

定期点検・臨時点検のDX化推進を目的とした砂防施設点検要領の更新

国土交通省 中部地方整備局 天竜川上流河川事務所 吉田 桂治・岡本 明・福山 喜英※1・室井 亮人
日本工営株式会社 ○西 陽太郎・村上 秀香
技建開発株式会社 武井 傑・松下直樹・多田井 健人
※1：現 中部地方整備局 河川部 河川工事課

1. はじめに

砂防施設は狭隘な山間部や急峻な溪流に点在し、アクセスや立地条件より点検作業に危険を伴うと共に施設間の移動に時間を要する箇所が多く存在する。インフラ分野のDXアクションプラン¹⁾や砂防関係施設点検要領(案)²⁾においてUAVの活用により点検作業の安全性や効率性の向上が示され、天竜川上流河川事務所において令和4年度よりUAVを活用した施設点検手法の検討³⁾が進められてきた。令和6年度において、過年度までの検討結果等を取りまとめ、天竜川上流河川事務所の管内砂防設備等点検実施要領(案)(以後、点検実施要領)を更新した。

本稿では、更新した点検実施要領において、定期点検・臨時点検においてDX化を推進し、効率化・高度化を図った内容の一部を報告する。

2. 定期点検の効率化・高度化

2.1 定期点検の効率化

溪流保全工等連続した施設の場合、UAVにより一連で複数基の点検を実施することで、点検時間を短縮可能とする効率化が期待されたため、検証実験を行った。

対象施設は小渋川の大河原床固工群(約2.0km)とした。飛行方法は自律飛行とし、飛行ルートは事前に離発着場所、補助者の配置場所、障害物等を現地で確認した上で、橋梁箇所等で分割し4ルート作成した。飛行高度は、安全に飛行させるため撮影対象物近傍ではなく十分な離隔を確保することを前提とし、対象とする溪流保全工の幅や植生等の障害物との離隔を考慮し対地高度100~149m程度とした。

飛行ルートは、LP測量結果のオリジナル点群データとオルソ画像より作成した3次元空間において飛行シミュレーションを行い作成した。また3次元空間上でカメラのジンバル角度や倍率等を含むウェイポイントを作成した(図1)。これらの作業はDJI社のFlightHub2を使用した。3次元空間の飛行シミュレーションは室内で実施し、ウェイポイントの設定数により変動するが1箇所当り0.5時間程度であり、室内で複数施設の飛行計画を立案可能である。

検証実験で使用したUAV・カメラはDJI社製のMATRICE350RTK、ZENMUSE H20Tを使用した。

UAVによる点検と従前の徒歩点検の点検時間を比較した結果を図2に示す。図2より砂防堰堤においては徒歩点検に比べUAV点検の点検時間は短縮されて効率化が図れていると言えるが、大幅な短縮にはなっていない。一方、大河原床固工群のような連続した施設では約5時間の点検時間の短縮が得られ、大幅な作業効率の向上が確認できた。なお、山腹工においては従前の徒歩点検は、近接目視

ではなく遠望からの目視の点検手法であったため、UAV点検の方が点検時間は長くなる結果となった。

連続した施設の点検においてUAVを活用することにより大幅な作業効率の向上が想定されることから、管内385基の砂防施設に対し、1フライトで点検可能な施設をまとめるグルーピングを実施した(表1)。グルーピングは①徒歩点検では移動時間や点検時間を要する施設、②目視内飛行で実施可能な範囲(離発着地点より上下流500m程度)、③高度150m以下の空域で実施可能な範囲等を条件に実施した。グルーピングが可能な施設群は55カ所あり、グルーピング後の総施設数は当初より約3割(255/385)少なくなる結果(表1)となった。グルーピングした施設群でUAVを活用することで、点検時間の大幅な短縮が期待される。

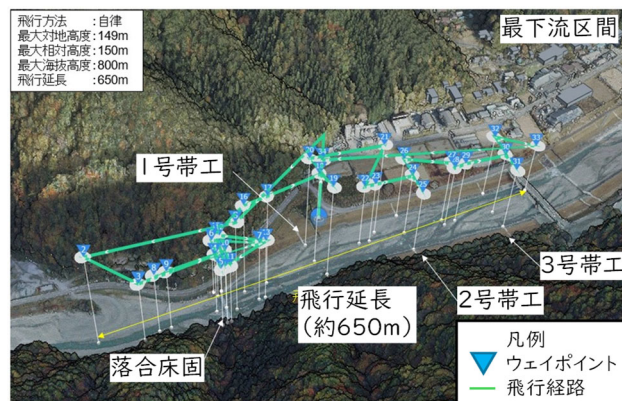
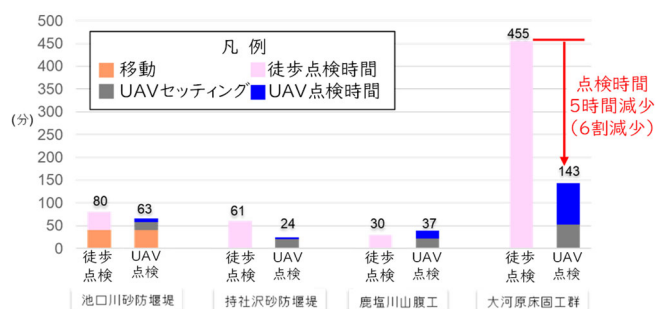


