

## 4.4 ゲート、除塵スクリーン及び水圧鉄管路

### 4.4.1 ゲート、除塵スクリーン及び水圧鉄管路の点検項目

- ゲート、除塵スクリーン及び水圧鉄管路の点検項目を表4.4.1に示す。

表 4.4.1 ゲート、除塵スクリーン及び水圧鉄管路の点検項目

| Steel structures          | Locations                           | Items to Be Inspected |             |          |        |          |               |           |
|---------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-------------|----------|--------|----------|---------------|-----------|
|                           |                                     | Damage                | Deformation | Abrasion | Oiling | Painting | Leakage water | Vibration |
| 1. <u>Gates and hoist</u> | (a) Gate sheet                      | ○                     | ○           |          |        |          |               |           |
|                           | (b) Gate leaf and hoist             | ○                     | ○           | ○        | ○      | ○        |               |           |
| 2. <u>Trashracks</u>      | (a) Screen                          | ○                     | ○           |          |        | ○        |               |           |
| 3. <u>Penstock</u>        | (a) Pipe                            | ○                     | ○           |          |        | ○        | ○             | ○         |
|                           | (b) Bearing                         | ○                     | ○           |          |        | ○        |               | ○         |
| 4. <u>Others</u>          | (a) Steel ladder, steel cover, etc. | ○                     | ○           |          |        | ○        |               |           |

Note: The mark denoted as “ ○ ” means a item to be inspected.

Source:: JICA Study Team

4.4.2 取水口及び水槽（ヘッド・タンク）に設置する制水門の操作上の点検項目  
導水路の流量調整のために取水口及び水槽（ヘッド・タンク）の制水門を設置する時、  
制水門の操作上の点検項目は以下の通りである。

(1) 常時

- 門扉は戸当たりとの完全接触を保ち水密性を確保する。もし、漏水がある場合は適当な対策を講じ漏水を防止する。
- 取水口及び水槽（ヘッド・タンク）制水門の門扉引き上げ位置は、その下端が水面に接触しないようにする。

(2) 洪水時

- 洪水時に土砂と流木の流入による構造物への影響を防ぐため、洪水時には発電を停止し取水口ゲートを閉じることが推奨される。

#### 4.4.3 取水口におけるゲート操作

取水口における制水門の操作は、(i) 例え発電用水量の減少を招いても下流域に必要不可欠な灌漑ならびに自然環境保護用の放流量を確保すること、(ii) 導水路の点検・補修のための充水・放水の実施、及び (iii) 洪水時の水路工作物への土砂・流木の流入防止を目的として行うものである。

