

I-498 鋼橋の重防食塗装系に関する屋外暴露試験および促進腐食試験結果の評価

JH日本道路公団 正会員 藤原 博
正会員 松田 哲夫

1. まえがき

鋼橋塗装の塗替え周期を延ばすことによって維持管理費の低減を図る目的で、重防食を主体とする塗装系について屋外(現地)暴露試験および促進(腐食・耐候性)試験を行い、防食性の高い塗装系の検討を行うとともに塗料の品質規格基準の検討を行ったので報告する。

2. 屋外暴露(防錆性, 耐候性)試験

鋼道路橋塗装便覧(平成2年6月 日本道路協会)では、飛来塩分量を主たる指標として腐食環境を分け、その腐食環境に応じて塗装系や塗料の品質規格を定めている。しかしながら塗膜の劣化は飛来塩分量のみに影響を受けるのではなく、温度や湿度などの気候の影響を受けることが知られている。そこで筆者らはより架設環境にあった塗装系の選定と塗料の品質規格を検討するために、腐食環境の異なる代表的な3地区4箇所(東京、北陸、沖縄内陸、沖縄海岸)を選び、昭和63年(1988)から10年間を目標に暴露(防錆性, 耐候性)試験を行っている。なおこのほか天然海水を試験片に散布し、暴露試験結果や促進腐食試験との相関を把握するための試験も実施している。

試験板は300×150×6mmの平板(JIS G 3101, SS41)を標準とし、溶接部、滞水箇所、鋼材エッジ部、塗膜損傷部および高力ボルト取付部の劣化状況を調査するために、それぞれ溶接ビード、みぞ形鋼および高力ボルトなどを取り付けている。また亜鉛が溶出して部分的に発錆した溶融亜鉛めっき板(HDZ-55-C, 550g/m²)、補修塗装を対象としブラスト処理(Sa-2.1/2)した耐候性鋼(JIS G 3114, SS41)板も使用している。

塗装仕様は大きく分けて、塗装系としての性能を調べるために下塗りから上塗りまでの工程塗りを行った複合膜仕様と、単独塗膜の性能を調べる単膜仕様の2種類があり、複合膜仕様では全工場塗装、通常塗装(中・上塗は現場塗装)、低グレード素地調整面用の補修塗装、亜鉛めっき面の新設・補修塗装および耐候性鋼面の補修塗装を、また単膜仕様では耐候性を調べる上塗り塗装、旧塗膜への付着性を調べるふっ素塗装および重防食塗装系で薄膜にした薄膜塗装を行っている。塗装系としては下塗に無機または有機ジンクリッチペイントを使用した重防食系(ウレタン樹脂、ふっ素樹脂、シリコン系、厚膜形ビニール樹脂)を中心に、それと比較するために従来のフタル酸樹脂系や塩化ゴム系も採用した。なお今回試験対象とした塗料は、公団への納入実績上位5社で製造された塗料とした。

暴露試験板の評価は、塗膜面のふくれ、われ、はがれおよびさびの発生状態を調査するほか、カット部周辺のさび、ふくれ幅をノギスで測定して防錆性の評価を、また白亜化度測定、60度鏡面光沢度測定および色差の測定から上塗り耐候性の評価を行った。

3. 促進腐食試験

重防食塗装系を中心に、現地暴露試験と相関性の高い促進腐食試験方法を開発するために、従来から実施されている7試験方法(S.S, S-6, DS, NS, JASO, 人工海水, ASTMの各サリカ)を対象に比較検討を行った。

なお促進腐食試験板は150×70×3.2mmの鋼板で、塗装仕様は暴露試験板と合わせた。促進腐食試験板の評価は、暴露試験板と同様に外観調査によって行い、暴露試験結果と対比して相関性を調べた。

4. 試験結果および考察

暴露後、約3年経過した時点における暴露試験および促進腐食試験の主な結果を以下に述べる。なお各暴露地において海塩粒子量の測定、裸鋼板のさび腐食速度の測定および生成さびの成分分析を行った結果、腐食環境としては東京<沖縄内陸<沖縄海岸<北陸<藤沢(天然海水散布)の順で悪く、防食性には海塩粒子濃度ははじめ気温、降雨量、結露および酸性雨など気象各要因の影響を受けることが判明した。表1に暴露

