

水面ドローン・ソナーマッピング技術の開発と展望

(株) ジャパン・インフラ・ウェイマーク 柴田巧, 横山壮, 大久保英徹, 黒岩賢司, Ahmadinejad Farzad, 正会員○春田健作
 新技術研究開発組合・中央開発 (株) 正会員 長田 実也, 池田 典明
 農研機構農村工学研究部門 黒田 清一郎, 向井 章恵, 浪平 篤

1. はじめに

近年、大雨や短時間強雨の発生頻度は全国的に増加しており、集中豪雨や台風等により、ため池の被災が報告されている。ダム貯水池においては、施設の機能の維持・対策を講ずるため水底地形調査を実施し、堆砂状況を把握する必要があることから、筆者らは新技研究開発組合を設立し、水底の現況地形情報を効率的に調査する技術開発を進めてきた。調査技術として、UAV (Unmanned Aerial Vehicle) の駆動システムを板形状の浮体に取り付け、魚群探知機によるソナーマッピング技術¹⁾を組み合わせた調査ロボット(水面ドローン(仮称))を開発し実用段階に至った。

なお、本報は「農林水産省令和2・3年度官民連携新技術研究開発事業」による研究成果より、水面ドローン開発に関わる部分を報告するものである。

2. 水面ドローン・ソナーマッピング技術

図1に水面ドローンの概要図を、図2に特徴となる航行方向について示す。開発に際し、一般的なボート形状(水中のスクリューとラダーを備える船体)では、自動車と同様、船首方向にしか移動できず、また、横からの波圧で姿勢を一定に保つことが難しくなる。そのため、水平姿勢の制御や方向転換、ため池によくある水草が繁茂する環境では運用が難しいと考えていた。

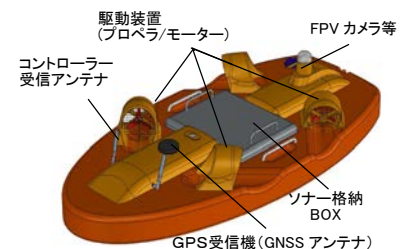
一方、当組合で開発した水面ドローンは、板形状の浮体に4機のプロペラを取り付け、UAVの制御手法を応用した機構であるため、水平姿勢を保ちながら前後左右に移動する事が可能であり、そのため、水中にある水草等の障害物の影響がない。また、UAVの制御技術を応用し、GPS信号による自動航行制御機能も備えることで、航行ルート、航行速度、機体の向きを自動制御を可能としている。

3. 試行内容

(1) **水面ドローン・ソナーマッピング機器の搭載**：水面ドローンには、ソナーマッピングに必要な計器、振動子(超音波送受信機)、GNSSアンテナ及び無線計器、Lidar、FPVカメラ等を搭載し総重量約10kgとなる。技術開発の第一ステップとして、その機体を、実際のため池で航行速度を2km/h~5km/hで制御し、安定したデータが取得できるかどうか検証した。なお、水面ドローンは、狭隘な橋梁下面を撮影する橋梁点検新技術として開発しているものを、ソナー搭載用に拡張している。

(2) **姿勢保持性能**：水面ドローンが水流や風の影響で流されて位置制御できなくなる場合や、災害時の急流な場面を想定し、農研機構内の貯水池で人為的に急流状態を作り、水面ドローンが1分間同位置を保てるかどうか検証した。

(3) **自動航行**：UAVの制御技術を応用し、自動航行でデータを取得する事を検証している。自動でソナーの情報取得ができれば、操作の技量も必要とせず、調査時の省人化、安全性の向上も見込める。複数機同時航行や、ため池、河川、貯水池で自動航行試験を行った。



全長(L) : 117 cm, 幅(W) 85 cm, 高さ(h) 37 cm

図1. 水面ドローン概要図

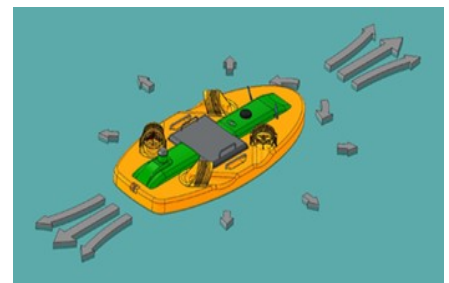


図2. 航行方向(全方位移動可能)

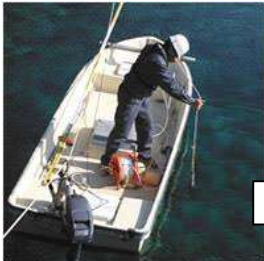
キーワード ドローン, 水中計測ロボット, 自動計測, 堆砂, 河床形状, 洗掘

