

貯水池水底地形調査「ソナーマッピング」の信頼性とダム堆砂状況調査への適用

中央開発株式会社 正会員 長田 実也

1. 発表の趣旨

スポーツフィッシング界で普及が進んでいる魚群探知機の音響探査機としての機能に着目し、ダム貯水池の水底地形調査に活用し、堆砂状況調査の新しい手法として確立するため、2018年7月以降、10基の貯水池での試行調査を実施してきた。魚群探知機による「ソナーマッピング」では、乗船定員2～3名程度の小型調査船に魚群探知機を搭載してダム湖上を航行し、GNSSによる測位記録と同期して記録・収集される超音波測深データをもとに、市販ソフトでダム貯水池水底地形を容易に視覚化できる。

2019年の本会年次学術講演会での本手法の紹介以降、ソナーマッピング計測結果を他の測量手法による成果と比較するなどして、水中地形把握の確からしさ・信ぴょう性について検証してきた。今回は、現在、堆砂測量手法として推奨されているマルチビーム音響測深成果との比較検討結果を報告する。



図-1 ソナーマッピング調査船

2. ソナーマッピング測深とナローマルチビーム測深の比較

堆砂測量業務として、毎年貯水池全域でナローマルチビーム(NMB)測深が行われていたダムA(湛水面積49ha, 総貯水量10,500千トン)において、2020年11月、ソナーマッピング(SM)測深を実施した。図-1の調査船で、貯水池内約25m間隔に設定した横断測線約150本を結ぶ航路上で水深を計測し、GNSSによる位置情報と同調させ、毎秒2～4点程度、総計5.5万点余の点群データを取得。計測航路の一部を図-2に示した。

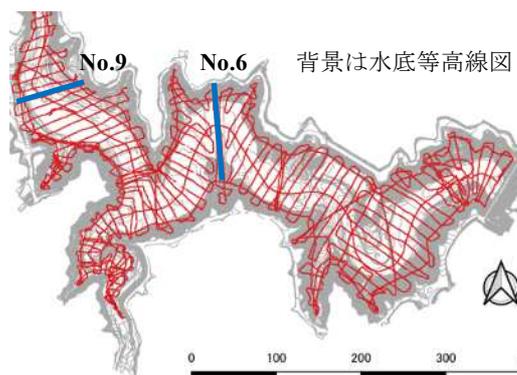


図-2 SM計測航跡図

堆砂測量業務の測線位置において、SM測深結果を2019年11月実施のNMB測深成果と断面図にして比較した。その一例を図-3に示す。両者の計測結果は整合的で、水底の状況はほぼ同等に把握されており、SM測深でも水底の土砂堆積状況はNMB測深と同様、確からしく把握されているように見える。なお、両計測には、12か月間の間隙があることに留意する必要がある。

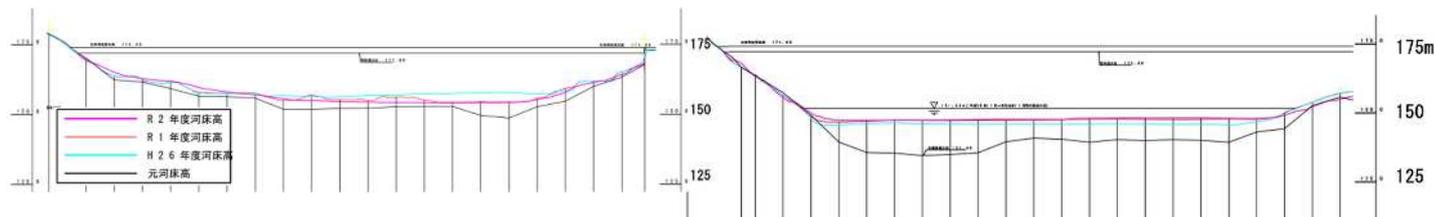


図-3 従前測線 No.9 (左) と No.6 (右) における水底地形断面図 (断面位置は図-2 参照)

(1) SM と NMB 測深値の比較

SM測深データの信頼性をより定量的に評価するため、計測航路(図-2)上で得られたSM測深による水底標高値全55,283点と、前年度にナローマルチビーム測量により水底面全域について測深を行って作成された1mメッシュDEMの水底標高値とを、同一緯度経度地点で比較した。

キーワード ダム堆砂 深浅測量 魚群探知機 数値標高モデル

連絡先 〒564-0042 大阪府吹田市穂波町14-8 中央開発株式会社関西支社 TEL 06-6386-3691 FAX 06-6386-5082

両岸傾斜部では、GNSS 測位誤差に伴う計測地点のわずかなずれによって計測深度が大きく変動し、測深の精度検証を難しくすることから、比較は、旧河床近傍の、流入土砂が堆積しておおむね平坦化しているとみられるエリアに限定して行った。

そのエリア 14,485 点の SM-NMB 計測差は-1.5m～2.13m に分布し、計測差の平均は 5.7cm、標準偏差は 51cm だった。SM 測深は、NMB 測深とおおむね±50cm 程度以内で、同様の水深値を計測した。SM-NMB 測深の計測差の分布を図-4 に示す。

