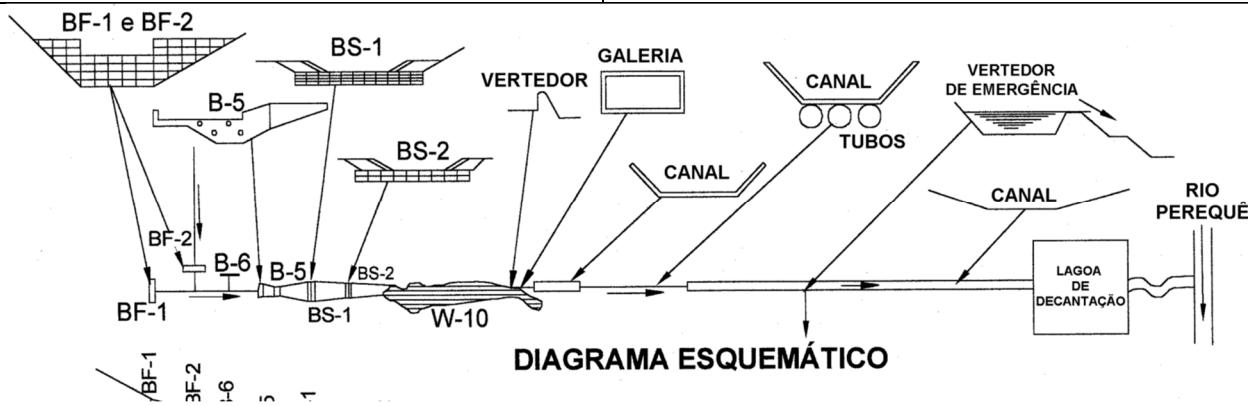


|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                              |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 180. | Como podemos observar na figura 3.10, entre as três barreiras, as duas barreiras construídas no canal principal da bacia do Córrego das Pedras são barreiras impermeáveis em concreto e a obra construída no afluente principal é uma barreira com vãos de concreto (permeável).                                                           | 図-3.10 に示すように 3 基の砂防ダムの内 Pedras 流域本川に建設された 2 基は不透過型重力式コンクリート砂防ダムであり、第 1 支川に建設された 1 基はコンクリートスリット砂防ダム（透過型）である。 |
| 181. | No projeto de engenharia dessas barreiras, até então, a seção do vertedouro era pequena para a vazão de pico do fluxo de detritos e faltava resistência do gabião para essa carga, porém, como lição aprendida, ampliaram significativamente a seção do vertedouro e utilizaram concreto como material de composição do corpo da barreira. | これらの砂防ダムの設計においては、従来の設計では土石流のピーク流量に対する水通し断面が小さかったこと、土石流荷重に対して蛇籠の強度が不足したことを教訓に、水通し断面の大幅拡大、堤体材料をコンクリートとしている。    |
| 182. | Figura 3.10 – Barreiras Sabo construídas de 1996 a 2003                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 図-3.10 1996 年-2003 年に建設された砂防ダム                                                                               |
| 183. |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                              |
| 184. | Fonte : Faiçal Massad , PROJETOS E OBRAS DE ENGENHARIA PARA O CONTROLE DE CORRIDAS DE MASSAS                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                              |
| 185. | 1.5.4 Melhoria da capacidade de escoamento do vertedouro da barreira                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1.5.4 砂防ダムの水通流下能力の改良                                                                                         |
| 186. | A tabela 3.2 indica o tamanho do corpo das barreiras destruídas pelos fluxos de detritos e as melhorias feitas, assim como as dimensões do vertedouro.                                                                                                                                                                                     | 土石流により破壊され改良を加えた堤体及び水通形状を表-3.2 に示した。                                                                         |
| 187. | A tabela 3.3 indica os cálculos feitos sobre a capacidade de escoamento por esses vertedouros.                                                                                                                                                                                                                                             | これらの水通しの流下能力を計算し表-3.3 に示した。                                                                                  |
| 188. | A capacidade de escoamento das cheias foi calculada pela fórmula de transbordamento e a capacidade de escoamento do fluxo de detritos foi calculada pela fórmula de Manning.                                                                                                                                                               | 洪水の流下能力は越流公式で、土石流流下能力はマニング式で計算した。                                                                            |

| 189.              | Para esta última, estimamos a situação em que o fluxo de detritos depositou material até a base do vertedouro, tornando a face da deposição inclinada como o leito do rio atual.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | マニング式による土石流流下能力の算出は、水通し底面まで土石流が堆積し堆積面が現河床勾配となった状態を想定している。                                                                            |                          |                                    |                                         |                               |                                         |                                                                  |       |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------------------------------|---|---------|-------------------------------|---------|-------------------------------|------------------------------------------------------------------|----|----------------------------------------------------|----|-----|--------|------|------|----|-----|------|----|----------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------|-----|------|-----|------|----|-----|--------|--------|--------|--------|------|--------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--------|--------|--------|-------|-------|---------------|---|-----------------|----|----------|------|----------|-----|-------|----|----|--------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-------|----|---|----|-----|-----|------|-----|------|-----|-------|----|-----|----|---|-----|-------|------|--------|------|
| 190.              | Segundo o resultado desses cálculos, a capacidade de escoamento do vertedouro em relação às cheias melhorou em 56 vezes e em relação ao fluxo de detritos, 82 vezes.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 計算結果によると、最初の設計からすると、水通し流下能力は洪水に対し 56 倍、土石流に対し 82 倍に改良されている。                                                                          |                          |                                    |                                         |                               |                                         |                                                                  |       |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
| 191.              | Por outro lado, a partir do volume de sólidos carregados no fluxo de detritos ocorrido em 1994 obtivemos o valor da vazão de pico do fluxo de detritos conforme demonstrado na figura 5, onde o ponto em que se encontra a barreira B-5 atingiu 740m³/seg, muito além da capacidade de escoamento do vertedouro construído em 1993, provando assim a sua destruição pelo transbordamento.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 一方、1994 年の土石流は流出土砂量から土石流ピーク流量が図－5 に示す値が求められており、B-5 砂防ダム地点における土石流ピーク流量は 740 m³/sec であり、1993 年建設の水通の流下能力は遥かに及ばないので、越流により破壊された事を証明している。 |                          |                                    |                                         |                               |                                         |                                                                  |       |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
| 192.              | No entanto, a capacidade de escoamento do vertedouro construído em 2003 é de 1182m³/seg. e garante a segurança para o transbordamento do fluxo de detritos na parte das asas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 一方、2003 年建設の水通しの流下能力は 1,182 m³/sec であり、土石流の袖部越流に対する安全が確保されている。                                                                       |                          |                                    |                                         |                               |                                         |                                                                  |       |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
| 193.              | Tabela 3.2 – Corpo da barreira e dimensão do vertedouro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                      |                          |                                    |                                         |                               |                                         |                                                                  |       |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
| 194.              | <table><tr><th>Ano de construção</th><th>Altura máxima(m)</th><th>Comprimento do topo da barreira(m)</th><th>Altura do vertedouro (m)</th><th>Comprimento do vertedouro (m)</th><th>Material utilizado no corpo da barreira</th><th>Ano da destruição</th></tr><tr><td>1988</td><td>4</td><td>?</td><td>0.5</td><td>14</td><td>Gabião</td><td>1992</td></tr><tr><td>1993</td><td>7</td><td>?</td><td>1</td><td>21</td><td>Gabião</td><td>1994</td></tr><tr><td>2003</td><td>16</td><td>32</td><td>5</td><td>25</td><td>Concreto</td><td>Não houve</td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Ano de construção                                                                                                                    | Altura máxima(m)         | Comprimento do topo da barreira(m) | Altura do vertedouro (m)                | Comprimento do vertedouro (m) | Material utilizado no corpo da barreira | Ano da destruição                                                | 1988  | 4                                                  | ? | 0.5     | 14                            | Gabião  | 1992                          | 1993                                                             | 7  | ?                                                  | 1  | 21  | Gabião | 1994 | 2003 | 16 | 32  | 5    | 25 | Concreto | Não houve | <table><tr><th colspan="7">表－3.2 堤体及び水通の形状</th></tr><tr><th>建設年</th><th>最大高(m)</th><th>堤頂長(m)</th><th>水通高(m)</th><th>水通長(m)</th><th>堤体材料</th><th>破壊した年</th></tr><tr><td>1988年</td><td>4</td><td>?</td><td>0.5</td><td>14</td><td>蛇籠</td><td>1992</td></tr><tr><td>1993年</td><td>7</td><td>?</td><td>1</td><td>21</td><td>蛇籠</td><td>1994</td></tr><tr><td>2003年</td><td>16</td><td>32</td><td>5</td><td>25</td><td>コンクリート</td><td>現存</td></tr></table> | 表－3.2 堤体及び水通の形状 |      |     |      |     |      |    | 建設年 | 最大高(m) | 堤頂長(m) | 水通高(m) | 水通長(m) | 堤体材料 | 破壊した年  | 1988年 | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | ?   | 0.5    | 14     | 蛇籠     | 1992  | 1993年 | 7             | ? | 1               | 21 | 蛇籠       | 1994 | 2003年    | 16  | 32    | 5  | 25 | コンクリート | 現存  |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
| Ano de construção | Altura máxima(m)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Comprimento do topo da barreira(m)                                                                                                   | Altura do vertedouro (m) | Comprimento do vertedouro (m)      | Material utilizado no corpo da barreira | Ano da destruição             |                                         |                                                                  |       |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
| 1988              | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ?                                                                                                                                    | 0.5                      | 14                                 | Gabião                                  | 1992                          |                                         |                                                                  |       |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
| 1993              | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ?                                                                                                                                    | 1                        | 21                                 | Gabião                                  | 1994                          |                                         |                                                                  |       |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
| 2003              | 16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 32                                                                                                                                   | 5                        | 25                                 | Concreto                                | Não houve                     |                                         |                                                                  |       |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
| 表－3.2 堤体及び水通の形状   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                      |                          |                                    |                                         |                               |                                         |                                                                  |       |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
| 建設年               | 最大高(m)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 堤頂長(m)                                                                                                                               | 水通高(m)                   | 水通長(m)                             | 堤体材料                                    | 破壊した年                         |                                         |                                                                  |       |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
| 1988年             | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ?                                                                                                                                    | 0.5                      | 14                                 | 蛇籠                                      | 1992                          |                                         |                                                                  |       |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
| 1993年             | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ?                                                                                                                                    | 1                        | 21                                 | 蛇籠                                      | 1994                          |                                         |                                                                  |       |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
| 2003年             | 16                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 32                                                                                                                                   | 5                        | 25                                 | コンクリート                                  | 現存                            |                                         |                                                                  |       |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
| 195.              | Tabela 3.3 – Capacidade de escoamento do vertedouro da barreira B-5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                      |                          |                                    |                                         |                               |                                         |                                                                  |       |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
| 196.              | <table><tr><th rowspan="3">Ano de construção</th><th rowspan="3">B1(m)</th><th rowspan="3">b2(m)</th><th rowspan="3">B2(m)</th><th rowspan="3">h(m)</th><th rowspan="3">C</th><th colspan="2">Capacidade de escoamento das cheias (fórmula de transbordamento)</th><th colspan="2">Capacidade de escoamento do F (Fórmula de Manning)</th></tr><tr><th rowspan="2">Q(m³/s)</th><th rowspan="2">Taxa de aumento da capacidade</th><th rowspan="2">Q(m³/s)</th><th rowspan="2">Taxa de aumento da capacidade</th></tr><tr></tr><tr><td>1988</td><td>14</td><td>0</td><td>14</td><td>0.5</td><td>0.6</td><td>8,8</td><td>1,0</td><td></td><td>1,0</td></tr><tr><td>1993</td><td>21</td><td>0</td><td>21</td><td>1,0</td><td>0,6</td><td>37,2</td><td>4,2</td><td>67,9</td><td>4,8</td></tr><tr><td>2003</td><td>25</td><td>2,5</td><td>25</td><td>5</td><td>0,6</td><td>495,0</td><td>56,5</td><td>1182,0</td><td>82,9</td></tr></table> | Ano de construção                                                                                                                    | B1(m)                    | b2(m)                              | B2(m)                                   | h(m)                          | C                                       | Capacidade de escoamento das cheias (fórmula de transbordamento) |       | Capacidade de escoamento do F (Fórmula de Manning) |   | Q(m³/s) | Taxa de aumento da capacidade | Q(m³/s) | Taxa de aumento da capacidade | 1988                                                             | 14 | 0                                                  | 14 | 0.5 | 0.6    | 8,8  | 1,0  |    | 1,0 | 1993 | 21 | 0        | 21        | 1,0                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0,6             | 37,2 | 4,2 | 67,9 | 4,8 | 2003 | 25 | 2,5 | 25     | 5      | 0,6    | 495,0  | 56,5 | 1182,0 | 82,9  | <table><tr><th rowspan="3">建設年</th><th rowspan="3">B1 (m)</th><th rowspan="3">b2 (m)</th><th rowspan="3">B2 (m)</th><th rowspan="3">h (m)</th><th rowspan="3">C</th><th colspan="2">洪水流下能力 (越流公式)</th><th colspan="2">土石流流下能力 (マニング式)</th></tr><tr><th rowspan="2">Q (m³/s)</th><th rowspan="2">拡大率</th><th rowspan="2">Q (m³/s)</th><th rowspan="2">拡大率</th></tr><tr></tr><tr><td>1988年</td><td>14</td><td>0</td><td>14</td><td>0.5</td><td>0.6</td><td>8.8</td><td>1.0</td><td>14.3</td><td>1.0</td></tr><tr><td>1993年</td><td>21</td><td>0</td><td>21</td><td>1.0</td><td>0.6</td><td>37.2</td><td>4.2</td><td>67.9</td><td>4.8</td></tr><tr><td>2003年</td><td>25</td><td>2.5</td><td>25</td><td>5</td><td>0.6</td><td>495.0</td><td>56.5</td><td>1182.0</td><td>82.9</td></tr></table> | 建設年 | B1 (m) | b2 (m) | B2 (m) | h (m) | C     | 洪水流下能力 (越流公式) |   | 土石流流下能力 (マニング式) |    | Q (m³/s) | 拡大率  | Q (m³/s) | 拡大率 | 1988年 | 14 | 0  | 14     | 0.5 | 0.6 | 8.8 | 1.0 | 14.3 | 1.0 | 1993年 | 21 | 0 | 21 | 1.0 | 0.6 | 37.2 | 4.2 | 67.9 | 4.8 | 2003年 | 25 | 2.5 | 25 | 5 | 0.6 | 495.0 | 56.5 | 1182.0 | 82.9 |
| Ano de construção | B1(m)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                      |                          |                                    |                                         |                               |                                         | b2(m)                                                            | B2(m) | h(m)                                               | C |         |                               |         |                               | Capacidade de escoamento das cheias (fórmula de transbordamento) |    | Capacidade de escoamento do F (Fórmula de Manning) |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                      |                          |                                    |                                         |                               |                                         |                                                                  |       |                                                    |   | Q(m³/s) | Taxa de aumento da capacidade | Q(m³/s) | Taxa de aumento da capacidade |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                      |                          |                                    |                                         |                               |                                         |                                                                  |       |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
| 1988              | 14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0                                                                                                                                    | 14                       | 0.5                                | 0.6                                     | 8,8                           | 1,0                                     |                                                                  | 1,0   |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
| 1993              | 21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0                                                                                                                                    | 21                       | 1,0                                | 0,6                                     | 37,2                          | 4,2                                     | 67,9                                                             | 4,8   |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
| 2003              | 25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2,5                                                                                                                                  | 25                       | 5                                  | 0,6                                     | 495,0                         | 56,5                                    | 1182,0                                                           | 82,9  |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
| 建設年               | B1 (m)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | b2 (m)                                                                                                                               | B2 (m)                   | h (m)                              | C                                       | 洪水流下能力 (越流公式)                 |                                         | 土石流流下能力 (マニング式)                                                  |       |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                      |                          |                                    |                                         | Q (m³/s)                      | 拡大率                                     | Q (m³/s)                                                         | 拡大率   |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                      |                          |                                    |                                         |                               |                                         |                                                                  |       |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
| 1988年             | 14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0                                                                                                                                    | 14                       | 0.5                                | 0.6                                     | 8.8                           | 1.0                                     | 14.3                                                             | 1.0   |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
| 1993年             | 21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0                                                                                                                                    | 21                       | 1.0                                | 0.6                                     | 37.2                          | 4.2                                     | 67.9                                                             | 4.8   |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
| 2003年             | 25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2.5                                                                                                                                  | 25                       | 5                                  | 0.6                                     | 495.0                         | 56.5                                    | 1182.0                                                           | 82.9  |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |
| 197.              | Nota: Coeficiente do volume de transbordamento C=0,6, coeficiente de rugosidade do pico do fluxo de detritos Kn=0,1, inclinação do leito θ= 6°                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Note: 越流流量係数 C=0.6、土石流ピークの粗度係数 Kn =0.1、河床勾配θ= 6°                                                                                     |                          |                                    |                                         |                               |                                         |                                                                  |       |                                                    |   |         |                               |         |                               |                                                                  |    |                                                    |    |     |        |      |      |    |     |      |    |          |           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                 |      |     |      |     |      |    |     |        |        |        |        |      |        |       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |        |        |        |       |       |               |   |                 |    |          |      |          |     |       |    |    |        |     |     |     |     |      |     |       |    |   |    |     |     |      |     |      |     |       |    |     |    |   |     |       |      |        |      |

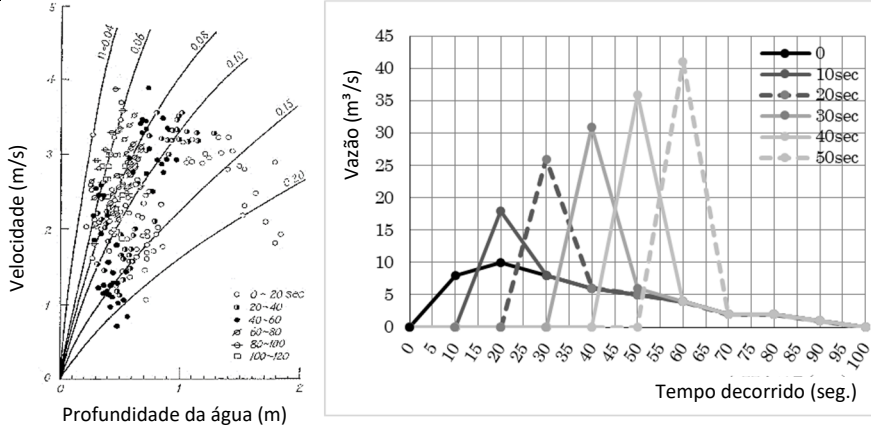
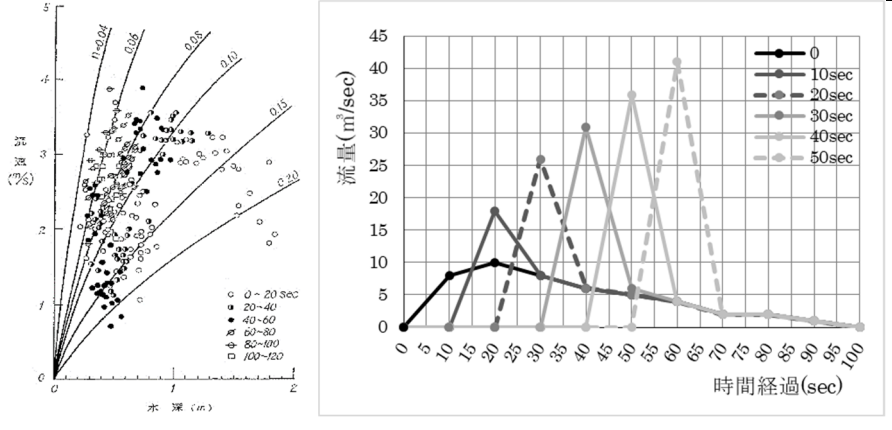
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                          |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 192. | Figura 3.11 – Vazão do pico de fluxo de detritos ocorrido no Córrego das Pedras em 1994(m <sup>3</sup> /seg)                                                                                                                                                       | 図 – 3.11 1994 年に Pedras 川で発生した土石流ピーク流量 (m <sup>3</sup> /sec)                             |
| 193. | <p style="text-align: center;"><b>PERFIL LONGITUDINAL</b></p> <p style="text-align: center;">DESCARGA DE PICO m<sup>3</sup>/s</p>                                                                                                                                  |                                                                                          |
| 194. | Fonte : Façal Massad , PROJETOS E OBRAS DE ENGENHARIA PARA O CONTROLE DE CORRIDAS DE MASSAS                                                                                                                                                                        |                                                                                          |
| 195. | 1.5.5 Validação da capacidade de escoamento do vertedouro pelo manual de intervenção do fluxo de detritos                                                                                                                                                          | 1.5.5 土石流対策マニュアルによる水通流下能力の検証                                                             |
| 196. | Por meio do manual de intervenções para fluxo de detritos elaborado pelo Gides <sup>ii</sup> , validamos a segurança do volume de projeto das cheias e da vazão de pico obtidos no Córrego das Pedras.                                                             | GIDES で作成された土石流対策マニュアル <sup>2)</sup> により、Pedras 川で求めた設計洪水流量、土石流ピーク流量に対する、上記水通しの安全性を検証した。 |
| 197. | Nessa ocasião, estimamos um fluxo de detritos causado por precipitação de 24 horas de 248mm/dia, volume que gerou o fluxo de detritos em 1994.                                                                                                                     | ここでは 1994 年に土石流を引き起こした 24 時間降雨量 (248mm/day) による土石流を想定した。                                 |
| 198. | (1) Cálculo da vazão de pico de fluxo de detritos pela precipitação (fórmula teórica)                                                                                                                                                                              | (1) 降雨から土石流ピーク流量を算出 (理論式)                                                                |
| 199. | Conforme o manual elaborado no Gides, não adotamos a pluviometria de 24 horas, calculamos o volume da intensidade de precipitação ocorrida dentro do tempo de concentração da cheia, a partir da curva da intensidade de chuva com probabilidade em curto período. | GIDES で作成したマニュアルに従い、24 時間雨量ではなく、短時間確率雨量強度曲線から洪水到達時間内の雨量強度を求める様にしている。                     |
| 200. | Aqui, calculamos de acordo com a norma técnica do Japão, a intensidade média da chuva dentro do período de alcance da cheia conforme a precipitação de 248mm em 24 horas, condição da ocorrência do fluxo de detritos.                                             | ここでは、土石流発生時の 24 時間雨量 248 mm による洪水到達時間内平均雨量強度は日本の技術基準により求めた。                              |
| 201. | Tabela 3.4 – Cálculo da vazão de pico das cheias e vazão de pico do fluxo de detritos                                                                                                                                                                              | 表 – 3.4 降雨から洪水ピーク流量、土石流ピーク流量 (理論式値) の算出                                                  |

|      |                                                                                                                                                                                                                                             |         |                   |       |                                                                 |     |                   |      |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------------|-------|-----------------------------------------------------------------|-----|-------------------|------|
| 202. | Item                                                                                                                                                                                                                                        | Símbolo | Unidade           | Valor | 項目                                                              | 記号  | 単位                | 値    |
|      | Área da bacia                                                                                                                                                                                                                               | A       | km <sup>2</sup>   | 2,64  | 流域面積                                                            | A   | km <sup>2</sup>   | 2.64 |
|      | Coeficiente do escoamento                                                                                                                                                                                                                   | Kf1     |                   | 0,85  | 流出係数                                                            | Kf1 |                   | 0.85 |
|      | Precipitação diária                                                                                                                                                                                                                         | h24     | mm/day            | 248   | 日雨量                                                             | h24 | mm/day            | 248  |
|      | Coeficiente do cálculo do tempo de concentração da cheia                                                                                                                                                                                    | Kp1     |                   | 120   | 洪水到達時間算出係数                                                      | Kp1 |                   | 120  |
|      | Intensidade do volume de chuva efetiva                                                                                                                                                                                                      | Pe      | mm/hr             | 54,9  | 有効雨量強度                                                          | Pe  | mm/hr             | 54.9 |
|      | Vazão de pico das cheias                                                                                                                                                                                                                    | Qp      | m <sup>3</sup> /s | 40    | 洪水ピーク流量                                                         | Qp  | m <sup>3</sup> /s | 40   |
|      | Vazão de projeto                                                                                                                                                                                                                            | Q       | m <sup>3</sup> /s | 60    | 設計流量                                                            | Q   | m <sup>3</sup> /s | 60   |
|      | Inclinação do leito do canal                                                                                                                                                                                                                | θ       | °                 | 6     | 河床勾配                                                            | θ   | °                 | 6    |
|      | Capacidade de concentração de sólidos depositados no leito do canal                                                                                                                                                                         | C*      |                   | 0,6   | 河床堆積物の容積濃度                                                      | C*  |                   | 0.6  |
|      | Concentração de sólidos grosseiros                                                                                                                                                                                                          | σ       |                   | 2,6   | 礫の密度                                                            | σ   |                   | 2.6  |
|      | Concentração de lama                                                                                                                                                                                                                        | ρ       |                   | 1,2   | 泥水の密度                                                           | ρ   |                   | 1.2  |
|      | Ângulo de atrito interno do material sólido depositado                                                                                                                                                                                      | φ       | °                 | 35    | 堆積土砂の内部摩擦角                                                      | φ   | °                 | 35   |
|      | Concentração de sólidos do FD                                                                                                                                                                                                               | Cd      |                   | 0,3   | 土石流濃度                                                           | Cd  |                   | 0.3  |
|      | Vazão de pico do fluxo de detritos (fórmula teórica)                                                                                                                                                                                        | Qps     | m <sup>3</sup> /s | 80    | 土石流ピーク流量(理論式)                                                   | Qps | m <sup>3</sup> /s | 80   |
| 203. | (2) Vazão de pico do fluxo de detritos calculada pelo volume de sólidos carregados                                                                                                                                                          |         |                   |       | (2) 流出土砂量から算出した土石流ピーク流量                                         |     |                   |      |
| 204. | Demonstramos, na tabela 3.5, a vazão de pico do fluxo de detritos calculada a partir do volume de sólidos carregados indicados no manual elaborado pelo Gides.                                                                              |         |                   |       | GIDES で作成したマニュアルに示す流出土砂量から土石流ピーク流量を算出し、表-3.5 に示した。              |     |                   |      |
| 205. | Aqui, presumimos este volume potencial de material transportável pela chuva como volume de sólidos carregados pelo fluxo de detritos.                                                                                                       |         |                   |       | ここで、流出土砂量は土石流運搬可能土砂量と仮定した。                                      |     |                   |      |
| 206. | A inclinação do leito do canal no ponto B-5, situada no canal principal do Córrego das Pedras, é de 6° e a do leito do afluente principal, que o encontra a 150m a montante, é de 15°.                                                      |         |                   |       | Pedras 川本川の B-5 地点の河床勾配は 6°であり、150m 上流で合流する第 1 支川の河床勾配は 15°である。 |     |                   |      |
| 207. | No artigo de referência <sup>1</sup> foi adotada inclinação de 15°.                                                                                                                                                                         |         |                   |       | 参考文献 <sup>1)</sup> の論文では 15°を採用している。                            |     |                   |      |
| 208. | Através desse método, o pico do volume dos sólidos carregados foi calculado pela vazão de pico das cheias causadas por chuvas e o seu valor é de aproximadamente 6 vezes a vazão de pico do fluxo de detritos obtidas pela fórmula teórica. |         |                   |       | この方法によるピーク流出土砂量は降雨から洪水ピーク流量を算出し、理論式により求めた土石流ピーク流量の約 6 倍の値となる。   |     |                   |      |



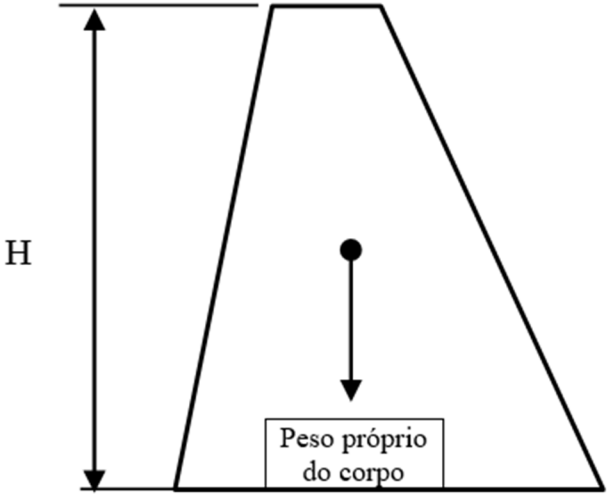
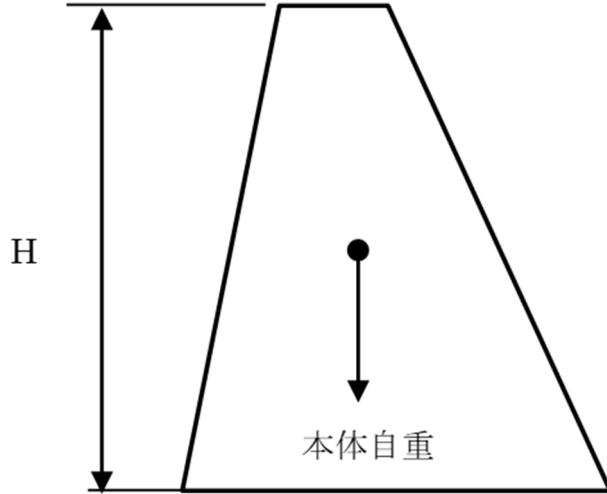
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |                 |                            |                        |                                                                        |          |                 |         |         |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|----------------------------|------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------|-----------------|---------|---------|
| 209. | Tabela 3.5 – Vazão de pico do fluxo de detritos calculada pelo volume de sólidos carregados                                                                                                                                                                            |          |                 |                            |                        | 表 – 3.5 流出土砂量から求めた土石流ピーク流量                                             |          |                 |         |         |
| 210. | Item                                                                                                                                                                                                                                                                   | Símbolo  | Unidade         | Inclinação canal principal | Inclinação do afluente | 項目                                                                     | 記号       | 単位              | 本川勾配    | 支川勾配    |
|      | Cálculo da concentração do fluxo de detritos $Cd$                                                                                                                                                                                                                      |          |                 |                            |                        | 土石流濃度の計算 $Cd$                                                          |          |                 |         |         |
|      | $Cd = \rho \tan \theta / (\sigma - \rho) (\tan \phi - \tan \theta)$                                                                                                                                                                                                    |          |                 | 0,300                      | 0,531                  | $Cd = \rho \tan \theta / (\sigma - \rho) (\tan \phi - \tan \theta)$    |          |                 | 0.300   | 0.531   |
|      | Capacidade de concentração dos sólidos depositados (=1-n)                                                                                                                                                                                                              | $C_*$    |                 | 0,6                        | 0,6                    | 堆積土砂の容積濃度 (= 1 - n)                                                    | $C_*$    |                 | 0.6     | 0.6     |
|      | Concentração dos sólidos grosseiros 2.600kg/m <sup>3</sup> (25,50kN/m <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                   | $\sigma$ |                 | 2,6                        | 2,6                    | 礫の密度 2,600kg/m <sup>3</sup> (25.50kN/m <sup>3</sup> )                  | $\sigma$ |                 | 2.6     | 2.6     |
|      | Concentração da lama 1.200kg/m <sup>3</sup> (11,77kN/m <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                  | $\rho$   |                 | 1,2                        | 1,2                    | 泥水の密度 1,200kg/m <sup>3</sup> (11.77kN/m <sup>3</sup> )                 | $\rho$   |                 | 1.2     | 1.2     |
|      | Ângulo de atrito interno do material sólido depositado<br>Aprox. 30° a 40°, porém, comumente 35°                                                                                                                                                                       | $\phi$   | °               | 35                         | 35                     | 堆積土砂の内部摩擦角 30°~40° 程度で一般に 35°                                          | $\phi$   | °               | 35      | 35      |
|      | Inclinação do leito do canal (média entre o ponto de referência até aprox. 200m a montante)                                                                                                                                                                            | $\theta$ | °               | 6                          | 15                     | 溪床勾配 (計画地点から概ね上流 200m 間の平均)                                            | $\theta$ | °               | 6       | 15      |
|      | Concentração do fluxo de detritos ( $0,3 \leq Cd \leq 0,54 (= 0,9C_*)$ )                                                                                                                                                                                               | $C_d$    |                 |                            |                        | 土石流濃度 ( $0,3 \leq Cd \leq 0,54 (= 0,9C_*)$ )                           | $C_d$    |                 |         |         |
|      | Cálculo do volume potencial de material transportável pelas chuvas (= volume estimado de sólidos carregados) $Vdy2$                                                                                                                                                    |          |                 |                            |                        | 運搬可能土砂量 (= 想定流出土砂量) の計算 $Vdy2$                                         |          |                 |         |         |
|      | $Vdy2 = 10^3 \cdot Pp \cdot A / (1-n) \cdot (Cd / (1-Cd)) \cdot Kf2$                                                                                                                                                                                                   |          |                 | 81,637                     | 216,048                | $Vdy2 = 10^3 \cdot Pp \cdot A / (1-n) \cdot (Cd / (1-Cd)) \cdot Kf2$   |          |                 | 81,637  | 216,048 |
|      | $Kf2 = 0,05(\log A - 2,0)2 + 0,05$                                                                                                                                                                                                                                     |          |                 | 0,175                      | 0,175                  | $Kf2 = 0,05(\log A - 2,0)2 + 0,05$                                     |          |                 | 0.175   | 0.175   |
|      | Taxa de recorrência de chuva de projeto precipitação de 24h                                                                                                                                                                                                            | $Pp$     | mm/day          | 248                        | 248                    | 計画規模の年超過確率の降雨量 24 時間雨量                                                 | $Pp$     | mm/day          | 248     | 248     |
|      | Taxa de porosidade dos sólidos depositados (0,4)                                                                                                                                                                                                                       | $n$      |                 | 0,4                        | 0,4                    | 堆積土砂の空隙率 (0.4)                                                         | $n$      |                 | 0.4     | 0.4     |
|      | Área da bacia hidrográfica                                                                                                                                                                                                                                             | $A$      | km <sup>2</sup> | 2,64                       | 2,64                   | 流域面積                                                                   | $A$      | km <sup>2</sup> | 2.64    | 2.64    |
|      | Cálculo da vazão de pico do fluxo de detritos $Qsp$                                                                                                                                                                                                                    |          |                 |                            |                        | 土石流ピーク流量の算出 $Qsp$                                                      |          |                 |         |         |
|      | $\Sigma Q = C_* \cdot Vdqp / Cd$                                                                                                                                                                                                                                       |          |                 | 163,275                    | 243,921                | $\Sigma Q = C_* \cdot Vdqp / Cd$                                       |          |                 | 163,275 | 243,921 |
|      | $Qsp = 0,002 \times \Sigma Q \text{ (m}^3\text{/sec)}$                                                                                                                                                                                                                 |          |                 | 326,5                      | 487,8                  | $Qsp = 0,002 \times \Sigma Q \text{ (m}^3\text{/sec)}$                 |          |                 | 326.5   | 487.8   |
| 211. | (3) Validação da capacidade de escoamento do vertedouro                                                                                                                                                                                                                |          |                 |                            |                        | (3) 水通し流下能力の検証                                                         |          |                 |         |         |
| 212. | O vertedouro construído em 1993 possuía uma capacidade de escoamento próxima à vazão de pico do fluxo de detritos calculada pelo volume da chuva, no entanto, não conseguiria escoar a vazão de pico do fluxo de detritos calculada pelo volume de sólidos carregados. |          |                 |                            |                        | 1993 年建設の水通しは降雨量から求める土石流ピーク流量に近い流下能力を持っているが流出土砂量から算出する土石流ピーク流量は流下できない。 |          |                 |         |         |

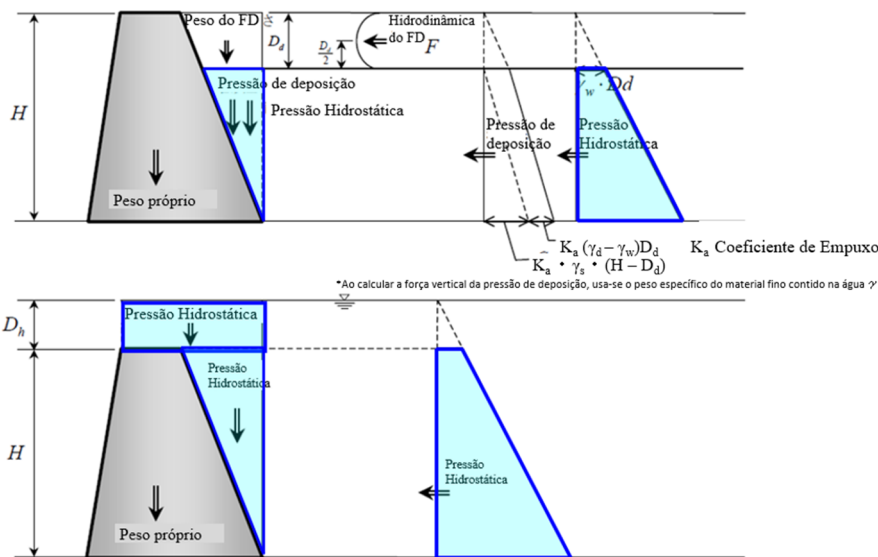
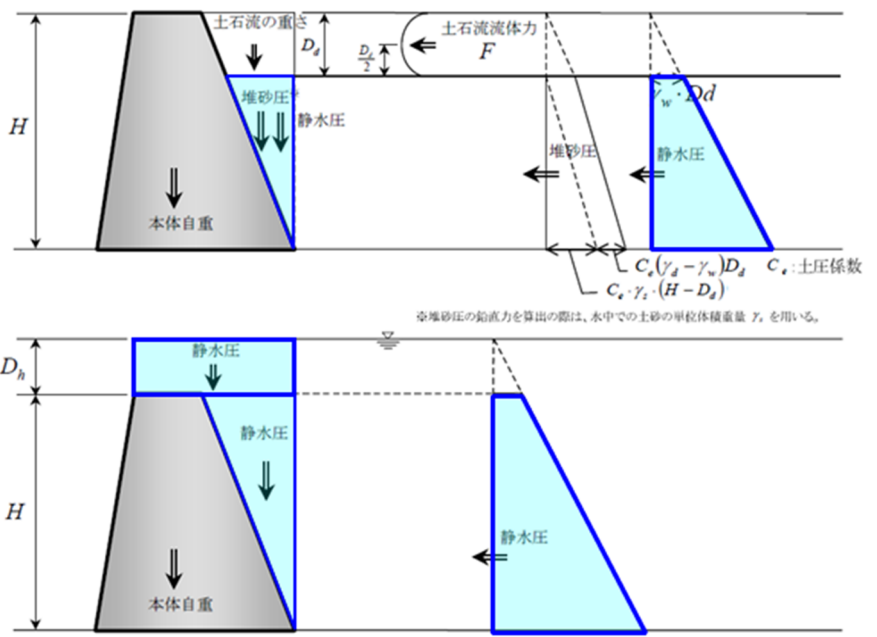
| 213.              | Como resultado, a barreira foi destruída.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |       |     |                                                                  |                                                                    |                                             |                                                 | 結果的には砂防ダムは破壊されている。                                                                                                                      |        |       |   |                                                                  |                                                                    |                                             |  |          |          |                                |                                             |      |    |     |     |     |      |                                     |                                                 |      |    |     |     |      |      |      |    |   |     |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |  |  |  |  |     |        |       |   |               |                 |                   |  |          |          |         |           |       |    |     |     |     |      |               |                    |       |    |     |     |      |      |       |    |   |     |       |        |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|-------|---|------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|--|----------|----------|--------------------------------|---------------------------------------------|------|----|-----|-----|-----|------|-------------------------------------|-------------------------------------------------|------|----|-----|-----|------|------|------|----|---|-----|-------|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|-----|--------|-------|---|---------------|-----------------|-------------------|--|----------|----------|---------|-----------|-------|----|-----|-----|-----|------|---------------|--------------------|-------|----|-----|-----|------|------|-------|----|---|-----|-------|--------|
| 214.              | A barreira construída em 2003 possuía a capacidade de escoar a vazão de pico do fluxo de detritos calculada pelo volume de sólidos carregados.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |       |     |                                                                  |                                                                    |                                             |                                                 | 2003 年建設の砂防堰堤は流出土砂量から求める土石流ピーク流量を流下できる能力を持っている。                                                                                         |        |       |   |                                                                  |                                                                    |                                             |  |          |          |                                |                                             |      |    |     |     |     |      |                                     |                                                 |      |    |     |     |      |      |      |    |   |     |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |  |  |  |  |     |        |       |   |               |                 |                   |  |          |          |         |           |       |    |     |     |     |      |               |                    |       |    |     |     |      |      |       |    |   |     |       |        |
| 215.              | Vale destacar que a diferença entre a vazão de pico do fluxo de detritos, calculada pela fórmula teórica baseada no volume das cheias, que são medidas pelo volume de precipitação, e a vazão de pico calculada pelo volume de sólidos carregados, é o fato de que a cabeça do fluxo de detritos contém muitos matacões e blocos grandes, por isso, sua velocidade é lenta. Por outro lado, a calda do fluxo de detritos contém pouco matacões e blocos grandes, com isso, sua velocidade é aproximadamente duas vezes mais rápida, causando um fenômeno de grande crescimento da vazão de pico quando alcança a frente.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |       |     |                                                                  |                                                                    |                                             |                                                 | なお、降雨量から算出した洪水流量を基に理論式から求めた土石流ピーク流量と流出土砂量から求めたものの違いは、土石流フロントは巨石・大礫が多いので、速度が遅く、後続流は巨石・大礫が少なく速度が 2 倍ほど速くなるので、フロントに追いつきピーク流量が大きく成長する現象による。 |        |       |   |                                                                  |                                                                    |                                             |  |          |          |                                |                                             |      |    |     |     |     |      |                                     |                                                 |      |    |     |     |      |      |      |    |   |     |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |  |  |  |  |     |        |       |   |               |                 |                   |  |          |          |         |           |       |    |     |     |     |      |               |                    |       |    |     |     |      |      |       |    |   |     |       |        |
| 216.              | Tabela 3.6 – Valor de cálculo da vazão de pico do fluxo de detritos e capacidade de escoamento do vertedouro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |       |     |                                                                  |                                                                    |                                             |                                                 | 表 – 3.6 土石流ピーク雨流量の計算値と水通しの流下能力                                                                                                          |        |       |   |                                                                  |                                                                    |                                             |  |          |          |                                |                                             |      |    |     |     |     |      |                                     |                                                 |      |    |     |     |      |      |      |    |   |     |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |  |  |  |  |     |        |       |   |               |                 |                   |  |          |          |         |           |       |    |     |     |     |      |               |                    |       |    |     |     |      |      |       |    |   |     |       |        |
| 217.              | <table><tr><th rowspan="4">Ano de construção</th><th rowspan="4">B1 (m)</th><th rowspan="4">H (m)</th><th rowspan="4">C</th><th>Capacidade de escoamento nas cheias (fórmula de transbordamento)</th><th>Capacidade de escoamento do fluxo de detritos (fórmula de Manning)</th><th colspan="2">Vazão de pico do fluxo de detritos (m³/seg)</th></tr><tr><th rowspan="3">Q (m³/s)</th><th rowspan="3">Q (m³/s)</th><th rowspan="3">Calculado pelo volume de chuva</th><th rowspan="3">Calculado pelo volume de sólidos carregados</th></tr><tr></tr><tr></tr><tr><td>1988</td><td>14</td><td>0.5</td><td>0.6</td><td>8.8</td><td>14.3</td><td rowspan="3">80 (Volume de cheias de projeto 60)</td><td rowspan="3">327 (Calculado pela inclinação do afluente 488)</td></tr><tr><td>1993</td><td>21</td><td>1.0</td><td>0.6</td><td>37.2</td><td>67.9</td></tr><tr><td>2003</td><td>25</td><td>5</td><td>0.6</td><td>495.0</td><td>1182.0</td></tr></table> |       |     |                                                                  |                                                                    |                                             |                                                 | Ano de construção                                                                                                                       | B1 (m) | H (m) | C | Capacidade de escoamento nas cheias (fórmula de transbordamento) | Capacidade de escoamento do fluxo de detritos (fórmula de Manning) | Vazão de pico do fluxo de detritos (m³/seg) |  | Q (m³/s) | Q (m³/s) | Calculado pelo volume de chuva | Calculado pelo volume de sólidos carregados | 1988 | 14 | 0.5 | 0.6 | 8.8 | 14.3 | 80 (Volume de cheias de projeto 60) | 327 (Calculado pela inclinação do afluente 488) | 1993 | 21 | 1.0 | 0.6 | 37.2 | 67.9 | 2003 | 25 | 5 | 0.6 | 495.0 | 1182.0 | <table><tr><th rowspan="3">建設年</th><th rowspan="3">B1 (m)</th><th rowspan="3">H (m)</th><th rowspan="3">C</th><th>洪水流下能力 (越流公式)</th><th>土石流流下能力 (マニング式)</th><th colspan="2">土石流ピーク流量 (m³/sec)</th></tr><tr><th rowspan="2">Q (m³/s)</th><th rowspan="2">Q (m³/s)</th><th>降雨量から算出</th><th>流出土砂量から算出</th></tr><tr></tr><tr><td>1988年</td><td>14</td><td>0.5</td><td>0.6</td><td>8.8</td><td>14.3</td><td rowspan="3">80 (設計洪水流量60)</td><td rowspan="3">327 (支川勾配による算出488)</td></tr><tr><td>1993年</td><td>21</td><td>1.0</td><td>0.6</td><td>37.2</td><td>67.9</td></tr><tr><td>2003年</td><td>25</td><td>5</td><td>0.6</td><td>495.0</td><td>1182.0</td></tr></table> |  |  |  |  |  |  | 建設年 | B1 (m) | H (m) | C | 洪水流下能力 (越流公式) | 土石流流下能力 (マニング式) | 土石流ピーク流量 (m³/sec) |  | Q (m³/s) | Q (m³/s) | 降雨量から算出 | 流出土砂量から算出 | 1988年 | 14 | 0.5 | 0.6 | 8.8 | 14.3 | 80 (設計洪水流量60) | 327 (支川勾配による算出488) | 1993年 | 21 | 1.0 | 0.6 | 37.2 | 67.9 | 2003年 | 25 | 5 | 0.6 | 495.0 | 1182.0 |
| Ano de construção | B1 (m)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | H (m) | C   | Capacidade de escoamento nas cheias (fórmula de transbordamento) | Capacidade de escoamento do fluxo de detritos (fórmula de Manning) | Vazão de pico do fluxo de detritos (m³/seg) |                                                 |                                                                                                                                         |        |       |   |                                                                  |                                                                    |                                             |  |          |          |                                |                                             |      |    |     |     |     |      |                                     |                                                 |      |    |     |     |      |      |      |    |   |     |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |  |  |  |  |     |        |       |   |               |                 |                   |  |          |          |         |           |       |    |     |     |     |      |               |                    |       |    |     |     |      |      |       |    |   |     |       |        |
|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |     | Q (m³/s)                                                         | Q (m³/s)                                                           | Calculado pelo volume de chuva              | Calculado pelo volume de sólidos carregados     |                                                                                                                                         |        |       |   |                                                                  |                                                                    |                                             |  |          |          |                                |                                             |      |    |     |     |     |      |                                     |                                                 |      |    |     |     |      |      |      |    |   |     |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |  |  |  |  |     |        |       |   |               |                 |                   |  |          |          |         |           |       |    |     |     |     |      |               |                    |       |    |     |     |      |      |       |    |   |     |       |        |
|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |     |                                                                  |                                                                    |                                             |                                                 |                                                                                                                                         |        |       |   |                                                                  |                                                                    |                                             |  |          |          |                                |                                             |      |    |     |     |     |      |                                     |                                                 |      |    |     |     |      |      |      |    |   |     |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |  |  |  |  |     |        |       |   |               |                 |                   |  |          |          |         |           |       |    |     |     |     |      |               |                    |       |    |     |     |      |      |       |    |   |     |       |        |
|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |     |                                                                  |                                                                    |                                             |                                                 |                                                                                                                                         |        |       |   |                                                                  |                                                                    |                                             |  |          |          |                                |                                             |      |    |     |     |     |      |                                     |                                                 |      |    |     |     |      |      |      |    |   |     |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |  |  |  |  |     |        |       |   |               |                 |                   |  |          |          |         |           |       |    |     |     |     |      |               |                    |       |    |     |     |      |      |       |    |   |     |       |        |
| 1988              | 14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0.5   | 0.6 | 8.8                                                              | 14.3                                                               | 80 (Volume de cheias de projeto 60)         | 327 (Calculado pela inclinação do afluente 488) |                                                                                                                                         |        |       |   |                                                                  |                                                                    |                                             |  |          |          |                                |                                             |      |    |     |     |     |      |                                     |                                                 |      |    |     |     |      |      |      |    |   |     |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |  |  |  |  |     |        |       |   |               |                 |                   |  |          |          |         |           |       |    |     |     |     |      |               |                    |       |    |     |     |      |      |       |    |   |     |       |        |
| 1993              | 21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1.0   | 0.6 | 37.2                                                             | 67.9                                                               |                                             |                                                 |                                                                                                                                         |        |       |   |                                                                  |                                                                    |                                             |  |          |          |                                |                                             |      |    |     |     |     |      |                                     |                                                 |      |    |     |     |      |      |      |    |   |     |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |  |  |  |  |     |        |       |   |               |                 |                   |  |          |          |         |           |       |    |     |     |     |      |               |                    |       |    |     |     |      |      |       |    |   |     |       |        |
| 2003              | 25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 5     | 0.6 | 495.0                                                            | 1182.0                                                             |                                             |                                                 |                                                                                                                                         |        |       |   |                                                                  |                                                                    |                                             |  |          |          |                                |                                             |      |    |     |     |     |      |                                     |                                                 |      |    |     |     |      |      |      |    |   |     |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |  |  |  |  |     |        |       |   |               |                 |                   |  |          |          |         |           |       |    |     |     |     |      |               |                    |       |    |     |     |      |      |       |    |   |     |       |        |
| 建設年               | B1 (m)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | H (m) | C   | 洪水流下能力 (越流公式)                                                    | 土石流流下能力 (マニング式)                                                    | 土石流ピーク流量 (m³/sec)                           |                                                 |                                                                                                                                         |        |       |   |                                                                  |                                                                    |                                             |  |          |          |                                |                                             |      |    |     |     |     |      |                                     |                                                 |      |    |     |     |      |      |      |    |   |     |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |  |  |  |  |     |        |       |   |               |                 |                   |  |          |          |         |           |       |    |     |     |     |      |               |                    |       |    |     |     |      |      |       |    |   |     |       |        |
|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |     | Q (m³/s)                                                         | Q (m³/s)                                                           | 降雨量から算出                                     | 流出土砂量から算出                                       |                                                                                                                                         |        |       |   |                                                                  |                                                                    |                                             |  |          |          |                                |                                             |      |    |     |     |     |      |                                     |                                                 |      |    |     |     |      |      |      |    |   |     |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |  |  |  |  |     |        |       |   |               |                 |                   |  |          |          |         |           |       |    |     |     |     |      |               |                    |       |    |     |     |      |      |       |    |   |     |       |        |
|                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |     |                                                                  |                                                                    |                                             |                                                 |                                                                                                                                         |        |       |   |                                                                  |                                                                    |                                             |  |          |          |                                |                                             |      |    |     |     |     |      |                                     |                                                 |      |    |     |     |      |      |      |    |   |     |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |  |  |  |  |     |        |       |   |               |                 |                   |  |          |          |         |           |       |    |     |     |     |      |               |                    |       |    |     |     |      |      |       |    |   |     |       |        |
| 1988年             | 14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 0.5   | 0.6 | 8.8                                                              | 14.3                                                               | 80 (設計洪水流量60)                               | 327 (支川勾配による算出488)                              |                                                                                                                                         |        |       |   |                                                                  |                                                                    |                                             |  |          |          |                                |                                             |      |    |     |     |     |      |                                     |                                                 |      |    |     |     |      |      |      |    |   |     |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |  |  |  |  |     |        |       |   |               |                 |                   |  |          |          |         |           |       |    |     |     |     |      |               |                    |       |    |     |     |      |      |       |    |   |     |       |        |
| 1993年             | 21                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1.0   | 0.6 | 37.2                                                             | 67.9                                                               |                                             |                                                 |                                                                                                                                         |        |       |   |                                                                  |                                                                    |                                             |  |          |          |                                |                                             |      |    |     |     |     |      |                                     |                                                 |      |    |     |     |      |      |      |    |   |     |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |  |  |  |  |     |        |       |   |               |                 |                   |  |          |          |         |           |       |    |     |     |     |      |               |                    |       |    |     |     |      |      |       |    |   |     |       |        |
| 2003年             | 25                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 5     | 0.6 | 495.0                                                            | 1182.0                                                             |                                             |                                                 |                                                                                                                                         |        |       |   |                                                                  |                                                                    |                                             |  |          |          |                                |                                             |      |    |     |     |     |      |                                     |                                                 |      |    |     |     |      |      |      |    |   |     |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |  |  |  |  |     |        |       |   |               |                 |                   |  |          |          |         |           |       |    |     |     |     |      |               |                    |       |    |     |     |      |      |       |    |   |     |       |        |
| 218.              | Figura 3.12 – Causa de a vazão de pico do fluxo de detritos se tornar maior que o valor teórico                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |       |     |                                                                  |                                                                    |                                             |                                                 | 図 – 3.12 土石流ピーク流量が理論値より大きくなる原因                                                                                                          |        |       |   |                                                                  |                                                                    |                                             |  |          |          |                                |                                             |      |    |     |     |     |      |                                     |                                                 |      |    |     |     |      |      |      |    |   |     |       |        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |  |  |  |  |  |     |        |       |   |               |                 |                   |  |          |          |         |           |       |    |     |     |     |      |               |                    |       |    |     |     |      |      |       |    |   |     |       |        |

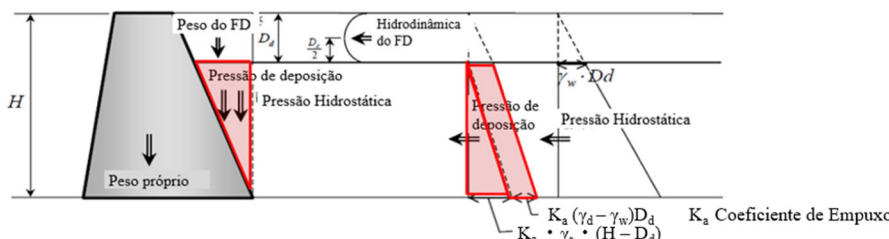
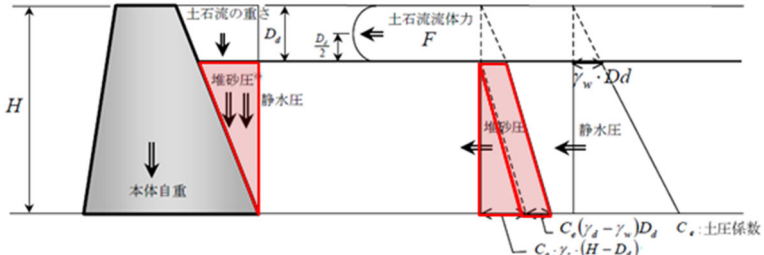
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                  |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 219. |                                                                                                                                                                                                                                                        |               |
| 220. | Fonte: MIZUYAMA Takashisa, UEHARA Shinji: Análise do resultado da observação sobre a profundidade e velocidade do fluxo de detritos, Journal of the Japan Society of Erosion Control Engineering, Vol.37, N°4                                                                                                                            | 出典：水山高久、上原信司：土石流の水深と流速の観測結果の検討 新砂防, Vol.37, No.4                                                 |
| 221. | (4) Lições aprendidas para o cálculo da vazão de pico do fluxo de detritos                                                                                                                                                                                                                                                               | (4) 土石流ピーク流量算出への教訓                                                                               |
| 222. | A vazão de pico do fluxo de detritos contém materiais sólidos e, por isso, é maior que a vazão de pico das cheias.                                                                                                                                                                                                                       | 土石流のピーク流量は土砂を含んでいるので洪水ピーク流量より大きくなる。                                                              |
| 223. | Portanto, a barreira que retém o fluxo de detritos necessita de uma função que escoe em segurança a vazão de pico do fluxo de detritos, não somente a vazão de pico das cheias.                                                                                                                                                          | 従って、土石流対策砂防堰堤は、洪水ピーク流量だけでなく、土石流ピーク流量を安全に流下できる機能が必要である。                                           |
| 224. | Podemos calcular a vazão de pico do fluxo de detritos pela fórmula teórica do fluxo de detritos, através da vazão de pico das cheias.                                                                                                                                                                                                    | 土石流ピーク流量は洪水ピーク流量から土石流理論式によって求めることができる。                                                           |
| 225. | No entanto, sabemos, por meio dos históricos de fluxo de detritos, que a vazão de pico do fluxo de detritos é muito maior que o valor calculado por este método.                                                                                                                                                                         | しかし、土石流ピーク流量はこの方法で求めた値よりもはるかに大きくなることが過去の土石流実績から知られている。                                           |
| 226. | Sabemos também que este fenômeno acontece porque a frente do fluxo de detritos tem uma velocidade lenta, causada pela grande quantidade de matacões e blocos que contém e que sua calda tem uma velocidade mais rápida por conter pouco volume desses materiais, que acabam alcançando a frente do fluxo e aumentando sua vazão de pico. | この現象は土石流フロント部が巨石・大礫を含んでおり流速が遅く、後続流は巨石・大礫の含有が少なく流速が速いので、後続流がフロントに追着くことでフロントのピーク流量が大きくなることが知られている。 |
| 227. | Por isso, é adequado calcular a vazão de pico do fluxo de detritos que evolui dessa maneira, através da relação entre o volume de escoamento de fluxos de detritos ocorridos no passado e a vazão de pico.                                                                                                                               | このような発達した土石流ピーク流量は、過去の土石流流出量とピーク流量の関係から算出するのが適切である。                                              |

|      |                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                          |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 228. | Este método de cálculo está indicado nas diretrizes técnicas do Japão e comprova que é adequado para os fluxos de detritos ocorridos no Córrego das Pedras do Município de Cubatão no Brasil.            | この計算方法は日本の技術指針に示されており、ブラジルの Cubatao 市の Pedras 川の土石流においても適切であることが証明されている。                                                                                                                                 |
| 229. | 【Referências】                                                                                                                                                                                            | 【参考文献】                                                                                                                                                                                                   |
| 230. | 1. Massad, Faíçal, Cruz, P. T., Kanji, M. A.:“Debris flows” em Cubatão-SP: danos em instalação industrial e em barragens-gabião                                                                          | 1) Massad, Faíçal, Cruz, P. T., Kanji, M. A.:“Debris flows” em Cubatão-SP: danos em instalação industrial e em barragens-gabião                                                                          |
| 231. | 2. Manual Técnico para Concepção de Intervenções para Fluxo de Detritos,Edição 2018                                                                                                                      | 2) Manual Técnico para Concepção de Intervenções para Fluxo de Detritos, Edição 2018                                                                                                                     |
| 232. | 3. MIZUYAMA Takashisa,UEHARA Shinji: Análise do resultado da observação sobre a profundidade e velocidade do fluxo de detritos, Journal of the Japan Society of Erosion Control Engineering, Vol.37, N°4 | 3) MIZUYAMA Takashisa,UEHARA Shinji: Análise do resultado da observação sobre a profundidade e velocidade do fluxo de detritos, Journal of the Japan Society of Erosion Control Engineering, Vol.37, N°4 |
| 233. | <b>2. Solicitações de Projeto</b>                                                                                                                                                                        | <b>2. 設計荷重（直訳：設計に求められる荷重）</b>                                                                                                                                                                            |
| 234. | 2.1 Solicitações consideradas                                                                                                                                                                            | 2.1 考慮される荷重                                                                                                                                                                                              |
| 235. | Além do peso próprio, as cargas externas utilizadas no cálculo de estabilidade da barreira impermeável são a pressão hidrostática, empuxo dos sedimentos e força de impacto do fluxo de detritos.        | 不透過型堰堤の安定計算に用いる荷重は、自重のほか、設計外力として静水圧、堆積土圧及び土石流の衝撃力がある。                                                                                                                                                    |
| 236. | A solicitação dinâmica do fluxo de detritos é calculada considerando a parcela hidrodinâmica do fluido e a força de impacto dos blocos de rocha.                                                         | 土石流の動的荷重は、土石流流体力の部分と礫の衝撃力を考慮して算出する。                                                                                                                                                                      |
| 237. | A carga hidrodinâmica do fluxo de detritos incide em toda a estrutura e a força de impacto do bloco de rocha incide de forma pontual na face da barreira.                                                | 土石流流体力は構造物全体に作用し、石礫の衝突による衝撃力は局部的に堰堤面に作用する。                                                                                                                                                               |
| 238. | Na Tabela 3.7 apresenta-se a combinação de cargas consideradas no cálculo de estabilidade da barreira impermeável.                                                                                       | 表 3.7 は、不透過型堰堤の安定計算に考慮する荷重の組み合わせを示す。                                                                                                                                                                     |
| 239. | As cargas de projeto descritas neste manual são as aplicáveis em barreiras com menos de 15 metros de altura.                                                                                             | 本マニュアルで記載する設計荷重は提高 15m未満に適応される。                                                                                                                                                                          |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                       |                                     |                                                            |                                                                                                                                            |                                      |           |                |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------|----------------|
| 240. | Caso a altura da barreira seja maior que 15m, será necessária uma análise específica.                                                                                                                                                           |                                                                                                                                       |                                     |                                                            | 堤高が 15m 超となる場合は特定の検討が必要となる。                                                                                                                |                                      |           |                |
| 241. | Tabela — 3.7 Cargas utilizadas no cálculo de estabilidade da barreira impermeável                                                                                                                                                               |                                                                                                                                       |                                     |                                                            | 表－3.7 不透過型堰堤の安定計算に用いる荷重                                                                                                                    |                                      |           |                |
| 242. | Condição                                                                                                                                                                                                                                        | Eventos de Fluxo de Detritos                                                                                                          | Condições de Cheia sem sedimentação | Condição com preenchimento de sólidos                      | 条件                                                                                                                                         | 土石流時                                 | 堆砂のない洪水時  | 満砂時            |
|      | Altura da barreira inferior a 15m                                                                                                                                                                                                               | Peso próprio da barreira, pressão hidrostática, empuxo dos sedimentos, solicitação hidrodinâmica do fluxo de detritos                 | Peso próprio e pressão hidrostática | Peso próprio, pressão hidrostática e empuxo dos sedimentos | 堰堤高 15m 未満                                                                                                                                 | 堰堤自重<br>静水圧、堆砂土圧、土石流流体力荷重            | 自重<br>静水圧 | 自重<br>静水圧、堆砂土圧 |
| 243. | Tabela – 3.8 Cargas utilizadas no cálculo de estabilidade da asa                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                       |                                     |                                                            | 表－3.8 袖部の安定計算に用いる荷重                                                                                                                        |                                      |           |                |
| 244. | Condição                                                                                                                                                                                                                                        | Condições do Fluxo de Detritos                                                                                                        | Condições de Cheia                  | Condições de preenchimento de sólidos                      | 条件                                                                                                                                         | 土石流時                                 | 洪水時       | 満砂時            |
|      | Asa                                                                                                                                                                                                                                             | Peso próprio, hidrodinâmica do fluxo de detritos e maior valor entre as forças de impacto de blocos de rocha e dos troncos carregados |                                     |                                                            | 袖部                                                                                                                                         | 自重、土石流流体力<br>礫の衝撃力と流木の衝撃力を比較して大きい衝撃力 |           |                |
| 245. | 2.2 Peso próprio                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                       |                                     |                                                            | 2.2 自重                                                                                                                                     |                                      |           |                |
| 246. | O peso próprio da barreira por metro é obtido com a multiplicação do peso específico (kN/m <sup>3</sup> ) do material usado na construção pela área transversal.                                                                                |                                                                                                                                       |                                     |                                                            | 1m当たりの堰堤自重は、建築に用いる材料の単位体積重量(kN/m <sup>3</sup> ) に横断面積を乗じて求める。                                                                              |                                      |           |                |
| 247. | Demonstra-se abaixo o cálculo do peso próprio do corpo da barreira por metro:                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                       |                                     |                                                            | 1m当たりの堰堤自重算出方法は以下に示す。                                                                                                                      |                                      |           |                |
| 248. | $W_i = \gamma_c \times A_i$                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                       |                                     |                                                            | $W_i = \gamma_c \times A_i$                                                                                                                |                                      |           |                |
| 249. | Onde:<br>$W_i$ : Peso próprio do corpo da barreira a cada unidade de largura (kN)<br>$\gamma_c$ : Peso específico do concreto (aprox. 22,56 kN/m <sup>3</sup> )<br>$A_i$ : Volume por unidade de largura do corpo da barreira (m <sup>3</sup> ) |                                                                                                                                       |                                     |                                                            | ここで、<br>$W_i$ : 単位幅当たりの堰堤堤体の自重 (kN)<br>$\gamma_c$ : コンクリートの単位体積重量 (22.56 kN/m <sup>3</sup> 程度)<br>$A_i$ : 堰堤の堤体の単位幅当たりの体積(m <sup>3</sup> ) |                                      |           |                |

|      |                                                                                                                                                                    |                                                                                     |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 250. | Figura – 3.13.1Peso próprio da Barreira Sabo Impermeável                                                                                                           | 図 - 3.13 不透過型堰堤の自重                                                                  |
| 251. |                                                                                   |  |
| 252. | Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo                                                                                                                                 | 出典：砂防プロジェクトにて作成                                                                     |
| 253. | 2.3 Pressão Hidrostática                                                                                                                                           | 2.3 静水圧                                                                             |
| 254. | A pressão hidrostática é calculada considerando da superfície lâmina d'água do leito até a soleira do vertedouro.                                                  | 静水圧は、河床から水通し天端までの水面を考慮して算出する。                                                       |
| 255. | Nas condições de cheia, calcula-se a pressão hidrostática da água na posição considerando a posição do nível da água transbordante - no vertedouro ( $D_h$ ).      | 洪水時には、水の位置の静水圧を考慮するが、その位置は水通しの越流水深レベルである ( $D_h$ )。                                 |
| 256. | A posição do nível da água transbordante do vertedouro ( $D_h$ ) é definida considerando o volume de cheia determinado pelo método racional, multiplicado por 1,5. | 水通しの越流水位的位置は ( $D_h$ )、合理式を用いて算定される洪水量に 1.5 を乗じて算出する。                               |
| 257. | Nas condições de fluxo de detritos, considera-se a situação em que o fluxo atinge diretamente a barreira sobre o sedimento previamente depositado.                 | 土石流時には、事前に堆積した堆積物の上に土石流が堰堤に直撃する状況を想定する。                                             |
| 258. | A pressão hidrostática é considerada atuando somente abaixo da superfície de deposição dos sedimentos.                                                             | 静水圧は、堆砂面の下部分だけに作用するものとして算出する。                                                       |
| 259. | $P = \gamma_w \times H_w$                                                                                                                                          | $P = \gamma_w \times H_w$                                                           |

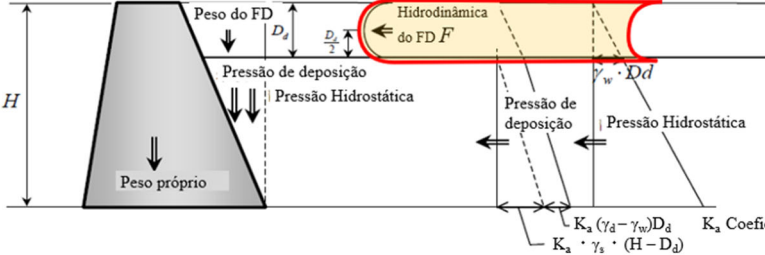
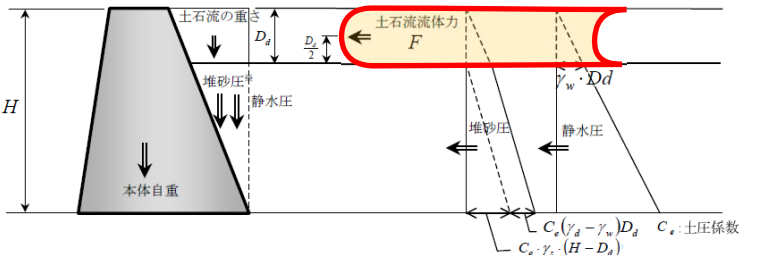
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 260. | <p>Onde:</p> <p>P : Pressão hidrostática (kN/m<sup>2</sup>) que incide no ponto da altura da lâmina d'água H<sub>w</sub></p> <p>γ<sub>w</sub> : Peso específico da água<br/>(quando a altura da barreira for H &lt; 15m usar 11,77kN/m<sup>3</sup>)</p> <p>H<sub>w</sub> : Profundidade da água a partir da lâmina d'água em ponto aleatório (m)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>ここで、</p> <p>P : 水深 H<sub>w</sub> 点に作用する静水圧 (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p>γ<sub>w</sub> : 水の単位体積重量<br/>(堤高 H &lt; 15m の時 11,77kN/m<sup>3</sup>を用いる)</p> <p>H<sub>w</sub> : 水面からの任意点の水深 (m)</p>                                                                                                                                                                                                                                             |
| 261. | <p>Figura - 3.14 Pressão hidrostática da barreira impermeável (H &lt; 15m, Superior : Condição de fluxo de detritos; Inferior : Condição de cheia)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <p>図 - 3.14 不透堰堤の静水圧 (H &lt; 15m、上段：土石流時、下段：洪水時)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 262. |  <p>Peso do FD</p> <p>Hidrocinâmica do FD F</p> <p>Pressão de deposição</p> <p>Pressão Hidrostática</p> <p>Peso próprio</p> <p>Pressão de deposição</p> <p>Pressão Hidrostática</p> <p><math>K_a (\gamma_d - \gamma_w) D_d</math></p> <p><math>K_a \cdot \gamma_s \cdot (H - D_d)</math></p> <p><math>K_a</math> Coeficiente de Empuxo</p> <p>*Ao calcular a força vertical da pressão de deposição, usa-se o peso específico do material fino contido na água <math>\gamma_s</math>.</p> <p>Pressão Hidrostática</p> <p>Pressão Hidrostática</p> <p>Peso próprio</p> <p>Pressão Hidrostática</p> |  <p>土石流の重さ</p> <p>土石流流体力 F</p> <p>堆砂圧</p> <p>静水圧</p> <p>本体自重</p> <p>堆砂圧</p> <p>静水圧</p> <p><math>C_s (\gamma_d - \gamma_w) D_d</math></p> <p><math>C_s \cdot \gamma_s \cdot (H - D_d)</math></p> <p><math>C_s</math> 土圧係数</p> <p>※堆砂圧の鉛直力を算出の際は、水中での土砂の単位体積重量 <math>\gamma_s</math> を用いる。</p> <p>静水圧</p> <p>静水圧</p> <p>静水圧</p> <p>本体自重</p> <p>静水圧</p> |
| 263. | <p>Fonte : Manual of Technical Standard for establishing Sabo master plan for debris flow and driftwood, MLIT Sabo Planning Division Sabo Department</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <p>出典：砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編），国土交通省</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 264. | <p>2.4 Solicitação do material depositado (empuxo dos sedimentos)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>2.4 堆砂の荷重（堆砂土圧）</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 265. | A solicitação do material depositado decorrente do fluxo de detritos é calculada apenas com a incidência de força de empuxo na parte inferior da superfície de deposição, uma vez que na parte superior dessa superfície incide a solicitação hidrodinâmica do fluxo de detritos.                                                                                                                                  | 土石流に伴う堆砂荷重は、土石流流体力が堆砂面上で作用しているので、堆砂面下の部分だけに堆砂圧が作用するものとして算出する。                                                                                                                                                                                                                                  |
| 266. | No cálculo de estabilidade para as condições de fluxo de detritos, estima-se a condição mais desfavorável.                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 土石流時の安定計算では、最も不利な状態を想定する。                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 267. | O cálculo é feito considerando a pressão atuante na zona de deposição, cuja altura ( $h_e$ ) corresponde à da soleira do vertedouro.                                                                                                                                                                                                                                                                               | 水通し天端に相当する、堆砂地の高さ( $h_e$ )に作用する圧を考慮して、算出する。                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 268. | $\sigma_{ev} = \gamma_s \times h_e$ $\sigma_{eH} = K_a \times \gamma_s \times h_e$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | $\sigma_{ev} = \gamma_s \times h_e$ $\sigma_{eH} = K_a \times \gamma_s \times h_e$                                                                                                                                                                                                             |
| 269. | <p>Onde:</p> <p><math>\sigma_{ev}</math> : tensão vertical de deposição (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p><math>\sigma_{eH}</math> : tensão horizontal de deposição (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p><math>\gamma_n</math> : Peso específico do material depositado (kN/m<sup>3</sup>)</p> <p><math>h_e</math> : altura de deposição (m)</p> <p><math>K_a</math> : Coeficiente de empuxo (de 0,3 a 0,6, comumente usa-se 0,3)</p> | <p>ここで、</p> <p><math>\sigma_{ev}</math> : 堆砂圧の鉛直応力 (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p><math>\sigma_{eH}</math> : 堆砂圧の水応力 (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p><math>\gamma_n</math> : 堆積物の単位堆積重量 (kN/m<sup>3</sup>)</p> <p><math>h_e</math> : 堆砂面の高さ (m)</p> <p><math>K_a</math> : 土圧係数 (0.3～ 0.6、一般に 0.3を用いる)</p> |
| 270. | Figura - 3.15 Pressão de deposição da barreira impermeável (Condição do fluxo de detritos, $H < 15m$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 図－3.15 不透過堰堤の堆砂圧（土石流時、 $H < 15m$ ）                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 271. |  <p>*Para calcular a força vertical da pressão de deposição usamos a unidade de peso específico dos sólidos depositados dentro da água <math>\gamma_s</math>.</p>                                                                                                                                                              |  <p>※堆砂圧の鉛直力を算出の際は、水中での土砂の単位体積重量 <math>\gamma_s</math> を用いる。</p>                                                                                                                                          |

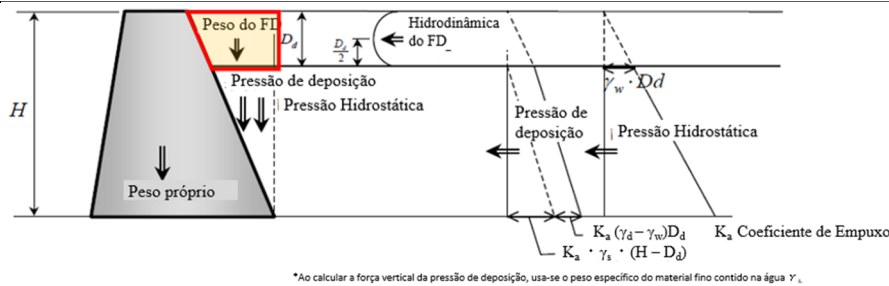
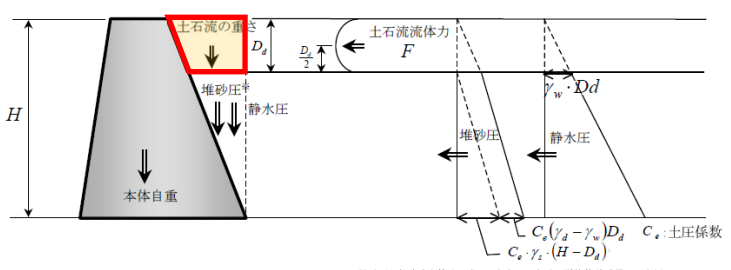


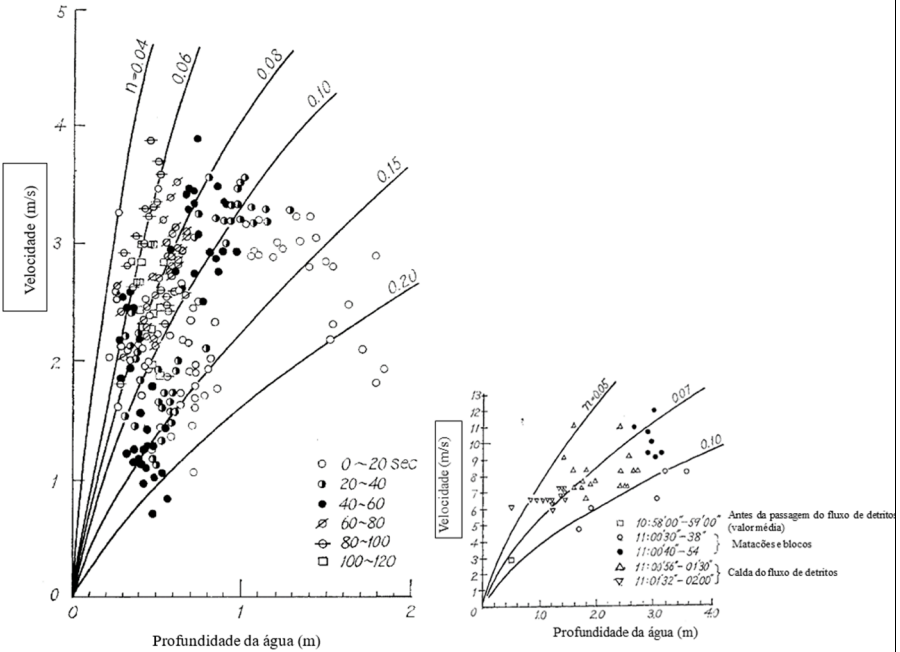
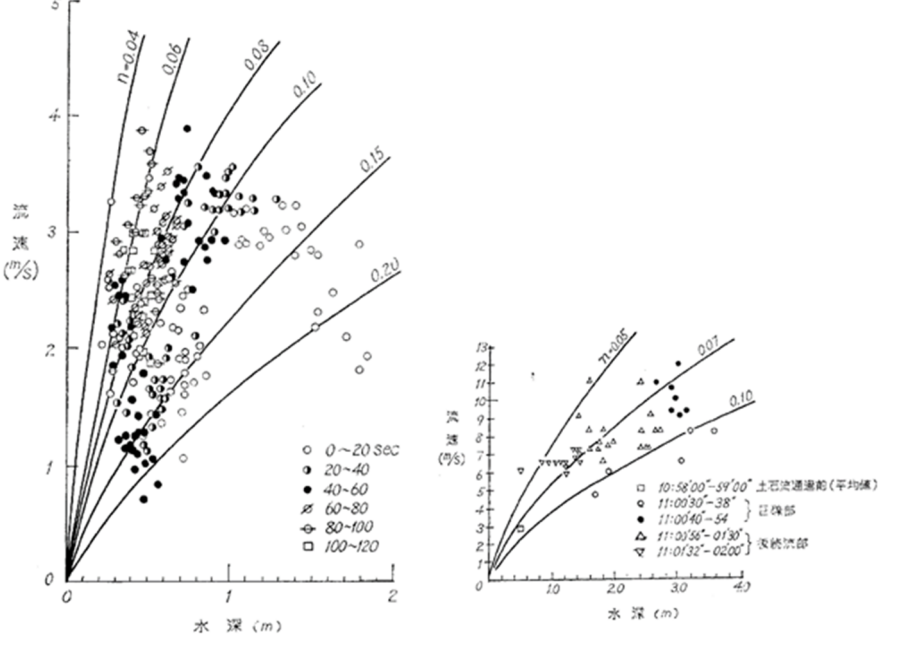
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 272. | Fonte : Manual of Technical Standard for establishing Sabo master plan for debris flow and driftwood, MLIT Sabo Planning Division Sabo Department                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 出典：砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編），国土交通省                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 273. | (1) Peso específico do material depositado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | (1) 堆積物の単位堆積重量                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 274. | É possível calcular o peso específico dos sólidos depositados dentro da água $\gamma_s$ com a seguinte fórmula:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 堆砂の水中単位体積重量 $\gamma_s$ は、下式から算出することができる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 275. | $\gamma_{sat} = \gamma_d + n \cdot \gamma_w$ $n = \frac{(\gamma_s - \gamma_d)}{\gamma_s}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | $\gamma_{sat} = \gamma_d + n \cdot \gamma_w$ $n = \frac{(\gamma_s - \gamma_d)}{\gamma_s}$                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 276. | <p>Onde:</p> <p><math>\gamma_{sat}</math> : Peso específico total do material depositado (kN/m<sup>3</sup>)</p> <p><math>\gamma_d</math> : Peso específico aparente seco do material depositado (kN/m<sup>3</sup>) (14,71~17,65kN/m<sup>3</sup> aprox.)</p> <p><math>\gamma_w</math> : Peso específico da água (para altura do corpo H&lt;15m: 11,77kN/m<sup>3</sup>)</p> <p>n : porosidade dos materiais depositados</p> <p><math>\gamma_s</math> : Peso específico real das partículas sólidas depositadas (kN/m<sup>3</sup>) (25,50 kN/m<sup>3</sup> aprox.)</p> | <p>ここで、</p> <p><math>\gamma_{sat}</math> : 堆積物の単位堆積総重量 (kN/m<sup>3</sup>)</p> <p><math>\gamma_d</math> : 堆積物のみ掛け単位堆積重量 (kN/m<sup>3</sup>) (14.71~17.65kN/m<sup>3</sup> 程度)</p> <p><math>\gamma_w</math> : 水の単位体積重量 (堤高H&lt;15m : 11.77kN/m<sup>3</sup>)</p> <p>n : 堆砂空隙率</p> <p><math>\gamma_s</math> : 堆砂単位堆積実重量(kN/m<sup>3</sup>) (25.50 kN/m<sup>3</sup> 程度)</p> |
| 277. | (2) Coeficiente de empuxo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | (2) 土圧係数                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 278. | O coeficiente de empuxo pode ser calculado através da fórmula abaixo (0,6 $\geq K_a \geq 0,3$ ):                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 土圧係数は、下式から算出できる。(0,6 $\geq K_a \geq 0,3$ )                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 279. | $K_a = \frac{\cos i - \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \varphi}}{\cos i + \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \varphi}} \quad (para i = 0, tem - se K_a = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi})$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | $K_a = \frac{\cos i - \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \varphi}}{\cos i + \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \varphi}} \quad (i = 0 \text{ の場合は } K_a = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi})$                                                                                                                                                                                     |

