

取水ダム調整池における流入土砂の軽減対策に関する研究

北海道電力(株) 神藤 謙一
 北海道電力(株) 西村 哲治
 北電総合設計(株) 上田 知広

1. はじめに

水力発電所の取水ダムは、年々土砂が堆積するため、恒常的な浚渫費用が発生し、合理的な土砂処理方法や流入土砂制御方法に関する検討が必要となっている。著者らは、既存の堆砂データや現地調査データを分析し、地点特性に応じた効率的なダム堆砂対策の立案に向けた研究¹⁾を実施している。本稿では、流入土砂軽減対策として調整池上流部に貯砂ポケットを設置する場合の有効性について、Iダム調整池を対象に水理模型実験および数値解析を実施し、現在までに得られた研究成果について報告するものである。

2. 水理模型実験

(1) 実験方法

水理模型実験²⁾は、幾何学的に相似（ $\lambda = \text{長さ} / \text{高さ} = 1$ ）な模型で縮尺を1/100とした。また、流水の運動は重力が支配的であることからフルードの相似則を適用した。調整池は深浅測量データから地形を再現し、粗いモルタル仕上げの固定床とした。流砂材料は平均粒径が0.3mm（模型値）の砂を使用した。

貯砂ポケットの検討範囲は、アクセス道路が確保出来て陸上作業による浚渫工事が可能な地点を対象としてダムからの追加距離3,000～3,500m付近とした。貯砂ポケットは、図-1に示すとおり調整池河床の左岸端から10mを始点に河川断面方向に50m、流下方向に30m、掘削深を1～3mとし、上流、中流、下流の3箇所に設置して比較した。計測は調整池内の流況と流砂状況および貯砂ポケットの貯砂量とし10mメッシュ（図-1参照）で実施した。また、計測機器について流速は2次元の電磁流速計、水位と河床高はポイントゲージを使用した。実験条件は予め掃流砂の移動を確認して設定した。実験流量は調整池内流況の再現性から200m³/s（年最大流入量平均）、400m³/s、800m³/sの3ケースとし、流れの条件は調整池内の基準点で等流水深とした。

(2) 実験結果

調整池内の流況は、流量が大きくなるに従い左岸側から中心部に流向が変化し、流砂の流向も流況と同様な傾向を示した。貯砂ポケットの貯砂量については、貯砂ポケット上流端と下流端の掃流砂の移動流砂量が等しい状態（初期貯砂）と貯砂ポケット下流端の流砂が終了した状態（終期貯砂）について求め、貯砂ポケット容量と初期貯砂量および終期貯砂量からそれぞれ初期貯砂率と終期貯砂率を算定した。初期貯砂率が100%である貯砂ポケットブロックの流量400m³/sにおける貯砂ポケット掘削深と終期貯砂率の関係を図-2に示す。終期貯砂率は掘削深3mが56%、掘削深2mが48%、掘削深1mが17%となり、貯砂ポケット掘削深が1mでは貯砂ポケットによる貯砂が期待できないことが分かった。上記から貯砂ポケットは掘削深を2mとして、貯砂状況を確認した。流量毎の初期貯砂率および終期貯砂率の関係を図-3に示す。

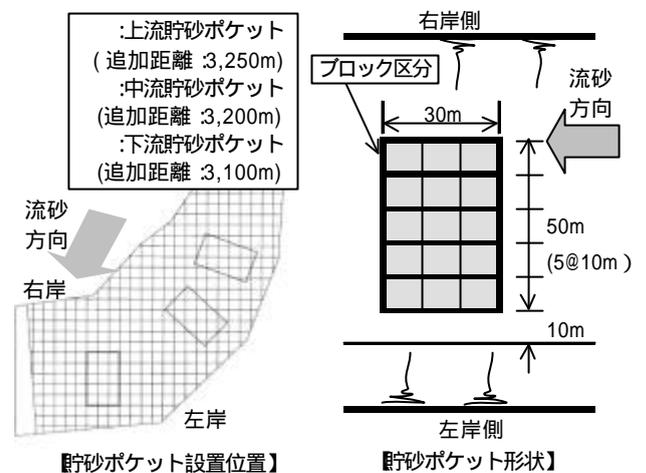


図-1 貯砂ポケット形状と設置位置

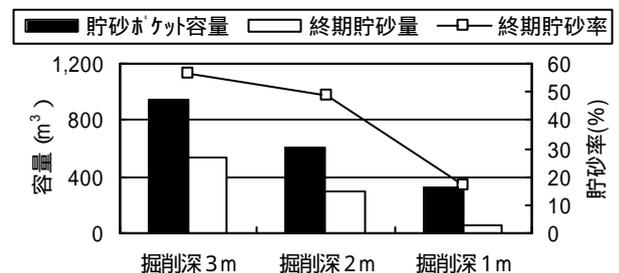


図-2 貯砂ポケット掘削深と終期貯砂率の関係

キーワード 取水ダム, 貯砂ポケット, 水理模型実験, 数値解析, 掃流砂

連絡先 〒067-0033 北海道江別市対雁 2-1 TEL 011-343-8007

初期貯砂率が大きい箇所は、流量 200m³/s では ~ ブロック、流量 400m³/s では ~ ブロック、流量 800m³/s では ~ ブロックであった。一方、終期貯砂率が大きいのは、中流貯砂ポケットと下流貯砂ポケットであり、流量 200m³/s では ブロック、流量 400m³/s では ブロック、流量 800m³/s では ブロックであった。また、終期貯砂率は流量 200m³/s では初期貯砂率と同程度であるが、流量の増加に伴い初期貯砂率からの低下が著しい。特に、初期貯砂率が100%である中流貯砂ポケット ブロックに着目すると、終期貯砂率は、流量 200m³/s が100%、流量 400m³/s が52%、流量 800m³/s が13%であった。