連絡先 〒106-0032 東京都港区六本木7-10-25 中島ビル (株) ジャパン・インフラ・ウェイマーク TEL03-6264-4649

3. 試行結果・開発状況

技術開発として試行した状況について、以下(1)～(3)に報告する。

(1) **ソナーマッピング搭載・水面ドローン**：従来の水底調査(図3)は、設定した側線に沿って調査船を操船し、錘を垂らし断面図を作成している手法であり、ソナーマッピング調査船(図4)へ技術が移行することで、大幅に生産性が向上した(調査時間、経費面約50%の削減)。その技術を無人水面ドローンに搭載(図5)し、三重県津市内のため池で、計測データ(面積8,943m² 貯水量13.6m³, 最大水深2.5m)が取得できることを確認した。



技術革新



技術開発



図3. 深浅測量(重錘法)

図4. ソナーマッピング調査船

図5. 水面ドローン及びマッピング結果

(2) **姿勢保持性能**：水面ドローンは、通常の船型ではなく板形状(ボード型)を採用しており転覆リスクは無い。図6では、どの程度の水流まで制御でき水平姿勢が保持できるかを確認するため、貯水池のポンプの循環装置を利用し急流状態を作っている。水流方向に対し水面ドローンの向きをX(船首方向)、Y(直角)方向に向けてホバリング(1分間同位置で留まる)させ、結果、1分間平均流速0.85m/sの水流条件でも、転覆せず位置を制御できることを確認した。

(3) **自動航行**：図7は、2機の水面ドローンを同時に自動航行している様子である。なお、自動航行のプログラムは、汎用性があるソフトを用いており、現地で簡易にルートを組み、航行間隔や航行方向の修正も現地で可能である。

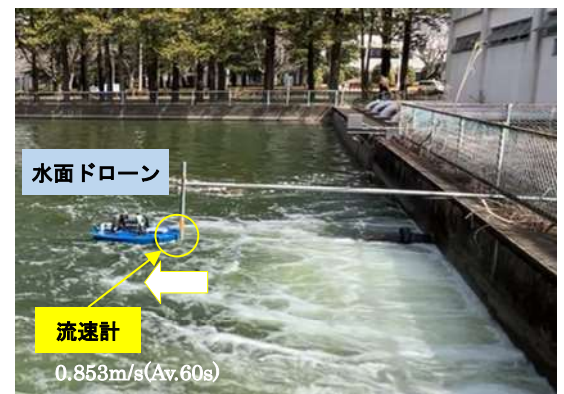


図6. 貯水池急流テスト(農研機構内)

5. 技術展開

水面ドローン・ソナーマッピング技術は、ため池やダム施設の堆砂状況、深浅調査を目的として開発を進めており、現在、本運用に向けた段階にある。

水面ドローンは、調査対象に応じて搭載する機器(重量、形状)に応じた設計が可能であるため、多様なソナーやカメラ、照明等を取り付け調査目的に対応することが可能である。

例えば、図8はライブソナーで貯水池の放水部を計測し、放水管口、壁面、貯水池底面をリアルタイムに位置、サイズを確認している状況である。今後、水流がある河川内調査や、水中施設の形状計測にも対応できると考えており、調査対象の拡大を図る。

参考文献 1) 長田実也：土木学会全国大会第74回年次学術講演会 “ダム堆砂状況調査の新しい手法” 魚群探知機によるダム貯水池3Dマッピング”

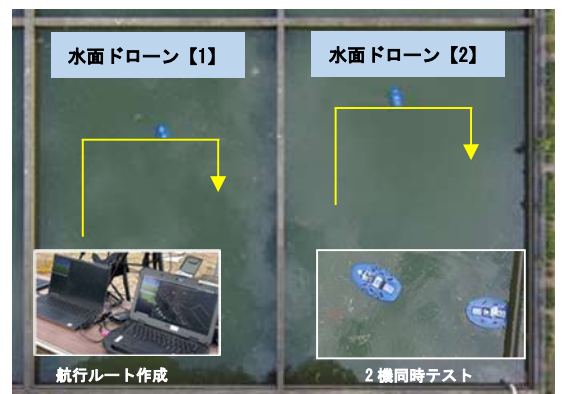


図7. 複数機同時自動航行状況

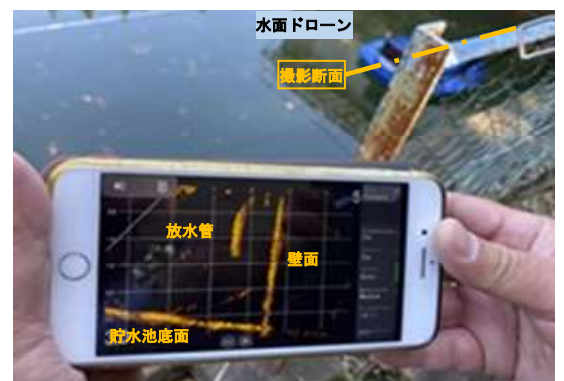


図8. ライブソナー搭載時の計測状況