

シラン系表面含浸材の繰返し塗布によるコンクリートの凍・塩害抑制効果の持続性について

大同塗料(株) 正会員 ○水谷 真也
 大同塗料(株) 正会員 仲本 善彦
 大同塗料(株) 非会員 河西 悠介

1. はじめに

シラン系表面含浸材はコンクリート表層に吸水防止層を形成し、高い吸水抑制効果と塩化物イオン浸透抑制効果を発揮することから、凍害と塩害による複合劣化を抑制する対策工の一つとして期待されている。著者らは RILEM CDF 試験を行い、有効成分の高いシラン系表面含浸材を適切な塗布量で用いることにより、70 サイクル経過後も劣化抑制効果が維持されることを報告した。しかし、全ての試験体においてスケーリング量は増加し、適切な塗布量で塗布してもスケーリング量はいずれ無塗布を上回る可能性がある結果もあわせて示した¹⁾。そこで、前報の 70 サイクルよりも長く試験を行ってスケーリングの挙動を長期的に詳しく調べるとともに、試験途中でシラン系表面含浸材の再塗布を定期的に繰り返した場合のスケーリング抑制効果の持続性について検討した。

2. 実験概要

(1) 使用材料および試験体

セメントには普通ポルトランドセメントを使用し、表-1 に示す配合で 100×100×400mm の型枠に打設し、24 時間後に脱型して 6 日間水中養生を行った。その後 100×100×160mm に切断して気中養生を行った。ここでは、100×160mm の型枠面を塗布面とし、残る 5 面はエポキシ樹脂でシールした。材齢 28 日後に塗布作業を行い、23℃で 14 日間養生後に凍結融解試験を開始した。表-2 に使用した表面含浸材を示す。いずれもシラン・シロキサン系で、有効成分 90%以上の高濃度・高含浸タイプの市販品を使用した。

(2) 凍結融解試験 (RILEM CDF 試験)

高さ 10mm のスペーサー上に塗布面を下向きにした試験体を置き、底面から 5mm までを濃度 3%の塩化ナトリウム水溶液で満たして 7 日間吸水させた。その後、容器を凍結融解試験槽に入れ、図-1 に示すように 1 サイクルが 12 時間となる条件で試験を行った。ケース 1 は、塗布回数を 1 回として無塗布よりもスケーリング量が多くなるまで試験を継続した。ケース 2 は既往の試験¹⁾でスケーリング量が増加し始めた 42 サイクルを目安とし、42 サイクル終了後に室内で 7 日間自然乾燥した後に塗り重ね、14 日間養生後に凍結融解試験を再開した。この操作を繰り返し、252 サイクルまで実施した。スケーリング量は 2~15 サイクル間隔で測定し、1m²当たりのスケーリング量を算出した。

3. 結果と考察

ケース 1, 2 の試験結果を図-2 と図-3 に示す。無塗布試験体のスケーリング量はサイクル数に比例して一定の割合で増加した。一方、塗布試験体をみると、ケース 1 はいずれも初期は少ないものの、ある時点から急激に増加し、A200-1 は 154 サイクル、A350-1 は 196 サイクル、B200-1 は 112 サイクル、C200-1 は 98 サイクルで無塗布試験体を上回った。含浸材の種類による差も認められたが、材料 A では 200g/m²よりも 350g/m²の方がス

表-1 コンクリートの配合

W/C (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m ³)				空気量 (%)
		W	C	S	G	
55	42.5	158	287	780	1124	4.5

表-2 使用した表面含浸材の性状と試験条件

材料	主成分	有効成分 (%)	塗布量 (g/m ²)	記号	ケース 1	ケース 2
A	シラン・シロキサン 無溶剤タイプ ジェル状	90以上	200	A200	○	○
			350	A350	○	○
B		95	200	B200	○	○
			300	B300	—	○
C	シラン・シロキサン	95	200	C200	○	—

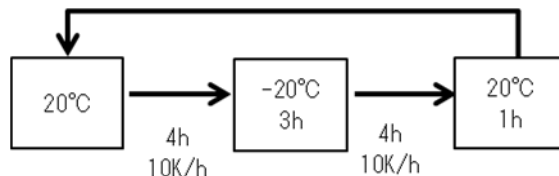


図-1 1サイクルの条件

ケーリング量は少なく、塗布量を多くすると効果の持続性は高まる傾向が示された。これに対して、ケース 2 では塗布した試験体のスケーリング量は 252 サイクル後も無塗布試験体を大きく下回る結果が示された。写真-1 で示すように、塗布した試験体の断面欠損の程度は無塗布に比べると小さかった。今回の実験では図-4 に示すように、ケース 1 とケース 2 ではスケーリングの進行に明確な差が認められた。長期間経過した際に起きるシラン系表面含浸材を塗布した試験体のスケーリングの増加挙動は、シラン系表面含浸材によってコンクリート表層に形成された吸水防止層と内部の無改質層との境界域での凍結水量の増大が一因とされている²⁾。ケース 1 では 4mm から 6mm 程度の吸水防止層が形成されているが、長期にわたる凍結融解の繰り返しの影響により水が吸水防止層へ圧入され、さらにその水が吸水防止層と無改質層の界面に多く入り込んだことで顕著な剥離に至ったと考えられる。一方、ケース 2 は著しい剥離が生じる前に塗り重ねることで、含浸深さや吸水防止層内のシラン濃度が増して吸水抑制効果が上昇し、剥離が抑制されたと推測される。また、ケース 2 においても、材料 A, B は塗布量が多いほど高い効果を示した。

