

高湿潤環境対応型耐食鋼板の開発

株式会社 神戸製鋼所 材料研究所 正会員○湯瀬 文雄*
 株式会社 神戸製鋼所 材料研究所 正会員 松林 拓人*
 株式会社 神戸製鋼所 厚板商品技術部 正会員 松下 政弘**

1. はじめに

近年、橋梁分野においては、メンテナンスや塗装、防食への認識が特に増してきており、初期建設コストの縮減にくわえ、維持管理コストやライフサイクルコスト（LCC）の軽減が求められている。鋼橋では、防食と景観上の観点から塗装が行われるが、塗装は時間の経過とともに塗膜が劣化し、防食性能が低下するため塗替えを行う必要がある。一般塗装系に比べて塗装寿命が長い重防食塗装系においても、防食性能が低下するまでの期間は橋梁の供用期間に比べて短いため、供用期間中に防食性能維持のため、塗替えを行わなければならない。このため塗替え周期を長期化することが、LCC 低減に有効であるとされている¹⁾。

一方、実橋梁では、架設地域や部位によりマイクロ環境は異なり、腐食状況も均一ではない²⁾。特に、桁端部は路面端部に設置されている伸縮装置の経年劣化にともなう路面からの凍結材防止剤や雨水、土砂の流れ落ちや堆積、さらに構造上も高湿潤環境になりやすいため、部材腐食が生じやすく、腐食進行も早いと考えられている。

このような桁端部材の耐食性向上が求められている中で、高湿潤環境下で優れた耐食性を発現する材料を開発したので、その耐食性評価結果を報告する。

2. 耐食性向上の考え方

著者らは景観が重視される都市部など塗装が施される場合を想定し、従来の溶接構造用鋼材の該当 JIS 規格（JIS G 3106;SM）をすべて満たした上で、鋼材自身に塗膜下腐食抑制機能を付加した塗装周期延長鋼（エコビュー）を開発している。同鋼は、塗装耐食性向上のために、腐食先端の pH 低下緩和と生成さび緻密化（ β -FeOOH 抑制）による塗膜下腐食抑制が有効との考えに基づき成分設計（Cr フリー化、Cu-Ni-Ti 系）されたもので、実橋環境の暴露試験等により、その効果を確認している³⁾。

開発鋼（高湿潤環境対応型耐食鋼）は、厳しい環境下でも鋼材の塗膜下腐食抑制機能を高めるために合金元素（Cu、Ni、Ti、Ta、Mg、REM）を適量添加し、鋼自体の高耐食化と、生成さびの緻密化安定化、鋼材塗膜界面の保護作用により、塗装弱点部からの腐食進行を抑制する。その結果、耐食性が向上し、塗替えまでの時間が延長すると考えられる。その塗装耐食性向上の想定メカニズムを図 1 に示す。

