

UAV 基地と汎用機による砂防施設点検自動化の実証試験

株式会社建設技術研究所 ○笹山隆, 内柴良和, 片嶋啓介, 有吉桜
国土交通省北陸地方整備局金沢河川国道事務所 本田正和^{*1}, 杉崎亮太
^{*1} 現 能登復興事務所

1. はじめに

牛首川流域は源頭部に大規模崩壊地がある。上流域に多数の施設が配置され、損傷した施設も多い。このため大雨・地震後には流域内の土砂移動状況や砂防施設の異常などを臨時点検で迅速かつ詳細に把握する必要があるが、施設に到る道路が崩壊等で途絶することもある。

管内でも平時の砂防施設点検にUAV活用が進められているが、今回は遠隔操作によりUAV自律飛行を行い、施設と周辺の状況を把握できるUAV基地を活用した点検について実証試験を行った。この結果について報告する。実用出来れば、出水期前などに設置し、出水後に安全な場所から定期的に複数の堰堤等の変状を自動点検する使い方ができる可能性がある。

2. 試験に用いた UAV 基地の概要

2.1 現存する UAV 基地の把握

UAV 基地は、電源とインターネットに接続できることが必要であるが、遠隔地からの操作で「自動離着陸」「自動充電」「撮影データ自動転送」を実現できる完全自動運用型システムであり、多数のメーカーから発表されている。今回はWeb検索で情報を得た15機種についてメーカーヒアリング等により詳細を把握した。

この結果、新規取り扱いを行っていない機種や今後発売予定の機種、国内代理店が不明な機種があり、実際に試験に利用出来る可能性があるのは5機種であった。

2.2 選定した UAV 基地

「砂防設備点検における UAV 活用の手引き(案)、令和2年3月、北陸地方整備局河川部」に一般的な機体として紹介された UAV を唯一利用出来ることから、実用時の使用 UAV 調達性を考慮し、試験可能な5機種の内、図1に示すDroneNESTを選定した。使用 UAV は Mavic2Pro とした。

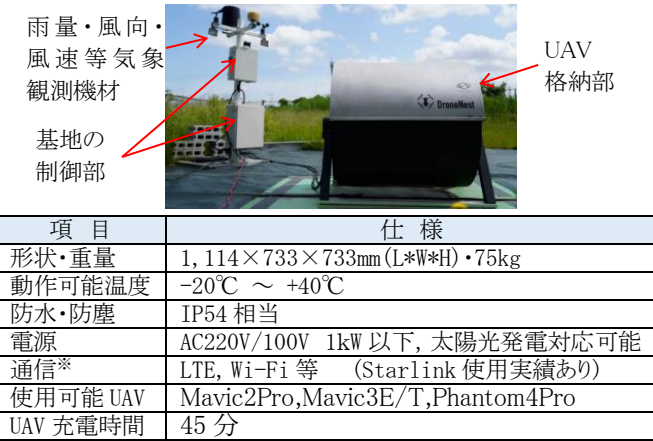


図 1 使用する UAV 基地・DroneNEST の概要

3. 試験概要

実証試験は図2に示す別当谷堰堤群で実施した。区間A～Cの延長1.2km内に30基の砂防堰堤が連続配置されている。土砂流出が激しく溪岸崩壊も多いため、施設が損傷しやすく人力点検は危険を伴う。直近にNTT電波等があり、全区間でLTE利用可能である。

自律飛行の要件に「自機の監視」があり、UAVと操縦者の通信を常に確保する必要がある。UAVと操縦者または基地の通信は、通常は2.4GHz帯で行うが、見通しが確保できないと通信途絶する恐れがある。またUAVは機体下部にアンテナがあることが多く、基地より低い位置を飛行させると通信が不安定になりやすい。

区間Aは見通しが良く施設は基地より高標高にある。区間Bは見通しが良いが施設は基地より低標高にある。区間Cは湾曲部で谷の中では見通し確保困難と想定され、基地より低い位置に施設がある。区間B、Cは過年度と同様に施設に近付けて撮影しようとするとも基地より高度が低くなり、通信が不安定になる恐れがある。

これらを踏まえ、区間AでUAV基地試験を行い、これとは別に、区間B、CでMavic3Eを用いた見通し確認・基地より標高が低い範囲の飛行試験・高高度からのズーム撮影試験を行うものとした。

