

人工海水噴霧-乾湿繰返し腐食促進実験による既設橋塗装鋼材の劣化特性

大阪大学大学院工学研究科 学生員 ○尾島 和樹
大阪大学大学院工学研究科 学生員 劉 佳
大阪大学大学院工学研究科 正会員 廣畑 幹人
日綜産業 正会員 中山 太士
鉄道総合技術研究所 正会員 坂本 達朗

1. はじめに

鋼構造物の主な劣化要因の一つである腐食の対策となる防食法の中で、最も一般的なのが防食塗装である。防食塗装の寿命は鋼構造物の寿命より短いため、適宜塗替えを必要とするが、塗替え時期を算定するためには劣化特性の把握が不可欠である。防食塗装の性能は大気暴露試験により求められるが、データを得るために長期間を必要とし、さらに環境の制約もあるため実施が困難な場合も多い。これを代替する方法として、短時間で性能の検証が可能な腐食促進試験が行われるようになってきた。本研究では、新たに開発された人工海水噴霧-乾湿繰返し試験 (ISO16539) ¹⁾ の塗装鋼材への適用を念頭に、本試験による既設橋塗装鋼材の劣化特性を明らかにするため、実環境との比較を通した一連の実験を行った。

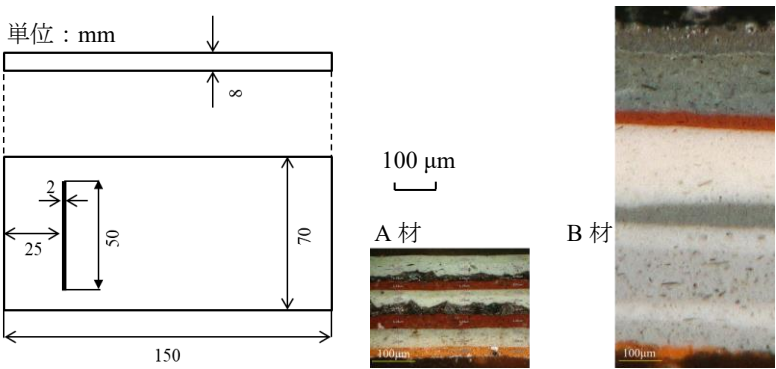
2. 実験供試体

本研究では、既設の橋梁を撤去する際に採取した 2 種類の塗装鋼材 (以降 A 材および B 材とする) を実験に使用した。A 材は大阪市内に架かる道路橋に使用されていた鋼材であり、B 材は島根県の日本海近傍に架かる鉄道橋に使用されていた鋼材である。いずれも板厚は 8 mm であり、150 mm×70 mm に切断後、塗装の劣化のない部分に、図-1 に示す初期欠陥を導入した供試体をそれぞれ 6 体ずつ作製した。各供試体の断面を観察した結果、いずれも塗替えの履歴があり、平均膜厚は A 材が 234 μm、B 材が 792 μm となっていた。

3. 実験方法

A 材 3 体、B 材 3 体の合計 6 体に対し、人工海水噴霧-乾湿繰返し試験を実施した。試験条件の詳細を図-2 に示す。28 日ごとに供試体外観画像の撮影およびレーザ変位計 (最小表示単位 0.001 μm) による表面形状の測定を行った。

また、A 材 3 体、B 材 3 体の合計 6 体に対し、日本ウェザリングテストセンター銚子暴露試験場において直接暴露試験を行う。供試体の暴露角度は水平に対し 0 度である。暴露の期間を合計 365 日間とし、91 日ごとに供試体外観画像の撮影およびレーザ変位計による表面形状の測定を行う。なお、本稿作成時点では、91 日の実験が終了している。



(a) 供試体の形状、寸法 (b) 塗装の断面写真
図-1 塗装鋼板供試体

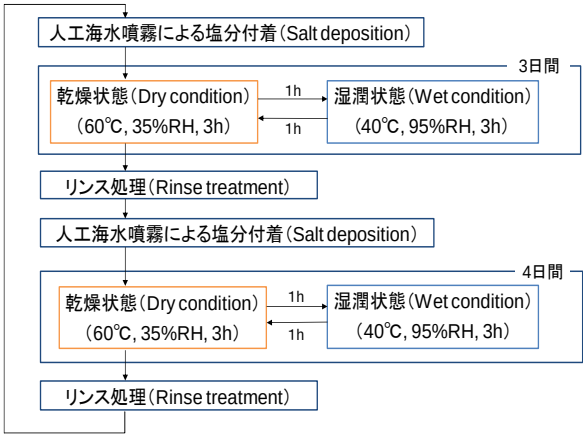


図-2 人工海水噴霧-乾湿繰返し実験

キーワード 塗装鋼材, 腐食促進, 大気暴露, ISO16539

連絡先 〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1, TEL 06-6879-7598

塗装鋼材が水や酸素の供給を受けると塗膜下で錆が発生し、塗装を下から押し上げる。この機構により塗装健全部から $50\text{ }\mu\text{m}$ 以上の高さとなった面積をふくれ面積²⁾と定義し、本研究における塗装の劣化指標とする。なお、ふくれ面積の算出には、初期欠陥を中心とした $50\text{ mm}\times 70\text{ mm}$ の範囲の表面形状をレーザ変位計により縦横 0.1 mm の間隔で測定し、塗装の健全部3点から基準面を設定し傾斜補正したデータを用いている。初期欠陥部近傍の外観画像の撮影結果および表面形状計測結果を図-3に示す。

