

V-106 コンクリート用表面被覆材の性能評価に関する実験

鹿島建設技術研究所（正会員） 伊藤 隆彦
 鹿島建設技術研究所（正会員） 大野 俊夫

1. はじめに

近年、コンクリート構造物において早期劣化が顕在化しつつあり、その抑制対策の1つとしてコンクリート表面に被覆材を塗布し、劣化因子を遮断する方法が挙げられている。コンクリート用表面被覆材には、防水性、遮塩性、耐候性等の性能が要求されるが、これらの要求性能の評価に当たっては、表面被覆材をコンクリートに塗布した状態で行うことが適切であると考えられる。今回、表面被覆材の性能を評価することを目的として、室内実験、屋外暴露実験及び実構造物において塗布したものの経時変化の調査を行った。本報告は、コンクリート用表面被覆材に関する実験開始後1年6ヶ月までの実験結果及び実構造物における評価をとりまとめたものである。

2. 室内実験及び屋外暴露実験の概要

1) 対象とした表面被覆材；表-1に実験の対象とした表面被覆材を示す。ここでは、表面被覆材の成分や実績等を考慮して材料を選定し、また、T-1～T-4の塗膜タイプについては「塩害対策指針」のB種塗装仕様（RC部材を対象）に該当することも選定の条件とした。

2) 試験項目及び方法；表-2に試験項目及び方法を示す。このうち促進試験として、耐候性に関するウェザリングメーター1000時間照射、遮塩性に関する飽和食塩水中浸漬試験（NaCl30%水溶液、海水の10倍濃度に相当）を行った。なお、試験体は全て表面被覆材をコンクリート及びモルタルに塗布したものをを用いた。

3) 試験体の作製；表面被覆材を塗布するコンクリート及びモルタルの水セメント比は55%とし、脱型後20℃ 60%R.H.の条件室内において55日間乾燥させ、標準塗布量、塗布方法によって表面被覆材を塗布した。

3. 室内実験、屋外暴露実験の結果及び考察

表-3に試験結果の一覧を示す。また、図-1に含浸タイプの表面被覆材における吸水率の経時変化を、図-2に塩素イオン透過量を示す。以下に塗膜タイプ、含浸タイプ毎に防水性（吸水率）、遮塩性（塩素イオン浸透深さ、塩素イオン透過量）、耐候性について考察する。

1) 塗膜タイプの表面被覆材；表-3に示す吸水率や塩素イオンの浸透深さ、透過量から、塗膜タイプの表面被覆材は成分の相違にかかわらず、試験開始後1年6ヶ月までにおいて、水分や塩素イオンがほとんど塗膜を透過していないことがわかる。耐候性に関しては、ゴム系の表面被覆材（T-3, 5）において、はがれやひびわれ等の変状が認められたが、その他のものでは変状は認められなかった。上記のことから、塗膜タイプは防水性、遮塩性の点で優れているが、耐候性の点から成分によってはその選定に際し、留意する必要があることが明らかになった。

2) 含浸タイプの表面被覆材；含浸タイプは図-1の吸水率の経時変化に示すように、無塗布に比べて吸水率が小さくなっており、防水効果が認められる。しかしながら、成分によって防水効果に差がみられ、S-1（シラン系）の吸水率は無塗布の約8%であるのに対し、S-2（アクリル系）のそれは約57%になっている。また、塩素イオンの浸透深さ及び図-2に示す塩素イオンの透過量の経

表-1 実験の対象とした被覆材

記号	塗 膜 タ イ プ		記号	含 浸 タ イ プ	
	中 塗 り	上 塗 り		成 分	
T-1	ウレタン樹脂	アクリルウレタン樹脂	S-1	シラン系	
T-2	柔軟型エポキシ樹脂	柔軟型ポリウレタン樹脂	S-2	アクリル系（アクリル樹脂など数種類）	
T-3	2液性ブチルゴム	特殊ゴム	S-3	ポリエステル系	
T-4	弾性ポリウレタン樹脂	同 左	S-4	アクリル系（メタクリル酸特殊誘導体）	
T-5	アクリルゴム	アクリルウレタン樹脂	S-5	ビニルエステル	

表-2 試験項目及び試験方法

試験項目	評価項目	試験方法	試験体	測定項目
飽和食塩水中浸漬試験	○防水性 ○遮塩性	○飽和食塩水（NaCl 30%）中に試験体を浸漬し、浸漬開始後、定期的に測定	○10種類の被覆材をコンクリート供試体（φ10×h20cm）の全面に塗布	○Cℓの浸透深さ（フルオロセイン発色法） ○吸水率
塩分浸透試験	○遮塩性	○試験体をはさんで一方にNaCl 3%溶液他方に精製水を入れ、試験体を通して浸透するCℓを定期的に測定。	○10種類の被覆材をモルタル供試体（φ10×h2cm）の片面に塗布。	○透過Cℓ量
耐候性試験	○耐候性 ○美観	◎JIS A1415に従い、ウェザリングメーターを用いた促進試験（1000時間） ◎屋外暴露の実施	◎被覆材をモルタル供試体片面に塗布。◎被覆材をコンクリート供試体に全面塗布。	◎外観観察 ◎外観観察

時変化は、吸水率と同様な傾向であり、塩素イオンが水分の浸入を通して行われるものと考えられる。塗膜タイプの表面被覆材の吸水率、塩素イオン浸透深さ、透過量と比べて含浸タイプのそれは全般的に大きく、含浸タイプは防水性、遮塩性が塗膜タイプと比べて劣ると判断される。また、促進試験及び屋外暴露試験の結果から、耐候性は特に変状は認められなかった。