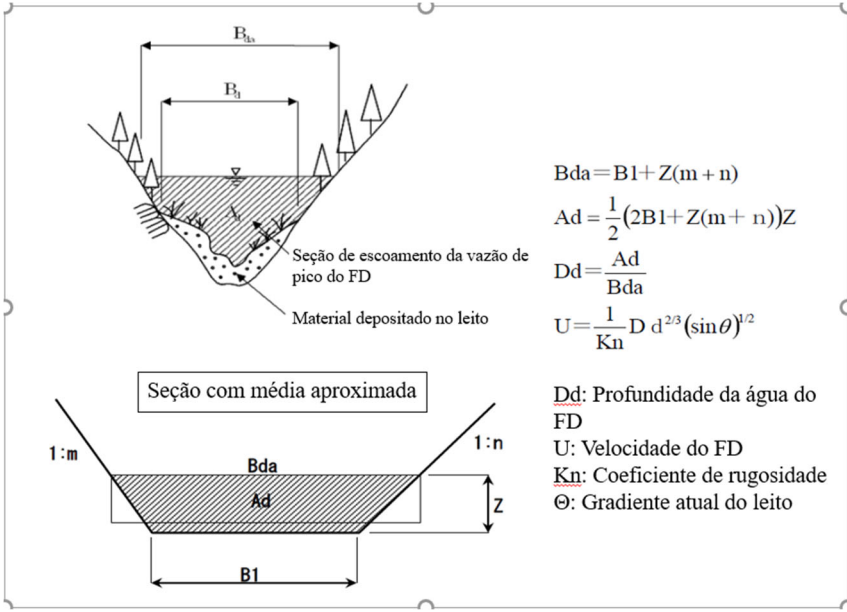
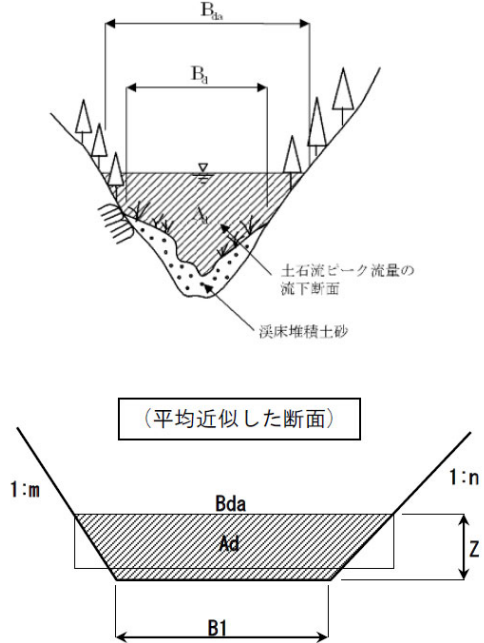
| 280.            | Onde<br>i : Inclinação de deposição<br>φ : Ângulo de atrito do sedimento saturado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ここで、<br>i : 堆砂勾配<br>φ : 飽和土砂の内部摩擦角 |                       |                              |                       |             |                 |       |         |         |  |          |       |         |         |        |                       |         |         |                                  |         |         |                           |         |         |         |                   |         |        |                   |       |         |             |         |        |       |         |        |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |    |                     |               |    |   |       |       |       |  |    |       |       |       |  |   |                |       |       |  |                      |       |       |  |                      |       |       |  |    |                |       |      |      |          |       |                |       |     |       |       |      |      |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------|-------------|-----------------|-------|---------|---------|--|----------|-------|---------|---------|--------|-----------------------|---------|---------|----------------------------------|---------|---------|---------------------------|---------|---------|---------|-------------------|---------|--------|-------------------|-------|---------|-------------|---------|--------|-------|---------|--------|-------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|---------------------|---------------|----|---|-------|-------|-------|--|----|-------|-------|-------|--|---|----------------|-------|-------|--|----------------------|-------|-------|--|----------------------|-------|-------|--|----|----------------|-------|------|------|----------|-------|----------------|-------|-----|-------|-------|------|------|
| 281.            | Tabela 3.9—Ângulo de atrito interno e peso específico dos sólidos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 表－ 3.9 土砂の内部摩擦角及び単位堆積重量            |                       |                              |                       |             |                 |       |         |         |  |          |       |         |         |        |                       |         |         |                                  |         |         |                           |         |         |         |                   |         |        |                   |       |         |             |         |        |       |         |        |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |    |                     |               |    |   |       |       |       |  |    |       |       |       |  |   |                |       |       |  |                      |       |       |  |                      |       |       |  |    |                |       |      |      |          |       |                |       |     |       |       |      |      |
| 282.            | <table><tr><th>Material</th><th>Estado</th><th>Peso Específico<br/>γ (kN/m³)</th><th>Ângulo de Atrito (φ°)</th><th>Observações</th></tr><tr><td>Blocos de Rocha</td><td>-----</td><td>16 a 25</td><td>35 a 45</td><td rowspan="4"></td></tr><tr><td>Cascalho</td><td>-----</td><td>16 a 22</td><td>30 a 40</td></tr><tr><td rowspan="3">Areias</td><td>Fofa a pouco compacta</td><td>16 a 19</td><td>28 a 30</td></tr><tr><td>Medianamente compacta a compacta</td><td>17 a 20</td><td>30 a 36</td></tr><tr><td>Compacta a muito compacta</td><td>18 a 21</td><td>36 a 41</td></tr><tr><td rowspan="3">Argilas</td><td>Muito mole a mole</td><td>13 a 15</td><td rowspan="3">5 a 20</td><td rowspan="3">Condição saturada</td></tr><tr><td>Média</td><td>17 a 20</td></tr><tr><td>Rija a dura</td><td>19 a 21</td></tr><tr><td>Siltes</td><td>-----</td><td>13 a 17</td><td>5 a 15</td><td>Condição saturada</td></tr></table> | Material                           | Estado                | Peso Específico<br>γ (kN/m³) | Ângulo de Atrito (φ°) | Observações | Blocos de Rocha | ----- | 16 a 25 | 35 a 45 |  | Cascalho | ----- | 16 a 22 | 30 a 40 | Areias | Fofa a pouco compacta | 16 a 19 | 28 a 30 | Medianamente compacta a compacta | 17 a 20 | 30 a 36 | Compacta a muito compacta | 18 a 21 | 36 a 41 | Argilas | Muito mole a mole | 13 a 15 | 5 a 20 | Condição saturada | Média | 17 a 20 | Rija a dura | 19 a 21 | Siltes | ----- | 13 a 17 | 5 a 15 | Condição saturada | <table><tr><th>種別</th><th>状態</th><th>単位体積重量<br/>γ (kN/m³)</th><th>内部摩擦角<br/>(Φ°)</th><th>備考</th></tr><tr><td>礫</td><td>-----</td><td>16～25</td><td>35～45</td><td></td></tr><tr><td>砂礫</td><td>-----</td><td>16～22</td><td>30～40</td><td></td></tr><tr><td rowspan="3">砂</td><td>ゆるいもの～ややしまったもの</td><td>16～19</td><td>28～30</td><td></td></tr><tr><td>適度にしまったもの～<br/>しまったもの</td><td>17～20</td><td>30～36</td><td></td></tr><tr><td>しまったもの～<br/>十分にしまったもの</td><td>18～21</td><td>36～41</td><td></td></tr><tr><td rowspan="3">粘土</td><td>とてもゆるいもの～ゆるいもの</td><td>13～15</td><td rowspan="3">5～20</td><td rowspan="3">飽和状態</td></tr><tr><td>適度にゆるいもの</td><td>17～20</td></tr><tr><td>十分にしまったもの～固いもの</td><td>19～21</td></tr><tr><td>シルト</td><td>-----</td><td>13～17</td><td>5～15</td><td>飽和状態</td></tr></table> | 種別 | 状態 | 単位体積重量<br>γ (kN/m³) | 内部摩擦角<br>(Φ°) | 備考 | 礫 | ----- | 16～25 | 35～45 |  | 砂礫 | ----- | 16～22 | 30～40 |  | 砂 | ゆるいもの～ややしまったもの | 16～19 | 28～30 |  | 適度にしまったもの～<br>しまったもの | 17～20 | 30～36 |  | しまったもの～<br>十分にしまったもの | 18～21 | 36～41 |  | 粘土 | とてもゆるいもの～ゆるいもの | 13～15 | 5～20 | 飽和状態 | 適度にゆるいもの | 17～20 | 十分にしまったもの～固いもの | 19～21 | シルト | ----- | 13～17 | 5～15 | 飽和状態 |
| Material        | Estado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Peso Específico<br>γ (kN/m³)       | Ângulo de Atrito (φ°) | Observações                  |                       |             |                 |       |         |         |  |          |       |         |         |        |                       |         |         |                                  |         |         |                           |         |         |         |                   |         |        |                   |       |         |             |         |        |       |         |        |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |    |                     |               |    |   |       |       |       |  |    |       |       |       |  |   |                |       |       |  |                      |       |       |  |                      |       |       |  |    |                |       |      |      |          |       |                |       |     |       |       |      |      |
| Blocos de Rocha | -----                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 16 a 25                            | 35 a 45               |                              |                       |             |                 |       |         |         |  |          |       |         |         |        |                       |         |         |                                  |         |         |                           |         |         |         |                   |         |        |                   |       |         |             |         |        |       |         |        |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |    |                     |               |    |   |       |       |       |  |    |       |       |       |  |   |                |       |       |  |                      |       |       |  |                      |       |       |  |    |                |       |      |      |          |       |                |       |     |       |       |      |      |
| Cascalho        | -----                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 16 a 22                            | 30 a 40               |                              |                       |             |                 |       |         |         |  |          |       |         |         |        |                       |         |         |                                  |         |         |                           |         |         |         |                   |         |        |                   |       |         |             |         |        |       |         |        |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |    |                     |               |    |   |       |       |       |  |    |       |       |       |  |   |                |       |       |  |                      |       |       |  |                      |       |       |  |    |                |       |      |      |          |       |                |       |     |       |       |      |      |
| Areias          | Fofa a pouco compacta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 16 a 19                            | 28 a 30               |                              |                       |             |                 |       |         |         |  |          |       |         |         |        |                       |         |         |                                  |         |         |                           |         |         |         |                   |         |        |                   |       |         |             |         |        |       |         |        |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |    |                     |               |    |   |       |       |       |  |    |       |       |       |  |   |                |       |       |  |                      |       |       |  |                      |       |       |  |    |                |       |      |      |          |       |                |       |     |       |       |      |      |
|                 | Medianamente compacta a compacta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 17 a 20                            | 30 a 36               |                              |                       |             |                 |       |         |         |  |          |       |         |         |        |                       |         |         |                                  |         |         |                           |         |         |         |                   |         |        |                   |       |         |             |         |        |       |         |        |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |    |                     |               |    |   |       |       |       |  |    |       |       |       |  |   |                |       |       |  |                      |       |       |  |                      |       |       |  |    |                |       |      |      |          |       |                |       |     |       |       |      |      |
|                 | Compacta a muito compacta                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 18 a 21                            | 36 a 41               |                              |                       |             |                 |       |         |         |  |          |       |         |         |        |                       |         |         |                                  |         |         |                           |         |         |         |                   |         |        |                   |       |         |             |         |        |       |         |        |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |    |                     |               |    |   |       |       |       |  |    |       |       |       |  |   |                |       |       |  |                      |       |       |  |                      |       |       |  |    |                |       |      |      |          |       |                |       |     |       |       |      |      |
| Argilas         | Muito mole a mole                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 13 a 15                            | 5 a 20                | Condição saturada            |                       |             |                 |       |         |         |  |          |       |         |         |        |                       |         |         |                                  |         |         |                           |         |         |         |                   |         |        |                   |       |         |             |         |        |       |         |        |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |    |                     |               |    |   |       |       |       |  |    |       |       |       |  |   |                |       |       |  |                      |       |       |  |                      |       |       |  |    |                |       |      |      |          |       |                |       |     |       |       |      |      |
|                 | Média                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 17 a 20                            |                       |                              |                       |             |                 |       |         |         |  |          |       |         |         |        |                       |         |         |                                  |         |         |                           |         |         |         |                   |         |        |                   |       |         |             |         |        |       |         |        |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |    |                     |               |    |   |       |       |       |  |    |       |       |       |  |   |                |       |       |  |                      |       |       |  |                      |       |       |  |    |                |       |      |      |          |       |                |       |     |       |       |      |      |
|                 | Rija a dura                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 19 a 21                            |                       |                              |                       |             |                 |       |         |         |  |          |       |         |         |        |                       |         |         |                                  |         |         |                           |         |         |         |                   |         |        |                   |       |         |             |         |        |       |         |        |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |    |                     |               |    |   |       |       |       |  |    |       |       |       |  |   |                |       |       |  |                      |       |       |  |                      |       |       |  |    |                |       |      |      |          |       |                |       |     |       |       |      |      |
| Siltes          | -----                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 13 a 17                            | 5 a 15                | Condição saturada            |                       |             |                 |       |         |         |  |          |       |         |         |        |                       |         |         |                                  |         |         |                           |         |         |         |                   |         |        |                   |       |         |             |         |        |       |         |        |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |    |                     |               |    |   |       |       |       |  |    |       |       |       |  |   |                |       |       |  |                      |       |       |  |                      |       |       |  |    |                |       |      |      |          |       |                |       |     |       |       |      |      |
| 種別              | 状態                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 単位体積重量<br>γ (kN/m³)                | 内部摩擦角<br>(Φ°)         | 備考                           |                       |             |                 |       |         |         |  |          |       |         |         |        |                       |         |         |                                  |         |         |                           |         |         |         |                   |         |        |                   |       |         |             |         |        |       |         |        |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |    |                     |               |    |   |       |       |       |  |    |       |       |       |  |   |                |       |       |  |                      |       |       |  |                      |       |       |  |    |                |       |      |      |          |       |                |       |     |       |       |      |      |
| 礫               | -----                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 16～25                              | 35～45                 |                              |                       |             |                 |       |         |         |  |          |       |         |         |        |                       |         |         |                                  |         |         |                           |         |         |         |                   |         |        |                   |       |         |             |         |        |       |         |        |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |    |                     |               |    |   |       |       |       |  |    |       |       |       |  |   |                |       |       |  |                      |       |       |  |                      |       |       |  |    |                |       |      |      |          |       |                |       |     |       |       |      |      |
| 砂礫              | -----                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 16～22                              | 30～40                 |                              |                       |             |                 |       |         |         |  |          |       |         |         |        |                       |         |         |                                  |         |         |                           |         |         |         |                   |         |        |                   |       |         |             |         |        |       |         |        |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |    |                     |               |    |   |       |       |       |  |    |       |       |       |  |   |                |       |       |  |                      |       |       |  |                      |       |       |  |    |                |       |      |      |          |       |                |       |     |       |       |      |      |
| 砂               | ゆるいもの～ややしまったもの                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 16～19                              | 28～30                 |                              |                       |             |                 |       |         |         |  |          |       |         |         |        |                       |         |         |                                  |         |         |                           |         |         |         |                   |         |        |                   |       |         |             |         |        |       |         |        |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |    |                     |               |    |   |       |       |       |  |    |       |       |       |  |   |                |       |       |  |                      |       |       |  |                      |       |       |  |    |                |       |      |      |          |       |                |       |     |       |       |      |      |
|                 | 適度にしまったもの～<br>しまったもの                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 17～20                              | 30～36                 |                              |                       |             |                 |       |         |         |  |          |       |         |         |        |                       |         |         |                                  |         |         |                           |         |         |         |                   |         |        |                   |       |         |             |         |        |       |         |        |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |    |                     |               |    |   |       |       |       |  |    |       |       |       |  |   |                |       |       |  |                      |       |       |  |                      |       |       |  |    |                |       |      |      |          |       |                |       |     |       |       |      |      |
|                 | しまったもの～<br>十分にしまったもの                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 18～21                              | 36～41                 |                              |                       |             |                 |       |         |         |  |          |       |         |         |        |                       |         |         |                                  |         |         |                           |         |         |         |                   |         |        |                   |       |         |             |         |        |       |         |        |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |    |                     |               |    |   |       |       |       |  |    |       |       |       |  |   |                |       |       |  |                      |       |       |  |                      |       |       |  |    |                |       |      |      |          |       |                |       |     |       |       |      |      |
| 粘土              | とてもゆるいもの～ゆるいもの                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 13～15                              | 5～20                  | 飽和状態                         |                       |             |                 |       |         |         |  |          |       |         |         |        |                       |         |         |                                  |         |         |                           |         |         |         |                   |         |        |                   |       |         |             |         |        |       |         |        |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |    |                     |               |    |   |       |       |       |  |    |       |       |       |  |   |                |       |       |  |                      |       |       |  |                      |       |       |  |    |                |       |      |      |          |       |                |       |     |       |       |      |      |
|                 | 適度にゆるいもの                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 17～20                              |                       |                              |                       |             |                 |       |         |         |  |          |       |         |         |        |                       |         |         |                                  |         |         |                           |         |         |         |                   |         |        |                   |       |         |             |         |        |       |         |        |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |    |                     |               |    |   |       |       |       |  |    |       |       |       |  |   |                |       |       |  |                      |       |       |  |                      |       |       |  |    |                |       |      |      |          |       |                |       |     |       |       |      |      |
|                 | 十分にしまったもの～固いもの                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 19～21                              |                       |                              |                       |             |                 |       |         |         |  |          |       |         |         |        |                       |         |         |                                  |         |         |                           |         |         |         |                   |         |        |                   |       |         |             |         |        |       |         |        |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |    |                     |               |    |   |       |       |       |  |    |       |       |       |  |   |                |       |       |  |                      |       |       |  |                      |       |       |  |    |                |       |      |      |          |       |                |       |     |       |       |      |      |
| シルト             | -----                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 13～17                              | 5～15                  | 飽和状態                         |                       |             |                 |       |         |         |  |          |       |         |         |        |                       |         |         |                                  |         |         |                           |         |         |         |                   |         |        |                   |       |         |             |         |        |       |         |        |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |    |                     |               |    |   |       |       |       |  |    |       |       |       |  |   |                |       |       |  |                      |       |       |  |                      |       |       |  |    |                |       |      |      |          |       |                |       |     |       |       |      |      |
| 283.            | 2.5 Cargas do fluxo de detritos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2.5 土石流荷重                          |                       |                              |                       |             |                 |       |         |         |  |          |       |         |         |        |                       |         |         |                                  |         |         |                           |         |         |         |                   |         |        |                   |       |         |             |         |        |       |         |        |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |    |                     |               |    |   |       |       |       |  |    |       |       |       |  |   |                |       |       |  |                      |       |       |  |                      |       |       |  |    |                |       |      |      |          |       |                |       |     |       |       |      |      |
| 284.            | 2.5.1 Solicitação hidrodinâmica do fluxo de detritos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2.5.1 土石流流体力の荷重                    |                       |                              |                       |             |                 |       |         |         |  |          |       |         |         |        |                       |         |         |                                  |         |         |                           |         |         |         |                   |         |        |                   |       |         |             |         |        |       |         |        |                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |    |    |                     |               |    |   |       |       |       |  |    |       |       |       |  |   |                |       |       |  |                      |       |       |  |                      |       |       |  |    |                |       |      |      |          |       |                |       |     |       |       |      |      |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                              |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 285. | Considerando o caso em que o fluxo de detritos escoa sobre a superfície de deposição, a solicitação hidrodinâmica do fluxo de detritos incide na parte superior do corpo da barreira, sendo estimada a partir da velocidade, profundidade da água e do peso específico do fluxo de detritos.                                                                                                                                      | 土石流流体力は、堆砂面上に土石流が流動するケースを想定し、堰堤の堤体上部に作用するものとして、土石流の流速、水深及び単位体積重量を用いて推定する。                                                                                                                                                    |
| 286. | A solicitação hidrodinâmica do fluxo de detritos “F” é a força de impacto do fluxo no instante da colisão na barreira, sendo possível calculá-la através da fórmula abaixo:                                                                                                                                                                                                                                                       | 土石流流体力 F は、土石流が堰堤に衝突する時の衝撃力であり、下式から算出することができる。                                                                                                                                                                               |
| 287. | $F = \alpha \cdot \frac{\gamma_{debris}}{g} \cdot D_d \cdot U^2$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | $F = \alpha \cdot \frac{\gamma_{debris}}{g} \cdot D_d \cdot U^2$                                                                                                                                                             |
| 288. | Onde<br>F : Força hidrodinâmica do fluxo de detritos a cada unidade de largura (kN/m)<br>$\alpha$ : Coeficiente (considerar 1.0)<br>$\gamma_{debris}$ : Peso específico do fluxo de detritos (kN/m <sup>3</sup> )<br>g : Aceleração gravitacional (9.81m/s <sup>2</sup> )<br>D <sub>d</sub> : Altura da componente hidrodinâmica do fluxo de detritos (m)<br>U : Velocidade média do fluxo de detritos no ponto da barreira (m/s) | ここで、<br>F : 単位幅当りの土石流の流体力 (kN/m)<br>$\alpha$ : 係数 (1.0とする)<br>$\gamma_{debris}$ : 堆積物の単位堆積重量 (kN/m <sup>3</sup> )<br>g : 重力加速度 (9.81m/s <sup>2</sup> )<br>D <sub>d</sub> : 土石流流体力コンポネントの高さ (m)<br>U : 堰堤地点における土石流の平均流速 (m/s) |
| 289. | Vale destacar que a força hidrodinâmica do fluxo de detritos é considerada horizontal e está localizada em D <sub>d</sub> /2 (na metade da profundidade da água do fluxo de detritos).                                                                                                                                                                                                                                            | なお、土石流流体力は水平に考慮し、D <sub>d</sub> /2 の位置 (土石流水深の中心) にある。                                                                                                                                                                       |
| 290. | Figura - 3.16 Força hidrodinâmica do fluxo de detritos da barreira impermeável (H<15m, condição do fluxo de detritos)                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 図 - 3.16 不透過型堰堤の流体力 (土石流時、H<15m)                                                                                                                                                                                             |
| 291. |  <p>*Ao calcular a força vertical da pressão de deposição, usa-se o peso específico do material fino contido na água <math>\gamma_s</math>.</p>                                                                                                                                                                                               |  <p>*堆砂圧の鉛直力を算出の際は、水中での土砂の単位体積重量 <math>\gamma_s</math> を用いる。</p>                                                                        |

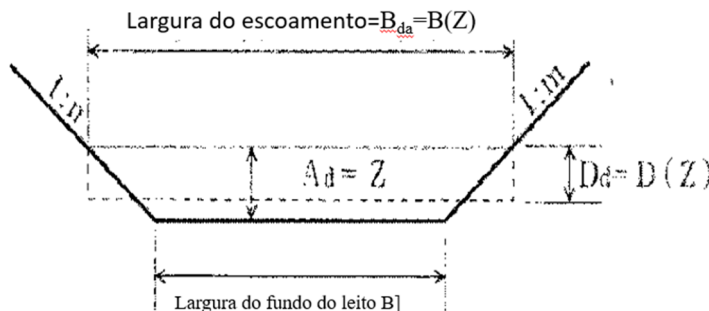
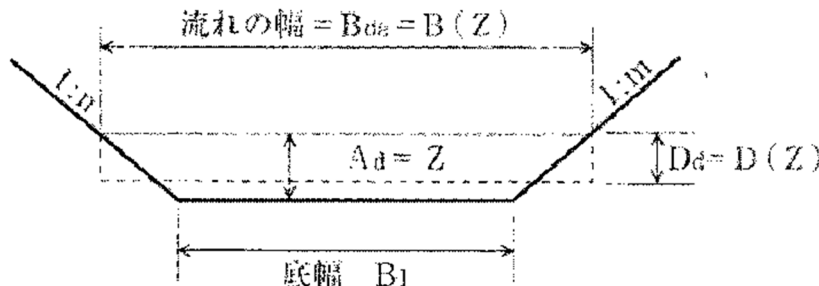
|      |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                               |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 292. | Fonte : Manual of Technical Standard for establishing Sabo master plan for debris flow and driftwood, MLIT Sabo Planning Division Sabo Department                                                                                                 | 出典 : 砂防基本計画策定指針 (土石流・流木対策編) , 国土交通省                                                                                                           |
| 293. | (1) Peso específico do fluxo de detritos ( $\gamma_{debris}$ )                                                                                                                                                                                    | (1) 土石流の単位体積重量( $\gamma_{debris}$ )                                                                                                           |
| 294. | Usando a fórmula abaixo, podemos calcular o peso específico $\gamma_d$ do fluxo de detritos.                                                                                                                                                      | 土石流の単位体積重量 $\gamma_d$ は、下式から算出することができる。                                                                                                       |
| 295. | $\gamma_{debris} = \gamma_s \cdot C_d + \gamma_w \cdot (1 - C_d)$                                                                                                                                                                                 | $\gamma_{debris} = \gamma_s \cdot C_d + \gamma_w \cdot (1 - C_d)$                                                                             |
| 296. | Onde:<br>$\gamma_s$ : Peso específico real das partículas sólidas (25,50 kN/m <sup>3</sup> aprox.)<br>$\gamma_w$ : Peso específico da água (11,77kN/m <sup>3</sup> aprox.)<br>$C_d$ : Concentração do fluxo de detritos                           | ここで、<br>$\gamma_s$ : 固形粒子の単位体積実重量 (25.50 kN/m <sup>3</sup> 程度)<br>$\gamma_w$ : 水の単位体積重量 (11.77kN/m <sup>3</sup> 程度)<br>$C_d$ : 土石流濃度          |
| 297. | A ação hidrodinâmica do fluxo de detritos incide sobre a superfície de deposição como uma tensão vertical (Fig. 0.2).                                                                                                                             | 土石流流体力は、鉛直応力として堆砂面上に作用する。(図 0.2)                                                                                                              |
| 298. | $\sigma_{vd} = \gamma_{debris} \times D_d$                                                                                                                                                                                                        | $\sigma_{vd} = \gamma_{debris} \times D_d$                                                                                                    |
| 299. | Onde:<br>$\sigma_{vd}$ : Tensão vertical devido ao fluxo de detritos (kN/m <sup>2</sup> )<br>$\gamma_{debris}$ : Peso específico do fluxo de detritos (kN/m <sup>3</sup> )<br>$D_d$ : Altura da componente hidrodinâmica do fluxo de detritos (m) | ここで、<br>$\sigma_{vd}$ : 土石流による鉛直力 (kN/m <sup>2</sup> )<br>$\gamma_{debris}$ : 土石流の単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )<br>$D_d$ : 土石流流体力コンポーネントの高さ (m) |
| 300. | Figura - 3.17 Peso do fluxo de detritos da barreira impermeável (H<15m, condição do fluxo de detritos)                                                                                                                                            | 図 - 3.17 不透過型堰堤の土石流の重量 (土石流状況、H<15m)                                                                                                          |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                               |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 301. |  <p>*Ao calcular a força vertical da pressão de deposição, usa-se o peso específico do material fino contido na água <math>\gamma_s</math>.</p>                                                                                                                                        |  <p>*堆砂圧の鉛直力を算出の際は、水中での土砂の単位体積重量 <math>\gamma_s</math> を用いる。</p>                                                           |
| 302. | Fonte : Manual of Technical Standard for establishing Sabo master plan for debris flow and driftwood, MLIT Sabo Planning Division Sabo Department                                                                                                                                                                                                                        | 出典：砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編），国土交通省                                                                                                                                                                                |
| 303. | (2) Altura da componente hidrodinâmica do fluxo de detritos e velocidade média do fluxo de detritos                                                                                                                                                                                                                                                                      | (2) 土石流流体力コンポーネントの高さ及び土石流の平均速度                                                                                                                                                                                |
| 304. | A velocidade do fluxo de detritos “U” pode ser calculada com a Fórmula de Manning ou a partir de relatórios e outros materiais observacionais de fluxos de detritos ocorridos no passado.                                                                                                                                                                                | 土石流の流速 U は、マニング式または既往土石流実績の観測資料から算出することができる。                                                                                                                                                                  |
| 305. | $U = \frac{1}{K_n} \cdot D_r^{2/3} (\sin \theta)^{1/2}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | $U = \frac{1}{K_n} \cdot D_r^{2/3} (\sin \theta)^{1/2}$                                                                                                                                                       |
| 306. | <p>Onde:</p> <p><math>D_r</math> : raio hidráulico (m)<br/> (<math>D_r = D_d</math> : altura da componente hidrodinâmica do fluxo de detritos )</p> <p><math>\theta</math> : Grau de inclinação do leito do canal (°)</p> <p><math>K_n</math> : Coeficiente de rugosidade (<math>s \cdot m^{-1/3}</math>)<br/> (em cursos naturais de talvegues, 0,10)</p>               | <p>ここで、</p> <p><math>D_r</math> : 水理半径 (m) (<math>D_r = D_d</math> : 土石流流体力コンポーネントの高さ)</p> <p><math>\theta</math> : 溪床勾配 (°)</p> <p><math>K_n</math> : 粗度係数 (<math>s \cdot m^{-1/3}</math>) (自然河道では、0.10)</p> |
| 307. | <p>[Referência]</p> <p>Ao se comparar resultados obtidos utilizando a Fórmula de Manning com os observados com filmagens de desastres ocorridos em Yakedake e Namekawa verificou-se que o coeficiente de rugosidade aproximadamente de 0,10 pode representar razoavelmente a correlação da profundidade da água com a velocidade do escoamento do fluxo de detritos.</p> | <p>[参考]</p> <p>焼岳、滑川において、動画撮影にて観察された土石流の水深と平均流速から上記マニング式と比較すると、粗度係数 0.10 程度が確認され、概ね土石流の水深と流速の関係が表現できた。</p>                                                                                                    |

|      |                                                                                                                                                                              |                                                                                     |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 308. | Figura - 3.18 Profundidade da água e velocidade média de escoamento do fluxo de detritos (Esquerda: Yakedake, Direita Namekawa) <sup>11</sup>                                | 図 - 3.18 土石流の水深と平均流速 (左: 焼岳, 右: 滑川) <sup>11</sup>                                   |
| 309. |                                                                                            |  |
| 310. | Fonte :                                                                                                                                                                      | 出典                                                                                  |
| 311. | 11 Takahisa Mizuyama, Shinji Uehara: “Análise dos resultados observacionais da profundidade da água e velocidade de escoamento do fluxo de detritos, Shin Sabo, Vol.37, No.4 | 11 水山高久、上原信司：土石流の水深と流速の観測結果の検討 新砂防, Vol.37, No.4                                    |
| 312. | Entende-se que a vazão de pico do fluxo de detritos escoando preenchendo toda a seção do canal.                                                                              | 土石流は、ピーク流量を流しうる断面一杯に流れると考えられる。                                                      |
| 313. | Define-se a seção de escoamento conforme a Figura 3.19.                                                                                                                      | 図 3.19 の通り流下断面を設定する。                                                                |
| 314. | A largura do escoamento B <sub>da</sub> (m) é calculada usando a área da seção do escoamento do fluxo de detritos estimada pela equação abaixo.                              | 流れの幅 B <sub>da</sub> (m) は、土石流の流下断面積を用いて、下記式から算出する。                                 |
| 315. | $A_d = Q_{SP}/U$ $D_d = \frac{A_d}{B_{da}}$                                                                                                                                  | $A_d = Q_{SP}/U$ $D_d = \frac{A_d}{B_{da}}$                                         |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 316. | <p>Onde:</p> <p><math>Q_{sp}</math> : Vazão de pico do fluxo de detritos (<math>m^3/s</math>)</p> <p><math>U</math> : Velocidade média do fluxo de detritos</p> <p><math>A_d</math> : Área da seção do escoamento da vazão de pico do fluxo de detritos (<math>m^2</math>)</p> <p><math>B_{da}</math> : Largura da superfície livre do fluxo de detritos (m)<br/>(largura do escoamento do fluxo de detritos)</p>                                                                                                                                                                                                              | <p>ここで、</p> <p><math>Q_{sp}</math> : 土石流ピーク流量(<math>m^3/s</math>)</p> <p><math>U</math> : 土石流の平均流速</p> <p><math>A_d</math> : 土石流ピーク流量の流下断面積(<math>m^2</math>)</p> <p><math>B_{da}</math> : 土石流の自由表面幅 (m)</p>                                                                                                                                                                                                                     |
| 317. | <p>Figura — 3.19 Imagem e método de cálculo da seção de escoamento <math>A_d</math> e da largura do escoamento <math>B_{da}</math> do fluxo de detritos <math>A_d</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>図－3.19 土石流 <math>A_d</math> の流下断面 <math>A_d</math> と流れの幅 <math>B_{da}</math> のイメージと計算手法</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 318. |  <p>Seção de escoamento da vazão de pico do FD</p> <p>Material depositado no leito</p> <p>Seção com média aproximada</p> <p><math>B_{da} = B1 + Z(m + n)</math></p> <p><math>A_d = \frac{1}{2}(2B1 + Z(m + n))Z</math></p> <p><math>Dd = \frac{A_d}{B_{da}}</math></p> <p><math>U = \frac{1}{Kn} D d^{2/3} (\sin \theta)^{1/2}</math></p> <p><math>Dd</math>: Profundidade da água do FD</p> <p><math>U</math>: Velocidade do FD</p> <p><math>Kn</math>: Coeficiente de rugosidade</p> <p><math>\theta</math>: Gradiente atual do leito</p> |  <p><math>B_{da} = B1 + Z(m + n)</math></p> <p><math>A_d = \frac{1}{2}(2B1 + Z(m + n))Z</math></p> <p><math>Dd = \frac{A_d}{B_{da}}</math></p> <p><math>U = \frac{1}{Kn} D d^{2/3} (\sin \theta)^{1/2}</math></p> <p><math>Dd</math>: 土石流水深</p> <p><math>U</math>: 土石流流速</p> <p><math>Kn</math>: 粗度係数</p> <p><math>\theta</math>: 現況溪床勾配</p> |
| 319. | <p>Fonte : Manual of Technical Standard for establishing Sabo master plan for debris flow and driftwood, MLIT Sabo Planning Division Sabo Department</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p>出典：砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編），国土交通省</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 320. | <p>O cálculo da velocidade e da profundidade da água do fluxo de detritos deve seguir os passos abaixo:</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <p>土石流の流速と水深の算出は、以下の流れで実施する。</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |



|                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                          |                                                                                     |                                                                    |                                                                |                                                             |                                                   |                                      |                                                                 |                          |                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                                                |                            |                                                                |                         |                                                   |            |                                                                 |           |                        |  |
|--------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------|-----------|------------------------|--|
| 321.                                                               | • Defina uma seção representativa a montante do ponto de projeto da barreira, aproximando-a para forma de trapézio, simplificando a topografia de vale da referida seção.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                          | • 砂防堰堤計画地点上流の代表的な断面を設定し、当該断面の谷形状を簡略化した台形断面に近似する。                                    |                                                                    |                                                                |                                                             |                                                   |                                      |                                                                 |                          |                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                                                |                            |                                                                |                         |                                                   |            |                                                                 |           |                        |  |
| 322.                                                               | • Como primeira aproximação, use a seção trapezoidal para definir um valor arbitrário de profundidade da água presumida (Z).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                          | • 一次近似として、台形断面を用いて、任意の水深（Z）を設定する。                                                   |                                                                    |                                                                |                                                             |                                                   |                                      |                                                                 |                          |                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                                                |                            |                                                                |                         |                                                   |            |                                                                 |           |                        |  |
| 323.                                                               | Figura - 3.20 Diagrama do cálculo da seção                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                          | 図 - 3.20 算定断面の模式図                                                                   |                                                                    |                                                                |                                                             |                                                   |                                      |                                                                 |                          |                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                                                |                            |                                                                |                         |                                                   |            |                                                                 |           |                        |  |
| 324.                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                          |  |                                                                    |                                                                |                                                             |                                                   |                                      |                                                                 |                          |                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                                                |                            |                                                                |                         |                                                   |            |                                                                 |           |                        |  |
| 325.                                                               | Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                          | 出典：砂防プロジェクトにて作成                                                                     |                                                                    |                                                                |                                                             |                                                   |                                      |                                                                 |                          |                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                                                |                            |                                                                |                         |                                                   |            |                                                                 |           |                        |  |
| 326.                                                               | • Considerando a seção de cálculo trapezoidal, para a profundidade da água presumida Z (m), calcula-se a profundidade da água, D <sub>d</sub> , e a velocidade do escoamento, U, conforme a sequência abaixo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                          | • 推定水深 Z（m）に対して、台形断面を考慮し、以下の流れで流速 U と水深 D <sub>d</sub> を算出する。                       |                                                                    |                                                                |                                                             |                                                   |                                      |                                                                 |                          |                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                                                |                            |                                                                |                         |                                                   |            |                                                                 |           |                        |  |
| 327.                                                               | <table><tr><td>1. Largura do escoamento B<sub>da</sub></td><td>B<sub>da</sub> = B<sub>1</sub> + (m + n) × Z</td></tr><tr><td>2. Área da seção do escoamento do fluxo de detritos A<sub>d</sub></td><td>A<sub>d</sub> = (B<sub>1</sub> + B<sub>da</sub>) × Z × 0.5</td></tr><tr><td>3. Profundidade da água do fluxo de detritos D<sub>d</sub></td><td>D<sub>d</sub> = A<sub>d</sub> / B<sub>da</sub></td></tr><tr><td>4. Velocidade do fluxo de detritos U</td><td>U = 1 / n × D<sub>d</sub><sup>2/3</sup> × sinθ<sup>1/2</sup></td></tr><tr><td>5. Vazão do escoamento Q</td><td>Q = U × A<sub>d</sub></td></tr></table> | 1. Largura do escoamento B <sub>da</sub> | B <sub>da</sub> = B <sub>1</sub> + (m + n) × Z                                      | 2. Área da seção do escoamento do fluxo de detritos A <sub>d</sub> | A <sub>d</sub> = (B <sub>1</sub> + B <sub>da</sub> ) × Z × 0.5 | 3. Profundidade da água do fluxo de detritos D <sub>d</sub> | D <sub>d</sub> = A <sub>d</sub> / B <sub>da</sub> | 4. Velocidade do fluxo de detritos U | U = 1 / n × D <sub>d</sub> <sup>2/3</sup> × sinθ <sup>1/2</sup> | 5. Vazão do escoamento Q | Q = U × A <sub>d</sub> |  | <table><tr><td>1. 流れの幅 B<sub>da</sub></td><td>B<sub>da</sub> = B<sub>1</sub> + (m + n) × Z</td></tr><tr><td>2. 土石流流下断面積 A<sub>d</sub></td><td>A<sub>d</sub> = (B<sub>1</sub> + B<sub>da</sub>) × Z × 0.5</td></tr><tr><td>3. 土石流水深 D<sub>d</sub></td><td>D<sub>d</sub> = A<sub>d</sub> / B<sub>da</sub></td></tr><tr><td>4. 土石流流速 U</td><td>U = 1 / n × D<sub>d</sub><sup>2/3</sup> × sinθ<sup>1/2</sup></td></tr><tr><td>5. 流下流量 Q</td><td>Q = U × A<sub>d</sub></td></tr></table> | 1. 流れの幅 B <sub>da</sub> | B <sub>da</sub> = B <sub>1</sub> + (m + n) × Z | 2. 土石流流下断面積 A <sub>d</sub> | A <sub>d</sub> = (B <sub>1</sub> + B <sub>da</sub> ) × Z × 0.5 | 3. 土石流水深 D <sub>d</sub> | D <sub>d</sub> = A <sub>d</sub> / B <sub>da</sub> | 4. 土石流流速 U | U = 1 / n × D <sub>d</sub> <sup>2/3</sup> × sinθ <sup>1/2</sup> | 5. 流下流量 Q | Q = U × A <sub>d</sub> |  |
| 1. Largura do escoamento B <sub>da</sub>                           | B <sub>da</sub> = B <sub>1</sub> + (m + n) × Z                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                          |                                                                                     |                                                                    |                                                                |                                                             |                                                   |                                      |                                                                 |                          |                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                                                |                            |                                                                |                         |                                                   |            |                                                                 |           |                        |  |
| 2. Área da seção do escoamento do fluxo de detritos A <sub>d</sub> | A <sub>d</sub> = (B <sub>1</sub> + B <sub>da</sub> ) × Z × 0.5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                          |                                                                                     |                                                                    |                                                                |                                                             |                                                   |                                      |                                                                 |                          |                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                                                |                            |                                                                |                         |                                                   |            |                                                                 |           |                        |  |
| 3. Profundidade da água do fluxo de detritos D <sub>d</sub>        | D <sub>d</sub> = A <sub>d</sub> / B <sub>da</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                          |                                                                                     |                                                                    |                                                                |                                                             |                                                   |                                      |                                                                 |                          |                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                                                |                            |                                                                |                         |                                                   |            |                                                                 |           |                        |  |
| 4. Velocidade do fluxo de detritos U                               | U = 1 / n × D <sub>d</sub> <sup>2/3</sup> × sinθ <sup>1/2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                          |                                                                                     |                                                                    |                                                                |                                                             |                                                   |                                      |                                                                 |                          |                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                                                |                            |                                                                |                         |                                                   |            |                                                                 |           |                        |  |
| 5. Vazão do escoamento Q                                           | Q = U × A <sub>d</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                          |                                                                                     |                                                                    |                                                                |                                                             |                                                   |                                      |                                                                 |                          |                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                                                |                            |                                                                |                         |                                                   |            |                                                                 |           |                        |  |
| 1. 流れの幅 B <sub>da</sub>                                            | B <sub>da</sub> = B <sub>1</sub> + (m + n) × Z                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                          |                                                                                     |                                                                    |                                                                |                                                             |                                                   |                                      |                                                                 |                          |                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                                                |                            |                                                                |                         |                                                   |            |                                                                 |           |                        |  |
| 2. 土石流流下断面積 A <sub>d</sub>                                         | A <sub>d</sub> = (B <sub>1</sub> + B <sub>da</sub> ) × Z × 0.5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                          |                                                                                     |                                                                    |                                                                |                                                             |                                                   |                                      |                                                                 |                          |                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                                                |                            |                                                                |                         |                                                   |            |                                                                 |           |                        |  |
| 3. 土石流水深 D <sub>d</sub>                                            | D <sub>d</sub> = A <sub>d</sub> / B <sub>da</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                          |                                                                                     |                                                                    |                                                                |                                                             |                                                   |                                      |                                                                 |                          |                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                                                |                            |                                                                |                         |                                                   |            |                                                                 |           |                        |  |
| 4. 土石流流速 U                                                         | U = 1 / n × D <sub>d</sub> <sup>2/3</sup> × sinθ <sup>1/2</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                          |                                                                                     |                                                                    |                                                                |                                                             |                                                   |                                      |                                                                 |                          |                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                                                |                            |                                                                |                         |                                                   |            |                                                                 |           |                        |  |
| 5. 流下流量 Q                                                          | Q = U × A <sub>d</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                          |                                                                                     |                                                                    |                                                                |                                                             |                                                   |                                      |                                                                 |                          |                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                                                |                            |                                                                |                         |                                                   |            |                                                                 |           |                        |  |
| 328.                                                               | • Realizam-se cálculos iterativos até que o resultado de Q fique aproximadamente igual à vazão de pico do fluxo de detritos, Q <sub>sp</sub> .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                          | Q が土石流ピーク流量 Q <sub>sp</sub> とほぼ同じ結果になるまで繰り返し計算を行う。                                  |                                                                    |                                                                |                                                             |                                                   |                                      |                                                                 |                          |                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                                                |                            |                                                                |                         |                                                   |            |                                                                 |           |                        |  |
| 329.                                                               | Quando Q ≅ Q <sub>sp</sub> , D <sub>d</sub> será a profundidade da água do fluxo de detritos e U será a velocidade de escoamento do fluxo de detritos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                          | Q ≅ Q <sub>sp</sub> となった時の D <sub>d</sub> が土石流水深となり、U が土石流の流速となる。                   |                                                                    |                                                                |                                                             |                                                   |                                      |                                                                 |                          |                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                                                |                            |                                                                |                         |                                                   |            |                                                                 |           |                        |  |
| 330.                                                               | 2.5.2 Força de impacto do bloco                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                          | 2.5.2 礫の衝撃力                                                                         |                                                                    |                                                                |                                                             |                                                   |                                      |                                                                 |                          |                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                         |                                                |                            |                                                                |                         |                                                   |            |                                                                 |           |                        |  |

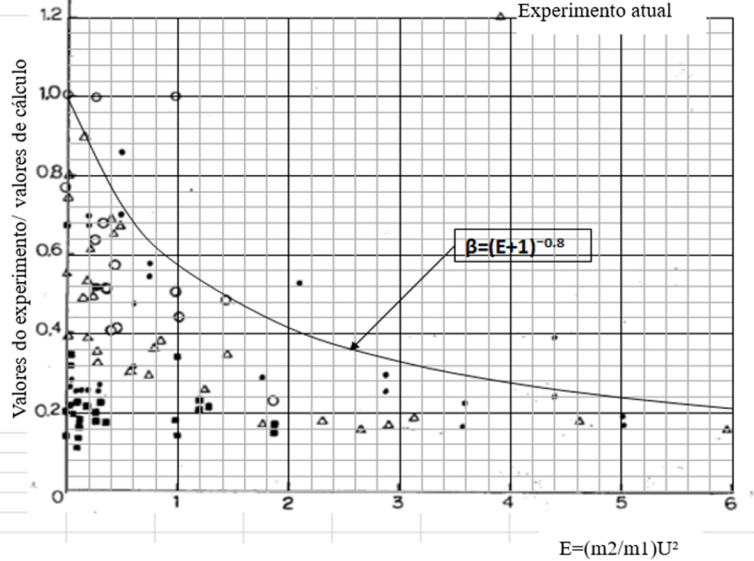
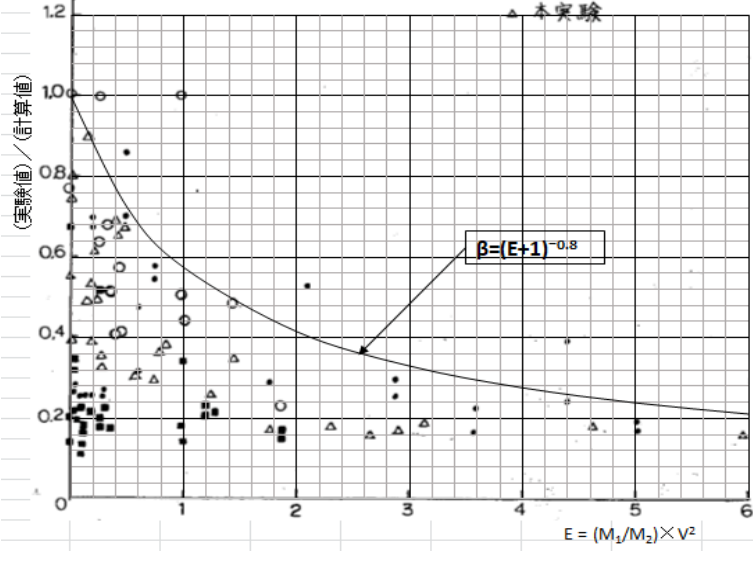


|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 331. | A força de impacto do bloco consiste na força que o corpo da barreira receberá com a colisão do bloco carregado pelo fluxo de detritos até a barreira.                                                                                                                                            | 礫の衝撃力は、土石流の礫が堰堤に衝突する際に堤体が受ける衝撃力である。                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 332. | Com base na teoria da mecânica de contato de Hertz <sup>12</sup> , calcula-se a carga de impacto no momento da colisão.                                                                                                                                                                           | Hertz の接触応力理論 <sup>12</sup> に基づき、衝突の際に発生する衝撃荷重を算出する。                                                                                                                                                                                                                                              |
| 333. | 12. Werner Goldsmith: Impact (The Theory and Physical Behavior of Colling Solids), Edward Arnold, 1960                                                                                                                                                                                            | 12. Werner Goldsmith: Impact (The Theory and Physical Behavior of Colling Solids), Edward Arnold, 1960                                                                                                                                                                                            |
| 334. | A carga de impacto do bloco P é função do tipo de material do corpo da barreira e de suas características específicas.                                                                                                                                                                            | 礫の衝撃力 P は、堤体材料の種類とその特性の機能である。                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 335. | É possível estimar a força de impacto do bloco no corpo de concreto através da fórmula abaixo <sup>13</sup> .                                                                                                                                                                                     | 下式 <sup>13</sup> からコンクリート体に対する礫の衝撃力を推定することができる。                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 336. | Vale observar que ao calcular a força de impacto do bloco, a granulometria máxima utilizada é estimada após os resultados dos levantamentos de campo.                                                                                                                                             | なお、礫の衝撃力を算出する際に使用する最大礫径は、現地調査結果から推定する。                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 337. | 13.Kazumi Seo, Takahisa Mizuyama, Hisami Shimoazuma(1985): relatório de testes e análise sobre materiais de amortecimento para a força de impacto do fluxo de detritos. Doboku Kenkyu Shiryou Edição 2169.                                                                                        | 13.瀬尾克美、水山高久、下東久巳（1985）：土石流衝撃力に対する緩衝材に関する実験及び解析報告書土木研究所資料第 2169 号                                                                                                                                                                                                                                 |
| 338. | $P = \beta \cdot n \cdot \alpha^{3/2}$ $n = \sqrt{\frac{16R}{9\pi^2(K_1+K_2)^2}}$ $K_1 = \frac{1-\nu_1^2}{\pi E_1} \quad K_2 = \frac{1-\nu_2^2}{\pi E_2}$ $\alpha = \left(\frac{5U^2}{4 \cdot n_1 \cdot n}\right)^{2/5}$ $n_1 = \frac{1}{m_2}$ $\beta = (E + 1)^{-0.8}$ $E = \frac{m_2}{m_1} U^2$ | $P = \beta \cdot n \cdot \alpha^{3/2}$ $n = \sqrt{\frac{16R}{9\pi^2(K_1+K_2)^2}}$ $K_1 = \frac{1-\nu_1^2}{\pi E_1} \quad K_2 = \frac{1-\nu_2^2}{\pi E_2}$ $\alpha = \left(\frac{5U^2}{4 \cdot n_1 \cdot n}\right)^{2/5}$ $n_1 = \frac{1}{m_2}$ $\beta = (E + 1)^{-0.8}$ $E = \frac{m_2}{m_1} U^2$ |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 339. | <p>Onde:</p> <p><math>P</math> : Força de impacto do bloco (N)</p> <p><math>\beta</math> : Constante experimental</p> <p><math>\alpha</math> : Deslocamento da compressão decorrente do impacto do bloco (m)</p> <p><math>R</math> : Raio do bloco (m)</p> <p><math>K_1, K_2</math> : Constante</p> <p><math>v_1</math> : Coeficiente de Poisson do concreto</p> <p><math>v_2</math> : Coeficiente de Poisson do bloco</p> <p><math>E_1</math> : Módulo de elasticidade secante na resistência final do concreto (N/m<sup>2</sup>)</p> <p><math>E_2</math> : Módulo de elasticidade secante na resistência final do bloco (N/m<sup>2</sup>)</p> <p><math>U</math> : Velocidade média do fluxo de detritos (m/s)</p> <p><math>m_1</math> : Massa do trecho da asa da barreira impactado pelo bloco de rocha, limitado pelas juntas de concreto (kg)</p> <p><math>m_2</math> : Massa do bloco (kg)</p> | <p>ここで、</p> <p><math>P</math> : 礫の衝撃力 (N)</p> <p><math>\beta</math> : 実験定数</p> <p><math>\alpha</math> : 礫の衝突による圧縮変位 (m)</p> <p><math>R</math> : 礫の半径 (m)</p> <p><math>K_1, K_2</math> : 定数</p> <p><math>v_1</math> : コンクリートのポアソン係数</p> <p><math>v_2</math> : 礫のポアソン係数</p> <p><math>E_1</math> : コンクリートの終局強度割線弾性係数 (N/m<sup>2</sup>)</p> <p><math>E_2</math> : 礫の終局強度割線弾性係数 (N/m<sup>2</sup>)</p> <p><math>U</math> : 土石流の平均流速 (m/s)</p> <p><math>m_1</math> : 礫の衝突を受ける堰堤袖部分の質量 (kg)</p> |
| 340. | Considerando que o impacto do bloco incide somente na asa da barreira, admitem-se duas situações.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 礫の衝撃力は袖部のみに作用すると想定して、以下の2つの状態が認められる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 341. | Quando a profundidade da água for menor que o diâmetro do bloco de rocha, considera-se a condição em que o bloco é arrastado sobre a superfície de deposição (Figura 3.21a).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 水深が礫径より小さい場合は、礫が堆砂面上に引きずられる状態 (図 3.21a) を想定する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 342. | Quando a profundidade da água for maior que o diâmetro do bloco de rocha, considera-se a condição em que o bloco flutua na lâmina d'água do fluxo de detritos (Figura 3.21b).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 水深が礫径より大きい場合は、礫が土石流水面に浮く状態 (図 3.21b) を想定する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 343. | Figura 3.21 — Ponto de incidência da força de impacto do bloco na asa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 図 3.21 — 袖部における礫の衝撃力と作用点                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 344. | <p>Divisa entre o corpo e a asa</p> <p>Divisa entre o corpo e a asa</p> <p><math>D_d</math> Profundidade da água do FD</p> <p>W: Peso próprio da asa<br/>F: Hidrodinâmica do FD<br/>P: A maior força de impacto após a comparação das forças de impacto dos blocos e troncos carregados</p> <p>(a) Diâmetro do <u>bloco</u> <math>\geq</math> Profundidade da água FD<br/>(b) Diâmetro do <u>bloco</u> <math>&lt;</math> Profundidade da água FD</p> | <p>袖部と本体の境界面</p> <p>袖部と本体の境界面</p> <p>土石流の水深 <math>D_d</math></p> <p>W: 袖部の自重<br/>F: 土石流流体力<br/>P: 礫の衝撃力と流木の衝撃力を比較して大きい衝撃力</p> <p>(a) 礫の直径 <math>\geq</math> 土石流の水深 (b) 礫の直径 <math>&lt;</math> 土石流の水深</p>                                                    |
| 345. | Fonte : Manual of Technical Standard for establishing Sabo master plan for debris flow and driftwood, MLIT Sabo Planning Division Sabo Department                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 出典 : 砂防基本計画策定指針 (土石流・流木対策編) , 国土交通省                                                                                                                                                                                                                         |
| 346. | (1) Constantes físicas do bloco e do concreto (Valores de Referência)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | (1) 礫およびコンクリートの物理定数 (参考値)                                                                                                                                                                                                                                   |
| 347. | A partir dos resultados experimentais <sup>14</sup> , os valores abaixo são as referências para os parâmetros do concreto e do bloco de rocha a serem consideradas no projeto.                                                                                                                                                                                                                                                                       | 実験結果 <sup>14</sup> より以下の値が設計で検討する礫およびコンクリートパラメーターの参考となる。                                                                                                                                                                                                    |
| 348. | Observe que a colisão do bloco provoca deformações na superfície do concreto, por isso se usa um módulo de deformação médio que considera o concreto fraturado (Módulo de elasticidade secante na resistência final do concreto).                                                                                                                                                                                                                    | なお、礫の衝突によりコンクリート表面に変形が発生するので、コンクリートが破壊に至る平均的な変形係数 (終局強度割線弾性係数) を用いる。                                                                                                                                                                                        |
| 349. | O valor desse módulo é em torno de 1/10 do módulo de elasticidade do concreto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | この係数値はコンクリート弾性係数の約 1/10 である。                                                                                                                                                                                                                                |
| 350. | 14. Kazumi Seo, Takahisa Mizuyama, Hisami Shimoazuma(1985): relatório de testes e análise sobre materiais de amortecimento para a força de impacto do fluxo de detritos. Doboku Kenkyu Shiryou Edição 2169.                                                                                                                                                                                                                                          | 14. 瀬尾克美、水山高久、下東久巳 (1985) : 土石流衝撃力に対する緩衝材に関する実験及び解析報告書土木研究所資料第 2169 号                                                                                                                                                                                       |
| 351. | <p>Coeficiente de Poisson do concreto: <math>\nu_1 = 0.194</math></p> <p>Módulo de elasticidade secante na resistência final do concreto: <math>E_1 = 2.6 \times 10^9 \text{ (N/m}^2\text{)}</math></p> <p>Coeficiente de Poisson do bloco: <math>\nu_2 = 0.23</math></p> <p>Módulo de elasticidade secante na resistência final do bloco: <math>E_2 = 50 \times 10^9 \text{ (N/m}^2\text{)}</math></p>                                              | <p>コンクリートのポアソン係数: <math>\nu_1 = 0.194</math></p> <p>コンクリートの終局強度割線弾性係数 <math>E_1 = 2.6 \times 10^9 \text{ (N/m}^2\text{)}</math></p> <p>礫のポアソン係数: <math>\nu_2 = 0.23</math></p> <p>礫の終局強度割線弾性係数 <math>E_2 = 50 \times 10^9 \text{ (N/m}^2\text{)}</math></p> |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 352. | (2) Massa do trecho da asa impactada e do bloco de rocha                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | (2) 衝撃を受ける袖部および礫の質量                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 353. | A massa da asa impactada, $m_1$ , é calculada considerando o trecho limitado pelas juntas de concreto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 衝撃を受ける袖の質量 $m_1$ は、コンクリート打継目で区切られた部分を対象として算出する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 354. | Através da fórmula abaixo, calcula-se a massa do trecho da asa, $m_1$ , e do bloco de rocha, $m_2$ .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 袖部分 $m_1$ 及び礫の質量 $m_2$ は下式より算出する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 355. | $m_1 = V_1 \frac{\gamma_c}{g}$ $m_2 = \frac{4}{3} \pi \cdot R^3 \cdot \frac{\gamma_{rocha}}{g}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | $m_1 = V_1 \frac{\gamma_c}{g}$ $m_2 = \frac{4}{3} \pi \cdot R^3 \cdot \frac{\gamma_{rocha}}{g}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 356. | <p>Onde</p> <p><math>m_1</math> : Massa do concreto em cada trecho da asa (kg)</p> <p><math>V_1</math> : Volume de um trecho de asa, limitado pelas juntas de concreto</p> <p><math>\gamma_c</math> : Peso específico do concreto 22.56 (kN/m<sup>3</sup>)</p> <p><math>m_2</math> : Massa do bloco de rocha (kg)</p> <p><math>R</math> : Raio do bloco (raio do diâmetro máximo do bloco D<sub>95</sub> (m))</p> <p><math>\gamma_{rocha}</math> : Peso específico da rocha 25.50 (kN/m<sup>3</sup>)</p> <p><math>g</math> : Aceleração gravitacional 9.81(m/s<sup>2</sup>)</p> | <p>ここで、</p> <p><math>m_1</math>: 各袖部分のコンクリート質量 (kg)</p> <p><math>V_1</math> : コンクリート打ち継目で区切られた、袖 1 部分の体積</p> <p><math>\gamma_c</math> : コンクリートの単位体積重量22.56 (kN/m<sup>3</sup>)</p> <p><math>m_2</math> : 礫の質量 (kg)</p> <p><math>R</math> : 礫の半径(最大礫径D<sub>95</sub>の半径)(m)</p> <p><math>\gamma_{rocha}</math> : 岩石の単位体積重量25.50 (kN/m<sup>3</sup>)</p> <p><math>g</math> : 重力加速度 9.81(m/s<sup>2</sup>)</p> |
| 357. | (3) Constante do experimento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | (3) 実験定数                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 358. | <p>A partir dos resultados de experimentos de colisão do bloco sobre a barreira, realizados para os valores de cálculo, a força de impacto do bloco é calculada com a multiplicação da constante de experimento <math>\beta</math>, conforme demonstrado abaixo:</p> $\beta = (E + 1)^{-0.8}$ $E = \frac{m_2}{m_1} \cdot U^2$                                                                                                                                                                                                                                                   | <p>礫の衝撃力は、これまでの堰堤に対する礫の衝突実験結果を踏まえて計算値に対して以下に示す実験定数<math>\beta</math>を乗じて算出する。</p> $\beta = (E + 1)^{-0.8}$ $E = \frac{m_2}{m_1} \cdot U^2$                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 359. | Figura - 3.22 Constante de experimento da força de impacto do bloco $\beta$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 図 - 3.22 礫の衝撃力の実験定数 $\beta$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

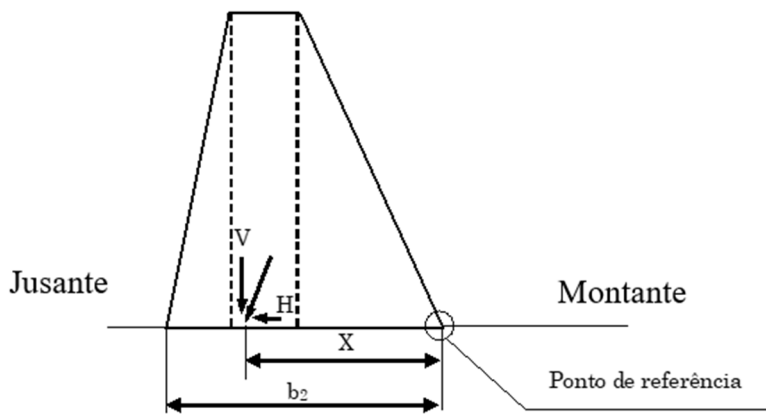
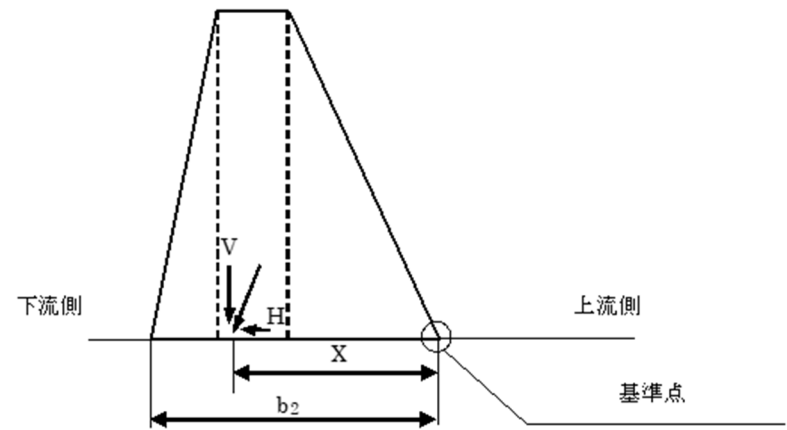
|      |                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                     |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 360. |                                                                                                                                                          |  |
| 361. | <p>Fonte: Mizuyama, Imaki: Experimento sobre a força de impacto do fluxo de detritos em barreira sabo. Doboku Gijutsu Shiryo Vol. 122, número 11.</p>                                                                                     | <p>出典：水山、伊巻：砂防ダムに対する土石流衝撃力実験、土木技術資料 Vo122－No.11</p>                                 |
| 362. | <p>2.5.3 Força de impacto dos troncos carregados</p>                                                                                                                                                                                      | <p>2.5.3 流木の衝撃力</p>                                                                 |
| 363. | <p>A força de impacto recebida pela barreira, decorrente da colisão dos troncos carregados, é calculada com a aplicação da mesma fórmula de cálculo da força de impacto dos blocos, fazendo as alterações necessárias nos parâmetros.</p> | <p>流木の衝突により堤体が受ける衝撃力は、礫の衝撃力と同じ算定式を用いて算出する。但し、必要なパラメーター値の調整を行う。</p>                  |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 364. | $P_w = \beta \cdot n \cdot \alpha^{3/2}$ $n = \sqrt{\frac{16 \cdot R_{wm}}{9\pi^2(K_1 + K_2)^2}}$ $K_1 = \frac{1-\nu_1^2}{\pi E_1} \quad K_2 = \frac{1-\nu_3^2}{\pi E_3}$ $\alpha = \left( \frac{5U^2}{4 \cdot n_1 \cdot n} \right)^{2/5}$ $n_1 = \frac{1}{m_3}$ $\beta = (E + 1)^{-0.8}$ $E = \frac{m_3}{m_1} U^2$                                                                                                                                                                                                                                  | $P_w = \beta \cdot n \cdot \alpha^{3/2}$ $n = \sqrt{\frac{16 \cdot R_{wm}}{9\pi^2(K_1 + K_2)^2}}$ $K_1 = \frac{1-\nu_1^2}{\pi E_1} \quad K_2 = \frac{1-\nu_3^2}{\pi E_3}$ $\alpha = \left( \frac{5U^2}{4 \cdot n_1 \cdot n} \right)^{2/5}$ $n_1 = \frac{1}{m_3}$ $\beta = (E + 1)^{-0.8}$ $E = \frac{m_3}{m_1} U^2$ |
| 365. | <p>Onde、<br/> <math>P_w</math> : Força de impacto dos troncos carregados (N)<br/> <math>R_{wm}</math> : Raio dos troncos carregados (m)<br/> <math>\nu_3</math> : Coeficiente de Poisson dos troncos carregados<br/> <math>E_3</math> : Módulo de elasticidade dos troncos carregados (N/m<sup>2</sup>)<br/> <math>U</math> : Velocidade dos troncos carregados (velocidade média do FD, m/s)<br/> <math>m_3</math> : Massa dos troncos carregados (kg)</p> <p>Os demais parâmetros são iguais à expressão correspondente ao impacto dos blocos.</p> | <p>ここで、<br/> <math>P_w</math> : 流木の衝撃力 (N)<br/> <math>R_{wm}</math> : 流木の半径 (m)<br/> <math>\nu_3</math> : 流木のポアソン係数<br/> <math>E_3</math> : 流木の弾性係数 (N/m<sup>2</sup>)<br/> <math>U</math> : 流木の速度 (土石流の平均流速) (m/s)<br/> <math>m_3</math> : 流木の質量 (kg)</p> <p>※その他の値は礫の衝撃力と同じ</p>                                    |
| 366. | Vale destacar que, ao fazer o cálculo da força de impacto dos troncos carregados, adota-se o mesmo entendimento do ponto de incidência da força de impacto do bloco (Fig 3.21).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | なお、流木の衝撃力算定にあたって、作用点の考え方についても礫の衝撃力と同様とする。(図 3.21)                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 367. | No cálculo estrutural, compara-se as forças de impacto do bloco e dos troncos carregados e se adota o maior valor.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 構造計算においては礫の衝撃力と流木の衝撃力を比較して大きい値を用いるものとする。                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 368. | (1) Constante física dos troncos carregados                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | (1) 流木の物理定数                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 369. | Os valores referenciais da constante física dos troncos carregados estão listados abaixo:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 流木の物理定数の参考値は以下のとおりである。                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

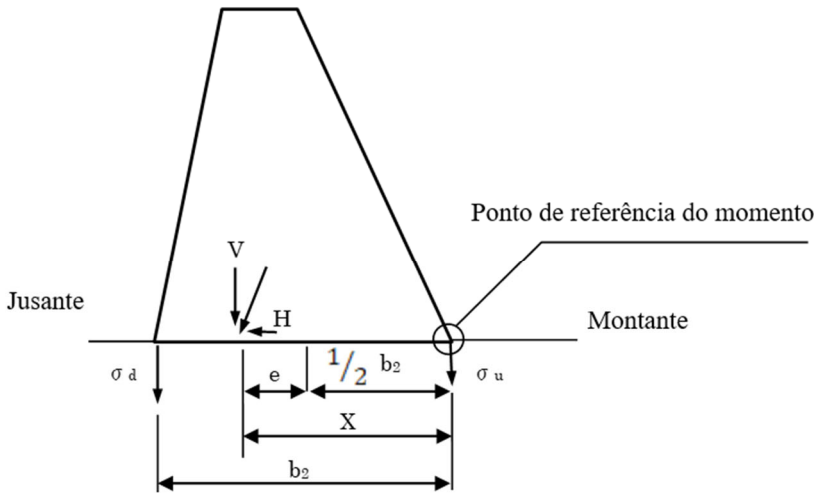
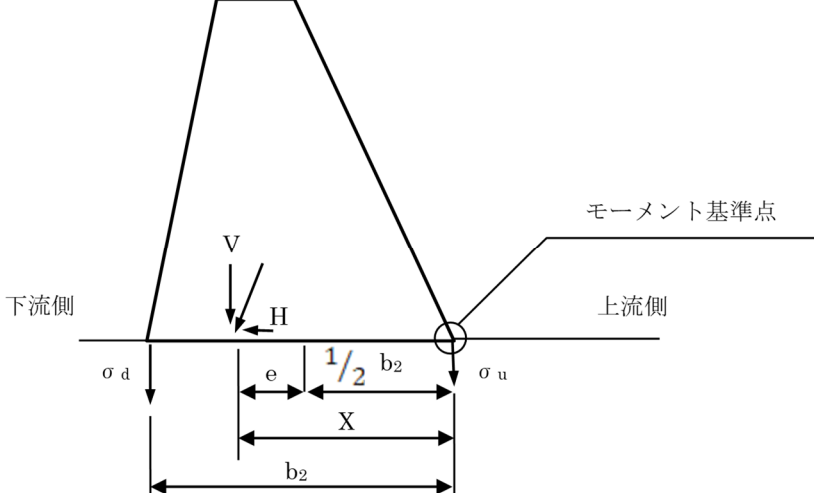
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                 |                                              |                            |                                                                                                                                                                      |                                 |                                 |                |  |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------|--|
| 370. | Tabela - 3.10 Coeficiente de elasticidade para as principais espécies de árvores (referência)                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                 |                                              |                            | 表 - 3.10 主要樹種の弾性係数（参考）                                                                                                                                               |                                 |                                 |                |  |
| 371. | Espécie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Massa<br>específica<br>(kg/m³)                                                  | Módulo de<br>Young<br>(10 <sup>9</sup> N/m²) | Coefficiente de<br>Poisson | 樹種                                                                                                                                                                   | 密度<br>(kg/m³)                   | ヤング係数<br>(10 <sup>9</sup> N/m²) | ポアソン比          |  |
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                 | E <sub>L</sub>                               | ν <sub>3</sub>             |                                                                                                                                                                      |                                 | E <sub>L</sub>                  | ν <sub>3</sub> |  |
|      | Cedro-japonês (Cryptomeria japonica)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 330                                                                             | 7,35                                         | 0,40                       | スギ                                                                                                                                                                   | 330                             | 7. 35                           | 0. 40          |  |
|      | (Picea jezoensis)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 390                                                                             | 10,79                                        | 0,40                       | エゾマツ                                                                                                                                                                 | 390                             | 10. 79                          | 0. 40          |  |
|      | (Pinus desiflora)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 210                                                                             | 11,77                                        | 0,40                       | アカマツ                                                                                                                                                                 | 510                             | 11. 77                          | 0. 40          |  |
|      | (Fagus crenata blume)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 620                                                                             | 12,26                                        | 0,40                       | ブナ                                                                                                                                                                   | 620                             | 12. 26                          | 0. 40          |  |
|      | Kiri-japonês (Paulownia tomentosa)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 290                                                                             | 5,88                                         | 0,40                       | キリ                                                                                                                                                                   | 290                             | 5. 88                           | 0. 40          |  |
|      | (Quercus crispula blume)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 700                                                                             | 11,28                                        | 0,40                       | ミズナラ                                                                                                                                                                 | 700                             | 11. 28                          | 0. 40          |  |
|      | (Zelkova serrata)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 700                                                                             | 10,30                                        | 0,40                       | ケヤキ                                                                                                                                                                  | 700                             | 10. 30                          | 0. 40          |  |
|      | (Quercus gilva)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 830                                                                             | 16,18                                        | 0,40                       | イチイガシ                                                                                                                                                                | 830                             | 16. 18                          | 0. 40          |  |
|      | Acácia-bastarda (Robinia pseudoacacia)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 750                                                                             | 12,75                                        | 0,50                       | ニセアカシア                                                                                                                                                               | 750                             | 12. 75                          | 0. 50          |  |
|      | Fonte: Handbook da Indústria Madeireira, 4ª Revisão (2004), Instituto de Pesquisa sobre Floresta e Produtos Florestais, pp.135.                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                 |                                              |                            | 出典：改訂4版木材工業ハンドブック（2004年）森林総合研究所監 P135 より抜粋                                                                                                                           |                                 |                                 |                |  |
|      | 372.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | (2) Massa dos troncos carregados                                                |                                              |                            |                                                                                                                                                                      | (2) 流木の質量                       |                                 |                |  |
|      | 373.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | A massa m <sub>3</sub> dos troncos carregados é calculada com a fórmula abaixo: |                                              |                            |                                                                                                                                                                      | 流木の質量 m <sub>3</sub> は下式より算出する。 |                                 |                |  |
| 374. | $m_3 = \pi \cdot R_{wm}^2 \cdot L_{wm} \cdot \rho$                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                 |                                              |                            | $m_3 = \pi \cdot R_{wm}^2 \cdot L_{wm} \cdot \rho$                                                                                                                   |                                 |                                 |                |  |
| 375. | Onde:<br>m <sub>3</sub> : Massa dos troncos carregados (kg)<br>R <sub>wm</sub> : Raio dos troncos carregados<br>(raio do diâmetro máximo dos troncos na altura do peito) (m)<br>L <sub>wm</sub> : Comprimento dos troncos carregados<br>(comprimento dos troncos usados em R <sub>wm</sub> ) (m)<br>ρ : Massa específica dos troncos carregados (kg/m³) |                                                                                 |                                              |                            | ここで、<br>m <sub>3</sub> : 流木の質量 (kg)<br>R <sub>wm</sub> : 流木の半径<br>(最大胸高直径の半径) (m)<br>L <sub>wm</sub> : 流木の延長<br>(R <sub>wm</sub> を採用した流木の長さ) (m)<br>ρ : 流木の質量(kg/m³) |                                 |                                 |                |  |
| 376. | 3. Cálculo de estabilidade                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                 |                                              |                            | 3. 安定計算                                                                                                                                                              |                                 |                                 |                |  |

|      |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                 |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 377. | 3.1 Condições de estabilidade                                                                                                                                                                                                        | 3.1 安定条件                                                        |
| 378. | Considera-se a topografia, a geologia e a modalidade do escoamento do fluxo de detritos para calcular a barreira, de forma a garantir a segurança tanto no corpo, como no terreno da fundação.                                       | 堰堤は、地形、地質及び土石流流出形態を考慮し、堤体および基礎地盤の安全性が確保できるように設計するものとする。         |
| 379. | O cálculo de estabilidade da barreira de concreto gravidade tem que satisfazer as seguintes condições de estabilidade:                                                                                                               | 重力式コンクリート堰堤の安定計算においては、次の安定条件を満たさなければならない。                       |
| 380. | 1 . Estabilidade para tombamento e tensão de tração                                                                                                                                                                                  | 1 . 転倒、引張応力に対する安定                                               |
| 381. | Por regra, para que não ocorra tensão de tração no lado da extremidade de montante da base da barreira, a linha de ação do somatório das forças externas e do próprio peso deve incidir dentro do terço central da base da barreira. | 原則として、堤底の上端側に引張応力が生じないよう、堰堤の自重及び外力の合力作用線が底部の中央 1/3 以内に入ること。     |
| 382. | 2 . Estabilidade contra o deslizamento                                                                                                                                                                                               | 2 . 滑動に対する安定                                                    |
| 383. | Não pode ocorrer deslizamento entre a base da barreira e o terreno de fundação.                                                                                                                                                      | 堤底と基礎地盤の間で滑動を起こさないこと。                                           |
| 384. | 3 . Estabilidade estrutural do corpo da barreira e do terreno da fundação                                                                                                                                                            | 3 . 堤体及び基礎地盤の構造安定                                               |
| 385. | A tensão máxima que ocorre dentro da barreira não deve ultrapassar o valor de tensão admissível dos materiais que a compõem.                                                                                                         | 堰堤内に生ずる最大応力が材料の許容応力度を超えないこと。                                    |
| 386. | A maior tensão recebida pelo terreno da fundação deve ser inferior à tensão admissível do terreno.                                                                                                                                   | 地盤の受ける最大応力が地盤の許容応力度内であること。                                      |
| 387. | 3.1.1 Estabilidade ao tombamento e tensão de tração                                                                                                                                                                                  | 3.1.1 転倒、引張応力に対する安定                                             |
| 388. | Para que não ocorra tensão de tração na base da barreira, deve-se garantir que a resultante do peso próprio e das forças externas incida dentro do terço central da base.                                                            | 堰堤堤底において引張応力を生じさせないよう、堰堤の自重及び外力の合力が堤底の中央 1/3 以内に入るようにしなければならない。 |
| 389. | Fazendo isso, simultaneamente garante-se a estabilidade para tombamento também.                                                                                                                                                      | このようにすることにより、同時に転倒に対する安全性も確保される。                                |
| 390. | (1) Estabilidade ao tombamento                                                                                                                                                                                                       | (1) 転倒に対する安定                                                    |
| 391. | Se a posição do ponto de ação da soma de todas as cargas que incidem na base estiver dentro do terço central, é assegurada a estabilidade ao tombamento.                                                                             | 転倒に対しては、荷重合力が堤底における作用点の位置が堤底内の中央 1/3 以内にあれば確保される。               |



|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 392. | $x = \frac{M}{V}$ $M = (V \cdot L_v) + (H \cdot L_h)$ $\frac{1}{3}b_2 \leq x \leq \frac{2}{3}b_2$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | $x = \frac{M}{V}$ $M = (V \cdot L_v) + (H \cdot L_h)$ $\frac{1}{3}b_2 \leq x \leq \frac{2}{3}b_2$                                                                                                                                                                    |
| 393. | <p>Onde</p> <p>x : Distância entre a extremidade a montante da base da barreira e o ponto de interseção da linha de ação da soma das cargas (m)</p> <p>V : Somatório das forças verticais por unidade de comprimento (kN/m)</p> <p>H : Somatório das forças horizontais por unidade de comprimento (kN/m)</p> <p>M : Somatório de momento das forças exercidas por unidade de comprimento (kN/m·m)</p> <p>L<sub>h,v</sub> : Distância até a extremidade a montante da base da barreira até a linha de ação das forças de projeto (m)</p> <p>b<sub>2</sub> : Largura da base da barreira (m)</p> | <p>ここで、</p> <p>X : 荷重合力の作用線と堤底の交点から堤底の上流端までの距離 (m)</p> <p>V : 単位長さ当たり断面に作用する鉛直力の総和 (kN/m)</p> <p>H : 単位長さ当たり断面に作用する水平力の総和 (kN/m)</p> <p>M : 単位長さ当たり断面に作用する荷重のモーメントの総和 (kN/m・m)</p> <p>L<sub>h,v</sub> : 堤底の上流端から設計荷重の作用線までの距離 (m)</p> <p>b<sub>2</sub> : 堤底幅 (m)</p> |
| 394. | Figura - 3.23 Estabilidade para tombamento da barreira                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 図 - 3.23 砂防堰堤の転倒に対する安定                                                                                                                                                                                                                                               |
| 395. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                  |
| 396. | Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 出典：砂防プロジェクトにて作成                                                                                                                                                                                                                                                      |

