

画像処理とファジィ推論を用いた耐候性鋼材のさび評価の検討

八戸工業高等専門学校 建設環境工学科 学生会員 奥村 泰輔
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. 研究背景

建設される鋼橋のなかで、無塗装で使用可能な耐候性鋼材というものがある。耐候性鋼材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鋼材である。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。しかし、¹⁾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1～5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。また、橋梁点検に携わる技術者が減少し、適切な目視点検を行える人材の確保が近い将来困難となることが予想される。そのため撮影された画像の処理技術も確立させる必要がある。

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、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画像処理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の評価する方法を確立・検討しようとした。

2. さび外観評価レベル

²⁾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	↑ ↓
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	

以上表-1の評価基準から、目視による外観評価においてレベル5～3はさびの色調を用いて判別、レベル3～1はさび粒径によって判別している。本研究では、上述のような段階的に判別する過程を省略し、評価者の主観による評価のばらつきをなくすことを目的とし、画像処理とファジィ推論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。

本研究では昨年度の研究方法に加え、さび面積の算出方法を変え、実際のさび画像にファジィ推論を適用、目視による外観評価のように段階的な手法を用いずに正確な評価をすることが可能なのか検証する。

3. 画像処理の概要

³⁾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。

③2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。本研究では、従来の研究を参考に閾値を90とした。

④ラベリング処理

さび粒径を得るため、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. 画像処理の例

⁴⁾以下の図1～4にさび外観評価レベル1の画像処理の結果を例として挙げる。



図-1 さび外観評価レベル1

図-2 画像平滑化処理後

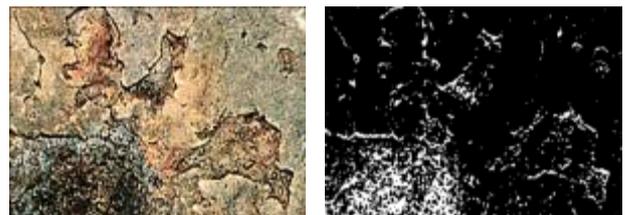


図-3 イコライゼーション後

図-4 2値化処理後

5. ファジィ推論の概要

⁵⁾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。多数のファジィルールから普遍的な関係のある1つの別なファジィ命題を導くことを基本としている。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、耐候性鋼材の彩度と平均粒径を前件部、さび評価レベルを後件部とし、メンバーシップ関数の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、推論値とした。図-5はファジィ推論の概略図である。

Key Words：耐候性鋼材、画像処理、ファジィ推論

連絡先：〒039-1104 青森県八戸市田面木字上野平16-1 TEL・FAX：0178-(27)-7313

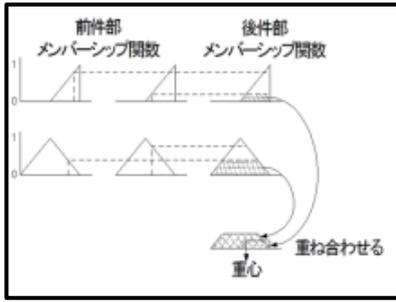


図-5 min-max 合成重心法

6. さび画像の収集

本研究では、図-6に示す長苗代歩道橋（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）の場所を示す。



図-6 歩道橋の場所

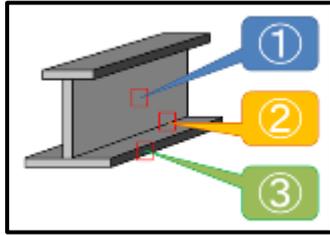


図-7 撮影箇所の概要

昨年度の研究のさび面積の算出は、定規が撮影された既存のさび画像から大きさを割り出し、長苗代歩道橋のさび画像に適用していた。しかし、既存のさび画像で得たスケールを実際のさび画像に適用してしまうと撮影距離が違いから、さび面積が実際と異なってしまう問題があった。そこで、本研究では以下の2つの方法を試すことにした。

- 1) OHP シートに方眼紙のグリッドを印刷し、その上から撮影しさび面積を算出する方法
- 2) 定規をあてて撮影し、さび部分をトリミングしたサイズと同じくスケール部分が写った部分からさび面積を算出する方法

方法1は自主探究Vにて検証・使用可能と判断し、実際に長苗代歩道橋で OHP シートに透かして撮影すると図-6のように白濁し、さび粒子の大きさや色彩の判断が困難になるという欠点が露呈した。そのため、方法2を採用しさび画像の収集を行った。



図-8 OHP シートによる白濁したさび画像（左）

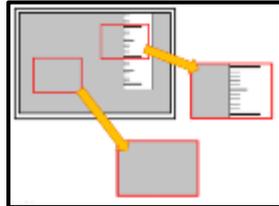


図-9 方法2の概略（右）

7. 実際の画像への適用

本研究では、図-10・11・12のさび部分を撮影し、上述の手法で画像処理、ファジィ推論を行った。

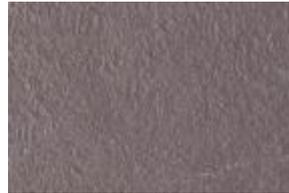


図-10 図-3の①部分



図-11 図-3の②部分



図-12 図-3の③部分

初めに目視による外観評価を行なった。さびの色調はレベルごとにはっきりと区別することは困難なため、さび粒子の大きさやさびの剥がれ具合から判断、そして画像処理によって彩度・平均粒径を求め、ファジィ推論を行ったところ、表-2のようになった。

表-2 さび画像のレベルの推論結果

	レベル (推定)	彩度値 (S)	平均粒径	ファジィ推論によるレベル
①	5	9	0.000	1.475
②	3	16	0.414	1.475
②	3	9	0.674	1.475

8. まとめ

表-2の結果から、推定レベルとファジィ推論による結果が大きく異なるという結果になった。これはファジィ推論のメンバーシップ関数の前件部である彩度値が低く、平均粒径が小さいからではないかと考えられる。今後の研究では、さらに多くの画像でこれらの条件を適合させ、正確な推論でのさびレベルの判定をしていきたい。

参考文献

- 1) (社)日本鉄鋼連盟, (社)日本橋梁建設協会,
- 2) <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
- 3) http://www.jasbc.or.jp/sabi/meyasu.htmlr.jp/?page_id=50 片平昌幸：基本的な画像処理手法について <http://www.mis.med.akita-u.ac.jp/%7Ekata/image/index-j.htm>
- 4) 松田真世: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, 土木学会東北支部技術研究発表会講演概要集
- 5) 距離型ファジィ推論法に基づく推論エンジンの開発 <http://www.kochi-tec.ac.jp/library/ron/2001/mech/1020167>.
- 6) <https://map.yahoo.co.jp/> yahoo!地図から引用