

UAVを用いた湛水池水位計測のための投下型水位計の投下訓練

中電技術コンサルタント(株) ○荒木義則, 河井恵美, 村上智哉, 中西まどか, 久家政治
国土交通省 近畿地方整備局 紀伊山系砂防事務所 山田啄也, 青野友哉
国土交通省 近畿地方整備局 大規模土砂災害対策技術センター 高原晃宙

1. はじめに

河道閉塞(天然ダム)が発生した場合、河道閉塞の湛水域の水位を測定するための水位計が必要であり、「土研式投下型水位観測ブイ」をヘリコプターから投下して設置する手法が実運用されている。その後、同等の機能・性能を保有し、ヘリコプターに加えてUAVでも運搬・設置可能な「小型水位観測ブイ」が開発されている。

本稿では、紀伊山系砂防事務所管内において、新たに河道閉塞が発生した場合を想定し、UAVを用いた湛水池水位計測のための投下型水位計の投下訓練を行った結果について報告する。

2. 小型水位観測ブイの概要

小型水位観測ブイは、写真-1に示すように衛星または携帯通信端末を搭載したブイ部とブイを係留するアンカーおよび水中通信機能付圧力センサーが搭載できるアンカーゲージ部で構成されており、圧力センサーにより水圧を測定し、ブイ部から観測データ(時刻、位置、水圧:水位に変換、気圧、電源電圧データ)を通信し、ユーザーPCにメール形式で設定時刻毎に送信し、受信ソフトにより水位表示される。

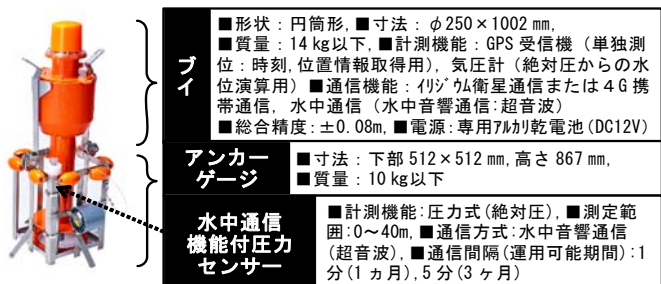


写真-1 小型水位観測ブイの概要 (機器構成, 仕様)

3. 運搬に用いたUAVの概要

小型水位観測ブイを運搬・設置するためのUAVは、以下の4つの条件を満足する機体を調査し、DJI FlyCart30(写真-2)を選定した。①小型水位観測ブイ(総重量26.5kg)が運搬可能なペイロードを有する。②遠隔で「吊り下げ/切り離し」ができる把持装置を有する。③遠隔で吊り下げするためのワイヤーの長さを操作できるウインチを有する。④運搬設置の状況が監視できるカメラを有する。なお、UAVの機能

性能は、日進月歩で進化しており、適宜最適な機材を選定する必要がある。

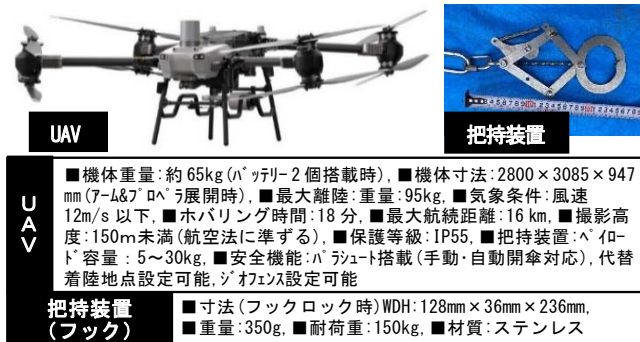


写真-2 運搬に用いたUAVの概要 (仕様)

4. 訓練シナリオの設定と実施手順

訓練シナリオは、発注者から要請を受けた災害協業者が、UAVを用いて小型水位観測ブイを猿谷ダム貯水池(仮想:河道閉塞湛水池)に投下、湛水位の計測、データ確認、投下ブイの撤去までの一連の流れを確認する内容とした。

UAVを用いた小型水位観測ブイ設置の概念図を図-1に示す。図-1に示すようにUAVを利用するためには、事前の基礎データの収集が重要であり、UAV飛行の制約条件、小型水位観測ブイ設置場所の留意事項を考慮し、UAVの機能性能等を適切に判断し、実施することが求められる。

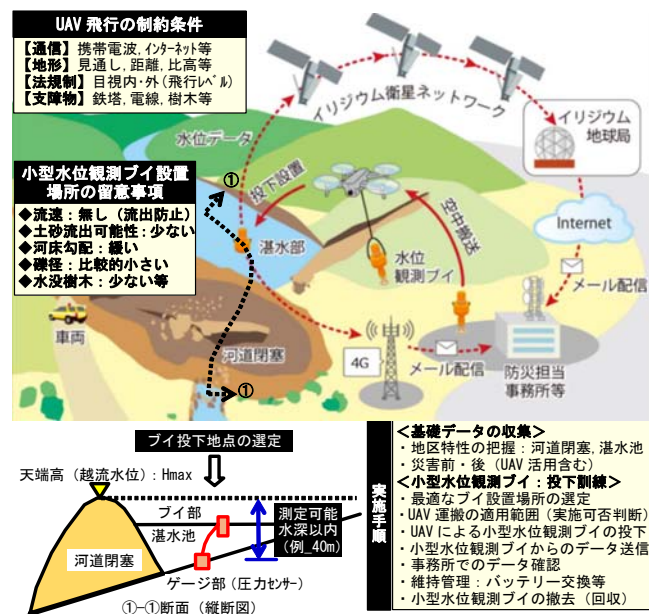


図-1 UAVを用いた小型水位観測ブイ設置の概念図

UAVを用いた小型水位観測ブイ設置の実施手順は、猿谷ダム貯水池（仮想：河道閉塞湛水池）において、準備・設置・運用・撤去の各段階の主要項目とし、訓練形式で実施状況を確認することとした。

