

新庄河川事務所管内における UAV 自律飛行点検手法について

国土交通省東北地方整備局新庄河川事務所 村上遼, 大出宙斗*, 齋藤仁哉
株式会社建設技術研究所 ○矢作和樹, 片嶋啓介, 河野元, 伊藤大悟, 青柳寛太郎

* 現 東北地方整備局湯沢河川国道事務所

1. はじめに

砂防施設は急峻な山地に位置していることから、点検作業に危険を伴う箇所が多いほか、アクセスが困難な施設もあり、点検にコストや時間を要することが課題である。このような背景の下、新庄河川事務所では、令和4年度から UAV (ドローン) 等の新技術を活用することで、デジタルトランスフォーメーション (DX) による砂防施設点検の安全性、効率性、精度の向上を図るための研究を行ってきた^{1), 2), 3)}。

本研究では、「施設点検の精度確保・効率化」を図っていくため、UAV を用いた変状検出手法の構築を行った。

2. UAV 点検により把握可能な変状の整理

2.1 方法

新庄河川事務所では、管内6流域の51施設を対象に UAV を用いた砂防施設点検の実証試験を実施した。同試験では、UAV 自律飛行による近接点検を目標としたズームカメラ (最大3倍) 撮影を含む空撮を行った。撮影に使用した機材は Matrice 4 E (標準搭載カメラを使用, 広角: 5,280 × 3,956px, ズーム: 8,064 × 6,048px) および Matrice 300 RTK (カメラは Zenmuse H20 を使用, 広角: 4,056 × 3,040px, ズーム: 5,184 × 3,888px) である。また、撮影時の対地高度は 150m 未満とした。

UAV の空撮画像から、既往点検結果で把握した変状箇所が判別できると、UAV 点検の実装が可能になると考えられる。そこで、既往点検で確認された全ての変状を対象に、UAV 点検により判別ができたかの可否を整理した。なお、変状の種別は施設の部位によらず整理した。

2.2 結果

UAV 点検によって判別可能な変状の割合を表-1に示す。全体では、既往点検で報告された変状箇所のうち約77%について UAV 点検により判別可能であることを確認した。

コンクリート構造の変状に着目すると、摩耗、欠損、ひび割れ、漏水は既往の点検で報告された変状の75%以上を UAV 点検で判別可能であった。一方で、洗堀は既往の点検で報告された変状の約57%しか確認できなかった。洗堀の場合、当該箇所が流水下に位置することが多いため確認できないケースが多かった。その他の変状については、堤体がつる植物に覆われていたり、樹木によって隠されていたりすると確認が困難であった。

また、土砂堆積や斜面崩壊については UAV によって上空から俯瞰的な視点で撮影することで、地上から撮影した点検画像よりも状況を把握しやすい箇所も存在した。

なお、UAV 点検により判別可能な変状であっても、ひび割れの幅や長さ、洗堀深等の定量的な計測はできないが、変状の拡大等があった場合には認識が可能と考えられる。

2.2.1 UAV 点検によって判別可能であった変状

判別可能であった変状の事例を以下に示す。(図-1)

(1) 欠損

欠損は約86%が判別可能であった。UAV により、上空から俯瞰的な撮影を実施することで、地上から撮影した点検画像よりも状況を把握しやすい箇所もあった。

(2) ひび割れ

ひび割れは約76%が判別可能であった。ズームカメラを

表-1 UAV 点検により判別可能な変状

項目	既往点検で把握した変状	UAV判別可	UAV判別不可	判別可能な変状の割合	
コンクリート	摩耗	25	21	4	84.0%
	欠損	267	229	38	85.8%
	ひび割れ	99	75	24	75.8%
	洗堀	49	28	21	57.1%
	漏水	112	86	26	76.8%
	変形	7	4	3	57.1%
石積	天端欠損	17	17	0	100.0%
	積石欠損	5	2	3	40.0%
河道・斜面	土砂堆積	25	23	2	92.0%
	斜面崩壊	46	31	15	67.4%
その他	遊離石灰	65	47	18	72.3%
	流木堆積	26	25	1	96.2%
	落石	4	4	0	100.0%
	湧水	16	2	14	12.5%
	湧水	1	1	0	100.0%
	錆汁	7	6	1	85.7%
	水抜孔閉塞	9	2	7	22.2%
	目地材剥離	2	2	0	100.0%
	はらみだし	3	1	2	33.3%
	渓岸洗堀	1	1	0	100.0%
	ネット破損	1	0	1	0.0%
看板等	2	2	0	100.0%	
計	789	607	182	76.9%	



