

UAV 遠隔操作技術を用いた砂防施設点検手法の検討

アジア航測株式会社 正会員 ○西村 直記 正会員 澤 陽之 正会員 佐藤 厚慈
正会員 北村 啓太朗 正会員 佐野 寿聡 正会員 滝川 正則

概要

砂防関連施設は狭隘な山間部に位置していることが多いため、現場の点検作業は危険な条件下で行わざるを得なくなる。したがって、今後予想される老朽化の進展と技術者の減少に対して、点検の効率化が喫緊の課題である。砂防施設点検は目視点検を基本としているが、効率化のため UAV を活用した調査も可能となるように要領が改定されている。UAV の目視外自律飛行技術を活用することで、点検箇所までのアクセス時間の軽減や人力による作業の置き換えを進め、点検作業の安全性、生産性の向上が図られる。さらに、臨時点検では出水時や地震等などの事象の発生直後の出来るだけ早い時期に実施することが求められており、技術者の手配が困難な状況も想定される。そこで本検討では、近年普及し始めている上空 LTE 技術を活用した UAV 遠隔操作技術に着目した技術検討と遠隔操作試験を行い、上記の課題への対応のための基礎資料を得ることを目的とした。

1. 目的

砂防関係施設点検要領（案）は、令和 2 年の改定で UAV による方法、令和 4 年の改定では砂防関係施設点検での UAV 活用ポイント、UAV 点検にあたっての留意点が追加され、UAV 活用を定期点検、臨時点検で活用することが想定されている。また、インフラ分野の DX アクションプランでは UAV 目視外自律飛行（レベル 3 飛行）技術を活用し、点検箇所までのアクセス時間の低減等による砂防施設点検に関わる作業効率性の向上を図ることが記載されている。そこで本検討では、UAV 目視外自律飛行を想定した技術検討と遠隔操作試験を行った。

2. UAV 目視外自律飛行について

UAV 目視外自律飛行（レベル 3 飛行）は、令和 4 年 12 月 5 日施行の航空法改定前（表-1）は、無人地帯・自動自律・目視外の飛行であったが、航空法改定後（表-2）はカテゴリ II に該当すると思われる。

表-1 UAV 飛行レベル令和 4 年 12 月航空法改定前

飛行地帯	操縦		自動・自律	
	目視内		目視外	
無人地帯	レベル 1	レベル 2	レベル 3	
有人地帯			レベル 4	

表-2 UAV 飛行レベル 令和 4 年 12 月施行後

カテゴリ	内容
カテゴリ I	特定飛行に該当しない飛行
カテゴリ II	特定飛行の内、UAV の飛行経路下において立入管理措置を講じたうえで行う飛行（第三者の上空を飛行しない）
カテゴリ III	特定飛行の内、UAV の飛行経路下において立入管理措置を講じないで行う飛行（第三者の上空で特定飛行を行う）

3. UAV 目視外自律飛行時の課題について

砂防施設点検での UAV 目視外自律飛行時の想定される課題を整理した結果、対策として LTE 等の通信が可能な機体を用いた遠隔操作が有効と想定される（表-3）。

表-3 UAV 目視外自律飛行時の想定課題

想定課題	課題内容	対策
地形	点検箇所までの道路寸断時に移動が困難	長距離飛行が必要
機体	操作通信 2.4Ghz は地形の影響を受ける	上空 LTE 等対応機体の使用
人員	熟練操作者の確保	遠隔操作での対応

キーワード 砂防、施設点検、UAV、遠隔操作、LTE
連絡先 〒215-0004 神奈川県川崎市麻生区万福寺 1-2-2 アジア航測株式会社 TEL 044-967-6230
E-mai : <https://www.ajiko.co.jp/contact>

4. 遠隔操作技術について

LTE 通信等を用いた遠隔操作が可能な UAV 機体（表-4）と遠隔操作技術（表-5）を実績のある機体とシステムをもとに確認・整理した。なお、LTE 通信が接続可能で 10MB/S 程度の通信速度を維持できれば、理論上数百 km の遠距離からの操作も可能である。

表-4 LTE 通信等を用いた遠隔操作が可能な UAV

機体名	機体 A	機体 B	機体 C
形式	回転翼型	回転翼型	回転翼型
製造国	日本	日本	中国
LTE 飛行	対応	対応	未対応
LTE 遠隔操作	有	?	未対応
LTE 遠隔飛行実績	有	?	無

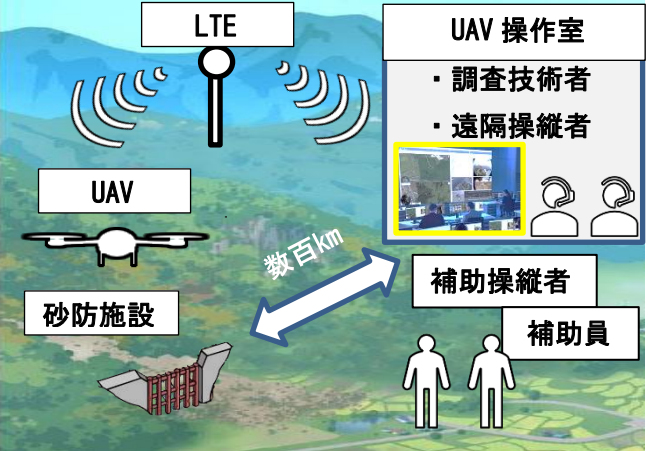


図-1 UAV 遠隔操作による砂防施設点検イメージ

5. UAV 遠隔操作による砂防施設点検手法検討

(1) 点検への適用性

UAV 遠隔操作による砂防施設点検手法の検討を行った。設備全体の把握に適用できると想定されるが、樹木の繁茂地域や GNSS 情報の取得が困難である箇所では、点検への適応が難しいと想定される。

表-5 UAV 遠隔操作による砂防施設点検適応性

施設（種類）	適応可能	適応困難
砂防堰堤等	全体把握	樹木繁茂地等
溪流保全工	同上	同上
山腹工	同上	同上
抑制工	同上	地下構造物
抑止工	同上	同上
擁壁工等	同上	人家周辺
法面工	同上	同上
臨時点検	同上	同上

(2) 遠隔操作時の留意点

無人化施工の事例から想定し、UAV 遠隔操縦者と調査技術者が同じ場所に居ることが、点検に関する意図のスムーズな伝達が可能になると考えられる。また、航空法上、調査地点周辺の UAV 離発着地点周

辺などに補助操縦者（UAV 機体確認兼務）と補助員（監視員）を配置する必要がある。これにより、山岳地の天候の急変等への対応なども可能となる。また、補助操縦者は最低限度の飛行を可能とする技量保有者で対応可能である。

6. UAV 遠隔操作試験
(1) 遠隔操縦試験の実施

2023 年 3 月 9 日に滋賀県の立命館大学遊水池堰堤を対象として 329km 離れた神奈川県川崎市と 1,000km 離れた北海道札幌市のアジア航測事務所から UAV 遠隔操作試験を実施し、遠隔操作と撮影データの取得に成功した。



図-2 UAV 遠隔操作試験状況



図-3 UAV 遠隔操作画面

6. 今後の展望

今後、砂防堰堤等での試行を引き続き実施し、目視外飛行に重要な通信技術に関する技術検討も合わせて検討予定である。

謝辞

本検討と試験実施にあたり、立命館大学の小林教授に協力をいただいた。深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省、砂防関係施設点検要領（案）、令和 4 年 3 月
- 2) 国土交通省、インフラ分野の DX アクションプラン、令和 4 年 3 月 (P46)