

第V部門

## 劣化予測/維持管理(1)

### [V-576] 深層学習を用いた護岸のひび割れ情報の定量的評価 Quantitative Evaluation of the crack in revetments using Deep learning

○吉田 龍人<sup>1</sup>、藤井 純一郎<sup>1</sup>、大久保 順一<sup>1</sup>、天方 匡純<sup>1</sup> (1.八千代エンジニアリング株式会社)

○Ryuto Yoshida<sup>1</sup>, Junichiro Fuji<sup>1</sup>, Junichi Okubo<sup>1</sup>, Masazumi Amakata<sup>1</sup> (1.Yachiyo Engineering Co., Ltd.)

キーワード：深層学習、ひび割れ検出、維持管理、SfM解析

Deep learning, crack detection, maintenance, structure from motion

維持管理業務の効率化のために、AIによる自動点検技術の開発が求められている。これを受けて、筆者らは護岸の変状検出AIの作成に取り組み、これまでに目地開きの高精度な検出が可能となった。しかし、AI解析結果を維持管理で活用するためには、単にひび割れを検出するだけでなく、従来の点検と同様にひび割れの幅と延長を評価する必要がある。そこで、本研究では検出したひび割れの幅と延長を自動的に計測し、定量的に評価する手法を検討した。検討の結果、幅と延長の積によって求めたひび割れ面積により劣化が進行している区間を可視化することが可能となった。

## 深層学習を用いた護岸のひび割れ情報の定量的評価

八千代エンジニアリング株式会社 正会員 ○吉田龍人, 藤井純一郎, 大久保順一, 天方匡純

### 1. はじめに

維持管理業務の効率化のために、AIによる自動点検技術の開発が求められている。これを受けて、筆者らは護岸の変状検出 AI<sup>1),2)</sup>の作成に取り組み、これまでに目地開きの高精度な検出が可能となった。

しかし、AI解析結果を維持管理で活用するためには、単にひび割れを検出するだけでなく、従来の点検と同様にひび割れの幅と延長を評価する必要がある。そこで、本研究では検出したひび割れの幅と延長を自動的に計測し、定量的に評価する手法を検討した。

### 2. 検証区間について

図-1はある河川の護岸を撮影し、SfM解析によってオルソ化した画像の一例を示している。本画像はSfM解析によって、空間解像度を2mm/pxに統一しているため、ひび割れ領域のピクセルを数えることで、幅や延長を実測と同様に計測することができる。

このオルソ画像に対して、AIによるひび割れ検出を行った結果が図-2である。図より、検出結果は一部で誤検出が見られるものの、目地開きの発生箇所を概ね抽出できていることが確認される。

