

金属粉を含有するシリコーン樹脂防錆塗料を下塗層に適用した 重防食塗装の性能評価

(株)シールドテクス 正会員 ○砂田 正明

小林 和夫

三菱重工鉄構エンジニアリング(株) 正会員 鈴木 俊光

1. 目的

重防食塗装の耐久性向上を目的として、下塗層を通常は無機ジンクリッチペイントから防錆性能に優れる金属粉を含有するシリコーン樹脂防錆塗料とした工法を開発し、複合サイクル試験により防錆性能の評価を行い、従来の重防食塗装との比較を行うことにより防錆性能の検証を行った。従来、シリコーン樹脂系塗料には重防食塗装の様な有機系塗料は付着し難く、このような防錆システムの確立は困難であると考えられてきたが、本研究において適用を考えた金属粉を含有するシリコーン樹脂防錆塗料は防錆性能に優れるだけでなく、塗膜表面に適度な凹凸を形成し、このアンカー効果により有機系塗料に対して良好な付着性を発現するものと考えられる。本研究では上記の防錆システムについて、複合サイクル試験を実施し、その防錆能力についての評価を行ったものである。

2. 概要

鋼構造物の長寿命化、延命化は、ライフサイクルコストの削減、ひいては社会資本整備費用の圧縮にもつながることより、我が国にとっては喫緊の課題の一つであることは疑いのないところであろう。鋼構造物の防錆能力の長寿命化にはジンクリッチペイントを下塗層とすることを特徴とする重防食塗装が用いられることが多いが、文献1)の報告によると、供用後19年間で約190ヶ所において、無機ジンクリッチペイント層内における凝集破壊による膨れ、割れ、剥離が起こっていることが報告されている。また文献2)では、無機ジンクリッチペイントに塗布したミストコート硬化が遅れた場合には、この上層に塗布したエポキシ樹脂塗料の溶剤でミストコートが膨潤し、エポキシ樹脂塗膜にピンホールが発生した事例も報告されている。後者については、塗料の改良により改善が図られている模様であるが、前者については今後、多くの施工物件についての調査と原因究明が待たれるところである。

今回筆者らは、金属粉を含有するシリコーン樹脂防錆塗料を下塗層とすることを特徴とする新しい重防食塗装工

法について検討を行った。この金属粉を含有するシリコーン樹脂防錆塗料は、犠牲陽極作用を発現する亜鉛粉末と耐紫外線性能に優れるシリコーン樹脂からなり、従来の重防食塗装である鋼道路橋塗装・防食便覧に示されている外面塗装仕様 C-5 塗装系（以下、C-5と略記）に比較して、それ以上の長い期待耐用年数を持つものと考えられる。本工法において、下塗層は犠牲防食機能を、上塗層は耐紫外線性と空気、酸素、塩分等の腐食要因からの下塗層の保護として遮断防錆機能を担うため、本工法では、表1に示すように無機ジンクリッチペイントの代替として金属粉を含有するシリコーン樹脂防錆塗料を下塗層に適用し、第2層以降は従来のC-5塗装とする仕様とした。

表1 塗装仕様 ()内は乾燥膜厚又は塗布量

	本工法	重防食塗装 C-5
第1層	金属粉を含有する シリコーン樹脂 防錆塗料 (100μm)	無機 ジンクリッチ ペイント (75μm)
第2層	エポキシ樹脂 塗料下塗 (120μm)	エポキシ樹脂 塗料下塗 (ミストコート) (160g/m ²)
第3層	ふっ素樹脂 塗料中塗 (30μm)	エポキシ樹脂 塗料下塗 (120μm)
第4層	ふっ素樹脂 塗料上塗 (25μm)	ふっ素樹脂 塗料中塗 (30μm)
第5層	—	ふっ素樹脂 塗料上塗 (25μm)

3. 金属粉を含有するシリコーン樹脂防錆塗料とエポキシ樹脂塗料との付着性について

キーワード シリコーン樹脂塗料, 重防食塗装, ライフサイクルコスト, 犠牲防食機能, ジンクリッチペイント

連絡先 〒577-0016 大阪府東大阪市長田西5丁目5-21 (株)シールドテクス 技術部 TEL06-6746-0003

表2 各種シリコン樹脂系下塗塗料に対する上塗エポキシ樹脂塗料の付着強度，並びに左の下塗塗料の Ra 値及び塗膜表面凹凸の大きさ

下塗塗料の種類	上塗エポキシ樹脂塗料との付着強度 (N/mm ²)	下塗層の Ra 値	凹凸の大きさ (μm)	
			直径	深さ
金属粉を含有するシリコン樹脂防錆塗料	1.1	6.121	1~27	4.2~12.6
一般的なシリコン樹脂系塗料	0.4	0.648	1~9	0.8~2.6
一般的なシリコンエラストマー塗料	付着せず 測定不能	0.776	2~20	2.4~8.2

