

低温下でのシラン系表面含浸材の含浸性に関する基礎実験

国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 正会員 ○遠藤 裕丈
 国立研究開発法人土木研究所 寒地土木研究所 正会員 安中新太郎

1. はじめに

シラン系表面含浸材（以下、シランと記す）は、水や塩化物イオンの侵入抑制機能をコンクリート表層へ付与する浸透性の保護材である。施工性や経済性に優れ、寒冷地ではコンクリートの凍・塩害抑制対策として使用されている¹⁾。

シランは気温 5℃以下の環境は適用対象外²⁾とされ、多くの製品も常温施工を原則としている。一方、寒冷地では作業工程の関係でやむを得ず厳冬期に塗布することがある（写真-1）。作業を合理的に行うには防寒仮囲いの温度や撤去時期等を適切に定める必要がある。しかし、低温下での含浸性に関する情報が少なく、厳冬期の施工仕様は十分確立されておらず、手探りで行われることもある。このため、低温下での最適な塗布工程の策定に必要な施工要領の整備が急がれる。

本研究ではシランの冬期施工要領の策定に向けての一環として、低温下でのシランの含浸性を調べる基礎実験を行った。

2. 実験概要

表-1に配合を示す。セメントは普通ポルトランドセメントもしくは早強ポルトランドセメントを使用した。水セメント比は55%とし、細骨材は除塩処理済の海砂（密度 2.69g/cm³、吸水率 1.19%）、粗骨材は碎石（密度 2.67g/cm³、吸水率 1.80%、最大粒径 25mm）を用いた。供試体の寸法は100mm×100mm×200mmとした。供試体は冬期施工を想定して寒中コンクリートとして作製することとし、養生行程を図-1³⁾のように設定した。養生温度は5℃とした。養生終了後、図-2に示す行程でシランの塗布、含浸深さの測定を行った。静置・塗布温度は-10℃、0℃、5℃、10℃、20℃の5水準とした。シランは、0℃以下で塗布を行うため水系を検討対象から除外し、北海道開発局道路設計要領の基準¹⁾を満たす無溶剤系3製品（材料1、材料2、材料3と記す）を選定した。これら3製品は-20℃でも凍結しないことを予備実験で確認している（写真-2）。塗布量は統一せず、各製品メーカー指定の標準量とした。塗布面は打設面（100mm×200mm）とした。含浸深さは供試体を割裂し、割裂面に水を噴霧して撥水を呈した範囲をシランの含浸域と判断し、ノギスを用いて測定した。



写真-1 厳冬期における防寒仮囲い内でのシラン塗布状況の一例（手前の黒板は画像処理を行っている）

表-1 コンクリートの配合・圧縮強度

使用セメント	水セメント比	単位量 (kg/m ³)				圧縮強度 (MPa)
		水	セメント	細骨材	粗骨材	
普通	55%	145	264	879	1067	25.4(11日)
早強						22.9(7日)

