

塗装の補修を模擬したさび面塗装きず部の Sn 添加耐食鋼の耐食性

阪神高速道路(株) 技術部 正会員 青木 康素*

日本製鉄(株) 鉄鋼研究所 正会員 ○菅江 清信** 正会員 上村 隆之**

日本製鉄(株) 厚板技術部 長澤 慎*** 正会員 壺岐 浩***

1. はじめに

塩化物が飛来する大気腐食環境の塗装きず部における腐食機構に基づいて微量の Sn を添加した塗装用の耐食鋼（以下、開発鋼）が開発された¹⁻⁴⁾。これまでに、10年間の曝露試験を実施し、本開発鋼は新設のブラスト上だけでなく、補修を模擬したさび面上の塗装欠陥部の腐食と塗装剥離を抑制できることを確認してきた¹⁻¹⁰⁾。さらに、より厳しい腐食環境においても、本開発鋼は、普通鋼に比べて塗装きず部の腐食を抑制可能であり⁴⁻⁵⁾、塗装塗替え周期を約2倍にし、鋼構造物のライフサイクルコストの縮減が期待できる⁴⁻⁵⁾。本報告では、補修塗装における本開発鋼の耐食性をより詳細に明確にする為に、残留塩化物イオン濃度が異なる条件での耐食性を曝露試験により評価した結果を報告する。

2. 試験概要

曝露試験は神戸市海岸地域にある阪神高速道路5号湾岸線の東神戸大橋橋脚で行った（図1）。鋼材（100×60×3 mm³）は開発鋼と比較材として SM 鋼を用いた。無塗装鋼材の表面をショットブラストして、SAE J2334 試験 30 サイクル（30 日）を用いて腐食させてさび形成後、A：カップワイヤケレンのみ実施したもの、B：水洗後カップワイヤケレンを行ったもの、C：カップワイヤケレンを実施後、水洗を行ったもの、さび残存無し（ブラスト鋼材）の4種類の素地調整を実施した。残留塩化物量の目標値（括弧内は試験片実測例）は、A：3500（3433）、B：700（599）、C：100（167） mg NaCl/m²である。塗装仕様は、表1に示す鋼道路橋の塗替え塗装仕様である Rc-II¹²⁾の有機ジンクリッチペイントの下塗りを簡略した塗装仕様 N と下塗りを簡略化した塗装仕様 NP とした。試験片には表裏面にスクラッチキズを入れ水平ならびに垂直に設置した。塗装仕様 N と NP の試験期間は、2013年3月～2016年3月の3年間で、塗装仕様 N の一部の試験期間は2009年3月～2018年1月の9年間である。曝露環境の飛来塩分量は東神戸 0.07 mmd (mg NaCl/100 cm²/day) と比較的少ない環境である。

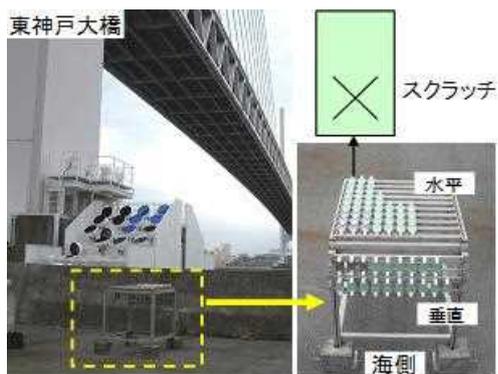


図1 東神戸大橋における曝露試験状況と塗装試験片(スクラッチ付)の概略

表1 塗装仕様一覧

塗装仕様	塗装工程		総膜厚
(N仕様) Rc-II ジンク無し 薄膜	第1層	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗(30 μm)	55 μm
	第2層	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗(25 μm)	
(NP仕様) Rc-II ジンク有り 薄膜	第1層	有機ジンクリッチペイント(20 μm)	75 μm
	第2層	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗(30 μm)	
	第3層	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗(25 μm)	
(参考) Rc-II	第1層	有機ジンクリッチペイント(75 μm)	250 μm
	第2層	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(60 μm)	
	第3層	弱溶剤形変性エポキシ樹脂塗料下塗(60 μm)	
	第4層	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料用中塗(30 μm)	
	第5層	弱溶剤形ふっ素樹脂塗料上塗(25 μm)	

3. 曝露試験結果

表2に Rc-II 塗装の簡略塗装の仕様 N を施した試験片の腐食試験後の外観を、表3に薄膜の有機ジンクリッチペイントを含む塗装の仕様 NP を施した試験片の腐食試験後の外観を示す。塗装仕様 N と NP とともに、さび中の残留

