

関東地方整備局長 優良業務・優良技術者表彰 R4利根砂防管内自律飛行型UAVによる点検計画検討業務 UAV自律飛行技術を活用した砂防施設の効率的な点検計画立案方法の検討

～緊急時における砂防施設臨時点検へのUAVの活用～

キーワード UAV, 自律飛行, 砂防施設臨時点検, AI

国土保全技術部 高橋 秀明・若松 海
 中部国土保全コンサルタント技術部 梶原 あずさ

はじめに

利根川水系砂防事務所では、豪雨や地震後に砂防施設（以下、施設）の機能・性能に影響する施設およびその周辺の異常を確認するため、臨時点検を実施しています。一方、管内は流域面積 1,869km² と広域であり、アクセスの悪い山間部に約 300 基の様々な種類・規模の施設が点在しているため、臨時点検では多大の時間・労力を要します。さらに、発災直後の狭隘な山間地内での作業は危険が伴うため

点検者の安全確保が課題となります。このため、従来の目視点検（以下、従来点検）よりも俯瞰的に広範囲を効率良く安全に自動点検することが可能な無人航空機（以下、UAV）の活用が期待されています。本稿では、自律飛行を基本とした UAV 臨時点検計画を立案することを目的として実施した試行点検の内容とその成果について報告します。

UAV 自律飛行点検における課題

UAV 自律飛行を用いた臨時点検を計画するうえでの課題は以下のとおり挙げられます。

- ① 臨時点検は発災後に業務委託中の点検業者が実施するため、いつでも点検項目を漏れなく実施し、品質や精度が均一となる飛行計画とすることがあります。

- ② 自律飛行を用いた撮影（外業）～とりまとめ・評価（内業）の一連作業を円滑に実施する必要があります。
- ③ UAV 自律飛行は航空法による事前手続き等の準備も複雑となるため、実務担当者は緊急時の中においても適時の適切な判断が求められます。

自律飛行による UAV 点検方法の検討

UAV 自律飛行技術を用いた施設点検は、従来点検と同様の点検内容が実施可能であることが重要です。そこで、施設周辺の植生繁茂状況や電波障害状況、航空法などの制約条件を踏まえて、管内全体から UAV 点検の適用性が高い 188 施設を選定しました。さらに、「砂防関係施設点検要領（案）R4.3」で定められる臨時点検で実施すべき点検内容を踏まえて、UAV の飛行ルートや撮影ポイント・アングルを設定し（図 1）、自律飛行のための飛行データ（フライトログ）を作成しました。次に、フライトログを用いた自律飛行での試行点検を実施しました。使用する機体は、本計画に基づいた点検をどの業者でも対応できるようにするため、一般の流通量が多

い汎用機体である中型機（Matrice 300 RTK）と小型機（Mavic 3 Enterprise）としました。また、自律飛行による飛行精度を確認するため、GNSS^{*1} 測位状況の異なる 2 時期（9 月・11 月）で実施しました。一方、自律飛行によるフライトログの再現性は、飛行時の測位条件に大きく依存することが明らかとなりました。特に、高倍率ズームを使用した変状箇所の撮影では、2 回目飛行時においてフライトログと同一アングルでの撮影が難しい場合も見受けられました（表 1）。そのため、変状の撮影では、機体位置のズレが生じた場合でも変状が画角内に収まるように、複数パターン（図 2）を撮影することで、UAV 自律飛行技術を用いた臨時点検を確実に実施するためのフライトログの設定方法を立案しました。

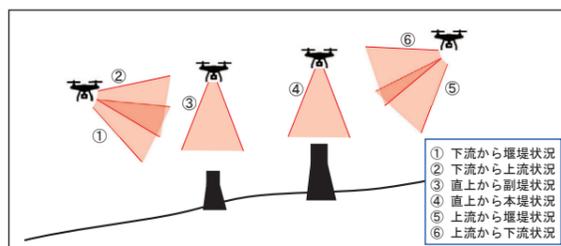


図1 堰堤工における遠景撮影のアングル例



図2 変状撮影時のズーム倍率設定例

表1 2時期の自律飛行撮影結果の比較例（変状撮影）

撮影	従来点検(R4撮影)	フライトログ	自律飛行(1回目)	自律飛行(2回目)
亀裂		9/27 10:40	9/27 10:46 ズレなく撮影できた	11/14 15:07 ほぼズレなく撮影できた
常時湧水		9/28 15:23	9/28 15:27 ほぼズレなく撮影できた	11/13 12:26 ズレはあるが変状は撮影できた

