

# 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におよぼす影響の検討

大同塗料(株) 正会員 ○仲本善彦  
大同塗料(株) 非会員 水谷真也  
大同塗料(株) 非会員 須戸琢哉

## 1. はじめに

シラン系表面含浸材は、コンクリート構造物に吸水抑制効果と塩化物イオン浸透抑制効果を付与することから、凍結防止剤による塩害と凍害の複合作用である複合劣化対策として期待されている<sup>1)</sup>。

本研究ではシラン系表面含浸材を塗布したコンクリート試験体について、凍害劣化のメカニズムに近い RILEM CDF 試験<sup>2)3)</sup>による凍結融解試験を行い、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に及ぼす影響を検証することとした。

## 2. 実験概要

### (1) 使用材料および試験体概要

セメントには普通ポルトランドセメントを使用し、水セメント比 55% のコンクリート (100×160×100 mm) を試験体とした。表-1 にコンクリートの配合を示す。塗布面は型枠面 (100×160 mm) とし、塗布面以外の 5 面をエポキシ樹脂でシールした。材齢 28 日にて高濃度で高い浸透性を示すシラン・シロキサン系表面含浸材を、塗布量を変えて塗布し、23℃で 14 日間養生後に試験を開始した。塗布した表面含浸材の性状と塗布量を表-2 に示す。

### (2) 凍結融解試験

3% の塩化ナトリウム水溶液を入れた容器に 10 mm のスペーサーを置き、その上に表面含浸材を塗布した面を下にして、底面から 5 mm 溶液に浸かるように試験体を静置し、毛管吸水により 7 日間吸水させた。その後、凍結融解試験装置で +20℃ から 10K/hr の一定の速さで 4 時間かけて -20℃ まで下げ、-20℃ に 3 時間保持し、4 時間かけて +20℃ に上げて +20℃ に 1 時間保持する。この 12 時間で 1 サイクルの凍結融解を 70 サイクル行った。14 サイクルごとにスケーリング量を測定し、累計のスケーリング量から 14, 28, 42, 70 サイクル終了後の 1 m<sup>2</sup> 当たりのスケーリング量を算出した。

## 3. 結果と考察

各サイクル終了後のスケーリング量を図-1 に示す。無塗布試験体のスケーリング量は凍結融解サイクル数の増加に伴いほぼ一定量で増加している。一方、表面含浸材を塗布した試験体のスケーリング量は、28 サイクルまでは塗布量が異なる試験体でも大差なく同程度であるが、42 サイクル以降は差が広がり、70 サイクル終了時では塗布量が 50g/m<sup>2</sup> の試験体 (No.1) および塗布量 100g/m<sup>2</sup> の試験体 (No.2) のスケーリング量は無塗布試験体を上回る結果となった。塗布量が 200g/m<sup>2</sup> および 300g/m<sup>2</sup> の試験体 (No.3, 4) では 28 サイクル以降のスケーリング量に増加傾向は見られるものの、70 サイクル終了時点では無塗布試験体の約 60% と約 40% であった。

表-1 コンクリートの配合

| W/C<br>% | S/a<br>% | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |      | 空気量<br>% |
|----------|----------|--------------------------|-----|-----|------|----------|
|          |          | W                        | C   | S   | G    |          |
| 55       | 42.5     | 158                      | 287 | 777 | 1060 | 4.5      |

表-2 使用した表面含浸材の性状と塗布量

| 表面含浸材の性状 |                | 試験体  | 塗布量<br>(g/m <sup>2</sup> ) |
|----------|----------------|------|----------------------------|
| 主成分      | シラン・シロキサン      | No.1 | 50                         |
| 有効成分     | 95%            | No.2 | 100                        |
| 系統       | 無溶剤タイプ<br>ジェル状 | No.3 | 200                        |
|          |                | No.4 | 300                        |

