

海岸部にある鋼構造物の塗装補修工事への無機系塗装の適用性評価

塗装補修費のコストダウン

Evaluation of the Use of Inorganic Type Paint for Repainting Steel Structures in Coastal Areas

Cost-cutting in Repainting Work

(電力技術研究所 土木技術G 構築T)

(Construction Team, Civil Engineering Group, Electric Power Research and Development Center)

海岸部の鋼構造物の塗装補修工事に、無機系塗装を適用した場合の長期耐久性を複合サイクル試験により検証した。その結果、現場環境を模擬した無機系塗装が、30年以上の耐久性を有していることを明らかにした。これにより、無機系塗装を海岸部の鋼構造物の塗装補修工事へ適用することによって、塗替周期の延長が可能となり、塗装補修費をコストダウンできる見通しが得られた。

The long-term durability of inorganic type paint was examined through combined cycle tests carried out for repainting steel structures in a coastal area. The results revealed that inorganic type paint is durable for 30 years or more under similar conditions to the field environment. The findings suggest the use of inorganic type paint for repainting steel structures in coastal areas makes it possible to extend the period of the repainting cycle and reduce the cost of such works.

1 研究の背景と目的

火力発電所棧橋等の海岸部に位置する鋼構造物は、塩分が飛来する厳しい腐食性環境にあるため、塗装の劣化が著しく、10年程度の周期で塗替補修している。このため、耐久性に優れた塗装を用い塗替周期を延長させることで、塗装補修費をコストダウンすることが望まれている。

近年、耐久性に優れた性能を有する無機系塗料が開発され、当社でもこれまでに水圧鉄管を対象に、主要な耐久性である耐紫外線性と防食性に関する研究を行った。この結果、山間部の環境下では40年程度の耐久性があると評価した。この塗料を海岸部の鋼構造物に適用する場合、防食性としてはさらに、①海水、飛来塩分の影響を受ける厳しい腐食性環境に耐えられること、②ケレン後の部分的な錆の残存に起因する早期劣化を抑制することが求められる。

そこで、海岸部の鋼構造物の塗装補修工事に金属素地面用塗料との組合せにより防食性を高めた無機系塗料を適用し、塗替周期を延長することで、長期的な塗装補修費のコストダウンを図ることを目的とした。

レン)したうえで、ポリウレタン樹脂塗料を塗布することが一般的である。しかし、孔食部や隅角部等の作業性の悪い箇所では、機械工具による錆の完全除去は困難である。また、塗装面に付着した飛来塩分が許容値を超えないよう水洗するが、前述の箇所では塩分が残存しやすく、結果として塗装の長期耐久性を低下させる。そのため、塗料には残存した錆の影響を抑制する性能が求められる。近年、錆に塗布するだけで内部へ浸透し、内在する水分を吸収したり鋼材面を不動態化したりすることで、錆の進行を抑制する効果を持つ金属素地面用塗料が開発された。

一方、上塗塗料には、高い耐紫外線性と鋼材の温度変化に追従できる性能が求められる。無機系塗料は、分子間の結合力が有機系塗料よりも大きいことから高い耐紫外線性を有する。また、鋼材の温度変化に追従できる無機系塗料としては、無機系材料と有機系材料をハイブリッド化した柔軟性の高いタイプが有効である。

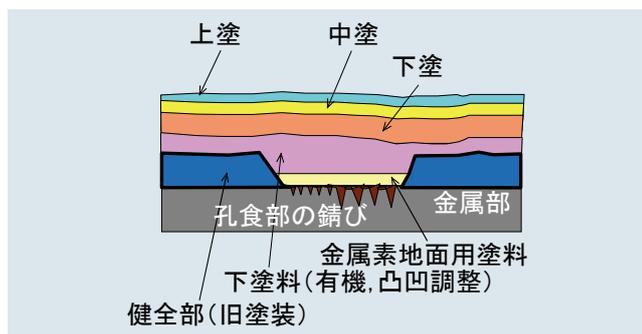
(2) 塗装の仕様

塗装の仕様は、孔食中の残存錆厚と塗料の種類を組合せて、第1表に示すように設定した。

2 研究の概要

(1) 塗装補修方法における塗料に求められる性能

海岸部の鋼構造物の塗装補修工事においては、第1図に示すように、錆を除去し旧塗装の健全部を残置(3種ケ



第1図 塗装補修断面(イメージ)

