

小型ワイヤレス測深機を搭載した UAV によるダム湖地形の自動計測技術の実用化

高知工業高等専門学校 正会員 ○岡田将治 (株)安田測量 非会員 安田晃昭
高知工業高等専門学校 学生会員 吉川和宏

1. はじめに

近年、i-Consturction の推進により、UAV を用いた 3 次元地形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やグリーンレーザー等の高価な観測機器に頼らざるを得ない^{1),2)}。著者ら³⁾は、ダム貯水池の地形測量を省人化および効率化、すなわち低コスト化できる技術として、図-1 に示すような魚釣り用に開発された無線小型魚群探知機(Deeper)を UAV で牽引する手法を提案している。しかし、実用化に向けた課題として、①Wi-Fi 接続のために観測者と Deeper との間に約 100m の距離制限があること、②UAV の高度が観測者よりも下方(マイナス側)になる場合の自動航行アプリケーションが市販されていないこと、③ Deeper が DGPS 測深機と同程度の計測精度を有するものの、RTK-GNSS+ナローマルチビームで計測された詳細な地形データとの比較ができていないことが挙げられた。そこで本研究では、上記 3 点の課題について改善および現地観測により検証を行った。

2. 技術的課題①および②の改善

課題①に対して、当初一般的に使用される DJI 社の Phantom を想定していたものの、積載可能重量が一般的なスマートフォンと Deeper 本体に浮体を加えて 300 グラムを超えることから、使用する UAV を大型化し、図-2 に示すように UAV 本体にスマートフォンを設置することにより改善した。これにより Deeper で計測した位置および深さデータをスマートフォンに受信・保存できるようになった。

つぎに、課題②では DJI 社の UAV を飛行させる際に使用する DJI 社 GSP(Ground Station Pro)のような汎用型の自動航行アプリケーションの機能に加え、設定高度を観測者よりも低空(ホームポイントが高度ゼロメートルとなるため、高度がマイナス)に設定できるようにアプリケーションを別途開発した。

3. 吉野川池田ダムにおける試験計測

技術課題①および②を改善した機器一式を用いて、吉野川池田ダムにおいて試験計測を実施した。図-3 に計測状況を示す。その結果、目視確認ができる範囲において、自動航行によるデータ取得が問題なく行えることを確認した。縦横断方向の測線において計測した結果を図-4 に示す。池田ダムでは定期的に 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おり、平成 30 年 12 月に実施した湖底地形データを提供いただいた。今後、さらにデータを追加し、両者の計測結果を比較することにより、提案する手法の計測精度を検証する予定である。

4. 従来手法との比較

従来手法と提案手法の作業効率を比較するために、一般的な測量業務を想定した条件下(平均横断幅:200m、測線数:10 本)において作業に必要な時間を試算した。池田ダムにおける計測結果に基づいて、従来の手法と