4. 実構造物における性能評価

表-4に実構造物における塗膜タイプの表面被覆材の調査結果を示す。同表に示すように塗布後6年を経て塗膜に変状を生じないものがあるのに対し、塗布後2年で変状が見られるものがある。調査事例N0.3は、塗膜にはがれやひびわれが発生した例であるが、この原因としては、海面に近いことから塗布時のコンクリートの表面含水率が高かったことや、供用過程で表面被覆材背面からの水分の供給等が考えられ、塗布時の表面含水率の管理を急に行うこと、湿潤面に塗布可能で接着力の強い表面被覆材を選定すること、コンクリート中への水分の浸入を防ぐために広範囲に塗布することなどが必要と考えられる。また調査事例N0.4については、用いた表面被覆材が室内実験でとりあげたT-3の被覆材と同一で、一般的には伸び能力のある成分であるにもかかわらず、今回の調査結果からは、ひびわれ等の変状が認められた例である。以上より実構造物に塗布した表面被覆材の性能は施工条件及びその後の環境条件に大きく影響を受けその評価に当たっては、その物性の経年変化を把握する必要があると考えられる。

5. おわりに

今回の室内実験及び屋外暴露実験から、表面被覆材の防水性、遮塩性、耐候性を相対的に評価することができたが、実構造物の調査結果からわかるように、表面被覆材の性能は施工条件、環境条件によって大きく影響を受けることから、その評価に当たっては、実験室レベルでの検討とフィールドデータを合わせて評価する必要があると考えられる。今後、塗膜タイプについては塗膜の長期の持続性能について、また含浸タイプについても含浸効果がどの程度長期にわたり発揮されるのか検討するとともに、実構造物における調査を継続していく予定である。

〔参考文献〕1)道路橋の塩害対策指針（案），（社）日本道路協会

表-3 性能評価試験結果

記号	飽和食塩水浸透試験 (1年6ヶ月経過時)		塩分透過試験 (1年6ヶ月経過時)		耐候性試験	
	吸水率(%)	塩素イオン透過深さ(mm)	塩素イオン透過量(mg/cm ²)	フェザリナバー1000時間	屋外暴露	
無塗布	3.66(100)	24.5(100)	4.57(100)	変状なし	変状なし	
T-1	0	0	0.08 (2)	変状なし	変状なし	
T-2	0	0	0.05 (1)	変状なし	変状なし	
T-3	0.10 (3)	0	0.05 (1)	光沢が低下(750時間)	光沢が低下	
T-4	0.04 (1)	0	0.05 (1)	変状なし	変状なし	
T-5	0	0	0.05 (1)	ひびわれ発生(750時間)	はがれやひびわれ	
S-1	0.30(8.2)	5.8 (24)	0.20 (4)	変状なし	変状なし	
S-2	2.07((57))	12.8 (52)	2.29 (50)	変状なし	変状なし	
S-3	0.56 (15)	4.5 (18)	0.45 (10)	変状なし	変状なし	
S-4	1.19 (33)	7.4 (30)	0.37 (8)	塗膜材の濡れ色がつなくなった	変状なし	
S-5	0.97 (27)	10.0 (41)	1.38 (30)	変状なし	変状なし	
塗膜タイプ平均	0.01(0.3)	0	0.06 (1)	()内は無塗布を100としたときの割合を示す。		
含浸タイプ平均	1.02 (28)	8.7 (36)	0.94 (21)			

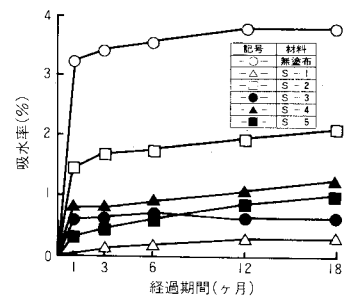


図-1 吸水率の経時変化(含浸タイプ)

表-4 実構造物における表面被覆材の調査結果

No.	対象構造物	構造物年数	塗布後年数	構造物の設置場所	構造物の環境条件	使用材料		塗膜の変状等
						中塗り	上塗り	
1	O.R.V.コンクリート構造物	4年	4年	臨港地区	飛沫を受け湿度は常時100%	エポキシ系	アクリルウレタン系	変状なし
2	栈橋の梁床版	20年	6年	飛沫帯	内港のため波は緩やか	エポキシ系	水性シリコン系	変状なし
3	栈橋の梁床版	15年	4年	飛沫帯	・冬の波浪大	エポキシ系	エポキシ系	海面に近い部分で塗膜のはがれやひびわれが発生
4	タンク基礎	10年	4年	海岸から50~200m	・日当たり通風良好 ・結露水あり	ブチルゴム	ハイバロンゴム	コンクリートのひびわれ部では塗膜が破断
5	PC橋桁	17年	2年	海岸から150m	・波浪時に海水付着	ブタジェン樹脂	ウレタン系	塗膜の一部にふくれが発生

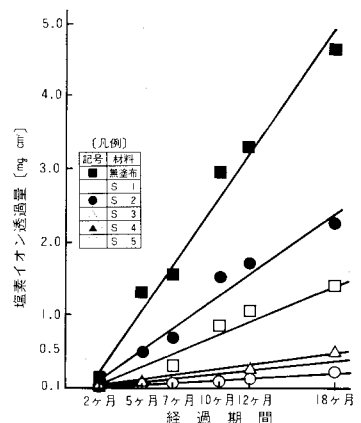


図-2 無塗布及び含浸タイプの塩素イオン透過量経時変化