

耐候性鋼材使用橋梁の外観評点の定量的評価

環境構造工学講座 03471 橋 裕也
指導教官 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、もっぱら現場での目視による主観的評価に頼っている。セロテープ試験は、湿度やテープの貼り方・剥し方の影響を受けやすいものの、錆の付着したテープの画像をグレースケールに落とすことで、錆の面積比や散らばりを定量化することができる。本研究では、このように数値化したセロテープ試験のデータ、現場での目視による外観評点、更に膜厚計による錆厚データとの相関を調べ、セロテープ試験の画像データから定量化した数値や膜厚計により測定した錆厚データが、外観評点の客観的な指標にならないかどうかを検討する。

2. 外観評点・膜厚測定・セロテープ試験

耐候性鋼材の外観評点は、図-1～図-5 に示すように 5 段階の評点で与えられる。¹⁾評点 5 は錆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。²⁾膜厚測定とは、膜厚計で鋼材表面の錆の厚さを測るものである。鋼材表面に装置を垂直にあてるだけで、錆厚が数値として表示される。セロテープ試験は鋼材表面に生成された浮きさびをセロハンテープに付着させて回収し、さび粒子の状態から保護性さびの生成状態を評価するものである。付着するさび粒子が小さく、少ないほど保護性さびが多く、良いさび状態と判断される。今回は、秋田県内の 14 の無塗装耐候性橋梁で調査を実施した。膜厚測定とセロテープ試験は同じ箇所、橋の両端の上フランジ下部、ウェブ上部、ウェブ中央、ウェブ下部、下フランジ上部、下フランジ下部、計 12 箇所について行った。ただし、膜厚測定は 1 箇所でも 16 回測定し、主にその平均の値を用いた。



図-1 評点 1



図-2 評点 2



図-3 評点 3



図-4 評点 4



図-5 評点 5

3. 定量化指標

まず、橋の錆が付着したセロテープを OHP シートに貼り付け、解像度 300dpi のカラー画像としてスキャンした。そして、画像モードをグレースケールとし、幅 450×高さ 1000 ピクセルに切り取った画像 162 枚を解析対象とする。セロテープ試験の評価の指標として散らばり度、標準偏差、正規化 Y 値、錆面積比を用いた。また、解析に用いる画像は二値化せず、錆面積比は閾値 $n=63$ で解析し、他との相関を調べた。ここでは、閾値以下の階調値を黒と判断して解析を行った。

4. 解析結果

外観評点、膜厚測定値、セロテープ試験の定量化指標、離岸距離、建設年などのデータから相関図を表した。³⁾ その中で、今回の調査において重要だと思われる相関図を図-6～図-11 に示すことにする。