4. まとめ

材料によって違いはあるが、シラン系表面含浸材を塗布した試験体で CDF 試験を行うと、初期はスケーリングが少ないものの、サイクルを長くすると無塗布試験体を上回るスケーリングが生じることが確認された。実際の環境と CDF 試験の環境との関係は明確に整理されていないが、実環境における追跡調査では、8~10 年経過後もシラン系表面含浸材を塗布した区間のスケーリングは無塗布区間よりも少なく、吸水防止層が残存し塩化物イオン浸透抑制効果を持続している³⁾と報告されていることから、シラン系表面含浸材による凍・塩害の抑制効果は長期にわたり維持されることが考えられる。さらに定期的に再塗布を行うことにより、コンクリート構造物のスケーリングを大幅に低減させることも可能と考えられる。

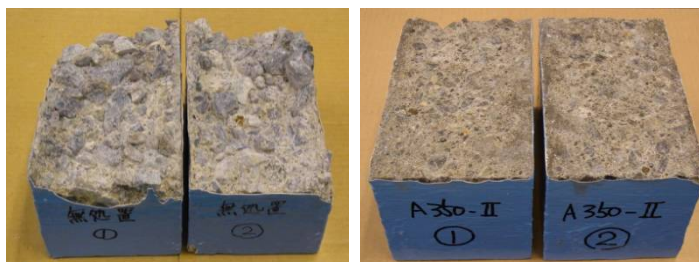


写真-1 試験終了後の試験体(左: 無塗布, 右: A350-II)

参考文献

- 1) 仲本善彦, 水谷真也, 須戸琢哉: シラン系表面含浸材の塗布量と含浸深さが耐スケーリング性の及ぼす影響の検討, 土木学会第 69 回年次学術講演会講演概要集, V-221, pp.441-442, 2014
- 2) 谷本文由, 岸本嘉彦, 新大軌, 濱幸雄: 表面改質剤を塗布したコンクリートの凍結融解作用による剥離促進メカニズムに関する考察, コンクリート工学年次論文集, vol.32, No.1, pp1853-1858, 2010
- 3) 遠藤裕丈, 島多昭典: 寒冷環境下における約 10 年間のシラン系表面含浸材の効果に関する追跡調査, 第 58 回北海道開発技術研究発表会発表概要集, 2015

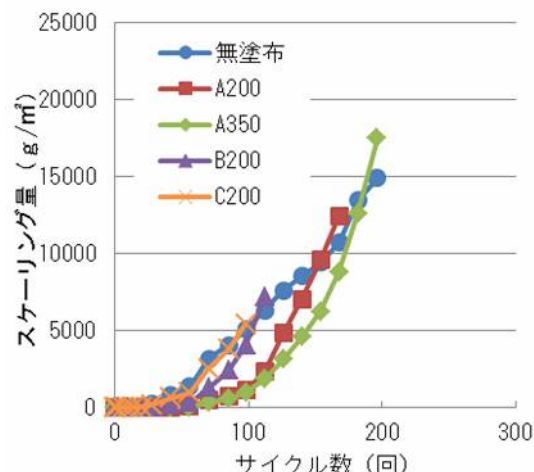


図-2 ケース 1 の試験結果

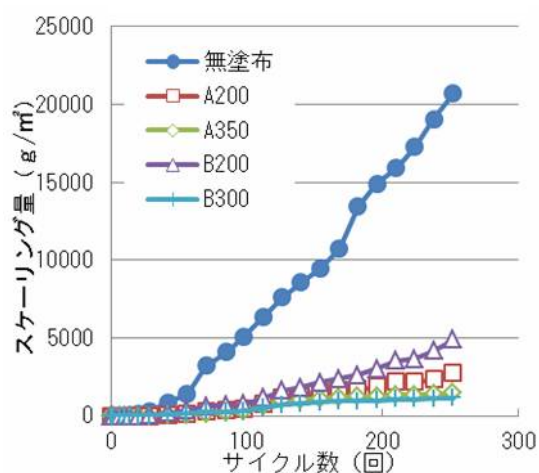


図-3 ケース 2 の試験結果

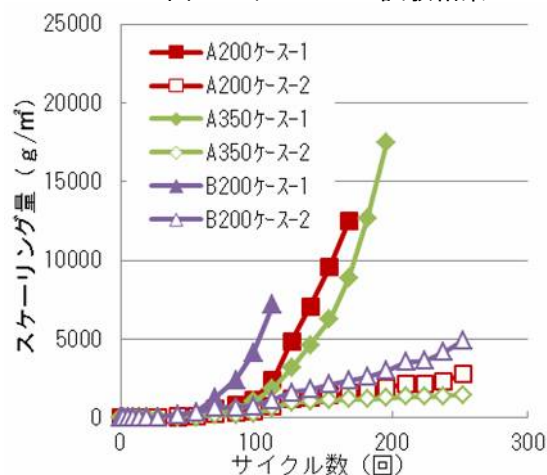


図-4 ケース 1 とケース 2 の比較