キーワード 塩分飛来環境、耐食鋼、曝露試験

連絡先 * 〒530-0005 大阪府大阪市北区中之島 3-2-4 TEL 06-6232-6543

** 〒660-0891 兵庫県尼崎市扶桑町 1-8 TEL 06-7670-5878

*** 〒100-8071 東京都千代田区丸の内 2-6-1 TEL 03-6867-6401

塩化物濃度を変えた試験片を3年間曝露試験に供したものは、クロスカット部に僅かな塗膜剥離が確認された。図2に塗装仕様Nの試験片の塗膜剥離部における腐食深さの測定結果を、図3に塗装仕様NPの試験片の塗膜剥離部における腐食深さの測定結果を示す。塗装仕様NとNPともに、3年間曝露試験に供したものは、クロスカット部で塗膜剥離が僅かに進展したのに対して、きず部の腐食は深く進展した。さび中の残留塩化物濃度が高くなるにつれて、腐食深さは大きくなる傾向を示した。塗装仕様Nの700 mg/m²の残留塩化物濃度を有する試験片を9年間曝露試験に供したものは、クロスカット部およびその周辺の塗装部において塗装膨れによる腐食が確認され、腐食深さも3年間のものよりも大きくなった。また、塗装仕様NPのように有機ジンクリッチペイントを施しても、塩分が残留するさび面で塗装した場合、塗装きず部における腐食は進展することがわかった。また、その効果については、ジンクリッチペイントの有無で有意な差は認められなかった。さび中の残留塩化物濃度に関係なく、開発鋼はSM鋼に比べて腐食深さを抑制した(図2と3)。また、9年間の長期曝露試験でも開発鋼はSM鋼に比べて塗膜剥離と腐食深さを抑制した(表2と図2)。

表2. 塗装仕様Nの曝露試験片の外観写真

	3年間				9年間
	3500	700	100	検出限界以下	700
さび中残留塩化物量 (mg/m ²)	カップワイヤケレンのみ	水洗後カップワイヤケレン	カップワイヤケレン後に水洗	プラスト	水洗後カップワイヤケレン
普通鋼					
開発鋼					

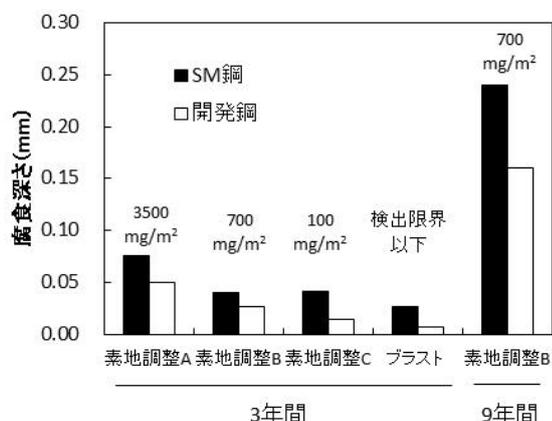


図2. 塗装仕様Nの塗膜剥離部の腐食深さ

表3. 塗装仕様NPの曝露試験片の外観写真

	3年間			
	3500	700	100	検出限界以下
さび中残留塩化物量 (mg/m ²)	カップワイヤケレンのみ	水洗後カップワイヤケレン	カップワイヤケレン後に水洗	プラスト
普通鋼				
開発鋼				

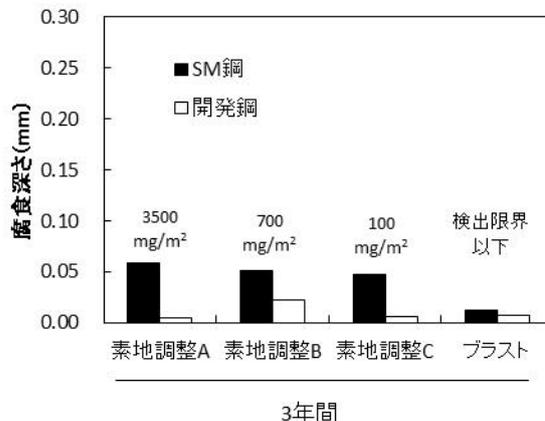


図3. 塗装仕様NPの塗膜剥離部の腐食深さ

4. まとめ

微量の Sn を含む新たな耐食鋼である開発鋼は、補修時のさび層と塩化物が残存した場合においても塗装欠陥部ならびにその周囲の塗膜下腐食を抑制し、優れた耐食性を示すことが確認された。

参考文献

- 1) T. Kamimura, K. Kashima, K. Sugae, H. Miyuki, T. Kudo : Corrosion Science 62 (2012) 34-41.
- 2) 上村隆之, 鹿島和幸, 菅江清信, 幸英昭, 工藤勉夫 : 材料, 62 (2013) 207-212.
- 3) 上村隆之, 西尾大, 前田隆雄, 吉田直嗣, 鹿島和幸, 菅江清信, 幸英昭, 工藤勉夫 : 材料と環境, 62 (2013), 187-191.
- 4) 菅江清信, 上村隆之, 安藤隆一, 都築岳史 : 新日鐵住金技報, 400, 79-85
- 5) 青木康素, 高田佳彦, 菅江清信, 上村隆之, 那須和夫, 老岐浩 : 橋梁と基礎 2019年10月号, 29-34.
- 6) 菅江清信, 上村隆之, 田中睦人, 児玉正行, 老岐浩 : 第71回土木学会年次学術講演会 I-025
- 7) 関谷直浩, 飛ヶ谷明人, 前田隆雄, 上村隆之, 西尾大 : 第66回土木学会年次学術講演会 I-595
- 8) 田畑晶子, 飛ヶ谷明人, 角和夫, 上村隆之, 前田隆雄, 西尾大 : 第67回土木学会年次学術講演会 I-144
- 9) 菅江清信, 上村隆之, 田中睦人, 児玉正行, 老岐浩 : 第72回土木学会年次学術講演会 I-018
- 10) 青木康素, 高田佳彦, 菅江清信, 上村隆之, 那須和夫, 老岐浩, 児玉正行 : 第73回土木学会年次学術講演会 I-040.
- 11) 菅江清信, 上村隆之, 加藤祐介, 老岐浩, 児玉正行 : 第74回土木学会年次学術講演会 I-382
- 12) 公益社団法人日本道路協会編集 : 鋼道路橋防食便覧, II-119.