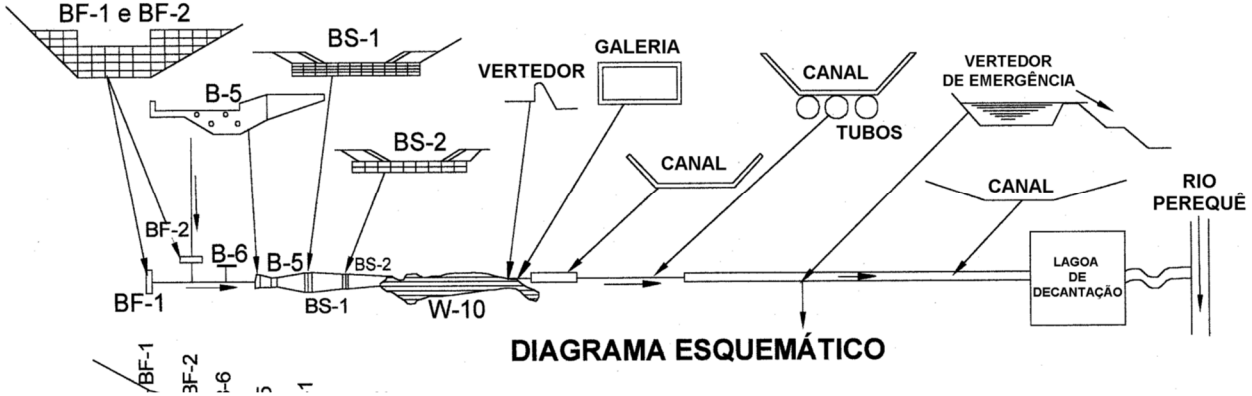
180.	Como podemos observar na figura 3.10, entre as três barreiras, as duas barreiras construídas no canal principal da bacia do Córrego das Pedras são barreiras impermeáveis em concreto e a obra construída no afluente principal é uma barreira com vãos de concreto (permeável).	図－3.10 に示すように 3 基の砂防ダムの内 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篭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 carreados 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 ㎥/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 ㎥/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

表－3.2 堤体及び水通の形状

194.

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 destruiç
1988	4	?	0.5	14	Gabião	1992
1993	7	?	1	21	Gabião	1994
2003	16	32	5	25	Concreto	Não hou

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	蛇篭	1992
1993年	7	?	1	21	蛇篭	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

表－3.3 B-5 堰堤の水通しの流下能力

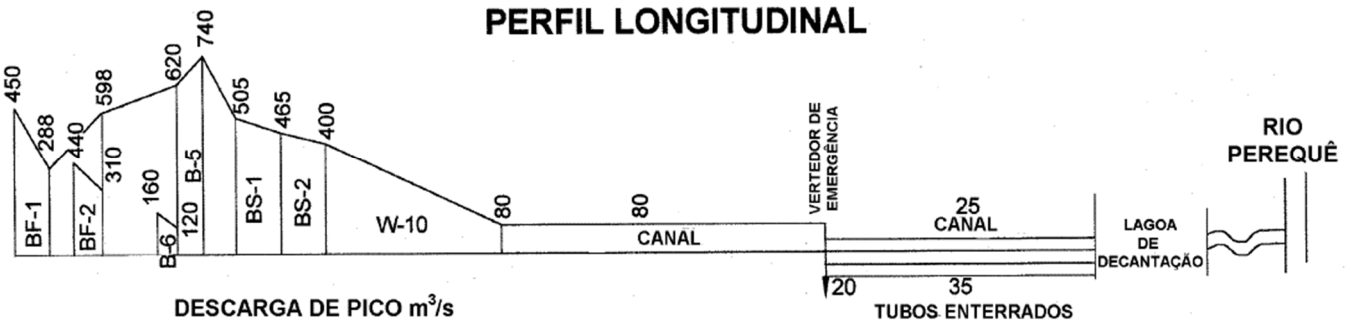
196.

Ano de construção	B1(m)	b2(m)	B2(m)	h(m)	C	Capacidade de escoamento das cheias (fórmula de transbordamento)		Capacidade de escoamento do Fl (Fórmula de Manni	
						Q(m³/s)	Taxa de aumento da capacidade	Q(m³/s)	Taxa de aumento capacida
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（㎥/s）	拡大率	Q（㎥/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(m³/seg)	図－3.11　1994 年に Pedras 川で発生した土石流ピーク流量（㎥/sec）
193.		
194.	Fonte : Faiçal 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[ii], 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 [2)]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
Área da bacia	A	㎢	2,64
Coeficiente do escoamento	Kf1		0,85
Precipitação diária	h24	mm/day	248
Coeficiente do cálculo do tempo de concentração da cheia	Kp1		120
Intensidade do volume de chuva efetiva	Pe	mm/hr	54,9
Vazão de pico das cheias	Qp	㎥/s	40
Vazão de projeto	Q	㎥/s	60
Inclinação do leito do canal	θ	°	6
Capacidade de concentração de sólidos depositados no leito do canal	C*		0,6
Concentração de sólidos grosseiros	σ		2,6
Concentração de lama	ρ		1,2
Ângulo de atrito interno do material sólido depositado	φ	°	35
Concentração de sólidos do FD	Cd		0,3
Vazão de pico do fluxo de detritos (fórmula teórica)	Qps	㎥/s	80

項目	記号	単位	値
流域面積	A	㎢	2.64
流出係数	Kf1		0.85
日雨量	h24	mm/day	248
洪水到達時間算出係数	Kp1		120
有効雨量強度	Pe	mm/hr	54.9
洪水ピーク流量	Qp	㎥/s	40
設計流量	Q	㎥/s	60
河床勾配	θ	°	6
河床堆積物の容積濃度	C*		0.6
礫の密度	σ		2.6
泥水の密度	ρ		1.2
堆積土砂の内部摩擦角	φ	°	35
土石流濃度	Cd		0.3
土石流ピーク流量(理論式)	Qps	㎥/s	80

203.	(2) Vazão de pico do fluxo de detritos calculada pelo volume de sólidos carreados	(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 carreados 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 carreados 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 6º e a do leito do afluente principal, que o encontra a 150m a montante, é de 15 º.	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[i] foi adotada inclinação de 15 º.	参考文献[1)] の論文では 15°を採用している。
208.	Através desse método, o pico do volume dos sólidos carreados 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 carreados

Item	Símbolo	Unidade	Inclinação canal principal	Inclinação do afluente
Cálculo da concentração do fluxo de detritos *Cd*				
$Cd=\rho tg\theta/(\sigma-\rho)(tg\varphi-tg\theta)$			0,300	0,531
Capacidade de concentração dos sólidos depositados (=1-n)	C*		0,6	0,6
Concentração dos sólidos grosseiros 2.600kg/m3 (25,50kN/m3)	σ		2,6	2,6
Concentração da lama 1.200kg/m3 (11,77kN/m3)	ρ		1,2	1,2
Ângulo de atrito interno do material sólido depositado Aprox. 30° a 40°, porém, comumente 35°	φ	°	35	35
Inclinação do leito do canal (média entre o ponto de referência até aprox. 200m a montante)	θ	°	6	15
Concentração do fluxo de detritos (0,3≤Cd≤0,54(= 0,9C*))	C_d			
Cálculo do volume potencial de material transportável pelas chuvas (= volume estimado de sólidos carreados) *Vdy2*				
$Vdy2=10^3\cdot Pp\cdot A/(1-n)\cdot(Cd/(1-Cd))\cdot Kf2$			81,637	216,048
$Kf2=0,05(\log A-2,0)2+0,05$			0,175	0,175
Taxa de recorrência de chuva de projeto precipitação de 24h	Pp	mm/day	248	248
Taxa de porosidade dos sólidos depositados (0,4)	n		0,4	0,4
Área da bacia hidrográfica	A	km2	2,64	2,64
Cálculo da vazão de pico do fluxo de detritos *Qsp*				
$\sum Q=C*\cdot Vdqp/Cd$			163,275	243,921
$Qsp=0,002\times\sum Q$ (m^3/sec)			326,5	487,8

表－3.5 流出土砂量から求めた土石流ピーク流量

項目	記号	単位	本川勾配	支川勾配
土石流濃度の計算 *Cd*				
$Cd=\rho\tan\theta/(\sigma-\rho)(\tan\phi-\tan\theta)$			0.300	0.531
堆積土砂の容積濃度 (＝1－n)	C*		0.6	0.6
礫の密度 2,600kg/m3 (25.50kN/m3	σ		2.6	2.6
泥水の密度 1,200kg/m3 (11.77kN/m3)	ρ		1.2	1.2
堆積土砂の内部摩擦角 30~40° 程度で一般に35°	φ	°	35	35
渓床勾配 (計画地点から概ね上流200m間の平均)	θ	°	6	15
土石流濃度 (0.3≤Cd≤0.54(= 0.9C*))	C_d			
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
$Kf2=0.05(\log A-2.0)2+0.05$			0.175	0.175
計画規模の年超過確率の降雨量 24時間雨量	Pp	mm/day	248	248
堆積土砂の空隙率 (0.4)	n		0.4	0.4
流域面積	A	km2	2.64	2.64
土石流ピーク流量の算出 *Qsp*				
$\Sigma Q=C*\cdot Vdqp/Cd$			163,275	243,921
$Qsp=0.002\times\Sigma Q$ (m^3/sec)			326.5	487.8

210.

211. (3) Validação da capacidade de escoamento do vertedouro

(3) 水通し流下能力の検証

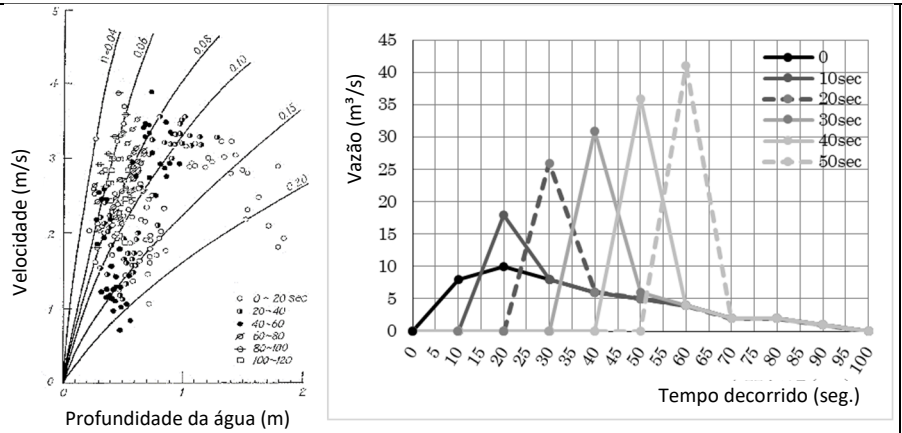
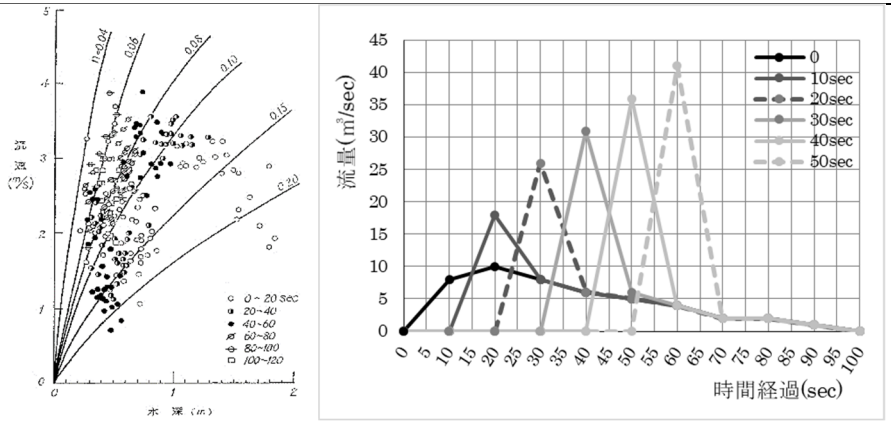
212. O vertedouro construído em 1993 possuia uma capacidade de escoamento próxima à vazão de pico do fluxo de detritos calculada pelo volume da chuva, no entanto, não conseguiria escoar a vazão de pico do fluxo de detritos calculada pelo volume de sólidos carreados.

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 possuia a capacidade de escoar a vazão de pico do fluxo de detritos calculada pelo volume de sólidos carreados.	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 carreados, 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.		
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

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 (m^3/seg)	
				Q （m^3/s)	Q （m^3/s)	Calculado pelo volume de chuva	Calculado pelo volume de sólidos carreados
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（m^3/sec）	
				Q （m^3/s）	Q （m^3/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		

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, Nº4	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, Faiçal, Cruz, P. T., Kanji, M. A.:“Debris flows” em Cubatão-SP: danos em instalação industrial e em barragens-gabião	1) Massad, Faiçal, 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, Nº4	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, Nº4
233.	**2. Solicitações de Projeto**	**2. 設計荷重 （直訳：設計に求められる荷重）**
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.

240. 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

241. 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
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

条件	土石流時	堆砂のない洪水時	満砂時
堰堤高 15m 未満	堰堤自重 静水圧、堆砂土圧、土石流流体力荷重	自重 静水圧	自重 静水圧、堆砂土圧

243. Tabela – 3.8 Cargas utilizadas no cálculo de estabilidade da asa

243. 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
Asa	Peso próprio, hidrodinâmica do fluxo de detritos e maior valor entre as forças de impacto de blocos de rocha e dos troncos carreados		

条件	土石流時	洪水時	満砂時
袖部	自重、土石流流体力 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

245. 2.2 自重

246. O peso próprio da barreira por metro é obtido com a multiplicação do peso específico (kN/m^3) do material usado na construção pela área transversal.

246. 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^3) 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:

247. 1m当たりの堰堤自重算出方法は以下に示す。

248. $W_i = \gamma_c \times A_i$

248. $W_i = \gamma_c \times A_i$

249. Onde:

W_i : Peso próprio do corpo da barreira a cada unidade de largura (kN)

γ_c : Peso específico do concreto (aprox. 22,56 kN/m^3)

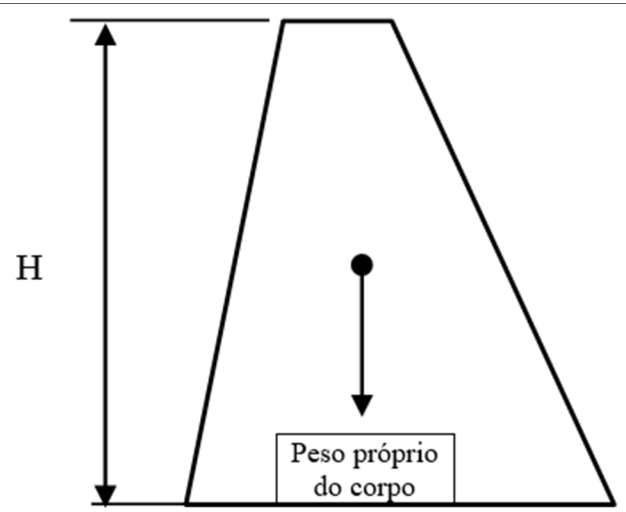
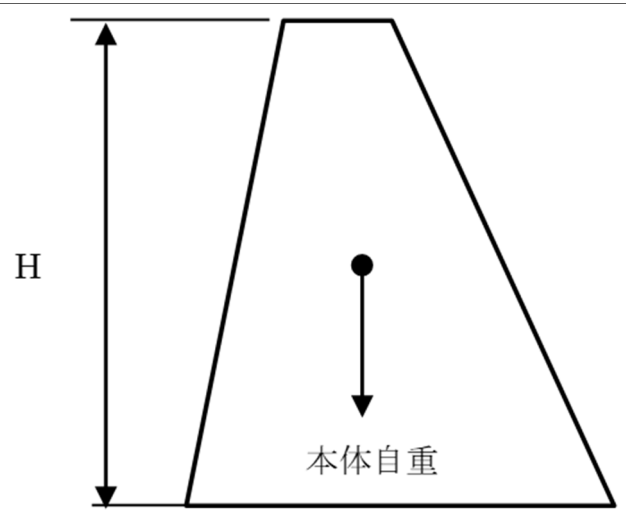
A_i : Volume por unidade de largura do corpo da barreira (m^3)

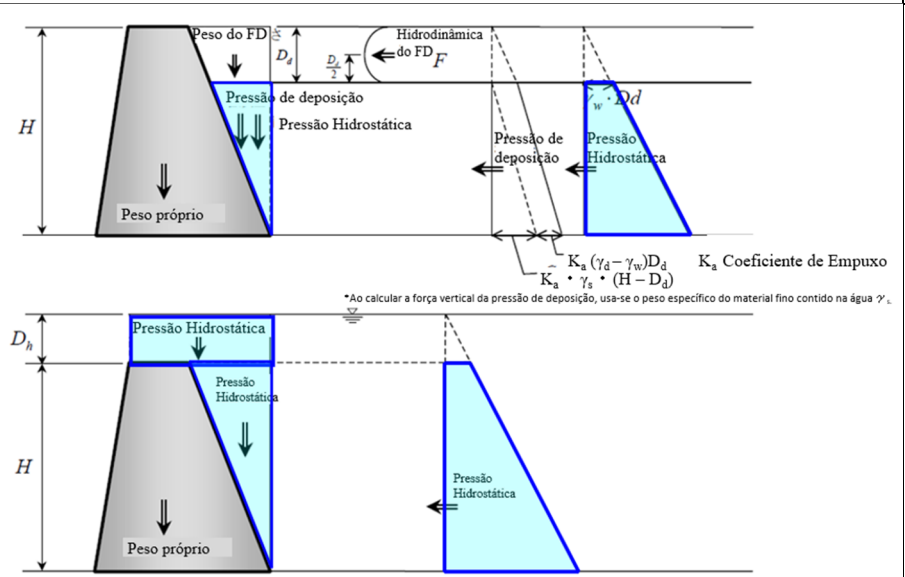
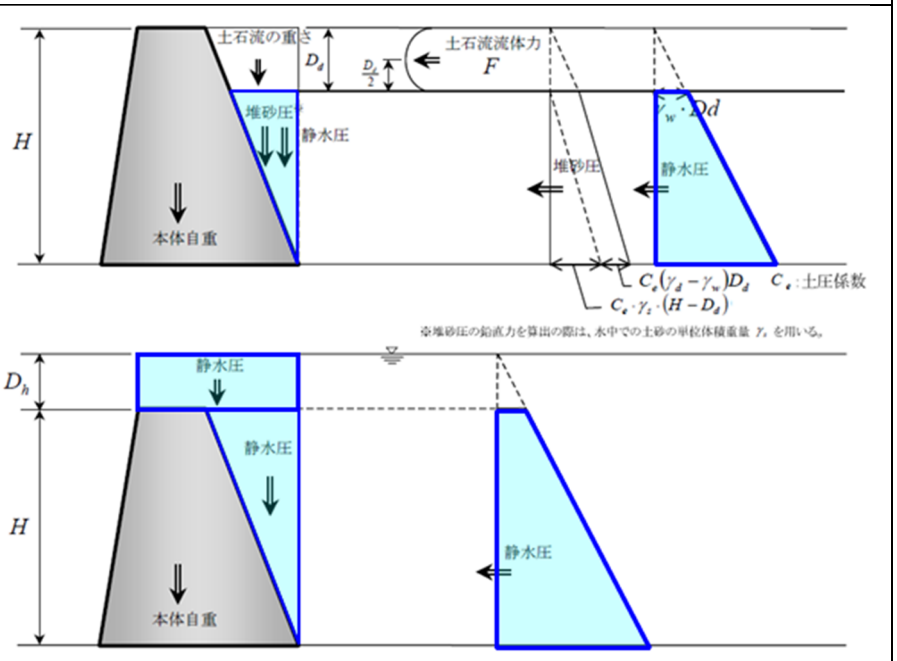
249. ここで、

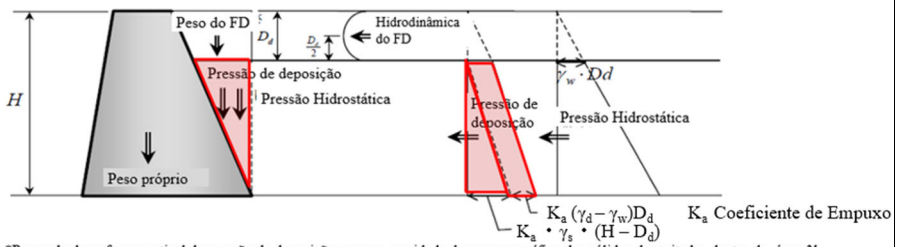
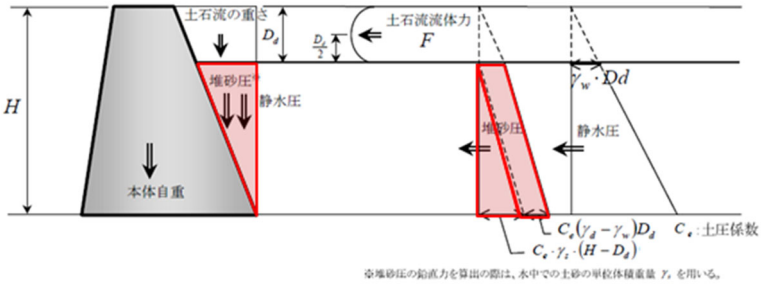
W_i ：単位幅当たりの堰堤堤体の自重（kN）

γ_c ：コンクリートの単位体積重量（22.56 kN/m^3 程度）

A_i ：堰堤の堤体の単位幅当たりの体積(m^3)

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).	洪水時では、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 (Dh) é definida considerando o volume de cheia determinado pelo método racional, multiplicado por 1,5.	水通しの越流水位の位置は (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.	土石流時では、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.	Onde: P　：Pressão hidrostática (kN/m^2) que incide no ponto da altura da lâmina d'água H_w γ_w　：Peso específico da água (quando a altura da barreira for H＜15m usar 11,77kN/m^3) H_w　：Profundidade da água a partir da lâmina d'água em ponto aleatório (m)	ここで、 P　：水深 H_w 点に作用する静水圧（kN/m^2） γ_w　：水の単位体積重量 （堤高 H＜15m の時 11,77kN/m^3 を用いる） H_w　：水面からの任意点の水深（m）
261.	Figura - 3.14 Pressão hidrostática da barreira impermeável (H＜15m、Superior：Condição de fluxo de detritos; Inferior：Condição de cheia)	図 - 3.14 不透堰堤の静水圧（H＜15m、上段：土石流時、下段：洪水時）
262.		
263.	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
264.	2.4 Solicitação do material depositado (empuxo dos sedimentos)	2.4 堆砂の荷重（堆砂土圧）

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.	Onde: σ_{ev} : tensão vertical de deposição (kN/m^2) σ_{eH} : tensão horizontal de deposição (kN/m^2) γ_n : Peso específico do material depositado (kN/m^3) h_e : altura de deposição (m) K_a : Coeficiente de empuxo (de 0,3 a 0,6, comumente usa-se 0,3)	ここで、 σ_{ev}：堆砂圧の鉛直応力 (kN/m^2) σ_{eH}：堆砂圧の水応力 (kN/m^2) γ_n：堆積物の単位堆積重量 (kN/m^3) h_e：堆砂面の高さ (m) K_a：土圧係数 (0.3～ 0.6、一般に 0.3を用いる)
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.	 *Para calcular a força vertical da pressão de deposição usamos a unidade de peso específico dos sólidos depositados dentro da água γ_s	 ※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 γ_t を用いる。

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 γ_s com a seguinte fórmula:	堆砂の水中単位体積重量γ_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.	Onde: γ_{sat} : Peso específico total do material depositado (kN/m^3) γ_d : Peso específico aparente seco do material depositado (kN/m^3) (14,71~17,65kN/m^3 aprox.) γ_w : Peso específico da água (para altura do corpo H<15m: 11,77kN/m^3) n : porosidade dos materiais depositados γs : Peso específico real das partículas sólidas depositadas (kN/m^3) (25,50 kN/m^3 aprox.)	ここで、 γ_{sat} :堆積物の単位堆積総重量 (kN/m^3) γ_d ：堆積物のみ掛け単位堆積重量 (kN/m^3) (14.71～17.65kN/m^3 程度) γ_w ：水の単位体積重量（堤高H＜15m：11.77kN/m^3） n :堆砂空隙率 γs ：堆砂単位堆積実重量(kN/m^3) (25.50 kN/m^3 程度)
277.	(2) Coeficiente de empuxo	(2) 土圧係数
278.	O coeficiente de empuxo pode ser calculado através da fórmula abaixo (0,6 ≥ Ka ≥ 0,3):	土圧係数は、下式から算出できる。(0,6 ≥ Ka ≥ 0,3)
279.	$K_a = \frac{\cos i - \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \varphi}}{\cos i + \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \varphi}}$ $(para\ i = 0, tem - se\ K_a = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi})$	$K_a = \frac{\cos i - \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \varphi}}{\cos i + \sqrt{\cos^2 i - \cos^2 \varphi}}$ ($i = 0$ の場合は $K_a = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi}$)

280. Onde
i : Inclinação de deposição
φ : Ângulo de atrito do sedimento saturado

ここで、
i：堆砂勾配
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.

Material	Estado	Peso Específico 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

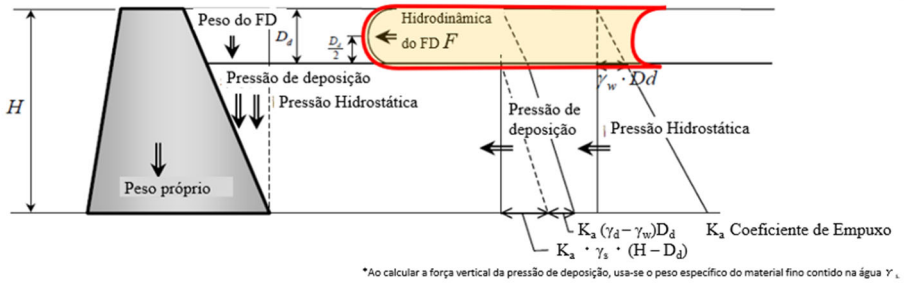
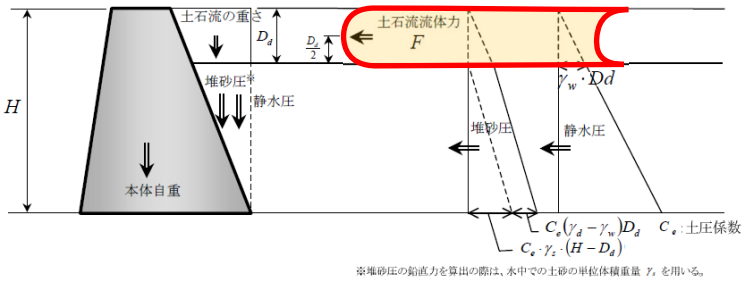
種別	状態	単位体積重量 γ (kN/m³)	内部摩擦角 (Φ°)	備考
礫	―――――	16～25	35～45	
砂礫	―――――	16～22	30～40	
砂	ゆるいもの～ややしまったもの	16～19	28～30	
	適度にしまったもの～しまったもの	17～20	30～36	
	しまったもの～十分にしまったもの	18～21	36～41	
粘土	とてもゆるいもの～ゆるいもの	13～15	5～20	飽和状態
	適度にゆるいもの	17～20		
	十分にしまったもの～固いもの	19～21		
シルト	―――――	13～17	5～15	飽和状態

283. 2.5 Cargas do fluxo de detritos

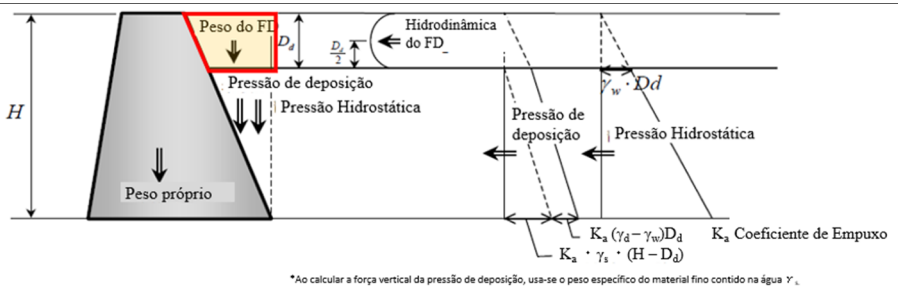
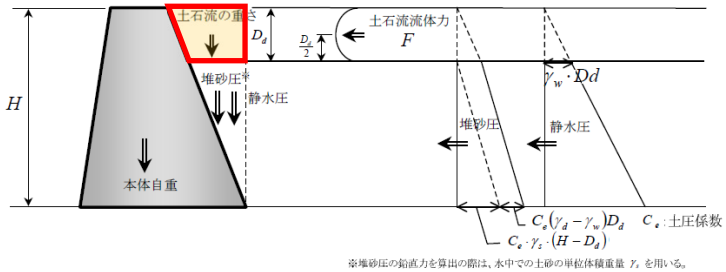
2.5 土石流荷重

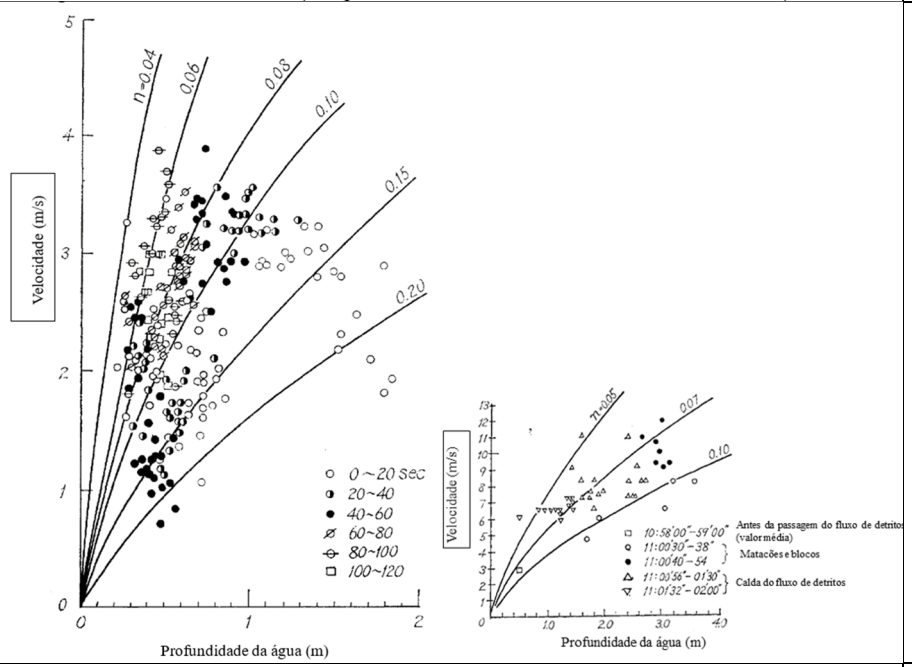
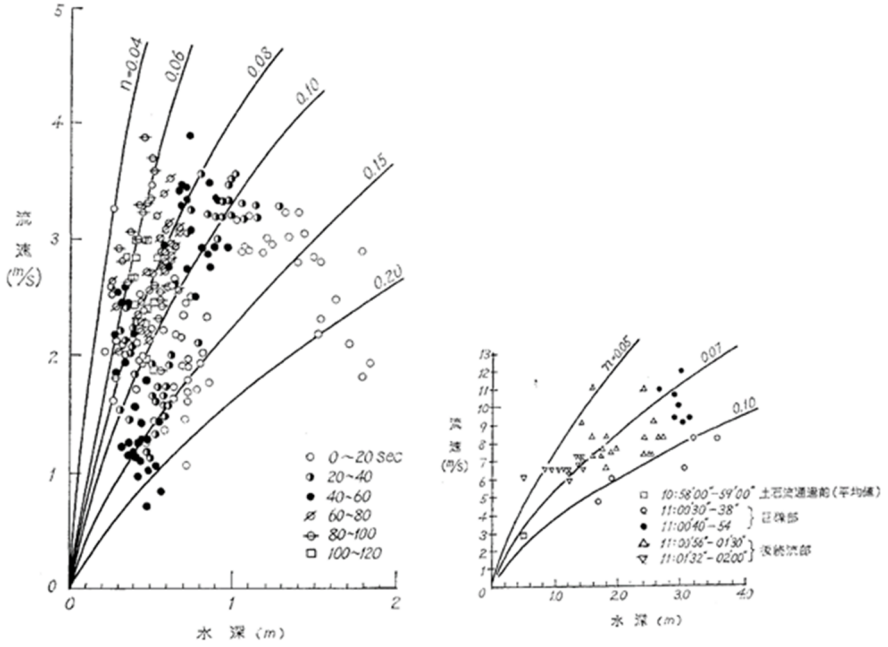
284. 2.5.1 Solicitação hidrodinâmica do fluxo de detritos

