

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

(株)高速道路総合技術研究所 正会員 ○小野 聖久

(株)高速道路総合技術研究所 正会員 酒井 修平

(財)日本塗料検査協会 正会員 藤田 庫雄

1. はじめに

コンクリート構造物はメンテナンスフリーと考えられてきたが、近年、塩害や中性化などによりコンクリート構造物の劣化がみられる。その対策の一つとしてコンクリートに被覆材が施工されてきたが、経年劣化により塗膜にひび割れ、はがれ等の劣化がみられる場合もある。

NEXCO 3 社（東・中・西日本高速道路株式会社）では、平成 9 年からコンクリート被覆材の長期暴露試験を東京、沖縄、北陸で実施しているが、特に沖縄の高温多湿地域でのふくれが多く認められた。そこで、高温多湿環境下での耐久性の指標を得るために試験方法について検討を行った。

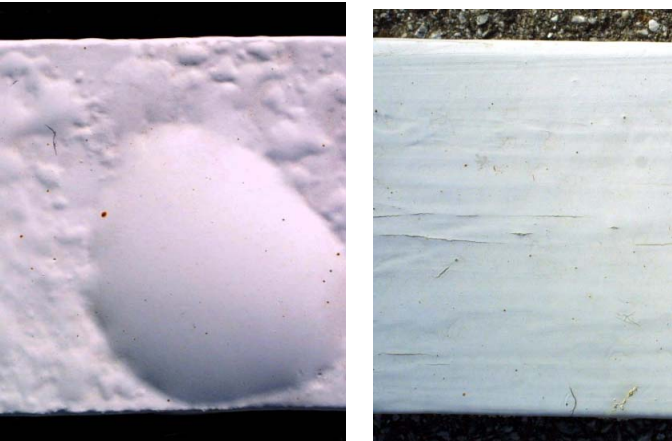
2. 長期暴露試験の結果

長期暴露試験の追跡調査は、11 種類のコンクリート被覆材について、2，5，10 年目を計画した。その 5 年目の調査の結果、沖縄で塗膜欠陥が多い結果を示した。暴露試験による塗膜欠陥として、ふくれ、割れの例を写真 1 に示す。

3. 耐久性確認試験

コンクリート被覆材について、現在 NEXCO 3 社では、表 1 に示す NEXCO 試験方法（JHS-417 「コンクリート塗装材の品質規格試験方法」）で確認している。しかし、これに適合する被覆材の多くに、沖縄の高温多湿環境下で変状が認められたことから、本研究では、試験期間の延長や新たな試験方法を検討した。今回検討した項目を表 1 に合せて示す。

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、2. における暴露試験により、ふくれの欠陥がみられたもの（欠陥の大きい材料Aおよび中程度のB）と、正常なもの（材料C）を抽出した。試験体は JHS-417 に従い作製し、温度 23±2℃、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。各試験終了後は、表 2 に示した塗膜の外観調査、付着試験（建研式）、塗膜の伸び試験を実施し評価をした。



ふくれ 割れ
写真 1 暴露試験体における欠陥の例

表 1 耐久性試験

耐久性試験項目	試験方法	現行 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 2 評価方法

評価試験項目	評価方法
塗膜の外観	塗膜の評価基準：（財）日本塗料検査協会
付着試験	JIS A 6909 付着強さ（建研式）と破断場所
塗膜の伸び	ダンベル 1 号形 引張速度 5mm/min、標線間距離 50mm

キーワード コンクリート被覆材，耐久性評価，高温多湿，塗膜劣化，耐湿試験

連絡先 〒194-8508 東京都町田市忠生 1-4-1 （株）高速道路総合技術研究所 TEL 042-791-1621

4. 試験結果

(1) 試験後の外観

湿冷繰返し試験を 30 サイクル実施しても欠陥を認めなかったが、耐アルカリ試験では一部の試験体に、耐湿試験では全ての試験体にふくれを認めた。耐アルカリ性試験後と耐湿試験後の外観調査の結果を表 3 に示す。その結果、長期暴露試験の結果と最も相関したのは耐湿試験 10 日の結果であった。

表 3 耐アルカリ性試験後、耐湿試験後、5 年間暴露での外観

塗装	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
A	○	○	○	S4D2	S4D2	○	ふくれが大きい
B	○	○	○	○	○	○	ふくれが中程度
C	○	○	○	○	○	○	○

