

機械学習によるコンクリート打継面の良否判定技術に関する基礎的検討

鹿島建設(株) 正会員 ○中村真人 松本修治 今井道男 柳井修司 有坂壮平

1. はじめに

コンクリート構造物の打継面は、適切に処理されなければ、構造物の一体性が失われ構造的な欠陥になるのみならず、劣化因子である塩分、二酸化炭素および水が内部に浸透し鉄筋を腐食させる。しかし、これまで打継面における処理の良否は、作業者や監理者の目視で判断されることが多く、定量的に評価されることは少なかった。そこで、筆者らはコンクリート打継面の処理を現場で広範囲・簡便・定量的に評価することを目的に、タブレットPCで運用可能な画像の輝度分布に着目した打継面の良否判定技術を開発しており、実用性を確認している。しかし、輝度分布を用いた技術では、写真の明るさや撮影角度などの撮影条件が判定に影響を与えることから、安定的な評価が難しかった。そこで、筆者らは機械学習を用いて打継面の画像を学習させることで様々な条件下においても安定的に評価可能な汎用性の高い判定技術の構築を検討した。本稿では機械学習を用いた打継面の良否判定技術の基礎的検討結果について示す。

2. 従来技術（輝度分布による判定）の課題

図-1に技術の概念図を示す。本技術は、タブレットPCで打継面の画像を取得し、任意の大きさのメッシュで画像を分割した上で、打継面の処理による凹凸、粗骨材の露出で変化する各メッシュの輝度分布に基づいて判定していた。

図-2(a)に示すように打継面の処理をしていない場合、つまり、粗骨材の露出がなくモルタルのみが表面に現れている状態では輝度が高くなり、輝度分布の幅も小さくなる。一方で、図-2(b)のように打継面を適切に処理した場合では、露出する骨材や凹凸による陰影の影響等によって広い輝度分布を示す。適切に打継面の処理が行われた打継面の画像の輝度分布を標本とし、打継処理後の状態を撮影した画像の輝度分布と比較して判定される。

輝度分布を用いた技術では、写真-1に示すような撮影条件(日照・撮影角度)の違いなどに影響を受け、一定の撮影条件を逸脱した場合、安定した良否判定が難しいという課題があった。そのため、より汎用性の高い判定技術にするためには輝度分布とは異なる指標を用いる必要がある。

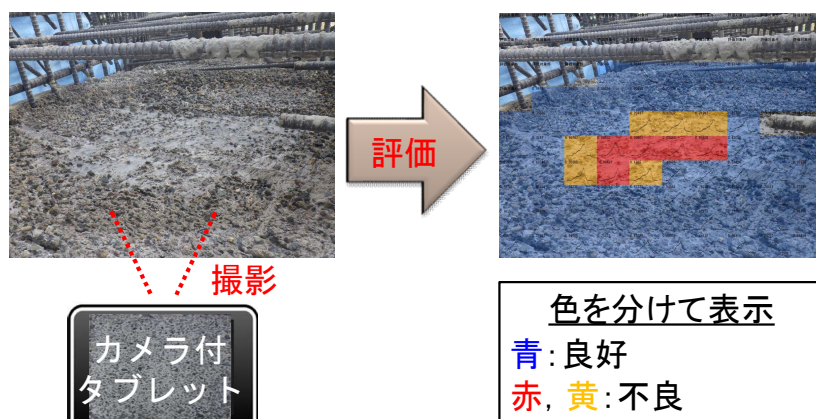


図-1 打継ぎ処理の良否判定技術の概念図

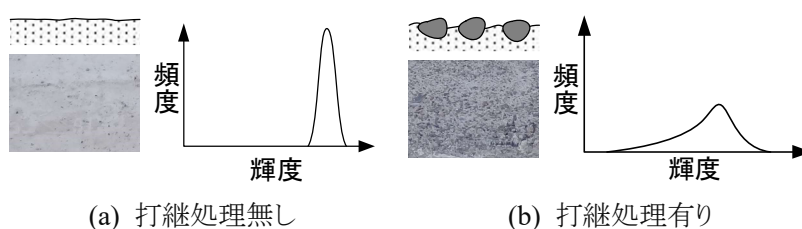


図-2 輝度分布による評価イメージ



写真-1 撮影条件のイメージ

キーワード コンクリート, 打継ぎ, ヒストグラム, タブレット, 機械学習

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 TEL042-482-8014

3. 機械学習によるコンクリート打継面の良否判定技術

3.1 機械学習

機械学習とは一般的に機械が学習することで分類や識別・認識を行うものであり、学習の方法としては教師あり学習、教師なし学習および強化学習などの手法がある。本検討では技術者の判断を再現するため教師あり学習を用いた。

