

ひび割れへの表面含浸材塗布による中性化抑制効果と性能評価

芝浦工業大学院 学生会員 ○安澤 翔
 B A S F ポゾリス株式会社 正会員 元売 正美
 芝浦工業大学 フェロー会員 魚本 健人

1.はじめに

近年、時代は新設から維持管理に移りつつある。土木構造物はコンクリートの打ち放しが多く、腐食因子の侵入による劣化が進行し易いため耐久性に問題が生じ易い。このようなコンクリート構造物の耐久性向上手法の 1 つとして、表面含浸材をコンクリートの表面に塗布してコンクリートの表層部を改質する表面含浸工法がある。本研究では、表面含浸材の中性化抑制効果と表面含浸材をひび割れに塗布した場合の中性化抑制効果を検討したものである。表面含浸材はシラン系とケイ酸塩系とし無塗布の場合と比較した。試験では、ひび割れ無し及びひび割れ導入後に表面含浸材を塗布した試験体を作製し、促進中性化試験における中性化深さで評価を行った。

2.実験概要

2.1 使用表面含浸剤及び使用材料・配合

本研究では表面含浸材を塗布した 2 種類と無塗布の 3 種類の供試体を使用し、実験を行った。

表面含浸材はシラン系（主成分：アルキルアルコキシシラン系化合物）、けい酸塩系の 2 種類とした。

コンクリートの使用材料は普通ポルトランドセメント（密度 $3.14\text{g}/\text{m}^3$ ）で、細骨材は陸砂（密度 $2.58\text{g}/\text{cm}^3$ 、吸水率 2.17%）、粗骨材は硬質砂岩碎石（密度 $2.65\text{g}/\text{cm}^3$ 、吸水率 0.62%）を使用した。コンクリートの配合を表-1 に示す。

表-1 コンクリートの配合

W/C	s/a	SL	Air	単位量			
(%)	(%)	(cm)	(%)	W	C	S	G
65	49	±1	4.5	168	240	880	941

2.2 試験体作製方法

試験体はひび割れを入れたものと入れていないものの 2 種類を作製した。形状は $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 400\text{mm}$ とし、打ち込み後、材齢 1 日で脱型し、28 日水中養生し、表面を乾燥状態にするため、気中に 3 週間静置したものに表面含浸剤を塗布した。塗布方法及び、塗布量は表-2 に示す通りである。

表-2 表面含浸剤塗布方法、塗布量

種類	下地処理	塗布方法	塗布量
シラン系	表面研磨	刷毛	$530\text{g}/\text{m}^2$
けい酸塩系	表面研磨	刷毛	$530\text{g}/\text{m}^2$

（測定面は 1 面とし、塗布は 2 回に分け塗布量に達するようにした）

2.3 ひび割れ試験体作成方法

ひび割れ試験体は $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 200\text{mm}$ として、試験体養生後、圧縮試験機にて横方向の中心部を割裂させたものを図-1 に示した通り、厚さ 0.02mm のテフロンシートを挟み込み、測定面以外の割裂部を樹脂により塞ぎ、ひび割れ試験体として使用した。

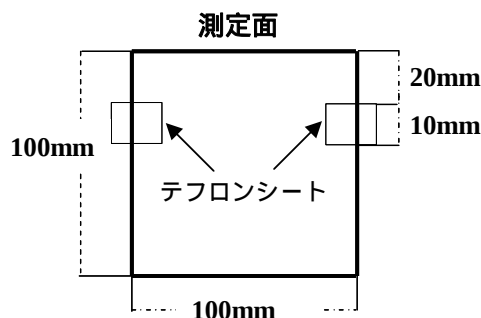


図-1 テフロンシート配置位置（断面図）



図-2 ひび割れ導入後の試験体

その際、表面含浸剤は、ひび割れ面に流し込むように塗布した。（塗布量は表-2 と同じ量を使用）

2.4 中性化促進試験

本試験では、JIS A 1153 に準拠し、温度 20°C 、湿度 60%、 CO_2 濃度 5%で行った。ひび割れ無しのは材齢を 2,4,8,13,26 週で行い、ひび割れを混入したものは 13,26 週で試験を行った。

中性化深さ試験は、同じく JIS A 1152 に準拠した。

3. 試験結果

3.1 中性化促進試験

中性化促進試験結果を図-3 に示す。比較的中性化抑制効果が低いといわれるシラン系含浸材であるが、図-3 の結果から、本研究で使用したシラン系含浸材では 26 週での中性化深度 10.6mm、中性化抑制率が 30.1% という高い中性化抑制効果が確認できた。けい酸塩系では 26 週での中性化深度は 14.0mm、中性化抑制率が 9.0% となり中性化抑制効果はあまり認められなかった。

