

広島西部山系におけるレベル 3.5 飛行による UAV 点検の実証とその有用性

国土交通省 中国地方整備局 広島西部山系砂防事務所 柴田俊, 柳川航輝, 天野茉莉那
中電技術コンサルタント(株) ○安井ゆりか, 河井恵美, 中西まどか, 青田凌昌, 久家政治

1. はじめに

広島西部山系直轄砂防事業管内は急峻な山地と住宅地が近接しており、地震発生時や一定規模以上の降雨後には、土砂流出状況の迅速な把握とともに、砂防施設の効率的な点検が求められる。しかし、砂防施設は狭隘な山間部や谷出口付近に位置することが多く、従来の地上点検では、点検作業の効率性・安全性に課題がある。

近年、点検作業の効率化および安全性向上を目的として UAV の活用が進められており、令和7年4月には「砂防現場における UAV 自律飛行点検マニュアル(案)」が策定され、UAV の自律飛行を基本とした点検手法の整備が図られた。

一方、従来の UAV による目視外補助者無し飛行では、道路等に対する立入管理措置が必要であったが、令和5年12月に新設されたレベル 3.5 飛行により、一定条件下で道路横断を伴う飛行が可能となった¹⁾。

本稿では、道路横断を伴う地区を対象として実施した、レベル 3.5 飛行による砂防施設点検の実証試験結果を報告するとともに、砂防施設点検への適用性および有用性について検証する。

2. 点検対象地区の選定

実証試験の対象地区は、広島西部山系事業管内における点検対象地区の中から選定した。図-1 に点検対象地区の位置図を示す。選定にあたっては3つの観点(①UAV 自律飛行の難易度、②UAV 活用効果、③道路横断の必要性)に着目した。UAV 自律飛行の難易度については、人口集中地区(DID)の有無、送電線や主要道路等の飛行支障物との位置関係を指標とした。また、UAV 活用効果については、1 離着陸地点から確認可能な砂防施設数や流域規模を評価項目とした。

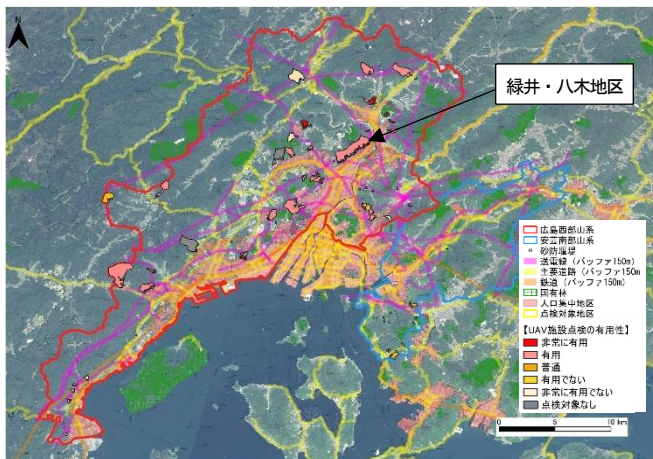


図-1 点検対象地区位置図

前述の評価結果を基に机上検討を行い、現地状況確認および試験飛行を実施した結果、砂防施設点検の実証地区として緑井・八木地区を選定した。本地区は、複数の砂防施設が連続して配置されており、点検時に道路横断を伴う飛行が必要となることから、レベル 3.5 飛行の適用効果が大きい地区である。

3. レベル 3.5 飛行による実証試験計画

実証試験では、目視外かつ補助者を配置しない自律飛行を基本条件とし、レベル 3.5 飛行の要件を満たす飛行計画を立案した。UAV は中型機 (Matrice 300 RTK) を使用し、機上カメラによる地上状況の確認を行いながら、道路横断を含む飛行ルートを設定した。離着陸地点は、出水直後においても人が安全に立ち入ることが可能な管理用道路上とし、補助者は配置しない計画とした。図-2 に緑井・八木地区における飛行計画図を示す。

点検方法は、フェーズ1として広域把握点検、フェーズ2として詳細把握点検を実施した。広域把握点検は、静止画による定点撮影点検および動画撮影による堆砂地を含めた全体把握を目的とする。詳細把握点検は、施設変状や堆砂状況(堆砂量の定量的な把握)を詳細に把握することを目的とする。表-1 に実証試験の概要を示す。



図-2 飛行計画図 (緑井・八木地区)