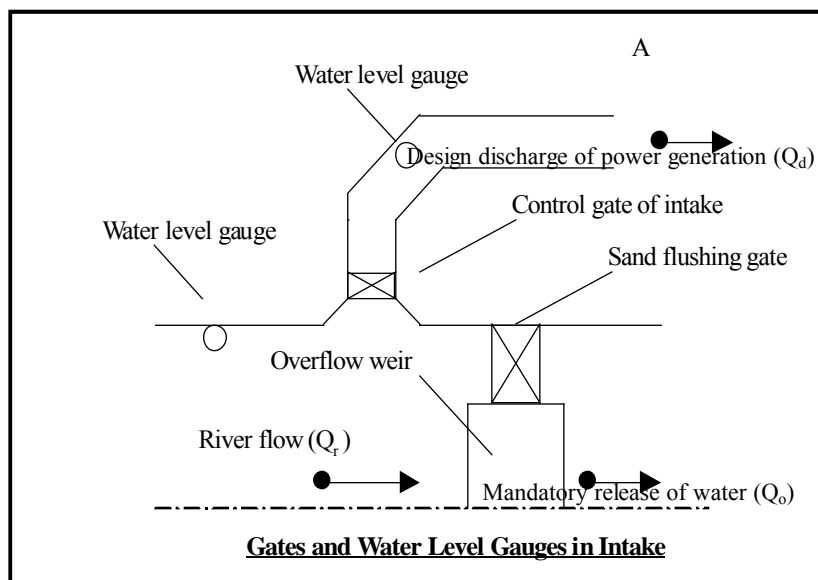
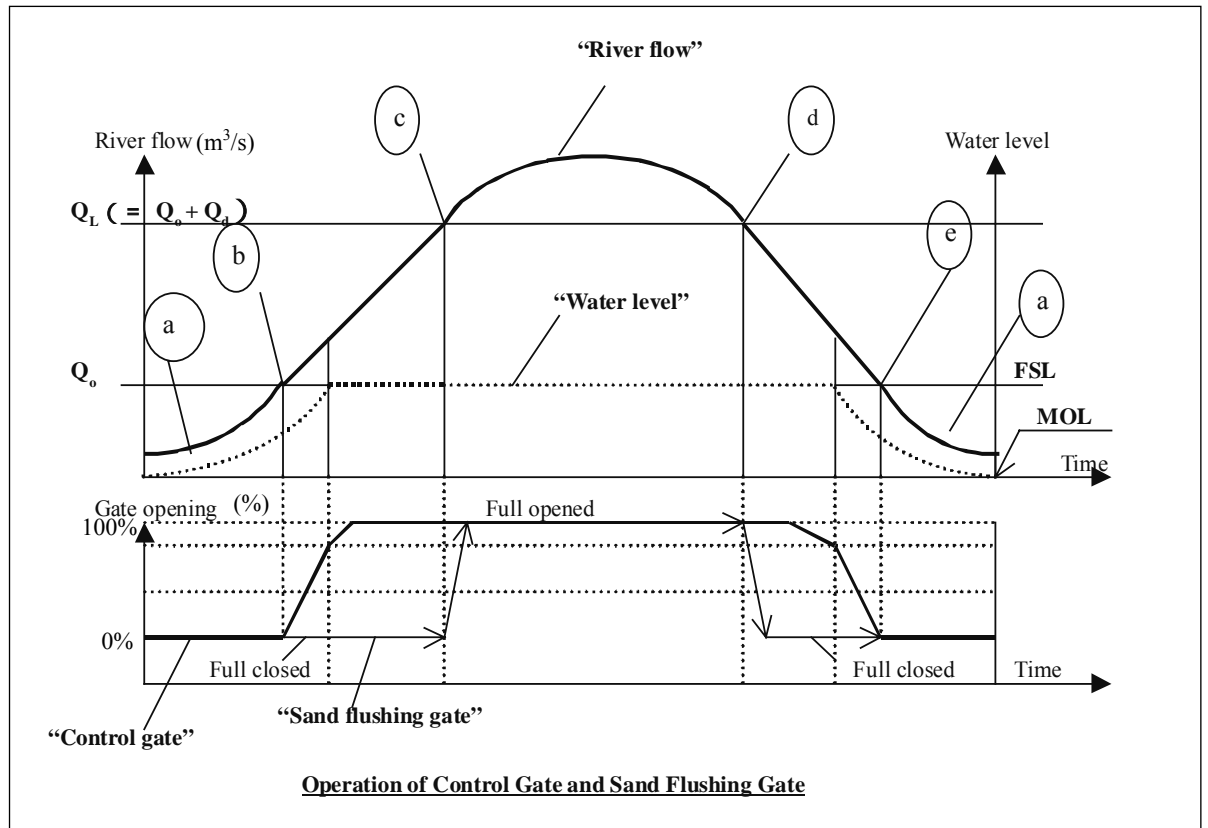


図 4.4.1 取水口における水門及び水位計

ゲート操作は河川流量及び河川利用規則によるものの、日本では取水及び必要不可欠な放流のために、最近では最適かつ正確なゲート操作が要求されてきた。流れ込み式水力発電所を参照して、取水及び必要不可欠な放流を制御するゲート操作を以下に示す。(なお、ジーチャウン水力発電所の取水ゲートは、発電所から約 3.4 km 離れた位置にあり、必要不可欠な放流は要求されない。さらに、取水口の直下流には横越流余水吐きがあり、また調整水槽(ヘッドpond)にも横越流余水吐きが設けられていることから、日々のゲート操作を必要としない。)



Source: JICA Study Team

図 4.4.2 制水門及び排砂門の操作

ゲート操作の手順：

**ステップ-1** (図 4.4.2の区間 ○,a参照)

灌漑ならびに自然環境維持放流量の確保を図る制水門の操作

河川流量( $Q_r$ )が灌漑ならびに自然環境維持に必要な放流量( $Q_0$ )より小さい時、取水口制水門は必要な維持放流量の確保及び越流堰上流での満水位(FSL)の確保を目指して操作される。

