

# 目視評価の自動化に向けた AI による画像中のコンクリート範囲の検出に関する一検討

鹿島建設(株) 正会員 ○水野 健 関 健吾 山口純輝 藤岡彩永佳 渡邊賢三 菅谷那津子  
(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<sup>1,2)</sup>。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<sup>3)</sup>。一方、この AI モデルでは画像にコンクリート以外のものが含まれる場合、評価者が手作業でトリミングしてコンクリート範囲を指定する必要がある。簡易で汎用的なシステムとするには、画像からコンクリート構造物を自動検出できることが望ましい。そこで本稿では、コンクリート構造物を検出可能な 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 データセットの作成

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、一部に背景や鉄筋、足場材等のコンクリート以外のものが写り込んだ画像が含まれる。学習用データは 886 枚（うち Train : Validation = 7 : 3 となるよう無作為に抽出）、Test データは 416 枚とした。データセットの特徴を図-1に示す。図-1は学習用データおよび Test データに使用した画像中のコンクリートに該当するピクセルの割合を整理したものである。いずれもコンクリートの割合が高い画像が多くなる傾向を示しており、過学習が生じにくいデータセットであることを確認した。

実際のコンクリート範囲（正解領域）を指定した教師データは、学習用データおよび Test データのすべての画像に対してポリゴン形式でカテゴリ分類（アノテーション）を行い作成した。アノテーションは図-2のように、コンクリートの部分を黄色、コンクリート以外の部分を紫色とした。

### 2.2 学習方法

本検討では、画像認識の機械学習として畳み込みニューラルネットワーク（Convolutional Neural Network : 以下、CNN と称する）によるセマンティック・セグメンテーション<sup>4)</sup>を用いた。CNN のネットワーク構造を示すアーキテクチャには U-Net を、CNN の特徴抽出

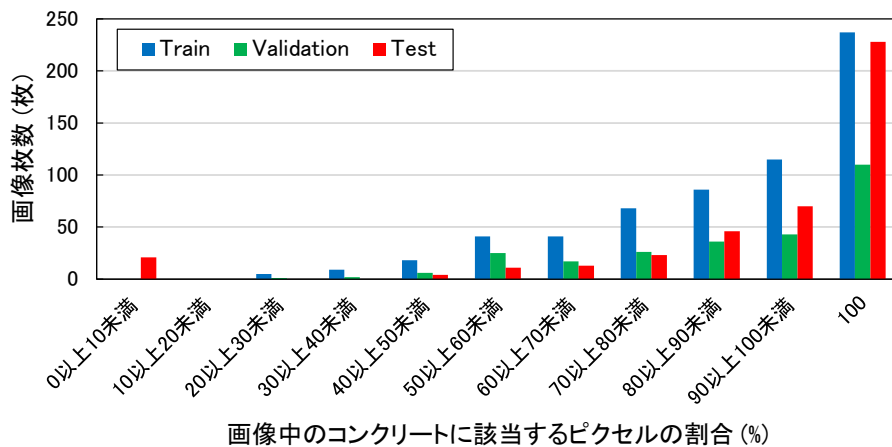


図-1 データセットの特徴

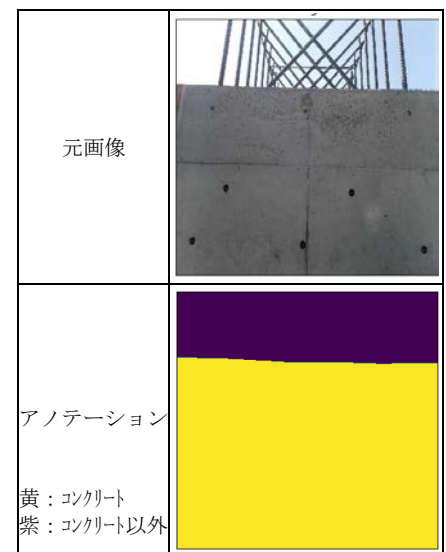


図-2 アノテーションの例

キーワード：コンクリート，表層品質，目視評価，AI，画像認識，CNN

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

構造を示すエンコーダには EfficientNet-b1 をそれぞれ用いた。なお、使用する画像は 320×320 ピクセルに圧縮してサイズを統一し、学習回数は 10 回とした。

### 3. 予測結果

886 枚の学習用データを用いて学習した結果を図-3に示す。正解領域と予測領域の一致率を表す IoU は、学習 10 回目の Validation で約 0.97 となり、極めて高い精度で検出できることを示した。構築した AI モデルを Test データに適用した例を図-4に示す。正しく検出できた画像では、アノテーションにより指定した領域を検出できているだけでなく、アノテーションで指定していなかったコンクリート表面の異物も除外することができた。一方で、誤検出した例のように、表層品質が著しく低下している箇所を含む画像では、浮島状のノイズが発生し、十分に検出できていないことが判明した。

