

# 画像処理と AL 手法を用いた耐候性鋼材の腐食状況判別に関する研究

八戸工業高等専門学校 建設環境工学科 学生会員 常前 将大  
八戸工業高等専門学校 建設環境工学科 学生会員 野中 陳旭  
八戸工業高等専門学校 建設環境工学科 正会員 杉田 尚男

## 1. はじめに

近年、LCC の低減という目的で、無塗装で使用が可能な耐候性鋼材を採用した鋼橋建設が多くなっている。耐候性鋼は、表面に緻密な表面酸化膜を生成することで密着性のあるさび層を形成し、さびや腐食の進行を遅らせる鋼材である。

しかし、安定化さび層の形成には環境の影響を受けやすく、架設後の点検・調査が必要である。その方法として、目視によるさび外観評価法<sup>1)</sup>がある。これはさびの粒径や色調から、鋼材の状態をレベル 1(状態の悪いもの)～レベル 5(状態の良いもの)に評価する方法である。これは簡便に行える調査方法であるが、評価者の主観により評価が左右されるという問題点がある。

そこで、その問題点を解決する手法として、画像処理と AL 手法を用いた耐候性鋼材の腐食状況判別に関する研究をした。本研究では、さび粒子の粒径や色調の特徴を、画像処理を用いた事例写真や評価基準から得て、画像処理とニューラルネットワークとファジィ推論を適用する手法を検討し、耐候性鋼材の腐食状況を予測し評価する方法を確立しようと試みた。

## 2. さび外観評価レベルを基にした評価の流れ

表-1 さび外観評価の評価基準

|      | 評価基準     |         | 評価     |
|------|----------|---------|--------|
|      | さびの粒径    | さびの色調   |        |
| レベル5 | 小さく均一    | 明るい     | ↑<br>↓ |
| レベル4 | 小さく均一    | 暗い      |        |
| レベル3 | 1～5mmで粗い | ばらつきがある |        |
| レベル2 | 5～25mm   | 剥離がある   |        |
| レベル1 | 25mm以上   | 層状剥離がある |        |

以上の評価基準<sup>2)</sup>から、さび粒径によりレベル 3 と 4 の間を大別することにした。

このような流れで、画像処理によるさび外観評価レベルの判別を行うことによって、実際のさび画像の評価がより客観的で正確になると考えた。

そこで本研究は、レベル 1～5 の画像とさび外観評価の評価基準を基にした評価レベル 1～3, レベル 3～5 の画像に分けての、計 3 パターンについてニューラルネットワークを用いて検討する。

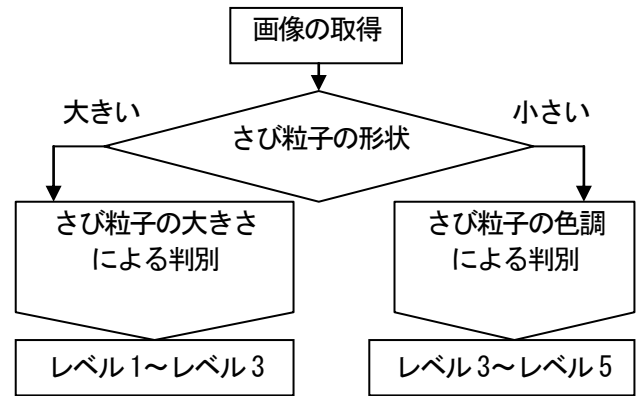


図-1 判別評価の流れ

## 3. 画像処理とニューラルネットワークの概要

### (1) 画像処理

#### a) RGB 値

RGB は一般に、加法混色を表現するのに使われる。光の三原色をもととして、数値を増すごとに白に近づく。反対に、数値を減らすごとに黒くなる。コンピュータのモニターで用いられるのもこの RGB である。RGB はそれぞれ赤 (red) 緑 (green) 青 (blue) の頭文字で表される。本研究では、R 値、G 値、B 値それぞれに対してヒストグラムを作成し、最頻値を算定した。RGB 値の最頻値は、色調を表すパラメーターをして用いた。

#### b) HSY 値

RGB は各色の強さで色を表現するが、各数値の値だけでは実際にどの色なのかわからない。そこで、定量的に色を表現するため、色の性質を輝度(Y)、彩度(S)、色相(H)に分けて表現することがある。本研究では、RGB 値と同様に、H 値、S 値、Y 値それぞれに対してヒストグラムを作成し、最頻値を算定し HSY 値の最頻値も、色調を表すパラメーターをして用いた。

