

長野県における砂防施設点検の効率化に向けた取り組み(その3)

— 現地点検を主眼とした AI 等の DX ツールの実装と検証 —

株式会社建設技術研究所 ○中西宏彰、家田泰弘、古山剛、清水万莉子、小林哲也
 長野県建設部砂防課 山田晃、長田裕司

1 はじめに

長野県では既往研究¹⁾において、砂防施設を対象とした AI 画像解析による変状自動抽出の検討を進め、幅 2cm 以上の顕著なひび割れについては、正対した近接撮影条件下では変状の抽出が可能であること、また、解析モデルをタブレット端末に搭載することで、現地におけるリアルタイムな変状把握が可能であることを確認してきた。さらに、災害時等に人が近接できない状況を想定すると、UAV を活用した遠隔点検への展開も重要な課題²⁾と認識している。

本稿では、これらの知見を踏まえ、UAV や AI 画像解析、タブレット端末等の DX ツールを用いた現地点検の試行を通じて、作業効率や操作性の観点から評価を行い、実運用に向けた方向性を整理した結果を報告する。

2 点検作業の効率化手法のイメージ

本研究での点検作業の効率化手法として、健全度評価に大きく影響する大規模な変状を効率的に確認することや、新規変状の把握時間を短縮することを目標とし、①点検画像解析システム(解析モデルを搭載したタブレット端末、以下「本システム」とする)や②UAV を現地調査時に適用することを想定する。

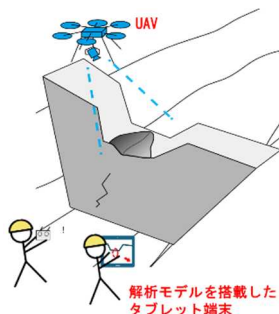


図-1 DX ツールを適用した現地点検概念図

3 本システムの精度向上に向けた取り組み

3.1 本システムの概要

本研究で用いる解析手法と採用モデルを表-1 に整理する。これは CNN モデルの 1 つであり、軽量ながら高い性能を発揮し、モバイルデバイスなどのリソースが限られた環境でも効果的な解析を行うことが可能である。これらで構築した解析モデルをタブレット端末で起動できるようにシステム構築したものを点検画像解析システムとした。

なお、本システムは、健全度評価に大きく影響する幅 2cm 以上のひび割れ変状を主対象とし、あわせて天端摩耗、漏水、破損といった代表的な変状を検出可能な点検画像解析システムとして構築した。

表-1 解析モデルの概要

解析手法	採用モデル
物体検出	YOLOv8 ³⁾

3.2 課題への対応と精度向上の検討

既往研究で構築した解析モデルには、撮影距離や角度、植生被覆、端末性能等の違いにより、適用可能な条件に一定の制約が生じることも明らかとなっている。本稿ではこれらの制約のうち、撮影距離や角度による制約を解消するための取り組みを整理する。

制約が生じる要因として、解析モデルを構築する際に使

用した学習用画像データに着目した。学習用画像データには、既往の点検画像を用いていたが、これらは変状に対して正対し近接した状態で取得されたものであり、それが制約を生んでいる要因であると考えた。

そこで、本研究では変状に対して撮影画角および距離を変更した画像データの収集を行った。(表-2 参照)

表-2 画像データの取得状況と取得結果

撮影結果の例 背面袖部	
撮影距離:近	撮影距離:遠
撮影結果の例 背面袖部	
撮影距離:近	撮影距離:遠

3.3 本システムの精度検証

構築した点検画像解析システムについて、精度向上結果の確認として、机上および現地における精度検証を実施した。机上検証では、学習データに含まれていない点検画像を対象として解析を行い、変状を正しく検出できたか確認する方法により評価した。その結果、距離 10m 程度から撮影した画像においても、顕著な変状を問題なく検出できることを確認し、既往研究と比較して適用条件の向上が図られたと考えられる。

一方、机上検証のみでは現地での検出状況を十分に把握できないことから、現地検証を実施した。

現地検証では、教師データに含まれていない砂防堰堤を対象に、タブレット端末を用いて変状検出を行い、10 枚の撮影画像のうち何枚で変状を検出できたかを確認した。堤体正面や袖部など複数地点のひび割れ変状を対象とした結果、距離 15m 未満程度では 90% 以上の割合でひび割れ変状を検出できた。

ただし、距離 2m 程度では、幅 2cm 未満のひび割れを 2cm 以上のひび割れとして誤検出する事例が確認された。これは、システムが距離を認識していないものであり、撮影距離が近い場合、画像上の開口幅が実際より大きく認識されるためと考えられる。

このことから、本システムを用いて幅 2cm 以上のひび割

れを検出する際には、2m 以上 15m 未満程度の位置から使用する必要があることを確認した。

これらの結果を基に、本システムを用いることにより従来手法と比較し、どのような利点があるかを表-3 のように整理した。既往変状箇所及び新規変状箇所が自動で抽出可能になるという利点の他、対象施設に近づいて横移動する必要なく、距離 15m 程度からでも変状を抽出することが可能となるのが利点として挙げられる。

表-3 点検作業項目とAI活用

点検手法	従来手法	本システム使用
対象施設まで移動	点検対象箇所まで移動	
変状把握手法	目視	タブレット端末を対象施設にかざす
調査概要	変状箇所の把握のため、対象施設に近づいた状態で横移動しながら目視	変状箇所の把握のため 2m 以上 15m 以下程度の距離からタブレット端末をかざす
点検・調査の実施	・既往点検成果との比較 (既往変状箇所確認) ・新規変状箇所調査 ・変状レベルの把握	・既往点検成果との比較 (既往変状箇所自動抽出) ・新規変状箇所自動抽出 ・変状レベルの把握
写真撮影	「点検・調査の実施」にて抽出した変状箇所の写真撮影	自動抽出した変状箇所の写真撮影
損傷箇所の記録	目視で抽出した変状箇所を記録媒体(紙)に記録	自動抽出した変状箇所を記録媒体(紙)に記録