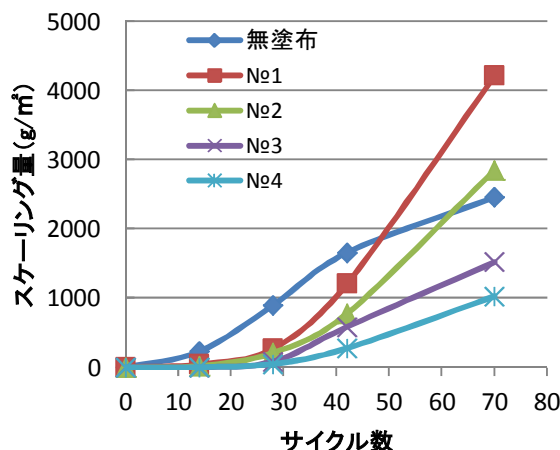


図-1 各試験体のスケーリング量

キーワード 表面含浸材, スケーリング, 凍結融解, 含浸深さ

連絡先 〒532-0032 大阪府大阪市淀川区三津屋北 2-14-18 TEL 06-6308-5821

図-2 に各試験体の吸水率を示す. No.1 と No.2 の試験体の吸水率は無塗布よりも幾分低い値を示したにもかかわらず, 70 サイクル終了時のスケーリング量は無塗布よりも多くなっている. スケーリングはコンクリートの吸水量が多く, かつコンクリートの透水性が低いほど起こりやすい<sup>4)</sup>. 無塗布の試験体は吸水した水が内部に拡散され凍結時の膨張圧は軽減されるのに対し, 表面含浸材の塗布により表層に吸水防止層が形成されると, 凍結余剰水の流動性が低下し, 吸水量が多くなると無塗布よりも膨張圧が高まり, スケーリング量が増加するとされている<sup>4)</sup>. 70 サイクル終了後の試験体には吸水防止層が見られたことから, 水が拡散されず表層に留まりスケーリング量が多くなったと考えられる. No.3 および No.4 でも 70 サイクル終了後の試験体には吸水防止層が認められたが, 42 サイクルまでの吸水率が低く, 表層で滞留している水分の膨張圧は軽微でありスケーリング量も少ないと考えられる.

吸水防止層が均一な濃度で形成されていると仮定し, 同様に作製した試験体で測定した含浸深さと塗布した有効成分量から, 吸水防止層に存在する表面含浸材の見かけの密度を算出した結果を表-3 に示す. 塗布量が多いほど見かけの密度が高くなっており, 疎水性を示すシラン・シロキサンが表層に多く存在し, 吸水抑制効果が高くなっていると考えられる. 従って, シラン系表面含浸材の塗布量が多いほど吸水抑制効果が高くなり, 耐スケーリング性が向上すると考えられる. 70 サイクル終了時点で無塗布試験体よりスケーリング量が少ない試験体 No.3 の含浸深さが 6.4 mm であったことから, 複合劣化抑制効果が期待できる含浸深さは少なくとも 6 mm 以上と推察できる.

#### 4. まとめ

シラン系表面含浸工はコンクリート構造物のスケーリング対策工法の一つであるが, 塗布量が少ないと比較的早期に著しいスケーリングが発生することがわかった. 本研究では有効成分 95% の表面含浸材を使用しているが, 市販されているシラン系表面含浸材の有効成分量は様々であり, 一概に塗布量だけでは耐スケーリング性を図ることはできず, 有効成分を考慮して塗布量を決定する必要がある. シラン系表面含浸材の有効成分量が高いほど含浸深さは深くなる傾向にあり, 含浸深さは複合劣化対策に使用するシラン系表面含浸材を選択する際の目安になると考えられる.

#### 謝辞

研究実施に当たり, (独) 土木研究所 寒地土木研究所の遠藤裕丈研究員にご指導いただいた. ここに記して謝意を表する.

#### 参考文献

- 1) 宮本修二, 遠藤裕丈, 田口史雄, 川中敏朗, 村中智幸, 藤田裕司: 北海道におけるシラン系表面含浸材によるコンクリート複合劣化対策の現地追跡調査, 寒地土木研究所月報, No.683, pp.9-23, 2010.4
- 2) RILEM TC-117FDC: Freeze-thaw and deicing resistance of concrete, Materials and Structures, Vol.29, pp.540-551, 1996.11
- 3) 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, pp.1853-1858,
- 4) 遠藤裕丈, 田口史雄, 名和豊春: スケーリングの進行性に及ぼす凍結融解を受けるまでの期間の暴露環境の影響, 土木学会論文集 E Vol.66, No.3, pp.348-365, 2010.9

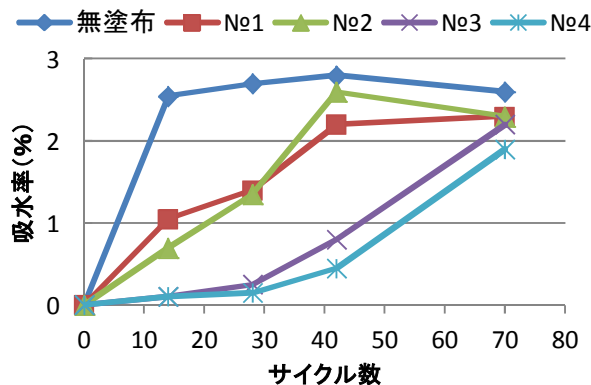


図-2 試験体の吸水率

表-3 含浸深さと見かけの密度

| 試験体  | 含浸深さ(mm) | 見かけの密度(g/cm <sup>3</sup> ) |
|------|----------|----------------------------|
| No.1 | 2.5      | 0.019                      |
| No.2 | 3.7      | 0.026                      |
| No.3 | 6.4      | 0.030                      |
| No.4 | 7.3      | 0.039                      |