点検成果のとりまとめ手法の検討

UAV 点検は、従来点検に比べ撮影枚数が多くなる傾向があります。そこで、現地後のとりまとめ作業を迅速化・簡略化するために、点検とりまとめ票の自動作成ツールを作成しました。本ツールでは、エクセルのマクロ機能を用いて、撮影写真の Exif 情報より過去と同じ地点で撮影した写真を紐づけ・貼り付けを自動化できます。

さらに、変状確認の迅速化・効率化のために、AI 技術を用いた変状の自動抽出を試行しました（図 3）。構築した AI モデルによる検証を行った結果、全体で 70% 程度の高い確率で変状を検出できました。特に「玉石欠損」と「亀裂」は変状の見逃しも抑えられていることから、本 AI モデルは目視による変状確認の負担軽減を目的とした一時抽出作業としての活用が期待できます。

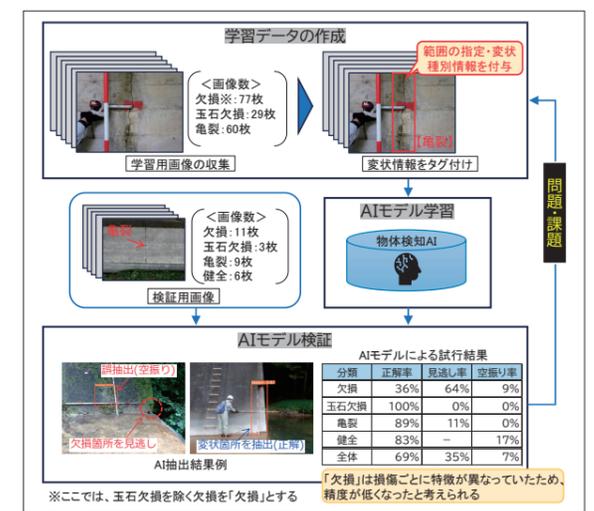


図3 AI技術を用いた変状自動抽出の検討

実務担当者向けの手順書の作成

UAV 臨時点検では、経験の浅い実務担当者（管理者・運航者）が緊急時においても UAV に関する手続きを含めた対応を迅速かつ適切に実施することが求められます。そこで、準備からとりまとめまでを円滑に行えるように、【運航者編】と【管理者編】に分けた手順書を作成しました。チェックリスト形式の作業項目を順番に進めることで、経験量を問わず臨時点検を完了できます（図 4）。

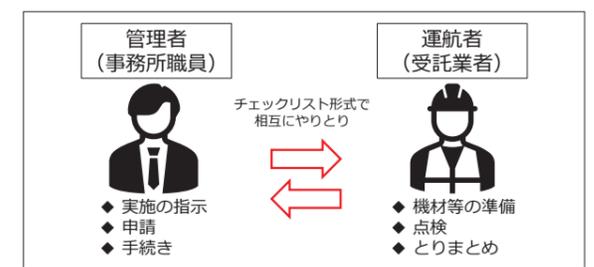


図4 手順書使用のイメージ

おわりに

本検討では、危険が伴う発災後の現場で多くの時間と労力を要する臨時点検の効率化・安全性の向上に向けて、UAV 自律飛行技術を活用した砂防施設の点検計画の立案方法を作成しました。今後、本検討結果をもとに、地域を問わず全国砂防流域へ展開できることが期待されます。

最後に、本内容は国土交通省関東地方整備局利根川水系砂防事務所から受託した「R4 利根砂防管内自律飛行型 UAV による点検計画検討業務」の検討内容を整理したものです。関係者の皆様には多大なご指導、ご協力をいただきました。ここに記して、感謝申し上げます。

*1: GNSS (Global Navigation Satellite System) : 米国の GPS、日本の準天頂衛星 (QZSS)、ロシアの GLONASS、欧州連合の Galileo 等の衛星測位システムの総称