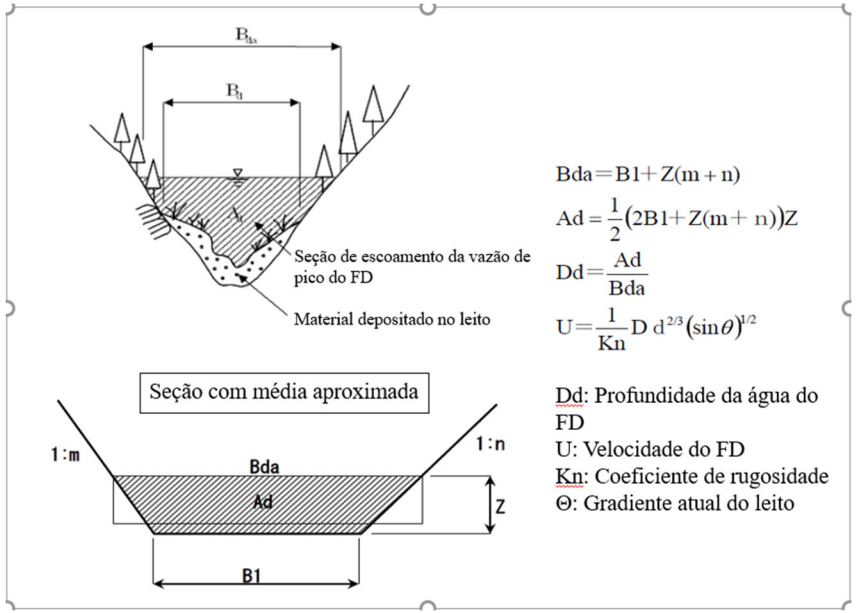
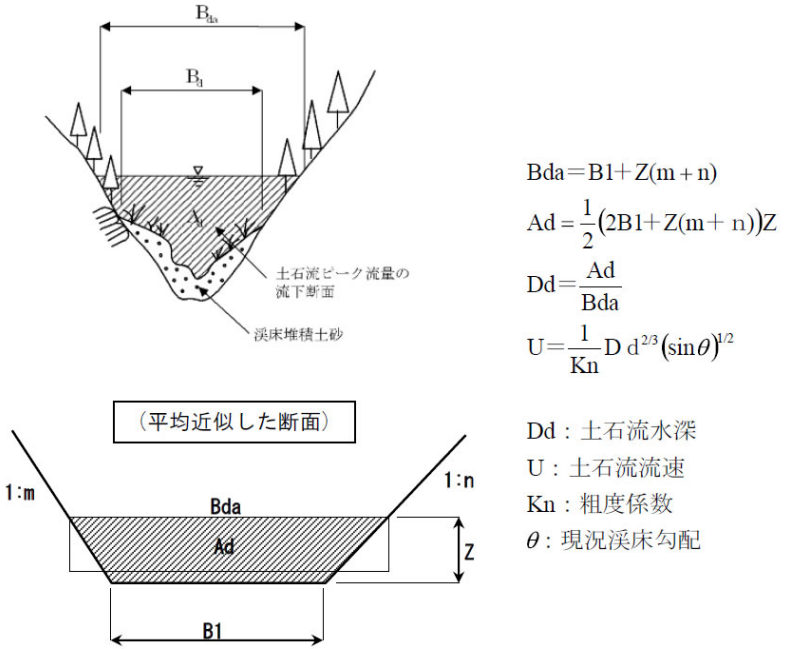
2.5.1 土石流流体力の荷重

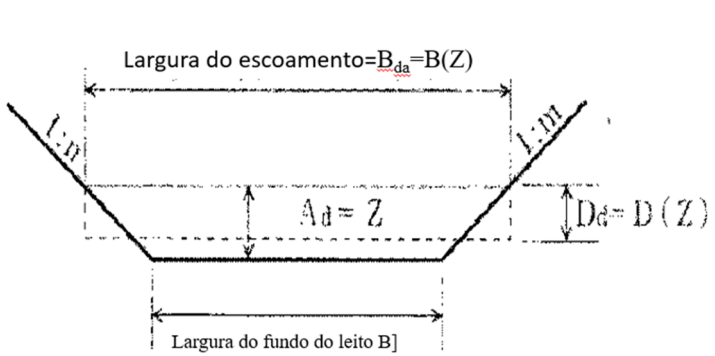
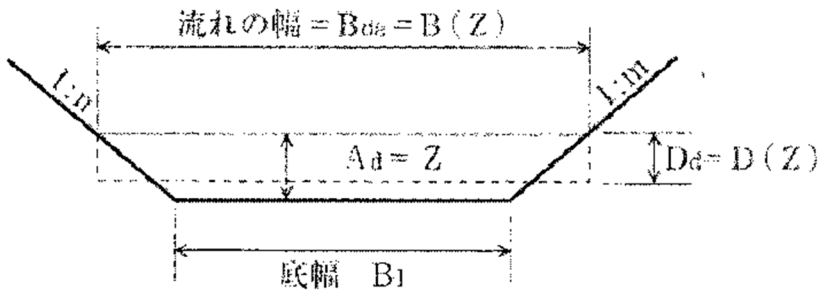
285.	Considerando o caso em que o fluxo de detritos escoa sobre a superfície de deposição, a solicitação hidrodinâmica do fluxo de detritos incide na parte superior do corpo da barreira, sendo estimada a partir da velocidade, profundidade da água e do peso específico do fluxo de detritos.	土石流流体力は、堆砂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 F : Força hidrodinâmica do fluxo de detritos a cada unidade de largura (kN/m) α : Coeficiente (considerar 1.0) γ_{debris} : Peso específico do fluxo de detritos (kN/m^3) g : Aceleração gravitacional (9.81m/s^2) D_d : Altura da componente hidrodinâmica do fluxo de detritos (m) U : Velocidade média do fluxo de detritos no ponto da barreira (m/s)	ここで、 F：単位幅当りの土石流の流体力（kN/m） α：係数 (1.0とする) γ_{debris} ：堆積物の単位堆積重量 (kN/m^3) g ：重力加速度 (9.81m/s^2) D_d：土石流流体力コンポネントの高さ（m） 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 $D_d/2$ (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、$D_d/2$ 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.		

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 (γ_{debris})	（1） 土石流の単位体積重量(γ_{debris})
294.	Usando a fórmula abaixo, podemos calcular o peso específico γ_d do fluxo de detritos.	土石流の単位体積重量γ_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: γs ：Peso específico real das partículas sólidas (25,50 kN/m^3 aprox.) γw ：Peso específico da água (11,77kN/m^3 aprox.) C_d：Concentração do fluxo de detritos	ここで、 γs：固形粒子の単位体積実重量 (25.50 kN/m^3 程度) γw：水の単位体積重量 (11.77kN/m^3 程度) 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: σ_{vd} ：Tensão vertical devido ao fluxo de detritos (kN/m^2) γ_{debris}：Peso específico do fluxo de detritos (kN/m^3) D_d：Altura da componente hidrodinâmica do fluxo de detritos (m)	ここで、 σ_{vd} ：土石流による鉛直力 (kN/m^2) γ_{debris}：土石流の単位体積重量 (kN/m^3) D_d：土石流流体力コンポネントの高さ（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.		
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.	Onde: D_r：raio hidráulico (m) (Dr = Dd : altura da componente hidrodinâmica do fluxo de detritos) θ：Grau de inclinação do leito do canal (°) K_n：Coeficiente de rugosidade (s・m-1/3) (em cursos naturais de talvegues, 0,10)	ここで、 D_r：水理半径 (m) (Dr = Dd：土石流流体力コンポネントの高さ) θ：渓床勾配 (°) K_n：祖度係数 ($s \cdot m^{-1/3}$) (自然河道では、0.10)
307.	[Referência] 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.	[参考] 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。

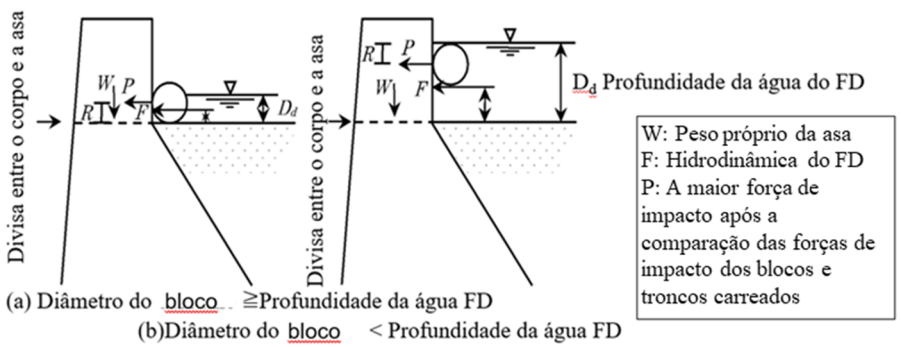
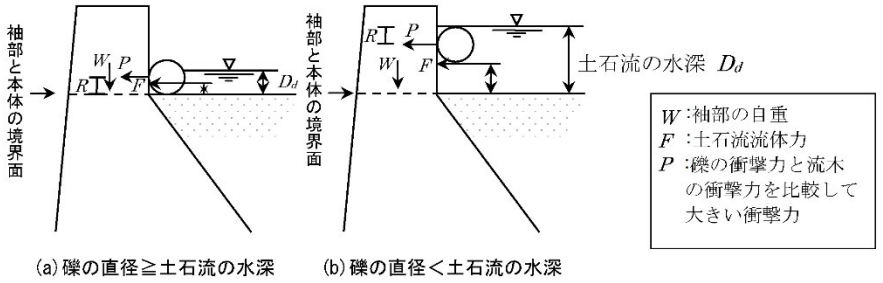
308.	Figura - 3.18 Profundidade da água e velocidade média de escoamento do fluxo de detritos (Esquerda: Yakedake, Direita Namekawa)[11]	図 – 3.18 土石流の水深と平均流速（左：焼岳、右：滑川）[11]
309.		
310.	Fonte：	出典
311.	11 Takahisa Mizuyama, Shinji Uehara: “Análise dos resultados observacionais da profundidade da água e 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 escoa 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_{da}(m) é calculada usando a área da seção do escoamento do fluxo de detritos estimada pela equação abaixo.	流れの幅 B_{da}（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.	Onde: Q_{sp} : Vazão de pico do fluxo de detritos (m^3/s) U : Velocidade média do fluxo de detritos A_d : Área da seção do escoamento da vazão de pico do fluxo de detritos (m^2) B_{da} : Largura da superfície livre do fluxo de detritos (m) (largura do escoamento do fluxo de detritos)	ここで、 Q_{sp} ：土石流ピーク流量(m^3/s) U：土石流の平均流速 A_d：土石流ピーク流量の流下断面積(m^2) B_{da}：土石流の自由表面幅 (m)
317.	Figura － 3.19 Imagem e método de cálculo da seção de escoamento A_d e da largura do escoamento B_{da} do fluxo de detritos A_d	図－3.19 土石流 A_d の流下断面 A_d と流れの幅 B_{da} のイメージと計算手法
318.		
319.	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
320.	O cálculo da velocidade e da profundidade da água do fluxo de detritos deve seguir os passos abaixo:	土石流の流速と水深の算出は、以下の流れで実施する。

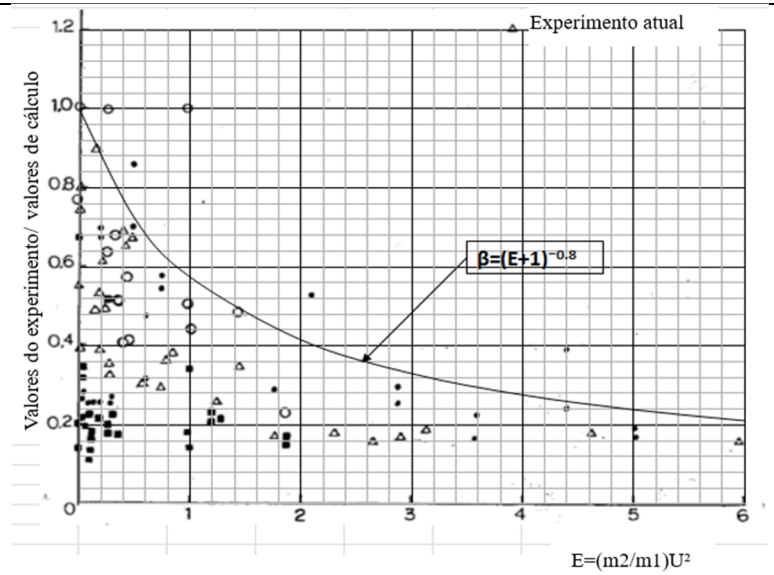
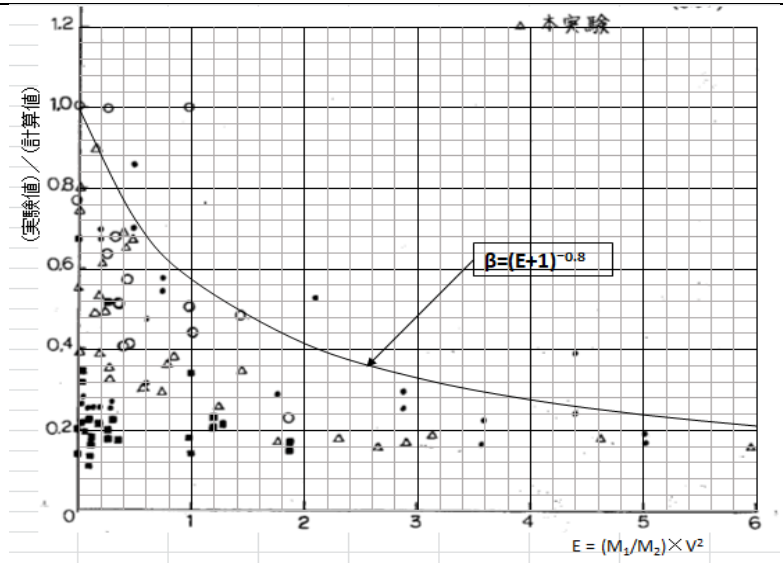
321.	・Defina uma seção representativa a montante do ponto de projeto da barreira, aproximando-a para forma de trapézio, simplificando a topografia de vale da referida seção.	・砂防堰堤計画地点上流の代表的な断面を設定し、当該断面の谷形状を簡略化した台形断面に近似する。
322.	・Como primeira aproximação, use a seção trapezoidal para definir um valor 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.	 Largura do escoamento=B_{da}=B(Z) 1:m 1:m Ad= Z Dd= D(Z) Largura do fundo do leito B]	
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_d, 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_d を算出する。
327.	1. Largura do escoamento B_{da} : $B_{da}=B_1+(m+n)\times Z$ 2. Área da seção do escoamento do fluxo de detritos A_d : $A_d=(B_1+Bd_a)\times Z\times 0.5$ 3. Profundidade da água do fluxo de detritos D_d : $D_d=A_d/B_{da}$ 4. Velocidade do fluxo de detritos U : $U=1/n\times D_d^{2/3}\times \sin\theta^{1/2}$ 5. Vazão do escoamento Q : $Q=U\times A_d$	1.流れの幅B_{da} : $B_{da}=B_1+(m+n)\times Z$ 2.土石流流下断面積A_d : $A_d=(B_1+Bd_a)\times Z\times 0.5$ 3.土石流水深D_d : $D_d=A_d/B_{da}$ 4.土石流流速U : $U=1/n\times D_d^{2/3}\times \sin\theta^{1/2}$ 5.流下流量Q : $Q=U\times A_d$
328.	・Realizam-se cálculos iterativos até que o resultado de Q fique aproximadamente igual à vazão de pico do fluxo de detritos, Q_{sp}.	Q が土石流ピーク流量 Q_{sp} とほぼ同じ結果になるまで繰り返し計算を行う。
329.	Quando $Q \cong Q_{sp}$, D_d será a profundidade da água do fluxo de detritos e U será a velocidade de escoamento do fluxo de detritos	Q≒＞Q_{sp}となった時のD_d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 carreado 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[12], calcula-se a carga de impacto no momento da colisão.	Hertz の接触応力理論 [12] 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[13].	下式 [13] からコンクリート体に対し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.	$P = \beta \cdot n \cdot \alpha^{3/2}$ $n = \sqrt{\frac{16R}{9\pi^2(K_1+K_2)^2}}$ $K_1 = \frac{1-{\nu_1}^2}{\pi E_1} \quad K_2 = \frac{1-{\nu_2}^2}{\pi E_2}$ $\alpha = \left(\frac{5U^2}{4 \cdot n_1 \cdot n}\right)^{2/5}$ $n_1 = \frac{1}{m_2}$ $\beta = (E+1)^{-0.8}$ $\mathrm{E} = \frac{m_2}{m_1} U^2$	$P = \beta \cdot n \cdot \alpha^{3/2}$ $n = \sqrt{\frac{16R}{9\pi^2(K_1+K_2)^2}}$ $K_1 = \frac{1-{\nu_1}^2}{\pi E_1} \quad K_2 = \frac{1-{\nu_2}^2}{\pi E_2}$ $\alpha = \left(\frac{5U^2}{4 \cdot n_1 \cdot n}\right)^{2/5}$ $n_1 = \frac{1}{m_2}$ $\beta = (E+1)^{-0.8}$ $\mathrm{E} = \frac{m_2}{m_1} U^2$

339.	Onde: P：Força de impacto do bloco (**N**) β：Constante experimental α：Deslocamento da compressão decorrente do impacto do bloco (m) R：Raio do bloco (m) K_1，K_2：Constante ν_1：Coeficiente de Poisson do concreto ν_2：Coeficiente de Poisson do bloco E_1：Módulo de elasticidade secante na resistência final do concreto (N/m^2) E_2：Módulo de elasticidade secante na resistência final do bloco (N/m^2) U：Velocidade média do fluxo de detritos (m/s) m_1：Massa do trecho da asa da barreira impactado pelo bloco de rocha, limitado pelas juntas de concreto (kg) m_2：Massa do bloco (kg)	ここで、 P：礫の衝撃力（**N**） β：実験定数 α：礫の衝突による圧縮変位（m） R：礫の半径 (m) K_1，K_2：定数 ν_1：コンクリートのポアソン係数 ν_2：礫のポアソン係数 E_1：コンクリートの終局強度割線弾性係数 (N/m^2) E_2：礫の終局強度割線弾性係数（N/m^2） U：土石流の平均流速（m/ s ） m_1：礫の衝突を受ける堰堤袖部分の質量（kg）
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).	水深が礫経より小さい場合は、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).	水深が礫経より大きい場合は、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.		
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[14], 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 [14] 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.	Coeficiente de Poisson do concreto: ν_1= 0.194 Módulo de elasticidade secante na resistência final do concreto: $E_1=2.6\times10^9$ (N/m^2) Coeficiente de Poisson do bloco: ν_2 = 0.23 Módulo de elasticidade secante na resistência final do bloco: E_2= 50×10^9 (N/m^2)	コンクリートのポアソン係数: ν_1= 0.194 コンクリートの終局強度割線弾性係数 $E_1=2.6\times10^9$ (N/m^2) 礫のポアソン係数: ν_2= 0.23 礫の終局強度割線弾性係数 $E_2=50\times10^9$ (N/m^2)

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.	Onde m_1 : Massa do concreto em cada trecho da asa (kg) V_1 : Volume de um trecho de asa, limitado pelas juntas de concreto γ_c : Peso específico do concreto 22.56 (kN/m^3) m_2 : Massa do bloco de rocha (kg) R : Raio do bloco (raio do diâmetro máximo do bloco D_{95} (m)) γ_{rocha} : Peso específico da rocha 25.50 (kN/m^3) g : Aceleração gravitacional 9.81(m/s^2)	ここで、 m_1: 各袖部分のコンクリート質量（kg） V_1：コンクリート打ち継目で区切られた、袖 1 部分の体積 γ_C：コンクリートの単位体積重量22.56 (kN/m^3) m_2：礫の質量（kg） R：礫の半径(最大礫径$D_9$5の半径)(m) γ_{rocha}：岩石の単位体積重量25.50 (kN/m^3) g ：重力加速度 9.81(m/s^2)
357.	(3) Constante do experimento	(3) 実験定数
358.	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 β, conforme demonstrado abaixo: $\beta = (E+1)^{-0.8}$ $E = \frac{m_2}{m_1} \cdot U^2$	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βを乗じて算出する。 $\beta = (E+1)^{-0.8}$ $E = \frac{m_2}{m_1} \cdot U^2$
359.	Figura - 3.22 Constante de experimento da força de impacto do bloco β	図 - 3.22 礫の衝撃力の実験定数β

360.		
361.	Fonte: Mizuyama, Imaki: Experimento sobre a força de impacto do fluxo de detritos em barreira sabo. Doboku Gijutsu Shiryo Vol. 122, número 11.	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
362.	2.5.3 Força de impacto dos troncos carreados	2.5.3 流木の衝撃力
363.	A força de impacto recebida pela barreira, decorrente da colisão dos troncos carreados, é calculada com a aplicação da mesma fórmula de cálculo da força de impacto dos blocos, fazendo as alterações necessárias nos parâmetros.	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。

364.	$P_w = \beta \cdot n \cdot \alpha^{3/2}$ $n = \sqrt{\frac{16 \cdot R_{wm}}{9\pi^2 (K_1 + K_2)^2}}$ $K_1 = \frac{1-{\nu_1}^2}{\pi E_1} \quad K_2 = \frac{1-{\nu_3}^2}{\pi E_3}$ $\alpha = \left(\frac{5U^2}{4 \cdot n_1 \cdot n}\right)^{2/5}$ $n_1 = \frac{1}{m_3}$ $\beta = (E+1)^{-0.8}$ $\mathrm{E} = \frac{m_3}{m_1} U^2$	$P_w = \beta \cdot n \cdot \alpha^{3/2}$ $n = \sqrt{\frac{16 \cdot R_{wm}}{9\pi^2 (K_1 + K_2)^2}}$ $K_1 = \frac{1-{\nu_1}^2}{\pi E_1} \quad K_2 = \frac{1-{\nu_3}^2}{\pi E_3}$ $\alpha = \left(\frac{5U^2}{4 \cdot n_1 \cdot n}\right)^{2/5}$ $n_1 = \frac{1}{m_3}$ $\beta = (E+1)^{-0.8}$ $\mathrm{E} = \frac{m_3}{m_1} U^2$
365.	Onde、 P_w : Força de impacto dos troncos carreados (N) R_{wm} : Raio dos troncos carreados (m) ν_3 : Coeficiente de Poisson dos troncos carreados E_3 : Módulo de elasticidade dos troncos carreados (N/m^2) U : Velocidade dos troncos carreados (velocidade média do FD, m/s) m_3 : Massa dos troncos carreados (kg) Os demais parâmetros são iguais à expressão correspondente ao impacto dos blocos.	ここで、 P_w：流木の衝撃力 (N) R_{wm}：流木の半径 (m) ν_3：流木のポアソン係数 E_3：流木の弾性係数 (N/m^2) U：流木の速度（土石流の平均流速）（m/s） m_3：流木の質量（kg） ※その他の値は礫の衝撃力と同じ
366.	Vale destacar que, ao fazer o cálculo da força de impacto dos troncos carreados, 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 carreados 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 carreados	(1) 流木の物理定数
369.	Os valores referenciais da constante física dos troncos carreados 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)

371.

Espécie	Massa específica (kg/m³)	Módulo de Young (10^9N/m²)	Coeficiente de Poisson
		E_L	ν_3
Cedro-japonês (Cryptomeria japônica)	330	7,35	0,40
(Picea jezoensis)	390	10,79	0,40
(Pinus desiflora)	210	11,77	0,40
(Fagus crenata blume)	620	12,26	0,40
Kiri-japonês (Paulownia tomentosa)	290	5,88	0,40
(Quercus crispula blume)	700	11,28	0,40
(Zelkova serrata)	700	10,30	0,40
(Quercus gilva)	830	16,18	0,40
Acácia-bastarda (Robinia pseudoacacia)	750	12,75	0,50

Fonte: Handbook da Indústria Madeireira, 4ª Revisão (2004), Instituto de Pesquisa sobre Floresta e Produtos Florestais, pp.135.

表 - 3.10 主要樹種の弾性係数（参考）

樹種	密度 (kg/m³)	ヤング係数 (10^9N/m²)	ポアソン比
		E_L	ν_3
スギ	330	7. 35	0. 40
エゾマツ	390	10. 79	0. 40
アカマツ	510	11. 77	0. 40
ブナ	620	12. 26	0. 40
キリ	290	5. 88	0. 40
ミズナラ	700	11. 28	0. 40
ケヤキ	700	10. 30	0. 40
イチイガシ	830	16. 18	0. 40
ニセアカシア	750	12. 75	0. 50

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 carreados

(2) 流木の質量

373. A massa m_3 dos troncos carreados é calculada com a fórmula abaixo:

流木の質量 m_3 は下式より算出する。

374. $$m_3 = \pi \cdot {R_{wm}}^2 \cdot L_{wm} \cdot \rho$$

$$m_3 = \pi \cdot {R_{wm}}^2 \cdot L_{wm} \cdot \rho$$

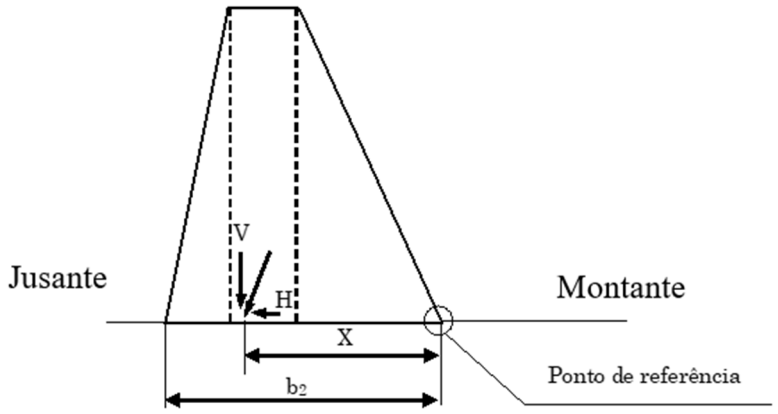
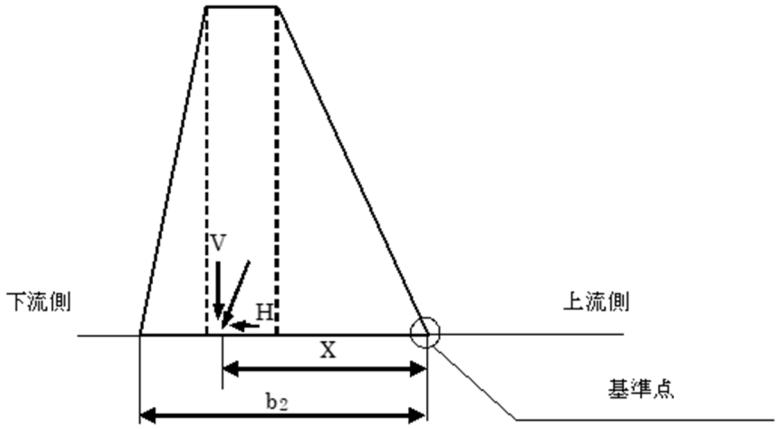
375. Onde:
m_3 : Massa dos troncos carreados (kg)
R_{wm} : Raio dos troncos carreados
(raio do diâmetro máximo dos troncos na altura do peito) (m)
L_{wm} : Comprimento dos troncos carreados
(comprimento dos troncos usados em R_{wm}) (m)
ρ : Massa específica dos troncos carreados (kg/m³)

ここで、
m_3 : 流木の質量（kg）
R_{wm} : 流木の半径
（最大胸高直径の半径）(m)
L_{wm} : 流木の延長
（R_{wm}を採用した流木の長さ）(m)
ρ : 流木の質量(kg/m³)

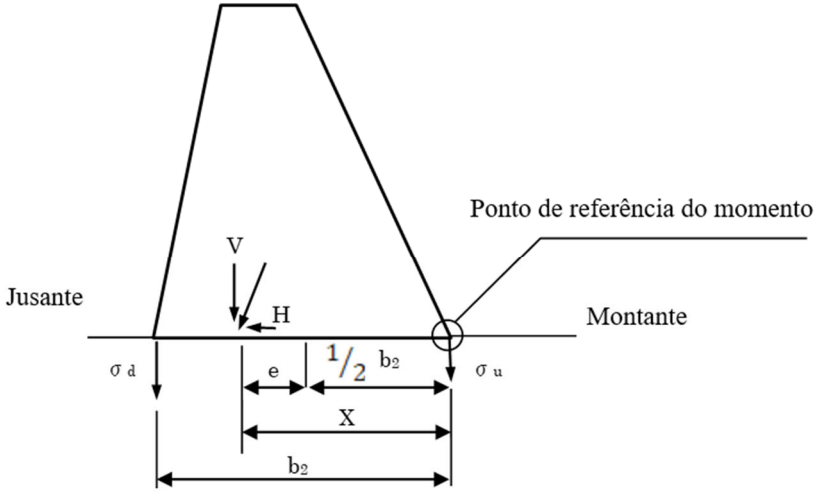
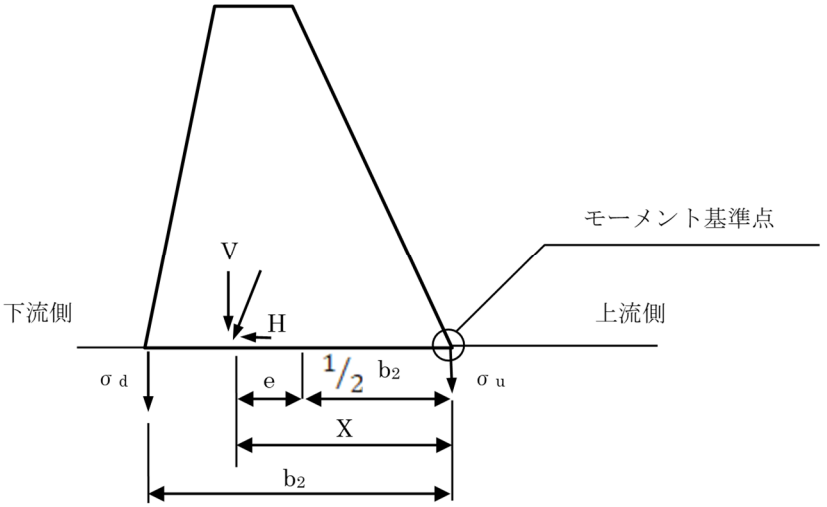
376. **3. Cálculo de estabilidade**

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、提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.	$x = \frac{M}{V}$ $M = (V.L_v) + (H.L_h)$ $\frac{1}{3}b_2 \leq x \leq \frac{2}{3}b_2$	$x = \frac{M}{V}$ $M = (V.L_v) + (H.L_h)$ $\frac{1}{3}b_2 \leq x \leq \frac{2}{3}b_2$
393.	Onde 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) V：Somatório das forças verticais por unidade de comprimento (kN/m) H：Somatório das forças horizontais por unidade de comprimento (kN/m) M：Somatório de momento das forças exercidas por unidade de comprimento (kN/m･m) Lh,v：Distância até a extremidade a montante da base da barreira até a linha de ação das forças de projeto (m) b2：Largura da base da barreira (m)	ここで、 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) V：単位長さ当たり断面に作用する鉛直力の総和（kN/m） H：単位長さ当たり断面に作用する水平力の総和（kN/m） 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) $L_{h,v}$：堤底の上流端から設計荷重の作用線までの距離（m） b_2：堤底幅 (m)
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.	$$e = x - \frac{1}{2} \cdot b_2$$ $$\sigma_m = \frac{V}{b_2}\left(1 - \frac{6e}{b_2}\right) \quad \sigma_j = \frac{V}{b_2}\left(1 + \frac{6e}{b_2}\right)$$ $$-1 \le \frac{6e}{b_2} \le 1$$ $$|e| \le \frac{b_2}{6}$$	$$e = x - \frac{1}{2} \cdot b_2$$ $$\sigma_m = \frac{V}{b_2}\left(1 - \frac{6e}{b_2}\right) \quad \sigma_j = \frac{V}{b_2}\left(1 + \frac{6e}{b_2}\right)$$ $$-1 \le \frac{6e}{b_2} \le 1$$ $$|e| \le \frac{b_2}{6}$$
400.	Onde σ_m : Tensão vertical na extremidade a montante da base (kN/m^2) σ_j : Tensão vertical na extremidade a jusante da base (kN/m^2) e : Excentricidade (m)	ここで、 σ_m : 堤底の上流端における鉛直応力（kN/m^2） σ_j : 堤底の下流端における鉛直応力（kN/m^2） e : 偏心距離（m）
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.	No cálculo do fator de segurança ao deslizamento se utiliza a seguinte expressão: $FS_d = \frac{tg\varphi \cdot V + c \cdot b_2}{H}$	滑動安全率の計算は以下の式から求める。 $FS_d = \frac{tg\varphi \cdot V + c \cdot b_2}{H}$

407.	Onde FS_d：Fator de segurança ao deslizamento V：Somatório das forças verticais por unidade de largura (kN/m) H：Soma das forças horizontais que incidem a cada unidade de largura da seção (kN/m) *tg* φ ：Coeficiente de atrito entre base do corpo e o terreno da fundação c：adesão entre corpo da barreira e o terreno de fundação (kN/m^2) b_2：largura da base da barreira O fator de segurança ao deslizamento deve ser de, no mínimo 1,5.	ここで、 FS_d：滑動安全率 V：単位幅当たりに作用する鉛直力の総和（kN/m） H：単位幅当たり断面に作用する水平力の総和（kN/m） *tg* φ ：堰堤堤体と基礎地盤の摩擦係数 c ：堤体と基礎地盤の付着 (kN/m^2) 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) b_2：堤底幅 滑動に対する安全率は最小 1.5 とする。
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、提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 φ.	表 3.11 は「 c 」及び φ 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.

Rocha			Solo		
Tipo	c (kN/m^2)	$tg\varphi$	Tipo	c (kN/m^2)	$tg\ \varphi$
Rocha dura (A)	3000	1,2	Pedregulho grosso	-	0,7
Rocha média (B)	2000	1,0	Pedregulho fino	-	0,6
Rocha branda II(C_H)	1000	0,8	Solo arenoso	—	0,55
Rocha branda I(C_M)	600	0,7	Solo argiloso	—	0,45

岩盤			土壌		
種別	C (kN/m^2)	$tg\ \varphi$	区分	C (kN/m^2)	$tg\ \varphi$
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_H）	1000	0.8	砂質層	–	0.55
軟岩Ⅰ（C_H）	600	0.7	粘土層	–	0.45

400. Considera-se que a resistência ao cisalhamento do concreto τ_c é aproximadamente 1/5 da sua resistência a compressão.