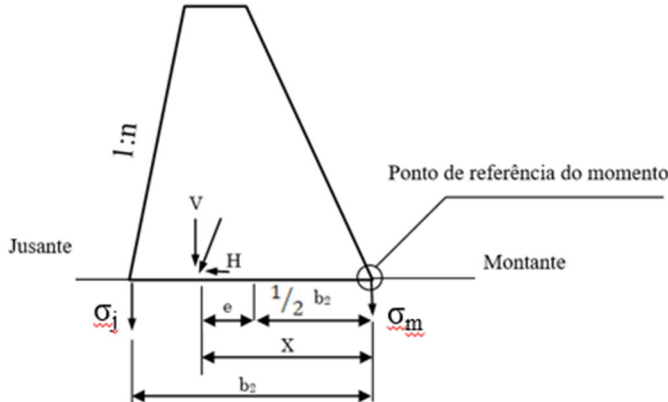
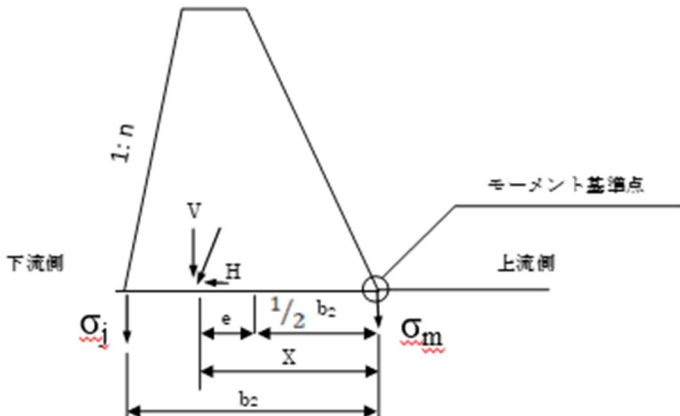
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                        |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 397. | (2) Estabilidade para tensão de tração                                                                                                                                                                                                                           | (2) 引張応力に対する安定                                                                                                                                                                                                         |
| 398. | Visando evitar o surgimento de tensões de tração na base barreira, deve-se garantir que a linha de ação da resultante das cargas passe pelo terço central da base, ou seja, que a excentricidade $e$ seja menor ou igual que 1/6 da largura da base (Fig. 3.24). | 堤体の堤底に引張応力が生じないようにするためには、荷重合力の作用線が中央 1/3 にある、つまり偏心距離 $e$ が、底部中立面の 1/6 またはそれ以下に入るようにしなければならない。図-3.24).                                                                                                                  |
| 399. | $e = x - \frac{1}{2} \cdot b_2$ $\sigma_m = \frac{V}{b_2} \left( 1 - \frac{6e}{b_2} \right) \quad \sigma_j = \frac{V}{b_2} \left( 1 + \frac{6e}{b_2} \right)$ $-1 \leq \frac{6e}{b_2} \leq 1$ $ e  \leq \frac{b_2}{6}$                                           | $e = x - \frac{1}{2} \cdot b_2$ $\sigma_m = \frac{V}{b_2} \left( 1 - \frac{6e}{b_2} \right) \quad \sigma_j = \frac{V}{b_2} \left( 1 + \frac{6e}{b_2} \right)$ $-1 \leq \frac{6e}{b_2} \leq 1$ $ e  \leq \frac{b_2}{6}$ |
| 400. | <p>Onde</p> <p><math>\sigma_m</math> : Tensão vertical na extremidade a montante da base (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p><math>\sigma_j</math> : Tensão vertical na extremidade a jusante da base (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p><math>e</math> : Excentricidade (m)</p>    | <p>ここで、</p> <p><math>\sigma_m</math> : 堤底の上流端における鉛直応力 (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p><math>\sigma_j</math> : 堤底の下流端における鉛直応力 (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p><math>e</math> : 偏心距離 (m)</p>                                         |
| 401. | Figura 3.24— Estabilidade para tensão de tração da barreira                                                                                                                                                                                                      | 図－3.24 堰堤の引張応力に対する安定                                                                                                                                                                                                   |

|      |                                                                                                                                             |                                                                                     |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 402. |                                                           |  |
| 403. | Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo                                                                                                          | 出典：砂防プロジェクトにて作成                                                                     |
| 404. | 3.1.2 Estabilidade ao deslizamento                                                                                                          | 3.1.2 滑動に対する安定                                                                      |
| 405. | Deve-se assegurar um fator de segurança adequado na análise de estabilidade ao deslizamento.                                                | 適切な安全率を確保していなければならない。                                                               |
| 406. | <p>No cálculo do fator de segurança ao deslizamento se utiliza a seguinte expressão:</p> $FS_d = \frac{tg\varphi \cdot V + c \cdot b_2}{H}$ | <p>滑動安全率の計算は以下の式から求める。</p> $FS_d = \frac{tg\varphi \cdot V + c \cdot b_2}{H}$       |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 407. | <p>Onde</p> <p><math>FS_d</math> : Fator de segurança ao deslizamento</p> <p><math>V</math> : Somatório das forças verticais por unidade de largura (kN/m)</p> <p><math>H</math> : Soma das forças horizontais que incidem a cada unidade de largura da seção (kN/m)</p> <p><math>tg \phi</math> : Coeficiente de atrito entre base do corpo e o terreno da fundação</p> <p><math>c</math> : adesão entre corpo da barreira e o terreno de fundação (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p><math>b_2</math> : largura da base da barreira</p> <p>O fator de segurança ao deslizamento deve ser de, no mínimo 1,5.</p> | <p>ここで、</p> <p><math>FS_d</math> : 滑動安全率</p> <p><math>V</math> : 単位幅当たりに作用する鉛直力の総和 (kN/m)</p> <p><math>H</math> : 単位幅当たり断面に作用する水平力の総和 (kN/m)</p> <p><math>tg \phi</math> : 堰堤堤体と基礎地盤の摩擦係数</p> <p><math>c</math> : 堤体と基礎地盤の付着 (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p><math>X</math> : 荷重の合力の作用線と堤底との交点から堤底の上流端までの距離 (m)</p> <p><math>b_2</math> : 堤底幅</p> <p>滑動に対する安全率は最小 1.5 とする。</p> |
| 408. | A avaliação do fator de segurança deve ser feita não somente entre a base da barreira e a superfície da fundação, mas também ao longo de planos no interior da fundação, caso estes apresentem menores parâmetros de resistência ao cisalhamento.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 安全率の検討は、堤底と基礎表面だけではなく、基礎内部計画を進める流れでも、せん断強度が小さい値を示した場合に検討する必要がある。                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 409. | Quando o terreno da fundação for rocha, a parcela de adesão “c” deve ser o menor dos valores entre o “terreno de fundação” e o concreto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 基礎地盤が岩盤の場合における、付着「c」は「基礎地盤」またはコンクリートのうち最も小さい値となる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 410. | Essa parcela de resistência deve ser desconsiderada quando o terreno for de cascalho.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 砂礫地盤ではその強度を無視する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 411. | Apresenta-se na Tabela 3.11 valores de referência para “c” e $\phi$ .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 表 3.11 は「c」及び $\phi$ の参考値を示す。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

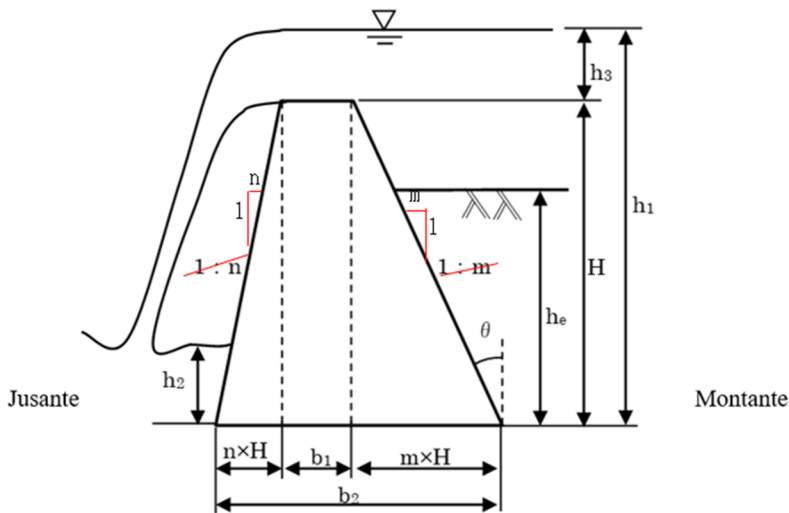
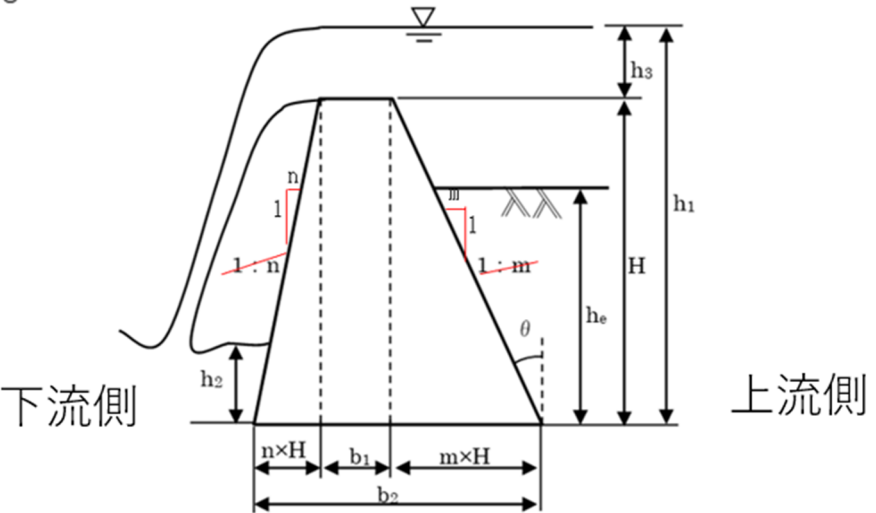
| 398.                             | Tabela - 3.11 Valores referenciais de coeficiente de atrito interno e força de cisalhamento conforme o terreno da fundação                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 表 - 3.11 基礎地盤に応じたせん断強度・内部摩擦係数の参考値                                                                                                                             |                   |              |      |  |  |      |              |     |      |              |      |                |      |     |                   |   |     |                 |      |     |                 |   |     |                                  |      |     |              |   |      |                                 |     |     |               |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |  |  |    |  |  |    |              |      |    |              |      |    |      |     |        |   |     |         |      |     |        |   |     |                         |      |     |     |   |      |                        |     |     |     |   |      |
|----------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|------|--|--|------|--------------|-----|------|--------------|------|----------------|------|-----|-------------------|---|-----|-----------------|------|-----|-----------------|---|-----|----------------------------------|------|-----|--------------|---|------|---------------------------------|-----|-----|---------------|---|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--|--|----|--|--|----|--------------|------|----|--------------|------|----|------|-----|--------|---|-----|---------|------|-----|--------|---|-----|-------------------------|------|-----|-----|---|------|------------------------|-----|-----|-----|---|------|
| 399.                             | <table><tr><th colspan="3">Rocha</th><th colspan="3">Solo</th></tr><tr><th>Tipo</th><th>c<br/>(kN/m²)</th><th>tgφ</th><th>Tipo</th><th>c<br/>(kN/m²)</th><th>tg φ</th></tr><tr><td>Rocha dura (A)</td><td>3000</td><td>1,2</td><td>Pedregulho grosso</td><td>-</td><td>0,7</td></tr><tr><td>Rocha média (B)</td><td>2000</td><td>1,0</td><td>Pedregulho fino</td><td>-</td><td>0,6</td></tr><tr><td>Rocha branda II(C<sub>H</sub>)</td><td>1000</td><td>0,8</td><td>Solo arenoso</td><td>—</td><td>0,55</td></tr><tr><td>Rocha branda I(C<sub>M</sub>)</td><td>600</td><td>0,7</td><td>Solo argiloso</td><td>—</td><td>0,45</td></tr></table> | Rocha                                                                                                                                                         |                   |              | Solo |  |  | Tipo | c<br>(kN/m²) | tgφ | Tipo | c<br>(kN/m²) | tg φ | Rocha dura (A) | 3000 | 1,2 | Pedregulho grosso | - | 0,7 | Rocha média (B) | 2000 | 1,0 | Pedregulho fino | - | 0,6 | Rocha branda II(C <sub>H</sub> ) | 1000 | 0,8 | Solo arenoso | — | 0,55 | Rocha branda I(C <sub>M</sub> ) | 600 | 0,7 | Solo argiloso | — | 0,45 | <table><tr><th colspan="3">岩盤</th><th colspan="3">土壌</th></tr><tr><th>種別</th><th>C<br/>(kN/m²)</th><th>tg φ</th><th>区分</th><th>C<br/>(kN/m²)</th><th>tg φ</th></tr><tr><td>硬岩</td><td>3000</td><td>1.2</td><td>径の大きい礫</td><td>-</td><td>0.7</td></tr><tr><td>中硬岩 (B)</td><td>2000</td><td>1.0</td><td>径の小さい礫</td><td>-</td><td>0.6</td></tr><tr><td>軟岩 II (C<sub>H</sub>)</td><td>1000</td><td>0.8</td><td>砂質層</td><td>—</td><td>0.55</td></tr><tr><td>軟岩 I (C<sub>H</sub>)</td><td>600</td><td>0.7</td><td>粘土層</td><td>—</td><td>0.45</td></tr></table> | 岩盤 |  |  | 土壌 |  |  | 種別 | C<br>(kN/m²) | tg φ | 区分 | C<br>(kN/m²) | tg φ | 硬岩 | 3000 | 1.2 | 径の大きい礫 | - | 0.7 | 中硬岩 (B) | 2000 | 1.0 | 径の小さい礫 | - | 0.6 | 軟岩 II (C <sub>H</sub> ) | 1000 | 0.8 | 砂質層 | — | 0.55 | 軟岩 I (C <sub>H</sub> ) | 600 | 0.7 | 粘土層 | — | 0.45 |
| Rocha                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                               | Solo              |              |      |  |  |      |              |     |      |              |      |                |      |     |                   |   |     |                 |      |     |                 |   |     |                                  |      |     |              |   |      |                                 |     |     |               |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |  |  |    |  |  |    |              |      |    |              |      |    |      |     |        |   |     |         |      |     |        |   |     |                         |      |     |     |   |      |                        |     |     |     |   |      |
| Tipo                             | c<br>(kN/m²)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | tgφ                                                                                                                                                           | Tipo              | c<br>(kN/m²) | tg φ |  |  |      |              |     |      |              |      |                |      |     |                   |   |     |                 |      |     |                 |   |     |                                  |      |     |              |   |      |                                 |     |     |               |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |  |  |    |  |  |    |              |      |    |              |      |    |      |     |        |   |     |         |      |     |        |   |     |                         |      |     |     |   |      |                        |     |     |     |   |      |
| Rocha dura (A)                   | 3000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1,2                                                                                                                                                           | Pedregulho grosso | -            | 0,7  |  |  |      |              |     |      |              |      |                |      |     |                   |   |     |                 |      |     |                 |   |     |                                  |      |     |              |   |      |                                 |     |     |               |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |  |  |    |  |  |    |              |      |    |              |      |    |      |     |        |   |     |         |      |     |        |   |     |                         |      |     |     |   |      |                        |     |     |     |   |      |
| Rocha média (B)                  | 2000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1,0                                                                                                                                                           | Pedregulho fino   | -            | 0,6  |  |  |      |              |     |      |              |      |                |      |     |                   |   |     |                 |      |     |                 |   |     |                                  |      |     |              |   |      |                                 |     |     |               |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |  |  |    |  |  |    |              |      |    |              |      |    |      |     |        |   |     |         |      |     |        |   |     |                         |      |     |     |   |      |                        |     |     |     |   |      |
| Rocha branda II(C <sub>H</sub> ) | 1000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0,8                                                                                                                                                           | Solo arenoso      | —            | 0,55 |  |  |      |              |     |      |              |      |                |      |     |                   |   |     |                 |      |     |                 |   |     |                                  |      |     |              |   |      |                                 |     |     |               |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |  |  |    |  |  |    |              |      |    |              |      |    |      |     |        |   |     |         |      |     |        |   |     |                         |      |     |     |   |      |                        |     |     |     |   |      |
| Rocha branda I(C <sub>M</sub> )  | 600                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0,7                                                                                                                                                           | Solo argiloso     | —            | 0,45 |  |  |      |              |     |      |              |      |                |      |     |                   |   |     |                 |      |     |                 |   |     |                                  |      |     |              |   |      |                                 |     |     |               |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |  |  |    |  |  |    |              |      |    |              |      |    |      |     |        |   |     |         |      |     |        |   |     |                         |      |     |     |   |      |                        |     |     |     |   |      |
| 岩盤                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                               | 土壌                |              |      |  |  |      |              |     |      |              |      |                |      |     |                   |   |     |                 |      |     |                 |   |     |                                  |      |     |              |   |      |                                 |     |     |               |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |  |  |    |  |  |    |              |      |    |              |      |    |      |     |        |   |     |         |      |     |        |   |     |                         |      |     |     |   |      |                        |     |     |     |   |      |
| 種別                               | C<br>(kN/m²)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | tg φ                                                                                                                                                          | 区分                | C<br>(kN/m²) | tg φ |  |  |      |              |     |      |              |      |                |      |     |                   |   |     |                 |      |     |                 |   |     |                                  |      |     |              |   |      |                                 |     |     |               |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |  |  |    |  |  |    |              |      |    |              |      |    |      |     |        |   |     |         |      |     |        |   |     |                         |      |     |     |   |      |                        |     |     |     |   |      |
| 硬岩                               | 3000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1.2                                                                                                                                                           | 径の大きい礫            | -            | 0.7  |  |  |      |              |     |      |              |      |                |      |     |                   |   |     |                 |      |     |                 |   |     |                                  |      |     |              |   |      |                                 |     |     |               |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |  |  |    |  |  |    |              |      |    |              |      |    |      |     |        |   |     |         |      |     |        |   |     |                         |      |     |     |   |      |                        |     |     |     |   |      |
| 中硬岩 (B)                          | 2000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1.0                                                                                                                                                           | 径の小さい礫            | -            | 0.6  |  |  |      |              |     |      |              |      |                |      |     |                   |   |     |                 |      |     |                 |   |     |                                  |      |     |              |   |      |                                 |     |     |               |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |  |  |    |  |  |    |              |      |    |              |      |    |      |     |        |   |     |         |      |     |        |   |     |                         |      |     |     |   |      |                        |     |     |     |   |      |
| 軟岩 II (C <sub>H</sub> )          | 1000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.8                                                                                                                                                           | 砂質層               | —            | 0.55 |  |  |      |              |     |      |              |      |                |      |     |                   |   |     |                 |      |     |                 |   |     |                                  |      |     |              |   |      |                                 |     |     |               |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |  |  |    |  |  |    |              |      |    |              |      |    |      |     |        |   |     |         |      |     |        |   |     |                         |      |     |     |   |      |                        |     |     |     |   |      |
| 軟岩 I (C <sub>H</sub> )           | 600                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 0.7                                                                                                                                                           | 粘土層               | —            | 0.45 |  |  |      |              |     |      |              |      |                |      |     |                   |   |     |                 |      |     |                 |   |     |                                  |      |     |              |   |      |                                 |     |     |               |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |  |  |    |  |  |    |              |      |    |              |      |    |      |     |        |   |     |         |      |     |        |   |     |                         |      |     |     |   |      |                        |     |     |     |   |      |
| 400.                             | Considera-se que a resistência ao cisalhamento do concreto τ <sub>c</sub> é aproximadamente 1/5 da sua resistência a compressão.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | コンクリートのせん断強度τ <sub>c</sub> は圧縮強度の約 1/5 程度とする。                                                                                                                 |                   |              |      |  |  |      |              |     |      |              |      |                |      |     |                   |   |     |                 |      |     |                 |   |     |                                  |      |     |              |   |      |                                 |     |     |               |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |  |  |    |  |  |    |              |      |    |              |      |    |      |     |        |   |     |         |      |     |        |   |     |                         |      |     |     |   |      |                        |     |     |     |   |      |
| 401.                             | Por exemplo, para um concreto com resistência à compressão de projeto de 18 (N/mm²), a resistência ao cisalhamento é:<br><br>$\tau_c = \frac{f_{cd}}{5} = \frac{12800}{5} = 2560 \text{ (kN/m}^2\text{)}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 例えば、コンクリートの設計基準強度が 18 (N/mm²) の場合、せん断強度は以下となる。<br><br>$\tau_c = \frac{f_{cd}}{5} = \frac{12800}{5} = 2560 \text{ (kN/m}^2\text{)}$                            |                   |              |      |  |  |      |              |     |      |              |      |                |      |     |                   |   |     |                 |      |     |                 |   |     |                                  |      |     |              |   |      |                                 |     |     |               |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |  |  |    |  |  |    |              |      |    |              |      |    |      |     |        |   |     |         |      |     |        |   |     |                         |      |     |     |   |      |                        |     |     |     |   |      |
| 402.                             | Onde<br>τ <sub>c</sub> : resistência do concreto ao cisalhamento (kN/m²)<br>f <sub>cd</sub> : resistência de projeto à compressão (kN/m²) = resistência característica do concreto à compressão/F <sub>s</sub> , sendo F <sub>s</sub> =1,4 (NBR 6118/2014)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ここで、τ <sub>c</sub> : コンクリートのせん断強度(kN/m²)<br>f <sub>cd</sub> : コンクリートの圧縮強度 (kN/m²) = コンクリート特有の圧縮強度/F <sub>s</sub> ,ただし F <sub>s</sub> =1.4 (NBR 6118/2014)である。 |                   |              |      |  |  |      |              |     |      |              |      |                |      |     |                   |   |     |                 |      |     |                 |   |     |                                  |      |     |              |   |      |                                 |     |     |               |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |  |  |    |  |  |    |              |      |    |              |      |    |      |     |        |   |     |         |      |     |        |   |     |                         |      |     |     |   |      |                        |     |     |     |   |      |
| 403.                             | 3.1.3 Estabilidade quanto a ruptura do corpo da barreira e tensões mobilizadas na fundação                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 3.1.3 堤体崩壊に対する安定及び基礎に働く応力                                                                                                                                     |                   |              |      |  |  |      |              |     |      |              |      |                |      |     |                   |   |     |                 |      |     |                 |   |     |                                  |      |     |              |   |      |                                 |     |     |               |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |  |  |    |  |  |    |              |      |    |              |      |    |      |     |        |   |     |         |      |     |        |   |     |                         |      |     |     |   |      |                        |     |     |     |   |      |
| 404.                             | Na estabilidade a ruptura do corpo da barreira e a capacidade de carga da fundação, quando as cargas de projeto incidem no corpo, a tensão máxima (compressão e tração) que age na base da barreira ou no interior do corpo, não deve ultrapassar a tensão admissível.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 堤体の破壊及び基礎地盤の耐荷力に対する安定は、堤体に設計荷重が作用したときに、堰堤堤体内、堤底にかかる最大応力度（圧縮、引張）が、その許容応力度を超過してはならない。                                                                           |                   |              |      |  |  |      |              |     |      |              |      |                |      |     |                   |   |     |                 |      |     |                 |   |     |                                  |      |     |              |   |      |                                 |     |     |               |   |      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |    |  |  |    |  |  |    |              |      |    |              |      |    |      |     |        |   |     |         |      |     |        |   |     |                         |      |     |     |   |      |                        |     |     |     |   |      |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 405. | (1) A capacidade de carga da fundação                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | (1) 基礎の耐荷力                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 406. | A tensão máxima do terreno na extremidade a jusante da barreira não deve ultrapassar o valor de tensão admissível do terreno da fundação.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 堰堤の下流端における基礎地盤の最大応力が、基礎地盤の許容応力度を超過してはならない。                                                                                                                                                                                                                                          |
| 407. | <p>A equação abaixo permite o cálculo das tensões nas extremidades a montante e a jusante na base da barreira.</p> $\sigma_m = \frac{V}{b_2} \left( 1 - \frac{6e}{b_2} \right) \quad ; \quad \sigma_j = \frac{V}{b_2} \left( 1 + \frac{6e}{b_2} \right)$ $e = x - \frac{1}{2} \cdot b_2$                                                                                                                                                                                                                                  | <p>堤底の上流端及び下流端における応力を下式によって算出する。</p> $\sigma_m = \frac{V}{b_2} \left( 1 - \frac{6e}{b_2} \right) \quad ; \quad \sigma_j = \frac{V}{b_2} \left( 1 + \frac{6e}{b_2} \right)$ $e = x - \frac{1}{2} \cdot b_2$                                                                          |
| 408. | <p>Onde</p> <p><math>\sigma_m</math> : Tensão vertical na extremidade a montante da base (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p><math>\sigma_j</math> : Tensão vertical na extremidade a jusante da base (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p>e : Excentricidade (m)</p> <p>V : Somatório das forças verticais por unidade de largura (kN/m) U</p> <p>b<sub>2</sub> : Largura da base da barreira (m)</p> <p>x : Distância entre a extremidade a montante da base da barreira e o ponto de interseção da linha de ação da soma das cargas (m)</p> | <p>ここで、</p> <p><math>\sigma_m</math> : 堤底の上流端における鉛直応力 (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p><math>\sigma_j</math> : 堤底の下流端における鉛直応力 (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p>e : 偏心距離 (m)</p> <p>V : 単位幅あたりに作用する鉛直力の総和 (kN/m) U</p> <p>b<sub>2</sub> : 堤底幅 (m)</p> <p>X : 荷重の合力の作用線と堤底との交点から堤底の上流端までの距離 (m)</p> |
| 409. | Figura 3.25— Força vertical que age na base da barreira                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 図－3.25 堤底に作用する鉛直力                                                                                                                                                                                                                                                                   |

| 410.                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |  |                           |       |  |      |                           |      |                           |                |      |                   |     |                 |      |                 |     |                                   |      |              |     |                                  |      |               |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |  |   |  |    |              |    |              |    |      |        |     |         |      |        |     |            |      |     |     |           |      |     |     |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------|--|------|---------------------------|------|---------------------------|----------------|------|-------------------|-----|-----------------|------|-----------------|-----|-----------------------------------|------|--------------|-----|----------------------------------|------|---------------|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--|---|--|----|--------------|----|--------------|----|------|--------|-----|---------|------|--------|-----|------------|------|-----|-----|-----------|------|-----|-----|
| 411.                              | Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 出典：砂防プロジェクトにて作成                                                                     |                           |       |  |      |                           |      |                           |                |      |                   |     |                 |      |                 |     |                                   |      |              |     |                                  |      |               |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |  |   |  |    |              |    |              |    |      |        |     |         |      |        |     |            |      |     |     |           |      |     |     |
| 412.                              | Apresentam-se na Tabela 3.12 os valores de referência de tensão admissível do terreno da fundação.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 以下、基礎地盤の許容応力の参考値を表 3.12 に示す。                                                        |                           |       |  |      |                           |      |                           |                |      |                   |     |                 |      |                 |     |                                   |      |              |     |                                  |      |               |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |  |   |  |    |              |    |              |    |      |        |     |         |      |        |     |            |      |     |     |           |      |     |     |
| 413.                              | Tabela - 3.12 Tensão admissível do terreno da fundação                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 表 - 3.12 基礎地盤の許容応力                                                                  |                           |       |  |      |                           |      |                           |                |      |                   |     |                 |      |                 |     |                                   |      |              |     |                                  |      |               |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |  |   |  |    |              |    |              |    |      |        |     |         |      |        |     |            |      |     |     |           |      |     |     |
| 414.                              | <table><thead><tr><th colspan="2">Rocha</th><th colspan="2">Bloco</th></tr><tr><th>Tipo</th><th>Tensão admissível (kN/m²)</th><th>Tipo</th><th>Tensão admissível (kN/m²)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Rocha dura (A)</td><td>6000</td><td>Pedregulho grosso</td><td>600</td></tr><tr><td>Rocha média (B)</td><td>4000</td><td>Pedregulho fino</td><td>400</td></tr><tr><td>Rocha branda II (C<sub>H</sub>)</td><td>2000</td><td>Solo arenoso</td><td>250</td></tr><tr><td>Rocha branda I (C<sub>M</sub>)</td><td>1200</td><td>Solo argiloso</td><td>100</td></tr></tbody></table> | Rocha                                                                               |                           | Bloco |  | Tipo | Tensão admissível (kN/m²) | Tipo | Tensão admissível (kN/m²) | Rocha dura (A) | 6000 | Pedregulho grosso | 600 | Rocha média (B) | 4000 | Pedregulho fino | 400 | Rocha branda II (C <sub>H</sub> ) | 2000 | Solo arenoso | 250 | Rocha branda I (C <sub>M</sub> ) | 1200 | Solo argiloso | 100 | <table><thead><tr><th colspan="2">岩盤</th><th colspan="2">礫</th></tr><tr><th>区分</th><th>許容応力 (kN/m²)</th><th>区分</th><th>許容応力 (kN/m²)</th></tr></thead><tbody><tr><td>硬岩</td><td>6000</td><td>径の大きい礫</td><td>600</td></tr><tr><td>中硬岩 (B)</td><td>4000</td><td>径の小さい礫</td><td>400</td></tr><tr><td>軟岩 II (CH)</td><td>2000</td><td>砂質層</td><td>250</td></tr><tr><td>軟岩 I (CH)</td><td>1200</td><td>粘土層</td><td>100</td></tr></tbody></table> | 岩盤 |  | 礫 |  | 区分 | 許容応力 (kN/m²) | 区分 | 許容応力 (kN/m²) | 硬岩 | 6000 | 径の大きい礫 | 600 | 中硬岩 (B) | 4000 | 径の小さい礫 | 400 | 軟岩 II (CH) | 2000 | 砂質層 | 250 | 軟岩 I (CH) | 1200 | 粘土層 | 100 |
| Rocha                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Bloco                                                                               |                           |       |  |      |                           |      |                           |                |      |                   |     |                 |      |                 |     |                                   |      |              |     |                                  |      |               |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |  |   |  |    |              |    |              |    |      |        |     |         |      |        |     |            |      |     |     |           |      |     |     |
| Tipo                              | Tensão admissível (kN/m²)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Tipo                                                                                | Tensão admissível (kN/m²) |       |  |      |                           |      |                           |                |      |                   |     |                 |      |                 |     |                                   |      |              |     |                                  |      |               |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |  |   |  |    |              |    |              |    |      |        |     |         |      |        |     |            |      |     |     |           |      |     |     |
| Rocha dura (A)                    | 6000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Pedregulho grosso                                                                   | 600                       |       |  |      |                           |      |                           |                |      |                   |     |                 |      |                 |     |                                   |      |              |     |                                  |      |               |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |  |   |  |    |              |    |              |    |      |        |     |         |      |        |     |            |      |     |     |           |      |     |     |
| Rocha média (B)                   | 4000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Pedregulho fino                                                                     | 400                       |       |  |      |                           |      |                           |                |      |                   |     |                 |      |                 |     |                                   |      |              |     |                                  |      |               |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |  |   |  |    |              |    |              |    |      |        |     |         |      |        |     |            |      |     |     |           |      |     |     |
| Rocha branda II (C <sub>H</sub> ) | 2000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Solo arenoso                                                                        | 250                       |       |  |      |                           |      |                           |                |      |                   |     |                 |      |                 |     |                                   |      |              |     |                                  |      |               |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |  |   |  |    |              |    |              |    |      |        |     |         |      |        |     |            |      |     |     |           |      |     |     |
| Rocha branda I (C <sub>M</sub> )  | 1200                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Solo argiloso                                                                       | 100                       |       |  |      |                           |      |                           |                |      |                   |     |                 |      |                 |     |                                   |      |              |     |                                  |      |               |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |  |   |  |    |              |    |              |    |      |        |     |         |      |        |     |            |      |     |     |           |      |     |     |
| 岩盤                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 礫                                                                                   |                           |       |  |      |                           |      |                           |                |      |                   |     |                 |      |                 |     |                                   |      |              |     |                                  |      |               |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |  |   |  |    |              |    |              |    |      |        |     |         |      |        |     |            |      |     |     |           |      |     |     |
| 区分                                | 許容応力 (kN/m²)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 区分                                                                                  | 許容応力 (kN/m²)              |       |  |      |                           |      |                           |                |      |                   |     |                 |      |                 |     |                                   |      |              |     |                                  |      |               |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |  |   |  |    |              |    |              |    |      |        |     |         |      |        |     |            |      |     |     |           |      |     |     |
| 硬岩                                | 6000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 径の大きい礫                                                                              | 600                       |       |  |      |                           |      |                           |                |      |                   |     |                 |      |                 |     |                                   |      |              |     |                                  |      |               |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |  |   |  |    |              |    |              |    |      |        |     |         |      |        |     |            |      |     |     |           |      |     |     |
| 中硬岩 (B)                           | 4000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 径の小さい礫                                                                              | 400                       |       |  |      |                           |      |                           |                |      |                   |     |                 |      |                 |     |                                   |      |              |     |                                  |      |               |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |  |   |  |    |              |    |              |    |      |        |     |         |      |        |     |            |      |     |     |           |      |     |     |
| 軟岩 II (CH)                        | 2000                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 砂質層                                                                                 | 250                       |       |  |      |                           |      |                           |                |      |                   |     |                 |      |                 |     |                                   |      |              |     |                                  |      |               |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |  |   |  |    |              |    |              |    |      |        |     |         |      |        |     |            |      |     |     |           |      |     |     |
| 軟岩 I (CH)                         | 1200                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 粘土層                                                                                 | 100                       |       |  |      |                           |      |                           |                |      |                   |     |                 |      |                 |     |                                   |      |              |     |                                  |      |               |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |  |   |  |    |              |    |              |    |      |        |     |         |      |        |     |            |      |     |     |           |      |     |     |
| 415.                              | (2) Ruptura do corpo da barreira                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | (2) 堤体の破壊                                                                           |                           |       |  |      |                           |      |                           |                |      |                   |     |                 |      |                 |     |                                   |      |              |     |                                  |      |               |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |  |   |  |    |              |    |              |    |      |        |     |         |      |        |     |            |      |     |     |           |      |     |     |
| 416.                              | A tensão máxima gerada no interior do corpo da barreira não pode superar o valor de tensão admissível dos materiais que o compõem.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 堤体内に生じる最大応力が、材料の許容応力度を超過してはならない。                                                    |                           |       |  |      |                           |      |                           |                |      |                   |     |                 |      |                 |     |                                   |      |              |     |                                  |      |               |     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |    |  |   |  |    |              |    |              |    |      |        |     |         |      |        |     |            |      |     |     |           |      |     |     |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                   |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 417. | A tensão máxima gerada no interior do corpo ocorre na extremidade a jusante ( $\sigma_j$ ).                                                                                                                                                                 | 堤体内に生じる最大応力度は、下流端( $\sigma_j$ )に発生する。                                             |
| 418. | Nota-se que a tensão máxima gerada no interior do corpo geralmente é pequena e não ultrapassa a tensão admissível do concreto, por isso, no dimensionamento da barreira, esta condição não é relevante no dimensionamento da seção.                         | なお、堤体内に生じる最大応力は、一般に小さく、コンクリートの許容応力を超過することはないことから、砂防堰堤の設計においてこの条件が断面設計の問題になることはない。 |
| 419. | 3.2 Método de cálculo de estabilidade                                                                                                                                                                                                                       | 3.2 安定計算方法                                                                        |
| 420. | A barreira impermeável tem que ser estável em sua totalidade para tombamento, deslizamento e ruptura da fundação.                                                                                                                                           | 不透過型砂防堰堤は、堤体全体が転倒、滑動、基礎崩壊に対して安定でなければならない。                                         |
| 421. | O cálculo de estabilidade é executado em separado para a parte transbordante (corpo no trecho do vertedouro) e para a parte não transbordante (corpo e asa).                                                                                                | 安定計算は、越流部（堤体の水通し部）、非越流部（堤体と袖部）それぞれにおいて実施する。                                       |
| 422. | O dimensionamento é feito para que a estrutura satisfaça as condições de estabilidade.                                                                                                                                                                      | 安定条件を満たす安全な構造を設計する。                                                               |
| 423. | No cálculo de estabilidade, combinando as cargas de projeto, analisa-se a geometria da barreira de forma que satisfaça as condições de estabilidade (ao tombamento, ao deslizamento e à ruptura do corpo da barreira e às tensões mobilizadas na fundação). | 安定計算では、設計荷重を組み合わせ、安定条件（転倒、滑動、堤体及び基礎地盤に働く応力に対する安定）の全てを満足する堰堤の形状を検討する。              |
| 424. | Resumem-se abaixo os itens considerados para o cálculo de estabilidade de uma barreira.                                                                                                                                                                     | 堰堤の安定計算に必要となる項目を以下にまとめる。                                                          |
| 425. | Figura - 3.26 Itens necessários para o dimensionamento da barreira                                                                                                                                                                                          | 図 - 3.26 堰堤の設計に必要となる項目                                                            |



|      |                                                                                                               |                                                                                     |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 426. |                             |  |
| 427. | Fonte: Diretrizes Técnicas Sabo da Província de Aomori, Projetos de Engenharia para Fluxos de Detritos (2017) | 出典：青森県砂防技術指針 土石流設計編（2017）                                                           |
| 428. | Tabela - 3.13 Itens necessários para o cálculo de estabilidade da barreira                                    | 表 - 3.13 堰堤の安定計算に必要な項目                                                              |

429.

| Sím-<br>bolo   | Item                                                             | Método de cálculo                                                                                                                | Valor<br>padrão            |
|----------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| H              | Altura da barreira                                               |                                                                                                                                  | —                          |
| b <sub>1</sub> | Largura da soleira<br>do vertedouro                              |                                                                                                                                  | —                          |
| b <sub>2</sub> | Largura da base da<br>barreira                                   | $b_2 = b_1 + (m + n) \times H$                                                                                                   | —                          |
| m              | Inclinação<br>paramento de<br>montante                           | 1 : m, $m = \tan \theta$                                                                                                         | —                          |
| n              | Inclinação<br>paramento de<br>jusante                            | 1 : n                                                                                                                            | —                          |
| h <sub>1</sub> | Profundidade da<br>água a montante                               | $h_1 = H + h_3$                                                                                                                  | —                          |
| h <sub>2</sub> | Profundidade da<br>água a jusante                                |                                                                                                                                  | —                          |
| h <sub>3</sub> | Profundidade da<br>água transbordante<br>(condições de<br>cheia) |                                                                                                                                  | —                          |
| D <sub>d</sub> | Profundidade da<br>água do fluxo de<br>detritos                  |                                                                                                                                  | —                          |
| h <sub>e</sub> | Profundidade da<br>deposição                                     | Condição de fluxo de<br>detritos<br>(parte transbordante): $H - D_d$                                                             | —                          |
| $\gamma_c$     | Peso específico do<br>concreto                                   |                                                                                                                                  | 22,56<br>kN/m <sup>3</sup> |
| $\gamma_{ol}$  | Peso específico da<br>água com<br>sedimentos                     |                                                                                                                                  | 11,77<br>kN/m <sup>3</sup> |
| $\gamma_d$     | Peso específico do<br>fluxo de detritos                          | $\gamma_d = \{\sigma \cdot C_d + \rho \cdot (1 - C_d)\} \cdot g$<br>$C_d$ : Concentração do FD<br>$\rho_w$ : massa específica da | —                          |

| 記<br>号         | 項目                       | 算出方法                                                                                                                                                                                 | 基準値                        |
|----------------|--------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| H              | 提高                       |                                                                                                                                                                                      | —                          |
| b <sub>1</sub> | 水通し天端幅                   |                                                                                                                                                                                      | —                          |
| b <sub>2</sub> | 堤底幅                      | $b_2 = b_1 + (m + n) \times H$                                                                                                                                                       | —                          |
| m              | 上流のり勾配                   | 1 : m, $m = \tan \theta$                                                                                                                                                             | —                          |
| n              | 上流法勾配                    | 1 : n                                                                                                                                                                                | —                          |
| h <sub>1</sub> | 上流側水深                    | $h_1 = H + h_3$                                                                                                                                                                      | —                          |
| h <sub>2</sub> | 下流側水深                    |                                                                                                                                                                                      | —                          |
| h <sub>3</sub> | 越流水深（洪<br>水時）            |                                                                                                                                                                                      | —                          |
| D <sub>d</sub> | 土石流水深                    |                                                                                                                                                                                      | —                          |
| h <sub>e</sub> | 堆砂深                      | 土石流時<br>（越流部） : $H - D_d$                                                                                                                                                            | —                          |
| $\gamma_c$     | コンクリートの単<br>位体積重量        |                                                                                                                                                                                      | 22.56<br>kN/m <sup>3</sup> |
| $\gamma_{ol}$  | 堆積物を含む<br>水の単位体積<br>重量   |                                                                                                                                                                                      | 11.77<br>kN/m <sup>3</sup> |
| $\gamma_d$     | 土石流時の単<br>位堆積重量          | $\gamma_d = \{\sigma \cdot C_d + \rho \cdot (1 - C_d)\} \cdot g$<br>土石流濃度<br>$\rho_w$ : 水の密度 (1, 200kg/m <sup>3</sup> )<br>$\rho_{\text{岩石}}$ : 礫の単位堆積重量<br>(2600kg/m <sup>3</sup> ) | —                          |
| $\gamma_s$     | 土石流の水中<br>堆積物の単位<br>堆積重量 | $\gamma_{\text{水中土石}} = C^* \times (\rho_{\text{岩石}} - \rho_w) \times g$<br>$C^*$ : 溪床堆積物の濃度                                                                                         | 8.2<br>kN/m <sup>3</sup>   |

|      |                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                             |                                                                                                                                |                                                                             |                                                                      |                             |        |                                                                 |      |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------|------|
|      |                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                             | água (1200 kg/m³)<br>ρ <sub>rocha</sub> : massa específica do bloco (2600 kg/m³)                                               |                                                                             |                                                                      | Y <sub>岩石</sub><br>礫の単位体積重量 |        | 25.5 kN/m³                                                      |      |
|      | γ <sub>s</sub>                                                                                                                                                                                                               | Peso específico submerso dos sedimentos no fluxo de detritos                                                                | γ <sub>sub,detritos</sub> =C*×( ρ <sub>rocha</sub> − ρ <sub>w</sub> ) ×g<br>C* : concentração dos sólidos depositados no leito | 8,2 kN/m³                                                                   |                                                                      | g                           | 重力加速度  | 9.81 m/s²                                                       |      |
|      | γ <sub>rocha</sub>                                                                                                                                                                                                           | Peso específico do bloco                                                                                                    |                                                                                                                                | 25,5 kN/m³                                                                  |                                                                      | K <sub>a</sub>              | 土圧係数   | K <sub>a</sub> =(1 − sinφ) / (1 + sinφ)<br>φ : 水中での土砂内部摩擦角(35°) | 0.27 |
|      | g                                                                                                                                                                                                                            | Aceleração gravitacional                                                                                                    |                                                                                                                                | 9,81m/s²                                                                    |                                                                      |                             |        |                                                                 |      |
|      | K <sub>a</sub>                                                                                                                                                                                                               | Coeficiente de empuxo                                                                                                       | K <sub>a</sub> =(1 − sinφ) / (1 + sinφ)<br>φ : Ângulo de atrito dos sólidos dentro da água (35°)                               | 0,27                                                                        |                                                                      |                             |        |                                                                 |      |
| 430. | 3.2.1 Cálculo de estabilidade da parte transbordante                                                                                                                                                                         |                                                                                                                             |                                                                                                                                |                                                                             | 3.2.1 越流部の安定計算                                                       |                             |        |                                                                 |      |
| 431. | O cálculo de estabilidade da parte transbordante é analisado usando a geometria da seção transversal da barreira no trecho do vertedouro.                                                                                    |                                                                                                                             |                                                                                                                                |                                                                             | 越流部の安定計算は、水通し部における縦断形状を用いて検討する。                                      |                             |        |                                                                 |      |
| 432. | É feita a verificação de estabilidade combinando as forças de projeto com os três cenários (condições de fluxo de detritos, condições de cheia e condições de preenchimento dos sólidos), conforme as tabelas 3.15 até 3.17. |                                                                                                                             |                                                                                                                                |                                                                             | 安定計算は、設計外力の組合せを 3 つの条件（土石流時、洪水時、満砂時）における安定を、表 3.15 ～3.17 に示す通りに確認する。 |                             |        |                                                                 |      |
| 433. | Tabela - 3.14 Parâmetros consideradas no cálculo de estabilidade da barreira impermeável                                                                                                                                     |                                                                                                                             |                                                                                                                                |                                                                             | 表 - 3.14 不透過型堰堤の安定計算に用いるパラメーター                                       |                             |        |                                                                 |      |
| 434. | Cenário                                                                                                                                                                                                                      | Condição do fluxo de detritos                                                                                               | Condições de cheia                                                                                                             | Condições de preenchimento de sólidos                                       | 表 - 3.15 不透過型堰堤に作用する力（土石流時）                                          |                             |        |                                                                 |      |
|      | Altura da barreira inferior a 15m                                                                                                                                                                                            | Peso próprio do corpo, pressão hidrostática, empuxo do material depositado e solicitação hidrodinâmica do fluxo de detritos | Peso próprio do corpo e pressão hidrostática                                                                                   | Peso próprio do corpo, pressão hidrostática e empuxo do material depositado | 条件                                                                   | 土石流時                        | 洪水時    | 満砂時                                                             |      |
|      |                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                             |                                                                                                                                |                                                                             | 堤高15m未満                                                              | 自重、静水圧、堆積物土圧、土石流流体力荷重       | 自重・静水圧 | 自重・静水圧・堆積物土圧                                                    |      |
| 435. | Tabela - 3.15 Forças que incidem na barreira impermeável (condições de fluxo de detritos)                                                                                                                                    |                                                                                                                             |                                                                                                                                |                                                                             |                                                                      |                             |        |                                                                 |      |

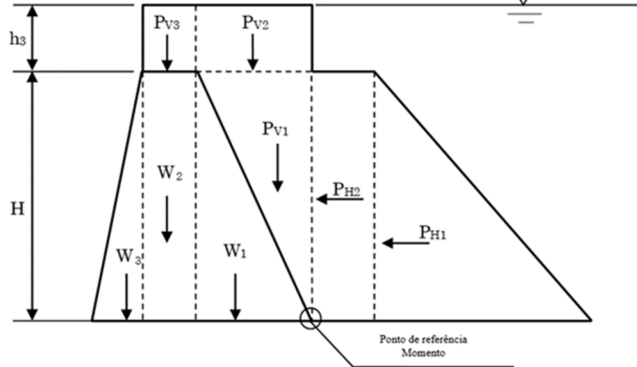
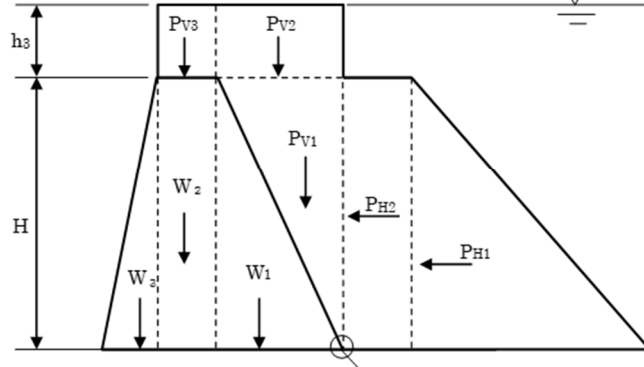
| 436.                            | <table> <tr> <th>Cargas de projeto devidas a/ao:</th><th>Símbolo</th><th>Relação</th><th>Força vertical (V)</th><th>Força horizontal (H)</th><th>Distância entre a extremidade a montante da base da barreira e a linha de ação(L)</th><th>Momento (M=V×L + H×L)</th></tr> <tr> <td rowspan="5">Peso próprio</td><td>W</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>W<sub>1</sub></td><td>1/2×γ<sub>c</sub>×m×H<sup>2</sup></td><td>(+)</td><td></td><td>2/3×m×H</td><td>(+)</td></tr> <tr> <td>W<sub>2</sub></td><td>W<sub>c</sub>×b<sub>1</sub>×H</td><td>(+)</td><td></td><td>m×H + 1/2×b<sub>1</sub></td><td>(+)</td></tr> <tr> <td>W<sub>3</sub></td><td>1/2×W<sub>c</sub>×n×H<sup>2</sup></td><td>(+)</td><td></td><td>m×H + b<sub>1</sub> + 1/3×n×H</td><td>(+)</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td rowspan="4">Pressão Hidrostática</td><td>P</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>P<sub>V1</sub></td><td>1/2×γ<sub>w</sub>×m×h<sub>e</sub><sup>2</sup></td><td>(+)</td><td></td><td>1/3×m×h<sub>e</sub></td><td>(+)</td></tr> <tr> <td>P<sub>H1</sub></td><td>1/2×γ<sub>w</sub>×h<sub>e</sub><sup>2</sup></td><td></td><td>(+)</td><td>1/3×h<sub>e</sub></td><td>(+)</td></tr> <tr> <td>P<sub>H2</sub></td><td>D<sub>d</sub>×W<sub>0</sub>×h<sub>e</sub></td><td></td><td>(+)</td><td>1/2×h<sub>e</sub></td><td>(+)</td></tr> <tr> <td rowspan="4">Pressão de deposição</td><td>P<sub>e</sub></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>P<sub>eV1</sub></td><td>1/2×γ<sub>s</sub>×m×h<sub>e</sub><sup>2</sup></td><td>(+)</td><td></td><td>1/3×m×h<sub>e</sub></td><td>(+)</td></tr> <tr> <td>P<sub>aH1</sub></td><td>1/2×k×γ<sub>s</sub>×h<sub>e</sub><sup>2</sup></td><td></td><td>(+)</td><td>1/3×h<sub>e</sub></td><td>(+)</td></tr> <tr> <td>P<sub>aH2</sub></td><td>k×γ<sub>s</sub>×D<sub>d</sub>×h<sub>e</sub></td><td></td><td>(+)</td><td>1/2×h<sub>e</sub></td><td>(+)</td></tr> <tr> <td rowspan="3">Peso do fluxo de detritos</td><td>P<sub>d</sub></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>P<sub>d1</sub></td><td>γ<sub>d</sub>×D<sub>d</sub>×m×h<sub>e</sub></td><td>(+)</td><td></td><td>1/2×m×h<sub>e</sub></td><td>(+)</td></tr> <tr> <td>P<sub>d2</sub></td><td>1/2×γ<sub>d</sub>×m×D<sub>d</sub><sup>2</sup></td><td>(+)</td><td></td><td>m×h<sub>e</sub> + 1/3×m×D<sub>d</sub></td><td>(+)</td></tr> <tr> <td>Hidrodinâmica do FD</td><td>F</td><td>α×(γ<sub>d</sub>/g)×D<sub>d</sub>×U<sup>2</sup></td><td></td><td>(+)</td><td>h<sub>e</sub> + 1/2×D<sub>d</sub></td><td>(+)</td></tr> <tr> <td>Totais</td><td></td><td></td><td>V</td><td>H</td><td></td><td>M</td></tr> </table> | Cargas de projeto devidas a/ao:                      | Símbolo            | Relação              | Força vertical (V)                                                                | Força horizontal (H)  | Distância entre a extremidade a montante da base da barreira e a linha de ação(L) | Momento (M=V×L + H×L) | Peso próprio | W |  |  |  |  |  | W <sub>1</sub> | 1/2×γ <sub>c</sub> ×m×H <sup>2</sup> | (+) |  | 2/3×m×H | (+) | W <sub>2</sub> | W <sub>c</sub> ×b <sub>1</sub> ×H | (+) |  | m×H + 1/2×b <sub>1</sub> | (+) | W <sub>3</sub> | 1/2×W <sub>c</sub> ×n×H <sup>2</sup> | (+) |  | m×H + b <sub>1</sub> + 1/3×n×H | (+) |  |  |  |  |  |  | Pressão Hidrostática | P |  |  |  |  |  | P <sub>V1</sub> | 1/2×γ <sub>w</sub> ×m×h <sub>e</sub> <sup>2</sup> | (+) |  | 1/3×m×h <sub>e</sub> | (+) | P <sub>H1</sub> | 1/2×γ <sub>w</sub> ×h <sub>e</sub> <sup>2</sup> |  | (+) | 1/3×h <sub>e</sub> | (+) | P <sub>H2</sub> | D <sub>d</sub> ×W <sub>0</sub> ×h <sub>e</sub> |  | (+) | 1/2×h <sub>e</sub> | (+) | Pressão de deposição | P <sub>e</sub> |  |  |  |  |  | P <sub>eV1</sub> | 1/2×γ <sub>s</sub> ×m×h <sub>e</sub> <sup>2</sup> | (+) |  | 1/3×m×h <sub>e</sub> | (+) | P <sub>aH1</sub> | 1/2×k×γ <sub>s</sub> ×h <sub>e</sub> <sup>2</sup> |  | (+) | 1/3×h <sub>e</sub> | (+) | P <sub>aH2</sub> | k×γ <sub>s</sub> ×D <sub>d</sub> ×h <sub>e</sub> |  | (+) | 1/2×h <sub>e</sub> | (+) | Peso do fluxo de detritos | P <sub>d</sub> |  |  |  |  |  | P <sub>d1</sub> | γ <sub>d</sub> ×D <sub>d</sub> ×m×h <sub>e</sub> | (+) |  | 1/2×m×h <sub>e</sub> | (+) | P <sub>d2</sub> | 1/2×γ <sub>d</sub> ×m×D <sub>d</sub> <sup>2</sup> | (+) |  | m×h <sub>e</sub> + 1/3×m×D <sub>d</sub> | (+) | Hidrodinâmica do FD | F | α×(γ <sub>d</sub> /g)×D <sub>d</sub> ×U <sup>2</sup> |  | (+) | h <sub>e</sub> + 1/2×D <sub>d</sub> | (+) | Totais |  |  | V | H |  | M | <table> <tr> <th>以下による設計荷重</th><th>記号</th><th>関係</th><th>鉛直力 (V)</th><th>水平力 (H)</th><th>堤体上流端から作用線までの距離 (L)</th><th>モーメント (M=V×L + H×L)</th></tr> <tr> <td rowspan="4">自重</td><td>W</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>W<sub>1</sub></td><td>1/2×γ<sub>c</sub>×m×H<sup>2</sup></td><td>(+)</td><td></td><td>2/3×m×H</td><td>(+)</td></tr> <tr> <td>W<sub>2</sub></td><td>W<sub>c</sub>×b<sub>1</sub>×H</td><td>(+)</td><td></td><td>m×H + 1/2×b<sub>1</sub></td><td>(+)</td></tr> <tr> <td>W<sub>3</sub></td><td>1/2×W<sub>c</sub>×n×H<sup>2</sup></td><td>(+)</td><td></td><td>b<sub>1</sub>+b<sub>1</sub>+1/3×n×H</td><td>(+)</td></tr> <tr> <td rowspan="4">静水圧</td><td>P</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>P<sub>V1</sub></td><td>1/2×γ<sub>w</sub>×m×h<sub>e</sub><sup>2</sup></td><td>(+)</td><td></td><td>1/3×m×H<sub>e</sub></td><td>(+)</td></tr> <tr> <td>P<sub>H1</sub></td><td>1/2×γ<sub>w</sub>×m×h<sub>e</sub><sup>2</sup></td><td></td><td>(+)</td><td>1/3×m×H<sub>e</sub></td><td>(+)</td></tr> <tr> <td>P<sub>H2</sub></td><td>D<sub>d</sub>×W<sub>0</sub>×h<sub>e</sub></td><td></td><td>(+)</td><td>1/2×h<sub>e</sub></td><td>(+)</td></tr> <tr> <td rowspan="4">堆砂圧</td><td>P<sub>e</sub></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>P<sub>eV1</sub></td><td>1/2×γ<sub>s</sub>×m×h<sub>e</sub><sup>2</sup></td><td>(+)</td><td></td><td>1/3×m×H<sub>e</sub></td><td>(+)</td></tr> <tr> <td>P<sub>aH1</sub></td><td>1/2×k×γ<sub>s</sub>×h<sub>e</sub><sup>2</sup></td><td></td><td>(+)</td><td>1/3×h<sub>e</sub></td><td>(+)</td></tr> <tr> <td>P<sub>aH2</sub></td><td>k×γ<sub>s</sub>×D<sub>d</sub>×h<sub>e</sub></td><td></td><td>(+)</td><td>1/2×h<sub>e</sub></td><td>(+)</td></tr> <tr> <td rowspan="3">土石流時の重量</td><td>P<sub>d</sub></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr> <td>P<sub>d1</sub></td><td>γ<sub>d</sub>×D<sub>d</sub>×m×h<sub>e</sub></td><td>(+)</td><td></td><td>1/2×m×h<sub>e</sub></td><td>(+)</td></tr> <tr> <td>P<sub>d2</sub></td><td>1/2×γ<sub>d</sub>×m×D<sub>d</sub><sup>2</sup></td><td>(+)</td><td></td><td>m×h<sub>e</sub> + 1/3×m×D<sub>d</sub></td><td>(+)</td></tr> <tr> <td>土石流の流体力</td><td>F</td><td>α×(γ<sub>d</sub>/g)×D<sub>d</sub>×U<sup>2</sup></td><td></td><td>(+)</td><td>h<sub>e</sub> + 1/2×D<sub>d</sub></td><td>(+)</td></tr> <tr> <td>合計</td><td></td><td></td><td>V</td><td>H</td><td></td><td>M</td></tr> </table> | 以下による設計荷重 | 記号 | 関係 | 鉛直力 (V) | 水平力 (H) | 堤体上流端から作用線までの距離 (L) | モーメント (M=V×L + H×L) | 自重 | W |  |  |  |  |  | W <sub>1</sub> | 1/2×γ <sub>c</sub> ×m×H <sup>2</sup> | (+) |  | 2/3×m×H | (+) | W <sub>2</sub> | W <sub>c</sub> ×b <sub>1</sub> ×H | (+) |  | m×H + 1/2×b <sub>1</sub> | (+) | W <sub>3</sub> | 1/2×W <sub>c</sub> ×n×H <sup>2</sup> | (+) |  | b <sub>1</sub> +b <sub>1</sub> +1/3×n×H | (+) | 静水圧 | P |  |  |  |  |  | P <sub>V1</sub> | 1/2×γ <sub>w</sub> ×m×h <sub>e</sub> <sup>2</sup> | (+) |  | 1/3×m×H <sub>e</sub> | (+) | P <sub>H1</sub> | 1/2×γ <sub>w</sub> ×m×h <sub>e</sub> <sup>2</sup> |  | (+) | 1/3×m×H <sub>e</sub> | (+) | P <sub>H2</sub> | D <sub>d</sub> ×W <sub>0</sub> ×h <sub>e</sub> |  | (+) | 1/2×h <sub>e</sub> | (+) | 堆砂圧 | P <sub>e</sub> |  |  |  |  |  | P <sub>eV1</sub> | 1/2×γ <sub>s</sub> ×m×h <sub>e</sub> <sup>2</sup> | (+) |  | 1/3×m×H <sub>e</sub> | (+) | P <sub>aH1</sub> | 1/2×k×γ <sub>s</sub> ×h <sub>e</sub> <sup>2</sup> |  | (+) | 1/3×h <sub>e</sub> | (+) | P <sub>aH2</sub> | k×γ <sub>s</sub> ×D <sub>d</sub> ×h <sub>e</sub> |  | (+) | 1/2×h <sub>e</sub> | (+) | 土石流時の重量 | P <sub>d</sub> |  |  |  |  |  | P <sub>d1</sub> | γ <sub>d</sub> ×D <sub>d</sub> ×m×h <sub>e</sub> | (+) |  | 1/2×m×h <sub>e</sub> | (+) | P <sub>d2</sub> | 1/2×γ <sub>d</sub> ×m×D <sub>d</sub> <sup>2</sup> | (+) |  | m×h <sub>e</sub> + 1/3×m×D <sub>d</sub> | (+) | 土石流の流体力 | F | α×(γ <sub>d</sub> /g)×D <sub>d</sub> ×U <sup>2</sup> |  | (+) | h <sub>e</sub> + 1/2×D <sub>d</sub> | (+) | 合計 |  |  | V | H |  | M |
|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|--------------|---|--|--|--|--|--|----------------|--------------------------------------|-----|--|---------|-----|----------------|-----------------------------------|-----|--|--------------------------|-----|----------------|--------------------------------------|-----|--|--------------------------------|-----|--|--|--|--|--|--|----------------------|---|--|--|--|--|--|-----------------|---------------------------------------------------|-----|--|----------------------|-----|-----------------|-------------------------------------------------|--|-----|--------------------|-----|-----------------|------------------------------------------------|--|-----|--------------------|-----|----------------------|----------------|--|--|--|--|--|------------------|---------------------------------------------------|-----|--|----------------------|-----|------------------|---------------------------------------------------|--|-----|--------------------|-----|------------------|--------------------------------------------------|--|-----|--------------------|-----|---------------------------|----------------|--|--|--|--|--|-----------------|--------------------------------------------------|-----|--|----------------------|-----|-----------------|---------------------------------------------------|-----|--|-----------------------------------------|-----|---------------------|---|------------------------------------------------------|--|-----|-------------------------------------|-----|--------|--|--|---|---|--|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----|----|---------|---------|---------------------|---------------------|----|---|--|--|--|--|--|----------------|--------------------------------------|-----|--|---------|-----|----------------|-----------------------------------|-----|--|--------------------------|-----|----------------|--------------------------------------|-----|--|-----------------------------------------|-----|-----|---|--|--|--|--|--|-----------------|---------------------------------------------------|-----|--|----------------------|-----|-----------------|---------------------------------------------------|--|-----|----------------------|-----|-----------------|------------------------------------------------|--|-----|--------------------|-----|-----|----------------|--|--|--|--|--|------------------|---------------------------------------------------|-----|--|----------------------|-----|------------------|---------------------------------------------------|--|-----|--------------------|-----|------------------|--------------------------------------------------|--|-----|--------------------|-----|---------|----------------|--|--|--|--|--|-----------------|--------------------------------------------------|-----|--|----------------------|-----|-----------------|---------------------------------------------------|-----|--|-----------------------------------------|-----|---------|---|------------------------------------------------------|--|-----|-------------------------------------|-----|----|--|--|---|---|--|---|
| Cargas de projeto devidas a/ao: | Símbolo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Relação                                              | Força vertical (V) | Força horizontal (H) | Distância entre a extremidade a montante da base da barreira e a linha de ação(L) | Momento (M=V×L + H×L) |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
| Peso próprio                    | W                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                      |                    |                      |                                                                                   |                       |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | W <sub>1</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1/2×γ <sub>c</sub> ×m×H <sup>2</sup>                 | (+)                |                      | 2/3×m×H                                                                           | (+)                   |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | W <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | W <sub>c</sub> ×b <sub>1</sub> ×H                    | (+)                |                      | m×H + 1/2×b <sub>1</sub>                                                          | (+)                   |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | W <sub>3</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1/2×W <sub>c</sub> ×n×H <sup>2</sup>                 | (+)                |                      | m×H + b <sub>1</sub> + 1/3×n×H                                                    | (+)                   |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                      |                    |                      |                                                                                   |                       |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
| Pressão Hidrostática            | P                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                      |                    |                      |                                                                                   |                       |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | P <sub>V1</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1/2×γ <sub>w</sub> ×m×h <sub>e</sub> <sup>2</sup>    | (+)                |                      | 1/3×m×h <sub>e</sub>                                                              | (+)                   |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | P <sub>H1</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1/2×γ <sub>w</sub> ×h <sub>e</sub> <sup>2</sup>      |                    | (+)                  | 1/3×h <sub>e</sub>                                                                | (+)                   |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | P <sub>H2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | D <sub>d</sub> ×W <sub>0</sub> ×h <sub>e</sub>       |                    | (+)                  | 1/2×h <sub>e</sub>                                                                | (+)                   |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
| Pressão de deposição            | P <sub>e</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                      |                    |                      |                                                                                   |                       |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | P <sub>eV1</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1/2×γ <sub>s</sub> ×m×h <sub>e</sub> <sup>2</sup>    | (+)                |                      | 1/3×m×h <sub>e</sub>                                                              | (+)                   |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | P <sub>aH1</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1/2×k×γ <sub>s</sub> ×h <sub>e</sub> <sup>2</sup>    |                    | (+)                  | 1/3×h <sub>e</sub>                                                                | (+)                   |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | P <sub>aH2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | k×γ <sub>s</sub> ×D <sub>d</sub> ×h <sub>e</sub>     |                    | (+)                  | 1/2×h <sub>e</sub>                                                                | (+)                   |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
| Peso do fluxo de detritos       | P <sub>d</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                      |                    |                      |                                                                                   |                       |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | P <sub>d1</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | γ <sub>d</sub> ×D <sub>d</sub> ×m×h <sub>e</sub>     | (+)                |                      | 1/2×m×h <sub>e</sub>                                                              | (+)                   |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | P <sub>d2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1/2×γ <sub>d</sub> ×m×D <sub>d</sub> <sup>2</sup>    | (+)                |                      | m×h <sub>e</sub> + 1/3×m×D <sub>d</sub>                                           | (+)                   |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
| Hidrodinâmica do FD             | F                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | α×(γ <sub>d</sub> /g)×D <sub>d</sub> ×U <sup>2</sup> |                    | (+)                  | h <sub>e</sub> + 1/2×D <sub>d</sub>                                               | (+)                   |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
| Totais                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                      | V                  | H                    |                                                                                   | M                     |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
| 以下による設計荷重                       | 記号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 関係                                                   | 鉛直力 (V)            | 水平力 (H)              | 堤体上流端から作用線までの距離 (L)                                                               | モーメント (M=V×L + H×L)   |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
| 自重                              | W                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                      |                    |                      |                                                                                   |                       |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | W <sub>1</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1/2×γ <sub>c</sub> ×m×H <sup>2</sup>                 | (+)                |                      | 2/3×m×H                                                                           | (+)                   |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | W <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | W <sub>c</sub> ×b <sub>1</sub> ×H                    | (+)                |                      | m×H + 1/2×b <sub>1</sub>                                                          | (+)                   |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | W <sub>3</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1/2×W <sub>c</sub> ×n×H <sup>2</sup>                 | (+)                |                      | b <sub>1</sub> +b <sub>1</sub> +1/3×n×H                                           | (+)                   |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
| 静水圧                             | P                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                      |                    |                      |                                                                                   |                       |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | P <sub>V1</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1/2×γ <sub>w</sub> ×m×h <sub>e</sub> <sup>2</sup>    | (+)                |                      | 1/3×m×H <sub>e</sub>                                                              | (+)                   |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | P <sub>H1</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1/2×γ <sub>w</sub> ×m×h <sub>e</sub> <sup>2</sup>    |                    | (+)                  | 1/3×m×H <sub>e</sub>                                                              | (+)                   |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | P <sub>H2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | D <sub>d</sub> ×W <sub>0</sub> ×h <sub>e</sub>       |                    | (+)                  | 1/2×h <sub>e</sub>                                                                | (+)                   |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
| 堆砂圧                             | P <sub>e</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                      |                    |                      |                                                                                   |                       |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | P <sub>eV1</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1/2×γ <sub>s</sub> ×m×h <sub>e</sub> <sup>2</sup>    | (+)                |                      | 1/3×m×H <sub>e</sub>                                                              | (+)                   |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | P <sub>aH1</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1/2×k×γ <sub>s</sub> ×h <sub>e</sub> <sup>2</sup>    |                    | (+)                  | 1/3×h <sub>e</sub>                                                                | (+)                   |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | P <sub>aH2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | k×γ <sub>s</sub> ×D <sub>d</sub> ×h <sub>e</sub>     |                    | (+)                  | 1/2×h <sub>e</sub>                                                                | (+)                   |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
| 土石流時の重量                         | P <sub>d</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                      |                    |                      |                                                                                   |                       |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | P <sub>d1</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | γ <sub>d</sub> ×D <sub>d</sub> ×m×h <sub>e</sub>     | (+)                |                      | 1/2×m×h <sub>e</sub>                                                              | (+)                   |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | P <sub>d2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1/2×γ <sub>d</sub> ×m×D <sub>d</sub> <sup>2</sup>    | (+)                |                      | m×h <sub>e</sub> + 1/3×m×D <sub>d</sub>                                           | (+)                   |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
| 土石流の流体力                         | F                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | α×(γ <sub>d</sub> /g)×D <sub>d</sub> ×U <sup>2</sup> |                    | (+)                  | h <sub>e</sub> + 1/2×D <sub>d</sub>                                               | (+)                   |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |
| 合計                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                      | V                  | H                    |                                                                                   | M                     |                                                                                   |                       |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                |     |  |  |  |  |  |  |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                 |  |     |                    |     |                 |                                                |  |     |                    |     |                      |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |                           |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |                     |   |                                                      |  |     |                                     |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |           |    |    |         |         |                     |                     |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                          |     |                |                                      |     |  |                                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                                   |     |  |                      |     |                 |                                                   |  |     |                      |     |                 |                                                |  |     |                    |     |     |                |  |  |  |  |  |                  |                                                   |     |  |                      |     |                  |                                                   |  |     |                    |     |                  |                                                  |  |     |                    |     |         |                |  |  |  |  |  |                 |                                                  |     |  |                      |     |                 |                                                   |     |  |                                         |     |         |   |                                                      |  |     |                                     |     |    |  |  |   |   |  |   |

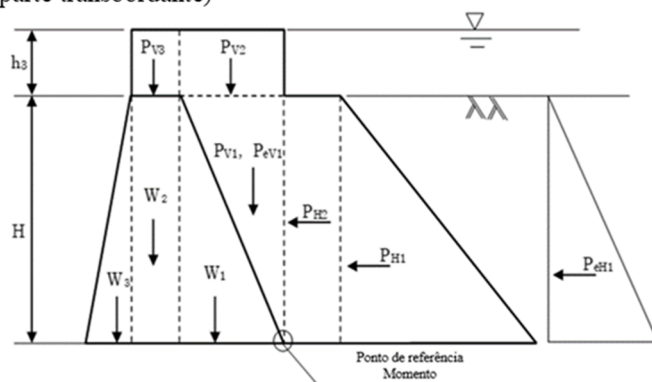
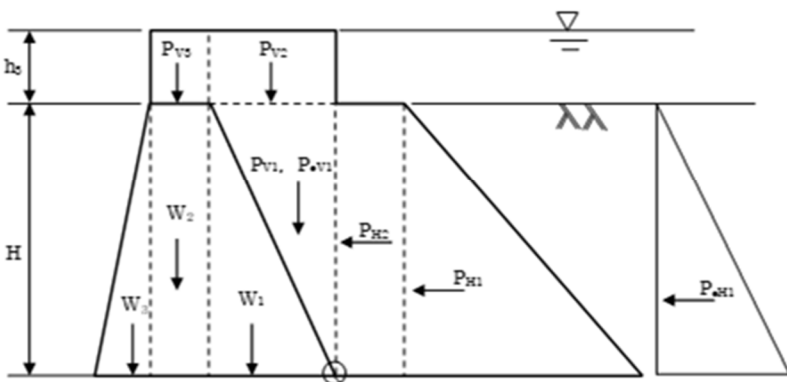
437.

