

CIM モデルを活用した UAV 砂防施設点検の効率化

国土交通省 九州地方整備局 阿蘇砂防事務所 梶原慎一、河上眞広、宮崎仁※¹、笹川優希
 アジア航測株式会社 岡野和行、鳥田英司、佐藤厚慈、菊地瑛彦
 ※¹ 現：北陸地方整備局 能登復興事務所

1. はじめに

砂防施設の定期点検・臨時点検では、施設に生じた損傷の規模や位置の把握が重要であり、定量的な評価が求められる。

UAV は高高度から施設周辺広域の俯瞰的な撮影や砂防堰堤の天端や溪流内に立ち入ることなく点検が可能であり、高所作業をなくせる、点検時の被災リスクを減らせるといった利点がある。点検では定点撮影が用いられることが多いが、撮影部位によって画像が持つスケールが異なり、変状の規模や微細な変状の把握が難しいという課題があった。そこで砂防堰堤の CIM モデルを基準とした精密な自律飛行による撮影方法を検討・試行し、調査員による目視点検と精度及び効率性を比較し、有効性を確認した。

2. 検討手法

本検討では、①静止画より損傷規模が把握できること、②対象砂防設備の撮影漏れが起きない（将来の点検時に確認出来る）こと、③短時間で撮影できることの3つを課題として、その解決方法を検討した。

撮影方法として、まず詳細設計成果の CIM データを GIS ソフト上に展開し、対象物と常に等距離で撮影する飛行計画を作成した（以下、等距離撮影とする、図2, 3）。計画は施設天端の折れ点・勾配変化点や端部などにウェイポイントを設定し、それを直線的に結ぶコースで重複率 50% のタイムラプス撮影とした。画像には一部に三次元スケールを写し込み（図1）、1画素あたりの寸法を計測し、この画素寸を元にスケールがない画像に写った損傷の幅や長さ、位置を算出した。安全飛行のため、計画時に CIM モデルおよび既往航空レーザ測量成果から作成した地形表層モデル、計画飛行ルートを重ね、周囲の植生との離隔を確認した（図4）。



図1 設置スケール

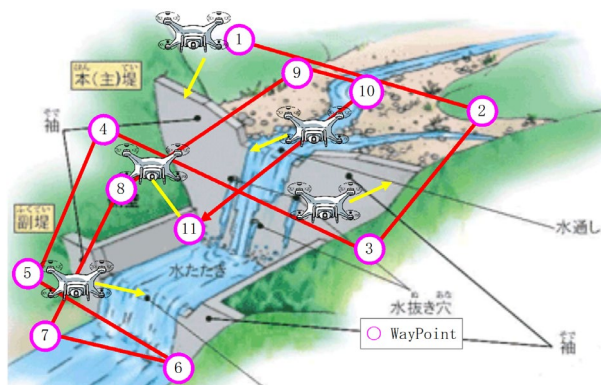


図2 等距離撮影概念図（出典1に加筆）

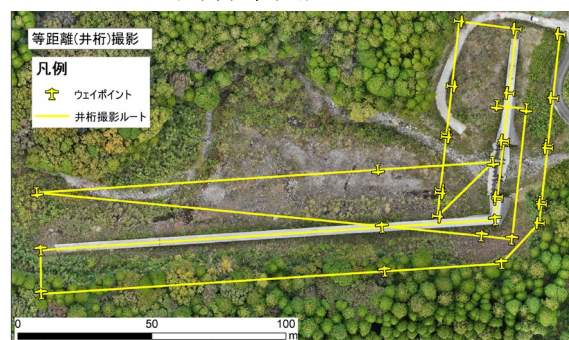


図3 飛行コース例

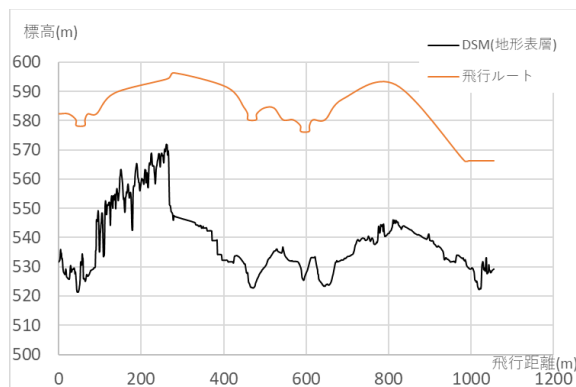


図4 図3 飛行ルートの離隔確認結果（例）

本検討で使用する機体は、等距離撮影という精密な撮影を行うため、RTK 測位等の高い自機位置測位機能があることが必須である。また、堤体周辺の植生と十分な離隔を撮った撮影が必要となり、「ひび割れ等の微細な変状が把握できること」、「被写体（砂防堰堤）より安全な離隔を確保できること」、「想定外の樹木等への接近を全方位で検知できること」、加えて「価格と持ち運びのしやすさ」を機種選定の要件とし、比較検討の結果 DJI 社製の Mavic3 Enterprise を選定した。