コンクリートのせん断強度τ_c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/mm^2), a resistência ao cisalhamento é:

$$\tau_c = \frac{f_{cd}}{5} = \frac{12800}{5} = 2560\ (kN/m^2)$$

例えば、コンクリートの設計基準強度が 18（N/mm^2）の場合、せん断強度は以下となる。

$$\tau_c = \frac{f_{cd}}{5} = \frac{12800}{5} = 2560\ (kN/m^2)$$

402. Onde
τ_c : resistência do concreto ao cisalhamento (kN/m^2)
f_{cd} : resistência de projeto à compressão (kN/m^2) = resistência característica do concreto à compressão/F_s, sendo F_s=1,4 (NBR 6118/2014)

ここで、τ_c：コンクリートのせん断強度(kN/m^2)
f_{cd}：コンクリートの圧縮強度 (kN/m^2) = コンクリート特有の圧縮強度/F_s,ただし F_s=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

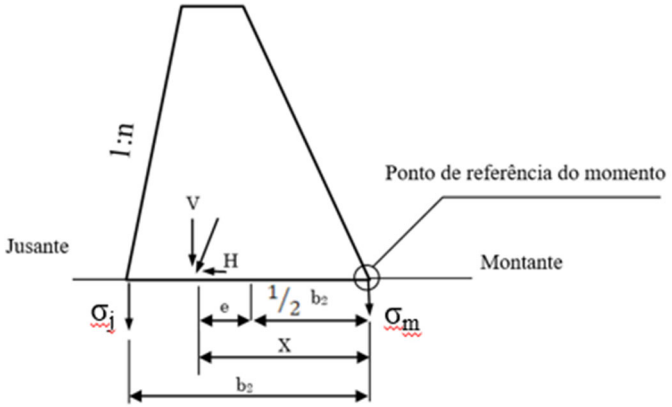
3.1.3 堤体崩壊に対する安定及び基礎に働く応力

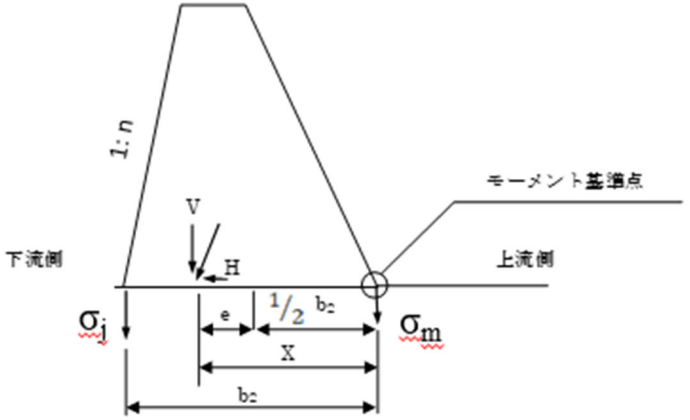
404. Na estabilidade a ruptura do corpo da barreira e a capacidade de carga da fundação, quando as cargas de projeto incidem no corpo, a tensão máxima (compressão e tração) que age na base da barreira ou no interior do corpo, não deve ultrapassar a tensão admissível.

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.	A equação abaixo permite o cálculo das tensões nas extremidades a montante e a jusante na base da barreira. $\sigma_m = \frac{V}{b_2}\left(1 - \frac{6e}{b_2}\right)$ ； $\sigma_j = \frac{V}{b_2}\left(1 + \frac{6e}{b_2}\right)$ $e = x - \frac{1}{2} \cdot b_2$	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。 $\sigma_m = \frac{V}{b_2}\left(1 - \frac{6e}{b_2}\right)$ ； $\sigma_j = \frac{V}{b_2}\left(1 + \frac{6e}{b_2}\right)$ $e = x - \frac{1}{2} \cdot b_2$
408.	Onde σ_m：Tensão vertical na extremidade a montante da base (kN/m^2) σ_j：Tensão vertical na extremidade a jusante da base (kN/m^2) e：Excentricidade (m) V：Somatório das forças verticais por unidade de largura (kN/m) U b_2：Largura da base da barreira (m) 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)	ここで、 σ_m：堤底の上流端における鉛直応力（kN/m^2） σ_j：堤底の下流端における鉛直応力（kN/m^2） e：偏心距離（m） V：単位幅当たりに作用する鉛直力の総和（kN/m）U b_2：堤底幅（m） 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）
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.

Rocha		Bloco	
Tipo	Tensão admissível (kN/m^2)	Tipo	Tensão admissível (kN/m^2)
Rocha dura (A)	6000	Pedregulho grosso	600
Rocha média (B)	4000	Pedregulho fino	400
Rocha branda II (C_H)	2000	Solo arenoso	250
Rocha branda I (C_M)	1200	Solo argiloso	100

岩盤		礫	
区分	許容応力 (kN/m^2)	区分	許容応力 (kN/m^2)
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

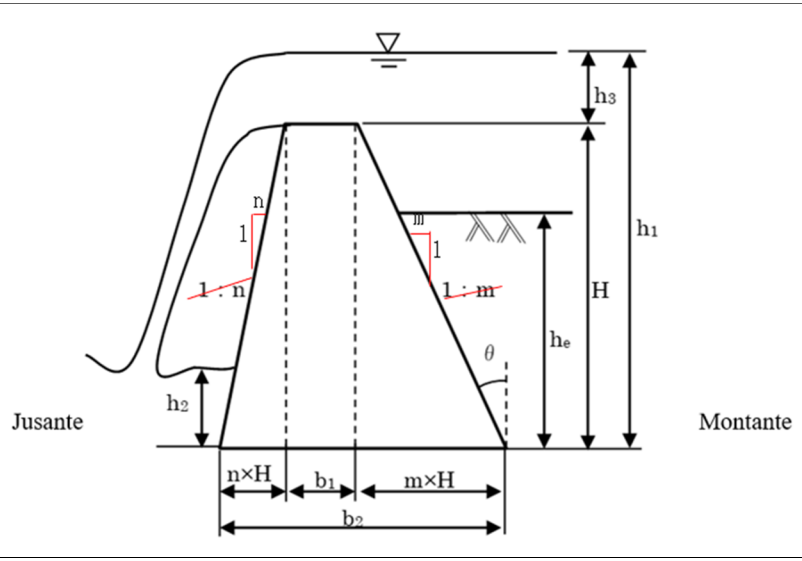
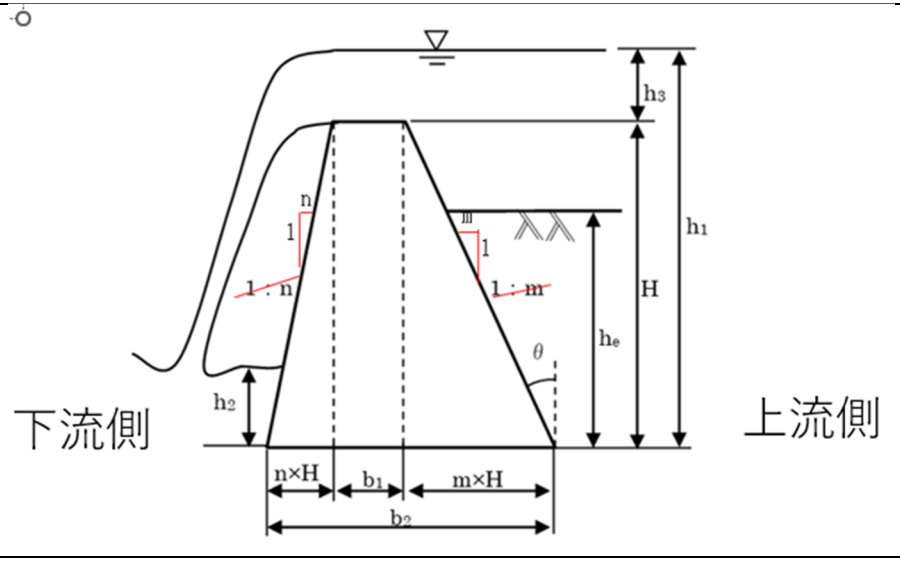
415. (2) Ruptura do corpo da barreira

（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 (σ_j).	堤体内に生じる最大応力度は、下流端(σ_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）、非越琉部（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 pata o cálculo de estabilidade da barreira	表 - 3.13 堰堤の安定計算に必要となる項目

429.

Símbolo	Item	Método de cálculo	Valor padrão
H	Altura da barreira		—
b_1	Largura da soleira do vertedouro		—
b_2	Largura da base da barreira	$b_2=b_1+(m+n)\times H$	—
m	Inclinação paramento de montante	1：m，m=tanθ	—
n	Inclinação paramento de jusante	1：n	—
h_1	Profundidade da água a montante	$h_1=H+h_3$	—
h_2	Profundidade da água a jusante		—
h_3	Profundidade da água transbordante (condições de cheia)		—
D_d	Profundidade da água do fluxo de detritos		—
he	Profundidade da deposição	Condição de fluxo de detritos (parte transbordante):H－D_d	—
γ_c	Peso específico do concreto		22,56 kN/m^3
γ_{ol}	Peso específico da água com sedimentos		11,77 kN/m^3
γ_d	Peso específico do fluxo de detritos	$\gamma_d=\{\sigma\cdot C_d+\rho\cdot(1-C_d)\}\cdot g$ C_d：Concentração do FD ρ_w：massa específica da	—

記号	項目	算出方法	基準値
H	提高		–
b_1	水通し天端幅		–
b_2	堤底幅	$b_2=b_1+(m+n)\times H$	–
m	上流のり勾配	1：m，m=tanθ	–
n	上流法勾配	1：n	–
h_1	上流側水深	$h_1=H+h_3$	–
h_2	下流側水深		–
h_3	越流水深（洪水時）		–
D_d	土石流水深		–
he	堆砂深	土石流時 （越流部）：H－D_d	–
γ_c	コンクリートの単位体積重量		22.56 kN/m^3
γ_{ol}	堆積物を含む水の単位体積重量		11.77 kN/m^3
γ_d	土石流時の単位堆積重量	$\gamma_d=\{\sigma\cdot C_d+\rho\cdot(1-C_d)\}\cdot g$ 土石流濃度 ρ_w：水の密度（1，200kg/m$_3$） $\rho_{岩石}$：礫の単位堆積重量 （2600kg/m^3）	–
γ_s	土石流の水中堆積物の単位堆積重量	$\gamma_{水中土石}=C_*\times(\rho_{岩石}-\rho_w)\times g$ C_*： 渓床堆積物の濃度	8.2 kN/m^3

		água (1200 kg/m^3) ρ_{rocha} : massa específica do bloco (2600 kg/m^3)	
γ_s	Peso específico submerso dos sedimentos no fluxo de detritos	$\gamma_{sub,detritos}=C_*\times(\rho_{rocha}-\rho_w)\times g$ C_* : concentração dos sólidos depositados no leito	8,2 kN/m^3
γ_{rocha}	Peso específico do bloco		25,5 kN/m^3
g	Aceleração gravitacional		9,81m/s^2
K_a	Coeficiente de empuxo	$K_a=(1-\sin\varphi)/(1+\sin\varphi)$ φ : Ângulo de atrito dos sólidos dentro da água (35°)	0,27

$\gamma_{岩石}$	礫の単位体積重量		25.5 kN/m^3
g	重力加速度		9.81 m/s^2
K_a	土圧係数	$K_a=(1-\sin\varphi)/(1+\sin\varphi)$ φ：水中での土砂内部摩擦角(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
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)

表 - 3.15 不透過型堰堤に作用する力（土石流時）

436.

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_1	$1/2\times\gamma_c\times m\times H^2$	(＋)		$2/3\times m\times H$	(＋)
	W_2	$W_c\times b_1\times H$	(＋)		$m\times H+1/2\times b_1$	(＋)
	W_3	$1/2\times W_c\times n\times H^2$	(＋)		$m\times H+b_1+1/3\times n\times H$	(＋)
Pressão Hidrostática	P					
	P_{V1}	$1/2\times\gamma_w\times m\times h_e^2$	(＋)		$1/3\times m\times h_e$	(＋)
	P_{H1}	$1/2\times\gamma_w\times h_e^2$		(＋)	$1/3\times h_e$	(＋)
	P_{H2}	$D_d\times W_0\times h_e$		(＋)	$1/2\times h_e$	(＋)
Pressão de deposição	P_e					
	P_{eV1}	$1/2\times\gamma_s\times m\times h_e^2$	(＋)		$1/3\times m\times h_e$	(＋)
	P_{eH1}	$1/2\times k\times\gamma_s\times h_e^2$		(＋)	$1/3\times h_e$	(＋)
	P_{eH2}	$k\times\gamma s\times D_d\times h_e$		(＋)	$1/2\times h_e$	(＋)
Peso do fluxo de detritos	P_d					
	P_{d1}	$\gamma_d\times D_d\times m\times h_e$	(＋)		$1/2\times m\times h_e$	(＋)
	P_{d2}	$1/2\times\gamma_d\times m\times D_d^2$	(＋)		$m\times h_e+1/3\times m\times D_d$	(＋)
Hidrodinâmica do FD	F	$\alpha\times(\gamma_d/g)\times D_d\times U^2$		(＋)	$h_e+1/2\times D_d$	(＋)
Totais			V	H		M

437.

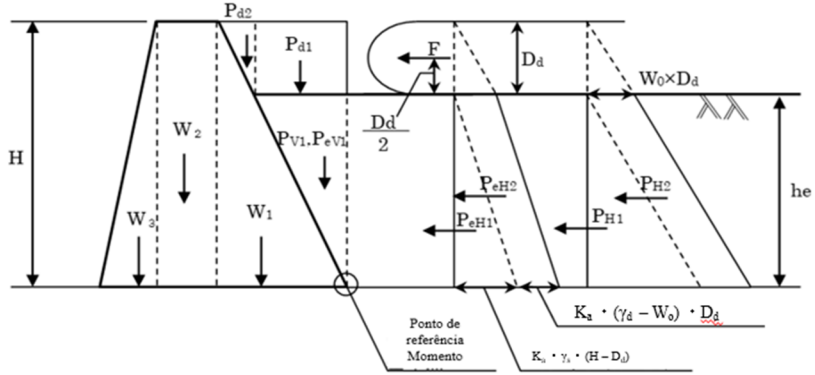
Figura - 3.27 Diagrama de cargas da barreira impermeável (Condições de Fluxo de Detritos, Parte Transbordante)

以下による設計荷重	記号	関係	鉛直力 (V)	水平力 (H)	堤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_1	$1/2\times\gamma_c\times m\times H^2$	(＋)		$2/3\times m\times H$	(＋)
	W_2	$W_c\times b_1\times H$	(＋)		$m\times H+1/2\times b_1$	(＋)
	W_3	$1/2\times W_c\times n\times H^2$	(＋)		$b_1=b1+1/3\times n\times H$	(＋)
静水圧	P					
	P_{V1}	$1/2\times\gamma_w\times m\times h_e^2$	(＋)		$1/3\times m\times H_e$	(＋)
	P_{H1}	$1/2\times\gamma_w\times m\times h_e^2$		(＋)	$1/3\times m\times H_e$	(＋)
	P_{H2}	$D_d\times W_0\times h_e$		(＋)	$1/2\times h_e$	(＋)
堆砂圧	P_e					
	P_{eV1}	$1/2\times\gamma_s\times m\times h_e^2$	(＋)		$1/3\times m\times H_e$	(＋)
	P_{eH1}	$1/2\times k\times\gamma_s\times h_e^2$		(＋)	$1/3\times h_e$	(＋)
	P_{eH2}	$k\times\gamma s\times D_d\times h_e$		(＋)	$1/2\times h_e$	(＋)
土石流時の重量	P_d					
	P_{d1}	$\gamma_d\times D_d\times m\times h_e$	(＋)		$1/2\times m\times h_e$	(＋)
	P_{d2}	$1/2\times\gamma_d\times m\times D_d^2$	(＋)		$m\times h_e+1/3\times m\times D_d$	(＋)
土石流の流体力	F	$\alpha\times(\gamma_d/g)\times D_d\times U^2$		(＋)	$h_e+1/2\times D_d$	(＋)
合計			V	H		M

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
(parte transbordante)



439. Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

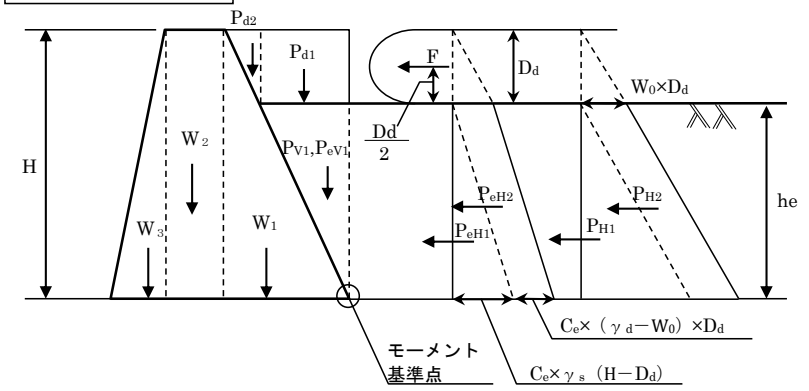
440. Tabela - 3.16 Forças que incidem na barreira impermeável (Condições de Cheia)

441.

Cargas de projeto devido 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) (ponto de aplicação das cargas)	Momento (M=V×L+H×L)
Peso próprio	W					
	W_1	$1/2\times W_c\times m\times H^2$	(+)		$2/3\times m\times H$	(+)
	W_2	$W_c\times b_1\times H$	(+)		$m\times H+1/2\times b_1$	(+)
	W_3	$1/2\times W_c\times n\times H^2$	(+)		$m\times H+b_1+1/3\times n\times H$	(+)
Pressão Hidrostática	P					
	P_{V1}	$1/2\times\gamma_w\times m\times H^2$	(+)		$1/3\times m\times H$	(+)
	P_{V2}	$\gamma_w\times m\times h_2\times H$	(+)		$1/2\times m\times H$	(+)
	P_{V3}	$\gamma_w\times b_1\times h_2$	(+)		$m\times H+1/2\times b_1$	(+)
	P_{H1}	$1/2\times\gamma_w\times H^2$		(+)	$1/3\times H$	(+)
	P_{H2}	$\gamma_w\times h_2\times H$		(+)	$1/2\times H$	(+)
Totais			V	H		M

442. Figura - 3.28 Diagrama de cargas da barreira impermeável (Condições de Cheia, Parte Transbordante)

土石流時（越流部）



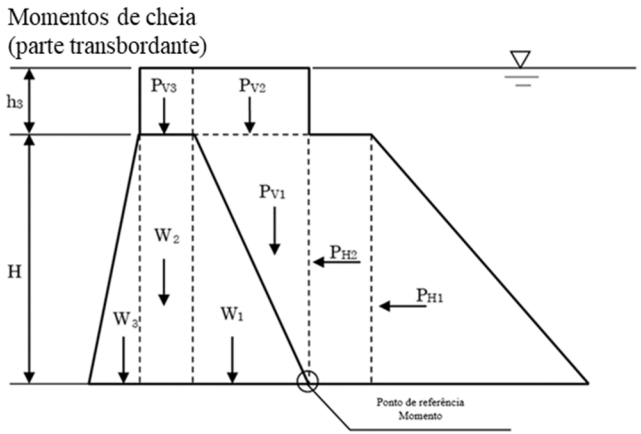
出典：砂防プロジェクトにて作成

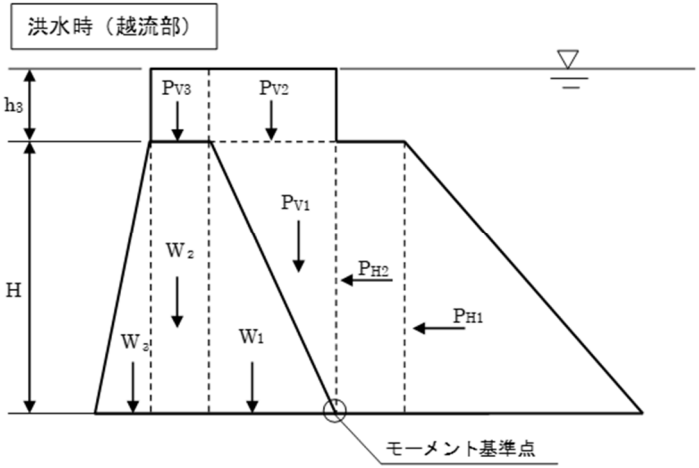
表 - 3.16 不透過型堰堤に作用する力（洪水時）

以下による設計荷重	記号	関係	鉛直力 (V)	水平力 (H)	堰底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_1	$1/2\times W_c\times m\times H^2$	(+)		$2/3\times m\times H$	(+)
	W_2	$W_c\times b_1\times H$	(+)		$m\times H+1/2\times b_1$	(+)
	W_3	$1/2\times W_c\times n\times H^2$	(+)		$b_1=b1+1/3\times n\times H$	(+)
静水圧	P					
	P_{V1}	$1/2\times\gamma_w\times m\times H^2$	(+)		$1/3\times m\times H$	(+)
	P_{V2}	$\gamma_w\times m\times h_2\times H$	(+)		$1/2\times m\times H$	(+)
	P_{V3}	$\gamma_w\times b_1\times h_2$	(+)		$m\times H+1/2\times b_1$	(+)
	P_{H1}	$1/2\times\gamma_w\times H^2$		(+)	$1/3\times H$	(+)
	P_{H2}	$\gamma_w\times h_2\times H$		(+)	$1/2\times H$	(+)
合計			V	H		M

図 - 3.28 不透過型堰堤の荷重図（洪水時:越流部）

443.





444. Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

444. 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)

445. 表 - 3.17 不透過型堰堤に作用する力（満砂時）

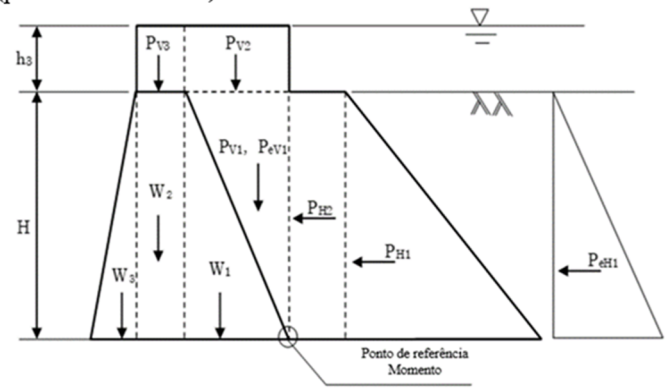
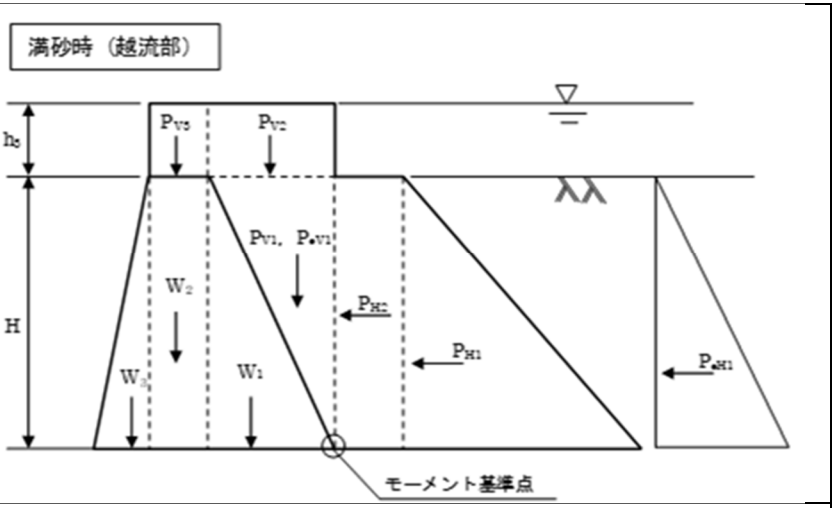
446.

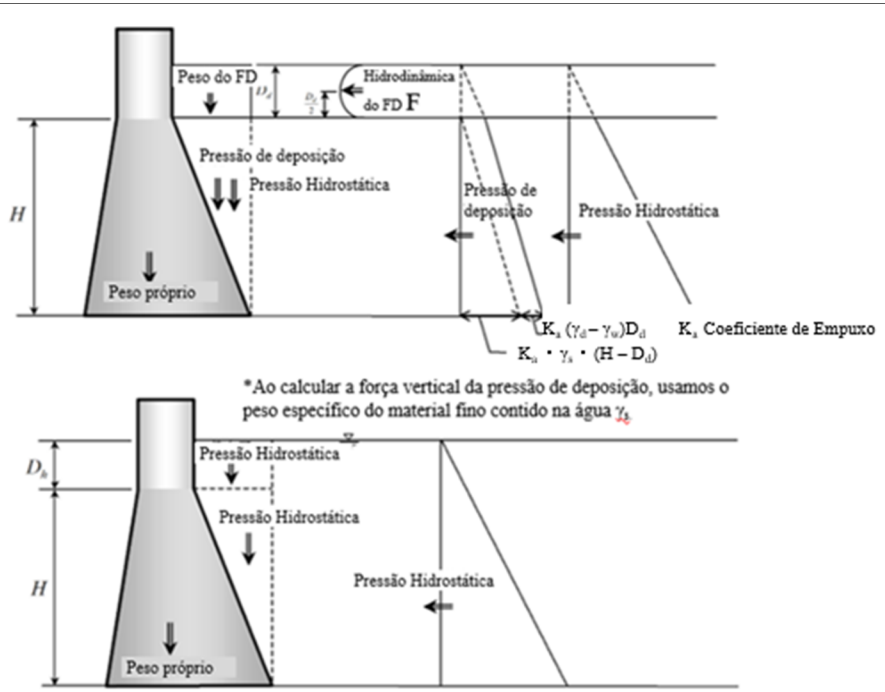
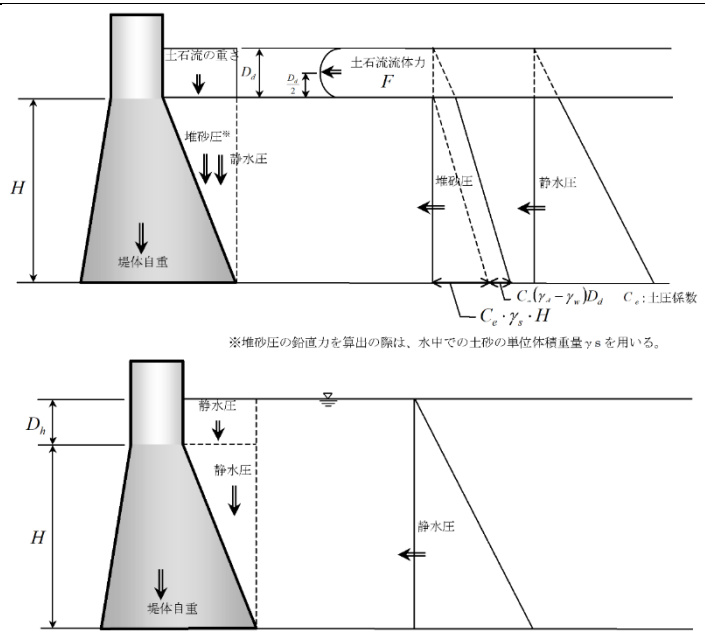
Cargas de projeto devidas a/ao:	Símbolo	Relação	Força vertical (V)	Força horizontal (H)	Distância entre a extremidade a montante da base da barreira e a linha de ação(L)	Momento (M=V×L+H×L)
Peso próprio	W					
	W_1	$1/2\times W_c\times m\times H^2$	(+)		$2/3\times m\times H$	(+)
	W_2	$W_c\times b_1\times H$	(+)		$m\times H+1/2\times b_1$	(+)
	W_3	$1/2\times W_c\times n\times H^2$	(+)		$m\times H+b_1+1/3\times m\times H$	(+)
Pressão hidrostática	P					
	P_{V1}	$1/2\times\gamma_w\times m\times H^2$	(+)		$1/3\times m\times H$	(+)
	P_{V2}	$\gamma_w\times m\times H\times h_3$	(+)		$1/2\times m\times H$	(+)
	P_{V3}	$\gamma_w\times b_1\times h_3$	(+)		$m\times H+1/2\times b_1$	(+)
	P_{H1}	$1/2\times\gamma_w\times H^2$		(+)	$1/3\times H$	(+)
	P_{H2}	$\gamma_w\times h_3\times H$		(+)	$1/2\times H$	(+)
Pressão de deposição	P_s					
	P_{sV1}	$1/2\times\gamma_s\times m\times H^2$	(+)		$1/3\times m\times H$	(+)
	P_{sH1}	$1/2\times k\times\gamma_s\times H^2$		(+)	$1/3\times H$	(+)
Totais			V	H		M

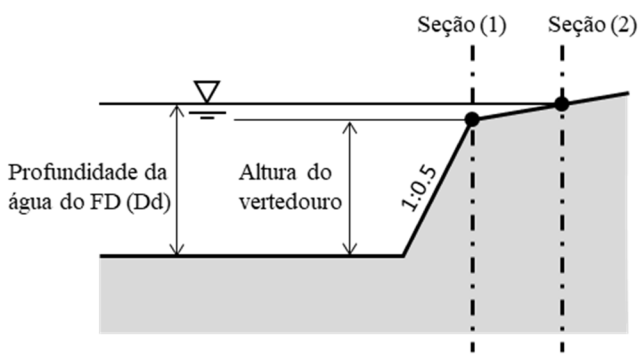
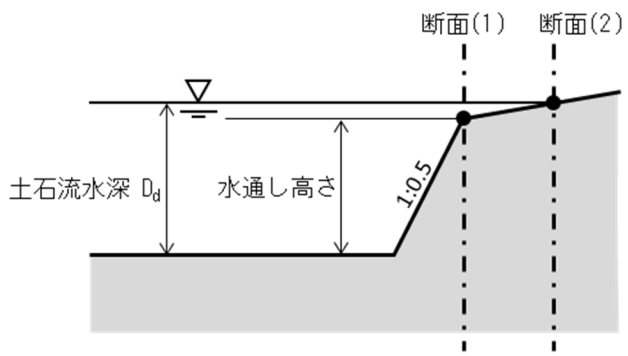
447. Figura - 3.29 Diagrama de cargas da barreira impermeável (Condições de Preenchimento de Sólidos, Parte Transbordante)

以下による設計荷重	記号	関係	鉛直力 (V)	水平力 (H)	堤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_1	$1/2\times W_c\times m\times H^2$	(+)		$2/3\times m\times H$	(+)
	W_2	$W_c\times b_1\times H$	(+)		$m\times H+1/2\times b_1$	(+)
	W_3	$1/2\times W_c\times n\times H^2$	(+)		$m\times H+b_1+1/3\times n\times H$	(+)
静水圧	P					
	P_{V1}	$1/2\times\gamma_w\times m\times H^2$	(+)		$1/3\times m\times H$	(+)
	P_{V2}	$\gamma_w\times m\times H\times h_3$	(+)		$1/2\times m\times H$	(+)
	P_{V3}	$\gamma_w\times b_1\times h_3$	(+)		$m\times H+1/2\times b_1$	(+)
	P_{H1}	$1/2\times\gamma_w\times H^2$		(+)	$1/3\times H$	(+)
	P_{H2}	$\gamma_w\times h_3\times H$		(+)	$1/2\times H$	(+)
堆砂圧	P_s					
	P_{sV1}	$1/2\times\gamma_s\times m\times H^2$	(+)		$1/3\times m\times H$	(+)
	P_{sH1}	$1/2\times k\times\gamma_s\times H^2$		(+)	$1/3\times H$	(+)
合計			V	H		M

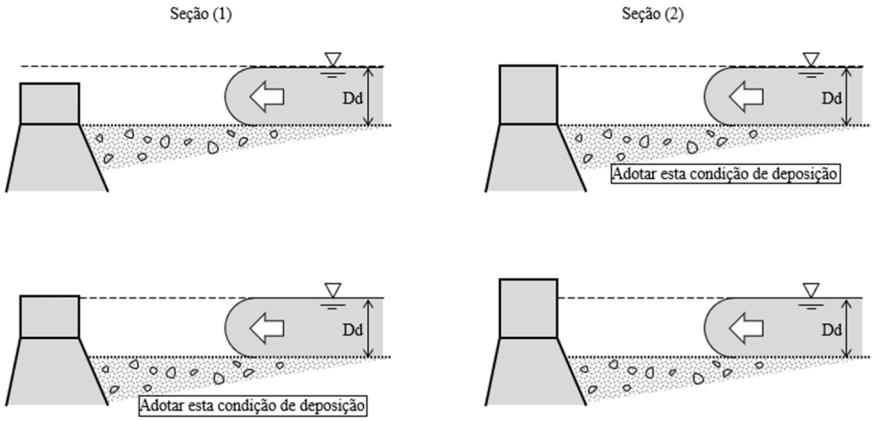
図 - 3.29 不透過堰堤に作用する力（満砂時、越流部）

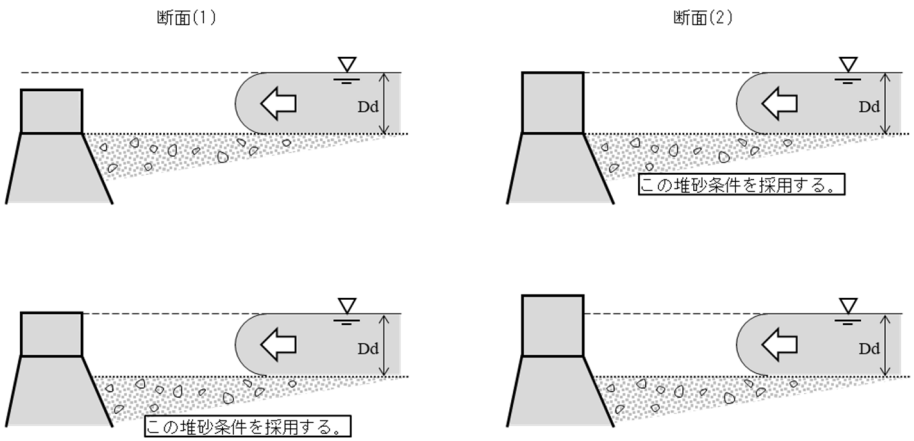
448.	Momentos de preenchimento de sólidos (parte transbordante) 	
449.	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
450.	3.2.2 Cálculo de estabilidade da parte não transbordante	3.2.2 非越流部の安定計算
451.	Quando a altura da barreira H é igual à parte transbordante, o cálculo de estabilidade da parte 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.		
456.	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
457.	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.	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、水通し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。

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 superfcície 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.





464. Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo

出典：砂防プロジェクトにて作成

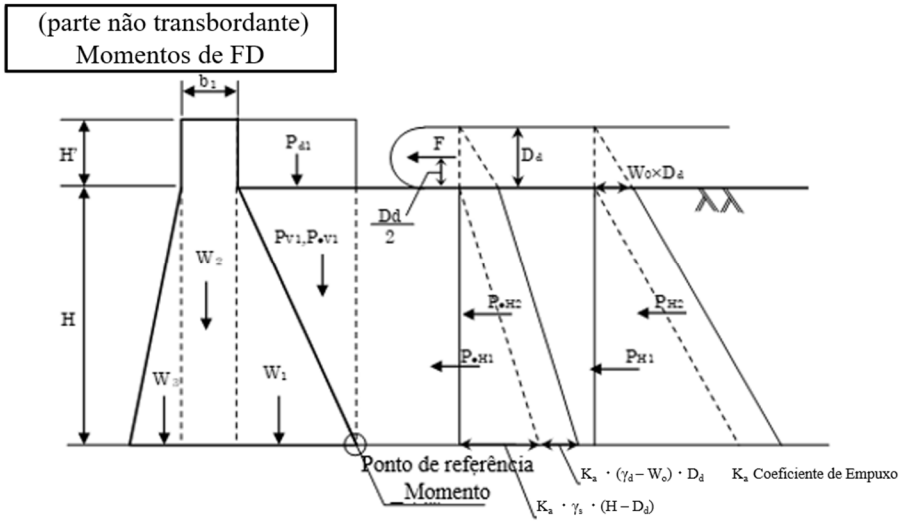
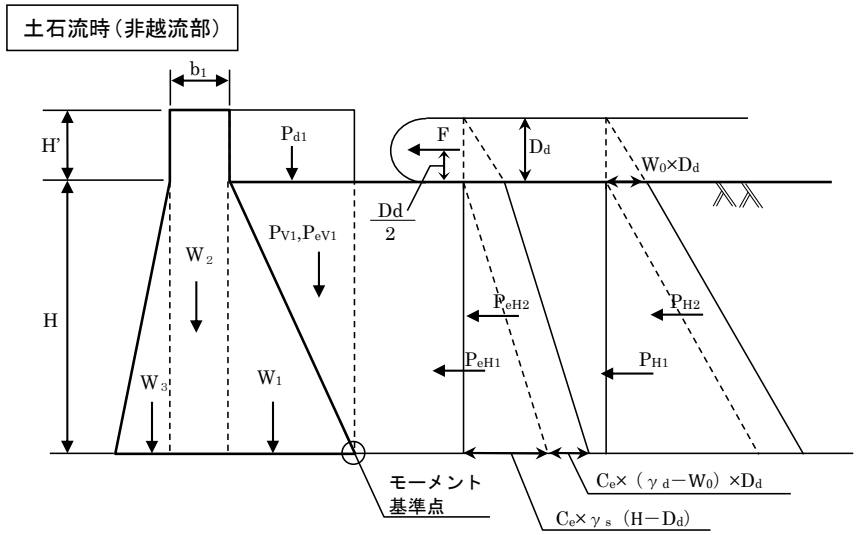
465. Tabela- 3.18 Forças que incidem a cada unidade de largura da seção da barreira

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_1	$1/2\times W_c\times m\times H^2$	(+)		$2/3\times m\times H$	(+)
	W_2	$W_c\times b_1\times(H+H')$	(+)		$m\times H+1/2\times b_1$	(+)
	W_3	$1/2\times W_c\times n\times H^2$	(+)		$m\times H+b_1+1/3\times n\times H$	(+)
Pressão Hidrostática	P					
	P_{V1}	$1/2\times\gamma_w\times m\times H^2$	(+)		$1/3\times m\times H$	(+)
	P_{H1}	$1/2\times\gamma_w\times H^2$		(+)	$1/3\times H$	(+)
	P_{H2}	$D_d\times\gamma_w\times H$		(+)	$1/2\times H$	(+)
Pressão de deposição	P_s					
	P_{sV1}	$1/2\times\gamma_s\times m\times H^2$	(+)		$1/3\times m\times H$	(+)
	P_{sH1}	$1/2\times k\times\gamma_s\times H^2$		(+)	$1/3\times H$	(+)
	P_{sH2}	$C_s\times\gamma_s\times D_d\times H$		(+)	$1/2\times H$	(+)
Peso do fluxo de detritos	P_d					
	P_{d1}	$\gamma_d\times D_d\times m\times H$	(+)		$1/2\times m\times H$	(+)
Hidrodinâmica do fluxo de detritos	F	$\alpha\times\rho_d/g\times D_d\times U^2$		(+)	$H+1/2\times D_d$	(+)
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)	堰堤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_1	$1/2\times W_c\times m\times H^2$	(+)		$2/3\times m\times H$	(+)
	W_2	$W_c\times b_1\times(H+H')$	(+)		$m\times H+1/2\times b_1$	(+)
	W_3	$1/2\times w_c\times n\times H^2$	(+)		$m\times H+b_1+1/3\times n\times H$	(+)
静水圧	P					
	P_{V1}	$1/2\times\gamma_w\times m\times H^2$	(+)		$1/3\times m\times H$	(+)
	P_{H1}	$1/2\times\gamma_w\times H^2$		(+)	$1/3\times H$	(+)
	P_{H2}	$D_d\times\gamma_w\times H$		(+)	$1/2\times H$	(+)
堆砂圧	P_s					
	P_{sV1}	$1/2\times\gamma_s\times m\times H^2$	(+)		$1/3\times m\times H$	(+)
	P_{sH1}	$1/2\times k\times\gamma_s\times H^2$		(+)	$1/3\times H$	(+)
	P_{sH2}	$C_s\times\gamma_s\times D_d\times H$		(+)	$1/2\times H$	(+)
土石流時の重量	P_d					
	P_{d1}	$\gamma_d\times D_d\times m\times H$	(+)		$1/2\times m\times H$	(+)
土石流流体力	F	$\alpha\times\sigma_d/g\times D_d\times U^2$		(+)	$H+1/2\times D_d$	(+)
合計			V	H		M

467.	Figura - 3.33 Diagrama de cargas da barreira impermeável (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.		
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）

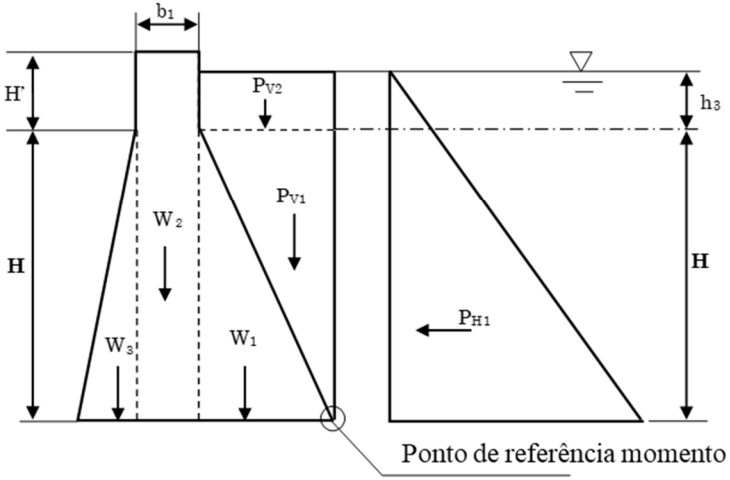
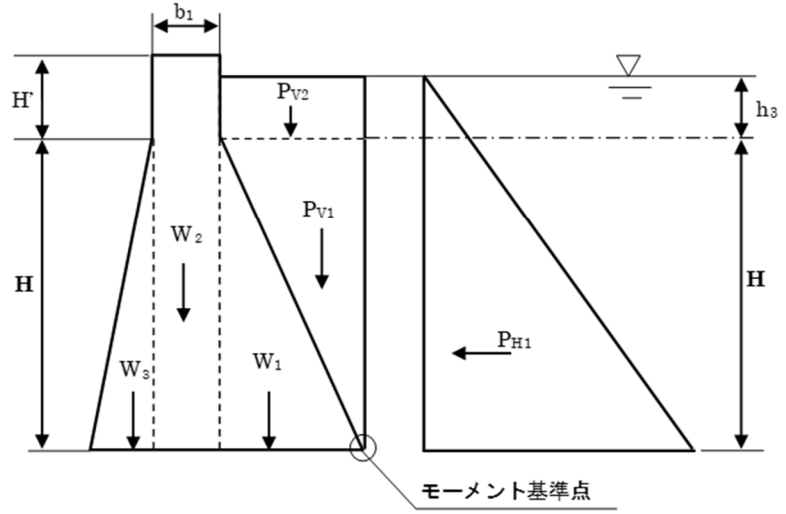
471.

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_1	$1/2\times W_c\times m\times H^2$	(＋)		$2/3\times m\times H$	(＋)
	W_2	$W_c\times b_1\times(H+H')$	(＋)		$m\times H+1/2\times b_1$	(＋)
	W_3	$1/2\times W_c\times n\times H^2$	(＋)		$m\times H+b_1+1/3\times n\times H$	(＋)
Pressão hidrostática	P					
	P_{V1}	$1/2\times\gamma_w\times m\times H^2$	(＋)		$1/3\times m\times H$	(＋)
	P_{V2}	$\gamma_w\times m\times H\times h_3$	(＋)		$1/2\times m\times H$	(＋)
	P_{H1}	$1/2\times\gamma_w\times(H+h_3)^2$		(＋)	$1/3\times(H+h_3)$	(＋)
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_1	$1/2\times W_c\times m\times H^2$	(＋)		$2/3\times m\times H$	(＋)
	W_2	$W_c\times b_1\times(H+H')$	(＋)		$m\times H+1/2\times b_1$	(＋)
	W_3	$1/2\times W_c\times n\times H^2$	(＋)		$m\times H+b_1+1/3\times n\times H$	(＋)
静水圧	P					
	P_{V1}	$1/2\times\gamma_w\times m\times H^2$	(＋)		$1/3\times m\times H$	(＋)
	P_{V2}	$\gamma_w\times m\times H\times h_3$	(＋)		$1/2\times m\times H$	(＋)
	P_{H1}	$1/2\times\gamma_w\times(H+h_3)^2$		(＋)	$1/3\times(H+h_3)$	(＋)
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.	(parte não transbordante) Momentos de cheias  	洪水時（非越流部） 
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)

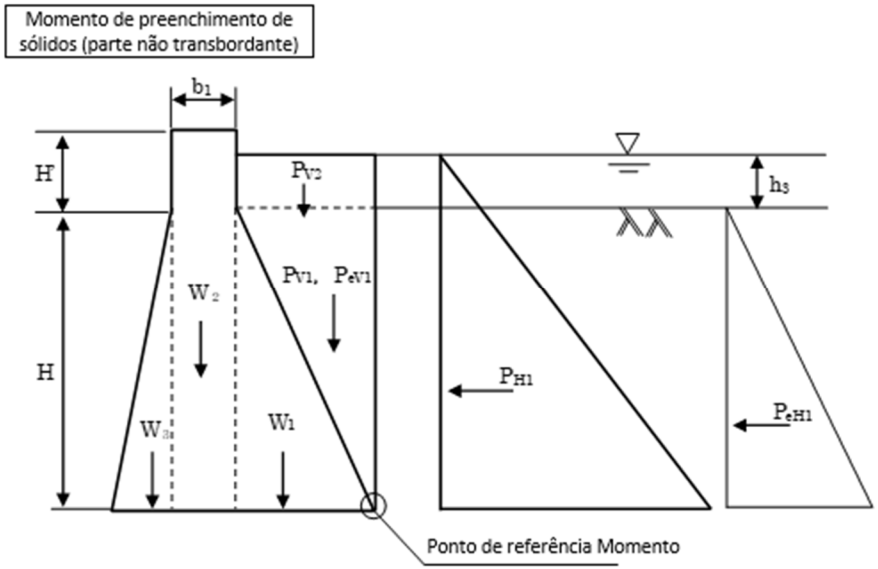
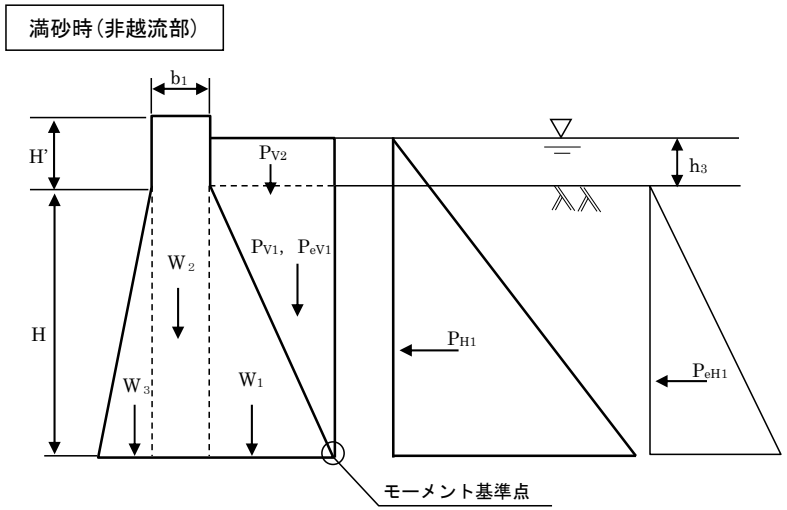
476.

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_1	$1/2\times W_c\times m\times H^2$	(+)		$2/3\times m\times H$	(+)
	W_2	$W_c\times b_1\times(H+H')$	(+)		$m\times H+1/2\times b_1$	(+)
	W_3	$1/2\times W_c\times n\times H^2$	(+)		$m\times H+b_1+1/3\times n\times H$	(+)
Pressão hidrostática	p					
	P_{V1}	$1/2\times\gamma_w\times m\times H^2$	(+)		$1/3\times m\times H$	(+)
	P_{V2}	$\gamma_w\times m\times H\times h_3$	(+)		$1/2\times m\times H$	(+)
	P_{H1}	$1/2\times\gamma_w\times(H+h')^2$		(+)	$1/3\times(H+h')$	(+)
Pressão de deposição	p_e					
	P_{eV1}	$1/2\times\gamma_s\times m\times H^2$	(+)		$1/3\times m\times H$	(+)
	P_{eH1}	$1/2\times k\times\gamma_s\times H^2$		(+)	$1/3\times H$	(+)
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)	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_1	$1/2\times W_c\times m\times H^2$	(+)		$2/3\times m\times H$	(+)
	W_2	$W_c\times b_1\times(H+H')$	(+)		$m\times H+1/2\times b_1$	(+)
	W_3	$1/2\times W_c\times n\times H^2$	(+)		$m\times H+b_1+1/3\times n\times H$	(+)
静水圧	p					
	P_{V1}	$1/2\times\gamma_w\times m\times H^2$	(+)		$1/3\times m\times H$	(+)
	P_{V2}	$\gamma_w\times m\times H\times h_3$	(+)		$1/2\times m\times H$	(+)
	P_{H1}	$1/2\times\gamma_w\times(H+h')^2$		(+)	$1/3\times(H+h')$	(+)
堆砂圧	p_e					
	P_{eV1}	$1/2\times\gamma_s\times m\times H^2$	(+)		$1/3\times m\times H$	(+)
	P_{eH1}	$1/2\times k\times\gamma_s\times H^2$		(+)	$1/3\times H$	(+)
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.		
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 carreados 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.	・ Peso próprio da asa ・ Solicitação hidrodinâmica do fluxo de detritos ・ Força de impacto do bloco ou de troncos	・袖部の自重 ・土石流流体力 ・礫または流木の衝撃力
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。（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.	Onde: 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) V：Somatório das forças verticais por unidade de comprimento (kN/m) M：Total de momento de carga exercida a cada unidade de largura da seção (kNm/m) b1：Largura da base das asas (m)	ここで、 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) V：単位長さ当たり断面に作用する鉛直力の総和（kN/m） 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) b_1：袖部底幅 (m)
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.	Onde: n：Fator de segurança V：Total das forças verticais que incidem a cada unidade de largura da seção (kN/m) H：Total das forças horizontais a cada unidade de largura da seção (kN/m) f：Coeficiente de atrito (f=0.7) τ0：Resistência ao cisalhamento do concreto (kN/m^2) L：Comprimento onde é esperada a resistência ao cisalhamento (m) (Por regra, adotamos a largura da base da asa (b1))	ここで、 n：安全率 V：単位幅当たり断面に作用する鉛直力の合計（kN/m） H：単位幅当たり断面に作用する水平力の合計（kN/m） f：摩擦係数（f=0.7） τ_0：コンクリートのせん断強度（kN/m^2） L：せん断抵抗を期待できる長さ（m） （袖部の底幅（b_1）を基本とする。）
498.	A resistência ao cisalhamento do concreto τ_0 é 1/5 da resistência à compressão de projeto do concreto de barreiras. No caso de f'ck=18N/mm^2 → τ=12800/5=2560kN/m^2 No caso de f'ck=21N/mm^2 → τ=15000/5=3000kN/m^2	コンクリートのせん断強度τ_0は、ダムコンクリートの設計圧縮強度の 1/5 とする。 f'_{ck}=18N/mm^2 の場合→ τ=12800/5=2560kN/m^2 f'_{ck}=21N/mm^2 の場合→ τ=15000/5=3000kN/m^2
499.	Onde f'ck：Resistência padrão de projeto (N/mm^2) (kN/m^2) τc：Resistência do concreto ao cisalhamento (kN/m^2) f'cd：Resitênciade projeto à compressão do concreto (N/mm^2)(kN/m^2)	ここで、 f'ck：設計基準応力（N/mm^2）（kN/m^2） τ_C：コンクリートのせん断応力（kN/m^2） f'_{cd}：コンクリートの圧縮応力（N/mm^2）（kN/m^2）
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、建材の許容応力値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.	$\sigma_m = \frac{V}{b_1}\left(1 - \frac{6e}{b_2}\right)$ ； $\sigma_j = \frac{V}{b_1}\left(1 + \frac{6e}{b_1}\right)$ $e = x - \frac{1}{2} \cdot b_1$	$\sigma_m = \frac{V}{b_1}\left(1 - \frac{6e}{b_1}\right)$ ； $\sigma_j = \frac{V}{b_1}\left(1 + \frac{6e}{b_1}\right)$ $e = x - \frac{1}{2} \cdot b_1$
505.	Onde σm ：Tensão vertical na extremidade a montante da asa (kN/m^2) σj：Tensão vertical na extremidade a jusante da asa (kN/m^2) e：Excentricidade (m) V：Somatório das forças verticais por unidade de largura (kN/m) b1：Largura da asa da barreira (m) 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)	ここで、 σm：袖部の上流端における鉛直応力（kN/m^2） σj：袖部の下流端における鉛直力応力（kN/m^2） e：偏心距離（m） V：単位幅当たりに作用する鉛直力の総和（kN/m） ｂ1：袖部幅 (m) 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)
506.	Considerando-se a resistência à compressão admissível de curto prazo no concreto, este valor deve ser majorado em 50%. No caso de f_{ck}=21Mpa → σ_{ca}=5250×1,5=7875 kN/m^2	コンクリートの短期許容圧縮強度は、50%割増を考慮する。 f_{ck}=21Mpa → σ_{ca}=5250×1.5=7875 kN/m^2
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

512.

Condição	Condições do fluxo de detritos	Condições de cheias	Condições de preenchimento de sólido
Asas	Peso próprio, solicitação hidrodinâmica do fluxo de detritos e o maior valor obtido entre as forças de impacto do bloco e de troncos carreados.		

状況	土石流時	洪水時	満砂時
袖部	自重、土石流流体力及び礫と流木の衝撃力の内大きい値。		

513.

Tabela 3.22－Forças atuantes (por metro de asa)

表－3.22 袖部に作用する力（袖の 1 メートル当たり）

514.

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_1	$W_c \times b_1 \times H'$	(＋)		$m \times H + 1/2 \times b_1$	(＋)
Força de impacto do bloco ou troncos carreados	P_1	Força de impacto de corrente da colisão de bloco ou troncos carreados		(＋)	①Quando $D_{95} < D_d$ $D_d - 1/2 \times D_{95}$ ②Quando $D_{95} \geqq D_d$ $1/2 \times D_{95}$	(＋)
Solicitação hidrodinâmica do fluxo de detritos	F	$\alpha \times \rho_d / g \times D_d \times U^2$		(＋)	$1/2 \times D_d$	(＋)
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)	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_1	$W_c \times b_1 \times H'$	(＋)		$m \times H + 1/2 \times b_1$	(＋)
礫または流木の衝撃力	P_1	礫または流木の衝突による衝撃力		(＋)	① $D_{95} < D_d$ の場合 $D_d - 1/2 \times D_{95}$ ②$D_{95} \geqq D_d$ の場合 $1/2 \times D_{95}$	(＋)
土石流流体力の荷重	F	$\alpha \times \rho_d / g \times D_d \times U^2$		(＋)	$1/2 \times D_d$	(＋)
合計			V	H		M

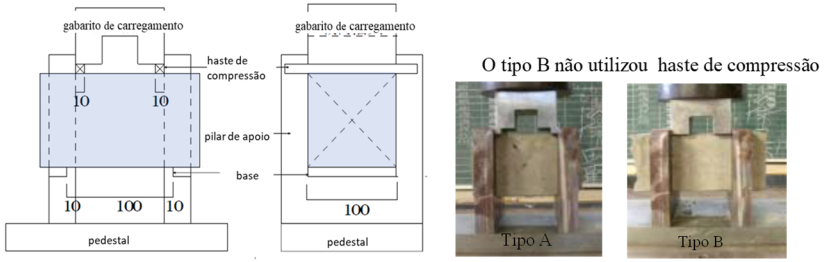
515.

Resistência do concreto não aramado ao cisalhamento

Mesmo em âmbito mundial, são poucas as pesquisas sobre a resistência do concreto não armado ao cisalhamento, n ã o havendo m é todos consolidados para os ensaios nem para a resist ê ncia. Consequentemente, nas normas técnicas e termos de referência do Japão não constam menções à resistê ncia ao cisalhamento. Entretanto, a importância da resistência ao cisalhamento para a superfície de lanç amento do concreto não armado em barragens de concreto, fez com que excepcionalmente fosse definida a resistência do concreto não aramado 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.[1)]

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*[2)].

"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 . "



O tipo B não utilizou haste de compressão

Figura 1 - Tipos A e B



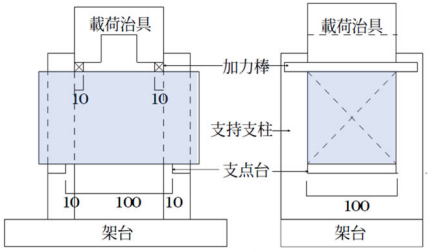
Figura 2 - Tipo S

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、コンクリートダムの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＝⅛(圧縮強度)と定められている[1)]。

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[2)]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。



B typeは加力棒がない

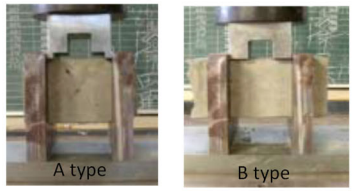


図-1　Aタイプ及びBタイプ



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.

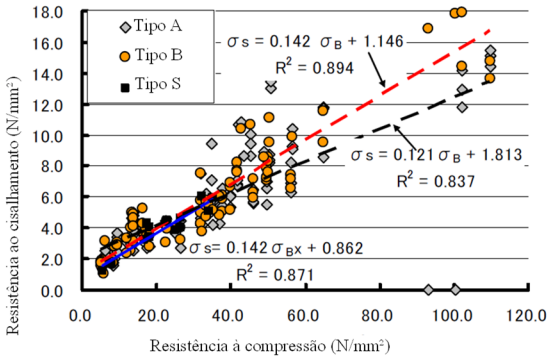


Figura 3 - Correlação entre as resistências à compressão e ao cisalhamento

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

Type of test	Relationship equation between σs and σ	Compressive strength (N/mm²)	
		18	20
A	σs = 0,121σ+ 1,813	3,991	4,233
B	σs = 0,142 σ + 1,146	3,702	3,986
S	σs= 0,142σ + 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

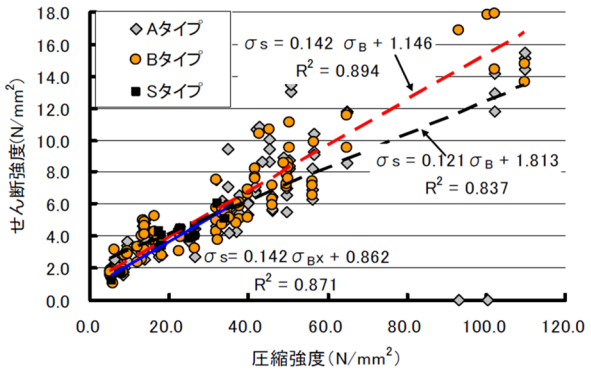


図-3 圧縮強度と剪断強度の関係

表－1　圧縮強度と剪断強度の関係式

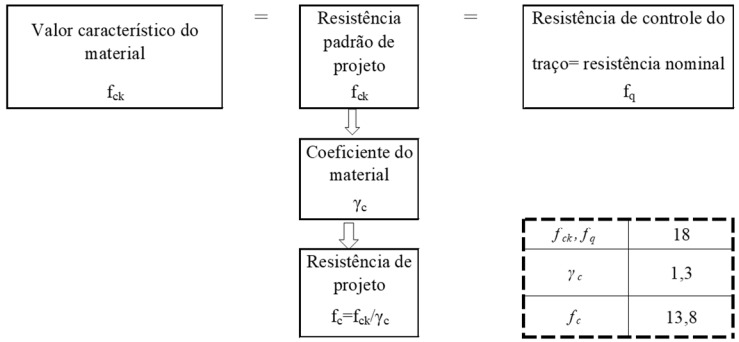
Type of test	Relationship equation between σs and σ	Compressive strength (N/mm²)	
		18	20
A	$\sigma_s = 0.121\sigma + 1.813$	3.991	4.233
B	$\sigma_s = 0.142\ \sigma + 1.146$	3.702	3.986
S	$\sigma_s = 0.142\sigma + 0.862$	3.418	3.702
Average		3.70	3.97
Fraction		1/5	1/5

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[3], 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[4], 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.

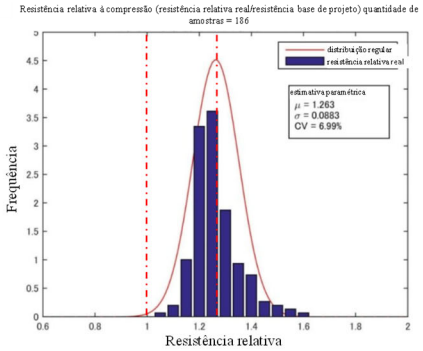
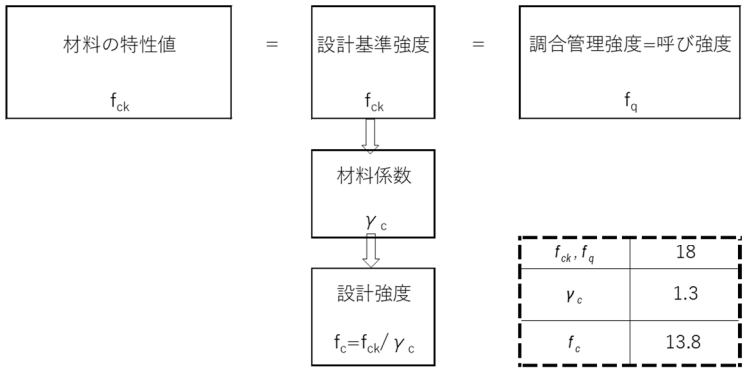


Figura 1 - Resistência relativa para a resistência padrão de projeto da concreteira

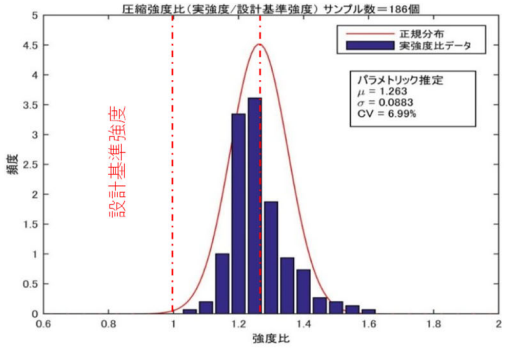
コンクリートの設計基準強度と設計強度

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



調合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合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[4]、標準養生した供試体の圧縮強度は，図―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―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 Púbicas, Documento 4401, Pesquisa Investigativa sobre o Método de Domensionamento 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

520.

f_{ck}	Valor característico da resistência do material	Considerando as variações nos valores da resistência do material do experimento, realizado com método determinado, a probabilidade de os valores dos ensaios serem menores pode ser garantida em um valor constante.
	Valores da norma técnica da resistência do material	Em separado dos valores característicos da resistência do material, há valores de resistência do material estabelecidos em especificações para outras estruturas, que não as abordadas nestas especificações, além de valores definidos em outras normas.
f_{ck}	Resistência padrão de projeto	Como resistência padrão durante o desenvolvimento do projeto de engenharia, adota-se o valor característico da resistência à compressão do concreto.
f_c	Resistência de projeto	Valor obtido pela divisão do valor característico da resistência do material pelo coeficiente do material.
γ_c	Coeficiente do material	Coeficientes de segurança para considerar as variações a partir do valor característico da resistência do material para uma direção indesejável, incompatibilidades entre as características material do corpo de prova e o interior da estrutura, influências no estado limite e alterações temporais das características do material.
	Coeficiente de correção do material	Coeficiente para a conversão dos valores da norma técnica da resistência do material para os valores característicos.
f_q	Resistência nominal do concreto	Resistência para fazer o pedido à concreteira (N18, N20 etc.)

