

## 塩害および凍害環境下における浸透性吸水防止材を塗布したコンクリートの暴露試験

鹿島技術研究所 正会員 ○芦澤 良一 正会員 林 大介 フェロー会員 坂田 昇  
 独立行政法人土木研究所 寒地土木研究所 正会員 田口 史雄 正会員 遠藤 裕丈

## 1. はじめに

一般に、塩害および凍害が複合的に作用する環境ではコンクリートの劣化が促進されることが知られており、スケーリングなどの激しい劣化が生じる場合がある<sup>1)</sup>。複合劣化を抑制する手法の一つとして、水分や塩化物イオンの浸透を抑制する浸透性吸水防止材の適用が挙げられるが、複合劣化が作用する実環境下における浸透性吸水防止材の長期的な性能に関するデータが少ないのが現状である。本論では、浸透性吸水防止材を塗布したコンクリート供試体を塩害および凍害が複合的に作用する環境下に4年間暴露し、浸透性吸水防止材自体の耐久性や複合劣化抑制効果について検討した。

## 2. 実験概要

## (1) 供試体概要

使用材料およびコンクリートの配合をそれぞれ表-1および表-2に示す。供試体は、普通ポルトランドセメントを用いたW/Cが44.3%のコンクリートとし、寸法をφ125×250mmとした。浸透性吸水防止材にはシラン・シロキサン系の材料<sup>2)</sup>を用い、同材料の標準塗布量である200g/m<sup>2</sup>を供試体全面に塗布した。ただし、後述する塩化物イオン量測定用の供試体については、打込み時の仕上げ面と底面のみを塗布とし、側面はエポキシシーリングした。また、比較として、浸透性吸水防止材を塗布しない場合についても暴露試験を実施した。

## (2) 試験方法

暴露箇所は北海道の日本海側における図-1に示すような沿岸部であり、塩害および凍害が複合的に作用する環境下にある。供試体は打込み時の仕上げ面が上向きになるよう設置し、暴露開始から1年、2年および4年経過時に表-3に示す試験を実施した。ここで、目視による外観観察にてスケーリングが確認された場合には、その面積と深さおよび供試体重量の測定により劣化程度を定量的に評価するものとしたが、今回までの検討ではスケーリングが確認されなかったため、供試体重量の測定のみを行った。また、所定の供試体を回収し、浸透性吸水防止材の浸透深さ、中性化深さおよび全塩化物イオン量を測定した。

## 3. 実験結果

## (1) 浸透性吸水防止材自体の耐久性

浸透性吸水防止材を塗布した供試体の仕上げ面および型枠面の浸透深さの平均値は、1年時で4.2mm、2年時および4年時でそれぞれ5.9mmであり、ばらつきは

表-1 使用材料

項目	記号	摘要
上水道水	W	密度 ; 1.0g/cm <sup>3</sup>
セメント	C	普通ポルトランドセメント, 密度 ; 3.16g/cm <sup>3</sup>
細骨材	S	表乾密度 ; 2.58g/cm <sup>3</sup> , F.M. ; 2.75
粗骨材 1	G1	表乾密度 ; 2.66g/cm <sup>3</sup> , 実積率 ; 58.8%
粗骨材 2	G2	表乾密度 ; 2.65g/cm <sup>3</sup> , 実積率 ; 58.3%
膨張材	E	エトリンガイド系
混和剤	Ad	AE 減水剤
浸透性吸水防止材	-	シラン・シロキサン系

表-2 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	Air (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )						Ad (C%)
			W	C	E	S	G1	G2	
44.3	43.5	5.5	138	312	30	765	477	583	1%



図-1 暴露状況

表-3 試験項目

試験項目	試験方法
外観観察	目視観察
スケーリング状況	スケーリング面積、深さおよび供試体重量を測定
浸透性吸水防止材の浸透深さ	割裂面に水を噴霧し、濡色にならない範囲の表面からの深さを測定
中性化深さ	JIS A 1152 に準拠
全塩化物イオン量	JIS A 1154 に準拠

キーワード 浸透性吸水防止材, 塩害, 凍害, 複合劣化, 暴露試験

連絡先 〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 鹿島技術研究所 TEL 042-489-7076

あるものの暴露開始から4年経過時においても暴露開始1年時と同等の深さの撥水層を保持していることが確認された。

(2) 複合劣化抑制効果

図-2に、各年時における供試体重量の平均値を示す。なお、同図には供試体重量の最大および最小値も併記した。各年時における浸透性吸水防止材を塗布した場合の供試体重量は、塗布しない場合よりも150g程度小さい傾向であった。これは、外観観察において供試体にスクレーリングなどの損傷が認められなかったことから、供試体の含水率による影響と考えられる。すなわち、浸透性吸水防止材を塗布した場合は、コンクリート内部への水分の浸透を抑制するとともに、内部の水分を水蒸気として外部へ放出し、供試体の含水率が低下したことが考えられる。