**ステップ-2** (図 4.4.2の区間 ○,b 参照)

FSLを維持するための制水門の運用

河川流量( $Q_r$ )が灌漑・自然環境維持に必要な放流量( $Q_0$ )より大きく、かつ灌漑・自然環境維持に必要な放流量( $Q_0$ )と発電のための導水路設計流量( $Q_d$ )との合計より小さい時、取水口制水門は全開に向けて徐々に開放される。またFSLは維持される。

**ステップ-3** (図 4.4.2の区間 ○,c参照)

排砂門の開放

河川流量( $Q_r$ )が限界流量( $Q_L$ )、すなわち灌漑・自然環境維持に必要な放流量( $Q_0$ )と発電のための導水路設計流量( $Q_d$ )との合計より大きい時、FSL保持のために制水門を全開し続け、さらに

排砂のために排砂門を全開する。

**ステップ- 4** (図 4.4.2の区間 ○,d参照)

排砂門の閉鎖

河川流量( $Q_r$ ) が限界流量( $Q_L = Q_0 + Q_d$ )より小さくなると、排砂門を全閉し、制水門を徐々に閉鎖する。

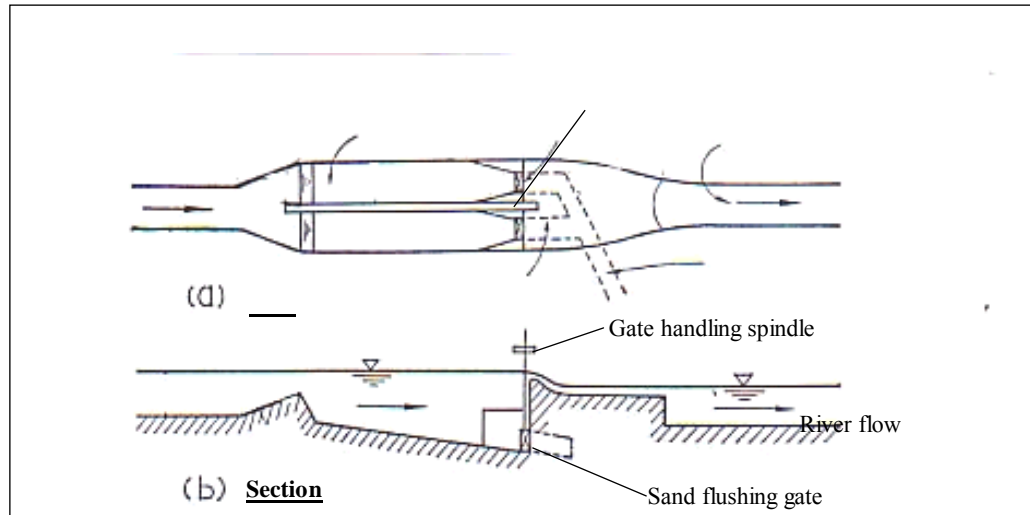
**ステップ- 5** (図 4.4.2の区間 ○,e参照)

灌漑ならびに自然環境維持放流量の確保を図る制水門の操作

河川流量( $Q_r$ ) が灌漑ならびに自然環境保護に必要な放流量( $Q_0$ )より小さくなると、必要放流量( $Q_0$ )の確保のため制水門を全閉鎖する。

## 4.5 排砂操作

導水路、鉄管路及び水車等の損耗を減少し、最終的には安定かつ効率的な発電機器の運用を図るために、沈砂池を設け流水中の土砂を沈殿・排除する。



Source: Compiled by JICA Study Team

図 4.5.1 沈砂池の一般配置図

### (1) 排砂門の操作上の点検項目

#### 常時

- 排砂門は土砂排除のために設置する。
- 常時土砂の沈殿を観察し、適宜排砂門を開き土砂を排除する。
- 長期間にわたり排砂門を操作せず放置すると、土砂の沈殿状況を著しく悪化させ、排砂門の操作では土砂排除が不可能となる可能性がある。従って、定期的な排砂門の運用が不可欠である。

#### 洪水時

- 洪水時及び洪水後には、排砂門を開放し土砂を排除する。
- 洪水時及び洪水後には、木の葉屑・流木が流入し、スクリーンを閉塞し、スクリーン上下流に大きい水圧差を生じ、最終的にはスクリーンの破壊を引き起こす恐れがある。従って、排砂門操作と共に、このような木の葉屑・流木のスクリーンからの除去作業が重要である。

