

小型ワイヤレス測深機を用いたダム貯水池地形計測技術の開発

高知高専 賛助会員 ○武田龍弥 高知高専 正会員 岡田将治

1. はじめに

ダムの適切な管理を行ううえで定期的な地形測量は必須であるが、詳細に計測されているダムは全国的に少数であり、特に都道府県が管理するダムにおいては、財政的な面からも定期的な地形測量が十分に行われていない。近年、UAV(Unmanned Air Vehicle：無人航空機)を用いた3次元測量が多く行われるようになったものの、水中の測量に関してはナローマルチビーム等の高価な機器に頼らざるを得ない¹⁾。そこで本研究では、ダム貯水池の地形測量を効率化および低コスト化できる技術として、可搬性および利便性に優れた小型ワイヤレス測深機(以下、Deeper と示す)を用いた地形計測技術を開発した。また、高知高専競泳用プールにおいて計測精度に関する基礎実験を行った後、ダム貯水池において実際に測量作業を行う条件を想定した現地計測を実施して、Deeper の計測精度を従来手法と比較することにより、提案する計測技術の計測精度を評価した。

2. 研究の方法

プール実験において Deeper の平面座標の計測精度が概ね 2m 程度であることを確認した後、2019 年 12 月に高知県永瀬ダム貯水池内において現地計測を実施した。ここでは、船外機ボートに RTK-GNSS(Real Time Kinematic-Global Navigation Satellite System)と浮体を取り付けた Deeper を RTK-GNSS の後方 1m に設置し、毎秒 1m/s 程度の移動速度で曳航しながら 200m×340m の範囲の湖底地形を計測した。また、Deeper から得られたデータに対して、RTK-GNSS の計測値からの距離を算出することで Deeper の平面座標の計測精度を評価した。

永瀬ダム観測では、同日に RTK-GNSS+ナローマルチビームを用いた湖底地形計測を実施していた。この計測結果と比較するために、株式会社第一コンサルタントと株式会社ハイドロシステム開発に協力をいただき、計測結果を提供していただいた。そして、Deeper で計測された平面座標から計測精度の範囲内にあるナローマルチビームで計測された水深の平均値と Deeper で計測された水深を比較し、Deeper の測深精度を評価した。

また、Deeper は計測したデータ(時刻、緯度、経度、水深)を Wi-Fi 経由でスマートフォン等に描画が可能である。本研究では、メーカーの了承を得て専用のアプリケーションを改良して、スマートフォン等に内部に記録されたデータを出力できるようにした。

3. 研究の結果と考察

図-1 に示す RTK-GNSS と Deeper で計測した航跡を比較すると GPS による位置情報、あるいはデータ抜けが生じている点もあるが、両機器の平面座標がほぼ同じ位置にプロットされている。また、図-2 に示す Deeper の RTK-GNSS 計測点からの距離の相対頻度から距離が 2m 未満のデータは全体の 36%であり、標準

