

水力発電所沈砂池の効率的な排砂形状の開発

Development of an Efficient Sediment Discharge Shape for the Reservoirs of Hydroelectric Power Plants

水理模型実験を用いた狭隘地点での効果的な水理設計

地形や立地上の制約により取水口と河床との標高差が小さい水力発電設備の場合、河川からの土砂が流入しやすく、また溜まった土砂を沈砂池から除去する期間は発電停止による減電となる。そこで、通常の発電取水には影響を与えず、かつ土砂の排砂時には効率的に排砂が可能な形状の沈砂池を開発した。



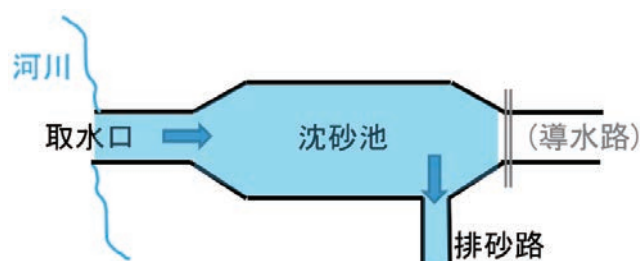
執筆者
電力技術研究所
土木グループ
山田 浩司

1 背景と課題

脱炭素社会の実現に向けて再生可能エネルギー電源の保有拡大に向け新規水力開発等を加速している。しかし水力発電所については、これまで開発が行われてきた建設に適した好立地な地点はほとんどなくなり、残された地点は立地的に狭小等制約条件が多い。

特に発電用取水に伴い河川からの土砂の流入が多い地点では、土砂排除のための長期発電停止を引き起こすため、これを防ぐために土砂を取り除く沈砂池（第1図）が設けられる。沈砂池に堆積した土砂は出水後の発電停止中に排砂門を開けて流水により河川へ排砂を行う（数時間程度の自動排砂）。しかし、沈砂池が立地的制約（曲がり、緩勾配等）等により十分に排砂ができない形状であると、職員が現地に出向し手動操作による排砂に加え手作業による土砂排除が必要となり、沈砂池の規模によってはこの作業に数日要することが想定され大きな減電となる。

そこで、曲がりや緩勾配等の制約のある沈砂池を検討モデル対象として模型実験により排砂に効果的な形状を検討した。



第1図 一般的な沈砂池の例

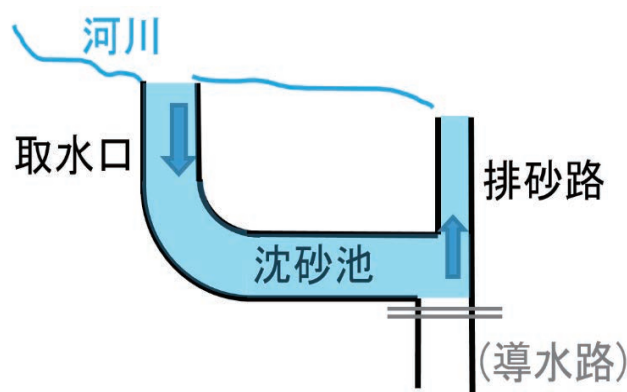
2 検討モデル

一般的な沈砂池は第1図に示すように河川からの取水後、流速を落として沈砂するため拡幅された沈砂池が水路と直線的に配置され、沈砂池下端には排砂時に土砂を排出

する排砂路が設けられる。

一方、検討モデルは第2図に示すような河川から取水した直後に90°の曲がり水路を経て沈砂池が配置されている。また、堆砂後の排砂は沈砂池下端から直角に河川に向かう排砂路が配置され、全区間においてトンネル構造という特殊な配置である。

さらに、河川からの取水口と沈砂池下端は立地上の制約により標高差は僅か1.5mしか確保できず排砂設計に対して非常に厳しい条件である。



第2図 検討モデルの沈砂池配置

3 模型実験による検討

模型実験においては、排砂の前提となる堆砂過程の再現（通常時の取水流量 $10\text{m}^3/\text{s}$ ）を行い、その後排砂の実験（排砂流量 $1.3\text{m}^3/\text{s}$ 、3時間）を行うこととした。

