

コンクリート表面含浸材（シラン系）の凍結融解試験結果報告

東日本高速道路(株)北海道支社技術部技術企画課 ○正会員 齊藤 進
 東日本高速道路(株)北海道支社技術部技術企画課課長 丸山 正
 東日本高速道路(株)北海道支社技術部技術企画課課長代理 正会員 谷藤 義弘

1. はじめに

北海道の高速道路は供用から長いもので 42 年を経過しており、老朽化とともに凍害や塩害の厳しい環境にさらされ、橋梁をはじめとする構造物の変状発生が顕在化してきている。現在その対策として、ライフサイクルコスト（LCC）を考慮した予防保全の観点から、凍害や塩害劣化に対しては、表面被覆材や表面含浸材が用いられてきている。しかし、表面被覆材は劣化抑制効果があるものの、外観を変化させることから点検時に変状が確認しにくいといった課題がある。また、表面含浸材においては、塩害劣化抑制効果があるものの凍害による影響が不明である等の課題がある。

本報告は、コンクリート表面含浸材（シラン系）の凍害による影響を確認するために、凍結融解試験によるスケーリング抵抗性についての室内試験結果を報告するものである。

2. 室内試験の概要

2-1 試験供試体

配合条件は、水セメント比 50%、目標スランプ 10 cm、目標空気量 5%とした。供試体寸法は JIS A 1148「コンクリートの凍結融解試験方法」に拠り、10×10×40 cmとした。供試体製作時のコンクリート配合と使用材料を表-1と表-2に示す。供試体は、4週間水中養生を行った後、表-3に示す2種類の表面含浸材を塗布した。試験供試体は、表-3の表面含浸材を塗布したものに加え、比較用に含浸材を塗布しない供試体も作成した。

表-1 コンクリート配合

| 水セメント比 | 細骨材率 | 水 | セメント | 細骨材 | 粗骨材 | 混和剤 | スランプ | 空気量 |
|--------|------|-------------------|------|-----|-----|------|------|-----|
| W/C | s/a | W | C | S | G | Ad | SL | Air |
| % | | kg/m ³ | | | | | cm | % |
| 50.0 | 46.0 | 159 | 318 | 858 | 998 | 3.18 | 10.0 | 5.0 |

表-2 供試体使用材料

| 使用材料 | 種別 | 備考 |
|------|----------------|---|
| 水 | W 上水道 | 水道水 |
| セメント | C 普通ポルトランドセメント | 密度 3.16g/cm ³ |
| 細骨材 | S 陸砂 | 密度 2.68g/cm ³ |
| 粗骨材 | G 碎石 2005 | 密度 2.66g/cm ³ 、 実績率 59.5% |
| 混和剤 | Ad AE減水剤 | リグニルスルホン酸塩系 |

表-3 試験に用いた表面含浸材（シラン系）

| 種類 | 系別 | 有効成分 (%) | 材料の状態 | 塗布量 (g/m ²) |
|-----|------|----------|-------|-------------------------|
| A材料 | 無溶剤系 | 90 | ジェル状 | 200 |
| B材料 | 水系 | 80 | ペースト状 | 200 |

2-2 試験方法

試験は、JIS A 1148「コンクリートの凍結融解試験方法」に準拠し、-18℃～5℃の凍結融解行程を1サイクルとして300サイクルまで行った。試験環境は、実構造物を想定し、3%塩水に浸漬して実施することとした。塩水は、高速道路の冬期の路面凍結防止対策として散布する塩化ナトリウム（NaCl）を使用して作製した。

3. 室内試験の結果

各試験体の質量減少率と相対動弾性係数の推移を図-1、図-2に示す。

(1) 無塗布

若干のスケーリングが発生し、試験終了の300サイクルで+3.1%の質量減少率であったものの、ほぼ健全な状態(図-3)であった。相対動弾性係数は試験終了の300サイクルにおいても低下はなかった。

(2) A材料

54サイクル経過時からスケーリングの発生が確認され、試験終了の300サイクルまでは質量の減少は継続的に進行し、+9.9%の質量減少率であった。相対動弾性係数は試験終了の300サイクルまで継続的に低下し92%まで低下した。

キーワード コンクリート表面含浸材、シラン系、凍結融解試験

連絡先 東日本高速道路(株) 北海道支社 技術部 技術企画課 TEL011-896-5322

(3) B材料

54サイクル経過時からスケーリングの発生が確認され、試験終了の300サイクルまで質量の減少は継続的に進行し、+9.7%の質量減少率であった。相対動弾性係数は試験終了の300サイクルまで継続的に低下し90%まで低下した。

