

既設耐候性鋼橋の腐食外観の定量的評価法に関する研究

鋼構造研究室 常前 将大
指導教官 岩崎 英治

1. はじめに

耐候性鋼材は鋼表面に緻密で密着性に優れた「保護性さび」の形成により無塗装で使用することができる。耐候性鋼橋は点検・調査などの適切な維持管理により優れた性能を発揮する。耐候性鋼橋の一般的な調査方法として、目視によるさび外観評価法やセロファンテープ試験がある。これらの方法は簡便に行える利点を持つが、検査者の個人差による影響を受けやすいので、耐候性鋼表面の腐食状態評価法の客観性の向上が望まれる。既往の研究では、セロファンテープ試験結果の画像処理から得られるさび粒子の大きさを表す数値と腐食量の間には相関性があることが分かっている¹⁾。しかし、セロファンテープに付着したさび粒子は、腐食のある程度進行した耐候性橋梁では、複数の粒子が重なった状態の部分も存在する。この状態に対する既往の画像処理手法では、客観的な評価できない場合もある。

そこで本研究では、さび粒子に対して分割処理を行い、得られた特徴量を利用して耐候性鋼橋の腐食状態の定量化に関して既往の手法と比較・検討を行う。

2. 画像処理手法

本研究では、重複したさび粒子を分割する処理として Watershed 法を施し、複数のさびとしてパラメータを抽出する。Watershed 法は、2 値化処理された粒子画像の画素の輝度値を基に粒子を分割する方法である²⁾。しかし、2 値化処理画像のさび粒子は輪郭も粗く、雑音が多い。Watershed 法の分割精度は、それらさび粒子の微細な雑音に対しても影響を受け、結果として過剰な分割を引き起こしてしまう。そこで、2 値化処理された画像には粒子の輪郭を滑らかにできる平滑化処理

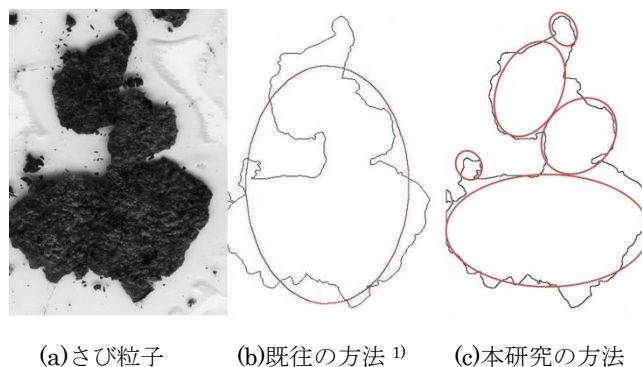


図-1 さび粒子が重複した形状

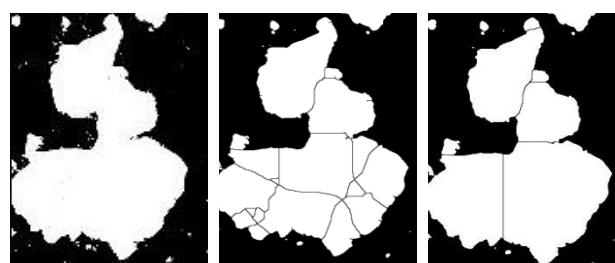


図-2 画像処理されたさび粒子画像

を行い、Watershed 法の課題である過剰分割を解決する。ただし、平滑化処理は輪郭部を滑らかにする代わりに、さび粒子本来の輪郭を損なう場合が考えられる。今回は、画像内の重要な情報を損なわずに雑音を除去し、さび輪郭部のような常に変化する形状を保存できるメディアンフィルタ³⁾を用いる。メディアンフィルタは、画像内の各画素周辺に一定の大きさの画像領域(3×3 や5×5 のような正方形領域)を設定し、各画素が持っている画素値を降順あるいは昇順に並び替え、中央の画素値を出力する平滑化処理手法である³⁾。本節で説明した画像処理によって得られたさび画像の結果を図-2 に示す。画像から、平滑化処理によって2 値化処理のさびの輪郭を損なわずに過剰分割を解決できていることが分かる。

