

けい酸塩系塗布後に塩分が浸透した供試体へのシラン系塗布の影響

関西大学大学院理工学研究科 学生会員 ○島川 和之、中嶋 亮介
 関西大学環境都市工学部 正会員 鶴田 浩章、上田 尚史

1. はじめに

老朽化したコンクリート構造物の増加が懸念されており、低コストでメンテナンス可能な表面含浸材のニーズが、今後さらに高まると考えられる。本研究は、例えば、シラン系塗表面含浸材（以後、シラン系）布後数年たってシラン系を重ね塗りすることはあるが、異種の含浸材を使用する施工はあまり行われていないことから、けい酸塩系表面含浸材（以後、けい酸塩系）塗布後に劣化因子が浸透した後、シラン系を塗布した供試体の含浸深さや劣化抑制効果への影響に着目し、劣化抑制効果を明確化する目的で試験を行った。試験として、塩害環境下を想定し、表面含浸材の試験方法（案）（JSCE-K571-2010）に基づいた方法で塩化物イオン浸透に対する抵抗性試験と含浸深さ試験を行った。

2. 試験概要

2.1 使用した含浸材及びコンクリートの配合

今回使用した表面含浸材の詳細を表 1 に示す。コンクリートの配合は W/C60%、目標スランプ $10\pm 2\text{cm}$ 、目標空気量を $5.0\pm 0.5\%$ で決定した。試験練りの結果、決定した配合を表 2 に示す。

表 1 使用した表面含浸材

表面含浸材の種類	主成分	主成分濃度 (%)	標準塗布量 (g/m^2)
けい酸塩系	けい酸ナトリウム・けい酸カリウム	23	240
シラン系	アルキルアルコキシシラン	98~100	300

表 2 配合

W/C	G _{max}	空気量	s/a	単位量(kg/m^3)				
(%)	(mm)	(%)	(%)	W	C	S	G	Adl
60	20	5.0	45.0	169	282	806	1019	986

Adl : AE 減水剤を使用(g/m^3)

表 3 供試体の種類と作製方法

種類 \ 浸せき期間(日)	0日	7日	28日	63日	126日
けい酸	K				>
シラン	S				>
無+シ 28日	N		> S		>
無+シ 63日	N			> S	>
け+シ 28日	K		> S		>
け+シ 63日	K			> S	>
無処理	N				>

K: けい酸塩系塗布、S: シラン系塗布、N: 無処理

2.2 試験体の作製方法

コンクリート試験体の作製は表面含浸材の試験方法（案）（JSCE-K571-2010）に基づいてコンクリートを打設後、温度 20°C 、湿度 60% の恒温恒湿室で 1 日静置した後、脱型し 6 日間水中養生を行った。その後、試験で使用する寸法に切断し、恒温恒湿室で 28 日間気中養生を行った。気中養生終了 2 日前に合成樹脂で必要な箇所をシールした。表面含浸材の塗布は標準塗布量を使用し、施工方法は製造業者の定める方法で行った。供試体の種類と作製方法を表 3 に示す。該当する期間に供試体を取り出し、自然乾燥させたのち、シラン系を塗布した。塗布後、本来 JSCE の基準では 14 日間気中養生を行うが、今回は供試体を 24 時間気中養生した後、塩分溶液に戻し、測定期間まで浸せきした。

2.3 試験方法

(1) 含浸深さ試験

本試験ではシラン系含浸材の含浸深さを測定した。試験体の含浸面を 2 分割し、1 分間水に浸せきして取り出し、割裂面の撥水している部分の含浸面からの深さを含浸深さとして 126 日目に測定した。

(2) 塩化物イオン浸透に対する抵抗性試験

試験体の含浸面が側面になるようにして、試験体の上面が水面下 20mm 以上になるように、温度 $20\pm 2^\circ\text{C}$ 、濃度 $3\pm 0.3\%$ の塩分溶液に浸漬して、塩化物イオン浸透試験を行った。試験開始から 7、28、63、126 日後に試

キーワード 表面含浸材 けい酸塩系 シラン系 塩化物イオン浸透

連絡先 〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3 丁目 3 番 35 号 関西大学 TEL: 06-6368-0899

