

各種シラン系表面含浸材の塩分浸透性の評価

大成建設(株) 土木技術研究所 正会員 ○岡本 礼子
 大成建設(株) 土木技術研究所 正会員 宮原 茂禎
 大成建設(株) 土木技術研究所 正会員 白井 達哉
 大成建設(株) 土木技術部 山中 正彦

1. はじめに

シラン系表面含浸材を用いてコンクリートの耐久性を高める方法は施工が簡便であり、コスト面でも比較的有利である。シラン系表面含浸材は撥水材料であり、防水効果が高いことから遮塩性能に優れていることが知られており、既に道路橋の橋脚、高欄などでは耐久性向上のため使用されている。

表面含浸材が耐久性向上を目的として使用されるようになってまだ年数が短く、高炉セメントを用いた場合のデータの蓄積は少ない。本研究では高炉セメント B 種を用いたコンクリート試験片に表面含浸材を塗布し、3%塩化ナトリウム (NaCl) 水溶液への浸せき試験を行った。この結果から見掛けの塩化物イオンの拡散係数を求め、表面含浸材の塗布による拡散係数の低減効果と塩分浸透性を比較、評価した。

2. 使用材料及び試験方法

シラン系表面含浸材はシラン化合物を希釈する溶媒の種類により水系、溶剤系、無溶剤系と分けられる。今回はそれぞれから 1 種類ずつを選定して試験材料とした(表-1)。

表-1 使用したシラン系表面含浸材と塗布条件

材料	溶媒種類	塗布量	塗布回数
A	水系	0.3kg/m ²	2回
B	溶剤系	0.3kg/m ²	2回
C	無溶剤系	0.4kg/m ²	1回

試験片はφ10×20cmの円筒形試験体の上下2.5cmを切断してφ10×15cmとした。切断面(共試面)1面以外をエポキシ樹脂塗料でコーティングした後、共試面に3種類の含浸材をカタログ仕様に基つき、刷毛又はへらを用いて塗布した。比較として含浸材を塗布しない試料を作成した(ブランク)。

表-2 コンクリート配合

W/C (%)	セメント種類	単位量(kg/m ³)			
		W	C	S	G
35	高炉B	160	457	774	933
43	高炉B	160	372	853	928
50	高炉B	160	320	882	940

セメントは道路橋などで多く使用されている高炉セメント B 種を使用し、水セメント比 (W/C) は 35, 43, 50%とした(表-2)。

表面含浸材を塗布するコンクリート試験片の養生方法、3%NaCl 水溶液への浸せき試験方法は JSCE-K 571-2004 に準拠した。NaCl 水溶液への浸せき開始から 1 年経過後に試験片を取り出して、含浸面から深さ方向に 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

表-3 表面含浸材の含浸深さ(mm)

(1) 含浸深さ測定結果

含浸深さ測定の結果は表-3 に示すとおりとなった。Cが最も深く含浸していた。水セメント比が小さくなるほど含浸しにくい傾向にあった。

材料	W/C(%)		
	50	43	35
A	2.9	3.7	2.3
B	2.2	1.8	1.8
C	5.0	5.0	3.5

(2) 3%NaCl 水溶液への浸せき試験結果

図-1 に 1 年間 NaCl 水溶液に浸せきした試験片の各測定深さにおける塩化物イオン濃度を示した。W/C に関わらずシラン系表面含浸材を塗布したものはブランクと比較してコンクリート内部への塩化物イオンの進入を抑制していることがわかった。

(3) 塩化物イオンの拡散解析結果

塩化物イオン濃度の測定結果を用いて表面含浸材による塩化物イオン拡散係数の低減効果についての簡易的な解析を行った。見掛けの拡散係数は土木学会コンクリート標準示方書¹⁾に示された式を用いて最小二乗キーワード シラン系表面含浸材, 遮塩性能, 耐久性, 拡散係数連絡先

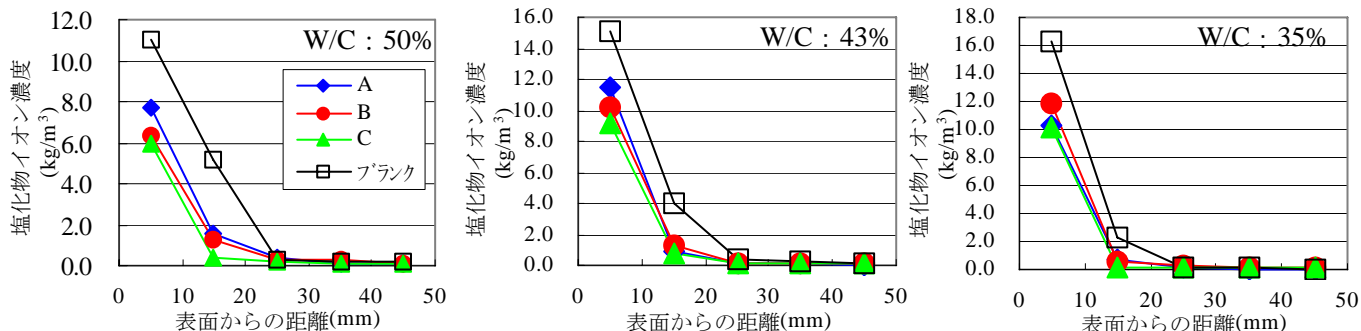


図-1 3%NaCl 水溶液浸せき試験結果(浸せき期間1年)

