

潜行吸引式排砂管の排砂パフォーマンスと今後の展開

国立研究開発法人 土木研究所 正会員 ○宮川仁, 宮脇千晴, 石神孝之

1. はじめに

土木研究所では、ダム貯水池の水位差エネルギーを活用したフレキシブル管を用いた排砂手法（通称：潜行吸引式排砂管（以下、排砂管））の開発を行っており、巨石、塵芥を含まない砂礫は小規模落差でも土砂を吸引、下流へ供給可能であることを確認してきている¹⁾。本稿では、最大規模の試験実績を含めて、これまでの試験実績を報告するとともに、排砂管の貯水池等への適用に向けた今後の展開について紹介する。

2. 潜行吸引式排砂管

排砂管は図-1 に示すフレキシブル管をU字形状に折り返し、一方を取水口とし、折り返し部（以下、吸引部）の管底面に不透水性のシートを貼り、吸引部と管上流部の管底面に穴を設けて土砂の吸引口とする簡易な構造となっている¹⁾。排砂管の操作イメージを図-2 に示す。まず、①排砂管を堆砂の表面に設置し、排砂管下流のゲートを開くことにより、堆砂を吸引・放流する。②堆砂はすり鉢状に崩れながら吸引され、排砂管の吸引部は堆砂中に潜行していく。吸引部が底面に達した後も土中で吸引部と管上流部の管底面に設置された穴から土砂を吸引、すり鉢状に排砂され続け、③最終的には再び堆砂の表面に吸引部が現れる仕組みで排砂を行う。半固定型（表面設置型）の吸引工法である。この工法は洪水前に装置を設置（①）し、出水中に貯水池外のパルプを安全に操作（②）し、出水後に回収（③）できる点がメリットとして挙げられる。

3. 排砂管の排砂パフォーマンス

写真-1 に管径 300mm 排砂管を示す。吸引部以外は主に国内の汎用品で安価に製作できる最大規模である。

図-3 に示す実験施設の水槽に、**図-4** に示す混合粒径砂を厚さ約 2.1m で整形し、砂の上に管径 300mm 排砂管（吸引口径 150mm）を設置、排砂管の下流には流量・土砂濃度計測装置²⁾および止水バルブを設置した後、給水して、一定の水位を保ち、管延長 20m 程度、水位差概ね 2.4m、止水バルブを全開にして室内実験を実施した（**写真-2**）。

図-5 に流量・土砂濃度計測装置で計測した流出土砂濃度と堆砂面からの吸引部深さの関係を示す。吸引部が 1.5m 程度まで潜行した状況において流出土砂濃度が 10%程度で排砂が行われ、実験開始から約 30 分で吸引部は水槽の床板に到達し、その後は土砂濃度 4%程度で

