

山間部における UAV 点検手法について

株式会社建設技術研究所 ○伊藤巧、片嶋啓介、笹山隆、家田泰弘、今井健太、矢作和樹
国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所 土門弘和

1. はじめに

砂防施設は狭隘な山間部や急峻な溪流に点在し、施設へのアクセスや立地状況から点検作業に危険を伴うとともに施設間の移動に時間を要する箇所が多く存在する。また、出水時や地震発生時に施設状況や周辺斜面の状況把握を迅速に行うことは非常に重要である。

本研究では、DX 技術を活用して「施設点検の効率化・高度化」を図っていくため、携帯電波の届かない山間部における高精度位置情報を用いた UAV の自律飛行による砂防施設点検と撮影写真の活用方法、施設や周辺斜面での異常が発見された場合の迅速な情報共有手法を報告する。

2. 実証試験の手法

UAV 点検の実証試験として、携帯電波回線が利用できない山間部で、土砂移動が活発な立谷沢川流域の本沢および濁沢で実施した。

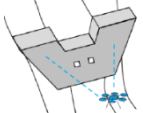
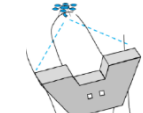
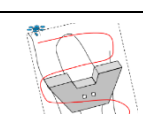
表-1 実証試験対象と内容

試験項目	対象施設	内 容
定期点検	濁沢第 1 砂防堰堤 濁沢第 4 砂防堰堤	通常の砂防施設点検相当の写真撮影
臨時点検等における映像伝送	本沢第 1 砂防堰堤 濁沢・本沢合流点 周辺の概況	衛星通信を活用し UAV による映像をリアルタイムで伝送する

2.1 定期点検の撮影手法

定期点検における UAV の撮影手法を表-2 に示す。撮影高度は 150m 未満として航空法の制限を最小限とした条件で、点検写真と比較可能な写真撮影を実施した。

表-2 定期点検における撮影内容

撮影項目	撮影概要図	備考
施設前面		前面の斜め写真、可能であれば正対した写真も撮影。
施設背面		背面の斜め写真、可能であれば正対した写真も撮影。
天端		天端上空から垂直写真を撮影。
施設周辺の概況		施設周辺の状況を把握するため垂直写真を撮影。

点検写真は、経年変化が把握できるよう毎回同じ画角で撮影することが望ましい。しかし、実証試験対象とした濁沢

では、携帯電波回線が利用できず、ネットワーク RTK を基にした高い位置精度の飛行は困難であった。このため、数 m の位置精度の差が発生する。この課題を解消するために、みちびき準天頂衛星を活用した携帯電波回線が不要で高精度な位置情報を基に飛行できる CLAS 技術を用いた。

CLAS とは、国土地理院が全国に整備する電子基準点のデータを利用して補正情報を計算し、正確な現在位置を cm 級精度でみちびきから送信するものである。

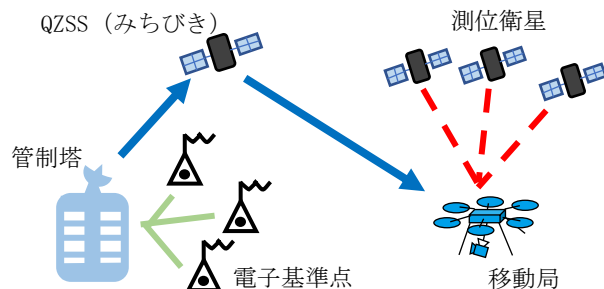


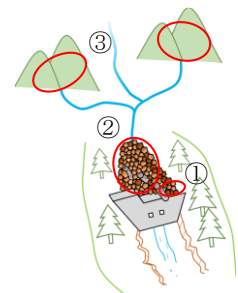
図-1 CLAS 概念図

2.2 臨時点検の撮影手法と情報共有手法

臨時点検では、施設の概況や周辺の状況を把握するため UAV による撮影内容を以下に示す。

- ① 堰堤の損傷の有無や程度
- ② 堆砂敷の状況
- ③ 施設周辺の状況

図-2 臨時点検の概要図



山間部からの衛星通信(Ku-SAT)による伝送で、現地状況がリアルタイムに把握できる。

現地での崩壊等の把握や対応行動を迅速に実施できるか確認した。



図-3 UAV を用いた映像伝送機器イメージ

3. 実証試験結果

3.1 定期点検

UAV 自律飛行により従来の地上点検と同レベルの判定が可能となる写真撮影が概ね可能であった。撮影した写真の一例を表-3 に示す。漏水(表面の湿った状態)は UAV 写真でも把握可能である。しかし、水叩き部に対しては、流水により水叩き部の状態が視認できず、基礎部の変状が把握できないことがわかった(洗堀を想定)。

