

UAV で運搬設置可能な水面標高観測機器の提案

パシフィックコンサルタンツ株式会社	正会員	松田 如水
パシフィックコンサルタンツ株式会社		荒川 記行
パシフィックコンサルタンツ株式会社		三田 亮平
パシフィックコンサルタンツ株式会社		澤田 悦史
パシフィックコンサルタンツ株式会社		佐々木 央
パシフィックコンサルタンツ株式会社	正会員	○石原 卓馬

1. はじめに

地震や豪雨を起因とした崩壊等によって、崩壊土砂が河道を埋塞し、天然ダムが形成されることがある。天然ダムが形成されると、上流側では湛水による浸水被害が、下流側では天然ダム決壊により土石流や土砂混じりの洪水による甚大な被害に繋がる懸念がある。現状では、天然ダム湛水池の水位観測に土研式投下型水位観測ブイ（土研式投下型水位観測ブイ APF-40）が運用されている（図-1 参照）。現行機器の重量は約 70kg であり、天然ダム湛水池へは、ヘリコプターで運搬・設置を実施している。本報告は、天然ダム湛水池の水位観測をより安全かつ迅速に実施することを目的に、観測機器の小型化や軽量化をはかることで、大型ドローン等（以下、UAV という）で運搬設置可能な水面標高観測機器の開発を提案するものである。

2. 小型化・軽量化に向けた着眼点

近年、UAV を活用した様々な取り組みが進められ、防災・減災分野においても概況把握などに活用されている。現在、UAV は、天然ダムの緊急調査や被災状況把握にも活用されており、調査時の安全の観点から、立ち入りに危険を伴う現場では、今後、ますます UAV を活用した調査は一般的になるものと考えられる。このような背景を踏まえ、天然ダム湛水池の水位標高の観測を目的として、UAV で運搬設置可能な水面標高観測機器を開発するものとした。開発検討にあたり、①現行機器の小型化・軽量化タイプと②高精度 GNSS による水面標高観測タイプについて検討した。



図-1 現行機器（土研式投下型水位観測ブイ）

なお、目標重量は 20kg とし、計測期間は計測頻度 10 分で 1 週間程度の継続観測ができるものとした。

（1）現行機器の小型化・軽量化タイプ

現行機器と同様、水圧式水位計にて水深を計測することで、水面標高に換算するタイプである。本タイプの場合、設置時に別途水面標高を計測し、水圧式水位計の設置標高や水面標高の初期値を設定する必要がある。

水圧式水位計は cm 級の計測が可能であり、水位計測に幅広く適用されている。

機器改良の着目点は、現在の技術水準での全般的な軽量化、特に重量が大きいケージ部の改良とした。

（2）高精度 GNSS による水面標高観測タイプ

GPS に代表される衛星測位システムは現代の社会インフラサービスとして定着している。衛星測位システムである“みちびき（準天頂衛星システム）”は、2023 年までに全 7 機の衛星が稼働する予定で、GPS を補い、cm 級の高精度で安定した衛星測位サービスが開始されている。本タイプは、標高基準を設定することなく、直接、座標や標高を計測することが可能となる。機器開発の着目点は、機器重量の軽減と、漂流・漂着対策とした。

キーワード 天然ダム、水面標高、GNSS、無人化・省力化、ドローン、UAV

連絡先 〒812-0012 福岡市博多区博多駅中央街 7 番 21 番 パシフィックコンサルタンツ株式会社 TEL092-418-8025

3. 開発機器の概要

適用可能な機器について調査を行い、UAVでの運搬設置が可能な20kgを目標として概略設計を実施した。なお、バッテリーは安全性や安定性、入手性などの即応性を重視し、アルカリ乾電池を採用した。

(1) 現行機器の小型化・軽量化タイプ

圧力式水位計は小型化・軽量化タイプを採用した。ケーシング部を軽量化するため、浮標本体にケーブル巻き出し機能（スピニングリールの技術の応用）を持たせることで、スムーズなケーブル巻き出しとケーシング部の軽量化を図るものとした（図-2 参照）。ケーシング形状の妥当性を確認するため、部分プロトタイプを作成し、沈下抵抗実験を行い、沈降時の直進安定性の高い形状を採用した。

(2) 高精度 GNSS による水面標高観測タイプ

風や流れにより、観測機器が漂流・漂着してしまうと、水面標高を計測することができない。また、樹木等の遮蔽物が上空にかかるると衛星を捉えることができず、水面標高を計測することができない。このため、漂着防止策として、根掛かり防止オモリの知見を活かし、運搬時の重量を軽量化するため、エア抜きのためストレーナー状にしたチューブ（比重 1.3）を適用し、水の抵抗を利用した付属機器を開発した（図-3 参照）。