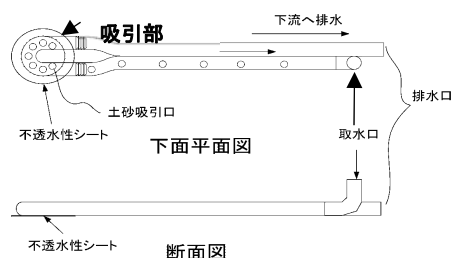


図-1 潜行吸引式排砂管（上流土砂吸引口が6個の例）

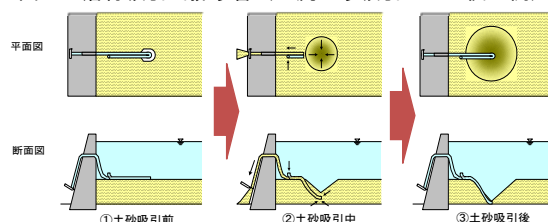


図-2 潜行吸引式排砂管の操作イメージ



写真-1 管径 300mm 潜行吸引式排砂管

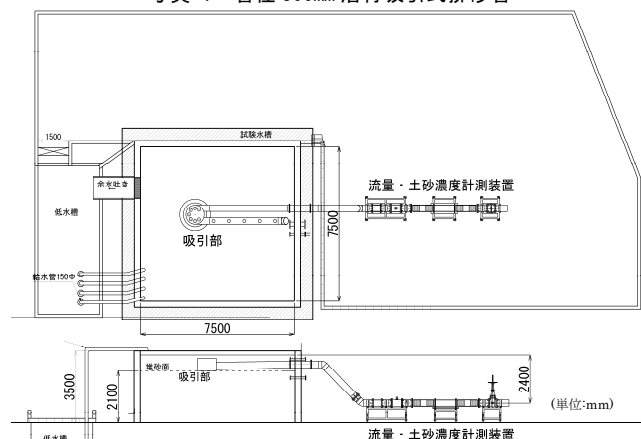


図-3 実験施設概要図

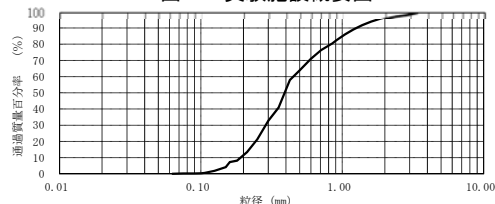


図-4 実験土砂の粒度分布

排砂が行われ、概ね 1 時間で排砂が完了した。写真-3 に実験後の水槽内の様子を示す。すり鉢状の土砂崩壊形状が形成されていることを確認した。この結果から排砂管が平均土砂濃度 5%程度、約 50m³/h で排砂が可能な

キーワード ダム貯水池, 堆砂, 吸引工法, 潜行吸引式排砂管

連絡先 〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 TEL:029-879-6783 E-mail: m-miyakawa@pwri.go.jp



写真-2 室内実験の様子

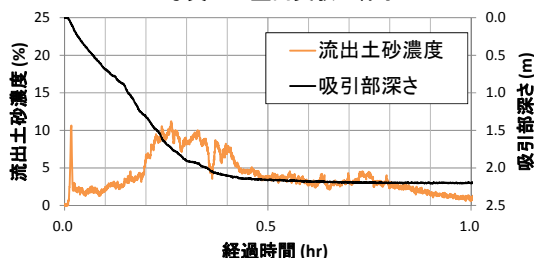


図-5 流出土砂濃度と吸引部深さの関係



写真-3 実験後の水槽内の様子

能力を有することが確認できた。今後、現場条件での検証は必要だが管径 300mm を 4 系統とすれば 1 万 m^3 相当の堆砂を約 2 日間の洪水で効率的に排砂できる見通しとなり、この規模であればダムの堆砂対策として十分な機能が発揮できると考えられる。また、表-1 にこれまでの試験実績を整理した。落差は 1.6m から 3.3m、管内流速は 2.3m/s から 3.7m/s、管長は約 10m から 40m 未満と比較的小規模な施設において排砂可能粒径は 0.1mm から吸引口径の規模が吸引できており、平均的な土砂濃度 5% が最大で確保できることを確認してきている。

4. ダム下流の環境に配慮した土砂供給方法と排砂管

流入土砂を下流河川に土砂供給するものとして堆砂対策をとらえると、図-6 に示すダムがない場合の $Q-Q_s$ (流量-流砂量) の流量に応じた流砂量の通過のイメージと同様に、ダムがある場合でも洪水調節後の放流量に応じた流砂量がダムから供給されることにより、流入してきた土砂をできるだけダムに堆砂させることなく通過させて、下流河道にとっても流下可能な土砂が供給されることが理想と考えられる。このことを基本として定性的に現在の堆砂対策を単独の対策で評価すると、図-6 に示すような特徴があり、一つの手法のみでは堆砂対策として十分とはならないことがある。図-7 に吸引工法の出水時の下流への流砂量イメージを示す。吸引工法はバルブの操作だけで貯水池の運用に左右さ

