

VI-23 耐塩被覆材料の耐凍害性について

金沢工業大学 正会員 石森 広
 金沢工業大学 正会員 太田 実
 ショーボンド建設(株) 村松和仁

1. はじめに

「道路橋の塩害対策指針(案)」によれば、海岸線付近にあって波飛沫や潮風の影響を受けるコンクリート道路橋の塩害を防止または軽減するために、①かぶりを標準値よりも厚くするか、②エポキシ塗装鉄筋を使用するか、または③コンクリート表面に塗装を施すかの、いずれかの対策を講じることとされている。

これらのうち、コンクリート表面に塗装を施す方法に関して、同指針案では塗装材料の品質として、塗装の外観、耐候性、遮塩性、耐アルカリ性、コンクリートとの付着性およびひびわれ追従性について規定しており、「耐候性」については“促進耐候性試験を300時間行ったのち、白亜化はほとんど無く、塗膜にひびわれ、はがれのないこと”としている。

このように塗装材料の耐候性についても一応の規準は設けられているが、わが国の塩害多発地域は沖縄県を除けば北陸以北の日本海沿岸地域に集中しており、この地域が冬期に凍害を受けやすい地域であることを考えると、塗装材料の耐凍害性をも確かめておくことが必要と思われる。

本研究は、コンクリート表面の耐塩被覆材料として、現在試用されているものの中から8種類の材料を選定し、それらの耐凍害性を供試体による凍結融解試験によって確かめ、さらに凍結融解作用を与えた塗装供試体を塩水浸漬乾燥試験に供して、凍害を受けた場合の塗装材料の遮塩効果についても検討を行ったものである。

表-1 コンクリートの配合

M.S. (mm)	W/C	s/a (%)	Unit weight (kg/m ³)				Slump (cm)	Air cont. (%)	σ ₂₈ (kg/cm ²)
			W	C	S	G			
20	50	46	172	344	788	947	9.0	4.2	355

2. 試験概要

供試体は凍結融解試験用10×10×40cmで、コンクリート角柱の全表面に塗装を施したものを、塗装材料1種につき3本ずつ試験に供した。コンクリートの配合は表-1に示すとおりで、材令28日における圧縮強度は355kg/cm²であった。

試験に供した被覆材8種の塗装系、膜厚および塗装仕様を表-2に示す。材令28日間の水中養生後、気中に約20日間放置させた供試体について塗装作業を開始し、素地調整→中塗→上塗などの施工は各材料メーカーの標準仕様にしたがって実施した。ポリマー系は膜厚が大きいため、供試体をゴム容器に納める都合から、コンクリート角柱の断面寸法を8×8cmとした。

凍結融解試験は「JSCE-1986(案)」に準拠して行った。凍結融解開始後は、約50~100サイクルごとに供試体の重量および動弾性係数を測定するとともに、塗装のひびわれ、剥離、ふくれの変状の有無やそれらの変化を観察・記録した。

凍結融解試験を終了した供試体は塩水浸漬乾燥試験装置(食塩水濃度が3%の温水60℃の浸漬を1日、

表-2 表面被覆材の種類

分類	表面被覆材の種類		目標膜厚 (μm)	塗 装 仕 様	
	記号	塗 装 系		中 塗	上 塗
樹脂 ライニング	A	エポキシ樹脂	450	素地調整 中 塗 上 塗	エポキシ樹脂系プライマー、エポキシ樹脂系パテ エポキシ樹脂系ライニング材(無溶剤型) ポリウレタン樹脂系塗料
	B	エポキシFRP	1200	素地調整 FRP層 中 塗 上 塗	エポキシ樹脂系プライマー、エポキシ樹脂系パテ エポキシ樹脂系ライニング材(無溶剤型) +ガラスクロス:2層 エポキシ樹脂系ライニング材(無溶剤型) ポリウレタン樹脂系塗料
	C	ポリブタジエン ゴム樹脂	1000	素地調整 中 塗 上 塗	エポキシ樹脂系プライマー、エポキシ樹脂系パテ ポリブタジエン系弾性塗付材 ポリウレタン樹脂系塗料
	D	シリコンゴム 樹脂	450	素地調整 中 塗 上 塗	シリコン系プライマー、シリコン系シーラント シリコン系塗付材 シリコン系塗付材
	E	アクリルゴム 樹脂	1000	素地調整 中 塗 上 塗	エポキシ樹脂系プライマー アクリルゴム系塗付材 ポリウレタン樹脂系塗料
ポリマーセ メントモル タル ライニング	F	PAE系・ポリ マーセメントモ ルタル	6000	下 塗 中 塗 上 塗 塩水処理	ポリマーセメント系プライマー ポリマーセメント系モルタル ポリマーセメント系塗付材 シリコン系弾性防水材
	G	SBR系・ポリ マーセメントモ ルタル	6500	中 塗 上 塗	ポリマーセメント系ペースト ポリマーセメント系モルタル ポリウレタン樹脂系塗料
	H	SBR系・ポリ マーセメントモ ルタル	2600	素地調整 中 塗 上 塗	ラテックス系プライマー ポリマーセメント系塗付材 ポリウレタン樹脂系塗料