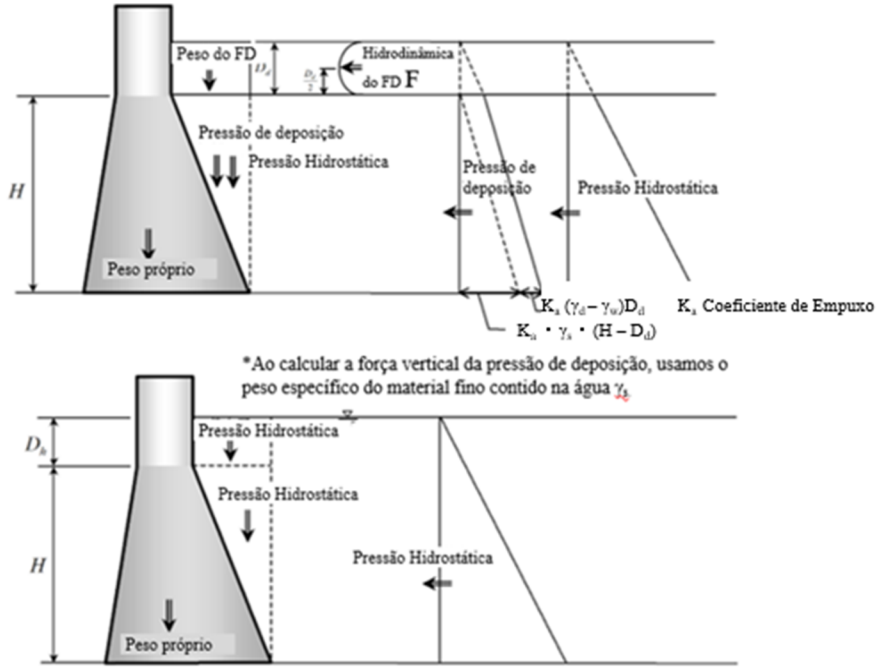
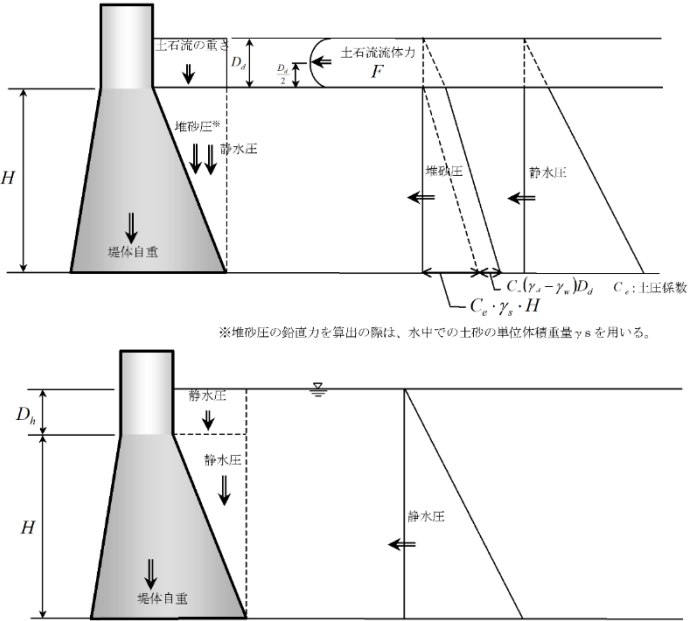
Figura - 3.27 Diagrama de cargas da barreira impermeável (Condições de Fluxo de Detritos, Parte Transbordante)

図 - 3.27 不透過型堰堤の荷重図 (土石流時:越流部)

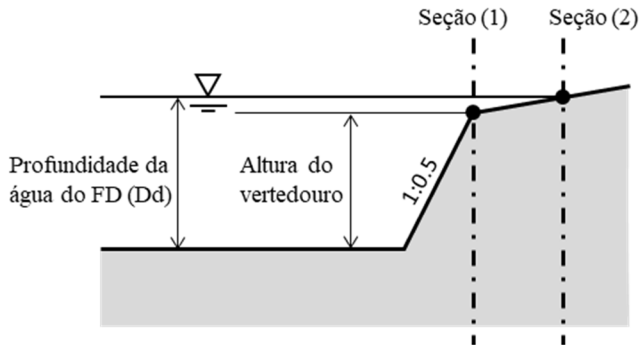
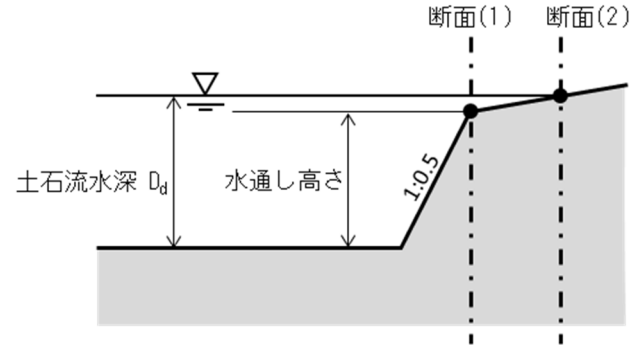
| 438.                        | Momento de fluxo de detritos<br>(parte transbordante)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                |                    |                      |                                                                                                                    |                      |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|--------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------|---|--|--|--|--|--|----------------|--------------------------------------|-----|--|---------|-----|----------------|-----------------------------------|-----|--|------------------------|-----|----------------|--------------------------------------|-----|--|-----------------------------|-----|----------------------|---|--|--|--|--|--|-----------------|--------------------------------------|-----|--|---------|-----|-----------------|-------------------------------------|-----|--|---------|-----|-----------------|------------------------------------------------|-----|--|------------------------|-----|-----------------|------------------------------------|--|-----|-------|-----|-----------------|-----------------------------------|--|-----|-------|-----|--------|--|--|---|---|--|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----|----|---------|---------|-------------------------------------------|-------------------|----|---|--|--|--|--|--|----------------|--------------------------------------|-----|--|---------|-----|----------------|-----------------------------------|-----|--|------------------------|-----|----------------|--------------------------------------|-----|--|-------------------------|-----|-----|---|--|--|--|--|--|-----------------|--------------------------------------|-----|--|---------|-----|-----------------|-------------------------------------|-----|--|---------|-----|-----------------|------------------------------------------------|-----|--|------------------------|-----|-----------------|------------------------------------|--|-----|-------|-----|-----------------|-----------------------------------|--|-----|-------|-----|----|--|--|---|---|--|---|
| 439.                        | Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 土石流時（越流部）<br>                                  |                    |                      |                                                                                                                    |                      |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
| 440.                        | Tabela - 3.16 Forças que incidem na barreira impermeável (Condições de Cheia)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 表 - 3.16 不透過型堰堤に作用する力（洪水時）                     |                    |                      |                                                                                                                    |                      |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
| 441.                        | <table><tr><th>Cargas de projeto devido a:</th><th>Símbolo</th><th>Relação</th><th>Força vertical (V)</th><th>Força horizontal (H)</th><th>Distância entre a extremidade a montante da base da barreira e a linha de ação (L) (ponto de aplicação das cargas)</th><th>Momento (M=V×L+H×L)</th></tr><tr><td rowspan="4">Peso próprio</td><td>W</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>W<sub>1</sub></td><td>1/2×W<sub>u</sub>×m×H<sup>2</sup></td><td>(+)</td><td></td><td>2/3×m×H</td><td>(+)</td></tr><tr><td>W<sub>2</sub></td><td>W<sub>u</sub>×b<sub>1</sub>×H</td><td>(+)</td><td></td><td>m×H+1/2×b<sub>1</sub></td><td>(+)</td></tr><tr><td>W<sub>3</sub></td><td>1/2×W<sub>u</sub>×n×H<sup>2</sup></td><td>(+)</td><td></td><td>m×H+b<sub>1</sub>+1/3×n×H</td><td>(+)</td></tr><tr><td rowspan="6">Pressão Hidrostática</td><td>P</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>P<sub>V1</sub></td><td>1/2×γ<sub>w</sub>×m×H<sup>2</sup></td><td>(+)</td><td></td><td>1/3×m×H</td><td>(+)</td></tr><tr><td>P<sub>V2</sub></td><td>γ<sub>w</sub>×m×h<sub>1</sub>×H</td><td>(+)</td><td></td><td>1/2×m×H</td><td>(+)</td></tr><tr><td>P<sub>V3</sub></td><td>γ<sub>w</sub>×b<sub>1</sub>×h<sub>1</sub></td><td>(+)</td><td></td><td>m×H+1/2×b<sub>1</sub></td><td>(+)</td></tr><tr><td>P<sub>H1</sub></td><td>1/2×γ<sub>w</sub>×H<sup>2</sup></td><td></td><td>(+)</td><td>1/3×H</td><td>(+)</td></tr><tr><td>P<sub>H2</sub></td><td>γ<sub>w</sub>×h<sub>1</sub>×H</td><td></td><td>(+)</td><td>1/2×H</td><td>(+)</td></tr><tr><td>Totais</td><td></td><td></td><td>V</td><td>H</td><td></td><td>M</td></tr></table> | Cargas de projeto devido a:                    | Símbolo            | Relação              | Força vertical (V)                                                                                                 | Força horizontal (H) | Distância entre a extremidade a montante da base da barreira e a linha de ação (L) (ponto de aplicação das cargas) | Momento (M=V×L+H×L) | Peso próprio | W |  |  |  |  |  | W <sub>1</sub> | 1/2×W <sub>u</sub> ×m×H <sup>2</sup> | (+) |  | 2/3×m×H | (+) | W <sub>2</sub> | W <sub>u</sub> ×b <sub>1</sub> ×H | (+) |  | m×H+1/2×b <sub>1</sub> | (+) | W <sub>3</sub> | 1/2×W <sub>u</sub> ×n×H <sup>2</sup> | (+) |  | m×H+b <sub>1</sub> +1/3×n×H | (+) | Pressão Hidrostática | P |  |  |  |  |  | P <sub>V1</sub> | 1/2×γ <sub>w</sub> ×m×H <sup>2</sup> | (+) |  | 1/3×m×H | (+) | P <sub>V2</sub> | γ <sub>w</sub> ×m×h <sub>1</sub> ×H | (+) |  | 1/2×m×H | (+) | P <sub>V3</sub> | γ <sub>w</sub> ×b <sub>1</sub> ×h <sub>1</sub> | (+) |  | m×H+1/2×b <sub>1</sub> | (+) | P <sub>H1</sub> | 1/2×γ <sub>w</sub> ×H <sup>2</sup> |  | (+) | 1/3×H | (+) | P <sub>H2</sub> | γ <sub>w</sub> ×h <sub>1</sub> ×H |  | (+) | 1/2×H | (+) | Totais |  |  | V | H |  | M | <table><tr><th>以下による設計荷重</th><th>記号</th><th>関係</th><th>鉛直力 (V)</th><th>水平力 (H)</th><th>堰頂上流端から作用線までの距離 (L) (荷重が拡大する点) (荷重が拡大する点)</th><th>モーメント (M=V×L+H×L)</th></tr><tr><td rowspan="4">自重</td><td>W</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>W<sub>1</sub></td><td>1/2×W<sub>u</sub>×m×H<sup>2</sup></td><td>(+)</td><td></td><td>2/3×m×H</td><td>(+)</td></tr><tr><td>W<sub>2</sub></td><td>W<sub>u</sub>×b<sub>1</sub>×H</td><td>(+)</td><td></td><td>m×H+1/2×b<sub>1</sub></td><td>(+)</td></tr><tr><td>W<sub>3</sub></td><td>1/2×W<sub>u</sub>×n×H<sup>2</sup></td><td>(+)</td><td></td><td>b<sub>1</sub>+1/3×n×H</td><td>(+)</td></tr><tr><td rowspan="6">静水圧</td><td>P</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>P<sub>V1</sub></td><td>1/2×γ<sub>w</sub>×m×H<sup>2</sup></td><td>(+)</td><td></td><td>1/3×m×H</td><td>(+)</td></tr><tr><td>P<sub>V2</sub></td><td>γ<sub>w</sub>×m×h<sub>1</sub>×H</td><td>(+)</td><td></td><td>1/2×m×H</td><td>(+)</td></tr><tr><td>P<sub>V3</sub></td><td>γ<sub>w</sub>×b<sub>1</sub>×h<sub>1</sub></td><td>(+)</td><td></td><td>m×H+1/2×b<sub>1</sub></td><td>(+)</td></tr><tr><td>P<sub>H1</sub></td><td>1/2×γ<sub>w</sub>×H<sup>2</sup></td><td></td><td>(+)</td><td>1/3×H</td><td>(+)</td></tr><tr><td>P<sub>H2</sub></td><td>γ<sub>w</sub>×h<sub>1</sub>×H</td><td></td><td>(+)</td><td>1/2×H</td><td>(+)</td></tr><tr><td>合計</td><td></td><td></td><td>V</td><td>H</td><td></td><td>M</td></tr></table> | 以下による設計荷重 | 記号 | 関係 | 鉛直力 (V) | 水平力 (H) | 堰頂上流端から作用線までの距離 (L) (荷重が拡大する点) (荷重が拡大する点) | モーメント (M=V×L+H×L) | 自重 | W |  |  |  |  |  | W <sub>1</sub> | 1/2×W <sub>u</sub> ×m×H <sup>2</sup> | (+) |  | 2/3×m×H | (+) | W <sub>2</sub> | W <sub>u</sub> ×b <sub>1</sub> ×H | (+) |  | m×H+1/2×b <sub>1</sub> | (+) | W <sub>3</sub> | 1/2×W <sub>u</sub> ×n×H <sup>2</sup> | (+) |  | b <sub>1</sub> +1/3×n×H | (+) | 静水圧 | P |  |  |  |  |  | P <sub>V1</sub> | 1/2×γ <sub>w</sub> ×m×H <sup>2</sup> | (+) |  | 1/3×m×H | (+) | P <sub>V2</sub> | γ <sub>w</sub> ×m×h <sub>1</sub> ×H | (+) |  | 1/2×m×H | (+) | P <sub>V3</sub> | γ <sub>w</sub> ×b <sub>1</sub> ×h <sub>1</sub> | (+) |  | m×H+1/2×b <sub>1</sub> | (+) | P <sub>H1</sub> | 1/2×γ <sub>w</sub> ×H <sup>2</sup> |  | (+) | 1/3×H | (+) | P <sub>H2</sub> | γ <sub>w</sub> ×h <sub>1</sub> ×H |  | (+) | 1/2×H | (+) | 合計 |  |  | V | H |  | M |
| Cargas de projeto devido a: | Símbolo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Relação                                        | Força vertical (V) | Força horizontal (H) | Distância entre a extremidade a montante da base da barreira e a linha de ação (L) (ponto de aplicação das cargas) | Momento (M=V×L+H×L)  |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
| Peso próprio                | W                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                |                    |                      |                                                                                                                    |                      |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                             | W <sub>1</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1/2×W <sub>u</sub> ×m×H <sup>2</sup>           | (+)                |                      | 2/3×m×H                                                                                                            | (+)                  |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                             | W <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | W <sub>u</sub> ×b <sub>1</sub> ×H              | (+)                |                      | m×H+1/2×b <sub>1</sub>                                                                                             | (+)                  |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                             | W <sub>3</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1/2×W <sub>u</sub> ×n×H <sup>2</sup>           | (+)                |                      | m×H+b <sub>1</sub> +1/3×n×H                                                                                        | (+)                  |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
| Pressão Hidrostática        | P                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                |                    |                      |                                                                                                                    |                      |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                             | P <sub>V1</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1/2×γ <sub>w</sub> ×m×H <sup>2</sup>           | (+)                |                      | 1/3×m×H                                                                                                            | (+)                  |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                             | P <sub>V2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | γ <sub>w</sub> ×m×h <sub>1</sub> ×H            | (+)                |                      | 1/2×m×H                                                                                                            | (+)                  |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                             | P <sub>V3</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | γ <sub>w</sub> ×b <sub>1</sub> ×h <sub>1</sub> | (+)                |                      | m×H+1/2×b <sub>1</sub>                                                                                             | (+)                  |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                             | P <sub>H1</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1/2×γ <sub>w</sub> ×H <sup>2</sup>             |                    | (+)                  | 1/3×H                                                                                                              | (+)                  |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                             | P <sub>H2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | γ <sub>w</sub> ×h <sub>1</sub> ×H              |                    | (+)                  | 1/2×H                                                                                                              | (+)                  |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
| Totais                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                | V                  | H                    |                                                                                                                    | M                    |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
| 以下による設計荷重                   | 記号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 関係                                             | 鉛直力 (V)            | 水平力 (H)              | 堰頂上流端から作用線までの距離 (L) (荷重が拡大する点) (荷重が拡大する点)                                                                          | モーメント (M=V×L+H×L)    |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
| 自重                          | W                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                |                    |                      |                                                                                                                    |                      |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                             | W <sub>1</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1/2×W <sub>u</sub> ×m×H <sup>2</sup>           | (+)                |                      | 2/3×m×H                                                                                                            | (+)                  |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                             | W <sub>2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | W <sub>u</sub> ×b <sub>1</sub> ×H              | (+)                |                      | m×H+1/2×b <sub>1</sub>                                                                                             | (+)                  |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                             | W <sub>3</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1/2×W <sub>u</sub> ×n×H <sup>2</sup>           | (+)                |                      | b <sub>1</sub> +1/3×n×H                                                                                            | (+)                  |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
| 静水圧                         | P                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                |                    |                      |                                                                                                                    |                      |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                             | P <sub>V1</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1/2×γ <sub>w</sub> ×m×H <sup>2</sup>           | (+)                |                      | 1/3×m×H                                                                                                            | (+)                  |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                             | P <sub>V2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | γ <sub>w</sub> ×m×h <sub>1</sub> ×H            | (+)                |                      | 1/2×m×H                                                                                                            | (+)                  |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                             | P <sub>V3</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | γ <sub>w</sub> ×b <sub>1</sub> ×h <sub>1</sub> | (+)                |                      | m×H+1/2×b <sub>1</sub>                                                                                             | (+)                  |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                             | P <sub>H1</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1/2×γ <sub>w</sub> ×H <sup>2</sup>             |                    | (+)                  | 1/3×H                                                                                                              | (+)                  |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                             | P <sub>H2</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | γ <sub>w</sub> ×h <sub>1</sub> ×H              |                    | (+)                  | 1/2×H                                                                                                              | (+)                  |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
| 合計                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                | V                  | H                    |                                                                                                                    | M                    |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |
| 442.                        | Figura - 3.28 Diagrama de cargas da barreira impermeável<br>(Condições de Cheia, Parte Transbordante)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 図 - 3.28 不透過型堰堤の荷重図（洪水時：越流部）                   |                    |                      |                                                                                                                    |                      |                                                                                                                    |                     |              |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                             |     |                      |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                                           |                   |    |   |  |  |  |  |  |                |                                      |     |  |         |     |                |                                   |     |  |                        |     |                |                                      |     |  |                         |     |     |   |  |  |  |  |  |                 |                                      |     |  |         |     |                 |                                     |     |  |         |     |                 |                                                |     |  |                        |     |                 |                                    |  |     |       |     |                 |                                   |  |     |       |     |    |  |  |   |   |  |   |

| 443.                            | <p>Momentos de cheia (parte transbordante)</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p>洪水時（越流部）</p>  |                    |                      |                                                                                   |                      |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
|---------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------|---|--|--|--|--|--|----|--------------------------------------|-----|--|-------------------------|-----|----|---------------------------|-----|--|-------------------------------|-----|----|--------------------------------------|-----|--|--------------------------------------------|-----|----------------------|---|--|--|--|--|--|-----|-------------------------------------------|-----|--|-------------------------|-----|-----|-----------------------------------------|-----|--|-------------------------|-----|-----|----------------------------------|-----|--|-------------------------------|-----|-----|----------------------------------|--|-----|----------------|-----|-----|--------------------------------|--|-----|----------------|-----|----------------------|----|--|--|--|--|--|-----|-------------------------------------------|-----|--|-------------------------|-----|-----|-------------------------------------------|--|-----|----------------|-----|--------|--|--|---|---|--|---|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|----|----|---------|---------|---------------------|-------------------|----|---|--|--|--|--|--|----|--------------------------------------|-----|--|-------------------------|-----|----|---------------------------|-----|--|-------------------------------|-----|----|--------------------------------------|-----|--|--------------------------------------------|-----|-----|---|--|--|--|--|--|-----|-------------------------------------------|-----|--|-------------------------|-----|-----|-----------------------------------------|-----|--|-------------------------|-----|-----|----------------------------------|-----|--|-------------------------------|-----|-----|----------------------------------|--|-----|----------------|-----|-----|--------------------------------|--|-----|----------------|-----|-----|----|--|--|--|--|--|-----|-------------------------------------------|-----|--|-------------------------|-----|-----|-------------------------------------------|--|-----|----------------|-----|----|--|--|---|---|--|---|
| 444.                            | Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 出典：砂防プロジェクトにて作成                                                                                     |                    |                      |                                                                                   |                      |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
| 445.                            | Tabela - 3.17 Forças que incidem na barreira impermeável (Condições de Preenchimento dos Sólidos)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 表 - 3.17 不透過型堰堤に作用する力（満砂時）                                                                          |                    |                      |                                                                                   |                      |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
| 446.                            | <table><tr><th>Cargas de projeto devidas a:ao:</th><th>Símbolo</th><th>Relação</th><th>Força vertical (V)</th><th>Força horizontal (H)</th><th>Distância entre a extremidade a montante da base da barreira e a linha de ação(L)</th><th>Momento (M=V×L+H×L)</th></tr><tr><td rowspan="4">Peso próprio</td><td>W</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>W1</td><td><math>1/2 \times W_1 \times m \times H^2</math></td><td>(+)</td><td></td><td><math>2/3 \times m \times H</math></td><td>(+)</td></tr><tr><td>W2</td><td><math>W_2 \times b_1 \times H</math></td><td>(+)</td><td></td><td><math>m \times H + 1/2 \times b_1</math></td><td>(+)</td></tr><tr><td>W3</td><td><math>1/2 \times W_3 \times n \times H^2</math></td><td>(+)</td><td></td><td><math>m \times H + b_1 + 1/3 \times n \times H</math></td><td>(+)</td></tr><tr><td rowspan="6">Pressão hidrostática</td><td>P</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Pv1</td><td><math>1/2 \times \gamma_w \times m \times H^2</math></td><td>(+)</td><td></td><td><math>1/3 \times m \times H</math></td><td>(+)</td></tr><tr><td>Pv2</td><td><math>\gamma_w \times m \times H \times h_3</math></td><td>(+)</td><td></td><td><math>1/2 \times m \times H</math></td><td>(+)</td></tr><tr><td>Pv3</td><td><math>\gamma_w \times b_1 \times h_3</math></td><td>(+)</td><td></td><td><math>m \times H + 1/2 \times b_1</math></td><td>(+)</td></tr><tr><td>PH1</td><td><math>1/2 \times \gamma_w \times H^2</math></td><td></td><td>(+)</td><td><math>1/3 \times H</math></td><td>(+)</td></tr><tr><td>PH2</td><td><math>\gamma_w \times h_3 \times H</math></td><td></td><td>(+)</td><td><math>1/2 \times H</math></td><td>(+)</td></tr><tr><td rowspan="3">Pressão de deposição</td><td>Ps</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Pv1</td><td><math>1/2 \times \gamma_s \times m \times H^2</math></td><td>(+)</td><td></td><td><math>1/3 \times m \times H</math></td><td>(+)</td></tr><tr><td>PH1</td><td><math>1/2 \times k \times \gamma_s \times H^2</math></td><td></td><td>(+)</td><td><math>1/3 \times H</math></td><td>(+)</td></tr><tr><td>Totais</td><td></td><td></td><td>V</td><td>H</td><td></td><td>M</td></tr></table> | Cargas de projeto devidas a:ao:                                                                     | Símbolo            | Relação              | Força vertical (V)                                                                | Força horizontal (H) | Distância entre a extremidade a montante da base da barreira e a linha de ação(L) | Momento (M=V×L+H×L) | Peso próprio | W |  |  |  |  |  | W1 | $1/2 \times W_1 \times m \times H^2$ | (+) |  | $2/3 \times m \times H$ | (+) | W2 | $W_2 \times b_1 \times H$ | (+) |  | $m \times H + 1/2 \times b_1$ | (+) | W3 | $1/2 \times W_3 \times n \times H^2$ | (+) |  | $m \times H + b_1 + 1/3 \times n \times H$ | (+) | Pressão hidrostática | P |  |  |  |  |  | Pv1 | $1/2 \times \gamma_w \times m \times H^2$ | (+) |  | $1/3 \times m \times H$ | (+) | Pv2 | $\gamma_w \times m \times H \times h_3$ | (+) |  | $1/2 \times m \times H$ | (+) | Pv3 | $\gamma_w \times b_1 \times h_3$ | (+) |  | $m \times H + 1/2 \times b_1$ | (+) | PH1 | $1/2 \times \gamma_w \times H^2$ |  | (+) | $1/3 \times H$ | (+) | PH2 | $\gamma_w \times h_3 \times H$ |  | (+) | $1/2 \times H$ | (+) | Pressão de deposição | Ps |  |  |  |  |  | Pv1 | $1/2 \times \gamma_s \times m \times H^2$ | (+) |  | $1/3 \times m \times H$ | (+) | PH1 | $1/2 \times k \times \gamma_s \times H^2$ |  | (+) | $1/3 \times H$ | (+) | Totais |  |  | V | H |  | M | <table><tr><th>以下による設計荷重</th><th>記号</th><th>関係</th><th>鉛直力 (V)</th><th>水平力 (H)</th><th>堰体上流端から作用線までの距離 (L)</th><th>モーメント (M=V×L+H×L)</th></tr><tr><td rowspan="4">自重</td><td>W</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>W1</td><td><math>1/2 \times W_1 \times m \times H^2</math></td><td>(+)</td><td></td><td><math>2/3 \times m \times H</math></td><td>(+)</td></tr><tr><td>W2</td><td><math>W_2 \times b_1 \times H</math></td><td>(+)</td><td></td><td><math>m \times H + 1/2 \times b_1</math></td><td>(+)</td></tr><tr><td>W3</td><td><math>1/2 \times W_3 \times n \times H^2</math></td><td>(+)</td><td></td><td><math>m \times H + b_1 + 1/3 \times n \times H</math></td><td>(+)</td></tr><tr><td rowspan="6">静水圧</td><td>P</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Pv1</td><td><math>1/2 \times \gamma_w \times m \times H^2</math></td><td>(+)</td><td></td><td><math>1/3 \times m \times H</math></td><td>(+)</td></tr><tr><td>Pv2</td><td><math>\gamma_w \times m \times H \times h_3</math></td><td>(+)</td><td></td><td><math>1/2 \times m \times H</math></td><td>(+)</td></tr><tr><td>Pv3</td><td><math>\gamma_w \times b_1 \times h_3</math></td><td>(+)</td><td></td><td><math>m \times H + 1/2 \times b_1</math></td><td>(+)</td></tr><tr><td>PH1</td><td><math>1/2 \times \gamma_w \times H^2</math></td><td></td><td>(+)</td><td><math>1/3 \times H</math></td><td>(+)</td></tr><tr><td>PH2</td><td><math>\gamma_w \times h_3 \times H</math></td><td></td><td>(+)</td><td><math>1/2 \times H</math></td><td>(+)</td></tr><tr><td rowspan="3">埋砂圧</td><td>Ps</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Pv1</td><td><math>1/2 \times \gamma_s \times m \times H^2</math></td><td>(+)</td><td></td><td><math>1/3 \times m \times H</math></td><td>(+)</td></tr><tr><td>PH1</td><td><math>1/2 \times k \times \gamma_s \times H^2</math></td><td></td><td>(+)</td><td><math>1/3 \times H</math></td><td>(+)</td></tr><tr><td>合計</td><td></td><td></td><td>V</td><td>H</td><td></td><td>M</td></tr></table> | 以下による設計荷重 | 記号 | 関係 | 鉛直力 (V) | 水平力 (H) | 堰体上流端から作用線までの距離 (L) | モーメント (M=V×L+H×L) | 自重 | W |  |  |  |  |  | W1 | $1/2 \times W_1 \times m \times H^2$ | (+) |  | $2/3 \times m \times H$ | (+) | W2 | $W_2 \times b_1 \times H$ | (+) |  | $m \times H + 1/2 \times b_1$ | (+) | W3 | $1/2 \times W_3 \times n \times H^2$ | (+) |  | $m \times H + b_1 + 1/3 \times n \times H$ | (+) | 静水圧 | P |  |  |  |  |  | Pv1 | $1/2 \times \gamma_w \times m \times H^2$ | (+) |  | $1/3 \times m \times H$ | (+) | Pv2 | $\gamma_w \times m \times H \times h_3$ | (+) |  | $1/2 \times m \times H$ | (+) | Pv3 | $\gamma_w \times b_1 \times h_3$ | (+) |  | $m \times H + 1/2 \times b_1$ | (+) | PH1 | $1/2 \times \gamma_w \times H^2$ |  | (+) | $1/3 \times H$ | (+) | PH2 | $\gamma_w \times h_3 \times H$ |  | (+) | $1/2 \times H$ | (+) | 埋砂圧 | Ps |  |  |  |  |  | Pv1 | $1/2 \times \gamma_s \times m \times H^2$ | (+) |  | $1/3 \times m \times H$ | (+) | PH1 | $1/2 \times k \times \gamma_s \times H^2$ |  | (+) | $1/3 \times H$ | (+) | 合計 |  |  | V | H |  | M |
| Cargas de projeto devidas a:ao: | Símbolo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Relação                                                                                             | Força vertical (V) | Força horizontal (H) | Distância entre a extremidade a montante da base da barreira e a linha de ação(L) | Momento (M=V×L+H×L)  |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
| Peso próprio                    | W                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                     |                    |                      |                                                                                   |                      |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | W1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | $1/2 \times W_1 \times m \times H^2$                                                                | (+)                |                      | $2/3 \times m \times H$                                                           | (+)                  |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | W2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | $W_2 \times b_1 \times H$                                                                           | (+)                |                      | $m \times H + 1/2 \times b_1$                                                     | (+)                  |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | W3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | $1/2 \times W_3 \times n \times H^2$                                                                | (+)                |                      | $m \times H + b_1 + 1/3 \times n \times H$                                        | (+)                  |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
| Pressão hidrostática            | P                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                     |                    |                      |                                                                                   |                      |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | Pv1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $1/2 \times \gamma_w \times m \times H^2$                                                           | (+)                |                      | $1/3 \times m \times H$                                                           | (+)                  |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | Pv2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $\gamma_w \times m \times H \times h_3$                                                             | (+)                |                      | $1/2 \times m \times H$                                                           | (+)                  |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | Pv3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $\gamma_w \times b_1 \times h_3$                                                                    | (+)                |                      | $m \times H + 1/2 \times b_1$                                                     | (+)                  |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | PH1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $1/2 \times \gamma_w \times H^2$                                                                    |                    | (+)                  | $1/3 \times H$                                                                    | (+)                  |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | PH2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $\gamma_w \times h_3 \times H$                                                                      |                    | (+)                  | $1/2 \times H$                                                                    | (+)                  |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
| Pressão de deposição            | Ps                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                     |                    |                      |                                                                                   |                      |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | Pv1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $1/2 \times \gamma_s \times m \times H^2$                                                           | (+)                |                      | $1/3 \times m \times H$                                                           | (+)                  |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | PH1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $1/2 \times k \times \gamma_s \times H^2$                                                           |                    | (+)                  | $1/3 \times H$                                                                    | (+)                  |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
| Totais                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                     | V                  | H                    |                                                                                   | M                    |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
| 以下による設計荷重                       | 記号                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 関係                                                                                                  | 鉛直力 (V)            | 水平力 (H)              | 堰体上流端から作用線までの距離 (L)                                                               | モーメント (M=V×L+H×L)    |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
| 自重                              | W                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                     |                    |                      |                                                                                   |                      |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | W1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | $1/2 \times W_1 \times m \times H^2$                                                                | (+)                |                      | $2/3 \times m \times H$                                                           | (+)                  |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | W2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | $W_2 \times b_1 \times H$                                                                           | (+)                |                      | $m \times H + 1/2 \times b_1$                                                     | (+)                  |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | W3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | $1/2 \times W_3 \times n \times H^2$                                                                | (+)                |                      | $m \times H + b_1 + 1/3 \times n \times H$                                        | (+)                  |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
| 静水圧                             | P                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                     |                    |                      |                                                                                   |                      |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | Pv1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $1/2 \times \gamma_w \times m \times H^2$                                                           | (+)                |                      | $1/3 \times m \times H$                                                           | (+)                  |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | Pv2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $\gamma_w \times m \times H \times h_3$                                                             | (+)                |                      | $1/2 \times m \times H$                                                           | (+)                  |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | Pv3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $\gamma_w \times b_1 \times h_3$                                                                    | (+)                |                      | $m \times H + 1/2 \times b_1$                                                     | (+)                  |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | PH1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $1/2 \times \gamma_w \times H^2$                                                                    |                    | (+)                  | $1/3 \times H$                                                                    | (+)                  |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | PH2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $\gamma_w \times h_3 \times H$                                                                      |                    | (+)                  | $1/2 \times H$                                                                    | (+)                  |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
| 埋砂圧                             | Ps                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                     |                    |                      |                                                                                   |                      |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | Pv1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $1/2 \times \gamma_s \times m \times H^2$                                                           | (+)                |                      | $1/3 \times m \times H$                                                           | (+)                  |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
|                                 | PH1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $1/2 \times k \times \gamma_s \times H^2$                                                           |                    | (+)                  | $1/3 \times H$                                                                    | (+)                  |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
| 合計                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                     | V                  | H                    |                                                                                   | M                    |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |
| 447.                            | Figura - 3.29 Diagrama de cargas da barreira impermeável (Condições de Preenchimento de Sólidos, Parte Transbordante)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 図 - 3.29 不透過堰堤に作用する力（満砂時、越流部）                                                                       |                    |                      |                                                                                   |                      |                                                                                   |                     |              |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |                      |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |                      |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |        |  |  |   |   |  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |           |    |    |         |         |                     |                   |    |   |  |  |  |  |  |    |                                      |     |  |                         |     |    |                           |     |  |                               |     |    |                                      |     |  |                                            |     |     |   |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                         |     |  |                         |     |     |                                  |     |  |                               |     |     |                                  |  |     |                |     |     |                                |  |     |                |     |     |    |  |  |  |  |  |     |                                           |     |  |                         |     |     |                                           |  |     |                |     |    |  |  |   |   |  |   |

|      |                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                     |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 448. | <p>Momentos de preenchimento de sólidos (parte transbordante)</p>  <p>Ponto de referência Momento</p>             |  <p>モーメント基準点</p> |
| 449. | Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo                                                                                                                                                                 | 出典：砂防プロジェクトにて作成                                                                                     |
| 450. | 3.2.2 Cálculo de estabilidade da parte não transbordante                                                                                                                                           | 3.2.2 非越流部の安定計算                                                                                     |
| 451. | Quando a altura da barreira H é igual à parte transbordante, o cálculo de estabilidade da parte não transbordante é analisado usando o formato do perfil longitudinal na seção, incluindo as asas. | 非越流部の安定計算は、越流部と同じ堰堤高 H となる場合において、袖を含めた縦断形状を用いて検討する。                                                 |
| 452. | No corpo principal da barreira impermeável, tanto na parte transbordante como na não transbordante, em geral, tem-se seções do corpo da barreira idênticas.                                        | 不透過型堰堤の本体は、越流部及び非越流部ともに、一般的に同一の堤体断面とする。                                                             |
| 453. | No cálculo de estabilidade da parte não transbordante deve-se incluir as solicitações hidrodinâmicas nas asas, conforme a figura 3.30 e tabelas 3.18 a 3.20.                                       | 非越流部の安定計算において、袖部の流体力荷重を含むように、図－ 3.30 及び表－ 3.18～表－ 3.20 に示す通りに従う。                                    |
| 454. | Figura - 3.30 Solicitações na parte não transbordante da barreira impermeável                                                                                                                      | 図 - 3.30 不透過型堰堤 非越流部の荷重図                                                                            |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                          |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 455. |  <p>*Ao calcular a força vertical da pressão de deposição, usamos o peso específico do material fino contido na água <math>\gamma_s</math>.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  <p>※堆砂圧の鉛直力を算出の際は、水中での土砂の単位体積重量 <math>\gamma_s</math> を用いる。</p>                      |
| 456. | <p>Fonte : Manual of Technical Standard for establishing Sabo master plan for debris flow and driftwood, MLIT Sabo Planning Division Sabo Department</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>出典：砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編），国土交通省</p>                                                                                                                                    |
| 457. | <p>A superfície de deposição a montante da barreira aumenta gradativamente, conforme o escoamento de material sólido. O cálculo de estabilidade da parte não transbordante é realizado com a definição da altura da superfície de deposição em que a carga hidrodinâmica do fluxo de detritos que incide no corpo da barreira fique a maior possível. A vazão de pico do fluxo de detritos pode ser escoada não apenas pelo vertedouro, mas também pelas asas (Figura - 3.31). Nesses casos, são definidas duas seções, conforme abaixo, incluindo as asas na realização do cálculo de estabilidade do corpo da barreira.</p> | <p>砂防堰堤上流側の堆砂面は、土砂の流入につれて徐々に上昇する。非越流部の安定計算は、堤体にかかる土石流流体力の荷重が最も大きくなるように堆砂面の高さを設定する。土石流ピーク流量は、水通だけでなく袖部も含めて越流させることができる（図 - 3.31）。この場合、以下のように2つの断面を設定し、袖部を含む堤体の安定計算を行う。</p> |



|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                         |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 458. | Para fins de projeto, a situação mais desvantajosa é quando a crista do fluxo de detritos coincide com o topo da barreira. Na seção 1 isso ocorre antes que a superfície de deposição atinja a cota da soleira. Na seção 2 a condição crítica ocorre quando a superfície de deposição coincide com a cota da soleira do vertedouro. | 土石流頂上面が堰堤天端と一致する場合、は設計上最も不利な状況である。断面 1 では、堆砂面が水通し天端に達すまえにそれが起きるが、断面 2 の危機的状況は、堆砂面が水通し天端と同じ標高に足したときに生じる。 |
| 459. | Figura - 3.31 Vista frontal do trecho do vertedouro considerando as condições de fluxo de detritos na seção 1 o fluxo transborda pelas asas.)                                                                                                                                                                                       | 図 - 3.31 土石流条件を考慮する水通しの正面図 - 断面 1 では土石流が袖部を越流。)                                                         |
| 460. |                                                                                                                                                                                                                                                    |                      |
| 461. | Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 出典：砂防プロジェクトにて作成                                                                                         |
| 462. | Figura - 3.32 Modo de incidência da carga hidrodinâmica                                                                                                                                                                                                                                                                             | 図 - 3.32 土石流流体力の与え方                                                                                     |

463.

Seção (1)

Adotar esta condição de deposição

Seção (2)

Adotar esta condição de deposição

断面(1)

この堆砂条件を採用する。

断面(2)

この堆砂条件を採用する。

464.

Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

出典：砂防プロジェクトにて作成

465.

Tabela- 3.18 Forças que incidem a cada unidade de largura da seção da barreira

表 - 3.18 堰堤単位幅あたり断面に作用する力

466.

| Cargas de projeto devidas a:ao:    | Símbolo         | Relação                                               | Força vertical (V) | Força horizontal (H) | Distância entre a extremidade a montante da base da barreira e a linha de ação (L) | Momento (M=V×L + H×L) |
|------------------------------------|-----------------|-------------------------------------------------------|--------------------|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Peso próprio                       | W               |                                                       |                    |                      |                                                                                    |                       |
|                                    | W <sub>1</sub>  | $1/2 \times W_1 \times m \times H^2$                  | (+)                |                      | $2/3 \times m \times H$                                                            | (+)                   |
|                                    | W <sub>2</sub>  | $W_2 \times b_1 \times (H + H')$                      | (+)                |                      | $m \times H + 1/2 \times b_1$                                                      | (+)                   |
|                                    | W <sub>3</sub>  | $1/2 \times W_3 \times n \times H^2$                  | (+)                |                      | $m \times H + b_1 + 1/3 \times n \times H$                                         | (+)                   |
| Pressão Hidrostática               | P               |                                                       |                    |                      |                                                                                    |                       |
|                                    | P <sub>v1</sub> | $1/2 \times \gamma_w \times m \times H^2$             | (+)                |                      | $1/3 \times m \times H$                                                            | (+)                   |
|                                    | P <sub>h1</sub> | $1/2 \times \gamma_w \times H^2$                      |                    | (+)                  | $1/3 \times H$                                                                     | (+)                   |
|                                    | P <sub>h2</sub> | $D_2 \times \gamma_w \times H$                        |                    | (+)                  | $1/2 \times H$                                                                     | (+)                   |
| Pressão de deposição               | P <sub>d</sub>  |                                                       |                    |                      |                                                                                    |                       |
|                                    | P <sub>v1</sub> | $1/2 \times \gamma_s \times m \times H^2$             | (+)                |                      | $1/3 \times m \times H$                                                            | (+)                   |
|                                    | P <sub>h1</sub> | $1/2 \times k \times \gamma_s \times H^2$             |                    | (+)                  | $1/3 \times H$                                                                     | (+)                   |
|                                    | P <sub>h2</sub> | $C_s \times \gamma_s \times D_2 \times H$             |                    | (+)                  | $1/2 \times H$                                                                     | (+)                   |
| Peso do fluxo de detritos          | P <sub>d</sub>  |                                                       |                    |                      |                                                                                    |                       |
|                                    | P <sub>h</sub>  | $\gamma_d \times D_2 \times m \times H$               | (+)                |                      | $1/2 \times m \times H$                                                            | (+)                   |
| Hidrodinâmica do fluxo de detritos | F               | $\alpha \times \rho_d \times g \times D_2 \times U^2$ |                    | (+)                  | $H + 1/2 \times D_2$                                                               | (+)                   |
| Totais                             |                 |                                                       | V                  | H                    |                                                                                    | M                     |

| 以下による設計荷重 | 記号              | 関係                                                    | 鉛直力 (V) | 水平力 (H) | 堰冠上流端から作用線までの距離 (L)                        | モーメント (M=V×L + H×L) |
|-----------|-----------------|-------------------------------------------------------|---------|---------|--------------------------------------------|---------------------|
| 自重        | W               |                                                       |         |         |                                            |                     |
|           | W <sub>1</sub>  | $1/2 \times W_1 \times m \times H^2$                  | (+)     |         | $2/3 \times m \times H$                    | (+)                 |
|           | W <sub>2</sub>  | $W_2 \times b_1 \times (H + H')$                      | (+)     |         | $m \times H + 1/2 \times b_1$              | (+)                 |
|           | W <sub>3</sub>  | $1/2 \times W_3 \times n \times H^2$                  | (+)     |         | $m \times H + b_1 + 1/3 \times n \times H$ | (+)                 |
| 静水圧       | P               |                                                       |         |         |                                            |                     |
|           | P <sub>v1</sub> | $1/2 \times \gamma_w \times m \times H^2$             | (+)     |         | $1/3 \times m \times H$                    | (+)                 |
|           | P <sub>h1</sub> | $1/2 \times \gamma_w \times H^2$                      |         | (+)     | $1/3 \times H$                             | (+)                 |
|           | P <sub>h2</sub> | $D_2 \times \gamma_w \times H$                        |         | (+)     | $1/2 \times H$                             | (+)                 |
| 堆砂圧       | P <sub>d</sub>  |                                                       |         |         |                                            |                     |
|           | P <sub>v1</sub> | $1/2 \times \gamma_s \times m \times H^2$             | (+)     |         | $1/3 \times m \times H$                    | (+)                 |
|           | P <sub>h1</sub> | $1/2 \times k \times \gamma_s \times H^2$             |         | (+)     | $1/3 \times H$                             | (+)                 |
|           | P <sub>h2</sub> | $C_s \times \gamma_s \times D_2 \times H$             |         | (+)     | $1/2 \times H$                             | (+)                 |
| 土石流時の重量   | P <sub>d</sub>  |                                                       |         |         |                                            |                     |
|           | P <sub>h</sub>  | $\gamma_d \times D_2 \times m \times H$               | (+)     |         | $1/2 \times m \times H$                    | (+)                 |
| 土石流流体力    | F               | $\alpha \times \rho_d \times g \times D_2 \times U^2$ |         | (+)     | $H + 1/2 \times D_2$                       | (+)                 |
| 合計        |                 |                                                       | V       | H       |                                            | M                   |

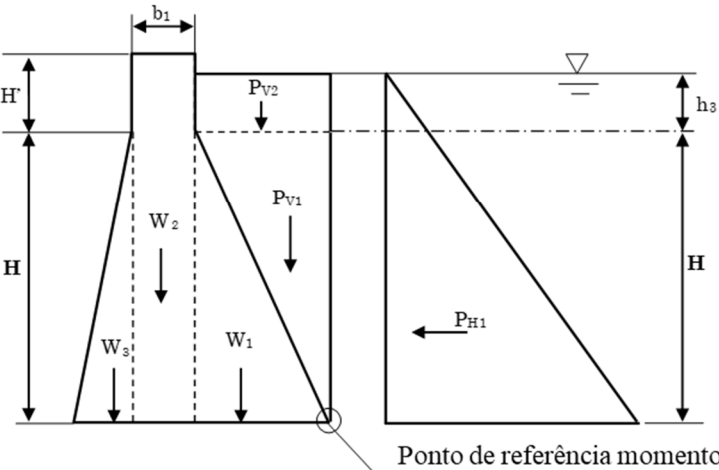
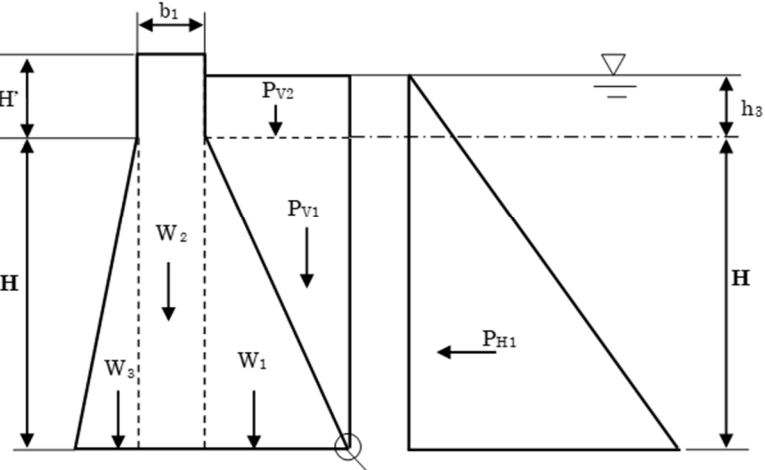
|      |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 467. | Figura - 3.33 Diagrama de cargas da barreira impermeável<br>(Condições de fluxo de detritos – parte não transbordante)                                                                                                                                       | 図 - 3.33 不透過型堰堤の荷重図 (土石流時:非越流部)                                                                                                                                |
| 468. | <div>(parte não transbordante)</div> <div>Momentos de FD</div> <p>Ponto de referência<br/>Momento</p> <p><math>K_a \cdot (\gamma_d - W_0) \cdot D_d</math> <math>K_a</math> Coeficiente de Empuxo</p> <p><math>K_a \cdot \gamma_s \cdot (H - D_d)</math></p> | <div>土石流時 (非越流部)</div> <p>モーメント<br/>基準点</p> <p><math>C_e \times (\gamma_d - W_0) \times D_d</math></p> <p><math>C_e \times \gamma_s \cdot (H - D_d)</math></p> |
| 469. | Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo                                                                                                                                                                                                                           | 出典：砂防プロジェクトにて作成                                                                                                                                                |
| 470. | Tabela - 3.19 Forças que incidem a cada unidade de largura da seção da barreira(condições de cheia)                                                                                                                                                          | 表 - 3.19 堰堤単位幅あたり断面に作用する力 (洪水時)                                                                                                                                |

| 471. | Cargas de projeto devidas a/ao: | Símbolo         | Relação                                   | Força vertical (V) | Força horizontal (H) | Distância entre a extremidade a montante da base da barreira e a linha de ação(L) | Momento (M= V×L + H×L) |
|------|---------------------------------|-----------------|-------------------------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
|      | Peso próprio                    | W               |                                           |                    |                      |                                                                                   |                        |
|      |                                 | W <sub>1</sub>  | $1/2 \times W_c \times m \times H^2$      | (+)                |                      | $2/3 \times m \times H$                                                           | (+)                    |
|      |                                 | W <sub>2</sub>  | $W_c \times b_1 \times (H + H')$          | (+)                |                      | $m \times H + 1/2 \times b_1$                                                     | (+)                    |
|      |                                 | W <sub>3</sub>  | $1/2 \times W_c \times n \times H^2$      | (+)                |                      | $m \times H + b_1 + 1/3 \times n \times H$                                        | (+)                    |
|      |                                 |                 |                                           |                    |                      |                                                                                   |                        |
|      | Pressão hidrostática            | P               |                                           |                    |                      |                                                                                   |                        |
|      |                                 | P <sub>V1</sub> | $1/2 \times \gamma_w \times m \times H^2$ | (+)                |                      | $1/3 \times m \times H$                                                           | (+)                    |
|      |                                 | P <sub>V2</sub> | $\gamma_w \times m \times H \times h_3$   | (+)                |                      | $1/2 \times m \times H$                                                           | (+)                    |
|      |                                 | P <sub>H1</sub> | $1/2 \times \gamma_w \times (H + h_3)^2$  |                    | (+)                  | $1/3 \times (H + h_3)$                                                            | (+)                    |
|      |                                 |                 |                                           |                    |                      |                                                                                   |                        |
|      | Totais                          |                 |                                           | V                  | H                    |                                                                                   | M                      |

472. Figura - 3.34 Diagrama de cargas da barreira impermeável (condições de cheia – parte não transbordante)

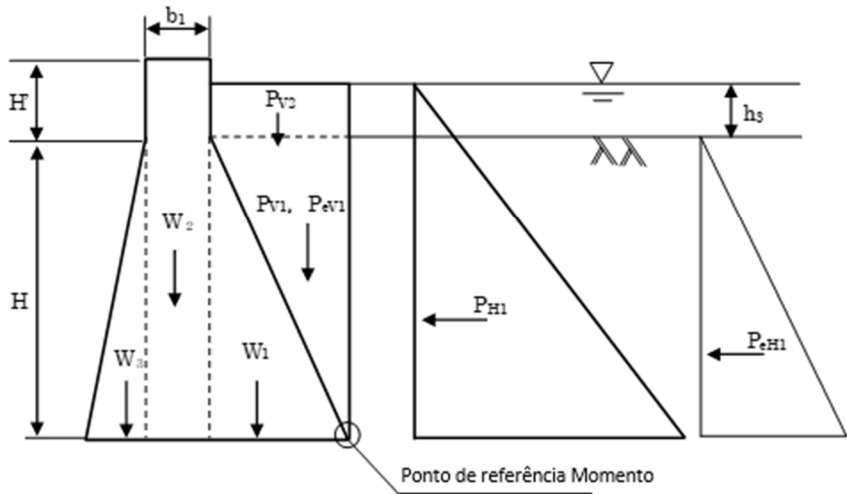
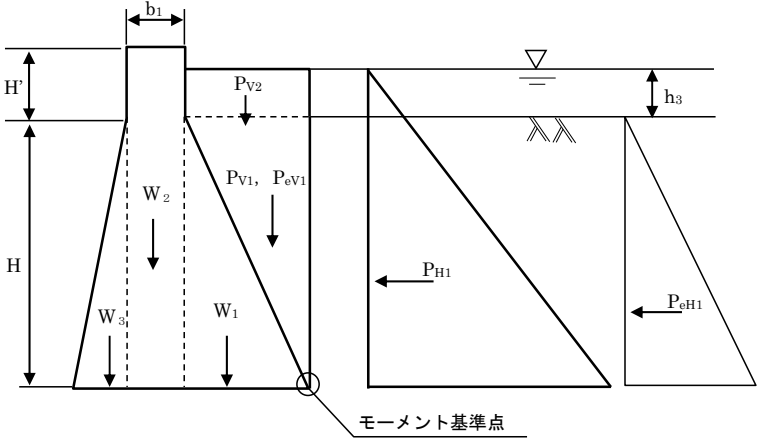
| 以下による設計荷重 | 記号              | 関係                                        | 鉛直力 (V) | 水平力 (H) | 提底上流端から作用線までの距離 (L)                        | モーメント (M=V×L +H×L) |
|-----------|-----------------|-------------------------------------------|---------|---------|--------------------------------------------|--------------------|
| 自重        | W               |                                           |         |         |                                            |                    |
|           | W <sub>1</sub>  | $1/2 \times W_c \times m \times H^2$      | (+)     |         | $2/3 \times m \times H$                    | (+)                |
|           | W <sub>2</sub>  | $W_c \times b_1 \times (H + H' )$         | (+)     |         | $m \times H + 1/2 \times b_1$              | (+)                |
|           | W <sub>3</sub>  | $1/2 \times W_c \times n \times H^2$      | (+)     |         | $m \times H + b_1 + 1/3 \times n \times H$ | (+)                |
| 静水圧       | P               |                                           |         |         |                                            |                    |
|           | P <sub>V1</sub> | $1/2 \times \gamma_w \times m \times H^2$ | (+)     |         | $1/3 \times m \times H$                    | (+)                |
|           | P <sub>V2</sub> | $\gamma_w \times m \times H \times h_3$   | (+)     |         | $1/2 \times m \times H$                    | (+)                |
|           | P <sub>H1</sub> | $1/2 \times \gamma_w \times (H + h_3)^2$  |         | (+)     | $1/3 \times (H + h_3)$                     | (+)                |
| 合計        |                 |                                           | V       | H       |                                            | M                  |

図 - 3.34 不透過型堰堤の荷重図 (洪水時:非越流部)

|      |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                    |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 473. | <div data-bbox="228 156 577 228" data-label="Text"> <p>(parte não transbordante)<br/>Momentos de cheias</p> </div>  <p>Ponto de referência momento</p> | <div data-bbox="1205 156 1451 220" data-label="Text"> <p>洪水時 (非越流部)</p> </div>  <p>モーメント基準点</p> |
| 474. | Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo                                                                                                                                                                                                      | 出典：砂防プロジェクトにて作成                                                                                                                                                                    |
| 475. | Tabela - 3.20 Forças que incidem a cada unidade de largura da seção da barreira (condições de preenchimento de sólidos)                                                                                                                 | 表 - 3.20 堰堤単位幅あたり断面に作用する力 (満砂時)                                                                                                                                                    |

|      |                                                                                                                            |                                 |                 |                                           |                    |                      |                                                                                   |                        |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----------------|-------------------------------------------|--------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 476. |                                                                                                                            | Cargas de projeto devidas a/ao: | Símbolo         | Relação                                   | Força vertical (V) | Força horizontal (H) | Distância entre a extremidade a montante da base da barreira e a linha de ação(L) | Momento (M= V×L + H×L) |
|      |                                                                                                                            | Peso próprio                    | W               |                                           |                    |                      |                                                                                   |                        |
|      |                                                                                                                            |                                 | W <sub>1</sub>  | $1/2 \times W_0 \times m \times H^2$      | (+)                |                      | $2/3 \times m \times H$                                                           | (+)                    |
|      |                                                                                                                            |                                 | W <sub>2</sub>  | $W_0 \times b_1 \times (H + H')$          | (+)                |                      | $m \times H + 1/2 \times b_1$                                                     | (+)                    |
|      |                                                                                                                            |                                 | W <sub>3</sub>  | $1/2 \times W_0 \times n \times H^2$      | (+)                |                      | $m \times H + b_1 + 1/3 \times n \times H$                                        | (+)                    |
|      |                                                                                                                            | Pressão hidrostática            | P               |                                           |                    |                      |                                                                                   |                        |
|      |                                                                                                                            |                                 | P <sub>v1</sub> | $1/2 \times \gamma_w \times m \times H^2$ | (+)                |                      | $1/3 \times m \times H$                                                           | (+)                    |
|      |                                                                                                                            |                                 | P <sub>v2</sub> | $\gamma_w \times m \times H \times h_1$   | (+)                |                      | $1/2 \times m \times H$                                                           | (+)                    |
|      |                                                                                                                            |                                 | P <sub>h1</sub> | $1/2 \times \gamma_w \times (H + h^1)^2$  |                    | (+)                  | $1/3 \times (H + h^1)$                                                            | (+)                    |
|      |                                                                                                                            | Pressão de deposição            | P <sub>e</sub>  |                                           |                    |                      |                                                                                   |                        |
|      |                                                                                                                            |                                 | P <sub>v1</sub> | $1/2 \times \gamma_s \times m \times H^2$ | (+)                |                      | $1/3 \times m \times H$                                                           | (+)                    |
|      |                                                                                                                            |                                 | P <sub>h1</sub> | $1/2 \times k \times \gamma_s \times H^2$ |                    | (+)                  | $1/3 \times H$                                                                    | (+)                    |
|      |                                                                                                                            | Totais                          |                 |                                           | V                  | H                    |                                                                                   | M                      |
| 477. | Figura - 3.35 Diagrama de cargas da barreira impermeável (Condições de Preenchimento de Sólidos – Parte não transbordante) | 以下による設計荷重                       | 記号              | 関係                                        | 鉛直力 (V)            | 水平力 (H)              | 掘底上流端から作用線までの距離 (L)                                                               | モーメント (M= V×L + H×L)   |
|      |                                                                                                                            | 自重                              | W               |                                           |                    |                      |                                                                                   |                        |
|      |                                                                                                                            |                                 | W <sub>1</sub>  | $1/2 \times W_0 \times m \times H^2$      | (+)                |                      | $2/3 \times m \times H$                                                           | (+)                    |
|      |                                                                                                                            |                                 | W <sub>2</sub>  | $W_0 \times b_1 \times (H + H')$          | (+)                |                      | $m \times H + 1/2 \times b_1$                                                     | (+)                    |
|      |                                                                                                                            |                                 | W <sub>3</sub>  | $1/2 \times W_0 \times n \times H^2$      | (+)                |                      | $m \times H + b_1 + 1/3 \times n \times H$                                        | (+)                    |
|      |                                                                                                                            | 静水圧                             | P               |                                           |                    |                      |                                                                                   |                        |
|      |                                                                                                                            |                                 | P <sub>v1</sub> | $1/2 \times \gamma_w \times m \times H^2$ | (+)                |                      | $1/3 \times m \times H$                                                           | (+)                    |
|      |                                                                                                                            |                                 | P <sub>v2</sub> | $\gamma_w \times m \times H \times h_1$   | (+)                |                      | $1/2 \times m \times H$                                                           | (+)                    |
|      |                                                                                                                            |                                 | P <sub>h1</sub> | $1/2 \times \gamma_w \times (H + h^1)^2$  |                    | (+)                  | $1/3 \times (H + h^1)$                                                            | (+)                    |
|      |                                                                                                                            | 堆砂圧                             | P <sub>e</sub>  |                                           |                    |                      |                                                                                   |                        |
|      |                                                                                                                            |                                 | P <sub>v1</sub> | $1/2 \times \gamma_s \times m \times H^2$ | (+)                |                      | $1/3 \times m \times H$                                                           | (+)                    |
|      |                                                                                                                            |                                 | P <sub>h1</sub> | $1/2 \times k \times \gamma_s \times H^2$ |                    | (+)                  | $1/3 \times H$                                                                    | (+)                    |
|      |                                                                                                                            | 合計                              |                 |                                           | V                  | H                    |                                                                                   | M                      |

図 - 3.35 不透過型堰堤の荷重図（満砂時:非越流部）

|      |                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                       |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 478. | <p>Momento de preenchimento de sólidos (parte não transbordante)</p>  <p>Ponto de referência Momento</p>          | <p>満砂時 (非越流部)</p>  <p>モーメント基準点</p> |
| 479. | Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo                                                                                                                                                                  | 出典：砂防プロジェクトにて作成                                                                                                       |
| 480. | 3.3 Cálculo de estabilidade das asas                                                                                                                                                                | 3.3 袖部の安定計算                                                                                                           |
| 481. | 3.3.1 Solicitações de projeto                                                                                                                                                                       | 3.3.1 設計荷重                                                                                                            |
| 482. | As asas da barreira devem ser dimensionadas considerando a solicitação hidrodinâmica do fluxo de detritos somada à força de impacto dos troncos carregados ou a do bloco, a que for de maior valor. | 堰堤の袖部は、礫の衝撃力と流木の衝撃力の大きい方に、土石流流体力を加えた荷重を考慮して検討する。                                                                      |
| 483. | Abaixo, definem-se as solicitações a serem consideradas nas análises:                                                                                                                               | 袖部の検討に用いる設計外力は以下に示す。                                                                                                  |
| 484. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Peso próprio da asa</li> <li>• Solicitação hidrodinâmica do fluxo de detritos</li> <li>• Força de impacto do bloco ou de troncos</li> </ul>                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 袖部の自重</li> <li>• 土石流流体力</li> <li>• 礫または流木の衝撃力</li> </ul>                     |
| 485. | 3.3.2 Condições de estabilidade                                                                                                                                                                     | 3.3.2 安定条件                                                                                                            |
| 486. | (1) Estabilidade ao tombamento e tensões no contato da asa com o corpo da barreira                                                                                                                  | (1) 転倒、堤体と袖部の接触面にかかる応力に対する安定                                                                                          |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                  |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 487. | Para que não ocorra tensão de tração no contato das asas com o corpo da barreira, a resultante das forças externas e o peso próprio da asa deve estar posicionada dentro do terço central da área de contato (b1).                                                                                                                                                 | 袖部と本体の境界面上において引張応力を生じさせないよう、堰堤の自重及び外力の合力が袖部底の中央 1/3 以内に入るようにしなければならない。<br>(b1)                                                                                                   |
| 488. | Fazendo assim é possível garantir, simultaneamente, a segurança ao tombamento.                                                                                                                                                                                                                                                                                     | このようにすることにより、同時に転倒に対する安全性も確保される。                                                                                                                                                 |
| 489. | O cálculo de estabilidade das asas ao tombamento é feito conforme abaixo apresentado:                                                                                                                                                                                                                                                                              | 袖部の転倒に対する安定計算は以下の通り行う。                                                                                                                                                           |
| 490. | $x = \frac{M}{V}$ $\frac{1}{3}b_1 \leq x \leq \frac{2}{3}b_1$                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | $x = \frac{M}{V}$ $\frac{1}{3}b_1 \leq x \leq \frac{2}{3}b_1$                                                                                                                    |
| 491. | <p>Onde:</p> <p>x : Distância entre a extremidade a montante da base da asa (b1) e o ponto de interseção da linha de ação da soma das cargas (m)</p> <p>V : Somatório das forças verticais por unidade de comprimento (kN/m)</p> <p>M : Total de momento de carga exercida a cada unidade de largura da seção (kNm/m)</p> <p>b1 : Largura da base das asas (m)</p> | <p>ここで、</p> <p>X : 荷重合力の作用線と堤底との交点から袖底 (b1) の上流端までの距離 (m)</p> <p>V : 単位長さ当たり断面に作用する鉛直力の総和 (kN/m)</p> <p>M : 単位幅当たり断面に作用する荷重のモーメントの合計 (kNm/m)</p> <p>b<sub>1</sub> : 袖部底幅 (m)</p> |
| 492. | (2) Estabilidade ao deslizamento                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | (2) 滑動に対する安定                                                                                                                                                                     |
| 493. | Na análise ao deslizamento no contato entre as asas e o corpo da barreira é necessário garantir um fator de segurança mínimo.                                                                                                                                                                                                                                      | 袖部と本体の接触面の検討には最小の安全率を確保する必要がある。                                                                                                                                                  |
| 494. | No cálculo do fator de segurança ao deslizamento no contato entre as asas e o corpo da barreira, utiliza-se a equação abaixo.                                                                                                                                                                                                                                      | 袖部と本体との接触面の滑動に対する安定計算に、以下の式を用いる。                                                                                                                                                 |
| 495. | Recomenda-se fator de segurança mínimo de 4,0.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 最小安全率として、4.0 を推奨します。                                                                                                                                                             |
| 496. | $n \leq \frac{tg \varphi \cdot V + \tau_0 \cdot L}{H}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | $n \leq \frac{tg \varphi \cdot V + \tau_0 \cdot L}{H}$                                                                                                                           |



|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 497. | <p>Onde:</p> <p>n : Fator de segurança</p> <p>V : Total das forças verticais que incidem a cada unidade de largura da seção (kN/m)</p> <p>H : Total das forças horizontais a cada unidade de largura da seção (kN/m)</p> <p>f : Coeficiente de atrito (f=0.7)</p> <p><math>\tau_0</math> : Resistência ao cisalhamento do concreto (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p>L : Comprimento onde é esperada a resistência ao cisalhamento (m)</p> <p>(Por regra, adotamos a largura da base da asa (b<sub>1</sub>))</p> | <p>ここで、</p> <p>n : 安全率</p> <p>V : 単位幅当たり断面に作用する鉛直力の合計 (kN/m)</p> <p>H : 単位幅当たり断面に作用する水平力の合計 (kN/m)</p> <p>f : 摩擦係数 (f=0.7)</p> <p><math>\tau_0</math> : コンクリートのせん断強度 (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p>L : せん断抵抗を期待できる長さ (m)</p> <p>(袖部の底幅 (b<sub>1</sub>) を基本とする。)</p>                 |
| 498. | <p>A resistência ao cisalhamento do concreto <math>\tau_0</math> é 1/5 da resistência à compressão de projeto do concreto de barreiras.</p> <p>No caso de <math>f'_{ck}=18\text{N/mm}^2 \rightarrow \tau=12800/5=2560\text{kN/m}^2</math></p> <p>No caso de <math>f'_{ck}=21\text{N/mm}^2 \rightarrow \tau=15000/5=3000\text{kN/m}^2</math></p>                                                                                                                                                          | <p>コンクリートのせん断強度<math>\tau_0</math>は、ダムコンクリートの設計圧縮強度の 1/5 とする。</p> <p><math>f'_{ck}=18\text{N/mm}^2</math> の場合<math>\rightarrow \tau=12800/5=2560\text{kN/m}^2</math></p> <p><math>f'_{ck}=21\text{N/mm}^2</math> の場合<math>\rightarrow \tau=15000/5=3000\text{kN/m}^2</math></p> |
| 499. | <p>Onde</p> <p><math>f'_{ck}</math> : Resistência padrão de projeto (N/mm<sup>2</sup>) (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p><math>\tau_c</math> : Resistência do concreto ao cisalhamento (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p><math>f'_{cd}</math> : Resistência de projeto à compressão do concreto (N/mm<sup>2</sup>)(kN/m<sup>2</sup>)</p>                                                                                                                                                                                 | <p>ここで、</p> <p><math>f'_{ck}</math> : 設計基準応力 (N/mm<sup>2</sup>) (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p><math>\tau_c</math> : コンクリートのせん断応力 (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p><math>f'_{cd}</math> : コンクリートの圧縮応力 (N/mm<sup>2</sup>) (kN/m<sup>2</sup>)</p>                                             |
| 500. | (3) Estabilidade quanto a ruptura da asa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | (3) 袖部の破壊に対する安定                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 501. | Na estabilidade a ruptura das asas a tensão máxima não deve ultrapassar a tensão admissível do concreto.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 袖部破壊に対する袖部の最大応力が許容応力度を超過してはならない。                                                                                                                                                                                                                                                |
| 502. | A tensão máxima nas extremidades do contato da asa com o corpo da barreira não deve ultrapassar o valor de tensão admissível do material.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 堤体と袖部の接触面に生じる最大応力度は、建材の許容応力度を超えてはならない。                                                                                                                                                                                                                                          |
| 503. | A equação abaixo permite o cálculo das tensões nas extremidades da base da asa.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 袖底の両端における応力を下式により算出する。                                                                                                                                                                                                                                                          |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 504. | $\sigma_m = \frac{V}{b_1} \left( 1 - \frac{6e}{b_2} \right) \quad ; \quad \sigma_j = \frac{V}{b_1} \left( 1 + \frac{6e}{b_1} \right)$ $e = x - \frac{1}{2} \cdot b_1$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | $\sigma_m = \frac{V}{b_1} \left( 1 - \frac{6e}{b_1} \right) \quad ; \quad \sigma_j = \frac{V}{b_1} \left( 1 + \frac{6e}{b_1} \right)$ $e = x - \frac{1}{2} \cdot b_1$                                                                                                          |
| 505. | <p>Onde</p> <p><math>\sigma_m</math> : Tensão vertical na extremidade a montante da asa (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p><math>\sigma_j</math> : Tensão vertical na extremidade a jusante da asa (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p>e : Excentricidade (m)</p> <p>V : Somatório das forças verticais por unidade de largura (kN/m)</p> <p>b<sub>1</sub> : Largura da asa da barreira (m)</p> <p>x : Distância entre a extremidade a montante da asa da barreira e o ponto de interseção da linha de ação da soma das cargas (m)</p> | <p>ここで、</p> <p><math>\sigma_m</math> : 袖部の上流端における鉛直応力 (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p><math>\sigma_j</math> : 袖部の下流端における鉛直力応力 (kN/m<sup>2</sup>)</p> <p>e : 偏心距離 (m)</p> <p>V : 単位幅当たり作用する鉛直力の総和 (kN/m)</p> <p>b<sub>1</sub> : 袖部幅 (m)</p> <p>X : 荷重の合力の作用線と袖部との交点から上流端までの距離 (m)</p> |
| 506. | <p>Considerando-se a resistência à compressão admissível de curto prazo no concreto, este valor deve ser majorado em 50%.</p> <p>No caso de <math>f_{ck}=21\text{Mpa} \rightarrow \sigma_{ca}=5250 \times 1,5=7875 \text{ kN/m}^2</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>コンクリートの短期許容圧縮強度は、50%割増を考慮する。</p> <p><math>f_{ck}=21\text{Mpa} \rightarrow \sigma_{ca}=5250 \times 1,5=7875 \text{ kN/m}^2</math></p>                                                                                                                                        |
| 507. | 3.3.3 Método de cálculo da estabilidade                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 3.3.3 安定計算方法                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 508. | As asas devem ser estáveis ao tombamento e ao deslizamento estando as tensões no contato da asa com o corpo da barreira adequadas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 袖部は、転倒、滑動に対して安定し、袖部と堤体の境界面の応力も適切でなければならない。                                                                                                                                                                                                                                     |
| 509. | Uma vez que o cálculo de estabilidade das asas considera a solicitação hidrodinâmica do fluxo de detritos e a força de impacto do bloco ou troncos dentre as cargas que são consideradas, verifica-se se satisfaz as condições necessárias à estabilidade (tombamento, deslocamento e tensões no contato da asa com o corpo da barreira).                                                                                                                                                                           | 袖部の安定計算は、土石流荷重のうち土石流流体力荷重および礫の衝撃力を考慮する計算であることから、安定条件（転倒、滑動、袖部と堤体の接触面の応力）を満たすことを確認する。                                                                                                                                                                                           |
| 510. | Na Tabela 3.21 apresenta-se a combinação das forças externas de projeto para a parte das asas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 袖部における設計外力の組合せを、表 3.21 に示す。                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 511. | Tabela - 3.21 Cargas utilizadas no cálculo de estabilidade das asas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 表 - 3.21 袖部の安定計算に用いる荷重                                                                                                                                                                                                                                                         |



### Resistência do concreto não armado ao cisalhamento

Mesmo em âmbito mundial, são poucas as pesquisas sobre a resistência do concreto não armado ao cisalhamento, não havendo métodos consolidados para os ensaios nem para a resistência. Consequentemente, nas normas técnicas e termos de referência do Japão não constam menções à resistência ao cisalhamento. Entretanto, a importância da resistência ao cisalhamento para a superfície de lançamento do concreto não armado em barragens de concreto, fez com que excepcionalmente fosse definida a resistência do concreto não armado ao cisalhamento para esse tipo de estrutura. Com base nos poucos resultados de ensaios de colapso por cisalhamento, realizados com concreto não armado, foi definido que "resistência ao cisalhamento = 1/5 da resistência à compressão."<sup>1)</sup>

Demonstram-se abaixo trechos sobre a resistência ao cisalhamento, extraídos da pesquisa de correlação entre resistência ao cisalhamento e resistência à compressão, resistência à tração e resistência à flexão, desenvolvida por Tatsumi Sato *et al*<sup>2)</sup>.

"Esta pesquisa realizou 3 tipos ensaios de resistência ao cisalhamento do concreto, abaixo descritos. Como objeto da comparação, o experimento utilizou corpo de prova cilíndrico no teste de compressão."

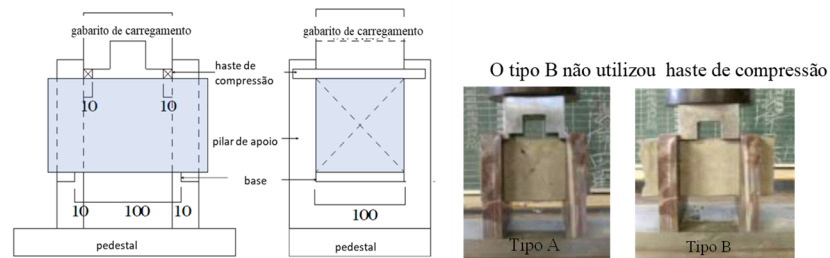


Figura 1 - Tipos A e B



Figura 2 - Tipo S

### 無筋コンクリートの剪断強度

無筋コンクリートの剪断破壊に関する研究は世界的に見ても少く、その試験方法及び強度は確立されていない。従って、日本のコンクリート標準仕様書等の基準類には剪断強度の記述はない。但し、コンクリートダム設計においては無筋コンクリート打設面の剪断強度が重要であるので、例外的に無筋コンクリートの剪断強度が定められている。これは、少ない無筋コンクリートの剪断破壊試験の結果に基づき、剪断強度 = 1/5(圧縮強度)と定められている<sup>1)</sup>。

無筋コンクリートの圧縮強度と剪断強度、引張強度、曲げ強度の関係に関する佐藤立美の研究<sup>2)</sup>から、剪断強度に関する内容を抜粋して以下に示す。

この研究では、コンクリートの剪断試験は下記の3タイプを実施している。比較の対象となる圧縮試験はシリンダー供試体を用いた試験である。

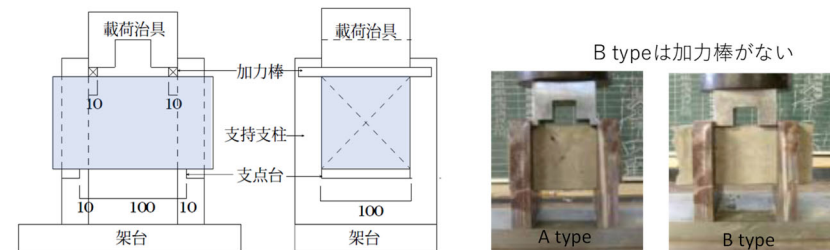


図-1 Aタイプ及びBタイプ



図-2 Sタイプ

516.

Os resultados dos ensaios foram demonstrados na figura 3, a fórmula de correlação das resistências à compressão e ao cisalhamento, na tabela 1. A tabela 1 apresenta a relação entre as resistências ao cisalhamento e à compressão do concreto N18.

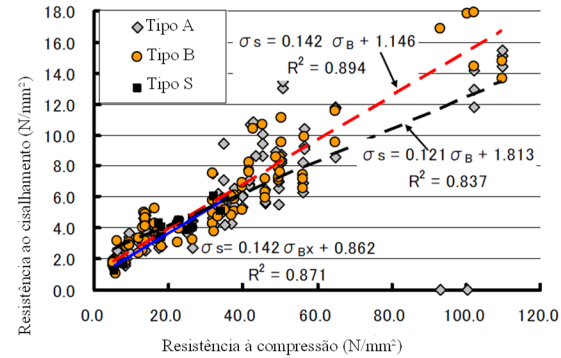


Figura 3 - Correlação entre as resistências à compressão e ao cisalhamento

Tabela 1 - Fórmula de correlação entre as resistências à compressão e ao cisalhamento

| Type of test | Relationship equation between $\sigma_s$ and $\sigma$ | Compressive strength (N/mm <sup>2</sup> ) |       |
|--------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------|
|              |                                                       | 18                                        | 20    |
| A            | $\sigma_s = 0,121\sigma + 1,813$                      | 3,991                                     | 4,233 |
| B            | $\sigma_s = 0,142\sigma + 1,146$                      | 3,702                                     | 3,986 |
| S            | $\sigma_s = 0,142\sigma + 0,862$                      | 3,418                                     | 3,702 |
| Average      |                                                       | 3,70                                      | 3,97  |
| Fraction     |                                                       | 1/5                                       | 1/5   |

517.

Fonte: Procedimentos do Intituto do Concreto do Japão, Vol.30, número 1, 2008

試験結果は図-3に、圧縮強度と剪断強度の関係式は表-1に示す通り。表-1にはN18コンクリートの剪断強度と圧縮強度の比を示している

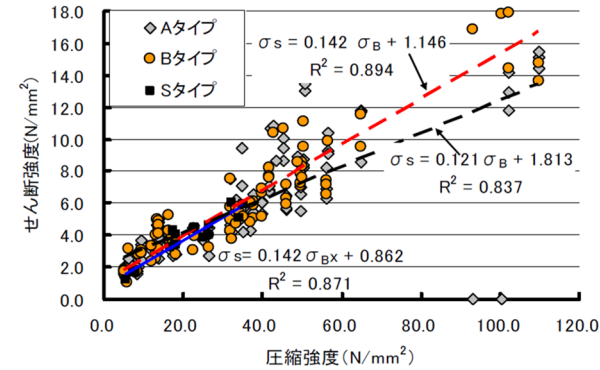


図-3 圧縮強度と剪断強度の関係

表-1 圧縮強度と剪断強度の関係式

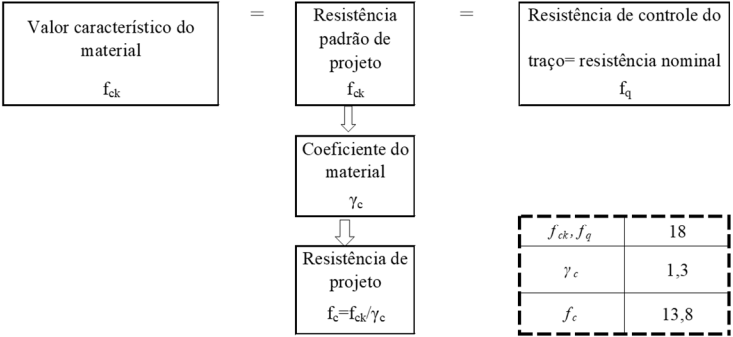
| Type of test | Relationship equation between $\sigma_s$ and $\sigma$ | Compressive strength (N/mm <sup>2</sup> ) |       |
|--------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------|
|              |                                                       | 18                                        | 20    |
| A            | $\sigma_s = 0.121 \sigma + 1.813$                     | 3.991                                     | 4.233 |
| B            | $\sigma_s = 0.142 \sigma + 1.146$                     | 3.702                                     | 3.986 |
| S            | $\sigma_s = 0.142 \sigma + 0.862$                     | 3.418                                     | 3.702 |
| Average      |                                                       | 3.70                                      | 3.97  |
| Fraction     |                                                       | 1/5                                       | 1/5   |

出典：コンクリート工学年次論文集 Vol.30 No.1 (2008)

518.

Resistência de projeto e resistência padrão de projeto do concreto

As “Especificações padronizadas do concreto - Seção Projetos de Engenharia”, da Sociedade de Engenheiros Civis do Japão<sup>3)</sup>, estabelece a resistência do concreto conforme abaixo.



Os motivos de terem sido adotadas resistência de controle do traço e a resistência padrão de projeto iguais, sem majoração, está relatado abaixo. Ainda, a critério da concreteira, é possível definir a majoração da resistência de controle do traço.

- (1) Segundo os levantamentos do Centro de Pesquisa em Obras Públicas<sup>4)</sup>, como demonstra a figura 1, a média fica entre 1,20 e 1,32 vezes a resistência padrão de projeto.
- (2) A resistência relativa do concreto usada pela concreteira para a resistência padrão de projeto é multiplicada em média por 1,3, o coeficiente variável fica em torno de 7%, não ocorrendo situações em que fique menor que a resistência padrão de projeto.

