

コンクリート被覆材の耐久性に関する研究

株式会社 高速道路総合技術研究所 道路研究部 橋梁研究室
 竈本 武弘、長谷 俊彦
財団法人 日本塗料検査協会 技術開発部 藤田 庫雄

1. はじめに

現在、NEXCO（東・中・西日本高速道路会社）には、構造物施工管理要領「一般的な劣化に適用するコンクリート塗装材の品質規格」があり、この規格値を満たす製品がコンクリート塗装材料・表面被覆材（以後被覆材）として使用されている。

しかし、現行の被覆材は、施工後の経年劣化により、塗膜に剥離、ワレ等の損傷が認められたり、塩害等によるコンクリートの変状が発生したりして、コンクリートの劣化因子^{注1}を遮断する効果が十分得られていない場合がある。また、近年、コンクリート構造物は、寿命を

延伸すると共にライフサイクルコストを低減するニーズが高くなっており、被覆材にはその寿命延伸効果が期待されている。それゆえ、これまで以上に耐久性のある被覆材選定のため、新たな試験方法の検討を行った。

注1：塩害を起こす塩化物イオン、中性化を起こす炭酸ガス、アルカリ骨材反応及び凍害を起こす水分等

2. 検討経緯

図1に、これまでの検討経緯を示した。

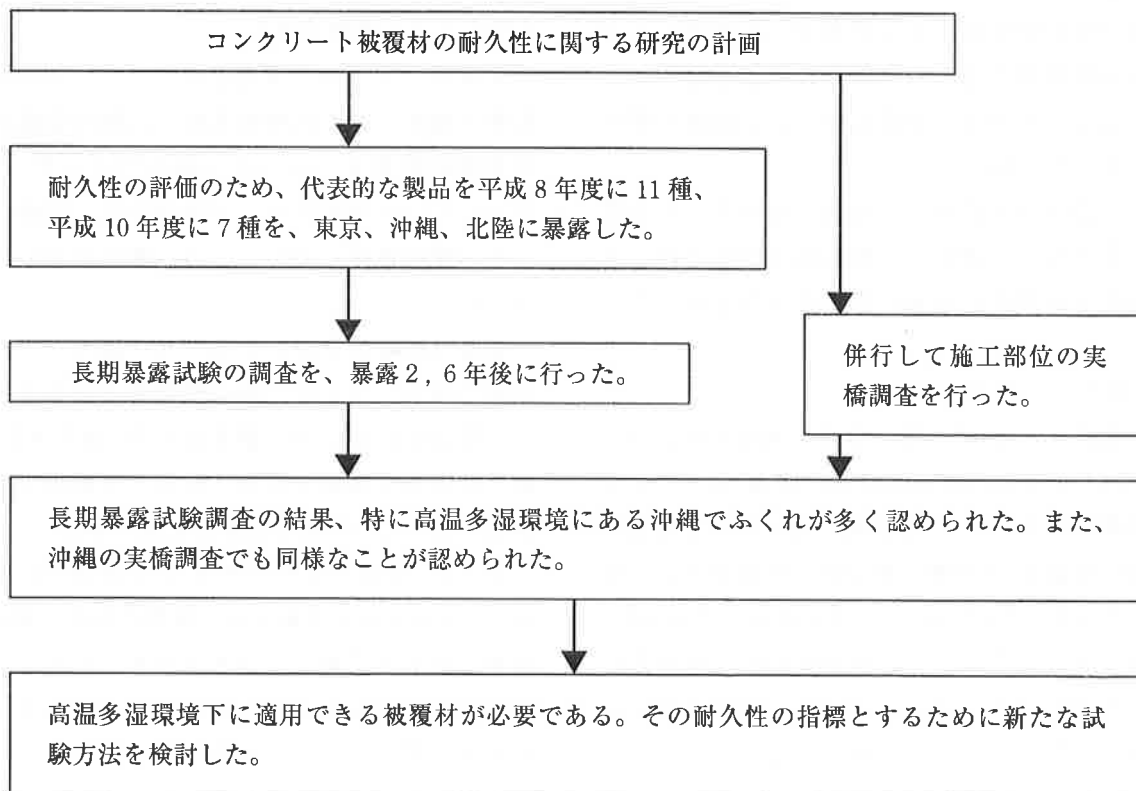


図1 これまでの検討経緯

3. 長期暴露試験¹⁾

暴露試験の試験体は、表 3.1 に示す NEXCO 規格を満たす製品を用いて暴露に供した。

表 3.1 平成 8 年度に暴露試験に供した試料

No	試験体記号	塗装仕様		仕様膜厚 (μm) *1	備考
		主材 (中塗)	仕上げ材 (上塗)		
1	EU1a	エポキシ	ウレタン	190	同品種で主材の厚さが異なる
2	EU1b	エポキシ	ウレタン	350	
3	EU2a	エポキシ	ウレタン	190	同上
4	EU2b	エポキシ	ウレタン	350	
5	EF	エポキシ	フッ素	330	
