

画像処理による耐候性鋼材の外観評価

環境構造工学講座 01684 伊藤 果
指導教官 薄木 征三・後藤 文彦

1. はじめに

耐候性鋼材の錆の外観評価は、無塗装耐候性橋梁のメンテナンスなどにおいて重要であるが、もっぱら目視による主観的評価やセロテープ試験に頼っており、客観性に欠ける。セロテープ試験は目視よりは客観性が高いかも知れないが、湿度やテープの貼り方・剥がし方の影響を受けやすい。イオン透過抵抗などを測定するセンサーもあるが、高価な割にはそれほど精度が高い訳でもない。そこで、本研究では、現場でデジカメで撮影した錆画像の画像処理により、錆の外観評価を定量化する手法を模索する。対象とする耐候性鋼材を現場で撮影し、この画像をスケールを合わせた上で RGB 値・グレースケールのばらつきやスペクトルのばらつきなどを数値指標化し、目視による外観評点との相関があるかどうかを考察する。

2. 外観評点

耐候性鋼材の外観評価は、図-1～図-5¹⁾ に示すような5段階の評点で与えられる。評点5はさびの量が少なく比較的明るい色調を呈する状態、評点4はさび粒子が1mm程度以下で細かく均一な状態、評点3はさび粒子が1～5mm程度で粗い状態、評点2は5～25mm程度のうろこ状のさびが発生している状態、評点1は層状の剥離が発生している状態である。今回は、秋田県内の18箇所の無塗装耐候性橋梁について外観評価を行い、評点を与えた箇所をデジカメで撮影した。



図-1 評点5



図-2 評点4



図-3 評点3



図-4 評点2



図-5 評点1

3. 定量化指標

無塗装耐候性橋梁の耐候性鋼材表面にスケールを貼り付けて撮影し、スケールを元に1cmを60ピクセルに調整した256×256ピクセルの画像145枚を解析対象とする。145枚中の各評点の枚数はそれぞれ、評点1が35枚、評点2が33枚、評点3が35枚、評点4が39枚、評点5が3枚である。なお、今回デジカメで撮影した秋田県内の無塗装耐候性橋梁では、評点5を与えられる箇所が無かったのでサンプルの3枚のみを使用する事にする。それぞれの画像の色調に関して、全ピクセルのRGB値の平均を最大値1で正規化したものを \bar{R} 、 \bar{G} 、 \bar{B} 、それらの標準偏差を $S_{\bar{R}}$ 、 $S_{\bar{G}}$ 、 $S_{\bar{B}}$ 、全ピクセルのYIQ値の平均を最大値1で正規化したものを \bar{Y} 、 \bar{I} 、 \bar{Q} 、それらの標準偏差を $S_{\bar{Y}}$ 、 $S_{\bar{I}}$ 、 $S_{\bar{Q}}$ として算出する。また、それぞれの画像の縞模様成分に関して、縦横の縞成分波形のパワースペクトルと空間周波数との両対数プロットの回帰直線の傾き a も算出する。²⁾

4. 解析結果

縦軸に各指標値、横軸に外観評点をとってプロットした相関図15個のうち、比較的相関の高い8個の指標について表-6～表-13に示す。ここで、図中に示したプロットは、図-1～図-5¹⁾の土木研究所の評点の