#### c) さび面積比

さび面積比は画像から 2 値化画像作成し、2 値化画像の白色部分をさび、黒色部分をさびていない箇所と考え、さび部分を分離するものとした。これにより、画像全体に占めるさび面積比を算定した。

ここで2値化とは、画像内にある大量の色を黒白の2色に区分する画像処理手法である。2値化を行うためには閾値を設定する必要があるが、当然、閾値が変われば2値化画像も異なる画像となる。そこで本研究では、閾値を90として画像を2値化とした。



図-2 2値化後のレベル1

## (2) ニューラルネットワーク

階層型ネットワーク<sup>3)</sup>で、学習にはクロスバリデーション法(CV法)を用い構築した。階層型ニューラルネットワークでは、多入力1出力のニューロンを1つのユニットとして、多数のユニットが層状にグループ化される。入力信号は入力層から出力層へ方向にのみ伝達される。各層ユニットは次の上位層のユニット全てに結合しており、同一層内のユニット相互の結合はない。入力層にはRGB値の最頻値、HSY値の最頻値およびさび面積比、出力層には評価基準を入力した。

## (3) ファジィ推論

ファジィ推論とは、ファジィ集合の持つ「あいまいさ」を基に推論のアルゴリズムをモデル化したものであり、多数のファジィルールから演繹的にある1つの別なファジィ命題を導くことを基本としている。

本研究では輝度値を前件部、さび面積比を後件部とし、メンバーシップ関数の重心を、MIN-MAX合成重心法を用いてさびの状況を算出した。そして、ファジィ推論によりさび評価レベルを求め、これを推論値とした。

## 4. 解析結果

レベル1が2枚、レベル2が2枚、レベル3が6枚、レベル4が4枚およびレベル5が4枚、計18枚の画像解析結果をすべてニューラルネットワークの学習データとして用い、入力層は7、中間層は4および出力層は1とし、学習回数を5000回で行った。

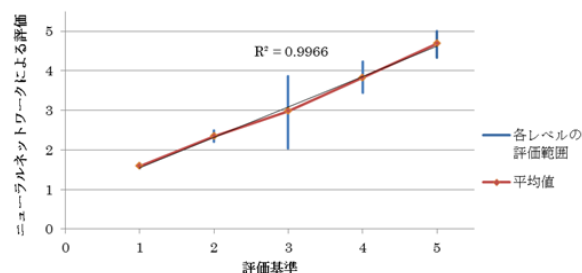


図-3 ニューラルネットワークを用いた  
レベル1~5の評価

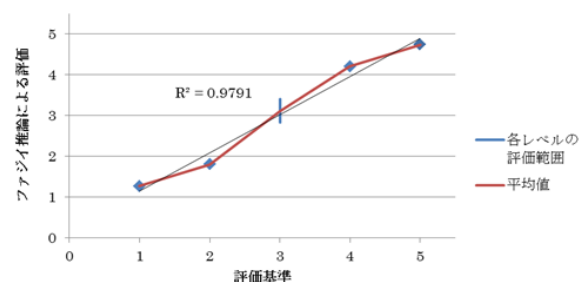


図-4 ファジィ推論を用いた  
レベル1~5の評価

## 5. まとめ

画像処理とニューラルネットワークを作用したさび評価手法を検討した。R-2乗値が大きな値を示したが、さび評価のばらつきが大きく出た。これにより本研究は、精度は良いが、推定を行うことは困難であると判断できる。また、画像処理とファジィ推論を利用したさび評価手法では、R-2乗値が大きな値を示した。さび評価のばらつきはレベル3以外あまり見受けなかった。これにより、精度が良く、推定可能であると判断できる。

## 参考文献

- 1) 北原武嗣, 出雲淳一, 柳貴之: 横浜市近郊の耐候性鋼橋の腐食環境と腐食状況に関する現地調査, 鋼構造年次論文報告集第13巻, 2005
- 2) (社)日本鉄鋼連盟, (社)日本橋梁建設協会: 耐候性鋼の橋梁への適用(解説書), <http://www.jisf.or.jp/bridge/pdf/tai.pdf>
- 3) 感性和設計  
矢川元基, 吉村忍, 松田聡浩 培風館