表-3 凍結融解試験結果

分類	被覆材の種類	凍結融解繰返し数(回)					
		0	50	98	208	300	403
無塗装	S	100 0	100 -1.7	102 -1.7	103 -1.7	103 -1.6	104 -1.3
樹脂ライニング	A	100 0	101 0	100 0	101 0	102 0	101 0
	B	100 0	100 0	101 0	101 0	101 0	101 0
	C	100 0	101 0	101 0	101 0	101 0	101 -0.1
	D	100 0	100 0	100 0	100 -0.1	100 -0.2	101 -0.2
	E	100 0	100 0	101 0	102 -0.1	101 -0.1	101 -0.1
ポリマーセメントモルタルライニング	被覆材の種類	凍結融解繰返し数(回)					
		0	50	99	206	306	403
	F	100 0	97 -1.7	96 -2.1	97 -2.5	94 -2.8	93 -3.0
	G	100 0	102 0	102 -0.2	101 -1.1	98 -2.0	96 -2.8
H	100 0	100 0	102 0	102 -0.1	101 -0.2	102 -0.4	

注) 上段は相対動弾性係数(%), 下段は重量減少率(%)

50℃の温風乾燥を2日の計3日間を1サイクルとした条件)に移設し、塩水浸漬乾燥繰返しを15サイクルまで行った。塩水試験終了後、供試体から直径30mmのコアを採取し、供試体表面から深さ30mmまでの部分に浸透した塩分量を、塩素イオン選択性電極を用いた電位差滴定法により測定した。

3. 試験結果

凍結融解試験の結果を表-3に示す。また、凍結融解403回終了時における供試体の被覆材の損傷状況を図-1に示す。表-3より明らかなように、凍結融解約400回までにおける相対動弾性係数の変化は概して小さく、供試体F、Gで4~7%の低下がみられる程度であり、重量変化も2~3%の増加がみられる程度である。被覆材の損傷が比較的大きかった供試体F、Gにおいても相対動弾性係数や重量の変化がわずかであったのは、母材コンクリート(無塗装供試体S)におけるこれらの変動がほとんどなかったことから、母材に対して厚さの小さい被覆材の劣化の影響がこれらの数値に反映されなかったためと考えられる。

被覆材の損傷状況は図-1に示すとおりであるが、8種類の被覆材のうち損傷が比較的顕著であったものの損傷の進行経過について概略説明すると、つぎのようである。

E: 100 サイクル(cy)程度まで数個であったひびわれが、403cyでは20個程度に増加し、ひびわれ長さは最大75mmで、かつ数個の剥離もみられた。

F: 300cy程度までは数個であった剥離、ふくれが増大し、403cy時にはほぼ全面におよんだ。剥離が被覆材全厚におよんでいる部分もみられた。

G: 99cyまで数個であったひびわれが206cy以降で急速に増加するとともに、ふくれ、剥離を併発し、403cy時には全面が細かいひびわれで覆われ、被覆材全体が膨潤して浮き上がっている状態であった。被覆材は全厚にわたり粉体化し、指で押せば容易に崩れる状態であった。

塩水浸漬乾燥繰返し後に供試体から採取したコアの塩分浸透量は、表-4に示すようであった。被覆材の損傷が著しかった供試体F、G以外の供試体では塩分の浸透は認められなかったが、供試体F、Gでは損傷の大きい部分ほど大きな塩分の浸透がみられた。すなわち、供試体Gでは損傷が軽微であった面からの塩分浸透はほとんどみられなかったのに対し、損傷の著しい面からの塩分浸透量は無塗装Sの場合の1/3近くにおよんでいる。損傷がほぼ全面にわたっていた供試体Fでは、塩分の浸透量も大きく、Sの場合の60~70%に達している。

4. まとめ

現在、実構造物に試用されているコンクリート表面被覆材の中には凍結融解抵抗性が乏しく、劣化が生じた場合には遮塩性も損なわれる恐れのあるものがあることが明らかとなった。したがって、耐塩被覆材料の具備すべき品質の一つとして、耐凍害性も考慮に入れる必要があると考えられる。

参考文献 日本道路協会：道路橋の塩害対策指針(案)・同解説、昭和59年2月。

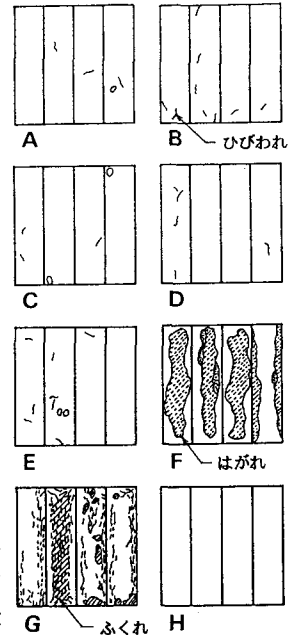


図-1 被覆材の損傷状況

表-4 塩分の分析結果

被覆材の種類	塩分浸透量(%)	
S	0.713	
A	0	
B	0	
C	0	
D	0	
E	0	
F	0.002	
G	0.455	
H	0	
G	無損傷部	0.003
	中損傷部	0.055
	重損傷部	0.242