

寒冷沿岸域に5年間暴露したけい酸塩系表面含浸材塗布コンクリートの性能評価

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 島多 昭典

1. はじめに

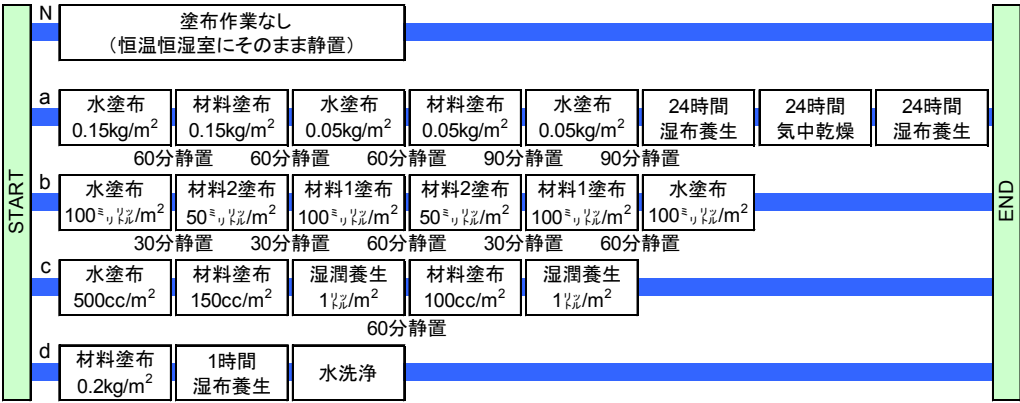
表面含浸材は、耐久性向上に資する所定の機能をコンクリートに付与するための浸透性の保護材である。施工性、経済性、安全性に優れており、厳しい財政事情の下で多くのコンクリート構造物の維持・保全を合理的に行う必要性の高まりを受け、近年、現場で広く使用されている。主に吸水抑制機能を付与するシラン系と、空隙充填機能を付与するけい酸塩系に大別されるが、けい酸塩系はシラン系に比べると実環境下での効果に関する情報が少なく、適切な利用法が十分整理されているとは言えない。そこで、適切な利用法の明確化に向け、けい酸塩系表面含浸材を塗布したコンクリートを寒冷沿岸域に約5年暴露し、実環境下での性能を評価した。

2. 実験概要

表-1 に供試体の配合を示す。寸法は10×10×40cmとした。材齢7日まで湿潤養生を施した後、温度20℃、湿度60%の恒温恒湿室に静置した。けい酸塩系表面含浸材の塗布は材齢14日に行った。けい酸塩系表面含浸材は、既報¹⁾で用いた7種類の中から、無塗布よりもプルオフ強度が増加し、細孔量が減少する傾向を大凡示した4種類を選定した。ここでは、この4種類をa, b, c, d, 比較対象である無塗布はNと表記する。塗布面は打設面とした。図-1は今回選定した材料の各メーカーが推奨する塗布方法である。塗布はこれに準じて行った。材齢28日から、北海道増毛町の増毛暴露実験場に5年間暴露した。図-2に実験場の位置、写真-1に暴露の様子を示す。実験場は日本海に面し、年間を通じて塩分が飛来する環境にある。塗布面以外の5面は劣化因子の侵入を防ぐため、エポキシ樹脂でコーティングした。アメダス²⁾によると、暴露5年間の最高気温は33.5℃、最低気温は-15.5℃であった。コンクリートの凍結温度である-2℃³⁾を基準に凍結融解日数と凍結持続日数を調べたところ、暴露5年間の凍結融解日数は398日、凍結持続日数は115日であった。図-3に測定内容を示す。ここでは暴露2, 4年目に塩化物イオン量、暴露5年目に超音波伝播速度、圧縮強度、静弾性係数の測定を行った。

表-1 供試体の配合

記号	使用セメント	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)			
			W	C	S	G
BB45	高炉B種	45	144	320	814	1062
NP45	普通ポルト		140	311	826	1079



