

## 愛媛県における水上ドローンの活用の方策と展望

ジャパン・インフラ・ウェイマーク 正会員 ○大久保 英徹, 正会員 横山 壮, 非会員 黒岩 賢司, 非会員 Ahmadinejad Farzad  
愛媛大学 フェロー 森 伸一郎  
愛媛大学 正会員 小林 範之

### 1. はじめに

近年, 地球温暖化の進行による気候変動で大雨やゲリラ豪雨の発生頻度が全国的に増加しており, 愛媛県内においても平成 30 年 7 月の西日本豪雨では県民生活に重大な影響を及ぼす被害が発生した. その中でも, 愛媛県は農業被害拡大の要因のひとつとされるため池を多く保有していることに加え, 洗掘による橋脚の傾斜や橋桁の流出という新たな問題も発生したことから, 筆者らは愛媛県が主催するデジタル実装加速化プロジェクトである「トライアングル愛媛」へ参画, その中で「愛媛県ドローン活用推進協議会」を組成し, 水上ドローンを活用したため池・河川橋梁の維持管理にかかる生産性向上および安全性向上について技術実証を行った.

### 2. 水上ドローン・ソナーマッピング技術

今回実証に用いた水上ドローン(図 1)は筆者らが「農林水産省 令和 2・3 年度官民連携新技術研究開発事業(以下, 官民連携事業)」およびその後の独自の現場試行により開発を行ってきたものである<sup>1)</sup>. ボート型の船体の上面に 4 機のプロペラを具備し, UAV(Unmanned Aerial Vehicle)の制御技術を応用することで, 水平姿勢を保ちながらの前後左右への移動が可能であり, 水中にある水草などの障害物の影響を受けないという特徴を持っている. また, GPS を用いたホバリング機能(定点固定)および自動航行機能も具備しており, 航行ルート・航行速度・機体の向きを予め設定することで自動航行させることが可能である. この水上ドローンにソナーマッピング機器を搭載し航行させることで水底の深度を取得できるほか, ライブビューソナーにより水底の形状を示す断面映像の取得・可視化が可能である.



図 1. 水上ドローン概要

### 3. ダムにおける技術実証

ため池における深淺測量・堆砂測量への適用の可能性を検証するため, 従前技術による測量結果との比較検証が可能な朝倉ダムにて技術実証を実施した.

(1) 計測内容: ダム中央部縦断 1 測線および 15m 間隔での横断測線を約 1m/s の速度で自動航行させ, 毎秒約 1 回の間隔で測深を行った. (2) 計測結果: 航行した軌跡および計測した水深値を図 2 に示す. また, 本データを元に専用処理ソフトでの簡単な手順により航路間の水底に内挿した水深値を与えて得られた等深線図を図 3 に示す. (3) 従前技術との比較・考察: 準備・撤収作業や途中のバッテリー交換を含め約 2 時間で計測を終えており, 音響測深機を用いた従前の計測内容(横断 8 測線・5m ピッチで測深)に比べて広範囲・高密度なデータ取得ができており, かつ計測時間を約 2/3 程度に圧縮できている. また, 従前技術では得られる成果物が測線上の断面図のみであったのに対して, 本技術を用いることで水域全体の状態を面的に可視化できるのが大きな特徴であるほか, 計測者がボートで湖面に出る必要がなく陸上から一連の計測オペレーションが行えるため, 作業の安全性も高い.

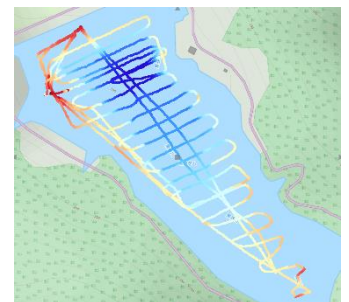


図 2. 航行軌跡と水深値

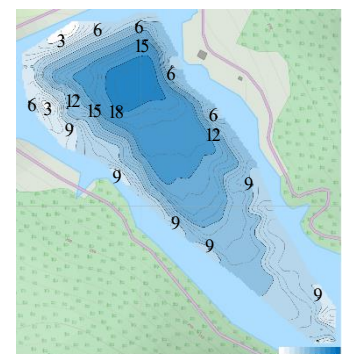


図 3. 等深線図(単位:m)

#### 4. 河川橋梁における技術実証

河川橋梁における洗掘調査への適用の可能性を検証するため、岩松橋および加茂川橋梁にて技術実証を実施した。

(1) 計測内容：岩松橋および加茂川橋梁についてライブビューソナーにて橋脚周辺部の水底断面映像を取得した。ライブビューソナーは図4のように機体進行方向軸に沿った断面を取得し、映像としてリアルタイム表示するものである。