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

(2) 試験後の付着性と塗膜の伸び

建研式による付着試験の結果、付着強さは、いずれの試験でも規格値「1N/mm²以上」を満足していた。試験期間の影響は、耐アルカリ性試験では個々に異なったが、耐湿試験では長くなるに従い付着力を低下させる傾向を示した。また、図 1、2 に示すように破断面(n=2)は、基板破壊(A)から、基板と塗膜の界面(AB)もしくは塗膜間の界面(B(K))での破断に移行していく傾向を示した。

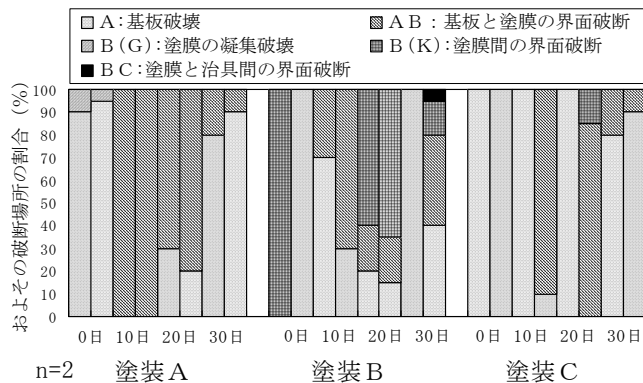


図 1 耐湿試験後の破断面

一方、図 3 に示すように塗膜の伸び試験の結果、暴露試験でふくれを生じた塗膜は、耐湿試験後、最大伸び率の低下が大きく、弾性率が高くなる傾向を示した。この結果から、温度や湿度の環境による材料物性の脆化が、ふくれ欠陥の発生に寄与するものと考えられる。

5. 考察

今回の耐久性試験後の外観および付着試験の結果から、以下のことが確認された。

- ・高温多湿環境下の塗膜は、水蒸気と熱の影響で脆化し、ふくれ、割れを起こしやすい。
- ・耐湿試験後の塗膜の外観、付着試験（建研式）による破断面の変化は評価の指標となり得る。

6. おわりに

今後、長期暴露試験 10 年目の調査結果と実構造物の劣化状況などとの相関などについても検討を行い、高温多湿地域でのコンクリート被覆材の規準について検討していく予定である。

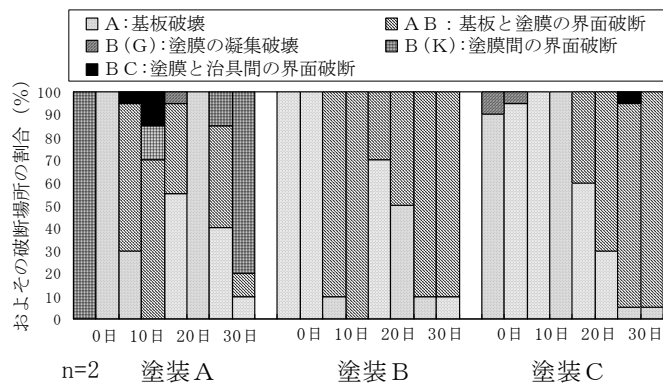


図 2 耐アルカリ性試験後の破断面

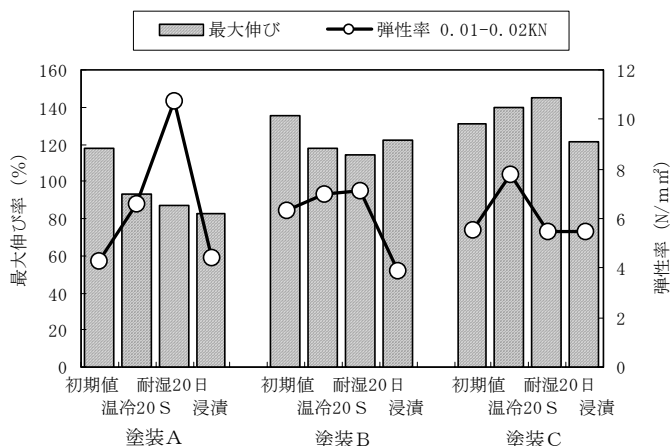


図 3 塗膜の伸び試験結果(最大伸び率,弾性率)