また、図-3に、仕上げ面からの深さ方向における全塩化物イオン量の測定結果を示す。暴露開始1年時では、浸透性吸水防止材を塗布した場合における深さ5mmの位置の塩化物イオン量は、塗布しない場合の1/3程度であった。暴露開始2年時および4年時では、塗布した場合には1年時とほとんど変わらない塩化物イオン分布となったが、塗布しない場合には時間とともに塩化物イオンが内部まで浸透する傾向にあった。以上より、暴露開始4年経過時においても、浸透性吸水防止材は水分や塩化物イオンの浸透抑制効果を保持していることが確認され、塩害および凍害劣化の抑制に対して有効であることが推察される。

一方で、図-4に示す供試体仕上げ面と側面の中性化深さの平均値では、各年時において浸透性吸水防止材を塗布した場合の方が塗布しない場合よりも大きくなる結果となった。これは、一般に沿岸部などでは湿度が高いため中性化が進行しにくい、前述したように浸透性吸水防止材を塗布することで供試体が乾燥し、中性化が進行しやすい含水率になったためと考えられる<sup>3)</sup>。

4. おわりに

本試験の範囲では、浸透性吸水防止材を塗布したコンクリートは暴露開始から4年経過した時点においても撥水層を保持し、水分や塩化物イオンの浸透を抑制していることが確認され、塩害および凍害劣化の抑制に対して有効であることが考えられた。一方で、中性化に対しては浸透性吸水防止材を塗布することで若干中性化深さが大きくなる傾向が確認され、浸透性吸水防止材の適用に際して留意が必要であることが考えられた。今後、継続的にデータを取得・蓄積して浸透性吸水防止材の長期的な性能について評価を行う予定である。

参考文献

- 1) 遠藤裕丈, 田口史雄, 谷本俊充: 寒冷環境下でのシラン系表面含浸材の試験施工1年目の評価, コンクリートの表面被覆および表面改質技術研究小委員会報告, コンクリート技術シリーズ 68, 2006年4月, pp. 237-254
- 2) 林大介, 坂田昇, 三村俊幸, 神澤弘: シラン・シロキサ系撥水材の開発, コンクリート工学年次論文集, Vol. 22 No. 1, 2002年6月, pp. 301-306
- 3) 林大介, 守屋進, 杉田好春: 各種浸透性コンクリート保護材の性能に関する実験的検討, コンクリートの表面被覆および表面改質に関するシンポジウム論文集, コンクリート技術シリーズ 59, 2004年2月, pp. 45-54

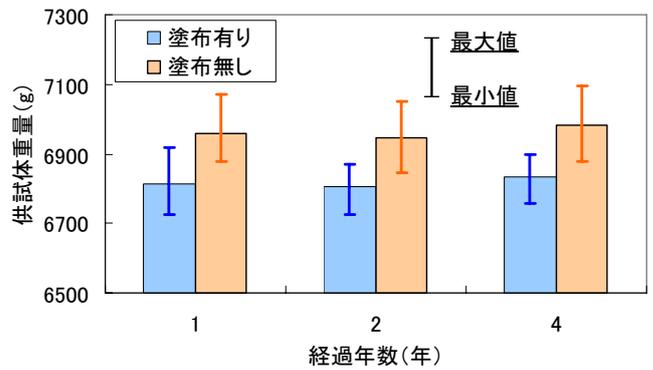


図-2 供試体重量の測定結果

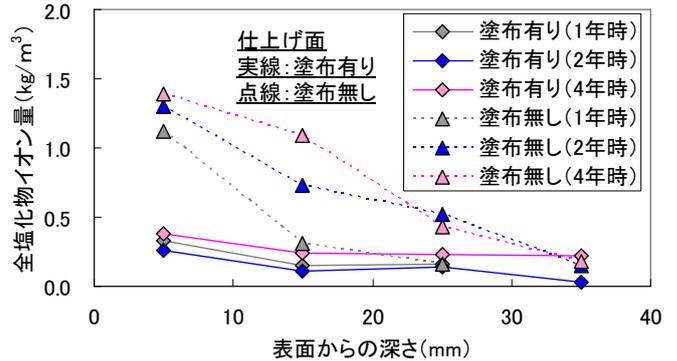


図-3 塩化物イオン量の測定結果

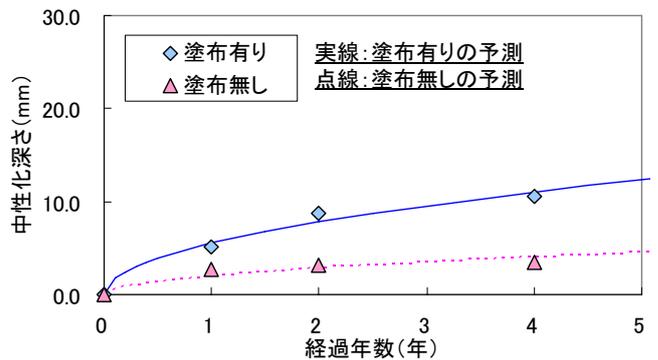


図-4 中性化深さの測定結果