Explicação Tabela 3.2.1 - Tipo de resistência de projeto (Unidade N/mm2):Estado limite último

Resistência padrão de projeto fck	18	24	30	40	60	80
Resistência à compressão de projeto fcd	13,8	18,5	23,1	30,8	40.0	53,3
Resistência à flexão de projeto fbd	2,2	2,7	3,1	3,8	4,3	5,2
Resistência à tração de projeto ftd	1,2	1,5	1,7	2,1	2,4	2,8
Resistência à adesão de projeto fbod	1,5	1,8	2,1	2,5	2,9	3,4

Explicação Tabela 2.6.2 Valores do coeficiente de segurança padrão

Coeficiente de segurança / Estado limite	Coeficiente do material γm		Coeficiente das peças	Coeficiente da análise estrutural	Coeficiente de carga	Coeficiente da estrutura
	Concreto γ_c	Material de aço γ_s	γ_b	γ_a	γ_f	γ_i
Estado limite último	1,3 ou 1,5	1,0 ou 1,05	1,15 a 1,3	1.0	1,0 a 1,2	1,0 a 1,2
Estado limite de serviço	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Estado limite de fadiga	1,3 ou 1,5	1.05	1,0 a 1,1	1.0	1.0	1,0 a 1,1

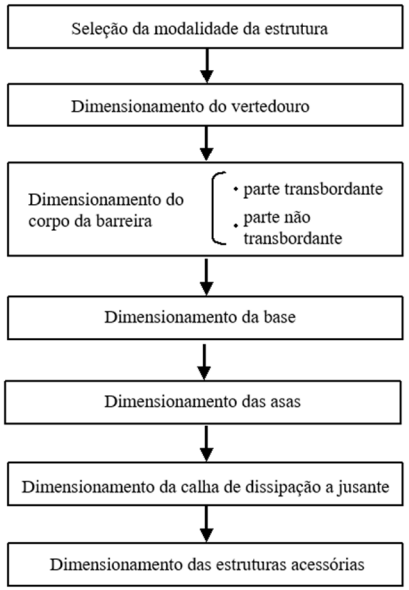
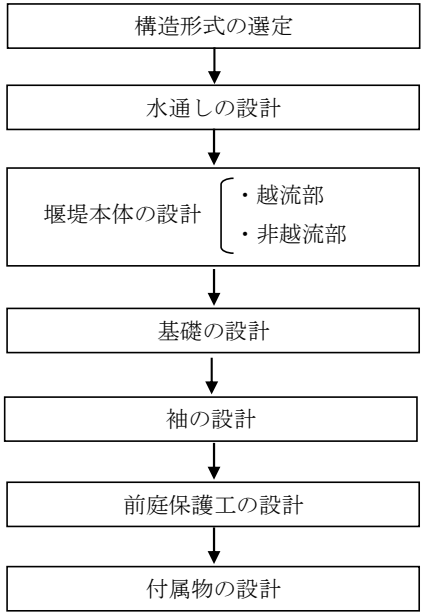
f_{ck}	材料強度の特性値	定められた試験法による材料強度の試験値のばらつきを想定したうえで、試験地がそれを下回る確率がある一定の値となることが保証される値。
	材料強度の規格値	材料強度の特性値とは別に、この示方書以外の構造物に関する示方書またはその他の規定により定められた材料強度の値。
f_{ck}	設計基準強度	設計において基準とする強度で、コンクリートの圧縮強度の特性値をとる。
f_c	設計強度	材料強度の特性値を材料係数で除した値。
γ_c	材料係数	材料強度の特性値からの望ましくない方向への変動、供試体と構造物中との材料特性の差異、材料特性が限界状態に及ぼす影響、材料特性の経時変化を考慮するための安全係数。
	材料修正係数	材料強度の規格値を特性値に変換するための係数。
f_q	コンクリート呼び強度	工場へ注文する強度（N18, N20, etc）

解説　表3.2.1　各種設計強度（単位：N/mm^2）：終局限界状態

設計基準強度　fck	18	24	30	40	60	80
設計圧縮強度　fcd	13.8	18.5	23.1	30.8	40.0	53.3
設計曲げ強度　fbd	2.2	2.7	3.1	3.8	4.3	5.2
設計引張強度　ftd	1.2	1.5	1.7	2.1	2.4	2.8
設計付着強度　fbod	1.5	1.8	2.1	2.5	2.9	3.4

解説　表2.6.2　標準的な安全係数の値

安全係数 / 限界状態	材料係数 γm		部材係数	構造解析係数	荷重係数	構造物係数
	コンクリート γ_c	鋼材 γ_s	γ_b	γ_a	γ_f	γ_i
終局限界状態	1.3 または 1.5	1.0 または 1.05	1.15～1.3	1.0	1.0～1.2	1.0～1.2
使用限界状態	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
疲労限界状態	1.3 または 1.5	1.05	1.0～1.1	1.0	1.0	1.0～1.1

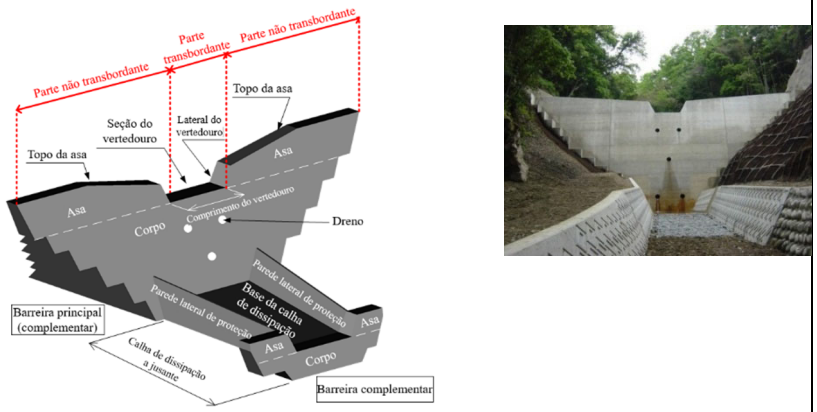
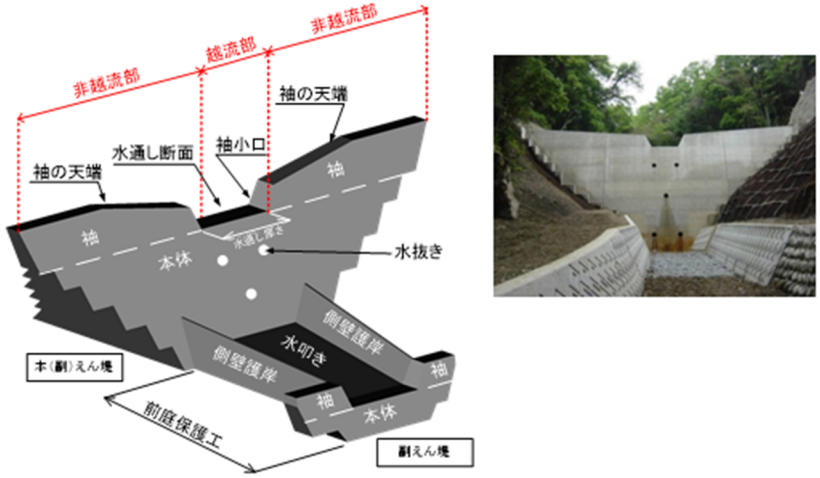
1.	**Capítulo 4 - Projeto de Engenharia da Barreira Sabo Impermeável**	**第４章 - 不透過型砂防堰堤の設計**
2.	**1. Projeto de Engenharia da Barreira Sabo Impermeável**	**1. 不透過型砂防堰堤の設計**
3.	1.1 Etapas da elaboração do projeto de engenharia	1.1 設計順序
4.	O projeto de engenharia da barreira impermeável deve ser desenvolvido 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.		

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

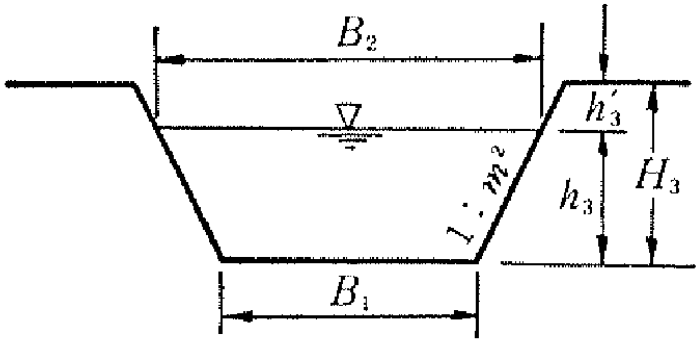
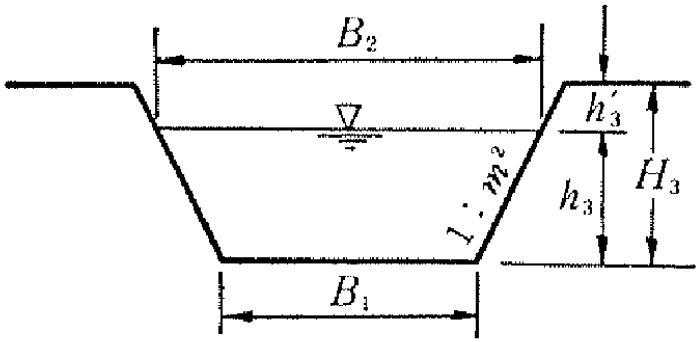
12.

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
	Inclinação do paramento da barreira	1V:XH	Unidade de 0,05
Asas	Altura da asa	m	Unidade de 0,1m
	Espessura do topo da asa	m	Unidade de 0,1m
	Inclinação da asa	1V:XH	Unidade de 0,05
Calha de dissipação a jusante	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
	提体の法勾配	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

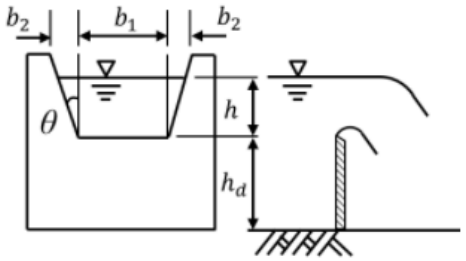
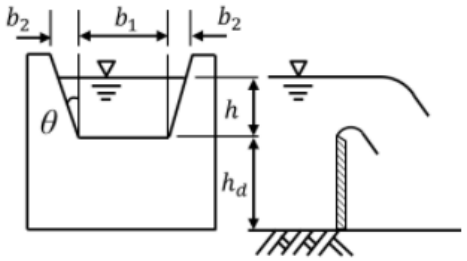
		側壁護岸高 | m | 0.1m 単位 側壁護岸勾配 | 1V:XH | 0.05 単位
13.	**2. Seleção da modalidade da estrutura da barreira impermeável**	**2. 不透過型堰堤の構造形式選定**
14.	2.1 Seleção da modalidade da estrutura	2.1 構造形式の選定
15.	A barreira impermeável é uma estrutura gravitacional em concreto.	不透過型堰堤は、重力式コンクリート構造物である。
16.	A partir das 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

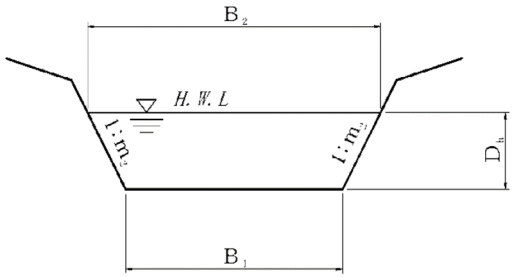
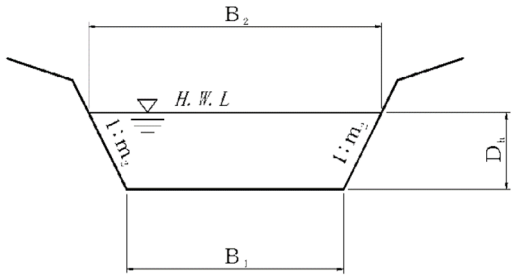
22.	**3. Dimensionamento do vertedouro**	**3. 水通しの設計**
23.	3.1 Função do vertedouro	3.1 水通しの機能
24.	O vertedouro da barreira é o canal de liberação da água situada no centro do topo da estrutura, tendo por finalidade transbordar com segurança a vazão de projeto (vazão de cheia).	堰堤の水通しは、構造物の天端中央部に設ける放水路であり、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、渓岸の状態、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.	・ O escoamento da água que transborda através do vertedouro desce em ângulo reto em relação ao eixo da barreira.	・ 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。
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.	・ 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.	・ 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。
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水通し高は、以下に基づいて検討する。
36.	・ O comprimento do vertedouro deve ser o maior possível, a fim de evitar a erosão causada pelo escoamento da água a jusante da barreira.	・ 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。

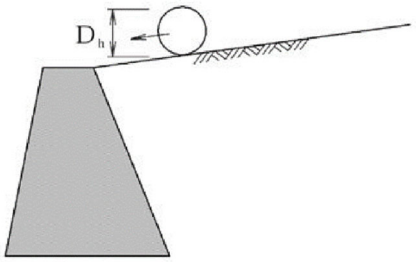
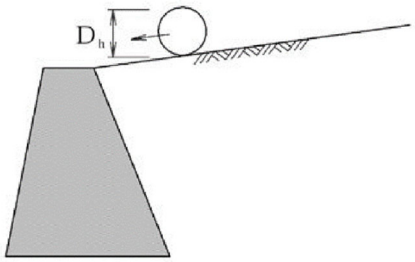
37.	Entretanto, deve-se garantir um comprimento mínimo de asa de forma a evitar erosão das margens a montante.	ただし、上流側の両岸の洗堀を防止するため、袖部の最低限の長さを確保する必要がある。
38.	・ Conforme apresentada na Figura 4.3, a altura do vertedouro (H_3) deve ser definida pela altura da lâmina d'água de projeto (h_3), necessária para escoar a vazão de projeto vazão de cheia), somada à altura de borda livre (h_3').	・ 図 4.3 に示す通り、水通し高 (H_3)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(h_3)に、余裕高(h_3')を加えて決定することとする。
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値は 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３m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^2) 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^2) 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_3) é a altura da lâmina d'água de projeto somada à altura de borda livre.	水通し高 (H_3)は、設計水深に余裕高を加えた高さとする。
56.	A altura do vertedouro (H_3) 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_3)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: H_3：Altura do vertedouro (m) h_3：Altura da água transbordante (m) h_3'：Altura de borda livre (m)	ここで、 H_3：水通しの高さ (m) h_3：越流水深 (m) h_3'：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[1] 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 [1] を用いて算出する。
67.	([1]Poleni, J. (1717). De motu aquae mixto libri duo. Typis Iosephi Comini, Padova)	([1]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.	$$Q = \frac{2}{3} C b_1 \sqrt{2g} h^{3/2} + \frac{8}{15} C \tan\theta \sqrt{2g} h^{5/2}$$ $$\left(\tan\theta = \frac{b_2}{h}\right)$$ $$= \frac{2}{15} C(5b_1 + 4b_2)\sqrt{2g} h^{3/2}$$ $$(B_1 = b_1 \;\; B_2 = b_1 + 2b_2)$$ $$= \frac{2}{15} C(3B_1 + 2B_2)\sqrt{2g} h^{3/2}$$ Alteração: h= h_3	$$Q = \frac{2}{3} C b_1 \sqrt{2g} h^{3/2} + \frac{8}{15} C \tan\theta \sqrt{2g} h^{5/2}$$ $$\left(\tan\theta = \frac{b_2}{h}\right)$$ $$= \frac{2}{15} C(5b_1 + 4b_2)\sqrt{2g} h^{3/2}$$ $$(B_1 = b_1 \;\; B_2 = b_1 + 2b_2)$$ $$= \frac{2}{15} C(3B_1 + 2B_2)\sqrt{2g} h^{3/2}$$ h= h_3 に変更
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.	Onde: Q：Vazão que considera os sólidos finos contidos na água (m^3/s) C：Coeficiente de vazão (0,60 a 0,66: geralmente 0,60) g：Aceleração gravitacional ($9,81 m/s^2$) B_1：Comprimento da base do vertedouro (m) B_2：Comprimento na cota da superfície da água transbordada (m) m_2：Inclinação da lateral do vertedouro Em caso de C=0,6 e m_2=0,5, usa-se a equação abaixo: $Q = (0,71 \times h_3 + 1,77 \times B_1) \times h_3^{3/2}$	ここで、 Q：土砂含有を考慮した流量 (m^3/s) C：流量係数 (0.60 ～ 0.66: 一般に 0.60 とする。) g：重力加速度 ($9.81 m/s^2$) B_1：水通し底の長さ (m) B_2：越流水面標高における長さ (m) m_2：袖小口勾配 C=0.6、m_2=0.5 の場合には、次式になる。 $Q = (0.71 \times h_3 + 1.77 \times B_1) \times h_3^{3/2}$
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_d) 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_d) 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.	Onde: D_r：Profundidade média do fluxo de detritos em metro. Considera-se, nesta análise, D_r=D_d (altura da lâmina d'água do fluxo de detritos) - vide Capítulo 3 item 2.5.1 θ_p ：Inclinação da deposição de sedimentos. Considera-se igual a 2/3 da inclinação do leito do canal fluvial K_n： Coeficiente de rugosidade (s・$m^{-1/3}$) (em cursos naturais de talvegues, 0,10)	ここで、 D_r：土石流の平均深 この算出では D_r=D_d (土石流の水深）と見なす （第 3 章 2.5.1 を参照） θ_p：堆砂勾配 河床勾配の 2/3 と同じと見なす K_n：粗度係数 (s･$m^{-1/3}$) (渓流の自然河道で 0.10)
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.	$Q_{SP} = U \times A_d$ $D_d = \frac{A_d}{B_{da}}$ $A_d = \frac{1}{2}(B_1 + B_2)Z$ $= \frac{1}{2}\left(2B_1 + Z(m_2 + m_2)\right)Z = B_1 Z + m_2 Z^2$	$Q_{SP} = U \times A_d$ $D_d = \frac{A_d}{B_{da}}$ $A_d = \frac{1}{2}(B_1 + B_2)Z$ $= \frac{1}{2}\left(2B_1 + Z(m_2 + m_2)\right)Z = B_1 Z + m_2 Z^2$
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: Q_{sp}：Vazão de pico do fluxo de detritos (m^3/s) U：Velocidade média do fluxo de detritos A_d：Área da seção do escoamento da vazão de pico do fluxo de detritos (m^2) B_{da}：Largura do escoamento (m) (aqui, $B_{da} = B_2$)	ここで、 Q_{sp}：土石流ピーク流量 (m^3/s) U：土石流の平均流速 A_d：土石流ピーク流量の流下断面積 (m^2) B_{da}：流れの幅 (m) (ここでは $B_{da} = B_2$)
87.	B_1：Comprimento da base do vertedouro Z： Altura da lâmina d’água transbordada m_2：Inclinação da lateral do vertedouro	B_1：水通し底長 Z：越流水深 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）及び渓床勾配に応じて、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.

Vazão de água de projeto	Altura da borda livre
< 200m^3/s	0,6m
200～500m^3/s	0,8m
> 500m^3/s	1,2m

設計流量	余裕高
200m^3/s 未満	0.6m
200～500m^3/s	0.8m
500m^3/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 渓床勾配別の設計水深と余裕高比の最低値

100.

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

渓床勾配	(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

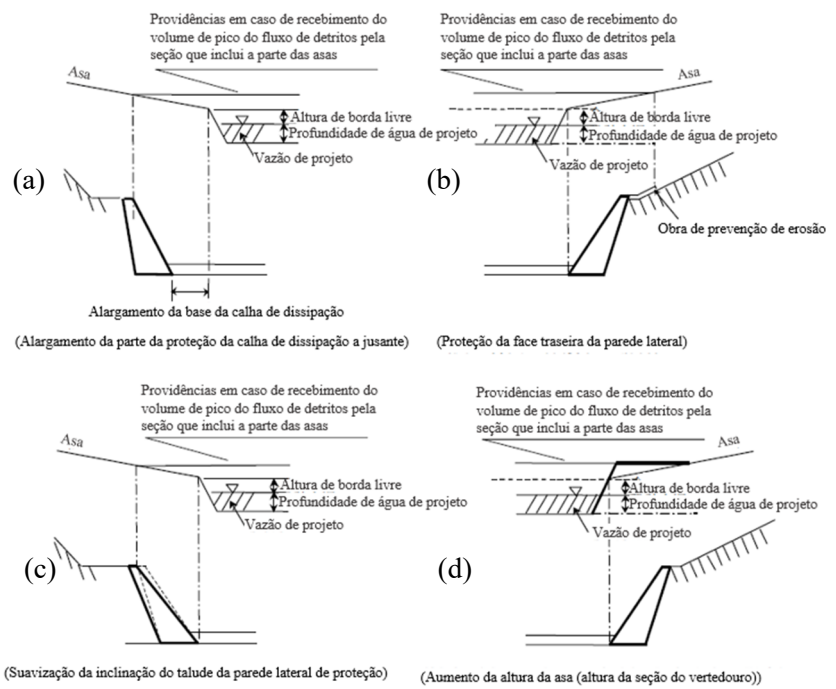
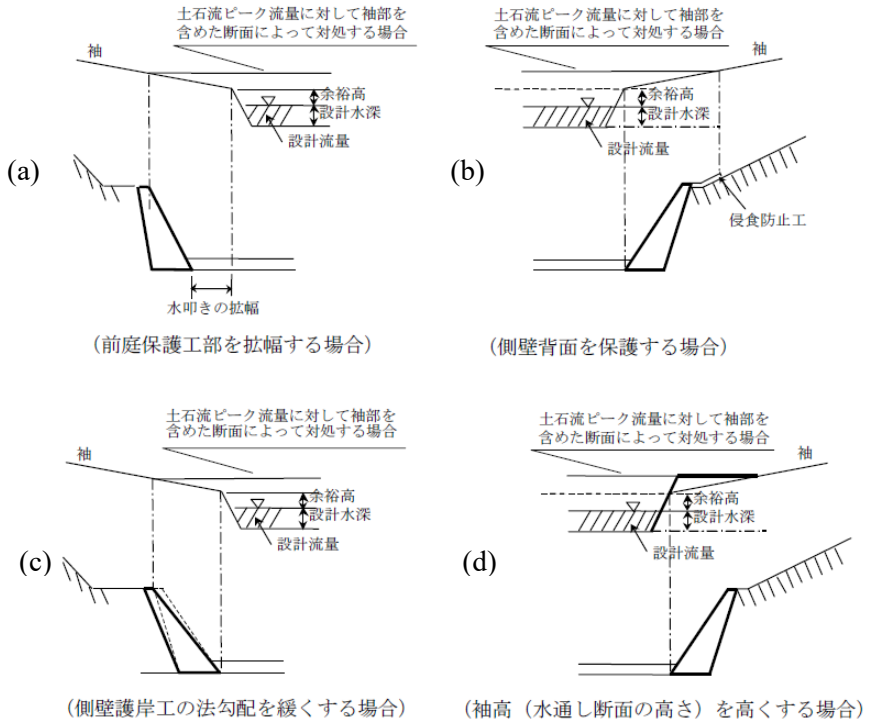
101. 3.6 Intervenções em caso em que a vazão de pico do fluxo de detritos ultrapasse a capacidade máxima do vertedouro

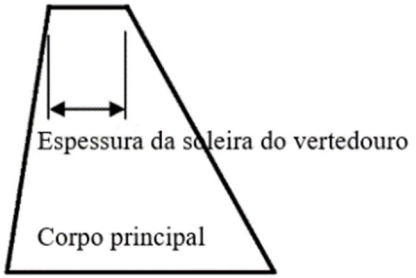
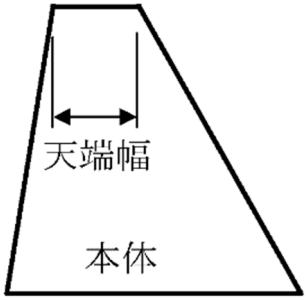
3.6 土石流ピーク流量が水通しの最大容量を超える場合の対処

102. Quando não for possível garantir uma seção adequada do vertedouro que, por motivos topográficos ou outros, não permita

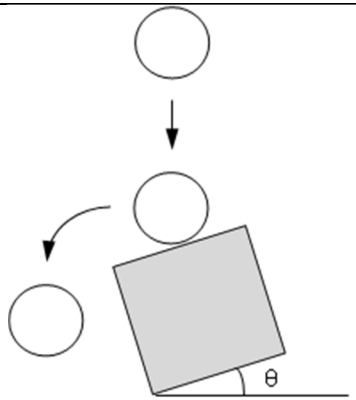
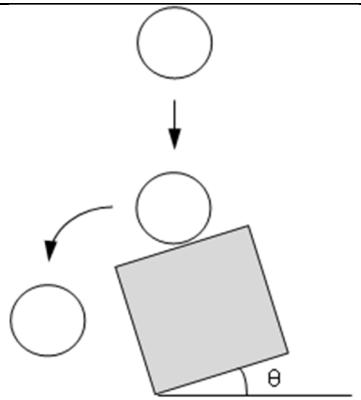
地形等の理由で適切な水通し断面が確保できず、土石流ピーク流量を流下できない場合、一部の流量は袖部を通じて越流する。

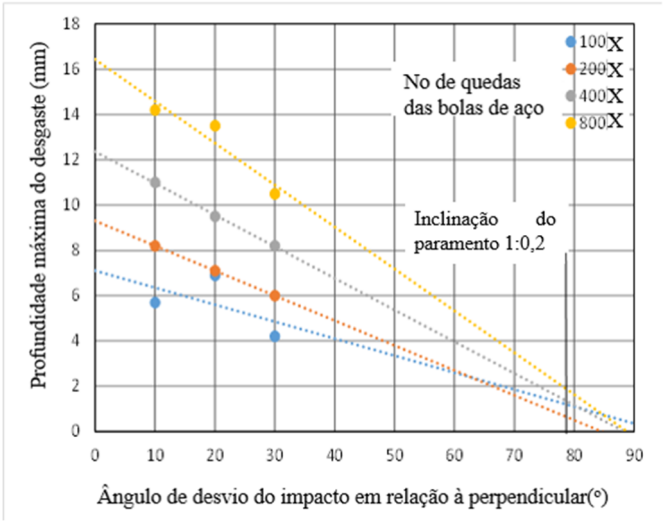
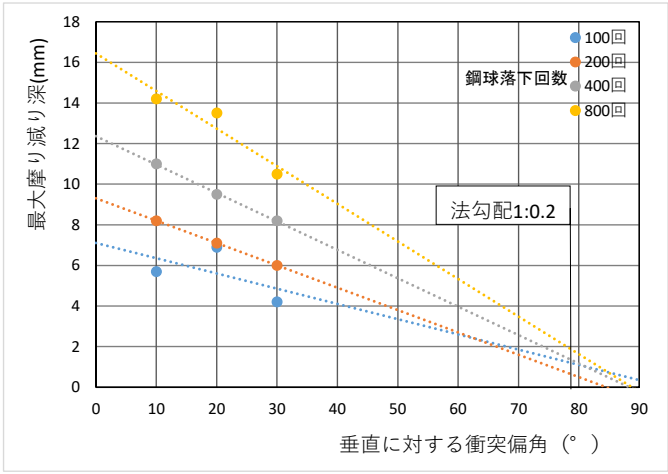
	escoar a vazão de pico de fluxo de detritos de projeto, parte da vazão será extravasada em trecho das asas.	
103.	Definida a seção do vertedouro pelos critérios apresentados no item 3.4, quando não for possível implantá-la em projeto, por motivos topográficos ou outros, parte desta vazão será extravasada 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

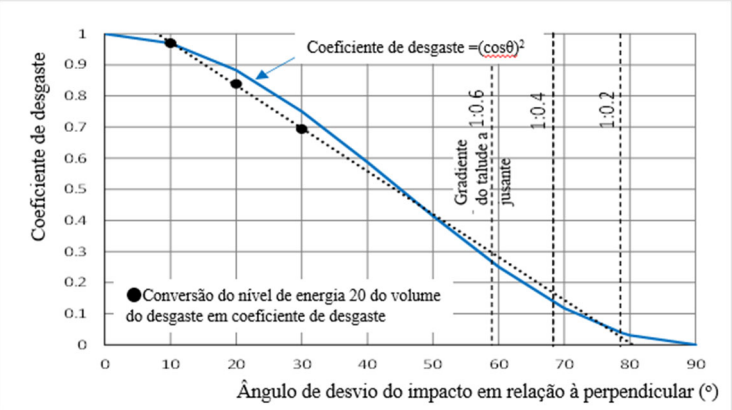
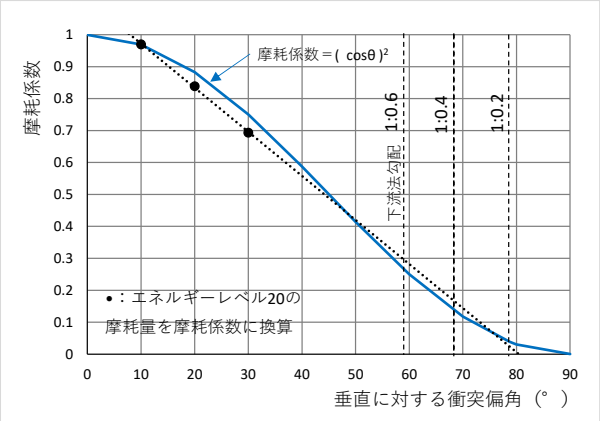
108.		
109.	Fonte：Manual of Technical Standard for establishing Sabo master plan for debris flow and driftwood, MLIT Sabo Planning Division Sabo Department	出典：砂防基本計画策定指針（土石流･流木対策編），国土交通省
110.	**4. Dimensionamento da parte transbordante**	**4. 越流部の設計**
111.	4.1 Aspectos gerais	4.1 概要
112.	A parte transbordante 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.	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。
113.	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.	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。

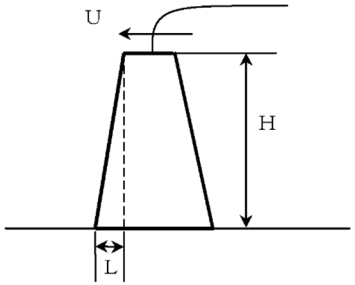
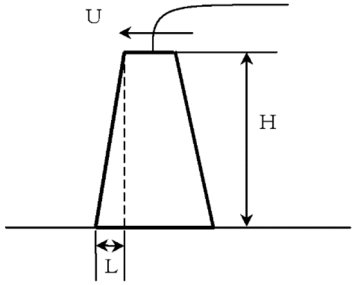
114.	A estrutura deve ser projetada de forma que seja estável ao tombamento, o deslizamento, capacidade de carga da fundação e a esforços internos.	転倒、滑動、基盤の耐荷力及び内力に対して安定となる構造物として設計する。
115.	4.2 Espessura do topo da barreira (asa e vertedouro)	4.2 堰堤天端厚さ (袖部及び水通し部)
116.	A espessura do topo da barreira (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 天端幅を示す横断図
122.		
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 carreados for menos grosseira e o volume de sólidos carreados 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 carreado 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 carreado.	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 carreado, 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.		

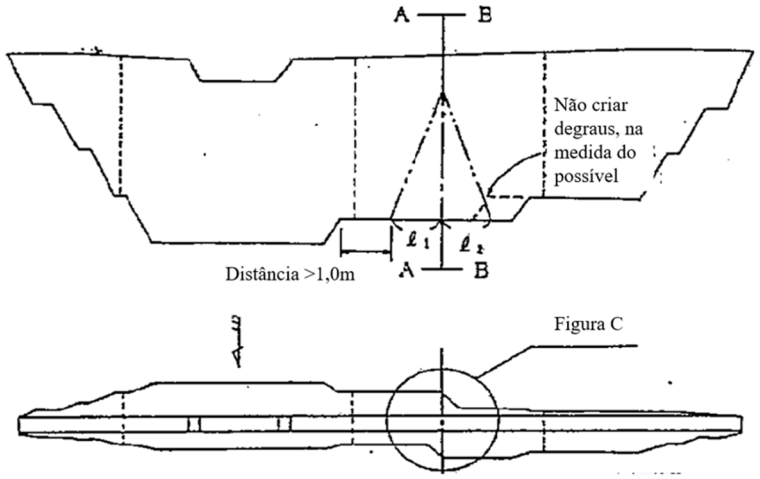
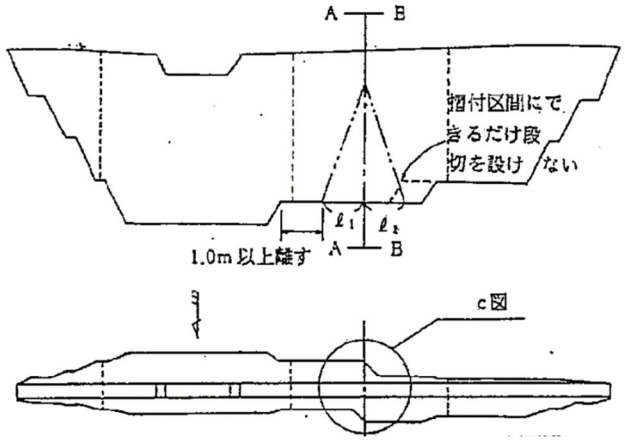
		
134.	Fonte: Variações do volume do desgaste da superfície do concreto conforme o ângulo de impacto das esferas de aço (Estudo experimental de Osamu Koyanagi *et al.*)	出典： 鋼球の衝突角度によるコンクリート表面摩耗量の変化（小柳治らの実験的研究）
135.	Nas figuras 4.10 e 4.11 são apresentados resultados de ensaios de colisão de esferas de aço (profundidade máxima de desgaste e coeficiente de desgaste, respectivamente) em bloco de concreto sob diferentes condições de inclinação da superfície de impacto (θ).	図 4.10 及び 4.11 は、異なる衝突面の傾斜角度(θ)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[2,3], observou-se que, quanto maior o ângulo θ, menor a profundidade do desgaste, sendo esta proporcional a $\cos^2\theta$.	実験[2,3]から、角度 θ 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 *et al.*)[2]	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)[2]

139.		
140.	Fonte:	出典：
141.	([2]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.)	([2] 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ヘリ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)
142.	Figura – 4.11 Variações do volume do desgaste da superfície do concreto conforme o ângulo de impacto das esferas de aço[3] (Estudo experimental de Osamu Koyanagi *et al.*)	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 [3]（小柳治らの実験的研究）