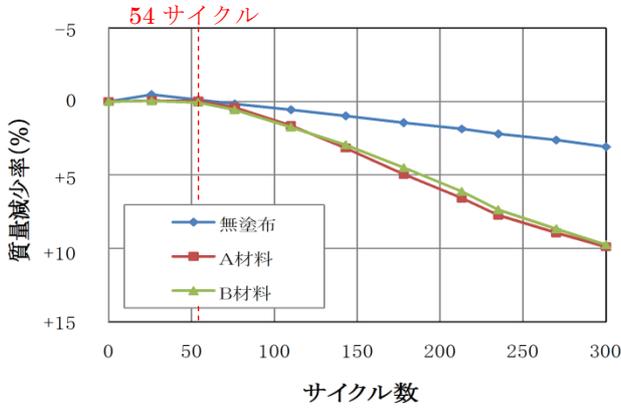


図-1 質量減少率

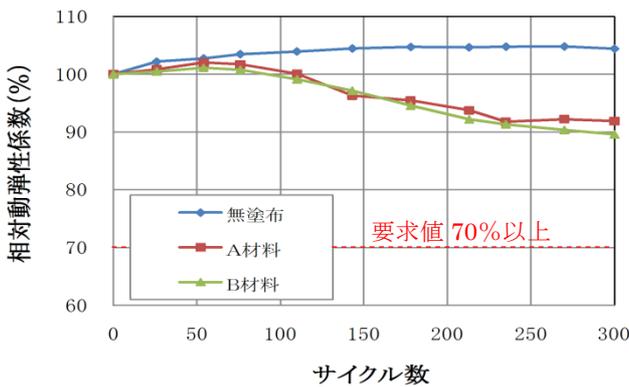


図-2 相対動弾性係数

4. 考察

各供試体とも、耐久性指数の要求値である相対動弾性係数が70%以上¹⁾の結果であった。しかし、A・B材料ともスケーリングが観察された。表面含浸材を塗布していない無塗布供試体にスケーリングの発生が少ない結果から考えると、耐久性指数の要求値は満足するものの、上記の2材料は、凍結融解のサイクルを繰り返すことで、無塗布のコンクリートよりスケーリングが急激に進行する傾向があることが分かった。スケーリングは、A・B材料とも54サイクル経過時から増大に転ずる結果が示された。

遠藤らの研究²⁾では、塩水中で凍結融解を繰り返すと表層に形成された吸水防止層内に水分が押し込まれ、凍結時に生ずる吸水防止層内の未凍結水の毛管流動が、疎水化された組織によって阻害されることで、流動圧が高まりスケーリングが突発的に顕

在化した。と報告されている。本試験においても同様の結果が確認されており、54サイクルを超えた後に同様のメカニズムによってスケーリングが突発的に顕在化したものと考えられる。

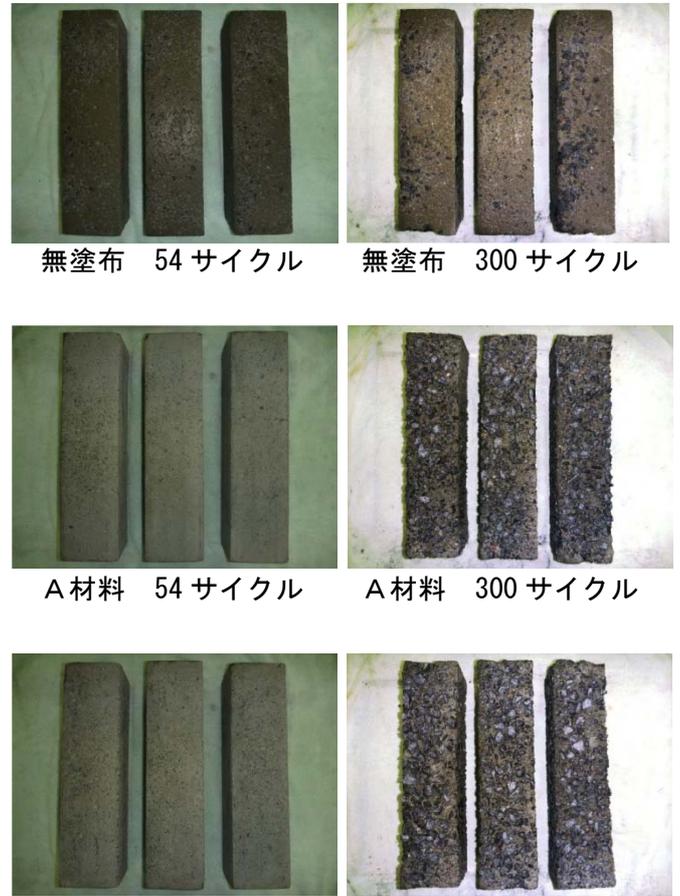


図-3 54及び300サイクルにおける外観写真

5. まとめ

本室内試験では、以下のことが確認された。

- 54サイクルまでは無塗布と塗布したもののいずれも、ほぼ同じ挙動を示した。
- 54サイクルを超えると塗布したものは、質量減少率及び相対動弾性係数ともに低下、つまりスケーリングの進行が観察された。

今回は、スケーリング現象に着目した室内試験であったが、今後は塩化物浸透抵抗性、LCC等を含め、より効果的なコンクリート表面含浸材の使用に向けて研究を進める予定である。

【参考文献】

1) 2007年制定コンクリート標準示方書「設計編」, pp. 123, 土木学会
 2) 遠藤裕丈, 吾田洋一, 伊藤憲章: 道路設計要領の目安を満足するシラン系表面含浸材を用いたコンクリートのスケーリング抵抗性の評価, 第52回(平成20年度)北海道開発技術研究発表論文, コ-14/2009.2