

関西大学大学院理工学研究科 学生会員 ○中嶋 亮介
 関西大学環境都市工学部 正 会 員 鶴田 浩章
 関西大学環境都市工学部 学生会員 島川 和之

1. はじめに

表面保護工法の材料の1つである、表面含浸材は実構造物への適用が検討されているが、これらの表面含浸材の劣化抑制効果について十分に分かっていない点も多い。これまで行われた研究結果^{1),2)}から、けい酸塩系を塗布後にシラン系を重ね塗りすることで、けい酸塩系とシラン系の両方のよい性質が得られ、けい酸塩系とシラン系の塗布量を各々の標準塗布量の質量比で2:8としたものが最もよい効果を発揮することがわかっている。そこで、本研究では表面含浸材の併用における塗布割合の変化について検討した。既往の研究^{1),2)}を参考にしつつ、けい酸塩系とシラン系の塗布割合を1:9、2:8、3:7と設定し、劣化抑制効果が最大となる塗布割合を検討した。本研究では、表面含浸材の試験方法(案)(JSCE-K571-2010)に基づいた方法で含浸深さ試験、塩化物イオン浸透に対する抵抗性試験を行った。

2. 実験概要

2.1 使用した表面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、表-2に示す。コンクリートの配合はW/C60%、目標スランプ10±1cm、目標空気量を5.0±0.5%とした。試験練りの結果、決定した配合を表-3に示す。

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)に基づき、100mm×100mm×400mmの角柱供試体を打設後、温度20℃、湿度60%の恒温恒湿

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 使用した表面含浸材と実験条件

含浸材の種類	けい酸塩系の塗布量(g/m ²)	シラン系の塗布量(g/m ²)	略語
けい酸塩:シラン =1:9	24	270	KS19
けい酸塩:シラン =2:8	48	240	KS28
けい酸塩:シラン =3:7	72	210	KS37

※けい酸塩:シランは各標準塗布量に対する比

表-3 示方配合

W/C (%)	G.max (mm)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				
				W	C	S	G	Ad1※
60	20	5	45	169	282	803	1023	1127

※Ad1:AE 減水剤を使用(g/m³)

室で6日間養生した。その後、試験で使用するサイズに切断し、恒温恒湿室で28日間気中養生した。気中養生終了3日前に合成樹脂で必要な個所をシールした。表面含浸材の塗布は、製造業者の定める方法で行い、けい酸塩系を塗布し、24時間後にシラン系を塗布した。なお、塗布量を正確に測定するために、電子上皿天秤を用いて質量管理をしながら塗布を行った。

2.3 試験方法

すべての試験を、表面含浸材の試験方法(案)(JSCE-K571-2010)に基づき試験した。

(1) 含浸深さ試験

本試験で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測定した。測定する器具として、JIS B 7507に規定する0.1mmまで測定できるノギスを用いた。

(2) 塩化物イオン浸透に対する抵抗性試験

試験体の含浸面及び無処理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、試験体の下面が試

験用容器底面から 10mm 程度になるようにして、温度 $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、濃度 $3.0\pm 0.3\%$ の塩分溶液に浸せきして試験した。塩化物イオン浸透深さの測定は、JIS A 1171 に準じて測定した。

3. 実験結果及び考察

3.1 コンクリートの諸性状

今回用いたコンクリートのフレッシュ性状及び材齢 28 日の平均圧縮強度の試験結果を表-4 にまとめて示す。

表-4 コンクリートの諸性状

スランプ(cm)	空気量(%)	28 日圧縮強度(N/mm ²)
11.0	5.5	30.0

3.2 含浸深さ試験

試験結果を図-1 に示す。シラン量が増えるほどシラン系の含浸深さが大きいと予想していたが、3 種類の含浸深さはどれも 4.0mm から 5.0mm の間にあり、大きな違いは確認できなかった。表-2 のシラン系の塗布量が大きな差ではないことが原因だと考えられる。また、先に塗布したけい酸塩系が後に塗布するシラン系にどのような影響を与えるのか、ということはまだ未解明であるため、今後検討する必要があると考えられる。

