

川辺川流域における AI 等を活用した砂防施設変状箇所抽出および変状量把握の試み

国土交通省 九州地方整備局 川辺川ダム砂防事務所 中村 良一, 須田木 諭
日本工営株式会社 ○大屋 俊祐, 古木 宏和, 田方 智

1. はじめに

砂防施設点検は従来、人力による目視点検で変状箇所を抽出し、その結果に基づいて砂防施設の健全度評価を行っている。砂防施設は山間部の狹隘で急峻な場所に整備されていることが多く、作業効率性や安全性の観点から施設全体の変状箇所を抽出することが困難な場合がある。川辺川流域は急峻な山地が多く、谷が深い形状となる特徴を持っており、砂防施設へのアクセス路が豪雨や地震により途絶されるリスクを有している。点検対象となる砂防施設は 146 施設あり、変状箇所の調査・点検に多大な時間やコストを要することが課題となっている。これを解決する手法として、UAV や AI を活用した画像解析技術による砂防施設点検が期待されている。本稿では、UAV により撮影した画像を用いて、AI 等の画像解析技術を活用した変状箇所の抽出および変状量の把握を試行した結果について報告する。

2. VIS&TFC 処理

(1) VIS&TFC の概要

画像解析ソフトウェアである VIS&TFC^{1),2)}を使用して、川辺川流域における砂防施設で最も多い変状であるひび割れの視認性向上検証および腐食（錆）の程度検出を行った。VIS (Visual illusion based-Image feature enhancement System) による処理は、処理画像に凹凸を強調するエンボス加工を施し、疑似的に光を照射することで錯視を誘発して視認性を向上させることができる。一方で、TFC (Target and non-target image Feature area Classification algorithm) による処理は、クラスター分析によりカラー情報 (RGB) の濃度値を自動分類して、明るさをクラス分けすることができる。

(2) VIS 処理の結果

撮影高度 30m、撮影角度 90°（真下）で開口幅 1.3 mm のひび割れを撮影した UAV 画像に VIS 処理を適用した結果を図 1 に示す。開口幅 1.3 mm のひび割れに対しては、VIS 処理を適用することで視認性が向上し、通常の UAV 撮影画像と比較して明確にひび割れを区別することができるようになった。

(3) TFC 処理の結果

撮影高度 30m、撮影角度 90° で開口幅 2 mm のひび割れを撮影した UAV 画像に TFC 処理を適用した結果を図 2 に示す。開口幅 2 mm のひび割れに対しては、TFC 処理を適用することで、ひび割れの暗い部分を抽出し、マッピングすることができた。また、TFC 処理を鋼構造物の腐食に適用したところ図 3 の結果が得られた。鋼製スリット部の腐食の程度が色の濃度で分類可能であり、技術者が視認した色の判定結果を定量化することができる。すなわち、腐食が進行している部分

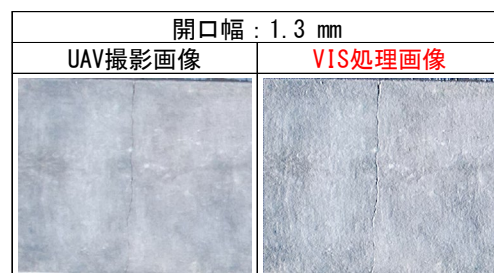


図 1 ひび割れに対する VIS 処理

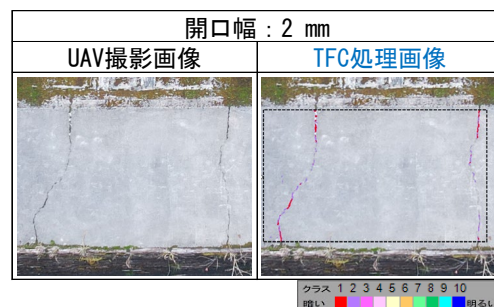


図 2 ひび割れに対する TFC 処理

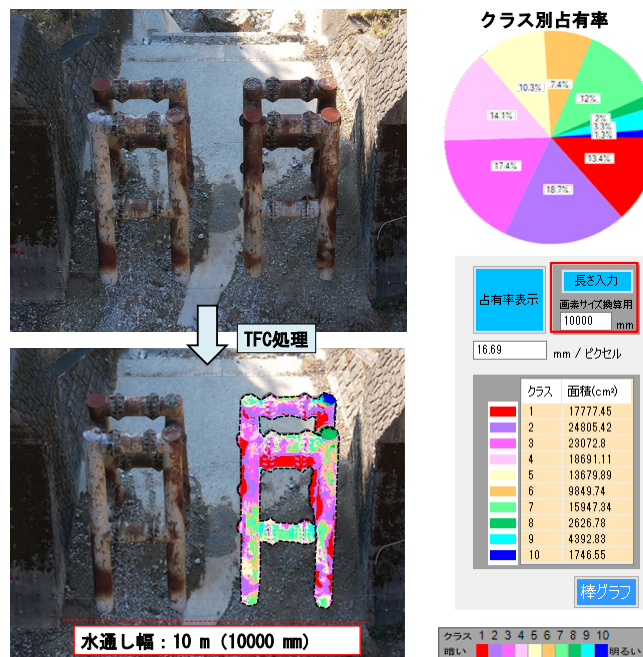


図 3 腐食に対する TFC 処理

は暗く、塗装が剥がれていない部分は明るく見えるため、TFC 処理によって腐食の程度の簡易的な判定が行える。技術者による判定でも、TFC 処理による分類結果と概ね一致していた。

