

含水状態が異なるモルタル基板に対するシラン系表面含浸材の凍害抑制効果 Frost Damage Suppression Effect of Silane Type Surface Penetrant on Mortar with Different Moisture Conditions

○木村優世*, 金森拓也*, 川邊翔平*, 森 充広*, 岩瀬裕之**, 泉 伸一**, 豊吉明彦**

Kimura Y., Kanamori T., Kawabe S., Mori M., Iwase H., Izumi S. and Toyoshi A.

1. はじめに

凍害は、コンクリート内部に含まれている水分が凍結と融解を繰り返すことによって生じる劣化現象であり、外部からの水分供給等により含水率が高い箇所で顕在化しやすい¹⁾。そのため、原因となる水分の供給を抑制することが、凍害の防止に効果的であると考えられ、その場合、吸水抑制効果の高いシラン系表面含浸材の施工は有効な対策となりうる。

シラン系表面含浸材は、一般的に乾燥面に塗布することで、その効果が適切に発現する²⁾。しかし、農業水利施設への施工を想定すると、施工時期や周辺環境などから必ずしも乾燥状態での施工が可能とは限らないと考えられる。そこで本研究では、シラン系表面含浸材の凍害抑制効果を対象とし、施工対象のモルタル基板の含水状態が及ぼす影響をスケーリング促進劣化試験により検証する。

2. 試験方法

2.1 試験体の作製 試験用基板は、水セメント比 50%、砂セメント比 3 のモルタルにて作製した³⁾。100×100×400 mm の型枠で成形し、1 日後に脱型、材齢 7 日まで水中養生を行った後、約 100×100×100 mm となるよう 4 等分に切断した。さらに材齢 32 日まで気中で養生した後、含水状態の調整を行った。なお、フレッシュコンクリートの空気量は 4.2% であった。

含水状態は塗布時に含水比（絶対乾燥質量に対する水分の質量）0%、4%、6%となるように調整した。105°C の乾燥炉内で、1 日あたりの質量変化量が 0.1% 以下になる（材齢 38 日）まで乾燥させ、その時点での含水比を 0% とみなした。含水比 0% とする試験用基板はシリカゲルとともに、4% および 6% とする基板は所定の量の水とともに密閉袋に入れ、袋内の水をすべて吸収する（材齢 51 日）まで保管した。

含水状態の調整後、切断面にシラン系表面含浸材 2 種類 (S_1 , S_2) を刷毛塗りした。これにより、試験条件は含浸材 3 条件（無塗布、 S_1 , S_2 ）とモルタル基板の含水比 3 条件（0%、4%、6%）の組合せで全 9 条件となる。含浸材塗布後、すべての試験体の側面 4 面をエポキシ樹脂で覆い、材齢 65 日から促進劣化試験を開始した。

2.2 スケーリングに対する抵抗性試験 図-1 に示すように、容器内にスペーサー、試験液（濃度 3% の NaCl 水溶液）、試験体、ビニールシートを設置し、この試験容器ごと試験槽に入れて、凍結・融解作用を与える⁵⁾。

凍結・融解の 1 サイクルは、20°C から -20°C までの減温 4 時間、-20°C の保持 3 時間、-20°C から 20°C までの

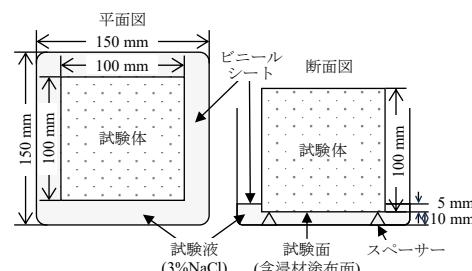


図-1 試験体を設置する容器の平面図および断面図
Plan and cross section of container for specimen
文献 4) より作成

* 国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構 農村工学研究部門 Institute for Rural Engineering, NARO

** 泉建設工業株式会社 Izumi Kensetsu Kogyo Co., Ltd.

キーワード 表面含浸材, 凍害, 施工管理

加温 4 時間、20°Cの保持 1 時間の計 12 時間で構成される。これを最大 240 回繰返し、12±2 回ごとにスケーリング量（スケーリング片の乾燥質量）を計測する。

