

沿岸部で40年補修なく健全なぜ？

シリコーン樹脂塗料 塗膜特性、下地金属錆研究



東北大学 名誉教授 シニアリサーチ・フェロー 庄子 哲雄氏

腐食環境としては非常に厳しいとされている房総半島南端の沿岸部で、外気にさらされるH鋼柱に塗装後、未補修で約40年間、健全な外観を保っているシリコーン樹脂塗料の塗膜特性および下地金属錆の経時変化に関する研究を、東北大学未来科学技術共同研究センターの庄子哲雄名誉教授らが実施した。H鋼柱にシリコーン樹脂塗料を供給した日東通商との共同研究。安定錆の形成を確認するとともに、この背景にはシリコーン樹脂塗料が、鋼表面と空気の間で、水循環が機能する触媒の働きをすることで、水循環が機能する表面に錆を残した供試体での促進試験でも、同様

の結論に至った。シリコーンには有害物質を含まず、その生成や塗料としての使用に際しても負荷となる物質は少ないなど環境に優しいことに加え、国内に珪石など豊富にあり、安く安定供給ができるフレンドリーな材料という。橋梁への適用性、実験の概要などを聞く。(根津寿子)

画期的な実験となったと聞きます。結論として、このシリコーン樹脂塗料が、鋼表面に塗膜を形成し、水分を鋼表面から脱水したり、鋼表面の酸化反応を抑制することで、鋼表面に錆を形成しない状態を維持していることが分かった。このシリコーン樹脂塗料の塗膜内では、水循環が機能していることが確認された。シリコーン樹脂塗料の塗膜内では、水循環が機能していることが確認された。シリコーン樹脂塗料の塗膜内では、水循環が機能していることが確認された。

具体的には、庄子 一般的に水溶液層にマグネサイト・FeO₄でなく、α-Fe₂O₃が検出されたこと、この還元反応が抑制されたこと、表面の安定錆形成において、シリコーン樹脂塗料の塗膜内では、水循環の触媒機能が認められたこと、この還元反応が抑制されたこと、表面の安定錆形成において、シリコーン樹脂塗料の塗膜内では、水循環の触媒機能が認められたこと。

研究の概要を庄子 シリコーン樹脂塗料は、高防錆力として形成させ、図に示すように、鋼表面に塗膜を形成し、水分を鋼表面から脱水したり、鋼表面の酸化反応を抑制することで、鋼表面に錆を形成しない状態を維持していることが分かった。このシリコーン樹脂塗料の塗膜内では、水循環が機能していることが確認された。

シリコーン樹脂塗料の塗膜内では、水循環が機能していることが確認された。シリコーン樹脂塗料の塗膜内では、水循環が機能していることが確認された。シリコーン樹脂塗料の塗膜内では、水循環が機能していることが確認された。

ケレンで錆残っても安定錆へ

塗布後2週間でマグヘマタイト形成

塗膜内で水循環が機能

40年経過したH鋼柱錆 水性上、錆を抑制する

この研究で、まず結論としては、構造が不安定で腐食が進行する状態にある鋼、すなわち赤錆が発生している鋼表面にシリコーン樹脂塗料を塗布すると、鋼表面にマグネサイト・FeO₄が形成され、鋼表面の酸化反応が抑制され、鋼表面に安定錆が形成される。この還元反応が抑制されたこと、表面の安定錆形成において、シリコーン樹脂塗料の塗膜内では、水循環の触媒機能が認められたこと、この還元反応が抑制されたこと、表面の安定錆形成において、シリコーン樹脂塗料の塗膜内では、水循環の触媒機能が認められたこと。

具体的には、庄子 一般的に水溶液層にマグネサイト・FeO₄でなく、α-Fe₂O₃が検出されたこと、この還元反応が抑制されたこと、表面の安定錆形成において、シリコーン樹脂塗料の塗膜内では、水循環の触媒機能が認められたこと、この還元反応が抑制されたこと、表面の安定錆形成において、シリコーン樹脂塗料の塗膜内では、水循環の触媒機能が認められたこと。