## 4.6 堆砂対策工

信頼性のある効率的な手法を採用して、堆砂を制御し、導水路から沈殿物を除去することは、水力発電事業にとって水資源利用上の最も重要な条件の一つである。

ダムや堰に隣接して設けられた排砂門や沈砂池に設置された排砂門を適宜操作し、土砂を効果的に河川に還元することが一般に望ましい。しかしながら、流れ込み式発電事業や大ダムを有する貯水池式発電事業は、排砂門で排除出来ないような深刻な堆砂問題を被ってきた。

このような深刻な堆砂問題を克服するために、最近のスタディ\*はサクション・ヘッドを利用した堆砂制御の手法、すなわち(i) ‘サクソフーン’サクション・ヘッド\*を利用した排砂、及び(ii) 溝穴付きパイプを利用した排砂\*の手法を与えている。これらの排砂手法によれば、貯水池や沈砂池に必要な通常の運用を損なうことなく堆砂制御を可能とし、さらに、沈砂池内の排水を必要としないので発電を中断しないとされている。

### (1) ‘サクソフーン’サクション・ヘッド式排砂装置

- ‘サクソフーン’サクション・ヘッドを利用した排砂装置は、溝穴を底部に設ける。
- 水槽と出口間の水位差が与えるサクション・ヘッドは、弁の開放と同時にパイプ内の水に流速を生じる。水の流速がパイプ内に負圧を生じる結果、パイプ内に土砂を吸込み、その後パイプ外に搬出する。
- いったん土砂の吸込みが開始すると、堆砂層の崩落が自動的に発生し土砂を溝穴に供給する。このような土砂の吸込みと搬送は繰り返し行われる。
- 溝穴をパイプ頂部に設けると溝穴は堆砂層の崩落時に土砂によって閉塞される。従って、溝穴は底部に設けなければならない。
- ‘サクソフーン’サクション・ヘッド式排砂装置の特徴は、「装置が例え沈下しても吸込みパイプは土砂により閉塞されない」ということである。

Notes; \*: Source: “Sediment control: recent developments for headworks” by D.KLysne, N.R.B.Olsen, H.StØle and T.Jacobsen, The Norwegian Institute of Technology, Trondheim, Norway, pp.46 – 49 of Hydropower and Dam March 1995, (See Appendix 1-12 of Supporting Report)



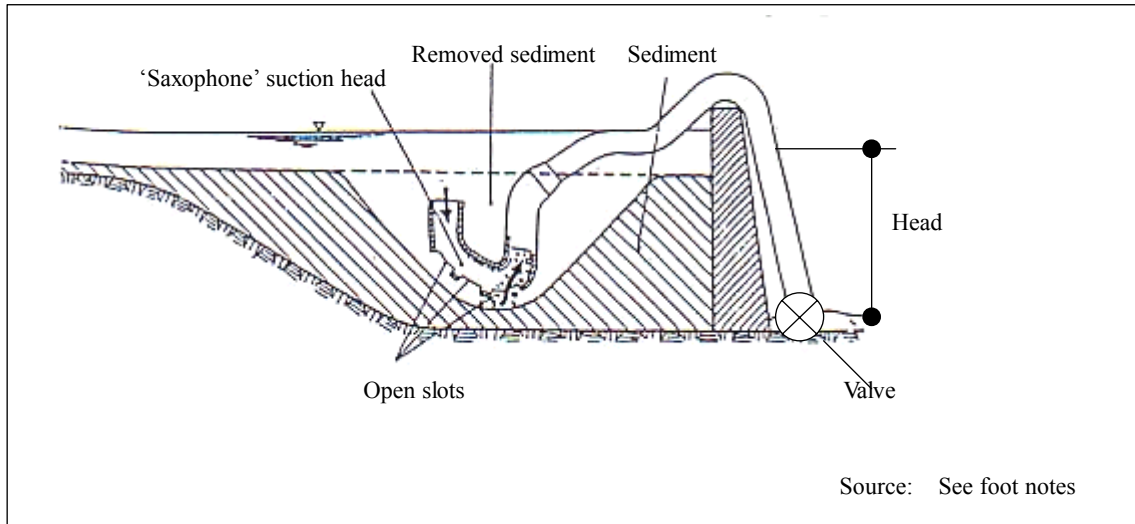


図 4.6.1 ‘サクソフォン’ サクション・ヘッド式排砂装置

(2) 溝穴付きパイプ式排砂装置\*

- 溝穴を底部に沿って設ける。
- 排砂は溝穴付きパイプ装置により行い、その装置は水槽と出口間の水位差を利用した固定方式である。
- 水槽と出口間の水位差が与えるサクシオン・ヘッドは、弁の開放と同時にパイプ内の水に流速を生じる。水の流速がパイプ内に負圧を生じる結果、パイプ内に土砂を吸込み、その後パイプ外に搬出する。
- いったん土砂の吸込みが開始すると、堆砂層の崩落が自動的に発生し土砂を溝穴に供給する。このような土砂の吸込みと搬送は繰り返し行われる。
- 溝穴をパイプ頂部に設けると溝穴は堆砂層の崩落時に土砂によって閉塞される。従って、溝穴は底部に設けなければならない。