試験結果と促進腐食試験結果との相関関係を、表2に促進倍率を示す。

① 中・上塗り前の水洗いの効果を確認する試験では、水洗いを行った部分（付着塩分量50mg/m²未満）はごくわずかなさびが発生しただけなのに対して、水洗いを行わなかった部分（同223mg/m²）は中・上塗り塗膜に著しいわれや点さびなどが生じた。

② 下塗を油性さび止め塗料としフタル酸樹脂を中・上塗りにした塗装系は、北陸、沖縄海岸、沖縄内陸など海浜あるいは亜熱帯には適さない。特に塗膜に傷があればさびの進行は著しく速くなる。

③ 下塗りにジンクリッチペイント（以下「ジंक」という）を使用しない重防食塗装系では、カット部にさび、ふくれが生じ、長期防錆性を期待するには下塗にジंकの使用が不可欠であることが判明した。これはエポキシ樹脂等の下塗塗料が遮断防食なのに対してジंकが電気防食による違いと考えられる。また新設橋梁では有機よりも無機ジंकの方が優れ、かつ膜厚は75μm程度は必要である。なおジंकについては、表3に示すとおり製造メーカーによって防錆性に著しい差が認められた。表中の評価点は塗膜の評価基準（(財)日本塗料検査協会）によるもので6点（下限値）以上が合格である。

④ 補修塗装系の防錆性としては、有機ジंकの下塗りと合計膜厚の効果が大きく、北陸では有機ジंक75μmの上に変性エポキシ樹脂塗料など約400μmの下塗りを入れ、中・上塗りを加えて合計膜厚を500μm以上とする必要がある。

5. あとがき

JH日本道路公団では、これらの結果から鋼橋塗装系の変更および塗料の品質管理規格の改訂（平成4年度）を行った。今後は平成5年度に予定されている塗替え塗装仕様の改訂に向けて本試験結果をさらに検討するとともに、暴露試験板の追跡調査を継続していく予定である。

表1 暴露試験結果と促進腐食試験結果との相関関係

条 件	東 京	北 陸	沖縄内陸	沖縄海岸	藤 沢	平 均
① S S	0.120	0.275	0.576	0.505	0.444	0.384
② S - 6	0.690	0.825	0.718	0.786	0.853	0.774
③ D S	0.523	0.754	0.491	0.669	0.845	0.656
④ N S	0.609	0.793	0.675	0.672	0.832	0.716
⑤ J A S O	0.512	0.774	0.777	0.734	0.853	0.730
⑥ 海水 N S	0.665	0.841	0.745	0.907	0.859	0.803
⑦ A S T M	0.561	0.766	0.900	0.813	0.805	0.769
平 均	0.526	0.718	0.697	0.727	0.784	0.690

表2 暴露試験と促進試験との促進倍率の関係

暴露地および条件	基 準 の 暴 露 地				
	東 京	北 陸	沖縄内陸	沖縄海岸	藤 沢
(東京)	1.00	0.52	1.24	0.60	0.39
S S	29.58	15.29	36.78	14.78	11.44
S - 6	21.97	11.04	26.56	10.64	8.26
D S	18.90	9.77	23.50	9.41	7.31
N S	40.27	20.81	50.06	20.05	15.56
海水 N S	24.65	12.74	30.65	12.27	9.53
J A S O	41.91	21.66	52.10	20.86	16.20
A S T M	23.83	12.32	29.63	11.86	9.21

表3 ジンクリッチペイントの防錆評価（単膜暴露2年：北陸）

会 社	カ ッ ト 部				一 般 部		評 価	
	侵入幅(mm)		錆・ふくれ		錆・ふくれ		評 点	
	無機	有機	無機	有機	無機	有機	無機	有機
A 社	0	0	なし	なし	9.5S	9.5S	8	8
B 社	0	0	なし	なし	9.5S	9.5S	8	8
C 社	0	0	なし	なし	9.5S	9.5S	8	8
D 社	0	2.0	なし	錆有	9.5S	4M	8	3
E 社	0	0.2	なし	錆有	9.5S	9S	8	7

1) “9.5S” および “9S” とは直径0.2~0.5mmの発錆および小ふくれを生じている状態で、ふくれやさび幅で分けている。
 2) “4M” とは直径2~3mmの発錆および中ふくれを生じている状態。