

画像処理とファジィ推論を用いたさび外観評価法の検討

八戸工業高等専門学校 環境都市・建築デザインコース 学生会員 ○大坊 美寿紗
 八戸工業高等専門学校 環境都市・建築デザインコース 学生会員 田村 日雛子
 八戸工業高等専門学校 環境都市・建築デザインコース 正会員 杉田 尚男

1. はじめに

近年、ライフサイクルコストの低減という目的で、無塗装で使用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。主な方法として、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、その目視点検の問題点を解決する手法として、画像処理とファジィ推論を用いた耐候性鋼材におけるさびの評価に関する研究を行った。本研究では、画像処理を用いてファジィ推論、ニューラルネットワークによる耐候性鋼材の腐食状況の評価方法を検討しようと試みた。

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²⁾

	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	良い
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	悪い

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。図1に判別評価の流れを示す。

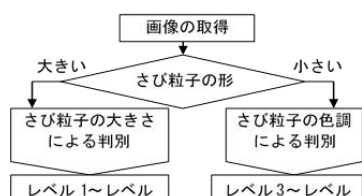


図1 判別評価の流れ

3. 画像処理の概要

① 画像平滑化処理

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である。

② イコライゼーション処理

画像の平均化処理を行い、画像全体の明るさを均一に調整した。

③ 2値化処理

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。閾値が変われば2値化画像も異なる画像となる²⁾。本研究では判別分析法により閾値を決定した。

④ ラベリング処理

さび面積比を得るため、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。

4. ファジィ推論とニューラルネットワーク

4.1 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る。このファジィ推論の入力値の組み合わせは何通りも存在する。そこで本研究では、さび面積比と輝度値を前件部、さび評価レベルを後件部とし、min-max合成重心法を用いてさびの評価レベルを求めた。図2はファジィ推論の概略図である。

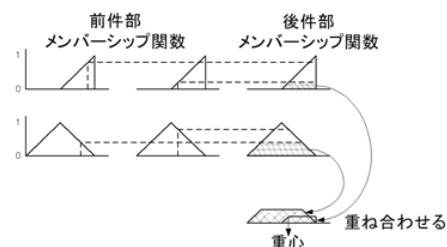


図2 min-max合成重心法

4.2 ニューラルネットワーク

階層型ネットワーク³⁾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学習回数 5000 回で評価した。

5. さび画像の収集

本研究では長苗代歩道橋(道示(1996)、立体横断施設技術基準(1979)、使用鋼材:SMA490AW、製作:日本国土矢作北上共同企業体)でさび画像の収集を行った。昨年度の研究のさび面積の算出では、スケールをあてて撮影し、画像内のスケール部分と比較してさび面積を算出していた。しかし、この方法では撮影距離の違いからトリミングの際にピクセル数が一定にならないという欠点が発生した。そこで本研究では図 3 のような装置を用いる方法を採用した。



図3 撮影装置(左)と寸法(右)

この方法には以下のような特徴がある。

- 1) 装置とレンズを固定することにより撮影距離や、レンズと被写体の水平を一定に保つことができる。
- 2) 外光を遮断し光源をLEDにすることにより、撮影する際の光条件が安定し、天気や影による影響を受けない。

この装置を用いて撮影した長苗代歩道橋のさび画像を以下に示す。



図4 装置を用いて撮影した画像

6. 解析結果

長苗代歩道橋で収集した画像 8 枚をファジィ推論とニューラルネットワークを用いて評価し、その結果をそれぞれ表 2 と表 3 に示した。

6.1 ファジィ推論の結果

表 2 ファジィ推論の評価

レベル (推定)	面積比	輝度値	ファジィ推論 による レベル
3	12.006	70.593	4
4	9.363	70.922	4
4	15.844	73.8	4
4	26.449	70.903	4
5	16.847	61.579	4
4	30.118	67.49	4
5	3.598	63.439	4
5	4.225	58.794	4

6.2 ニューラルネットワークの結果

表 3 ニューラルネットワークの評価結果

レベル	面積比	R	G	B	H	S	Y	NNによる
3	12.0062	75	71	57	71	4	71	3.083
4	9.36281	75	70	65	71	4	73	2.999
4	15.844	83	72	59	104	13	75	3.003
4	26.4492	78	70	57	104	13	71	3.053
5	16.8468	66	61	53	104	6	62	3.017
4	30.118	74	67	53	104	13	68	3.13
5	3.59825	66	63	59	126	4	63	3.146
5	4.22478	63	57	57	71	4	59	3.177

7. まとめ

長苗代歩道橋の耐候性鋼材のさび評価は、レベル 3 からレベル 5 まででレベル 1、レベル 2 のさびは見受けられなかった。

ファジィ推論で求められる評価は、目視の結果との差異が 1 レベル分だったが、NN での評価はどのレベルで行ってもレベル 3 の評価になってしまった。これは、NN で学習させるデータが少ないことが原因だと考えられる。また、入力値を変更したり増やすことで精度が上がると考えた。

参考文献

- 1) <http://www.jasbc.o> 一般社団法人 日本橋梁建設協会 耐候性鋼橋 さび評価補助システム さび評価の目安
- 2) 日本ファジィ推論学会: ファジィ画像処理, 日刊工業新聞社, 1993.
- 3) 矢川元基, 松田聡治, 吉村忍:感性と設計, 培風館, 1999.