3. 調査概要

本研究では、新潟県内の既設耐候性鋼橋を対象橋梁とし、セロハンテープ試験、さび厚計測を行った。計測部位は桁端部から1.5~3m離れた断面で、図-3に示す計7か所とした。

4. 調査結果

対象橋梁に対してセロファンテープ試験を行い、表-1に示すさび粒子形状を表すパラメータに画像処理を行い抽出した。

各パラメータとさび厚との関係を比較した結果の一例を表-2に示す。①は本研究で提案する方法、②と③は重複したさび粒子を分割していない既往の方法である¹⁴⁾。各方法にて、各パラメータとさび厚との間に最も相関性の高い値を黒太字、またその中で更に最も高い値を赤枠で囲んでいる。ウェブにおけるさび粒子の長径や短径とさび厚との間に相関性が見られ、特に高いのはウェブ内側における短径の平均値とさび厚の関係である。また、既往の画像処理手法と Watershed 法の各項目の相関性を比較すると、本提案の処理にて最も高い結果が見られ、さび粒子の分割を行うことが有効だと考えられる。

5. 結論

本研究では、粒子の分割処理において有効な Watershed 法をさび粒子画像に適用し、得られた特徴量を利用して耐候性鋼橋の腐食状態の定量化に関して既往の手法と比較・検討を行った。以下に得られた結果を述べる。

- Watershed 法を施すことでさび粒子に過剰な分割が生じたが、平滑化（フィルタ）処理を行うことで解決した。
- 既往の手法よりも Watershed 法を適用することでさび粒子形状を表すパラメータとさび厚との間に高い寄与率を得た。

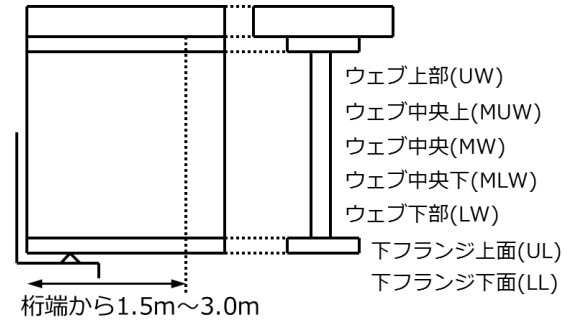


図-3 調査箇所

表-1 さび粒子形状を表すパラメータの定義

検討項目	定義
平均粒径	図-2に示すようなさび粒子の短径(長径)平均値
最大値	セロファンテープ試験画像中の最大の短径(長径)
平均+ σ	全粒子の内、約70%が範囲にはいるときの粒径
平均+2 σ	全粒子の内、約95%が範囲にはいるときの粒径
平均+3 σ	全粒子の内、約99%が範囲にはいるときの粒径

表-2 検討項目とさび厚関係の寄与率(ウェブの内側)

(a) 短径の場合

	平均	最大値	平均+ σ	平均+2 σ	平均+3 σ
①	0.843	0.752	0.841	0.841	0.841
②	0.796	0.743	0.798	0.798	0.797
③	0.827	0.619	0.831	0.834	0.836

(b) 長径の場合

	平均	最大値	平均+ σ	平均+2 σ	平均+3 σ
①	0.827	0.729	0.838	0.840	0.841
②	0.782	0.603	0.771	0.766	0.762
③	0.809	0.624	0.803	0.799	0.796

【参考文献】

- 1) 松本拓也:画像処理による耐候性鋼表面の腐食状態の定量的評価法に関する研究, 長岡技術科学大学修士論文, 2015.3
- 2) 松崎慧介, 目黒光彦, 古閑敏夫:変形輪郭モデルに基づく動画像からの任意オブジェクト領域の抽出, 電子情報通信学会技術研究報告 106 巻, PP39-44, 2007.3
- 3) FEST Project 編集委員会:実践画像処理, PP53, 2000.10
- 4) 梅崎俊樹, 森田千尋, 松田浩, 山口栄輝, 武崎啓太:画像解析を用いた耐候性橋梁におけるさびの外観評価について, 土木学会第 69 回学術講演会概要 I-574,2014.9