

表面含浸材を施工したモルタルのスケーリング抑制効果

(公財) 鉄道総合技術研究所 材料技術研究部 コンクリート材料 正会員 ○千頭 啓司
 (公財) 鉄道総合技術研究所 材料技術研究部 コンクリート材料 正会員 鈴木 浩明
 (公財) 鉄道総合技術研究所 材料技術研究部 コンクリート材料 正会員 上原 元樹

1. 目的

寒冷地の鉄道構造物において凍害（スケーリング）が生じている箇所は多く確認されおり^{1) 2)}、コンクリート片の剥落による第3者被害あるいは断面欠損の進行による構造物の耐久性への懸念から、効果的な予防対策が求められている。本研究では、凍結防止剤が使用されておらず、淡水が作用する環境における表面含浸材のスケーリング抑制効果を明らかにすることを目的として、表面含浸材を塗布したモルタル供試体による凍結融解試験を行った。本論文ではその結果を示す。

2. モルタル供試体による凍結融解試験

モルタル供試体は、実際にスケーリングが発生している高架橋スラブの配合を参考にして製作した。なお、当該箇所におけるコンクリートの空気量は少ないことが分かっている²⁾ことから、空気量の少ない配合となっている。表-1に供試体の使用材料を、表-2に配合を示す。細骨材は、JIS R 5201に基づく強さ試験用の標準砂を使用した。供試体に用いたモルタルの水セメント比は50%とし、AE剤による空気量の調整は実施しなかった。試験体の寸法はφ10cm×10cmの円柱とした。材齢1日で脱型した後、材齢28日まで温度20°Cの環境下で気中養生を行った。

表-1 使用材料

材料(記号)	種類	生産者
セメント(C)	普通ポルトランドセメント	太平洋セメント(株)
細骨材(S)	標準砂	セメント協会
練混ぜ水(W)	上水道水	—

表-2 配合

水セメント比 W/C(%)	細骨材率 S/a(%)	単位量(kg/m ³)				
		水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	混和剤 A
50	100	300	600	1350	—	—

3. 表面含浸材の施工

表面含浸材の施工は、無塗布、シラン・シロキサ系（以下、シラン系）3種類、ケイ酸ナトリウム系（以下、ケイ酸塩系）1種類の計5種類とし、3個ずつ製作した。表-3に表面含浸材の特徴と成分を示す。材齢28日後に表面含浸材を打込み面に塗布し、塗布量は各材料の標準塗布量とした。ケイ酸塩系については、防水を目的とした場合の塗布量とし、150(g/m²)を2回塗布している。塗布後、温度20°Cの環境下で1日間気中養生を行った。また、強度試験用に円柱試験体φ50×100mmを3体作製し、28日経過時にJIS A 1108に準じて圧縮強度を測定した。さらに、トレント法により試験面である打込み面の表層透気係数を測定した。

表-3 表面含浸材の特徴と成分

番号	成分	有効成分	状態	塗布量	含浸深さ※
K	ケイ酸ナトリウム	—	無色透明液状	300 g/m ² (150g/m ² ×2)	—
S1	シラン・シロキサ	80%	白色ペースト状	200g/m ²	4.1mm
S2	シラン・シロキサ	90%以上	半透明ジェル状	200g/m ²	8.0mm
S3	シラン・シロキサ	90%以上	白色ジェル状	350g/m ²	6.0~9.0mm

※表面含浸材の試験方法（案）JSCE K 571に基づくモルタル基盤での試験（メーカーカタログ値）

キーワード 凍害、スケーリング、表面含浸材、凍結融解試験、モルタル

連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 (公財) 鉄道総合技術研究所 材料技術研究部 TEL 042-573-7338

4. 供試体の基礎特性

圧縮強度は 14.9(N/mm²)、空気量はモルタルエアメーターで測定して 2.0%であった。透気係数は含浸材塗布前の試験面に対してトレント法により測定し、いずれの供試体も 10(×10⁻¹⁶m²)を超えており、品質のグレーディングは極劣となるものであった。これは 1 日脱型で、打込み面を試験面としており、凍害などで表層部の劣化がある程度進行している状態を想定している。含水率は電気抵抗式水分計（道路橋床版水分計 HI-100）で測定し、各表面含浸材のマニュアル上で塗布可能な範囲の含水率であることを確認している。

