

接写画像による耐候性鋼橋梁のさび評価手法の検討

関東学院大学 学生員 ○石黒将義, 正会員 北原武嗣

1. 研究目的

建設コスト削減の流れの中、LCCの低減を目的として耐候性鋼を使用した鋼橋の建設が多くなってきている。耐候性鋼は、緻密な保護性さびの生成によりさびの進行を遅らせる鋼材である。

耐候性鋼橋梁はメンテナンスフリーではなく架設後の適切な維持管理が必要であり、維持管理においてさび状態の評価を的確に行うことが重要である。一般に、さび評価は簡便性から目視による外観評価が行われている。

しかしながら、目視による外観評価では客観的に判断を下すことは、経験豊富な技術者でなければ困難であり、調査者や調査毎にばらつきの生じる恐れが残る。

そこで本研究では、評価者によるばらつきを小さくし、客観的にさび状態を評価するための手法として、画像処理技術とニューラルネットワークを用いた評価手法を検討することとした。

2. さび評価手法

2.1 目視による外観評価

耐候性鋼橋梁のさび評価で一般的に行われるのは、目視による外観評価である。これは、図-1に示すように、さびの色調やさび粒子の大きさによって判断する手法である。



図-1 目視による外観評価

2.2 画像処理による検討

画像処理は DippImageVer1.0KP というソフトを用い、画像の輝度、RGB、2値化による処理を行った。輝度によりさび画像の明るさを、RGBにより色調を、2値化により

さび面積を、それぞれ評価しようと考えた。

本研究で使用した接写画像は、新潟県内の耐候性鋼橋梁を調査した際に撮影されたものを使用した。

2値化処理を行う際には、しきい値を決定する必要がある。適切な判断根拠がないため、数回の試行から、黒のしきい値を30として検討することとした。2値化した画像の黒色部分をさびと考え、画像全体に占めるさび面積比を求めた。

2.3 ニューラルネットワーク

本研究では、ニューラルネットワーク(以下、NNと略)の入力層には、表-1に示すパラメータを用いた。中間層は50個とし、出力層はさび評価値とした。ここで用いたさび評価値とは、2.1で示した目視による外観評価の1~5の5段階評価である。学習に当たっては、BP法を用いるものとし、出力層の評価値は、計算された値を四捨五入した整数値として用いた。

表-1 入力パラメータ

輝度	R 値	G 値	B 値	さび面積比
----	-----	-----	-----	-------

3. 評価結果と考察

3.1 画像処理によるさび評価

画像処理を行った結果とさび評価値の間にはどのような関係があるかを検討した。画像処理として輝度、RGB値、2値化によるさび面積比等を検討した結果を示す。

図-2に、さび面積比とさび評価の平均値との関係を示す。縦軸にさび評価の平均値を横軸にはさび面積比を示す。図中には、線形回帰した直線も示している。

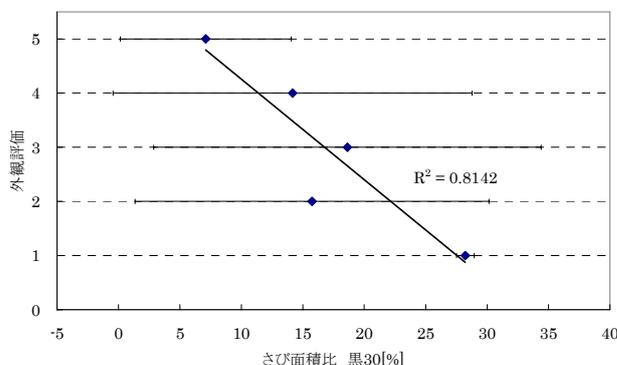


図-2 さび面積比とさび評価値の関係

キーワード：耐候性鋼橋梁, さび評価, 画像処理, ニューラルネットワーク

連絡先：〒236-8501, 横浜市金沢区六浦東1-50-1, 関東学院大学, TEL : 045-786-7857, E-mail : kitahara@kanto-gakuin.ac.jp