験用容器から試験体を取り出し、JIS A 1171 の 7.8 に準拠して測定した。

3. 実験結果および考察

使用したコンクリートの 28 日強度は 32.0N/mm^2 、平均スランプ 10cm、平均空気量は 4.5%であった。

3.1 含浸深さ試験

試験結果を図 1 に示す。無処理へのシラン系塗布（無+シ）は含浸材塗布後 1 日後に塩分溶液に浸透させていることや、不純物の蓄積や内部水分量の関係からシラン系が十分に含浸しなかったのではないかと考え、63 日にシラン系を塗布したもの（無+シ 63 日）はそれが顕著に表れたと考える。また、けい酸塩系の場合、けい酸塩系のコンクリート表面を緻密にする効果から、シラン系の含浸を阻害したのではないかと考えられる。また、本学の既往の研究より、含浸深さが低下するとシラン系の撥水効果が減少し、遮水性、遮塩性ともに低下すると考えられる。

3.2 塩化物イオン浸透に対する抵抗試験

試験結果を表 4 と図 2 に示す。また、無処理とけい酸塩系単体とそれぞれ 28、63 日にシラン系を塗布した結果との塩分浸透量の減少量を表 5 に示す。試験結果より、無処理またはけい酸塩系の 63 日目計測とそれぞれの 28 日シラン系塗布後 63 日目計測の劣化因子浸透の減少量（表 5）は無処理が大きい結果となっている。これは、けい酸塩系ではシラン系の塗布材齢が 1 日の場合、塩化物イオン量が増加する傾向が示されており、含浸深さの低下も確認されていることから、遮塩性の効果が十分でなく減少量が低下したと考えた。また、126 日計測では減少量が小さくなっており、無+シ 28 日の 126 日での浸透量結果との違いが小さいことから遮塩性が十分に発揮されていないことがわかった。また、63 日シラン系塗布後 126 日計測では、けい酸塩系の減少量の変化は無処理と比べると小さいが、こちらも遮塩性が低下していると考え、今後浸せきを続けてもシラン系の撥水効果が十分に発揮されない可能性があると考えられます。

4. まとめ

今回は含浸材塗布後の養生期間を 1 日として試験を行ったが、含浸深さ試験、塩化物イオン浸透に対する抵抗性試験ともに、けい酸塩系塗布後のシラン系塗布

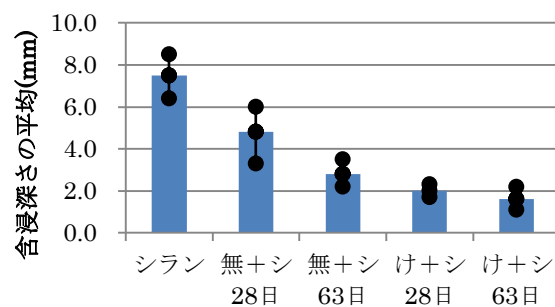


図 1 含浸深さ試験結果

表 4 塩化物イオン浸透量測定結果 (mm)

測定日 (日)	けい酸	シラン	け+シ 28日	け+シ 63日	無+シ 28日	無+シ 63日	無処理
0	0	0	0	0	0	0	0
7	9.7	1.3	9.7	9.7	12	12	12
28	12.1	2.6	12.1	12.1	13.6	13.6	13.6
63	15	2.8	14.1	15	18.2	20.2	20.2
126	18.4	5.2	17.9	17.4	20	21.1	21.7

表 5 シラン系塗布による劣化因子浸透減少量

シラン系塗布による減少量 (mm)	無処理	けい酸
28日塗布、63日計測	2.0*1	0.9
28日塗布、126日計測	1.7	0.5
63日塗布、126日計測	0.6	1.0

*1: 63 日計測「無処理」－「無+シ 28 日」(20.2-18.2=2.0)

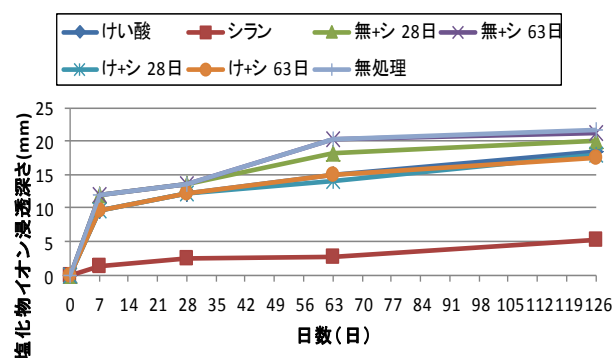


図 2 塩化物イオン浸透に対する抵抗性試験結果

の場合では、シラン系の効果が明確となる効果はみられなかった。このことから、シラン系を重ね塗りしても養生期間を確保しないと効果が得られない可能性があることがわかった。今後は、養生期間を確保した検討や中性化においても同様の傾向がみられるのか検討が必要である。

参考文献

- 1) 高德 類他：シラン系表面含浸材の塗布時期の違いがコンクリートの塩分浸透性状に及ぼす影響、土木学会学術講習会講演論文集、V-501、pp. 1001-1002、2013.9