

ダム湖の堆砂処理で障害となる沈木等の探査技術に関する実験的検討

大成建設(株) 正会員 ○新井博之、正会員 佐野和幸
 海洋エンジニアリング(株) 正会員 藤巻三樹雄
 東海大学 坂本 泉

1. はじめに

ダム堆砂処理は、貯水容量を長期に亘って確保し、ダムの長寿命化を図るための重要な課題となっている。筆者らは、平水時にシャフト式水中作業機 T-iROBO UW を使って貯水池内のピット構築と沈木・巨石・塵芥等を取り除いた土砂の一時ストックを行い、出水時に潜行吸引式排砂管によってストックした土砂を排砂する手法を過年度報告している。ピット構築では埋没する沈木等の処理が必要となるが、水中作業機 1 台でアタッチメント交換により複数作業を行うため(図-1)、処理量が多いとピット構築の作業効率は大きく低下する。このため事前に埋没状況を把握し、効率的なピット位置の選定が望まれた。そこで海底調査で実績のあるパラメトリック音波探査装置(サブボトムプロファイラー)による探査実験をダム湖で行い、実用性を検討した。本論文は、土木研究所と大成建設(株)で行う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の成果である。

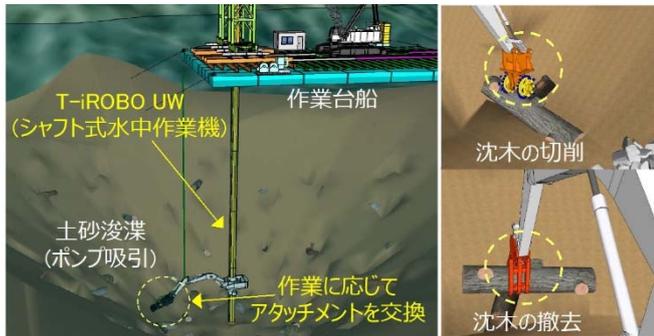


図-1 土砂ピット構築と沈木処理の作業イメージ

2. 使用機器の特徴

ダム湖の堆砂物は砂礫であり、海底の泥土に比べて音波透過性が低下する。また鋼材等に比べて物質密度が小さく柔らかい木材を探査対象とするので、高い解像度と位置精度を備えた小型船に搭載できる機器が必要条件となる。このため、パラメトリック方式の独イノマー社製 SES2000 地層探査システムを採用した。パラメトリック方式とは、一次周波数とそれとわずかに異なる周波数の音波を同時発信することで、2種類の音波が互いに干渉し合い、新しい周波数(二次周波数)の音波を発生させる方式で、測探と地層探査を同時に実施できる。二次周波数では低周波で湖底下を浸透し、地層境での音響反射により高分解能な地層データを取得できる。また一般的な浅海用音波探査機の発

振角度がワイドビームであるのに対し、本機はナロービームであるため、変換器(トランスデューサ)のサイドローブで従来生じた擬像がなくなり、鮮明な記録の取得ができる。カタログ性能では、海底探査深度が最大 40m で、地層分解能は 5cm 程度である。本機による音波探査イメージを図-2 に示す。

3. ダム湖での埋設物探査実験

3.1 実験概要

実験は天竜川水系片桐松川にある片桐ダム(長野県管理)で行った。探査対象物として 3 種類の試料(木材×3ヶ所、H型鋼材×3ヶ所、石材×2ヶ所)を水位低下時期に湖底下 1m 程度の位置に埋設し(図-3)、翌年の満水位時期に音波探査を行った。

3.2 調査方法

埋設範囲(10m×20m、水深 5m 程度)に試料の真上を通過する測線を左右岸及び上下流方向に設定し、機材を艀装した調査船が船速 3 ノット以下の低速で測線上を航走して音探調査した(図-4)。なお事前に記録収録状況(透過

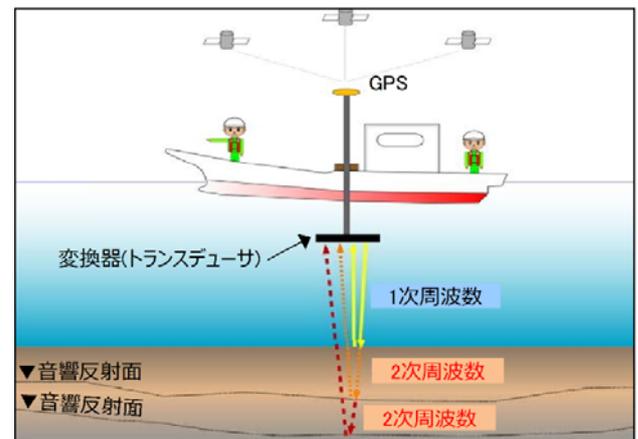


図-2 サブボトムプロファイラー探査イメージ図



図-3 試料の埋設状況写真(水位低下時)

キーワード：ダム貯水池、堆砂、潜行吸引式排砂管、水中施工技术、T-iROBO UW、音波探査、サブボトムプロファイラー
 連絡先：〒163-0606 東京都新宿区西新宿 1-25-1 新宿センタービル 大成建設(株) 土木技術部 ダム技術室 TEL 03-5381-5282

深度・解像度)を確認しながら周波数や波長、感度の調整を行い、本実験では8kHzを最適周波数として設定した。

4. 音波探査結果及び解析

1 測線当り 10 回程度の調査から取得した記録は、専用解析ソフトを使用して解析処理を行い、反射面の連続性や反射パターンなどを解釈した後、埋設した試料(鋼材・木材・巨石の反応点)の抽出を行い埋設物の推定を行った。

