

鋼構造塗装における非破壊健全度評価法の開発

岩手大学工学部 学生会員 ○千葉慎二
 岩手大学大学院 学生会員 佐藤司
 岩手大学大学院 学生会員 山崎稜介
 岩手大学 正会員 大西弘志

1. はじめに

従来、鋼構造物の点検の多くは目視点検によりなされてきた。点検方法は「遠望目視など」が76%を占めていたが、平成26年7月に施行された道路法施行規則では「点検は、近接目視により、五年に一回の頻度で行うことを基本とすること」¹⁾となった。このように、鋼構造表面に配置される塗装は外観の様態によりその性能が判断されることがほとんどであり、点検結果が塗装の電気化学的防食性能を担保しているのかどうかについて議論されてこなかった。このため、現在においても鋼構造物の腐食損傷は維持管理における重要な問題であるにもかかわらず、予防保全的対策を実施することは不可能な状態である。このような状況を打開するため、本研究では鋼構造物の塗装の性能を客観的指標により表現する、簡易な計測機器の測定結果に基づいた塗装の健全度評価手法を開発することを考えた。塗装の健全度評価を客観的なものとすることで点検員の技量や主観による点検結果の変動を回避でき、より効率的な鋼構造物の維持管理が可能となる。鋼構造塗装の性能評価を行うのに際して、各計器調査は非破壊検査であるが、インピーダンス測定は厳密には微破壊検査となってしまう。破壊を伴う検査は普段の点検の際に用いることができない。よって、本研究では大型塗装試験体実験を行い、破壊を伴わないでインピーダンス測定を行う方法を検討する。

2. 試験概要

2.1 試験体概要

本実験で使用した試験体は大きさ300×914mm、厚さ3.2mmのSS400鋼材を使用した。塗料はフタル酸塗料のA5塗装系²⁾、最終膜厚125μmのものを1枚、ウレタン塗料のC2塗装系³⁾、最終膜厚250μmのものを1枚使用した。各塗装系を5枚ずつ作製し、膜厚が最も均等に塗れたものを使用した。また、インピーダンス測定をする際に電極を付ける部分を確保する為、試験体の表300×100mmは塗装をしていない。



図-1 既往の電極配置



図-2 新しい電極配置

表-1 実験の種類

	塗装系	電極Aの大きさ(cm2)	電極Bの大きさ(cm2)	電極間距離(cm2)
①	A5	10×10	素地	10
②	A5	5×5	素地	10
③	A5	15×15	素地	10
④	A5	10×10	素地	表裏
⑤	C2	10×10	素地	10
⑥	A5	10×10	10×10	10
⑦	A5	5×5	5×5	10
⑧	A5	15×15	15×15	10
⑨	A5	10×10	10×10	5
⑩	A5	10×10	10×10	20
⑪	A5	10×10	10×10	50
⑫	A5	10×10	10×10	表裏
⑬	C2	10×10	10×10	10

2.2 測定方法

既往の方法を図-1に示す。片方の電極は電解液ペーストで塗膜に付着したアルミ箔、もう一方の電極は鉄素地に設置して測定を行う。本研究で提案する方法を図-2に示す。どちらの電極もアルミ箔に設置し、破壊を伴わないで測定できるか検討する。

2.3 実験の種類

表-1に実験の種類を示す。①、⑥をそれぞれ微破壊、非破壊の基準とする。

3. 実験結果

(1) 電気容量C

電気容量の結果を図-3に示す。健全な値は 10^{-9} ～

$10^{-8}F$ であり水平なグラフになる。①、⑥より $3.4 \times 10^{-9}F$ の差は生じたが健全値であった。特に、①、⑧より $4.5 \times 10^{-10}F$ 程度の差となったため、既往の方法と同等の値だと言える。電極面積の対比は 1:4:9 であるが、結果は既往の方法で 1:4:8、新しい方法で 1:4:9 であり、概ね同等の比例関係にあると言える。A5 塗装系と C2 塗装系の膜厚は 1:2 の対比関係にある。しかし、①、⑤と⑥、⑬から膜厚による対比はどちらも 3:1 となり、反比例はしていないが厚さによる変化が現れた。⑥、⑨、⑩、⑪と①、⑤と⑥、⑬より大きな差は見られなかった。

(2) 電気抵抗 R

電気抵抗の結果を図-4 に示す。健全な値は $10^5 \sim 10^6 \Omega$ で、グラフは右肩下がりとなる。①、⑥の $3.0 \times 10^5 \Omega$ の差に対して、①、⑧より $1.3 \times 10^4 \Omega$ 程度の差となったため、電気容量と同様に⑧の条件が既往の方法と同等の値と言える。電気抵抗は膜厚に比例するが、①、⑤と⑥、⑬では 1:9、1:7 となり比例しない。電極間距離、電極表裏も電気容量と同様の变化となった。