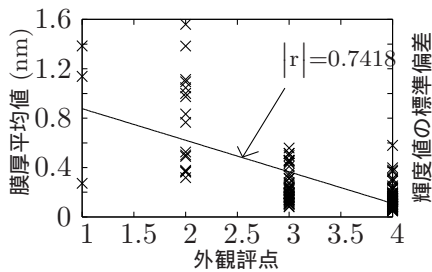


図-6 膜厚平均値と外観評点の相関

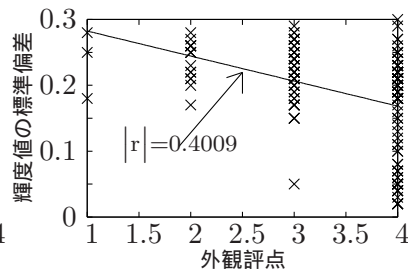


図-7 輝度値の標準偏差と外観評点の相関

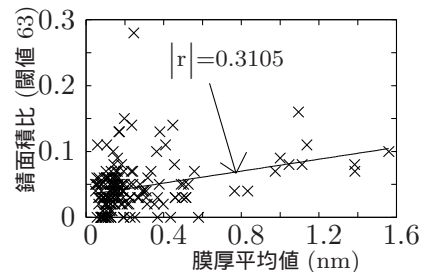


図-8 膜厚平均値と鍍面積比(閾値 63)の相関

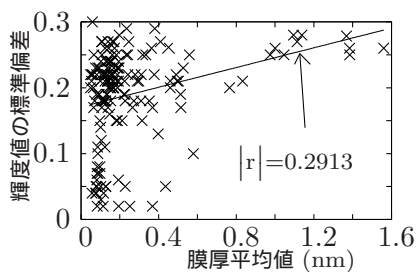


図-9 輝度値の標準偏差と膜厚平均値の相関

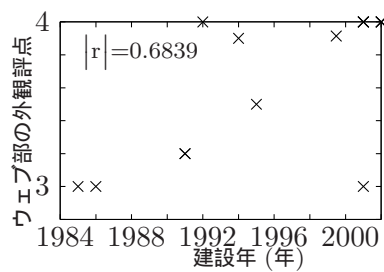


図-10 外観評点と建設年の相関

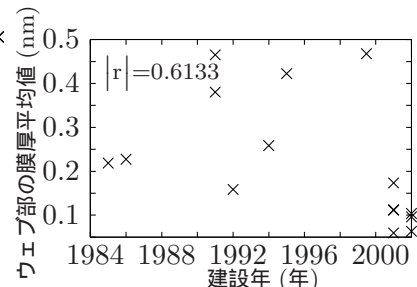


図-11 膜厚平均値と建設年の相関

ここで、上のグラフの実線はプロットを線形回帰したものである。今回の調査で最も重要な外観評点、膜厚測定値、セロテープ指標の相関関係であるが、外観評点と膜厚測定値のグラフからは相関係数 $|r|=0.7418$ と比較的高い相関が得られた。しかし、セロテープの標準偏差と外観評点からは相関係数 $|r|=0.4009$ と高い相関が得られなかった。また、膜厚平均値とセロテープの標準偏差も相関係数 $|r|=0.2913$ と低く、膜厚測定値とセロテープ指標で一番相関が高かったものは、膜厚平均値と鍍面積比(閾値 63)の関係で、相関係数 $|r|=0.3105$ である。

他に建設年と他の指標で高い相関が得られたものがある。建設年と外観評点、建設年と膜厚平均値の相関であるが、両者とも相関係数が $|r|=0.6$ 以上と比較的高い結果となっている。

5. まとめ

外観評点と膜厚測定値の関係には比較的高い相関があるとわかった。これから、外観評点の客観的な指標として膜厚測定値を用いるのは現実味のある方法と言える。しかし、セロテープと外観評点、セロテープと膜厚測定値の関係には高い相関が得られなかった。原因としては膜厚測定値は鍍の厚さだけを考慮するのにたいして、セロテープ試験は鍍の面積や散らばり具合など二次元で判断しているからだと考えられる。また建設年と外観評点、膜厚平均値の関係には高い相関が見られたので、建設年が古いほど外観評点は悪くなるとわかった。そのため、耐候性鋼材使用橋梁のメンテナンス等は建設年の古いものから行う必要があると考えられる。ただ、ここで建設年と膜厚測定値の相関より建設年と外観評点の相関の方が高かったので、主観が介入するとはいえ現時点では、人間の目視の方が鍍具合を総合的に評価できるということなのかも知れない。今後は他の指標も取り入れて、より客観的に評価する方法を模索していきたい。

参考文献

- 1) 社団法人 日本鉄鋼連盟：耐候性鋼の橋梁への適用(パンフレット)
- 2) 藤原聡史, 後藤文彦, 佐々木貴信：セロテープ試験による耐候性鋼材の外観評価、土木学会東北支部技術発表会講演概要(平成 17 年度) I-49, P112-113
- 3) 北原武嗣, 出雲淳一, 柳貴之: 鋼構造年次論文報告集第 13 巻(2005 年 1 月 1)