図-5 は、地層境界の反射面など連続性のあるもの以外で不規則な反応を示す全記録(以下、反応点)を抽出して位置をプロットし、実際に試料を埋設した位置との比較を行ったものである。反応点の抽出結果に多少のばらつきが認められたものの、概ね各試料上に反応が集中していることがわかる。また反応点の数は埋設物の大きさに比例し、埋設物が大きいほど反応点の数が多くなる傾向が認められた。

図-6 は、図-5 中の A-A 横断方向の取得記録と試料埋設位置での反応点の比較である。音波記録による反応点の形状の違いは認められたものの、種類を特定できる反応の違い(音圧値など)や特徴を確認することができなかった。

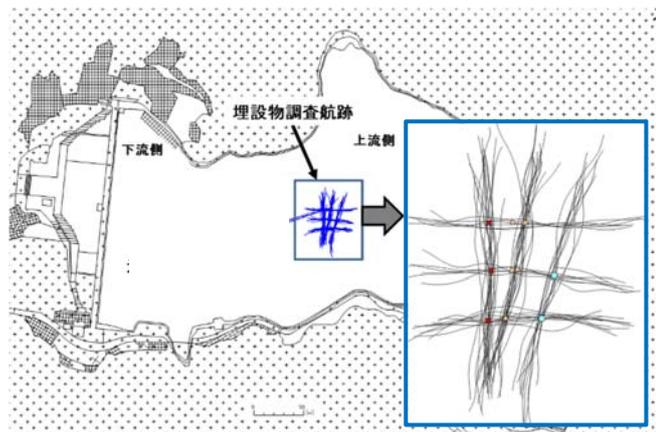


図-4 埋設物調査の航跡図

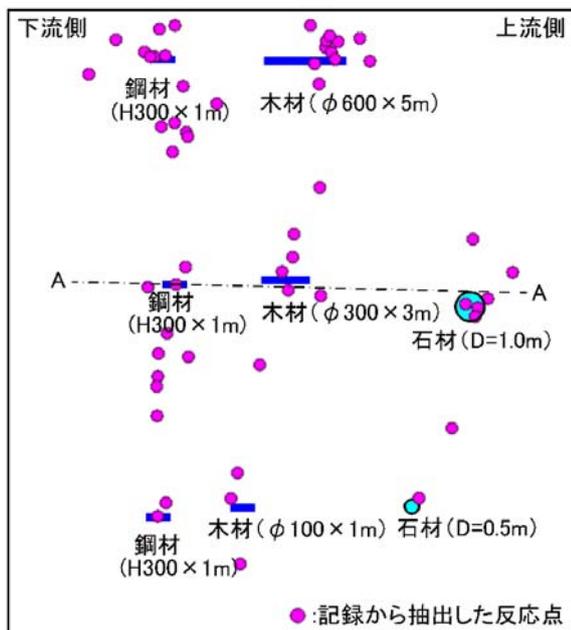


図-5 反応点の抽出結果と試料の埋設位置比較

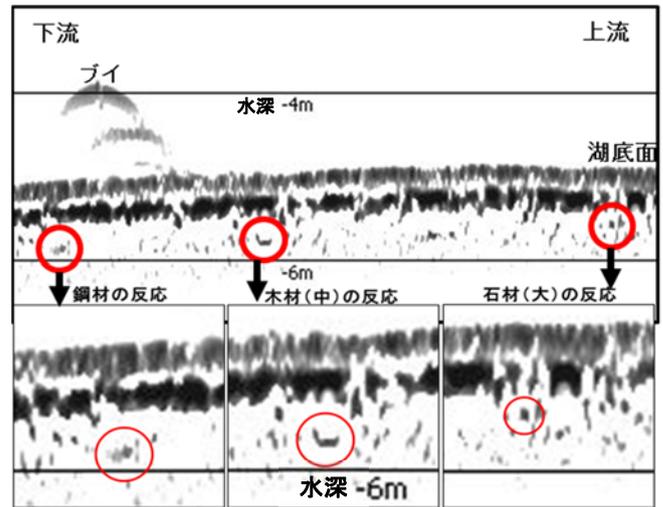


図-6 各試料の反応の比較

なお各試料上で周波数を変化させて取得した記録では、周波数による反応点深度が、鋼材や石材では変化なしに対して木材では周波数を低くすると深度が徐々に深くなる傾向が認められたものの、その理由までは掘めていない。

5. まとめ

パラメトリック音波探査装置を用いることで、埋設物の検出及び位置を概ね特定することができ、ダム湖の埋設物探査に利用できる可能性があることがわかった。

一方、木材と鋼材、石材の反射パターンや音圧値に明瞭な差は認められず、また周波数の変化による反応点深度の傾向に違いが見られたものの、実際の調査で埋設物の種類を特定するのは難しいことがわかった。

6. 今後の課題

今回の実験は、埋設深度が1m程度のごく浅い部分を対象とした実験であり、探査深度が深く砂質が優勢な堆積層であれば音波の送信エネルギーを上げる必要がある。しかし送信エネルギーを上げた場合、物体検出の分解能が低下するため、今回同様に検知できるかは今後の課題である。

また今回は位置精度と記録の分解能を重視して超音波ナロービームを使用した探査を行ったが、1回の探査範囲が狭くなるデメリットがある。このため広範囲なダム湖探査を行う上では、検出する物体の位置精度が低下するものの、指向角の広い音波探査装置を用いた概略探査と組み合わせる方法を検討する必要があることがわかった。

謝辞: 今回の現場実験に際して、長野県飯田建設事務所松川ダム管理事務所および株式会社アクティオから多大なる調査協力をいただいた。ここに謝意を表す。

参考文献

- 1) 宮川仁, 本山健士, 木村政俊, 楠見正之: 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, 土木学会第72回年次学術講演会, VI, 2017