

水力発電所取水ダム調整池の堆砂挙動について

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においては年々土砂が堆積し、有効容量の減少による発電電力量の低下と発電時の取水障害の原因となり発電所運用上の課題となっていることから、合理的な浚渫方法、流入土砂制御に関する検討が必要となっている。特にⅠダムは設置年代が古く総貯水容量内堆砂率（全堆砂率）が80%程度、有効貯水容量内堆砂率が35%程度となっている。

本稿は、合理的な土砂処理方法を提案するための基礎研究として、Ⅰダム調整池における堆砂挙動について、現地測量による堆砂データや水文データの分析、現地調査（調整池内の堆積土砂）、水理模型実験、数値解析から検討した結果を報告するものである。

2. 現状分析

図-1にⅠダム調整池の流入土砂量（流砂量）と堆積土砂量（堆砂量）の経年変化を示す。Ⅰダム調整池の堆砂量の経年変化を1973年(S58)から2002年(H14)までの20年間について分析した結果、年間流入土砂量は、年平均で約63,000m³であるが、各年の土砂量の変動が大きく、ダム流入量等の水文データと高い相関がなく、浚渫工事の実施や洪水の発生形態など様々な要因によっているものと考えられる。

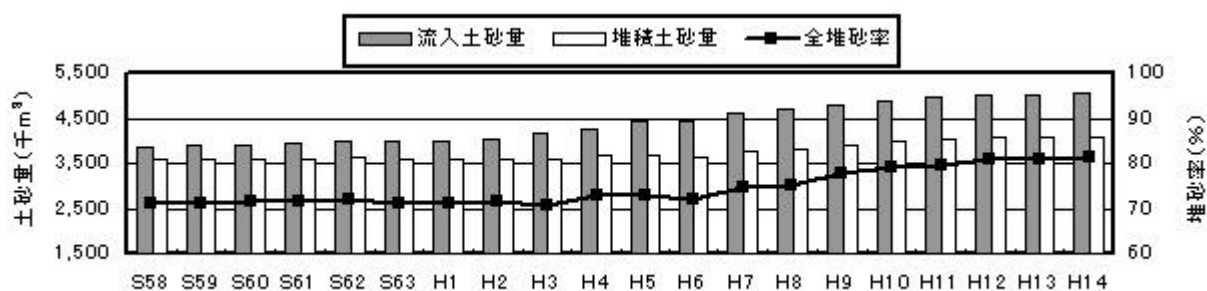


図-1 堆砂量経年変化図

現地堆積土砂の粒度は、2003年10月の渇水期にⅠダム調整池内の堆積土砂を採泥器により採取し、ふるい分け試験を実施して求めた。現地粒度分布と現地測量断面から推定した移動限界粒径¹⁾を図-2に示す。

現地調査結果は、ダム付近がシルト(0.0005~0.0075cm)や砂(0.0075~0.2cm)で構成されているが、直上流の川幅が狭い箇所では、砂分が多くその上流の川幅が広い箇所では、シルト分が多く、さらに上流の川幅が狭い箇所ではレキ(0.2~7.5cm)分が多く堆積していた。また、図-2から、設計洪水量(1,758m³/s)のような大流量が流下する場合は、掃流力が大きく粒径が10cm程度の石まで移動する。一方、平均流入量(20m³/s)時では、ダム上流500m~1,700mの川幅が広い区間で、0.0075cm以下の土粒子しか移動しないため、掃流力の減少で土粒子が堆積することが推測できる。また、2,200mから上流では1cm程度の土粒子が移動するが、2,400m、3,100m、4,300m付近では、粒径0.1cm以下しか移動しないため土砂が堆積しやすく、その前後の区間で侵食されることが推測できる。

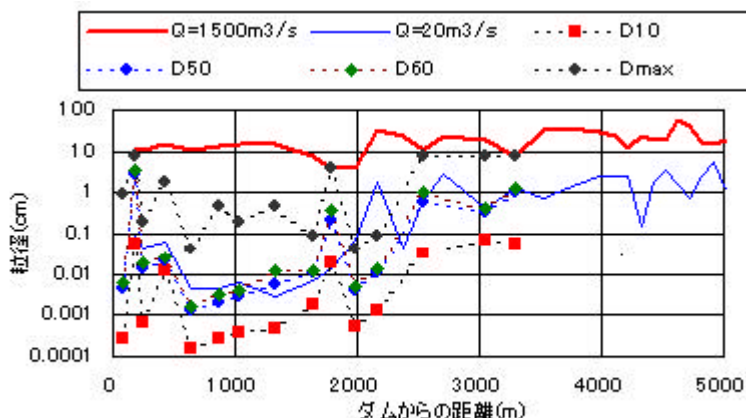


図-2 移動限界粒径と現地堆砂粒度分布

キーワード 取水ダム，堆砂挙動，堆砂率，水理模型実験，数値解析

連絡先 〒067-0033 北海道江別市対雁 2-1 TEL 011-343-8007
-187-

3. 水理模型実験

水理模型実験は、フルードの相似則を基本に模型寸法を1/100とし、調整池を上下流方向に1,000m程度再現できるものとした。実験設備は沈殿槽、給水ポンプ（水中ポンプ）、給水管、実験水路（調整池模型）とし実験水路は、ジャッキにより河床勾配が可変可能な矩形水路（長さ：10m、幅：1m）とした。また、再現した実験は、調整池末端部の堆砂挙動について、掃流土砂の定性的な移動・堆積状況を確認したものであり、実験に使用した砂は、調整池内基盤層を洗い砂、掃流砂を最大粒径が0.6mm、平均粒径が0.3mmの砂とした。