第1表 塗装の仕様

孔食中の残存錆厚(μm)	塗装種類	塗装No.	塗料種類	位置	塗装厚計(μm)
200超 および 100	ポリウレタン	A	有機系(ポリウレタン樹脂)	上塗	190
			有機系(ポリウレタン樹脂)	中塗	
			変性エポキシ樹脂	下塗	
			変性エポキシ樹脂	下塗(凹凸調整)	
			金属素地面用(D社)	素地(錆面)	
			無機系	上塗	
	無機系	B-1	無機系	中塗	380
			変性エポキシ樹脂	下塗	
			変性エポキシ樹脂	下塗(凹凸調整)	
			金属素地面用(B社)	素地(錆面)	
			無機系	上塗	
			無機系	中塗	
無機系	B-2	無機系	下塗	290	
		変性エポキシ樹脂	下塗		
		金属素地面用(D社)	素地(錆面)		
		無機系	上塗		
		無機系	中塗		
		無機系	下塗		
無機系	C-1	無機系	上塗	370	
		変性エポキシ樹脂	中塗		
		エポキシアルミ	下塗		
		浸透性エポキシ樹脂	下塗(凹凸調整)		
		金属素地面用(C社)	素地(錆面)		
		無機系	上塗		
無機系	C-2	無機系	中塗	350	
		変性エポキシ樹脂	下塗		
		エポキシアルミ	下塗		
		金属素地面用(D社)	素地(錆面)		

孔食中の残存錆厚は、事前に実施した現場調査結果と金属素地面用塗料の性能を基に次のように設定した。現場調査結果から、ケレン後の残存錆厚が孔食部で200～500 μm 、その他箇所では200 μm 程度であることが確認された。また、金属素地面用塗料が錆厚100 μm 程度まで効果があるとされている。これにより、残存錆厚は錆厚200 μm 超と錆厚100 μm の2種類とした。

塗料の種類は、上塗塗料と金属素地面用塗料を組合せて設定した。上塗塗料には、一般的なA社のポリウレタン樹脂塗料(A)、B、C社の無機系塗料(B、C)を使用した。また、金属素地面用塗料として、上記の各塗料メーカーが保有する製品と、メーカーによらず何れの塗装でも適用可能とされるD社の製品を比較することにした。

飛来塩分による錆の促進効果の影響を模擬するため、塗装前の全ての供試体表面に各機関が設定する付着塩分許容値の最大値である100mg/m²相当の塩水を噴霧した。

(3) 防食性の試験方法

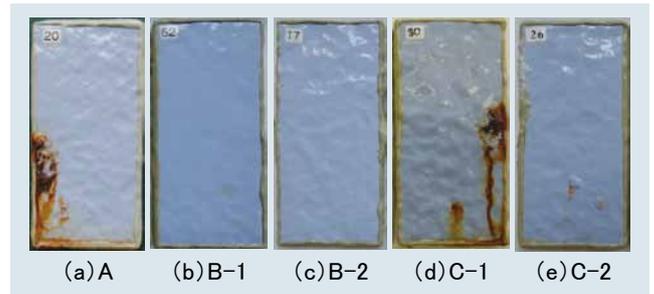
防食性は、塩水噴霧、熱風乾燥、湿潤を繰り返す複合サイクル試験を実施して評価した。複合サイクル試験は1サイクルが8時間(塩水噴霧(5%塩化ナトリウム溶液35℃)2時間-熱風乾燥(60℃ 20～30%RH)4時間-湿潤(50℃ 95%RH)2時間)の試験である。本試験では、現場の厳しい腐食性環境を考慮して、複合サイクル試験20日間で現場暴露1年間に相当するものとした。劣化の程度の評価は、外観調査を実施し、発錆・割れ・ふくれで判定した(ASTM D 714, JSS IV 03-1993)。

