

AI を用いた沈みひび割れ目視評価点の判定に関する一検討

鹿島建設(株) 正会員 水野 健 ○井上 友 菅谷那津子 山口純輝 関 健吾 渡邊賢三 藤岡彩永佳
(株)UNAIT 巖 侑真 柄井允斗 田島 哲

1. はじめに

コンクリート構造物の表層品質確保・向上の取組みとして、目視調査に基づく表層品質評価手法（以下、目視評価と称する）が挙げられる。目視評価とは、「美しいコンクリートは品質と耐久性の高いコンクリートである」という概念のもと、打重ね線や表面気泡などの項目に対して、目視調査によって点数付けを行い評価するものである^{1,2)}。目視評価は簡単かつ合理的に品質向上の PDCA サイクルを運用できるのに対し、評価点が評価者の感覚に影響されるという課題が挙げられる。そこで筆者らは、目視評価を AI 技術により実施するシステムを検討しており、これまでに「表面の色つや」および「表面気泡」に対して AI モデルを構築している³⁾。本稿では、「沈みひび割れ」の目視評価点を判定可能な AI モデルを構築したので、その概要と判定精度について報告する。

2. モデルの構築

2.1 モデルの構造

沈みひび割れ判定モデルの構造を図-1に示す。本モデルは、入力画像からプラスチック製コーン（以下、P コンと称する）を検出し、検出した P コン一つ一つに対して沈みひび割れの有無を判定する AI モデル部分と、各 P コンでの判定結果をもとに画像全体の沈みひび割れ評価点を算出する計算処理部分の2つから成る。AI モデル部分については、Train データと Validation データを用いて学習を行い、正解領域と予測領域の一致率を表す GIoU でモデルの精度を評価した。計算処理部分を含めた全体の判定精度については、教師データにおける評価点（以下、教師評価点と称する）と予測評価点の絶対誤差の平均値を示す MAE、教師評価点と予測評価点の誤差が 0.5 点以内となる確率 ACC を用いて評価した。

2.2 データセットの作成

本検討で使用した画像は、脱型後の実際のコンクリート構造物を撮影したものであり、Train データは 930 枚、Validation データは 167 枚、Test データは 19 枚とした。沈みひび割れの教師評価点は、コンクリート主任技師 1 名、同技士 2 名が目視評価法マニュアル²⁾に準じてすべての画像に対して 1~4 点の範囲で 0.5 点ごとに点数付けを行い、その平均値とした。3 名の評価点の標準偏差は最大でも 0.47 点であり、教師評価点に誤差が少ないことを確認した。また、実際の P コン位置を示した教師データは、すべての画像に対してバウンディングボックス形式でアノテーション（長方形で領域設定）を行い作成した。バウンディングボックスのクラス分類

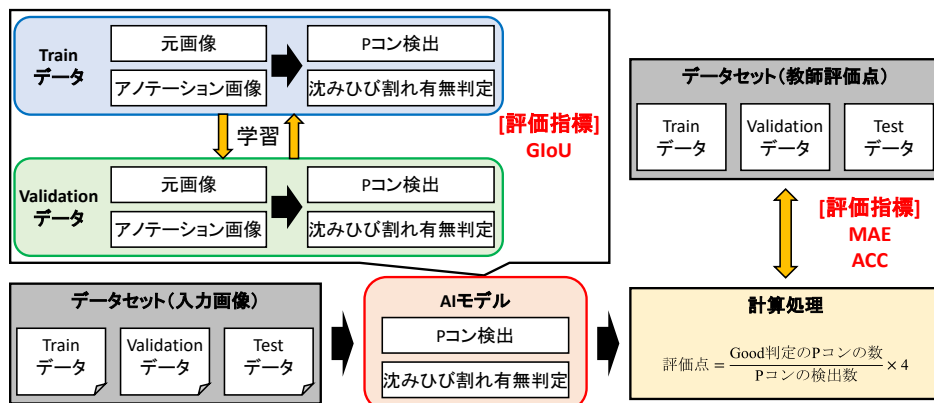


図-1 沈みひび割れ判定モデルの構造

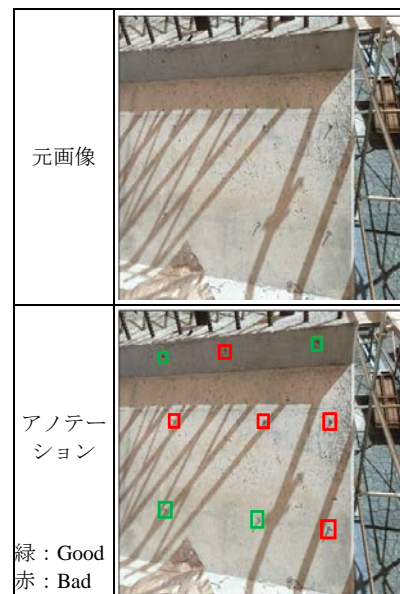


図-2 アノテーションの例

キーワード：コンクリート、表層品質、目視評価、沈みひび割れ、AI、画像認識

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島建設(株) 技術研究所 TEL 042-485-1111

