

鉛直二重管吸引工法プロトタイプシステムによる室内排砂実験

電源開発(株) 正会員 庄路 友紀子¹
 電源開発(株) 正会員 前田 修一²
 電源開発(株) 正会員 前田 圭介¹

1. はじめに

ダム貯水池に堆積する土砂の効率的な排除方法として、吸引方式排砂工法の開発研究が国等のダム管理者、研究機関等で進められている¹⁾。本報告では、従来技術²⁾に比べ、貯水池への設備設置を比較的容易とする工法として考案した鉛直二重管吸引工法のプロトタイプシステムによる室内実験について報告する。

2. 鉛直二重管吸引工法の概要

鉛直二重管吸引工法は、管側面に開口部を有する鋼管(外管)を鉛直に設置し、その鋼管の中に吸砂口と吸砂口の開閉装置を設けた鋼管(内管)を挿入・固定するものである。動力源はダム水位と放流地点水位との水頭差であり、吸砂口の開閉装置により上部・下部吸砂口を順次開又は閉とすることで、水中に露出する外管の上端より吸水される水が外管と内管の間を流下し、その際に生じるエネルギーロスと速度水頭の和である負圧(圧力低下)により、土砂を吸引する[図-1]。吸砂後は、鉛直二重管吸引設備を中心としたすり鉢形状となる。

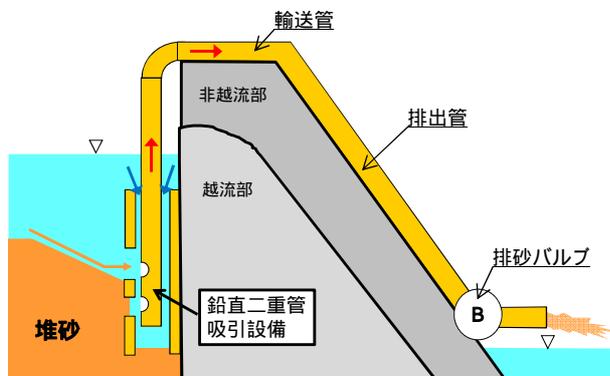


図-1 鉛直二重管吸引工法の設置イメージ

3. 鉛直二重管吸引工法プロトタイプシステム室内実験

室内および小規模堰堤における既往の模型実験³⁾を踏まえ、実ダムでの堆砂処理と土砂供給への適用を目指し、吸砂口にエアシリンダー開閉装置を有する鉛直二重管吸引工法設備のプロトタイプシステムを開発し、室内での機能確認試験を実施した[写真-1]

表-1にプロトタイプシステムの設備諸元を示す。実験では、千葉県君津市小糸産の砂質土(D50粒径0.357mm程度)を使用し、土層厚を2.2m程度(実験での整形土量40m³程度)、水頭差(水槽内の水位-排出端高さ)を2.5~3mとした。また、吸引管(鉛直二重管本体)とは別の呑口より水のみを取水する清水取水管を取付け、これと輸送管を接続し、吸引管で吸砂した高濃度の泥水と清水取水管で取水した水を混合することにより管路内の土砂体積濃度を低下させ、管内閉塞を防止する機能を付加した。

上部および下部吸砂口の開閉操作は、「上部 閉、下部 閉」の状態から排出端のバルブを全開とし、流量が定常状態になると、「上部 開、下部 閉」「上部 閉、下部 閉」「上部 閉、下部 開」とする。その後、土砂の吸引が終了した段階で「上部 閉、下部 閉」とし、最後に排出端のバルブを全閉としている。

上部および下部吸砂口の開閉操作は、「上部 閉、下部 閉」の状態から排出端のバルブを全開とし、流量が定常状態になると、「上部 開、下部 閉」「上部 閉、下部 閉」「上部 閉、下部 開」とする。その後、土砂の吸引が終了した段階で「上部 閉、下部 閉」とし、最後に排出端のバルブを全閉としている。

表-1 実験設備諸元

項目	内容
水槽寸法	幅 4.7m × 長さ 6.0m × 高さ 5.0m (内寸)
鉛直二重管 (内管)	管直径 0.30m 高さ 4.35m 吸砂口 2門(上部・下部) 開閉装置付 吸砂口直径 0.28m
鉛直二重管 (外管)	管直径 0.60m 高さ 3.20m 吸砂口 2門(上部・下部)
輸送・排砂管	管直径 0.30m 長さ 10.8m

キーワード ダム、堆砂対策、吸引方式排砂工法、鉛直二重管吸引工法

1 連絡先 〒253-0041 神奈川県茅ヶ崎市茅ヶ崎 1-9-88 電源開発(株)茅ヶ崎研究所 T E L 0467-88-7854
 2 連絡先 〒486-0815 愛知県春日井市十三塚町 1-43 電源開発(株)中部支店 T E L 0568-81-2300

