

山間部で DX 推進！

～砂防施設点検における長時間ドローン等の活用～

安田 真翔¹

¹国土交通省中部地方整備局 越美山系砂防事務所 工務課技官

近年、砂防施設点検において、ドローンの活用検討が進むものの、安価で一般的に流通しているドローン(以下「汎用機」という)は滞空時間が短く、十分な情報収集ができない場合がある。また、衝突回避センサー等により、目的物への接近・撮影が困難な場合がある。更に、汎用機に搭載されるカメラでは、遠くから施設の状況を確認できない場合もある。よって、点検が困難な事象に対応できる機能特化した機体「長時間飛行が可能な機体、近接撮影が可能な機体、望遠レンズを搭載した機体」を用いた砂防施設点検の実証実験を行い、今後の効率的な点検に資することを目的とする。

キーワード 作業効率化, ドローン, 安全性向上, 実証実験, 砂防施設点検

働き方を変革し、安全・安心で豊かな生活を実現すべくインフラ分野のDXを推進している。

1. はじめに

中部地方整備局越美山系砂防事務所の直轄砂防事業は、岐阜県本巣市の山間部および揖斐川町のほぼ全域で行っている(図-1)。事業区域には、標高約1,600mの能郷白山や1,300m級の冠山などの山地が連なる越美山地がある。ここでは、雨や雪が多く年間降水量は、3,000mmを超える年があり、地質は脆弱で土砂流出が多いことで知られている。

事業区域には約200基の砂防施設があり、機能・性能を的確に把握するため、定期点検を実施している。

定期点検は、施設の変状(漏水・湧水・洗掘・亀裂・破損等)および堆砂などの施設に直接影響を与える周辺状況の確認を行っている。

出水や地震後等には、施設の損傷や周辺状況の変化を確認する臨時点検を行っている。

砂防施設は、急峻な山地部に整備されているため、定期点検は徒歩により、4班×2人体制で約2ヶ月もの期間をかけて実施している。点検時には、危険生物(熊、蛇、蜂等)への準備・措置や斜面にロープを張る等のルート確保が必要となる。

このように点検は、徒歩移動に多大な時間を要することや、点検員の高齢化や担い手不足等が課題となっている。

また、危険生物や高所の移動、土石流発生後等の臨時点検時の二次災害のリスクなどがある。

国土交通省では、インフラ分野において蓄積データとICT技術を活用して社会資本や公共サービスを変革するとともに建設業や国土交通省の文化・風土や



図-1 事業区域位置図

2. 砂防施設点検におけるドローンの活用

現在、砂防関係施設の点検と健全度評価は、「砂防関係施設点検要領(案): 令和4年3月国土交通省砂防部保全課」に基づいて行われている。

この点検要領(案)には、ドローンを活用することで、効率的・効果的な施設点検を推進するため、定期点検等の基本的な方法として、目視による方法に加え、ドローンによる方法(UAV点検)についても同等に活用していくことが示されている。(図-2)

砂防施設点検でドローンを活用することによって、移動や点検に伴う危険性(高所、危険生物、災害発生箇所)が低減され、安全性向上が期待できる。加えて、

広域災害時の短時間での被災状況調査、各種センサー（レーザ計測、赤外線等）での計測・解析等による作業効率化等が期待できる。

当事務所では、汎用機を活用し、施設点検に着手した。ドローンの活用により、点検に要する移動時間・作業時間の削減、斜面や高所（施設天端）の移動などに伴う危険性が低減した。



図－2 砂防施設の点検状況

汎用機での点検は、飛行時間が短く、複数の施設を点検することが難しい。また、衝突回避センサー等により、目的物への接近・撮影が困難な場合があり、施設の変状を目視と同等の精度で確認できない場合がある。

実証実験では、汎用機の飛行時間が15分～40分程度であるのに対し、小型発電機により常時給電することで3時間以上の飛行が可能な「長時間飛行ドローン」、施設との距離5m未満に近接し撮影が可能な「近接撮影ドローン」、数百m先の施設を望遠ズームで撮影可能な「望遠撮影ドローン」を使用し、点検を行った。（図－3）