3. 検討結果

前項の手法で、砂防堰堤を対象に UAV による定期点検を試行した。撮影する静止画の目標解像度は初生ひび割れ（開口幅 2～3mm 程度）が確認出来ること、施設周辺の樹木から 10m 以上の離隔が確保できることを基本条件として撮影計画を策定した。Matrice3E を用いた撮影では、被写体からの直線距離 50m、対地高度 35～45m、7 倍ズームで 3mm/画素となる計画とした。また、機体速度は 2.5m/s で、2 秒に 1 枚のインターバル撮影とし、前後画像と 50%のラップ率を確保した。

対象地域の砂防施設は竣工後 5 年以内の施設がほとんどのため大きな損傷による確認はなかった。損傷とした位置は、画像寸法から概ね把握が可能であった。開口幅は、三次元スケールの画素数から推定した画素寸を元に推定した。併せてクラックスケールを設置し、視認性の確認も行った。結果として、損傷自体の有無や規模について、概ね把握できたことを確認した（図 5）。また、クラックスケールの視認性も設定した地上解像度と整合する結果となった（図 6）。

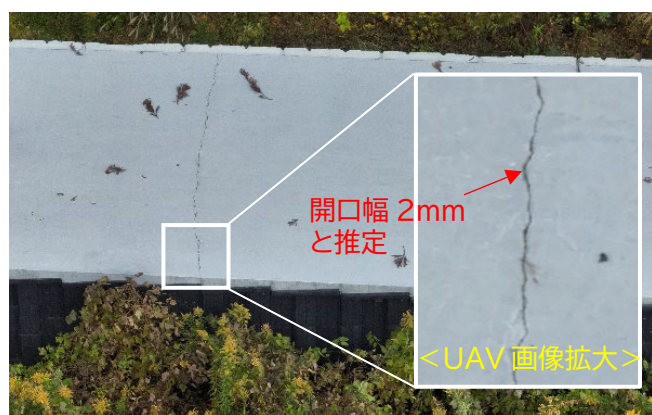


図 5 UAVで確認した損傷例(ひび割れ)

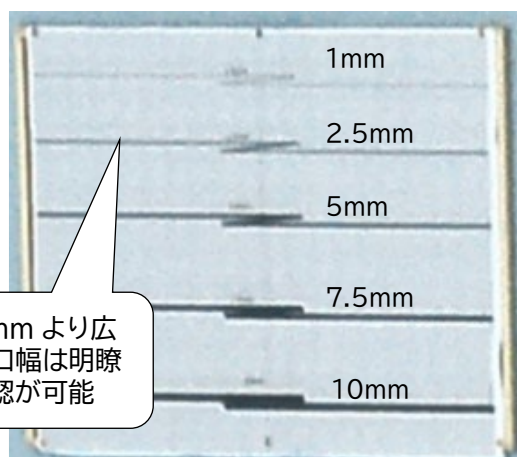


図 6 クラックスケールの視認性の確認結果

3-1. 精度面の比較結果

UAV 点検と並行して従来の調査員点検も実施し、点検精度（損傷の把握・規模の推定）を比較した。まず、点検の適切性（識別性・正確性）では、UAV で確認したひび割れや遊離石灰などの軽微な損傷の規模や位置は、調査員による直接目視点検結果とほぼ同等であり、調査員点検では見落としがちな鉛直面の漏水やひびわれなども確認できた。また、点検の回帰性では、堤体全体の網羅的な撮影が可能となり、将来の点検時に見返して過去の損傷を確認出来るという優位性も確認出来た。一方で、調査員目視では把握した開口幅 1mm 程度の微細なヘアひび割れは UAV では確認出来なかった。

3-2. 効率面の比較結果

砂防堰堤 6 施設の点検作業時間は現地作業（機器搬入、撮影、データチェック）ととりまとめ（健全度評価（点検調書作成は除く））に分けると表 1 の通りとなった。UAV 点検は、調査員点検より 10 時間近く短縮できた。特に外業時間が大きく短縮された意義は大きく、臨時点検状況下では、作業員が被災するリスクもあり、現地での滞在時間を減らすことは重要である。UAV 点検のとりまとめでは「多量の取得画像から損傷有無や位置の把握」に時間がかかった。これは、1 施設あたり数百枚の画像取得で、1 枚ずつ確認を行ったためである。

表 1 作業時間比較結果（単位：分）

	UAV	作業員
現地作業	9時間42分	20時間20分
とりまとめ	5時間50分	3時間40分
合計	15時間32分	24時間00分

5. まとめと今後の課題

CIM モデルを活用した三次元的な視点での飛行計画・等距離撮影を行うことで、調査員点検と同等の小規模なひび割れを始めとした損傷位置や規模の把握が可能となった。一方で、堤高が大きな施設の見切れが生じる、大量の写真の整理に時間がかかるといった新たな課題も出ており、今後も引き続きより安全かつ高精度・高効率の点検手法の検討を進めていきたい。

【出典】

- 1) 砂防関係施設点検要領（案）（令和 4 年 3 月、国土交通省砂防部保全課）
- 2) 砂防設備点検における UAV 活用の手引き（案）（令和 2 年 3 月、北陸地方整備局河川部）