表-1 実証試験計画概要

広域把握点検 (フェーズ1)	詳細把握点検 (フェーズ2)
<p>◆ 定点撮影点検：静止画撮影</p> <p>電波通信状況や人家との距離、飛行時間等を踏まえた最適な撮影方法・カット数を検討</p>	<p>◆ オルソ画像による差分解析</p> <p>堆砂地周辺に植生が少ない場合は堆砂地全体のオルソ画像を作成し、既往LPデータとの2時期の差分解析により堆砂量を把握</p> <p>使用カメラ: PI</p>
<p>◆ 全体把握点検：動画撮影</p> <p>砂防施設周辺の状況や堆砂地を含めた1回のフライトで広範囲の状況把握を行う</p>	<p>◆ LP計測による差分解析</p> <p>堆砂地周辺に植生が多い場合は、LP計測によって取得した3次元点群データと既往LPデータとの2時期の差分解析により堆砂量を把握</p> <p>使用カメラ: LI</p>

4. レベル3.5 飛行による実証試験結果

現地で作成した飛行計画に基づき、レベル 3.5 飛行の許可・承認申請を行い、航空局からの承認を得た上で、緑井・八木地区において実証試験を実施した。道路上空を横断させる際には、機体を一時停止させ、機上カメラにより第三者の有無を確認した上で、飛行を再開した。図-3 に機上カメラによる第三者確認状況を示す。



図-3 機上カメラによる第三者確認状況

実証試験の結果、レベル 3.5 飛行では、道路横断を伴う飛行条件下においても、安全に砂防施設点検を実施できることが確認された。表-2 に緑井・八木地区における実証試験結果を示す。

定点撮影点検では、多くの砂防施設について、堰堤本体や上下流の状況を把握可能な画像を取得できた。人家や高圧線が近接する一部の施設では、撮影アングルに制約が生じたものの、施設全体の健全度評価に必要な情報は概ね取得可能であった。

また、詳細把握点検では、オルソ画像や点群データの取得により、堆砂状況の把握や施設形状の確認が可能であり、従来の目視内飛行や地上点検に比べて、広範囲を効率的に調査できることが確認された。

表-2 実証試験結果

	広域把握点検 (フェーズ1)	詳細把握点検 (フェーズ2)
撮影結果	◆ 静止面撮影 	◆ オルソ撮影
	◆ 動画撮影 	◆ LP 計測
		飛行高度 100~140m 点密度 422 点/㎡

5. 有用性の検証

実証試験結果を基に、点検の効率性、安全性および適用範囲の観点から有用性の検証を行った。その結果、レベル 3.5 飛行は、道路横断を伴う地区において、立入管理措置を省略できる点で作業負担の軽減に寄与することが明らかとなった。また、表-3 に示すとおり、本実証試験では定点撮影点検により、緑井・八木地区において 1 施設あたり約 1.9 分で点検を実施でき、既往の UAV 目視内飛行による点検時間の平均値 (約 5 分) と比較して、点検時間の短縮が確認された。

一方で、目視外補助者無し飛行としたことにより安全性確保の観点から撮影可能なアングルが制限される場合があり、全ての部位変状を UAV のみで把握することが困難なケースも見られた。このため、レベル 3.5 飛行による点検は、広域把握や一次的な状況確認を目的とした点検として有効であり、詳細な確認が必要な箇所については、地上点検等との併用が有効であると考えられる。

表-3 緑井・八木地区における 1 施設あたりの点検時間

実施内容	対象施設数※1	点検時間	1 施設あたりの点検時間
レベル 3.5 飛行	14 基	約 26 分	約 1.9 分
レベル 3 飛行	10 基	約 22 分	約 2.2 分
UAV 目視内飛行 (過年度業務における平均時間)	-	-	約 5 分

※1 1 フライトあたりの対象施設数とする

6. おわりに

本稿では、広島西部山系直轄砂防事業管内において、道路横断を要する地区を対象にレベル 3.5 飛行による UAV を用いた砂防施設点検の実証試験を実施し、その適用性および有用性について検証した。実証試験の結果、レベル 3.5 飛行を適用することで、従来の UAV 点検において課題となっていた道路に対する立入管理措置を伴う運用上の制約が緩和され、道路横断を含む飛行条件下においても、安全に砂防施設点検を実施できることを確認した。また、複数の砂防施設を連続的に点検可能であることから、点検時間の短縮や移動負担の軽減といった点検作業の効率性向上にも寄与することが明らかとなった。

一方で、UAV を取り巻く技術や制度は日進月歩で進展していることから、UAV の自律飛行による砂防施設点検手法については、適宜見直しを行い、より効果的な手法を検討していく必要がある。今後も UAV に関する最新技術動向を注視しつつ、砂防施設点検のさらなる効率化および高度化に向けた取り組みを継続していきたい。

参考文献 1) 中西ら：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, 令和 7 年度砂防学会研究発表会概要集, pp. 481-482, 2025