長時間飛行ドローン	
主な特徴	国産機、ハイブリッド式（1.クスターンによるバッテリー供給給電）
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	使用するカメラの仕様等 1/2.8インチCMOS、画素数4,656×3,496
近接撮影ドローン	
主な特徴	Visual SLAM機能を搭載し、衝突回避能力に特化（作動距離を短かく設定）
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
望遠撮影ドローン	
主な特徴	交換式の一眼カメラやレーザスキャナなど、様々なセンサーを搭載可能。
重量	6.3kg（バッテリー含まず）
最大搭載可能重量	2.7kg
機体寸法	810×670×430mm
通信方法	無線
最大飛行時間	55分
カメラ	1/1.7インチCMOS、画素数5,184×3,888、焦点距離31.7～556.2 mm（35mm換算 約20倍）

図－3 使用した機体¹⁾

3. 実証実験の概要

「長時間飛行ドローンによる点検」は、これまで徒歩及び船移動により点検に丸1日を要していた、徳山白谷の砂防施設を対象とした。

表－1に示す条件を踏まえ、徳山ダム管理所から離陸し、5 km上流に整備された2基の砂防施設を目

視外飛行（レベル3相当、補助者付）により撮影・点検を行った。

「近接撮影・望遠撮影ドローンによる点検」は、汎用機では確認が難しい細かい施設の変状があり、直線的な河道に施設が連続して整備されているナンノ谷の砂防施設を対象とした。（図－4）

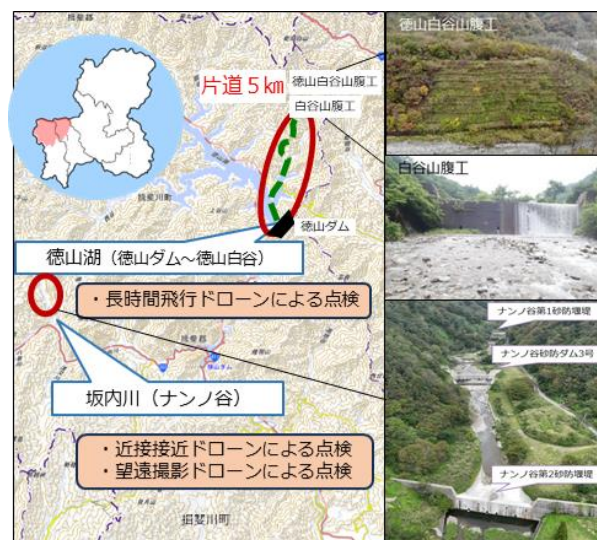
実験にあたっては、表-2に示す、関係機関の協力を得て実施した。実証実験の視察会場は徳山ダム管理所とし、各実証実験現場と視察会場、視聴応募のあったWEB会議視聴者とWEB会議システムで接続して、実験状況の配信を行った。

なお、実験を行った徳山白谷、ナンノ谷の飛行ルートはいずれの区域もモバイルデータ通信等の利用ができない環境であったため、衛星コンステレーションのインターネットを活用し、現地からリアルタイム配信を行った。（図-5）

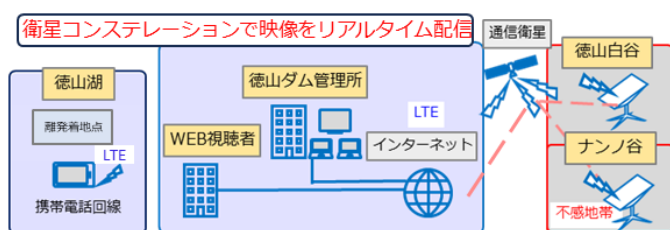
視察者は、約380名（来場者数約80名、Web 視聴者300名）であった。

表－1 飛行場所の条件（レベル3飛行、補助者付）

- 関係者以外立ち入り禁止区域にできること
「離発着：徳山ダム管理所、飛行ルート：湖上、徳山ダム、山林公有地化事業実施済の区域」
- 汎用機では飛行困難な長時間・長距離飛行の航行ができること
飛行時間：約2時間、飛行距離：往復10km
- 飛行ルート近傍に、建物、宅地、車や人の往来のある道路が無いこと
（橋梁近傍通過の際は、橋梁上空を避け、陸側のトンネル上空を飛行）
- 管理者の了承が得られたこと