3. AI（ディープラーニング）による変状検出

(1) AI の概要

解析対象の変状は川辺川流域の砂防施設で多く発生している摩耗とした。摩耗を検出する AI のアルゴリズムとしては、Mask R-CNN³⁾ を使用した。AI に学習させるために用いた教師データには、砂防施設の UAV 点検画像を用いている。画像内の摩耗には「erosion」とラベル付けし、摩耗ではない箇所には「error」とラベル付けした。教師データに用いた UAV 点検画像のデータ数は 334 であり、「erosion」のラベル数は 2,396、「error」のラベル数は 1,872 となっている。また、AI に学習させた教師データは斜め撮影した摩耗がメインであり、真上から撮影した摩耗のデータはほとんど含まれていない。

(2) 入力画像の撮影条件

入力画像は UAV 画像とし、撮影高度や撮影角度に加えて、画像倍率を変更することで AI による検出精度が変化す

のか比較した。撮影高度は 30m、100 m とし、撮影高度 30m に対しては撮影角度 90°、撮影高度 100m に対しては撮影角度を 45° とした。加えて、画像倍率も変更して AI の入力画像とした。

(3) AI 推論結果

撮影高度 30m、撮影角度 90° の UAV 画像に AI 解析を適用した結果を図 4 に示す。画像倍率 17%、100% ともに摩耗を検出することができなかった。AI の教師データには摩耗を真上から撮影したものがほとんど含まれていないことから、検出精度が低下したと考えられる。図 6 には撮影高度 100 m、撮影角度 45° の UAV 画像に AI 解析を適用した結果を示す。画像倍率 37% では、遠方からの撮影画像であるため、摩耗を抽出することができなかったが、画像倍率 313% に上げることで摩耗の検出精度が向上した。

4. おわりに

川辺川流域における砂防施設の変状箇所に対して VIS&TFC 処理と AI 解析を適用することで、これらの画像解析技術が砂防施設点検の効率化に寄与できる可能性を示した。AI の検出精度は教師データに依存するため、変状箇所を適切な画郭で撮影したデータ収集が今後の課題である。

【参考文献】

1) 広田ら, 土木学会論文集 F3 (土木情報学), Vol.71, No.2, p. II_66-II_77, 2015; 2) 渡邊ら, 土木学会論文集 F3 (土木情報学), Vol.77, No.2, p. I_1-I_12, 2021; 3) He et al., In Proceedings of the IEEE international conference on computer vision, p.2961-2969, 2017

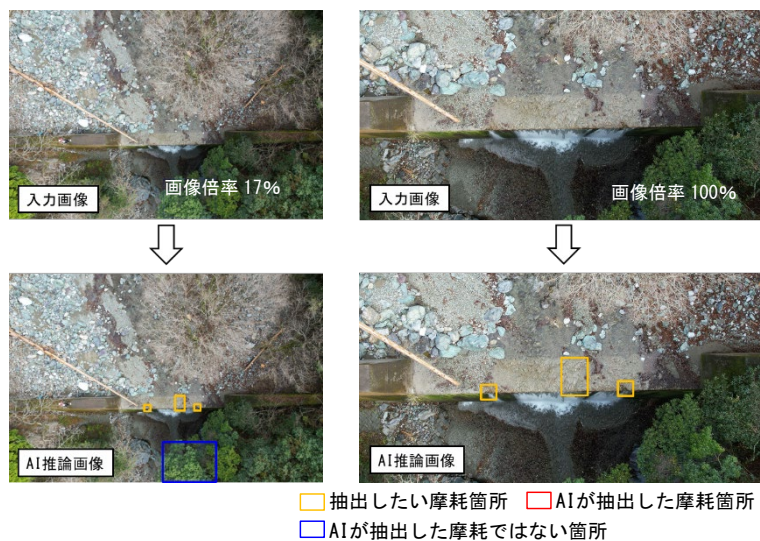


図 4 AI による推論（撮影高度 30 m、撮影角度 90°）

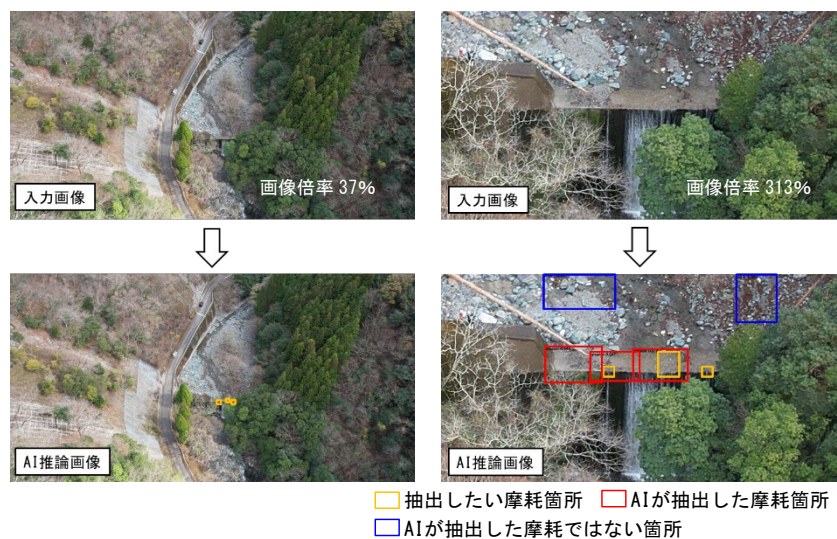


図 5 AI による推論（撮影高度 100 m、撮影角度 45°）