

# 環境対応型塗装系の塗膜耐久性評価

東海旅客鉄道(株) 正会員 内藤 繁  
 (財)鉄道総合技術研究所 正会員 田中 誠  
 (財)鉄道総合技術研究所 町田洋人

## 1.はじめに

鉄桁の塗装は鉛系油性錆止めペイントや油性フタル酸樹脂塗料、タールエポキシ樹脂塗料等を揮発性溶剤（VOC）で適度に薄めて使用し、定期的に塗り替えを行っている。一方、環境保全に対する観点から、有機溶剤および有害重金属の使用に対する規制が世界的な流れとなっており、従来の塗料を使用した塗装系が使用できなくなる可能性が出てきている。それを受けて各塗料メーカーからも有害物質を削減した塗料が開発されてきている。そこで、有害物質を削減した塗料を使用した塗装系を検討し、塗り替え塗装を想定した耐久性評価を実施したので報告する。

## 2.塗装系選定条件

塗装系の選定基準は、VOC 30%削減、塗り重ね回数 3～4回、素地調整が不完全でも所要の性能を発揮する、のいずれかを満足するものとし、塗料メーカー数社から提案されたものについて試験を実施した(表1)。また、試験片製作の条件は、以下の通りである。

海岸から数キロ程度離れた一般環境における塗り替え塗装を想定し、塗装下地となる鋼板は(財)鉄道総合技術研究所(以下、鉄道総研)における過去の分析結果に基づき、5 mg/dm<sup>2</sup>程度の塩分を含む錆鋼板とした(写真1)。

試験片の素地調整は、塗り替え時の現場の実態を考慮し、ワイヤーブラシを使用した。

試験片の大きさは70×150(mm)で、各塗装系について、カッターナイフで塗膜の上から素地に達するように傷を入れたものを2枚、傷を入れないものを2枚ずつ作成した(写真2)。

## 3.劣化促進試験方法

構造物等の塗膜の耐久性評価に用いられる複合サイクル試験の多くは塗料間の性能比較を主目的としたもので、複数の塗膜から構成され100μm以上の厚みを持つ塗装系の耐久性評価を目的としたものは提案されていない。そこで、本試験では、図1のような複合サイクル条件を考案し用いることにした。



写真1 錆鋼板

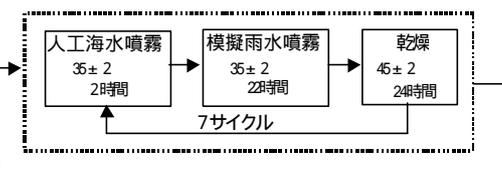


図1 複合サイクル条件

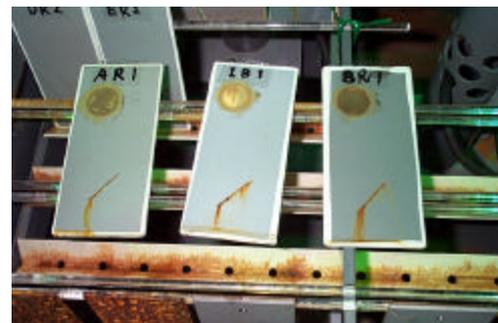


写真2 試験片(傷あり)

表1 試験対象の塗装系

塗装系記号	工程	塗料種	使用量 (g/m <sup>2</sup> )	想定塗膜厚 (μm)	総溶剤量 (g/m <sup>2</sup> )
A	第1層	鉛系錆止めペイント	140	125	105.1
	第2層	鉛系錆止めペイント	140		
	第3層	長油性フタル酸樹脂塗料 中塗	110		
	第4層	長油性フタル酸樹脂塗料 上塗	105		
J	第1層	厚膜型変性エポキシ樹脂塗料	200	175	145.7
	第2層	低溶剤型変性エポキシ樹脂塗料	330		
	第3層	ポリウレタン樹脂塗料 上塗	110		
K	第1層	エポキシ樹脂プライマ	120	180	176
	第2層	超厚膜型エポキシ樹脂塗料	340		
	第3層	厚膜型ポリウレタン樹脂塗料 上塗	160		
L	第1層	無溶剤型変性エポキシ樹脂塗料	300	290	0
	第2層	無溶剤型変性エポキシ樹脂塗料	300		
	第3層	水系1液反応型ポリウレタン樹脂塗料	110		
	第4層	水系1液反応型ポリウレタン樹脂塗料 上塗	110		
M	第1層	無溶剤型変性エポキシ樹脂塗料	300	180	112
	第2層	弱溶剤型ポリウレタン樹脂塗料	140		
	第3層	弱溶剤型フッ素樹脂塗料	140		
N	第1層	弱溶剤型変性エポキシ樹脂塗料 下塗	200	160	235
	第2層	弱溶剤型変性エポキシ樹脂塗料 下塗	200		
	第3層	弱溶剤型エポキシ樹脂塗料 中塗	140		
	第4層	弱溶剤型ポリウレタン樹脂塗料 上塗	120		
O	第1層	浸透性厚膜型変性エポキシ樹脂塗料	250	250	140
	第2層	浸透性厚膜型変性エポキシ樹脂塗料 中塗	250		
	第3層	弱溶剤厚膜型ポリウレタン樹脂塗料 上塗	200		
P	第1層	厚膜型変性エポキシ樹脂塗料 下塗	170	125	108.3
	第2層	厚膜型変性エポキシ樹脂塗料 中塗	170		
	第3層	ポリウレタン樹脂塗料 上塗	110		