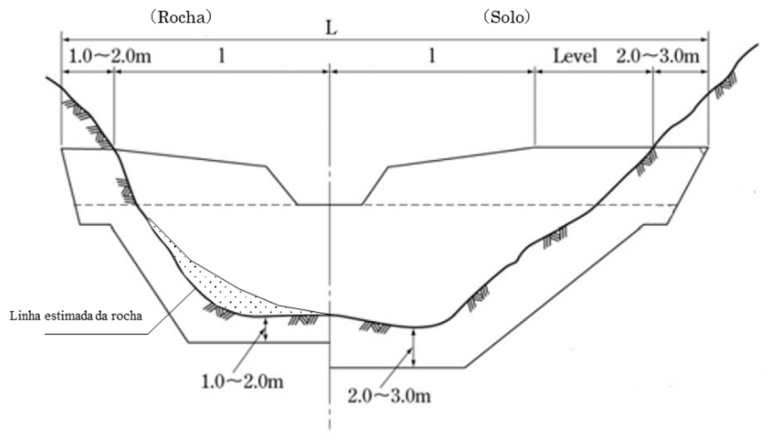
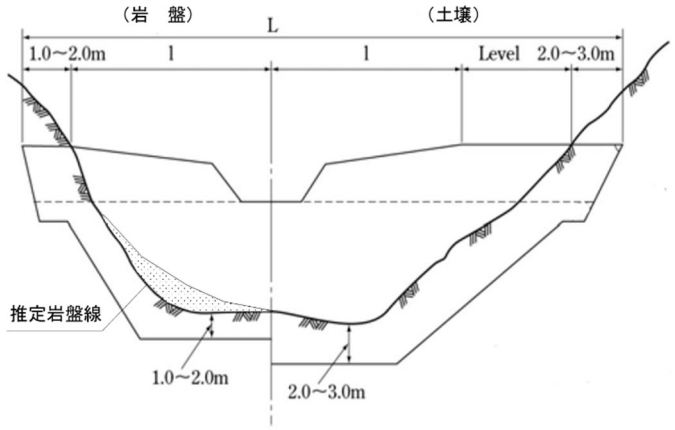
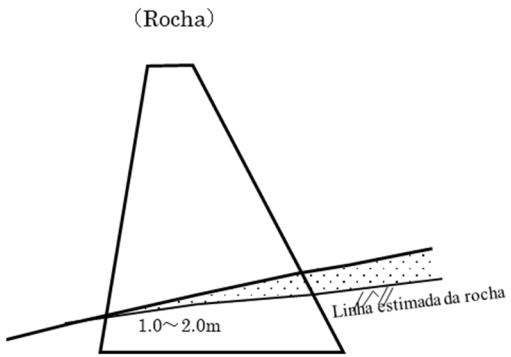
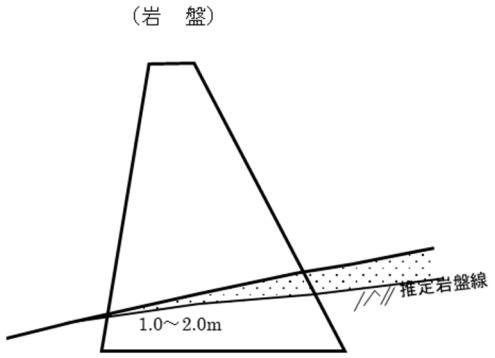
143.		
144.	Fonte：	出典：
145.	([3]Osamu Koyanagi, Keisuke Rokugo, Yasunori Saito: Ângulo de impacto e condições de umidade ou seca que provocam impacto de desgaste no concreto. Anuário de Artigos e Relatórios de Engenharia e Concreto, 1043, 1989.)	([3]小柳治、六郷恵哲、斉藤保則: コンクリートの衝撃摩耗におよぼす乾湿条件及び衝撃角、コンクリート工学年次論文報告集、1043、1989)
146.	Quando o diâmetro e o volume de sólidos carreados 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.	・ O material sedimentado no leito do canal, no ponto de referência de projeto da barreira, deve ter diâmetro inferior a 75mm.	・ 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
148.	・ Deve ter sido elaborado e estabelecido um plano de remoção de sólidos para depois da retenção do fluxo de detritos.	・ 土石流捕捉後の除石計画が策定されている
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 carreado 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.	$\frac{L}{H} = \sqrt{\frac{2}{gH}} \cdot U$	$\frac{L}{H} = \sqrt{\frac{2}{gH}} \cdot$

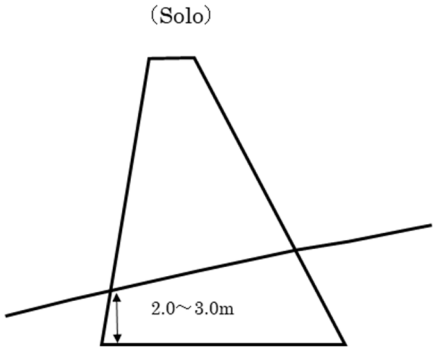
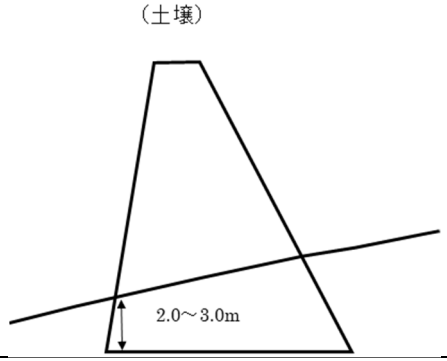
151.	Onde L/H：Inclinação do paramento de jusante g ：Aceleração gravitacional (9.81m/s^2) H：Altura da barreira (m) U：Velocidade em que o material começa a ser intensamente carreado (m/s)	ここで、 L/H：下流のり勾配 g：重力の加速度 (9.81m/s^2) H：堤高 (m) U：土砂が活発に流送され始める流速(m/s)
152.	Figura – 4.12 Inclinação do Paramento de 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 carreado (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.	**5. Dimensionamento da parte não transbordante**	**5. 非越流部の設計**
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 sobrepassam 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、基盤の耐荷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

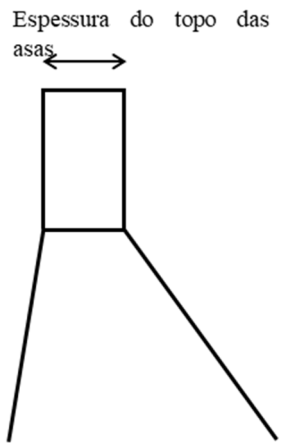
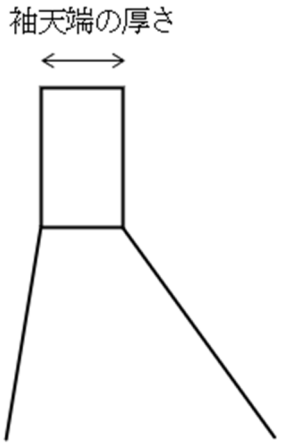
174.	Padroniza-se a inclinação da parte não transbordante igual à da parte transbordante.	非越流部の勾配は、越流勾配と同一とすることを標準とする。
175.	Em situações nas quais se prevê carreamento de muito material sólido ou onde o curso do leito for curvo, causando galgamento sobre as asas, evita-se atenuar a inclinação do paramento de jusante.	土砂流出量が多い渓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 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）
182.	5.4 Inclinação do paramento de montante	5.4 上流法勾配

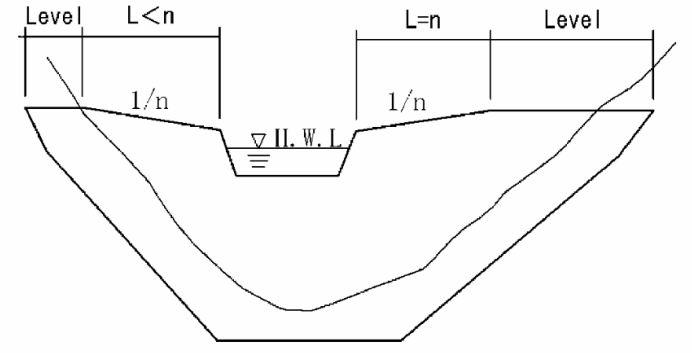
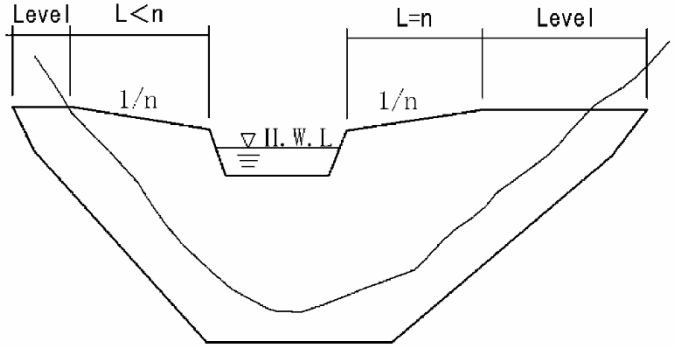
183.	O paramento de montante da parte não transbordante deve ser definido de forma que satisfaça às condições de estabilidade (estabilidade ao tombamento, ao deslizamento e a capacidade de carga da fundação e esforços internos no corpo da barreira).	非越流部における上流法面は、次の安定条件（転倒に対する安定、滑動に対する安定、基盤の耐荷力及びの堰堤本体の内力）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.	**6. Dimensionamento da fundação**	**6. 基礎の設計**
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。

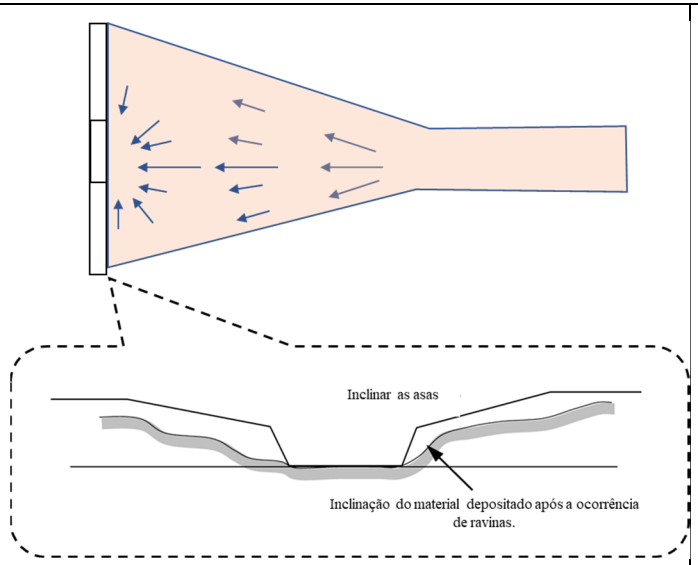
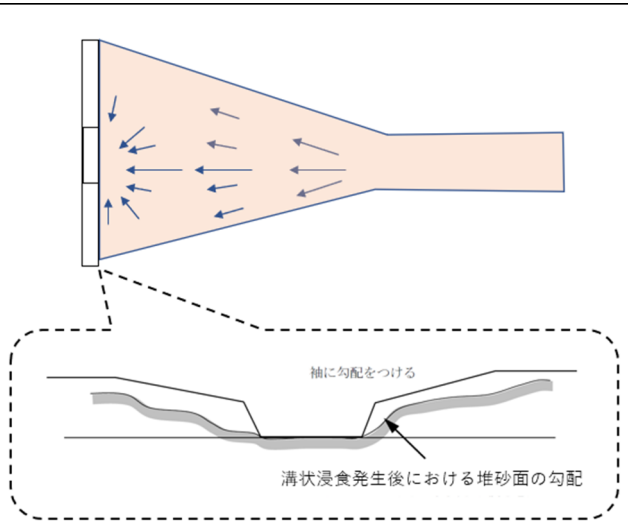
197.	Ressalta-se que superfícies inclinadas a jusante são desfavoráveis para a estabilidade da barreira.	なお、下流下がりの掘削面は堰堤の安定性において不利である。
198.	Figura – 4.14 Altura da ficha da barreira (seção longitudinal)	図 - 4.14 堰堤の根入れ高 (縦断図)
199.		
200.	Fonte: Procedimentos para Projetos de Engenharia de Instalações 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 (横断図)
202.		

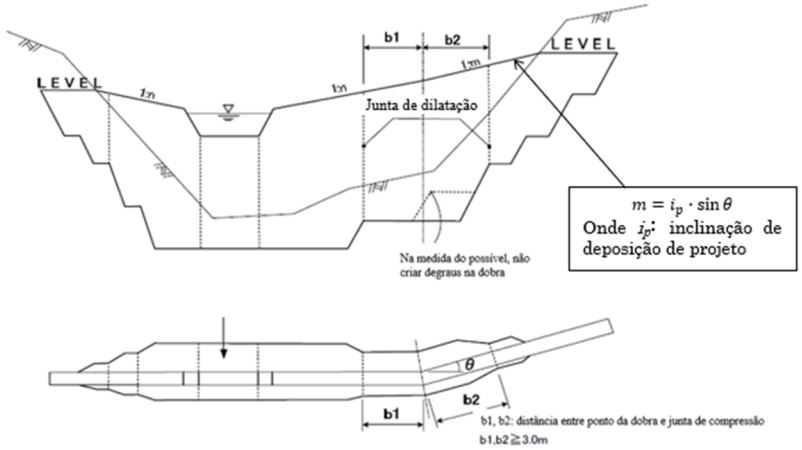
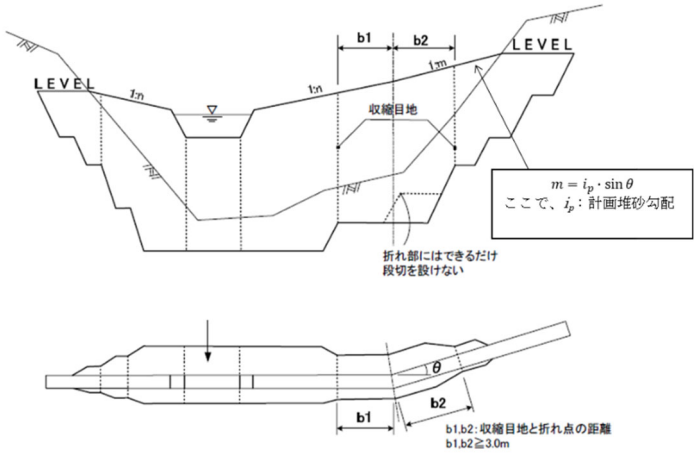
		
203.	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
204.	6.3 Tratamento da fundação	6.3 岩盤処理
205.	Quando a capacidade do terreno de fundação não for adequada, deve ser realizado o tratamento do terreno.	耐荷力が適切でない場合は、地盤処理を行うものとする。
206.	O tratamento do terreno de fundação da barreira deve ser escolhido 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.	・ Escavação até a profundidade com capacidade de carga adequada;	・ 適切な耐荷力が得られる深さまで掘削する、
209.	・ Substituição de material com baixa capacidade de carga por concreto ou outros materiais (ex: enrocamento)	・ 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)
210.	・ Aumento da largura da base da barreira visando a redução das tensões atuantes;	・ 堰堤の堤底を広くして応力の採用を少なくする。
211.	**7. Dimensiomento das asas**	**7. 袖部の設計**
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一とすること、
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．堰堤が渓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一である。
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一である。
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.		
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.	・ Os comprimentos dos trechos inclinados das asas deverão ser iguais, sendo adotado o do trecho mais curto (Figura 4.17).	・ 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)。
239.	b) Quando o comprimento da barreira for longo	b) 堤長が長い場合
240.	・ Quando o trecho inclinado projetado da asa for muito longo, deve-se estabelecer um ponto de inflexão, a partir do qual do qual a inclinação da asa será horizontal.	・ 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。
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１ｍ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 袖天端の長さと勾配
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 (θ) deve ser inferior a 45°.	折れ角（θ）は45°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 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）
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.

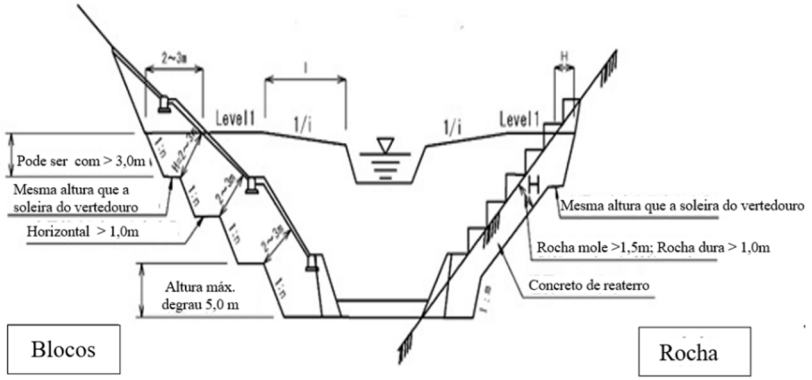
Tipo de terreno	Profundidade do encaixe(H)	Observações
Rocha dura	>1.0m	
Rocha branda	>1.5m	Rocha branda I ou II
Pedregulho	>2.0m	
Solo arenoso	>3.0m	

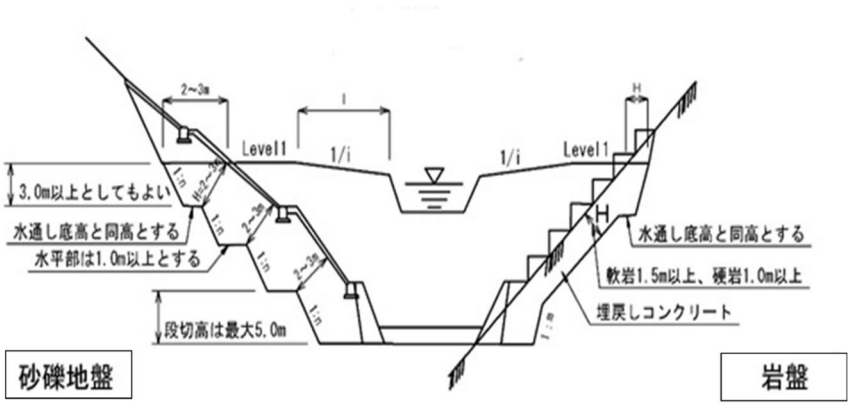
土　質	嵌入深（H）	備　考
硬岩	1.0m以上	
軟岩	1.5m以上	軟岩Iあるいは軟岩II
砂礫	2.0m以上	
砂質土	3.0m以上	

272. Figura – 4.20 Encaixe das asas

図 - 4.20 袖の嵌入

273.





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.

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.

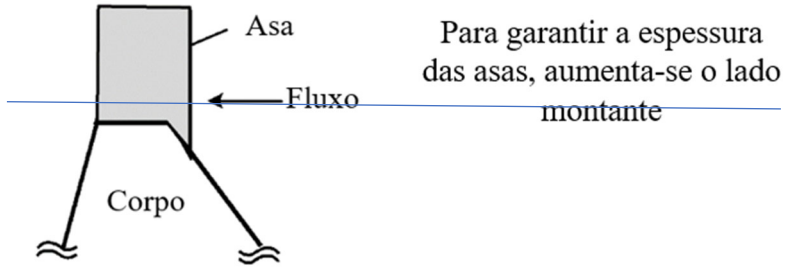
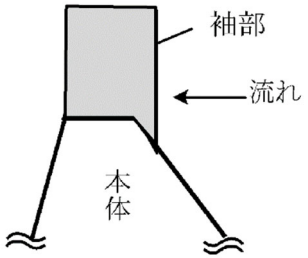
なお袖部は、袖の形状は打継ぎ目毎の各ブロックで形状が異なることも留意しながら、袖部の安定計算はブロック毎に実施する必要がある。

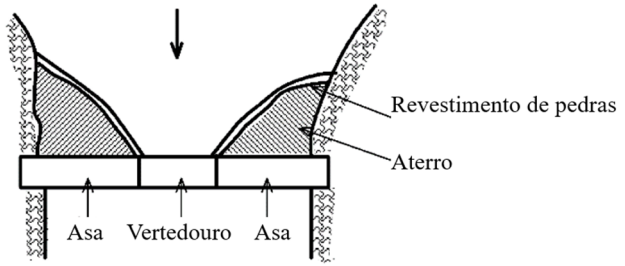
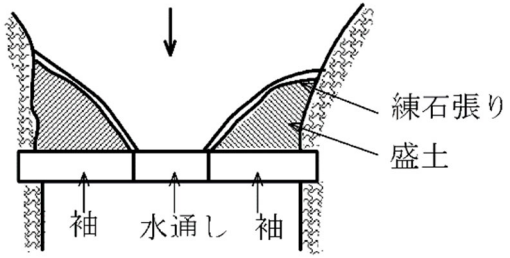
285. Quando o resultado demonstrar que não atendem às condições de estabilidade, executam-se as medidas abaixo:

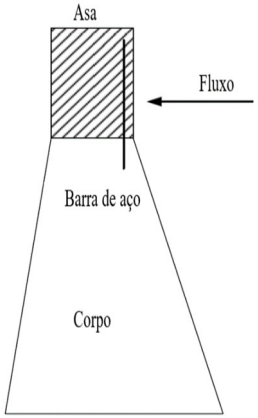
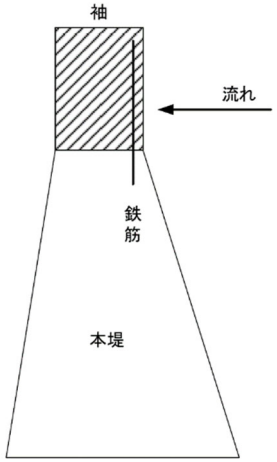
安定計算の結果より安定条件を満足しない場合、以下の対策を実施する。

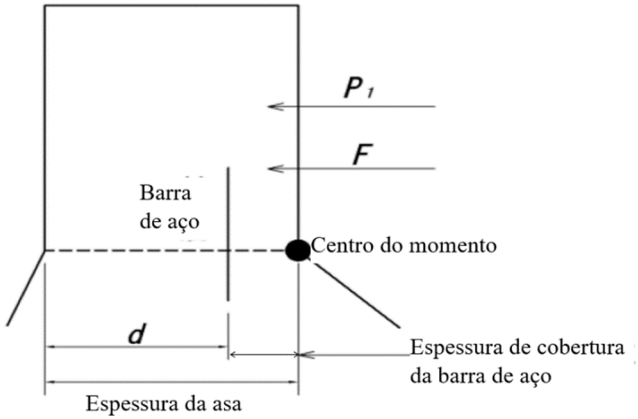
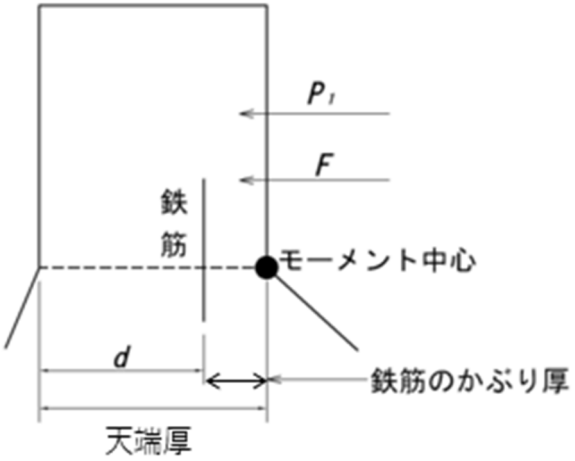
286. a) Quando o fator de segurança ao cisalhamento n na interface entre as asas e o corpo for inferior a 4:

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 planfor 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 Engeneering S.A.	出典：八千代エンジニヤリング株式会社 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 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）
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 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）
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 carreados 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.	Onde M_{maxd} ：Momento máximo de projeto (N・m/m) P_1 ：Força de impacto por unidade de largura (N/m) F ：Hidrodinâmica do fluxo de detritos (N/m) L ：Distância entre a extremidade a montante da base da asa até a linha de ação (m) γ ： Coeficiente de ponderação das ações (=1,4).	ここで、 M_{maxd}：設計最大曲げモーメント (N･m/m) P_1 ：単位幅当たりの衝撃力 (N/m) F ：土石流流体力 (N/m) L ：袖底の上流端から作用線までの距離 (m) γ ： 作用荷重の重み付け係数(=1.4)。
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 γ_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 γ_s =1.15 として算出される。
323.	Onde f_{std} : Resistência de projeto à tração do aço f_{st} : Resistência à tração do aço γ_s : Fator de ponderação da resistência do aço (=1,15).	ここで、 f_{std} ：鉄筋の設計引張強度 f_{st} ：鉄筋の引張強度 γ_s ：鉄筋の強度重み付け率 (=1.15) 。
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.	$A_s = \frac{M_{maxd}}{7/8.d.f_{std}}$	$A_s = \frac{M_{maxd}}{7/8.d.f_{std}}$
327.	Onde A_s ：Seção de barras de aço necessária por unidade de largura (cm^2/m) d ：Distância da superfície frontal do vertedouro até o centro da barra de aço (cm) f_{std} : resistência à tração de projeto de barras de aço.	ここで、 A_s ：単位幅当たり必要な鉄筋断面 (cm^2/m) d ：水通し前面から鉄筋の真までの距離(cm) f_{std} ：鉄筋の設計引張強度
328.	4) Quantidade de barras de aço necessária por unidade de largura	4) 単位幅当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。

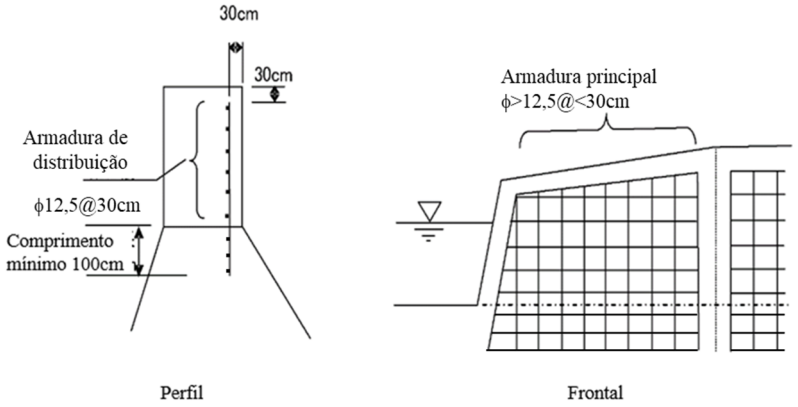
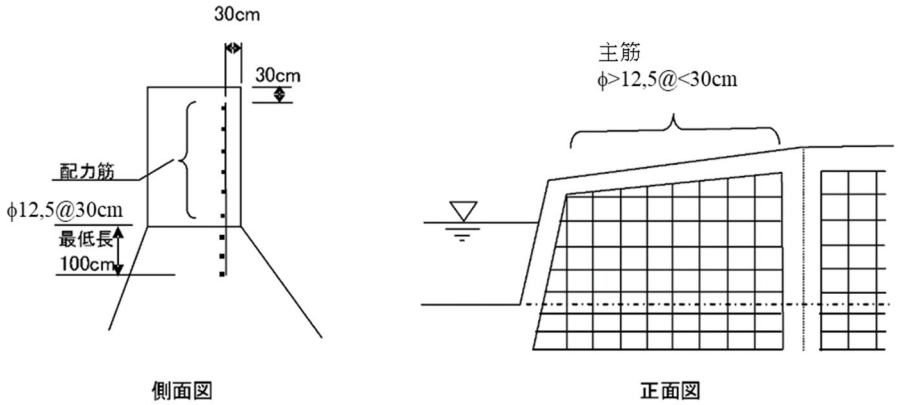
330.	$X \geq \frac{A_S}{A_t}$	$X \geq \frac{A_S}{A_t}$
331.	Onde X ：Quantidade de barras de aço necessária por unidade de largura (unidade de barra) A_t ：Área da seção de cada barra de aço (cm^2)	ここで、 X ：単位幅当たりに必要な鉄筋本数(本) A_t ：鉄筋 1 本あたりの断面積 (cm^2)
332.	(2) Validação da tensão de aderência que incide 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_{max}.	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_{max} を用いて確認する。
334.	1) Força máxima de tração das barras de aço, por unidade de comprimento	1) 単位長当たりに必要となる鉄筋の最大引張力
335.	$T_{maxd} = A_s f_{std} = \frac{M_{maxd}}{7/8.d}$	$T_{maxd} = A_s f_{std} = \frac{M_{maxd}}{7/8.d}$
336.	Onde T_{max} ：Força de tração máxima de projeto resultante das barras de aço (N/m) M_{maxd}：Momento máximo de projeto (N・m/m)	ここで T_{max} ：鉄筋による最大設計引張強度 (N/m) M_{maxd}：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_{bd}, 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_{bd} 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 f_{ctd} :Resistência à tração do concreto η_1 : =2,25 para barras de aço nervuradas η_2 : =0,7 para barra de aço na posição vertical (posição desfavorável na aderência) η_3: =1,0 para barra com diâmetro $\phi < 32$mm.	ここで、 f_{ctd} ：コンクリートの引張強度 η_1 ：異形鉄筋 = 2.25 η_2 ：垂直に設置された鉄筋 (付着に不利な位置) = 0.7 η_3 ：直径ϕ 32mm 以下の鉄筋 = 1.0

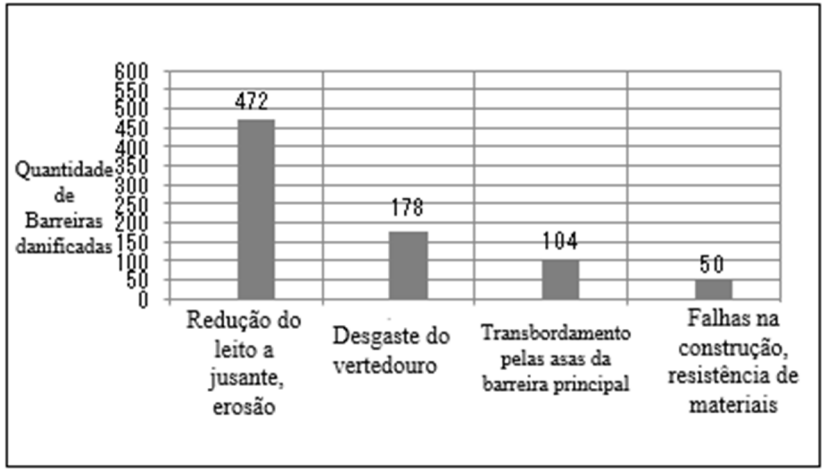
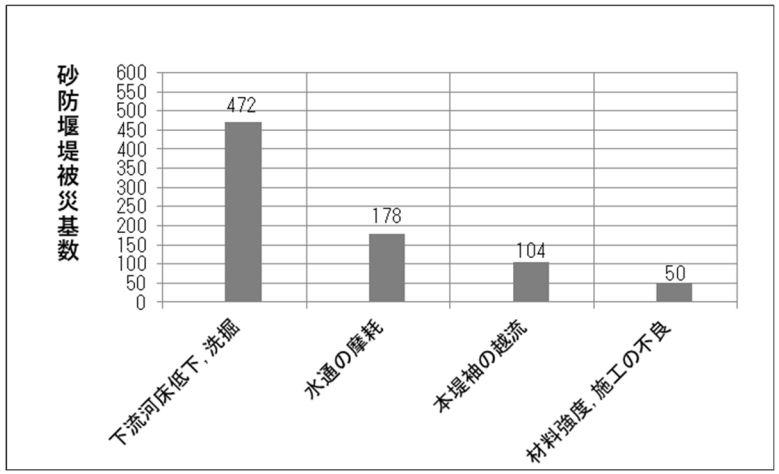
341.	A resistência à tração direta do concreto f_{ctd} é obtida em função da resistência característica à compressão f_{ck} pela equação seguinte:	コンクリートの直接的な引張強度 f_{ctd} は、圧縮に対する強度 f_{ck} に応じて下式より算出される：
342.	$f_{ctd} = (0{,}3f_{ck}^{2/3})/1{,}4$	$f_{ctd} = (0{,}3f_{ck}^{2/3})/1{,}4$
343.	Para o concreto C20 (f_{ck} = 20MPa), 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} = 20MPa)からは、例えば以下が得られる:
344.	$f_{ctd} = \frac{0{,}3.20^{\frac{2}{3}}}{1{,}4} = 1{,}6\text{MPa}$	$f_{ctd} = \frac{0.3.20^{\frac{2}{3}}}{1.4} = 1.6\text{MPa}$
345.	$f_{bd} = 2{,}25.0{,}7.1{,}0.1{,}6 = 2{,}5\text{MPa}$	$f_{bd} = 2.25{,}0.7{,}1.0{,}1.6 = 2.5\text{MPa}$
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 (τ_0), que é calculada pela fórmula abaixo, não ultrapassa a tensão de aderência admissível do concreto (τ_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 (τ_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(τ_0')を上回らないかどうかを確認する。
	$\tau_{0d} = \frac{T_{maxd}}{U} = \frac{M_{maxd}}{U \cdot 7/8 \cdot d}$ Onde τ_0 ：Tensão de aderência que atua na barra de aço (N/mm^2) d ：Distância da superfície frontal do vertedouro até o centro da barra de aço	$\tau_{0d} = \frac{T_{maxd}}{U} = \frac{M_{maxd}}{U \cdot 7/8 \cdot d}$ ここで、 τ_0 ：鉄筋に働く付着応力 (N/mm^2) d ：水通し前面から鉄筋の真までの距離
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.	$U = \text{X} \cdot L_t$	$U = \text{X} \cdot L_t$

352.	Onde X ：Número de barras de aço por unidade de comprimento (unidade barra) Lt ：Perímetro da barra de aço (mm)	ここで、 X ：単位長当たりの鉄筋本数(本) Lt ：鉄筋の周長(mm)
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 τ_{cd}.	構造物の安全性は、コンクリートの設計せん断力 τ_{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 carreados 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.	Onde S_{maxd} ：Força máxima de cisalhamento de projeto (N/m) F ：Hidrodinâmica do fluxo de detritos (N/m) P_1 ：Força de impacto por unidade de largura (N/m) γ : Coeficiente de ponderação das ações (=1,4).	ここで、 S_{maxd} ：設計最大せん断力 (N/m) F ：土石流流体力 (N/m) P_1 ：単位幅当たりの衝撃力 (N/m) γ ：作用荷重係数(=1.4)。
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 □cd é calculada com base na NBR 6118.	コンクリートの許容せん断応力度・ cd は、NBR 6118 に従って算出される。
361.	$\tau_{cd} = 0{,}6\text{x}0{,}15 f_{cd}^{2/3}$	$\tau_{cd} = 0.6\text{x}0.15 f_{cd}^{2/3}$
362.	Para o concreto de resistência mínima C20 (f_{ck} = 20MPa) 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}=20MPa)からは、例えば以下が得られる:
363.	$\tau_{cd} = 0{,}6\text{x}0{,}15(20)^{2/3} = 0{,}66\text{MPa} = 66\text{N/cm}^2$	$\tau_{cd} = 0.6\text{x}0.15(20)^{2/3} = 0.66\text{MPa} = 66\text{N/cm}^2$
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 (τ) supera ou não a tensão de cisalhamento admissível do concreto (τ'), 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(τ)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(τ')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 τ_d ：Tensão de cisalhamento de projeto que atua no concreto (N/mm^2) d ：Distância da superfície frontal do vertedouro até o centro da barra de aço b ：Unidade de largura das asas	ここで、 τ_d ：コンクリートに働くせん断応力(N/mm^2) d ：水通し前面から鉄筋の真までの距離 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.	・ 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.	・ 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。
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きいことから、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.	・ 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.	・ なお、かぶりを確実に確保する観点から、主枠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。
373.	・ 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.	・ 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。