3.2 表面保護工指針によるグレード評価

土木学会の「表面保護工法 設計施工指針(案)」より、本研究で仕様した表面含浸材のグレード評価をおこなった。表面保護工指針に規定される表面含浸材の評価グレードと本研究で使用した表面含浸材の性能を表-3 に示す。シラン系表面含浸材は表面保護工指針の A グレードに適合し、けい酸塩系表面含浸材は C グレードに適合することが確認できた。

3.3 ひび割れに対する中性化抑制効果

2.3 で記したひび割れ試験体での測定番号を図-4 に示す。ひび割れに対する表面含浸材の中性化抑制効果(26 週)を図-5 に示す。図-5 の結果から表層面に近いひび割れ測定番号 1 では、無塗布では図-3 で示した試験結果の中性化深さと同等の値となっていることが確認できる。シラン系含浸材、けい酸塩系含浸材では図-3 に示した値よりも低い 5.8mm と 11.8mm (図-3 では 11.6mm と 14.0mm) という数値となった。この要因としてはひび割れにより CO_2 に触れる量が減少したため、含浸材がよく機能したと推測される。次に、ひび割れ試験体の中性化抑制率を測定番号毎に表したものを表-4 に示す。表-4 から、シラン系、けい酸塩系表面含浸材共に、表-3 を高く上回る中性化抑制率を確認することができた。測定番号 5 では中性化抑制率が低下しているが、これは本研究で使用したシラン系含浸材がけい酸塩系の表面含浸材よりも浸透率が高いためこのような結果になったものと推測する。

4. まとめ

表面含浸材がひび割れに効果があるのか検討を行ったところ、特にシラン系、ではある程度抑制効果を有することが確認できた。しかし、ひび割れには浸透率が影響するのではないかと推測され、今後他の含浸材による検討が必要であると判断される。

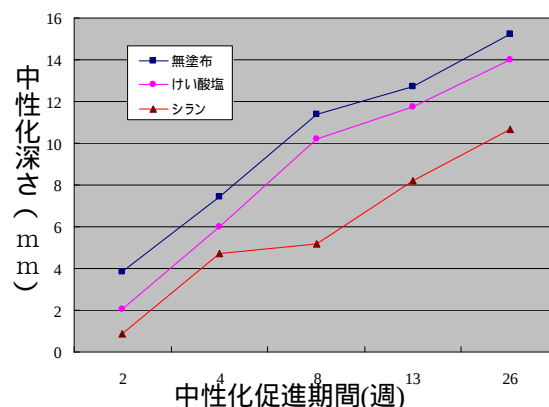


図-3 促進中性化の経過年数と中性化深さの関係

表-3 グレード評価

評価項目		グレード		
性能	評価値(%)	A	B	C
中性化に対する抵抗性	中性化抑制率	30以上	30～10	10以下
表面含浸材	シラン	36(A)		
	けい酸塩	9(C)		

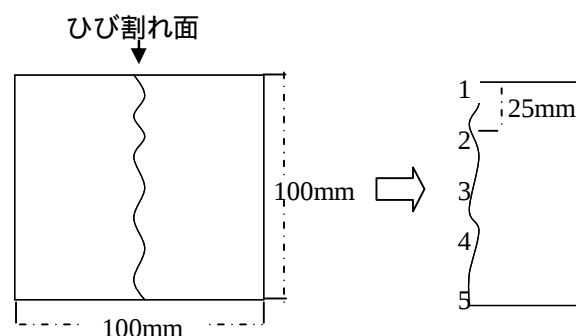


図-4 ひび割れ試験体の測定位置

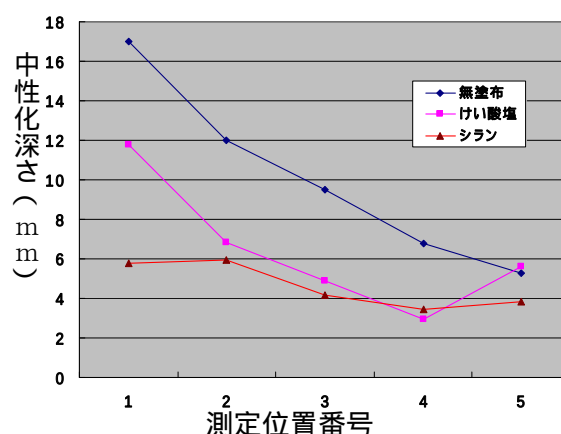


図-5 中性化深度と測定番号 (26 週)

表-4 ひび割れ中性化抑制率 (%)

	1	2	3	4	5
シラン	66.1	51.1	56.05	49.55	27.94
けい酸塩	35	42.8	48.31	56.72	

(けい酸塩の測定番号 5 においては
無塗布の中性化深さを超えているため測定不能)