

除錆度判定システムによるブラスト面の除錆度の偏り検出の可能性

松江工業高等専門学校専攻科 学生会員 ○河原 達哉
松江工業高等専門学校 正会員 大屋 誠, 武邊 勝道, 広瀬 望

1. はじめに

異常腐食が生じた耐候性鋼橋梁の塗替え塗装時には、耐久性を向上させるために素地調整として、ブラスト処理による素地調整程度1種を原則としている^{1),2)}。この素地調整にはISO規格があり、ブラスト処理後の基準として、Sa2 1/2以上の除錆度³⁾が求められている。除錆度の評価は、ISO規格にある代表写真例と比較して判定され、技術者によって偏りが生じる課題がある。

そこで本研究では、腐食した耐候性鋼橋梁(さび度D)の塗替え塗装の素地調整時の除錆度をブラスト後の鋼材表面状態から定量的に判定可能な、深層学習を用いた除錆度判定支援システムの構築と実装の可能性について検討を行う。

2. システム概要

深層学習の一つの手法であり、主に画像認識に利用されている畳み込みニューラルネットワーク(CNN: Convolutional Neural Network)を用いる。システムの概要を図1に示す。本システムは、あらかじめ除錆度がグレーディングされた画像データを教師データとして深層学習により学習させ、未知の画像を除錆度の4つのクラスSa1, Sa2, Sa2 1/2, Sa3に適切に分類するシステムである。学習済みモデルとして、画像認識で高い性能を発揮することが知られているResnet50⁴⁾を使用し、画像データの前処理として明度の設定は行わなかった。

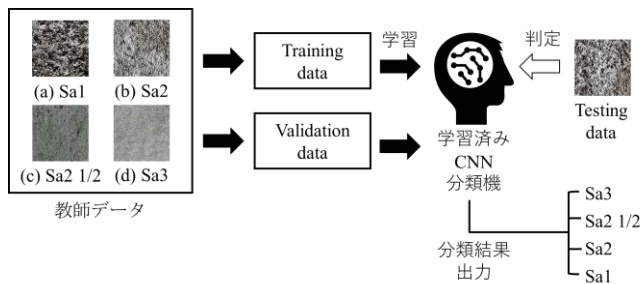


図1 除錆度判定システムの概要

3. システム構築

本研究では、全面がさびに覆われるとともに、鋼材素地面にかなりの孔食が認められる耐候性鋼材(さび度: GradeD)のブラスト処理後の画像データを用いる。図2示す4つのクラスに分類された元画像からシフト技術を用いて256×256画素の小領域を切り出した。さらに切り出した小領域の画像は、回転等の拡張技術を用いて、学習精度の向上を試みた。小領域の画像を教師データ(train dataとvalidation data)と学習モデルの精度検証用データ(test data)に分割した。教師データは10個のディレクトリに分割し、この10個のディレクトリの組み合わせにより、train dataとvalidation dataの割合を8対2として、K-分割交差検証法を行った。定量的な4つの指標⁵⁾を用いてtest dataによる構築した学習モデルの精度検証を行った。正解率、再現率、適合率、F値の値は、10ケースの平均値である。

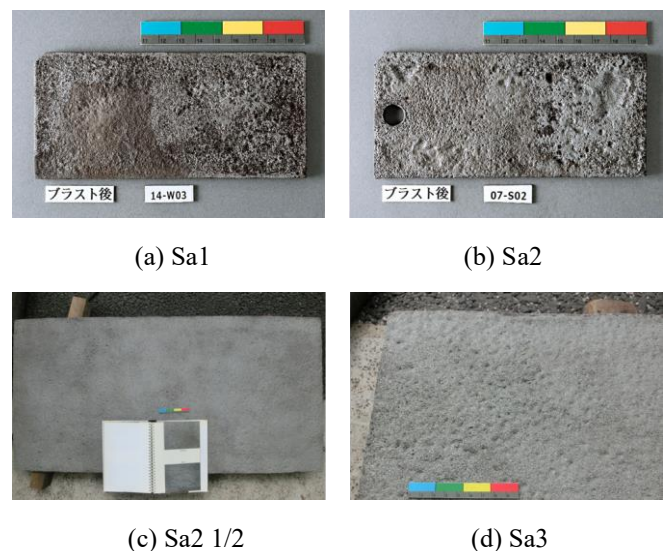


図2 ブラスト後の鋼材表面元画像

表1 テストデータによる評価結果の平均値

正解率	再現率	適合率	F値
0.9820	0.9774	0.9933	0.9851

キーワード 耐候性鋼橋梁, 素地調整, 除錆度, Deep Learning

連絡先 〒690-8518 島根県松江市西生馬町14-4 松江工業高等専門学校 環境・建設工学科 TEL0852-36-5268

4. 除錆度の偏り検出可能性

本研究では、元画像の鋼材の除錆度の評価を一様であるという仮定のもと、教師データを作成し、除錆度判定システムの構築を行った。判定対象領域が大きい場合、除錆度は全体のバランスにより判定されるため、図2に示した元画像の除錆度の状態は一様ではなく、除錆度が異なる領域が存在⁹⁾していると考えられる。そこで、評価対象領域画像全体の除錆度判定結果のマッピングを試みた。図3に示すフローチャートに従い、撮影した鋼材表面画像の小領域の画素毎に判定を行い、結果をマッピングすることで、元画像の中でのグレーディングを行った。図4にグレーディング後の鋼材表面元画像を示す。図4の元画像は、実際にはSa2と判定されたものであるが、図4右上部のようにSa1と判定された領域も存在する。このことから、構築した錆度判定システムによって、画像内の除錆度の分布を検出することができることを確認した。