※bは主材(材料1)と補助剤(材料2)を使用

図-1 塗布の手順



図-2 増毛暴露実験場の位置



写真-1 暴露の様子

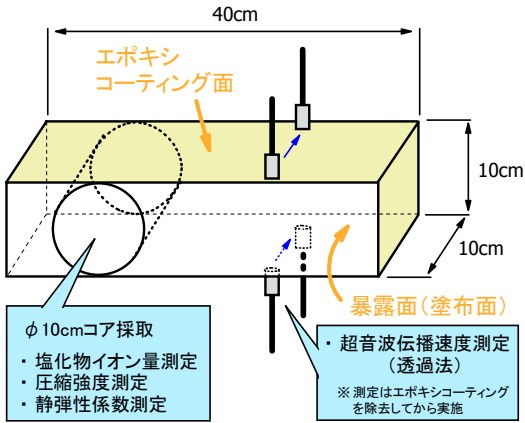


図-3 測定内容

キーワード コンクリート、けい酸塩系表面含浸材、塩化物イオン、超音波伝播速度

〒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

3. 実験結果・考察

図-4 に深さ 0~5cm 間における塩化物イオンの濃度分布を示す。暴露 2 年目に調査したところ、塗布と無塗布の間に明確な差はみられなかった。暴露 4 年目に再度、NP45 の塩化物イオン量について

て調べたところ、傾向は 2 年目と同様であった。

図-5 に暴露 5 年目に調べた供試体内部の超音波伝播速度を示す。回収直後に測定したところ、塗布した供試体はいずれも無塗布に比べると速度は大きい傾向が示された。なお、超音波伝播速度は、コンクリート組織の緻密性と密接な関係にある一方で、コンクリートに水分が多く含まれていると大きく表示されることも知られている⁴⁾。そこで、供試体を 1 日間乾燥させ、水分の影響を除外した上で再度、測定を行った。乾燥温度は、コンクリートの細孔容積に大きな変化を与えないとされる 40℃⁵⁾とした。同じく図-5 に示すように、乾燥させても塗布した方が速度は大きい傾向に変わりはない。すなわち、超音波伝播速度の増加は、けい酸塩系表面含浸材の塗布・含浸によって生成された C-S-H ゲルによる空隙の充填を意味する。

図-6 に暴露 5 年目に調べた圧縮強度と静弾性係数の測定結果を示す。塗布した供試体は無塗布に比べると値が増加しており、空隙の充填を示唆する図-5 と良く対応している。

けい酸塩系表面含浸材を適切に塗布すると、生成された C-S-H ゲルによって空隙の充填がある程度図られ、コンクリート組織の固化が期待されることは確認できた。しかし、塩化物イオンの侵入を抑える効果までは至らなかった。

4. まとめ

本論文では新設部材への適用を想定した検討を行った。けい酸塩系表面含浸材はコンクリート組織の固化を図る目的で選定するのが適当である。コンクリート組織の固化に加えて、劣化因子の侵入抑制を要求性能に設定する場合、シラン系表面含浸材⁶⁾との併用を図ることが望ましい。

【参考文献】

- 1) 遠藤裕丈, 田口史雄, 小野俊博, 登靖博: ケイ酸塩系表面含浸材を施工したコンクリートのスケーリング抵抗性の基礎的評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.29, No.1, pp.1203-1208, 2007.7
- 2) 気象庁ホームページ
- 3) 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.155, 1999.9
- 4) 林田宏, 田口史雄, 嶋田久俊: 超音波伝播速度測定における実コンクリート構造物の凍害深さ推定について, コンクリートの凍結融解抵抗性の評価方法に関するシンポジウム, pp.71-76, 2006.12
- 5) 堀宗朗, 多田浩治, 斎藤裕, 三浦尚: 細孔構造の変化に着目したコンクリートの低温劣化の診断法の基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.13, No.1, pp.723-728, 1991.
- 6) 遠藤裕丈, 島多昭典: 寒冷環境下における約 10 年間のシラン系表面含浸材の効果に関する追跡調査, 第 58 回(平成 26 年度)北海道開発技術研究発表会発表概要集, 2015.2