3. 結果および考察

図-2 に凍結融解サイクル数に対する累積スケーリング量の推移を示す。

含浸材無塗布の試験体は 14 回時点からスケーリングが目視確認された。試験序盤では含水比 0%、6% の試験体の劣化が目立ったが、48 回で 4% の試験体も同程度の累積スケーリング量となった。この要因として、既報⁴⁾では、6% の試験体はスケーリングの原因となる水分が多いこと、一方 0% の試験体は試験開始後に NaCl 水溶液を吸収し、浸透圧が大きくなつたことを挙げている。

含浸材 S₁を塗布した試験体では、6% のものは 70 回から、0%、4% のものは 120 回からスケーリングを目視確認した。6% の試験体はスケーリング確認後その進行速度は大きくなつたが、0%、4% の試験体では試験終了（240 回）まで徐々にしか進行しなかつた。このことから S₁は含水比 4% 以下のモルタル基板に施工することでより大きな凍害抑制効果が得られると考えられる。

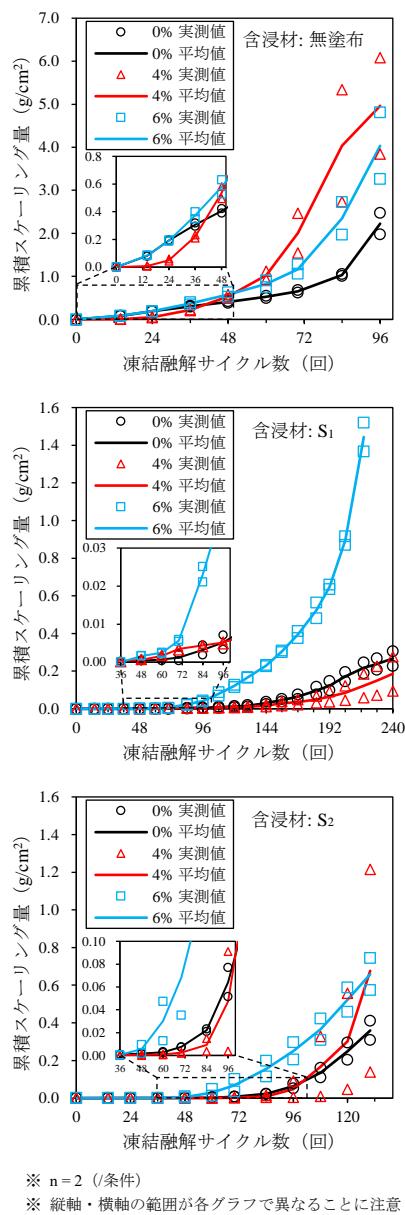
含浸材 S₂を塗布した試験体では、6% のものは 48 回から、0%、4% のものは 70 回からスケーリングを目視確認した。累積スケーリング量の平均値（図-2 中実線）からも、0% と 4% の試験体に比べ、6% の試験体のスケーリングが先に進行していることが分かる。ただし、4% の試験体のうち 1 つは最終的に 6% のものよりもスケーリングが進行した。この要因は不明であるが、S₂の凍害抑制効果をより大きく得るためのモルタル基板の含水比の閾値が 4% 付近にある可能性が考えられる。

4. まとめ

本研究では、シラン系表面含浸材の凍害抑制効果について、施工対象の含水状態が及ぼす影響をスケーリング促進劣化試験により検証した。その結果、含浸材を塗布した試験体は無塗布の試験体に比べると、いずれの含水条件においても凍害への抵抗性が高くなることが確認された。ただし、その効果は含水比 0% および 4% の試験体に比べ、含水比 6% の試験体で小さくなつた。このことから、シラン系表面含浸材の凍害抑制効果は乾燥状態の面に塗布することで、より大きく得られると考えられる。

引用文献

- 1) 2022 年制定コンクリート標準示方書【維持管理編】、土木学会（2022）
- 2) 表面保護工法設計施工指針（案）【工種別マニュアル編】、土木学会（2005）
- 3) JSCE-K 571-2013 表面含浸材の試験方法（5. 試験体）、土木学会（2013）
- 4) 金森ら：表面含浸材のスケーリング抑制効果に及ぼす施工時の基盤含水状態の影響、農業農村工学会論文集 319 (92-2), pp. II_61~II_68 (2024)
- 5) JSCE-K 572-2018 けい酸塩系表面含浸材の試験方法（6.10 スケーリングに対する抵抗性試験）、土木学会（2018）



※ n = 2 (条件)
※ 縦軸・横軸の範囲が各グラフで異なることに注意

図-2 累積スケーリング量の推移
Changes in cumulative amount of scaling