重防食塗装系塗膜へ適用する撥水性クリヤー塗料の付着塩分抑制効果と耐久性

日本車輌製造株式会社　正会員　○土井　一慶
日本車輌製造株式会社　正会員　神頭　峰磯
大日本塗料株式会社　正会員　山内　健一郎

1．はじめに

海からの飛来塩分や冬季において道路上に散布される凍結防止剤などの塩化物イオン源から生じる塩化物イオンは，鋼材の腐食促進因子として働く．この塩化物イオンの鋼構造物表面への付着・滞留を抑制すれば，あるいは，塩化物イオン源から生じた塩化物イオンをトラップして無害化すれば，鋼構造物の耐久性向上が期待できる．本研究では，鋼道路橋の塩害対策の一工法として，重防食塗装系塗膜の最上層に撥水性塗膜を形成し，それによる塩分付着・滞留の抑制効果に関する検討を行った．本稿では，鋼板に鋼道路橋防食便覧の C-5 塗装系（以下，C-5 塗装系）の塗膜最上層に撥水性クリヤー塗料を適用した場合の，付着塩分抑制効果に関する検討，および撥水性能の耐久性に関する検討の結果について報告する．

2．試験方法

2-1．付着塩分量抑制効果

撥水性を有する塗料の付着塩分抑制効果について検討するために，500×500mm の鋼板に C-5 塗装系で塗装した標準試験片と，標準試験片の最上層に撥水性クリヤー塗装を追加した試験片（以下，撥水試験片）を作製した．また，比較のために，C-5 塗装系の上塗塗料を親水性ふっ素樹脂塗料とした試験片（以下，親水試験片）も作製した．各試験片は，風通しの良い屋外の上屋内（降雨なし）に直立（勾配約 80 度）に設置し，1 ヶ月間の曝露試験を 3 回実施した．試験片への付着塩分量は，電気伝導率式表面塩分計を用いて 5 箇所測定し，平均値を採用した．試験片設置状況および付着塩分量の測定状況を図 1 に示す．なお，試験環境を調査するため，JIS Z 2381 のガーゼ法を準用し，1 年間測定したところ，年平均飛来塩分量が 0.01～0.02mdd＝1～2mg/(m^2・d）の一般的な飛来塩分環境であった．

図 1 上屋内試験片設置状況および付着塩分量の測定状況

また，試験片の設置状態における付着塩分量の変化を確認するため，同じ上屋内に，標準試験片および撥水試験片を水平（勾配約 2%）に設置し，1 ヶ月間の曝露試験を 1 回実施した．さらに，塗膜の降雨による付着塩分の洗浄効果を確認するため，降雨のある屋外（上屋の外）に直立および水平に試験片を設置し，直立設置は 3 ヶ月間，水平設置は 1 年間の暴露試験を 1 回実施した．図 2 に降雨のある屋外に直立設置した状況を示す．

図 2　降雨あり屋外曝露試験片設置状況(直立)

2-2．撥水性能の耐久性

撥水性クリヤー塗料を適用した場合の，経年による撥水性の維持特性について検討するために，標準試験片と撥水試験片について，過酸化水素負荷型キセノンランプ法による促進耐候性試験を実施し，試験時間 0h，110h，220h，330h の時点で試験片を取り出し，任意の 9 点の水接触角を測定した．なお，促進耐候性試験はキセノンランプ耐候性試験機 Ci4000（東洋精機製作所製）を，水接触角の測定は，自動接触角計 DM500（協和界面科学製）により行った．

キーワード　維持管理，ふっ素樹脂塗料，付着塩分，撥水性，耐候性，塩害
連絡先　〒442-0061 愛知県豊川市穂ノ原二丁目 1 番 21　日本車輌製造株式会社　開発本部技術開発部
TEL　0533-80-0227

3．実験結果および考察

3-1．付着塩分量抑制効果

上屋内に直立設置した場合の付着塩分量を表 1 に示す．撥水試験片は，標準試験片に対して 13.6%～68.4%の塩分付着を抑制する結果となった．また，親水試験片は，2 回目に標準試験片に対して大きく付着塩分を抑制しているが，1 回目と 3 回目の結果から，概ね標準試験片と同様の付着塩分量となり，付着塩分抑制効果は高くないことを確認した．

