

UAV を活用した急傾斜地崩壊防止施設の点検時における適用性に関する一考察

○長友 祐樹, 黒木 昌, 甲斐 竜平(九州工営株式会社)
 原田 紹臣(京都大学大学院農学研究科)
 水山 高久(京都大学名誉教授)
 松井 保(大阪大学名誉教授)

1. はじめに

「鳥のように大空をかけめぐる」は、古くから人間が描き続けた果てしない夢であった¹⁾。近年、比較的簡易な操作が可能な UAV を用いたサービスの提案により、空撮や農業等での UAV を用いたこれらの市場規模は 2022 年度で 1586 億円に達したと報告されており、今後、更なる UAV の活用によるサービスの拡大が予想されている(図-1)²⁾。

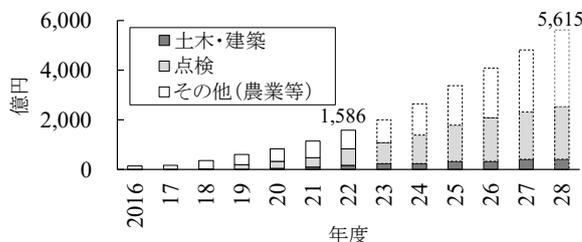


図-1 UAV 関連サービスにおける市場の動向²⁾

一方、砂防関係施設における機能の低下状況に関する把握や、構造上の損傷の程度とその原因の特定を行うための定期点検では、点検計画に基づいた目視点検もしくは UAV 点検を基本としている³⁾。なお、UAV (写真-1) を用いた点検の利点として、高低差がある急峻な斜面における周辺状況や施設を俯瞰的に効率的に把握できることが期待されている。一方、課題として、樹木が密集している場所や葉や草が繁茂している時期には不向きとして指摘されている³⁾。なお、UAV を用いた砂防堰堤の点検⁴⁾⁵⁾や地すべり地形の把握⁶⁾等の事例については多く報告されているが、急傾斜地崩壊防止施設を対象にした事例については少なく、今後の UAV を用いた点検計画の立案に向けて、これらの適用性に関する研究は重要であると考える。



写真-1 使用した UAV 機器 (左:Inspir2, 右:Phantom4)

表-1 今回対象にした地区 (5 地区) の概要と試行実施日

地区	健全度 ³⁾	施設延長 (m)	斜面高 (m)	実施日
①	C	80	17	2022/07/21
②	A	120	12	2022/07/26
③	B	130	20	2022/07/27
④	B	300	19	2022/08/02
⑤	B	130	12	2022/08/03

※ただし、延長及び斜面高は概数

本研究では、一般的に温暖等で植生の成長が早いとされている南西地域の宮崎県に存在する急傾斜地崩壊防止施設を対象に、夏期の繁茂時期において UAV を用いた試行的な施設点検の実施により、これらの適用性について考察する。

2. 繁茂状況下での施設点検時における UAV の適用性

本研究では、急傾斜地崩壊防止施設を有する比較的繁茂している地区 (5 地区 : 表-1, 写真-2) を対象に、写真-1 に示す複数の UAV を用いて、試行的に施設点検を実施した。なお、これらの地区には複数の施設群が存在しており、今回対象とする施設とその主な変状を表-2 に示す。また、本研究では、これらの施設を分類して整理する (6 分類)。



写真-2 対象地区状況の一例 (宮崎県; 夏期)

ここで、UAV の適用性に関して、従来までの目視点検で確認すべき点検対象箇所数 (撮影記録が必要な写真枚数)

に対して、今回 UAV により視認できた箇所数の割合により評価する。ここで、UAV を用いた施設点検 (視認) が困難であった事例を写真-3 に示す。写真-3 に示すとおり、複雑な構造 (現場打コンクリート砕工) や繁茂状況 (写真右) 等より、

表-2 今回対象にした施設の種類の主な変状 (6分類)

大分類	施設	主な変状
地表排水工	水路工	腐食・劣化, 損傷・変形 土砂等の堆積等
	切土工	崩壊, 侵食, 湧水等
切土工・斜面 侵食防止工	石積・ブロック積張工	ひび割れ・欠損等
	現場打コンクリート枠工	枠の破損・変形 中詰材の流出・湧水等
擁壁工	吹付工	ひび割れ・剥離等
	擁壁工	ひび割れ, 湧水変形, 沈下等
	待受擁壁工	ひび割れ, 湧水変形, 沈下等
抑止工	アンカー, 鉄筋挿入工	頭部変状等
落石防止工	落石防護柵工	損傷, 変形, 腐食, 劣化等
	落石防護網工	損傷, 変形, 腐食, 劣化等
	落石予防工	損傷, 変形, 腐食, 劣化等
その他対策 工, 安全設備	土留柵, 蛇かご工等	損傷, 変形, 腐食, 劣化等
	階段, 侵入防護柵工	損傷, 変形, 腐食, 劣化等



