

耐候性鋼材の補修方法に関する基礎的実験

山口大学大学院 学生会員 ○永田隆弥
山口大学大学院 正 会 員 麻生稔彦
日鉄住金防蝕 正会員 今井篤実, 西山研介, 秋田悠太

1. はじめに

耐候性鋼材は緻密な保護性さびを生成することで腐食速度を低減するものであり、LCC の低減が可能な材料である。一方、長期の使用にあたっては、当初の想定以上の腐食が生成される場合がありうるため、耐候性鋼橋梁の長寿命化を実現するためには効果的な補修技術の確立が必要不可欠である。ここで、耐候性鋼材を塗装により補修する場合、鋼材表面の固着さびの除去およびさび層内の塩分除去が課題である。補修塗装は、補修塗膜の長期耐久性を確保するために素地調整とさび中の塩分除去に注意しなければならないが¹⁾、これらの留意点を考慮した補修塗装事例は少ない²⁾³⁾。一方、腐食原因が恒久的に排除される場合には、補修塗装の必要がない場合もある⁴⁾。しかしながら、補修塗装の必要がない場合における適正な素地調整の程度や、さび中の塩分除去の程度を示す定量的な事例はない。

本研究では異常さびが生じた耐候性鋼材の補修方法の開発を目的とする。そのために、素地調整程度やさび中の塩分除去程度を変えた水準ならびに簡易塗装および重防食塗装の水準を設け、腐食原因を排除できる環境（密封箱）と腐食原因を排除しない環境（沖縄遮へい曝露）において曝露試験を実施した。

2. 試験概要

3%wt-NaCl 散布試験によりさび外観評点 1 の層状剥離さびを生成させた JIS-SMA 耐候性鋼材(150mm×70mm×6t)について、各種処理を施した。表 1 に供試体に施した各試験水準(各素地調整、各塗装)を示す。無塗装での対応として、水洗、素地調整Ⅰ種および素地調整Ⅱ種の試験片を用意した。この時、素地調整Ⅰ種ではブラスト処理後の付着塩分量を 3 通りとした。また、塗装での対応として、簡易塗装と重防食塗装により補修を施した試験片を用意した。また、補修効果の比較のために、補修を施さないさび外観評点 1 の鋼材も同時に曝露した。これらの試験片に対し、外界からの腐食因子の影響を受けない（腐食原因が排除できる場合）密封箱内曝露（山口県：試験期間 16 ヶ月の平均相対湿度 77.3%、平均温度 18.5℃）および外界からの腐食因子の影響を受ける（腐食原因が排除できない）遮へい曝露（沖縄県：ISO9223-92 腐食分類 C₄）の 2 通りの曝露試験を実施した。また、いずれの曝露試験も試験片は水平に設置した。

各試験水準の評価を行うため電磁膜厚計を用いて各試験片のさび、被膜厚および膜厚を測定し、イオン透過抵抗測定装置(測定可能最大抵抗値 40GΩ)を用いてイオン透過抵抗値を測定した。無塗装鋼材のさび厚は測点 12 点の平均値とし、塗装鋼材のさび、被膜厚および膜厚は測点 10 点の平均値とした。また、これらの測定に併せて外観写真を撮影した。

3. 試験結果

(1) 無塗装材

無塗装材の密封箱、沖縄 16 ヶ月目までのさび厚をそ

表 1 試験水準

無処理(評点1)		
無 塗 装		水洗 素地調整Ⅱ種(St3) 素地調整Ⅱ種(St3)+水洗 素地調整Ⅰ種(St3) (ブラスト処理 付着塩分量50mg/m ² 以下) (ブラスト処理 付着塩分量100～150mg/m ² 以下) (ブラスト処理 付着塩分量400～500mg/m ² 以下)
塗 装	簡 易	さび安定化補助処理(Sa2.5) 有機ジンクリッチペイント(Sa2.5) 変性エポキシ塗料(Sa2.5)
	重 防 食	Rc-Ⅲ (St2) Rc-Ⅱ (St3) Rc-Ⅰ (Sa2.5) 耐候性鋼用Rc-Ⅰ[水洗工法] (Sa2.5,付着塩分量50mg/m ² 以下)

れぞれ、図 1(a)および図 1(b)に示す。図 1 より、無塗装の場合には、程度の差はあるものの、曝露環境を問わず全ての試験水準でさび厚が増加している。特に水洗処理のみを施した試験片では、無処理(評点 1)と同程度かそれ以上にさび厚が増加している。また、素地調整Ⅱ種は素地調整Ⅰ種よりもさび厚が増加しており、素地調整の程度が事後の再腐食に影響することが確認できる。そのため、外界からの腐食因子の影響の有無に関わらず、補修にあたり内在塩分の除去が重要であり、腐食部分のさびを除去する必要がある。また、今回の試験では素地調整Ⅰ種における付着塩分量の差による影響は見いだせなかった。