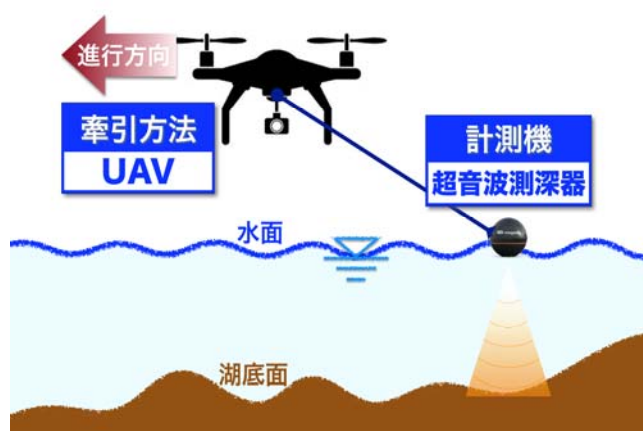


図-1 提案する計測方法の模式図



図-2 スマートフォンを UAV 本体に設置した状況

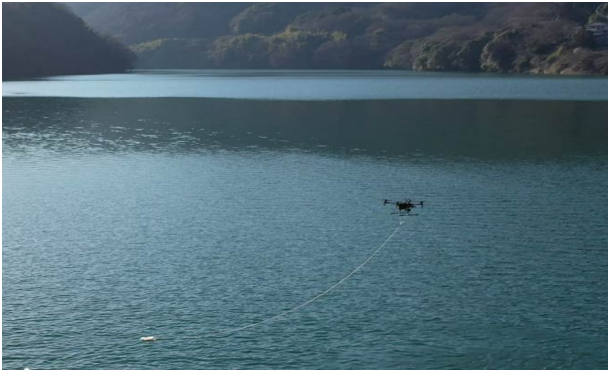


図-3 改善した UAV による池田ダムでの計測状況

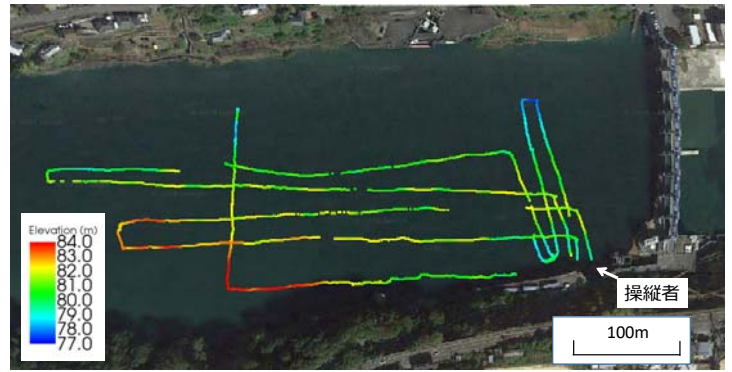


図-4 自動航行による計測結果

表-1 従来方法と提案する手法の性能比較

比較項目	従来方法	提案方法
使用機材	超音波測深機 (数十～数百万円) + 小型船舶 (数十～数百万円)	Deeper (数万円) + UAV (数十万円)
作業員数	3 名 (水上 2 名(操縦者, 観測者)+陸上 1 名(補助者))	2 名 陸上: 2 名 (操縦者, 安全監視員)
運搬手段	大型車等 (トラックやクレーン)	通常の車両で運搬可能
移動速度	1～1.5 m/sec 程度 (一般部)	1～1.5 m/sec 程度 (一般部)
準備時間	2 時間程度 (①運搬車両から小型船舶下ろし, ②湖面への運搬, ③エンジン取付け, ④燃料供給, 初期補正等を行う)	10 分程度 (①UAV の飛行準備, ②Deeper と記憶媒体の接続 確認, ③UAV と Deeper との接続確認)
燃料	約 2 時間作業可能 (携行缶による供給で連続運転も可能)	約 25 分/本 (電池交換が必要)

提案する手法の性能について表-1 で比較する。従来手法では、作業前の準備時間に 2 時間程度を要することもあるが、提案手法では 10 分間程度の準備時間で計測作業に着手可能となる。また、計測時の移動速度は共に超音波を用いた計測機器の場合、同程度と考えられるため、計測時間は従来手法で 80 分間程度、提案手法ではバッテリー交換を含めて 90 分間程度で作業が完了すると見込まれる。それらを合計した現場での総作業時間は、従来手法で約 200 分間、提案手法では 100 分間程度と想定され、5 割程度の作業効率の向上が見込まれる。さらに、ダム貯水池内での測量作業を想定した場合、ボートで牽引する場合は流木止めや残地木等の障害物の迂回が必要となるが、UAV の場合は迂回せずに飛び越すことが可能となり、試算以上の作業時間が短縮できる場合も想定される。

5. おわりに

本研究では池田ダムにおける試験観測において、自動航行による計測が可能であることを示し、本手法の実用化が前進した。計測データを追加して精度検証は必要であるものの、一般的なダム貯水池における定期浅深測量業務において生産性の大幅な向上に寄与できると考えられる。

謝辞：

本研究を実施するにあたり、水資源開発機構池田総合管理所には、データの提供や現地調査に際してご配慮いただいた。記して謝意を表する。

参考文献：

- 1) 国土交通省港湾局：マルチビームを用いた浅深測量マニュアル(浚渫工編)(平成30年4月改定版)，平成30年3月
- 2) 岡部貴之，坂下裕明，小澤淳眞，下村博之，蒲恒太郎，宮作尚宏，川村裕，浅沼市男：ALBの河川縦横断測量への適用性の研究，河川技術論文集，第20巻，pp.55-60，2014.
- 3) 岡田将治，安田晃昭，松山海人，松岡直明：UAV と小型ワイヤレス超音波測深機を組み合わせた効率的なダム貯水池地形計測技術の提案，土木学会河川技術論文集，第 24 巻，pp.25-28，2018.