なお、投下訓練の前に、予備実験（①小型水位観測ブイ：大型水槽を用いた浮体実験・切り離し実験、②UAV：運搬時の操作方法・把持装置の動作確認）を行い、予備実験結果を踏まえた実施内容とした。

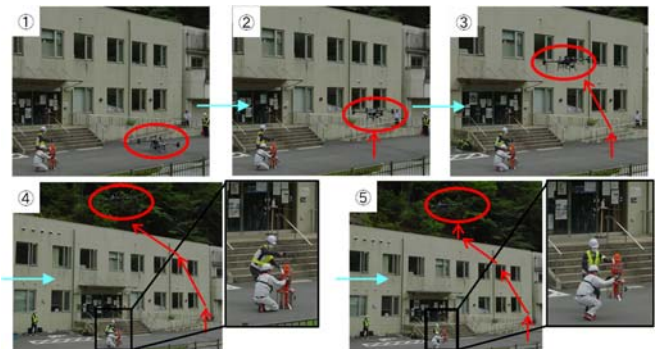
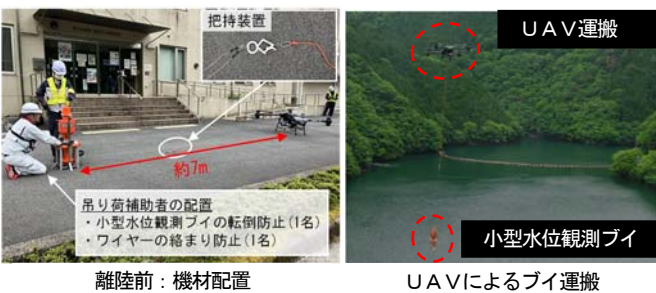
5. 投下訓練実施結果

1) 準備段階（飛行計画、通信契約・事前点検）

- ・UAV離着地点、ブイ投下地点、飛行ルート等を検討し、飛行計画書（目視内、手動操作）を作成した。（作成：1日）
- ・イリジウム回線の契約手続き（災害対応時：最短5日）を行い、回線開通後、通信テスト（60分）を実施した。なお、小型水位観測ブイ等の資機材は、動作点検（1回/年程度）を定期的に行う必要がある。

2) 設置段階（UAVによるブイ運搬・投下等）

- ・UAV離着陸地点において小型水位観測ブイとUAVをロープ（把持装置含む）で結合させた。安全に吊り上げるためのロープ延長は、約7mとした。（写真-3 機材配置）
- ・UAVの離陸からブイの吊り上げまでの操縦（手動）は、写真-3（UAVの離陸①～⑤）に示すような動作を基本とし、ロープを絡ませない、ブイを引きずらないように吊り荷補助者を2名配置し、上空40m（ブイ直上）まで上昇させた。
- ・ブイ運搬は、猿谷ダム～ダム湖網場付近を通るルート（延長約900m）とし、目標地点まで移動（速度8m/s）させた。



UAVの離陸（ブイ吊り上げ）
写真-3 投下訓練実施結果（準備～ブイ運搬）

- ・目標投下地点の水面状況は、UAVに搭載したカメラ映像を確認（写真-4）した結果、浮遊ゴミが認められたため、カメラ映像を見ながらゴミのない場所に投下地点を変更した。
- ・投下地点に到着後、UAVを下降（速度約2m/s）させ、小型水位観測ブイを着水させた結果、把持装置の切り離しに成功し、ブイが水面に浮上することを確認した。
- ・ブイ投下後、UAVを離着陸地点に戻り着陸させた。（飛行時間：約10分）



UAVのカメラ映像伝送による投下地点の確認・決定【発注者】

写真-4 投下訓練実施結果（ブイ投下）

3) 運用段階（データ確認）

- ・専用受信ソフト「水位観測システム」により、イリジウム回線により受信した観測データ（10分間隔：投下地点の水深等）を確認した。

4) 撤去段階（ボートによるブイ回収）

- ・運用終了後は、小型水位観測ブイを回収する必要があるため、小型ボート（長さ243×幅112mm）を使ってブイ回収（写真-5）を行った。ブイとゲージはワイヤー連結（長さ50m）しており、引き上げ時にボートが転覆しないように留意する必要がある。



写真-5 投下訓練実施結果（ブイ等の回収）

6. おわりに

本報告は、猿谷ダム貯水池（仮想：河道閉塞湛水池）において実施した投下訓練の結果を取りまとめたものである。実際の緊急調査では、実施場所や河道閉塞の規模等の状況等により様々な対応が求められる。特に、ヘリコプター運搬（従来手法）とUAV運搬の使い分けは、運搬手段の調達（調整）の可否、天候等による飛行可否、飛行性能等を考慮した現場対応の安全性・確実性・迅速性の観点から適切に判断することが重要となる。

参考文献：1) 土砂災害防止法に基づく緊急調査実施の手引き（河道閉塞による土砂災害対策編），国土交通省砂防計画課他，平成28年3月一部改訂。

2) 小型水位観測ブイ（BCPS-40R-H）：取扱説明書，株式会社拓和，2025.4。