3.2 検証方法

図-3 に機械学習における検討フローを示す。打継面の処理程度の異なる供試体を撮影した画像を 76 枚用意し、図-4 に示すように技術者によって事前に打継面の処理が良好か不良か評価された画像のうち、全体の 70% を学習データ、30% を検証データに分けた後、それぞれの画像から、一定の規則で 150×150 画素に分割 (1200 回/1 画像)、抽出することで 63,600 枚の学習データと 27,600 枚の検証データを作成した。分割前の画像については、分割後の画像品質を一定とするため、全て同じ画素数の画像を用いた。また、学習回数は 50 回とし学習後の最終的な判定精度を算出した。

3.3 検証結果

検証の結果得られた判定精度を図-5 に示す。検証データと学習データにおける判定精度は、同じ傾向を示し、検証データにおける最終的な判定精度は 97% という高い値を示した。図-6 に同じ画像において輝度分布を用いた技術と機械学習を用いた技術による判定結果の比較を示す。(a) に示すように輝度分布を用いた技術では、型枠際の打継面の処理不良箇所を正しく判定できていない。これは型枠際の影となった部分において正しい輝度を算出できていないことが考えられる。一方で、(b) に示す機械学習を用いた技術では、不良箇所を正しく判定できることが分かる。これらの結果より、機械学習による打継面の良否判定に対する有効性を確認することができた。

4. まとめ

熟練技術者の経験に基づいて定性的に判定されることが多かったコンクリート打継面の良否判定に対し、機械学習の適用を試みた。打継面の処理の程度の違いによる供試体画像を通じた検証の結果、これまでの輝度分布を用いた技術よりも撮影条件に寄らず、的確に定量的な評価ができた。今後、現場における画像取得を経て学習データを蓄積、技術のブラッシュアップを通じて、施工管理の高品質化への貢献を進めていく。

参考文献

- 1) 藤田雄一, 今井道男, 曾我部直樹, 松本修治: 画像処理による打継処理評価システムの開発, 第 70 回年次学術講演会, 土木学会, 2015

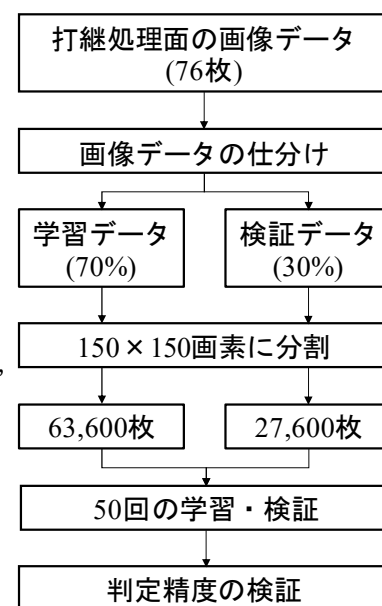


図-3 検討フロー

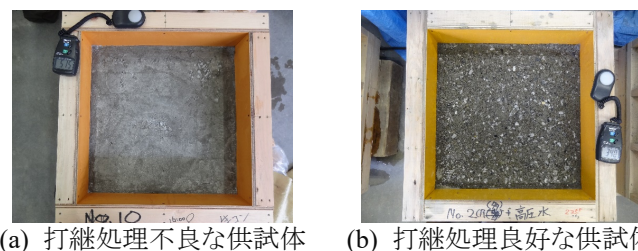


図-4 画像の一例

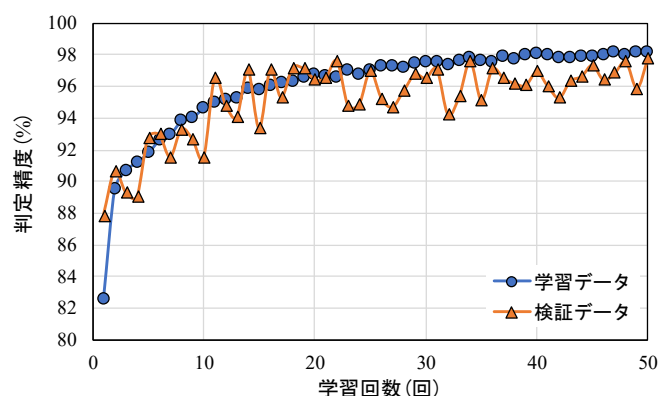


図-5 判定精度

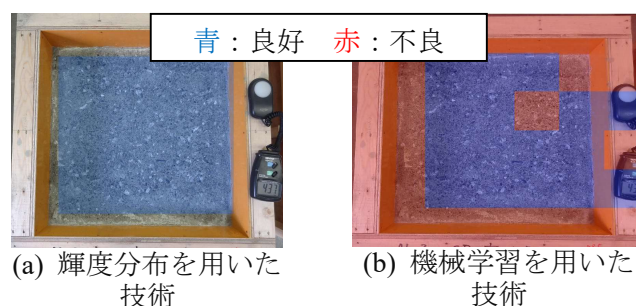


図-6 判定結果