

機能特化した UAV を活用した砂防施設点検の効率化に向けた試み

国土交通省中部地方整備局 越美山系砂防事務所 富田 直樹^{※1}, 三輪 憲太^{※2}

※1, ※2 現：中部地方整備局

株式会社パスコ ○笹栗 裕己, 板野 友和, 美土路 哲也, 堺 浩一, 加山 斉

1. はじめに

近年、国土交通省で推進しているインフラ分野の DX (デジタル・トランスフォーメーション) に伴い、砂防分野においても砂防施設の点検や災害調査等に無人航空機「UAV (Unmanned Air Vehicle)」が活用されている。また、一部の機能を特化した機体も開発されており、今後さらに活用の幅が広がることが期待される。

越美山系砂防事務所でも、定期点検および臨時点検で UAV の活用を進めている。管内の一部の施設では、UAV のみでの点検を実施しており、効率的で安全な点検作業が可能となっている。一方で、点検に使用される可能性が高い汎用的な機種 (以下、汎用機) を活用した砂防施設点検には、課題があることも確認されている。

本発表では、汎用機で確認された課題に対して、機能特化した機体の適用性について実証実験を実施したので結果と期待される効果について報告する。

2. 長時間・長距離飛行に特化した機体の活用

2.1 汎用機における課題

UAV を活用した施設点検では、1 フライトあたりの飛行時間が長い方が複数の施設を同時に点検でき、点検員の移動や UAV の飛行準備が削減できるため、点検作業の効率化を図ることができる。しかし、汎用機の多くはバッテリー駆動が基本となるため、最大飛行時間 30~40 分程度と短い (表 1 参照)。実際の点検では、汎用機の飛行時間は仕様の時間よりも短くなる傾向が見られるため、撮影を 1 フライト 10~20 分程度で完了させる必要がある。そのため、汎用機の飛行時間では、操縦地点周辺の限られた施設しか点検できず、効率化における課題となっている。そこで、長時間・長距離飛行に特化した機体で点検の効率化を図ることを目的に実証実験を実施した。

表 1 代表的な汎用機の仕様

機種	Phantom4Pro	MAVIC2 PRO	Dji Air 2S	MAVIC 3
主な特徴	障害物センサーが4方向に搭載され、渓流内でも安全に撮影が可能な機種。	Phantom4と同等の性能を有し、渓流内を飛行するにも適している機種。	MAVIC2 を小型化した機体。現行機種では最も汎用性が高い機種。	MAVIC2, Phantom 4 の高機能化モデル。飛行時間などの機能向上がはかれている機種。
最大飛行時間	30 分	31 分	30 分	46 分

2.2 長時間・長距離飛行に特化した機体の実証実験

2.2.1 実験手法

実証実験には、長時間・長距離飛行に特化した「GLOW. H」 (図 1 参照) を使用した。

機種	GLOW. H (株式会社 アミューズワンセルフ)
主な特徴	国産機 ハイブリッド式 (エクステンダーによるバッテリー常時給電) 国土交通省「長時間飛行ドローンの実証」において、レベル3程度までの飛行、3時間を超える長時間連続飛行を達成。
重量	8.8kg (バッテリー、燃料含まず)
最大搭載可能重量	3kg (燃料除く)
機体寸法	900×900×450 mm
通信方法	無線およびLTE
最大飛行時間	最長3時間
カメラ	Workswell社の「WIRIS Enterprise」を使用 1/2.8インチCMOS、画素数4,656×3,496

図 1 GLOW. H の仕様

実証実験は、人力点検では時間を要し、汎用機で到達できない距離にある、揖斐川流域徳山ダム上流の砂防施設を対象に実施した。飛行ルートは、徳山ダム堤体付近の離着

陸地点から徳山白谷の砂防施設までを往復する移動距離 10km 以上のルート (図 2 参照) とした。実証実験は全て自律飛行で行い、ダム湖区間を目視飛行、徳山白谷内は補助者を配置した目視外飛行 (レベル 3 飛行相当) とした。飛行中に撮影した映像は、LTE 通信や衛星通信により、Web 会議システムでリアルタイム配信した。

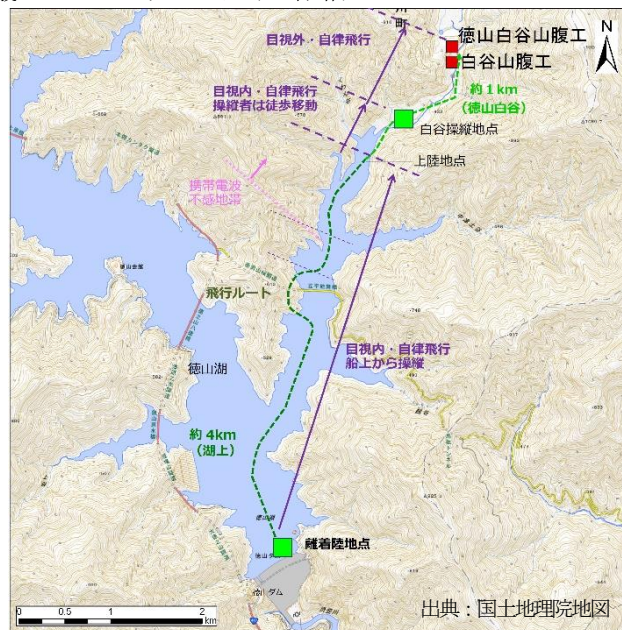


図 2 飛行ルート図

2.2.2 実験結果

離陸から着陸までの往復 1.5 時間の飛行により、計画ルートの自律飛行および点検用撮影を完了した。撮影映像は、臨時点検に必要な解像度を有していることを確認した (図 3 参照)。1 フライトで 10km 以上の飛行ができたことから、臨時点検時には操縦地点から離れた複数の施設を連続的に点検できると考えられる。



