

耐候性鋼橋の腐食評価の定量化に関する研究

(株)テクニブリッジ 正会員 ○斉藤 慎吾
 長岡技術科学大学 正会員 岩崎 英治
 長岡技術科学大学 正会員 長井 正嗣
 長岡技術科学大学 大谷 啓誠

1. はじめに

耐候性鋼材は安定化さび層の形成により鋼材の腐食の進行を抑制できるため、無塗装で使用することができる。そのため、鋼橋のライフサイクルコスト（LCC）を押し上げる要因である塗装による維持管理コストの低減が期待できる。

安定化さび層の形成は環境に左右されるため、建設後も適切に維持管理していく必要がある。耐候性鋼橋のさび状態の評価方法の代表的なものにさび外観評価法がある。しかし、目視でさびの状態を評価するため、客観的に判断することが容易ではなく評価者の主観により左右されてしまう問題点がある。

本研究では、新潟県内の既設耐候性鋼橋の現地調査により、さび外観評価基準の評価因子の定量化を行い、腐食環境や腐食状態との関係を調べ、客観的な外観評価レベル推定手法を提案する。

2. 調査概要

本研究では、以下に示す調査によりさび外観評価基準の評価因子の数値化を行った。計測部位は桁端部から2～5m離れた断面で、上フランジ、ウェブ上、中、下部、下フランジ上、下面の6箇所とした。

① 測色調査

さび粒子の色調を計測するため、分光測色計を利用して色の数値化を行った。分光測色計は照明光源の反射された光を波長成分に分け、各波長の反射率を測定することで色の数値化を行うものである。色の数値化には、 L^*C^*h 表色系を利用した。また、比較対象とするためさび厚量の計測も同時に実施した。

② セロテープ試験

さび粒子の大きさを数値化するため、直接さび粒子を採取できるセロテープ試験を実施した。

本研究では、調査をすべて実施している表-1に示す2橋について述べる。

表-1 測色調査対象橋梁

橋梁名	A	M
建設年	2000年	1993年
架設地点	三島郡越路町	西蒲原郡潟東町
表面処理	裸	裸
離岸距離	18km	12km
桁下空間	河川	河川
周辺環境	平地	市街地

3. 調査結果

測色調査結果として、裸使用橋梁のA橋とM橋の彩度 C^* とさび厚量との関係を図-1に示す。

図-1より、A橋は彩度 C^* が増加しても、さび厚量がほぼ一定、M橋ではさび厚量が増加しても彩度 C^* がほぼ一定の値を示しており、橋梁毎で異なる傾向を示している。しかし、さび厚量と彩度 C^* の間には、ばらつきがあり明確な相関は見られなかった。

セロテープ試験から得られた平均粒径などのさび外観評価基準の個々の評価因子と外観評価レベルとの間にも明確な相関は見られなかった。

4. 外観評価レベル推定手法の提案

評価者の主観や調査毎のばらつきに左右されない客観的な外観評価レベル推定手法として、階層型ニューラルネットワークを用いた手法を提案したい。

階層型ニューラルネットワークは、入力層、中間層、出力層に分類され、入力層からデータを与えると、層を進むにつれデータが変換されながら、出力層へ向かう一方向の結合のみのネットワークである。

本研究で実施したセロテープ試験、測色調査、さび厚量計測から得られた調査結果を入力パラメータとして、表-2に示す6ケースについてA橋、M橋のA端側72箇所を学習データとし、B端側72箇所の外観評価レベルを推定し、実測値と比較検討した。

表-3に示すように、すべてのケースで70%以上の精度が得られた。特にCase-1とCase-4では80%を超える精度を得ることができた。

キーワード 耐候性鋼橋、定量化、階層型ニューラルネットワーク

連絡先 〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 長岡技術科学大学 tel.0258-47-9617 E-mail:iwas@nagaokaut.ac.jp

