

発電停止を伴わない沈砂池排砂装置の開発と実証

中部電力(株) 西平ダム管理所 加藤 充孝・多賀谷 正利・柘植 賢二
(正会員) 滝澤 豊・浅野 勇

1 まえがき

水路式発電所は取水口から水路内に土砂が流入する。流入した土砂が水路内に堆積すると、水路通水断面が減少し発電出力を低下させる。また、水圧鉄管等の鋼構造物が摩耗し、強度低下等を引き起こす。そのため、取水口近くには沈砂池を設け、土砂を沈殿させている。しかし、沈砂池に沈殿させた土砂の除去には、断水が必要で発電停止を伴う。また、土砂の除去作業は、人力により行うため、作業効率が悪く多大な時間を必要としていた。そこで、現地での調査と実験により発電停止を伴わず効果的に排砂を行える沈砂池排砂装置を開発し、実証したので紹介する。

2 現状調査・分析

沈砂池内の流水状況、堆砂状況等を調査し、現状を分析した。沈砂池内は上流水路中心線と斜交している影響で流速分布(図-1)は片寄りが見られ、流れが不均等(偏流、回流、渦流)となっている。このため、沈殿効果が損なわれ、沈砂池排砂門から遠い場所に多く堆砂していると考えられる(図-2)。

3 排砂装置の検討・実施

発電に支障の少ない流量で排砂した場合、排砂門から離れた場所の堆砂は除去されにくい。そこで、堆砂場所から排砂門までの間に塩化ビニール管を設置し、排砂門を開けた時に土砂が流水により管内を流され排砂する装置を開発した(図-3)。しかし、エルボ部が落ち葉等により目詰まりを生じたため、エルボ部を屈折部の少ないフレキシブル管に取り替えた。取り替え後、試験を実施したが、土砂による直管部での目詰まりが発生した。

4 改良排砂管の検討

前述、3の排砂装置構造において、試験を繰り返したが、土砂による目詰まりを生じ、排砂効果が上がらない。そこで、排砂管に詰まった土砂が移動する条件を明確にし、管の材質や径、長さについて検討した。

(1) 堆積土砂の物理的性質

排砂管に詰まった土砂をサンプリングし、ふるい試験を実施した。その結果、粒度組成から砂質土であることが判明した(図-4参照)。

また、排砂管内に詰まった土砂の空隙率は、砂層の35%と想定した。

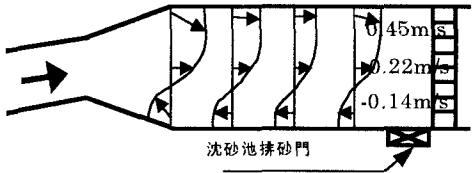


図-1 流速分布図

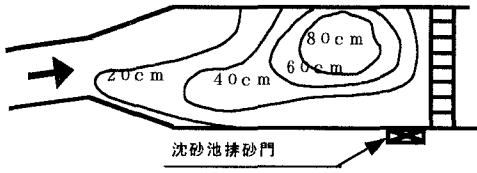


図-2 堆砂分布図

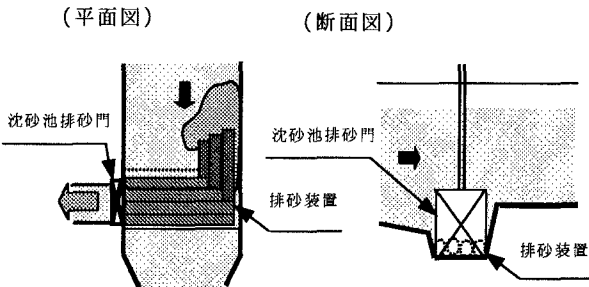


図-3 開発した排砂装置の概要

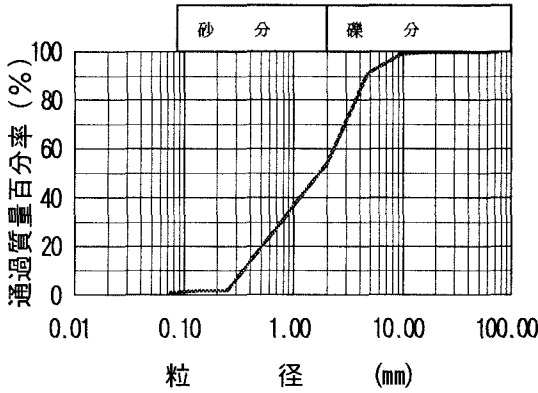


図-4 粒径加積曲線

(2) 土砂で充填された管内における土砂の挙動検討

土砂で充填された管内の流水と土砂の挙動を検討した。用いた算定式を①～④式に、検討結果を表-1に示す。

a 土砂で充填された管内の流水量Qの算定

$Q = A \cdot v$ ①式

$v = k \cdot dh / dl$ ②式

A: 断面積 dh / dl: 動水勾配

b 土粒子に作用する水圧の算定

浸透水圧 (P)