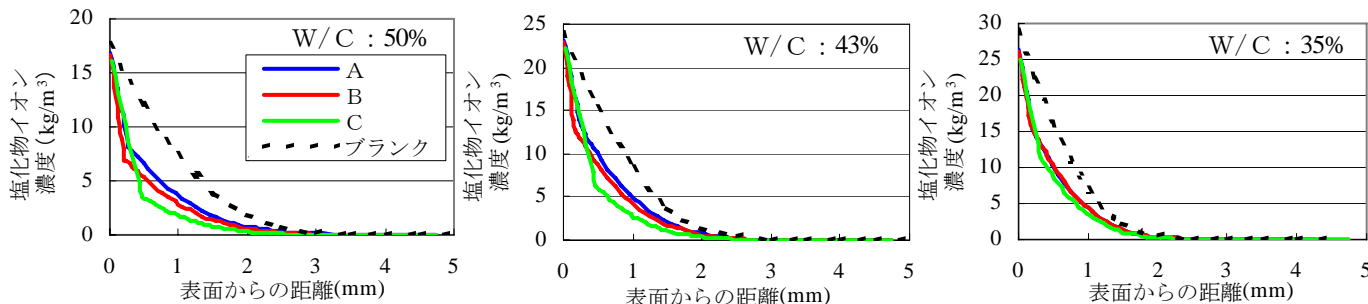


図-2 拡散係数解析結果による深さ方向の塩化物イオン濃度分布

法により近似させ算出した。

試験片はいずれも表面含浸材が含浸している範囲以外はブランクと同じ配合のコンクリートであることから、含浸範囲の塩化物イオンの見掛けの拡散係数のみが小さくなっていると仮定して、下記の仮定条件を定め、含浸範囲の見掛けの拡散係数の低減率を求めた。

(仮定条件) (表-4 のブランクの値を参照)

- ・表面塩化物イオン濃度はブランクの値と同じとする
- ・含浸深さで深の見掛けの拡散係数はブランクと同じとする

上記 2 つの仮定条件と表-3 に示した含浸深さを用いて最小二乗法により回帰分析し、含浸範囲の見掛けの拡散係数を算出した。表-4 にそれぞれの含浸部における見掛けの拡散係数とブランクと比較した場合の低減率を示した。また、図-2 には解析結果から得られた深さ方向の塩化物イオン濃度の分布を示した。その結果、拡散係数の低減率はBが最も大きくなったが(表-4)、塩化物イオンの浸透性はCが最も小さくなった(図-2)。

表-4 含浸深さと塩化物イオンの拡散係数(cm²/年)

		W/C	50	43	35
A	浸透部 Dap		0.184	0.180	0.145
	浸透部 D低減率		0.24	0.32	0.36
B	浸透部 Dap		0.115	0.124	0.129
	浸透部 D低減率		0.15	0.22	0.32
C	浸透部 Dap		0.184	0.180	0.145
	浸透部 D低減率		0.24	0.32	0.36
ブランク	C0		17.6	24.1	27.4
	Dap		0.765	0.564	0.403

C0 : 表面塩化物イオン濃度(kg/m³)

Dap : 浸せき試験による見掛けの拡散係数(cm²/年)

4. まとめ

3%NaCl 水溶液への浸せき試験の結果、シラン系表面含浸材の遮塩性能は W/C が大きいほど高いことがわかった。また、含浸部分における拡散係数の低減率も W/C が大きいほど大きくなった。これは含浸材が W/C が大きいほど深く含浸していくため、遮塩効果が高くなると考えられる。

含浸部分における拡散係数の低減率はそれぞれの材料で若干の差が見られ、いずれの W/C でも B が最も大きくなった。しかし、図-2 に示したとおり、解析から得られた遮塩性能は含浸深さが特に大きかった C が最も優れていることがわかった。

以上のことから、シラン系表面含浸材の遮塩性能を評価するためには含浸範囲の拡散係数の低減率だけではなく、含浸深さもあわせて考慮する必要があると考えられる。

参考文献

- 1) 土木学会コンクリート標準示方書【設計編】2007 年度制定 p55