目視評価を行うには表層品質が著しく低下した画像でも正しく検出できる必要がある。そこで、本検討では、AI モデルのさらなる精度向上について検討した。具体的には、セグメンテーションによりコンクリートとコンクリート以外の部分に二値化された画像に対して、モルフォロジー演算による膨張処理を行った。膨張処理とは、二値化された画像の対象領域を膨張させることにより、ノイズと呼ばれる微細な誤判定領域を除去する後処理方法である<sup>5)</sup>。図-4の誤検出した例に後処理を行った結果を図-5に示す。図より、黒で示したノイズ部分が縮小していることが分かる。なお、このようなノイズが発生した原因として、学習用データに表層品質の低い画像が少ないことが挙げられるが、そのような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、本検討のように AI モデルの改良による精度向上手法の有用性は高いと考える。

### 4. まとめ

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、コンクリート範囲を自動検出できる AI モデルを構築した。

### 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) 太田英司: セマンティック・セグメンテーションの基礎, MathWorks 社 Web セミナー <https://jp.mathworks.com/videos/basics-of-semantic-segmentation-1527778613576.html> (閲覧日: 2022年2月24日)
- 5) モルフォロジー演算, MathWorks 社ヘルプセンター <https://jp.mathworks.com/help/images/morphological-filtering.html> (閲覧日: 2022年3月7日)

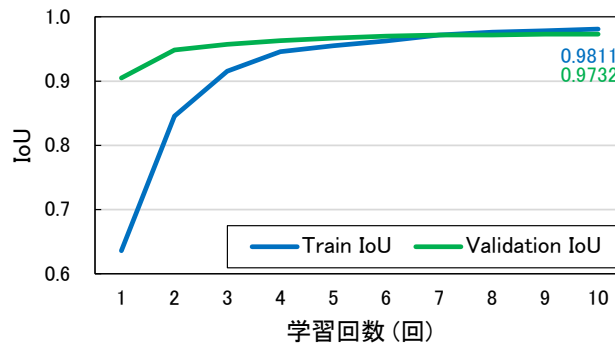


図-3 学習曲線

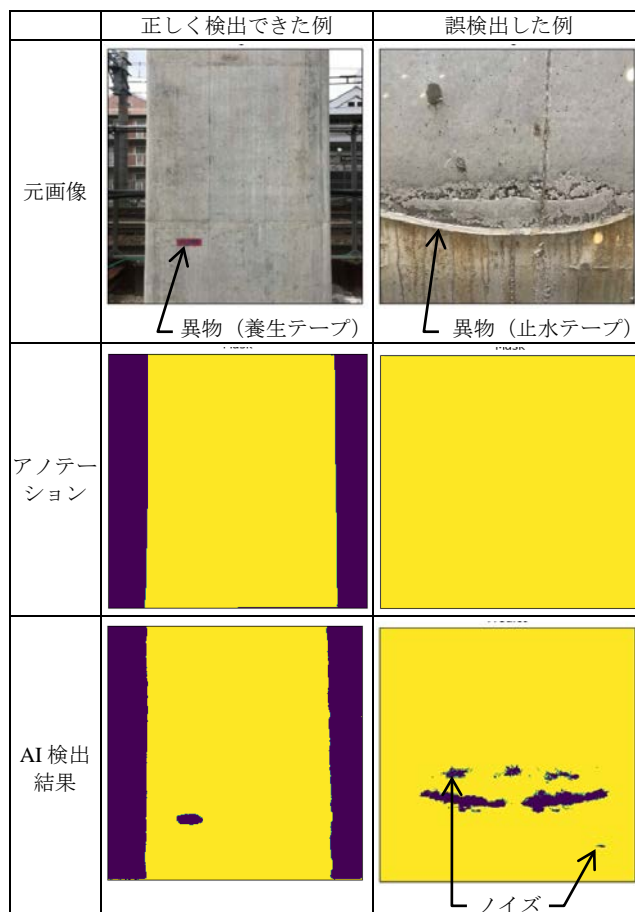


図-4 Test データの適用例

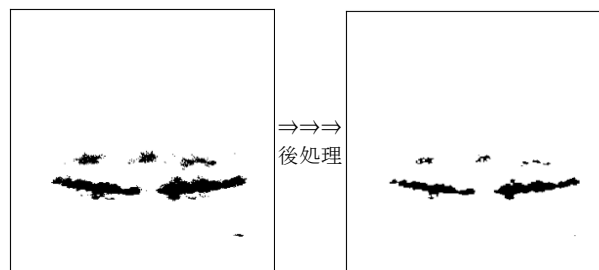


図-5 後処理の例