

## 深層学習による除錆度判定システムの画像サイズの違いによる学習モデルと判定精度

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<sup>1),2)</sup>。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<sup>3)</sup>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、腐食した耐候性鋼材（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を試みる。本稿では、教師データの画像サイズの違いによる学習モデルと判定精度について検討する。

### 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Resnet50<sup>4)</sup>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。

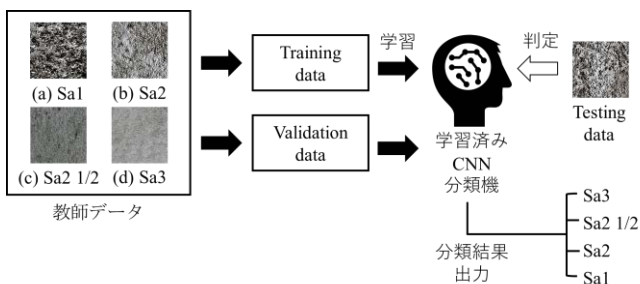


図1 除錆度判定システムの概要

また、ソフトマックス関数<sup>5)</sup>によって計算された交差エントロピー誤差を損失として用いた。

### 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256×256画素、128×128画素、64×64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。小領域画像の枚数は、小領域のサイズごとに同数である。表1に、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) の数を示す。

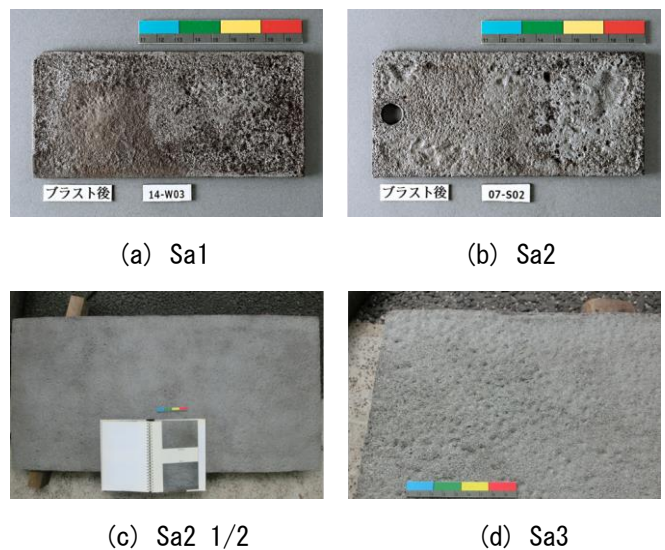


図2 ブラスト後の鋼材表面元画像

表1 使用した画像枚数

	Train data	Validation data	Test data
Sa3	100	25	25
Sa2 1/2	100	25	25
Sa2	100	25	25
Sa1	100	25	25

キーワード 耐候性鋼材, 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 TEL 0852-36-5268

#### 4. システムの評価

学習データを用いて学習モデルを構築し、検証データを用いて除錆度判定システムを評価する。図3、4に構築した学習モデルの学習状況と検証データによる評価テストの状況の推移を示す。256×256画素および128×128画素について検証データは40エポック程度で急激に増加し、90%以上の値を示している。また、損失の値もほぼ0に収束している。64×64画素の場合でも、検証データは約30エポックから急激に増加し、80%以上の値を示している。また、損失の値はほぼ0に収束している。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しているため、データサイズが小さくなると分類の精度がやや低下する。

また、定量的な4つの指標<sup>9)</sup>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。表2に精度検証を行った結果を示す。1に近い値ほど、性能は高いと判断する。データサイズが小さくなると分類の精度が低下するが、正答率、再現率、適合率、F値のすべての結果において83%以上という高い値を得た。

#### 5. おわりに

本研究では、構築した除錆度判定システムの画像サイズの違いによる学習モデルと判定精度について検討した。データサイズが小さくなるほど精度が低下するが、全ての評価指標で83%以上であることから、十分な精度を有していると考えられる。今後は、本システムの

補修現場での実装の可能性について検討を進めたい。

表2 テストデータによる精度検証の評価結果

	accuracy	recall	precision	F 値
256×256	0.9300	1.0000	0.8600	0.9247
128×128	0.9600	0.9423	0.9800	0.9608
64×64	0.8600	0.8333	0.9000	0.8654

#### 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) Francois Chollet : Python と Keras によるディープラーニング, マイナビ出版, 2018.
- 6) 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

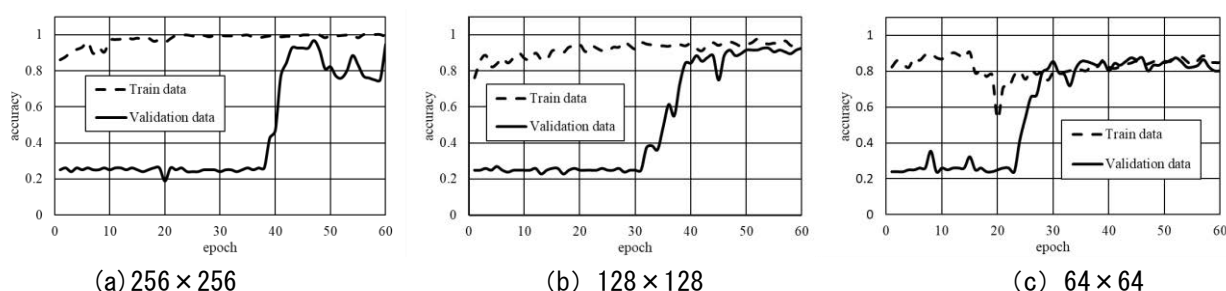


図3 正答率の学習結果と認識結果の推移

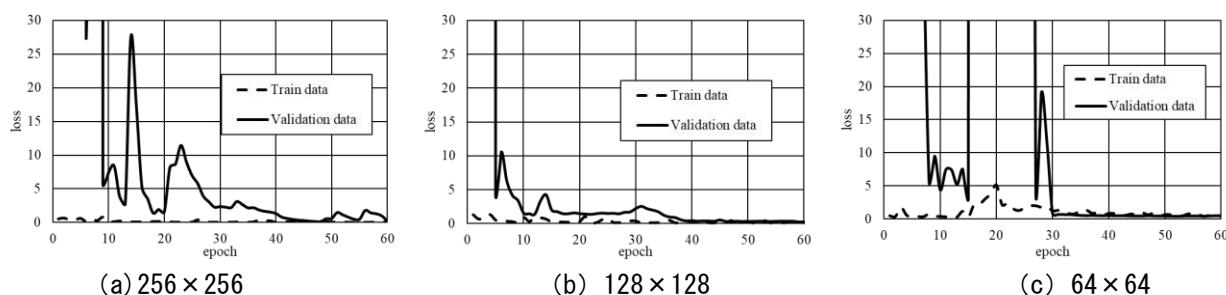


図4 誤差の学習結果と認識結果の推移