(4) 試験結果

試験の結果を第2表に、劣化した供試体のうち錆厚200 μm 超のものを第2図に示す。割れ、ふくれは、その発生状態から塗装の塗替に影響する劣化ではないと考えられたため、塗替時期は錆発生面積が0.3%以上となる時期とした。ポリウレタン樹脂塗装A(錆厚200 μm 超)は、海岸部の鋼構造物の塗替周期とほぼ同等の10年相当で塗替時期となる発錆状況となり、実現場と同様であることから、本試験の再現性が確認できた。無機系塗装C-1(錆厚200 μm 超)は20年相当で塗替時期に至った。無機系塗装B-1、B-2、C-2(錆厚200 μm 超)および錆厚100 μm の全ての供試体では、塗替時期が30年相当以上であることが確認できた。

第2表 複合サイクル試験結果

孔食中の残存錆厚(μm)	塗装種類	塗装No.	発錆	割れ	ふくれ	長期耐久性	評価
200超	ポリウレタン	A	顕著		顕著	10年相当	×
		B-1	健全	無	軽微	30年相当以上	◎
	無機系	B-2	健全			30年相当以上	○
		C-1	顕著	有	顕著	20年相当	×
		C-2	軽微	無		30年相当以上	△
100	ポリウレタン	A			顕著		○
		B-1	健全		中程度		○
	無機系	B-2	軽微	無		30年相当以上	△
		C-1			顕著		○
		C-2	健全				○

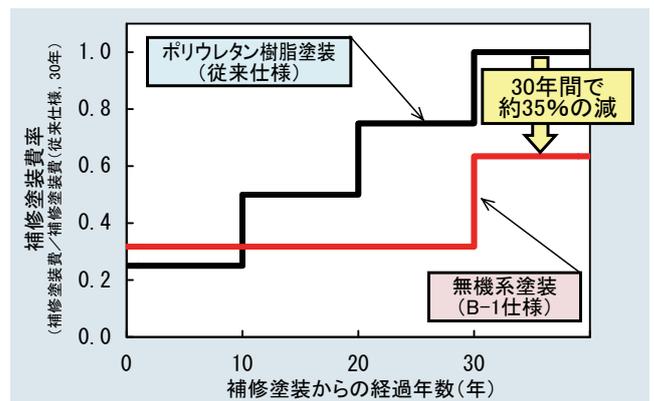


第2図 供試体劣化状況(錆厚200 μm 超)
(a):10年相当, (d):20年相当, 他:30年相当)

3 研究成果

海岸部にある鋼構造物を対象に厳しい腐食性環境を模擬した複合サイクル試験結果より、以下の研究成果が得られた。

- (1) 無機系塗装B、Cは長期耐久性に優れた塗装であり、その中で海岸部の鋼構造物の塗装補修工事に最適な塗装はB-1仕様であることを見出した。
- (2) 錆厚100 μm のようにケレン後の素地状態が良好な場合は、上塗塗料や金属素地面用塗料の種類に関係なく、30年相当以上の耐久性を有することがわかった。ただし、本試験は紫外線による劣化が無い腐食性環境下で実施しており、紫外線の影響がある場合では、当社がこれまでに実施した研究によれば、従来の塗装(ポリウレタン樹脂塗装)の耐久性は10年程度である。
- (3) 海岸部の鋼構造物の塗装補修工事に於いて、従来の塗装(ポリウレタン樹脂塗装)に代えて無機系塗装B-1仕様を採用することにより、塗装補修費を今後30年間で約35%コストダウンできる見通しが得られた(第3図)。



第3図 無機系塗装B-1仕様の適用によるコストダウン

4 今後の展開

本研究で提案した無機系塗装が、栈橋等の海岸部の鋼構造物を対象とした塗装補修方法に活用されるよう、関係部署を支援していく。



現所属: 発電本部
土木建築部 火力土建G
執筆者/三輪 寛