図1 飛行シミュレーションによる飛行ルートの検証

図2 砂防堰堤、山腹工、溪流保全工の点検時間の対比
表1 1フライトで点検可能な施設グループの整理

流域名	総施設数	グルーピング後の総施設数	グルーピング数
三峰川	89	81	7
竜西	173	85	29
小渋川	90	65	15
遠山川	33	24	4
合計	385	255	55

2. 2 定期点検の高度化

(1) 画像計測を用いた天端摩耗の変状規模計測

UAV レーザ測量等を活用し、砂防堰堤を3次元化し摩耗深さなどの定量的な計測が実施されている⁴⁾。レーザ測量機器を搭載するには大型の UAV が必要であり、一般的な UAV の利用を想定し、UAV の撮影画像と画像解析ソフトにより天端の摩耗深さの定量的な計測方法を検討した。

UAV 撮影画像は斜め写真が多いことから、画像解析ソフトであおり補正等を行い施設全体の画像を作成した後、台帳図面と対比し摩耗深さを定量的に計測した(図3)。画像より計測した結果、摩耗深0.64mとなり、現地でも同程度の摩耗が確認されたことから、UAV 写真より摩耗深の定量的計測は可能と考える。

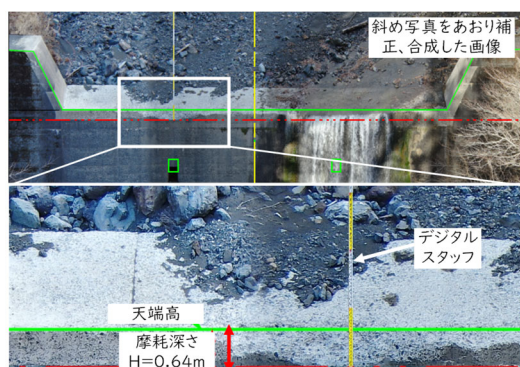


図3 UAV 斜め写真の補正後の天端摩耗の計測

(2) UAV 点検結果の分かりやすいとりまとめ方

徒歩点検や UAV 点検では定点撮影が基本であり、周辺斜面を含む空間的な情報共有が難しい。そこで、変状発生箇所等の位置関係やスケール感を伝えやすい手法として、パノラマ写真からバーチャルツアーデータを作成した。

バーチャルツアーデータは施設周辺を360°確認可能で、撮影した定点写真を同一画面で確認、各変状の位置関係の確認も容易である。また過去の点検調査や動画等もデータ内に入れ込むことが可能であり、このデータのみで施設状況を一括して把握可能と考える。バーチャルツアーデータは、大型の砂防施設、変状が多い施設、周辺で斜面崩壊等が発生している施設等において受発注者で情報共有が容易になると考える。またデータ作成は、取り込むデータ内容の多寡によるが1~3日程度で作成が可能である。



図4 UAV 点検結果の分かりやすいとりまとめ方
(バーチャルツアーデータ)

3. 臨時点検の効率化

天竜川上流河川事務所では、大雨や地震発生時において臨時点検が位置付けられている。近年、中部地方整備局管内で大規模な地震が発生していないことから、震度5以上の地震発生後の砂防施設点検を実施している他地方整備局の4つの直轄砂防事務所、北陸地方整備局にアンケート調査を実施し、地震時の臨時点検の留意点や効率化に資する情報を収集した。

アンケート調査の質問は10項目とし、紙面の都合上その一部の結果について記載する。地震後の施設点検で把握した変状はなかったが、定期点検において亀裂(c評価)が確認されている、臨時点検の移動時間は概ね通常と同様であるが余震等の影響でやや長くなる傾向(1.1倍~1.5倍)がある、臨時点検の効率化を図る方法としては UAV による点検や CCTV カメラを活用した点検が挙げられた。

アンケート結果より、臨時点検の効率化としては UAV による点検や CCTV カメラを活用した点検が挙げられた。CCTV カメラは天竜川上流河川事務所の砂防領域に53基ある。CCTV カメラの画像を確認した結果、砂防施設が視認可能なものが多くあり、緊急点検で確認する施設の転倒、損壊等緊急性を把握する情報の取得は可能であると考えられた。但し、CCTV カメラと砂防施設の間の樹木等を除去した場合視認性が向上する施設が存在することから、点検実施要領に「植生を伐採し常時施設の確認が出来る状態にすること」を追記した。緊急点検においては、平常時の CCTV カメラ画像との対比を行い緊急性の判断を行うこととし、現地確認を減少させることで、緊急点検の効率化を図ると共に、既存インフラを有効的に活用することとした。

4. おわりに

本稿では、点検実施要領の定期点検・臨時点検において、DX化を推進し、効率化や高度化を図った事例を報告した。更新した点検実施要領を踏まえて、今後砂防施設点検が運用されることを期待する。また、運用時の問題や課題を分析すると共に、AIによる変状抽出や砂防インフラデータベース等最新の技術動向を踏まえて、安全性及び効率性を図り生産性を向上させるべく点検実施要領を定期的に見直すことが望まれる。

参考文献

- 1) インフラ分野のDXアクションプラン、国土交通省、2022年3月
- 2) 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
- 3) 佐藤ら、天竜川水系における UAV 自律飛行による砂防施設点検手法の実証試験、令和5年度砂防学会研究発表会概要集、p.1-2、2023
- 4) 本間ら、UAV や CIM 技術を活用した新設砂防堰堤の維持管理に関する一考察、令和5年度砂防学会研究発表会概要集、p.11-12、2023