5. 凍結融解試験結果

図-1 に凍結融解試験の終了サイクル数を示す。ケイ酸塩系の含浸材を塗布した供試体（K-1, 2, 3）は、無塗布の供試体（無-1, 2, 3）と比較して、同じまたはより早くスケーリングが進行した。一方で、シラン系の含浸材を塗布した供試体（S1-1, 2, 3・S2-1, 2, 3・S3-1, 2, 3）は、無塗布の供試体と比較して、スケーリングの進行が遅くなることが確認された。なお、S3-1, S3-3 の供試体については現在も試験を継続中である。また、含浸材深さが大きい材料ほどスケーリングの進行が遅くなる傾向となることが分かった。

図-2 に、S1-2 のスケーリング状況を示す。表層部の撥水機能は残存しているが、あるサイクル数で試験面にひび割れが発生し、そこから水が内部に侵入し、最終的に撥水層全体が押し出されるような形で剥離していた。さらに、試験終了時のスケーリング量は含浸材深さが大きいほど多くなる傾向にあった。これは図-3 に示すように、撥水層が一体で剥離しており、含浸深さが大きく撥水層が厚いほどスケーリング量が大きくなったためと考えられる。S3-1, 3 のようにまだスケーリングが発生していない場合もあるが、表層にひび割れが生じた場合は、スケーリングが急激に進行し、スケーリング量も増大することが分かった。

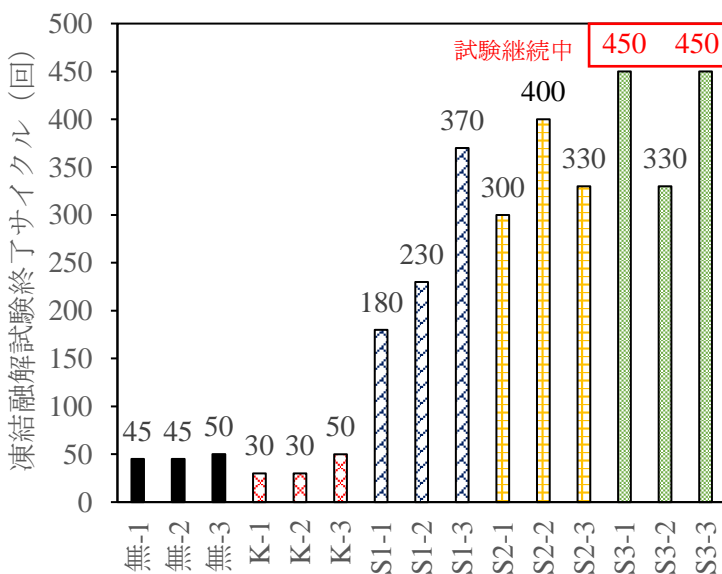


図-1 凍結融解試験結果



図-2 スケーリング状況 (S1-2)

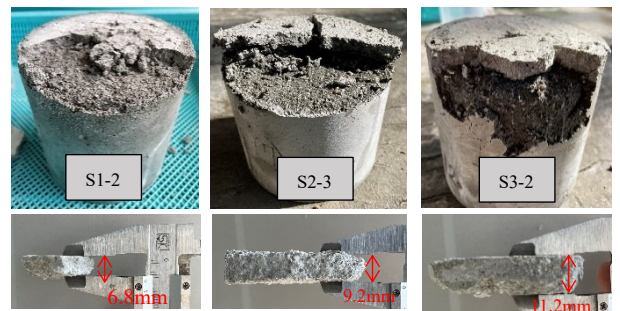


図-3 剥離箇所

6. まとめ

モルタル供試体による凍結融解試験の結果から、ケイ酸塩系含浸材はスケーリング抑制効果が低く、シラン系含浸材は含浸材深さが大きい材料ほどスケーリング抑制効果が高いことが分かった。シラン系含浸材は表層にひび割れが生じた場合は、スケーリングが急激に進行し、スケーリング量も増大することが分かった。

参考文献

- 1) 菅原寛文, 廣田元嗣: 寒冷地に位置する高架橋の劣化に関する検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.39, No.2, pp.1219-1224, 2017
- 2) 三浦秀一郎, 高山充直: コンクリート鉄道構造物の凍害とその影響因子, セメント・コンクリート, Vol.850, pp.40-46, 2017.12