表 - 2 各ケースの入力パラメータ

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
Case -1	平均粒径	さび面積量	ばらつき	さび厚量	明度	彩度	色相角度
Case -2	平均粒径	さび面積量	ばらつき	—	—	—	—
Case -3	平均粒径	さび面積量	ばらつき	さび厚量	—	—	—
Case -4	明度	彩度	色相角度	—	—	—	—
Case -5	明度	彩度	色相角度	さび厚量	—	—	—
Case -6	平均粒径	彩度	色相角度	さび厚量	—	—	—

表 - 3 各ケースの精度と誤差

ケース	Case -1	Case -2	Case -3	Case -4	Case -5	Case -6
一致箇所数	60	54	51	62	55	54
精度	83.3%	75.0%	70.8%	86.1%	76.4%	75.0%
最大誤差	0.9965	1.3663	1.3407	1.0891	1.2408	1.7378
平均誤差	0.2935	0.3694	0.3629	0.296	0.3401	0.3383

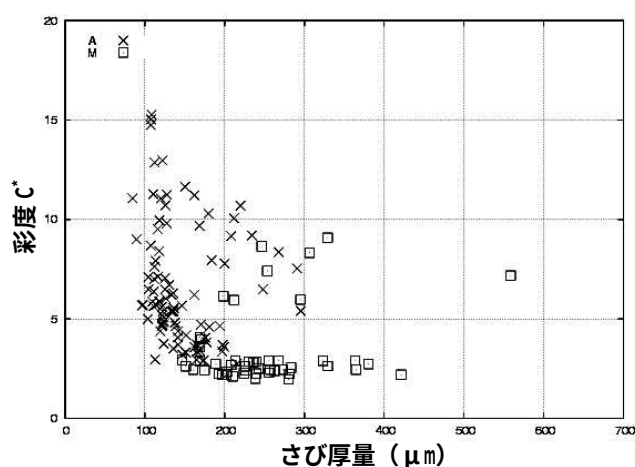


図 - 1 彩度 C* とさび厚量（裸使用橋梁）

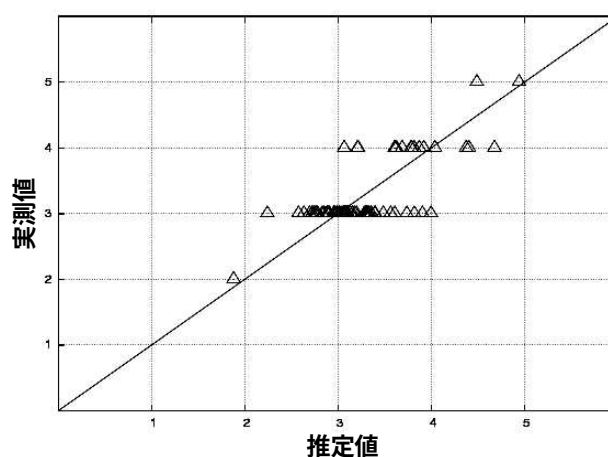


図 - 2 推定値と実測値(Case-1)

図 - 2 より、Case-1 では外観評価レベル 3 のとき 4 と推定している箇所がいくつか見られるが、維持管理の上で重要とされている外観評価レベル 2 の推定ができていることから、Case-1 が本研究の入力パラメータの中では適していると考えられる。

この手法で外観評価レベルを推定することにより、さび外観評価基準の問題点である評価者の主観、調査毎におけるばらつきに左右されることなく、客観的に評価できると考えられる。

5. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- ・ さび外観評価基準の評価因子と外観評価レベルとの間には強い相関は見られなかった。
- ・ さび外観評価基準の評価因子を利用した階層型ニューラルネットワークを用いた外観評価レベルの推定手法を提案することができた。

今後の課題として、外観評価レベルの推定に用いた調査データが少ないため、さらに調査データ数を増やし、信頼性を確認する必要がある。

謝辞

測色調査を行うにあたり、川崎重工業株式会社橋梁・水門技術部 大垣賀津雄氏から分光測色計を貸与頂きました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) (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), 2002.
- 2) (社)日本橋梁建設協会: 無塗装橋梁の手引き, 1998.
- 3) 長通伸幸, 香月智, 深和岳人: 複関数分類・学習ニューラルネットワークと構造モニタリングへの応用, 土木学会論文集, No.710/I-60, pp.321-335, 2002.7.