図-2 より、さび面積比が大きくなるにしたがい、さび評価値が小さい値、すなわちさび状態が悪くなっていることが分かる。しかしながら、エラーバーで示されるとおり、ばらつきは大きく、さび評価を定量的に行うことは困難だと判断できる。

3.2 NNによる検討

単一の指標では評価結果が思わしくなかったため、NNを用いて、複数の指標により評価することを試みた。

まず、接写画像 100 枚の解析結果をすべて NN の学習データとして用い、学習回数の検討を行った。図-3 に示すように学習回数が増えるとともに学習誤差は小さくなり、50000 回の学習で誤差が 0.001 程度でほぼ収束したと判断し、以降の検討は学習回数を 50000 回で行った。

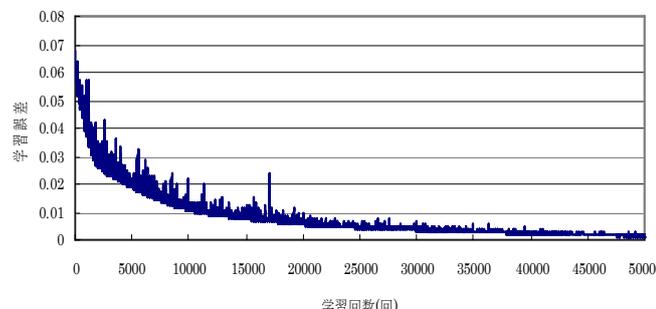


図-3 学習誤差

つぎに、学習に用いる解析データ数を 50, 80, 90 と変化させた場合（認識データはそれぞれ、50, 20, 10 となる）、正解率がどのように変化するかを検討した。検討結果を表-2 に示す。表中、正解率とは、NN による評価結果が目視による外観評価と一致する割合を表している。また、2 乗誤差とは、NN による評価結果と目視による外観評価との 2 乗誤差である。

表-2 より、学習に用いるデータ数を多くすれば正解率も徐々に良くなっていることがわかる。さらに、2 乗誤差も小さくなっており評価制度が向上していると考えられる。しかしながら、90 個の学習データを使用した場合でも、残りの 10 個の認識データに対する正解率は平均で 47.5%であり、定量的にさび評価を行えるまでには至っていないと判断される。

今回、画像処理と NN を用いたさび評価手法の検討を行った。その結果、画像処理結果と目視による外観評価との間に有る程度の相関性が認められ、NN と併用することで定量的な評価が行える可能性が確かめられた。

表-2 ニューラルネット解析結果

データ数 (学習—認識)	ケース	正解率 (%)	2 乗誤差
50-50	a	30	0.476
	b	28	0.604
80-20	a	45	0.381
	b	40	0.451
	c	40	0.520
	d	50	0.477
90-10	a	30	0.410
	b	70	0.259
	c	50	0.312
	j	40	0.382

4. 結論

本研究で得られた結論を、以下に簡単にまとめる。

- (1) 画像処理として、輝度、RGB, 2 値化によるさび面積比の検討を行い、目視による外観評価とある程度の相関性を有することを確認した。
- (2) 画像処理とニューラルネットワークを用いたさび評価手法を検討し、ニューラルネットワークに用いるパラメータとさび評価の関係を示した。
- (3) 現状では、提案した手法の正解率は 50%程度であり、評価精度を上げるため、学習データ数を増やして検討することが課題である。

謝辞：本研究の実施に際し、(財)国土技術研究センター平成 17 年度研究開発助成による補助を受けた。また、接写画像は長岡技術科学大学岩崎英治助教授から提供頂いた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 三木千壽・市川篤司：現在の橋梁工学-塗装しない鋼と橋の技術最前線-数理工学社、2004。
- 2) デジタル画像処理編集委員会：デジタル画像処理、財団法人画像情報教育振興協会(CG-ARTS 協会)、2006。
- 3) 矢川元基編：計算力学と CAE シリーズ 12 ニューラルネットワーク-計算力学・応用力学への応用一、培風館、1992。