

デジタル画像の機械学習による道路橋床版における遊離石灰の検出

Detection of Efflorescence in Reinforced Concrete Slab of Road Bridge

by Machine Learning of Digital Image

○島本由麻*・鈴木哲也**

Yuma Shimamoto and Tetsuya Suzuki

1. はじめに

道路橋RC床版の標準的な定期点検作業には近接目視が主に用いられているが、床版は広範囲に分布しており、作業の簡略化や調査者による誤差縮小の観点から、画像処理による劣化・損傷状況の定量化や自動検出の必要性が認められている¹⁾。既往研究においてひび割れ検出への画像処理技術の活用に関して数多くの知見が得られているが²⁾、遊離石灰の検出については十分に検討されていない。

筆者らの既往研究において、遊離石灰の検出には機械学習法の一つである決定木の有用性が示された³⁾。本研究では、さらなる精度向上を目的として、決定木に最大エントロピー法を加えて遊離石灰の検出を試みた結果について報告する。

2. 計測施設・方法

計測対象は、1969年に架設された7径間単純鋼桁橋である。舗装部はひび割れ損傷が顕在化し、アスファルト舗装下部の鉄筋コンクリート床版の損傷も進行していた。本研究では、デジタルカメラを用いて、床版下方から写真撮影を行った。

3. 解析方法

遊離石灰検出の流れを図-1、訓練用画像および評価用画像を図-2に示す。訓練用画像は267×1,896 pixelを2枚とした1,012,464データ、評価用画像は267×1,896 pixelの506,232データとした。説明変数として輝度値およびDoGフ

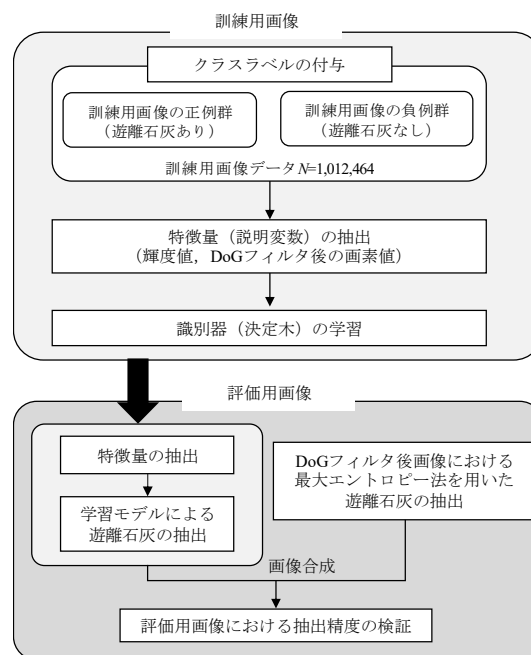
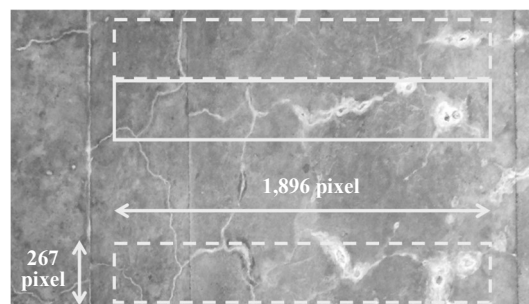


図-1 遊離石灰の検出方法

Detection method of efflorescence



*破線部が訓練用画像、実線部が評価用画像を示す。

図-2 訓練用画像および評価用画像

Training images and test images

ィルタ後の画素値という2つの特徴量を設定した。交差検証法により木の深さを4に決定し

*北里大学獣医学部生物環境科学科 School of Veterinary Medicine, Kitasato University

**新潟大学農学部農学科 Faculty of Agriculture, Niigata University

キーワード：遊離石灰，機械学習，道路橋床版

た. 決定木のみでは背景部と遊離石灰部の画素値が近い部位においては誤判定が多いことから³⁾, 本研究では決定木に加えて, エントロピーベース手法の 1 つである最大エントロピー法による遊離石灰の検出を試みた.