従って、貯砂ポケットは、流量 200m³/s 以下の場合に初期貯砂率で評価できるため、対象流量が 100m³/s ~ 200m³/s の数値解析についても初期貯砂率で評価することとした。

3. 数値解析

数値解析は河川の形状を再現した2次元の平面流況について一般座標を用いて定常状態の河川流³⁾を算定した。解析モデルは、解析メッシュを水理模型実験と同様に10mメッシュとし、流量 400m³/s における流速分布について水理模型実験の計測値と比較してモデルの妥当性を検証した。解析流量は、100m³/s、150m³/s、200m³/s の3ケースとし、流量毎に調整池内の流速および水深を求め、移動限界粒径を逆算した。なお、下流端水位については1次元の水面形追従計算から設定した。移動限界粒径を5cmとして3箇所の貯砂ポケットで流量毎に推定した初期貯砂率の関係を図-4に示す。貯砂ポケット3箇所の初期貯砂率を比較すると、上流貯砂ポケットは流量 150m³/s が61%、流量 200m³/s が75%で最も小さく、下流貯砂ポケットは流量 100m³/s が28%で最も小さく、流量 200m³/s が83%で最も大きくなる。一方、中流貯砂ポケットは流量 100m³/s が56%、流量 150m³/s が72%で最も大きく、流量 200m³/s が80%で下流貯砂ポケットと同程度である。

従って、初期貯砂率から評価すると、掃流砂は中流貯砂ポケットが最も効率良く貯砂できることが分かった。

4. おわりに

本研究で得た成果を以下に示す。

- (1) 水理模型実験から、貯砂ポケットは掘削深を2m以上にすることが望ましく、流量 200m³/s 以下場合に初期貯砂率で評価できることを確認した。
- (2) 数値解析の結果から、調整池内の流況を再現し移動限界粒径を算定することで貯砂ポケットの設置位置の選定が可能である。

上記の結果から、追加距離3,200m付近に掘削深2mの貯砂ポケットを設置することで掃流砂を効率良く貯砂し、調整池中流部への流入土砂を軽減できると考えられる。

今後は現地調査や実績データの分析により研究成果の検証を進めるとともに、他のダム調整池への適用性について研究を実施する予定である。

[参考文献]

- 1) 神藤謙一；西村哲治；上田知広．水力発電所取水ダム調整池の堆砂挙動について．土木学会年次学術講演会講演概要集．no.60,2005, -094
- 2) 石橋毅；磯部明久；五十嵐由雄．貯水池堆砂の水理的排砂方法の検討．電力土木．No199,1986,p98-106
- 3) (社)土木学会．水理公式集例題プログラム集．2002,p18

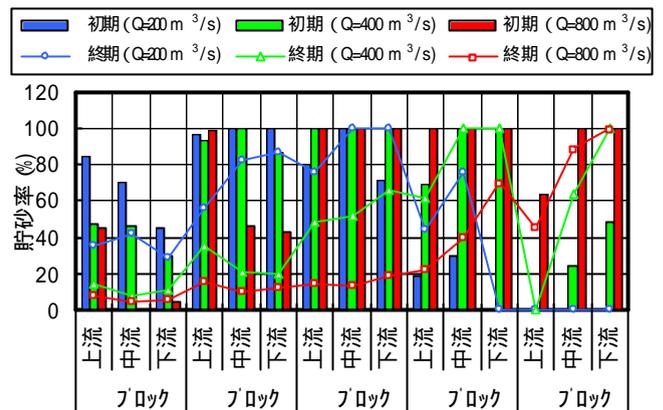


図-3 流量別の初期貯砂率と終期貯砂率の関係

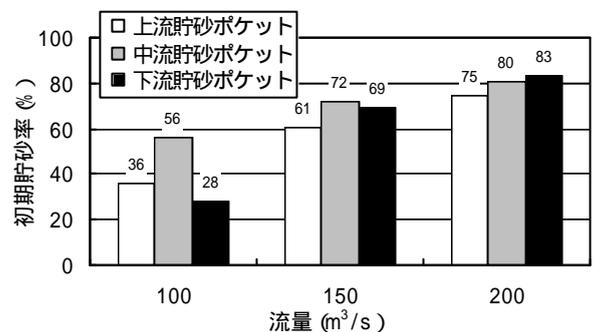


図-4 流量と初期貯砂率の関係