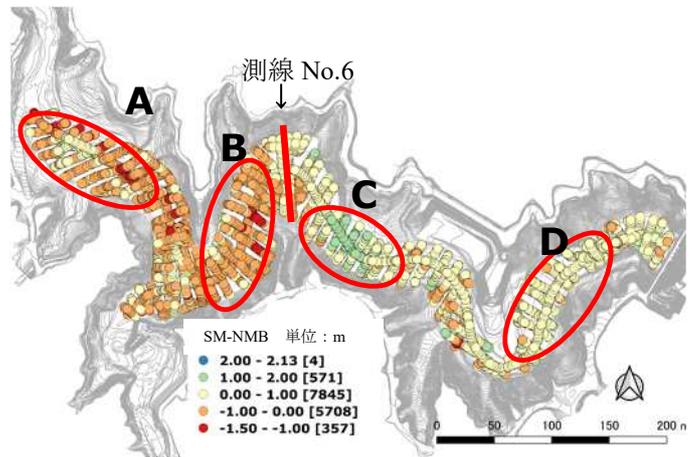


図-4 SM—NMB 計測差の分布

(2) 時間経過を考慮した SM 計測の信頼性の評価

図-4 からは、この 12 か月間に特徴的な地形変化が生じていることがわかる。測線 No.6 を境界にして、左側（上流側）では水底標高は減少し、右側（堤体側）で増加している。これらの変化は、SM 測深の計測誤差をはるかに超えた堆積土砂の貯水池内移動を示している。

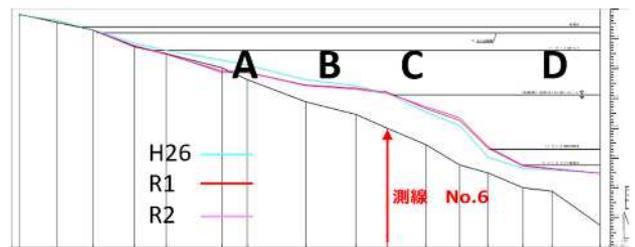


図-5 貯水池縦断と地形変化エリア区分

図-5 には、貯水池の縦断面を示したが、SM-NMB 計測差をもとに、A,B,C,D といった特徴的なエリア区分ができる。A エリアでは水底標高の上下はほとんどない。B エリアでは低下、C エリアでは大きく上昇し、D エリアではわずかに上昇した。

SM 測深結果の信頼性検証には、1 年間の土砂堆積状況変化が大きな B,C エリアのデータは除外し、A と D エリアのデータを用いることとする。表-1 に示すように、このエリアの計測差の平均値は 20cm、標準偏差は 20cm である。ソナーマッピング計測結果は、ナローマルチビーム測量結果と良く一致しており、信頼に足るものである。

表-1 SM-NMB 計測差で区分したエリアの特徴

エリア	計測点数	計測差 平均値	計測差 標準偏差	データ 範囲 (単位 m)
A	1145	0.01	0.15	-0.58~0.45
B	2931	-0.34	0.34	-1.36~0.50
C	1162	0.95	0.39	-0.10~2.07
D	2965	0.28	0.17	-0.34~1.34
A+D	4110	0.20	0.20	-0.58~1.34

(3) 貯水容量算定の比較

ソナーマッピングでは、取得したデータから、専用ソフトにより、1m メッシュの 3 次元グリッドデータを作成できる。貯水池内最低標高以上、常時満水位まで、1m 毎にグリッド面積を算出し、その総和で現況の貯水容量を算定している。この方法は、過年度のナローマルチビーム測量におけるメッシュ法と同様である。

2019 年のナローマルチビーム測量結果では 8,838 千 m^3 、2020 年のソナーマッピング計測では、8,680 千 m^3 と、量比で 98.2%に相当し、良い一致を示し、量的にも信頼性の高い結論が得られた。なお、ソナーマッピング計測結果から既存測線上で描いた断面をもとに平均断面法で算定した現況貯水容量は 9,180 千 m^3 で、メッシュ法はこの 95%にあたる。この傾向も、過年度実施のナローマルチビーム測量成果と同様である。

3. まとめ 魚群探知機によるソナーマッピング計測の信頼性

今回、ソナーマッピング測深結果を 12 か月の間隔はあるものの、マルチビーム測量成果と比較することによって、水底の土砂堆積状況を見誤るほどの大きな計測差を示すことはないことが確かめられた。また、最近、魚群探知機の計測システムに精度の高い RTK-GNSS 測位を組み込んだことから、これまでより一層、計測記録の信頼度は増している。

絶え間なく流域からの流入付加が続く貯水池にあって、その土砂管理上、必ずしも cm 級の精密測量が求められるものではないとすれば、低コストで信頼性も低くはない水底地形調査手法として、ソナーマッピングは貯水池管理者のニーズに応え、負担を軽減できるものと期待される。