図 3 実証実験実施状況

実証実験時の滞空時間と燃料の残量より、燃料満タン時 (カメラ搭載) は約 2.5 時間の飛行が可能であることを確認した。標高や溪流の線形に沿った自律飛行が実施できたため、起伏に富む砂防溪流内においても、目視外・自律飛行による点検が可能であると考えられる。リアルタイム配信により、遠隔地から砂防施設の状況を確認できたため、将来的には遠隔操縦による点検が可能になると期待できる。また、2.5 時間の飛行が可能であることを確認したことから、長い滞空時間を活かした災害調査におけるリアルタイムの映像配信や、高ペイロードを

活かした UAV 測量への活用も期待できる。

なお、機体が大型であり運搬が難しく、内蔵される小型発電機（ガソリン使用）による騒音や飛行までの準備時間がデメリットとなるため、短時間のフライトには汎用機の方が適していると考えられる。

3. 近接撮影に特化した機体の活用

3.1 汎用機における課題

汎用機の多くは障害物センサーが5mに固定されており、これより地物に近付いた飛行や撮影が難しい。そのため、詳細調査など、より細かい変状の確認が必要な場合は人力点検による補足点検が必要となる。そこで、近距離撮影に特化した機体により、より詳細な点検を UAV のみで実施可能かの検証を目的とした実証実験を実施した。

3.2 近接撮影に特化した機体の実証実験

3.2.1 実験手法

実証実験には、障害物センサーの作動距離を5m未満に設定可能な機体「Skydio2」（図5参照）を使用した。

機種	Skydio2（Skydio株式会社）
主な特徴	Visual SLAM機能を搭載し、衝突回避能力に特化（作動距離を細かく設定） Visual SLAM：機体周囲のカメラにより周囲の地物をマッピングする機能。
重量	775g
機体寸法	223mm×273mm×74mm
通信方法	無線
最大飛行時間	23分
カメラ	1/2.3インチCMOS、画素数4,056×3,040

図5 Skydio2 の仕様

実証実験は、揖斐川流域ナンノ谷の「ナンノ谷第2砂防えん堤」（図6参照）を対象とした。障害物センサーを0.8mに設定し、堤体に向かって前進させ、安全にホバリングするか確認した。また、堤体に近接した状態で写真を撮影し、汎用機の写真との解像度の違いを比較した。



図6 対象施設位置図

3.2.2 実験結果

Skydio2 による近接撮影は、目視点検と同じ距離での撮影が可能で、汎用機では点検が困難な部位を目視点検と同等の精度で点検が可能なが確認できた（図7参照）。



図7 撮影写真の比較

そのため、人力点検と併用せず、UAV のみで効率的な定期点検が可能となる。また、水通し直下などの部位にある変状も、安全に詳細な点検を実施することが可能となる。

なお、施設に近接すると撮影範囲が狭くなるため、撮影の効率性は低下する。また、安全面から近接撮影の自律飛行は難しい。よって、近接撮影が必要な箇所に対して、スポット的に適用することが効果的となる。

4. 望遠撮影に特化した機体の活用

4.1 汎用機における課題

臨時点検では、土砂移動に伴うアクセス路の途絶により施設に到達できない場合がある。遠望撮影では施設との距離が遠いため、汎用機の写真では解像度が不足し、細部が確認できない。そこで、望遠撮影に特化した機体で臨時点検の効率化を目的とした実証実験を実施した。

4.2 望遠撮影に特化した機体の実証実験

4.2.1 実験手法

実証実験には、光学ズーム20倍撮影が可能な機体「Matrice 300 RTK」（図8参照）を使用した。

機種	Matrice 300 RTK（DJI株式会社）
主な特徴	交換式の一眼カメラやレーザースキャナなど、様々なセンサーを搭載可能。
重量	6.3kg（バッテリー含まず） 2.7kg
最大積載可能重量	810×670×430mm
機体寸法	無線
通信方法	55分
最大飛行時間	DJI社の「H20」を使用 1/1.7インチCMOS、画素数5,184×3,888、 焦点距離31.7～556.2mm（35mm換算 約20倍）
カメラ	

図8 Matrice 300 RTK の仕様

実証実験は、揖斐川流域ナンノ谷の「ナンノ谷第2砂防えん堤」下流左岸に操縦地点を設定し、350m、600m上流の「ナンノ谷砂防ダム3号」、「ナンノ谷第1砂防えん堤」（図6参照）を望遠20倍により撮影し、汎用機の写真との解像度の違いを比較した。

4.2.2 実験結果

Matrice 300 RTKによる望遠撮影画像では、数百m先の施設に大きな変状がないこと、堆砂状況に変化がないことを確認するための十分な解像度であることが確認できた（図9参照）。



図9 撮影写真の比較

そのため、アクセス路寸断により施設近傍まで近づけない場合においても、施設概査を安全に実施することが可能となる。また、施設点検だけでなく溪流点検にも適用できるため、臨時点検の効率化が可能となる。

なお、機体が大型のため、臨時点検に毎回持ち込むことは難しく、豪雨や地震の規模が大きい場合のみ現地へ携行するなど、運用面での工夫が必要である。

4. おわりに

本発表では、汎用機のパフォーマンスで点検が困難な事象において、機能特化した機体を活用することで点検が可能であり、施設点検の効率化や安全性の向上が図れることを確認した。

一方、機能特化した機体には、それぞれ汎用機と比較したデメリットもあり、汎用機と機能特化した機体を組み合わせることで、施設点検のさらなる効率化と安全性の向上に寄与すると考えられる。