

UAV を活用した砂防施設の臨時点検の高度化に関する取り組み

株式会社パスコ ○板野 友和, 本多 泰章, 鈴木 崇, 山崎 溪, 平田 育士, 笹栗 裕己, 吉田 巧, 堺 浩一, 加山 斉
国土交通省 関東地方整備局 富士川砂防事務所 野坂 隆幸, 飯島 啓明

1. はじめに

一人で持ち運ぶことが可能な比較的小型の UAV (無人航空機) は, 約 10 年前の登場以降, 高機能化や低価格化が進み, DJI 社の Phantom や MAVIC シリーズに代表される量産型の汎用機 (以下, 汎用機) でも, 数百 m の通信可能距離, 30 分程度の飛行が可能となり, ウェイポイントによる自律飛行機能や衝突回避機能などが充実している。

砂防事業においては, 施設の維持・管理の効率化や, 出水直後の点検における点検員の安全確保を目的として, 溪流・砂防施設点検への UAV の活用 (UAV 点検) が進み, 従来の踏査で行う点検 (人力点検) と比較して, 効率性, 安全性, 撮影した画像の分かりやすさなどが期待されている。

富士川砂防事務所では, このような背景を踏まえ, UAV の自律飛行を活用した豪雨・地震後に実施する施設の臨時点検手法が検討・整理され, 令和 4 年度に早川流域春木川で手法の検証, 釜無流域大武川で臨時点検の試行が行われた。

本発表では, 大武川における試行結果, および試行から明らかとなった課題とその対策方法の一例について示す。

2. 砂防施設の臨時点検の試行

大武川は山梨県北杜市に位置し, 甲斐駒ヶ岳を源頭部とする釜無川右支川である。大武川には, 本川の約 12km の区間に 70 基以上, 支川を含めると約 20km の区間に 100 基以上の砂防施設が整備されている (図 1 参照)。これら全施設の臨時点検を, UAV の自律飛行を活用して表 1 に示す手法で試行した結果, 徒歩移動となる支川を含めて約 1 日半で全ての現地作業を終えることができた。

撮影された写真は, 各施設および上下流の状況がそれぞれ 1 枚の写真に記録されており, これまで踏査により撮影されていた写真と比較すると, 第三者が確認しても非常に分かりやすい写真である (図 2 参照)。



図 1 大武川の砂防施設位置図

表 1 臨時点検の試行方法

使用した機体	Air2S (DJI 社)
撮影対象	堰堤: 正面, 上流・下流, 床固: 上流・下流
飛行の方法	ウェイポイントによる自律飛行撮影
実施体制	2 班 (操縦者, 補助者, 監視員)



図 2 踏査撮影と UAV 撮影の比較 (大武川第 15 床固の例)

3. UAV 点検における課題と点検の高度化に関する検討

3.1 通信方式における課題と対策

汎用機の多くが機体と送信機との通信方式に無線方式を採用しており, 高機能機では LTE 方式を採用する機体が増えつつある。両者の違いは表 2 のとおりである。

表 2 無線方式と LTE 方式の違い

方式	メリット	デメリット
無線	・全ての施設に適用可 ・回線の安定度が高い	・通信は最長で 1km 程度 ・遮蔽物がある場合は届かない
LTE	・サービスエリア内では通信距離に依存しない	・電波強度が場所により不安定 ・サービスエリア外では不可

臨時点検では, 操縦地点間の移動や各地点に到着してからの準備時間が総点検時間に大きく影響する。無線方式による自律飛行では, 通信可能距離の制約から対象区間を数百 m 区間に区切る必要があり, 操縦地点数が多くなることが課題となった, そこで, 操縦地点と機体との距離に制約されない LTE 方式の自律飛行により臨時点検を実施し, 無線方式と比較した。

図 3 は, 無線方式の「Air2S (DJI 社)」と, LTE 方式に対応した「SPIDER-NE (ルーチェサーチ社)」を使用して臨時点検用撮影を実施した場合の飛行区間を示している。

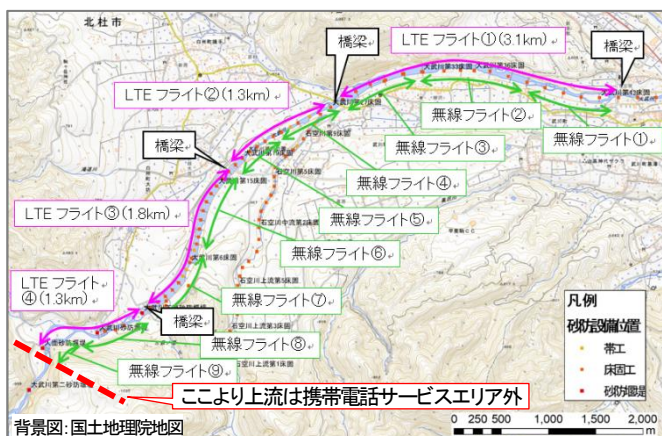


図 3 無線方式と LTE 方式の撮影区間の比較

対象区間を, 無線方式では 9 区間に分割する必要があるのに対し, LTE は半分以下の 4 区間での飛行が可能であり, LTE の方が効率的な点検が可能であることを示してい