そこで本研究では、このひび割れ検出結果から、ひび割れ幅と延長を画像処理によって計測し、区間ごとの定量的評価を行った。

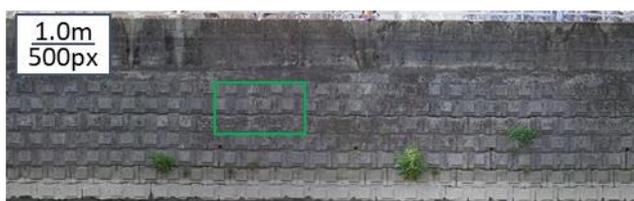
### 3. ひび割れ幅と延長の計測

#### (1) 幅と延長の計測方法

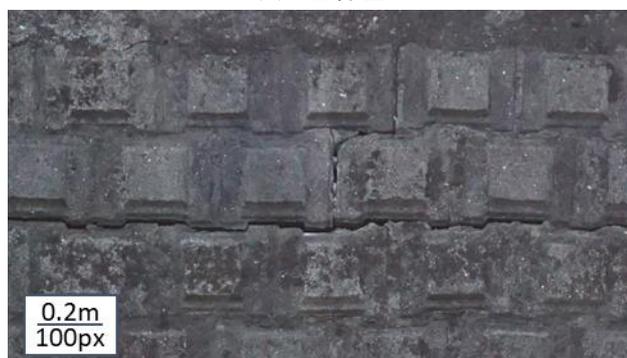
本研究では、ひび割れ計測を図-3の模式図に従い、次の3ステップにより実施した。

1. ひび割れ検出結果に対して、細線化処理を行う。
2. 細線化処理後の個々のピクセルと8近傍のピクセルに着目し、局所的なひび割れの方向(図-3中の赤線)を計測する。
3. ひび割れの方向に対して、直角な方向に存在するひび割れ領域の長さ(ひび割れ幅)を計測する。

なお図の領域(B)のように、細線化処理結果のピクセルの8近傍に、細線化処理結果のピクセルが3px以上存在した場合、ひび割れの方向が一方に定まらないため、計測不可とした。

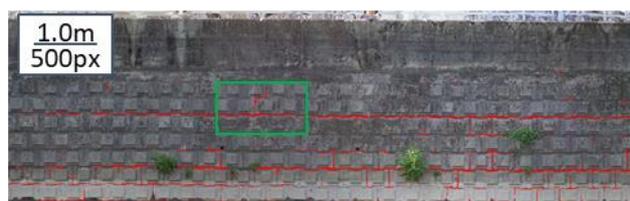


(a) 全体図

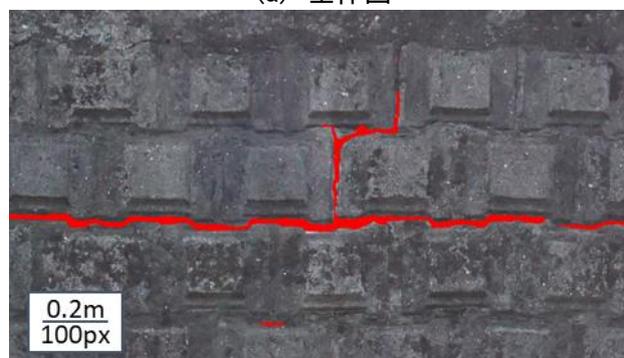


(b) 拡大図

図-1 オルソ画像



(a) 全体図



(b) 拡大図

図-2 ひび割れ検出結果

キーワード 深層学習, ひび割れ検出, 維持管理, SfM解析

連絡先 〒111-8648 東京都台東区浅草橋5-20-8 CSタワー3F 八千代エンジニアリング(株) TEL 03-5822-6843

## (2) 計測結果

図-4 は AI のひび割れ検出結果に対して、ひび割れ幅を計測した結果を一部拡大して示している。図より、ひび割れの広がりに応じて、細線化処理後の中心線の画素値も増加しており、ひび割れの形状に沿ってひび割れ幅が計測されていることが分かる。

さらに、計測したひび割れ幅をヒストグラムで表したものが図-5 である。ここで、計測元の画像の空間解像度は 2mm/px であるため、本来ヒストグラムの縦軸となる度数を 2 倍することで、延長として表現している。この図より、ある幅のひび割れがどの程度の延長で存在しているかが把握できるようになった。さらに、従来の人手による計測では困難であったひび割れの面積を、総延長と幅の積により算出することが可能となった。

## 4. ひび割れ面積の比較

図-6 は護岸を 10m ごとに区切ったオルソ画像に対して、ひび割れ面積を計測した結果を示している。この図により現地で点検・補修を優先して行うべき場所が一目で把握可能となった。本稿では単年の計測結果のみを示しているが、定期的にひび割れの計測を行い、結果をこのグラフに反映することで、経時的な変化を把握することもできる。以上より、本手法は維持管理の効率化・高度化に資する手法となると考えた。

## 5. おわりに

本研究では AI 解析によって検出した護岸のひび割れ幅と延長を自動で計測し、定量評価する手法を検討した。その結果、ピクセルレベルでひび割れを計測することが可能となり、加えてひび割れの面積を計測することで、容易にひび割れの量を把握することが可能となった。今後は経年的に護岸の撮影を行い、ひび割れの進行度合いを可視化する必要があると考える。