図-2に実験結果を示す。下部吸砂口を開操作した時点で、輸送管内の流量は大きく変動している。これは、下部吸砂口敷高上に約1.4m程度堆積している土層が一度に吸砂口内に流れ込み、管路内の土砂体積濃度が急激に増加するためである。その際、輸送管底部には堆積層が生じ、管内閉塞する可能性が高くなる。その後、清水取水管による取水または鉛直二重管による吸砂量の減少により土砂体積濃度は徐々に低下する。吸引土量は実験開始から終了するまでの約30分間で約15m³であり、排出される泥水の土砂体積濃度は最大約47%となった。

4. 鉛直二重管吸引工法プロトタイプシステムの圧力損失モデル

土砂の吸引から輸送に関する水理メカニズム(土砂輸送に伴う圧力低下量)については、輸送管と清水取水管の流量や排出される泥水の土砂体積濃度、土層高さを入力値とし、土砂の吸入部や輸送管での曲り部については水理公式集等を参考に、泥水の輸送時に生じる摩擦損失についてはKazanskijの土砂粒度分布を考慮した摩擦損失係数の割増を考慮し、定式化した³⁾。

図-3に、図-2に示した実験での鉛直二重管と輸送管内の圧力低下量の実測値と計算値の比較を示す。計算対象範囲は流量が定常状態になった場合とし、計算頻度は土砂体積濃度を測定した1分毎とした。計算値は実測値と概ね合っており、構築した圧力損失モデルは妥当だといえる。

5. おわりに

現在、鉛直二重管吸引工法プロトタイプシステムによる機能確認試験結果および構築した圧力損失モデル等を踏まえ、実ダムでの鉛直二重管吸引工法の設計や吸砂口開閉の自動制御、また吸砂口へのゴミ詰り対策等の課題について検証中である。今後、これらの課題の解決を図り、実ダムでの運用を目指していくこととしたい。



写真-1 実験設備 (左: 設備全体、右: 鉛直二重管)

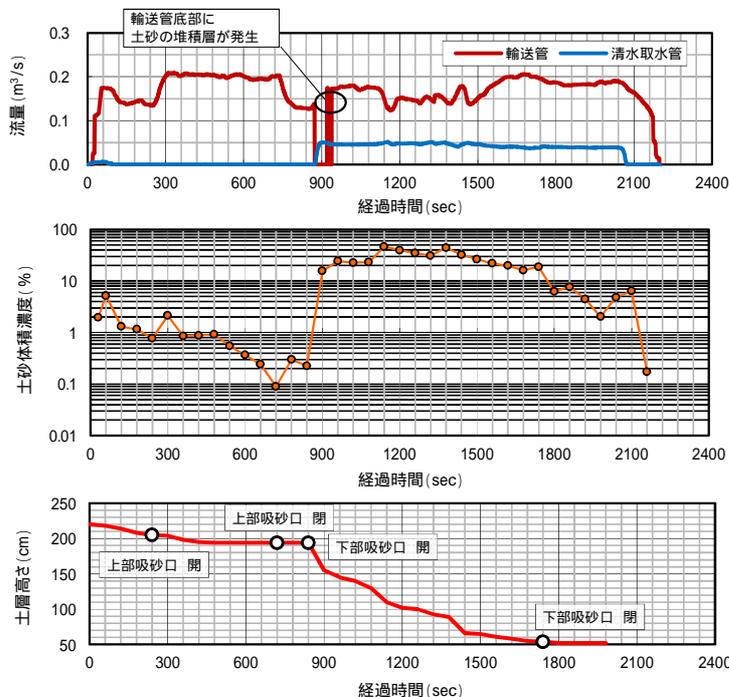


図-2 実験結果

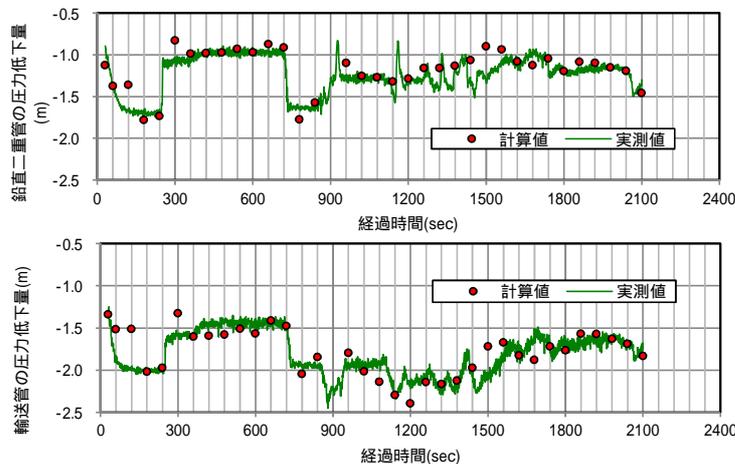


図-3 圧力低下量の実測値と計算値の比較 (上: 鉛直二重管、下: 輸送管)

- 1) 浜松河川国道事務所ホームページ:「天竜川ダム再編事業 排砂工法実証実験検討委員会の設置について」
- 2) 橋本徹:ダムや堰などの貯水池に堆積した土砂を排出する Hydro 技術,大ダム, No.183,85-89,2003-4
- 3) 前田修一, 多田康一郎, 加藤孝弘:ダム堆砂の吸引・下流供給技術 鉛直二重管吸引工法の開発、全国大会第68回年次学術講演会、2013