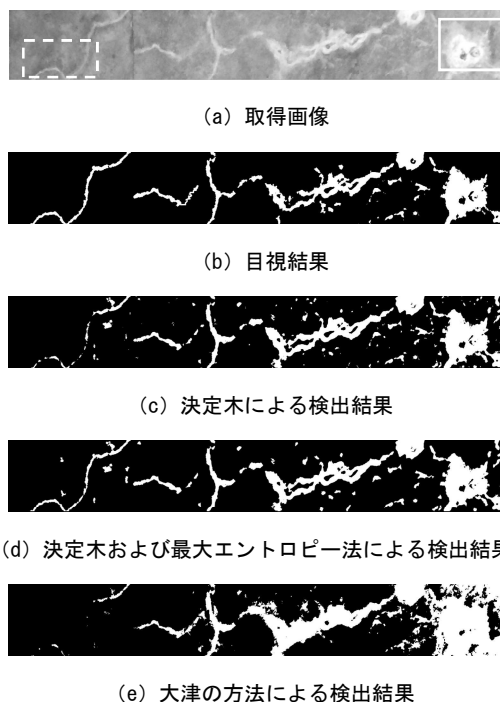
4. 結果および考察

図-3 に各手法による遊離石灰の検出画像の比較結果を示す. 大津の方法では, 遊離石灰ではない箇所についても遊離石灰であると判定した箇所が多かったのに対して, 決定木手法や決定木・最大エントロピー法による方法では目視の結果とほぼ類似の結果が得られた. 特に, 光の影響を強く受けた箇所に関して, 大津の方法と比較して検出精度が高かった (図-3 実線部). 図-3 破線部では決定木手法の検出精度に課題があることが確認された. 決定木・最大エントロピー法による方法では, 図-3 破線部においても検出できており, 検出精度を改善できることが明らかになった.

表-1 に検出精度の比較結果を示す. 決定木・最大エントロピー法はすべての指標で決定木手法および大津の方法より精度が高かった. 性能評価指針として適合率と感度の調和平均である F 値が多く用いられる. 決定木・最大エントロピー法では F 値が 0.862 であり, 大津の方法と比較すると 0.2 以上高く, 決定木手法と比較すると 0.02 高かった. 以上より, 決定木・最大エントロピー法は遊離石灰の検出において有用な手法であると考えられる.

5. まとめ

本研究では, 竣工後 50 年が経過した道路橋 RC 床版を対象に, 決定木および最大エントロピー法を用いて遊離石灰の検出を試みた. 検討の結果, 本提案手法は決定木のみや判別分析法の一つである大津の方法と比較して, 正解率, 感度, 適合率, F 値のすべての指標で精度が高く, 正解率, 感度, F 値の 3 つの指標では 0.85 以上だった. 本提案手法は遊離石灰の検出において有用であり, 今後橋梁における遊離石灰の自動検出に寄与できるものと考えられる.



*二値化画像においては, 白色が遊離石灰を示す.

図-3 遊離石灰検出画像の比較
Comparison of detected images of efflorescence

表-1 遊離石灰検出精度の比較
Comparison of detected accuracy of efflorescence

指標 \ 方法	大津の方法	決定木	決定木と最大エントロピー法
正解率	0.858	0.956	0.961
感度	0.902	0.923	0.952
適合率	0.470	0.774	0.788
F 値	0.618	0.842	0.862

引用文献

- 1) 国土交通省道路局国道・技術課 (2019): 橋梁定期点検要領, (オンライン), 入手先<https://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/tenken/yobo3_1_6.pdf>
- 2) 車谷麻緒, 中野 葵, 渡辺ともみ (2017): レベルセット関数を用いた形状評価によるコンクリート構造物のひび割れ自動計測, 土木学会論文集 F3 (土木情報学), 73(2), I_29-I_36.
- 3) 島本由麻, 萩原大生, 鈴木哲也 (2020): 決定木を用いた道路橋 RC 床版における遊離石灰抽出に関する研究, 農業農村工学会論文集, 88(1), I_59-I_65, 2020.