は図-2のように、沈みひび割れの無いPコンを Good, 沈みひび割れの発生しているPコンを Bad とした。

2.3 学習方法

AIモデル部分では、画像認識の機械学習としてYOLOv5⁴⁾による物体検出を用いた。使用する画像は640×640ピクセルに圧縮してサイズを統一し、学習回数は100回とした。計算処理部分については、沈みひび割れの判定基準²⁾の一つに、「目視調査範囲のPコンの数に対する沈みひび割れが発生しているPコンの数」と定められていることから、4点満点であることを踏まえて、式(1)によって評価点を算出した。

$$\text{評価点} = \frac{\text{Good判定のPコンの数}}{\text{Pコンの検出数}} \times 4 \quad (1)$$

なお、Pコンを全く検出できなかった場合（式(1)の分母が0となる場合）は4.0点、検出したPコン全てがBadであった場合（式(1)の分子が0となる場合）および算出結果が1.0点未満となる場合は1.0点とした。

3. 結果および考察

AIモデルの学習結果を図-3に示す。学習100回目のGIoUはValidationで約0.98となり、極めて高い精度でPコンを検知できることを示した。また、沈みひび割れ評価点の予測結果を表-1に示す。TrainのMAE, ACCはそれぞれ0.08点, 95.05%, Validationではそれぞれ0.08点, 94.01%となり、評価点についても極めて高い精度で予測できることを示した。

ここで、本モデルをTestデータに適用すると、ACCは73.68%となり、一定の精度があることを確認したが、更なる精度向上のための方策について考察した。図-4に示す検出結果の例を見ると、Pコン自体は検出できているものの、Good/Badの判定が一致していない箇所がみられた。この原因として、図-5に示すように、本検討で用いたデータセットの教師評価点4.0点の割合が高いことが挙げられる。データセット全体のPコンに対するBadのPコンが占める割合は約3.5%（15583個のうち548個）であり、BadのPコンの教師データが少なかった。著しい沈みひび割れが発生したコンクリート構造物は事例としても少なく、画像の追加収集は困難であると想定されるため、今後はAIモデルの改良により更なる精度向上について検討する。

4. まとめ

Pコンをバウンディングボックスでアノテーションしたコンクリート構造物の画像を学習させることで、沈みひび割れを自動判定可能なAIモデルを構築した。Testデータの判定精度は約7割となり、一定の精度はあるものの、今後は更なる精度向上に努める。

参考文献

- 1) 坂田昇, 渡邊賢三, 細田暁: コンクリート構造物の品質向上と表層品質評価手法, コンクリート工学, Vol.50, No.7, pp.601-606, 2012.7.
- 2) 国土交通省東北地方整備局: コンクリート構造物の品質確保の手引き(案)(橋脚, 橋台, 函渠, 擁壁編), 2015.12.
- 3) 濱田那津子, 中村真人, 有坂壮平, 渡邊賢三: 機械学習を活用した目視評価による表層品質評価システムに関する一検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.42, No.1, pp.1186-1191, 2020.6.
- 4) Joseph Redmon, Santosh Divvala, Ross Girshick, Ali Farhadi: You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection, Computer Vision and Pattern Recognition(CVPR), 2015.

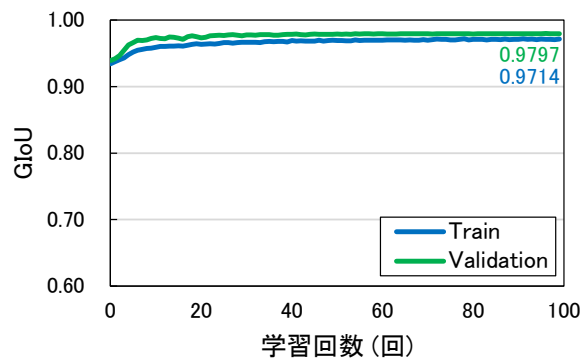


図-3 学習結果

表-1 評価点の予測精度

	Train	Validation	Test
MAE (点)	0.08	0.08	0.64
ACC (%)	95.05	94.01	73.68

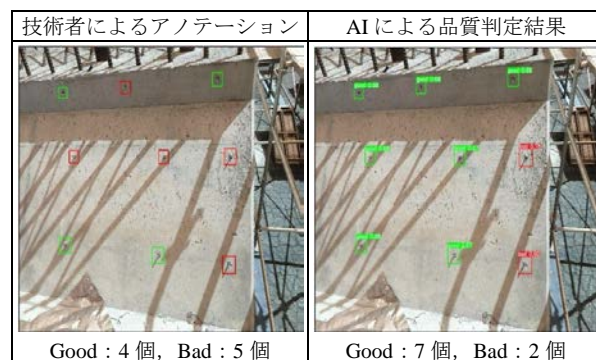


図-4 検出結果の例

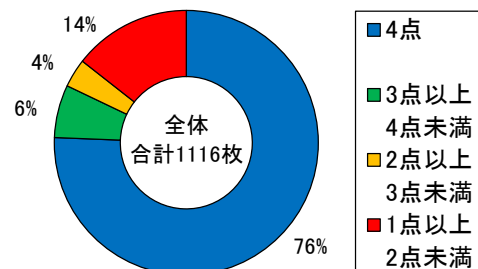


図-5 教師評価点の割合