写真-3 施設点検が困難な事例 (左:従来目視, 右:UAV点検)

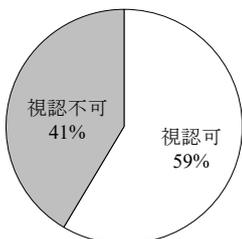


図-2 UAVでの視認可能有無の集計 (点検対象箇所数: 299)

従来までの目視点検 (写真左) が必要であると考えられる。

ここで、点検対象箇所数 (5 区域, 299) に対して、UAV により適用が可能であった総数の割合を図-2 に示す。図-2 に示すとおり、植生が密集しやすい地域での繁茂時期において、対象となる施設の点検対象箇所に対しての UAV を用いた点検 (遠望, 近接) により 6 割程度の箇所で視認が可能であることが分かった。また、施設毎に整理した結果を図-3 に示す。なお、図中の数字は、各点検対象箇所数を示している。図-3 に示すとおり、点検対象箇所数が最も多い擁壁工については、7 割程度の箇所数を UAV により視認できることが新たに分かった。特に、水路工 (地表排水工) や落石防止工, その他安全設備等に対して、UAV により視認できた割合が高い傾向であった。一方、斜面に設けられた斜面侵食防止工や抑止工等については、UAV による施設

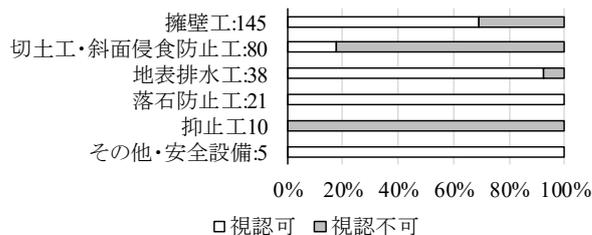


図-3 施設毎のUAVでの視認可能有無の割合

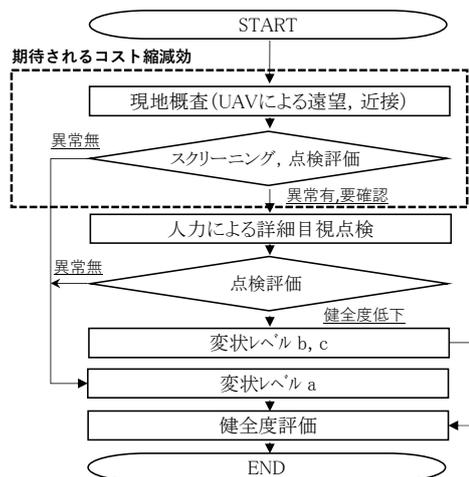


図-4 UAVを活用した施設点検時のフローとコスト削減提案

点検では評価が困難である傾向であった。ただし、本検討では、5 地区を対象にした試行事例での考察であり、今後、更なる検証が望まれる。

最後に、本検討を踏まえた今後の UAV を用いた急傾斜地崩壊防止施設の点検フローを図-4 に提案する。なお、図-4 に示すとおり、UAV を用いた点検の効率化としては、周辺状況の現地概査や人力による目視点検箇所のスクリーニングに対して、移動速度が早いと考えられる UAV の活用により、大幅なコスト削減が期待できると考えられる。

参考文献

- 1) ライト兄弟の夢, <http://ktymtskz.my.coocan.jp/E/GG/rinkan3.htm>
- 2) 夏目貴之他: 日経コンストラクション, Vol. 4, pp.32-61, 2023.
- 3) 国土交通省 砂防部: 砂防関係施設点検要領 (案), 2022.
- 4) 国土交通省 北陸地方整備局: UAV による砂防関係施設点検要領 (案), 2020.
- 5) 原田紹臣, 中谷加奈, 里深好文, 水山高久: 小型ドローン空撮機及び数値解析モデルを活用した山地河川の土砂管理に関する一考察, 河川技術論文集, 第22巻, pp.103-108, 2016.
- 6) 原田紹臣, 中谷加奈, 里深好文他: 神聖とされている領域における地形把握手法の提案, 歴史都市防災論文集, Vol. 8, 2014.