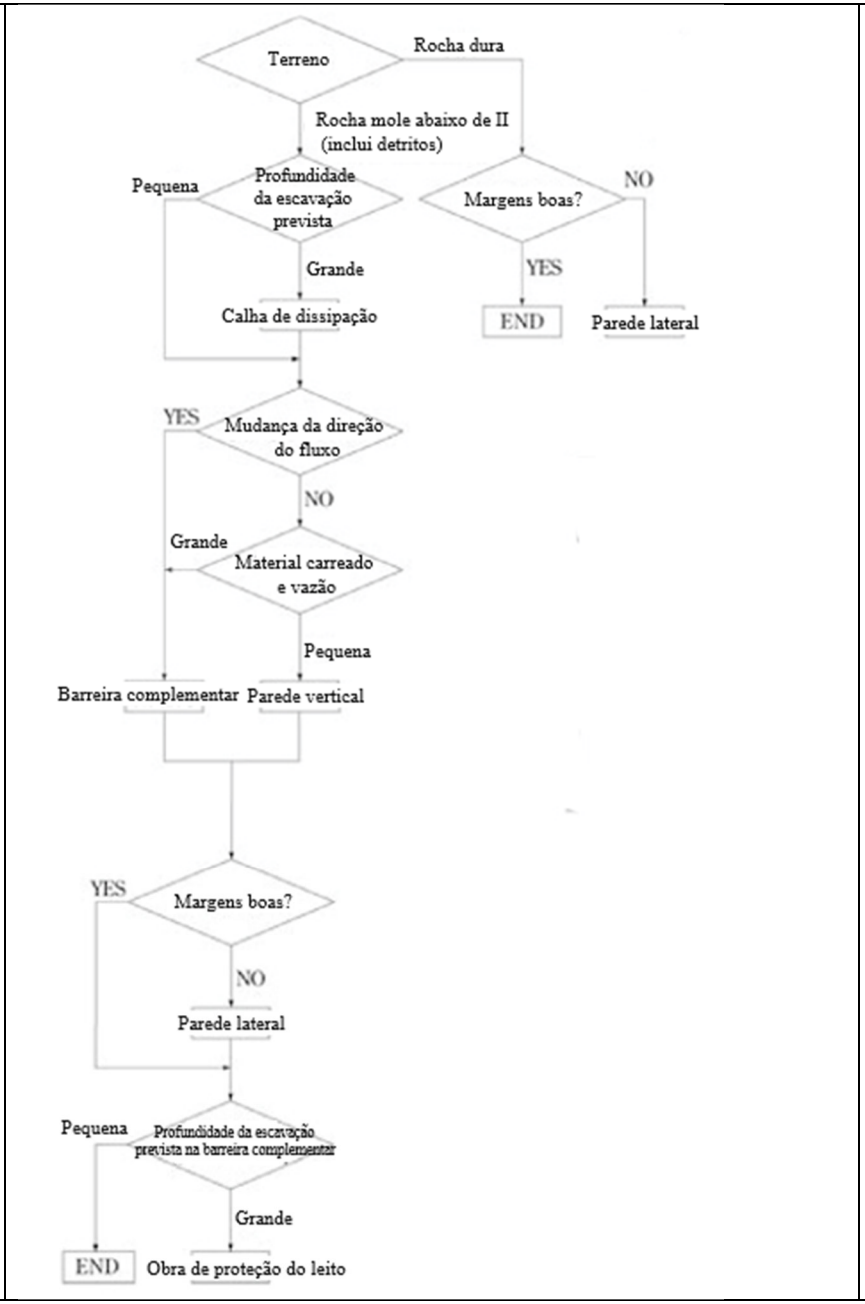
374.	・ O comprimento de penetração da armadura principal no corpo da barragem (ficha) é o maior valor, arredondado para cima em unidades de 10cm, obtido da comparação entre o comprimento de fixação calculado pelo diâmetro das barras e o comprimento de fixação calculado pela tensão de aderência.	・ 堤体への主枠の貫入長（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。
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.	$L = \frac{f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} \emptyset$	$L = \frac{f_{yd}}{4 \cdot f_{bd}} \emptyset$
378.	Onde L ：Comprimento de fixação obtido pela tensão de aderência f_{yd} ：Tensão de escoamento do aço f_{bd} ：Tensão de aderência de projeto entre aço e concreto ϕ ：Diâmetro da barra de aço	ここで、 L ：付着応力度より求まる定着長 f_{yd} ：鉄筋の降伏応力 f_{bd} ：コンクリートと鉄筋との間の設計付着応力 ϕ ：鉄筋の直径
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.	$L \geq 20 \cdot \emptyset$	$L \geq 20 \cdot \emptyset$

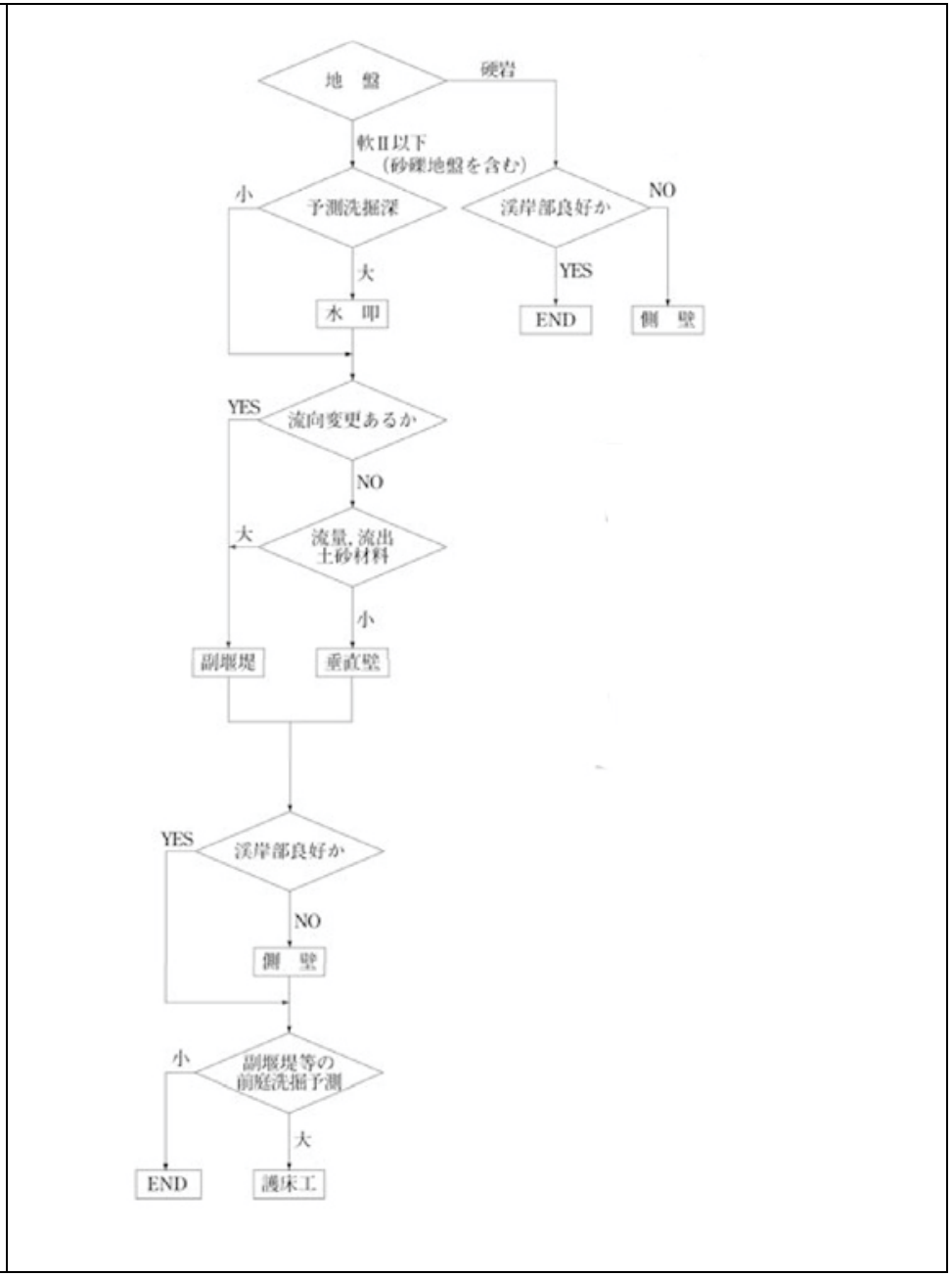
382.		
383.	Fonte: Procedimentos para Projetos de Engenharia de Instalações Sabo (Minuta) Secretaria de Desenvolvimento Regional de Chubu - MLIT	出典：砂防施設設計要領（案） 国土交通省中部地方整備局
384.	**8. Dimensionamento da Proteção de Calha a Jusante**	**8. 前庭保護工の設計**
385.	8.1 Aspectos Gerais	8.1 概要
386.	A obra de proteção 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堀を防ぐことである。
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[4]	図 - 4.27 日本における堰堤の被災実態調査結果 [4]

390.		
391.	Fonte：	出典
392.	([4] Nilim: Levantamento da situação real de desastres em Barreiras Sabo, Material de Pesquisa da Construção Civil, 1514 Edição, junho de 1979.)	([4] 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し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 carreado 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 passibilidade 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.


Terreno
Rocha dura
Rocha mole abaixo de II
(inclui detritos)
Pequena
Profundidade
da escavação
prevista
Margens boas?
NO
Grande
YES
Calha de dissipação
END
Parede lateral
YES
Mudança da direção
do fluxo
NO
Grande
Material carreado
e vazão
Pequena
Barreira complementar
Parede vertical
YES
Margens boas?
NO
Parede lateral
Pequena
Profundidade da escavação
prevista na barreira complementar
Grande
END
Obra de proteção do leito


地 盤
硬岩
軟Ⅱ以下
(砂礫地盤を含む)
小
予測洗掘深
渓岸部良好か
NO
大
YES
水 叩
END
側 壁
YES
流向変更あるか
NO
大
流量, 流出
土砂材料
小
副堰堤
垂直壁
YES
渓岸部良好か
NO
側 壁
小
副堰堤等の
前庭洗掘予測
大
END
護床工

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.	• A seção do vertedouro da barreira complementar deve ter o mesmo formato da seção do vertedouro da barreira principal.	• 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。
416.	• A largura do topo da barreira complementar e a inclinação do paramento de jusante devem ser iguais à barreira principal.	• 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。
417.	• A profundidade da ficha e a altura de overlap (H_2) definem a altura da barreira complementar e do colchão d'água	• 根入れ深と重複高（H_2）は、副堰堤と水褥池の高さを決定する。
418.	• A inclinação do paramento de montante da barreira complementar é definida através do cálculo de estabilidade.	• 副堰堤上流のり勾配は、安定計算により決定する。
419.	• 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.	• 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)。

420.

Tabela – 4.6 Forças externas de projeto usadas no cálculo de estabilidade da barreira complementar (excluindo o peso próprio)

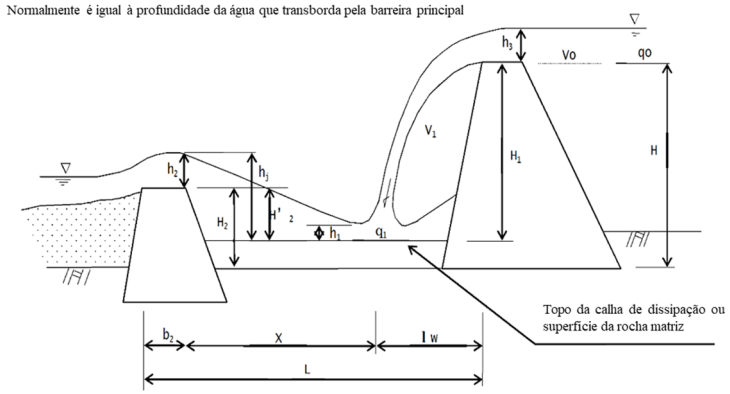
421.

	Períodos de fluxo de detritos	Períodos de cheia	Períodos de deposição completa de sólidos
Altura do corpo da barreira < 15m		Pressão hidrostática	

422.

Figura – 4.29 Altura e posição da barreira complementar

423.



424.

Fonte: Manual de Projetos de Engenharia e Excecução de Obras, Seção Sabo, Província de Miyagi.

425.

Figura – 4.30 Piscina de absorção e barreira complementar

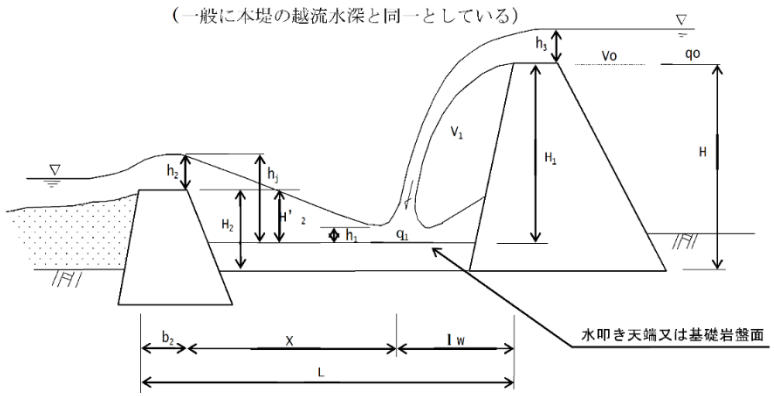
426.



表 – 4.6 副堰堤の安定計算に用いる設計外力 (自重を除く)

	土石流時	洪水時	満砂時
堰堤高15m未満		静水圧	

図 - 4.29 副堰堤の位置と高さ



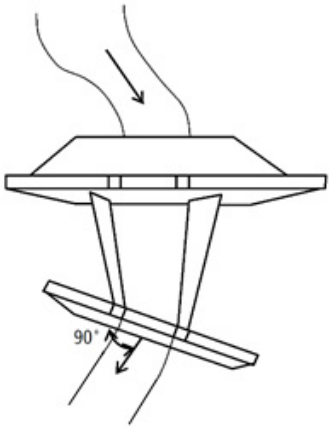
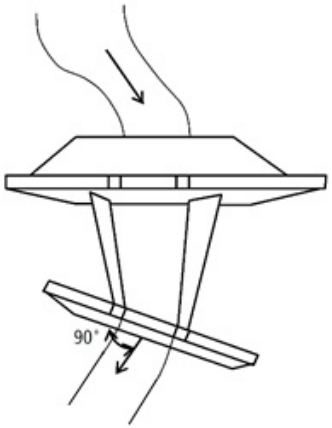
出典：土木設計施工マニュアル（砂防編）（宮城県）

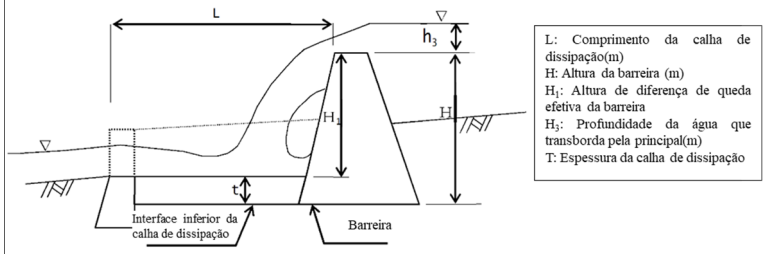
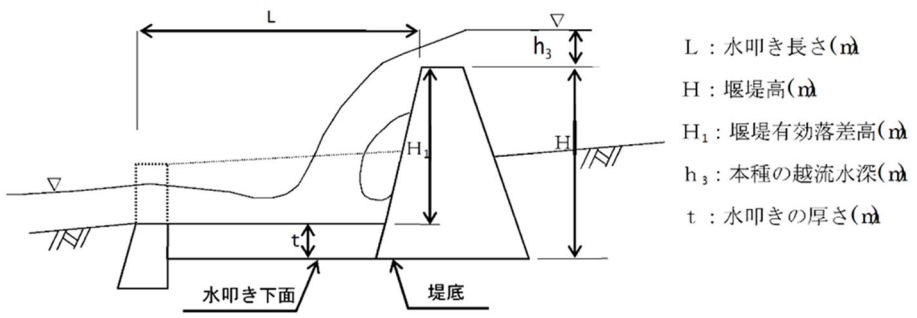
図 - 4.30 副堰堤と水辱地



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、現況河川の水理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_3) 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_3) 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.	$L = (1.5 \sim 2.0) \cdot (H_1 + h_3)$ Onde: L ：Distância entre a barreira principal e a barreira (distância entre as extremidades a jusante do topo das barreiras principal e complementar)	$L = (1.5 \sim 2.0) \cdot (H_1 + h_3)$ ここで、 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）
	H_1 ：Altura medida do topo da calha de dissipação (ou superfície da rocha de fundação) até a soleira do vertedouro da barreira principal (m) h_3 ：Altura da lâmina d'água que transborda pela barreira principal (m)	H_1 ：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) h_3 ：本堰堤越流水深(m)
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、現況河川の水理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.	Onde: H_2 ：Altura (m) da água da piscina de absorção, contada a partir da base da calha de dissipação ou da superfície da rocha matriz H ：Altura do corpo da barreira principal (m)	ここで、 H_2 ：水褥池の、水叩き底面又は岩盤の表面からの高さ(m) H ：本堤の堤高（m）
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.	なお、副堰堤の水通し天端と下流渓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。
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、渓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

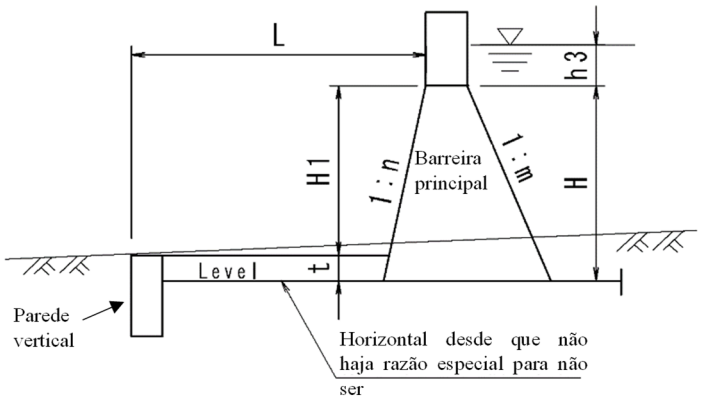
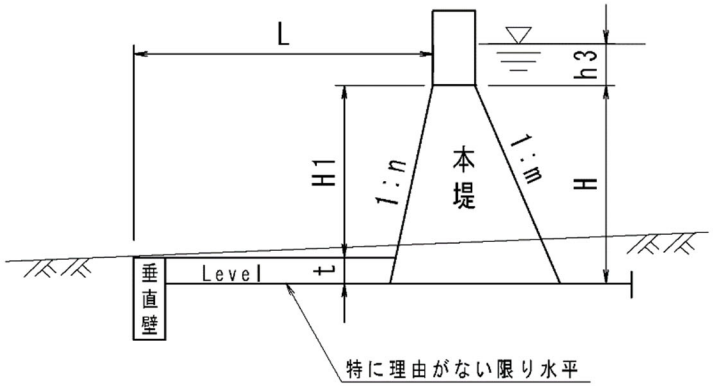
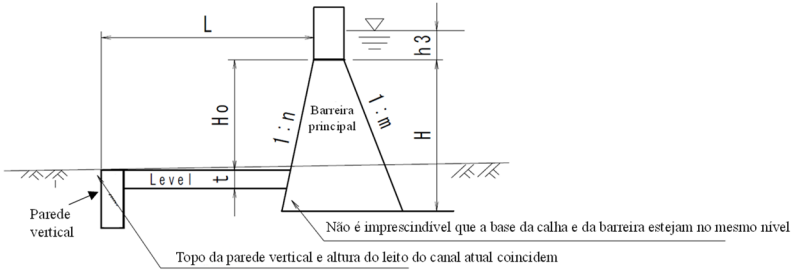
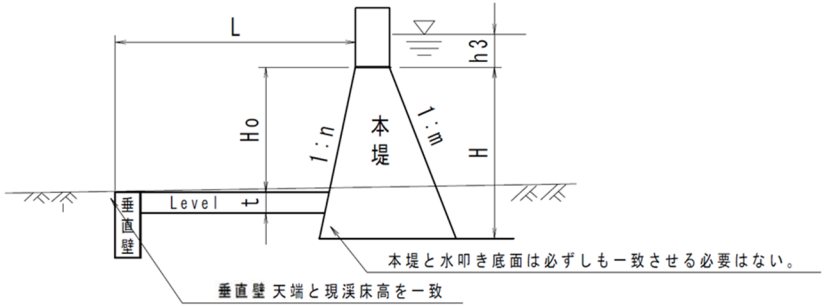
451.		
452.	Fonte: Elaborada pelo Projeto Sabo	出典：砂防プロジェクトにて作成
453.	8.4 Calha de dissipação	8.4 水叩き
454.	8.4.1 Aspectos Gerais	8.4.1 概要
455.	A calha de dissipação é um componente da obra de proteção de calha a jusante, posicionada no leito do canal a jusante da barreira principal para evitar a erosão 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

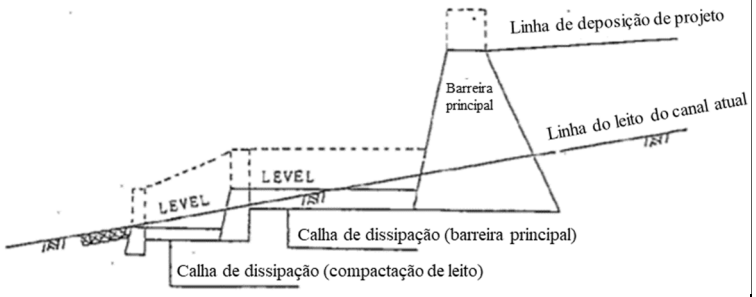
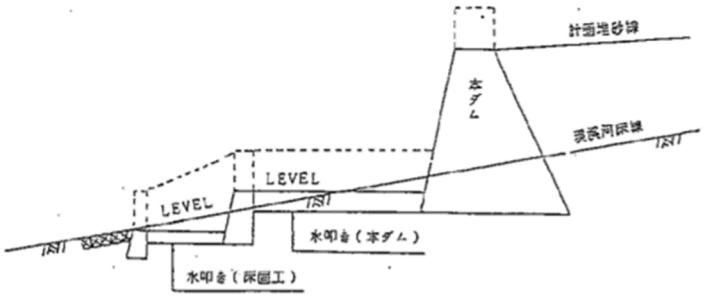
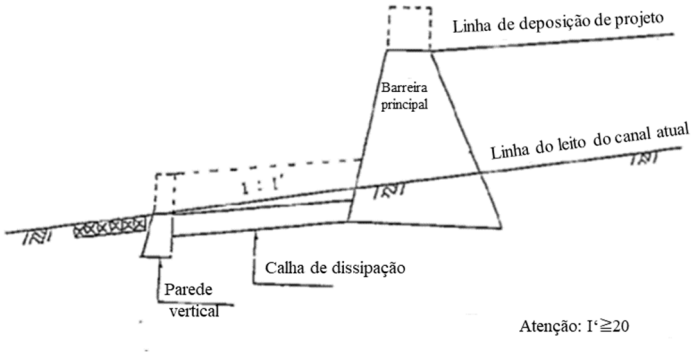
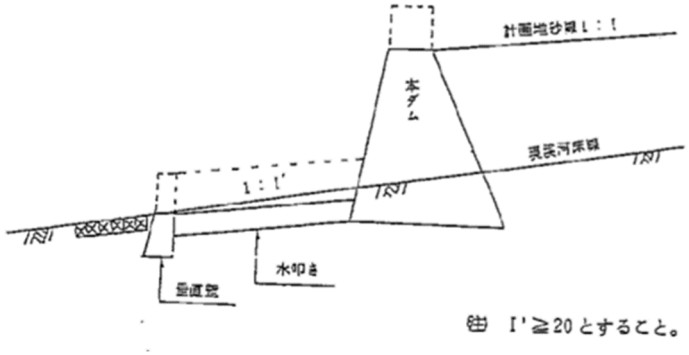
460.	Na calha de dissipação a superfície do leito do canal é plenamente recoberta por concreto (figuras 4.32 e 4.33), tendo em vista protegê-lo do impacto da água que passa pelo vertedouro da barreira principal.	水叩きは、本堰堤水通しからの越流水による衝撃から保護するため、河床面をコンクリートで完全に被覆する（図 4.32 及び 4.33）。
461.	Nos casos de fundação 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を越流水による河床の洗堀が起こる可能があるため、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.	渓床が岩盤でも、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、コンクリートで渓床を被覆する。
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 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）
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 *piping*.	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.	$L = (1.5\sim2.0) \cdot (H_1 + h_3)$	$L = (1.5\sim2.0) \cdot (H_1 + h_3)$
476.	Onde: L ：extensão da calha de dissipação H_1 ：Altura medida do topo da calha de dissipação (ou superfície da rocha de fundação) até a soleira do vertedouro da barreira principal (m) h_3 ：Altura da lâmina d'água que transborda pela barreira principal (m)	ここで、 L ：水叩きの長さ H_1 ：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) h_3 ：本堰堤越流水深 (m)
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。

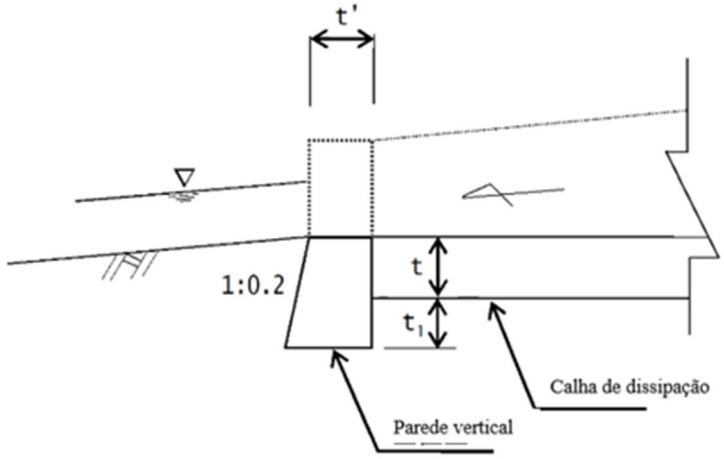
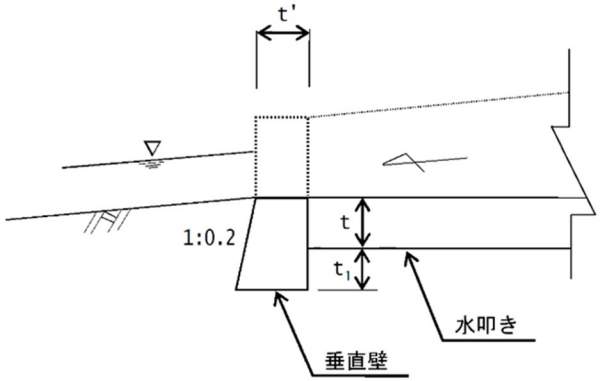
480.	A espessura da calha de dissipação deve ser analisada levando em consideração a existência ou não de piscina de absorção, as características da água que passa pelo vertedouro (se contém ou não sedimentos ou blocos) e o terreno da fundação da calha de dissipação.	水叩きの厚さは、水通しより越流する流水の特質（砂礫や転石を含むか否か）、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.	Onde: t ：Espessura da calha de dissipação (m) α ：com piscina de absorção adotar 0,1; sem piscina de absorção, adotar 0,2 H_1 ：Altura de queda d'água, sendo igual a distância entre o topo da calha de dissipação à soleira do vertedouro (H-t) (m) h_3 ：altura da lâmina d'água acima da soleira do vertedouro da barreira principal (m).	ここで、 t ：水叩きの厚さ (m) α ：水褥地がある場合 =0.1、水褥地がない場合 =0.2 H_1 ：落下水の高さは、水通し天端から水叩き面までの距離 (H-t) (m) と同一とする。 h_3 ：本堰堤水通し天端の水面高 (m)
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.	Onde: H ：Altura do corpo da barreira (m) h_3 ：altura da lâmina d'água acima da soleira do vertedouro da barreira principal (m).	ここで、 H ：堰堤高（m） h_3 ：本堰堤天端の越流水高(m)。

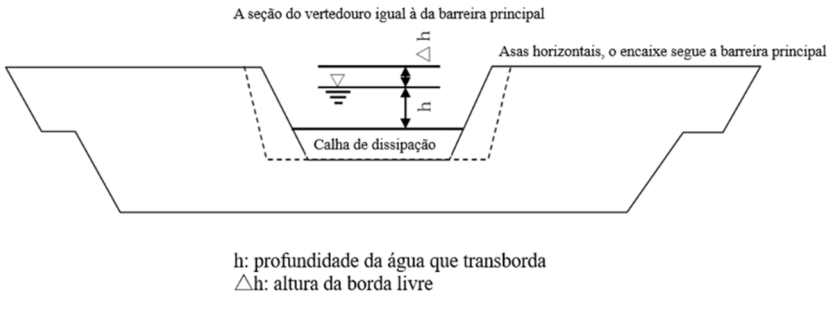
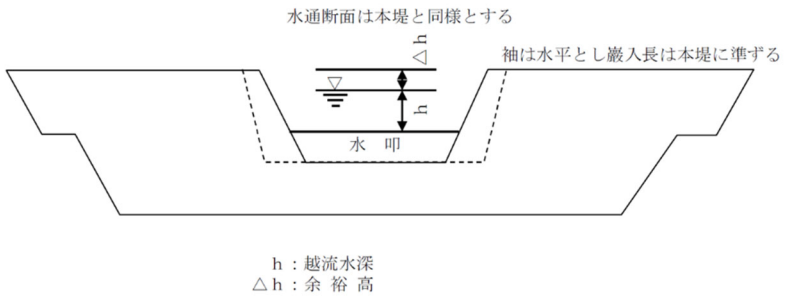
489.	8.4.5 Inclinação da calha de dissipação	8.4.5 水叩きの勾配
490.	A calha de dissipação deve ser horizontal a fim de atenuar a velocidade a jusante.	水叩きの勾配は、下流への流速を緩和させるため水平とする。
491.	Quando, na extremidade a jusante da calha de dissipação houver uma parede vertical, é preciso que a extremidade a jusante 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、下流端で現渓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.	渓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、渓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 (渓床勾配が緩い場合)
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、渓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、現渓床高と一致させる。(図 4.36).