表-1 これまでの試験実績

管径	吸引口径	場所	水位差	管延長	流速 (清水)	排砂時間	排砂量 (空搬込)	排砂可能粒径	時間当たり排砂量	排砂時流速 (概ね)	土砂濃度 (平均)
100mm	50mm	室内	2.6m	約16m	2.8m/s	約4.5時間	約30m ³	0.1mm~2mm	約6.7m ³ /h	2.5m/s	5.66%
		発電所沈砂池	3.2m	約36m	2.3m/s	15分	約1.2m ³	0.1mm~50mm (長径80mm)	約4.8m ³ /h	2.2m/s	4.63%
200mm	100mm	穂高砂防観測所	3.3m	約13m	3.7m/s	78分	約17m ³	0.1mm~長径38mm	約13m ³ /h	3.7m/s	1.92%
		高滝ダム貯砂ダム	1.6m	約18m	2.4m/s	15分	約5.5m ³	0.1mm~100mm (長径140mm)	約22m ³ /h	2.3m/s	5.07%
300mm	150mm	室内	2.4m	約16m	3.4m/s	約1時間	約50m ³	0.1mm~2mm	約50m ³ /h	2.7m/s	5.13%
		高滝ダム貯砂ダム	1.6m	約18m	2.6m/s	2時間	約21m ³	0.1mm~150mm (長径180mm)	約10.5m ³ /h	2.5m/s	0.99%

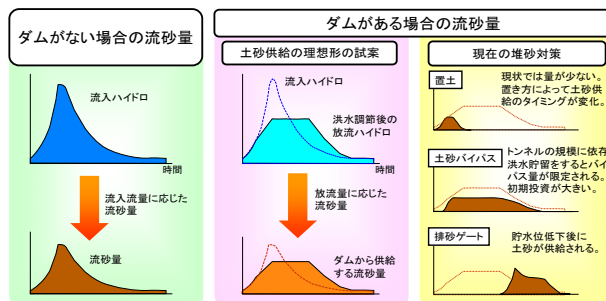


図-6 ダムの有無による出水時の下流の流砂量イメージ

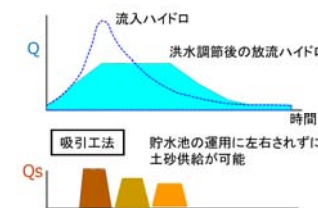


図-7 吸引工法の出水時の下流への流砂量イメージ

れずに柔軟に土砂供給が可能となることが特徴である。このため、既存の技術に加えて、吸引工法を含む複数の手法を組み合わせれば、図-6 に示した理想的な流砂量に近づけられると考えられる。

今後、下流河川の状況を踏まえた排砂管の活用方法の検討と具体的な施設設計方法の確立が課題となる。

5. 最後に

これまでの試験実績から排砂管はダム貯水池内だけではなく、数メートルの落差を有し、水中に堆積した砂礫を排砂したいニーズのある施設でも適用可能と考えている。これにより、流砂系における総合土砂管理に資する技術にもなるものと考えており、様々な場面での活用が期待できる。

謝辞: 室内実験では、国土交通省国土技術政策総合研究所のご協力をいただいた。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 宮川仁, 宮脇千晴, 櫻井寿之, 石神孝之, 箱石憲昭: 潜行吸引式排砂管の現地排砂実験による実用化に向けた検討, 河川技術論文集, Vol. 21, pp. 189~194, 2015.
- 2) 宮川仁, 岩田幸治, 石神孝之: スラリー輸送における土砂濃度計測の自動化に向けた試みと潜行吸引式排砂管の排砂特性, 土木学会第73回年次学術講演会講演概要集, II, pp. 149-150, 2018.
- 3) 櫻井寿之, 箱石憲昭: 堆砂対策と流砂の連続性を達成するための土砂供給施設の運用に関する考察, 土木学会第66回年次学術講演会講演概要集, II, pp. 135-136, 2011.
- 4) 石神孝之: ダムの堆砂対策の技術的展望, ダム技術, Vol. 389, pp. 15-pp. 20