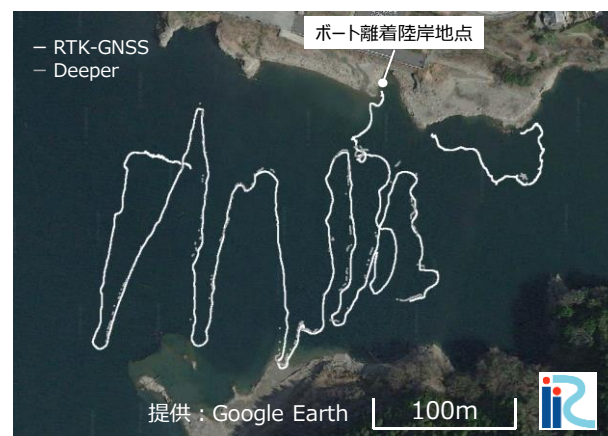


図-1 RTK-GNSS と Deeper で計測した航跡の比較

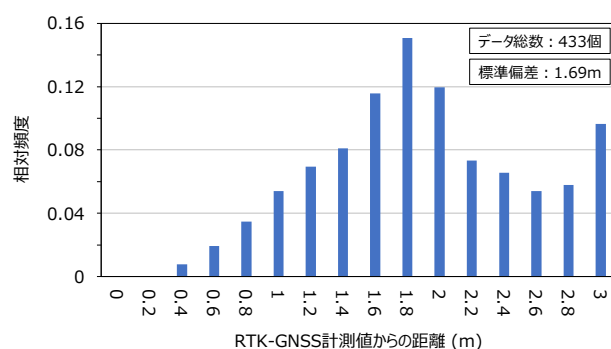


図-2 Deeper の RTK-GNSS 計測点からの距離の相対頻度

偏差は 1.69m であった。したがって、Deeper の平面座標の計測精度は±2m 程度であり、実用可能な計測精度を有していると言える。

つぎに、ナローマルチビームと図-3 に示す Deeper で計測された水深を比較する。ここでは、Deeper の平面座標の計測精度が 2m であることと、水深に対するビームの広がり(1m)を考慮して、Deeper で計測された平面座標から 3m の範囲にある、ナローマルチビームの水深の平均値と比較することとした。図-4 に示すナローマルチビームと Deeper で計測した水深の関係を見ると、バラツキは確認できるものの、両機器で計測された水深は 1 対 1 の直線付近に多くプロットされている。また、重相関係数は 0.42 であった。

さらに詳細に比較するために、ナローマルチビームと Deeper で計測した水深の差の相対頻度を図-5 に示す。データ総数 433 個の相対頻度は、±1m の範囲にあるデータが全体の 28%、±3m の範囲にあるデータが 51%、標準偏差は 4.71m であった。ナローマルチビームの計測値を正とすると、Deeper の測深精度は概ね±3m 程度であり、測深誤差が大きいため、実用可能な測深精度を有しているとは言えない。ただし、曳航観測中は Deeper の牽引状態が安定しておらず、水面に対して直角にビームを投射できていなかった。そのため、測深誤差が大きくなったと考えられる。一方、Deeper の牽引状態を安定させることができれば、測深誤差を小さくすることができ、従来手法と同程度の測深精度を確保できることが示唆された。

4. おわりに

本研究では、ダム貯水池の地形測量を効率化および省人化できる技術として Deeper を用いた地形計測技術を開発し、その計測精度を検証した。その結果、Deeper は可搬性に優れ、観測時の状況(環境ではなく、観測者側によるもの)が良好な場合は、従来手法と同程度の計測精度を確保できることが示唆された。牽引状態を安定させた場合における、Deeper の測深精度の検証は今後の検討課題とする。また、この機器の実務での活用を想定し、UAV で牽引しながら地形を計測する技術についても検討中である。ここでは、予め設定した飛行ルートで UAV を自動航行させることにより、地形を計測することを想定している。これが実現できれば、ダム貯水池等で行われる深淺測量業務の生産性の向上に大幅に寄与できると考えられる。

参考文献

- 1) 国土交通省港湾局：マルチビームを用いた深淺測量マニュアル(浚渫工編)(平成 31 年 4 月改定版)，平成 31 年 3 月。



図-3 Deeper を用いて計測した湖底までの水深

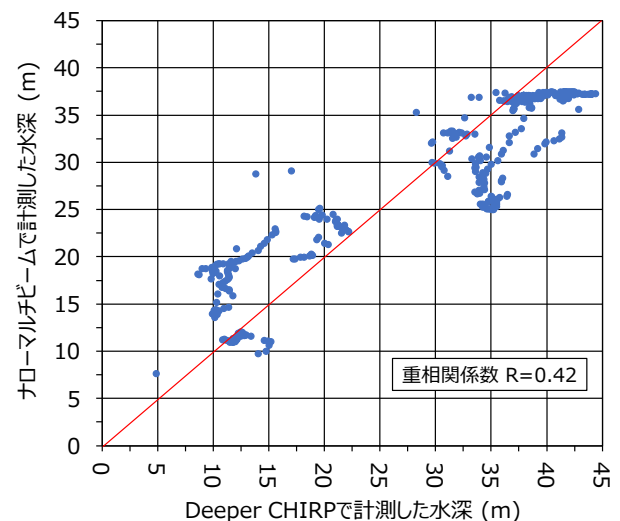


図-4 ナローマルチビームと Deeper で計測した水深の関係

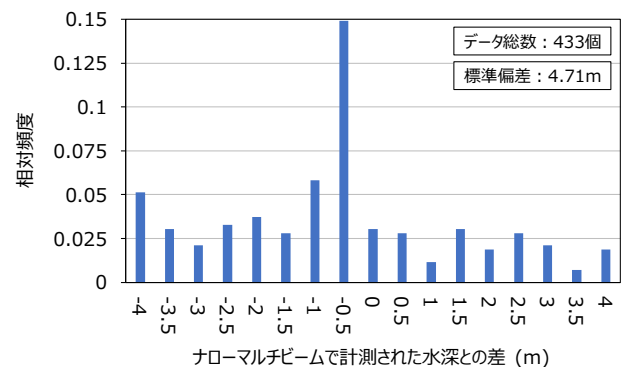


図-5 ナローマルチビームと Deeper で計測した水深の差(ナローマルチビーム-Deeper)の相対頻度