

UAV 及び AI 画像解析技術を活用した砂防施設点検の高度化に向けた試み

国土交通省 日光砂防事務所※ 村松 悦由, 一場 敏, 田中 理恵, 沖中 健起, 松本 堯大
日本工営株式会社 ○古木 宏和, 松岡 暁, 太田 敬一, 田淵 陽介, 片山 和紬, 河合 政岐

※令和4年度所属

1. はじめに

砂防施設は山間部に建設され50年以上経過するものが多く、維持管理のために施設情報を正確に把握する事が求められている。また、人による目視点検が困難な場所、変状が多い。加えて、砂防施設は変状箇所への調査・点検に多大な時間やコストがかかることが課題となっている。

これを解決する手法として、近年、UAVやAI（深層学習）を活用した技術による砂防施設点検の効率化が期待されている。本稿では、UAVにより砂防堰堤（石積）の摩耗欠損をAI画像解析により検出する取り組み事例を報告する。

2. 調査手法

2.1 深層学習による摩耗欠損の検出方法

(1) 教師データに用いるUAV画像の撮影条件

教師データに用いたUAVの画像取得条件は、高度約50m、カメラ角度30～45°とした。画質、遠距離の堰堤など、摩耗と判別不可の画像は対象外とした。

(2) AIモデルと教師データの作成方法

AIで検出する変状は、摩耗欠損とした。この変状に着目した理由は、施設の健全性評価に大きく影響しやすい指標であること、目視点検において視認しやすい、すなわちUAVによる撮影に適しているためである。対象変状検出する深層学習アルゴリズムにはMask R-CNN¹⁾を使用した。

図-1にAIの教師データ例を示す。AIは、図のように摩耗欠損箇所を赤枠で出力する。AIの学習に用いた教

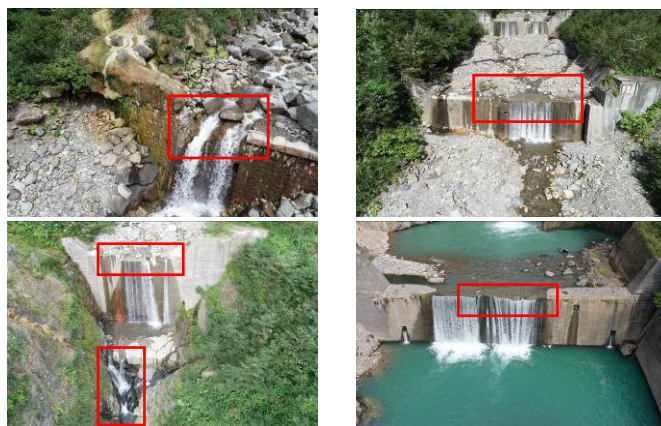


図-1 教師データのラベル付け画像の例

師データ画像は、別途取得した砂防施設（コンクリート堰堤）の摩耗のUAV点検画像である。教師データ画像に用いた変状レベルは、目視点検において変状の規模が視認可能なb, cを対象とし、「摩耗あり」とラベル付けした。さらに教師データの拡張方法として荒木ら²⁾を参考に、左右反転、ガンマ補正等によるデータ拡張を行い、最終的に教師データ数を約2400とした。

2.2 日光砂防管内の砂防堰堤のUAV画像撮影

砂防堰堤の撮影に使用した機体は、DJI製のMavic2 proである。対象の砂防施設に対して、水通しが中心となるよう調整し、高度、離隔を変化させて撮影を行った。教師データは、一定の飛行高度、カメラ角度の画像で撮影しているため、一定高度、斜めからの水通しの摩耗欠損の検出に長けている。これに対して、本検討ではAIの検出感度を確認するための撮影バリエーションを試行した。

3. 検討結果

離隔や角度を変化させたUAV撮影画像に対してAIの推論を行った結果を以下に示す。

(1) 適切に検出できている例～離隔距離の違い

図-2～4に水通しの位置からの離隔を変えて撮影した画像に対し、AIで推論を行った結果を示す。離隔100mの画像は、技術者による摩耗の有無の根拠は断定できない画像である。この画像に対してAIは水通し全体を検出した。離隔20mでは、摩耗箇所を的確に検出した。さらに近い離隔10mでは、画郭全体におよぶ欠損が分割されて検出された。

(2) 検出不可の例～撮影角度の違い

図-5に撮影角度を変えた画像のAI推論結果を示す。離隔は近く、一見して目視で欠損部を把握しにくい部分である撮影角度でもある。正面以外の撮影条件ではAIは反応しにくい結果となった。