次に上屋内に水平設置，および降雨のある屋外に直立設置、水平設置した場合の付着塩分量を表 2 に示す．降雨による洗浄効果を期待できない環境では，水平設置において，標準試験片と比べて，撥水試験片は 19%程度の付着塩分を抑制した．日平均では撥水試験片は，標準試験片より 0.64mg/m^2 の塩分を抑制する結果となった．一方，降雨による洗浄効果が期待できる環境において，直立設置の場合は，いずれの試験片も大きな差はみられず，付着塩分量も 11mg/m^2 程度と少なくなった．直立設置の場合，標準試験片と撥水試験片との付着塩分量の差は，降雨後の飛来塩分による付着量の差と考えられる．しかし，水平に設置した場合は，降雨による洗浄効果により付着塩分量の絶対量は多くないものの，標準試験片が 34.6mg/m^2，撥水試験片は 19.5mg/m^2 と低減率が 43.5%となり，付着塩分抑制効果に差がでる結果となった．水平設置の場合，直立設置に比べて降雨による水分の滞留が発生するため，直立設置より付着塩分量が多くなったと考えられる．また，撥水試験片は，水分の滞留や降雨後の塩分堆積も標準試験片より少なくなることから，降雨による洗浄効果に差がでたものと考えられる．

表 1　上屋内直立設置試験片の付着塩分量

	付着塩分量(mg/m^2)		
	1 回目	2 回目	3 回目
標準試験片	38.8 (－)	32.3 (－)	75.8 (－)
親水試験片	37.0 (4.6)	22.1 (31.6)	73.6 (3.0)
撥水試験片	30.7 (20.8)	10.2 (68.4)	65.5 (13.6)

※カッコ内は標準試験片に対する低減率(%)を示す.

表 2　上屋内水平，降雨あり屋外（垂直，水平）の付着塩分量

		付着塩分量 5 点平均値 (mg/m^2)	日平均 (平均/曝露日数)	標準試験片からの低減率
洗浄効果なし 水平設置 曝露期間 30 日	標準試験片	102.6	3.42	－
	撥水試験片	83.3	2.78	18.9%
洗浄効果あり 直立設置 曝露期間 92 日	標準試験片	11.4	0.12	－
	撥水試験片	10.8	0.12	5.9%
洗浄効果あり 水平設置 曝露期間 366 日	標準試験片	34.6	0.09	－
	撥水試験片	19.5	0.05	43.5%

表 3　促進耐候性試験と水接触角測定結果

	試験時間	促進耐候性試験		水接触角	
		光沢保持率(%)	低下率 (%)	9 点平均値(°)	低下率 (%)
標準試験片	0h	100	－	90.3	－
	110h	91.5	8.6	85.3	5.5
	220h	82.9	17.1	82.3	7.3
	330h	78.2	21.8	85.3	5.5
撥水試験片	0h	100	－	105.5	－
	110h	99.8	0.1	97.4	7.6
	220h	99.8	0.1	96.3	8.8
	330h	99.7	0.3	98.1	7.0

3-2．撥水性能の耐久性

促進耐候性試験と水接触角測定の結果を表 3 に示す．標準試験片は，光沢保持率と水接触角の両方共に低下している．一方，撥水試験片は，光沢保持率に変動は見られないが，標準試験片と同様に水接触角は低下する結果となった．しかし，撥水性試験片は 330h においても約 98°と撥水性塗膜の目安である水接触角 90°を大きく上回る値であり，0h～110h で大きく低下しているのに対して，110h～330h の数値は安定しており，330h 以降も急激に低下することはないと予想されることから，撥水性は長期間維持されると推察する．

4．まとめ

鋼道路橋の耐久性向上を目的として, 撥水性クリヤー塗料の付着塩分に対する性能を曝露試験および促進耐候性試験と水接触角の測定により評価した．その結果，次のことを確認できた．

（1）降雨による塗装面の付着塩分の洗浄効果が期待できない場所において，撥水性クリヤー塗料は，付着塩分を抑制する効果が確認された．

（2）降雨による塗装面の付着塩分の洗浄効果が期待される場所では，撥水性クリヤー塗料は，水平設置において標準的に使用される C-5 塗装系より付着塩分を抑制していることが確認された．

（3）塗膜の撥水性は徐々に低下するものの，高いレベルの撥水性が長期間維持されると推察する．