

ダムにおける“Nソナー”調査事例

中央開発株式会社 ○八重樫 亮伍, 岩田 賢, 長田 実也

1. はじめに

ダム貯水池土砂管理の基礎情報である堆砂状況は通常、200m～400m置きに設定されている貯水池横断測線に沿ったシングルビーム音響測深機を用いた深浅測量によって把握されていることが多い。取得データが測線上に限定されることから国土交通省は、マルチビーム等による面的測量が可能な手法の採用が望ましいとしている¹⁾が、費用面の制約からそうした手法はあまり普及していないのが現状である。

そこで著者らは現行の深浅測量よりも迅速かつ安価に面的な堆砂状況を把握する手法として、市販の魚群探知機を用いて水中の点群データを取得し、水中地形図を作成する「Nソナー」を実用化し、各地で適用している。機動的な貯水池内堆砂特性の把握と土砂管理コストの削減に貢献しているとして、2024年1月、第7回「インフラメンテナンス大賞 - 優秀賞」を受賞した²⁾。本報告では、この手法の概要と現場での実施事例を紹介する。

2. Nソナーの概要と調査事例

魚群探知機は、水中に超音波を発射し、その反射波を捉え、分析し可視化する漁労用電子機器であり、操作・表示・記録を行う本体と超音波を送受信する振動子から構成される。魚群探知機は内蔵あるいは外部 GNSS 受信機により自船の測位を行う。測深データを含む情報と位置情報とを同期させて SD カードに保存し、外部出力可能な機種を使い、操作の平易な専用のデータ処理ソフトウェアと合わせて、特別な技能がなくても簡単に水底地形図を作成するシステムを調べ、Nソナーと呼んでいる。計器類一式は40万円程度で調達できる。

2024年11月、Z ダム（総貯水量31,600千トン、湛水面積150ha）において、魚群探知機一式を艀装した無人船（長さ125cm、幅65cm、高さ45cm、重量24kg）をインフレーターボートで図-1のように伴走しながら、測深データを収集した。



図-1 無人船とNソナー現地計測の様子

計測はのべ三日間、合計13時間をかけ、図-2に示す従前測線とそれに平行した約50m 間隔の横断航路で、貯水池全域を網羅するように航行し、7万5千点余の測深データを収集した。2024年10月、同ダムでは音響測深機による深浅測量によって、図-3の測線上で合計1,160点の計測値を得ている。Nソナー計測データ数は、この数十倍に相当する。

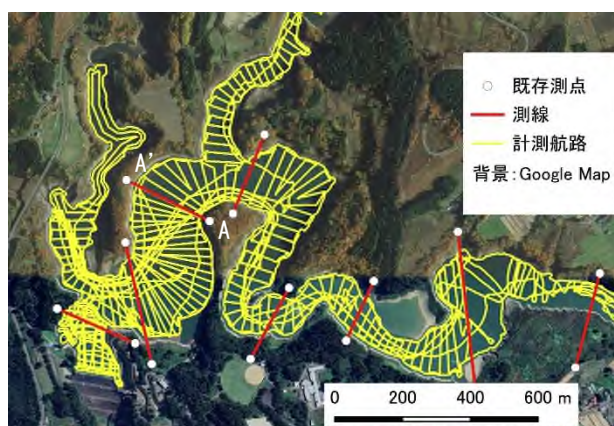


図-2 計測航路

取得データは、通常のパソコンに読み込み、市販の専用データ処理ソフト（ReefMaster）により処理する。航路上での計測データをもとに航路間の未計測エリアに内挿補間した水深を与えて、計測水域全域の1m格子の水深グリッドデータにまとめ、数値地形モデル（DEM）を作成する。それらはGISソフトを使って水底地形等高線図や任意の位置での断面図に加工・出力することができる。図-3にこうして得られた水中地形図を示す。

従来の測線上の断面情報のみの深浅測量ではとらえられなかった貯水池内の面的な土砂堆積状況がはっきりになる。これまで平均断面法で近似していた貯水容量・堆砂量が、地形変化を反映したDEMから、確からしく算定することができる。

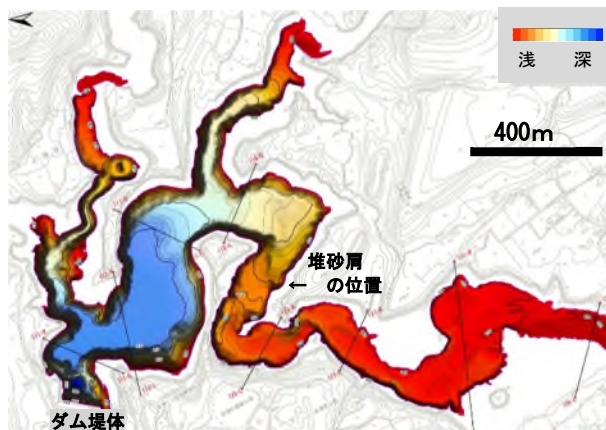


図-3 Nソナー計測による等深線図

3. Nソナーの成果

魚群探知機は、測深だけではなく、水中の地形・構造を超音波反射映像で表現する機能があり、計測された水深値の信ぴょう性を映像で確認することができる。図-4に貯水池横断測線（図-2中の A-A' 断面、幅約200m、最大水深28m）での「ダウンスキャンソナー」と呼ばれる振動子で捉えた水底の超音波反射映像例をあげた。水底は平らではなく、地形の段差があり、水底の植生や斜面の様子も確認できる。貯水が濁っていても、超音波は懸濁物質間を透過し、画像化が可能である。

