

中性化に着目した表面含浸材併用法の塗布割合選定

関西大学大学院理工学研究科 学生会員 ○三好 孝英
関西大学環境都市工学部 正会員 鶴田 浩章

1. はじめに

表面保護工法の1つである、表面含浸工法は、近年増加しているコンクリート構造物の劣化を簡易な作業で抑制できる工法である。その中の表面含浸材は、けい酸塩系含浸材とシラン系含浸材の2種類が主流であるが、本学では、けい酸塩系含浸材とシラン系含浸材を重ねて塗布する工法の研究を行い、これを併用法とよんでいる。

そして、今回は W/C60%のコンクリートを用いて表面含浸材を単体で使用し、標準塗布量を基準として塗布量を変化させ6種類の条件で含浸深さと中性化深さを測定した。そこで含浸深さ試験と中性化深さ試験で効果を示した塗布割合を選定した上で併用し、中性化深さ試験を行った。試験の内容は、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、中性化深さ試験を行った。

2. 実験概要

2.1 使用した含浸材料およびコンクリートの配合

使用した含浸材料を表1に示す。今回の試験では普通コンクリートを用い、コンクリートの配合は水セメント比60%、目標スランプ10±1cm、目標空気量5.0±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。混和剤はAE減水剤を使用した。

表1 使用材料

材料の種類	標準塗布量 (g/m ²)	標準塗布量の 5割(g/m ²)	標準塗布量の 15割(g/m ²)	記号
アルキルアルコキシシラン	300	150	450	A
シラン・シロキサン	200	100	300	S
けい酸ナトリウム・けい酸カリウム	240	120	360	K

表2 計画配合

G.max (mm)	スランプ (cm)	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)				(g/m ³)
				W	C	S	G	
20	10	60	4.5	173	288	793	1010	1153

2.2 試験体作製方法

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のサイズのコンクリートを打設後、温度20℃、湿

度60%の恒温恒湿室で6日間水中養生し、その後、試験で使用するサイズ(100mm×100mm×100mm)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日前に合成樹脂を試験面以外に塗布してシールした。表面含浸材の塗布は、各表面含浸材メーカーの定める方法で行った。シラン系含浸材は供試体の切断面に、けい酸塩系含浸材は供試体の型枠面に塗布した。併用法は、型枠面にけい酸塩系含浸材を塗布し、24時間後に同じ面にシラン系含浸材を塗布した。それらを14日間恒温恒湿室に静置して試験体とした。

3. 試験方法

1) シラン系含浸深さ試験

表面含浸材の試験方法(案)(JSCCE-K571-2010)に基づき測定した。けい酸塩系含浸材の含浸深さは今回は測定していない。

2) 中性化深さ試験

表面含浸材の試験方法(案)(JSCCE-K571-2010)に基づき測定した。

4. 実験結果および考察

4.1 含浸深さ試験結果と考察

含浸深さ試験の結果を図1に示す。シラン系含浸材の主成分がアルキルアルコキシシランとシラン・シロキサンの両者は塗布量が増えることで含浸深さも大きくなることが分かった。これは両含浸材とも塗膜を形成しないことや、コンクリート表面に残存する時間が塗布量を増やすことで長くなるため、深く浸透したと考えている。

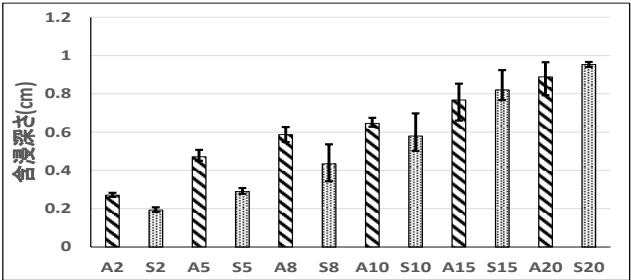


図1 含浸深さ試験結果(シラン系含浸材)

キーワード：表面含浸材，併用法，シラン系含浸材，けい酸塩系含浸材，含浸深さ，中性化深さ
連絡先：〒564-8680 大阪府吹田市山手町 3-3-35 鶴田 浩章 06-6368-0899

4.2 中性化深さ試験結果と考察(単体)

中性化深さ比の結果を図 2-4 に示す。中性化深さ比を式(1)により算出した。アルキルアルコキシシランは撥水層を形成する際に水分を生成する¹⁾。そのため塗布量が増えることでコンクリート内部が湿潤状態になり、中性化速度を遅延させるが、水分の逸散性能も向上し、乾燥状態となり中性化が促進されたと考えられる²⁾。シラン・シロキサンは塗布量が少なくと含浸深さが小さいため二酸化炭素の侵入を抑制することができず中性化が促進した。さらに、含浸材の塗布量が増えることで水分の逸散性能も向上し、乾燥状態となり中性化が促進されたと考えている。けい酸塩系含浸材はアルカリ性のため、塗布量が増えることで中性化深さは小さくなることが予想されるが、けい酸塩系含浸材がコンクリート内の水酸化カルシウムと反応する際に水分を必要³⁾とするため塗布量が増えることで使用される水分も増えコンクリート内部が乾燥状態となり中性化深さは大きくなったと考えている。表 3 に中性化に最適な塗布割合と併用法の塗布割合をまとめたものを示す。