3.3 塩化物イオン浸透に対する抵抗性

試験結果を図-2 に示す。この結果をみると、KS19 よりも KS28 や KS37 の方がわずかに塩化物イオンの浸透深さが小さいことがわかる。これは、シラン系の特徴である撥水層により、塩分溶液の水分のみの浸透を抑制しているのだが、KS28 と KS37 はけい酸塩系の特徴である組織の緻密性が発揮されたことにより、塩化物イオンの侵入を抑制できたのだと考えられる。無処理と比較すると、どの塗布割合でも塩害抑制効果を発揮している。また、既往の研究^{1),2)}では塩化物イオン浸透に対する抵抗性試験を実施していないため、今回の試験結果によって新しい知見が得られ、けい酸塩系とシラン系の併用による塩害抑制効果の高さが確認できた。

4. まとめ

- (1) 含浸深さ試験では、塗布量の差が小さいため塗布割合の変化による違いが見られなかった。
- (2) 無処理と比較して、どの塗布割合においても塩化物イオン浸透に対する抵抗性は大きい、特に KS28 が最も塩害抑制効果を発揮した。

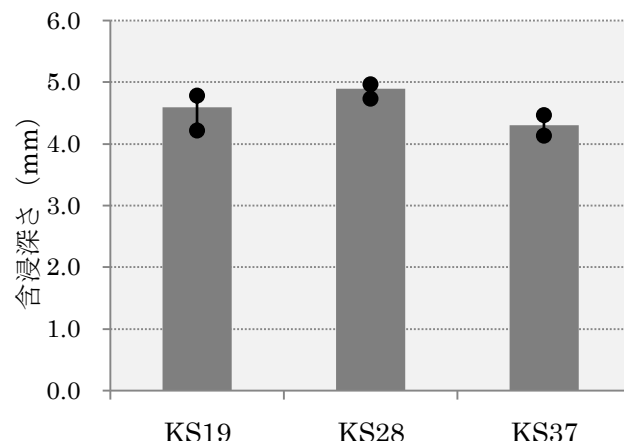


図-1 含浸深さ試験結果

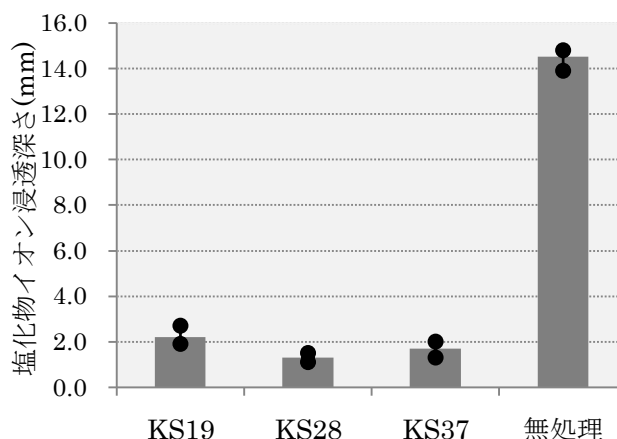


図-2 塩化物イオン浸透に対する抵抗性試験結果

今回の試験では、既往の研究^{1),2)}から最も効果のある KS28 をベースとしてその近傍を検証した。どの塗布割合においても結果はわずかな差しか表れず、優位性を結論付けることは難しいと思われる。先に塗布したけい酸塩系の影響がどの程度現れるのか未解明であり、今後検討する必要がある。また、けい酸塩系、シラン系の種類の違いによっても傾向が異なることが予想される。本検討からは併用の割合としては KS28 のように少量のけい酸塩系にシランを重ね塗りすることが、塩害抑制において有効であることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 鶴田浩章、原川卓真：シラン系及びけい酸塩系表面含浸材の併用による劣化抑制効果、コンクリート工学年次論文集、Vol.34、No.1、pp.1624-1629、2012
- 2) 鶴田浩章、原川卓真：シラン系およびけい酸塩系表面含浸材の併用による劣化抑制効果に関する検討、コンクリート構造物の補修、補強、アップグレード論文報告集、Vol.11、pp.405-412、2011