今回の実験では、横断方向に均一な流向において、調整池末端部（河床勾配： $1=1/200$ ）で効率よく土砂を採捕するための貯砂ポケット形状（写真-1参照）について検討した。検討結果は、図-3（掘削深さと堆砂量の関係）に示すとおり貯砂ポケットの掘削深さを3mにした場合に貯砂効率が最も良かった。今後は調整池の平面的な流れを再現した実験を実施する予定である。

4. 数値解析

至近年の堆砂データである2001年10月1日{初期河床高(実測値)}～2003年9月30日{実績河床高(実測値)}までの1年間に於いてダム地点の河川流入量と流入土砂量実績から堆砂勾配がどのように変化するかを検証し、1次元の河床変動モデル²⁾の構築を目指した。検討横断面は、測量データ(200mピッチ)に平面図から横断面を補完して40mピッチ程度とした。流入土砂粒度と調整池内基盤層の設定による平均河床高の実測値と解析値の比較を図-4に示す。

当初、平均河床高は、河床全体を移動床として堆積・洗掘を繰返す算定を行ったが、図-4に示すとおり実績河床高に比べて洗掘が進むため、初期河床高より低下しないように基盤層を設定した。その後、上流からの流入土砂の粒度分布を2ケース（は平均粒径 $d_m:120\mu\text{m}$ 、は $d_m:4.6\mu\text{m}$ ）設定した結果、平均粒径を120 μm に設定した場合に、ほぼ、実績値との整合を図ることが出来た。従って調整池内の堆砂挙動については、今回の解析モデルを適切に使用することで、数10mピッチでシミュレートすることが可能となった。今後は、効率的な貯砂ポケットの形状と設置位置について堆砂挙動の予測を実施する予定である。

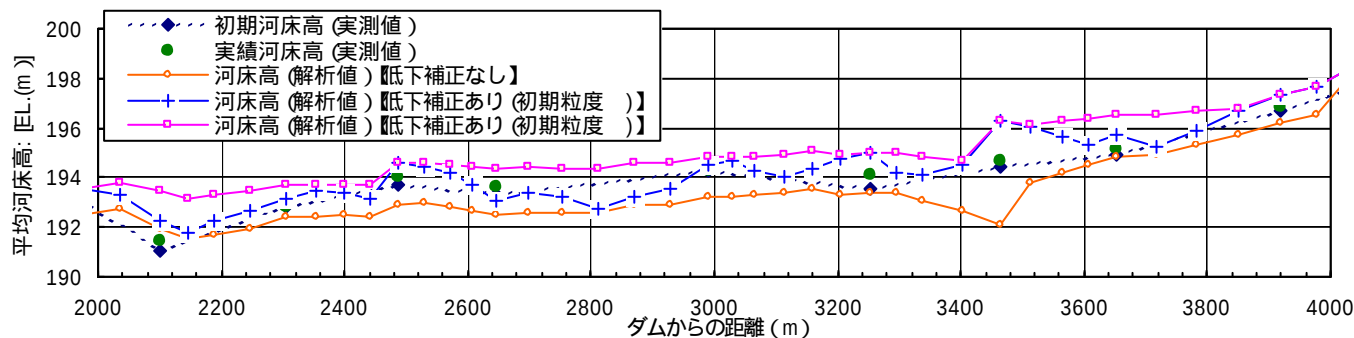


図-4 平均河床高の比較（流入土砂粒度と基盤層の設定）

5. おわりに

今後は、堆砂データの分析を更に進めるとともに、調整池内の地形を再現した水理模型実験と数値解析の精度向上を目指して、合理的な土砂処理方法の検討を進めていく予定である。

【参考文献】

- 1) 柏谷和久他：石狩川水系を対象とした土砂動態に関する調査・研究について、第47回北海道開発局技術研究発表会、2003.2
- 2) (社)砂防学会：山地河川における河床変動の数値計算法、山海堂、2000

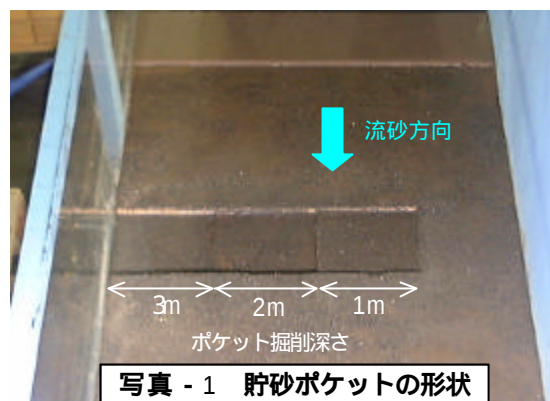


写真-1 貯砂ポケットの形状

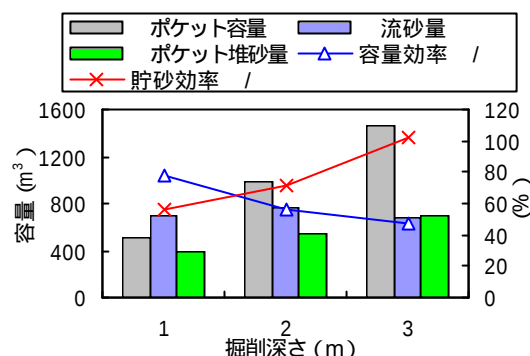


図-3 掘削深さと堆砂量の関係