同一の飛行ルートで自律飛行で 3 回飛行し高精度で再現できるか確認したところ、高さ方向で 3cm 未満、水平方向

で 30cm 未満の誤差となった。表-5 に示す緑丸地点から撮影した写真からもグリッド線の入った位置の地物のズレがほとんどないことが確認できた。

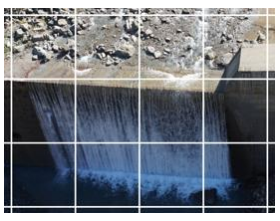
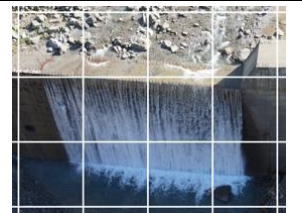
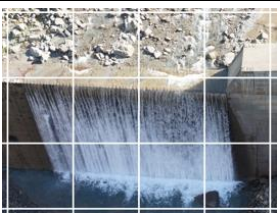
表-3 実証試験で撮影した写真

比較結果	撮影項目	UAV 撮影写真
地上点検による撮影写真と同等の撮影ができる	主堰堤下流面 [現状:漏水あり]	
地上点検による点検結果と同等の判断ができない	主堰堤洗堀 [現状:変状なし]	

表-4 再現性の確認結果

		X座標差分[m]	Y座標差分[m]	楕円体高差[m]	機首方位差[°]
飛行①	中央値	0.113	0.186	0.027	0.109
	標本標準偏差	0.185	0.199	0.017	1.683
飛行②	中央値	0.164	0.213	0.013	0.111
	標本標準偏差	0.184	0.239	0.025	0.143
飛行③	中央値	0.062	0.206	0.006	0.038
	標本標準偏差	0.170	0.209	0.010	1.223

表-5 同一撮影地点からの撮影結果

撮影地点	飛行①
	
飛行②	飛行③
	

3.2 臨時点検

立谷沢川流域の濁沢と本沢の合流点である河川敷から UAV で撮影した映像を Ku-SAT を通じて伝送した結果を示す。画像の遅延等なく、伝送することができた。



図-4 衛星通信による映像伝送試験

(左図:事務所を確認した映像、右図:現場の様子)

離発着点からの飛行距離が 4.5km ある条件で、堰堤の状況や堆砂状況の他に流域の状況などを把握した。前述の Ku-SAT との接続も確認できたことから、斜面の崩落等があった場合でも安全な距離から把握することが可能となったことが確認できた。

また高解像度のカメラを用いてズームすることで、水抜き

穴の様子を確認することができるため、必要に応じて詳細な状況を観察可能であることが把握できた。

表-6 撮影結果

撮影項目	UAV 撮影写真	注 記
施設概況		離発着地点から約 2.4km 離れた施設の撮影
堆砂状況・周辺状況		同じ堰堤を高高度から周辺も含めて撮影
水抜き穴		赤矢印位置にある水抜き穴を高解像カメラのズームで撮影

4. 高精度位置情報の活用

高精度の位置情報を用いて同一画角から撮影できると機械的な判断がしやすい写真となる。今後 AI による自動変状判定などに活用できることが考えられる。そこで、既往点検により剥離が確認された砂防堰堤を対象に堤体正面写真を撮影した画像を用いて剥離を把握できるか検証した。検証方法は、富士フイルム株式会社が提供する「ひびみつけ」を用いた。適用結果は、剥離を遊離石灰として検出できた。一部で、目地の部分をひび割れとして検出する等の誤検出もみられたものの、変状候補を把握することができた。

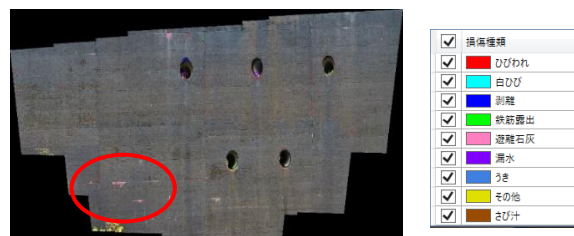


図-5 AI(ひびみつけ)による解析結果

5. まとめと今後の展望

携帯電波回線を利用することができない山間地において、衛星通信を活用した高精度な UAV 飛行を実施した。その結果、水平方向でも 30cm 未満という飛行精度が得られ従来の定期点検で撮影された写真と概ね同様の撮影ができることを確認した。また、臨時点検を想定した Ku-SAT による映像伝送では、顕著な映像の乱れがなく UAV による撮影映像をリアルタイムで伝送できた。

今後の展望としては、高精度な位置情報を持った飛行を長距離で実施することや、変状の定量的な評価方法を確立していく必要がある。臨時点検においても、安全性や効率性向上のために飛行距離の確保や安全な UAV 発着点からの飛行が可能となるよう引き続き研究を進めていく必要がある。

参考文献

国土交通省砂防部保全課(令和 4 年 3 月):砂防関係施設点検要領(案)