

シラン系表面含浸材によるプレキャストコンクリート製品の塩害対策に関する検討

BASF ジャパン(株) 正会員 ○花房 賢治
BASF ジャパン(株) 正会員 大島 正記
BASF ジャパン(株) 正会員 菅俣 匠

1. はじめに

コンクリート構造物の塩害対策工法の一つとして、予防保全から維持保全・補修策の範囲に適用可能なシラン系表面含浸材による表面保護工法がある。シラン系表面含浸材は、①撥水や吸水防止効果により、外部からの水や塩分等の劣化因子の浸透を抑制する、②水蒸気透過性があるためコンクリート内部の水分を滞留させない、③施工が簡便、④構造物の外観に影響しない等の特長から、新設構造物や既設構造物の耐久性向上として、近年現場構造物における施工が増加している工法である。

本検討は、シラン系表面含浸材の中でも鉄筋腐食抑制タイプをプレキャストコンクリート製品に適用した場合の塩害対策効果を把握する目的で、実際のL型擁壁に塗布した場合における塩化物イオン浸透抑制効果について検討を行った。

2. 使用材料および試験方法

試験は、図-1に示す1500×1100×1995mm(W/C=45.6%, 蒸気養生, 最小かぶり厚さ49.5mm)のL型擁壁の前壁を3分割して、表-1の特性を有する鉄筋腐食抑制タイプのシラン系表面含浸材(以下, SPCI)をローラーで300および600ml/m²を無塗布の部分を含んで塗布した。塗布1か月後に含浸深さ測定用にφ75mmのコアを1本、塩化物イオン濃度測定用にφ100mmのコアを12本それぞれ採取した。

含浸深さは、図-2(a)に示すようにコアを割裂後、割裂面に水を噴霧して、吸水しない領域を測定した。なお、コアを割裂した後に深さ方向に10mm間隔で50mmまでスライスしたものを粉碎して試料を用意し、熱分解ガスクロマトグラフィー(以下, PyGC)によって含浸深さを測定した。PyGC法は、粉碎試料を高温の熱分解ユニットで分解し、この分解時に発生するガスをガスクロマトグラフユニットで測定

表-1 使用したシラン系表面含浸材

試料名	密度 (g/cm ³)	有効成分濃度 (%)	塗布量 (ml/m ²)	塗布回数 (回)
鉄筋腐食抑制タイプ シラン系表面含浸材 (SPCI)	0.88	95以上	300	3
			600	6

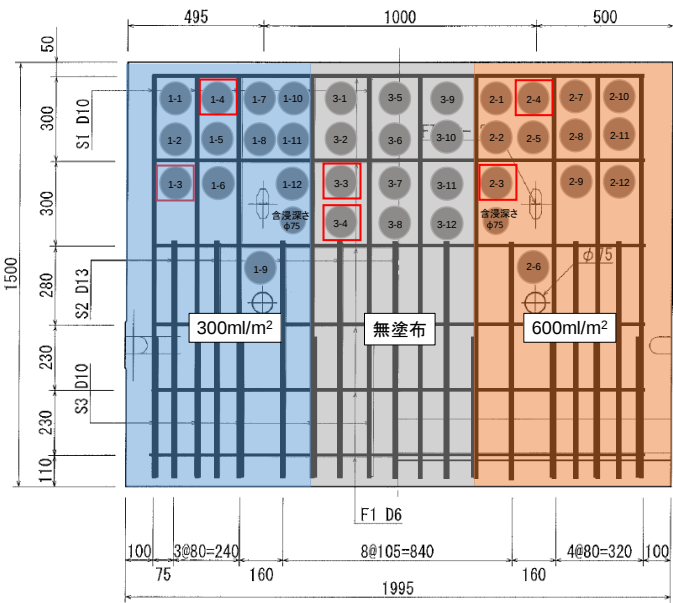


図-1 含浸材塗布位置およびコア採取位置

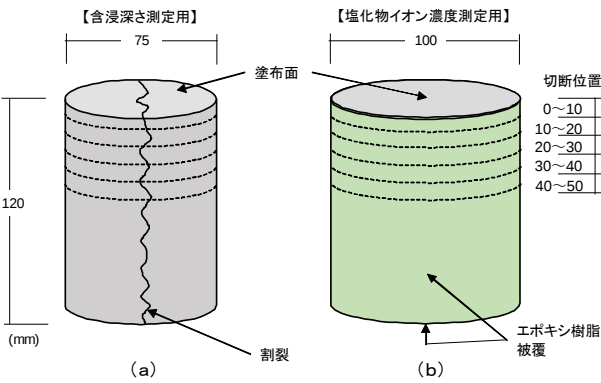


図-2 採取したコアの処理方法

するものであり、SPCIの熱分解成分を検出することで含浸深さを測定する方法である。¹⁾

塩化物イオン濃度測定用は、図-2(b)に示すようにSPCI塗布面以外をエポキシ樹脂塗料でコーティン

キーワード プレキャストコンクリート製品, 塩害, シラン系表面含浸材, 拡散係数, 含浸深さ
連絡先 〒253-0071 神奈川県茅ヶ崎市萩園 2722 BASF ジャパン (株) TEL. 0467-59-5139