図－4 砂防施設位置図(地理院地図に加筆)



図－5 衛星コンステレーションを活用した通信イメージ

表－2 開催概要（協力機関含む）

日時：2023年10月31日(火) 10:00～11:00
場所：徳山ダム管理所（岐阜県揖斐郡揖斐川町開田）
協力：岐阜県、本巣市、揖斐川町、（独）水資源機構 徳山ダム管理所、岐阜大学工学部附属インフラマネジメント技術研究センター、（一社）岐阜県建設業協会、（一社）日本建設機械施工協会中部支部（一社）、岐阜県建設コンサルタンツ協会、（一社）揖斐建設業協会、（一社）中部地域づくり協会、（一社）岐阜県測量設計業協会、砂防工事安全技術協議会他
取材機関：NHK岐阜、岐阜放送、大垣ケーブルテレビ、中日新聞
参加人数：約380人（実証実験会場 約80人 Web視聴 約300人）

4. 実証実験の結果

（1）長時間飛行ドローンによる点検

実験は、従来の人力による施設点検で、徒歩及び船移動により点検に丸1日を要していた「徳山白谷山腹工」、「白谷山腹工」（図-4, 6）を対象に、「長時間飛行ドローン」による目視外飛行（レベル3相当、補助者付）で施設を俯瞰的に確認し、点検時間を短縮することを目的に行った。

実験の結果、長時間飛行約2時間（燃料の残量より、カメラ搭載で約2.5時間の飛行が可能であったことを確認）、自律・長距離飛行（往復10km以上）、目視外飛行（レベル3相当、補助者付）による点検を行い、施設の状態を俯瞰的に確認することができた。（図-7, 8）

また、衛星コンステレーションを活用することで、モバイルデータ通信等の不感地帯における砂防施設の映像をライブ配信し、WEB 会議システム上で施設の状態を確認することができた。

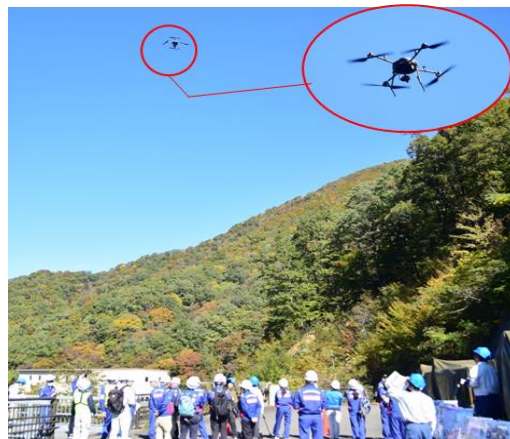
徳山白谷内の徒歩移動がなく、悪路移動や熊などによる点検員の怪我のリスク回避につながることを確認できた。



図－6 長時間飛行ドローン飛行ルート



図－7 5km離れた徳山白谷配信映像



図－8 長時間ドローン飛行状況

今回は機体を監視する補助者付の条件で飛行を行ったが、補助者無しによる目視外飛行が可能となれば、さらなる作業の効率化と点検作業の安全性の向上等が期待できる。

（2）近接撮影ドローンによる点検

砂防堰堤の摩耗、ひび割れ等の点検では、施設に近づいて確認することが必要であるが、汎用機では、障害物センサーの作動により接近することができず、それらを確認することができない。

施設との距離5m未満に近接し撮影が可能な「近接撮影ドローン」を使用し、目視点検と同等の点検を行うことを目的に実証実験を行った。

実験の結果、衝突回避センサーを5m未満に設定することで、施設に最大80cm接近し、目視点検が危険な部位に対し、目視と同等のレベルで摩耗、ひび割れを確認することができた。（図-9）

近接撮影に特化したドローンを使用することで、汎用機よりも近接し、人力点検と同等の精度で細かい変状を把握できることを確認した。施設天端などの高所を点検員が移動する必要がないため、点検員の安全が確保できることに加え、堰堤水通し直下などの人力による確認が困難な部位も、目視と同等の精度で点検できることを確認した。近接撮影は、撮影に時間を要するため、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である。