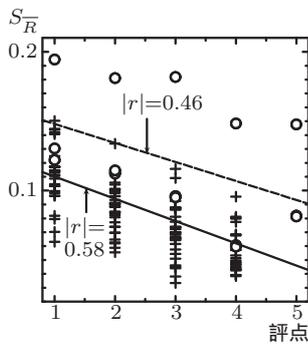


図-6 $S_{\bar{R}}$

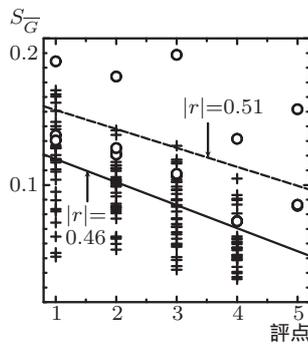


図-7 $S_{\bar{G}}$

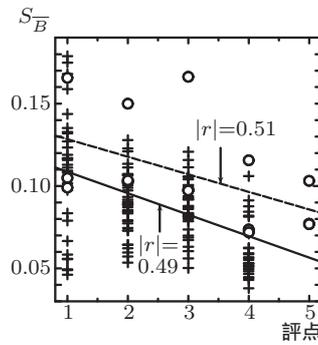


図-8 $S_{\bar{B}}$

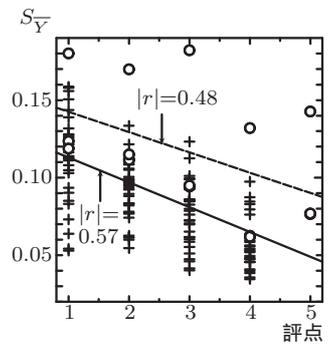


図-9 $S_{\bar{Y}}$

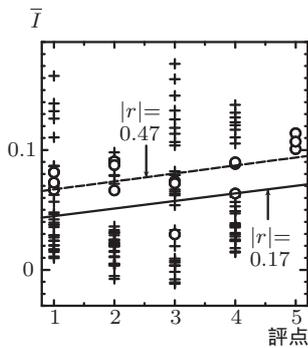


図-10 \bar{I}

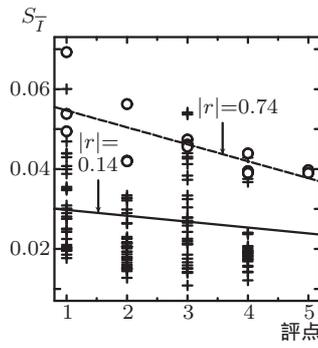


図-11 $S_{\bar{I}}$

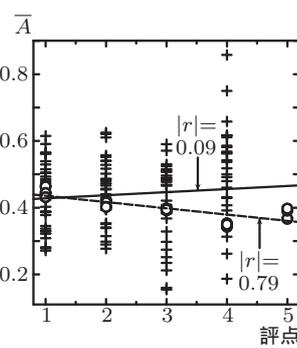


図-12 \bar{A}

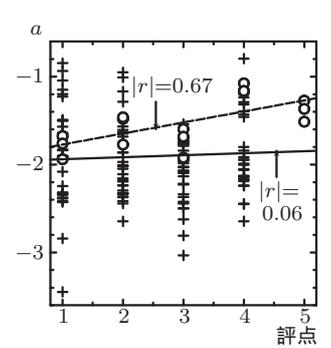


図-13 a

画像例から各3枚ずつの抽出したサンプル画像で、+で示したプロットは、現場にてデジカメで撮影した画像である。なおのプロットに対する回帰直線は破線で、+のプロットに対する回帰直線は実線で示す。いずれの指標でも、サンプル画像に関しては外観評点との相関が $|r|=0.5$ 前後 ~ 0.74 程度と比較的高めであるが、現場でデジカメで撮影した画像に関しては、ばらつきが大きく、評点との相関も $|r|=0.5$ 前後 ~ 0.1 以下とやや低めである。しかしながら、色のばらつきに関する $S_{\bar{R}}$ 、 $S_{\bar{G}}$ 、 $S_{\bar{B}}$ 、 $S_{\bar{Y}}$ の4つの指標と、外観評点の相関に関しては、現場で撮影した画像は相関は低い、サンプル画像に比較的近い傾向の相関が確認できる。

5. まとめ

色のばらつきに関する $S_{\bar{R}}$ 、 $S_{\bar{G}}$ 、 $S_{\bar{B}}$ の3つの指標の高低と外観評点との相関に注目すると、わずかではあるが $S_{\bar{R}}$ の相関が高くプロットのばらつきも少ない。このことから目視によるさびの外観評価には、赤系の色調のばらつき具合が反映されているように見受けられる。しかし $S_{\bar{R}}$ 、 $S_{\bar{G}}$ 、 $S_{\bar{B}}$ 全体的に見ると $|r|=0.5$ 前後と、あまり相関が高くはない。これについては、さび具合が進行している評点2や3であっても色調にむらがない場合があったり、さび粒子自体細かい評点4や5であっても色調にむらがある場合もあるので、これらの色のばらつきに関する指標が外観評点に必ずしも対応するとは限らないということだろう。今回、指標によっては外観評点とある程度の相関は認められたが、現場で撮影したデジカメ画像は指標値のばらつきが大きく、評点の決定にすぐに利用できるものではない。しかしながら、どのような指標が比較的高くなるかといったことが少なからず分かってきたので、今後はこれらの指標を用いた重回帰分析などに発展させ、研究を煮詰めていきたい

参考文献

- 1) 建設省土木研究所 / 耐候性鋼材の橋梁への適用に関する共同研究報告書 (XVII)
- 2) 後藤 文彦、前田 篤志、薄木 征三：木質部材における木質感の定量化、構造論文集、Vol.50A, pp.819-824, 2004