研究の概要を庄子 シリコーン樹脂塗料は、高防錆力として形成させ、図に示すように、鋼表面に塗膜を形成し、水分を鋼表面から脱水したり、鋼表面の酸化反応を抑制することで、鋼表面に錆を形成しない状態を維持していることが分かった。このシリコーン樹脂塗料の塗膜内では、水循環が機能していることが確認された。

シリコーン樹脂塗料の塗膜内では、水循環が機能していることが確認された。シリコーン樹脂塗料の塗膜内では、水循環が機能していることが確認された。シリコーン樹脂塗料の塗膜内では、水循環が機能していることが確認された。

シリコーン樹脂塗料の塗膜内では、水循環が機能していることが確認された。シリコーン樹脂塗料の塗膜内では、水循環が機能していることが確認された。シリコーン樹脂塗料の塗膜内では、水循環が機能していることが確認された。

シリコーン樹脂塗料の塗膜内では、水循環が機能していることが確認された。シリコーン樹脂塗料の塗膜内では、水循環が機能していることが確認された。シリコーン樹脂塗料の塗膜内では、水循環が機能していることが確認された。



海岸大気中において施工後補修なしでおよそ40年経過したH鋼柱外観。a・bはシリコーン樹脂塗料塗布

表1 試験片作製、試験片表面塗装条件及び実験条件一覧

試験片No.	試験片表面塗装条件	実験条件
T3	錆び付き鋼板まま	レーザーラマン分光分析 レーザーラマン分光分析 レーザーラマン分光分析 測定時間:塗布直後、1、3、5、7、10、15、24h、1、2週間
T1	下塗り	
T2	下塗り+中塗り	
T4		
T5		
T6	下塗り+中塗り+上塗り	レーザーラマン/インピーダンス 養生直後塗膜測定→塗膜除去後測定 レーザーラマン/インピーダンス 海岸大気暴露1ヶ月後塗膜測定→塗膜除去後測定 レーザーラマン/インピーダンス 海岸大気暴露3ヶ月後塗膜測定→塗膜除去後測定 レーザーラマン/インピーダンス 海岸大気暴露6ヶ月後塗膜測定→塗膜除去後測定
T7		
T8		
T26		

表2 さび形態に関するラマン分光分析結果まとめ

試験片	TP No.	シリコーン樹脂塗料塗布後養生及び養生後海岸大気暴露経過時間	錆成分
さび付鋼板表面	T3	950h (40日)	γ-FeOOH
塗膜除去試験片表面	T5	養生直後 336h (14日)	γ-FeOOH, γ-Fe ₂ O ₃
	T7	744h (1ヶ月)	γ-Fe ₂ O ₃
	T8	2,208h (3ヶ月)	γ-Fe ₂ O ₃
	T6	4,392h (6ヶ月)	γ-FeOOH, γ-Fe ₂ O ₃
試験片さび層/塗膜断面	T5		γ-FeOOH, γ-Fe ₂ O ₃
	T6		γ-FeOOH, γ-Fe ₂ O ₃
H鋼柱から剥離した塗膜内側に付着したさび			α-Fe ₂ O ₃ , γ-Fe ₂ O ₃

適用では、庄子 橋梁への適用性として、H鋼柱はフラットな鋼表面で、同樹脂塗料を、下塗り、中塗り、上塗りの3層に塗布してあります。3層とあって、一部に欠損が認められます。このように、シリコーン樹脂塗料を塗布すると、下塗りによってシリコーン樹脂塗料塗膜下地金属のさびの進行は抑制されると考えられます。

適用では、庄子 橋梁への適用性として、H鋼柱はフラットな鋼表面で、同樹脂塗料を、下塗り、中塗り、上塗りの3層に塗布してあります。3層とあって、一部に欠損が認められます。このように、シリコーン樹脂塗料を塗布すると、下塗りによってシリコーン樹脂塗料塗膜下地金属のさびの進行は抑制されると考えられます。

適用では、庄子 橋梁への適用性として、H鋼柱はフラットな鋼表面で、同樹脂塗料を、下塗り、中塗り、上塗りの3層に塗布してあります。3層とあって、一部に欠損が認められます。このように、シリコーン樹脂塗料を塗布すると、下塗りによってシリコーン樹脂塗料塗膜下地金属のさびの進行は抑制されると考えられます。