図-1 UAV 点検で判別可能であった変状の例

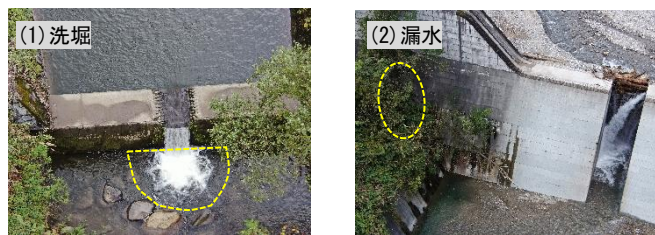


図-2 UAV 点検で判別できなかった変状の例

用いて撮影したため、詳細な状況も把握可能である。

2.2.2 UAV 点検によって判別困難であった変状

判別困難となった変状の事例を以下に示す。(図-2)

(1) 洗堀

洗堀は約57%が判別可能であったが、流水下の変状は判別できない箇所が見受けられた。例示のケースは、基礎部の洗堀が報告されているが、流水の影響で変状箇所の確認が困難であった。

(2) 漏水

漏水は約77%が判別可能であったが、植生の影響で判別できない箇所が見受けられた。例示のケースは、下流面の漏水が報告されているが、樹木下で確認が困難であった。

2.3 判別困難な変状への対応方法

UAV 点検の精度確保を図るために、実証試験にて UAV 撮影画像から確認できなかった変状への対応策として、以下の案を検討した。

①植生の影響の除去

UAV 点検で変状が判別できない理由として、植生の影響によるものが多い。点検時期を植生が繁茂する前の時期に設定したり、堤体周辺の樹木を伐採したりすることで、UAV 点検によって判別可能な変状が増えると期待できる。

②地上点検の併用

流水下の変状や植生の陰に隠れている変状は、UAV 点検による確認が困難である。既往の点検において、流水下の洗堀が確認されている施設や植生の被覆が著しい施設については、点検精度を確保するために地上点検の併用を計画する必要がある。

3. 画像解析技術の活用

UAV 点検では、撮影漏れを防ぐために撮影枚数が増加するため、画像の確認に要する負担の増大が懸念される。また、多数の画像を確認する中で変状を見落とすリスクも生じる。そこで、UAV 点検データを効率的に活用するために、AI 技術や画像解析技術を導入した点検作業の効率化や精度向上について研究した。

3.1 AI 画像解析と画像差解析を組み合わせた点検支援ツールの作成

3.1.1 画像解析技術による変状の自動抽出

UAV 撮影画像から変状を自動で抽出するため、AI 画像解析(物体検出)と画像差解析を併用する方針とした。

AI 画像解析 : 画像の中から特定の物体を検出し、その位置や種類、個数を特定する技術

画像差解析: 2つの画像のピクセル値を比較し、その差を計算することで差分を抽出する技術

両解析手法は互いを補完する関係にあり、組み合わせることで変状を見落とすリスクを低減する。補完関係については表-2 に整理した。

表-2 AI 画像解析と画像差解析の補完関係

項目	AI画像解析	画像差解析
欠損・流出の検出	形状の特徴に基づいて対象物を検出する仕組みであるため、袖部の大規模な欠損や鋼製砂防堰堤の鋼管の流出を検出できない	前回と今回の画像を比較するため、大きな欠損・流出も変化として検出可能
堰堤以外の変化	目視によるダブルチェックの際に、AI画像解析結果を参照し、損傷があり得る箇所を特定することで、差分解析による誤検出部分を除外することが可能	植生の成長を変化として誤検出する可能性がある