6	UU	ウレタン	ウレタン	185	
7	UF	ウレタン	フッ素	122	
8	SS	シリコーン	シリコーン	300	
9	AA	アクリルゴム	アクリルウレタン	1030	
10	PU	PCM*2	ウレタン	1120	
11	PA	PCM*2	水性アクリル	1150	

*1：塗装仕様の（主材+仕上げ材）の合計膜厚

*2：ポリマーセメントモルタル

暴露 6 年後の調査で、いくつかの試験体でふくれ、われ等の塗膜欠陥が見られた。代表的な塗膜欠陥を写真

3.1 に、塗膜欠陥が認められた試験体を図 3.1 塗膜欠陥の割合として示した。



写真 3.1 沖縄 6 年暴露後の代表的な塗膜欠陥（試験体：300 × 150 × 60mm のモルタル板）

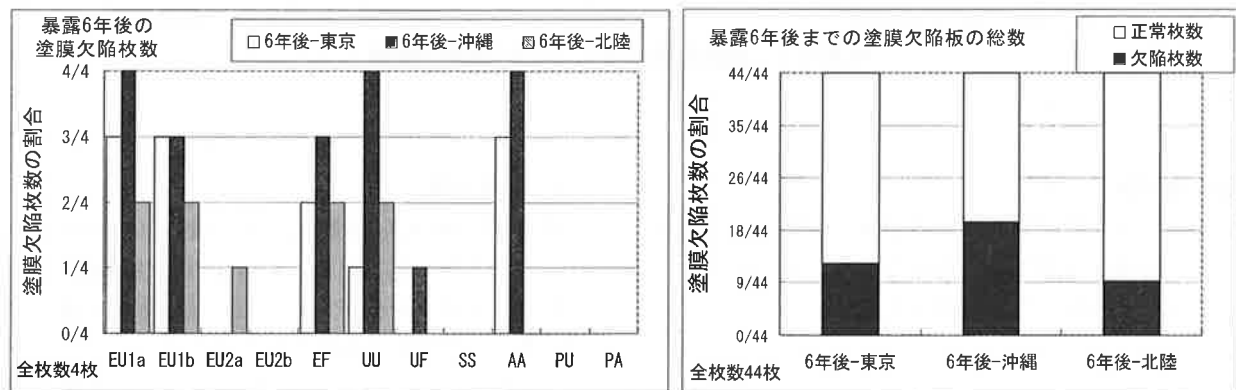


図 3.1 試験体の塗膜欠陥の割合（欠陥枚数／全体の枚数）

試験体別では、EU2b、SS、PU、PA に塗膜欠陥が認められないが、EU1a、EU1b、EF（主材：エポキシ系）、UU、UF（主材：ウレタン系）にふくれが、AA（主材：アクリルゴム）に、ちぢみ、われが多く見られた。ただし、エポキシ系の主材を用いたものは、仕様により塗膜性能に大きな差違があった（EU2bは異常なし）。また、暴露地別では、沖縄の高温多湿環境で塗膜欠陥が最も多かった。

これらの結果より、今までの被覆材規格試験では、高温多湿環境に対応できる材料の選別が十分でなかったことを示唆している。そのため、高温多湿環境下での耐久性の指標となる試験方法の検討が必要であると判断された。

4. 施工部位の実橋調査

NEXCO では以前からコンクリート構造物に被覆材の施工を実施しており、多くが施工後 10 年以上を経過している。平成 16 年度に一部の実橋について調査したので、調査場所の概要を表 4.1 に示し、沖縄の橋脚の代表的塗膜欠陥を写真 4.1 に示した。