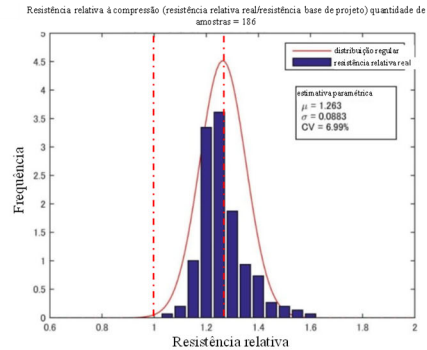
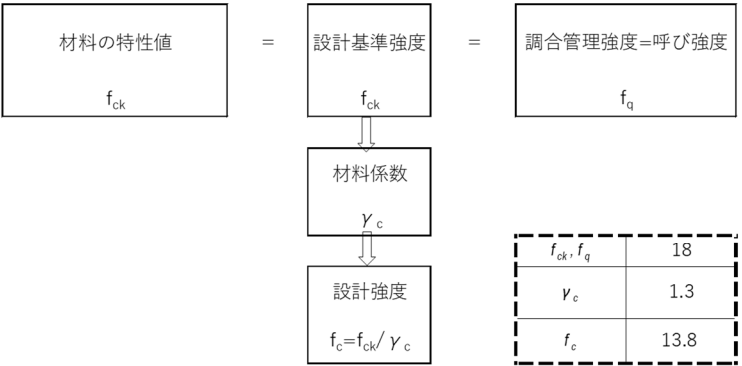


Figura 1 - Resistência relativa para a resistência padrão de projeto da concreteira

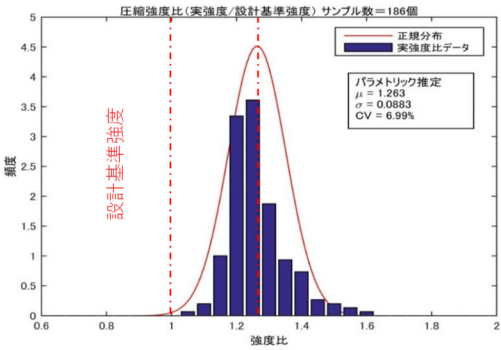
コンクリートの設計基準強度と設計強度

日本のコンクリート標準仕様書設計編（土木学会）<sup>3)</sup>ではコンクリートの強度を下記の様に定めている。



調査管理強度と設計基準強度を同じとしている（割り増ししていない）理由は下記のとおりです。また、工場の判断では割り増しした調査管理強度を設定することが可能としています。

- (1) 土木研究所の調査の結果によると<sup>4)</sup>、標準養生した供試体の圧縮強度は、図一1に示すように平均で設計基準強度の 1.20～1.32 倍である。
- (2) 設計基準強度に対する工場生産コンクリートの強度比は、平均で1.3倍、変動係数は 7%前後であり、設計基準強度を下回ることがない。

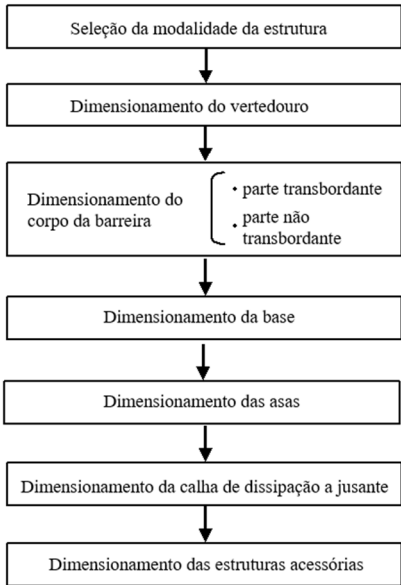
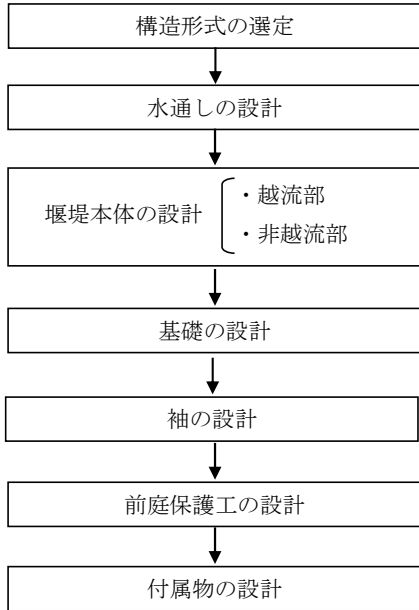


図一1 工場生産コンクリートの設計基準高度に対する強度比

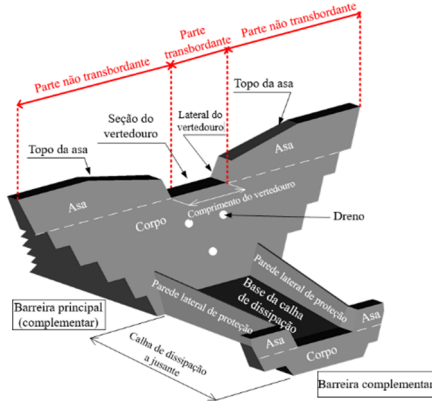
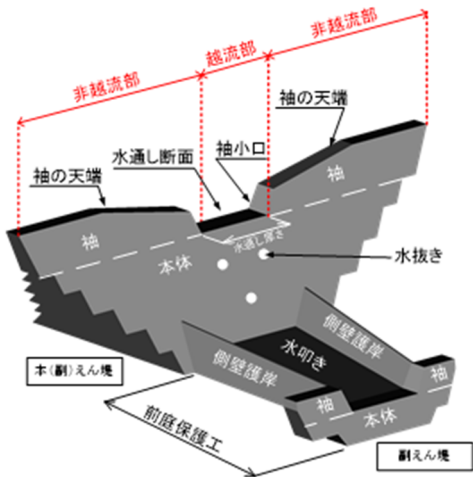
|      |                                                                                                                                                                                                          |                                                   |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 519. | Fonte: Centro de Pesquisas em Obras Públicas, Documento 4401, Pesquisa Investigativa sobre o Método de Dimensionamento por Fatores Parciais e os Padrões de Desempenho de Pontes Rodoviárias de Concreto | 出典：土木研究所資料 4401 号 コンクリート道路橋の性能規定及び部分係数設計法に関する調査研究 |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|



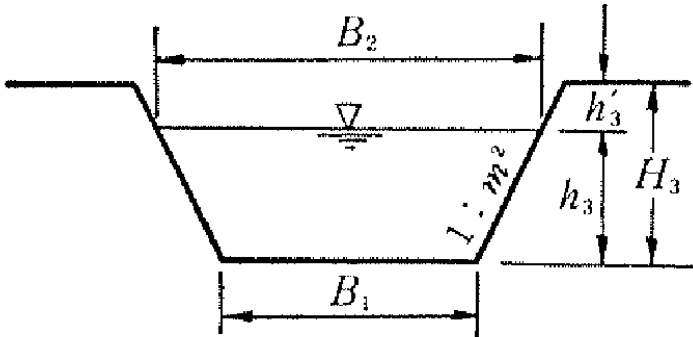
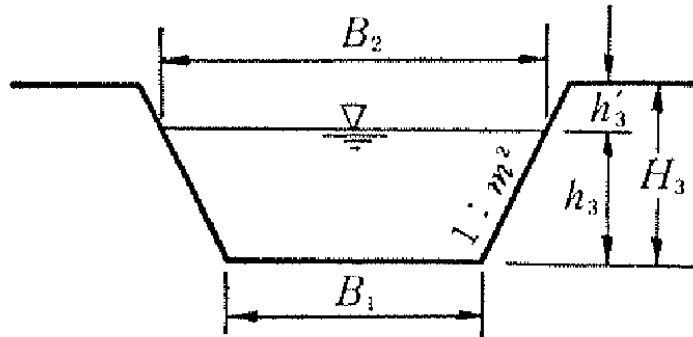


|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | <b>Capítulo 4 - Projeto de Engenharia da Barreira Sabo Impermeável</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>第 4 章 - 不透過型砂防堰堤の設計</b>                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 2. | <b>1. Projeto de Engenharia da Barreira Sabo Impermeável</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>1. 不透過型砂防堰堤の設計</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 3. | 1.1 Etapas da elaboração do projeto de engenharia                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 1.1 設計順序                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 4. | O projeto de engenharia da barreira impermeável deve ser desenvolvido seguindo as seguintes etapas: seleção da modalidade da estrutura, dimensionamento do vertedouro, do corpo (parte transbordante e parte não transbordante), da base, das asas, da calha de dissipação a jusante e das estruturas auxiliares.                                                                                                                                                                                                                      | 不透過型堰堤の設計は、構造形式の選定、水通しの設計、本体の設計（越流部・非越流部）、基礎の設計、袖の設計、前庭保護工の設計、付属物の設計の順で実施する。                                                                                                                                                                                                                          |
| 5. | Após a seleção da modalidade da estrutura, o projeto de engenharia deve ser desenvolvido com base nos resultados dos levantamentos detalhados do local previsto para sua construção (vide Figura 4.1).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 構造形式を選定した後は、堰堤計画地点での詳細な現地調査結果を踏まえて設計を実施しなければならない（図 - 4.1 参照）。                                                                                                                                                                                                                                         |
| 6. | Figura - 4.1 Etapas da elaboração do projeto de engenharia da barreira impermeável                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 図 - 4.1 不透過型堰堤の設計順序                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 7. |  <pre> graph TD     A[Seleção da modalidade da estrutura] --&gt; B[Dimensionamento do vertedouro]     B --&gt; C[Dimensionamento do corpo da barreira]     C --&gt; D[Dimensionamento da base]     D --&gt; E[Dimensionamento das asas]     E --&gt; F[Dimensionamento da calha de dissipação a jusante]     F --&gt; G[Dimensionamento das estruturas acessórias]     C --- H[• parte transbordante<br/>• parte não transbordante]           </pre> |  <pre> graph TD     A[構造形式の選定] --&gt; B[水通しの設計]     B --&gt; C[堰堤本体の設計]     C --&gt; D[基礎の設計]     D --&gt; E[袖の設計]     E --&gt; F[前庭保護工の設計]     F --&gt; G[付属物の設計]     C --- H[• 越流部<br/>• 非越流部]           </pre> |

| 8.                            | Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |         |                                        |  | 出典：砂防プロジェクトにて作成                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------------------------------------|--|--------------------------------------------|------|---------|---------------------|------------|---------------------------|---|-----------------|----------------------|---|-----------------|-------------------------------------|-------|-----------------|------------------------------------|---|-----------------|-------------------|-----------------------------|---|-----------------|--------------------|---|-----------------|-------------------------|---|-----------------|------------------------------------|---|-----------------|------|-------------------------------------|-------|-----------------|---------------|---|-----------------|--------------------------|---|-----------------|-------------------------------|-------------------|-------|-----------------|--------------------------------------------|---|-----------------|------------------------------------------|---|----------------------------------------|-------------------------------------------|-------|-----------------|-----------------------------|---|-----------------|-------------------------|---|-----------------|------------------------------------|---|-----------------|--------------------------------------------------|-------|-----------------|--|--------------------------------------|---|-----------------|------------------------------------------|-------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|----|----|----|------|-----|------|---|---------|------|---|---------|-------|-------|---------|------|---|---------|------|----|---|---------|----|---|---------|----|---|---------|---------|---|---------|--------|-------|---------|----|----|---|---------|-------|---|---------|-----|-------|---------|-------|-----|---|---------|-----|---|----------------|-------|-------|---------|----|---|---------|----|---|---------|------|---|---------|---------|-------|---------|
| 9.                            | 1.2 Valores de referência                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |         |                                        |  | 1.2 数値基準                                   |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
| 10.                           | As dimensões da estrutura do projeto de engenharia da barreira impermeável são definidas de acordo com os valores de referência para arredondamentos dispostos na Tabela 4.1.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |         |                                        |  | 不透過型堰堤の設計おける構造寸法は、表 4.1 に示す概算数値基準に準じて設定する。 |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
| 11.                           | Tabela - 4.1 Valores de referência da barreira impermeável                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |         |                                        |  | 表 - 4.1 不透過型堰堤の数値基準                        |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
| 12.                           | <table><tr><th>Parte</th><th>Item</th><th>Unidade</th><th>Valor de referência</th></tr><tr><td rowspan="4">Vertedouro</td><td>Comprimento do vertedouro</td><td>m</td><td>Unidade de 0,1m</td></tr><tr><td>Altura do vertedouro</td><td>m</td><td>Unidade de 0,1m</td></tr><tr><td>Inclinação da lateral do vertedouro</td><td>1V:XH</td><td>Unidade de 0,05</td></tr><tr><td>Altura da lâmina d'água de projeto</td><td>m</td><td>Unidade de 0,1m</td></tr><tr><td rowspan="4">Corpo da barreira</td><td>Altura do corpo da barreira</td><td>m</td><td>Unidade de 0,5m</td></tr><tr><td>Altura da barreira</td><td>m</td><td>Unidade de 0,5m</td></tr><tr><td>Comprimento da barreira</td><td>m</td><td>Unidade de 0,5m</td></tr><tr><td>Espessura da soleira do vertedouro</td><td>m</td><td>Unidade de 0,1m</td></tr><tr><td rowspan="3">Asas</td><td>Inclinação do paramento da barreira</td><td>1V:XH</td><td>Unidade de 0,05</td></tr><tr><td>Altura da asa</td><td>m</td><td>Unidade de 0,1m</td></tr><tr><td>Espessura do topo da asa</td><td>m</td><td>Unidade de 0,1m</td></tr><tr><td rowspan="8">Calha de dissipação a jusante</td><td>Inclinação da asa</td><td>1V:XH</td><td>Unidade de 0,05</td></tr><tr><td>Comprimento da base da calha de dissipação</td><td>m</td><td>Unidade de 0,5m</td></tr><tr><td>Espessura da base da calha de dissipação</td><td>m</td><td>Unidade de 0,1m (arredondar para cima)</td></tr><tr><td>Inclinação da base da calha de dissipação</td><td>1V:XH</td><td>Unidade de 0,05</td></tr><tr><td>Altura do corpo da barreira</td><td>m</td><td>Unidade de 0,5m</td></tr><tr><td>Comprimento da barreira</td><td>m</td><td>Unidade de 0,5m</td></tr><tr><td>Espessura da soleira do vertedouro</td><td>m</td><td>Unidade de 0,1m</td></tr><tr><td>Inclinação do paramento da barreira complementar</td><td>1V:XH</td><td>Unidade de 0,05</td></tr><tr><td rowspan="2"></td><td>Altura da parede lateral de proteção</td><td>m</td><td>Unidade de 0,1m</td></tr><tr><td>Inclinação da parede lateral de proteção</td><td>1V:XH</td><td>Unidade de 0,05</td></tr></table> |         |                                        |  | Parte                                      | Item | Unidade | Valor de referência | Vertedouro | Comprimento do vertedouro | m | Unidade de 0,1m | Altura do vertedouro | m | Unidade de 0,1m | Inclinação da lateral do vertedouro | 1V:XH | Unidade de 0,05 | Altura da lâmina d'água de projeto | m | Unidade de 0,1m | Corpo da barreira | Altura do corpo da barreira | m | Unidade de 0,5m | Altura da barreira | m | Unidade de 0,5m | Comprimento da barreira | m | Unidade de 0,5m | Espessura da soleira do vertedouro | m | Unidade de 0,1m | Asas | Inclinação do paramento da barreira | 1V:XH | Unidade de 0,05 | Altura da asa | m | Unidade de 0,1m | Espessura do topo da asa | m | Unidade de 0,1m | Calha de dissipação a jusante | Inclinação da asa | 1V:XH | Unidade de 0,05 | Comprimento da base da calha de dissipação | m | Unidade de 0,5m | Espessura da base da calha de dissipação | m | Unidade de 0,1m (arredondar para cima) | Inclinação da base da calha de dissipação | 1V:XH | Unidade de 0,05 | Altura do corpo da barreira | m | Unidade de 0,5m | Comprimento da barreira | m | Unidade de 0,5m | Espessura da soleira do vertedouro | m | Unidade de 0,1m | Inclinação do paramento da barreira complementar | 1V:XH | Unidade de 0,05 |  | Altura da parede lateral de proteção | m | Unidade de 0,1m | Inclinação da parede lateral de proteção | 1V:XH | Unidade de 0,05 | <table><tr><th>部位</th><th>項目</th><th>単位</th><th>数値基準</th></tr><tr><td rowspan="4">水通し</td><td>水通し長</td><td>m</td><td>0.1m 単位</td></tr><tr><td>水通し高</td><td>m</td><td>0.1m 単位</td></tr><tr><td>袖小口勾配</td><td>1V:XH</td><td>0.05 単位</td></tr><tr><td>設計水深</td><td>m</td><td>0.1m 単位</td></tr><tr><td rowspan="5">堰堤本体</td><td>堤高</td><td>m</td><td>0.5m 単位</td></tr><tr><td>総高</td><td>m</td><td>0.5m 単位</td></tr><tr><td>堤長</td><td>m</td><td>0.5m 単位</td></tr><tr><td>水通し天端厚さ</td><td>m</td><td>0.1m 単位</td></tr><tr><td>堤体の法勾配</td><td>1V:XH</td><td>0.05 単位</td></tr><tr><td rowspan="3">袖部</td><td>袖高</td><td>m</td><td>0.1m 単位</td></tr><tr><td>袖天端厚さ</td><td>m</td><td>0.1m 単位</td></tr><tr><td>袖勾配</td><td>1V:XH</td><td>0.05 単位</td></tr><tr><td rowspan="7">前庭保護工</td><td>水叩長</td><td>m</td><td>0.5m 単位</td></tr><tr><td>水叩厚</td><td>m</td><td>0.1m 単位 (切り上げ)</td></tr><tr><td>水叩き勾配</td><td>1V:XH</td><td>0.05 単位</td></tr><tr><td>堤高</td><td>m</td><td>0.5m 単位</td></tr><tr><td>堤長</td><td>m</td><td>0.5m 単位</td></tr><tr><td>天端厚さ</td><td>m</td><td>0.1m 単位</td></tr><tr><td>副堰堤の法勾配</td><td>1V:XH</td><td>0.05 単位</td></tr></table> |  |  |  | 部位 | 項目 | 単位 | 数値基準 | 水通し | 水通し長 | m | 0.1m 単位 | 水通し高 | m | 0.1m 単位 | 袖小口勾配 | 1V:XH | 0.05 単位 | 設計水深 | m | 0.1m 単位 | 堰堤本体 | 堤高 | m | 0.5m 単位 | 総高 | m | 0.5m 単位 | 堤長 | m | 0.5m 単位 | 水通し天端厚さ | m | 0.1m 単位 | 堤体の法勾配 | 1V:XH | 0.05 単位 | 袖部 | 袖高 | m | 0.1m 単位 | 袖天端厚さ | m | 0.1m 単位 | 袖勾配 | 1V:XH | 0.05 単位 | 前庭保護工 | 水叩長 | m | 0.5m 単位 | 水叩厚 | m | 0.1m 単位 (切り上げ) | 水叩き勾配 | 1V:XH | 0.05 単位 | 堤高 | m | 0.5m 単位 | 堤長 | m | 0.5m 単位 | 天端厚さ | m | 0.1m 単位 | 副堰堤の法勾配 | 1V:XH | 0.05 単位 |
| Parte                         | Item                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Unidade | Valor de referência                    |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
| Vertedouro                    | Comprimento do vertedouro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | m       | Unidade de 0,1m                        |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | Altura do vertedouro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | m       | Unidade de 0,1m                        |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | Inclinação da lateral do vertedouro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1V:XH   | Unidade de 0,05                        |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | Altura da lâmina d'água de projeto                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | m       | Unidade de 0,1m                        |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
| Corpo da barreira             | Altura do corpo da barreira                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | m       | Unidade de 0,5m                        |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | Altura da barreira                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | m       | Unidade de 0,5m                        |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | Comprimento da barreira                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | m       | Unidade de 0,5m                        |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | Espessura da soleira do vertedouro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | m       | Unidade de 0,1m                        |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
| Asas                          | Inclinação do paramento da barreira                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1V:XH   | Unidade de 0,05                        |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | Altura da asa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | m       | Unidade de 0,1m                        |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | Espessura do topo da asa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | m       | Unidade de 0,1m                        |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
| Calha de dissipação a jusante | Inclinação da asa                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1V:XH   | Unidade de 0,05                        |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | Comprimento da base da calha de dissipação                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | m       | Unidade de 0,5m                        |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | Espessura da base da calha de dissipação                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | m       | Unidade de 0,1m (arredondar para cima) |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | Inclinação da base da calha de dissipação                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1V:XH   | Unidade de 0,05                        |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | Altura do corpo da barreira                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | m       | Unidade de 0,5m                        |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | Comprimento da barreira                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | m       | Unidade de 0,5m                        |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | Espessura da soleira do vertedouro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | m       | Unidade de 0,1m                        |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | Inclinação do paramento da barreira complementar                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 1V:XH   | Unidade de 0,05                        |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | Altura da parede lateral de proteção                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | m       | Unidade de 0,1m                        |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | Inclinação da parede lateral de proteção                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1V:XH   | Unidade de 0,05                        |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
| 部位                            | 項目                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 単位      | 数値基準                                   |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
| 水通し                           | 水通し長                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | m       | 0.1m 単位                                |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | 水通し高                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | m       | 0.1m 単位                                |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | 袖小口勾配                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1V:XH   | 0.05 単位                                |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | 設計水深                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | m       | 0.1m 単位                                |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
| 堰堤本体                          | 堤高                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | m       | 0.5m 単位                                |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | 総高                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | m       | 0.5m 単位                                |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | 堤長                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | m       | 0.5m 単位                                |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | 水通し天端厚さ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | m       | 0.1m 単位                                |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | 堤体の法勾配                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1V:XH   | 0.05 単位                                |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
| 袖部                            | 袖高                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | m       | 0.1m 単位                                |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | 袖天端厚さ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | m       | 0.1m 単位                                |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | 袖勾配                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1V:XH   | 0.05 単位                                |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
| 前庭保護工                         | 水叩長                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | m       | 0.5m 単位                                |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | 水叩厚                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | m       | 0.1m 単位 (切り上げ)                         |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | 水叩き勾配                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1V:XH   | 0.05 単位                                |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | 堤高                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | m       | 0.5m 単位                                |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | 堤長                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | m       | 0.5m 単位                                |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | 天端厚さ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | m       | 0.1m 単位                                |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |
|                               | 副堰堤の法勾配                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1V:XH   | 0.05 単位                                |  |                                            |      |         |                     |            |                           |   |                 |                      |   |                 |                                     |       |                 |                                    |   |                 |                   |                             |   |                 |                    |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |      |                                     |       |                 |               |   |                 |                          |   |                 |                               |                   |       |                 |                                            |   |                 |                                          |   |                                        |                                           |       |                 |                             |   |                 |                         |   |                 |                                    |   |                 |                                                  |       |                 |  |                                      |   |                 |                                          |       |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |    |    |    |      |     |      |   |         |      |   |         |       |       |         |      |   |         |      |    |   |         |    |   |         |    |   |         |         |   |         |        |       |         |    |    |   |         |       |   |         |     |       |         |       |     |   |         |     |   |                |       |       |         |    |   |         |    |   |         |      |   |         |         |       |         |

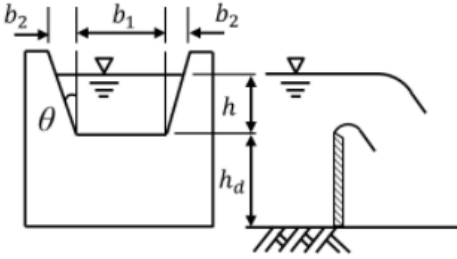
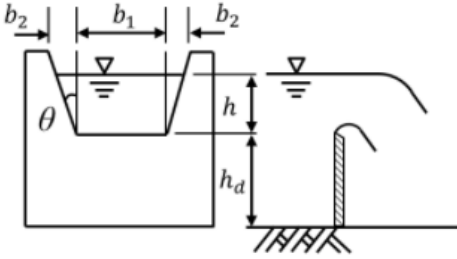
|     |                                                                                                                                                                                                               |  |                                                                                                                                                                           |       |         |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---------|
|     |                                                                                                                                                                                                               |  | 側壁護岸高                                                                                                                                                                     | m     | 0.1m 単位 |
|     |                                                                                                                                                                                                               |  | 側壁護岸勾配                                                                                                                                                                    | 1V:XH | 0.05 単位 |
| 13. | 2. Seleção da modalidade da estrutura da barreira impermeável                                                                                                                                                 |  | 2. 不透過型堰堤の構造形式選定                                                                                                                                                          |       |         |
| 14. | 2.1 Seleção da modalidade da estrutura                                                                                                                                                                        |  | 2.1 構造形式の選定                                                                                                                                                               |       |         |
| 15. | A barreira impermeável é uma estrutura gravitacional em concreto.                                                                                                                                             |  | 不透過型堰堤は、重力式コンクリート構造物である。                                                                                                                                                  |       |         |
| 16. | A partir das condições do terreno do local previsto para a construção da barreira e das condições para a execução da obra, seleciona-se a modalidade da estrutura.                                            |  | 構造形式は、堰堤計画地点の地盤条件及び設計条件から選定する。                                                                                                                                            |       |         |
| 17. | Este tipo de estrutura tem um histórico muito vasto de obras executadas no Japão e apresenta poucas condições topográficas limitantes.                                                                        |  | このような構造は日本において施工実績が非常に多く、また、地形的な制約条件が少ない。                                                                                                                                 |       |         |
| 18. | Ressalta-se que este manual é voltado para este tipo de estrutura.                                                                                                                                            |  | なお、本指針はこの構造形式を対象としている。                                                                                                                                                    |       |         |
| 19. | Figura - 4.2 Estrutura gravitacional de concreto da barreira impermeável                                                                                                                                      |  | 図 - 4.2 重力式コンクリート構造の不透過型堰堤                                                                                                                                                |       |         |
| 20. |                                          |  |   |       |         |
| 21. | Fonte: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil/Ministério da Integração Nacional (2018): Volume 4 - Manual Técnico para Intervenções Estruturais para Fluxo de Detritos, Projeto Gides, com adaptações |  | 出典：GIDES マニュアルから加筆修正                                                                                                                                                      |       |         |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                     |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 22. | <b>3. Dimensionamento do vertedouro</b>                                                                                                                                                                                                                | <b>3. 水通しの設計</b>                                                                                                    |
| 23. | 3.1 Função do vertedouro                                                                                                                                                                                                                               | 3.1 水通しの機能                                                                                                          |
| 24. | O vertedouro da barreira é o canal de liberação da água situada no centro do topo da estrutura, tendo por finalidade transbordar com segurança a vazão de projeto (vazão de cheia).                                                                    | 堰堤の水通しは、構造物の天端中央部に設ける放水路であり、設計流量（洪水時）を安全に越流させることを目的とする。                                                             |
| 25. | O vertedouro (parte transbordante) e a parte não transbordante devem ser analisadas separadamente.                                                                                                                                                     | 水通し（越流部）及び非越流部は別々に検討を行う必要がある。                                                                                       |
| 26. | 3.2 Posicionamento do vertedouro                                                                                                                                                                                                                       | 3.2 水通しの位置                                                                                                          |
| 27. | O vertedouro deve ser posicionado no centro do leito do canal atual levando em conta topografia, geologia, situação das margens do talvegue e direção do escoamento da água, tanto a montante quanto a jusante da barreira.                            | 水通しは、堰堤上下流の地形、地質、溪岸の状態、流水の方向等を考慮した上で、現河床の中央に配置する。                                                                   |
| 28. | De acordo com o posicionamento do local previsto para a construção da barreira, deve-se atentar aos seguintes pontos:                                                                                                                                  | また、堰堤計画サイト位置の状況に応じて、以下の点に配慮するものとする。                                                                                 |
| 29. | <ul style="list-style-type: none"> <li>O escoamento da água que transborda através do vertedouro desce em ângulo reto em relação ao eixo da barreira.</li> </ul>                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>水通しを越流する水流は、堰堤軸に対して直角に流下する。</li> </ul>                                       |
| 30. | O posicionamento e direção destas devem considerar a existência de residências, estruturas pré-existentes ou áreas agrícolas de forma a não as impactar.                                                                                               | 水通しの位置及び方向は、宅地、既設構造物あるいは農地に影響を与えないように配慮して決定する必要がある。                                                                 |
| 31. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Em caso de canais sinuosos a montante do local da barreira, deve-se definir o posicionamento do vertedouro considerando a direção média do escoamento do curso do rio previsto no trecho de projeto.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>堰堤の計画地点より上流の流域が屈曲している場合は、計画区間において想定される河道の平均流心を検討した上で、水通しの位置を決定する。</li> </ul> |
| 32. | 3.3 Seção do vertedouro                                                                                                                                                                                                                                | 3.3 水通し断面                                                                                                           |
| 33. | A seção do vertedouro possui formato de trapézio invertido.                                                                                                                                                                                            | 水通し断面は、逆台形の形を持つ。                                                                                                    |
| 34. | Deve-se definir altura e comprimento de vertedouro que possibilite escoar a água transbordada de forma segura.                                                                                                                                         | 越流水を安全に流下させることができる水通し長および水通し高を設定する。                                                                                 |
| 35. | O formato da seção, o comprimento e a altura do vertedouro devem ser analisados conforme a seguir:                                                                                                                                                     | 水通し断面の形状および水通しの長さとおよび水通し高は、以下に基づいて検討する。                                                                             |
| 36. | <ul style="list-style-type: none"> <li>O comprimento do vertedouro deve ser o maior possível, a fim de evitar a erosão causada pelo escoamento da água a jusante da barreira.</li> </ul>                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>水通しは、堰堤下流側の流水による洗堀に対処するため、できるだけ長く設定する。</li> </ul>                            |

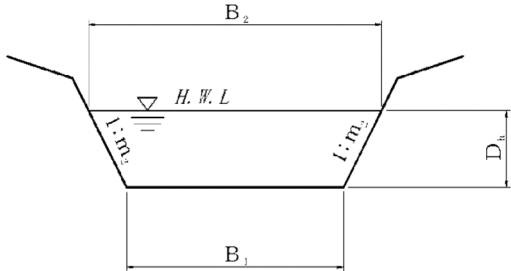
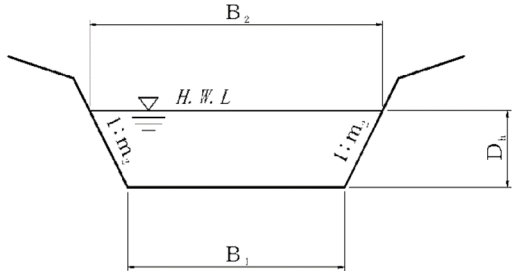
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                           |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 37. | Entretanto, deve-se garantir um comprimento mínimo de asa de forma a evitar erosão das margens a montante.                                                                                                                                                                                                                   | ただし、上流側の両岸の洗堀を防止するため、袖部の最低限の長さを確保する必要がある。                                                                                                                                 |
| 38. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Conforme apresentada na Figura 4.3, a altura do vertedouro (<math>H_3</math>) deve ser definida pela altura da lâmina d'água de projeto (<math>h_3</math>), necessária para escoar a vazão de projeto vazão de cheia), somada à altura de borda livre (<math>h_3'</math>).</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>図 4.3 に示す通り、水通し高 (<math>H_3</math>)は設計流量（洪水時）を流下させるために必要となる設計水深(<math>h_3</math>)に、余裕高(<math>h_3'</math>)を加えて決定することとする。</li> </ul> |
| 39. | Figura - 4.3 Seção do vertedouro da barreira                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 図 - 4.3 堰堤の水通し断面                                                                                                                                                          |
| 40. |                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                        |
| 41. | Fonte: Associação Nacional Sabo e Gestão de Cheias, Coletânea de Fórmulas de Projeto de Engenharia Sabo (Manual).                                                                                                                                                                                                            | 出典：砂防設計公式集（マニュアル） 社団法人 全国治水砂防協会                                                                                                                                           |
| 42. | 3.3.1 Comprimento do vertedouro                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3.3.1 水通し長                                                                                                                                                                |
| 43. | Por padrão, o comprimento da base do vertedouro deve ser igual à largura do leito do canal fluvial.                                                                                                                                                                                                                          | 水通し底の長さは、河床幅と同一にすることを基本とする。                                                                                                                                               |
| 44. | Entretanto, deve-se garantir um comprimento mínimo da base do vertedouro de 3 metros.                                                                                                                                                                                                                                        | ただし、水通し底の長さの下限值は 3m とする。                                                                                                                                                  |
| 45. | O comprimento do vertedouro deve ser analisado pela base da seção ( $B_1$ – Figura 4.3), de modo que possibilite o escoamento seguro da vazão de projeto (vazão de cheia ) após considerar a largura do canal fluvial a jusante.                                                                                             | 水通し長は、下流の流路幅を考慮した上で、設計流量（洪水時）が安全に流下可能な水通し断面の底長（ $B_1$ - 図 4.3）によって検討する。                                                                                                   |
| 46. | Este comprimento deve ser o maior possível, a fim de evitar a erosão causada pelo escoamento da água a jusante da barreira.                                                                                                                                                                                                  | この長さは、堰堤下流側で流水による洗堀に対処するため、できるだけ長く設定する。                                                                                                                                   |

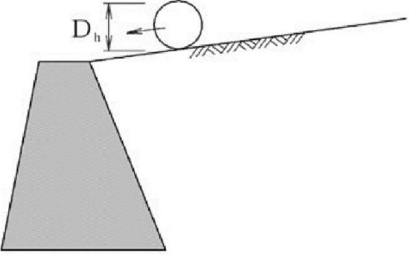
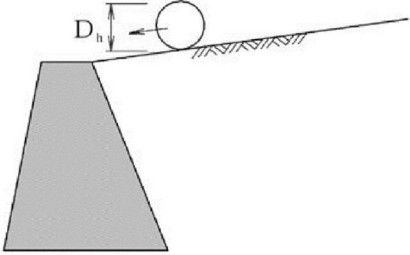
|     |                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 47. | Entretanto, deve-se garantir um comprimento mínimo de asa de forma a evitar erosão das margens a montante.                                                                                                                   | ただし、上流側の両岸の洗堀を防止するため、袖部の最低限の長さを確保する必要がある。                                                      |
| 48. | Vale destacar que, quando a área do talvegue a montante da barreira for pequena, o comprimento do vertedouro também tenderá a ser reduzido.                                                                                  | なお、堰堤上流の渓流面積が小さい場合は、水通し底長も小さくなる傾向がある。                                                          |
| 49. | Contudo, o comprimento mínimo do vertedouro deverá ser de 3m, a fim de evitar possíveis obstruções causadas por blocos e troncos.                                                                                            | しかし、想定される礫や流木による閉塞を防ぐため、水通しの長さの下限値は 3 mとする。                                                    |
| 50. | 3.3.2 Lateral do vertedouro                                                                                                                                                                                                  | 3.3.2 袖小口                                                                                      |
| 51. | Em geral, a inclinação da lateral do vertedouro deve ser de 1V:0,5H ou mais suave.                                                                                                                                           | 一般的に袖小口の勾配は 1V:0.5H またはこれより緩くする。                                                               |
| 52. | Para fazer frente aos danos causados por blocos e troncos, as laterais da seção do vertedouro devem possuir inclinação (1:m <sup>2</sup> ) de 1V:0,5H ou mais suave.                                                         | 水通しの袖小口断面は、礫や流木による破壊に対処するため、勾配 (1:m <sup>2</sup> ) を 1V:0.5H またはこれより緩い勾配を設ける。                  |
| 53. | Neste manual será adotada a inclinação de 1V:0,5H.                                                                                                                                                                           | 本指針では、袖小口の勾配は 1V:0.5H を採用する。                                                                   |
| 54. | 3.3.3 Altura do vertedouro                                                                                                                                                                                                   | 3.3.3 水通し高                                                                                     |
| 55. | A altura do vertedouro (H <sub>3</sub> ) é a altura da lâmina d'água de projeto somada à altura de borda livre.                                                                                                              | 水通し高 (H <sub>3</sub> )は、設計水深に余裕高を加えた高さとする。                                                     |
| 56. | A altura do vertedouro (H <sub>3</sub> ) deve ser definida pela altura da lâmina d'água de projeto, calculada através da vazão de projeto (vazão de cheia ), somada à altura de borda livre (Figura 4.3).                    | 水通しの高さ (H <sub>3</sub> )は、設計流量（洪水時）から算出される設計水深に、余裕高を加えて決定する（図 4.3）                             |
| 57. | $H_3 = h_3 + h_3'$                                                                                                                                                                                                           | $H_3 = h_3 + h_3'$                                                                             |
| 58. | Onde:<br>H <sub>3</sub> : Altura do vertedouro (m)<br>h <sub>3</sub> : Altura da água transbordante (m)<br>h <sub>3</sub> ' : Altura de borda livre (m)                                                                      | ここで、<br>H <sub>3</sub> : 水通しの高さ (m)<br>h <sub>3</sub> : 越流水深 (m)<br>h <sub>3</sub> ' : 余裕高 (m) |
| 59. | 3.4 Altura da lâmina d'água de projeto                                                                                                                                                                                       | 3.4 設計水深                                                                                       |
| 60. | É necessário comparar a profundidade da água transbordada através do vertedouro, calculada pela vazão de projeto (vazão de cheia ), com a granulometria máxima dos blocos a serem transportados durante o fluxo de detritos. | 設計流量（洪水時）から算出される水通し部の越流水深及び土石流発生時に運搬されると想定される最大礫径を比較する必要がある。                                   |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 61. | Deve-se comparar os três valores a seguir e adotar o maior destes como profundidade de água de projeto:                                                                                                                                                                                                             | 設計水深は、以下に示す 3 つの値を比較し、最も大きい値を採用する。                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 62. | 1) Valor da altura da lâmina d'água transbordada na vazão de projeto (vazão de cheia )                                                                                                                                                                                                                              | 1) 設計流量（洪水時）の越流水深の値                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 63. | 2) Valor da altura da lâmina d'água transbordada na vazão de pico do fluxo de detritos (momentos de fluxo de detritos) ( )                                                                                                                                                                                          | 2) 土石流ピーク流量（土石流時）の越流水深の値                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 64. | 3) Valor máximo do diâmetro dos blocos a serem transportados durante o fluxo de detritos                                                                                                                                                                                                                            | 3) 土石流時の礫径の最大値                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 65. | 3.4.1 Altura da lâmina d'água transbordada para vazão de projeto (vazão de cheia )                                                                                                                                                                                                                                  | 3.4.1 設計流量（洪水時）に対する越流水深                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 66. | A altura da lâmina d'água transbordada para a vazão de projeto (vazão de cheia ) ( $h_3$ ) deve ser calculada através da fórmula de transbordamento <sup>1</sup> no trecho do vertedouro, que tem formato trapezoidal.                                                                                              | 設計流量（洪水時）に対する越流水深 ( $h_3$ )は、台形水通し区間の越流公式 <sup>1</sup> を用いて算出する。                                                                                                                                                                                                                                            |
| 67. | ( <sup>1</sup> Poleni, J. (1717). De motu aquae mixto libri duo. Typis Iosephi Comini, Padova)                                                                                                                                                                                                                      | ( <sup>1</sup> Poleni, J. (1717). De motu aquae mixto libri duo. Typis Iosephi Comini, Padova)                                                                                                                                                                                                              |
| 68. | A vazão do vertedouro pode ser calculada conforme a equação abaixo:                                                                                                                                                                                                                                                 | 水通し部の越流は以下の式より算出する。                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 69. | $Q = \frac{2}{3} C b_1 \sqrt{2gh}^{3/2} + \frac{8}{15} C \tan \theta \sqrt{2gh}^{5/2}$ $\left( \tan \theta = \frac{b_2}{h} \right)$ $= \frac{2}{15} C (5b_1 + 4b_2) \sqrt{2gh}^{3/2}$ $(B_1 = b_1 \quad B_2 = b_1 + 2b_2)$ $= \frac{2}{15} C (3B_1 + 2B_2) \sqrt{2gh}^{3/2}$ <p>Alteração: <math>h = h_3</math></p> | $Q = \frac{2}{3} C b_1 \sqrt{2gh}^{3/2} + \frac{8}{15} C \tan \theta \sqrt{2gh}^{5/2}$ $\left( \tan \theta = \frac{b_2}{h} \right)$ $= \frac{2}{15} C (5b_1 + 4b_2) \sqrt{2gh}^{3/2}$ $(B_1 = b_1 \quad B_2 = b_1 + 2b_2)$ $= \frac{2}{15} C (3B_1 + 2B_2) \sqrt{2gh}^{3/2}$ <p><math>h = h_3</math>に変更</p> |
| 70. | Figura - 4.4 Barreira trapezoidal                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 図 - 4.4 台形堰                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 71. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                |
| 72. | Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 出典：砂防プロジェクトにて作成                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 73. | <p>Onde:</p> <p>Q : Vazão que considera os sólidos finos contidos na água (m³/s)</p> <p>C : Coeficiente de vazão (0,60 a 0,66: geralmente 0,60)</p> <p>g : Aceleração gravitacional (9,81m/s²)</p> <p>B<sub>1</sub> : Comprimento da base do vertedouro (m)</p> <p>B<sub>2</sub> : Comprimento na cota da superfície da água transbordada (m)</p> <p>m<sub>2</sub> : Inclinação da lateral do vertedouro</p> <p>Em caso de C=0,6 e m<sub>2</sub>=0,5, usa-se a equação abaixo:</p> $Q = (0,71 \times h_3 + 1,77 \times B_1) \times h_3^{3/2}$ | <p>ここで、</p> <p>Q : 土砂含有を考慮した流量 (m³/s)</p> <p>C : 流量係数 (0.60 ~ 0.66: 一般に 0.60 とする。)</p> <p>g : 重力加速度 (9.81m/s²)</p> <p>B<sub>1</sub> : 水通し底の長さ (m)</p> <p>B<sub>2</sub> : 越流水面標高における長さ (m)</p> <p>m<sub>2</sub> : 袖小口勾配</p> <p>C=0.6、m<sub>2</sub>=0.5 の場合には、次式になる。</p> $Q = (0.71 \times h_3 + 1.77 \times B_1) \times h_3^{3/2}$ |
| 74. | 3.4.2 Altura da lâmina d'água transbordada para a vazão de pico do fluxo de detritos (momentos de fluxo de detritos)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3.4.2 土石流ピーク流量（土石流時）に対する越流水深                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 75. | Conforme apresentado no Capítulo 3 (vide item 2.5.1), a altura da lâmina d'água transbordada nos momentos de fluxo de detritos (D <sub>d</sub> ) deve ser calculada considerando a velocidade média de escoamento no vertedouro.                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 第3章で示した通り（項目 2.5.1 参照）、土石流時の越流水深(D <sub>d</sub> )は、水通しに流下する平均流速から算出する。                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 76. | A velocidade média do fluxo de detritos “U” pode ser calculada utilizando a Fórmula de Manning.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 土石流の平均流速“U”は、マンニング型の式から算出することができる。                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 77. | $U = \frac{1}{K_n} \cdot D_r^{2/3} (\sin \theta_p)^{1/2}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $U = \frac{1}{K_n} \cdot D_r^{2/3} (\sin \theta_p)^{1/2}$                                                                                                                                                                                                                                                                         |



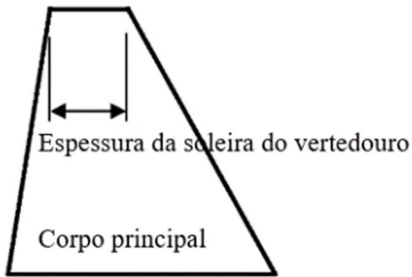
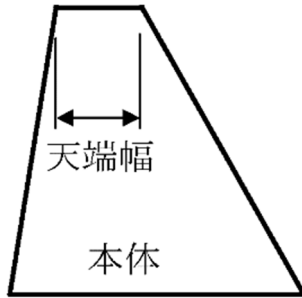
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 78. | <p>Onde:</p> <p><math>D_r</math> : Profundidade média do fluxo de detritos em metro.<br/> Considera-se, nesta análise, <math>D_r = D_d</math> ( altura da lâmina d'água do fluxo de detritos) - vide Capítulo 3 item 2.5.1</p> <p><math>\theta_p</math> : Inclinação da deposição de sedimentos.<br/> Considera-se igual a 2/3 da inclinação do leito do canal fluvial</p> <p><math>K_n</math> : Coeficiente de rugosidade (<math>s \cdot m^{-1/3}</math>) (em cursos naturais de talvegues, 0,10)</p> | <p>ここで、</p> <p><math>D_r</math> : 土石流の平均深<br/> この算出では <math>D_r = D_d</math> (土石流の水深) と見なす<br/> (第3章 2.5.1 を参照)</p> <p><math>\theta_p</math> : 堆砂勾配<br/> 河床勾配の 2/3 と同じと見なす</p> <p><math>K_n</math> : 粗度係数 (<math>s \cdot m^{-1/3}</math>) (渓流の自然河道で 0.10)</p> |
| 79. | A altura da lâmina d'água do fluxo de detritos “ $D_d$ ” (m) é obtida através de cálculos iterativos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 土石流の水深 “ $D_d$ ” (m)は、反復計算によって算出する。                                                                                                                                                                                                                           |
| 80. | Para um dado valor de $B_1$ , arbitra-se uma altura da lâmina d'água transbordada “ $Z$ ” e calcula-se $A_d$ para a vazão de pico do fluxo de detritos, utilizando as equações a seguir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | $B_1$ の特定の値に対して、任意の越流水深を $Z$ とし、土石流ピーク流量 $A_d$ を以下の式を用いて求める。                                                                                                                                                                                                  |
| 81. | O cálculo é finalizado quando o valor arbitrado de $Z$ ajusta-se ao valor calculado abaixo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | $Z$ の値が以下の計算値と一致すれば、計算を終了する。                                                                                                                                                                                                                                  |
| 82. | $Q_{SP} = U \times A_d$ $D_d = \frac{A_d}{B_{da}}$ $A_d = \frac{1}{2}(B_1 + B_2)Z$ $= \frac{1}{2}(2B_1 + Z(m_2 + m_2))Z = B_1Z + m_2Z^2$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | $Q_{SP} = U \times A_d$ $D_d = \frac{A_d}{B_{da}}$ $A_d = \frac{1}{2}(B_1 + B_2)Z$ $= \frac{1}{2}(2B_1 + Z(m_2 + m_2))Z = B_1Z + m_2Z^2$                                                                                                                      |
| 83. | Figura – 4.5 Seção do vertedouro                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 図 - 4.5 水通し断面                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 84. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                          |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                             |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 85. | Fonte: Procedimentos para Projetos de Engenharia de Instalações Sabo (Minuta) Secretaria de Desenvolvimento Regional de Chubu - MLIT                                                                                                                                     | 出典：砂防施設設計要領（案） 国土交通省中部地方整備局                                                                                                                 |
| 86. | Onde:<br>$Q_{sp}$ : Vazão de pico do fluxo de detritos ( $m^3/s$ )<br>$U$ : Velocidade média do fluxo de detritos<br>$A_d$ : Área da seção do escoamento da vazão de pico do fluxo de detritos ( $m^2$ )<br>$B_{da}$ : Largura do escoamento (m) (aqui, $B_{da} = B_2$ ) | ここで、<br>$Q_{sp}$ : 土石流ピーク流量 ( $m^3/s$ )<br>$U$ : 土石流の平均流速<br>$A_d$ : 土石流ピーク流量の流下断面積 ( $m^2$ )<br>$B_{da}$ : 流れの幅 (m) (ここでは $B_{da} = B_2$ ) |
| 87. | $B_1$ : Comprimento da base do vertedouro<br>$Z$ : Altura da lâmina d'água transbordada<br>$m_2$ : Inclinação da lateral do vertedouro                                                                                                                                   | $B_1$ : 水通し底長<br>$Z$ : 越流水深<br>$m_2$ : 袖小口勾配                                                                                                |
| 88. | 3.4.3 Diâmetro máximo do bloco transportado durante o fluxo de detritos                                                                                                                                                                                                  | 3.4.3 土石流時の最大礫径                                                                                                                             |
| 89. | Deve-se adotar $D_{95}$ previsto para passar pela seção do vertedouro durante o fluxo de detritos.                                                                                                                                                                       | 土石流時に水通し断面を越流すると想定される $D_{95}$ を採用する。                                                                                                       |
| 90. | Considerando os resultados dos levantamentos de campo, obtêm-se o valor máximo do diâmetro máximo do bloco que será adotado na definição da altura de lâmina d'água transbordada da seção do vertedouro.                                                                 | 現地調査結果から、水通し断面の越流水深を設定するための礫の最大直径を設定する。                                                                                                     |
| 91. | (Vide Capítulo 2)                                                                                                                                                                                                                                                        | (第2章参照)                                                                                                                                     |
| 92. | Figura – 4.6 Diâmetro máximo do bloco                                                                                                                                                                                                                                    | 図 – 4.6 最大礫径                                                                                                                                |
| 93. |                                                                                                                                                                                       |                                                        |

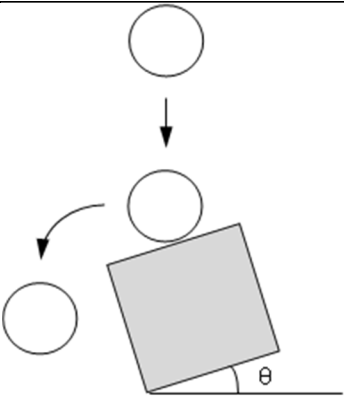
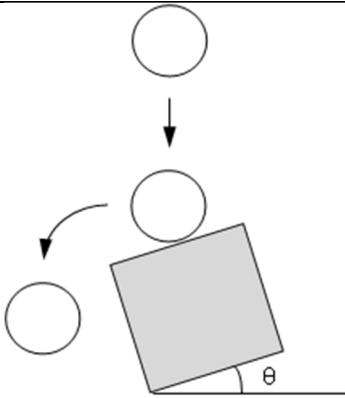
|                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                   |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------|------|-------------|------|-----------|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|----------------|-------------|------|------------|------|-----------|------|-----------|------|
| 94.                             | Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo                                                                                                                                                                                                                                                                     | 出典：砂防プロジェクトにて作成                                                   |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |
| 95.                             | 3.5 Altura de borda livre                                                                                                                                                                                                                                                                              | 3.5 余裕高                                                           |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |
| 96.                             | A altura da borda livre deve ser definida com base na vazão de projeto (vazão de cheia) e na inclinação do leito do talvegue, de modo que os valores definidos não sejam inferiores aos demosntrados nas Tabelas 4.2 e 4.3, respectivamente.                                                           | 余裕高は設計流量（洪水時）及び溪床勾配に応じて、それぞれ表 4.2、表 4.3 に示す値を下回らないように設定しなければならない。 |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |
| 97.                             | Tabela - 4.2 Altura da borda livre em função da vazão de projeto                                                                                                                                                                                                                                       | 表 - 4.2 設計流量に対する余裕高                                               |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |
| 98.                             | <table><tr><td>Vazão de água de projeto</td><td>Altura da borda livre</td></tr><tr><td>&lt; 200m³/s</td><td>0,6m</td></tr><tr><td>200～500m³/s</td><td>0,8m</td></tr><tr><td>&gt; 500m³/s</td><td>1,2m</td></tr></table>                                                                                | Vazão de água de projeto                                          | Altura da borda livre                                         | < 200m³/s | 0,6m | 200～500m³/s | 0,8m | > 500m³/s | 1,2m | <table><tr><td>設計流量</td><td>余裕高</td></tr><tr><td>200m³/s 未満</td><td>0.6m</td></tr><tr><td>200～500m³/s</td><td>0.8m</td></tr><tr><td>500m³/s 以上</td><td>1.2m</td></tr></table> | 設計流量 | 余裕高                                                                                                                                                                                                                        | 200m³/s 未満 | 0.6m           | 200～500m³/s | 0.8m | 500m³/s 以上 | 1.2m |           |      |           |      |
| Vazão de água de projeto        | Altura da borda livre                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                   |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |
| < 200m³/s                       | 0,6m                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                   |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |
| 200～500m³/s                     | 0,8m                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                   |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |
| > 500m³/s                       | 1,2m                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                   |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |
| 設計流量                            | 余裕高                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                   |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |
| 200m³/s 未満                      | 0.6m                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                   |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |
| 200～500m³/s                     | 0.8m                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                   |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |
| 500m³/s 以上                      | 1.2m                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                   |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |
| 99.                             | Tabela - 4.3 Razão mínima entre a altura da borda livre e a altura da lâmina d'água de projeto em função da inclinação do leito do talvegue                                                                                                                                                            | 表 - 4.3 溪床勾配別の設計水深と余裕高比の最低値                                       |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |
| 100.                            | <table><tr><td>Inclinação do leito do talvegue</td><td>(Altura da borda livre) / altura da lâmina d'água de projeto)</td></tr><tr><td>&gt; 1/10</td><td>0,50</td></tr><tr><td>1/10～1/30</td><td>0,40</td></tr><tr><td>1/30～1/50</td><td>0,30</td></tr><tr><td>1/50～1/70</td><td>0,25</td></tr></table> | Inclinação do leito do talvegue                                   | (Altura da borda livre) / altura da lâmina d'água de projeto) | > 1/10    | 0,50 | 1/10～1/30   | 0,40 | 1/30～1/50 | 0,30 | 1/50～1/70                                                                                                                                                                     | 0,25 | <table><tr><td>溪床勾配</td><td>(余裕高) / (設計水深)</td></tr><tr><td>1/10 以上</td><td>0.50</td></tr><tr><td>1/10～1/30</td><td>0.40</td></tr><tr><td>1/30～1/50</td><td>0.30</td></tr><tr><td>1/50～1/70</td><td>0.25</td></tr></table> | 溪床勾配       | (余裕高) / (設計水深) | 1/10 以上     | 0.50 | 1/10～1/30  | 0.40 | 1/30～1/50 | 0.30 | 1/50～1/70 | 0.25 |
| Inclinação do leito do talvegue | (Altura da borda livre) / altura da lâmina d'água de projeto)                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                   |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |
| > 1/10                          | 0,50                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                   |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |
| 1/10～1/30                       | 0,40                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                   |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |
| 1/30～1/50                       | 0,30                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                   |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |
| 1/50～1/70                       | 0,25                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                   |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |
| 溪床勾配                            | (余裕高) / (設計水深)                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                   |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |
| 1/10 以上                         | 0.50                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                   |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |
| 1/10～1/30                       | 0.40                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                   |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |
| 1/30～1/50                       | 0.30                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                   |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |
| 1/50～1/70                       | 0.25                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                   |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |
| 101.                            | 3.6 Intervenções em caso em que a vazão de pico do fluxo de detritos ultrapasse a capacidade máxima do vertedouro                                                                                                                                                                                      | 3.6 土石流ピーク流量が水通しの最大容量を超える場合の対処                                    |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |
| 102.                            | Quando não for possível garantir uma seção adequada do vertedouro que, por motivos topográficos ou outros, não permita                                                                                                                                                                                 | 地形等の理由で適切な水通し断面が確保できず、土石流ピーク流量を流下できない場合、一部の流量は袖部を通じて越流する。         |                                                               |           |      |             |      |           |      |                                                                                                                                                                               |      |                                                                                                                                                                                                                            |            |                |             |      |            |      |           |      |           |      |

|      |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                     |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|      | escoar a vazão de pico de fluxo de detritos de projeto, parte da vazão será extravasada em trecho das asas.                                                                                                                           |                                                                                     |
| 103. | Definida a seção do vertedouro pelos critérios apresentados no item 3.4, quando não for possível implantá-la em projeto, por motivos topográficos ou outros, parte desta vazão será extravasada em trecho das asas (vide Figura 4.7). | 項目 3.4 で示した条件に基づいて水通し断面を決定した後、地形等の理由により設計に取り入れられない場合は、一部の流量は袖部を通じて越流する（図 4.7 参照）。   |
| 104. | No projeto deve-se atentar à estabilidade das asas, devido a erosões a jusante.                                                                                                                                                       | なお、下流部の洗堀により、袖の安定性に留意する必要がある。                                                       |
| 105. | Para tal, deve-se prever intervenções de proteção contra erosões a jusante.                                                                                                                                                           | そのためには、下流部における洗堀防止対策を見込まなければならない。                                                   |
| 106. | A Figura 4.7 apresenta intervenções de alargamento da calha de dissipação (a), proteção a montante da calha (b), suavização a inclinação das paredes (c), mudança da geometria do vertedouro (d).                                     | 図 4.7 は前庭保護を拡幅する場合(a)、前庭上流部を保護する場合(b)、壁の法勾配を緩くする場合 (c)及び水通しの形状を変える場合 (d) の対策を示している。 |
| 107. | Figura – 4.7 Intervenções em caso em que a vazão de pico de fluxo de detritos ultrapasse a capacidade máxima do vertedouro                                                                                                            | 図 - 4.7 土石流ピーク流量が水通しの最大容量を超える場合の対処                                                  |

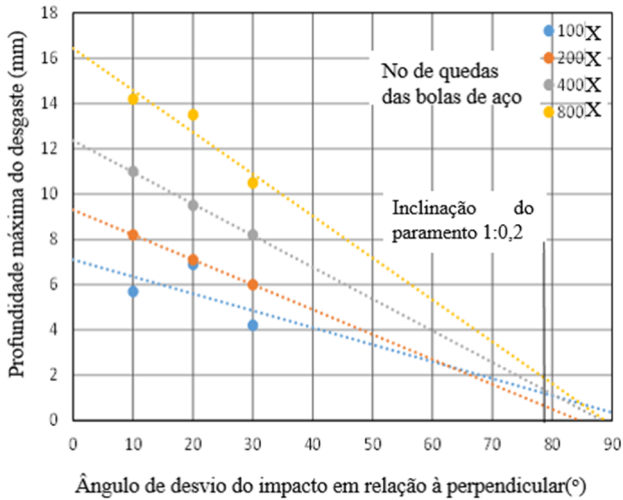
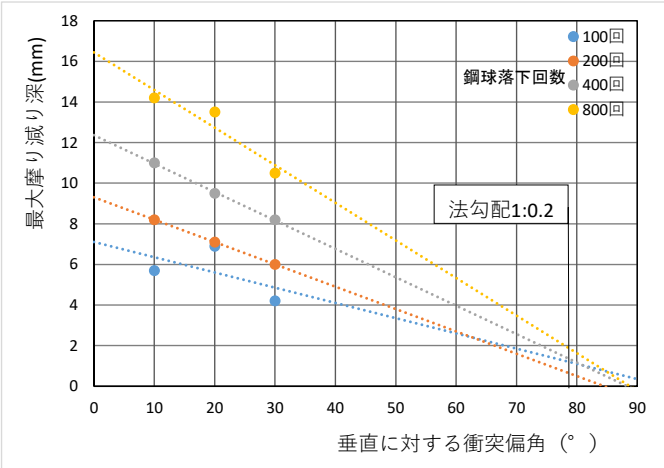
|      |                                                                                                                                                                                    |                                                                |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| 108. |                                                                                                                                                                                    |                                                                |
| 109. | <p>Fonte : Manual of Technical Standard for establishing Sabo master plan for debris flow and driftwood, MLIT Sabo Planning Division Sabo Department</p>                           | <p>出典：砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編），国土交通省</p>                          |
| 110. | <p><b>4. Dimensionamento da parte transbordante</b></p>                                                                                                                            | <p><b>4. 越流部の設計</b></p>                                        |
| 111. | <p>4.1 Aspectos gerais</p>                                                                                                                                                         | <p>4.1 概要</p>                                                  |
| 112. | <p>A parte transbordante da barreira é o local onde é instalado o vertedouro, devendo ser projetado de forma a garantir o escoamento do fluxo de detritos e da vazão de cheia.</p> | <p>堰堤の越流部は、水通しが設置される部分であり、洪水と土石流の流下を確保するために設計を実施しなければならない。</p> |
| 113. | <p>A parte transbordante da barreira deve ser projetada de forma que o fluxo de detritos e a água das cheias a sobrepassem sem que a mesma seja danificada.</p>                    | <p>堰堤の越流部は土石流や洪水の越流による破損が発生しない形で設計する必要がある。</p>                 |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 114. | A estrutura deve ser projetada de forma que seja estável ao tombamento, o deslizamento, capacidade de carga da fundação e a esforços internos.                                                                                                                                                                                            | 転倒、滑動、基盤の耐荷力及び内力に対して安定となる構造物として設計する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 115. | 4.2 Espessura do topo da barreira (asa e vertedouro)                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 4.2 堰堤天端厚さ (袖部及び水通し部)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 116. | A espessura do topo da barreira (Figura 4.8 é definida de modo que resista ao impacto de blocos no período de fluxo de detritos.                                                                                                                                                                                                          | 堰堤天端幅 (図 4.8) は土石流時の礫等の衝撃に耐えるように決定する。                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 117. | Geralmente, as barreiras são de concreto não armado, com espessura da soleira do vertedouro entre 3,0 e 4,0 metros.                                                                                                                                                                                                                       | 一般的に堰堤は無筋コンクリート製であり、水通し天端厚を 3.0m~4.0m とする。                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 118. | Além disso, deve-se garantir que a espessura mínima seja igual ao dobro do valor de $D_{95}$ da distribuição granulométrica dos blocos.                                                                                                                                                                                                   | また、最小幅は礫径分布の $D_{95}$ 値の 2 倍を確保しなければならない。                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 119. | Quando a espessura do topo da barreira prevista em projeto for superior a 4 metros, deve-se adotar o valor de 4m e incluir intervenções que passam pelo uso de concreto armado para ligação das asas ao corpo da barreira (ver item 6.4.3) e/ou medidas de amortecimento do impacto dos blocos sobre as asas a montante.                  | 設計の堰堤天端幅が 4m を超える場合、4m の値を採用し、鉄筋コンクリートを用いて袖部と堰堤本体の打ち継ぎ (項目 6.4.3 参照) や袖部上流側からの礫の衝突を緩衝する等の対策を実施する必要がある。                                                                                                                                                                                                                                         |
| 120. | Intervenções de amortecimento usualmente adotadas no Japão são madeiramento ou solo cimento na face de montante das asas.                                                                                                                                                                                                                 | 袖部の上流面における木組みやソイルセメントによる対策が一般的に日本で採用されている緩衝法である。                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 121. | Figura – 4.8 Seção transversal, indicando a espessura da soleira do vertedouro                                                                                                                                                                                                                                                            | 図 - 4.8 天端幅を示す横断面図                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 122. |  <p>Diagrama de seção transversal de uma barreira de concreto. Mostra um trapezóide com uma base larga e um topo mais estreito. Uma seta horizontal indica a espessura da soleira do vertedouro no topo. O corpo principal da barreira é rotulado.</p> |  <p>Diagrama de seção transversal de uma barreira de concreto. Mostra um trapezóide com uma base larga e um topo mais estreito. Uma seta horizontal indica a largura do topo, rotulado como '天端幅'. O corpo principal da barreira é rotulado como '本体'.</p> |
| 123. | Fonte : Manual of Technical Standard for establishing Sabo master plan for debris flow and driftwood, MLIT Sabo Planning Division Sabo Department                                                                                                                                                                                         | 出典 : 砂防基本計画策定指針 (土石流・流木対策編) , 国土交通省                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

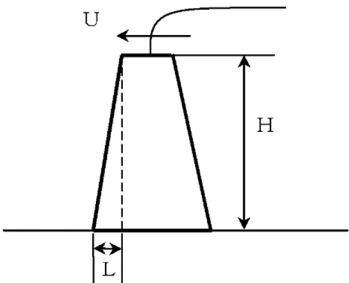
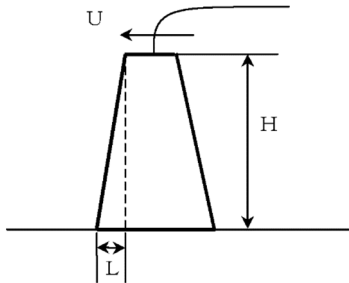
|      |                                                                                                                                                                                                                       |                                                                      |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 124. | 4.3 Inclinação do paramento de jusante                                                                                                                                                                                | 4.3 下流法勾配                                                            |
| 125. | Deve-se buscar que o paramento de jusante da barreira não seja danificado pela passagem de material sólido transbordado.                                                                                              | 堰堤の下流法面は、越流土砂による損傷を極力受けないようにする。                                      |
| 126. | Geralmente, a inclinação do paramento de jusante da parte transbordante da barreira é de 1V:0,2H.                                                                                                                     | 一般に、堰堤の越流部における下流法勾配は 1V:0.2H とする。                                    |
| 127. | Destaca-se que, quando a granulometria dos sólidos carregados for menos grosseira e o volume de sólidos carregados puder ser desconsiderado, pode-se definir inclinação mais horizontalizada.                         | なお、流出土砂の粒径がそれほど粗くなく、かつ流出土砂量を考慮に入れなくてもいい場合は、必要に応じてより水平な勾配を決定することができる。 |
| 128. | Considerando a mesma área de seção transversal, a segurança ao tombamento é maior quando o formato da barreira apresenta inclinação de paramento de jusante mais suave.                                               | 同じ断面積を踏まえて、堰堤の形状は、下流法勾配を緩傾斜とする方が転倒に対する安全性が高い。                        |
| 129. | Tradicionalmente, a inclinação 1V:0,2H tem sido utilizada no Japão, com base na experiência, a fim de evitar o desgaste causado pelo material carregado sobre o paramento.                                            | しかし、下流法勾配は、流砂による摩耗を防止するために日本では古くから経験的に 1V : 0.2H が用いられてきた。           |
| 130. | No desgaste das instalações de água é considerado o fenômeno de descamação, provocado por danos na superfície do concreto causados pela colisão do material carregado.                                                | 水利施設の摩耗は、流砂の衝突とコンクリート表面が破壊され剥離する現象と考えられている。                          |
| 131. | Para a avaliação dos danos na superfície do concreto causados pela colisão do material carregado, foram realizados experimentos com quedas sequenciais de esferas de aço sobre um paramento inclinado (Figura 4.3.1). | 流砂との衝突によるコンクリート表面の破壊評価には、傾斜した法面に対して鋼球を連続的に落下させる実験が実施された（項目 4.3.1）。   |
| 132. | Figura – 4.9 Esquema experimental para a medição do desgaste promovido por quedas sequenciais de esferas de aço sobre a superfície do concreto                                                                        | 図 - 4.9 鋼球をコンクリート面へ連続的に落下させてその摩耗量を計測する実験                             |
| 133. |                                                                                                                                                                                                                       |                                                                      |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                              |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|      |                                                                                                                                                                                            |           |
| 134. | Fonte: Variações do volume do desgaste da superfície do concreto conforme o ângulo de impacto das esferas de aço (Estudo experimental de Osamu Koyanagi <i>et al.</i> )                                                                                                     | 出典：鋼球の衝突角度によるコンクリート表面摩耗量の変化（小柳治らの実験的研究）                                                      |
| 135. | Nas figuras 4.10 e 4.11 são apresentados resultados de ensaios de colisão de esferas de aço (profundidade máxima de desgaste e coeficiente de desgaste, respectivamente) em bloco de concreto sob diferentes condições de inclinação da superfície de impacto ( $\theta$ ). | 図 4.10 及び 4.11 は、異なる衝突面の傾斜角度( $\theta$ )の下で、鋼球がコンクリート面に与える作用の実験の結果（それぞれ最大すり減り深さと摩耗係数）を示している。 |
| 136. | Nos experimentos <sup>2,3</sup> , observou-se que, quanto maior o ângulo $\theta$ , menor a profundidade do desgaste, sendo esta proporcional a $\cos^2\theta$ .                                                                                                            | 実験 <sup>2,3</sup> から、角度 $\theta$ が大きいほど、すり減り深さが小さくなる結果が得られており、すり減り深さ比は $\cos^2\theta$ で表される。 |
| 137. | Os resultados dos experimentos demonstram que para a inclinação do paramento de jusante em 1V:0,2H, o desgaste é quase nulo, validando a inclinação tradicionalmente empregada no Japão.                                                                                    | 2つの実験結果から、下流面法勾配を 1V : 0.2H にすると摩耗はほぼ 0 となることを示しており、日本で伝統的に採用されている勾配の妥当性を検証している。             |
| 138. | Figura – 4.10 Variações da profundidade de desgaste da superfície do concreto conforme o ângulo de colisão das esferas de aço (Estudo experimental de Toshiyasu Toyofuku <i>et al.</i> ) <sup>2</sup>                                                                       | 図 – 4.10 鋼球の衝突角度によるコンクリート表面摩耗量の変化（豊福俊泰らの実験的研究） <sup>2</sup>                                  |

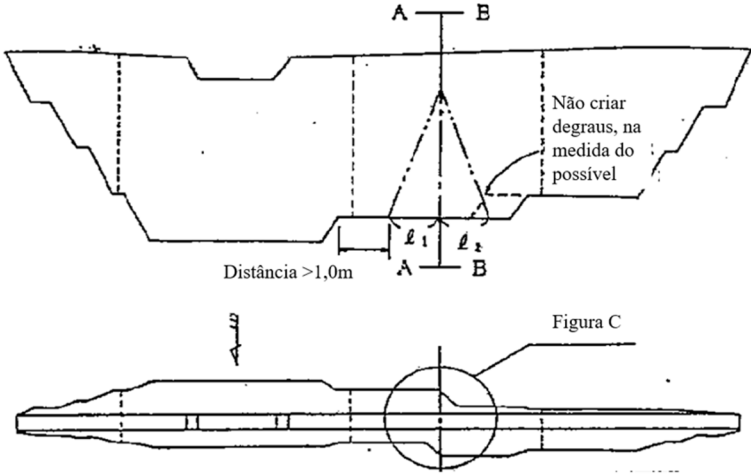
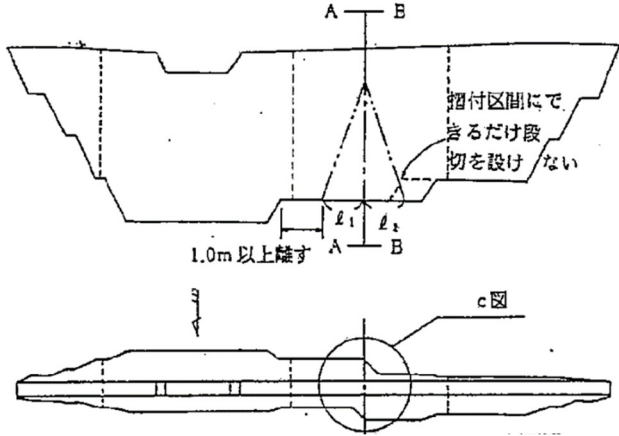


|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                    |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 139. |  <p>Profundidade máxima do desgaste (mm)</p> <p>Ângulo de desvio do impacto em relação à perpendicular(°)</p> <p>No de quedas das bolas de aço</p> <p>Inclinação do paramento 1:0,2</p> <p>100X<br/>200X<br/>400X<br/>800X</p>                |  <p>最大摩り減り深 (mm)</p> <p>鋼球落下回数</p> <p>法勾配1:0.2</p> <p>100回<br/>200回<br/>400回<br/>800回</p> <p>垂直に対する衝突偏角 (°)</p> |
| 140. | Fonte:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 出典：                                                                                                                                                                                                |
| 141. | <p>(<sup>2</sup>Toshiyasu Toyofuku, Takenori Matsunaga, Hiromi Tsurukubo, Toshihide Toyofuku, Shinya Nakayama: Estudo sobre a previsão do avanço do desgaste na superfície do concreto. Coletânea de artigos da Associação de Engenharia Civil E2 (Materiais e estruturas de concreto). Vol. 72, No. 4, p. 380-399, 2016.)</p> | <p>(<sup>2</sup> 豊福俊泰、松永武則、鶴窪廣洋、豊福俊英、中山愼也: コンクリートのすりへりの進行予測に関する研究。土木学会論文集 E2 (材料・コンクリート構造) Vol.72, No. 4, p.380-399、2016)</p>                                                                      |
| 142. | <p>Figura – 4.11 Variações do volume do desgaste da superfície do concreto conforme o ângulo de impacto das esferas de aço<sup>3</sup> (Estudo experimental de Osamu Koyanagi <i>et al.</i>)</p>                                                                                                                               | <p>図 - 4.11 鋼球の衝突角度によるコンクリート表面摩耗量の変化<sup>3</sup> (小柳治らの実験的研究)</p>                                                                                                                                  |

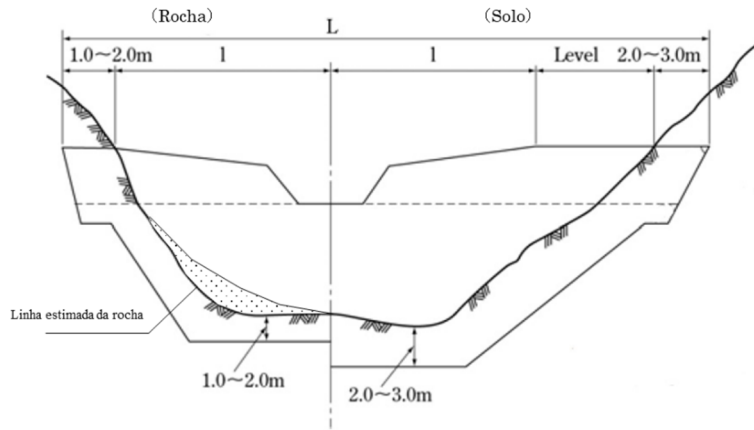
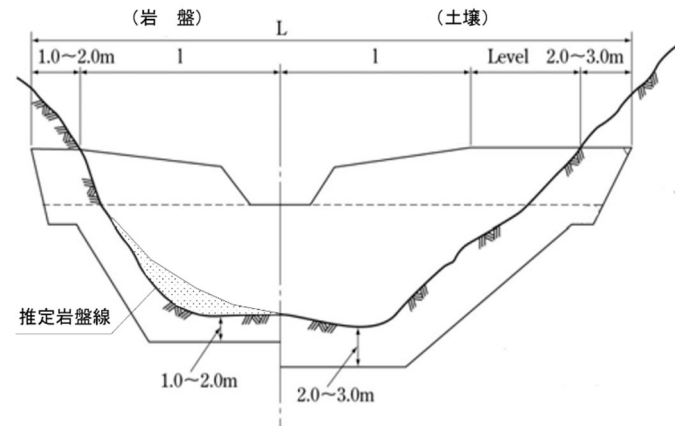
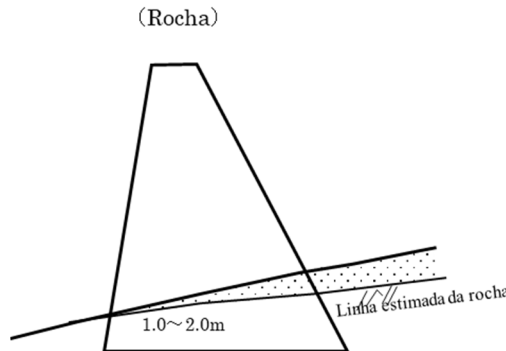
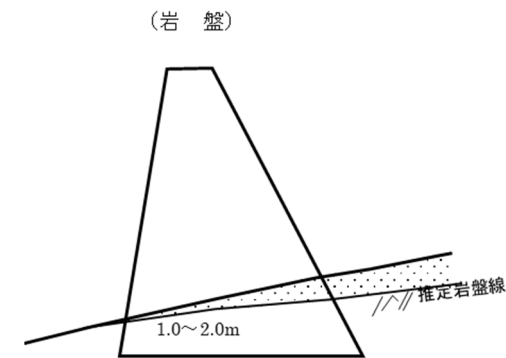
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                           |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|
| 143. |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                           |
| 144. | Fonte :                                                                                                                                                                                                                                                                            | 出典 :                                                                                      |
| 145. | ( <sup>3</sup> Osamu Koyanagi, Keisuke Rokugo, Yasunori Saito: Ângulo de impacto e condições de umidade ou seca que provocam impacto de desgaste no concreto. Anuário de Artigos e Relatórios de Engenharia e Concreto, 1043, 1989.)                                               | ( <sup>3</sup> 小柳治、六郷恵哲、斉藤保則: コンクリートの衝撃摩耗におよぼす乾湿条件及び衝撃角、コンクリート工学年次論文報告集、1043、1989)        |
| 146. | Quando o diâmetro e o volume de sólidos carregados forem desprezíveis, as condições para atenuar a declividade da inclinação do paramento de jusante da parte não transbordante da barreira devem ser enquadradas nos critérios abaixo.                                            | 流出土砂の粒径が細かく、かつ流出土砂量が無視できるほど少ない場合において、堰堤の非越流部の下流のり勾配を緩くする条件は、以下の条件に該当する必要がある。              |
| 147. | <ul style="list-style-type: none"> <li>O material sedimentado no leito do canal, no ponto de referência de projeto da barreira, deve ter diâmetro inferior a 75mm.</li> </ul>                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>堰堤計画地点の渓床堆積土砂は礫径 75mm 以下で構成されている</li> </ul>        |
| 148. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Deve ter sido elaborado e estabelecido um plano de remoção de sólidos para depois da retenção do fluxo de detritos.</li> </ul>                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>土石流捕捉後の除石計画が策定されている</li> </ul>                     |
| 149. | Caso a inclinação do paramento de jusante seja atenuada, a inclinação deve ser mais íngreme do que a encontrada através da fórmula abaixo, a partir da velocidade em que o material começa a ser intensamente carregado U(m/s) e da altura da barreira H(m), sendo o limite 1V:1H. | 下流のり勾配を緩くする場合は、土砂が活発に流送され始める流速 U (m/s) と、堤高 H (m) から、下式で求められる勾配より急にする。ただし、1V : 1H を上限とする。 |
| 150. | $\frac{L}{H} = \sqrt{\frac{2}{gH}} \cdot U$                                                                                                                                                                                                                                        | $\frac{L}{H} = \sqrt{\frac{2}{gH}} \cdot$                                                 |

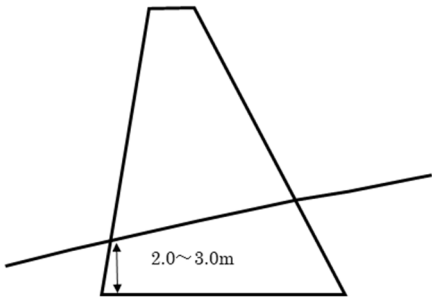
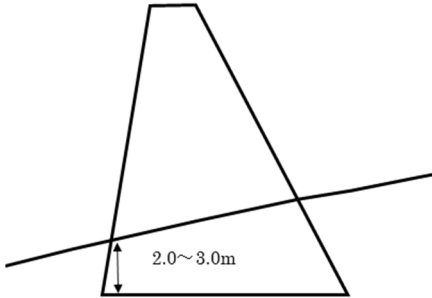
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                           |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 151. | <p>Onde</p> <p>L/H : Inclinação do paramento de jusante</p> <p>g : Aceleração gravitacional (9.81m/s<sup>2</sup>)</p> <p>H : Altura da barreira (m)</p> <p>U : Velocidade em que o material começa a ser intensamente carregado (m/s)</p>                       | <p>ここで、</p> <p>L/H : 下流のり勾配</p> <p>g : 重力の加速度 (9.81m/s<sup>2</sup>)</p> <p>H : 堤高 (m)</p> <p>U : 土砂が活発に流送され始める流速(m/s)</p> |
| 152. | Figura – 4.12 Inclinação do Paramento de Jusante                                                                                                                                                                                                                | 図 - 4.12 下流のり勾配                                                                                                           |
| 153. |                                                                                                                                                                                |                                        |
| 154. | Fonte : Manual of Technical Standard for establishing Sabo master plan for debris flow and driftwood, MLIT Sabo Planning Division Sabo Department                                                                                                               | 出典 : 砂防基本計画策定指針 (土石流・流木対策編) , 国土交通省                                                                                       |
| 155. | A velocidade em que o material começa a ser intensamente carregado (m/s) é definida em cerca de 50% da velocidade calculada a partir da hidrodinâmica do fluxo de detritos.                                                                                     | 土砂が活発に流送され始める流速 (m/s) は、土石流流体力より算定された流速の 50%程度とする。                                                                        |
| 156. | Observar que, se a altura do corpo da barreira aumenta, o valor L/H diminui, mas deve ser respeitado o limite mínimo de 0,2.                                                                                                                                    | なお、堰堤高が高くなると L/H の値は小さくなるが、0.2 を下限とする。                                                                                    |
| 157. | 4.4 Inclinação do paramento de montante                                                                                                                                                                                                                         | 4.4 上流法勾配                                                                                                                 |
| 158. | O paramento de montante da parte transbordante da barreira deve ser definido de forma que satisfaça às 3 condições de estabilidade (tensões admissíveis no concreto, estabilidade ao tombamento, ao deslizamento e capacidade de carga do terreno da fundação). | 堰堤の越流部における上流法面は、3 つの安定条件 (コンクリートの許容応力、転倒・滑動に対する安定及び基礎地盤の耐荷力) を満足する形で決定する。                                                 |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                              |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 159. | Quanto mais a inclinação do paramento de montante da parte transbordante se aproximar da vertical, mais econômico será o projeto.                                                                                                                                      | 越流部の上流法勾配は、鉛直に近づけるほど経済的な設計となる。                                               |
| 160. | Após definir-se a vazão e as cargas de projeto, a altura da barreira e a inclinação do paramento de jusante, realizam-se análises de estabilidade da parte transbordante e encontra-se a inclinação de paramento de montante que satisfaça às condições de equilíbrio. | 設計流量、設計荷重、堤高、下流法勾配を決定した後、越流部の安定計算を実施し、安定条件を満足する上流法勾配を求めるものとする。               |
| 161. | <b>5. Dimensionamento da parte não transbordante</b>                                                                                                                                                                                                                   | <b>5. 非越流部の設計</b>                                                            |
| 162. | 5.1 Aspectos Gerais                                                                                                                                                                                                                                                    | 5.1 概要                                                                       |
| 163. | A barreira é composta do corpo principal e asas.                                                                                                                                                                                                                       | 堰堤は本体と袖部から構成される。                                                             |
| 164. | A parte não transbordante é aquela pela qual os fluxos de detritos e a água das cheias não sobrepõem a estrutura.                                                                                                                                                      | 非越流部は土石流や洪水の流水が構造物から越流しない部分となる。                                              |
| 165. | No corpo principal da barreira, a parte não transbordante é onde ficam as asas.                                                                                                                                                                                        | 堰堤の非越流部は本体のうち袖部がある部分である。                                                     |
| 166. | As forças externas de projeto também agem nesta parte da barreira.                                                                                                                                                                                                     | 堰堤のこの部分にも設計外力は作用する。                                                          |
| 167. | As condições de equilíbrio externo e interno devem ser satisfeitas neste trecho da barreira (estabilidade ao tombamento, ao deslizamento, capacidade de carga da fundação e esforços internos no corpo da barreira).                                                   | 堰堤のこの部分は外部及び内部の安定条件（転倒、滑動、基盤の耐力及びの堰堤本体の内力）を満たさなければならない。                      |
| 168. | Após as análises de estabilidade, as seções transbordantes e não transbordantes poderão ser adotadas como uma única seção, a fim de facilitar a execução da obra.                                                                                                      | 安定性の分析後は、施工性の観点から越流部断面及び非越流部断面ともに同一の断面として採用することができる。                         |
| 169. | No entanto, em condições específicas, a adoção de uma única seção pode não ser viável, devendo-se adotar seções diferenciadas para cada trecho.                                                                                                                        | ただし、特段の事情がある場合、断面を同一としないことが望ましいと判断されることもあり、その場合は適切な各断面形状を検討する。               |
| 170. | Quando o trecho da asa for muito alongado é particularmente interessante executar seções diferenciadas visando a redução do volume de concreto, sendo mais econômico fazer a transição destas seções no ponto mais próximo da parte extravasante.                      | 袖の部分が非常に長い場合は、コンクリート量を減らす目的で異なる断面とすることが特に望ましく、越流部に最も近い目地部で断面を移行するのが一番経済的である。 |
| 171. | 5.2 Espessura do topo da asa                                                                                                                                                                                                                                           | 5.2 袖天端厚さ                                                                    |
| 172. | Por regra, adota-se a mesma espessura do topo da asa para as partes transbordante e não transbordante.                                                                                                                                                                 | 非越流部の天端厚さは、越流部と同一とすることを基本とする。                                                |
| 173. | 5.3 Inclinação do paramento de jusante                                                                                                                                                                                                                                 | 5.3 下流法勾配                                                                    |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                      |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 174. | Padroniza-se a inclinação da parte não transbordante igual à da parte transbordante.                                                                                                                                                                            | 非越流部の勾配は、越流勾配と同一とすることを標準とする。                                                         |
| 175. | Em situações nas quais se prevê carreamento de muito material sólido ou onde o curso do leito for curvo, causando galgamento sobre as asas, evita-se atenuar a inclinação do paramento de jusante.                                                              | 土砂流出量が多い溪流や河道が屈曲しているような場所で、袖部を越流することが想定されるような場合は、下流法勾配を緩くすることは避ける。                   |
| 176. | Quando não for necessário considerar o impacto e o desgaste decorrentes da queda de blocos e de sedimentos na parte não transbordante, é possível suavizar a inclinação do paramento de jusante neste trecho.                                                   | 非越流部は、落下砂礫の衝撃及び堆積による摩耗を考慮する必要がない場合は、下流法勾配を緩くすることもできる。                                |
| 177. | Em situações que em que se preveem a necessidade de mudança de seção, o ideal é que a transição entre as mesmas seja efetuada na parte central do painel, no intervalo entre a junta mais próxima da parte transbordante e a junta seguinte (vide Figura 4.13). | 断面変更の必要性が想定される場合には、越流部に最も近い目地部と次の目地の間にある断面の中央付近で移行するのが望ましい（図 4.13 参照）。               |
| 178. | Caso a inclinação do paramento de jusante seja suavizada, a inclinação mais íngreme deve ser 1V:0,2H.                                                                                                                                                           | また、下流法勾配を緩勾配とする場合において、最急勾配は 1V:0.2H とする。                                             |
| 179. | Figura – 4.13 Local de definição caso a parte não transbordante tenha seção reversa                                                                                                                                                                             | 図 - 4.13 非越流部を逆断面とする場合の設定位置                                                          |
| 180. |                                                                                                                                                                              |  |
| 181. | Fonte: Manual de Projetos de Engenharia e Execução de Obras, Seção Sabo, Província de Miyagi.                                                                                                                                                                   | 出典：土木設計施工マニュアル（砂防編）（宮城県）                                                             |
| 182. | 5.4 Inclinação do paramento de montante                                                                                                                                                                                                                         | 5.4 上流法勾配                                                                            |

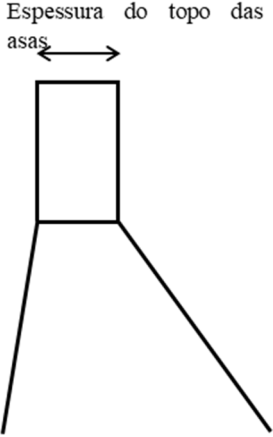
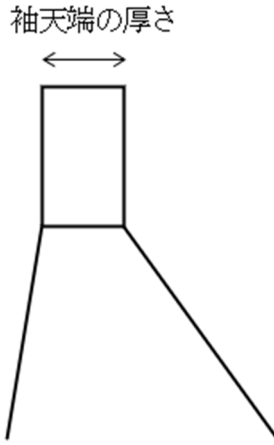
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                      |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 183. | O paramento de montante da parte não transbordante deve ser definido de forma que satisfaça às condições de estabilidade (estabilidade ao tombamento, ao deslizamento e a capacidade de carga da fundação e esforços internos no corpo da barreira).                                      | 非越流部における上流法面は、次の安定条件（転倒に対する安定、滑動に対する安定、基盤の耐荷力及びの堰堤本体の内力）を満足する形で決定する。 |
| 184. | Para as seções onde a altura do corpo for a mesma da parte transbordante, no cálculo de estabilidade da parte não transbordante incluem-se as asas.                                                                                                                                       | 越流部と同じ堤高となる断面においては、非越流部の安定計算は袖を含めることとする。                             |
| 185. | Quanto mais a inclinação do paramento de montante se aproximar da vertical, maior será a economicidade da seção.                                                                                                                                                                          | 上流法勾配は、鉛直に近づけるほど経済的な断面となる。                                           |
| 186. | Após serem definidas a vazão, as cargas de projeto, a altura da barreira e a inclinação do paramento de jusante, realizam-se cálculos de estabilidade da parte não transbordante e encontra-se a inclinação necessária de paramento de montante que satisfaça as condições de equilíbrio. | 設計流量、設計荷重、堤高、下流法勾配を決定した後、非越流部の安定計算を実施し、安定条件を満足させるため必要な上流法勾配を求める。     |
| 187. | <b>6. Dimensionamento da fundação</b>                                                                                                                                                                                                                                                     | <b>6. 基礎の設計</b>                                                      |
| 188. | 6.1 Terreno da fundação                                                                                                                                                                                                                                                                   | 6.1 基礎地盤                                                             |
| 189. | É recomendável que a fundação da barreira seja em maciço rochoso.                                                                                                                                                                                                                         | 堰堤の基礎地盤は岩盤とすることが望ましい。                                                |
| 190. | Quando esta condição não for viável, admite-se fundação em solo.                                                                                                                                                                                                                          | 上記条件が不可能な場合、基礎地盤として土壌地盤を認めても良いこととする。                                 |
| 191. | Quando a capacidade de carga não for adequada, deve-se proceder o tratamento do terreno.                                                                                                                                                                                                  | なお、耐荷力が適切でない場合は、地盤の処理を行わなければならない。                                    |
| 192. | 6.2 Ficha                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 6.2 根入れ                                                              |
| 193. | Na fundação da barreira, mesmo em terrenos com capacidade de carga adequada, deve-se garantir fichas de, pelo menos, 1 a 2m em terreno rochoso e 2 a 3m no caso de solo.                                                                                                                  | 堰堤の基礎は、適切な耐荷力がある地盤であっても、岩盤の場合で 1m～2m、土壌地盤の場合は 2m～3m の根入れを確保する。       |
| 194. | Em linhas gerais a ficha deve ser estabelecida após atingir uma camada homogênea com capacidade de carga adequada.                                                                                                                                                                        | 要するに、適切な耐荷力を有する均一な層に達した後、根入れを決定する必要がある。                              |
| 195. | Comumente, garante-se profundidades de ficha, independentemente da posição, de 1 a 2m em terreno rochoso e de 2 a 3m em solo (figuras 4.14 e 4.15).                                                                                                                                       | 通常、根入れ深は、どの位置においても岩盤の場合で 1～2m、土壌地盤の場合は 2～3m を確保する（図 4.14 及び 4.15）。   |
| 196. | A superfície de escavação para execução da base da barreira deve ser horizontal.                                                                                                                                                                                                          | なお、堤底施工のための掘削面は水平でなければならない。                                          |