今後は汎用機と近接撮影に特化したドローンの組み合わせにより、効率性を確保しつつ、人力点検と同等の精度で、かつ安全に点検を実施することが可能となると思われる。



図－9 近接撮影ドローン飛行状況

(3) 望遠撮影ドローンによる点検

豪雨、地震直後の臨時点検では、アクセス路の寸断等により、施設近傍まで近づけない場合がある。数百m先の施設を望遠ズームで撮影可能な「望遠撮影ドローン」を使用し、俯瞰的に施設点検を行うことを目的に実験を行った。

実験は、操縦地点のナンノ谷第2砂防堰堤から、350m上流のナンノ谷砂防ダム3号、600m上流のナンノ谷第1砂防堰堤の3基を対地高度100mから、上流の施設を光学20倍ズームで撮影・点検した。

実験の結果、350m、600m先の施設状況や堆砂状況を望遠ズームで俯瞰的に確認することができた。

実験では、カメラを交換可能なドローンで望遠撮影することで、600m先の砂防施設の状況を確認することができた。(図-10) これにより、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になることを確認した。

しかし、機体が大型(810×670×430mm)であるため、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となる。今回の実証実験の結果は、施設点検の他に溪流点検(山腹崩壊、河道の土砂移動)にも適用可能であることから、汎用機と望遠に特化したドローンの組み合わせにより、施設点検および溪流点検の効率化ができると思われる。



図-10 望遠撮影ドローン撮影映像

5. インフラ分野における今後のドローンの活用

(1) 砂防施設点検での活用

越美山系砂防事務所では、ドローンによる点検で、アクセス時間・作業時間の短縮、作業の安全性向上、省人、省力化を図り、現在の定期点検期間約2ヵ月を約1週間に短縮することを目的としている。(図-11)

ドローンによる施設点検においては、航空法等の関係法令を遵守してドローンを飛行させる必要がある。現状の航空法に基づくレベル3飛行にあたっては、機体を監視する補助員を付けて実施する必要がある。約200基の砂防施設点検を行うには、補助員付きなどの制約条件のもとでは、点検数を増やすことは困難であり、航空法等の制約条件の緩和が必要となる。

2023年12月26日に航空局でレベル3.5飛行が新た

に定められた。デジタル技術(機上カメラ)を活用することで、補助者・看板の配置といった従来の立入管理措置を撤廃され、容易にレベル3飛行を行うことが可能となった。(図-12)

今後の技術開発により、LTEや衛星コンステレーション等でドローンをコントロールできれば、目視外飛行による点検が実現可能になると思われる。

また、目標の達成には、機体が人に代わる点検機能を備えていることが必要である。砂防施設点検に適したドローンとして備える機能等は、表-3のような機能が考えられる。

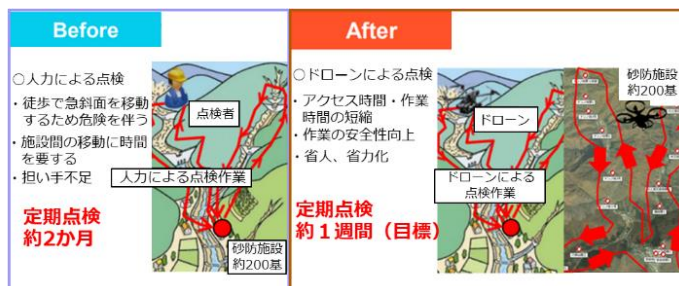


図-11 将来の施設点検イメージ

事業者の要望	改革の内容
従来のレベル3飛行の立入管理措置(補助者、看板、道路横断前の一時停止等)を緩和してほしい。 (従来のレベル3) ○補助者・看板等の配置 ○一時停止	レベル3.5の新設 により、従来の立入管理措置を撤廃 ・操縦ライセンスの保有 ・保険への加入 ・機上カメラによる歩行者等の有無の確認 ○補助者・看板等不要 ○一時停止不要