## 参考文献

- 1) 齋藤彰儀, 上総虎智, 平木悠太, 天方匡純, 吉田武司 (2019) : 深層学習によるコンクリート護岸劣化領域検出システムの開発, 情報処理学会デジタルプラクティス, <https://www.ipsj.or.jp/dp/contents/publication/38/S1002-S01.html> (参照 2020/03/24) .
- 2) 天方匡純 : 深層学習方式を活用した河川のコンクリート護岸の劣化領域抽出, 日本建設機械施工協会誌, Vol.70, No.5, pp46-50, 2018.

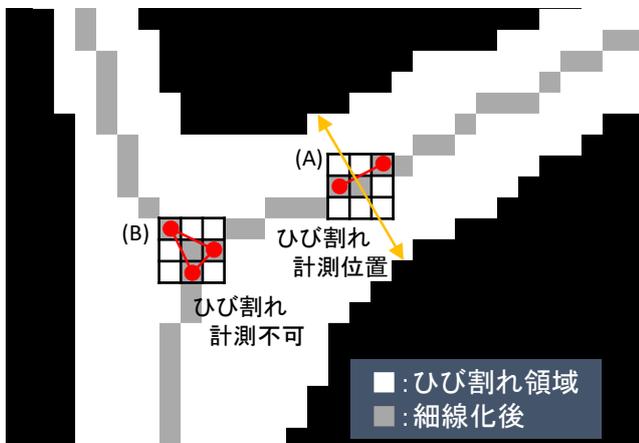


図-3 ひび割れ計測方法

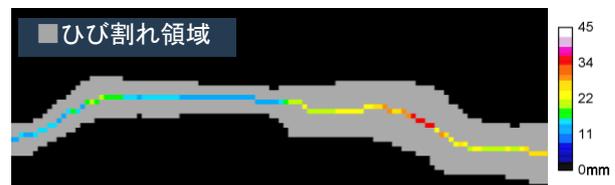


図-4 ひび割れ計測結果

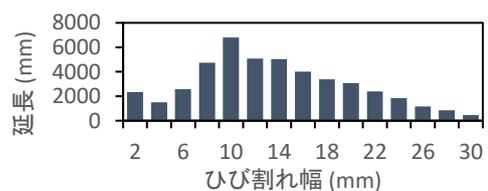


図-5 ひび割れ幅と延長のヒストグラム

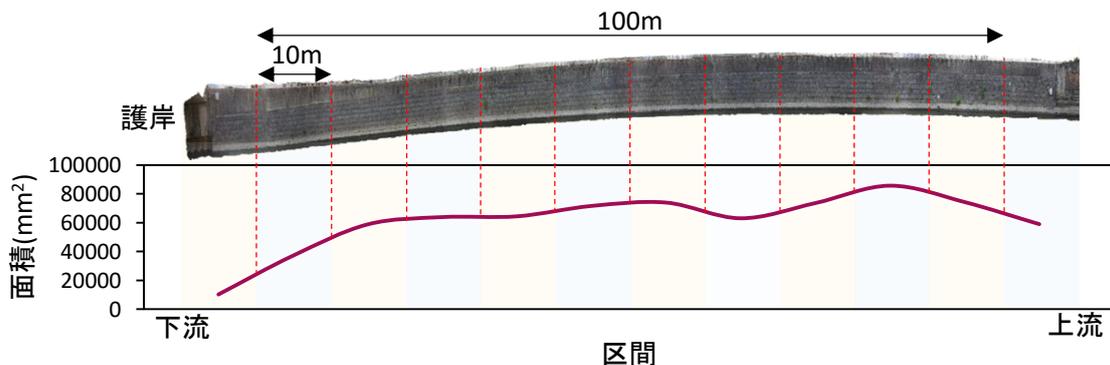


図-6 区間別のひび割れ面積の評価