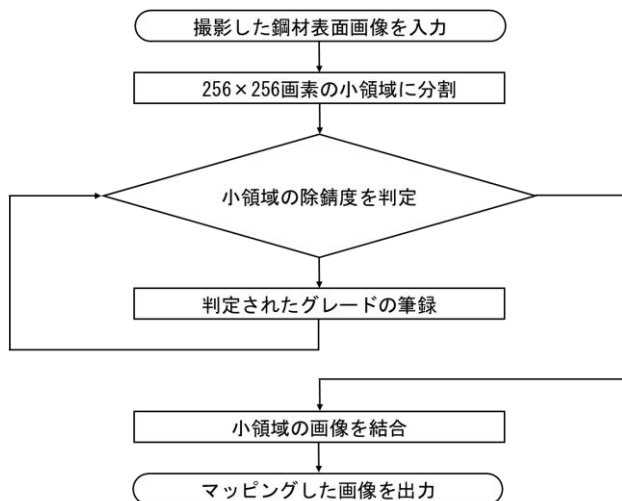


図3 除錆度判定マッピング手順

5. おわりに

構築した除錆度判定システムによって、画像内の除錆度の分布を検出することができた。領域の画素毎に判定を行い、結果をマッピングし、元画像の中でのグレーディングを行うことで、現場への実装も容易になると考えられる。今後、橋梁の補修現場に持ち運びできるデバイスによる本システムの現場への実装について検討を行う予定である。

謝辞

本研究の実施にあたり、腐食した耐候性鋼材のブラスト後の画像データを日鉄防食(株)より提供いただきました。ここに記して敬意を表します。

参考文献

- 1) 日本道路協会：鋼道路橋防食便覧, pp. II-111-II-120, 2014.
- 2) 玉越隆史, 星野誠, 市川明広, 武田達也：道路橋の部分塗替え塗装に関する研究－鋼道路橋の部分塗替え塗装要領(案)－, 国土技術政策総合研究所資料, No.684, 2012.
- 3) ISO 8501-1:2007 : Preparation of steel substrates before application of paints and related products - Visual assessment of surface cleanliness - Part 1: Rust grades and preparation grades of uncoated steel substrates and of steel substrates after overall removal of previous coatings, 2007.
- 4) Kaiming He, Xiangyu Zhang, Shaoqing Ren, Jian Sun : Deep Residual Learning for Image Recognition, arXiv preprint arXiv:1512.03385, 2015.
- 5) 全邦釘, 嶋本ゆり, 大窪和明, 三輪知寛, 大賀水田生 : ディープラーニング及び Random Forest によるコンクリートのひび割れ自動検出手法, 土木学会論文集 F3(土木情報学), Vol.73, No.2, pp.I_297-I_307, 2017.
- 6) 大屋誠, 諏訪太紀, 河原達哉, 武邊勝道, 広瀬望 : 深層学習を用いた鋼構造物の素地調整時の除錆度判断システム, AI・データサイエンス論文集, 2 巻 J2 号, pp.771-776, 2021.

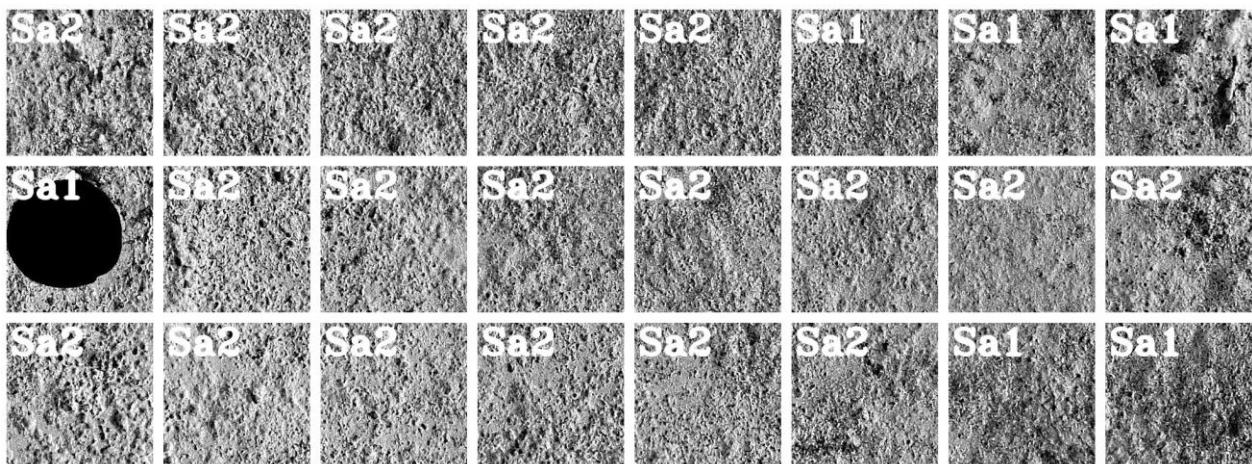


図4 グレーディングを行った鋼材表面元画像 (Sa2) の例