

腐食鋼板の減肉量推定における写真画像計測の適用性

広島大学大学院 学生会員 ○有木 峻将
広島大学大学院 フェロー会員 藤井 堅

1. はじめに

現在、既設鋼橋において腐食損傷などの経年劣化が社会問題となっており、維持管理の重要性が強く認識されている。効率的維持管理を行うためには、橋梁の正確な状況把握が要求されるが、鋼製高橋脚などの点検は容易ではない。もし、錆びた状態の鋼表面の凹凸形状を計測し、その結果から腐食減肉を、たとえ大まかであっても推定できるならば、詳細点検の前段階の点検手法として活用できる。例えば、腐食損傷の激しい高橋脚や高架橋などの、詳細点検が必要な箇所を抽出することにより、必要な箇所だけに足場を架設するなどの合理化や経費縮減が期待できる。

一方、低コストかつ労力をかけない形状計測法として写真画像を用いた3次元計測法が注目されており、実務でも適用されつつある。内田ら¹⁾は写真画像計測の精度を明らかにしている。

上記の議論から本研究では、実現場において錆びた状態での鋼材表面凹凸座標計測結果から腐食減肉量が推定可能かどうかを実験的に調べる。そのために、画像計測の測定精度と錆厚と腐食深の相関について、高精度のレーザー計測装置による計測結果と比較することにより、計測の可能性について検討する。

2. 相関関係の評価手順

本研究では過去に供用されていた2種類の橋梁の一部を供試体として用い、計8体の画像復元を行った。各画像復元は、縦300mm×横300mmの範囲をターゲットに行う。

錆厚と腐食深との相関関係の評価は以下の手順で行う。まず、供試体表面のレーザー計測を行いその値を真値とし、復元した写真画像の精度を確認する。精度が確認できれば、除錆後の表面座標から腐食の進行していない部分から抽出した3点からなる平面を健全時表面とし、Fig.2.1のように推定した健全時表面と除錆前後の表面を比較し、錆厚と腐食深を算出する。ここ

での錆厚はふくれ方向に正、腐食深は深さ方向に正をとし、横軸に錆厚、縦軸に腐食深をとり、これらに関係がないかを確認するため相関を取る²⁾。相関関係の評価は、Fig.2.2に示すように供試体の縦300mm区間の算出値の平均値を1つのプロット点とし、それを横1mmごとに行い1面を計301個の点で評価する。

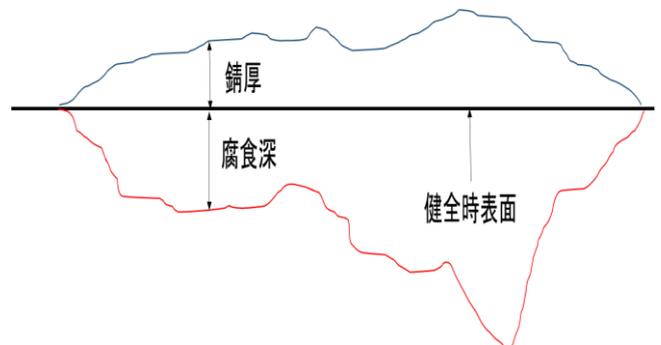


Fig.2.1 腐食表面形状の概略図



Fig.2.2 1つの評価点を取る範囲 (1mm×300mm)

3. 結果

Fig.3.1に示す供試体の計測結果を以下に示す。



Fig.3.1 除錆前後の供試体の様子

キーワード 画像計測, 平均錆厚, 平均腐食深

連絡先 〒739-8527 東広島市鏡山1-4-1 広島大学工学部

TEL 082-422-7111

この供試体の表面の凹凸を画像による 3 次元復元の再現結果を Fig.3.2 に示す。3 次元復元の表面再現の結果はレーザー計測結果と比較して、ばらつきや値そのものの誤差は大きいものの大まかな凹凸の再現はできているのがわかる。次に健全時表面を推定し算出した平均錆厚と平均腐食深の相関を Fig.3.3 に示す。レーザー計測結果から得た錆厚と腐食深の間に相関が見られる。また 3 次元復元で再現した凹凸面から得た錆厚と腐食深もレーザー計測と似た相関が得られた。しかし、腐食深が負の値を取っている部分もある。