る。一方で、図3の上流域、および支川の大部分は、携帯電話サービスエリア外のためLTE方式での飛行ができないことを確認した。また、図中に示す4箇所の橋梁位置で飛行区間を区切る必要が生じた。これは、通信条件からは連続した飛行が可能であるが、橋梁の交通量が多く、目視外飛行時の橋梁上空の横過は、安全面のリスクがあると判断したためである。

以上より、LTE方式は無線方式に対して、飛行距離を伸ばしやすく、効率的な点検が可能となる手法であると言える。一方で、適用は携帯電話サービスエリア内の安全を確保可能な区間に限定されるため、多くの砂防流域において、LTE方式が無線方式より効率的となる範囲は限定的であり、現時点では無線方式の方が適用範囲は広いと言える。

3.2 施設に接近できない場合の対策

点検の試行において、大武川本川最上流の大武川第五砂防堰堤（令和元年に土石流を捕捉して被災）の手前約200m地点で、徒歩アクセス路が崩落により途絶していることを確認した。道中上空は高木が繁茂してUAVの離着陸が困難であり、崩落箇所下流側での操縦地点は、堰堤より下流約500mの地点となる。操縦地点は携帯電話サービスエリア外のため、機体は無線方式の「Air2S」を使用した。地形的な制約から、施設から約300m地点上空からの撮影とした。撮影写真は、機体と施設との距離が遠いため、施設の詳細な状況までは確認できないことが課題となった。

そこで、高倍率光学ズームカメラを搭載した機体「Matrice300RTK+光学20倍ズームカメラH20（DJI社）」による撮影を行った。両機体の撮影写真の比較を図4に示す。

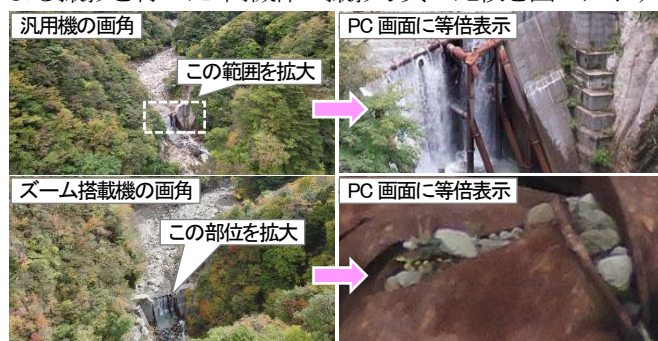


図4 汎用機と光学高倍率ズームカメラ撮影との比較

汎用機では鋼材の細かい状態までは確認できないが、ズームカメラではフランジの破損部に詰まった小石まで、詳細な確認が可能である。なお、この時のカメラ性能から算出される解像度は約3mm/pixel程度となっている。

3.3 出水直後の撮影における課題と対策

臨時点検は豪雨後の早い段階で実施することが望まれるが、その後少雨が続くことも多く、UAVを活用した点検において防水機能の無い機体を使用する際は、雨あがり待ちが即時性への課題となる。そこで、防水機能を有した全天候型機体「Matrice300RTK」を使用し、降雨中の施設撮影が可能であるかを試行した。なお、検討では当初、雨天中の施設撮影を予定したが、予定日に降雨が無かったため、

人工的な降雨環境を整備しての撮影とした。実施状況を図5、図6に示す。



図5 高圧洗浄機を用いた人工降雨の実施状況



図6 降雨中のカメラ映像

機体には2基のカメラが搭載されている。撮影用カメラ画像是比較的降雨の影響が少なく、施設の状況把握に十分な画質である。一方、FPVカメラ画像是、レンズに付いた雨粒が大きく写り込み、前方の状況があまり把握できないことを確認した。今回の試行では、時間雨量換算で17mm/h（事前のパケツ計測による）の降雨で実施しており、かなり強い雨でも撮影が可能であることを示している。一方、FPVカメラ画像の視界は不鮮明で、操縦者から遠く離れた飛行には安全面の課題がある。災害が既に発生している場合など緊急的な場合には非常に有効な手法となりうるが、降雨時を前提とした運用を行うには、操縦者近傍での撮影に限定するなど安全面へ配慮する必要がある。

4. おわりに

本発表では、導入しやすい汎用型のUAVを活用することで、施設臨時点検の効率化が図れることを確認した。また、汎用機のパフォーマンスでは課題がある状況下においても、機能特化した機体を活用することで、課題の解消・軽減が可能であることを確認した。

一方、高機能機は、機体が大きく重い機種が多いため、徒歩での現地持ち込みが困難な場合がある。また、複数の流域など広域を対象とした点検を実施する場合は、複数機の運用が必要となり、汎用機と比較して高額となる高機能機はコスト面で汎用機に劣る部分もある。よって、汎用機を軸に、機能特化した機体を効果的に活用することがより効果的な施設点検に寄与すると考えられる。

本発表では、UAVの活用を前提とした臨時点検手法について整理しているが、植生により上空からは施設が視認できない場合など、そもそもUAVが適さない場所や、人家が近接するなど安全面でのリスクがある箇所も多い。よって、現地の状況に応じて、汎用機・高機能機の使い分けの他、従来手法である人力点検との使い分け・組み合わせも重要となる。