3.4 点検画像解析システムの効率化効果の確認

本システムの効率化効果を確認するため、従来手法と本システムを使用した点検作業の比較を行った。従来手法と本システムを使用した点検作業の比較にあたっては、本システムを用いた点検作業を経験したことのない点検者が、同一施設を対象にそれぞれの点検手法にかかる時間の比較を行った。

比較を行った結果、本システムを使用した点検作業では、植生の影響が少ない条件下において、表-4 に示すように点検作業および写真撮影作業の双方で作業時間の短縮に寄与する可能性を確認した。

表-4 点検作業における作業時間比較と効率化要因

評価項目	点検作業 (変状有無確認)	写真撮影
対象条件	2 cm以上のひび割れが無い施設	
作業時間	・約 10 分 ・本システム使用時 時間短縮効果 約 50%短縮	・約 5 分 ・約 3 分 約 40%短縮
効率化できた主な工程	・対象施設へ近接しなごらの確認作業 ・横移動を伴う目視確認	・変状確認後の撮影のための近接動作
留意点・適用上の注意	本システムを用いることで、対象施設から約 5m 程度の距離を確保した状態でも変状の有無を確認できたため、 対象施設へ近接する動作を省略 できた	変状確認後に 対象施設へ近づく必要がなく、確認から撮影までを同一位置で実施 できたことにより、移動量が減少した

4 UAV を活用した点検手法の検討

4.1 UAV 点検手法検討経緯

長野県内は砂防施設数が多く、様々な立地・地形条件の施設が分布しており、効率的、効果的な施設点検のために UAV の活用を進めている。一方、全施設を UAV で点検することは困難であり、地上点検と使い分けが必要である。そこで、①UAV 点検の適用性・優位性が高い施設を机上評価し、②対象施設を抽出、③実際に試行点検を行い、④点検結果を検証・分析し、⑤今後の方針について整理した。①、②は机上評価として家田ら(2025)にて実施し

ており、本研究では、机上評価結果をもとに複数施設がまとまって分布している 5 渓流を選定し、③、④、⑤を実施した結果を示す。UAV 試行点検は、植生の影響を検討するため、夏季と秋季の 2 時期に分けて実施した。

4.2 UAV 点検試行結果

点検結果は、UAV点検適用性、優位性による机上評価の点数に対し、机上評価による傾向どおりの施設(グループ①・④)がある一方、机上評価と点検結果に乖離のあった施設も複数あった(グループ②・③)。

乖離要因には、季節による植生被覆の変化や植生評価が机上総合評価に十分反映されていなかった例などが挙げられた。

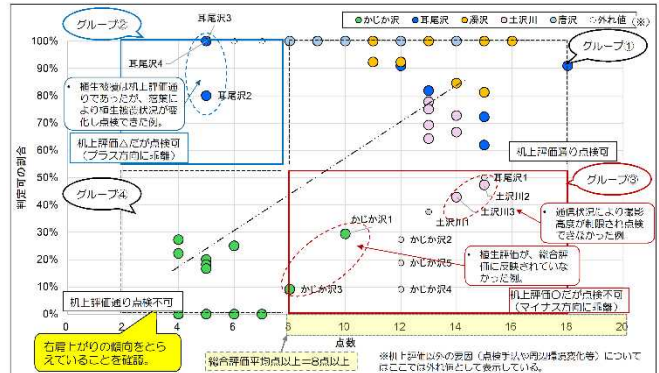


図-2 点検結果と机上評価結果のプロット図

机上評価結果との乖離を解消するために考えられる改善策については、机上評価指標の見直しと点検手法や運用方法の改善、の大きく分けて 2 つが考えられる。これらの改良を実際に行い、施設点検効率化の検証を行った上で長野県での UAV 活用方法を決定する方針である。

表-5 試行結果を踏まえた UAV 点検適用手法の改良

UAV点検適用手法の改良案	
机上評価指標の見直し	・植生評価など、机上評価の中でも重要な項目は重みを付けた評価とする。
	・季節により植生被覆状況の変化をとらえるために、落葉樹・常緑樹の机上整理を追加する。
点検手法・運用方法の改善	・機体とプロポ間の通信状況が悪い場合はLTE通信の活用も見据え、上空のLTE通信状況の机上確認を行う。
	・点検実施時期の検討(落葉期に実施する)
	・箇所に応じた撮影方法や飛行方法を選択する。(例:機体とプロポ間の通信状況が悪い場合は、LTE通信を活用)
・施設埋塞や漏水・流水など机上では確認不可能な項目もあるため、地上点検との併用した運用を検討する。	
・植生被覆状況に応じて地上点検を併用し、既存変状だけでなく、新たな変状の把握ができるようにする。	

5 まとめと今後

本研究では点検画像解析システムについて、学習データの追加等による変状検出精度の向上を図り現地実装に向けた開発を実施した。また、UAV を活用した施設点検の試行結果検証を行い UAV 点検対象施設の選定方法を整理した。今後はこれらを組み合わせた UAV 自動変状検出等の新技術を取り入れるなど、砂防施設点検の点検方法や変状自動検出手法実装を図り、長寿命化計画を効率的、効果的に推進する方針である。

【参考文献】

- 1)中西ら(2025) 砂防学会研究発表概要集,2025,P-040
- 2)家田ら(2025) 砂防学会研究発表概要集,2025,P-041
- 3)https://github.com/ultralytics/ultralytics