

画像処理とニューラルネットワーク・ファジィ推論を用いた耐候性鋼材におけるさび評価

八戸工業高等専門学校 建設環境工学科 学生会員 松田 真世
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

今まで橋梁建設に多く使用されてきた鋼材は、空気に触れることによって表面の錆が進行することによって表面剥離が生じ、その面積が減少し、耐荷力も減少する。その解決策として、塗装による防錆があげられるが、実際に塗装を行うと膨大な額の塗装費が必要となる。

近年、LCCの低減という目的で、無塗装で使用可能な耐候性鋼材を使用した耐候性鋼橋の建設が多くなっている。¹⁾鋼材とは、鋼材の表面に時間の経過とともに緻密な安定さびが形成され、それ以後の腐食速度を十分に低減させ、耐荷力が確保できるという物である。適切な環境下では100年以上無塗装で使用可能と考えられている。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～レベル5の5段階で評価する方法である。これは簡便に行える調査方法だが、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、ニューラルネットワーク・ファジィ推論を用いた耐候性鋼材における安定化さびの評価を行った。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・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

表-1 さび外観評価の評価基準¹⁾

	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	↑ ↓
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。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の画像に分けて計3パターンについて検討する。

3. 画像処理の概要

①画像平滑化処理

画像の雑音を取り除くため、メディアンフィルタを用いた。この方法は、画像の境界となる部分を残したまま雑音を取り除く処理

②ラベリング処理

さび粒子の大きさを得るため、2値画像の連結部分に同じ番号をつけていくラベリング処理を行った。

③イコライゼーション処理

画像の平均化を行い、画像全体の明るさを均一に調整する処理

④2値化処理

画像内にある大量の色を黑白の2色に区分する画像処理。2値化を行うためには閾値を設定する必要があり、閾値が変われば2値化画像も異なる画像となる。本研究では、閾値を90とした。

4. 画像処理結果

以下、さび外観評価レベル1の画像処理後の結果を例としてあげる。



図-1 さび外観評価レベル1



図-2 画像平滑化処理後



図-3 イコライゼーション処理後



図-4 2値化処理後

5. ニューラルネットワーク・ファジィ推論の概要

(1) ニューラルネットワーク

ニューラルネットワーク^{2) 3)}とは、人間の神経細胞の人工的なモデルであるニューロンユニットをネットワーク状に接続し、人間の脳の情報処理様式を模したシステムである。本研究では、階層型ニューラルネットワークを用い、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、さび面積比、出力層には評価基準を入力した。

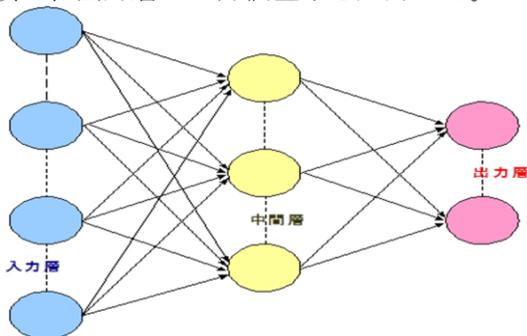


図-5 ニューラルネットワーク概要図

(2) ファジィ推論

ファジィ推論^{2) 3)}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る。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推論値とした。

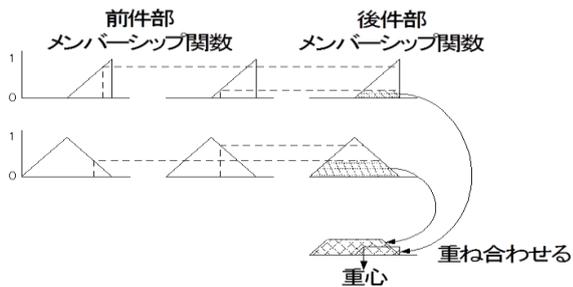


図-6 min-max 合成重心法

6. 解析結果

レベル1~5のそれぞれ2枚ずつ計10枚の画像解析データを学習データとして用いた。

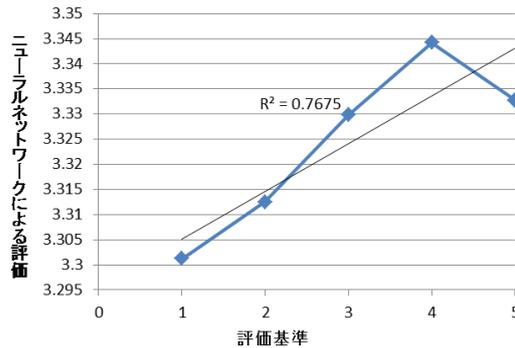


図-7 ニューラルネットワークを用いたレベル1~5の評価

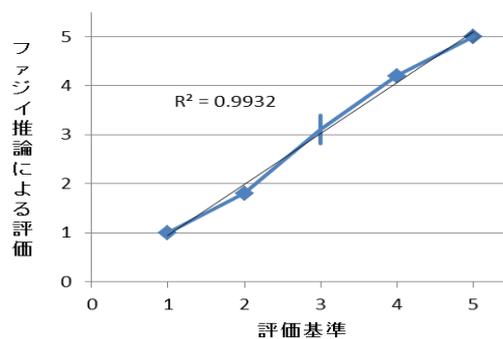


図-8 ファジィ推論を用いたレベル1~5の評価

5. まとめ

画像処理とニューラルネットワークを利用したさび評価手法では、入力層をRGB値の最頻値およびさび面積比で行うとデータ量が少ないため、HSY値を加えて行うとR-2乗値が大きな値を示した。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。このニューラルネットワークとファジィ推論の両手法により、レベル3でのさび評価のばらつきが大きいことが分かった。これは、レベル3はさび粒子の大きさによる判別やさび粒子の色調による判別の共有部分があるために評価基準にばらつきが最も多く発生しその範囲が大きくなったと考えられる。今後は閾値を変える、データ量を増やすなど必要である。

参考文献

- 1) (社)日本鉄鋼連盟, (社)日本橋梁建設協会, http://www.jasbc.or.jp/?page_id=50
- 2) 感性と設計
矢川元基, 吉村忍, 松田聡浩 培風館
- 3) ニューロ・ファジィ・遺伝的アルゴリズム
萩原将文 産業図書
- 4) 図解入門よくわかる最新さびの基本と仕組み
長野博夫 松村昌信 株式会社秀和システム