これらの調査より、他のところに比べて高温多湿環境の沖縄では、橋脚中部、下部に多くのふくれ・剥離が観察された。

表 4.1 実橋調査場所の概要

調査場所	特色・環境	塗装仕様	経過年数
北陸地方	塩害・寒冷地域 (飛来塩分多い)	エポキシ系 2 種類 ガラスフレーク入りビニルエステル系 含浸材、防食パネル	18 年
沖縄地方	高温多湿地域 (紫外線多い)	NEXCO 規格品のコンクリート被覆材 13 種類 エポキシ及びポリマーセメント系	10～12 年
関東地方	海岸地域 (飛来塩分多い)	NEXCO 規格制定時の基礎試料とした コンクリート被覆材多種多様の 26 種類	19～21 年
四国地方	海岸地域 (紫外線・飛来塩分多い)	塩害仕様のフッ素上塗仕様 2 種類 (超厚膜仕様、中性化仕様)	10 年



脚下部のわれ、はがれ



脚中部 主材からの層間剥離

写真 4.1 塗膜欠陥が生じていた沖縄の橋脚

5. 耐久性試験²⁾

コンクリート被覆材の長期暴露試験と実橋調査の結果を踏まえ、高温多湿環境下での耐久性をシミュレーションするために、各種耐久性試験方法について検討を行った。

5.1 試験方法

被覆材の耐久性調査のため、JIS 417-2004「コンクリート塗装材の品質規格試験方法」の試験期間の延長と、高温多湿環境下を想定した新たな試験方法の検討を行った。表 5.1 に耐久性試験方法を示した。

試験に用いた試料は、主材（中塗）が有機系被覆材のエポキシ系で、長期暴露試験により、ふくれの欠陥

がみられたもの（欠陥の大きい試験体 EF および中程度の EU1b）と、正常なもの（EU2b）を用いた。試験体は JHS-417 に従い作製し、温度 23 ± 2 °C、相対湿度 50 ± 5 % の気中にて、28 日間養生して各耐久性試験に供した。

5.2 試験結果

温冷繰り返し試験を 30 サイクル実施しても欠陥を認めなかったが、耐湿試験では全ての試験体に、耐アルカリ

試験では一部の試験体にふくれを認めた。耐湿試験後と耐アルカリ性試験後の外観調査の結果を表 5.2 に示す。その結果、長期暴露試験の結果と最も関連したのは耐湿試験 10 日の結果であった。

これらの耐久性試験の結果より、耐湿試験は、水蒸気と熱の影響で塗膜にふくれを起こしやすく、長期暴露試験と関連することが確認された。

表 5.1 耐久性試験方法

耐久性試験項目	試験方法	JHS 417	今回の検討
促進耐候性試験	サンシャインカーボンアーク	700 時間	—
温冷繰り返し試験	JIS A 6909 による	10 サイクル	20, 30 サイクル
耐アルカリ性試験	JIS A 6909 の浸水方法による半没漬	10 日間	20, 30, 60 日間
耐湿試験	JIS K 5600 準拠	—	10, 20, 30 日間

表 5.2 耐湿試験，耐アルカリ性試験，5 年間暴露の外観

試料 (試験体)	耐アルカリ 20 日			耐アルカリ 30 日			耐アルカリ 60 日		耐湿 10 日		耐湿 20 日		耐湿 30 日		沖縄 5 年 暴露後
	○	○	○	S4D2	S4D2	○	S3D4	S3D4	S3D4	S3D4	S4D4	S4D4	S4D4	S4D2	
EF	○	○	○	S4D2	S4D2	○	S3D4	S3D4	S3D4	S3D4	S4D4	S4D4	S4D4	S4D2	ふくれが 大きい
EU1b	○	○	○	○	○	○	○	S3D2	S3D3	S3D3	S4D2	S4D4	S4D2	S4D4	ふくれが 中程度
EU2b	○	○	○	○	○	○	○	○	S5D1	S5D3	S5D2	S5D3	S5D2	S5D3	○

○：ふくれ無，S：ふくれの大きさ，D：ふくれの密度（S, D の数字が小さいほどふくれが小さく数が少ない）

S, D のふくれの評価：「塗膜の評価基準」2003（財）日本塗料検査協会による

6. おわりに

今後は、これらの高温多湿環境下の耐久性試験結果とこれから調査する長期暴露試験 10 年目の調査結果を考察し、その結果をコンクリート被覆材の規準に反映していく予定である。

- 2) (株)高速道路総合技術研究所 小野聖久 酒井修平 (財) 日本塗料検査協会 藤田庫雄「高温多湿環境下におけるコンクリート被覆材の耐久性に関する研究」土木学会第 62 回年次学術講演会

引用文献

- 1) 吉田敦、檜作正登、用害比呂之「コンクリート表面被覆材の耐久性に関する検討」、日本道路公団試験研究所報告、Vol. 40(2003-11)