

UAV を用いたレベル 3 飛行（補助者無し目視外飛行）による砂防施設点検の事例

国土交通省四国地方整備局 四国山地砂防事務所 猪熊敬三, 松岡高志, 泉佳樹
アジア航測株式会社 ○鈴木心, 江口友章, 上杉温子, 新井瑞穂

1 はじめに

近年, UAV の活用が様々な分野で進められており, 砂防分野においても, 砂防施設の点検や災害時の被害状況把握において, その有効性が認められている. 特に, レベル 3 飛行（補助者無し目視外飛行）は, アクセスが困難な砂防施設や複数施設の同時点検, 広範囲にわたる溪流の状況把握が可能であり, 作業の効率化と安全性の向上が期待されている.

しかし, レベル 3 飛行の実施には航空局の飛行許可・承認が必要であり, その手続きには多くの手間と時間を要するため, 活用された事例は少ない. 災害時の緊急点検において航空法第 132 条の 92 の適用を受ける場合は, 航空局への手続きの一部が不要となるが, 事前調査無しでの実施となるため墜落や機体ロスト等のリスクがある.

このため本研究では, 「カテゴリー II（レベル 3 飛行）」による砂防施設点検の実証試験を行い, 実用化に向けた課題を整理した.

2 カテゴリー II（レベル 3 飛行）の概要

UAV の飛行レベルは, 「空の産業革命」の実現に向けて, 飛行形態（飛行の難易度）をレベル分けしたものである. レベル 3 飛行は, 機体を監視する補助者を配置しない目視外飛行に該当する. 一方, 航空局の許可承認に関わる飛行カテゴリーは, 飛行のリスクによって区分されたもので, 飛行レベルとは異なる. レベル 3 飛行は, 補助者有り目視外飛行と同じ「カテゴリー II」に分類されるが, 墜落のリスクが高いため, 「カテゴリー II（レベル 3 飛行）」という個別の飛行許可・承認が必要となる.

「カテゴリー II（レベル 3 飛行）」の許可・承認を得るためには, 飛行経路下の第三者立入管理措置を行い, 地上の安全を確保することが求められる. このため, 第三者の立入を監視する補助者の配置が必要となる. 一方で, 飛行経路下への第三者立入が確実に制限できる場合, 審査の条件が緩和され, 第三者立入管理措置が不要となる. ただしこの場合, 機体を監視する補助者を配置しない目視外飛行でも「カテゴリー II（レベル 3 飛行）」には該当しなくなる¹⁾. 第三者の立入を確実に制限できる例としては, 柵などで囲われた場所, 立入禁止区域, 崖や樹木によって進入が困難な場所などが考えられる. 一方で, 道路を横断する飛行などは, 完全な立入制限を行うことは難しいと判断される（表 1）.

なお, カテゴリー II（レベル 3 飛行）のことを以後「レベル 3 飛行」と記載する.

3 実施内容

3.1 対象地

本研究では, 吉野川上流域に位置する奥白髪谷堰堤および十返谷を対象に, レベル 3 飛行による砂防施設点検と緊急点検を実施した. いずれの点検においても,

第三者の立入りを確実に制限できない条件下（飛行経路が道路を横断する箇所）において実施した（図 1）.

3.2 使用機体

本研究では, 長距離飛行が可能となるよう, LTE 通信により機体の操縦を行う UAV を選定した（図 2）. なお, レベル 3 飛行では, 製造者が保証する「初期故障期間」と「落下分散距離」を明示できる機体の使用が求められる. 本研究では, レベル 3 飛行の実績があり, レベル 3 飛行の要件を満たす機体を選定した.

3.3 飛行許可・承認申請の実施

本研究においては, カテゴリー II（レベル 3 飛行）の許可・承認を航空局に申請した. 申請は, ドローン情報基盤システム（DIPS2.0）にて実施した.

表 1 飛行レベルと飛行カテゴリーの対応表

飛行方法	補助者 (機体の監視)	完全な 立入制限	飛行レベル	航空局の申請区分 (飛行カテゴリー)
目視外 飛行	有り	—	—	カテゴリー II
	無し	可	レベル 3	カテゴリー II
	無し	不可	レベル 3	カテゴリー II (レベル 3 飛行)

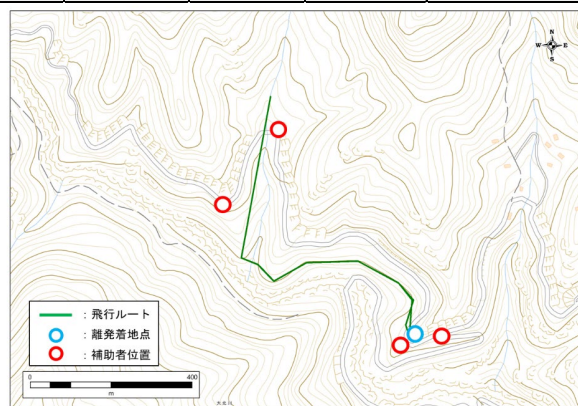


図 1 十返谷の飛行計画

イームズロボティクス社製 E6106FLMP2	
・寸法: 1,140 × 999 × 615mm (展開時) ・重量: 9.0kg ・飛行時間: 約40分 (離陸重量9kgの場合) ・最大航続距離: 17km ・プロポと機体の通信方法: LTE 通信	