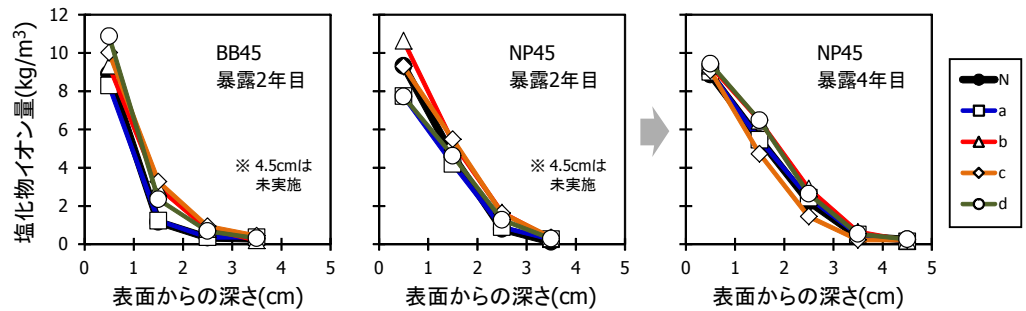


図-4 塩化物イオン量の測定結果

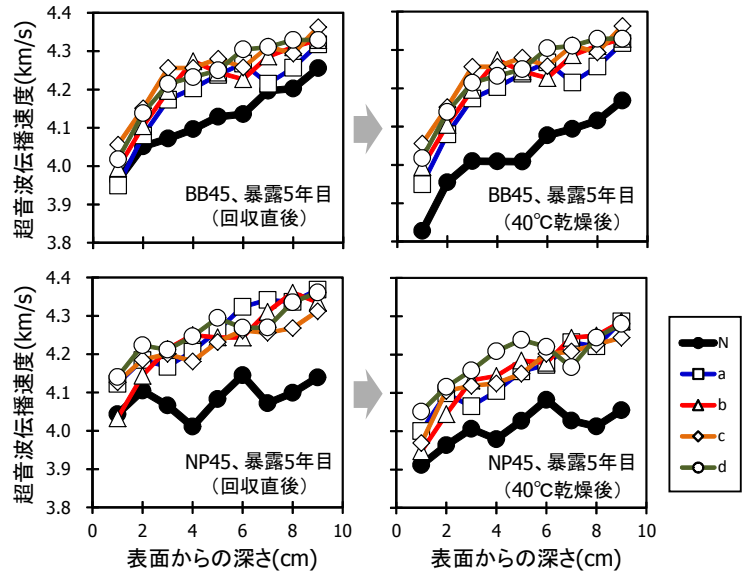


図-5 超音波伝播速度の測定結果

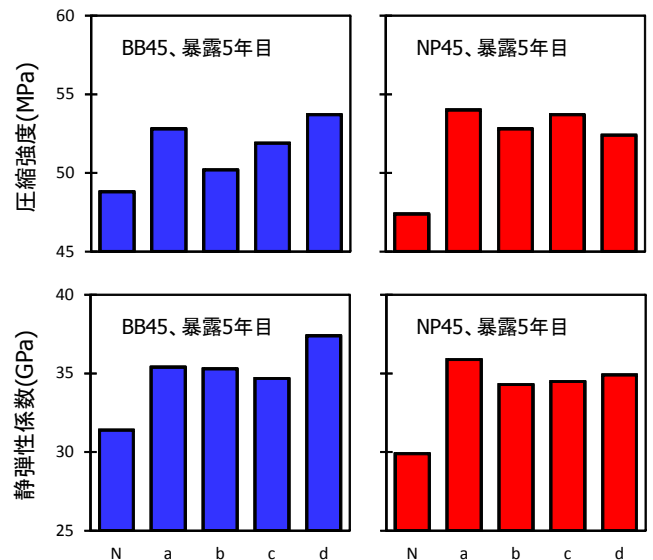


図-6 圧縮強度および静弾性係数の測定結果