

六甲山系における UAV レベル 3.5 飛行による砂防施設点検に関する実証試験

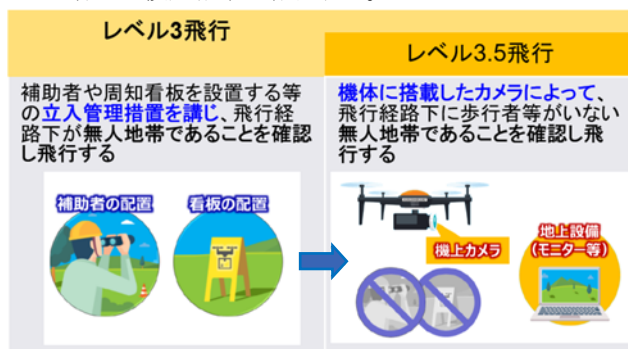
国土交通省 近畿地方整備局 六甲砂防事務所 小竹利明, 前田竜治^{*1}, 山下牧子
中電技術コンサルタント(株) ○中西まどか, 河井恵美, 荒木義則, 久家政治, 高橋源貴, 安井ゆりか

1. はじめに

六甲山地は兵庫県南東部に位置する山地で、特に市街地化が進行している南側の地域では、人家や道路に近接した場所に砂防施設等が整備されているケースが多く見られる。

六甲砂防事務所管内では、23 流域で 500 基以上の砂防堰堤が整備されており、多くの施設において徒歩による目視点検が実施されているため、点検作業効率化や安全面に課題がある。さらに、これまで検討されてきた UAV の無人地帯での目視外補助者無し飛行による点検手法¹⁾では、飛行範囲内に第三者の立入りが想定される道路(登山道を含む)があり、立入管理措置(補助者や看板の配置等)を講じる必要があった。一方、令和5年12月に立入管理措置の緩和を目的としたレベル 3.5 飛行が新設されたことで、「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」を条件に、道路や鉄道横断を伴う飛行が容易となった(図-1)。

上記課題や新制度の設立を踏まえ、UAV による施設点検を行う際に道路横断が必要となる流域を選定した。本稿では、レベル 3.5 飛行による砂防施設点検の実証試験の実施結果および有用性検証結果を報告する。

図-1 レベル 3.5 飛行の概要²⁾

2. レベル 3.5 飛行による飛行計画の立案

実証試験の対象流域は、管内流域の内、UAV による施設点検を行う際に目視外飛行が想定され、道路横断が必要となる流域として千森川を選定した。当該流域は、流域内に高速道路や一般道が横断しており、周辺には人口集中地区(DID)が存在する。

レベル 3.5 飛行の飛行計画立案に当たっては、あくまで無人地帯での自律飛行を計画することとなるため、交通量の多い高速道路および人口集中地区(DID)上空を飛行させないように、適切に立入管理区画を設定し、一般道上空を横断する飛行計画を立案することとした(図-2)。

レベル 3.5 飛行を実施するためには、離着陸地点のプロポと上空の機体との間に安定した通信状態を確保する必要がある。机上での飛行計画検討においては、3D 管内図を用いて見通し確保が可能となるか確認を行った。当該飛行経路においては、離着陸地点からの見通しが確保できることから、通信確保が可能であり、飛行計画に問題ないことを確認した(図-3)。

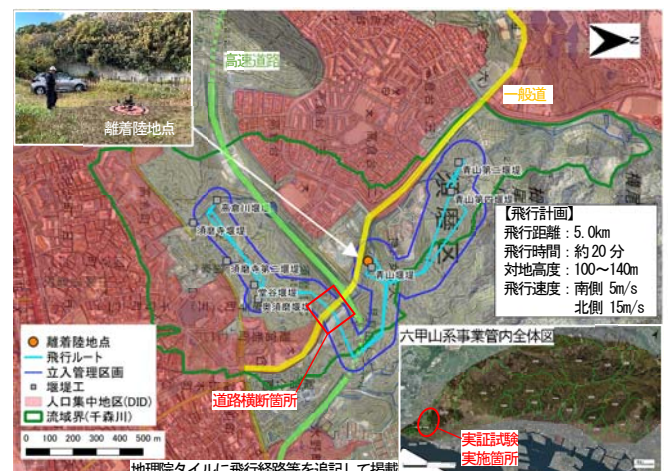


図-2 千森川における飛行計画平面図



図-3 机上での見通し確認状況

3. レベル 3.5 飛行による砂防施設点検の基本方針

UAV のレベル 3.5 飛行による砂防施設点検は、「動画撮影」「定点撮影」「インターバル撮影」「LP 計測」の点検方法の中から実施場所の特性を踏まえて選択することとした。対象流域の千森川では、上記における全ての点検方法を実施し、初期データを取得することとした。