4. 実験結果および考察

84日間の腐食促進実験において、A材、B材ともに塗装の初期欠陥周辺に明瞭なふくれの発生が確認された。B材のふくれ面積がA材のふくれ面積と比べて1.82倍大きくなった。ふくれ面積の増加の早さに差が生じた原因として、道路橋および鉄道橋の塗装構成および設置環境の違いが考えられる。道路橋（A材）が設置されていた大阪市内に比べ、鉄道橋（B材）が設置されていた島根県の日本海近傍は厳しい腐食環境にある。鉄道橋の塗替えに際し塗膜内部に塩分が残留していた可能性があり、これが塗膜の耐久性に影響を及ぼしたものと思われる。

91日間の大気暴露試験ではA材、B材ともに塗膜のふくれは視認し難いが、レーザ変位計による形状計測では塗装の初期欠陥周辺に $50\text{ }\mu\text{m}$ 以上のふくれが発生していることを確認した。

塗膜の劣化挙動の評価に使われる Gompertz 曲線（式（1）²⁾）を用いて、84日間の腐食促進実験により得られたデータから91日経過時点の塗膜の劣化を予測し、91日間の大気暴露実験結果と比較する。

$$y = K \cdot a^{b^t} \quad (1)$$

ここに、 y ：ふくれ面積、 t ：日数、 K ：全面劣化時の面積、 a ：定数（ $0 < a < 1$ ）、 b ：定数（ $0 < b < 1$ ）である。式（1）は極限值 $y = K$ に漸近する曲線となる。ふくれ面積の推移および塗膜の劣化曲線を図-4に示す。91日間の腐食促進実験によるふくれ面積は、91日間の大気暴露実験によるふくれ面積と比べ、A材で11.9倍、B材で11.7倍大きかった。本実験の範囲では、大気暴露実験に対する腐食促進実験の劣化倍率は12倍程度であると考えられる。

5. まとめ

- (1) 84日の腐食促進実験および91日の大気暴露実験では、大阪市内の道路橋から採取したA材の方が、島根県日本海沿岸の鉄道橋から採取したB材よりも塗膜初期欠陥近傍のふくれ面積が大きくなった。
- (2) 人工海水噴霧-乾湿繰返し腐食促進実験によるA材およびB材のふくれ面積のデータをもとに、塗膜の劣化を予測する近似曲線を算出した。近似曲線から予測される91日経過時点での塗装鋼材のふくれ面積は、91日間の大気暴露実験を実施した塗装鋼材のふくれ面積と比べて12倍程度大きくなった。

参考文献

- 1) 梶山，藤田，鷺山：家電用表面処理鋼板の新耐食性試験法「ACTE」，JFE技法，No.12，36-41，2006。
- 2) 伊藤，金，貝沼，門田：素地調整が異なる塗装鋼板の腐食劣化に関する基礎的研究，土木学会論文集，No. 766，291-307，2004。

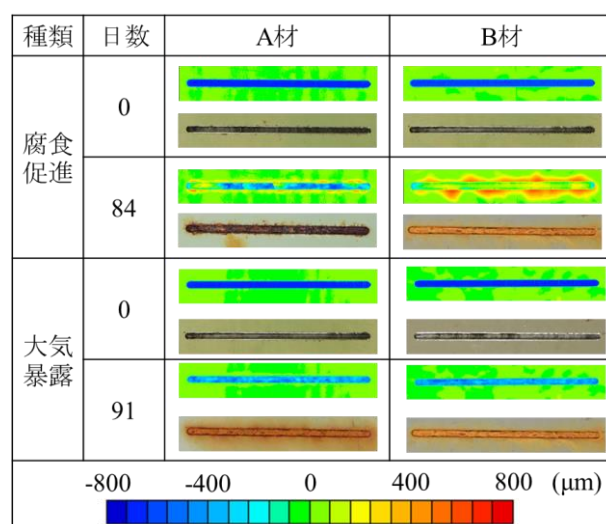


図-3 初期欠陥近傍のふくれ発生状況

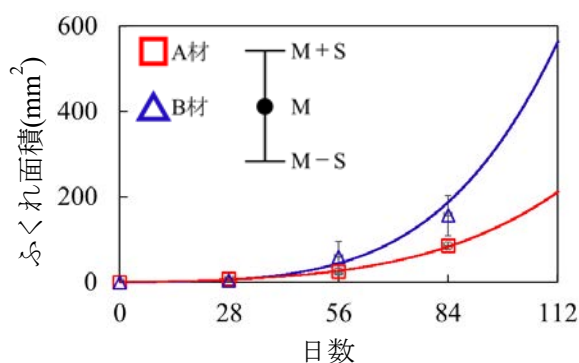


図-4 ふくれ面積の推移と劣化予測曲線