普通・普通ポルトランドセメント、早強・早強ポルトランドセメント、圧縮強度は図-1の養生終了時に調べた値（カッコは材齢）

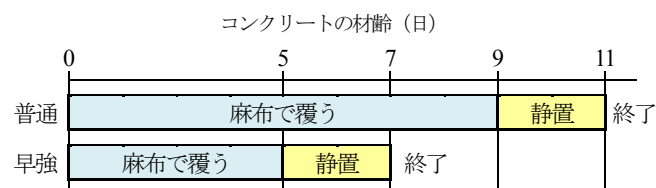


図-1 コンクリートの養生行程（養生温度は開始から終了まで5℃）

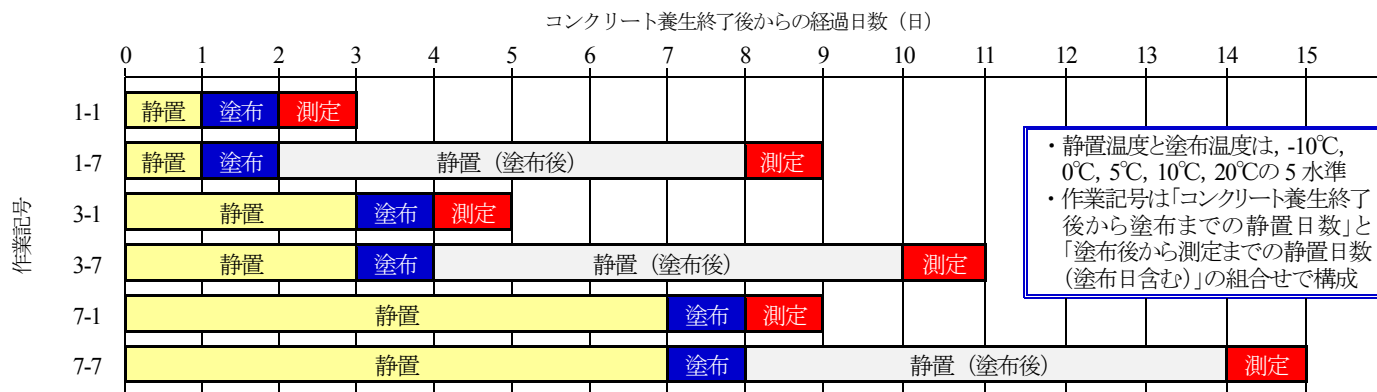


図-2 塗布作業および測定作業の行程

キーワード コンクリート、シラン系表面含浸材、低温、含浸深さ

〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号 TEL 011-841-1719 FAX 011-837-8165

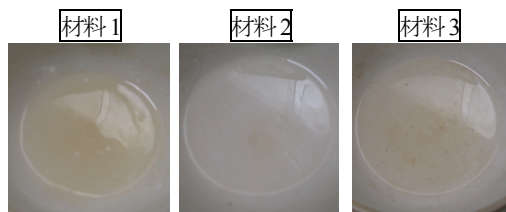


写真-2 -20℃の環境に1日静置したシランの外観

3. 実験結果・考察

図-3 は高周波式水分計で調べたシラン塗布時のコンクリート表面水分率である。常温下は約 6.5%，低温下は約 5.5%で常温下の方が大きかった。実験室では人工的に低温の空気をつくり出すとき、強制的に除湿が行われるため、低温下では表面近傍の水分が外気に奪われたことが考えられる。

図-4 は普通ポルトランドセメントを用いた供試体の作業記号 1-1, 3-1, 7-1 (塗布翌日に測定) における含浸深さの測定結果である。今回選定したいいずれの材料においても、表面水分率が 5.5～6.5%程度で、静置温度が-10～20℃の範囲では、含浸深さに及ぼす温度および塗布前の静置期間の影響はみられなかった。

図-5 は含浸に及ぼす経過日数の影響を示している。全ての温度・材料水準の 6 割は塗布 7 日後の方が平均 2.5mm 大きい傾向を示したが、塗布翌日の段階でも 10mm 近く含浸している。施工条件によるが、本実験の範囲では-10℃でも塗布後静置 1 日で十分な厚さの吸水防止層が形成される結果となった。

図-6 に含浸に及ぼす使用セメントの影響を示す。全体的に早強ポルトランドセメントを使用した方が含浸深さは小さい結果となった。養生後の静置において早強ポルトランドセメントを使用した供試体の強度が増進⁴⁾し、含浸経路に相当する空隙が減少した可能性がある。なお、縦軸に着目すると、早強ポルトランドセメントを使用した場合も-10℃で平均約 9mm 含浸しており、低温の影響は小さいと言える。

4. まとめ

寒中コンクリートとして作製した供試体 (100mm×100mm×200mm) に北海道開発局道路設計要領の基準¹⁾を満たす無溶剤系 3 製品を塗布し、表面水分率 5.5～6.5%程度、静置温度-10～20℃では含浸に及ぼす温度の影響は小さい知見を得た。今後は低温下での含浸に及ぼす供試体寸法や表面水分率の影響、塗布後の耐久性向上効果の評価を行う予定である。

【参考文献】

- 1) 北海道開発局道路設計要領, 第3集橋梁, 第2編コンクリート, 参考資料B「道路橋での表面含浸材の適用にあたっての留意事項」
- 2) 土木学会: 表面保護工法設計施工指針(案) [工種別マニュアル編], コンクリートライブラリー119, p.162, 2005.4
- 3) 土木学会: 2012年制定コンクリート標準示方書 [施工編], p.162
- 4) 日本コンクリート工学協会: コンクリート技術の要点'99, p.9, 1999