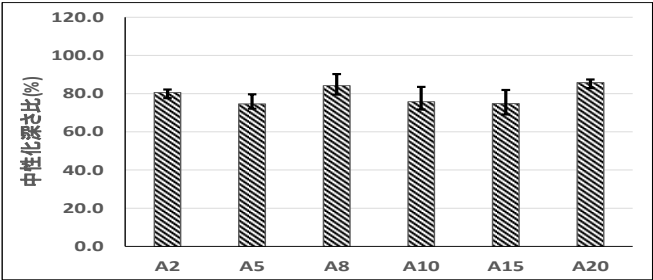


図 2 中性化深さ比(アルキルアルコキシシラン)

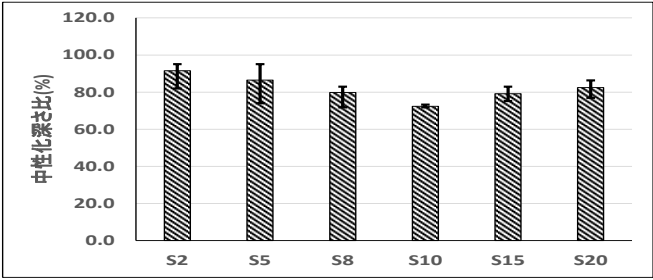


図 3 中性化深さ比(シラン・シロキサン)

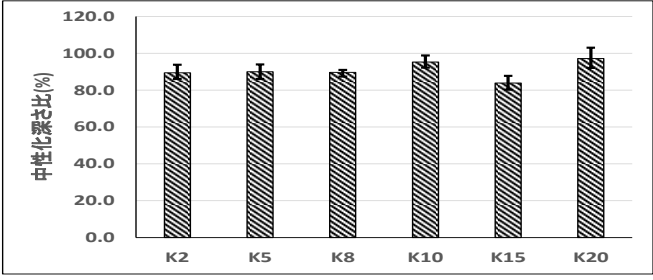


図 4 中性化深さ比(けい酸ナトリウム・けい酸カリウム)

中性化深さ比(%)=試験体の中性化深さ/

原状試験体の中性化深さ×100 (1)

表 3 中性化に最適な塗布割合と併用法の塗布割合

塗布材料	中性化に最適な塗布割合	併用法の塗布割合
アルキルアルコキシシラン	A5,A8,A10	KS25,KA25,KS210,KA210,KS55,KA55,KS510,KA510,KS85,KA85,KS88,KA88,KS810,KA810
シラン・シロキサン	S5,S8,S10	
けい酸ナトリウム・けい酸カリウム	K2,K5,K8	

4.3 中性化深さ試験結果と考察(併用法)

併用法の中性化深さの結果を図 5 に示す。けい酸塩系含浸材を 8 割塗布したものにシラン・シロキサンを 8 割塗布した KS88 の中性化抑制が最も効果があることが分かった。これは、単体の塗布割合と比較しても 2 倍以上の抑制効果を示している。これは、未反応のけい酸塩系含浸材がコンクリート表層部にとどまっており、シラン系含浸材を塗布した際に縮合によって生成する水分の影響によって、未反応のけい酸塩系含浸材の反応が促進され、効果を得たものと考えている。しかし、併用法のメカニズムが分かっていないため予測にしかすぎない。併用法のメカニズムの解明が急務であると考えている。

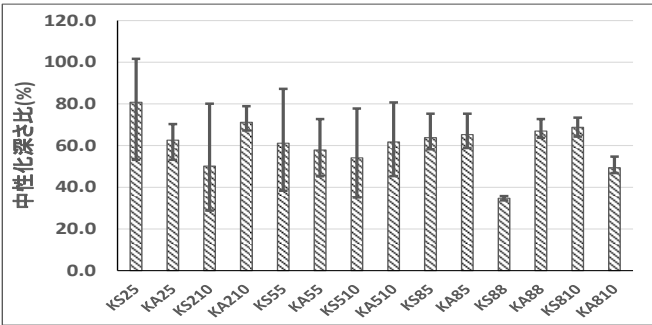


図 5 中性化深さ比(併用法)

5. 結論

単体で表面含浸材を使用するよりも、併用法 KS88 の方が中性化抑制効果を示すことが分かった。どの塗布割合の併用法も単体と比べて多少効果があるが、コストが高くなるため費用対効果を考えると単体で使用するほうが良い。しかし、KS210、KS88、KA810 は単体と比べて費用対効果が高いため使用するメリットは十分あると考えている。

参考文献

- 1) 関西ペイント株式会社：高浸透タイプ含浸材表面保護材プロテクトシル BHN
- 2) 住学 技術研究所：コンクリート表面含浸材(シラン系)に関する現状調査
- 3) 土木学会：コンクリートライブラリー137「けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針(案)」、2012.7