$P = \gamma_w \cdot dh / dl$ ③式

γ_w : 水の単位体積重量

c 土粒子の流動化の判定

限界動水勾配 (dh / dl)

$(dh / dl) = \gamma' / \gamma_w = (1 - n)(G_s - 1) / (G_s - 1 + e) = (1 - 0.35)(2.65 - 1) / (2.65 - 1) = 1.073$ ④式

γ' : 土の水中単位体積重量

水が静止している場合は土粒子に作用する水圧は間隙水圧のみであるが、水が流れている場合には、土粒子は浸透水圧 (③式) を受ける。動水勾配がある限度 (④式) を超えると浸透水圧が土粒子間に働く抵抗力に打ち勝ち土粒子は流動化し、排砂管内の土砂は移動して排砂される。以上の検討を安価で施工・維持管理の容易な塩化ビニール管で行った (表-1)。

表-1 排砂管形状別流動化検討結果

種類	管径 (cm)	管長 (m)	浸透水圧	比較	限界動水勾配	判定
塩化ビニール管	5	2	1.53	>	1.07	○
		3	1.09	=	1.07	△
		4	0.85	<	1.07	×
	10	2	1.18	>	1.07	○
		3	0.90	<	1.07	×
		4	0.73	<	1.07	×
	15	2	0.93	<	1.07	×
		3	0.74	<	1.07	×
		4	0.58	<	1.07	×

5 改良排砂管の設置

(1) 管径と長さ

表-1の結果より、土粒子の流動化条件を満たしたもののうち、管径 10 cm、管長 2 mを選定した (図-5)。

(2) 偏流翼の設置

当沈砂池では流水に片寄りが生じているため、排砂門から離れた場所の堆砂が著しく、図-5に示す排砂管だけでは排砂が難しい。そこで、試行錯誤の結果、上流水路に偏流翼 (図-6) を設置し、沈砂池内の流速分布の整流を図り、堆積土砂を排砂門の近くに導くようにした。

6 効果の確認

改良排砂管 (図-7) による試験を行った結果、管内で土砂閉塞を生じることなく排砂管周辺の土砂の流出を確認できた。また、偏流翼 (図-8) の設置により、流速分布が改善された。流速分布が改善されたことで、堆砂状況にも変化が現れ、以前に比べ堆砂の片寄りが減少し、偏流翼の効果を確認できた。

7 まとめ

発電施設の特性や堆砂の性状を把握した上で、それらに合致した排砂装置の構造検討および改良を加え、発電停止を伴わない排砂を実現した。その結果、発電停止の減少および作業効率の向上等の効果を確認することができた。

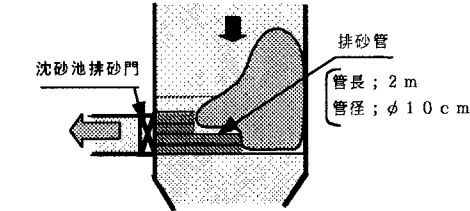


図-5 改良排砂装置の概要図

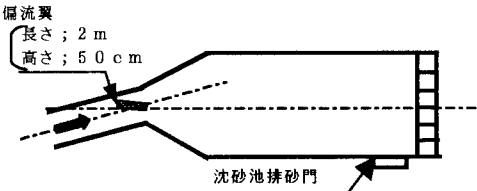


図-6 偏流翼の概要図

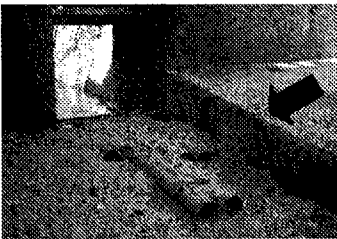


図-7 改良排砂装置布設状況

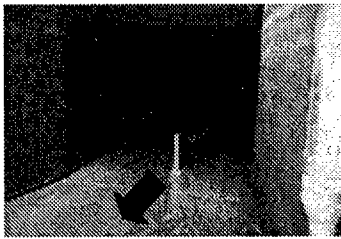


図-8 偏流翼設置状況