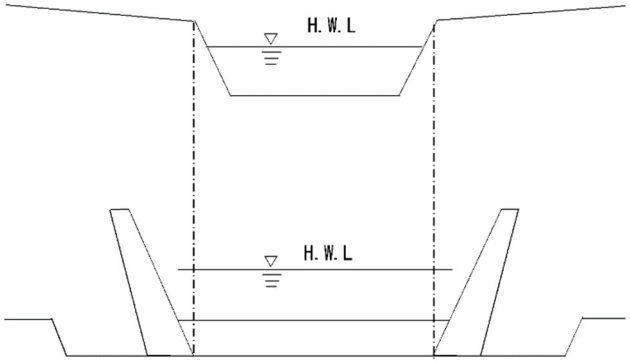
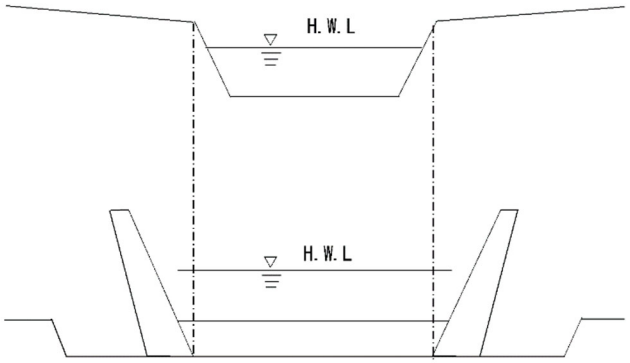
505.	b) Estabelecer declividade na calha de dissipação e compatibilizar à altura do leito do canal pré-existente (figura 4.37).	b) 水叩きに下り勾配を設け、現渓床高と一致させる。(図 4.37).
506.	Figura – 4.36 Calha de dissipação (Caso de instalação de 2 degraus diferença de queda)	図 - 4.36 水叩き方式 （２段落差を設ける場合）
507.		
508.	Fonte: Manual de Projetos de Engenharia e 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）
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 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）

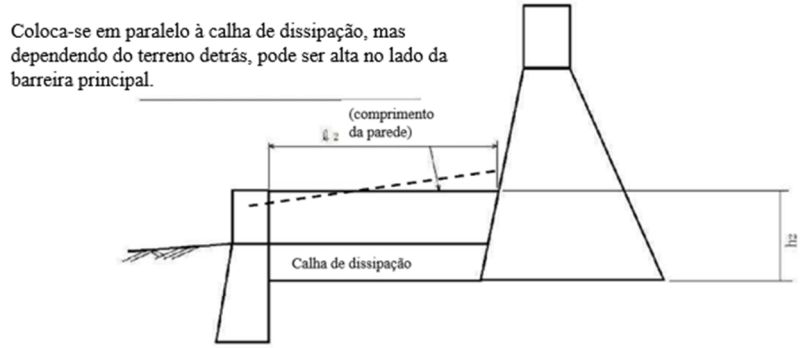
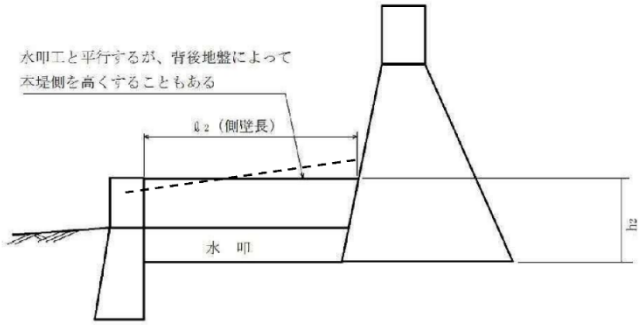
512.	8.5 Parede vertical	8.5 垂直壁
513.	8.5.1 Aspectos Gerais	8.5.1 概要
514.	A parede vertical é um elemento estrutural instalado na extremidade a jusante da calha de dissipação, quando não é instalada a barreira complementar.	垂直壁は、水叩き下流端に副堰堤を設けない場合において設ける構造物である。
515.	A parede vertical é instalada para 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堀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.	• A seção do vertedouro da parede vertical terá o mesmo formato de seção do vertedouro da barreira principal.	• 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。
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、水のみの対象流量に 1.5 倍をかけ、合理式で求める。
523.	• 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.	• 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。
524.	• 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.	• 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。

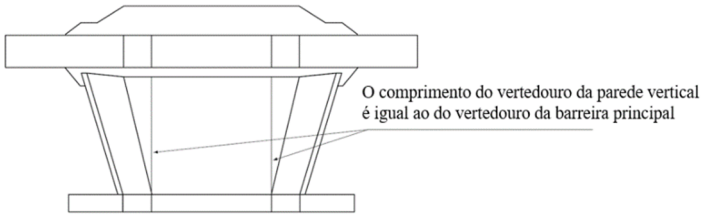
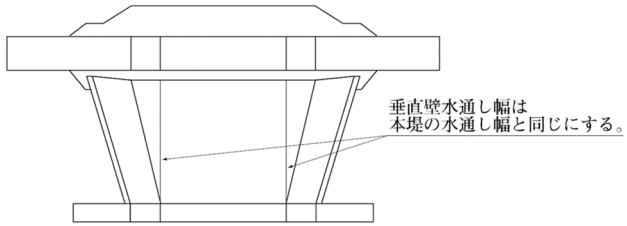
525.	• A espessura da soleira do vertedouro da parede vertical é a mesma da calha de dissipação.	• 垂直壁の水通し天端厚は、水叩きの厚さと同じにする。
526.	Esta varia entre 1,0 e 2,0m e assim, mesmo que haja destruição da calha de dissipação, a parede vertical reduzirá os danos ao mínimo.	水叩きが破壊しても垂直壁によって被害を最小限とするため 1.0m～2.0m にする。
527.	• A parede vertical é munida de asas com inclinação horizontal.	• 垂直壁には袖を設け、袖勾配は水平とする。
528.	• 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.	• 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。
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.	 t: espessura da calha de dissipação t': espessura do topo da parede vertical (mínimo de 1,0m) t_1: Ficha a partir da face inferior da calha de dissipação (1,0m para rocha e 1,5m para solo Atenção: padronizou-se t=t' terrenos em solo	 t ：水叩き厚さ t'：垂直壁の天端幅（最小 1.0m） t_1：水叩き下面よりの根入れ（岩 1.0m、砂礫 1.5m） 注）砂礫地盤の場合、 t=t'を基本とする。

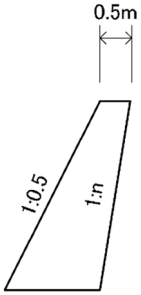
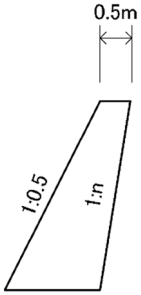
531.		
532.	Fonte: Diretrizes Técnicas Sabo da Província de Aomori, 2017	出典：青森県砂防技術指針（2017）
533.	8.5.3 Posição	8.5.3 位置
534.	Para que a água que sobrepassa a barreira principal não gere impactos negativos no canal a jusante, o posicionamento da parede vertical deve ser estabelecido de forma a garantir 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、現況河川の水理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_3) 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_3) 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.	Onde: L ：Distância entre a barreira principal e a parede H_1 ：Altura medida do topo da calha de dissipação (ou superfície da rocha da fundação) até a soleira do vertedouro da barreira principal (m)	ここで、 L ：本堰堤～垂直壁の距離 H_1 ：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) h_3 ：本堰堤越流水深 (m)

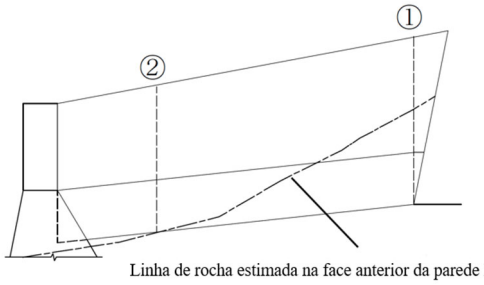
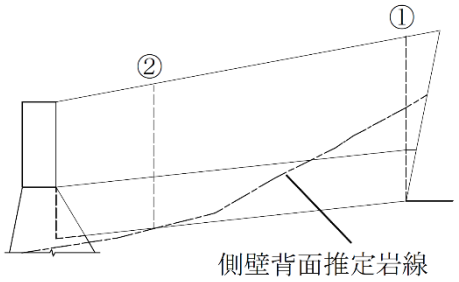
	h_3 ： Altura da lâmina d’água que transborda pela barreira principal (m)	
539.	8.5.4 Altura	8.5.4 高さ
540.	Uma vez que a água escoa constantemente a partir da calha de dissipação para o curso do canal a jusante, a cota do vertedouro da parede deve ser igual ou inferior à da superfície do leito, mantendo 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、水通し天端高を渓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渓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、両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、両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両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.		

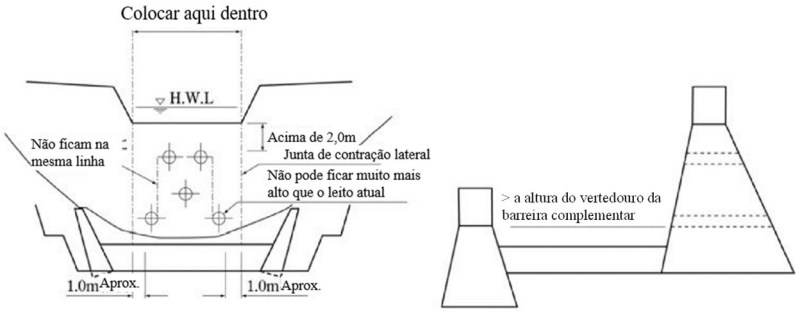
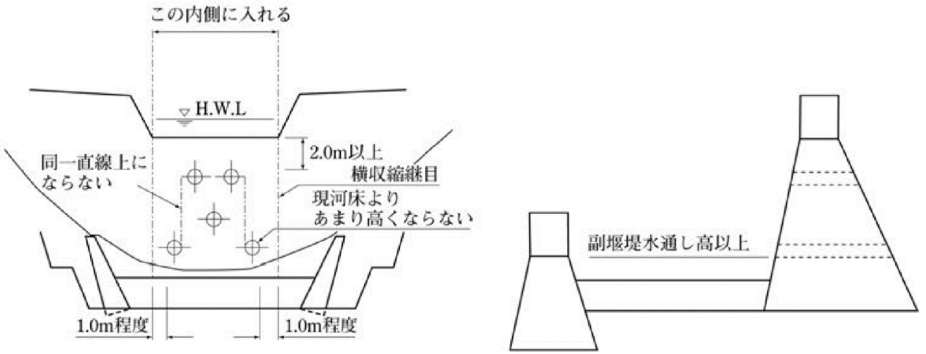
572.	Fonte: Diretrizes Técnicas Sabo da Província de Aomori, 2017	出典：青森県砂防技術指針（2017）
573.	8.5.10 Estrutura	8.5.10 構造
574.	A parede lateral de proteção deve ser uma estrutura projetada de forma a atender as condições de estabilidade frente ao empuxo atuante.	側壁護岸は、土圧作用に対する安定性の条件を満たす形で設計された構造とする。
575.	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）の間に取り付けることとする。
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.	• 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.	• 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。
596.	• Caso as condições das margens direita e esquerda sejam diferentes, realiza-se o cálculo de estabilidade para cada uma das margens, individualmente.	• 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。
597.	• Caso a altura da parede seja variável, a parede deverá ser dimensionada considerando a pior condição quanto à estabilidade.	• 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。
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.		
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。

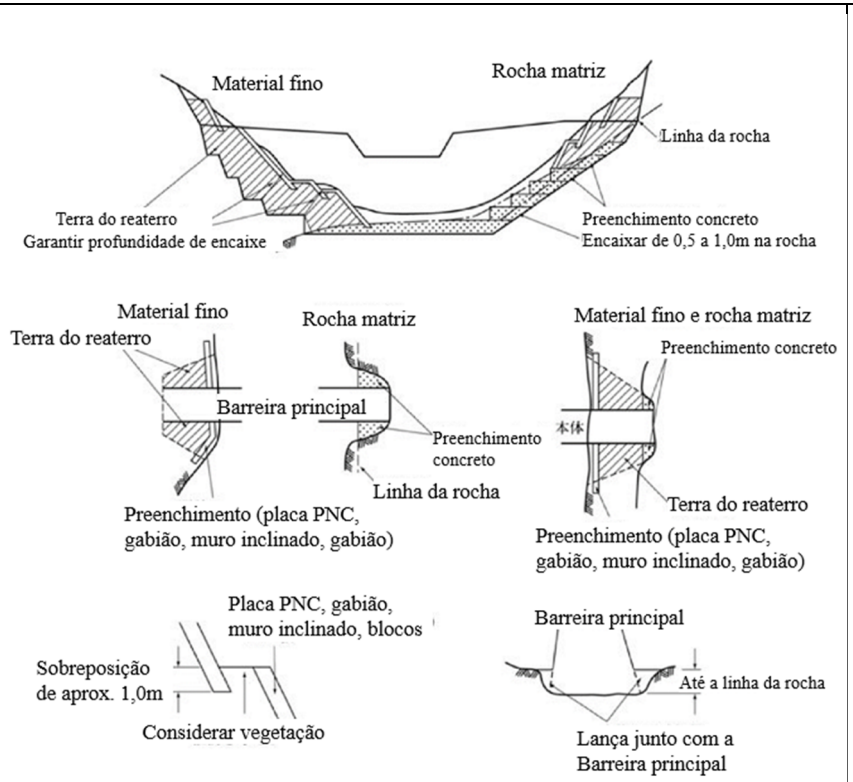
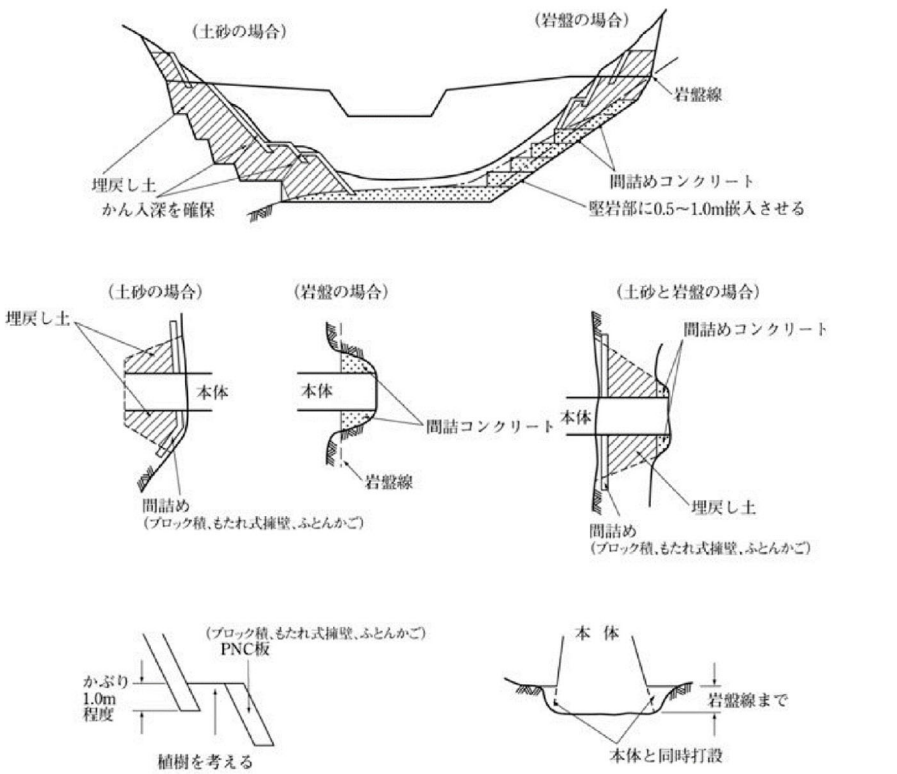
605.	As obras de proteção de leito do canal a jusante da barreira complementar são executadas para evitar a erosão do leito nos seguintes casos: terreno em solo, velocidade do escoamento e altura da lâmina d'água elevadas ou grande altura da queda.	副堰堤下流側の護床工は、土壌地盤、流速、水深が大きい場合や落差が大きい場合において河床の洗掘を防止するため設置する。
606.	A obra de proteção de leito deve utilizar materiais compatíveis com a rugosidade do leito do canal.	護床工は、渓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、布団篭工、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.	**9. Dimensionando as estruturas auxiliares**	**9. 付属物の設計**
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.	• Prevenir o alagamento a montante da barreira;	• 堰堤上流側の湛水防止
617.	• Reduzir a subpressão na base da barreira;	• 堤底における揚圧力を低減
618.	• Reduzir o empuxo hidrostático após a deposição dos sedimentos;	• 堆砂後の水圧を軽減する
619.	• Permitir a drenagem a água durante a execução da obra e da manutenção da barreira;	• 施工時や補修工事の際の排水を可能にする
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 comprimentoda 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 (Figura4.45):	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.	• Os drenos são posicionados na projeção do comprimento da soleira do vertedouro para que não gerem impactos negativos à parede lateral etc.;	• 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。
628.	• 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;	• 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。
629.	• A linha de dreno mais elevada deve ter a distância mínima de 2,0 m da soleira do vertedouro;	• 最上段の水抜き暗渠は水通し天端から 2.0m 以上下げる。
630.	• Os drenos mais próximos às juntas verticais devem manter distância de aproximadamente 1,0 m das mesmas;	• 垂直継目から一番近い水抜き暗渠から 1.0m 程度離す。
631.	• 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).	• 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。

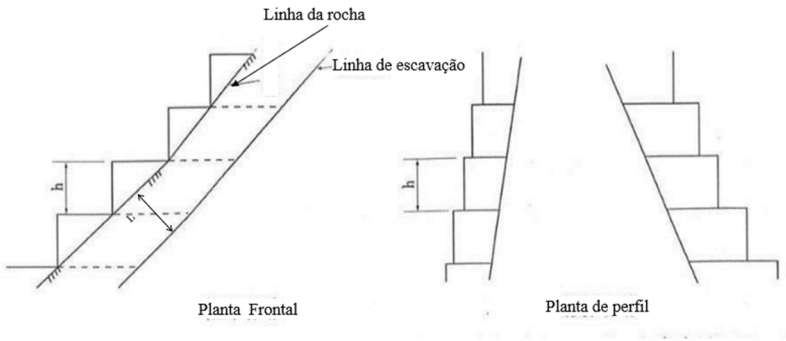
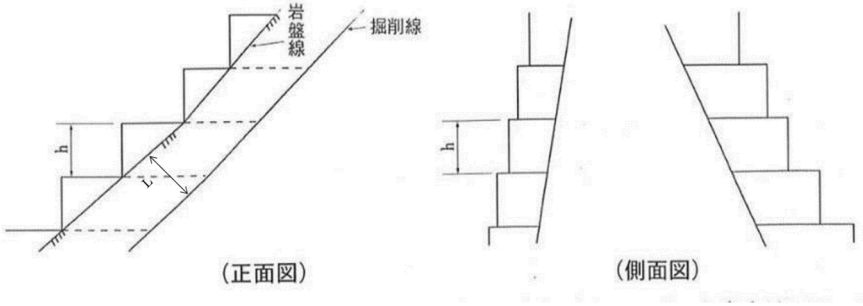
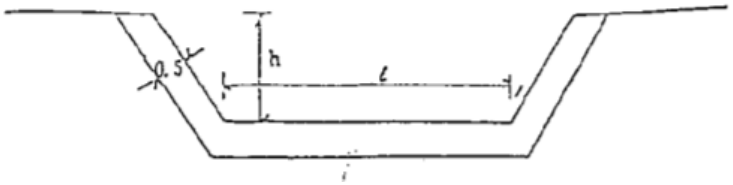
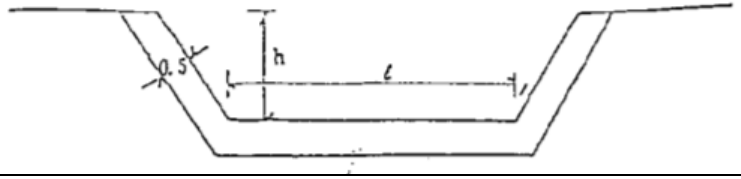
632.	O posicionamento dos mesmos deve ser levado em consideração para atender o projeto de desvio durante a execução da obra.	施工中は転流設計を考慮して位置を定めなければならない。
633.	Figura – 4.45 Disposição dos drenos e itens a serem considerados	図 - 4.45 水抜き配置の留意事項
634.	 	
635.	Fonte: Procedimentos para Projetos de Engenharia 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.	• Para se definir as dimensões e formato dos drenos, é preciso atentar à concentração de tensões estruturais nos pontos onde são instalados;	• 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。

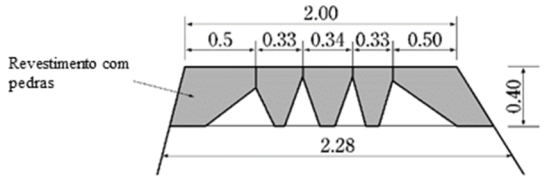
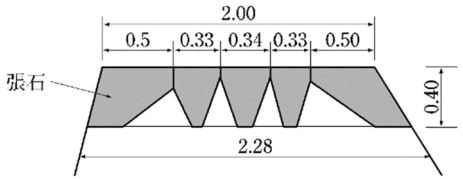
642.	• Deve-se adotar medidas preventivas contra a obstrução dos drenos por troncos carreados, lixo etc, utilizando-se grades ou outros dispositivos a montante.;	• 流木・ゴミ等による閉塞を防ぐため、必要に応じて上流側に突出防止対策（柵等）を検討する。
643.	• O efeito exercido pelos drenos de reduzir a pressão da água após a deposição dos sedimentos não é considerado no dimensionamento do corpo da barreira.	• 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。
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.	• Previne a erosão das ombreiras;	• 袖嵌入部の洗堀防止
649.	• Mantém o efeito de encaixe e de estabilidade da fundação;	• 基礎の嵌入と安定の効果保持
650.	• Previne a erosão e a infiltração de água tanto na ficha como no encaixe;	• 根入れ部や嵌入部の洗堀及び浸透水の防止
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

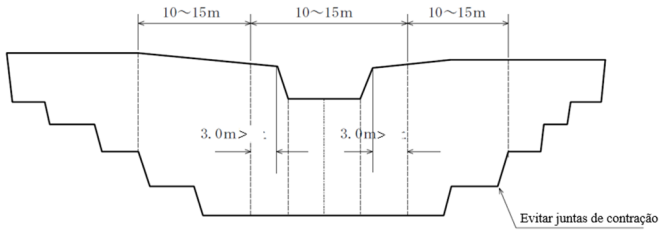
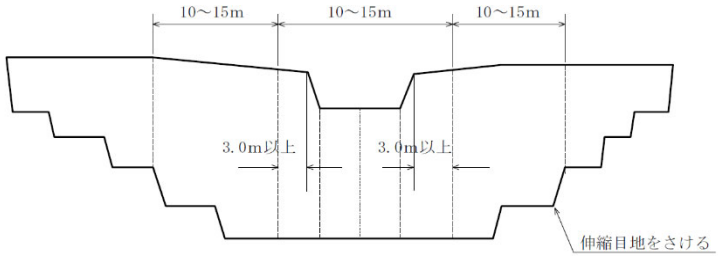
654.	9.2.2 Estrutura da obra de preenchimento	9.2.2 間詰工の構造
655.	A estrutura da obra de preenchimento é definida conforme as condições geológico-geotécnicas da região do encaixe das asas, da ficha e da fundação, considerando as condições apresentadas a seguir (Figura 4.47):	間詰工の構造は、以下の条件を考慮し、基礎の根入れ部や袖の嵌入部の地盤-地質状況に応じて決定する。(図 4.47).
656.	• Quando em rocha, o preenchimento deve ser de concreto.	• 岩盤の場合は間詰コンクリートとする。
657.	• Quando em solo ou em blocos, deve ser feito um reaterro complementado por um muro de arrimo.	• 土壌や土砂の場合は、土留擁壁を設けて土砂で埋め戻す。
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

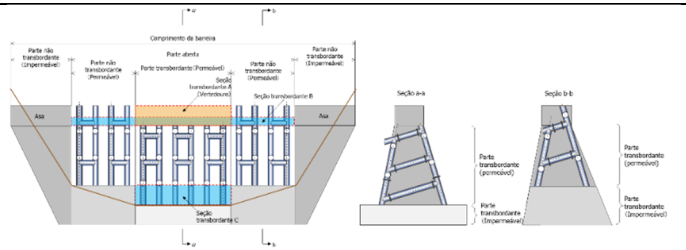
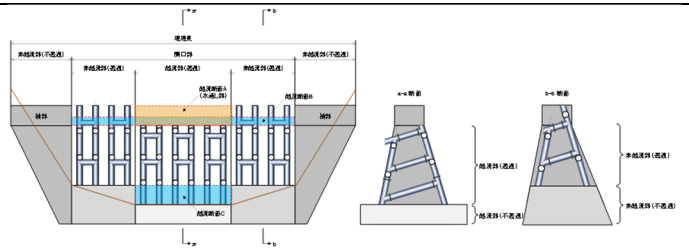
660.		
661.	Fonte: Procedimentos para Projetos de Engenharia de Instalações Sabo (Minuta) Secretaria de Desenvolvimento Regional de Chubu - MLIT	出典：砂防施設設計要領（案） 国土交通省中部地方整備局
662.	As estruturas das obras de preenchimento devem ser analisadas com base nos itens abaixo:	間詰工の構造は、以下に示す留意事項を踏まえて検討する。
663.	- Muro arrimo	- 土留擁壁
664.	• O muro de arrimo não deve ter altura superior a 5m.	• 土留擁壁は５ｍ以上の高さを持ってはいけない。
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.	• 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.	• 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。
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.	• 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.	• 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。
669.	- Lançamento de concreto	- コンクリート打設
670.	• O concreto do preenchimento deve ser lançado em degraus de altura (h), simultaneamente com a concretagem do corpo principal da barreira (Figura 4.48);	• 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)。
671.	• A composição do concreto deve ser a mesma do corpo da barreira;	• 間詰コンクリートの配合は、本体と同じ配合とする。
672.	• A profundidade (L) do concreto de preenchimento deve respeitar a profundidade da ficha do corpo.	• 間詰コンクリートの深さ（L）は、本体の根入れ深に準ずる。
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１ｍ～２ｍ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２ｍ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 carreados, 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 carreados 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 carreados.	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 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）
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。

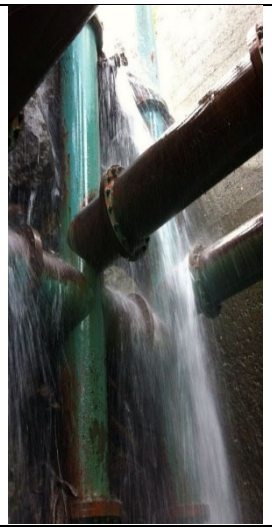
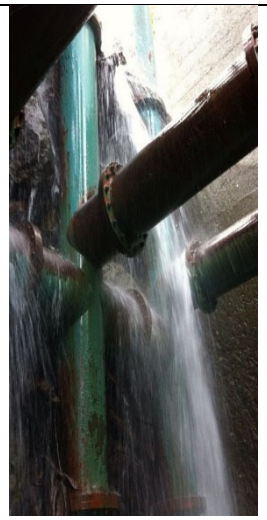
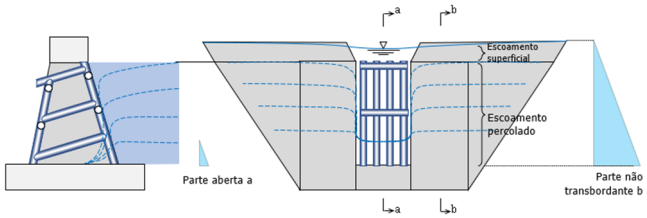
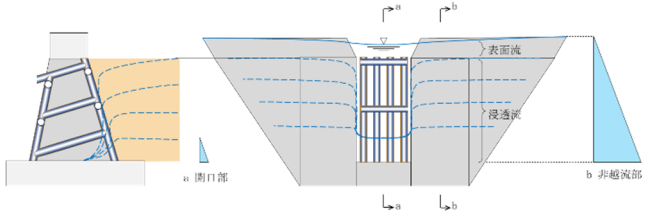
	endurecimento do concreto e variações térmicas, devendo ser posicionadas na direção vertical.	
702.	9.4.1 Estrutura	9.4.1 構造
703.	O projeto das juntas de dilatação deve considerar os itens abaixo (Figura 4.51):	膨張継目の設計は以下の項目を考慮する必要がある（図 4.51）：
704.	• Deve ser definido o espaçamento adequado entre as 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;	• 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。
705.	• Não deve haver junta de dilatação nas laterais do vertedouro.	• 袖小口の中には膨張継目を設けないものとする。
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、水通し長がとても広い場合には、最小程度の継目を設置する。
708.	• Conforme a necessidade, deve ser instalada uma placa de vedação no lado a montante do local da junta.	• 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。
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.	**Capítulo 5 - Condições de análise da barreira permeável**	**第 5 章 - 透過型堰堤の検討条件**
2.	**1. Pontos a serem observados no projeto da barreira permeável**	**1. 透過型堰堤にあたっての留意事項**
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[1,2 e 3)].	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[1,2,3)]。
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.	2.Aspectos a serem observados no projeto da barreira permeável	2）透過型堰堤にあたっての留意事項
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 carreados, 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触れ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.	③A 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.	**2. Ações sobre a estrutura de aço**	**2. 鋼製構造物への作用**
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 carreados	（3）礫及び流木の衝突
27.	(4) Pressão hidrostática	（4）静水圧
28.	(5) Empuxo	（5）土圧

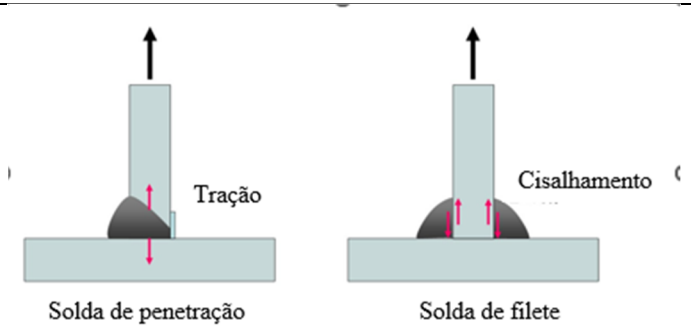
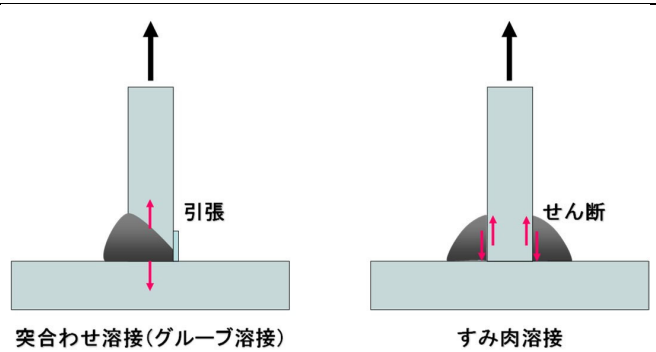
29.	(6) Variação de temperatura	（6）温度変化
30.	2.1 Peso próprio	2.1 自重
31.	Deve ser considerado o peso próprio da estrutura de aço da parte permeável da barreira.	堰堤透過部の鋼製構造物の自重を考慮する。
32.	Considerando a situação em que não há bloco nem água preenchendo os vãos internos da parte permeável da barreira, o 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 carreados	2.3 礫及び流木の衝突
40.	A carga de colisão dos blocos e dos troncos carreados 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^2)	u：静水圧 (kN/m^2)

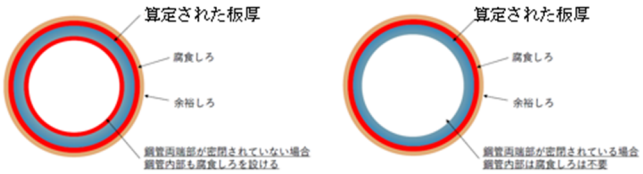
47.	g_{ws}: Peso específico da água que inclui o material sólido (11.77kN/m^3)	g_{ws}: 土砂を含む水の単位体積重量（11.77kN/m^3）
48.	Caso os sólidos em suspensão não sejam significativos, adota-se g_w = 9.81kN/m^3	浮遊物が大きくない場合、g_w （9.81kN/m^3）とする。
49.	H_w: Altura da lâmina d'água (m)	H_w: 水深（m）
50.	No cálculo de estabilidade 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か作用させない。
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.	$s'_v = g'_l \cdot h_e$ $s'_h = K_a g'_l \cdot h_e$	$s'_v = g_{sl} \cdot h_e$ $s'_h = K_a g_{sl} \cdot h_e$

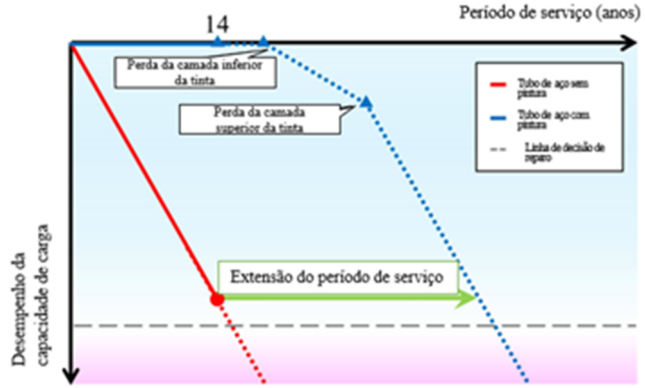
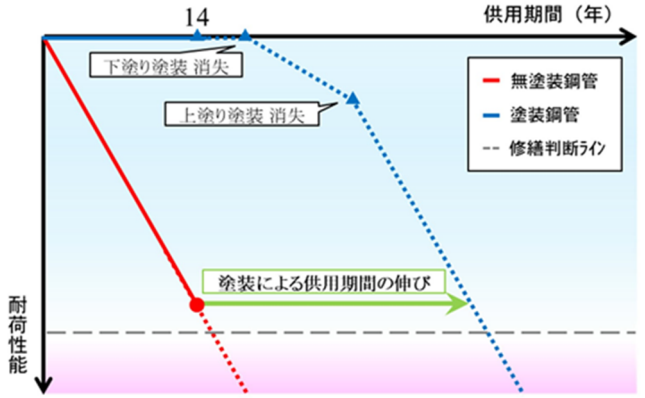
66.	Onde:	ここで、
67.	s'_v: Tensão vertical efetiva (kN/m^2)	s'_v:実行鉛直応力 (kN/m^2)
68.	s'_h: Tensão horizontal efetiva (kN/m^2)	s'_h:実行水平応力 (kN/m^2)
69.	h_e: Profundidade da superfície de deposição até ponto em questão (m)	h_e:堆砂面からの任意の点までの深さ (m)
70.	K_a: Coeficiente de empuxo do solo	K_a:土壌土圧係数
71.	g'_l: Peso específico submerso da deposição ($=g_{sat}- g_w$) (kN/m^3)	g'_l:堆砂の水中単位体積重量($=g_{sat}- g_w$) (kN/m^3)
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^3)	g_w:水の単位堆積重量 (9.81kN/m^3)
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 の定めに準じる。
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℃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℃、最大平均は 29℃（出所：Climatempo）である。従って、(29-14).0.6=9℃.
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℃とする。
79.	**3. Dimensionamento estrutural**	**3. 構造設計**
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・鋼製構造の設計に準じる。

81.	Os coeficientes de ponderação das ações permanentes e variáveis, respectivamente γ_g e γ_q , os fatores de combinação de cargas variáveis ψ_0 e os coeficientes de ponderação da resistência γ_{a1} e γ_{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 γ_g 及び γ_q、変動的荷重率ψ_0 、並びに強度重み付け係数 γ_{a1} と γ_{a2} は上記規格に遵守する。
82.	**4. Aço estrutural, conectores e solda**	**4. 構造用鋼、接合部及び溶接**
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が必要ある。
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 ASTMA325 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.	**5. Espessura de corrosão**	**5. 腐食しろ**
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) : 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 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) : 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

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.	**6. Margem adicional de espessura do aço**	**6. 鋼材厚の余裕しろ**

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 escoa 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。

	aço, calculada para atender as combinações de cargas de projeto, realizando assim um projeto mais robusto.	
138.	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.	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。
139.	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.	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。
	Foto 3 Ranhuras causadas por blocos na parte mais a montante	写真 3 最上流部材の礫による削痕
141.		
142.	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
143.	6.1 Margem adicional dos tubos de aço que forma o paramento de montante	6.1 最上流面を構成する鋼管の余裕しろ
144.	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.	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。
145.	Como as partes mais a montante da barreira permeável recebem diretamente o impacto dos blocos gigantes e troncos carreados 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.	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。

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 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】 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 carreado 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 A Foto 4 apresenta a base de tubo de aço, indicando que o desgaste junto ao bloco de ancoragem foi severo	【参考】 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 carreado 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 sobrepassam 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 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】 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 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.	 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
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