(2)塗装材

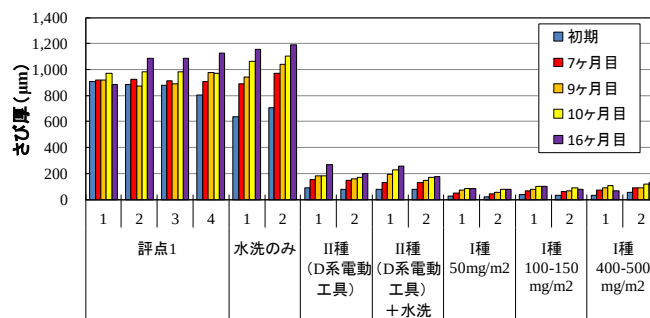
塗装材の密封箱、沖縄 16 ヶ月目までのイオン透過抵抗値をそれぞれ、図 2(a)および図 2(b)に示す。一般に、塗装が劣化し塗装面にさびが現れると、イオン透過抵抗値は低下する。簡易塗装のうち、さび安定化処理 A およびさび安定化処理 B においては、密封箱と沖縄のいずれにおいてもイオン透過抵抗の減少傾向が見てとれる。一方、簡易塗装のうち、有機ジンクリッチペイント、変性エポキシ塗料および重防食塗装においては、密封箱と沖縄のいずれにおいてもイオン透過抵抗値の変化は少ない。このことから、外界からの腐食因子の影響の有無に関わらず有機ジンクリッチペイント、変性エポキシ塗料および重防食塗装が有効である。

4. まとめ

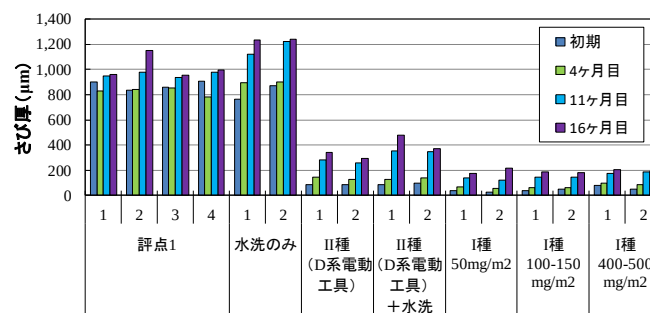
耐候性鋼橋梁の長寿命化のための補修方法を検討するために、16 ヶ月間の曝露試験を実施した。無塗装の場合、外界からの腐食因子の影響の有無に関わらず、素地調整による内在塩分の除去が重要である。また、塗装を実施する場合、外界からの腐食因子の影響の有無に関わらず有機ジンクリッチペイント、変性エポキシ塗料および重防食塗装が有効である。

参考文献

- 1) 今井篤実, 佐野大樹, 麻生稔彦: 腐食原因排除の有無における耐候性鋼橋梁の最適補修法の検討, 土木学会第 71 回年次学術講演会, I-004, 2016.
- 2) 今井篤実, 山本哲也, 麻生稔彦: 耐候性鋼橋梁の防食補修塗装法の実施に関する一考察, 土木学会論文集 A1, Vol. 68 No.2, pp.347-355, 2012.
- 3) 足立幸郎ほか: 無塗装耐候性鋼橋梁腐食部における素地調整技術, 土木学会第 69 回年次学術講演会, I-602, 2014.
- 4) (公社)土木学会鋼構造委員会: 腐食した鋼構造物の長寿命化のための性能回復事例と性能回復設計法, 2015.

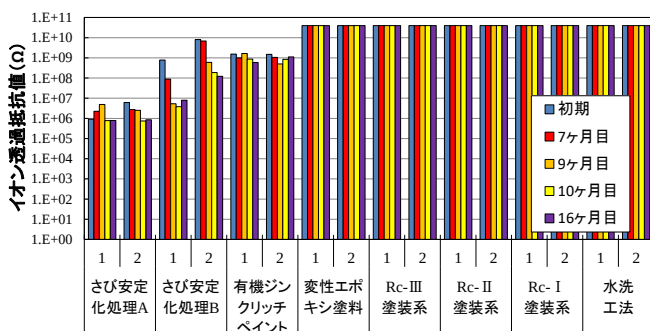


(a) 密封箱 16 ヶ月

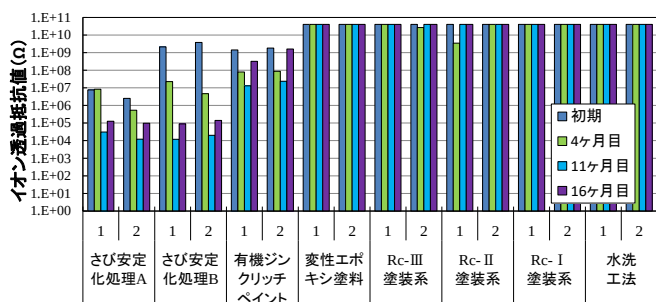


(b) 沖縄遮へい曝露 16 ヶ月

図 1 さび厚



(a) 密封箱 16 ヶ月



(b) 沖縄遮へい曝露 16 ヶ月

図 2 イオン透過抵抗値