(3) インピーダンス Z

インピーダンスの結果を図-5 に示す。電気容量と同様に、①、⑥の差に対して①、⑧は $1.3 \times 10^4 \Omega$ 程度の差であるため、既往の方法と同等の値と言える。また、電極間距離、電極表裏も変化は見られず、膜厚による変化も電気抵抗と同様であった。

(4) 損失係数 D

損失係数の健全な値は 0.1~0.2 となっており、本研究では②以外が約 0.5~0.1 の範囲に収束したため、差があまりない結果となった。

4. 結論

微破壊、非破壊方法のいずれでも電極面積、膜厚は塗膜インピーダンス測定値に影響を与える重要な要素であることが確認できた。一方、電極間距離、電極の位置(表裏)は測定値にあまり影響しないことも確認できた。

また、各測定で既往の方法と同等の値は、電極を 2 つとも $10 \times 10 \text{cm}^2$ アルミ箔にした場合ではなく、 $15 \times 15 \text{cm}^2$ としたときであった。これは等価回路の構成の変化による傾向であると考えられる。

以上より、本研究で提案する非破壊健全度評価法は有用であると言える。

謝辞

本研究は平成 27 年度 NEXCO 東日本技術研究助成を

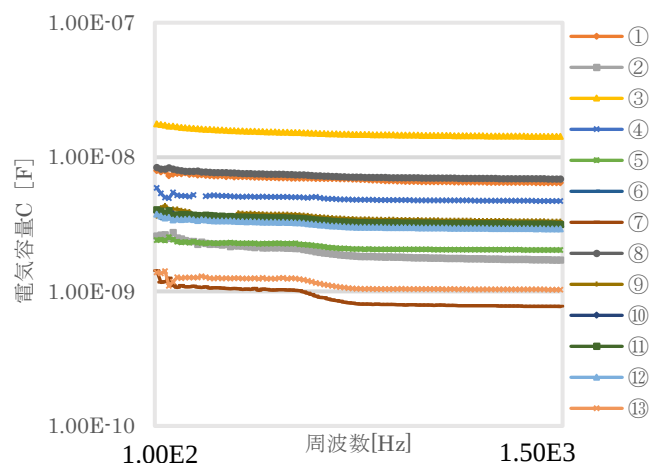


図-3 電気容量 C 測定結果

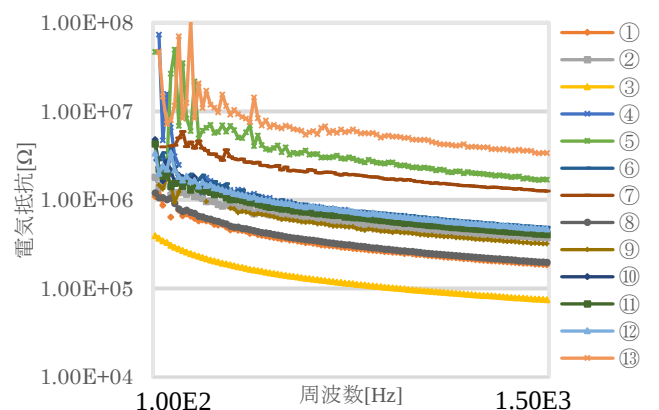


図-4 電気抵抗 R 測定結果

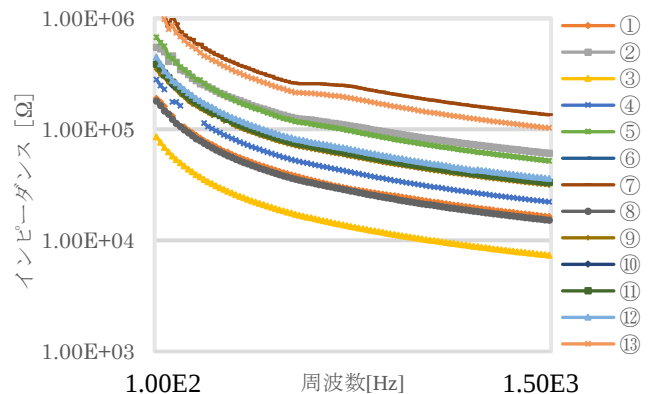


図-5 インピーダンス Z 測定結果

受けて行ったものである。また、岩手県工業技術センター一穴沢氏には試験体作成から御助言、御指導をいただいた。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 国土交通省：老朽化対策の取組み
<http://www.mlit.go.jp/road/sisaku/yobohozen/torikumi.pdf>
- 2) 日本道路協会：鋼道路橋防食便覧 pp.II-33
- 3) 国土交通省：機械工事塗装要領(案)・同解説 pp.38