

# 防食塗装した Sn 添加鋼の腐食劣化特性と鋼橋への適用に関する一考察

名古屋大学 学生会員 ○奥野 貴文  
 名古屋大学大学院 正会員 廣畑 幹人  
 新日鐵住金（株） 正会員 上村 隆之  
 名古屋大学大学院 フェロー会員 伊藤 義人

## 1. 研究の背景および目的

鋼材表面の防食に限らず、耐食性の優れた下地鋼材が鋼橋の腐食劣化を遅らせることが知られており、一般の炭素鋼に Sn（スズ）を微量添加することで、塩分飛来環境下における防食欠陥部の耐食性を向上させた鋼材（以下、Sn 添加鋼）が開発されている<sup>1)</sup>。

本稿では、防食塗装した Sn 添加鋼の防食欠陥部からの腐食劣化特性の解明を目的として実施した環境促進実験の結果<sup>2)</sup>を報告すると共に、Sn 添加鋼を鋼橋に適用した場合の劣化評価についても考察した。

## 2. 塩水噴霧複合サイクル環境促進実験

本実験に用いた供試鋼材は、JIS G3106 SM490 に Sn を微量添加（0.01~0.05%）した Sn 添加鋼と、比較材として用いた一般の SM490 である。板厚は 9mm である。供試鋼材を 150×70mm に切断し、表面にブラスト処理（SIS Sa2.5）を施した後、A 塗装系および C 塗装系の防食塗装を施した。その後、図-1 に示す防食欠陥部（クロスカット：幅 1mm、素地露出部：幅 20mm）を設けた名古屋大学型ウェザロ供試体を作製した。

大気暴露試験との相関性が高いことが知られている S6 サイクル塩水噴霧複合サイクル実験<sup>3)</sup>を 1600 サイクル（4 サイクル/日）実施した。400 サイクルごとに、A 塗装系、C 塗装系それぞれ Sn 添加鋼：3 体、SM490：1 体ずつに供試体を環境促進実験装置の槽内から取り出し、防食欠陥部の経時変化を観察・計測した。なお、1600 サイクルに用いた供試体（Sn 添加鋼：2 体、SM490：1 体）については、1200 サイクルに用いた供試体と同じである。

400 サイクルごとに実験槽から取り出した供試体のクロスカット部に対し、レーザ深度計を用いて表面形状を計測した。例として、1600 サイクル終了後の A 塗装系および C 塗装系供試体のクロスカット部周辺の表面形状計測結果を図-2 に示す。クロスカット部および素地露出部の周辺に下地鋼材の腐食に起因する塗膜のふくれが観察された。塗装の健全部から 50 $\mu$ m 以上のふくれが計測された領域の面積<sup>4)</sup>（ふくれ面積と定義）の推移を図-3 に示す。1600 サイクルの実験終了後、A 塗装系では、SM490 と Sn 添加鋼のふくれ面積はほぼ同じであるのに対し、C 塗装系では、800 サイクル以降 SM490 に比べて Sn 添加鋼のふくれ面積が大きく抑えられる結果となった。外観観察（目視確認および写真撮影）では、1600 サイクル終了後においても C 塗装を施した Sn 添加鋼に明確な塗膜のふくれが確認できなかった。