4. 考察～変状ランク選別の必要性

入力画像によっては、図-6のように摩耗欠損の大小の基準が曖昧な出力例が確認された。水通しの谷側が削れているように見え摩耗初期の段階である。こうした出力の原因は、変状レベルb, c両方の変状画像を教師データとしたことにあると考えられる。



図-2 離隔100mのAI検出結果(検出可だが根拠不明)

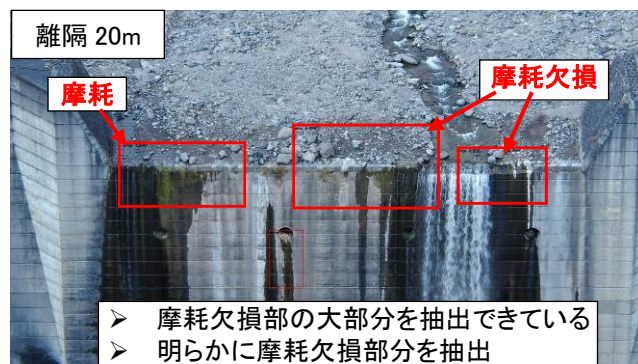


図-3 離隔20mのAI検出結果(検出可)



図-4 正面以外の画像のAI検出結果(検出不可)



図-5 離隔10mのAI検出結果(欠損部の分割検出)

砂防点検マニュアルによると、施設健全度評価に繋がる摩耗欠損の変状レベルはcでかつ、ブロックの大きな欠損があるもの、とされている。日光砂防事務所管内では石積堰堤の施設割合が多く、教師データに石積ブロックが欠損した損傷の教師データが少ない。

今後は、管内特有の構造的特徴に即した教師データを収集し、点検技術者が選別を行うことで教師データの品質を向上させた上でAIの検出精度の検証を行う必要がある。

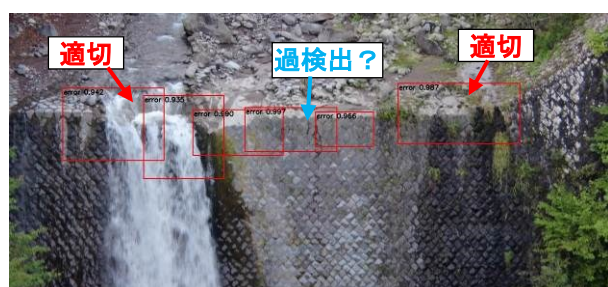


図-6 過検出の例

5. まとめ

本稿では、UAVは砂防施設点検マニュアルに沿った撮影画郭や飛行条件を自在に設定できる点、AIはUAVの撮影画像で判別可能な変状種類と変状レベルに沿うことで有効性があることを報告した。砂防堰堤の健全度に大きく影響しやすい摩耗に着目し、AIによる検出を試みた結果、技術者でも判定可能な離隔10m、20mにおいては、摩耗欠損部分を的確に抽出していた。

摩耗欠損に限らず、健全度に影響する変状をUAVで

俯瞰的に捉え、AIで判定できることによる効率化の貢献は大きいと考える。しかしながら、UAVでは植生や袖部、水中等の不可視の部分がある事、施設の位置や整備率、保全対象に影響する重要度の高い施設は、人力による目視点検が必要と考える。

今後は図-7のように、変状種類や施設重要度によって人力点検とUAV+AIの変状検出機能を併用、あるいは使い分け、効果的に施設点検を行うルール化に繋がる検証を行うことが重要であると考え。

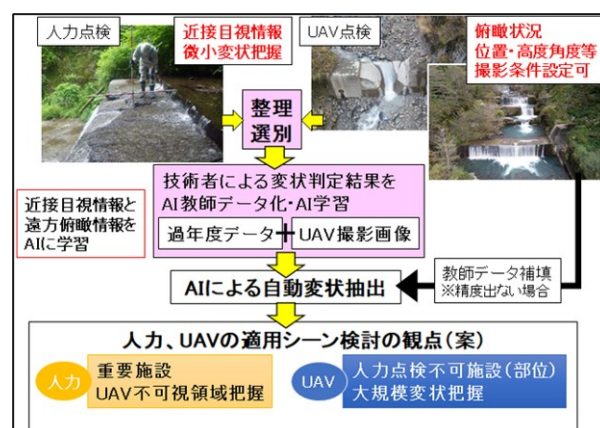


図-7 UAVと人力点検の適用シーン検討の概念図

【参考文献】

1. K. He, G. Gkioxari, P. Dollar and R. Girshick, "Mask R-CNN", ICCV, 2017.
2. 荒木光一・藤田達大・三池力・伊藤隆郭・古木宏和・清水隆博, 深層学習による砂防堰堤の部位画像分類, 2020年度砂防学会研究発表会概要集, 2020.