まず従来の沈砂池形状での模型実験を行い、排砂を行っても河川から取水した直後の90°の曲がり部以降で内側に土砂が残ることを確認した。そこで今回、曲がり部以降の排砂を向上する方法をさらに検討することとし、①曲がり部に沿って均等に流れを導流すること、②部分的に流れを攪乱させて排砂を促進させること、を両立できる方法を検討することとした。

通常時の取水に影響を与えず局所的な流砂および河床変動を制御できる方法として、短い板状の構造物である没水

型ベーン工¹⁾が既往技術としてある。今回、この没水型ベーン工にヒントを得て、さらなる排砂促進を検討した。

なお、ベーン工もそうであるがこのような局所的な構造物はモデル格子の関係で解析にて評価するのが困難である。そこで、水理模型を用いてどのような構造物が効果的か試行錯誤した結果、ベーン工を連続的に配置するような排砂時にも没水する壁状の導流体（導流壁）を見出し、模型実験にて評価することとした。

新たに考案した形状は、第3図に示すように沈砂池の底面に曲がりに沿って排砂時でも没水する低い壁状の導流体のレーン（導流壁）を複数設置するものである。



第3図 底面に設置した没水する壁状の導流体

前述した①曲がりに沿って均等に流れを導流すること、②部分的に流れを攪乱させて排砂を促進させること、を満足するためにこの導流体の効果的な高さを検討した結果、排砂時の水位の約20～80%で没水する高さが効果的であることを見出した。模型実験（提案形状）では、この導流体の高さを排砂時水位の約半分として模型を製作し実験を行った。

実験の結果、第4図に示すように、排砂時の流れが「導流壁に沿った流れ」と「導流壁を乗り越える流れ」に分配され、乗り越えた流れは導流壁の裏側で攪乱することで堆砂した土砂を巻き上げて排砂が促進していることを確認した。

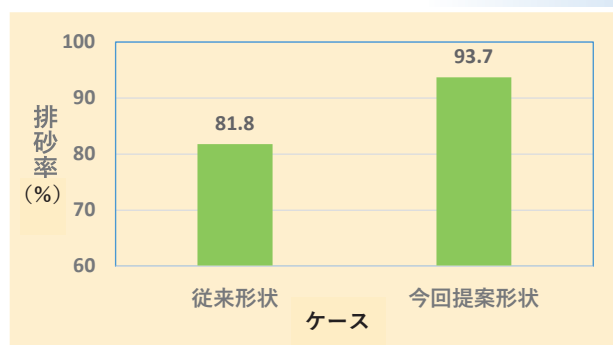


第4図 提案形状における排砂の状況

今回、検討における排砂効果の指標として、排砂率を次のように定義し比較評価した。

$$\text{排砂率(\%)} = \frac{\text{排砂により沈砂池から排砂した土砂量}}{\text{排砂前に沈砂池に堆砂した土砂量}}$$

実験による排砂率の結果を第5図に示す。実験の結果、今回考案した沈砂池の底面に曲がりに沿って排砂時でも没水する低い壁状の導流体のレーン（導流壁）を複数設置することにより、排砂率が10%以上向上し、排砂促進効果があることが明らかにした。



第5図 排砂実験の結果

4 まとめ

立地上、高低差がほとんどなく曲がりがあり排砂が非常に困難な場所に設置する水力発電所沈砂池において、新たに考案した「沈砂池の底面に曲がりに沿って排砂時でも没水（排砂時の水位の約20～80%）する複数の導流体レーン（導流壁）」を設置することにより、効果的な排砂が可能となることを示すことができた。

今回考案した排砂に効果的な沈砂池の形状については特許出願済みである。

参考文献

1) 太田一行・佐藤隆宏, 取水口土砂流入制御用ベーン工の特性把握と水力発電への適用性に関する水理的考察 - 海外の火力・原子力発電所における既往事例の調査 -, 電力中央研究所報告, SS22006, 2023