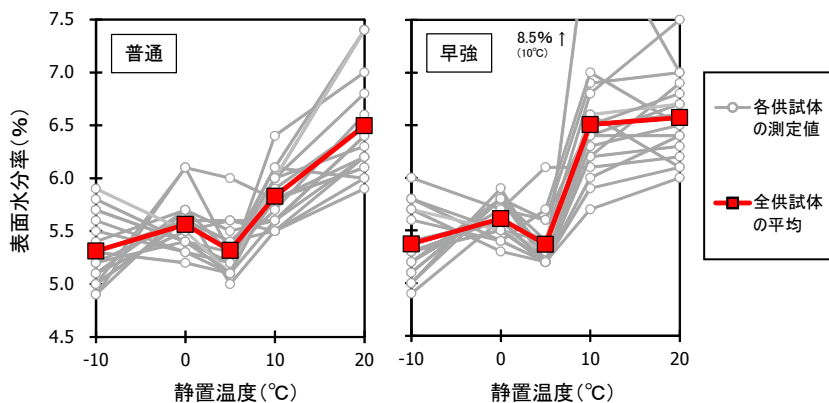


図-3 シラン塗布時におけるコンクリート表面水分率

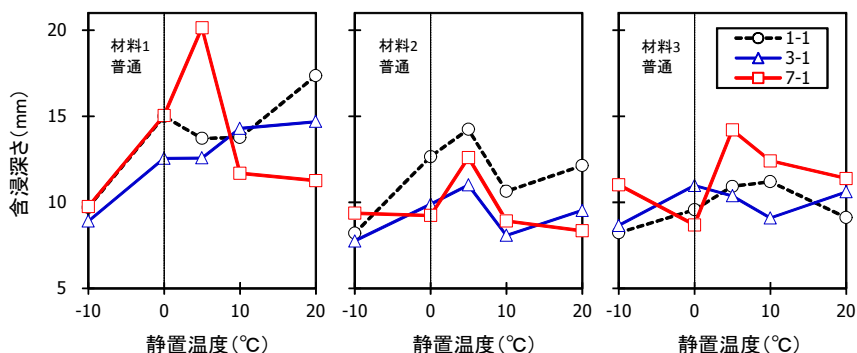
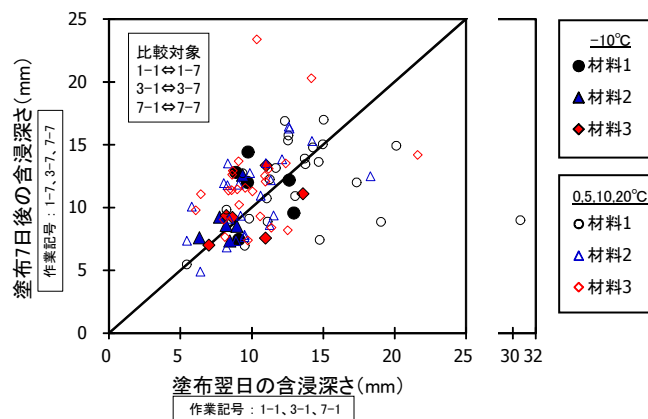
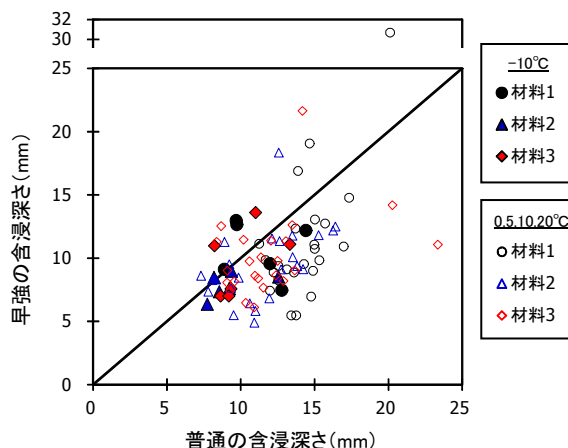


図-4 含浸深さの測定結果 (普通ポルトランドセメント, 塗布翌日に測定)

図-5 含浸に及ぼす塗布後の経過日数の影響
(普通と早強の両セメントの結果を一括表示)図-6 含浸に及ぼす使用セメントの影響
(全ての作業記号のデータを一括表示)