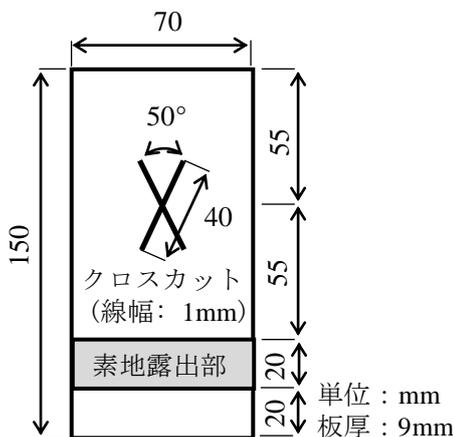


図-1 実験供試体

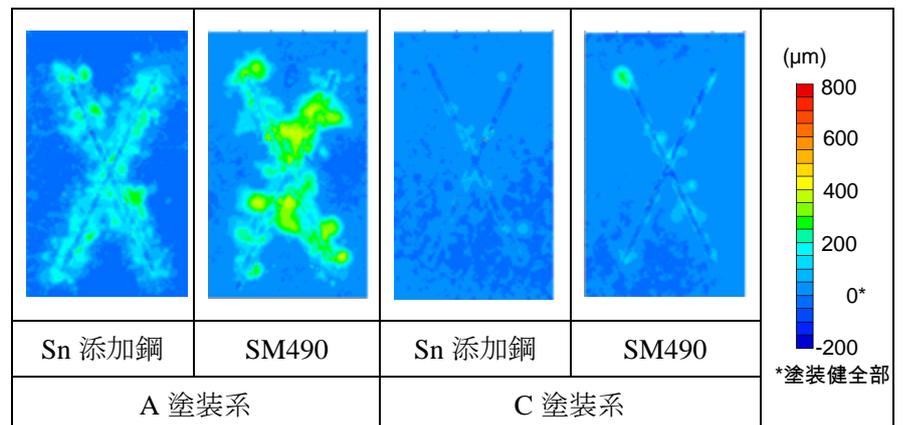


図-2 クロスカット周辺の表面形状計測結果（1600 サイクル後）

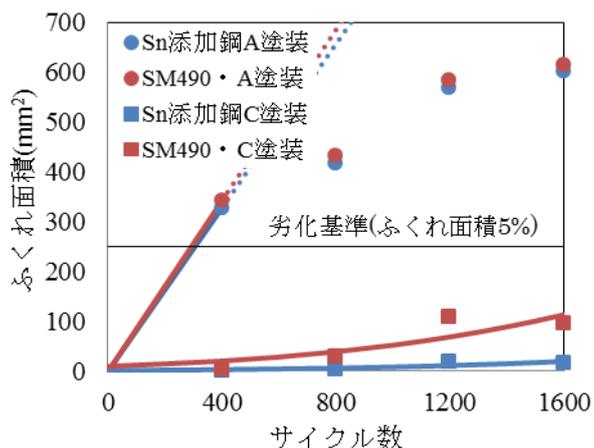


図-3 クロスカット部のふくれ面積

表-1 劣化基準に達する期間

塗装系	A 塗装系		C 塗装系	
	Sn 添加鋼	SM490	Sn 添加鋼	SM490
鋼材				
環境促進実験 サイクル数	305	293	4259	2359
塗装寿命比 (Sn 添加鋼/SM490)	1.04		1.81	

### 3. 実環境への Sn 添加鋼の適用の試み

防食欠陥部から塗膜のふくれが進展し、ふくれ面積が表面形状測定範囲の 5% ( $250\text{mm}^2$ ) に達する時点を実験判定の基準<sup>4)</sup>として用いることで、塗り替えが必要となるまでの塗装寿命の比較を行った。実験により得られたふくれ面積の推移に対し、C 塗装系に対しては図-3 に示すように劣化予測曲線として Gompertz 曲線を適用した。ただし、A 塗装については 400 サイクル時点で劣化基準を超えるため、本稿では 400 サイクルでの実験結果に対して直線を適用した。劣化したと判定されるまでに要する環境促進実験の期間および SM490 に対する Sn 添加鋼の塗装寿命の比を表-1 に示す。上述の条件による劣化予測曲線を仮定することで、C 塗装系を用いた場合、Sn 添加鋼は劣化に至るまでの期間が SM490 材に比べて約 1.8 倍となる。

Sn 添加鋼を橋梁などの塗装を必要とする土木構造物に適用することで LCC 最小化に寄与する可能性を結果は示唆している。

今後は、環境促進実験を継続すると共に、促進実験と屋外暴露試験との整合性を検討する予定である。

### 4. まとめ

Sn 添加鋼の防食欠陥部からの腐食劣化進行挙動を解明するために、S6 サイクルの塩水噴霧複合サイクル環境促進実験を 1600 サイクル実施した。得られた主な知見を以下に示す。

- (1) SM490 に比べて Sn 添加鋼では防食欠陥部からの腐食の進展を抑制する効果が確認された。その効果は A 塗装系よりも C 塗装系の方が顕著であった。
- (2) 本検討の条件で劣化予測曲線を仮定して比較を行った結果、C 塗装系を用いた場合、Sn 添加鋼は劣化に至るまでの期間が SM490 材に比べて約 1.8 倍となることを結果は示唆していた。

### 参考文献

- 1) 上村隆之, 幸 英昭, 西尾 大 (2010) :塩化物飛来環境における耐食性に優れた鋼材の開発 その 1 -Sn 添加による塗装鋼材の耐食性改善-, 土木学会第 65 回年次学術講演会概要集, V-204, pp.407-408.
- 2) 森 達也, 伊藤義人, 廣畑幹人, 上村隆之 (2013) :Sn を添加した耐食鋼の防食欠陥部からの腐食劣化特性に関する実験的研究, 土木学会第 68 回年次学術講演会概要集, I-222, pp.443-444.
- 3) 伊藤義人, 岩田厚司, 貝沼重信 (2002) :鋼材の腐食耐久性評価のための環境促進実験とその促進倍率に関する基礎的研究, 構造工学論文集, Vol.48A, pp.1021-1029.
- 4) 伊藤義人, 清水善行, 小山明久 (2007) :酸性雨噴霧および塩水噴霧複合サイクル環境促進実験による鋼橋塗装の耐久性に関する研究, 土木学会論文集 A, Vol.63 No3, pp.506-517.