通常，一般的なシリコン樹脂系塗料に対して有機系塗料は付着しない，もしくは付着し難いことが知られているが，この付着強度を評価するためにアドヒージョンテストを行った。表2に金属粉を含有するシリコン樹脂防錆塗料，一般的なシリコン樹脂系塗料，シリコンエラストマー塗料と上塗エポキシ樹脂塗料との付着強度を示す。その結果，金属粉を含有するシリコン樹脂防錆塗料のみがエポキシ樹脂塗料に対して良好な付着性を示すことが分かった。

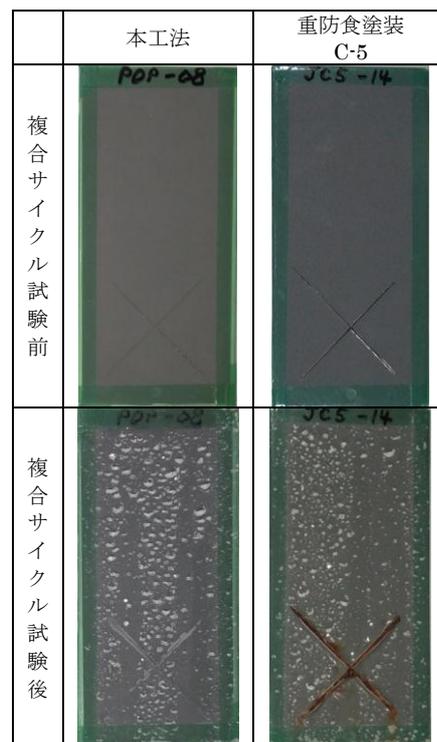


図1 複合サイクル試験結果

* : 試験後の試験片表面に見られる白色物は，塩水噴霧時の塩の残留分である。

4. 付着性に関する考察

付着性と付着面の粗さとの関係について考察するため，共焦点顕微鏡を用いて塗膜の中心線表面粗さ（以下 Ra と略記）の測定（JIS B 0601 準拠）を行い，平均値を測定結果として表2に示した。Ra が大きいほど表面が粗く，小さいほど表面が平滑であることを表している。同じシリコン樹脂系塗料にも関わらず，金属粉を含有するシリコン樹脂防錆塗料の Ra は他のそれと比べて約 7.9~9.4 倍大きかった。粗い下地が良好な付着性を有する理由として，最も有力な要因にアンカー効果が考えられる。塗膜のアンカー効果についてさらに考察を深めるには，塗膜の凹凸の具合を具体的に知る必要があるため，Ra データから上記各試料の塗膜表面の凹凸の直径と深さを測定し，表2に加えて示した。付着強度と凹凸の直径については相関が低いと考えられるが，付着強度と凹凸の深さについては一定の相関があると考えられる。具体的には付着強度が 0.4N/mm² 以下の場合，つまり付着性が不良と判断される場合の凹凸の深さは 8.2μm 以下であるという関係である。換言すれば，凹凸が深いほど塗膜の深部まで塗料が浸透し，アンカー効果が効果的に働き付着性が向上するものと考察される。この点，金属粉を含有するシリコン樹脂防錆塗料の凹凸の深さは他のシリコン樹脂系塗料に比べて深く，最大で 12.6μm である。よって，エポキシ樹脂塗料の金属粉を含有するシリコン樹脂防錆塗料に対する付着性の良さが凹凸の深さでも裏付けられたこととなる。

5. 防錆性能の評価

本工法と重防食塗装 C-5 の防錆性能に付き調べるため，表1に示した塗装仕様につき複合サイクル試験（JIS K 5600-7-9 サイクル A）を 225 サイクル行い，結果を図1に示した。その結果，本工法と C-5 とでは，一般部では差が認められなかったものの，クロスカット部では本工法が赤錆，白錆の発生が殆ど無かったのに対して，C-5 は赤錆と赤錆がクロスカット部の塗膜と鉄素地との界面を塗膜方向に成長し，塗膜を持ち上げることにより発生すると考えられる錆膨れが発生した。このことにより，本工法は従来の C-5 系塗装に比較して，更に高い防錆性能を有することが示された。

参考文献 1) 兼田教一，中元雄治：無機ジnkリッチペイントの剥離に関する調査研究，防錆管理，pp14~19，2010，4
 2) 奥俊治，守屋進，多木洋一：鋼道路橋 C-5 塗装における課題とその対策について，塗料の研究，pp39~43，2008，10