グし、浸せきおよび塩化物イオン濃度測定は JSCE-G572-2014 に準拠した。10%NaCl 水溶液への浸せき開始から 1 年経過後に、図-1 に示す赤枠の位置から採取したコアを 2 本取り出し、塗布面から深さ方向 0～10、10～20、20～30、30～40、40～50mm の位置における塩化物イオン濃度を測定した。

3. 試験結果および考察

(1)含浸深さ結果

割裂による平均含浸深さは、300ml/m² で 4.7mm、600ml/m² で 7.0mm とほぼ塗布量に比例して含浸深さは大きくなった。PyGC による熱分解成分の測定結果を表-2 に示す。割裂供試体による含浸深さより深い位置まで SPCI の熱分解成分が検出され、300ml/m² で深さ 30mm、600ml/m² では微量ではあるものの、鉄筋近傍（かぶり厚さ：49.5mm）まで検出された。

(2)塩化物イオンの拡散解析結果

塩化物イオン濃度分布を図-3 に示す。図中には測定結果をもとに無塗布の場合は、Fick の拡散方程式の解による拡散係数、SPCI の場合は、含浸部と非含浸部を考慮した拡散方程式の解から算出した塩化物イオンの見かけの拡散係数 D_{app} を用いた近似曲線を示した。

既往のシラン系表面含浸材を用いた塩分浸透性の報告のとおり D_{app} 、シラン系表面含浸材を塗布することによってコンクリート内部への塩化物イオンの進入を抑制することが確認された。なお、本検討では塗布量による拡散係数に差は認められなかった。今後測定を継続して、塗布量の影響を確認する予定である。

塩化物イオンの見かけの拡散係数と表面塩化物イオン量から、鉄筋位置における鋼材腐食発生の限界濃度 C_{lim} に至る年数を推定した結果を表-3 に示す。シラン系含浸材を塗布した場合、無塗布に比べて鉄筋腐食開始までの期間を対策区分 S 相当で約 60 年、対策区分 I 相当で 80 年に延ばすことが示唆された。なお、本検討に使用した鉄筋腐食抑制タイプは、鉄筋が腐食した場合でも腐食の進行を抑制する効果があるとともに、再塗布による施工も可能であることから、長期に亘る塩害対策として適用可能と考えられる。

4. まとめ

プレキャストコンクリート製品の塩害対策として

表-2 熱分解ガスクロマトグラフィーによる分析結果

塗布量 (ml/m ²)	分析結果(Peak area / mg)				
	0～10mm	10～20mm	20～30mm	30～40mm	40～50mm
300	53.60	3.94	0.06	不検出	不検出
600	64.88	7.64	0.11	0.05	0.02

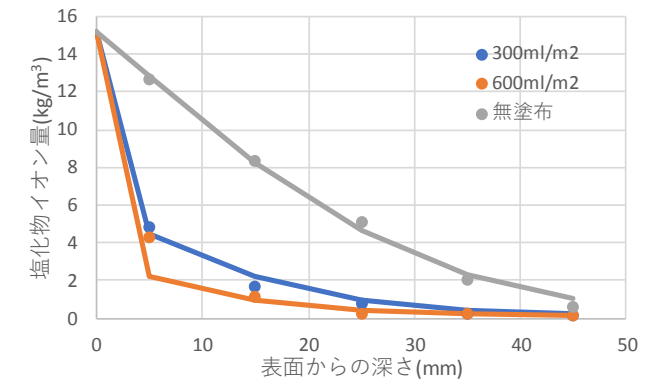


図-3 塩化物イオン濃度分布（浸せき 1 年）

表-3 各区分における鋼材腐食発生限界濃度に至る年数

コンクリート表面 塩化物イオン濃度 C_0 (kg/m ³)	地域 区分	対策 区分	鋼材腐食発生の限界濃度に至る年数		
			無塗布	300ml/m ²	600ml/m ²
13.0	A,B,C	S	2年	61年	61年
9.0	A,B	S	3年	83年	83年
4.5	A,B	I	8年	100年以上	100年以上
2.5	A,B,C	II	65年	100年以上	100年以上

※鋼材腐食限界塩分濃度（ C_{lim} ）：2.0kg/m³

のシラン系表面含浸材の適用性について以下の知見が得られた。

- (1)本検討のシラン系表面含浸材は、含浸深さより深い位置まで浸透し、塗布量を多くすることで鉄筋位置近傍まで浸透することができる。
- (2)シラン系表面含浸材を塗布することにより、長期の塩害対策としての効果が期待できる。
- (3)今回の促進試験のみならず、実際の暴露環境における試験データも蓄積する予定である。

参考文献:

- 1) 植松 俊幸, 神代 泰道, 酒井 正樹：シラン系含浸材の注入による鉄筋腐食抑制, 日本建築学会大会学術講演梗概集 1135, 2018
- 2) 土木学会：けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針（案）コンクリートライブラリー137, 2017.2
- 3) 土木学会：コンクリート標準示方書【設計編：標準】2017 年制定