キーワード：鉄桁、鋼橋、塗装、塗装系、VOC

連絡先：JR東海技術本部技術開発センター 〒454-0815 名古屋市中川区長良町 1-1 TEL:052-369-7924

#### 4. 評価内容と試験結果

評価は、紫外線や水およびオゾンに対する耐久性（景観維持性能）と鋼材の腐食抑制効果（防食性能）について行った。景観維持性能は、上塗り塗膜の性能に大きく依存するもので、塗膜表面における水滴接触角度と光沢度の測定（60度鏡面光沢度）により評価を行った。防食性能については、腐食促進因子の透過性を鋼板の傷なし部分（以後、一般部）の観察から、鋼腐食反応に対する抵抗性を人工傷部の観察から評価した。

以下は、劣化促進試験5サイクル終了時点での評価である。

##### (1) 景観維持性能

水滴接触角についてはN塗装系を除きほとんど変化が見られなかったが、光沢保持性能については塗装系間の差が見られた(図2)。塗料メーカーが表記している耐用年数(表2)を実用上の耐紫外線性を評価した結果と考えると、今回試験した塗装系は、いずれも現用の塗装系(A塗装系)以上の耐候性を持ち、特にMおよびO塗装系は紫外線、水およびオゾンの影響を受け難い塗装系と考えられる。

##### (2) 防食性能

人工傷部からの変状幅の変化を図3に示す。また、一般部からの膨れ面積の変化を(財)日本塗料検査協会の膨れ等級評価に基づき計算したものを図4に示す。外観にやや変化が見られるものの、塗膜の破壊までには至っておらず、観察結果からだけでは塗装系間の防食性能の差を評価することは困難である。そこで、膨れ面積変化のデータを基に、以下のような仮定に基づき、塗装系間の防食性能を計算により比較することを試みた。

結果を表3に示す。

表3 一般部の防食性評価

塗装系	変状面積が5%となるサイクル数
A	56
J	93
K	6
L	51
M	62
N	55
O	計算不能だがJと同程度以上
P	計算不能だがJと同程度以上

変状の初期変化(5%程度まで)

は指数関数で表現できる

変状面積が5%に至る時期の比

は防食性の比と相関がある

#### 5. まとめ

以上の結果をまとめたものを表4に示す。今回の試験では、塗装系OおよびPが景観維持性能、防食性能共に優れた評価となった。VOCに関しては、現用塗装系(A塗装系)と比較してむしろ多く含まれているが、1.5倍以上の耐久性が期待できると考えられるため、塗り替え周期の延伸が可能となる。従って、構造物のライフサイクル中の塗り替えにおけるVOC総量を削減することができると考えられる。

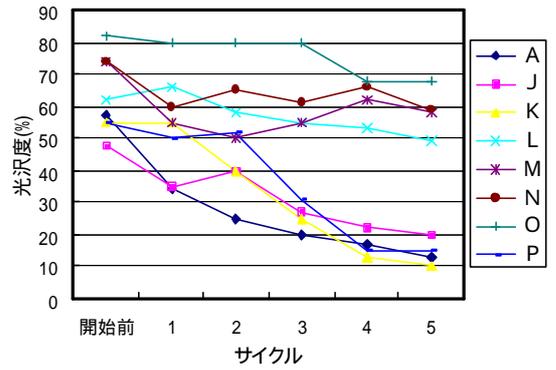


図2 60度鏡面光沢度の変化

表2 上塗り塗料の耐用年(メーカー表記)

塗装系	上塗り塗料種	耐用年数
A	長油性フタル酸樹脂塗料	4
J	ポリウレタン樹脂塗料	8~10
K	厚膜型ポリウレタン樹脂塗料	11~13
L	水系1液反応型ポリウレタン樹脂塗料	5~6
M	弱溶剤型フッ素樹脂塗料	13~15
N	弱溶剤型ポリウレタン樹脂塗料	10~15
O	弱溶剤厚膜型ポリウレタン樹脂塗料	10~15
P	ポリウレタン樹脂塗料	9~10

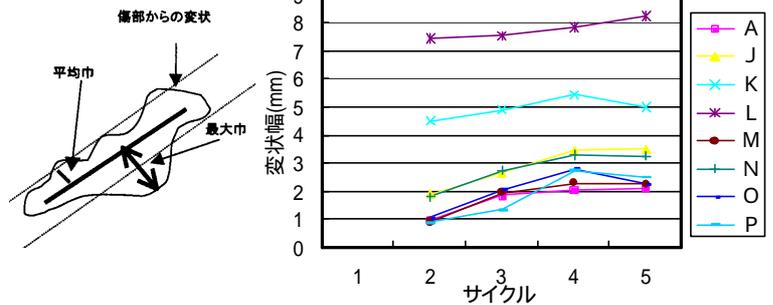


図3 人工傷部からの平均変状幅の変化

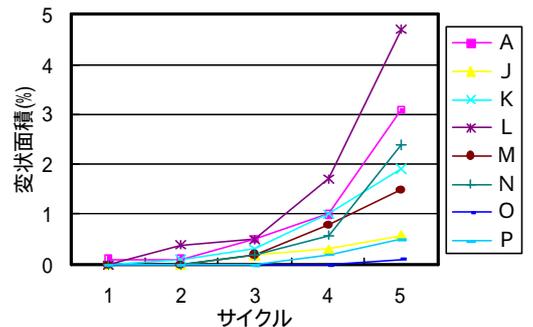


図4 一般部の変状面積(%)の変化

表4 試験結果(塗装系Aとの相対評価)

塗装系	塗装系設計コンセプト	景観維持	人工傷部防食	一般部防食
J	重金属フリー、工程低減			
K	重金属フリー、工程低減		x	
L	重金属フリー、VOC低減		x	x
M	重金属フリー、工程低減			
N	重金属フリー			
O	重金属フリー、工程低減			
P	重金属フリー、工程低減			

非常に優れている、優れている、同程度、x 劣っている