3.1.2 過去の点検画像との対応付け

画像差解析による変状の抽出を実施するためには、新たに撮影した点検画像と、過去に撮影された同一画角の点検画像を比較する必要がある。

UAV 自律飛行による点検では、事前に設定したウェイポイント(WP)情報に基づいて撮影が実施される。そこで、WP情報に基づき、点検時の UAV 撮影画像と過去の UAV 撮影画像を対応付ける方法を採用した。対応付けには、撮影時の位置情報(緯度経度)と撮影順序を使用した。これ

により、同じウェイポイント情報に基づき撮影を実施すれば、過去の点検画像と新たに撮影した点検画像を自動的に対応付けることが可能となる。

3.1.3 点検支援ツールの作成

画像解析結果は画像ごとに個別表示されるため、逐次確認が必要で作業が煩雑となる。そこで、UAV 撮影画像を用いて AI 画像解析と画像差解析により変状箇所を自動抽出したうえで、結果を帳票として出力する点検支援ツールを作成した。解析の流れは図-3 に整理した。帳票は html 形式で出力されるため、Web ブラウザ上で閲覧することができる。

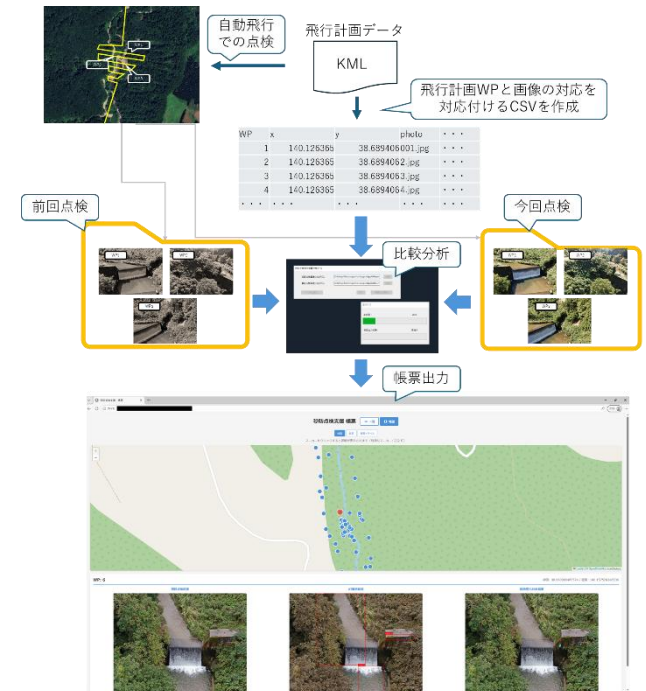


図-3 作成した支援ツールによる解析の流れ

3.2 画像解析の実施

上記の支援ツールを使用して、実データによる画像解析を試行した。点検画像が 232 枚の場合、帳票の出力まで 3分程度で完了した。

支援ツールを使用することで、目視での確認に先立つ一次スクリーニングを迅速かつ簡便に実施できることが確認できた。

4. まとめと今後の課題

本研究では、UAV 点検によって判別可能な変状について整理し、点検精度を確保するための方策を提示した。また、WP 情報や画像解析技術を活用して点検画像の整理を効率化するための手法を検証し、UAV 点検を支援するツールを構築した。

今後は、UAV 点検のさらなる効率化に向けた取り組みとして、令和7年4月に改訂された「砂防関係施設点検要領(案)」に準じた遠望点検への対応を進める必要がある。

参考文献

- 1) 伊藤ら:山間部における UAV 点検手法について,R5 砂防学会研究発表概要集, pp.317-318, 2023
- 2) 伊藤ら:UAV 点検の改善手法について,R6 砂防学会研究発表概要集, pp.419-420, 2024
- 3) 矢作ら: UAV を用いた自動変状検出手法について,R7 砂防学会研究発表概要集, pp.467-468, 2025