

吸引工法（潜行吸引式排砂管）の現場適用に向けた塵芥等の前処理手法に関する一検討

国立研究開発法人 土木研究所 正会員 ○宮川 仁, 正会員 本山健士
大成建設(株) 正会員 楠見正之, 正会員 木村政俊

1. はじめに

土木研究所では、ダム貯水池の堆砂対策およびダム下流の流砂環境の保全・改善のために、より広範囲な貯水池条件に適用可能で、経済的な土砂供給手法として、貯水池の上下流水位差による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、塵芥や粘着性のほぼ無い砂礫は小規模落差でも下流へ供給可能であることを確認している¹⁾。しかし、自然堆砂中には塵芥、巨石、粘性土等が存在するため、排砂管には適用限界があり、実用化には、他技術を活用して事前に自然堆砂に含まれる吸引困難な規模の塵芥等の除去等を行う前処理が必要と考えた。そこで、本稿では現場の条件によって大きく適用の可否はあると考えられるが、一例として大水深での排砂管の運用を想定し、大成建設(株)が保有する水中施工技術 T-iROBO UW 等を活用した吸引限界を超える塵芥等の除去等を可能とする手法を検討した。本論文は、土木研究所と大成建設(株)間で行っている「吸引工法によるダムからの土砂供給(排砂)技術に関する共同研究(平成28~32年)」の成果である。

2. 潜行吸引式排砂管について

排砂管を写真-1に示す。フレキシブル管をU字形に折り返し、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、吸引部の管底面等と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。また、排砂管の操作イメージ



写真-1 管径 300mm 潜行吸引式排砂管

を図-1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顔を出す仕組みで排砂を行う。

3. 水中施工技術等の活用方策の検討

図-2にT-iROBO UWの構成図を示す²⁾。T-iROBO UWは、水上の台船から湖底地盤へ下したシャフトに油圧ショベルタイプの中作業機を取り付けたものである。削岩、掘削、集積などの水中作業を遠隔操作できる特徴を有する。具体的には、①水中作業機本体をシャフトに取り付け、目視できない水中での作業機の位置座標を特定でき、細かい作業が可能、②特殊な資格は不要で、一般のオペレータが操作可能、③可視化技術としてマル

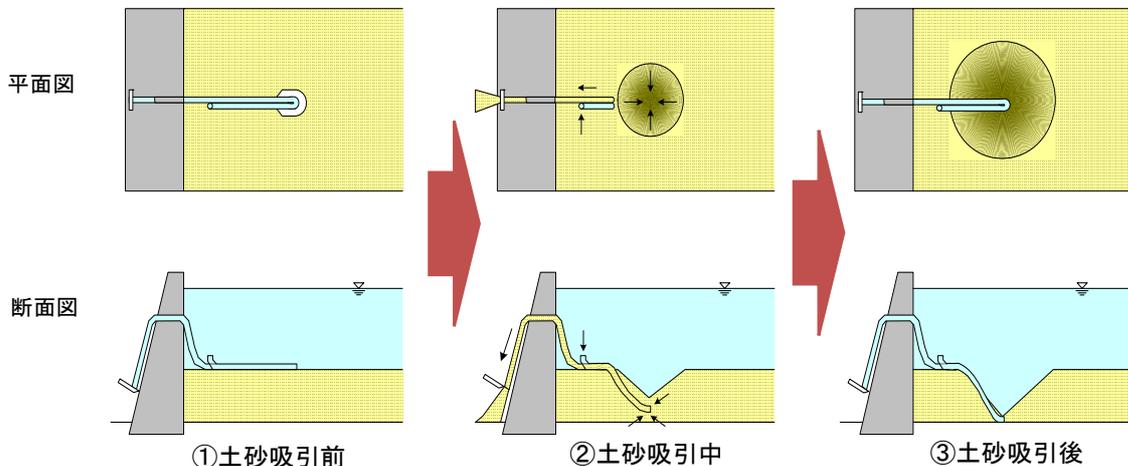


図-1 潜行吸引式排砂管の操作イメージ

キーワード ダム貯水池, 堆砂, 吸引工法, 潜行吸引式排砂管, 水中施工技術, T-iROBO UW
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