図 2 使用した機体

3.4 点検内容

奥白髪谷堰堤を対象に、定点撮影およびオルソ撮影を実施した。定点撮影は、「砂防関係施設点検要領(案)」²⁾に示されている写真撮影位置のほか、過去に損傷が確認されている箇所を撮影した。オルソ撮影では、堰堤堆砂敷を網羅する範囲を撮影した。

十返谷では、事前に策定した飛行計画に基づき、溪流と周辺の山腹状況が確認できる動画を撮影した。

4 点検内容および結果

4.1 飛行許可・承認申請の結果

申請から約1か月半後に、飛行の許可・承認を得た。申請の過程では、航空局から計3回修正指示があった。航空局からの主な指摘事項は以下のとおりである。

【指示内容】

- ・第三者の立入を監視する補助者の追加（計4名）
- ・飛行経路図など別添資料の修正
- ・飛行マニュアルの修正

4.2 点検結果

奥白髪谷堰堤で実施した定点撮影では、上空からの撮影は十分に可能であったものの、高度を下げた場合LTE圏外となり操縦不可となるため、近接撮影は実施できなかった。そのため、樹木に覆われた箇所の損傷は、UAVによる撮影では確認できなかった(図3)。一方オルソ撮影では、目視外となる上流域を含む範囲まで撮影ができ、レベル3飛行の有効性が確認できた。また、オルソ撮影写真をSfM処理し、堰堤の堆砂敷を網羅する3Dモデルを作成した(図4)。

十返谷で実施した緊急点検では、機体と送信機の間にある支障物(樹木や地形)の影響を受けることなく、離発着地点から1kmほど離れた溪流の状況を把握できた(図5)。ただし、対象溪流の源頭部はLTE圏外であったため、中流部までの撮影に留まった。

5 Level3飛行の実証における課題

本研究により明らかとなった課題を以下に示す。

5.1 Level3飛行の実証結果に対する課題

本研究では、LTE通信により操縦を行うUAVを使用した。これにより、機体と送信機の間にある樹木や地形の影響を受けず、レベル3飛行による点検が可能となった。一方で、施設に近接した低高度での撮影やLTE圏外の撮影はできなかった。この結果から、本実証のようにLTE通信を用いたレベル3飛行においては、高高度からの施設の巡視や災害時の緊急点検に対して有効であるが、詳細な損傷状況の把握が必要な砂防施設点検には適さないことが明らかとなった。

5.2 申請にかかる時間的な課題

航空局によるレベル3飛行の許可・承認手続きは、他のカテゴリⅡ飛行(レベル2飛行など)に比べて多くの時間を要する。これは、レベル3飛行に求められる安全管理基準が厳しく、審査に時間がかかるためである。また、レベル3飛行は第三者立入りの可能性がある場所、特に道路を横断する飛行が多いため、事前に道路管

理者等との調整も必要となる。このため、航空局への申請や関係機関との事前調整を早めに行うことが重要である。

5.3 補助者に関する課題

レベル3飛行では、第三者の立入を監視する補助者の配置が求められる。本研究では、砂防施設点検、緊急点検ともに補助者を4名配置したが、結果として補助者有り目視外飛行と同等の人数が必要となった。今後、目視外飛行による点検の効率化を実現するためには、第三者の立入管理を機体のカメラ映像で代替するレベル3.5飛行での運用が望まれる。

参考文献

- 1) 国土交通省航空局無人航空機安全課(2023): カテゴリⅡ(レベル3)飛行の許可・承認申請に関する説明会資料
- 2) 国土交通省砂防部保全課(2022): 砂防関係施設点検要領(案) p.139

損傷	基礎の目地開き	
損傷箇所	左岸側壁護岸	
点検種別	作業員点検	UAVによる定点撮影
点検写真		
結果	損傷状況が詳細に確認できる	樹木に覆われて確認不可

図3 樹木に覆われた損傷確認結果の比較



図4 奥白髪谷堰堤の3Dモデル

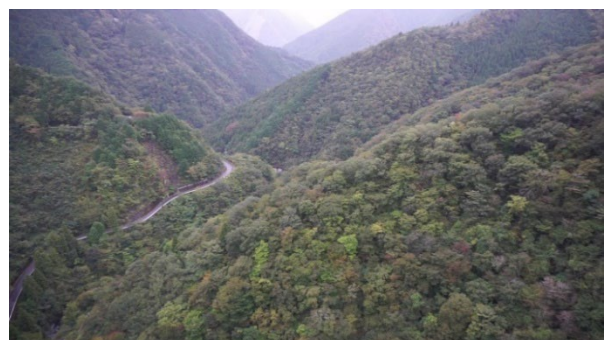


図5 緊急点検の撮影成果