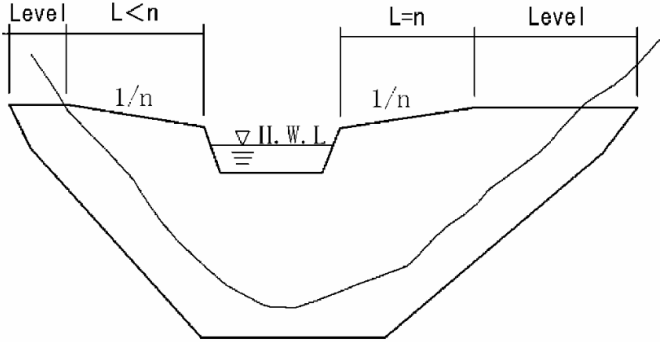
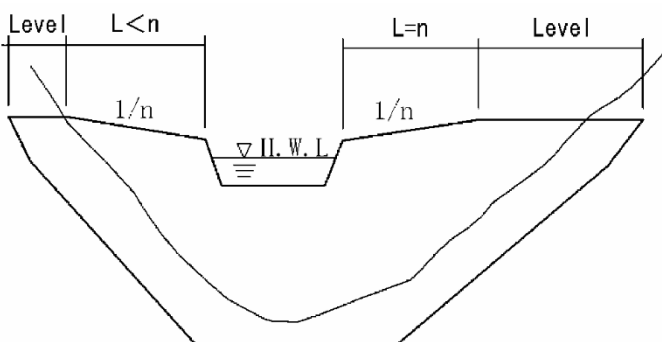
|      |                                                                                                                                      |                                                                                       |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 197. | Ressalta-se que superfícies inclinadas a jusante são desfavoráveis para a estabilidade da barreira.                                  | なお、下流下がりの掘削面は堰堤の安定性において不利である。                                                         |
| 198. | Figura – 4.14 Altura da ficha da barreira (seção longitudinal)                                                                       | 図 - 4.14 堰堤の根入れ高 (縦断面図)                                                               |
| 199. |                                                    |    |
| 200. | Fonte: Procedimentos para Projetos de Engenharia de Instalações Sabo (Minuta) Secretaria de Desenvolvimento Regional de Chubu - MLIT | 出典：砂防施設設計要領（案）国土交通省中部地方整備局                                                            |
| 201. | Figura – 4.15 Altura da ficha da barreira (seção transversal)                                                                        | 図 - 4.15 堰堤の根入れ (横断面図)                                                                |
| 202. |                                                   |  |

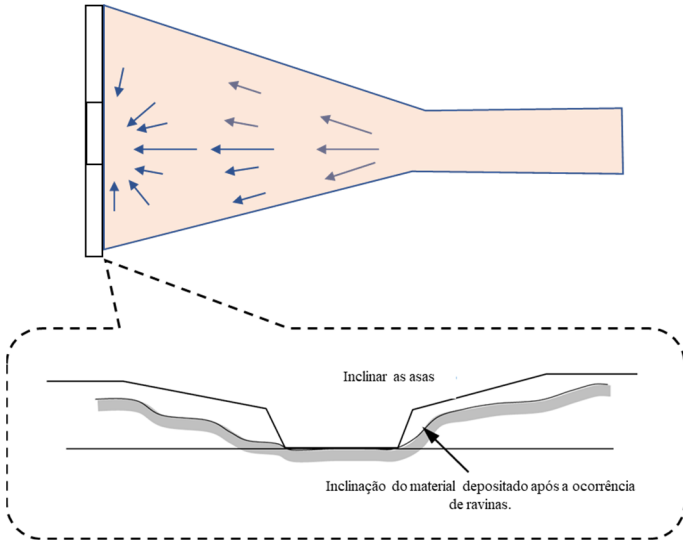
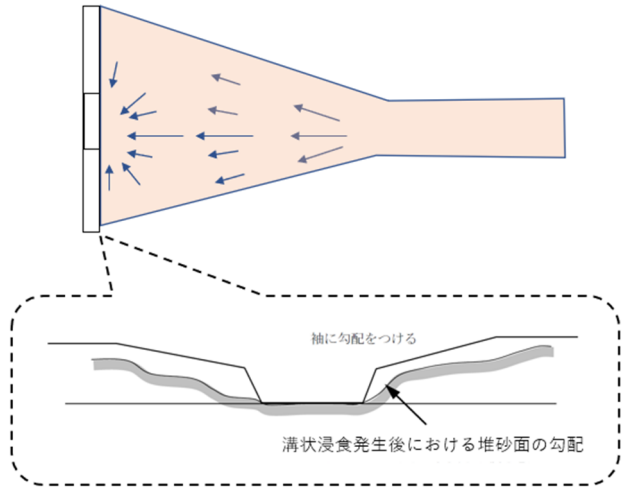
|      |                                                                                                                                                             |                                                                                                 |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p>(Solo)</p>                                                              | <p>(土壌)</p>  |
| 203. | Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo                                                                                                                          | 出典：砂防プロジェクトにて作成                                                                                 |
| 204. | 6.3 Tratamento da fundação                                                                                                                                  | 6.3 岩盤処理                                                                                        |
| 205. | Quando a capacidade do terreno de fundação não for adequada, deve ser realizado o tratamento do terreno.                                                    | 耐荷力が適切でない場合は、地盤処理を行うものとする。                                                                      |
| 206. | O tratamento do terreno de fundação da barreira deve ser escolhido levando em consideração aspectos técnicos, construtivos e econômicos.                    | 堰堤の基礎地盤処理は技術面、施工面及び経済面を考慮して選定しなければならない。                                                         |
| 207. | Listam-se abaixo procedimentos comumente utilizados:                                                                                                        | 一般的に使用されている工法には以下のようなものがある。                                                                     |
| 208. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Escavação até a profundidade com capacidade de carga adequada;</li> </ul>                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>適切な耐荷力が得られる深さまで掘削する、</li> </ul>                          |
| 209. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Substituição de material com baixa capacidade de carga por concreto ou outros materiais (ex: enrocamento)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>耐荷力の小さい材料からコンクリート等に置き換える (例: 石積み)</li> </ul>             |
| 210. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento da largura da base da barreira visando a redução das tensões atuantes;</li> </ul>                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>堰堤の堤底を広くして応力の採用を少なくする。</li> </ul>                        |
| 211. | <b>7. Dimensiamento das asas</b>                                                                                                                            | <b>7. 袖部の設計</b>                                                                                 |
| 212. | 7.1 Aspectos gerais                                                                                                                                         | 7.1 概要                                                                                          |
| 213. | No projeto busca-se que as asas da barreira não sejam galgadas por água de cheias ou outros materiais.                                                      | 設計上、堰堤の袖部は洪水等を越流させないこととする。                                                                      |
| 214. | As asas das barreiras devem ser projetadas de forma a atender a segurança estrutural e os seguintes aspectos:                                               | 堰堤袖部の設計は構造物の安全性及び以下の条件を満たす必要がある。                                                                |

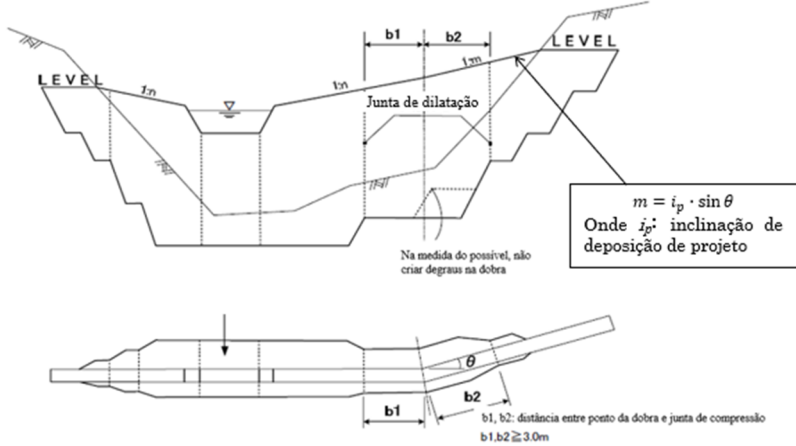
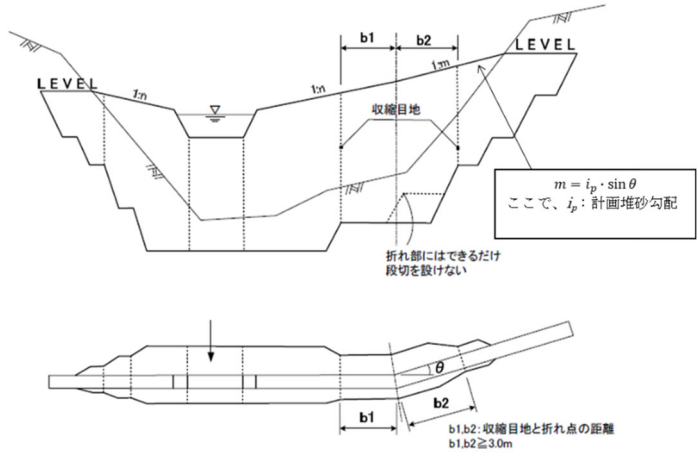


|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                               |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| 215. | 1 . O paramento a montante e a jusante deve ser vertical (Figura 4.16);                                                                                                                                                                                                                                            | 1 . 上下流法勾配ともに垂直とすること (図 4.16)、                                                |
| 216. | 2 . A espessura das asas deve ser igual à da soleira do vertedouro;                                                                                                                                                                                                                                                | 2 . 袖厚さは水通し天端厚さと同じとすること、                                                      |
| 217. | 3 . O inclinação do topo das asas (longitudinal) deve ser inferior à declividade do leito do canal fluvial (Figura 4.17);                                                                                                                                                                                          | 3 . 袖天端の勾配 (縦断面) は、河床勾配以下とすること (図 4.17)、                                      |
| 218. | 4 . O encaixe das asas nas margens (engastamento nas ombreiras) deve ser aprofundado até que atinja estabilidade similar à da fundação da barreira;                                                                                                                                                                | 4 . 袖の両岸への嵌入は堰堤基礎と同程度の安定性を有する地盤まで行うこと、                                        |
| 219. | 5 . Quando a localização da barreira for em trechos curvos dos canais, a altura da asa na margem externa deve ser definida considerando o desnível da lâmina d'água que ocorre devido ao desvio do escoamento.                                                                                                     | 5 . 堰堤が溪流の曲流部に位置する場合、外湾側の袖高は、偏流を考慮して定めること。                                    |
| 220. | 7.2 Formato das asas                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 7.2 袖部の形状                                                                     |
| 221. | 7.2.1 Espessura das asas                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 7.2.1 袖の厚さ                                                                    |
| 222. | A espessura das asas deve ser igual à da soleira do vertedouro.                                                                                                                                                                                                                                                    | 袖の厚さは、水通し天端厚さと同じである。                                                          |
| 223. | A espessura das asas deve ser igual à da soleira do vertedouro.                                                                                                                                                                                                                                                    | 袖の厚さは、水通し天端厚さと同じである。                                                          |
| 224. | Em função dos impactos devido ao escoamento do fluxo de detritos, avalia-se a segurança ao cisalhamento e, caso seja julgado que são necessários reforços, realizam-se medidas tais como o aumento da espessura das asas, a inserção de barras de aço (chumbadores) no corpo da barreira e nas asas, entre outras. | せん断に対する安全を検討し、土石流の流下による大きな衝撃により補強が必要と判断される場合は、袖幅の拡幅、本体及び袖部への鉄筋挿入等の対策を行うものとする。 |
| 225. | Figura – 4.16 Espessura do topo das asas                                                                                                                                                                                                                                                                           | 図 - 4.16 袖天端の幅                                                                |

|      |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                        |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 226. |  <p>Diagrama de uma estrutura com um topo retangular e duas asas inclinadas para fora. Uma seta horizontal indica a espessura do topo das asas.</p> |  <p>Diagrama de uma estrutura com um topo retangular e duas asas inclinadas para fora. Uma seta horizontal indica a espessura do topo das asas.</p> |
| 227. | Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo                                                                                                                                                                                                   | 出典：砂防プロジェクトにて作成                                                                                                                                                                                                                        |
| 228. | 7.2.2 Inclinação longitudinal do topo das asas                                                                                                                                                                                       | 7.2.2 袖天端の縦断勾配                                                                                                                                                                                                                         |
| 229. | A inclinação do topo das asas (longitudinal) deve ser tal de forma a evitar o galgamento, sendo, em geral, equivalente à inclinação prevista do depósito de sedimentos.                                                              | 袖天端の勾配（縦断面）は越流を避けるための勾配でなければならず、一般的に計画堆砂勾配と同一とする。                                                                                                                                                                                      |
| 230. | Quando ocorre o carreamento de sedimentos nos momentos de cheia, pode ocorrer a deposição em leque a montante das asas (Figura 4.18), podendo favorecer o galgamento das asas da barreira.                                           | 洪水時に土砂流出が発生すると、袖部の上流側で扇状堆積が起こる可能性があり（図 4.18）、流水が袖部を越流する恐れもある。                                                                                                                                                                          |
| 231. | No período de preenchimento completo de sólidos na barreira, a água escoada espraia em forma de leque por toda a superfície de deposição e se concentra novamente no vertedouro (Figura 4.18).                                       | 堰堤の満砂時には、流水が堆砂面全体において扇状に広がり、水通しで再度集中する（図 4.18）。                                                                                                                                                                                        |
| 232. | Neste processo, há uma concentração de fluxo em direção ao vertedouro, formando-se ravinas.                                                                                                                                          | この時、水通しの方向へ流れが集中するため、溝状浸食ができる。                                                                                                                                                                                                         |
| 233. | Neste processo, quanto mais distante do vertedouro, em direção às ombreiras, mais alta ficará a superfície de deposição.                                                                                                             | その過程では水通しから嵌入部方向へ遠ざかるに従い堆砂面が高くなる。                                                                                                                                                                                                      |
| 234. | Em função disso é necessário aumentar a altura das asas por meio da inclinação do seu topo.                                                                                                                                          | その為、袖勾配をつけて、袖高を上げる必要がある。                                                                                                                                                                                                               |
| 235. | Dessa forma, deve-se prever que a inclinação no topo das asas seja equivalente à declividade da deposição, devendo o comprimento da asa ser estendido até a encosta.                                                                 | よって、袖天端勾配は堆砂勾配と同一のものと想定し、袖の長さを両岸まで伸ばすこととする。                                                                                                                                                                                            |
| 236. | Além disso, sua configuração deve obedecer aos seguintes critérios:                                                                                                                                                                  | さらに、設計するには、以下の条件に従う必要がある。                                                                                                                                                                                                              |

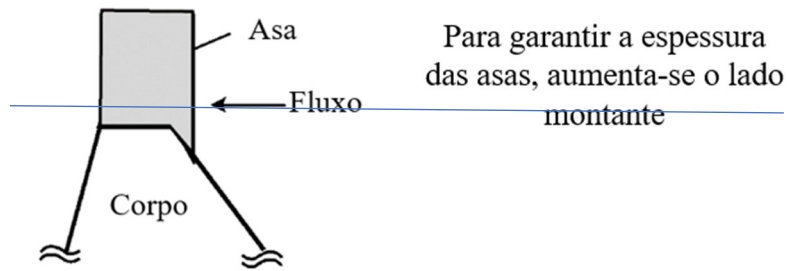
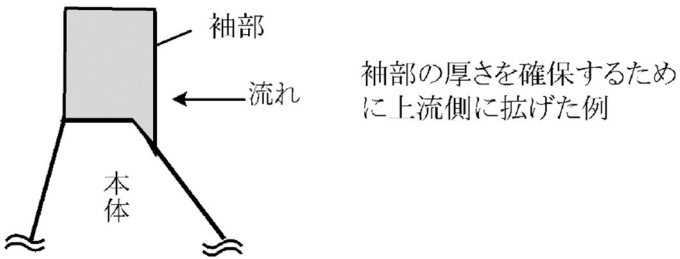
|      |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 237. | a) Casos em que o comprimento das asas direita e esquerda forem diferentes:                                                                                                                                   | a) 左右袖部の長さが異なる場合:                                                                              |
| 238. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Os comprimentos dos trechos inclinados das asas deverão ser iguais, sendo adotado o do trecho mais curto (Figura 4.17).</li> </ul>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>袖部に勾配を付ける区間の長さは、短い方に合わせて左右を同じ長さとする (図 4.17)。</li> </ul> |
| 239. | b) Quando o comprimento da barreira for longo                                                                                                                                                                 | b) 堤長が長い場合                                                                                     |
| 240. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Quando o trecho inclinado projetado da asa for muito longo, deve-se estabelecer um ponto de inflexão, a partir do qual a inclinação da asa será horizontal.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>袖部に勾配をつける区間の長さが長くなる場合、変曲点を設定し、それより先は水平とする。</li> </ul>   |
| 241. | Uma referência para estabelecer o ponto de inflexão, é quando a altura da asa atingir 1m contado do bordo superior do vertedouro (Figura 4.17).                                                               | 変曲点を設定するときの目安は、袖部の高さが水通しの上端から 1 m に達したときとする (図 4.17)。                                          |
| 242. | Por exemplo, caso a inclinação das asas seja 1/10, será 10m.                                                                                                                                                  | 例えば、袖の勾配が 1/10 であれば 10mである。                                                                    |
| 243. | Figura – 4.17 Comprimento e inclinação do topo das asas                                                                                                                                                       | 図 - 4.17 袖天端の長さ勾配                                                                              |
| 244. |                                                                                                                            |            |
| 245. | Fonte: Procedimentos para Projetos de Engenharia de Instalações Sabo (Minuta) Secretaria de Desenvolvimento Regional de Chubu - MLIT                                                                          | 出典：砂防施設設計要領（案）国土交通省中部地方整備局                                                                     |
| 246. | Figura – 4.18 Influência da sedimentação em leque na área de deposição                                                                                                                                        | 図 - 4.18 堆砂地での扇状堆積による影響                                                                        |

|      |                                                                                                                                                                 |                                                                                     |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 247. |                                                                               |  |
| 248. | Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo                                                                                                                              | 出典：砂防プロジェクトにて作成                                                                     |
| 249. | 7.2.3 Dobra da asa                                                                                                                                              | 7.2.3 袖折れ                                                                           |
| 250. | Usualmente, a asa tem formato em linha reta ao longo do eixo da barreira.                                                                                       | 袖部の形状は、原則として堰堤軸に沿って直線とする。                                                           |
| 251. | Quando a barreira muda de direção, providencia-se uma dobra da asa na parte não transbordante, encaixando-a em um local favorável.                              | 堰堤の方向が変わる場合は、非越流部に袖折れ部を設けて良好な場所に袖を嵌入させる。                                            |
| 252. | Comumente, a asa fica em linha reta ao longo do eixo da barreira.                                                                                               | 袖部は一般的に、堰堤軸に沿って直線とする。                                                               |
| 253. | Existem casos nos quais não é adequado adotar a barreira em linha reta, devido às condições geológicas das ombreiras ou quando a topografia do talvegue exigir. | 嵌入部分の地質条件が良好でない場合や渓流の地形による理由で堰堤を直線として採用する事が適切でない場合がある。                              |
| 254. | Nestes casos, deve-se estabelecer uma dobra na parte não transbordante para montante (Figura 4.19).                                                             | この場合には、非越流部から上流向かって袖折れ部を設けることができる（図 4.19）。                                          |
| 255. | O ângulo de dobra ( $\theta$ ) deve ser inferior a $45^\circ$ .                                                                                                 | 折れ角（ $\theta$ ）は $45^\circ$ 以下とする。                                                  |
| 256. | Além disso, a seção da dobra não deve coincidir com a junta de dilatação.                                                                                       | 更に、折れ断面は膨張継ぎ目に設けいないものとする。                                                           |

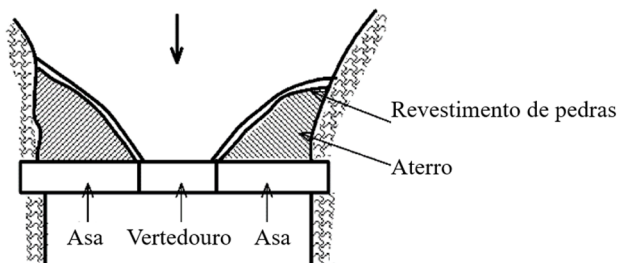
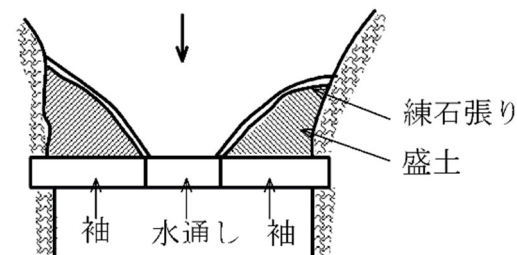
|      |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                     |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 257. | A distância mínima da seção da dobra até a junta de dilatação deve ser superior a 3,0 metros.                                                                                                                           | 折れ断面から膨張継ぎ目までの距離を 3m 以上としなければならない。                                                  |
| 258. | Preferencialmente, a dobra deve ser posicionada no trecho horizontal da asa.                                                                                                                                            | また、袖が水平となっている区間に袖折れ部を設けることが望ましい。                                                    |
| 259. | Se houver necessidade de inclinação das asas (vide item 7.2.2) ou quando a dobra acarretar que as asas horizontais fiquem abaixo da superfície de deposição de projeto, a dobra pode ser projetada em trecho inclinado. | 袖に勾配を設ける必要がある場合（項目 7.2.2 参照）又は袖折れにより水平になっている袖部が計画堆砂面以下となる場合、袖折れは勾配区間に設置してもよい。       |
| 260. | Figura – 4.19 Dobra da asa em trecho da asa com inclinação                                                                                                                                                              | 図 - 4.19 袖勾配区間での袖折れ                                                                 |
| 261. |                                                                                                                                       |  |
| 262. | Fonte: Manual de Projetos de Engenharia e Execução de Obras, Seção Sabo, Província de Miyagi.                                                                                                                           | 出典：土木設計施工マニュアル（砂防編）（宮城県）                                                            |
| 263. | 7.3 Encaixe das asas (ombreiras)                                                                                                                                                                                        | 7.3 袖部の嵌入                                                                           |
| 264. | 7.3.1 Profundidade de encaixe                                                                                                                                                                                           | 7.3.1 嵌入深                                                                           |
| 265. | Idealmente, o encaixe das asas nas ombreiras deve ser implementado em terreno com resistência equivalente à da fundação do corpo principal da barreira.                                                                 | 袖の両岸の嵌入は堰堤本体の基礎と同程度の強度を有する地盤で行うのが理想である。                                             |
| 266. | Na região das ombreiras, a barreira também recebe as solicitações dos fluxos de detritos e das cheias.                                                                                                                  | 嵌入部でも、洪水や土石流外力を受ける。                                                                 |

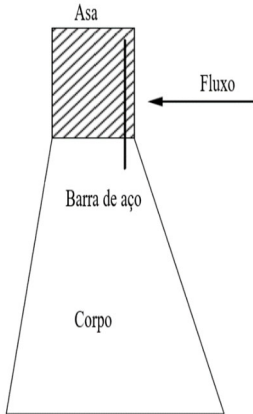
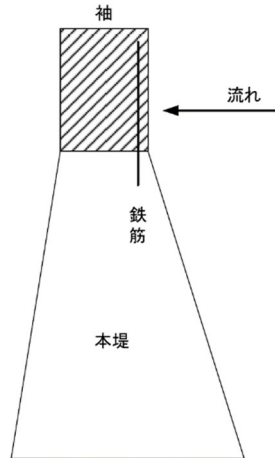
| 267.            | Portanto, a profundidade do encaixe das asas deve ser implementada em terreno com resistência equivalente à da fundação do corpo principal da barreira.                                                                                                                                                                                                                                                                  | よって、袖の嵌入深は堰堤本体の基礎と同程度の強度を有する地盤で行う。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                            |             |            |       |  |              |       |                      |            |       |  |              |       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |         |     |    |        |  |    |        |             |    |        |  |     |        |  |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------|------------|-------|--|--------------|-------|----------------------|------------|-------|--|--------------|-------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---------|-----|----|--------|--|----|--------|-------------|----|--------|--|-----|--------|--|
| 268.            | Em linhas gerais, a profundidade do encaixe das asas em ambas as ombreiras, tal como na fundação, deve ser entre 1 a 2 m para os terrenos rochosos, e de 2 a 3 m em solo (Tabela 4.4 e Figura 4.20).                                                                                                                                                                                                                     | 一般的に袖の両岸への嵌入深さは、基礎と同様に、岩盤の場合で 1～2m 以上、土壌の場合は 2～3m 以上とする（表 4.4 及び図 4.20）。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                            |             |            |       |  |              |       |                      |            |       |  |              |       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |         |     |    |        |  |    |        |             |    |        |  |     |        |  |
| 269.            | Especialmente nos casos de terreno em solo, podem ser necessárias estruturas de contenção a montante e a jusante para garantir a estabilidade do encaixe.                                                                                                                                                                                                                                                                | 特に、土壌地盤の場合は、上下流に擁壁を施工して嵌入部の安定を図るが必要な場合もある。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                            |             |            |       |  |              |       |                      |            |       |  |              |       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |         |     |    |        |  |    |        |             |    |        |  |     |        |  |
| 270.            | Tabela – 4.4 Profundidade de encaixe das asas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 表 - 4.4 袖の嵌入深                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                            |             |            |       |  |              |       |                      |            |       |  |              |       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |         |     |    |        |  |    |        |             |    |        |  |     |        |  |
| 271.            | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de terreno</th><th>Profundidade do encaixe(H)</th><th>Observações</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rocha dura</td><td>&gt;1.0m</td><td></td></tr> <tr> <td>Rocha branda</td><td>&gt;1.5m</td><td>Rocha branda I ou II</td></tr> <tr> <td>Pedregulho</td><td>&gt;2.0m</td><td></td></tr> <tr> <td>Solo arenoso</td><td>&gt;3.0m</td><td></td></tr> </tbody> </table>          | Tipo de terreno                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Profundidade do encaixe(H) | Observações | Rocha dura | >1.0m |  | Rocha branda | >1.5m | Rocha branda I ou II | Pedregulho | >2.0m |  | Solo arenoso | >3.0m |  | <table border="1"> <thead> <tr> <th>土 質</th><th>嵌入深 (H)</th><th>備 考</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>硬岩</td><td>1.0m以上</td><td></td></tr> <tr> <td>軟岩</td><td>1.5m以上</td><td>軟岩Iあるいは軟岩II</td></tr> <tr> <td>砂礫</td><td>2.0m以上</td><td></td></tr> <tr> <td>砂質土</td><td>3.0m以上</td><td></td></tr> </tbody> </table> | 土 質 | 嵌入深 (H) | 備 考 | 硬岩 | 1.0m以上 |  | 軟岩 | 1.5m以上 | 軟岩Iあるいは軟岩II | 砂礫 | 2.0m以上 |  | 砂質土 | 3.0m以上 |  |
| Tipo de terreno | Profundidade do encaixe(H)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Observações                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                            |             |            |       |  |              |       |                      |            |       |  |              |       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |         |     |    |        |  |    |        |             |    |        |  |     |        |  |
| Rocha dura      | >1.0m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                            |             |            |       |  |              |       |                      |            |       |  |              |       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |         |     |    |        |  |    |        |             |    |        |  |     |        |  |
| Rocha branda    | >1.5m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Rocha branda I ou II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                            |             |            |       |  |              |       |                      |            |       |  |              |       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |         |     |    |        |  |    |        |             |    |        |  |     |        |  |
| Pedregulho      | >2.0m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                            |             |            |       |  |              |       |                      |            |       |  |              |       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |         |     |    |        |  |    |        |             |    |        |  |     |        |  |
| Solo arenoso    | >3.0m                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                            |             |            |       |  |              |       |                      |            |       |  |              |       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |         |     |    |        |  |    |        |             |    |        |  |     |        |  |
| 土 質             | 嵌入深 (H)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 備 考                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                            |             |            |       |  |              |       |                      |            |       |  |              |       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |         |     |    |        |  |    |        |             |    |        |  |     |        |  |
| 硬岩              | 1.0m以上                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                            |             |            |       |  |              |       |                      |            |       |  |              |       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |         |     |    |        |  |    |        |             |    |        |  |     |        |  |
| 軟岩              | 1.5m以上                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 軟岩Iあるいは軟岩II                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                            |             |            |       |  |              |       |                      |            |       |  |              |       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |         |     |    |        |  |    |        |             |    |        |  |     |        |  |
| 砂礫              | 2.0m以上                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                            |             |            |       |  |              |       |                      |            |       |  |              |       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |         |     |    |        |  |    |        |             |    |        |  |     |        |  |
| 砂質土             | 3.0m以上                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                            |             |            |       |  |              |       |                      |            |       |  |              |       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |         |     |    |        |  |    |        |             |    |        |  |     |        |  |
| 272.            | Figura – 4.20 Encaixe das asas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 図 - 4.20 袖の嵌入                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                            |             |            |       |  |              |       |                      |            |       |  |              |       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |         |     |    |        |  |    |        |             |    |        |  |     |        |  |
| 273.            | <p>Diagram illustrating the anchorage of the wing (asas) into the rock foundation (Rocha). The diagram shows the wing structure, the concrete backfill (Concreto de reaterro), and the rock foundation. Key dimensions and conditions are labeled: Horizontal &gt; 1.0m, Altura máx. degrau 5.0 m, Rocha mole &gt; 1.5m; Rocha dura &gt; 1.0m, Mesma altura que a soleira do vertedouro, and Pode ser com &gt; 3.0m.</p> | <p>Diagram illustrating the anchorage of the wing (asas) into the rock foundation (Rocha). The diagram shows the wing structure, the concrete backfill (Concreto de reaterro), and the rock foundation. Key dimensions and conditions are labeled: Horizontal &gt; 1.0m, Altura máx. degrau 5.0 m, Rocha mole &gt; 1.5m; Rocha dura &gt; 1.0m, Mesma altura que a soleira do vertedouro, and Pode ser com &gt; 3.0m.</p> |                            |             |            |       |  |              |       |                      |            |       |  |              |       |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |     |         |     |    |        |  |    |        |             |    |        |  |     |        |  |

| 274.            | Fonte: Diretrizes Técnicas Sabo da Província de Aomori, 2017                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 出典：青森県砂防技術指針（2017）                                                          |                                |            |            |         |  |              |         |  |            |         |  |                |         |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |      |    |    |         |  |    |         |  |    |         |  |     |         |                |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|------------|------------|---------|--|--------------|---------|--|------------|---------|--|----------------|---------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------|----|----|---------|--|----|---------|--|----|---------|--|-----|---------|----------------|
| 275.            | 7.3.2 Corte escalonado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 7.3.2 段切                                                                    |                                |            |            |         |  |              |         |  |            |         |  |                |         |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |      |    |    |         |  |    |         |  |    |         |  |     |         |                |
| 276.            | O corte para a implantação das ombreiras deve ser em degraus (altura inferior a 5,0m e patamar superior a 1,0m – Figura 4.20).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 袖を嵌入するための切り取りは階段状でなければならない(高さ 5.0m 以下、ステップ 1.0m 以上 – 図 4.20)。               |                                |            |            |         |  |              |         |  |            |         |  |                |         |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |      |    |    |         |  |    |         |  |    |         |  |     |         |                |
| 277.            | Deve-se adotar inclinações padronizadas conforme tabela 4.5, tanto na direção longitudinal quanto transversal.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 勾配は、縦断・横断ともに表 4.5 を標準とする。                                                   |                                |            |            |         |  |              |         |  |            |         |  |                |         |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |      |    |    |         |  |    |         |  |    |         |  |     |         |                |
| 278.            | Tabela – 4.5 Inclinação do corte em degraus                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 表 - 4.5 段切勾配                                                                |                                |            |            |         |  |              |         |  |            |         |  |                |         |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |      |    |    |         |  |    |         |  |    |         |  |     |         |                |
| 279.            | <table border="1"> <thead> <tr> <th>Tipo de terreno</th><th>Inclinação do corte escalonado</th><th>Observação</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rocha dura</td><td>1V:0.1H</td><td></td></tr> <tr> <td>Rocha branda</td><td>1V:0.3H</td><td></td></tr> <tr> <td>Pedregulho</td><td>1V:0.5H</td><td></td></tr> <tr> <td>Solos arenosos</td><td>1V:0.5H</td><td>Em caso de solo argiloso dependerá da situação local</td></tr> </tbody> </table> | Tipo de terreno                                                             | Inclinação do corte escalonado | Observação | Rocha dura | 1V:0.1H |  | Rocha branda | 1V:0.3H |  | Pedregulho | 1V:0.5H |  | Solos arenosos | 1V:0.5H | Em caso de solo argiloso dependerá da situação local | <table border="1"> <thead> <tr> <th>土質</th><th>段切勾配</th><th>備考</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>硬岩</td><td>1V:0.1H</td><td></td></tr> <tr> <td>軟岩</td><td>1V:0.3H</td><td></td></tr> <tr> <td>砂礫</td><td>1V:0.5H</td><td></td></tr> <tr> <td>砂質土</td><td>1V:0.5H</td><td>粘性土の場合は現地状況による</td></tr> </tbody> </table> | 土質 | 段切勾配 | 備考 | 硬岩 | 1V:0.1H |  | 軟岩 | 1V:0.3H |  | 砂礫 | 1V:0.5H |  | 砂質土 | 1V:0.5H | 粘性土の場合は現地状況による |
| Tipo de terreno | Inclinação do corte escalonado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Observação                                                                  |                                |            |            |         |  |              |         |  |            |         |  |                |         |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |      |    |    |         |  |    |         |  |    |         |  |     |         |                |
| Rocha dura      | 1V:0.1H                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                             |                                |            |            |         |  |              |         |  |            |         |  |                |         |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |      |    |    |         |  |    |         |  |    |         |  |     |         |                |
| Rocha branda    | 1V:0.3H                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                             |                                |            |            |         |  |              |         |  |            |         |  |                |         |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |      |    |    |         |  |    |         |  |    |         |  |     |         |                |
| Pedregulho      | 1V:0.5H                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                             |                                |            |            |         |  |              |         |  |            |         |  |                |         |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |      |    |    |         |  |    |         |  |    |         |  |     |         |                |
| Solos arenosos  | 1V:0.5H                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Em caso de solo argiloso dependerá da situação local                        |                                |            |            |         |  |              |         |  |            |         |  |                |         |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |      |    |    |         |  |    |         |  |    |         |  |     |         |                |
| 土質              | 段切勾配                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 備考                                                                          |                                |            |            |         |  |              |         |  |            |         |  |                |         |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |      |    |    |         |  |    |         |  |    |         |  |     |         |                |
| 硬岩              | 1V:0.1H                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                             |                                |            |            |         |  |              |         |  |            |         |  |                |         |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |      |    |    |         |  |    |         |  |    |         |  |     |         |                |
| 軟岩              | 1V:0.3H                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                             |                                |            |            |         |  |              |         |  |            |         |  |                |         |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |      |    |    |         |  |    |         |  |    |         |  |     |         |                |
| 砂礫              | 1V:0.5H                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                             |                                |            |            |         |  |              |         |  |            |         |  |                |         |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |      |    |    |         |  |    |         |  |    |         |  |     |         |                |
| 砂質土             | 1V:0.5H                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 粘性土の場合は現地状況による                                                              |                                |            |            |         |  |              |         |  |            |         |  |                |         |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |      |    |    |         |  |    |         |  |    |         |  |     |         |                |
| 280.            | Quando a altura vertical da escavação das ombreiras for superior a 5,0m, recomenda-se que sua inclinação seja de 1V:0,6H.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 袖端部の掘削が直高 5.0m を超える場合は、掘削勾配を 1:0.6 とする。                                     |                                |            |            |         |  |              |         |  |            |         |  |                |         |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |      |    |    |         |  |    |         |  |    |         |  |     |         |                |
| 281.            | 7.4 Reforço das asas                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 7.4 袖部の補強                                                                   |                                |            |            |         |  |              |         |  |            |         |  |                |         |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |      |    |    |         |  |    |         |  |    |         |  |     |         |                |
| 282.            | Usando os resultados do cálculo de estabilidade das asas, verifica-se se o formato das asas satisfaz as condições de estabilidade (estabilidade ao tombamento, ao deslizamento, a capacidade de carga da fundação e aos esforços internos).                                                                                                                                                                                                      | 袖部は、袖部の安定計算結果を用いて、次の安定条件（転倒・滑動に対する安定、基盤の耐荷力及びの堰堤本体の内力）を満足する形状となっていることを確認する。 |                                |            |            |         |  |              |         |  |            |         |  |                |         |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |      |    |    |         |  |    |         |  |    |         |  |     |         |                |
| 283.            | Com os resultados do cálculo de estabilidade, caso seja necessário, realiza-se o reforço das asas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 安定計算の結果より補強が必要と判断される場合は、袖部を補強する。                                            |                                |            |            |         |  |              |         |  |            |         |  |                |         |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |      |    |    |         |  |    |         |  |    |         |  |     |         |                |
| 284.            | Atentando para o fato de que o formato de cada um dos painéis de concretagem, demarcados pelas juntas das asas, pode ser diferente, é necessário realizar o cálculo de estabilidade das asas a de cada um desses painéis.                                                                                                                                                                                                                        | なお袖部は、袖の形状は打継ぎ目毎の各ブロックで形状が異なることも留意しながら、袖部の安定計算はブロック毎に実施する必要がある。             |                                |            |            |         |  |              |         |  |            |         |  |                |         |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |      |    |    |         |  |    |         |  |    |         |  |     |         |                |
| 285.            | Quando o resultado demonstrar que não atendem às condições de estabilidade, executam-se as medidas abaixo:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 安定計算の結果より安定条件を満足しない場合、以下の対策を実施する。                                           |                                |            |            |         |  |              |         |  |            |         |  |                |         |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |      |    |    |         |  |    |         |  |    |         |  |     |         |                |
| 286.            | a) Quando o fator de segurança ao cisalhamento $n$ na interface entre as asas e o corpo for inferior a 4:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | a) 袖部と本体の境界面上におけるせん断安全率 $n$ が 4 未満となる場合、                                    |                                |            |            |         |  |              |         |  |            |         |  |                |         |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |    |      |    |    |         |  |    |         |  |    |         |  |     |         |                |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                      |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 287. | Garante-se a estabilidade com a ampliação do lado a montante das asas ou atenua-se o impacto com a instalação de materiais amortecedores também do lado a montante (figuras 4.21 a 4.23).                                                                                                       | 袖部を上流側に広げて安定を確保するか、もしくは袖部の上流側に緩衝材等を設置して衝撃力を緩和させる。(図 4.21～4.23)                       |
| 288. | b) Quando a tensão de tração gerada na interface entre a asa e o corpo for superior à tensão de tração admissível:                                                                                                                                                                              | b) 袖部と本体の境界面上に生じる引張応力が許容引張応力を上回る場合、                                                  |
| 289. | Barras de aço devem ser implantadas para resistir às tensões de tração da interface entre as asas e o corpo da barreira, mobilizadas a montante.                                                                                                                                                | 袖部と本体の境界面上に生じる引張応力を上流に設けた鉄筋で受け持たせるものとする。                                             |
| 290. | As barras devem atravessar a interface entre o corpo da barreira e as asas (Figura 4.24).                                                                                                                                                                                                       | このとき鉄筋は、袖部と本体の境界面をまたぐように配置する(図 4.24)。                                                |
| 291. | 7.4.1 Ampliação da espessura do topo das asas                                                                                                                                                                                                                                                   | 7.4.1 袖天端厚さの拡大                                                                       |
| 292. | Quando o fator de segurança ao cisalhamento na interface entre as asas e o corpo for inferior a 4, deve-se garantir a estabilidade com a ampliação do lado a montante das asas ou atenuando-se o impacto por meio de materiais amortecedores também do lado a montante (figuras 7.4.1 a 7.4.3). | 袖部と本体の境界面上におけるせん断安全率が4未満となる場合、袖の上流側を拡げるか、同じく上流側に設置する緩衝材を通じた衝突の緩和することで安定を確保させる。       |
| 293. | Figura – 4.21 Reforço das asas através da ampliação da espessura do topo                                                                                                                                                                                                                        | 図 - 4.21 袖天端の厚さ拡大による補強                                                               |
| 294. |                                                                                                                                                                                                              |  |
| 295. | Fonte : Manual of Technical Standard for establishing Sabo master plan for debris flow and driftwood, MLIT Sabo Planning Division Sabo Department                                                                                                                                               | 出典：砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編），国土交通省                                                       |
| 296. | 7.4.2 Instalação de materiais amortecedores no lado a montante                                                                                                                                                                                                                                  | 7.4.2 上流側への緩衝材の設置                                                                    |



|      |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                      |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 297. | Como medida de reforço para casos em que o fator de segurança ao cisalhamento na interface entre as asas e o corpo principal for a inferior a 4, protege-se as asas com a instalação de materiais de amortecimento e aterro no lado a montante (figuras 4.22 e 4.23). | 袖部と本体の境界面上におけるせん断安全率が4未満となる場合の補強手段として、袖部上流側に盛土及び緩衝材を設置することで袖部を保護する(図4.22 及び 4.23)。   |
| 298. | Os materiais amortecedores visam reduzir a força de impacto dos troncos carreados e matacões que incidem sobre as asas.                                                                                                                                               | 緩衝材は、巨礫や流木の袖部に対する衝撃力を低減するものである。                                                      |
| 299. | Figura – 4.22 Proteção das asas (aterro e revestimento em pedra)                                                                                                                                                                                                      | 図 - 4.22 袖部の保護 (盛土と石張りによる対策)                                                         |
| 300. |                                                                                                                                                                                     |   |
| 301. | Fonte: Associação Nacional Sabo e Gestão de Cheias, Coletânea de Fórmulas de Projeto de Engenharia Sabo (Manual).                                                                                                                                                     | 出典：砂防設計公式集（マニュアル） 社団法人 全国治水砂防協会                                                      |
| 302. | Figura – 4.23 Proteção das asas (materiais amortecedores – ex: madeiramento)                                                                                                                                                                                          | 図 - 4.23 袖部の保護 (緩衝材による対策 – 例: 木工細工)                                                  |
| 303. |                                                                                                                                                                                     |  |
| 304. | Fonte: Material cedido pela Yachiyo Engineering S.A.                                                                                                                                                                                                                  | 出典：八千代エンジニアリング株式会社 資料                                                                |

|      |                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                      |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 305. | 7.4.3 Reforço com barras de aço                                                                                                                                                                                                      | 7.4.3 鉄筋による補強                                                                        |
| 306. | Para avaliar a estabilidade do reforço com barras de aço, devemos considerar o corpo da barreira como cantiléver das asas e determinar a seção de barras de aço necessária.                                                          | 鉄筋による補強は、袖部を片持ち梁と考えてその安定を検討し、必要な鉄筋の断面を決定する。                                          |
| 307. | O esforço que incidirá sobre as barras de aço não poderá ultrapassar sua tensão de aderência e a resistência à tração.                                                                                                               | 鉄筋に働く作用は付着応力及び引張応力を上回ってはならない。                                                        |
| 308. | Ressaltamos que a espessura de cobertura das barras de aço (distância entre a superfície a montante e o centro da barra de aço), considerando o desgaste do corpo da barreira e a corrosão das barras de aço, é padronizada em 30cm. | なお、鉄筋による補強の際のかぶり厚（上流面から鉄筋の真までの距離）は、堤体の摩耗と鉄筋の腐食に対処することを想定し、30cm を標準とする。               |
| 309. | Figura – 4.24 Reforço das asas com barras de aço (geral)                                                                                                                                                                             | 図 - 4.24 鉄筋による袖部の補強（全体）                                                              |
| 310. |                                                                                                                                                    |  |
| 311. | Fonte: Manual de Projetos de Engenharia e Execução de Obras, Seção Sabo, Província de Miyagi.                                                                                                                                        | 出典：土木設計施工マニュアル（砂防編）（宮城県）                                                             |
| 312. | Figura – 4.25 Reforço das asas com barras de aço (detalhe)                                                                                                                                                                           | 図 - 4.25 鉄筋による袖部の補強（拡大）                                                              |

|      |                                                                                                                                                                                                               |                                                                   |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 313. |                                                                                                                                                                                                               |                                                                   |
| 314. | Fonte: Manual de Projetos de Engenharia e Execução de Obras, Seção Sabo, Província de Miyagi.                                                                                                                 | 出典：土木設計施工マニュアル（砂防編）（宮城県）                                          |
| 315. | (1) Método de cálculo da seção de barras de aço necessária por unidade de largura                                                                                                                             | (1) 単位幅当たり必要な鉄筋断面の算出方法                                            |
| 316. | A seção de barras de aço necessária por unidade de largura é calculada a partir do momento fletor máximo $M_{maxd}$ que é obtido no cálculo de estabilidade das asas.                                         | 単位幅あたりに必要となる鉄筋断面は、袖部の安定計算の際に算出される最大曲げモーメント $M_{maxd}$ から算出する。     |
| 317. | 1) Momento fletor máximo                                                                                                                                                                                      | 1) 最大曲げモーメント                                                      |
| 318. | O momento fletor máximo é calculado a partir do valor total do momento das forças horizontais que incidem nas asas (força de impacto do cascalho ou troncos carregados e hidrodinâmica do fluxo de detritos). | 最大曲げモーメントは、袖部にかかる水平力（礫（または流木）の衝撃力と土石流流体力）から算出されるモーメントの合計値から算出される。 |
| 319. | $M_{maxd} = \gamma(P_1 \cdot L + F \cdot L)$                                                                                                                                                                  | $M_{maxd} = \gamma(P_1 \cdot L + F \cdot L)$                      |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                               |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 320. | <p>Onde</p> <p><math>M_{\max d}</math> : Momento máximo de projeto (N · m/m)</p> <p><math>P_1</math> : Força de impacto por unidade de largura (N/m)</p> <p><math>F</math> : Hidrodinâmica do fluxo de detritos (N/m)</p> <p><math>L</math> : Distância entre a extremidade a montante da base da asa até a linha de ação (m)</p> <p><math>\gamma</math> : Coeficiente de ponderação das ações (=1,4).</p> | <p>ここで、</p> <p><math>M_{\max d}</math> : 設計最大曲げモーメント (N・m/m)</p> <p><math>P_1</math> : 単位幅当たりの衝撃力 (N/m)</p> <p><math>F</math> : 土石流流体力 (N/m)</p> <p><math>L</math> : 袖底の上流端から作用線までの距離 (m)</p> <p><math>\gamma</math> : 作用荷重の重み付け係数(=1.4)。</p> |
| 321. | 2) Tensão de tração nas barras de aço                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2) 鉄筋の引張応力                                                                                                                                                                                                                                    |
| 322. | A resistência à tração de projeto de barras de aço de concreto armado, $f_{std} = f_{st} / \gamma_s$ , é calculada com o coeficiente de ponderação da resistência do aço $\gamma_s = 1,15$ .                                                                                                                                                                                                               | 鉄筋コンクリートの設計引張強度 $f_{std} = f_{st} / \gamma_s$ は、鉄筋の強度重み付け係数 $\gamma_s = 1.15$ として算出される。                                                                                                                                                       |
| 323. | <p>Onde</p> <p><math>f_{std}</math> : Resistência de projeto à tração do aço</p> <p><math>f_{st}</math> : Resistência à tração do aço</p> <p><math>\gamma_s</math> : Fator de ponderação da resistência do aço (=1,15).</p>                                                                                                                                                                                | <p>ここで、</p> <p><math>f_{std}</math> : 鉄筋の設計引張強度</p> <p><math>f_{st}</math> : 鉄筋の引張強度</p> <p><math>\gamma_s</math> : 鉄筋の強度重み付け率 (=1.15) 。</p>                                                                                                  |
| 324. | 3) Seção de barras de aço necessária por unidade de largura                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3) 単位幅当たり必要な鉄筋断面                                                                                                                                                                                                                              |
| 325. | A seção de barras de aço necessária por unidade de largura pode ser obtida através da fórmula abaixo:                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 単位幅当たり必要な鉄筋量は以下の方程式から算出する。                                                                                                                                                                                                                    |
| 326. | $A_s = \frac{M_{\max d}}{7/8 \cdot d \cdot f_{std}}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | $A_s = \frac{M_{\max d}}{7/8 \cdot d \cdot f_{std}}$                                                                                                                                                                                          |
| 327. | <p>Onde</p> <p><math>A_s</math> : Seção de barras de aço necessária por unidade de largura (cm<sup>2</sup>/m)</p> <p><math>d</math> : Distância da superfície frontal do vertedouro até o centro da barra de aço (cm)</p> <p><math>f_{std}</math> : resistência à tração de projeto de barras de aço.</p>                                                                                                  | <p>ここで、</p> <p><math>A_s</math> : 単位幅当たり必要な鉄筋断面 (cm<sup>2</sup>/m)</p> <p><math>d</math> : 水通し前面から鉄筋の真までの距離(cm)</p> <p><math>f_{std}</math> : 鉄筋の設計引張強度</p>                                                                                   |
| 328. | 4) Quantidade de barras de aço necessária por unidade de largura                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 4) 単位幅あたりに必要となる鉄筋本数                                                                                                                                                                                                                           |
| 329. | A quantidade de barras de aço necessária por unidade de largura é definida em valor inteiro, de forma que satisfaça a fórmula abaixo:                                                                                                                                                                                                                                                                      | 単位幅あたりに必要となる鉄筋本数は、下式を満足する整数値から決定する。                                                                                                                                                                                                           |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                 |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 330. | $X \geq \frac{A_s}{A_t}$                                                                                                                                                                                                                                                          | $X \geq \frac{A_s}{A_t}$                                                                                                                                        |
| 331. | Onde<br>X : Quantidade de barras de aço necessária por unidade de largura (unidade de barra)<br>A <sub>t</sub> : Área da seção de cada barra de aço (cm <sup>2</sup> )                                                                                                            | ここで、<br>X : 単位幅当りに必要な鉄筋本数(本)<br>A <sub>t</sub> : 鉄筋 1 本あたりの断面積 (cm <sup>2</sup> )                                                                               |
| 332. | (2) Validação da tensão de aderência que incide na barra de aço                                                                                                                                                                                                                   | (2) 鉄筋に働く付着力の検証                                                                                                                                                 |
| 333. | Verificar se a tensão de aderência que incide na barra de aço não ultrapassa a tensão de aderência admissível do concreto, usando a força máxima de tração por unidade de comprimento T <sub>max</sub> .                                                                          | 鉄筋に働く付着応力が、コンクリートの許容付着応力度を上回らないかどうかを鉄筋の単位長当たりの最大引張力 T <sub>max</sub> を用いて確認する。                                                                                  |
| 334. | 1) Força máxima de tração das barras de aço, por unidade de comprimento                                                                                                                                                                                                           | 1) 単位長当りに必要となる鉄筋の最大引張力                                                                                                                                          |
| 335. | $T_{maxd} = A_s f_{std} = \frac{M_{maxd}}{7/8 \cdot d}$                                                                                                                                                                                                                           | $T_{maxd} = A_s f_{std} = \frac{M_{maxd}}{7/8 \cdot d}$                                                                                                         |
| 336. | Onde<br>T <sub>max</sub> : Força de tração máxima de projeto resultante das barras de aço (N/m)<br>M <sub>maxd</sub> : Momento máximo de projeto (N · m/m)                                                                                                                        | ここで<br>T <sub>max</sub> : 鉄筋による最大設計引張強度 (N/m)<br>M <sub>maxd</sub> : 設計最大曲げモーメント (N·m/m)                                                                        |
| 337. | 2) Tensão resistente de aderência das barras de aço                                                                                                                                                                                                                               | 2) 鉄筋の付着強度応力                                                                                                                                                    |
| 338. | No caso de barras de aço nervurado, a tensão de aderência admissível do concreto f <sub>bd</sub> , deve ser obtida segundo a NBR 6118, item 9.3.2, conforme indicado a seguir.                                                                                                    | 異形鉄筋の場合、コンクリートの許容付着応力度 f <sub>bd</sub> は、NBR6118 の項目 9.3.2 に従い、下式より算出される。                                                                                       |
| 339. | $f_{bd} = \eta_1 \eta_2 \eta_3 f_{ctd}$                                                                                                                                                                                                                                           | $f_{bd} = \eta_1 \eta_2 \eta_3 f_{ctd}$                                                                                                                         |
| 340. | Onde<br>f <sub>ctd</sub> : Resistência à tração do concreto<br>η <sub>1</sub> : =2,25 para barras de aço nervuradas<br>η <sub>2</sub> : =0,7 para barra de aço na posição vertical (posição desfavorável na aderência)<br>η <sub>3</sub> : =1,0 para barra com diâmetro φ < 32mm. | ここで、<br>f <sub>ctd</sub> : コンクリートの引張強度<br>η <sub>1</sub> : 異形鉄筋 = 2.25<br>η <sub>2</sub> : 垂直に設置された鉄筋 (付着に不利な位置) = 0.7<br>η <sub>3</sub> : 直径φ 32mm 以下の鉄筋 = 1.0 |

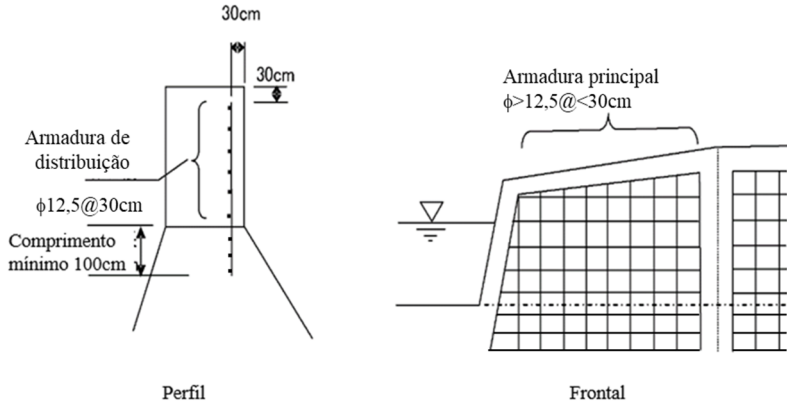
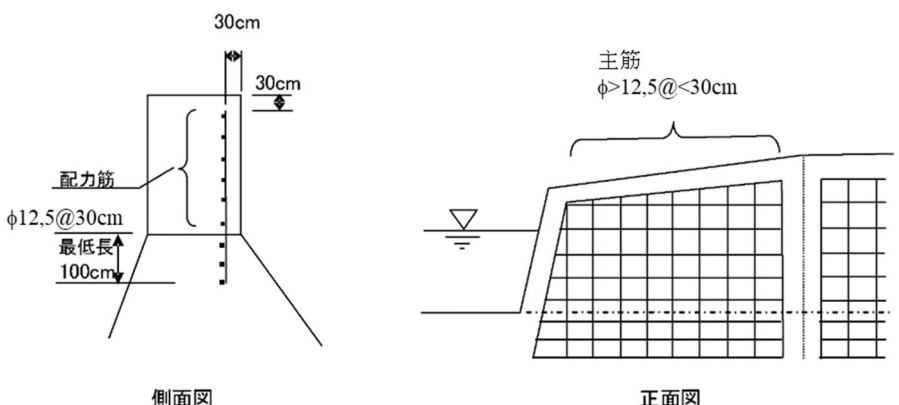
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                  |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 341. | A resistência à tração direta do concreto $f_{ctd}$ é obtida em função da resistência característica à compressão $f_{ck}$ pela equação seguinte:                                                                                                                                             | コンクリートの直接的な引張強度 $f_{ctd}$ は、圧縮に対する強度 $f_{ck}$ に応じて下式より算出される：                                                                                                                                     |
| 342. | $f_{ctd} = (0,3f_{ck}^{2/3})/1,4$                                                                                                                                                                                                                                                             | $f_{ctd} = (0,3f_{ck}^{2/3})/1,4$                                                                                                                                                                |
| 343. | Para o concreto C20 ( $f_{ck} = 20\text{MPa}$ ), de resistência mínima admitido pela norma NBR 6118, obtém-se, por exemplo:                                                                                                                                                                   | NBR6118 によって許容されている最小強度コンクリート C20 ( $f_{ck} = 20\text{MPa}$ )からは、例えば以下が得られる:                                                                                                                     |
| 344. | $f_{ctd} = \frac{0,3 \cdot 20^{2/3}}{1,4} = 1,6\text{MPa}$                                                                                                                                                                                                                                    | $f_{ctd} = \frac{0,3 \cdot 20^{2/3}}{1,4} = 1,6\text{MPa}$                                                                                                                                       |
| 345. | $f_{bd} = 2,25 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,6 = 2,5\text{MPa}$                                                                                                                                                                                                                                 | $f_{bd} = 2,25 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 1,6 = 2,5\text{MPa}$                                                                                                                                    |
| 346. | 3) Condições da tensão de aderência que incide nas barras de aço                                                                                                                                                                                                                              | 3) 鉄筋に働く付着応力の条件                                                                                                                                                                                  |
| 347. | Verificamos se a tensão de aderência que incide na barra de aço ( $\tau_0$ ), que é calculada pela fórmula abaixo, não ultrapassa a tensão de aderência admissível do concreto ( $\tau_0'$ ) ao considerar a resistência de curto prazo.                                                      | 下式から算出される鉄筋に働く付着応力 ( $\tau_0$ )が、短期強度を考慮したコンクリートの許容引張応力度( $\tau_0'$ )を上回らないかどうかを確認する。                                                                                                            |
|      | $\tau_{0d} = \frac{T_{maxd}}{U} = \frac{M_{maxd}}{U \cdot 7/8 \cdot d}$ <p>Onde</p> <p><math>\tau_0</math> : Tensão de aderência que atua na barra de aço (<math>\text{N/mm}^2</math>)</p> <p><math>d</math> : Distância da superfície frontal do vertedouro até o centro da barra de aço</p> | $\tau_{0d} = \frac{T_{maxd}}{U} = \frac{M_{maxd}}{U \cdot 7/8 \cdot d}$ <p>ここで、</p> <p><math>\tau_0</math> : 鉄筋に働く付着応力 (<math>\text{N/mm}^2</math>)</p> <p><math>d</math> : 水通し前面から鉄筋の真までの距離</p> |
| 348. | $U$ : Soma total do perímetro das barras de aço por unidade de comprimento (mm/m)                                                                                                                                                                                                             | $U$ : 単位長あたりの鉄筋周長の総和 (mm/m)                                                                                                                                                                      |
| 349. | 4) Soma total do perímetro da barra de aço                                                                                                                                                                                                                                                    | 4) 鉄筋周長の総和                                                                                                                                                                                       |
| 350. | A soma total do perímetro das barras de aço é obtida a partir do número de barras de aço necessário por unidade de comprimento.                                                                                                                                                               | 単位幅あたりの鉄筋周長の総和は、単位幅あたりに必要となる鉄筋本数から算出する。                                                                                                                                                          |
| 351. | $U = X \cdot L_t$                                                                                                                                                                                                                                                                             | $U = X \cdot L_t$                                                                                                                                                                                |

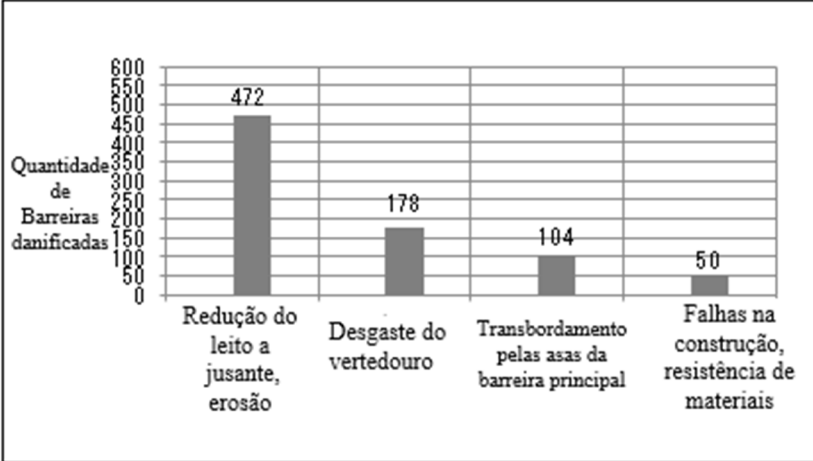
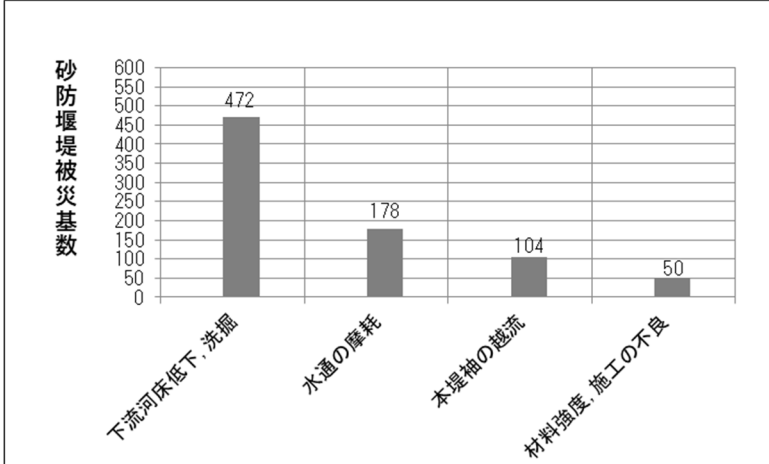
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                         |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 352. | <p>Onde</p> <p>X : Número de barras de aço por unidade de comprimento (unidade barra)</p> <p>Lt : Perímetro da barra de aço (mm)</p>                                                                                                                                                          | <p>ここで、</p> <p>X : 単位長当たりの鉄筋本数(本)</p> <p>Lt : 鉄筋の周長(mm)</p>                                                                                                             |
| 353. | (3) Validação da tensão de cisalhamento que atua no concreto                                                                                                                                                                                                                                  | (3) コンクリート部に働くせん断応力度の検証                                                                                                                                                 |
| 354. | Usando a força máxima de cisalhamento de projeto $S_{maxd}$ verificamos a segurança estrutural com a resistência de cisalhamento de projeto do concreto $\tau_{cd}$ .                                                                                                                         | 構造物の安全性は、コンクリートの設計せん断力 $\tau_{cd}$ を通じて、最大設計せん断力 $S_{maxd}$ を用いて確認する。                                                                                                   |
| 355. | 1) Força máxima de cisalhamento de projeto                                                                                                                                                                                                                                                    | 1) 設計最大せん断力                                                                                                                                                             |
| 356. | A força máxima de cisalhamento de projeto é calculada a partir do valor total das forças horizontais que incidem nas asas (força de impacto do cascalho ou troncos carregados e hidrodinâmica do fluxo de detritos).                                                                          | 設計最大せん断力は、袖部にかかる水平力（礫（または流木）の衝撃力と土石流流体力）の合計値から算出される。                                                                                                                    |
| 357. | $S_{maxd} = \gamma(P_1 + F)$                                                                                                                                                                                                                                                                  | $S_{maxd} = \gamma(P_1 + F)$                                                                                                                                            |
| 358. | <p>Onde</p> <p><math>S_{maxd}</math> : Força máxima de cisalhamento de projeto (N/m)</p> <p>F : Hidrodinâmica do fluxo de detritos (N/m)</p> <p><math>P_1</math> : Força de impacto por unidade de largura (N/m)</p> <p><math>\gamma</math> : Coeficiente de ponderação das ações (=1,4).</p> | <p>ここで、</p> <p><math>S_{maxd}</math> : 設計最大せん断力 (N/m)</p> <p>F : 土石流流体力 (N/m)</p> <p><math>P_1</math> : 単位幅当たりの衝撃力 (N/m)</p> <p><math>\gamma</math> : 作用荷重係数(=1.4)。</p> |
| 359. | 2) Tensão de cisalhamento admissível do concreto                                                                                                                                                                                                                                              | 2) コンクリートの許容せん断応力度                                                                                                                                                      |
| 360. | A tensão de cisalhamento admissível do concreto $\tau_{cd}$ é calculada com base na NBR 6118.                                                                                                                                                                                                 | コンクリートの許容せん断応力度 $\tau_{cd}$ は、NBR 6118 に従って算出される。                                                                                                                       |
| 361. | $\tau_{cd} = 0,6 \times 0,15 f_{cd}^{2/3}$                                                                                                                                                                                                                                                    | $\tau_{cd} = 0.6 \times 0.15 f_{cd}^{2/3}$                                                                                                                              |
| 362. | Para o concreto de resistência mínima C20 ( $f_{ck} = 20\text{MPa}$ ) admitido pela norma NBR 6118, obtém-se, por exemplo:                                                                                                                                                                    | NBR6118 によって許容されているコンクリート 最小強度 C20 ( $f_{ck}=20\text{MPa}$ )からは、例えば以下が得られる:                                                                                             |
| 363. | $\tau_{cd} = 0,6 \times 0,15 (20)^{2/3} = 0,66\text{MPa} = 66\text{N/cm}^2$                                                                                                                                                                                                                   | $\tau_{cd} = 0.6 \times 0.15 (20)^{2/3} = 0.66\text{MPa} = 66\text{N/cm}^2$                                                                                             |
| 364. | 3) Tensão de cisalhamento de projeto que atua no concreto                                                                                                                                                                                                                                     | 3) コンクリートに働く設計せん断応力                                                                                                                                                     |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                         |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 365. | A partir da fórmula abaixo, pode-se verificar se a tensão de cisalhamento que atua no concreto ( $\tau$ ) supera ou não a tensão de cisalhamento admissível do concreto ( $\tau'$ ), considerando a resistência de curto prazo.                                                                                    | 下式から算出するコンクリートに働くせん断応力度( $\tau$ )が、短期強度を考慮したコンクリートの許容せん断応力度( $\tau'$ )を上回らないかどうかを確認する。                                  |
| 366. | $\tau_d = \frac{S_{maxd}}{b \cdot 7/8 \cdot d}$                                                                                                                                                                                                                                                                    | $\tau_d = \frac{S_{maxd}}{b \cdot 7/8 \cdot d}$                                                                         |
| 367. | Onde<br>$\tau_d$ : Tensão de cisalhamento de projeto que atua no concreto (N/mm <sup>2</sup> )<br>d : Distância da superfície frontal do vertedouro até o centro da barra de aço<br>b : Unidade de largura das asas                                                                                                | ここで、<br>$\tau_d$ : コンクリートに働くせん断応力(N/mm <sup>2</sup> )<br>d : 水通し前面から鉄筋の真までの距離<br>b : 袖部の単位幅                             |
| 368. | (4) Arranjo das barras de aço                                                                                                                                                                                                                                                                                      | (4) 配筋                                                                                                                  |
| 369. | O método de arranjo das barras de aço para o reforço deve considerar o seguinte entendimento:                                                                                                                                                                                                                      | 鉄筋補強の際の配筋方法は、以下の考え方を考慮する。                                                                                               |
| 370. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Por padrão, as especificações das barras principais são definidas através dos cálculos apresentados anteriormente, devendo ser superiores a 12,5mm (1/2") e o espaçamento entre barras inferior a 30cm.</li> </ul>                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>主筋の諸元は、前述の計算から決定することとするが、12.5mm (1/2") 以上とし、配置間隔は 30cm 以下を標準とする。</li> </ul>      |
| 371. | Uma vez que, quanto menor o espaçamento entre barras, maior é a eficácia, tendo como base a facilidade de execução da obra, é desejável, na medida do possível, distribuir um número maior de barras com diâmetro menor.                                                                                           | この際に、配置間隔は小さいほど効果が大いことから、施工性を踏まえて、できるだけ細い径の鉄筋を分散して配置することが望ましい。                                                          |
| 372. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Destaca-se que, a fim de assegurar a garantia de espessura de cobertura, por regra, as barras da armadura de distribuição posicionada transversalmente à armadura principal, são posicionadas a jusante das barras principais, conforme indicado na Figura 4.26.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>なお、かぶりを確実に確保する観点から、主桁の横向きに配置された配力筋は、図 4.26 に示す通り、主筋の下流側に配置することを基本とする。</li> </ul> |
| 373. | <ul style="list-style-type: none"> <li>As barras de aço das asas são posicionadas até 30 cm abaixo do topo das asas, de modo a garantir a condição de recobrimento para a proteção contra a corrosão.</li> </ul>                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>袖部の鉄筋は、腐食から保護するためのかぶり条件を確保すべく、袖天端から 30cm 下まで配筋するものとする。</li> </ul>                |



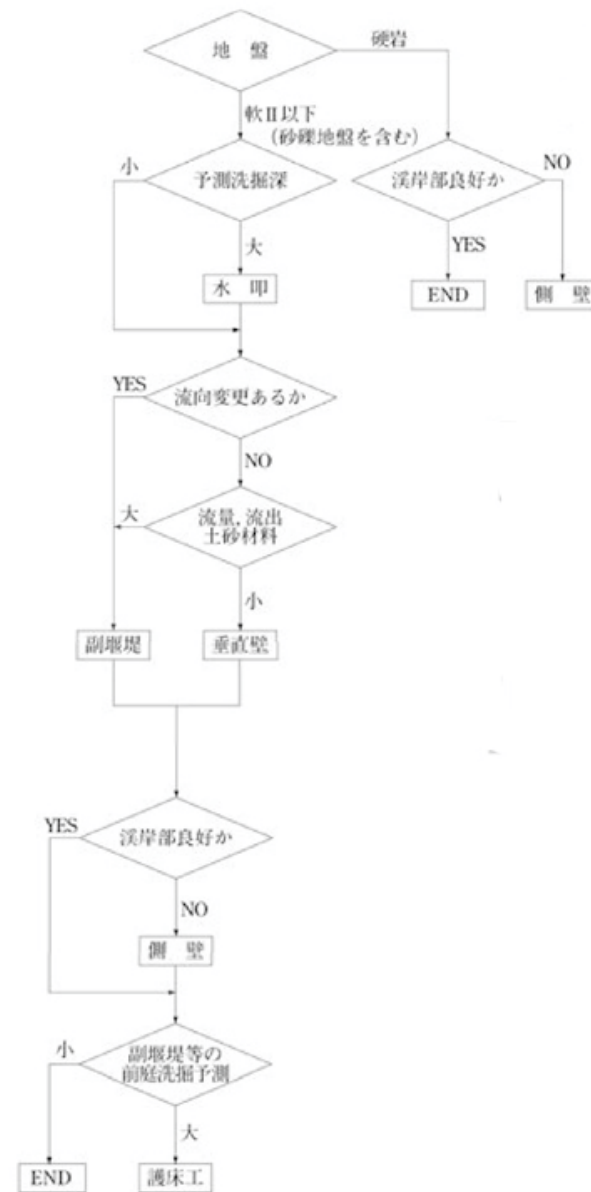
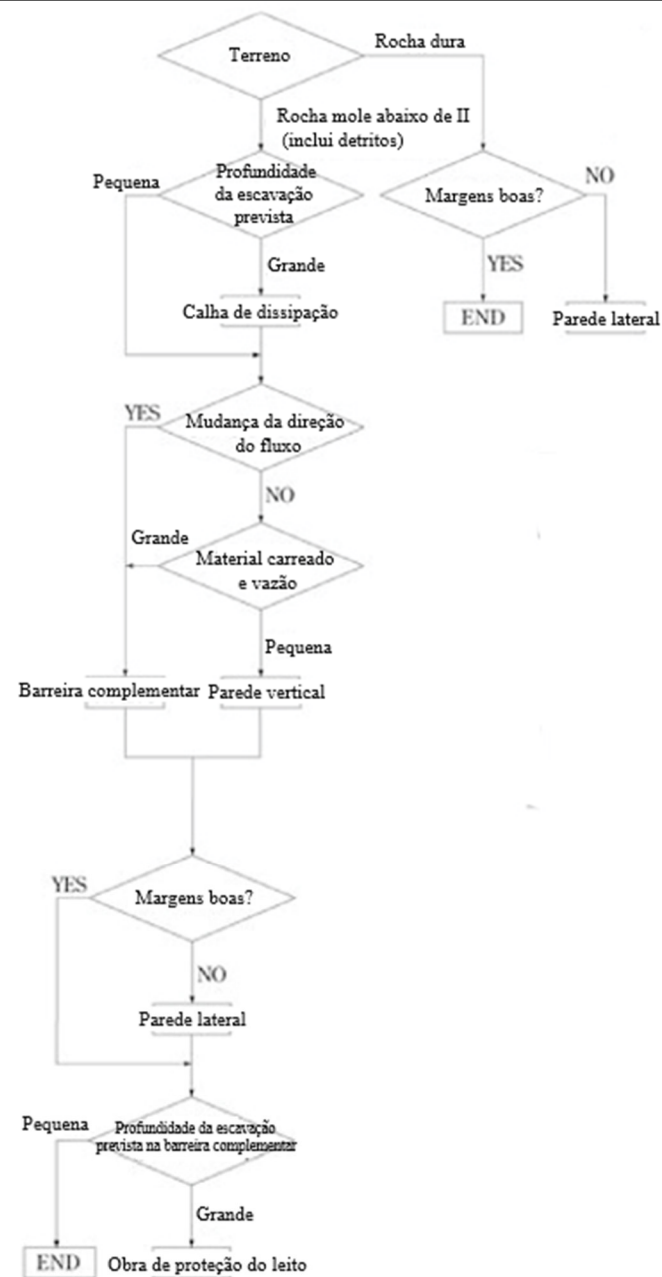
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                          |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 374. | <ul style="list-style-type: none"> <li>O comprimento de penetração da armadura principal no corpo da barragem (ficha) é o maior valor, arredondado para cima em unidades de 10cm, obtido da comparação entre o comprimento de fixação calculado pelo diâmetro das barras e o comprimento de fixação calculado pela tensão de aderência.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>堤体への主棒の貫入長（根入れ）は、付着応力度より算出する定着長と鉄筋の直径より算出される定着長を比較し、長い方を 10cm 単位で切り上げた値とする。</li> </ul>                                            |
| 375. | O comprimento mínimo é de 100cm, conforme ilustrado na Figura 4.26.                                                                                                                                                                                                                                                                                | なお、図 4.26 に示す通り、最低長は 100cm とする。                                                                                                                                          |
| 376. | 1) Comprimento de fixação obtido pela tensão de aderência                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1) 付着応力度より算出する定着長                                                                                                                                                        |
| 377. | $L = \frac{f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} \phi$                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | $L = \frac{f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} \phi$                                                                                                                                 |
| 378. | <p>Onde</p> <p><math>L</math> : Comprimento de fixação obtido pela tensão de aderência</p> <p><math>f_{yd}</math> : Tensão de escoamento do aço</p> <p><math>f_{bd}</math> : Tensão de aderência de projeto entre aço e concreto</p> <p><math>\phi</math> : Diâmetro da barra de aço</p>                                                           | <p>ここで、</p> <p><math>L</math> : 付着応力度より求まる定着長</p> <p><math>f_{yd}</math> : 鉄筋の降伏応力</p> <p><math>f_{bd}</math> : コンクリートと鉄筋との間の設計付着応力</p> <p><math>\phi</math> : 鉄筋の直径</p> |
| 379. | 2) Comprimento de fixação obtido em função do diâmetro da barra de aço $L$                                                                                                                                                                                                                                                                         | 2) 鉄筋の直径より算出される定着長 $L$                                                                                                                                                   |
| 380. | Figura – 4.26 Aspectos gerais do arranjo das barras de aço                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 図 - 4.26 配筋概要図                                                                                                                                                           |
| 381. | $L \geq 20 \cdot \phi$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | $L \geq 20 \cdot \phi$                                                                                                                                                   |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 382. |  <p>30cm</p> <p>30cm</p> <p>Armadura de distribuição</p> <p><math>\phi 12.5@30\text{cm}</math></p> <p>Comprimento mínimo 100cm</p> <p>Perfil</p> <p>Frontal</p> <p>Armadura principal <math>\phi &gt; 12.5 @ &lt; 30\text{cm}</math></p> |  <p>30cm</p> <p>30cm</p> <p>主筋 <math>\phi &gt; 12.5 @ &lt; 30\text{cm}</math></p> <p>配力筋</p> <p><math>\phi 12.5@30\text{cm}</math></p> <p>最低長 100cm</p> <p>側面図</p> <p>正面図</p> |
| 383. | Fonte: Procedimentos para Projetos de Engenharia de Instalações Sabo (Minuta) Secretaria de Desenvolvimento Regional de Chubu - MLIT                                                                                                                                                                                       | 出典：砂防施設設計要領（案） 国土交通省中部地方整備局                                                                                                                                                                                                                                      |
| 384. | <b>8. Dimensionamento da Proteção de Calha a Jusante</b>                                                                                                                                                                                                                                                                   | <b>8. 前庭保護工の設計</b>                                                                                                                                                                                                                                               |
| 385. | 8.1 Aspectos Gerais                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 8.1 概要                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 386. | A obra de proteção de calha a jusante é uma estrutura que visa proteger a parte logo a jusante da barreira frente à abrasão provocada pela queda de sedimentos e da água.                                                                                                                                                  | 前庭保護工は、落下水や落下砂礫による摩耗から堰堤の直下流を保護する構造物である。                                                                                                                                                                                                                         |
| 387. | A finalidade da obra de proteção de calha a jusante é evitar a escavação hidráulica do leito do canal e a erosão do terreno da fundação devido à queda de cascalho e água.                                                                                                                                                 | 前庭保護工の目的は、渓床に於ける水理掘削と落下砂礫及び落下水による基礎地盤の洗掘を防ぐことである。                                                                                                                                                                                                                |
| 388. | Destaca-se que, ao observar os casos de destruição de barreiras em concreto ocorridos no Japão (Figura 4.27), na maioria dos casos houve erosão causada pela água no terreno de fundação a jusante, expondo a base da barreira e promovendo trincas ou ruptura do corpo da barreira.                                       | なお、日本におけるコンクリート堰堤の破壊事例をみると(図 4.27)、下流側の基礎地盤の洗掘によって本体基礎が露出され堤体が破壊したり、またはクラックが入っている事例が多く発生している。                                                                                                                                                                    |
| 389. | Figura – 4.27 Resultado do levantamento da situação real dos danos em barreiras no Japão <sup>4</sup>                                                                                                                                                                                                                      | 図 - 4.27 日本における堰堤の被災実態調査結果 <sup>4</sup>                                                                                                                                                                                                                          |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                     |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 390. |                                                                                                                                                                                                                 |  |
| 391. | Fonte :                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 出典                                                                                  |
| 392. | ( <sup>4</sup> Nilim: Levantamento da situação real de desastres em Barreiras Sabo, Material de Pesquisa da Construção Civil, 1514 Edição, junho de 1979.)                                                                                                                                        | ( <sup>4</sup> Nilim: 建設省土木研究所砂防研究室：砂防ダムの災害実態調査 土木研究所資料第 1514 号, 1979 年 6 月)        |
| 393. | 8.2 Modalidades                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 8.2 形式                                                                              |
| 394. | Para atenuar a energia da água e dos sedimentos que transbordam pela barreira principal, executa-se uma obra de proteção de calha a jusante, através de uma piscina de absorção.                                                                                                                  | 本堰堤からの水や堆積土砂の越流の減勢のためには、水褥池による 前庭保護工を設ける。                                           |
| 395. | A obra de proteção da calha a jusante é composta de barreira complementar (para atenuação da energia através de uma piscina de absorção) ou por uma parede vertical, base da calha de dissipação, parede lateral de proteção e proteção a jusante da barreira ou da parede vertical complementar. | 前庭保護工は、副堰堤（水褥池による減勢工）もしくは垂直壁、水叩き、側壁護岸及び副堰堤もしくは垂直壁の下流側の保護工から構成される。                   |
| 396. | Nesta análise deve-se considerar os seguintes aspectos:                                                                                                                                                                                                                                           | この検討には、以下の項目を考慮する必要がある。                                                             |
| 397. | a. A necessidade de instalar uma calha de impacto torna-se muito baixa quando a fundação da barreira e sua área a jusante for rocha dura, com poucas fraturas, e o terreno a jusante, incluindo as margens, não for suscetível à erosão.                                                          | a. 堰堤基礎およびその下流が、硬岩で亀裂が少なく、かつ両岸を含む下流側が浸食にくい場合であれば水叩きを設置する必要性はとても低い。                  |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                        |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 398. | b. Mesmo que a fundação seja em rocha dura, caso haja elevado impacto da queda da água devido à altura da barreira, é comum fazer a proteção da calha a jusante.                                                                                                                                                                                              | b. 硬岩基礎であっても、堰堤高が高く落下水の影響が大きい場合は前庭部を保護するのが一般的である。                                      |
| 399. | c. No caso de fundação em solo, deve-se usar a proteção da calha a jusante, combinando-se a calha de dissipação e a barreira complementar.                                                                                                                                                                                                                    | c. 砂礫地盤の場合、副堰堤と水叩きを併用した前庭保護工を採用する必要がある。                                                |
| 400. | d. Quando a vazão for em grande volume ou a granulometria do material carregado for mais grosseira, na maioria das vezes a proteção da calha a jusante também deve ser executada.                                                                                                                                                                             | d. 流量が多い場合や流出土砂の粒径が大きい場合なども前庭保護を図る場合が多い。                                               |
| 401. | e. Existe a possibilidade de a calha de dissipação e as paredes laterais serem danificadas. Para evitar que esses danos se propaguem para outras estruturas elementos como a barreira principal, paredes laterais, calha de dissipação, barreira complementar ou a parede vertical devem ser individualizados estruturalmente, como elementos não solidários. | e. 水叩きや側壁護岸は破損する可能性が十分ある。水叩きや側壁護岸の破損が他の構造物に波及しないよう、本堰堤、側壁護岸、水叩き、副堰堤もしくは垂直壁は縁切りした構造とする。 |
| 402. | Apresenta-se abaixo um fluxograma para a escolha da obra de proteção de calha a jusante.                                                                                                                                                                                                                                                                      | 前庭保護工の選定フローを以下に示す。                                                                     |
| 403. | Figura – 4.28 Fluxograma para a escolha da obra de proteção de calha a jusante                                                                                                                                                                                                                                                                                | 図 - 4.28 前庭保護工選定フロー                                                                    |

404.