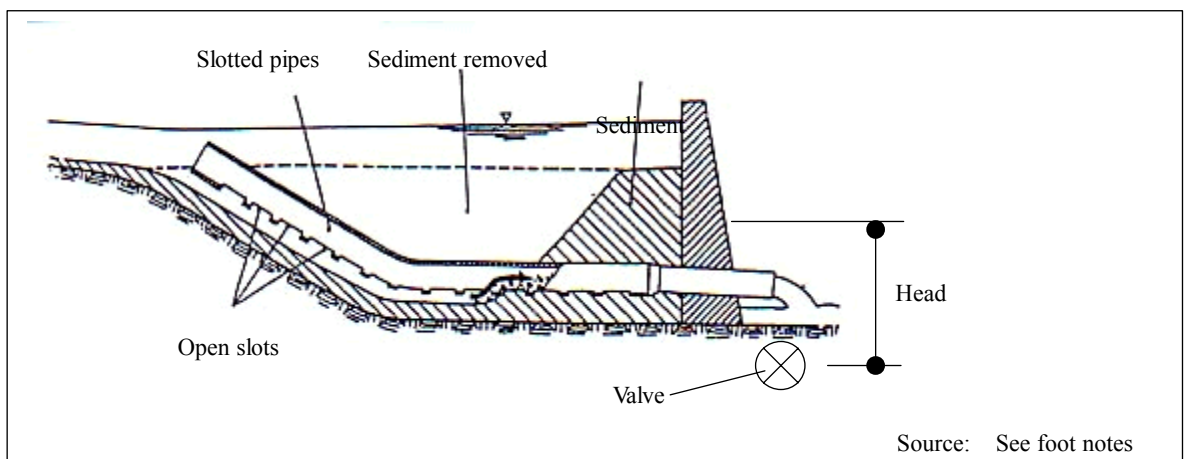


図 4.6.2 溝穴付きパイプ式排砂装置

\* Notes; \*: Source: “Sediment control: recent developments for headworks” by D.KLysne, N.R.B.Olsen, H.StØle and T.Jacobsen, The Norwegian Institute of Technology, Trondheim, Norway, pp.46 – 49 of Hydropower and Dam March 1995, (See Appendix 1-12 of Supporting Report)

(3) ‘サクソフーン’ サクション・ヘッド式排砂装置の排砂容量の計算

サクソフーン’ サクション・ヘッド式排砂装置の排砂容量計算例を以下に示す。さらに、種々の直径及び種々のヘッドについて、サクソフーン’ サクション・ヘッド式排砂装置の排砂容量計算を行いその結果を表 4.6.1に示す。

‘サクソフーン’ サクション・ヘッド式排砂装置の排砂容量の計算例

(i) Pipe  $\phi = 15$  cm,  $L = 20$  m

$$V = \sqrt{\frac{2g \cdot H}{1 + f_e + N \cdot f_b + f}}$$

$f_e = 1.00$  (inlet loss),  $N \cdot f_b = 0.40$  (bend loss),  $f = f_r \cdot L/\phi = 4.5$  (friction loss)

where,  $f_r = 12.7g \cdot n^2 \cdot \phi^{1/3} = 0.03373$  and  $n = 0.012$  (roughness coefficient)

When,  $H$  (head) = 1.5 m,  $V$  (velocity) = 2.06 m/s

(ii) Pipe  $\phi = 15$  cm,  $L = 20$  m,  $H = 1.5$  m,  $V = 2.06$  m/s

$Q = 0.036$  m<sup>3</sup>/s (= 2.19 m<sup>3</sup>/min = 131 m<sup>3</sup>/hr) : discharge flushed

Sand = 131 m<sup>3</sup>/hr x 3 %\*<sup>1</sup> = 3.9 m<sup>3</sup>/hr (= 31 m<sup>3</sup>/day\*<sup>2</sup>): sand volume flushed

Note; \*<sup>1</sup>: 3 % of the discharge is applied in reference to the results of test operation for ‘Saxophone’ Suction Head shown in Table A1.14.9 of Appendix 1-14 in Supporting Report of Vol.1.