4. 考察と課題

- (1) レーザー計測から錆厚と腐食深に相関関係が認められる。したがって、今回使用した供試体は少なく今後基礎資料の追加が必要であるものの、腐食鋼板の腐食表面から大まかな減肉量の推定は可能であるようにみえる。また、供用時の周辺環境の違いによる相関の差についても、今後の検討課題として挙げられる。
- (2) 写真画像による 3 次元復元では、レーザー計測結果と比較すると、Fig.3.2 に示すように凹凸表面の座標値自体は 0.5mm 程度の誤差が認められるが、それらの平均値（平均腐食深さ）からみると誤差は小さく、また、腐食の傾向は再現できていると考えられる。そして、Fig. 3.3 からわかるように、錆厚と腐食深の相関も、レーザー計測での相関と似た結果が得られている。したがって、従来なら足場を架けなければならない高所なども、将来的には無人ヘリを利用して画像計測を行い、その結果から腐食表面座標を求め、さらにその結果から所定領域の平均腐食深を推定することは可能であるように思われる。ただし、Fig. 3.3 に示すように、得られた腐食深が負となるような経緯（たとえば塗装塗り替え時に錆を除去したような場合や錆が剥離/欠落した経緯がある場合）があると、腐食深の推定は困難となる。

以上より相関関係の信憑性や 3 次元復元のばらつきなどの課題はあるものの、腐食表面の写真画像から大まかな腐食減肉量の推定が可能なが示唆された。

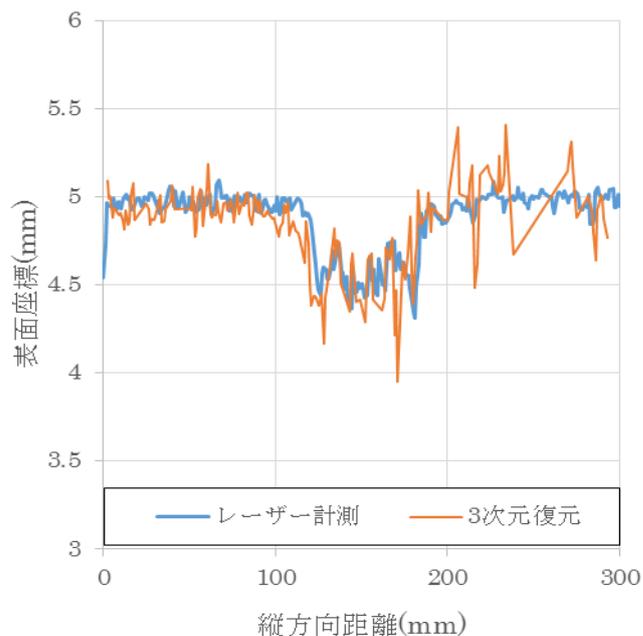


Fig.3.2 供試体の表面凹凸の再現

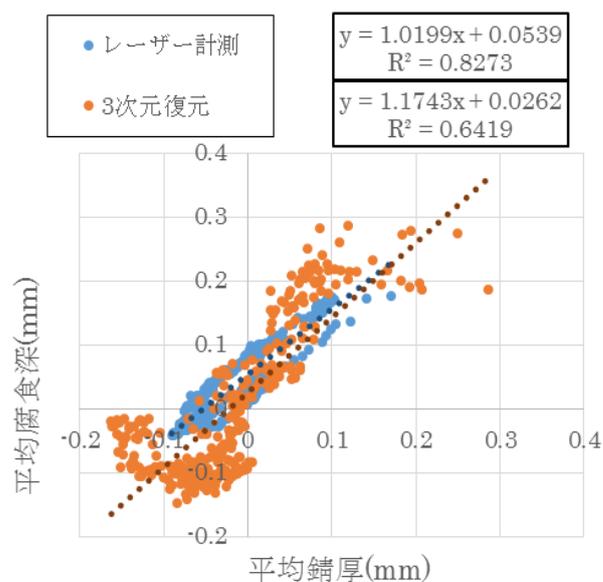


Fig.3.3 平均錆厚と平均腐食深の相関

5. 参考文献

- 1) 内田兼人, デジタルカメラを用いた腐食表面形状計測とその残存強度解析への適用性, 卒業論文, 2013
- 2) 片山英資, さび厚と腐食深さの相関関係に基づく腐食損傷の定量評価に関する基礎的研究, 土木学会第 64 回年次学術講演会, 2010