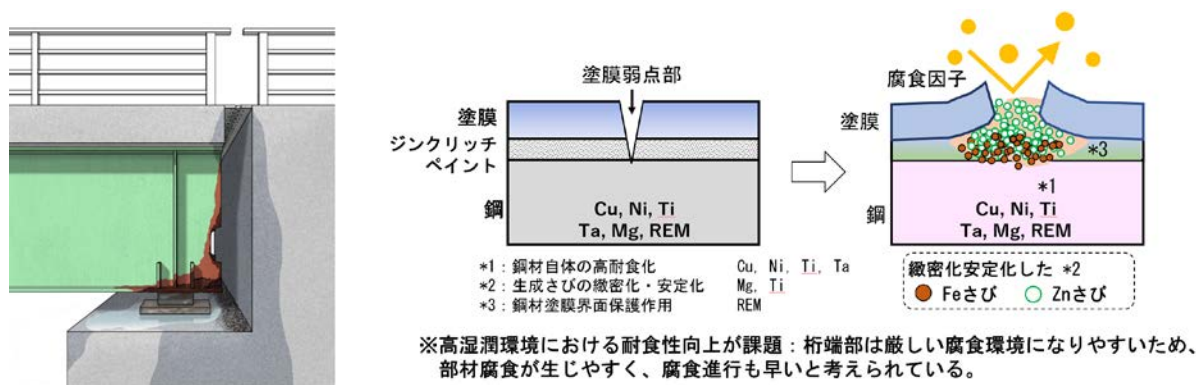


図1 橋梁桁端部と高湿潤環境対応型耐食鋼板の塗膜下腐食抑制模式図

キーワード：橋梁、腐食、ライフサイクルコスト、桁端、湿潤環境、塗装周期延長鋼

* 〒651-2271 神戸市西区高塚台1丁目5-5

TEL 078-992-5505

FAX 078-992-5512

** 〒541-8536 大阪府大阪市中央区備後町4-1-3

TEL 06-6206-6612

FAX 06-6206-6602

3. 試験概要

実橋梁の環境測定から桁端部などの腐食環境を模擬した促進ラボ試験（CCT）²⁾により、普通鋼（SM 材）と開発鋼（Cu-Ni-Ti-Ta-Mg-REM 系）の耐食性評価を 16 週行った。試験条件を表 1 に示す。小型試験片（150×50×3mm）は、裏側面をシールし、塗装（無機ジンクリッチペイント 35 μm、エポキシ系樹脂 20 μm、クリア仕様ふっ素系樹脂 20 μm の合計 75 μm）を施した。養生後に、塗装キズ部やさびが広がりやすいコバ部を模擬して、カッターナイフにて人工塗膜欠陥を付与した。促進ラボ試験後に、外観観察（われ、はがれ）、人工塗膜欠陥部からのふくれ幅、ふくれ面積を評価した。

4. 試験結果

促進ラボ試験後の試験片外観を図 2 に示す。塗膜の健全部では、われやはがれ、塗膜ふくれは無かったが、人工塗膜欠陥部からは腐食が進行していた。ふくれ幅測定結果を図 3 に示す。開発鋼のふくれ幅は、普通鋼よりも小さく、ふくれ幅比で 65-70%程度であった。試験期間中、開発鋼は普通鋼よりもふくれを抑制し、長期間継続的に優れた塗装耐食性を示した。

時間の経過とともに塗膜は劣化し防食性能が低下するため、実橋では塗膜劣化がある塗替えレベルに到達すると塗替えが検討される。塗膜劣化の推定モデルとして、Gompertz 曲線を適用する場合、塗替えの一つの目安として初期急増点から反極点までが考えられている⁴⁾。今回の試験では、開発鋼と普通鋼の塗替え基準に達するまでのふくれ幅比較ができる範囲はふくれ幅が 2-5 mm であるが、その範囲において、開発鋼の塗替え基準に達するまでの試験期間は、普通鋼の約 1.5～1.6 倍となった。また、ふくれ面積を用いた場合は、約 1.7～2.0 倍程度の期間を要すると算出され、開発鋼の優れた塗装耐食性が確認できた。

5. まとめ

鋼橋のライフサイクルコスト低減に寄与すべく、高湿潤環境下でも塗膜下腐食を抑制するため合金元素（Cu、Ni、Ti、Ta、Mg、REM）を添加した耐食鋼板を開発した。促進ラボ試験にて耐食性を評価した結果、開発鋼は、普通鋼よりも優れた塗装耐食性を示した。ふくれ幅やふくれ面積の経時変化から、桁端部などの高湿潤環境下でも塗替え期間 1.5 倍程度の延長化が期待でき、LCC に寄与できると考えられた。今後も各種評価を継続予定である。

参考文献

1) (社) 日本鋼構造協会: JSSC テクニカルレポート 55, 2002. 2) 湯瀬ら: 土木学会東北支部技術研究発表会 (令和 4 年度), I-31
3) 湯瀬ら: 2021 年度土木学会関西支部年次学術講演会, I-12 4) 西村ら: 橋梁と基礎, 5, 1, (1985))

表 1 促進ラボ試験条件

項目	試験条件	
塩水噴霧	30±2℃ 5%NaCl	0.5h
湿潤	30±2℃ 95±3%RH	2.5h
熱風乾燥	50±2℃	1.5h
温風乾燥	30±2℃	1.5h

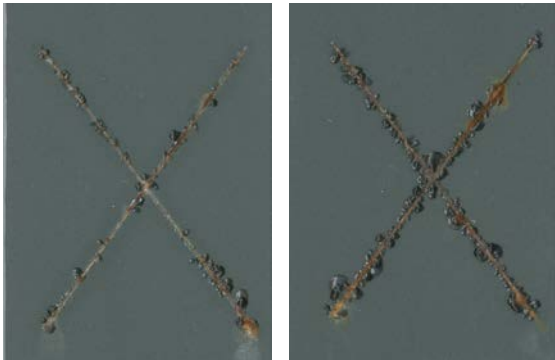


図 2 人工塗膜欠陥部の試験後外観写真
(左：開発鋼、右：普通鋼)

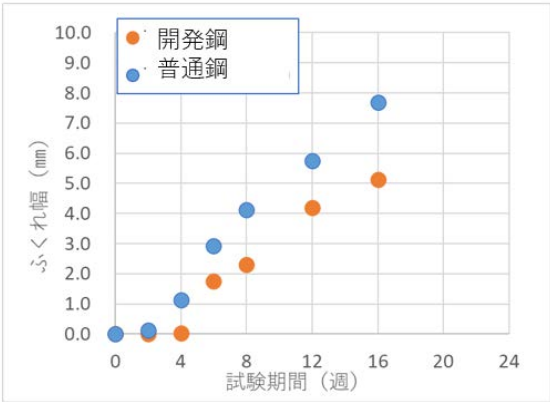


図 3 人工塗膜欠陥部からのふくれ幅