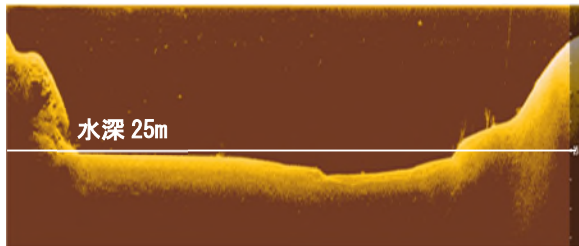


図-4 ダウンスキャンソナー水中画像

このほか、水中設置の管理施設の現況確認にはライブソナーという振動子が有効である。図-5にライブソナー振動子を取水施設に向けて記録した超音波反射断面画像を添付した。施設の細かな構造や、施設周辺の堆砂状況を船上でリアルタイムに見ることができる。

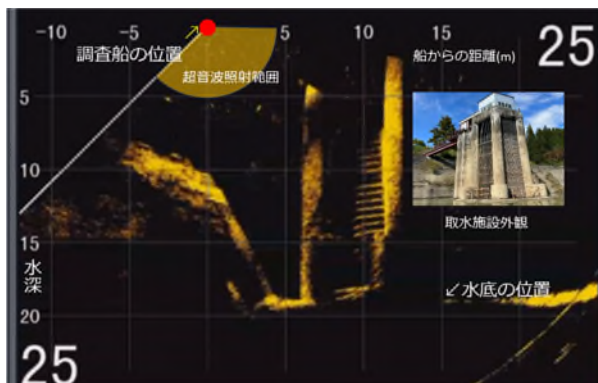


図-5 ライブソナーで見る水中施設画像例

さらに、発信した超音波の底部からの一次反射の強度は底質の粗度（表面がざらざらしている、あるいは滑らかさの指標）を、また、一次反射から二次反射への減衰の程度が底質の硬度を、それぞれ反映していることから、魚群探知機は、超音波の反射の様子を自動分析し、「粗度」と「硬度」の相対的な区分図として出力することができる。底質の相対的な硬度分布図を図-6に例示した。

色の薄い部分は軟質の滑らかで細粒土砂が堆積しており、色の濃い部分は相対的にざらざらした硬い土砂で覆われていることが示されており、その境界が堆砂肩の進出位置と整合しており、貯水池内堆砂現象の合理的な理解を助けるものと期待される。

現地計測時には、随時、水底が平坦なところで停船し、錘を付けたロープを下して着底までの深さを測り、魚群探知機計測値との相違を確認するようしており、

これまで、いずれの地点でも、差は±数 cm 以内におさまっている。また、別の現場ではあるが、ナローマルチビーム測深が行われた貯水池で、大きな出水がなかった期間を経てNソナー計測を実施した複数のダム貯水池でも、平坦部の計測差は、水深20m以上の地点でも20cm以内とよい一致をみている。魚群探知機の測深の計測精度は音響測深機と同水準であるとみられる。

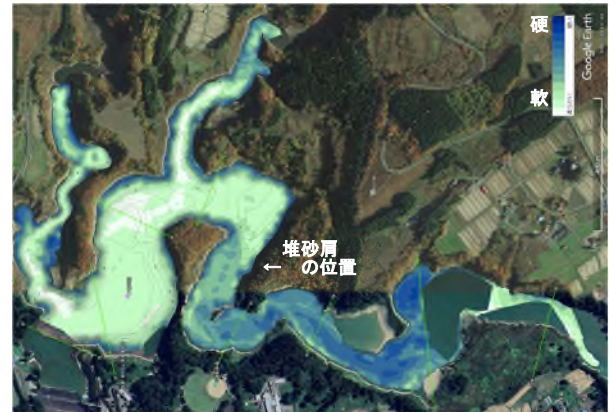


図-6 底質相対的硬度分布

4. Nソナーの活用

Nソナーの導入によって、これまで測線断面に限定されていた水中地形に関する情報が貯水池の全面について得られ、継続的に繰り返して計測を行うことで、流入土砂の貯水池内での経年変化が追跡できるようになった。加えて、水中地形や構造物に関する映像資料の取得も可能なことから、こうした資料の蓄積が、貯水池の適切な土砂管理・施設管理を支援するだろう。

本手法はダム貯水池での地形測量技術として、NETIS登録されている³⁾が、ダムに限らず、河川や港湾、海域など、あらゆる水域で適用可能である。2025年4月には橋梁周りの洗掘調査技術として、国土交通省点検支援技術性能カタログ（橋梁・トンネル）令和7年4月版に登録された⁴⁾ところである。今後、インフラメンテナンス分野において貢献したい。

《引用文献・参考資料》

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局河川環境課：ダム貯水池土砂管理の手引き（案）（2018）
- 2) https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/03activity/03_award.html
- 3) 国土交通省 NETIS（新技術情報提供システム）登録 QS-220006-A
<https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/details?regNo=QS-220006>
- 4) 国土交通省点検支援技術性能カタログ（橋梁・トンネル）令和7年4月版
<https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/inspection-support/pdf/c/BR030070.pdf>