(2) 計測結果：岩松橋については水底断面映像より橋脚下流側は深度約0.9m程度と非常に浅い水域であったが(図5)、橋脚

上流側については局所的に約1.5mと深く削られていることが確認できた(図6)。加茂川橋梁については橋脚左岸側については水深約2.5mで、コンクリートブロックによる保護の形跡が見受けられた(図7)。一方で河川中央側に回り込むと深度が約4.0mとなっており、河川中央部の河床が深くなっていることが確認できた(図8)。

(3) 従前技術との比較・考察：岩松橋については周辺の水深が非常に浅く、現状では直接目視およびポールを用いた深度計測・洗掘調査が行われており、その難易度も低いことから、新たに水上ドローンを利用することによるメリットは少ないものの、面的な河床形状の把握を目的とする場合には一定の効果があると考えられる。加茂川橋梁においては橋梁上から重錘法による計測が行われており、列車運行の合間を見て作業を行う必要があるが、水上ドローンを用いることで列車運行の影響を回避でき、また作業者が橋梁上の線路近傍に立ち入る必要がなくなるため安全性を高めることができる。

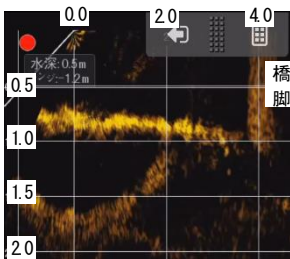


図5. 岩松橋 橋脚下流側

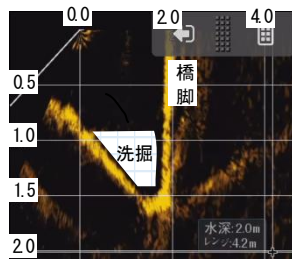


図6. 岩松橋 橋脚上流側

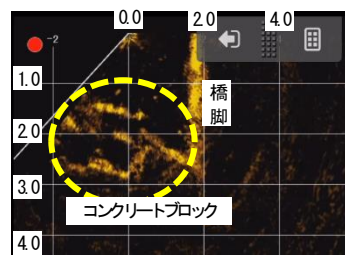


図7. 加茂川橋梁 橋脚左岸側

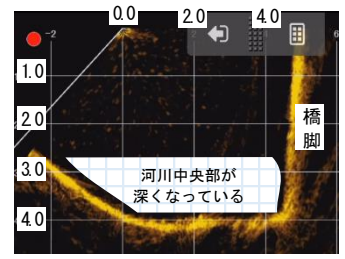


図8. 加茂川橋梁 橋脚中央側

<真横からみたイメージ>

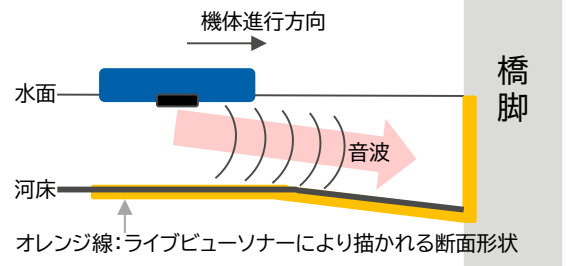


図4. ライブビューソナーによる計測概要

#### 5. 今後の展望

水上ドローンによるソナーマッピング技術は、官民連携事業において河川定期縦横断測量業務実施要領・同解説に規定されている湖・ダム測深精度(±(10+h/100)cm h:水深(cm単位))を満たしているものの、現時点では公共測量の手順として定められている手法ではないため、ただちに現行手法を置き換えるものとはならないのが現状である。しかしながら、従前の手法と比べて簡易かつ面的に成果物を得ることが可能であり、河床形状や水面下の河川構造物の状態を把握することによる河川維持管理への活用、ため池やダムの堆砂状況を把握することによる土砂管理への活用に向けて、今後も継続して様々なフィールドで実証を行い本技術の社会実装を目指す。また、ライブビューソナーによる水底断面映像の取得については、現場で機体を航行させながらリアルタイムに状況を確認することができるためスクリーニング用途としての活用が考えられる。加えて、機体前方の様子を捉えることができる特性を活かした新たな計測手法の創出・確立に向けて引き続き実証を行うとともに、現在動画形式に限定されているデータ記録方法の改善や、独自のデータ解析機能の開発を行うことで計測位置の特定や対象構造物全体を俯瞰した状況把握が可能となるよう利便性の向上も図っていく予定である。

#### 謝辞

今治市にはダムでの実証、宇和島市および四国旅客鉄道株式会社には河川橋梁での実証でご協力をいただいた。記して謝意を表す。

#### 参考文献

1)春田 健作, 長田 実也, 黒田 清一郎ら: 水面ドローン・ソナーマッピング技術の開発と展望, 土木学会全国大会第77回年次学術講演会(2022年)