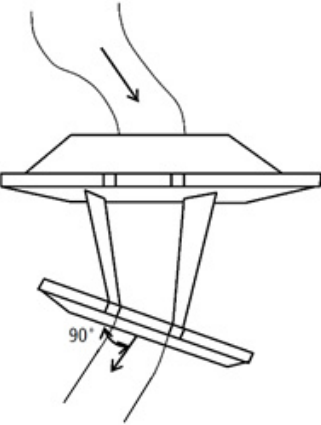
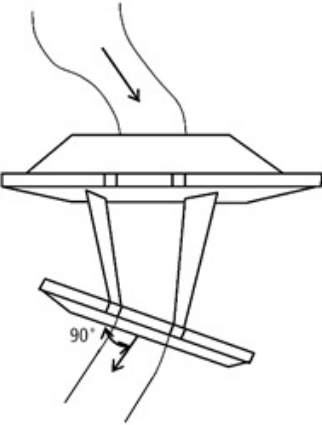
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                    |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 405. | Fonte: Procedimentos para Projetos de Engenharia de Instalações Sabo (Minuta) Secretaria de Desenvolvimento Regional de Chubu - MLIT                                                                                                                                                                                                        | 出典：砂防施設設計要領（案） 国土交通省中部地方整備局                                                                                                        |
| 406. | 8.3 Piscina de absorção e barreira complementar                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 8.3 副堰堤及び水褥池                                                                                                                       |
| 407. | 8.3.1 Aspectos Gerais                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 8.3.1 概要                                                                                                                           |
| 408. | A barreira complementar é um componente da obra de proteção de calha a jusante da barreira principal.                                                                                                                                                                                                                                       | 副堰堤は、本堰堤下流側に配置される前庭保護工の一部である。                                                                                                      |
| 409. | A implantação da barreira complementar garante a formação uma piscina de absorção que atenua a energia da água que transborda pela barreira principal.                                                                                                                                                                                      | 副堰堤の配置により、本堰堤からの越流水を減勢する水褥池の形成が確保される。                                                                                              |
| 410. | Desta forma, pode-se conter parte do material que passa pelo vertedouro, evitando assoreamento do canal, bem como a erosão do terreno da fundação a jusante da barreira principal.                                                                                                                                                          | そうすることにより、水通しを越流する一部の土砂を捕捉することができ、河床上昇や堰堤下流側の基礎地盤の洗堀を防ぐことができる。                                                                     |
| 411. | 8.3.2 Estrutura                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 8.3.2 構造                                                                                                                           |
| 412. | A estrutura do corpo da barreira complementar, sua fundação e asas devem seguir o método de dimensionamento da barreira principal.                                                                                                                                                                                                          | 副堰堤の堤体、基礎及び袖部の構造は、本堰堤の設計手法に準ずるものとする。                                                                                               |
| 413. | Neste caso, asa deverá ser horizontal.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | この場合、袖は原則として水平とする。                                                                                                                 |
| 414. | As diretrizes de dimensionamento são apresentadas a seguir:                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 設計の方針は以下の通りである。                                                                                                                    |
| 415. | <ul style="list-style-type: none"> <li>A seção do vertedouro da barreira complementar deve ter o mesmo formato da seção do vertedouro da barreira principal.</li> </ul>                                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>副堰堤の水通し断面は、本堰堤と水通し断面と同一の断面形状とする。</li> </ul>                                                 |
| 416. | <ul style="list-style-type: none"> <li>A largura do topo da barreira complementar e a inclinação do paramento de jusante devem ser iguais à barreira principal.</li> </ul>                                                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>副堰堤の天端幅及び下流のり面勾配は本堰堤と同一とする。</li> </ul>                                                      |
| 417. | <ul style="list-style-type: none"> <li>A profundidade da ficha e a altura de overlap (<math>H_2</math>) definem a altura da barreira complementar e do colchão d'água</li> </ul>                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>根入れ深と重複高（<math>H_2</math>）は、副堰堤と水褥池の高さを決定する。</li> </ul>                                     |
| 418. | <ul style="list-style-type: none"> <li>A inclinação do paramento de montante da barreira complementar é definida através do cálculo de estabilidade.</li> </ul>                                                                                                                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>副堰堤上流のり勾配は、安定計算により決定する。</li> </ul>                                                          |
| 419. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Na determinação das forças externas de projeto da barreira complementar, considera-se apenas as situações de cheia (vide Tabela – 4.6), uma vez que o fluxo de detritos deve ser retido na barreira principal e apenas água e sedimentos em suspensão alcançarão a barreira complementar.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>副堰堤の設計外力の設定の際に、土石流は本堰堤で捕捉されたため、越流水と浮遊した堆積物のみが副堰堤に到達するので、洪水時のみを考慮する。（表 - 4.6 参照）。</li> </ul> |

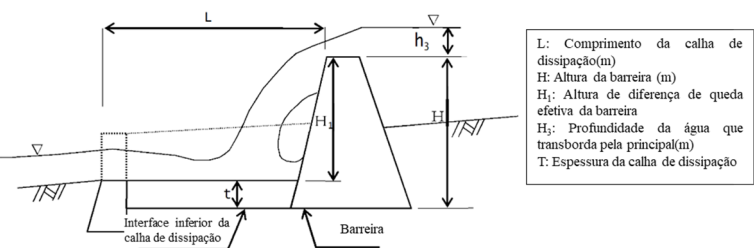
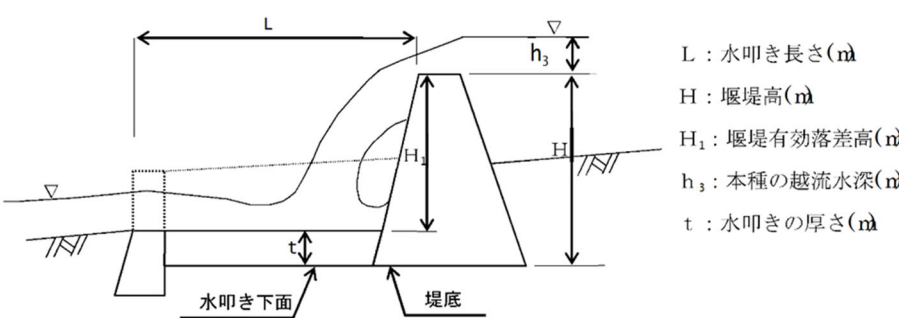
|                                   |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                  |                                           |                   |                                           |                                   |  |                      |  |                                                                                                                                |  |      |     |     |          |  |     |  |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------|-------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|--|----------------------|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------|-----|-----|----------|--|-----|--|
| 420.                              | Tabela – 4.6 Forças externas de projeto usadas no cálculo de estabilidade da barreira complementar (excluindo o peso próprio)                                                                                                                            | 表 – 4.6 副堰堤の安定計算に用いる設計外力 (自重を除く) |                                           |                   |                                           |                                   |  |                      |  |                                                                                                                                |  |      |     |     |          |  |     |  |
| 421.                              | <table><tr><td></td><td>Períodos de fluxo de detritos</td><td>Períodos de cheia</td><td>Períodos de deposição completa de sólidos</td></tr><tr><td>Altura do corpo da barreira &lt; 15m</td><td></td><td>Pressão hidrostática</td><td></td></tr></table> |                                  | Períodos de fluxo de detritos             | Períodos de cheia | Períodos de deposição completa de sólidos | Altura do corpo da barreira < 15m |  | Pressão hidrostática |  | <table><tr><td></td><td>土石流時</td><td>洪水時</td><td>満砂時</td></tr><tr><td>堰堤高15m未満</td><td></td><td>静水圧</td><td></td></tr></table> |  | 土石流時 | 洪水時 | 満砂時 | 堰堤高15m未満 |  | 静水圧 |  |
|                                   | Períodos de fluxo de detritos                                                                                                                                                                                                                            | Períodos de cheia                | Períodos de deposição completa de sólidos |                   |                                           |                                   |  |                      |  |                                                                                                                                |  |      |     |     |          |  |     |  |
| Altura do corpo da barreira < 15m |                                                                                                                                                                                                                                                          | Pressão hidrostática             |                                           |                   |                                           |                                   |  |                      |  |                                                                                                                                |  |      |     |     |          |  |     |  |
|                                   | 土石流時                                                                                                                                                                                                                                                     | 洪水時                              | 満砂時                                       |                   |                                           |                                   |  |                      |  |                                                                                                                                |  |      |     |     |          |  |     |  |
| 堰堤高15m未満                          |                                                                                                                                                                                                                                                          | 静水圧                              |                                           |                   |                                           |                                   |  |                      |  |                                                                                                                                |  |      |     |     |          |  |     |  |
| 422.                              | Figura – 4.29 Altura e posição da barreira complementar                                                                                                                                                                                                  | 図 - 4.29 副堰堤の位置と高さ               |                                           |                   |                                           |                                   |  |                      |  |                                                                                                                                |  |      |     |     |          |  |     |  |
| 423.                              | <p>Normalmente é igual à profundidade da água que transborda pela barreira principal</p>                                                                                                                                                                 | <p>(一般に本堤の越流水深と同一としている)</p>      |                                           |                   |                                           |                                   |  |                      |  |                                                                                                                                |  |      |     |     |          |  |     |  |
| 424.                              | Fonte: Manual de Projetos de Engenharia e Excecução de Obras, Seção Sabo, Província de Miyagi.                                                                                                                                                           | 出典：土木設計施工マニュアル（砂防編）（宮城県）         |                                           |                   |                                           |                                   |  |                      |  |                                                                                                                                |  |      |     |     |          |  |     |  |
| 425.                              | Figura – 4.30 Piscina de absorção e barreira complementar                                                                                                                                                                                                | 図 - 4.30 副堰堤と水辱地                 |                                           |                   |                                           |                                   |  |                      |  |                                                                                                                                |  |      |     |     |          |  |     |  |
| 426.                              |                                                                                                                                                                                                                                                          |                                  |                                           |                   |                                           |                                   |  |                      |  |                                                                                                                                |  |      |     |     |          |  |     |  |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                              |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 427. | Fonte: Procedimentos para Projetos de Engenharia de Instalações Sabo (Minuta) Secretaria de Desenvolvimento Regional de Chubu - MLIT                                                                                                                                                                               | 出典：砂防施設設計要領（案） 国土交通省中部地方整備局                                                                  |
| 428. | 8.3.3 Posição                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 8.3.3 位置                                                                                     |
| 429. | A posição da barreira complementar é definida buscando garantir as condições hidráulicas originais do canal pré-existente.                                                                                                                                                                                         | 副堰堤の位置は、現況河川の水利条件を確保するように設定する。                                                               |
| 430. | A partir da experiência atual, a posição da barreira complementar é estabelecida utilizando uma equação empírica que calcula a distância entre a barreira principal e a complementar, em função da altura do corpo (H) e da altura da lâmina d'água(h <sub>3</sub> ) da parte transbordante da barreira principal. | 従来の経験から、本堤の高さ (H)と本堰堤越流部の水深(h <sub>3</sub> ) に基づいて副堰堤の位置は本堰堤と副堰堤の距離を決定する経験式より求める。            |
| 431. | Apresenta-se abaixo a equação empírica:                                                                                                                                                                                                                                                                            | 経験式を以下に示す：                                                                                   |
| 432. | $L = (1.5 \sim 2.0) \cdot (H_1 + h_3)$ <p>Onde:</p> <p>L : Distância entre a barreira principal e a barreira (distância entre as extremidades a jusante do topo das barreiras principal e complementar)</p>                                                                                                        | $L = (1.5 \sim 2.0) \cdot (H_1 + h_3)$ <p>ここで、</p> <p>L : 本堰堤～堰堤間の距離（本堰堤天端下流端から副堰堤までの距離）</p> |
|      | <p>H<sub>1</sub> : Altura medida do topo da calha de dissipação (ou superfície da rocha de fundação) até a soleira do vertedouro da barreira principal (m)</p> <p>h<sub>3</sub> : Altura da lâmina d'água que transborda pela barreira principal (m)</p>                                                           | <p>H<sub>1</sub> : 水叩き天端（または基礎岩盤面）からの本堰堤水通し底までの高さ(m)</p> <p>h<sub>3</sub> : 本堰堤越流水深(m)</p>   |
| 433. | 8.3.4 Altura                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 8.3.4 高さ                                                                                     |
| 434. | A altura da barreira complementar busca garantir as condições hidráulicas originais do canal pré-existente.                                                                                                                                                                                                        | 副堰堤の高さは、現況河川の水利条件を確保するように設定する。                                                               |
| 435. | A altura da barreira complementar estabelece a profundidade da lâmina d'água da piscina de absorção, sendo determinada utilizando uma equação empírica apresentada a seguir.                                                                                                                                       | 副堰堤の高さは、水褥池の深さを決めるものであり、次の経験式を用いて求めるものとする。                                                   |
| 436. | $H_2 = (1/3 \sim 1/4) \cdot H$                                                                                                                                                                                                                                                                                     | $H_2 = (1/3 \sim 1/4) \cdot H$                                                               |



|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 437. | <p>Onde:</p> <p><math>H_2</math> : Altura (m) da água da piscina de absorção, contada a partir da base da calha de dissipação ou da superfície da rocha matriz</p> <p><math>H</math> : Altura do corpo da barreira principal (m)</p>                                                                         | <p>ここで、</p> <p><math>H_2</math> : 水褥池の、水叩き底面又は岩盤の表面からの高さ(m)</p> <p><math>H</math> : 本堤の堤高 (m)</p> |
| 438. | Vale destacar que, quando a diferença da queda entre a soleira do vertedouro da barreira complementar e o leito do canal a jusante for grande, havendo risco de erosão a jusante da barreira complementar, instala-se uma segunda calha de dissipação ou realizam-se obras de tratamento do leito a jusante. | <p>なお、副堰堤の水通し天端と下流溪床とに落差が大きく、副堰堤下流側に洗掘が生じることが懸念される場合は、第 2 水叩工あるいは下流河床の処理を実施する。</p>                |
| 439. | 8.3.5 Ficha                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 8.3.5 根入れ                                                                                         |
| 440. | A ficha da barreira complementar deve ser projetada de forma a garantir a estabilidade da fundação.                                                                                                                                                                                                          | 副堰堤の根入れは、基礎の安定性を確保するように設計する。                                                                      |
| 441. | A profundidade da ficha é estabelecida depois de escavar até a profundidade onde seja possível obter a resistência adequada como terreno da fundação, a fim de garantir a estabilidade da fundação da barreira complementar.                                                                                 | 根入れの深さは、副堰堤の基礎の安定性を確保するために基礎地盤として適合する強度が得られる深さまで掘削を行った上で決定する。                                     |
| 442. | A ficha deve ter, pelo menos, 1 a 2 m em terreno rochoso ou, 2 a 3 m em solo.                                                                                                                                                                                                                                | 根入れは、岩盤の場合で最低でも 1～2m、土壌の場合は 2～3m とする。                                                             |
| 443. | 8.3.6 Direção                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 8.3.6 方向                                                                                          |
| 444. | A direção da barreira complementar deve ser paralela à barreira principal.                                                                                                                                                                                                                                   | 副堰堤の方向は、本堰堤と平行とする。                                                                                |
| 445. | No entanto, há casos em que o canal fluvial tem forma curva, impossibilitando a direção em paralelo.                                                                                                                                                                                                         | ただし、河道の屈曲状況によって、平行方向が不可能な場合がある。                                                                   |
| 446. | Nestes casos, utiliza-se ângulo reto em relação ao centro do escoamento a jusante.                                                                                                                                                                                                                           | この場合は、下流流心に直角に設ける。                                                                                |
| 447. | A direção da barreira complementar deve ser definida em paralelo ao eixo da barreira principal.                                                                                                                                                                                                              | 副堰堤の方向は、本堰堤の堰堤軸と平行に定める。                                                                           |
| 448. | Entretanto, em trechos de canais fluviais curvos, o posicionamento em paralelo poderia acarretar erosão causada pela água que transborda na parte das margens.                                                                                                                                               | ただし、河道の屈曲部において平行とすると、溪岸部において越流水による浸食が想定される。                                                       |
| 449. | Desta forma, posiciona-se a barreira complementar perpendicularmente à linha central do canal (Figura 4.31).                                                                                                                                                                                                 | この場合、副堰堤の位置は流心線に直角に定めるものとする（図 4.31）。                                                              |
| 450. | Figura – 4.31 Direção da barreira complementar                                                                                                                                                                                                                                                               | 図 - 4.31 副堰堤の方向                                                                                   |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                       |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 451. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                    |
| 452. | Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 出典：砂防プロジェクトにて作成                                                                                                       |
| 453. | 8.4 Calha de dissipação                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 8.4 水叩き                                                                                                               |
| 454. | 8.4.1 Aspectos Gerais                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 8.4.1 概要                                                                                                              |
| 455. | A calha de dissipação é um componente da obra de proteção de calha a jusante, posicionada no leito do canal a jusante da barreira principal para evitar a erosão do leito.                                                                                                                                                                                                                                                                      | 水叩きは、前庭保護工の一部として、河床の洗堀防止を目的に本堰堤下流の渓床に配置される。                                                                           |
| 456. | Entretanto, quando não se constrói a barreira complementar, utiliza-se uma estrutura vertical na extremidade a jusante da calha de dissipação.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | ただし、副堰堤を設けない場合は、水叩き下流端に垂直な構造物を設ける。                                                                                    |
| 457. | A calha de dissipação deve ser dimensionada também para suportar a subpressão e a colisão de blocos em queda.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 落下砂礫の衝突および揚圧力に対しても安全なものとなるよう設計する。                                                                                     |
| 458. | Porém, caso os resultados dos levantamentos geológicos indiquem uma condição de pequena possibilidade de erosão a jusante da barreira principal (leito do canal em rocha sã de elevada resistência e com poucas fraturas ou, ainda, mesmo que seja fundação em solo, caso os resultados dos levantamentos indiquem que não há erosão significativa a jusante nem de ruptura das margens), não é primordial a instalação da calha de dissipação. | ただし、地質調査の結果、本堰堤下流側において洗堀の可能性が低い場合（渓床が強度の高い岩盤で亀裂が少なく、または土壌基盤であっても、両岸の崩壊及び重要な下流洗堀がないという調査結果が得られる場合）は、必ずしも水叩きを設置する必要はない。 |
| 459. | 8.4.2 Estrutura                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 8.4.2 構造                                                                                                              |

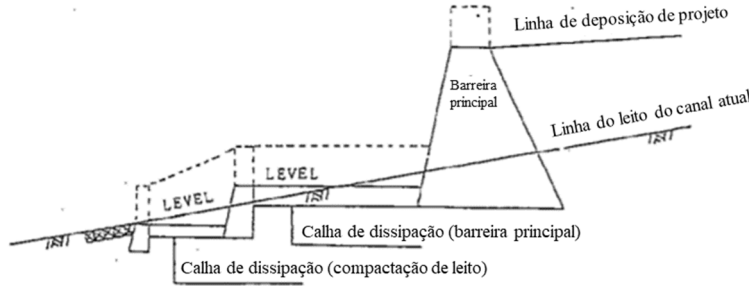
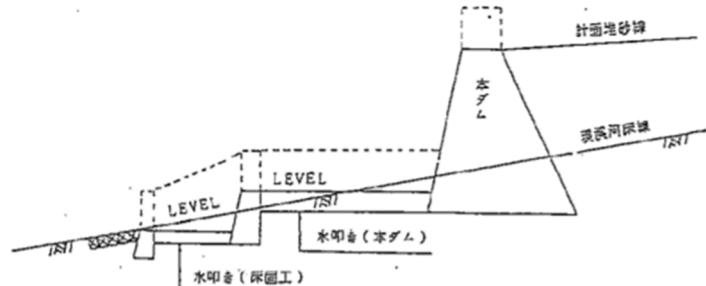
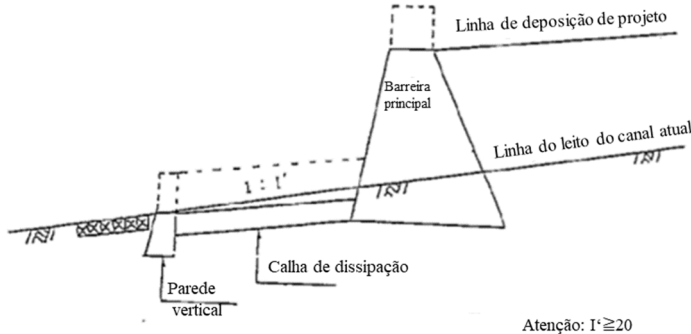
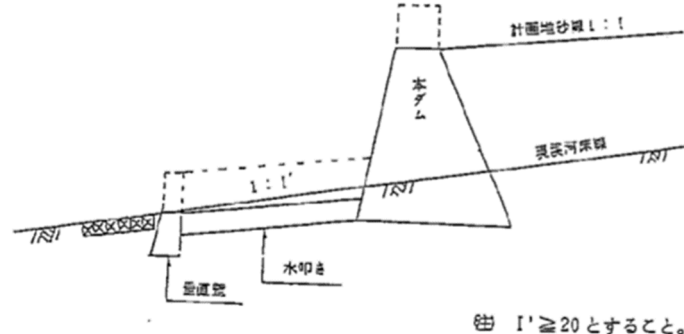
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                      |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 460. | Na calha de dissipação a superfície do leito do canal é plenamente recoberta por concreto (figuras 4.32 e 4.33), tendo em vista protegê-lo do impacto da água que passa pelo vertedouro da barreira principal.                                                                             | 水叩きは、本堰堤水通しからの越流水による衝撃から保護するため、河床面をコンクリートで完全に被覆する（図 4.32 及び 4.33）。                   |
| 461. | Nos casos de fundação em solo, devido à possibilidade de erosão do leito do canal causada pela água que passa pelo vertedouro da barreira principal, é necessário fazer o recobrimento de concreto a fim de protegê-lo.                                                                    | このため土壌基盤について、本堰堤水通しからの越流水による河床の洗掘が起こる可能性があるため、コンクリートで被覆することによって土壌を保護する必要がある。         |
| 462. | Mesmo que a fundação seja em leito rochoso, quando este apresentar muitas fraturas, pode ocorrer a desagregação da rocha devido ao impacto causado pela água que transborda.                                                                                                               | 溪床が岩盤でも、亀裂が多く存在する場合は、越流水の衝撃による岩盤の自壊が起こる可能性がある。                                       |
| 463. | Neste caso, utiliza-se o recobrimento do leito com concreto.                                                                                                                                                                                                                               | この場合、コンクリートで溪床を被覆する。                                                                 |
| 464. | A cota da base da calha de dissipação é a mesma da base do corpo da barreira principal (Figura 4.32).                                                                                                                                                                                      | なお水叩き底面の高さは、本堰堤底面の高さに合わせる（図 4.32）。                                                   |
| 465. | A calha de dissipação não deve ficar por cima do material do preenchimento do reaterro. Caso, inevitavelmente, ocorra a situação em que tenha escavação abaixo da face inferior da calha de dissipação, o preenchimento deve ser feito com concreto, não se deve usar terra para esse fim. | 水叩きは、埋め戻し土砂の上に載らないようにする。やむを得ず発生した水叩き底面より下の掘削箇所は、土砂ではなくコンクリートで埋め戻す。                   |
| 466. | Figura – 4.32 Espessura e comprimento da calha de dissipação                                                                                                                                                                                                                               | 図 - 4.32 水叩き長さ及び水叩き厚さ                                                                |
| 467. |                                                                                                                                                                                                         |  |
| 468. | Fonte: Manual de Projetos de Engenharia e Execução de Obras, Seção Sabo, Província de Miyagi.                                                                                                                                                                                              | 出典：土木設計施工マニュアル（砂防編）（宮城県）                                                             |
| 469. | Figura – 4.33 Calha de dissipação                                                                                                                                                                                                                                                          | 図 - 4.33 前庭保護工                                                                       |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                            |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 470. |                                                                                                                                                                                                                                 |                                         |
| 471. | Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo                                                                                                                                                                                                                                                                               | 出典：砂防プロジェクトにて作成                                                                                                            |
| 472. | 8.4.3 Extensão da calha                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 8.4.3 水叩きの長さ                                                                                                               |
| 473. | A extensão da calha de dissipação (L) deve ser definida de forma a oferecer segurança ao <i>piping</i> .                                                                                                                                                                                                         | 水叩きの長さ (L)はパイピングに対して安全である長さとする。                                                                                            |
| 474. | A extensão da calha de dissipação é definida a partir de uma equação empírica abaixo apresentada.                                                                                                                                                                                                                | 水叩きの長さは以下の経験式より求める。                                                                                                        |
| 475. | $L = (1.5 \sim 2.0) \cdot (H_1 + h_3)$                                                                                                                                                                                                                                                                           | $L = (1.5 \sim 2.0) \cdot (H_1 + h_3)$                                                                                     |
| 476. | <p>Onde:</p> <p>L : extensão da calha de dissipação</p> <p>H<sub>1</sub> : Altura medida do topo da calha de dissipação (ou superfície da rocha de fundação) até a soleira do vertedouro da barreira principal (m)</p> <p>h<sub>3</sub> : Altura da lâmina d'água que transborda pela barreira principal (m)</p> | <p>ここで、</p> <p>L : 水叩きの長さ</p> <p>H<sub>1</sub> : 水叩き天端（または基礎岩盤面）からの本堰堤水通し底までの高さ (m)</p> <p>h<sub>3</sub> : 本堰堤越流水深 (m)</p> |
| 477. | 8.4.4 Espessura                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 8.4.4 厚さ                                                                                                                   |
| 478. | A espessura da calha de dissipação necessária é definida para resistir ao impacto da água transbordante que passa pelo vertedouro da barreira principal, bem como resistir à abrasão provocada pelos sedimentos e blocos.                                                                                        | 水叩きの必要な厚さは、本堰堤水通しから流下する越流水の衝撃や砂礫による摩耗に耐えるよう設定する。                                                                           |
| 479. | Em geral, a espessura da calha de dissipação varia entre 1,0 e 3,0m, devendo ser uniforme.                                                                                                                                                                                                                       | 一般に水叩きの厚さは、1.0mから 3.0m 以下とし、均一にする。                                                                                         |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                         |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 480. | A espessura da calha de dissipação deve ser analisada levando em consideração a existência ou não de piscina de absorção, as características da água que passa pelo vertedouro (se contém ou não sedimentos ou blocos) e o terreno da fundação da calha de dissipação.                                                                                                                                                                     | 水叩きの厚さは、水通しより越流する流水の特質（砂礫や転石を含むか否か）、水叩き上の水褥池の有無、水叩きの基礎地盤を踏まえて検討する。                                                                                                                                                      |
| 481. | A espessura da calha de dissipação é calculada usando a altura de queda d'água ( $H_1$ ) e altura da lâmina d'água acima da soleira do vertedouro da barreira principal ( $h_3$ ), utilizando as expressões abaixo.                                                                                                                                                                                                                        | 水叩きの厚さは、越流水の高さ( $H_1$ ) と本堤水通し天端の越流水深( $h_3$ )を用いて、以下の式の通り算出する。                                                                                                                                                         |
| 482. | Essas expressões são válidas quando a água que transborda for inferior a 5m e a altura do corpo da barreira menor que 10m:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | この式は、越流水が 5m 以下及び堰堤高が 10m 以下の場合のみ有効である。                                                                                                                                                                                 |
| 483. | $t = \alpha \cdot (0.6H_1 + 3h_3 - 1.0)$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | $t = \alpha \cdot (0.6H_1 + 3h_3 - 1.0)$                                                                                                                                                                                |
| 484. | <p>Onde:</p> <p>t : Espessura da calha de dissipação (m)</p> <p><math>\alpha</math> : com piscina de absorção adotar 0,1; sem piscina de absorção, adotar 0,2</p> <p><math>H_1</math> : Altura de queda d'água, sendo igual a distância entre o topo da calha de dissipação à soleira do vertedouro (<math>H-t</math>) (m)</p> <p><math>h_3</math> : altura da lâmina d'água acima da soleira do vertedouro da barreira principal (m).</p> | <p>ここで、</p> <p>t : 水叩きの厚さ (m)</p> <p><math>\alpha</math> : 水褥地がある場合 =0.1、水褥地がない場合 =0.2</p> <p><math>H_1</math> : 落下水の高さは、水通し天端から水叩き面までの距離 (<math>H-t</math>) (m) と同一とする。</p> <p><math>h_3</math> : 本堰堤水通し天端の水面高 (m)</p> |
| 485. | Caso seja utilizada a altura do corpo da barreira H ao invés de $H_1$ , usam-se as equações abaixo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | $H_1$ のかわりに堤高 H を用いる場合は、下式となる。                                                                                                                                                                                          |
| 486. | $t = 0.1 \cdot (0.6H + 3h_3 - 1.0)/1.06$ [com piscina de absorção (barreira complementar)]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | $t = 0.1 \cdot (0.6H + 3h_3 - 1.0)/1.06$ [水褥池がある場合（副堰堤形式）]                                                                                                                                                              |
| 487. | $t = 0.2 \cdot (0.6H + 3h_3 - 1.0)/1.12$ [sem piscina de absorção (parede vertical)]                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | $t = 0.2 \cdot (0.6H + 3h_3 - 1.0)/1.12$ [水褥池がない場合（垂直壁形式）]                                                                                                                                                              |
| 488. | <p>Onde:</p> <p>H : Altura do corpo da barreira (m)</p> <p><math>h_3</math> : altura da lâmina d'água acima da soleira do vertedouro da barreira principal (m).</p>                                                                                                                                                                                                                                                                        | <p>ここで、</p> <p>H : 堰堤高 (m)</p> <p><math>h_3</math> : 本堰堤天端の越流水高(m)。</p>                                                                                                                                                 |

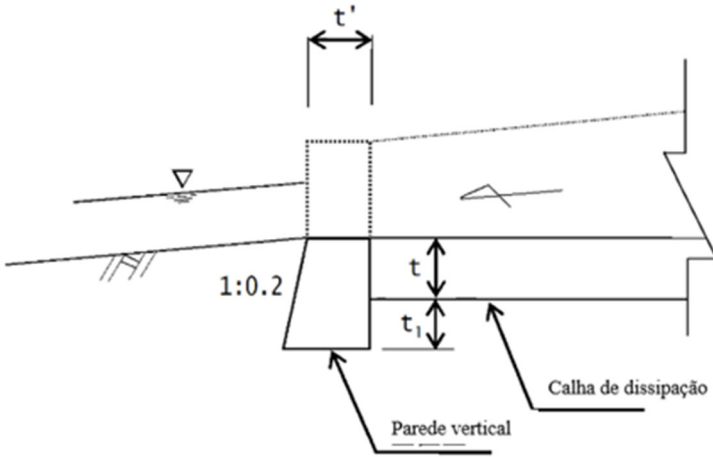
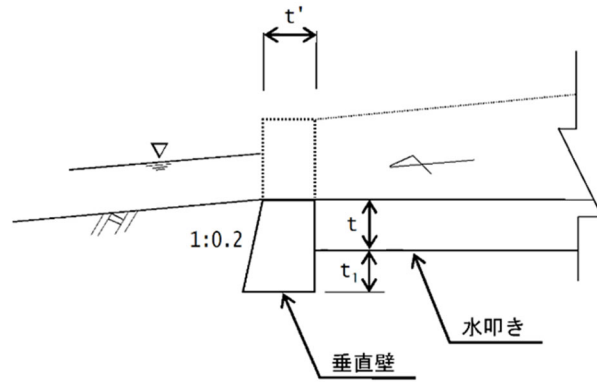
|      |                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                   |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 489. | 8.4.5 Inclinação da calha de dissipação                                                                                                                                                                                                                    | 8.4.5 水叩きの勾配                                                                      |
| 490. | A calha de dissipação deve ser horizontal a fim de atenuar a velocidade a jusante.                                                                                                                                                                         | 水叩きの勾配は、下流への流速を緩和させるため水平とする。                                                      |
| 491. | Quando, na extremidade a jusante da calha de dissipação houver uma parede vertical, é preciso que a extremidade a jusante seja ajustada à cota do leito do canal pré-existente.                                                                            | なお、水叩き下流端が垂直壁の場合、下流端で現溪床高と一致させる必要がある。                                             |
| 492. | Em locais onde a inclinação do leito do canal for muito íngreme seria muito difícil estabelecer uma calha de dissipação horizontal, sendo necessário analisar a possibilidade de inclinação da calha de dissipação.                                        | 溪床勾配が急な場所においては、水叩きを水平とすることが難しいため、水叩きに勾配をつけることを検討する。                               |
| 493. | Tanto nos casos em que se tem barreira complementar, como parede vertical, a calha de dissipação deve ser horizontal.                                                                                                                                      | 副堰堤又は垂直壁がある場合、水叩きは水平に設置する。                                                        |
| 494. | Caso seja necessário estabelecer uma declividade na calha de dissipação, esta deverá ser inferior à inclinação de deposição adotada em projeto.                                                                                                            | 水叩きに勾配を設ける必要がある場合、設計堆砂勾配以下とする必要がある。                                               |
| 495. | No entanto, quando a inclinação de deposição for maior que 1V:20H, a declividade da calha de dissipação será limitada em 1V:20H.                                                                                                                           | ただし、計画堆砂勾配が 1V : 20H より急な場合は、水叩きの下り勾配は 1V : 20H に限定される。                           |
| 496. | Nos casos em que o leito do canal tiver inclinação suave, pode não ser necessário que a cota da base da calha dissipação coincida com a da base da barreira principal, visando evitar escavações demasiadas a jusante da barreira principal (Figura 4.35). | 一方、溪床勾配が緩い場合は、必ずしも水叩きの底面の高さを本堤底面の高さに合わせる必要はなく、本堤下流側の掘削が不必要に増加することを防止できる (図 4.35)。 |
| 497. | Figura – 4.34 Calha de dissipação (Básica)                                                                                                                                                                                                                 | 図 - 4.34 水叩き方式 (基本)                                                               |

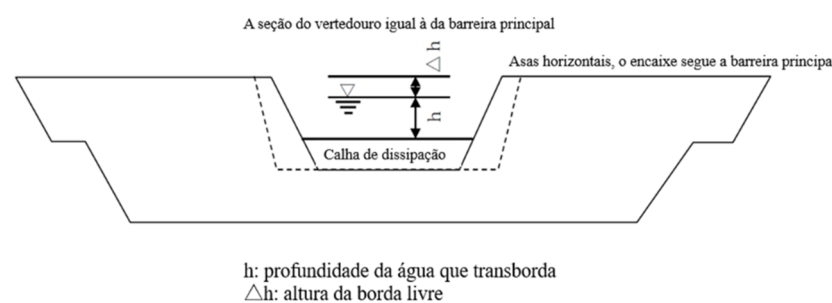
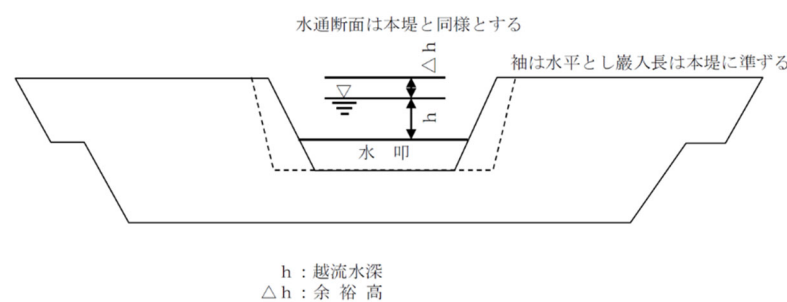
|      |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                        |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 498. |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                        |
| 499. | Fonte: Diretrizes Técnicas Sabo da Província de Aomori, 2017                                                                                                                                                                     | 出典：青森県砂防技術指針（2017）                                                     |
| 500. | Figura – 4.35 Calha de dissipação (Casos em que a inclinação do leito do canal é suave)                                                                                                                                          | 図 - 4.35 水叩き方式 (溪床勾配が緩い場合)                                             |
| 501. |                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                        |
| 502. | Fonte: Diretrizes Técnicas Sabo da Província de Aomori, 2017                                                                                                                                                                     | 出典：青森県砂防技術指針（2017）                                                     |
| 503. | Por outro lado, nos casos em que a inclinação do leito do canal for íngreme, sendo a cota da extremidade a jusante da calha não coincidente com a cota do terreno (figuras 4.36 e 4.37), pode-se adotar uma das soluções abaixo: | 一方、溪床勾配が急な場合等において、下流端が地盤高と一致しない場合には（図 4.36 及び 4.37）、以下、いずれか適切な手法を採用する。 |
| 504. | a) Estabelecer degraus e compatibilizar à altura do leito do canal pré-existente (figura 4.36).                                                                                                                                  | a) 落差を設けて、現溪床高と一致させる。（図 4.36）。                                         |

|      |                                                                                                                            |                                                                                      |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 505. | b) Estabelecer declividade na calha de dissipação e compatibilizar à altura do leito do canal pré-existente (figura 4.37). | b) 水叩きに下り勾配を設け、現溪床高と一致させる。(図 4.37).                                                  |
| 506. | Figura – 4.36 Calha de dissipação (Caso de instalação de 2 degraus diferença de queda)                                     | 図 - 4.36 水叩き方式 (2 段落差を設ける場合)                                                         |
| 507. |                                          |   |
| 508. | Fonte: Manual de Projetos de Engenharia e Execução de Obras, Seção Sabo, Província de Miyagi.                              | 出典：土木設計施工マニュアル（砂防編）（宮城県）                                                             |
| 509. | Figura – 4.37 Calha de dissipação (Casos de declividade)                                                                   | 図 - 4.37 水叩き方式 (下り勾配をつける場合)                                                          |
| 510. |                                         |  |
| 511. | Fonte: Manual de Projetos de Engenharia e Execução de Obras, Seção Sabo, Província de Miyagi.                              | 出典：土木設計施工マニュアル（砂防編）（宮城県）                                                             |

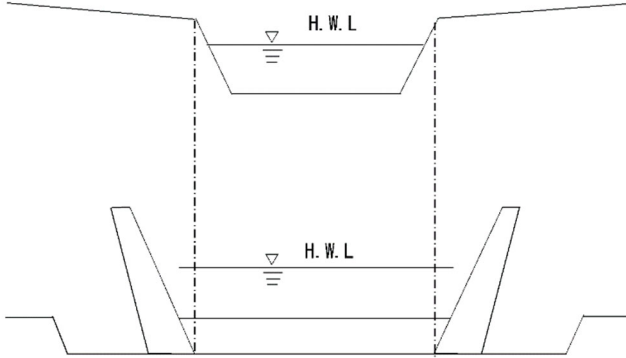
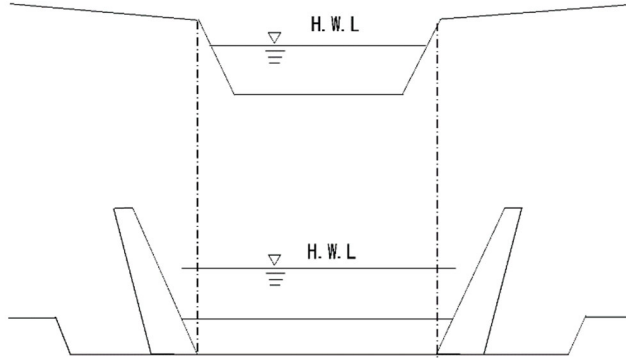


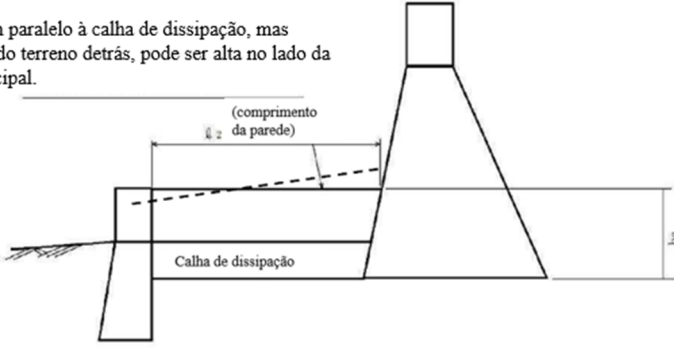
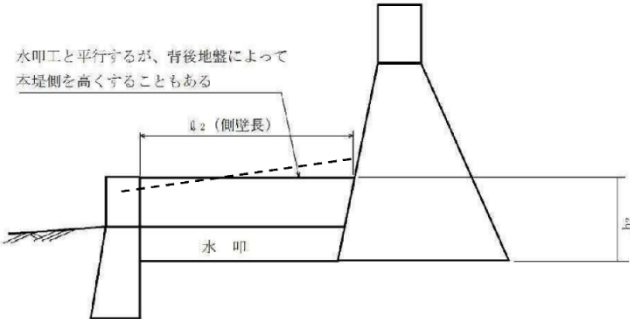
|      |                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                             |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 512. | 8.5 Parede vertical                                                                                                                                                                                                                | 8.5 垂直壁                                                                                                     |
| 513. | 8.5.1 Aspectos Gerais                                                                                                                                                                                                              | 8.5.1 概要                                                                                                    |
| 514. | A parede vertical é um elemento estrutural instalado na extremidade a jusante da calha de dissipação, quando não é instalada a barreira complementar.                                                                              | 垂直壁は、水叩き下流端に副堰堤を設けない場合において設ける構造物である。                                                                        |
| 515. | A parede vertical é instalada para evitar a erosão pontual da extremidade da calha de dissipação, não sendo um componente estrutural independente como é o caso da barreira complementar.                                          | 垂直壁は、水叩き先端部の局所洗掘防止のために設けるものであり、副堰堤のように単独で設けられる構造物ではない。                                                      |
| 516. | Comumente, a fundação da extremidade a jusante da calha de dissipação sofre erosão pontual, sendo esta muitas vezes a causa da destruição da calha de dissipação.                                                                  | 水叩き先端の基礎は一般に局所洗掘を受けやすく、水叩きの破壊の原因となる場合が多い。                                                                   |
| 517. | Por isso, a extremidade da calha de dissipação que não utiliza a barreira complementar deve obrigatoriamente ter a parede vertical solidária à calha de dissipação.                                                                | このため副堰堤を併用しない水叩き先端には、水叩きに接続して垂直壁を設けなければならない。                                                                |
| 518. | 8.5.2 Estrutura                                                                                                                                                                                                                    | 8.5.2 構造                                                                                                    |
| 519. | A estrutura da parede vertical segue as diretrizes adotadas no projeto da barreira complementar, sendo munida de asas horizontais e seção transversal onde o paramento é vertical a montante e de inclinação de 1V:0,2H a jusante. | 垂直壁の構造は、副堰堤の設計方針に準ずるが、水平な袖を設け、上流側の縦断面は垂直な法面、そして下流側の法勾配は 1V:0,2H とする。                                        |
| 520. | A estrutura do corpo da parede vertical deve seguir diretrizes de dimensionamento da barreira complementar, conforme abaixo (Figura 4.38):                                                                                         | 垂直壁本体の構造は、以下の通り、副堰堤の設計方針に準ずるものとする (図 4.38)。                                                                 |
| 521. | <ul style="list-style-type: none"> <li>A seção do vertedouro da parede vertical terá o mesmo formato de seção do vertedouro da barreira principal.</li> </ul>                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>垂直壁の水通し断面は、本堰堤と水通し断面と同一の断面形状とする。</li> </ul>                          |
| 522. | Vale destacar que, quando a capacidade calculada de retenção do material fino for superior a 100%, o nível d'água h2 é obtido pela fórmula racional multiplicada por 1,5 para a consideração dos sólidos em suspensão              | なお、土砂捕捉率 100% 以上の場合、洪水時の水位 h2 は、水のみを対象流量に 1.5 倍をかけ、合理式で求める。                                                 |
| 523. | <ul style="list-style-type: none"> <li>O formato da seção da parede vertical no lado a jusante tem a inclinação de 1V:0,2H e no lado a montante é vertical, não sendo executado o cálculo de estabilidade.</li> </ul>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>垂直壁本体の断面形状は、下流の勾配を 1V:0.2H にして、上流のり勾配を垂直にするので、安定計算は実施しない。</li> </ul> |
| 524. | <ul style="list-style-type: none"> <li>A cota da soleira do vertedouro deve ser igual ou inferior à do leito do canal pré-existente, ajustando a cota da extremidade a montante da calha de dissipação.</li> </ul>                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>水通し天端高は、現河床面と同じまたは低くし、水叩きの上流端の高さに合わせる。</li> </ul>                    |

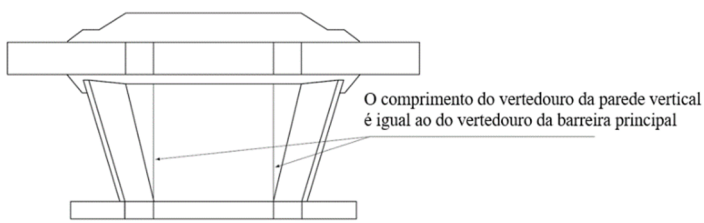
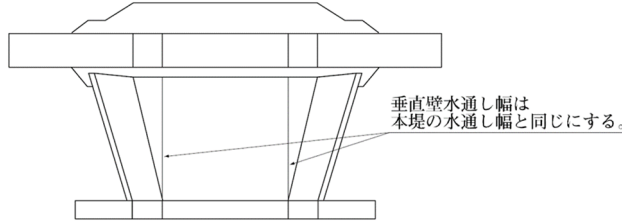
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 525. | <ul style="list-style-type: none"> <li>A espessura da soleira do vertedouro da parede vertical é a mesma da calha de dissipação.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>垂直壁の水通し天端厚は、水叩きの厚さと同じにする。</li> </ul>                                                                                                                                    |
| 526. | Esta varia entre 1,0 e 2,0m e assim, mesmo que haja destruição da calha de dissipação, a parede vertical reduzirá os danos ao mínimo.                                                                                                                                                                                                                         | 水叩きが破壊しても垂直壁によって被害を最小限とするため 1.0m～2.0m にする。                                                                                                                                                                     |
| 527. | <ul style="list-style-type: none"> <li>A parede vertical é munida de asas com inclinação horizontal.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>垂直壁には袖を設け、袖勾配は水平とする。</li> </ul>                                                                                                                                         |
| 528. | <ul style="list-style-type: none"> <li>A ficha da fundação da parede vertical deve ser de aproximadamente 1m para terreno rochoso e 1,5m para solo, abaixo da base da calha de dissipação.</li> </ul>                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>垂直壁の基礎の根入れは、水叩き下面より、岩盤の場合は 1.0m、土壌地盤の場合は 1.5m 程度とする。</li> </ul>                                                                                                         |
| 529. | Figura – 4.38 Estrutura da parede vertical: a) seção longitudinal e b) vista frontal.                                                                                                                                                                                                                                                                         | 図 - 4.38 垂直壁の構造: a) 縦断図 及び b) 正面図                                                                                                                                                                              |
| 530. |  <p>t: espessura da calha de dissipação<br/> t': espessura do topo da parede vertical (mínimo de 1,0m)<br/> t<sub>1</sub>: Ficha a partir da face inferior da calha de dissipação (1,0m para rocha e 1,5m para solo)<br/> Atenção: padronizou-se t=t' terrenos em solo</p> |  <p>t : 水叩き厚さ<br/> t' : 垂直壁の天端幅 (最小 1.0m)<br/> t<sub>1</sub> : 水叩き下面よりの根入れ (岩 1.0m 砂礫 1.5m)<br/> 注) 砂礫地盤の場合、t=t'を基本とする。</p> |

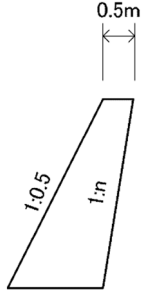
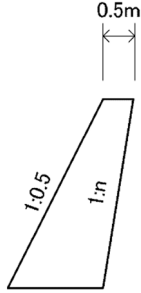
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                          |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 531. |  <p>A seção do vertedouro igual à da barreira principal</p> <p>Asas horizontais, o encaixe segue a barreira principal</p> <p>Calha de dissipação</p> <p>h: profundidade da água que transborda<br/>△h: altura da borda livre</p> |  <p>水通断面は本堤と同様とする</p> <p>△h</p> <p>h</p> <p>水叩</p> <p>軸は水平とし巖入長は本堤に準ずる</p> <p>h: 越流水深<br/>△h: 余裕高</p> |
| 532. | Fonte: Diretrizes Técnicas Sabo da Província de Aomori, 2017                                                                                                                                                                                                                                                       | 出典：青森県砂防技術指針（2017）                                                                                                                                                                       |
| 533. | 8.5.3 Posição                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 8.5.3 位置                                                                                                                                                                                 |
| 534. | Para que a água que sobrepassa a barreira principal não gere impactos negativos no canal a jusante, o posicionamento da parede vertical deve ser estabelecido de forma a garantir as condições hidráulicas do canal pré-existente.                                                                                 | 垂直壁の位置は、本堤を越流する水が下流河川への悪影響を与えないために、現況河川の水利条件を確保するように設定する。                                                                                                                                |
| 535. | A partir da experiência atual, a posição da parede vertical é estabelecida utilizando uma equação empírica que calcula a distância entre a barreira principal e a parede, em função da altura do corpo (H) e altura da lâmina d'água (h <sub>3</sub> ) da parte transbordante da barreira principal.               | 従来の経験から、垂直壁の位置は本堰堤と垂直壁の距離を決定する経験式より求め、本堤の高さ（H）と本堰堤越流部の水深(h <sub>3</sub> )を踏まえて決定する。                                                                                                      |
| 536. | Apresenta-se abaixo a equação empírica:                                                                                                                                                                                                                                                                            | 経験式を以下に示す：                                                                                                                                                                               |
| 537. | $L = (1.5 \sim 2.0) \cdot (H_1 + h_3)$                                                                                                                                                                                                                                                                             | $L = (1.5 \sim 2.0) \cdot (H_1 + h_3)$                                                                                                                                                   |
| 538. | <p>Onde:</p> <p>L : Distância entre a barreira principal e a parede</p> <p>H<sub>1</sub> : Altura medida do topo da calha de dissipação (ou superfície da rocha da fundação) até a soleira do vertedouro da barreira principal (m)</p>                                                                             | <p>ここで、</p> <p>L : 本堰堤～垂直壁の距離</p> <p>H<sub>1</sub> : 水叩き面（または基礎岩盤面）からの本堰堤水通し天端までの高さ (m)</p> <p>h<sub>3</sub> : 本堰堤越流水深 (m)</p>                                                           |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                     |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
|      | <p><math>h_3</math> : Altura da lâmina d'água que transborda pela barreira principal (m)</p>                                                                                                                                                                                   |                                                                     |
| 539. | 8.5.4 Altura                                                                                                                                                                                                                                                                   | 8.5.4 高さ                                                            |
| 540. | Uma vez que a água escoar constantemente a partir da calha de dissipação para o curso do canal a jusante, a cota do vertedouro da parede deve ser igual ou inferior à da superfície do leito, mantendo a mesma cota do topo na extremidade de montante da calha de dissipação. | 水叩きから下流河道へ流下する流水を連続的に流下させるため、水通し天端高を溪床面と同等または以下として、水叩き上流端の天端高に合わせる。 |
| 541. | Por esse motivo, a altura da parede vertical é a ficha da fundação somada à espessura da calha de dissipação.                                                                                                                                                                  | このため垂直壁の高さは、水叩き厚さに、基礎の根入れを加えた高さとする。                                 |
| 542. | A altura da parede vertical é a soma da espessura da calha de dissipação com a ficha da fundação da parede vertical (de aproximadamente 1m para terreno rochoso e 1,5m para terreno em solo).                                                                                  | 垂直壁の高さは水叩き厚に、基礎の根入れ（岩盤の場合は 1.0m、砂礫地盤の場合は 1.5m 程度）を加えた高さとする。         |
| 543. | Quando, inevitavelmente, surgir uma diferença de queda entre a soleira do vertedouro da parede vertical e o leito do canal a jusante, instala-se uma segunda obra de calha de dissipação e ou obra de tratamento do leito.                                                     | やむを得ず垂直壁水通し天端と下流溪床と落差が生じる場合は、第 2 水叩工あるいは河床処理工を設ける。                  |
| 544. | 8.5.5 Ficha                                                                                                                                                                                                                                                                    | 8.5.5 根入れ                                                           |
| 545. | A ficha da fundação deve ser de aproximadamente 1m para terreno rochoso e 1,5m para terreno em solo, a partir da base da calha de dissipação.                                                                                                                                  | 基礎の根入れは、水叩き下面より、岩盤の場合は 1.0m、土壌地盤の場合は 1.5m 程度とする。                    |
| 546. | Quanto à profundidade do encaixe das asas, deve-se garantir que a ficha alcance o terreno com a capacidade de carga adequada.                                                                                                                                                  | 袖の嵌入深さは、適切な耐荷力を有する地盤に達するまでの根入れを確保する。                                |
| 547. | As asas da parede vertical são encaixadas em ambas as margens, sendo sua ficha estabelecida depois de escavar até a profundidade onde apresente resistência adequada como terreno de fundação.                                                                                 | 垂直壁の袖部は、両岸地盤に嵌入させ、基礎地盤として適合する強度が得られる深さまで掘削を行った上で、根入れを設ける。           |

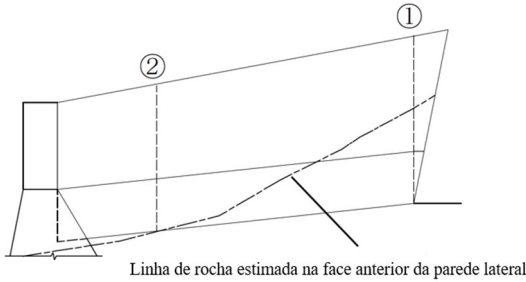
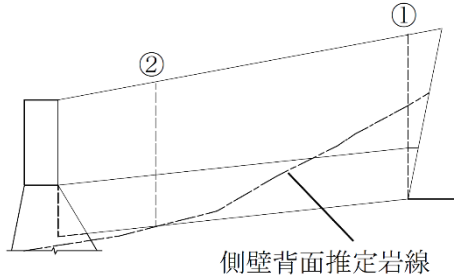
|      |                                                                                                                                                                                                  |                                                                                      |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 548. | 8.5.6 Direção                                                                                                                                                                                    | 8.5.6 方向                                                                             |
| 549. | A direção da parede vertical, por regra, deve ser paralela à barreira principal, tal como no caso da barreira complementar.                                                                      | 垂直壁の方向は、副堰堤と同様に原則として本堰堤と平行とする。                                                       |
| 550. | Contudo, há casos em que o leito tem forma curva, impossibilitando a direção em paralelo, quando a direção deve ser perpendicular à direção do escoamento a jusante.                             | ただし、河道の屈曲状況によっては本堰堤と平行が不可能な場合は、下流流心に直角に設ける。                                          |
| 551. | Parede lateral de proteção                                                                                                                                                                       | 側壁護岸                                                                                 |
| 552. | 8.5.7 Aspectos Gerais                                                                                                                                                                            | 8.5.7 概要                                                                             |
| 553. | A parede lateral é uma proteção das margens do canal, instalada entre a barreira principal e a barreira complementar ou a parede vertical para evitar a erosão nas laterais de ambas as margens. | 側壁護岸は、兩岸の側方侵食を防止するため、本堰堤から副堰堤または垂直壁の間に設置され、兩岸を保護するものである。                             |
| 554. | A parede lateral de proteção é uma obra de canalização que é alocada em ambas as margens do terreno frontal a jusante da barreira principal e logo abaixo do vertedouro.                         | 側壁護岸は、本堤下流側の前庭部兩岸及び水通し直下に配置する護岸工である。                                                 |
| 555. | Deve ser uma estrutura estável para suportar o empuxo lateral.                                                                                                                                   | 横の土圧に対して安全な構造でなければならない。                                                              |
| 556. | 8.5.8 Posição                                                                                                                                                                                    | 8.5.8 位置                                                                             |
| 557. | A fundação da parede lateral de proteção é alinhada logo abaixo da extremidade superior do vertedouro .                                                                                          | 側壁護岸の基礎は、水通し肩の直下に一致させる。                                                              |
| 558. | Figura – 4.39 Posição da fundação da parede lateral de proteção                                                                                                                                  | 図 - 4.39 側壁護岸基礎の位置                                                                   |
| 559. |                                                                                                                |  |
| 560. | Fonte: Diretrizes Técnicas Sabo da Província de Aomori, 2017                                                                                                                                     | 出典：青森県砂防技術指針（2017）                                                                   |

|      |                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                              |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 561. | 8.5.9 Altura                                                                                                                                                                                                            | 8.5.9 高さ                                                                                                                     |
| 562. | A cota do topo da parede lateral de proteção é igual à cota do topo das asas da parede vertical ou da barreira complementar na extremidade a jusante.                                                                   | 側壁護岸の天端高は、下流端で副堰堤もしくは垂直壁の袖天端高と同一とする。                                                                                         |
| 563. | A cotada base da fundação é igual à cota da base da fundação da calha de dissipação.                                                                                                                                    | 基礎底面高は、水叩きの基礎底面と同高とする。                                                                                                       |
| 564. | Na extremidade a jusante, a cota do topo da parede lateral de proteção é igual à cota do topo das asas da parede vertical ou da barreira complementar.                                                                  | 側壁護岸の天端高は下流端においては、副堰堤もしくは垂直壁の袖天端高と同高とする。                                                                                     |
| 565. | Quanto ao lado a montante, quando a calha de dissipação for horizontal, define-se o topo da parede lateral de proteção sendo horizontal.                                                                                | 上流側については、水叩きが水平の場合は、側壁護岸の天端高も水平とする。                                                                                          |
| 566. | No caso de inclinação da calha de dissipação, define-se uma inclinação paralela ao piso da calha (Figura 4.40).                                                                                                         | 水叩きの勾配の場合、水叩き底面と平行する勾配を設けることとする（図4.40）。                                                                                      |
| 567. | A cota da base da fundação da parede lateral de proteção é igual à cota da base da fundação da calha de dissipação.                                                                                                     | 側壁護岸の基礎底面高は、水叩きの基礎底面と同高とする。                                                                                                  |
| 568. | Quando não houver calha de dissipação, define-se a extremidade a montante da fundação da parede deve estar na mesma cota da fundação da barreira principal.                                                             | 水叩きがない場合は、側壁基礎の上流端を、本堰堤の基礎の高さと同一にして設定しなければならない。                                                                              |
| 569. | No caso em que haja inclinação do leito do canal, deve-se escolher entre condição horizontal ou em declive acompanhando o canal para jusante.                                                                           | 河床勾配がある場合は、下流側にむかって水平とするか下り勾配とするか選択する。                                                                                       |
| 570. | Figura – 4.40 Altura da parede lateral de proteção                                                                                                                                                                      | 図 - 4.40 側壁護岸の高さ                                                                                                             |
| 571. | <p>Coloca-se em paralelo à calha de dissipação, mas dependendo do terreno detrás, pode ser alta no lado da barreira principal.</p>  |  <p>水叩きと平行するが、背後地盤によって本堤側を高くすることもある</p> |

|      |                                                                                                                                                                                                               |                                                                                       |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 572. | Fonte: Diretrizes Técnicas Sabo da Província de Aomori, 2017                                                                                                                                                  | 出典：青森県砂防技術指針（2017）                                                                    |
| 573. | 8.5.10 Estrutura                                                                                                                                                                                              | 8.5.10 構造                                                                             |
| 574. | A parede lateral de proteção deve ser uma estrutura projetada de forma a atender as condições de estabilidade frente ao empuxo atuante.                                                                       | 側壁護岸は、土圧作用に対する安定性の条件を満たす形で設計された構造とする。                                                 |
| 575. | Estas paredes estão localizadas entre a barreira complementar (ou parede vertical a jusante) e a barreira principal.                                                                                          | また、側壁は本堰堤と副堰堤（或いは下流側の垂直壁）の間に取り付けるとする。                                                 |
| 576. | A parede lateral de proteção deve ser uma estrutura projetada de forma a atender as condições de estabilidade frente ao empuxo atuante, devendo ser dimensionada como muro de peso.                           | 側壁護岸は、側壁護岸が受け持つ土圧に対する安定条件を満たす形で、重力式擁壁として設計される構造である。                                   |
| 577. | Esta parede poderá ser implantada para conter terreno natural ou aterro.                                                                                                                                      | また、地山又は盛土を制御するために設置することが可能である。                                                        |
| 578. | Vale destacar que os drenos da parede lateral de proteção não devem ser posicionados abaixo do nível d'água estimado para alagamentos em períodos de normalidade.                                             | なお側壁護岸の水抜き孔は、予想される平常時の湛水の水位より下には設けないものとする。                                            |
| 579. | Quando a estrutura a jusante for uma parede vertical, a parede lateral de proteção deve estar alinhada com a abertura do vertedouro da parede vertical (Figura 4.41).                                         | 下流側が垂直壁の場合は、側壁護岸を垂直壁の水通し開口部に擦り付けるものとする（図 4.41）。                                       |
| 580. | Caso a estrutura a jusante for uma barreira complementar, o afastamento entre as paredes deve ser maior ou igual que a comprimento do vertedouro, não precisando necessariamente estar alinhadas com o mesmo. | 下流側が副堰堤の場合は、壁との間隔は水通し長と同じもしくはそれより広く設け、必ずしも合わせる必要はない。                                  |
| 581. | Figura – 4.41 Instalação da parede lateral de proteção (caso de parede vertical)                                                                                                                              | 図 - 4.41 側壁護岸の取り付け（垂直壁の場合）                                                            |
| 582. |                                                                                                                            |  |

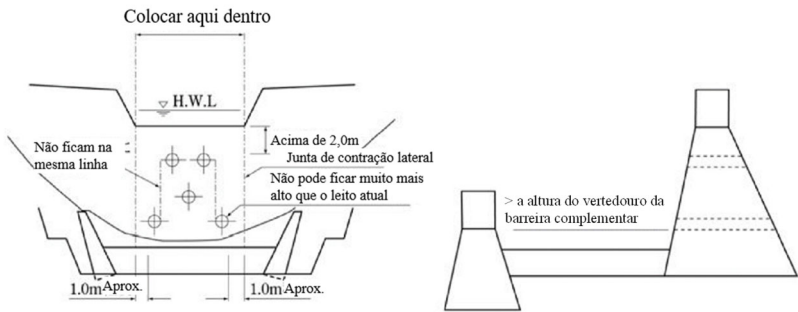
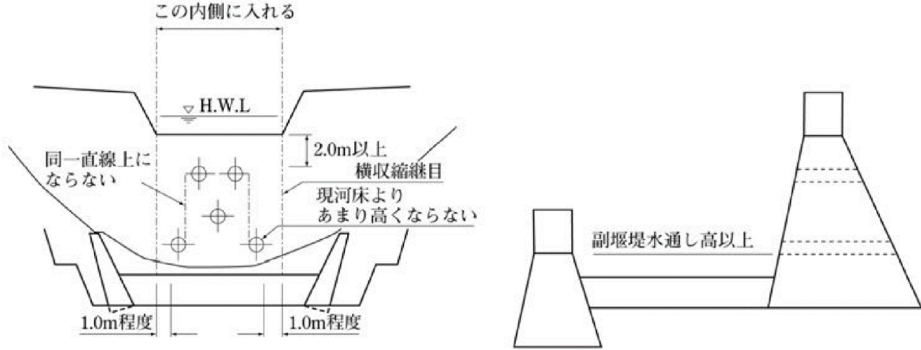
|      |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                      |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 583. | Fonte: Procedimentos para Projetos de Engenharia de Instalações Sabo (Minuta) Secretaria de Desenvolvimento Regional de Chubu - MLIT                                                                                                  | 出典：砂防施設設計要領（案） 国土交通省中部地方整備局                                                          |
| 584. | 8.5.11 Formato                                                                                                                                                                                                                        | 8.5.11 形状                                                                            |
| 585. | A seção da parede lateral de proteção apresenta paramento frontal (lado da calha) com inclinação de 1V:0,5H, espessura do topo em 0,5m e paramento interno (lado do terreno) definido conforme cálculo de estabilidade.               | 側壁護岸の断面は、表のり勾配 1V:0.5H（前庭保護工側）、天端厚は 0.5m とし、内部側法勾配（基盤横）を安定計算から決定する。                  |
| 586. | A seção da parede lateral de proteção apresenta paramento frontal (lado da calha) com inclinação de 1V:0,5H, espessura do topo em 0,5m e paramento interno (lado do terreno) definido conforme cálculo de estabilidade (Figura 4.42). | 側壁護岸の断面は、表のり勾配 1V:0.5H（前庭保護の横）、天端厚は 0.5m とし、内部側法勾配（基盤側）を安定計算から決定する（図 4.42）。          |
| 587. | A inclinação mínima do paramento interno é de 1:0,2 e a máxima é vertical.                                                                                                                                                            | ただし、内部のり勾配の下限値は 1:0.2 とし、垂直を上限とする。                                                   |
| 588. | Se a inclinação do paramento interno for vertical, e não satisfizer o cálculo de estabilidade, deve-se aumentar a espessura do topo.                                                                                                  | 内部のり勾配を垂直としても安定計算を満足しない場合には、天端幅を拡幅する。                                                |
| 589. | Figura – 4.42 Seção transversal da parede lateral de proteção                                                                                                                                                                         | 図 - 4.42 側壁護岸の横断面                                                                    |
| 590. |                                                                                                                                                     |  |
| 591. | Fonte: Diretrizes Técnicas Sabo da Província de Aomori, 2017                                                                                                                                                                          | 出典：青森県砂防技術指針（2017）                                                                   |
| 592. | 8.5.12 Cálculo de estabilidade                                                                                                                                                                                                        | 8.5.12 安定計算                                                                          |
| 593. | O cálculo de estabilidade da parede lateral de proteção deve obedecer ao cálculo de estabilidade das obras de muros de contenção.                                                                                                     | 側壁護岸の安定計算は、擁壁工の安定計算に準ずる。                                                             |
| 594. | Deve-se dedicar especial atenção aos itens abaixo ao realizar o cálculo de estabilidade da parede lateral de proteção.                                                                                                                | なお、側壁護岸の安定計算にあたっては、以下の点に留意する。                                                        |



|      |                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                         |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 595. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Quando do projeto faz-se o cálculo de estabilidade desconsiderando a presença da calha de dissipação, de forma a obter uma estrutura estável mesmo nos casos em que a mesma for danificada.</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>設計する際は、水叩きがない状態を想定して安定計算を実施することで、水叩きが破損しても安定する構造物となる。</li> </ul> |
| 596. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Caso as condições das margens direita e esquerda sejam diferentes, realiza-se o cálculo de estabilidade para cada uma das margens, individualmente.</li> </ul>                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>左右岸で条件が異なる場合は、両岸それぞれで安定計算を実施する。</li> </ul>                       |
| 597. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Caso a altura da parede seja variável, a parede deverá ser dimensionada considerando a pior condição quanto à estabilidade.</li> </ul>                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>側壁高が異なる場合は、側壁護岸は安定上最も厳しい条件を採用して設計する必要がある。</li> </ul>             |
| 598. | Na Figura 4.43 apresenta-se uma configuração na qual tem-se a seção 1 com maior altura, no entanto, a seção 2 é mais crítica por conter uma maior altura de terra.                                                                                     | 図 4.43 で示す通り、断面 1 は最も高い位置である一方、断面 2 はより高い土砂が含まれているため、最も厳しい条件にある。                                        |
| 599. | Neste caso a parede deverá ser dimensionada considerando as condições da seção 2.                                                                                                                                                                      | この場合、断面 2 の条件を考慮して側壁を設計しなければならない。                                                                       |
| 600. | Figura – 4.43 Seção do cálculo de estabilidade da parede lateral de proteção                                                                                                                                                                           | 図 - 4.43 側壁護岸の安定計算断面                                                                                    |
| 601. |  <p>Linha de rocha estimada na face anterior da parede lateral</p>                                                                                                   |  <p>側壁背面推定岩線</p>    |
| 602. | Fonte: Diretrizes Técnicas Sabo da Província de Aomori, 2017                                                                                                                                                                                           | 出典：青森県砂防技術指針（2017）                                                                                      |
| 603. | 8.6 Obra de proteção de leito a jusante da barreira complementar                                                                                                                                                                                       | 8.6 副堰堤下流側の護床工                                                                                          |
| 604. | As obras de proteção de leito do canal a jusante da barreira complementar são executadas para evitar a erosão do leito nos seguintes casos: terreno em solo, velocidade do escoamento e espessura da lâmina d'água elevadas ou grande altura da queda. | 副堰堤下流側の護床工は、土壌地盤、流速、水深が大きい場合や落差が大きい場合において河床の洗掘を防止するために設置する。                                             |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                       |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 605. | As obras de proteção de leito do canal a jusante da barreira complementar são executadas para evitar a erosão do leito nos seguintes casos: terreno em solo, velocidade do escoamento e altura da lâmina d'água elevadas ou grande altura da queda. | 副堰堤下流側の護床工は、土壌地盤、流速、水深が大きい場合や落差が大きい場合において河床の洗掘を防止するため設置する。            |
| 606. | A obra de proteção de leito deve utilizar materiais compatíveis com a rugosidade do leito do canal.                                                                                                                                                 | 護床工は、溪床の粗度に見合う材料を使う必要がある。                                             |
| 607. | Normalmente, são realizadas obras de enrocamento, de gabião, de blocos de concreto, entre outros.                                                                                                                                                   | 一般的に捨石工、布団籠工、コンクリートブロック等が用いられる。                                       |
| 608. | Em rios onde o risco de erosão pelo fluxo de detritos é elevado, deve-se considerar a implantação de obra de proteção de leito utilizando concretagem, tal como na calha de dissipação.                                                             | また、土石流の流下による洗掘の危険性が高いと判断される場合は、水叩きと同様にコンクリート打設による護床工を検討する。            |
| 609. | É desejável que as obras de proteção de leito tenham o comprimento igual a 3 a 5 vezes a altura da lâmina d'água de projeto nos momentos de cheia.                                                                                                  | 護床工は、計画高水時の水深の 3～5 倍程度の長さが望ましい。                                       |
| 610. | <b>9. Dimensionando as estruturas auxiliares</b>                                                                                                                                                                                                    | <b>9. 付属物の設計</b>                                                      |
| 611. | 9.1 Drenos                                                                                                                                                                                                                                          | 9.1 水抜き暗渠                                                             |
| 612. | 9.1.1 Aspectos Gerais                                                                                                                                                                                                                               | 9.1.1 概要                                                              |
| 613. | No corpo da barreira impermeável, na parte transbordante, devem ser instalados drenos.                                                                                                                                                              | 不透過型堰堤本体の越流部には、水抜き暗渠を設ける。                                             |
| 614. | A quantidade, formato, tamanho e distribuição na face da barreira devem atender aos objetivos do projeto.                                                                                                                                           | 水抜き暗渠はその目的により適切な大きさ、形状、数量を検討して配置する。                                   |
| 615. | Os drenos da barreira têm as seguintes funções:                                                                                                                                                                                                     | 堰堤の水抜き暗渠は、以下に示す機能をもっている。                                              |
| 616. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Prevenir o alagamento a montante da barreira;</li> </ul>                                                                                                                                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>堰堤上流側の湛水防止</li> </ul>          |
| 617. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reduzir a subpressão na base da barreira;</li> </ul>                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>堤底における揚圧力を低減</li> </ul>        |
| 618. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Reduzir o empuxo hidrostático após a deposição dos sedimentos;</li> </ul>                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>堆砂後の水圧を軽減する</li> </ul>         |
| 619. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Permitir a drenagem a água durante a execução da obra e da manutenção da barreira;</li> </ul>                                                                                                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>施工時や補修工事の際の排水を可能にする</li> </ul> |
| 620. | Figura – 4.44 Dreno                                                                                                                                                                                                                                 | 図 - 4.44 水抜き暗渠                                                        |

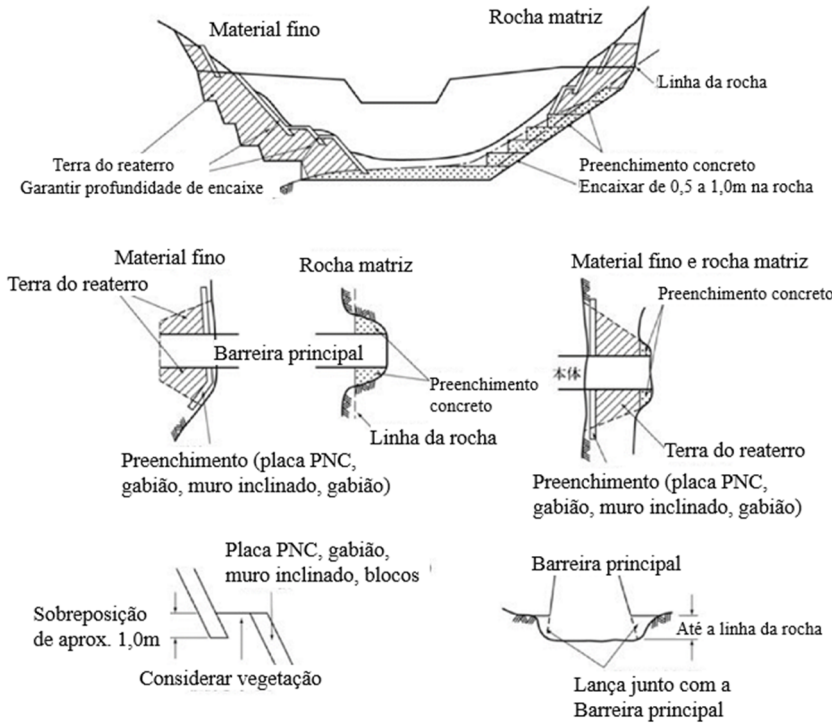
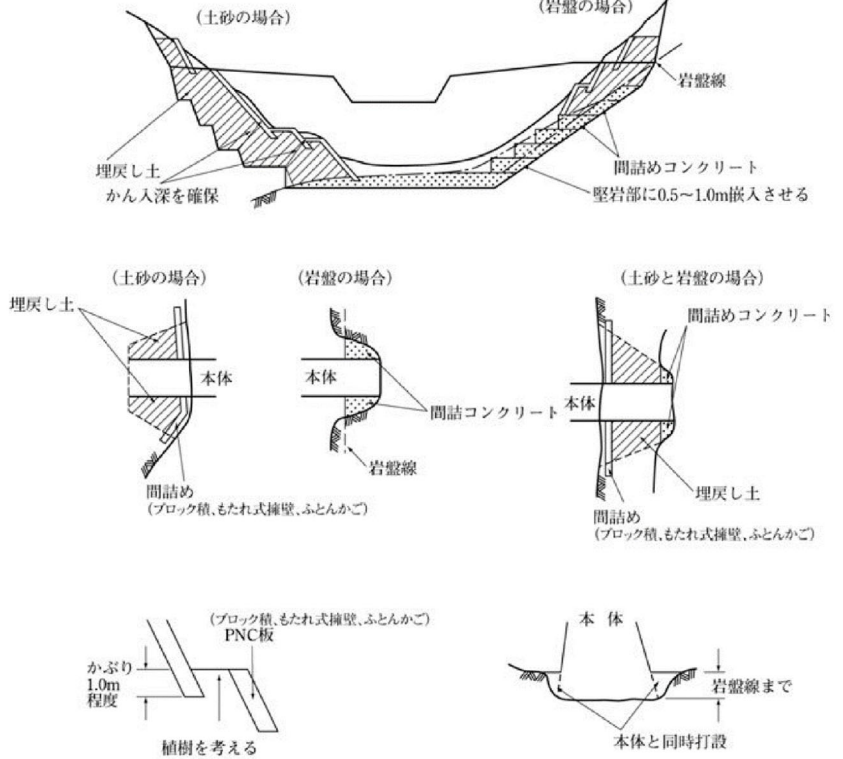
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                              |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 621. |                                                                                                                                                                                |                           |
| 622. | Fonte: Procedimentos para Projetos de Engenharia de Instalações Sabo (Minuta) Secretaria de Desenvolvimento Regional de Chubu - MLIT                                                                                                                             | 出典：砂防施設設計要領（案） 国土交通省中部地方整備局                                                                                  |
| 623. | 9.1.2 Posicionamento                                                                                                                                                                                                                                             | 9.1.2 配置                                                                                                     |
| 624. | Os drenos são posicionados na projeção do comprimento da soleira do vertedouro para que não gerem impactos negativos na parede lateral.                                                                                                                          | 水抜き暗渠は、側壁等に悪影響を与えないよう水通し底長以内に設置する。                                                                           |
| 625. | Caso sejam dispostos múltiplos drenos, realiza-se um arranjo espacial desalinhado.                                                                                                                                                                               | 水抜き暗渠を複数配置する場合は、上下千鳥配置とする。                                                                                   |
| 626. | O posicionamento dos drenos, para que não surjam fragilidades estruturais, deve ser analisado com base nos itens abaixo (Figura 4.45):                                                                                                                           | 水抜き暗渠の配置は、構造上の弱点とならないよう、以下に示す留意事項を踏まえて配置を検討する (図 4.45):                                                      |
| 627. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Os drenos são posicionados na projeção do comprimento da soleira do vertedouro para que não gerem impactos negativos à parede lateral etc.;</li> </ul>                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>水抜き暗渠は、側壁等に悪影響を与えないよう水通し底長以内に設置する。</li> </ul>                         |
| 628. | <ul style="list-style-type: none"> <li>A fim de evitar que surjam fragilidades na estrutura, o posicionamento dos drenos deve ter um arranjo espacial desalinhado, para que múltiplos drenos não sejam posicionados em uma única linha reta vertical;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>水抜き暗渠の配置は、構造上の弱点になることを避けるため、縦方向の同一直線上に複数配置しないよう、上下千鳥配置とする。</li> </ul> |
| 629. | <ul style="list-style-type: none"> <li>A linha de dreno mais elevada deve ter a distância mínima de 2,0 m da soleira do vertedouro;</li> </ul>                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>最上段の水抜き暗渠は水通し天端から 2.0m 以上下げる。</li> </ul>                              |
| 630. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Os drenos mais próximos às juntas verticais devem manter distância de aproximadamente 1,0 m das mesmas;</li> </ul>                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>垂直継目から一番近い水抜き暗渠から 1.0m 程度離す。</li> </ul>                               |
| 631. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Os drenos inferiores devem estar em cota superior à da soleira do vertedouro da barreira complementar (acima da lâmina d'água da piscina de absorção).</li> </ul>                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>最下段の水抜き暗渠は、副堰堤の水通し天端高以上（水褥地の水面以上）とする。</li> </ul>                      |

|      |                                                                                                                                                                                              |                                                                                                |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 632. | O posicionamento dos mesmos deve ser levado em consideração para atender o projeto de desvio durante a execução da obra.                                                                     | 施工中は転流設計を考慮して位置を定めなければならない。                                                                    |
| 633. | Figura – 4.45 Disposição dos drenos e itens a serem considerados                                                                                                                             | 図 - 4.45 水抜き配置の留意事項                                                                            |
| 634. |                                                                                                            |             |
| 635. | Fonte: Procedimentos para Projetos de Engenharia de Instalações Sabo (Minuta) Secretaria de Desenvolvimento Regional de Chubu - MLIT                                                         | 出典：砂防施設設計要領（案） 国土交通省中部地方整備局                                                                    |
| 636. | 9.1.3 Estrutura                                                                                                                                                                              | 9.1.3 構造                                                                                       |
| 637. | As dimensões dos drenos variam de 0,5 a 1,0 m, sendo comum que tenham seção transversal quadrada ou circular.                                                                                | 水抜き暗渠の大きさは、0.5m～1m 程度で、断面は角型または円形が一般的である。                                                      |
| 638. | Vale destacar que é preciso ter atenção especial ao fato de que nos pontos onde os drenos são instalados há mais propensão à concentração de tensão na estrutura da barragem.                | なお、堰堤の水抜き暗渠設置箇所に応力集中を起こしやすいことに留意する。                                                            |
| 639. | As dimensões dos drenos variam de 0,5 a 1m, podendo ter seção transversal quadrada ou circular.                                                                                              | 水抜き暗渠の大きさは、0.5m～1m 程度で、断面は角型または円形が一般的である。                                                      |
| 640. | O projeto dos drenos deve considerar os itens abaixo:                                                                                                                                        | 水抜き暗渠の設計は、以下に示す留意事項を踏まえる必要がある。                                                                 |
| 641. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Para se definir as dimensões e formato dos drenos, é preciso atentar à concentração de tensões estruturais nos pontos onde são instalados;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>水抜き暗渠は、堰堤の構造上応力の集中を起こしやすい点に留意して、大きさや形状を検討する。</li> </ul> |

|      |                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                               |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 642. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Deve-se adotar medidas preventivas contra a obstrução dos drenos por troncos carregados, lixo etc, utilizando-se grades ou outros dispositivos a montante.;</li> </ul>      | <ul style="list-style-type: none"> <li>流木・ゴミ等による閉塞を防ぐため、必要に応じて上流側に突出防止対策（柵等）を検討する。</li> </ul> |
| 643. | <ul style="list-style-type: none"> <li>O efeito exercido pelos drenos de reduzir a pressão da água após a deposição dos sedimentos não é considerado no dimensionamento do corpo da barreira.</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>水抜き暗渠による堆砂後の水圧軽減効果は、堰堤本堤の設計には反映されない。</li> </ul>        |
| 644. | 9.2 Obras de Preenchimento                                                                                                                                                                                         | 9.2 間詰工                                                                                       |
| 645. | 9.2.1 Aspectos Gerais                                                                                                                                                                                              | 9.2.1 概要                                                                                      |
| 646. | A fim de proteger e preservar as regiões que foram escavadas no terreno natural durante a execução das obras, realizam-se obras de preenchimento na região do encaixe das asas e da ficha da fundação da barreira. | 堰堤の基礎の根入れ部や袖の嵌入部において、施工時に地山を掘削した範囲を保護するため、間詰工を設置する。                                           |
| 647. | As obras de preenchimento (Figura 4.46) tem as seguintes funções:                                                                                                                                                  | 間詰工（図 4.46）は、以下に示す機能を持っている。                                                                   |
| 648. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Previne a erosão das ombreiras;</li> </ul>                                                                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>袖嵌入部の洗堀防止</li> </ul>                                   |
| 649. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Mantém o efeito de encaixe e de estabilidade da fundação;</li> </ul>                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>基礎の嵌入と安定の効果保持</li> </ul>                               |
| 650. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Previne a erosão e a infiltração de água tanto na ficha como no encaixe;</li> </ul>                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>根入れ部や嵌入部の洗堀及び浸透水の防止</li> </ul>                         |
| 651. | Figura – 4.46 Obra de Preenchimento (Esquerda: preenchimento com concreto, direita: muro de arrimo)                                                                                                                | 図 - 4.46 間詰工（左：間詰コンクリート、右：土留擁壁）                                                               |
| 652. |                                                                                                                                 |                                                                                               |
| 653. | Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo                                                                                                                                                                                 | 出典：砂防プロジェクトにて作成                                                                               |