\*<sup>2</sup>: 8 hours is applied for the working hour.

表 4.6.1 ‘サクソフーン’サクシオン・ヘッド式装置の排砂容量

| Dia.<br>(m) | L<br>(m) | H<br>(m) | V<br>(m/s) | Q<br>(m <sup>3</sup> /s) | Q<br>(m <sup>3</sup> /hr) | Sand<br>(m <sup>3</sup> /hr) | Sand<br>(m <sup>3</sup> /day) |
|-------------|----------|----------|------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 0.1         | 10       | 1.5      | 2.17       | 0.017                    | 61                        | 1.83                         | 15                            |
| 0.1         | 10       | 3        | 3.06       | 0.024                    | 86                        | 2.58                         | 21                            |
| 0.1         | 20       | 1.5      | 1.7        | 0.013                    | 47                        | 1.41                         | 11                            |
| 0.1         | 20       | 3        | 2.41       | 0.019                    | 68                        | 2.04                         | 16                            |
| 0.1         | 30       | 1.5      | 1.45       | 0.011                    | 40                        | 1.2                          | 10                            |
| 0.1         | 30       | 3        | 2.05       | 0.016                    | 58                        | 1.74                         | 14                            |
| 0.1         | 40       | 1.5      | 1.28       | 0.01                     | 36                        | 1.08                         | 9                             |
| 0.1         | 40       | 3        | 1.82       | 0.014                    | 50                        | 1.5                          | 12                            |
| 0.1         | 50       | 1.5      | 1.16       | 0.009                    | 32                        | 0.96                         | 8                             |
| 0.1         | 50       | 3        | 1.65       | 0.013                    | 47                        | 1.41                         | 11                            |
| 0.1         | 60       | 1.5      | 1.07       | 0.008                    | 29                        | 0.87                         | 7                             |
| 0.1         | 60       | 3        | 1.52       | 0.012                    | 43                        | 1.29                         | 10                            |
| 0.15        | 10       | 1.5      | 2.51       | 0.044                    | 158                       | 4.74                         | 38                            |
| 0.15        | 10       | 3        | 3.56       | 0.063                    | 227                       | 6.81                         | 54                            |
| 0.15        | 20       | 1.5      | 2.06       | 0.036                    | 130                       | 3.9                          | 31                            |
| 0.15        | 20       | 3        | 2.92       | 0.052                    | 187                       | 5.61                         | 45                            |
| 0.15        | 30       | 1.5      | 1.79       | 0.032                    | 115                       | 3.45                         | 28                            |
| 0.15        | 30       | 3        | 2.54       | 0.045                    | 162                       | 4.86                         | 39                            |
| 0.15        | 40       | 1.5      | 1.61       | 0.028                    | 101                       | 3.03                         | 24                            |
| 0.15        | 40       | 3        | 2.27       | 0.04                     | 144                       | 4.32                         | 35                            |
| 0.15        | 50       | 1.5      | 1.47       | 0.026                    | 94                        | 2.82                         | 23                            |
| 0.15        | 50       | 3        | 2.08       | 0.037                    | 133                       | 3.99                         | 32                            |
| 0.15        | 60       | 1.5      | 1.36       | 0.024                    | 86                        | 2.58                         | 21                            |
| 0.15        | 60       | 3        | 1.92       | 0.034                    | 122                       | 3.66                         | 29                            |

Source: Calculation by JICA Study Team

(4) ‘サクソフーン’サクシオン・ヘッド式排砂装置及び溝穴付きパイプ式排砂装置の現地試験

ミャンマー国における第7次及び第8次現地調査に於いて、現地製作の試験装置を用いて、‘サクソフーン’サクシオン・ヘッド式排砂装置及び溝穴付きパイプ式排砂装置の現地試験を実施した。その結果、‘サクソフーン’サクシオン・ヘッド式排砂装置の排砂効率は約3%であった。(第6巻サポーティングレポート、アペンディクス 1-14 の表 A1.14.9 を参照のこと。)

従って、現地製作の試験装置は水理機能を満足するものの、その実用的な装置を得るにはサクシオン・ヘッドのコンセプトに基づく実証試験が今後必要であることを確認した。