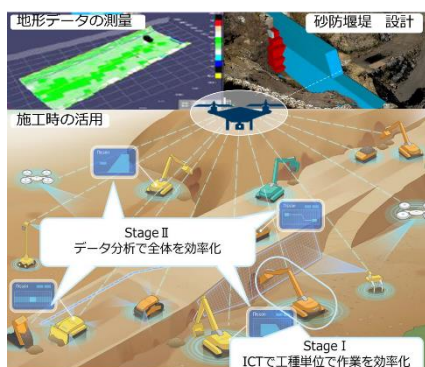
図-12 レベル3.5飛行の改革内容²⁾

表-3 施設点検に必要な機体性能

- 長時間飛行、施設近接、ズーム機能など人が点検する全項目が把握できる機体・センサー等を備えていること
- 機体コントロールが、LTEや衛星コンステレーション等で可能なこと
- 精度の高いGNSSを取得できること
- 気象条件に左右されないこと
- データ漏洩をしない、通信・推進・電源を自動制御システムコントロールできること
- ガソリン等を使用する機体は、不測の事態に燃料が流出しないこと

(2) 今後の砂防事業での活用

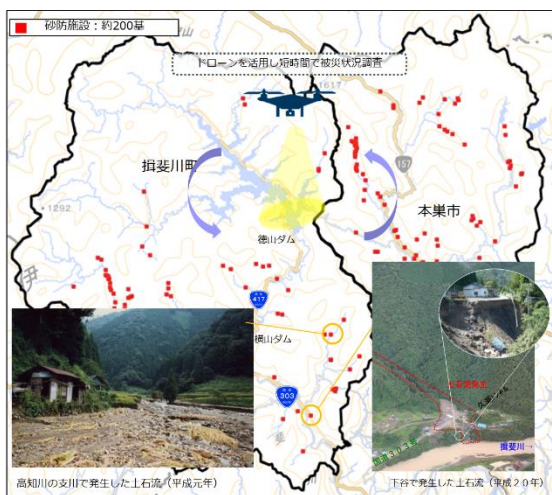
ドローンにより3次元点群データ取得し、施設設計を行うことで、測量・設計・施工・維持管理の各段階で作業効率化、生産性向上を図ることが可能となる。また、地形データを上空から常時取得することで、施工管理・工程管理を遠隔で実施できればGXにも寄与すると考えられる。(図-13)



図－１３ 砂防工事等における活用案

(３) 災害時の活用

ドローンの活用により、短期間で被災状況調査や臨時点検が可能となれば、被災地域の早期の復旧・復興が可能となる。また、被災状況のリアルタイム配信による、即時の情報共有を行うことができれば迅速に被災自治体の支援が可能となると思われる。(図－14)



図－１４ 災害時における活用案

6. おわりに

今回の長時間飛行ドローン等を活用した砂防施設点検の実証実験により、砂防施設点検の作業効率化、

省人、省力化を図ることができることを確認した。

しかし、管内約200基の砂防施設点検を行うには、5. (1) で述べた、機体性能の向上や航空法等の制約条件の緩和が必要である。

機体性能の向上については、各異業種分野の企業が交流してイノベーションを促進する必要がある。越美山系砂防事務所では、施設点検や砂防工事等の生産性向上に向け、ドローンサービス企業や通信インフラ企業、ICT建機メーカーの関係者と意見交換を行っている。(図－15)

インフラ分野のDX推進のため、今後もドローンの活用やその他各分野の新技术・新工法等をいち早く取り入れながら、建設生産・管理システムの効率化・高度化を図って参りたい。

謝辞：この度の実証実験が実施できたのは、ひとえにご協力いただいた皆様のおかげです。感謝を申し上げるとともに、今後も意見交換等を重ねながら皆様とともにインフラ分野のDXを推進して参りますので、ご協力賜りますようお願い申し上げます



図－１５ ドローンサービス企業等との意見交換会

参考文献

- 1)株式会社 アミューズワンセルフ:GLOW. H
Skydio合同会社:Skydio 2
DJI JAPAN株式会社:MATRICE 300 RTK
- 2)国土交通省 航空局 無人航空機安全課: カテゴリーⅡ飛行(レベル3. 5飛行)の許可・承認申請について