図-2 T-iROBO UW の構成図

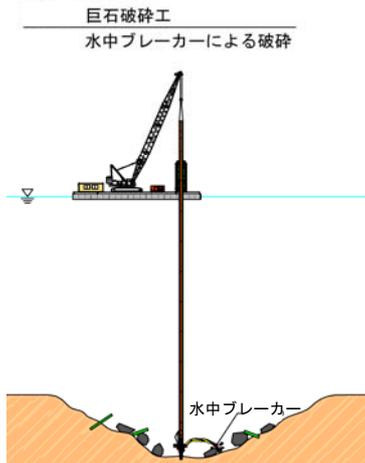


図-3 T-iROBO UW での巨石破砕工の施工イメージ

チファンビーム(ソナー)による 3D 地形表示, 作業機のアニメーション表示, 超音波カメラによる水中映像に加え, 水中マイクによる音声受信装置を搭載し, 大水深で視界不良の場所でも, 地形の凹凸や作業音をオペレータが把握でき, 臨場感のある作業環境で遠隔操作が可能, ④仮設栈橋が不要で, 直接水中を確認しながら施工でき, 潜水士が不要となるため, 工期の短縮, 工事費の削減, 安全性の向上が図れる, ⑤水中作業機のアタッチメントは作業用途に応じて取替え可能で, 様々な工事へ適用できる, という特徴を有する。

そこで, T-iROBO UW 等を活用して, 堆砂中に存在する流木や巨石等を除去等しながら, すり鉢をあらかじめ形成させる施工を行い, この上ですり鉢状の空間に塵芥等を除去した土砂を湖内輸送等の技術も活用し, 排砂管設置前にすり鉢に埋め戻す仕組みを検討した。具体的な手順は次のとおりである。

(STEP1 事前調査工)

排砂位置の中で T-iROBO UW での施工を効率化させるため超音波調査船を用いて堆砂内に存在する巨石や塵芥の少量の箇所を調査し, 掘削場所として選定する。

(STEP2 浚渫工)

掘削場所を選定後, 細粒土砂はサンドポンプを用いてすり鉢外に輸送する。

(STEP3 T-iROBO UW 建込みおよび事前測量工)

巨石や塵芥等が堆砂表面に現れたら T-iROBO UW を建込み, マルチファンビーム等により状況を確認する。

(STEP4 巨石破砕工 (図-3), 沈木撤去工)

巨石はアタッチメントとして搭載のブレイカーにより小さい粒径 (30cm 程度を想定) に破砕する。沈木はアタッチメントとして搭載のツインヘッダーにより粉碎し, 粉碎屑をエアリフトポンプを用いて除去する。

(STEP5 浚渫工)

吸引不能な破砕巨礫はスケルトンバケットや 2m³ 級のオレンジピールバケットによりすり鉢外へ除去する。

(STEP6 土砂輸送, 埋設工)

水中掘削機³⁾やポンプによる湖内輸送技術により, すり鉢内に塵芥等を除去した吸引可能な土砂を埋設する。

(STEP7 排砂管の設置)

土砂の上部に, 排砂管を設置する。

なお, STEP1~5 の手順は繰り返し行い, すり鉢を徐々に堆砂内に形成させる。アタッチメントの取り換えは約 60 分程度であり, 短時間での施工が可能と考えられる。また, 施工では濁水が多く発生することが想定され, 施工ヤードはフェンス等で囲い, 天然凝集材アロフェンも用いれば, 施工効率が向上すると考えられる⁴⁾。

4. まとめ

本稿では, 水中施工技術を活用することで吸引限界を超える塵芥等の除去等を効率的に可能とする前処理手法の一例を検討した。この仕組みが構築できれば, 排砂管により, 大水深にある土砂をダムから下流へ適時に, 適量の供給が可能となっていくものとする。

5. 今後の課題

課題としては, 沈木撤去工時のアタッチメントの開発, 実際の施工では機械の搬入, 組立, 撤去にコストがかかるため浅い場所での手順確認, 事前調査工時の超音波調査船での調査精度の確認, 排砂管の適用範囲と前処理のレベルとの関係整理等が必要と考えている。

謝辞: 検討にあたっては, (株)アクティオ, (株)ダムドレのご協力もいただいた。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) 谷地宜之, 蒲谷大輔, 八重田義博, 上山淳: T-iROBO UW (シャフト式遠隔操縦水中作業機) について, 土木学会第70回年次学術概要集, VI-723, pp. 1445~1446, 2015.
- 3) 三浦均, 楠見正之: ダム堆砂浚渫機の開発, 土木学会第63回年次学術概要集, VI-283, pp. 565~566, 2010.
- 4) 楠見正之, 赤塚真依子, 宮川仁, 本山健士: 吸引工法によるダム堆砂処理時等の濁水への対策手法の一提案, 土木学会第72回年次学術概要集, VI, 2017. (投稿中)