なお、UAV のレベル 3.5 飛行による点検は、取得したデータについて、前回点検時からの変化を把握することを目的として実施する方針とした。

^{*1} 現所属：国土交通省 近畿地方整備局 国営明石海峡公園事務所

4. 実証試験結果

机上で設定した飛行計画をもとにレベル 3.5 飛行の飛行許可・承認申請を行い、航空局からの承認を得た上で、現地にて飛行ルートを作成し、実証試験を実施した。道路を横断する際は、看板や補助者等を設置しない代わりにモニターで機上カメラ映像を確認し、第三者がいないことを確認した上で道路横断を行った(図-4)。ここで言う“第三者”とは、歩行者、バイク、自転車等の頭上を覆われていない人を指す。

各点検方法における実証試験結果概要を以下に示す。



図-4 道路横断時の機上カメラ映像確認状況

(1) 動画撮影

撮影した動画データは、リアルタイムでプロポと接続したモニターにより確認することが可能である。動画撮影により、溪流および施設状況の概略把握を行うことができた。

(2) 定点撮影

下流面(斜め60°)、真俯瞰(真下90°)、(上流面斜め60°)に画角を設定し、繰り返し同一位置・角度で撮影できることを確認した(図-5)。



図-5 定点撮影写真(下流面の撮影状況)

(3) インターバル撮影

SfM解析によりオルソ画像を作成し、施設の堆砂状況等の変化の有無の把握が可能であることを確認した(図-6)。



図-6 インターバル撮影結果

(4) LP計測

LP計測により取得したカラー点群データから、施設周辺状況および堆砂状況の変化の有無の把握が可能であることを確認した(図-7)。

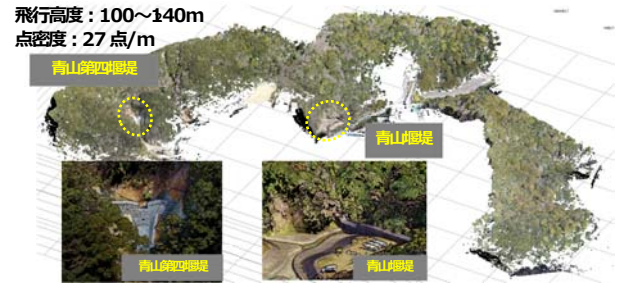


図-7 LP計測結果

5. レベル3.5飛行の有用性について

千森川は、人家や道路が近接しており、離着陸に適した場所がほとんど無く、現地踏査の結果、離着陸候補地は青山堰堤のみであった。そのため、実証試験を実施する前段階の事前調査時には、レベル 3.5 飛行の許可・承認を受けておらず、須磨地区に整備されている砂防堰堤 5 基の点検を実施することができなかったが、許可・承認を受けて飛行することにより、千森川全域の砂防堰堤 8 基の点検を 1 施設当たり約 3.0 分で実施することが可能となった(表-1)。

このことから、千森川において UAV のレベル 3.5 飛行による砂防施設点検を実施することで点検可能範囲の拡充および点検効率向上が可能となり、点検手法の有用性を検証することができた。

表-1 1施設当たりの点検時間

実施箇所	対象施設数	点検時間	1施設当たりの点検時間
千森川	8基	約24分	約3.0分

6. おわりに

本稿では、道路横断が必要となる流域においてもレベル 3.5 飛行により点検目的に応じた UAV 飛行を行うことで、1フライトで複数施設の状況を把握できるようになり、施設点検における効率や安全性の向上の課題が解決できることを確認した。

本実証試験における飛行計画は、点検手順書としてとりまとめしており、それらの知見を活用してレベル 3.5 飛行が適用可能な流域に順次展開していくことで、六甲砂防事務所管内における砂防施設点検の効率化が図られる。

UAV を取り巻く技術や制度は日進月歩であるため、UAV の自律飛行による砂防施設点検手法について適宜見直しを行い、より効果の高い手法を検討していく必要がある。今後も UAV に関する最新技術の動向や制度を把握し、砂防施設点検の効率化・高度化について検討していきたい。

参考文献 1) 徳山ら(2024):六甲山系におけるレベル3飛行による砂防施設点検方法の検討, 令和6年度砂防学会研究発表会概要集, p. 471-472, 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』2024