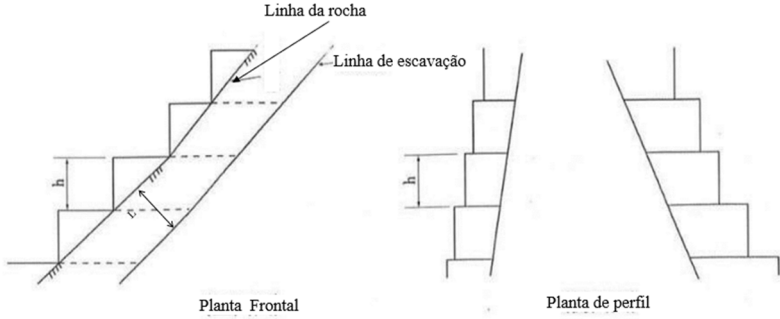
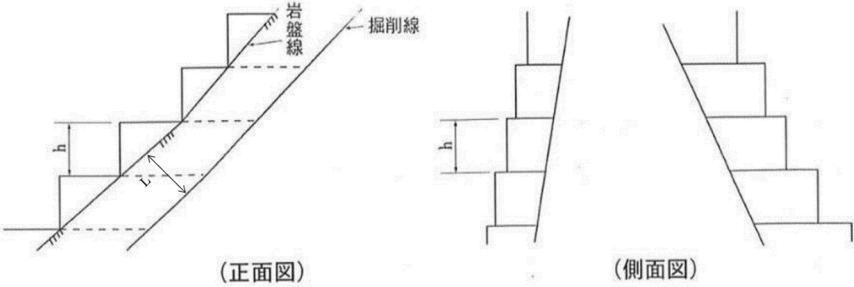
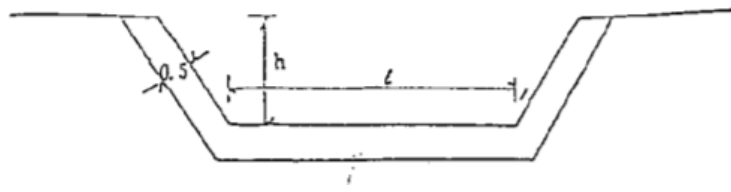
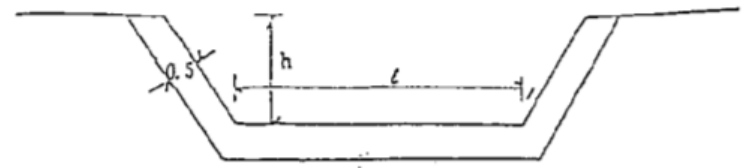
|      |                                                                                                                                                                                                                   |                                                                              |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 654. | 9.2.2 Estrutura da obra de preenchimento                                                                                                                                                                          | 9.2.2 間詰工の構造                                                                 |
| 655. | A estrutura da obra de preenchimento é definida conforme as condições geológico-geotécnicas da região do encaixe das asas, da ficha e da fundação, considerando as condições apresentadas a seguir (Figura 4.47): | 間詰工の構造は、以下の条件を考慮し、基礎の根入れ部や袖の嵌入部の地盤-地質状況に応じて決定する。(図 4.47).                    |
| 656. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Quando em rocha, o preenchimento deve ser de concreto.</li> </ul>                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>岩盤の場合は間詰コンクリートとする。</li> </ul>         |
| 657. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Quando em solo ou em blocos, deve ser feito um reaterro complementado por um muro de arrimo.</li> </ul>                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>土壌や土砂の場合は、土留擁壁を設けて土砂で埋め戻す。</li> </ul> |
| 658. | Caso seja possível assegurar uma inclinação do reaterro que garanta sua estabilidade e que a erosão superficial seja evitada, não será necessária a construção de estrutura de contenção.                         | なお埋戻し部の勾配が、盛土の安定を確保し、表面的な洗堀を防ぐことができれば、土留擁壁を設けなくともよい。                         |
| 659. | Figura – 4.47 Estruturas convencionais de Obra de Preenchimento                                                                                                                                                   | 図 - 4.47 間詰工の一般的な構造                                                          |

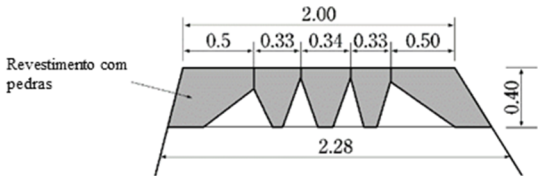
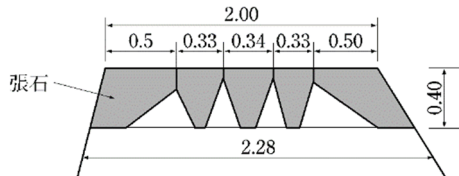


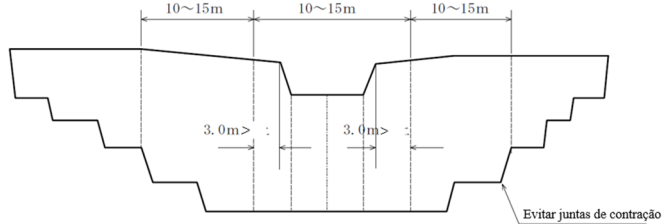
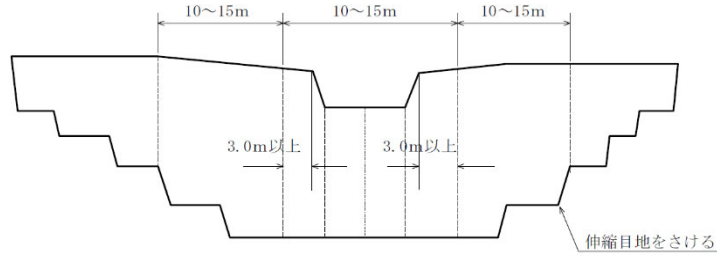
|      |                                                                                                                                      |                                                                                     |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 660. |                                                    |  |
| 661. | Fonte: Procedimentos para Projetos de Engenharia de Instalações Sabo (Minuta) Secretaria de Desenvolvimento Regional de Chubu - MLIT | 出典：砂防施設設計要領（案） 国土交通省中部地方整備局                                                         |
| 662. | As estruturas das obras de preenchimento devem ser analisadas com base nos itens abaixo:                                             | 間詰工の構造は、以下に示す留意事項を踏まえて検討する。                                                         |
| 663. | - Muro arrimo                                                                                                                        | - 土留擁壁                                                                              |
| 664. | <ul style="list-style-type: none"> <li>O muro de arrimo não deve ter altura superior a 5m.</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>土留擁壁は 5 m 以上の高さを持つてはいけない。</li> </ul>         |
| 665. | Caso o desnível seja mais elevado, a intervenção deve ser dividida em patamares protegidos com vegetação.                            | 段差が高い場合は、数段に分割して植栽で被覆する。                                                            |

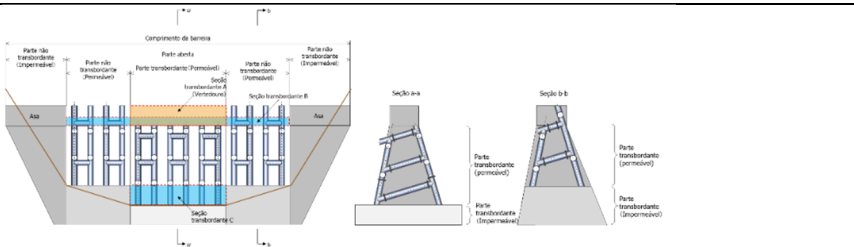
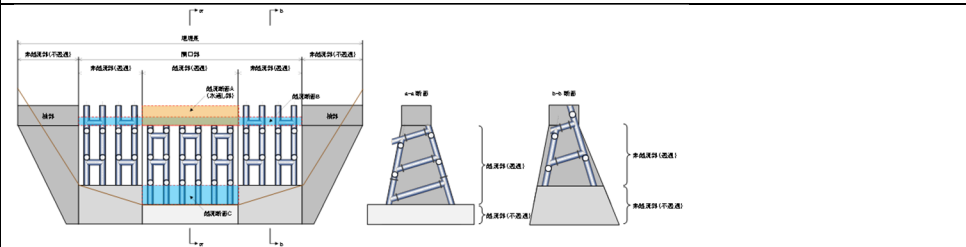
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                            |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 666. | <ul style="list-style-type: none"> <li>A fundação do muro de arrimo deve ser posicionada em camada de capacidade de carga adequada, devendo-se garantir profundidade de assentamento superior a 0,5 m em relação a superfície do terreno.</li> </ul>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>土留擁壁の基礎は、適切な耐荷力を持つ層に配置し、地表面から 0.5m 以上の深さを確保するものとする。</li> </ul>      |
| 667. | Na parte do leito do canal, esta profundidade deve ser de, pelo menos, 1,0 m;                                                                                                                                                                                                             | 河床部の深さには最低 1m でなければならない。                                                                                   |
| 668. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Na encosta a montante ao topo das asas, caso seja realizada alguma medida de proteção e de estabilização adicional, tais como grelhas ancoradas ou chumbadas ou outra intervenção, não será preciso fazer o preenchimento com reaterro.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>袖天端より上の斜面は、法枠工等の法面保護対策及び安定対策やその他の対策を行えば、間詰の埋め戻しをしなくてもよい。</li> </ul> |
| 669. | - Lançamento de concreto                                                                                                                                                                                                                                                                  | - コンクリート打設                                                                                                 |
| 670. | <ul style="list-style-type: none"> <li>O concreto do preenchimento deve ser lançado em degraus de altura (h), simultaneamente com a concretagem do corpo principal da barreira (Figura 4.48);</li> </ul>                                                                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>間詰コンクリートは高さ (h) に合わせて、本体と同時に階段状に打設するものとする (図 4.48)。</li> </ul>      |
| 671. | <ul style="list-style-type: none"> <li>A composição do concreto deve ser a mesma do corpo da barreira;</li> </ul>                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>間詰コンクリートの配合は、本体と同じ配合とする。</li> </ul>                                 |
| 672. | <ul style="list-style-type: none"> <li>A profundidade (L) do concreto de preenchimento deve respeitar a profundidade da ficha do corpo.</li> </ul>                                                                                                                                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>間詰コンクリートの深さ (L) は、本体の根入れ深に準ずる。</li> </ul>                           |
| 673. | No caso de escavação em rocha, a profundidade da escavação deve ser entre 1 m e 2 m em rocha.                                                                                                                                                                                             | 岩盤で掘削する場合、掘削の深さは 1 m ~ 2 m とする。                                                                            |
| 674. | Quando a escavação for em solo, deve-se garantir uma profundidade de, pelo menos, 2m (Figura 4.48).                                                                                                                                                                                       | 土壌で掘削する場合、最低 2 m の深さを確保する必要がある (図 4.48)。                                                                   |
| 675. | Quanto às partes escavadas, como as ombreiras, caso haja a preocupação com a estabilidade temporária da escavação, avalia-se a possibilidade de aplicação de concreto projetado, como medida provisória.                                                                                  | 嵌入部等の掘削面において、掘削の一時的な安定性が懸念される場合は、暫定措置として吹付コンクリートの打設を検討する。                                                  |
| 676. | Figura – 4.48 Concreto na obra de preenchimento.                                                                                                                                                                                                                                          | 図 - 4.48 間詰工のコンクリート                                                                                        |



|      |                                                                                                                                                                                       |                                                                                       |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 677. |                                                                                                     |    |
| 678. | Fonte: Diretrizes Técnicas Sabo da Província de Aomori, 2017                                                                                                                          | 出典：青森県砂防技術指針（2017）                                                                    |
| 679. | 9.3 Obra de Proteção dos Vertedouros                                                                                                                                                  | 9.3 堤冠保護工                                                                             |
| 680. | Quando houver grande volume de sólidos carregados, onde haja a possibilidade de desgaste dos vertedouros, deve-se realizar medidas protetivas.                                        | 流出土砂量が多く、水通しが摩耗する恐れがあると考えられる場合は、保護対策を実施しなければならない。                                     |
| 681. | Quando houver frequência considerável de escoamento de fluxo de detritos e de água das cheias, os blocos e os sedimentos carregados podem provocar o desgaste ou danos ao vertedouro. | 洪水流や土石流が頻繁に流下する場合、水通し部が土砂や石礫によって摩耗や欠損されることが想定される。                                     |
| 682. | Nesses casos, realizam-se medidas protetivas.                                                                                                                                         | この場合、保護対策を行うこととする。                                                                    |
| 683. | 9.3.1 Aspectos Gerais                                                                                                                                                                 | 9.3.1 概要                                                                              |
| 684. | As medidas protetivas do vertedouro (Figura 4.49) são definidas conforme as condições de escoamento dos materiais carregados.                                                         | 堤冠保護対策（図 4.49）は、河床材料や土砂流出状況に応じて検討する。                                                  |
| 685. | Figura – 4.49 Obra de Proteção do Vertedouro                                                                                                                                          | 図 - 4.49 堤冠保護工                                                                        |
| 686. |                                                                                                   |  |

|      |                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                      |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 687. | Fonte: Manual de Projetos de Engenharia e Execução de Obras, Seção Sabo, Província de Miyagi.                                                                                                                                                | 出典：土木設計施工マニュアル（砂防編）（宮城県）                                                             |
| 688. | 9.3.2 Estrutura (Referência)                                                                                                                                                                                                                 | 9.3.2 構造（参考）                                                                         |
| 689. | (1) Concreto enriquecido em cimento                                                                                                                                                                                                          | (1) セメント富配合コンクリート工                                                                   |
| 690. | O concreto usado no topo do vertedouro apresenta maior consumo de cimento em relação ao adotado no corpo principal da barreira.                                                                                                              | 堤冠部に用いるコンクリートは、本体コンクリートより単位セメント量を多くして配合したものである。                                      |
| 691. | (2) Revestimento com pedras (blocos de rocha)                                                                                                                                                                                                | (2) 張石工                                                                              |
| 692. | Pode ser adotado revestimento do vertedouro com pedras (blocos de rochas) resistentes a erosão superficial (ex: granito).                                                                                                                    | 表面的な洗堀に対して強度な石材（例：花崗岩）で堤冠部に張石をするものである。                                               |
| 693. | O material (os blocos) deve ser utilizado no sentido longitudinal, na direção do escoamento da água.                                                                                                                                         | 石材はすべて流水方向に長手使いとする。                                                                  |
| 694. | Os blocos de maior dimensão devem ser posicionados nas extremidades a montante e a jusante do vertedouro.                                                                                                                                    | 大きな石材は水通しの上下流端に設置する。                                                                 |
| 695. | Para assentamento dos blocos utiliza-se adesivos epóxi.                                                                                                                                                                                      | コンクリートとの一体化は、エポキシ系の接着剤を用いる。                                                          |
| 696. | Figura – 4.50 Obra de revestimento com blocos de rocha                                                                                                                                                                                       | 図 - 4.50 張石工                                                                         |
| 697. |                                                                                                                                                            |  |
| 698. | Fonte: Procedimentos para Projetos de Engenharia de Instalações Sabo (Minuta) Secretaria de Desenvolvimento Regional de Chubu - MLIT                                                                                                         | 出典：砂防施設設計要領（案）国土交通省中部地方整備局                                                           |
| 699. | 9.4 Junta de dilatação                                                                                                                                                                                                                       | 9.4 膨張継目                                                                             |
| 700. | Para prevenir a ocorrência de fissuras no concreto devido a variações térmicas, a fim de garantir a segurança, a estanqueidade e a durabilidade da barreira, devem ser utilizadas juntas verticais ser posicionadas em espaçamento adequado. | コンクリートの温度ひび割れの発生を防止し、堰堤の安全性、水密性、耐久性を確保するため、適切な間隔に鉛直継目を設けるものとする。                      |
| 701. | A junta de dilatação é posicionada para prevenir fissuras ou trincas decorrentes da contração ou dilatação devido ao calor de                                                                                                                | 膨張継目は、コンクリートの硬化熱による収縮・膨張によるひび割れを防止するために設置するものであり、垂直方向に設ける。                           |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                              |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | endurecimento do concreto e variações térmicas, devendo ser posicionadas na direção vertical.                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                              |
| 702. | 9.4.1 Estrutura                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 9.4.1 構造                                                                                                                                     |
| 703. | O projeto das juntas de dilatação deve considerar os itens abaixo (Figura 4.51):                                                                                                                                                                                                                                          | 膨張継目の設計は以下の項目を考慮する必要がある（図 4.51）：                                                                                                             |
| 704. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Deve ser definido o espaçamento adequado entre as juntas após estimar as fissuras e considerar a capacidade de lançamento do concreto, as condições da fundação, o formato do vertedouro, o posicionamento dos drenos etc. Geralmente, o espaçamento é entre 10 e 15 m;</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>継目間隔は、想定されるひび割れ、コンクリートの打設能力、基礎の状況、水通し形状、水抜き暗渠の配置等を考慮して適切な間隔を定める。一般的には 10～15m 程度の継目間隔としている。</li> </ul> |
| 705. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Não deve haver junta de dilatação nas laterais do vertedouro.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>袖小口の中には膨張継目を設けないものとする。</li> </ul>                                                                     |
| 706. | É desejável que não seja posicionada nenhuma junta de dilatação na parte escavada ou no trecho do vertedouro.                                                                                                                                                                                                             | また、水通し部や掘削部には膨張継目を設けないことが望ましい。                                                                                                               |
| 707. | No caso de comprimento de vertedouro muito extenso, pode-se admitir uma mínimapresença de juntas;                                                                                                                                                                                                                         | ただし、水通し長がとて広い場合には、最小程度の継目を設置する。                                                                                                              |
| 708. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Conforme a necessidade, deve ser instalada uma placa de vedação no lado a montante do local da junta.</li> </ul>                                                                                                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>継目設置箇所の上流側には、必要に応じて止水板を設置する。</li> </ul>                                                               |
| 709. | Figura – 4.51 Junta de dilatação                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 図 - 4.51 膨張継目                                                                                                                                |
| 710. |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                          |
| 711. | Fonte: Diretrizes Técnicas Sabo da Província de Aomori, 2017                                                                                                                                                                                                                                                              | 出典：青森県砂防技術指針（2017）                                                                                                                           |

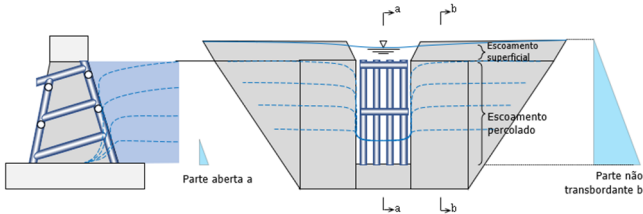
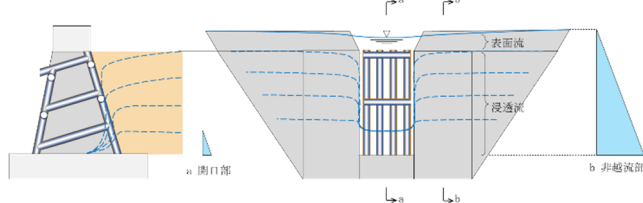
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | <b>Capítulo 5 - Condições de análise da barreira permeável</b>                                                                                                                                                                                                                                      | <b>第 5 章 - 透過型堰堤の検討条件</b>                                                                      |
| 2.  | <b>1. Pontos a serem observados no projeto da barreira permeável</b>                                                                                                                                                                                                                                | <b>1. 透過型堰堤にあたっての留意事項</b>                                                                      |
| 3.  | O projeto da estrutura da barreira permeável deve ser conduzido buscando garantir durante a operação suas funções e a segurança, respectivamente Estados Limites de Serviço e Último, de acordo com os critérios adotados nas normas brasileiras para o projeto de estruturas <sup>1,2 e 3)</sup> . | 透過型堰堤の設計にあたっては、ブラジルの構造物設計規格が定める、機能と安全性を保証するために使用・終局限界法に基づく構造物として設計を行うものとする <sup>1,2,3)</sup> 。 |
| 4.  | 1) ABNT NBR 8681, Ações e segurança nas estruturas.                                                                                                                                                                                                                                                 | 1) ABNT NBR8681→構造物における作用及び安全性                                                                 |
| 5.  | 2) ABNT NBR 8800:2008 Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios.                                                                                                                                                                                           | 2) ABNT NBR8800 : 2008 →建築物の鋼製構造及びコンクリート・鋼製複合構造の設計                                             |
| 6.  | 3) ABNT NBR 16239:2013, Projeto de estruturas de aço e de estruturas de aço e concreto de edificações com perfis tubulares.                                                                                                                                                                         | 3) ABNT NBR16239 : 2013 →鋼管断面を採用する建築物の鋼製構造及びコンクリート・鋼製構造の設計                                     |
| 7.  | Considerando o movimento do material sólido dos talvegues e sua ação na estrutura, esta deve ser dimensionada de modo que um dano parcial não produza dano estrutural relevante, com prejuízos no funcionamento da barreira ou, ainda, reduzindo substancialmente a segurança estrutural.           | 渓流における土砂移動の特性とそれに伴う構造物への作用を考慮して、構造上の安全性を大幅に低下または堰堤の機能に支障がないように、一部破損が構造物に致命的な損傷をもたらさない構造とする。    |
| 8.  | 1.1 Identificação das partes da barreira permeável.                                                                                                                                                                                                                                                 | 1.1 透過型堰堤の各部の識別                                                                                |
| 9.  | Figura 5.1 Identificação das partes da barreira permeável                                                                                                                                                                                                                                           | 図 5.1 透過型堰堤の各部の識別                                                                              |
| 10. |                                                                                                                                                                                                                 |           |
| 11. | <b>2.Aspectos a serem observados no projeto da barreira permeável</b>                                                                                                                                                                                                                               | <b>2) 透過型堰堤にあたっての留意事項</b>                                                                      |
| 12. | A parte permeável deste tipo de barreira é aberta desde o leito do canal até a soleira do vertedouro, sendo a sua estrutura reticulada formada por tubos de aço.                                                                                                                                    | 透過型堰堤の透過部は渓床から水通し天端まで開口しており、鋼管フレームで構成される。                                                      |

|     |                                                                                                                                                                                                                                       |                                                              |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| 13. | Com o objetivo de regular e reter os sólidos carregados, deve-se dimensionar a estrutura de aço de forma a resistir às solicitações externas decorrentes de fluxo de detritos e de cheias.                                            | 流出土砂の減勢及び捕捉を目的として、土石流及び洪水による外力に抵抗するように設計しなければならない。           |
| 14. | O dimensionamento é feito considerando os aspectos de gestão e manutenção da estrutura.                                                                                                                                               | また、維持管理面も配慮して設計する。                                           |
| 15. | Apresentam-se a seguir os itens que merecem atenção ao adotar a estrutura de aço reticulado como componente estrutural da barreira.                                                                                                   | 堰堤に鋼製構造物を適用するにあたって注意しなければならない事項を以下に示す。                       |
| 16. | ① Quanto à corrosão dos elementos de aço, deve-se estimar a espessura de sacrifício considerando uma corrosão normal.                                                                                                                 | ① 鋼製部材の腐食については、犠牲厚（犠牲しろ）を通常の腐食と見込む。                          |
| 17. | Porém, nos casos em que a água dos rios é muito ácida, o avanço da corrosão é mais rápido, sendo necessário adotar medidas de proteção contra a corrosão para que a água não entre em contato diretamente com esses elementos de aço. | しかし、河川水が強酸性の場合には、腐食の進行が速いので河川水に鋼製部材が直接接触ないように防食対策が必要である。     |
| 18. | ② Tem-se, também, o desgaste decorrente do escoamento de água junto com sedimentos e o oriundo da colisão de blocos.                                                                                                                  | ② 堆積物混じりの流水による摩耗と礫の衝突による摩耗も発生する。                             |
| 19. | No caso, deve-se estabelecer uma espessura adicional de aço, garantindo a segurança frente a alterações pontuais nas seções, decorrentes de ranhuras ou desgaste das peças.                                                           | その場合は、鋼製部材に余裕しろを設け、鋼材の摩耗や礫の削痕による局所的な断面変化に対して安全性を確保しなければならない。 |
| 20. | ③ A estrutura permeável deve ser dimensionada de forma que não haja destruição de seus componentes, quando, por exemplo, ocorrer a colisão de blocos gigantes.                                                                        | ③ 透過型構造物は、巨石の衝突等に対して部材が破壊しないように設計する必要がある。                    |
| 21. | Ainda, a estrutura deve ser dimensionada de modo que um dano parcial não produza redução crítica de sua segurança estrutural.                                                                                                         | また、一部破損が構造安全性を致命的に低減させない構造物として設計しなければならない。                   |
| 22. | <b>2. Ações sobre a estrutura de aço</b>                                                                                                                                                                                              | <b>2. 鋼製構造物への作用</b>                                          |
| 23. | As ações consideradas no cálculo de estabilidade e na análise e dimensionamento estrutural da barreira permeável estão listadas abaixo:                                                                                               | 透過型防堰堤の安定計算及び構造計算に用いる作用（荷重）は次のとおりとする。                        |
| 24. | (1) Peso próprio                                                                                                                                                                                                                      | (1) 自重                                                       |
| 25. | (2) Solicitação hidrodinâmica do fluxo de detritos                                                                                                                                                                                    | (2) 土石流流体力の荷重                                                |
| 26. | (3) Colisão de blocos e troncos carregados                                                                                                                                                                                            | (3) 礫及び流木の衝突                                                 |
| 27. | (4) Pressão hidrostática                                                                                                                                                                                                              | (4) 静水圧                                                      |
| 28. | (5) Empuxo                                                                                                                                                                                                                            | (5) 土圧                                                       |

|     |                                                                                                                                                                                                         |                                                                       |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| 29. | (6) Variação de temperatura                                                                                                                                                                             | (6) 温度変化                                                              |
| 30. | 2.1 Peso próprio                                                                                                                                                                                        | 2.1 自重                                                                |
| 31. | Deve ser considerado o peso próprio da estrutura de aço da parte permeável da barreira.                                                                                                                 | 堰堤透過部の鋼製構造物の自重を考慮する。                                                  |
| 32. | Considerando a situação em que não há bloco nem água preenchendo os vãos internos da parte permeável da barreira, o peso próprio se deve apenas à estrutura de aço e ao bloco de ancoragem em concreto. | 透過型堰堤の鋼管フレーム内部には礫及び水は詰まっていない状態を想定して、自重は底版コンクリートの重量と鋼材重量のみとする。         |
| 33. | Como os sólidos bloqueiam os vãos, caso se tenha a indicação de que não haverá carreamento dos mesmos, pode-se considerar este material retido como uma sobrecarga ao bloco de ancoragem.               | 土砂が鋼管フレームを閉塞することから、土砂が流下されないと見込める場合に、捕捉された土砂は、底版コンクリートの上載荷重として計上してよい。 |
| 34. | 2.2 Solicitação hidrodinâmica do fluxo de detritos                                                                                                                                                      | 2.2 土石流流体力の荷重                                                         |
| 35. | O procedimento para a consideração do efeito da solicitação hidrodinâmica do fluxo de detritos na estrutura é semelhante ao descrito para a da barreira impermeável.                                    | 構造物に作用する土石流流体力荷重の検討は、不透過型堰堤の手順に準じる。                                   |
| 36. | Considera-se que a parte permeável da barreira esteja totalmente obstruída e a solicitação hidrodinâmica do fluxo de detritos ocorra sobre a superfície de deposição.                                   | 土石流の流体力の荷重は、透過部が完全に閉塞された状態を想定して堆砂面上に作用するものとする。                        |
| 37. | A altura da superfície deposição é definida de modo a se obter o valor máximo do empuxo.                                                                                                                | 堆砂面の高さは、土圧が最も大きくなるように設定する。                                            |
| 38. | Neste caso, o peso próprio do fluxo de detritos se torna sobrecarga.                                                                                                                                    | このとき、土石流自重が上載荷重となる。                                                   |
| 39. | 2.3 Colisão dos blocos e dos troncos carregados                                                                                                                                                         | 2.3 礫及び流木の衝突                                                          |
| 40. | A carga de colisão dos blocos e dos troncos carregados segue a da barreira impermeável.                                                                                                                 | 礫及び流木の衝撃力は、不透過型砂防堰堤に準じる。                                              |
| 41. | 2.4 Pressão hidrostática                                                                                                                                                                                | 2.4 静水圧                                                               |
| 42. | A pressão hidrostática é obtida utilizando a equação abaixo.                                                                                                                                            | 静水圧は次式によって求められる。                                                      |
| 43. | A profundidade da água para o cálculo da pressão hidrostática é definida pelo nível d'água da vazão de projeto.                                                                                         | 静水圧を算定するための水深は設計流量の水位によって設定する。                                        |
| 44. | $u = g_{ws} \cdot H_w$                                                                                                                                                                                  | $u = g_{ws} \cdot H_w$                                                |
| 45. | Onde:                                                                                                                                                                                                   | ここで、                                                                  |
| 46. | $u$ : Pressão hidrostática (kN/m <sup>2</sup> )                                                                                                                                                         | $u$ : 静水圧 (kN/m <sup>2</sup> )                                        |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                              |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 47. | $g_{ws}$ : Peso específico da água que inclui o material sólido ( $11.77\text{kN/m}^3$ )                                                                                                                                                                                                                              | $g_{ws}$ : 土砂を含む水の単位体積重量 ( $11.77\text{kN/m}^3$ )                            |
| 48. | Caso os sólidos em suspensão não sejam significativos, adota-se $g_w = 9.81\text{kN/m}^3$                                                                                                                                                                                                                             | 浮遊物が大きくない場合、 $g_w$ ( $9.81\text{kN/m}^3$ ) とする。                              |
| 49. | $H_w$ : Altura da lâmina d'água (m)                                                                                                                                                                                                                                                                                   | $H_w$ : 水深 (m)                                                               |
| 50. | No cálculo de estabilidade da barreira permeável se considera a pressão promovida pelo material posicionado abaixo da superfície de deposição e não se considera a pressão hidrostática.                                                                                                                              | 透過型堰堤の安定計算に用いる静水圧は見込まず、堆砂面以下の堆積物による圧を算定する。                                   |
| 51. | Acima desta superfície, tem-se atuante as forças resultantes da hidrodinâmica do fluxo de detritos.                                                                                                                                                                                                                   | それより上には土石流流体力の合力が作用する。                                                       |
| 52. | Mesmo em situação de preenchimento da barreira permeável, onde há escoamento de água superficial na superfície de deposição, o percolado seguirá pelos espaços vazios existentes entre blocos, passando livremente pela estrutura metálica.                                                                           | 透過型堰堤が満砂状態になって堆砂面に表流水があっても、堆砂内の浸透流は礫の空隙を自由に流れ鋼製構造物から抜けていく。                   |
| 53. | Por esse motivo, a linha freática abaixa, fazendo com que a pressão hidrostática exercida nas partes de aço que compõem a seção de retenção seja muito pequena.                                                                                                                                                       | このため(地下水位線) 浸潤線が下がり、捕捉面を構成する部材には静水圧としてわずかしき作用させない。                           |
| 54. | Nestas condições, as pressões hidrostáticas não são relevantes.                                                                                                                                                                                                                                                       | その状況では、静水圧は重要ではない。                                                           |
| 55. | No entanto, quando a parte não transbordante (parte impermeável) da barreira estiver preenchida de material sólido, a linha freática não abaixará, sendo, portanto, necessário considerar a pressão hidrostática no cálculo de estabilidade, tal como é feito no caso das barreiras impermeáveis (Figuras 5.2 e 5.3). | ただし、堰堤の非越流部（不透過部）は、満砂していると浸潤線は下がらないので不透過型堰堤と同様に静水圧を考慮して安定計算を行う。（図 5.2、図 5.3） |
| 56. | Figura 5.2 Situação em que houve a obstrução por blocos na barreira permeável                                                                                                                                                                                                                                         | 図 5.2 透過型堰堤が礫によって閉塞された状態                                                     |

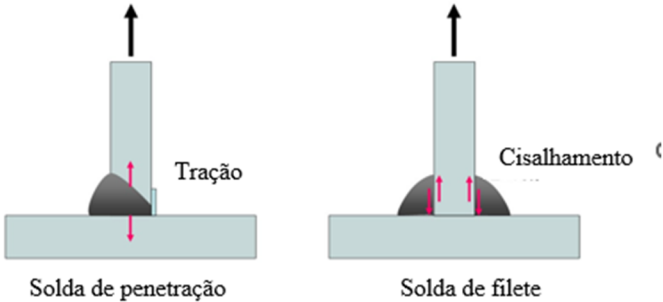
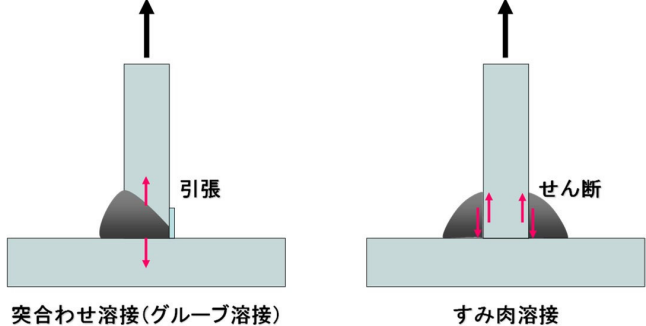


|     |                                                                                                                                                                                                          |                                                        |                                                                                      |             |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| 57. |                                                                                                                        |                                                        |   |             |
| 58. | (A) Próximo ao bloco de ancoragem da parte permeável                                                                                                                                                     | (B) Próximo à soleira do vertedouro da parte permeável | (a)透過部の底版近傍                                                                          | (b)透過部の天端近傍 |
| 59. | Figura 5.3 Pressões hidrostáticas atuantes na barreira permeável                                                                                                                                         |                                                        | 図 5.3 透過型に作用する静水圧                                                                    |             |
| 60. |                                                                                                                        |                                                        |  |             |
| 61. | 2.5 Empuxo                                                                                                                                                                                               |                                                        | 2.5 土圧                                                                               |             |
| 62. | Quando do fluxo de detritos, não haverá pressões hidrostáticas relevantes abaixo da superfície de deposição no trecho permeável e o fluxo de detritos será considerado sobrecarga sobre esta superfície. |                                                        | 土石流時には、透過部の堆砂面下に静水圧が生じない。そして、土石流は上載荷重として考慮する。                                        |             |
| 63. | No caso do bloco de ancoragem, considera-se a pressão hidrostática.                                                                                                                                      |                                                        | 底版コンクリートに対しては静水圧を考慮する。                                                               |             |
| 64. | O empuxo é obtido através da equação abaixo.                                                                                                                                                             |                                                        | 土圧は次式によって求められる。                                                                      |             |
| 65. | $s'_v = g'_l \cdot h_e$ $s'_h = K_a g'_l \cdot h_e$                                                                                                                                                      |                                                        | $s'_v = g_{sl} \cdot h_e$ $s'_h = K_a g_{sl} \cdot h_e$                              |             |



|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 66. | Onde:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ここで、                                                                                                                           |
| 67. | $s'_v$ : Tensão vertical efetiva (kN/m <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                   | $s'_v$ : 実行鉛直応力 (kN/m <sup>2</sup> )                                                                                           |
| 68. | $s'_h$ : Tensão horizontal efetiva (kN/m <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                 | $s'_h$ : 実行水平応力 (kN/m <sup>2</sup> )                                                                                           |
| 69. | $h_e$ : Profundidade da superfície de deposição até ponto em questão (m)                                                                                                                                                                                                                                                | $h_e$ : 堆砂面からの任意の点までの深さ (m)                                                                                                    |
| 70. | $K_a$ : Coeficiente de empuxo do solo                                                                                                                                                                                                                                                                                   | $K_a$ : 土壌土圧係数                                                                                                                 |
| 71. | $g'_l$ : Peso específico submerso da deposição ( $=g_{sat} - g_w$ ) (kN/m <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                | $g'_l$ : 堆砂の水中単位体積重量( $=g_{sat} - g_w$ ) (kN/m <sup>3</sup> )                                                                  |
| 72. | Quando se considera o nível d'água coincidente ou acima da superfície de deposição, deve-se adotar o peso específico submerso no cálculo de $g'_l$ ; caso contrário, deve-se utilizar o peso específico natural $g_{nat}$ entre o nível da água e a superfície de deposição.                                            | 水位を堆砂面と同等或いはその上を見込む場合は水中単位体積重量 $g'_s$ を用いて、そうでない場合は自然単位体積重量 $g_{nat}$ を水位と堆砂面の間に用いる。                                           |
| 73. | $g_w$ : Peso específico da água (9,81kN/m <sup>3</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                                | $g_w$ : 水の単位堆積重量 (9.81kN/m <sup>3</sup> )                                                                                      |
| 74. | 2.6 Variação de temperatura                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2.6 温度変化                                                                                                                       |
| 75. | No caso de estrutura estaticamente indeterminada, tal como a estrutura de aço da barreira permeável, a variação de temperatura deve seguir a recomendação da norma ABNT 8800:2008, sessão 4.7.3:                                                                                                                        | 鋼管フレーム構造のように不静定構造の場合、温度変化は ABNT 8800 : 2008, 第 4.7.3 の定めに従う。                                                                   |
| 76. | 60% da diferença entre médias máxima e mínima na região, com valor mínimo de 10°C.                                                                                                                                                                                                                                      | 地域の最大平均から最小平均を差し引いた値の 60%とするが最小値を 10°Cとする。                                                                                     |
| 77. | No município de Teresópolis, segundo dados de 30 anos de medições (fonte Climatempo), tem-se médias mínima de 14°C e máxima de 29°C e, portanto, (29-14).0,6=9°C.                                                                                                                                                       | テレゾポリス市に於ける過去 30 年の測量によると、最小平均は 14°C、最大平均は 29°C (出所 : Climatempo) である。従って、(29-14).0.6=9°C.                                     |
| 78. | Deve-se adotar 10 °C como a variação de temperatura para projeto de estrutura.                                                                                                                                                                                                                                          | 構造物設計に用いる温度変化は 10 °Cとする。                                                                                                       |
| 79. | <b>3. Dimensionamento estrutural</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>3. 構造設計</b>                                                                                                                 |
| 80. | O dimensionamento das estruturas de aço deve seguir as prescrições das normas brasileiras ABNT NBR 8800:2010, Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios, e NBR 16239:2013, Projeto de estruturas de aço e de estruturas de aço e concreto de edificações com perfis tubulares. | 鋼製構造物の設計は、ブラジル規格の ABNT NBR8800 : 2008 建築物の鋼製構造及びコンクリート・鋼製複合構造の設計及び ABNT NBR16239 : 2013 →鋼管断面を採用する建築物の鋼製構造及びコンクリート・鋼製構造の設計に従う。 |

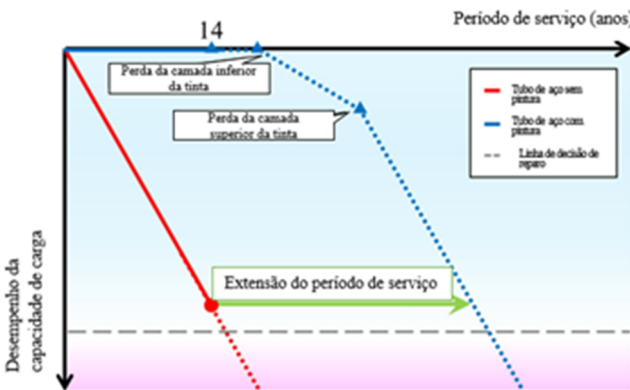
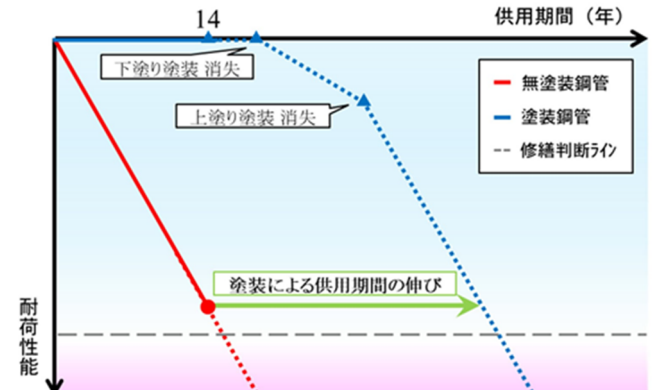
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                          |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 81. | Os coeficientes de ponderação das ações permanentes e variáveis, respectivamente $\gamma_g$ e $\gamma_q$ , os fatores de combinação de cargas variáveis $\psi_0$ e os coeficientes de ponderação da resistência $\gamma_{a1}$ e $\gamma_{a2}$ seguem as prescrições dessas normas. | 永久的作用と変動的作用の重み付け係数は、それぞれ $\gamma_g$ 及び $\gamma_q$ 、変動荷重率 $\psi_0$ 、並びに強度重み付け係数 $\gamma_{a1}$ と $\gamma_{a2}$ は上記規格に遵守する。 |
| 82. | <b>4. Aço estrutural, conectores e solda</b>                                                                                                                                                                                                                                       | <b>4. 構造用鋼、接合部及び溶接</b>                                                                                                   |
| 83. | Deverá ser usado aço de padrão estrutural que atenda às normas técnicas da ABNT ou norma ou especificação estrangeira reconhecida internacionalmente.                                                                                                                              | 鋼材は、ABNT 規格または、国際的に認証されている海外の規格や規定に適合する構造用規格鋼を使用する。                                                                      |
| 84. | Para aços que não se enquadrem nas normas técnicas ABNT ou norma ou especificação estrangeira reconhecida internacionalmente, será necessária a qualificação completa por meio de ensaios de laboratório.                                                                          | ABNT 規格または国際的に認証されている海外の規格や規定以外の鋼材に関しては、実験室における材料試験によって適正な性能を有していることを認定する必要がある。                                          |
| 85. | Parafusos de alta resistência padrão estrutural ASTM A325 ou A490 devem ser adotados, conforme prescrições da NBR 8800:2008. As soldas devem, igualmente, seguir as prescrições das normas ABNT.                                                                                   | NBR8800 : 2008 が定める規格に準じて、構造用規格高力ボルト ASTM A325 または A490 を採用する。溶接は同じように ABNT 規格の定めに従うものとする。                               |
| 86. | Para os casos de soldagem no local da obra, uma vez que fica em áreas montanhosas e de difícil acesso, é necessário atenção especial para as condições do canteiro de obras e os requisitos para a execução da solda.                                                              | 現地にて溶接を行う場合、山間部で道路アクセスが困難な場所にあるため、溶接実施条件と工事現場に状況に留意する必要がある。                                                              |
| 87. | Deve ser considerada a qualificação da mão de obra e a necessidade de inspeção das soldas executadas, além da possibilidade de realização de testes de integridade e qualidade da solda executada, quando for julgado necessário pela fiscalização do processo de soldagem.        | 溶接に関して、労働者の資格及び完成品検査の必要性を考慮するほか、溶接プロセスの監査担当が必要と判断された場合に、溶接の健全と品質試験を行うことも検討する。                                            |
| 88. | Essa recomendação se aplica a todo tipo de solda, seja de filete ou de penetração, conforme ilustrado na Figura 5.4.                                                                                                                                                               | この事項は、図 5.4 に示されるように、すみ肉溶接及び突き合わせ溶接を含む溶接全種類に適用される。                                                                       |
| 89. | Figura 5.4 Tipos de solda: de penetração e de filete                                                                                                                                                                                                                               | 図 5.4 溶接の種類→突き合わせ溶接とすみ肉溶接                                                                                                |

|      |                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                     |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 90.  |                                                                                                                                      |  |
| 91.  | <b>5. Espessura de corrosão</b>                                                                                                                                                                                        | <b>5. 腐食しろ</b>                                                                      |
| 92.  | A corrosão reduz a espessura da seção útil das peças de aço.                                                                                                                                                           | 腐食は鋼材の有効断面厚を低減させる。                                                                  |
| 93.  | De forma a garantir a durabilidade da barreira permeável, no projeto se deve definir a espessura de corrosão e considerá-la no dimensionamento das seções.                                                             | 透過型堰堤の耐久性を確保するために、腐食しろを設定し、断面設計の際に腐食しろを考慮する。                                        |
| 94.  | (A camada de corrosão deve ser admitida de 0,5mm de cada lado, exceto na presença de rios ácidos.                                                                                                                      | (採用する腐食しろは、酸性河川を除き片面 0.5mm とする。                                                     |
| 95.  | Nestes casos para a estimativa da perda de volume do aço se faz necessário efetuar estudos específicos.)                                                                                                               | 酸性河川の場合に、鋼材量の欠損を推定するために特定の検討が必要になる。)                                                |
| 96.  | (1) Espessura de corrosão                                                                                                                                                                                              | (1) 腐食しろ                                                                            |
| 97.  | A camada de corrosão deve ser admitida de 0,5mm de cada lado, exceto para os rios ácidos, para os quais é necessário estudo específico do efeito da corrosão na perda de volume de aço.                                | (1) 腐食しろは、酸性河川を除き片面 0.5mm とするが、鋼材量の欠損を推定するため特定の検討が必要になる酸性河川の場合を除く。                  |
| 98.  | Em linhas gerais, é melhor evitar a instalação de estruturas de barreiras permeáveis em rios ácidos.                                                                                                                   | 一般に透過型構造物は、酸性河川を避けて設置している場合が良好である。                                                  |
| 99.  | Em condições normais, mesmo em instalações com mais de 20 anos, tem-se, na maioria dos casos, ainda a pintura preservada, apresentando apenas corrosão superficial, sendo que o avanço da corrosão é inferior a 0,1mm. | 通常の中でも、設置から 20 年以上経過している施設で、表面腐食程度で塗装が残っている場合が大半であり、腐食の進行は 0.1mm 以下である。             |
| 100. | Estudos sobre a vida útil dessas estruturas são analisadas em “Velocidade de corrosão por ano, conforme a corrosão ambiental/ espessura de corrosão de projeto”.                                                       | 設計耐用年数に関する検討は、「設計腐食しろ/腐食環境に応じた年間腐食速度」で分析されている。                                      |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                              |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 101. | Logo, se a espessura de corrosão for considerada 0,5mm, pode-se garantir uma vida útil de 50 a 80 anos, correspondendo à vida útil das estruturas convencionais de engenharia civil.                                                                                      | よって、腐食しろ 0.5mm なら、一般の土木構造物の耐用年数である 50 年～80 年程度は保証されることになる。                                   |
| 102. | Tendo como premissa que a estrutura (i) esteja localizada em ambiente isento de agentes agressivos que acelerem o processo de corrosão e (ii) não é localizada em rios ácidos, pode-se definir a espessura de corrosão de 0,5mm de cada lado.                             | 構造物が、(1) 攻撃要因（害をもたらせる要因）によって腐食を加速させる環境にないこと、そして (2) 酸性河川でないことを前提として、片面 0.5mm の腐食しろを設けることとする。 |
| 103. | Nas faces internas dos tubos de aço, que são vedados e tem-se evitado o contato com o oxigênio, pode-se desconsiderar o avanço da corrosão.                                                                                                                               | 密閉された鋼管内面では、酸素の供給が途絶えるので、腐食の進行はないものとしてよい。                                                    |
| 104. | Medições prévias do pH da água escoada e do valor de resistência relativa do terreno, permitirão verificar se a estrutura está ou não em área propensa à corrosão severa.                                                                                                 | 流水 pH の事前測量及び土の比抵抗値によって、構造物が、深刻な腐食が進行する傾向のある地域に設置されているかどうか確認できる。                             |
| 105. | Note-se que no solo há bactérias que promovem o avanço da corrosão, efeito normalmente desconsiderado.                                                                                                                                                                    | なお、土壌内には錆進行を促進させるバクテリアもあるが、通常は無視されている効果である。                                                  |
| 106. | Vale destacar que em rios ácidos, com pH de 4 ou menor, em terreno de fundação argiloso, com valor relativo de resistência do solo menor que 20 mΩ, deve-se considerar medidas outras anticorrosivas, com auxílio de especialistas em corrosão (engenharia de materiais). | なお、pH4 以下の酸性河川や土の比抵抗値が 20Ωm 未満の粘性の基礎地盤では、腐食専門家（材料工学）の支援を受けて、別途腐食対策を検討する。                     |
|      | Figura 5.5 Espessura de corrosão e margem adicional de espessura dos tubos de aço                                                                                                                                                                                         | 図 5.5 鋼管の腐食しろと余裕しろ                                                                           |
| 108. |                                                                                                                                                                                         |          |
| 109. | No Japão, normalmente a experiência com manutenção indica que em estruturas permeáveis enferrujadas a pintura descasca devido ao processo corrosivo.                                                                                                                      | 日本の維持管理経験では、錆びた透過型構造物が腐食過程によって塗装が剥がれるとされている。                                                 |
| 110. | No entanto, é muito raro que esta corrosão se desenvolva na parte interna dos tubos de aço, não se observando redução da espessura aparente da chapa a olho nu.                                                                                                           | しかし、鋼材内部まで錆が進行していることは希で、見た目ほど錆による板厚減はない。                                                     |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                       |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 111. | Para medir o avanço da corrosão existe um equipamento medidor de espessura de chapa, que mede a espessura real, mas, para um julgamento mais simples, por exemplo, pode-se considerar que a corrosão não avançou significativamente se, em outra parte, ainda restar a tinta da pintura. | 腐食の進行を測定するには、実際に板厚を測定する板厚測定器はあるが、簡単な判定として、他の部位に塗装が残っていれば内部まで進行していないと考えてよい。            |
| 112. | Note-se que, após a retenção de um fluxo de detritos, parte da estrutura fica soterrada e não é possível fazer a verificação visual.                                                                                                                                                     | なお、土石流捕捉後土中に埋め込まれている部分は目視では確認できない。                                                    |
|      | Foto 1 Tubo de aço corroído, sem pintura                                                                                                                                                                                                                                                 | 写真 1 腐食した無塗装鋼管                                                                        |
| 114. |                                                                                                                                                                                                         |    |
| 115. | Fonte: SABO & LANDSLIDE TECHNICAL CENTER (2021) :<br>New Edition, Design Handbook for Steel Sabo Structures,<br>Steel Sabo Structures Committee                                                                                                                                          | 出典：一般財団法人 砂防・地すべりセンター（2021）：新編・鋼製砂防構造物<br>設計便覧，鋼製砂防構造物委員会                             |
|      | Foto 2 Barreira Slit No.1, Talvegue 1, Rio Usu (obra concluída em 1979)                                                                                                                                                                                                                  | 写真 2 有珠川 1 号の沢 1 号スリット堰堤(昭和 54 年竣工)                                                   |
| 117. |                                                                                                                                                                                                      |  |
| 118. | Fonte: SABO & LANDSLIDE TECHNICAL CENTER (2021) :<br>New Edition, Design Handbook for Steel Sabo Structures,<br>Steel Sabo Structures Committee                                                                                                                                          | 出典：一般財団法人 砂防・地すべりセンター（2021）：新編・鋼製砂防構造物<br>設計便覧，鋼製砂防構造物委員会                             |



|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                      |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 119. | A Figura 5.6 apresenta um exemplo da relação entre o desempenho da capacidade de carga e o período de serviço do aço em uma amostra exposta.                                                                                                                                                | 図 5.6 に暴露供試体を例とした鋼材の供用期間と耐荷性能の関係を示す。                                                 |
| 120. | O aço pintado, depois de perder a camada superior e a camada inferior da tinta, segue deteriorando na mesma velocidade do material sem pintura.                                                                                                                                             | 塗装された鋼材は、上塗り及び下塗り塗装が完全に消失した後に無塗装の鋼材と同じ速度で劣化が進行する                                     |
| 121. | Essa ilustração indica a diferença entre o grau de avanço da erosão das amostras pintadas e não pintadas.                                                                                                                                                                                   | この図は無塗装と塗装では供試体の腐食進行度合いの違いを表す。                                                       |
| 122. | O efeito anticorrosão da pintura, mesmo em ambientes severos, apresenta vantagens, podendo ser confirmada a expectativa de manutenção do desempenho estrutural e da capacidade de carga por um período mais longo de vida útil do que para estruturas sem proteção de pintura anticorrosão. | 厳しい環境下においても塗装による防錆効果は利点を示し、防錆塗装されていない構造物に比較して、耐荷性能の維持がより長期に期待できることが確認できた。            |
| 123. | Além disso, caso a estrutura apresente pintura preservada, apenas por inspeção visual é possível confirmar que não há redução de espessura.                                                                                                                                                 | また、塗装が残っていれば目視監査だけでも減厚していないことを確かめられる。                                                |
| 124. | Conclui-se que, do ponto de vista da facilidade de manutenção e gestão da estrutura, a proteção com pintura tem importância relevante.                                                                                                                                                      | そのため、維持管理性の観点からみて、塗装による保護は意義があるといえる。                                                 |
|      | Figura 5.6 Relação da capacidade de carga e do período de serviço                                                                                                                                                                                                                           | 図 5.6 供用期間と耐荷性能の関係                                                                   |
| 126. |                                                                                                                                                                                                           |  |
| 127. | <b>6. Margem adicional de espessura do aço</b>                                                                                                                                                                                                                                              | <b>6. 鋼材厚の余裕しろ</b>                                                                   |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                             |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| 128. | É necessário considerar as condições reais do fluxo de detritos para estabelecer a margem adicional na área útil da seção (espessura) do aço, aumentando a segurança da estrutura permeável para danos pontuais ou carregamentos não estimados.                        | 現地の土石流移動実態を考慮して鋼材の有効断面積（厚さ）に余裕しろを設け、想定外の外力や局所的な損傷に対して透過型構造物の安全性を高める。        |
| 129. | (1) A margem adicional da espessura dos tubos de aço que formam o paramento de montante, que recebe o impacto direto do fluxo de detritos, é definida em 3,5mm.                                                                                                        | (1) 土石流の直撃を受ける最上流面を構成する鋼管部材厚の余裕しろは、3.5mm 設けるものとする。                          |
| 130. | (2) A margem adicional de espessura das colunas de tubos de aço das proximidades do bloco de ancoragem, considerando o desgaste provocado pela colisão do cascalho e pelos sólidos finos carreados, é definida em 3,5mm.                                               | (2) 底版付近の鋼管柱の余裕しろは、礫衝突や流砂中の砂礫の摩耗を考慮して 3.5mm 設けるものとする。                       |
| 131. | (3) Depois do preenchimento com sólidos, para os tubos de aço com possibilidade de colisão de blocos que transpassa o topo da estrutura, a margem adicional, a depender da frequência da colisão dos blocos e da posição do tubo, deve ser definida entre 1,5 e 3,5mm. | (3) 満砂後の天端からの越流礫が衝突する可能性のある鋼管部材の余裕しろは、礫の衝突頻度、部材位置などを考慮して 1.5～3.5mm の間で設定する。 |
| 132. | (4) A margem adicional das juntas (flanges aparafusados), a depender da frequência de colisão do bloco, da posição da peça entre outros aspectos julgados pertinentes, deve ser de 1,0mm no lado da colisão dos blocos.                                                | (4) 継ぎ手部の余裕しろ（ボルト付きフランジ）は、礫の衝突頻度、部材位置その他の重要と思われる要素を考慮して礫の衝突側に 1.0mm 設定する。   |
| 133. | As partes de aço podem ter danos pontuais ou deformações no perfil por causa da colisão de blocos, conforme ilustrado na Foto 3.                                                                                                                                       | 写真 3 で示すように、礫衝突による鋼製部材が局所的に断面損傷や断面変形することがある。                                |
| 134. | Adicionalmente, sofrem corrosão com mais facilidade, porque a pintura descasca com o desgaste provocado pelos sedimentos contidos na água que escoam nos períodos de normalidade.                                                                                      | その上、常時流水中に含まれる堆積物により摩耗すると塗装が剥離し錆が発生しやすい。                                    |
| 135. | Este tipo de dano nos tubos de aço e nas juntas, promovido pela combinação de deformações localizadas (amassamentos e rasgos pontuais) e desgaste da superfície, conduz à redução da segurança estrutural.                                                             | 鋼管や継ぎ手に於ける、複合の局所変形（へこみと削れ）及び表面摩耗によるこのような損傷は構造物安全性の低下に繋がる。                   |
| 136. | Por essa razão, o dimensionamento dos tubos de aço que formam a estrutura permeável deve considerar a margem adicional de espessura, tendo em vista que a as deformações localizadas por impacto dos detritos é difícil de ser estimada.                               | 従って、礫の衝突に伴う局所変形が想定困難であることから透過部を構成する鋼管の設計では鋼管厚の余裕しろ考慮する。                     |
| 137. | Considera-se, portanto, as condições reais do fluxo de detritos no local e inclui-se uma margem adicional à espessura necessária da chapa de                                                                                                                           | 荷重合力により算定された必要板厚に現地の土石流実態を考慮した鋼管板厚の余裕しろを加算することでロバストネスな設計をおこなっている。           |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                     |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|      | <p> aço, calculada para atender as combinações de cargas de projeto, realizando assim um projeto mais robusto.</p>                                                                                                                                                                         |                                                                                     |
| 138. | <p> Presume-se a colisão de blocos nas partes mais a montante e nos pilares próximos à base do bloco de ancoragem, sendo, porém, difícil de prever em quais partes dos vãos do aço reticulado o bloco que sobrepassa pelo topo vai colidir.</p>                                            | <p> 最上流部材や底版根元の柱材は礫衝突を前提としているが、天端から越流する礫が鋼管フレーム内のどこに衝突するか想定することは難しい。</p>            |
| 139. | <p> Ao estabelecer a margem adicional, pode-se manter a segurança para casos de cargas de fluxo de detritos não determinadas, fato que já foi confirmado em eventos reais.</p>                                                                                                             | <p> 余裕しろを設けることで、不確定な土石流荷重に対して安全性を保っている事例が確認されている。</p>                               |
|      | <p> Foto 3 Ranhuras causadas por blocos na parte mais a montante</p>                                                                                                                                                                                                                       | <p> 写真 3 最上流部材の礫による削痕</p>                                                           |
| 141. |                                                                                                                                                                                                           |  |
| 142. | <p> Fonte: SABO &amp; LANDSLIDE TECHNICAL CENTER (2021) :<br/> New Edition, Design Handbook for Steel Sabo Structures,<br/> Steel Sabo Structures Committee</p>                                                                                                                            | <p> 出典：一般財団法人 砂防・地すべりセンター（2021）：新編・鋼製砂防構造物<br/> 設計便覧，鋼製砂防構造物委員会</p>                 |
| 143. | <p> 6.1 Margem adicional dos tubos de aço que forma o paramento de montante</p>                                                                                                                                                                                                            | <p> 6.1 最上流面を構成する鋼管の余裕しろ</p>                                                        |
| 144. | <p> Os tubos de aço que formam o paramento de montante, tendem a receber o impacto direto do fluxo de detritos, devem ter uma margem adicional de espessura de 3,5mm.</p>                                                                                                                  | <p> 土石流の直撃を受けやすい最上流面を構成する鋼管部材は、板厚の余裕しろを 3.5mm 設けるものとする。</p>                         |
| 145. | <p> Como as partes mais a montante da barreira permeável recebem diretamente o impacto dos blocos gigantes e troncos carregados que formam a cabeça do fluxo de detritos, são adotados tubos de aço que atendam a essa condição, independentemente da direção de colisão dos detritos.</p> | <p> 透過型堰堤の部材は、土石流のフロント部を構成する巨礫や流木の直撃を受けるため、それらがどの方向から衝突しても対応できるよう鋼管を採用している。</p>     |



|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                  |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 146. | Dependendo do formato do bloco, pode ocorrer a concentração de carga em uma área muito reduzida, provocando afundamentos ou ranhuras.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 礫の形状によっては局所的に集中荷重が作用し、へこみや削れが生じる可能性がある。                                                                                                                                          |
| 147. | Por essa razão, quanto maior a espessura da chapa de aço da parte mais a montante, menor será a degradação da resistência estrutural causada por deformações de geometria (forma) com distribuição incerta.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | このため、最上流部材の板厚は厚いほど、これらの不確定な断面形状の変化による耐力劣化を抑えることができる。                                                                                                                             |
| 148. | Referência<br>A foto 3 apresenta uma ranhura decorrente de colisão em um tubo de aço. Normalmente, a colisão do bloco rochoso provoca o afundamento do tubo, mas neste caso como a espessura da chapa do tubo de aço era grossa, com 22mm, o tubo não afundou com o impacto. Quando a espessura da chapa das peças de aço posicionadas mais a montante é grossa, não ocorre a deformação por afundamento e o formato do tubo é mantido, não havendo redução na capacidade de carga. Porém considerando-se possíveis perdas de seção decorrente das colisões, deve-se garantir uma margem adicional de 3,5mm. | 【参考】<br>写真 3 は、礫衝突によって鋼管に削れが生じたものである。通常、鋼管は礫衝突により凹むが、この鋼管の板厚は 22mm と厚く、礫の衝突によって凹みは生じなかった。最上流の鋼管部材の板厚が厚いと鋼管は凹まず形状を維持しているため、耐荷力の低下は見られないが、礫衝突により断面欠損を考慮して 3.5mm の余裕しろを確保しなければならない。 |
| 149. | 6.2 Margem adicional dos pilares de tubo de aço nas proximidades do bloco de ancoragem                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 6.2 底版近傍の鋼管柱材の余裕しろ                                                                                                                                                               |
| 150. | Para as partes próximas ao bloco de ancoragem expostas à água que escoa sob condições normais, estabelece-se uma margem adicional de espessura de 3,5mm, considerando tanto o desgaste provocado pelo material carregado pela água, como o impacto dos detritos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 常時流水に曝される底版近傍の部材は、礫衝突や流砂中の砂礫の摩耗を考慮して板厚の余裕しろを 3.5mm 設けるものとする。                                                                                                                     |
| 151. | Porém, pode-se reduzir a margem adicional até 1,5mm nos casos em que sejam adotadas medidas que mitiguem os danos ou desgastes, ou que não exponham essas partes dos tubos de aço à água que escoa em períodos de normalidade.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | ただし、鋼管部材が常時流水に曝されない対策を施したり、摩耗や損傷を緩和する対策を施した場合には余裕しろを 1.5mm まで低減してもよい。                                                                                                            |
| 152. | Os tubos da barreira permeável são pintados, mas o material fino que escoa pelo topo da parte não permeável (bloco de ancoragem), muitas vezes provoca o descascamento da tinta da base dos tubos de aço.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 透過型堰堤の鋼管は塗装しているが、不透過部（底版コンクリート）の天端を流下する砂礫によって根元の鋼管の塗装が剥がれる場合が多い。                                                                                                                 |
| 153. | Referência<br>A Foto 4 apresenta a base de tubo de aço, indicando que o desgaste junto ao bloco de ancoragem foi severo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 【参考】<br>写真 4 は、摩耗が激しかった鋼管根元でを示す。                                                                                                                                                 |
| 154. | No caso em questão, o desgaste foi promovido pelo escoamento da água em condições de normalidade.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | この場合は、常時流水による摩耗である。                                                                                                                                                              |

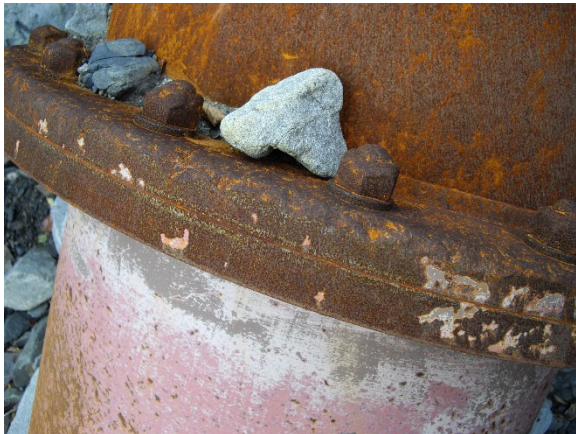
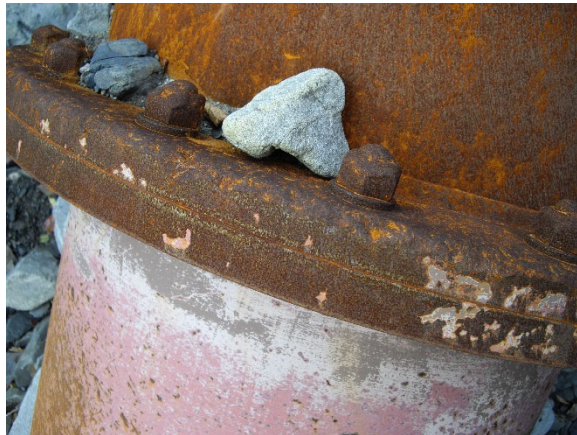
|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                           |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 155. | No caso da barreira permeável apresentado na Foto 4, a espessura da chapa destes tubos de aço foi projetada em 22mm ( $D/t < 40$ , margem adicional adotada de 3,5mm).                                                                                                                                                                                                      | 写真 4 が示す透過型堰堤では、鋼管の板厚は 22mm ( $D/t < 40$ , 採用した余裕しろは 3.5mm) として設計されていた。                                                                   |
| 156. | Esta barreira tem 10 anos de construída, e a redução de perfil causada pelo desgaste no comprimento do tubo como um todo foi insignificante, chegando a menos de 0,1mm.                                                                                                                                                                                                     | この堰堤は完成から 10 年が経過しているが、摩耗による断面低減は僅か (0.1mm 以下) であった。                                                                                      |
| 157. | Isso se deve ao fato de o próprio material aço ser resistente ao desgaste, somado ao formato circular do perfil, permitindo que o material fino contorne suavemente a superfície dos tubos de aço, dificultando o desgaste.                                                                                                                                                 | これは、鋼材自体が耐摩耗性材料であることに加え、断面が円形であることから流水中の砂礫は鋼管をスムーズに流下するため、結果として摩耗されにくくなっているためである。                                                         |
| 158. | Outros levantamentos de campo de barreiras permeáveis, com espessura da chapa dos tubos de aço que formam paramento de montante variando de 19 a 22mm ( $D/t < 40$ , margem adicional adotada de 3,5mm), não havendo registro de casos de desgaste extremo causado pelo material carregado em regime normal.                                                                | 他の現地調査から最上流面を構成する鋼管部材の板厚は 19～22mm ( $D/t < 40$ , 採用された余裕しろは 3.5mm), 常時流水中の砂礫で極端に摩耗した例は見受けられない。                                            |
| 159. | Assim, caso utilizemos tubos de aço de seção circular, pode-se considerar que o desgaste causado pelos blocos é de pequena monta.                                                                                                                                                                                                                                           | このことから、円形断面の鋼管を使用した場合、砂礫による摩耗の影響は小さいものと考えてよい。                                                                                             |
| 160. | Nos casos em que os blocos contidos no fluxo de detritos sobrepõem a superfície de retenção e colidem com a base dos pilares de aço no lado a jusante causam deformações consideráveis.                                                                                                                                                                                     | 土石流中の礫が最上流の捕捉面を越流し、下流側の鋼管柱根元に衝突することによって、主要な変形を生じさせることがある。                                                                                 |
| 161. | A Foto 5 é um exemplo de tubo de aço deformado pela colisão de blocos nas proximidades do bloco de ancoragem.                                                                                                                                                                                                                                                               | 写真 5 は、底版近傍の鋼管柱が礫衝突によって変形した事例である。                                                                                                         |
| 162. | No exemplo apresentado, os tubos de aço foram projetados com a espessura de chapa de 12,7mm ( $D/t < 80$ , margem adicional adotada de 1,5mm) e os danos apresentados na Foto 6 indicam que, próximo do bloco de ancoragem (i) a influência do desgaste causado pelo bloco é pequena, mas, (ii) para a colisão do bloco, a espessura adicional de 1,5mm não foi suficiente. | この事例では、鋼管は板厚 12.7mm ( $D/t < 80$ , 採用された余裕しろは 1.5mm) として設計されていたが、写真 6 に紹介する損傷から、底版近傍で砂礫による摩耗の影響は小さいが、礫衝突に対しては摩耗しろ 1.5mm では十分ではないことを示している。 |
| 163. | As regiões dos tubos de aço próximas ao bloco de ancoragem transmitem empuxo e do fluxo de detritos para a base de concreto.                                                                                                                                                                                                                                                | 底版近傍の鋼管柱は、土石流や土圧を底版コンクリートに伝達する。                                                                                                           |
| 164. | Quando ocorrem deformações localizadas e/ou danos na geometria da seção nessa região dos tubos de aço, as condições de segurança estrutural podem ser severamente afetadas.                                                                                                                                                                                                 | 鋼管のこの部分が局所変形や断面形状の損傷が生じると構造安全性条件が極端に影響を受ける可能性がある。                                                                                         |

|      |                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                      |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 165. | Dessa forma, da superfície do bloco de ancoragem até a altura da onda do fluxo de detritos, é adequado estabelecer a margem adicional de 3,5mm para os tubos, tal como sugerido para os tubos localizados a montante. | したがって、底版表面から土石流波高程度までは、最上流部材と同程度の余裕しろ 3.5mm を設けた方が妥当である。                             |
|      | Foto 4 Superfície do bloco de ancoragem e estrutura de aço, com fluxo constante de água nos períodos de normalidade                                                                                                   | 写真 4 常時流水を受けている底版コンクリートの表面と柱根元                                                       |
| 167. |                                                                                                                                      |   |
| 168. | Fonte: SABO & LANDSLIDE TECHNICAL CENTER (2021) : New Edition, Design Handbook for Steel Sabo Structures, Steel Sabo Structures Committee                                                                             | 出典：一般財団法人 砂防・地すべりセンター（2021）：新編・鋼製砂防構造物設計便覧，鋼製砂防構造物委員会                                |
|      | Foto 5 Danos severos por afundamento nos tubos de aço a jusante, próximo ao bloco de ancoragem                                                                                                                        | 写真 5 底版近傍の柱根元のへこみによる重大損傷                                                             |
| 170. |                                                                                                                                     |  |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 171. | Fonte: SABO & LANDSLIDE TECHNICAL CENTER (2021) : New Edition, Design Handbook for Steel Sabo Structures, Steel Sabo Structures Committee                                                                                                                                                                                                                                  | 出典：一般財団法人 砂防・地すべりセンター（2021）：新編・鋼製砂防構造物設計便覧，鋼製砂防構造物委員会                                          |
| 172. | 6.3 Margem adicional das partes onde atuam os blocos que sobrepassam                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 6.3 越流礫が作用する部材の余裕しろ                                                                            |
| 173. | Foram verificados casos em que houve danos significativos causados por quedas de detritos pelo topo, após a barreira ficar cheia de material depositado.                                                                                                                                                                                                                   | 堰堤が満砂して天端からの礫落下により部材が大きく破損する事例も確認されている。                                                        |
| 174. | Por essa razão, a margem adicional da espessura dos tubos de aço que podem ser atingidos por detritos que sobrepassam o topo e colidem com a estrutura a jusante, considerando a frequência dessas colisões, a localização dos tubos e outros fatores, é definida entre 1,5 e 3,5 mm.                                                                                      | このため，満砂後の天端からの越流礫が下流構造物に衝突する可能性のある鋼管部材の余裕しろは，衝突頻度、部材位置などを考慮して 1.5～3.5mm の間で設定する。               |
| 175. | Embora seja difícil identificar previamente quais partes serão alvo de colisões severas, os elementos considerados críticos para a segurança estrutural (resistência e estabilidade da estrutura permeável da barragem), especialmente aqueles importantes para manter a geometria dos vãos da estrutura de aço, devem ser dimensionados com espessura adicional de 3,5mm. | どの部材が衝突の対象になるか判断が難しいが，構造物の安全性に主要構造部材（堰堤の透過構造物の強度及び安定）特に鋼管フレームの形状維持に重要な部材は 3.5mm の余裕しろを設けて設計する。 |
| 176. | Finalmente, a fim de garantir a estabilidade da estrutura de aço danificada, é essencial que o projeto estrutural garanta alta redundância.                                                                                                                                                                                                                                | 最後に、破損を受けた構造物の安定性を確保できるように、構造設計が高いリダンダンシーを保証することが肝要である。                                        |
| 177. | Referência<br>A Foto 6 apresenta um caso de danos severos com perda da estrutura de aço a jusante, causados por detritos que sobrepassaram o topo da barreira, depois que esta foi preenchida de material.                                                                                                                                                                 | 【参考】<br>写真 6 は満砂後、天端から越流した礫により部材が大きく損傷し喪失した例である。                                               |
| 178. | Mesmo que os blocos que colidem sejam pequenos, o acúmulo de deformações provoca danos e perdas nos elementos estruturais, podendo fazer com que a estrutura perca suas propriedades originais de projeto.                                                                                                                                                                 | 衝突する礫は小さくても変形が累積すると構造部材は破損、喪失することになり、構造体として設計当時の特徴が成り立たなくなる可能性がある。                             |
| 179. | Sendo assim, mesmo para elementos da estrutura que não sejam do paramento a montante, caso exista a possibilidade de receber o impacto direto dos detritos, deve-se aumentar a espessura da seção como medida preventiva para evitar danos por amassamento causados por colisão.                                                                                           | したがって，最上流以外の構造部材であっても、土石流の越流などにより礫が直撃する可能性がある場合には，礫衝突によるへこみ対策として断面を増厚する。                       |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                     |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 180. | Foto 6 Perda de partes da estrutura de aço a jusante, causada por detritos que sobrepassaram a barreira                                                                                                                                                                                     | 写真 6 堰堤を越流した礫による鋼管構造物の部材喪失                                                          |
| 181. |                                                                                                                                                                                                            |  |
| 182. | Fonte: SABO & LANDSLIDE TECHNICAL CENTER (2021) : New Edition, Design Handbook for Steel Sabo Structures, Steel Sabo Structures Committee                                                                                                                                                   | 出典：一般財団法人 砂防・地すべりセンター（2021）：新編・鋼製砂防構造物設計便覧，鋼製砂防構造物委員会                               |
| 183. | 6.4 Margem adicional das juntas de ligação flangeada                                                                                                                                                                                                                                        | 6.4 フランジ付き継ぎ手部の余裕しろ                                                                 |
| 184. | Embora a margem adicional da espessura das juntas de ligação dependa da frequência de colisão do bloco e da posição da peça, essa espessura adicional é definida uniformemente em 1,0mm no lado da colisão dos blocos, ou seja, exceto na superfície de contato entre as placas flangeadas. | 継ぎ手部の余裕しろは，礫の衝突頻度，部材位置の違いによるが，礫の衝突側、言い換えればフランジプレートの接触面以外を一律 1.0mm で設定する。            |
| 185. | Referência<br>No início das barreiras de estruturas metálicas do Japão, para as juntas de ligação com placa flange, estimava-se que praticamente não havia redução de espessura causada por desgaste ou colisão, não havendo necessidade de margem adicional.                               | 【参考】初期の日本鋼製砂防堰堤では、フランジプレートの継手材については、衝撃や摩耗による減厚のおそれがほとんどないと想定され、余裕しろは不要としていた。        |
| 186. | Nestas peças se considerava 1,5mm como espessura de corrosão.                                                                                                                                                                                                                               | それらの部材に対して腐食しろのみ 1.5mm を考慮していた。                                                     |
| 187. | Entretanto, sobre a placa flange de peça a jusante, como consta na Foto 7, a ação dos detritos danificou o parafuso de junção da ligação flange e                                                                                                                                           | しかし，写真 7 では下流部材のフランジ部についても，礫の作用によりフランジ継手の接合用ボルトが破損し，フランジプレート自体も角が丸くなるほど摩耗した。        |



|      |                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                   |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|      | a própria placa flange desgastou até que sua borda se arredondou pelo desgaste.                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                   |
| 188. | Pode-se observar também estrias causadas pelos detritos que colidiram.                                                                                                                                                                  | 衝突礫による擦痕も見受けられる。                                                                                                                                  |
| 189. | Assim, dependendo da posição da junta de ligação, será necessário adotar uma espessura adicional.                                                                                                                                       | このため、継ぎ手部の位置によっては余裕しろが必要である。                                                                                                                      |
| 190. | Contudo, não se tem identificado casos de deformação da própria placa flange causada por colisão de detritos.                                                                                                                           | しかしながら、礫が衝突してもフランジプレート自体が大きく変形した事例はない。                                                                                                            |
| 191. | Caso haja danos nos parafusos, essas peças são trocadas.                                                                                                                                                                                | ボルトが損傷した場合、その部材を取り替えることになる。                                                                                                                       |
| 192. | Baseando-se nessa experiência, considera-se que seria adequada uma margem adicional de 1,0mm no lado de colisão dos blocos, ou seja, exceto na superfície de contato entre as placas flangeadas.                                        | その経験から、余裕しろを礫の衝突側、言い換えればフランジプレートの接触面以外に 1.0mm 設けることが妥当と考える。                                                                                       |
| 193. | A Tabela 5.1 apresenta o resumo das indicações para margem adicional de espessura de chapas de aço.                                                                                                                                     | 表 5.1 は、腐食しろ及び板厚の余裕しろのまとめを示す。                                                                                                                     |
|      | Foto 7 Exemplo de dano em junta                                                                                                                                                                                                         | 写真 7 継手部の損傷事例                                                                                                                                     |
| 195. |  <p>Fonte: SABO &amp; LANDSLIDE TECHNICAL CENTER (2021) : New Edition, Design Handbook for Steel Sabo Structures, Steel Sabo Structures Committee</p> |  <p>出典：一般財団法人 砂防・地すべりセンター（2021）：新編・鋼製砂防構造物設計便覧，鋼製砂防構造物委員会</p> |
| 196. | Tabela 5.1 Espessura de corrosão e margem adicional de espessura para os elementos da estrutura de aço                                                                                                                                  | 表 5.1 鋼管構造尾部位に対する腐食しろ及び余裕しろ                                                                                                                       |