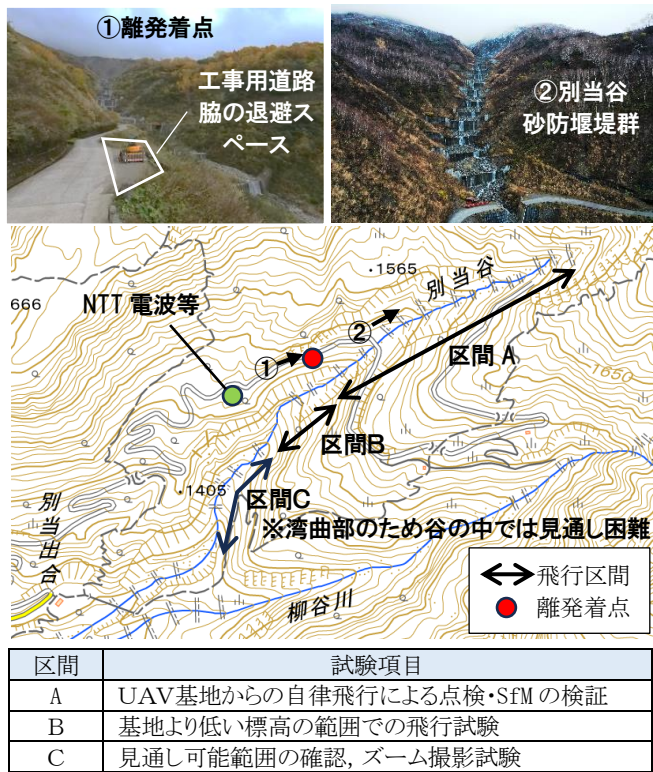


図 2 試験概要

4. 試験結果

4.1 UAV 基地試験成果

今回の実証試験では、以下を実施出来た。

- ① 基地の準備～撤収を含め、4時間で補助者を配置しない自動運航による点検撮影(写真1, 写真2)
- ② 区間Aの約800m区間を2m/s・3秒間隔で飛行/撮影, 撮影結果に基づくSfM解析を後日実施(図3)
- ③ インターネット経由でのUAV操作
- ④ 無電源状態で発電機を用いた運用



写真1 UAV基地への帰還時の様子



写真2 点検撮影(別当谷砂防堰堤群内)

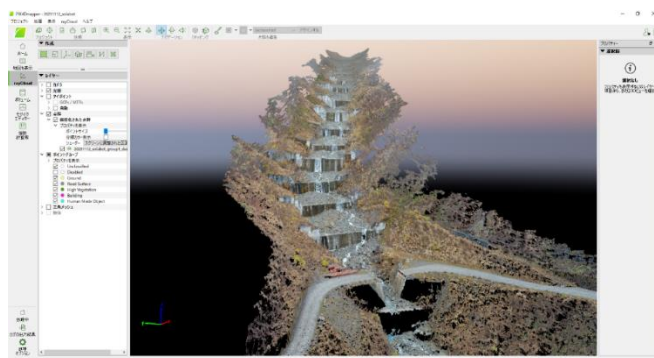


図3 SfM処理による三次元点群

4.2 UAV 基地試験時のトラブル

自動帰還後の着陸時にUAVが基地内の着陸用マーカ(写真3)を認識できず, 自動帰還から遠隔によるマニュアル操作に切り替え, 基地内の着陸用マーカが認識できる位置まで飛行させて着陸させる必要が生じた。



写真3 着陸用マーカ

これはGNSS受信環境により, UAVと基地の位置情報に誤差が生じたことによるもので, 状況・原因を踏まえた解決策は以下のとおりである。

1. 後日のシミュレートによれば, 当時のGNSS衛星捕捉数は10~13基である。谷の中で仰角が取れず実際の捕捉数は更に少なかった可能性があり, 位置精度低下に繋がった恐れがある。
2. マーカーは50cm四方で仕様変更が出来ないため, マーカー大型化による視認性向上は出来ない。
3. 自機位置やカメラ角を調整しつつマーカーを自動探索する機能で補える範囲を超える機体位置のズレがあった。Mavic3EなどRTK機能を付与できる機体で機体位置精度を上げればズレを抑制できると考えられ, 海外では事例がある(国内では未検証)。

4.3 低標高範囲での見通し確認・ズーム撮影結果

基地を設置した標高1,460m+35mの高度で水平に約350m飛行させ, 区間B,Cの標高1,350mの範囲(対地高度150m未満のため特定飛行にならない)の施設を撮影した。これにより以下を確認出来た。

- ① 谷上空を飛行させれば機体への見通し確保が容易である。基地から400m下流の区間C途中までは見通せるが, その下流は, 別途に操縦電波中継機等の使用を検討する必要がある。
- ② 光学7倍ズーム撮影により, 施設より135m上空からでも既往UAV点検と同様の詳細を確認出来る写真を撮影することが出来る(写真4)。

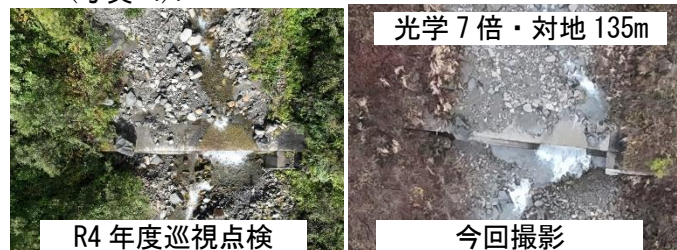


写真4 ズーム撮影の比較(別当谷砂防堰堤群内)

5. まとめと今後の展望

UAV基地を用いた自動運航による臨時点検を想定し, 一般的な機体による自律飛行点検, 変状や地形の把握, 基地より低い位置にある施設の点検方法について実証試験を行い, 期待する結果を得たほか, 課題解決の目処を立てた。市街地から遠く通行途絶の恐れもある箇所の臨時点検について, 安全確保と移動時間の大幅改善が見込まれる。

UAV関連の技術や制度は日進月歩のため, 常に最新動向を把握し, 効果的な活用方法を検討していきたい。

技術協力; UAV基地(DroneNEST), 合同会社SORABOT