4. 結論

本稿で報告した高精度 GNSS による水面標高観測タイプについては、高精度 GNSS の普及に伴う低価格化と小型化・軽量化が期待される。“状況把握の緊急性が高く、容易に立ち入りできない場所において、迅速かつ安全にリスク監視を実施できる”ことは、無人化・省力化に有利であり、初期値や基準値を計測せずとも直接標高計測が可能である（cm 級）。また、本機は水面標高の計測を目的としたが、活用場面として、陸上標高の計測も可能である。例えば、大規模水害時の浸水標高の安全かつ迅速な計測や、豪雨災害が懸念される状況でのため池、利水ダムの水位計測、溶岩ドーム等の計測、火山の危険区域内の変位計測など、UAV による運搬設置により、幅広く活用が期待できる。

謝辞：本機器の開発にあたり、ご協力いただいた古野電気株式会社の皆様方に厚く御礼申し上げます。現行機器の問題点や課題、機器開発の方向性やご助言いただきました国立研究開発法人土木研究所火山土石流チーム石井上席研究員、国土交通省国土技術政策総合研究所土砂災害研究部砂防研究室山越室長に厚く御礼申し上げます。また、本機器の共同開発者である九州地方整備局九州技術事務所、熊井課長、黒木係長、瀧川専門員、姫野技官に厚く御礼申し上げます。

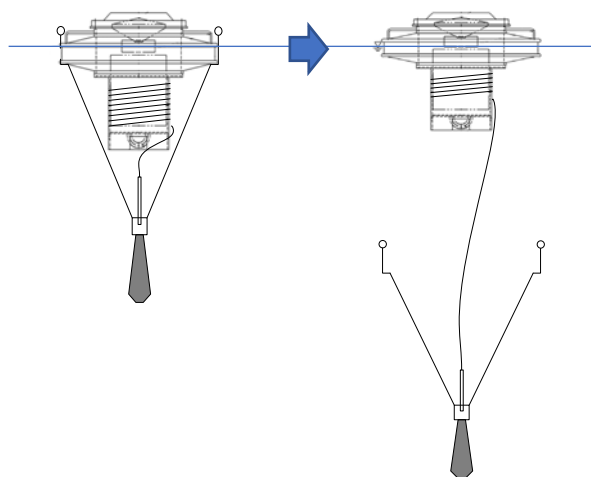


図-2 現行機器の小型化・軽量化タイプ

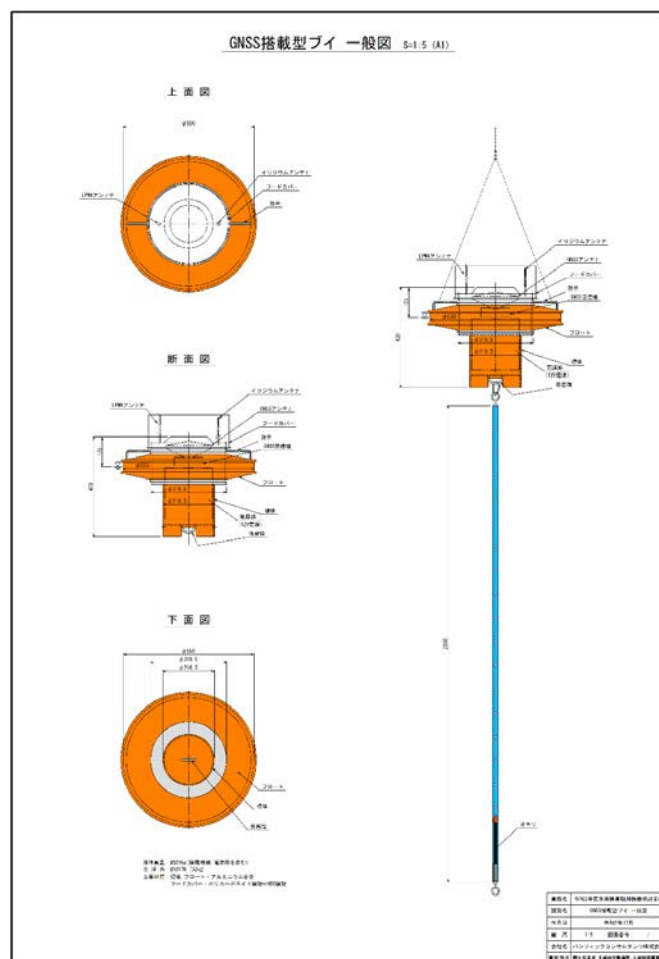


図-3 高精度GNSSによる水面標高観測タイプ