

けい酸ナトリウム系表面含浸材の浸透機構に関する基礎的研究

東京理科大学	学生会員	○松谷 健司
東京理科大学大学院	学生会員	菊地原 潤一
東京理科大学	正会員	江口 康平
東京理科大学	正会員	加藤 佳孝

1. はじめに

近年、コンクリート構造物の維持管理や更新の重要性が高まっており、既存の構造物の耐久性向上のために安価かつ容易な工法として、けい酸塩系表面含浸工法が多く用いられている。この工法は表面含浸材をコンクリート構造物に塗布し、表層コンクリートを改質して外部からの劣化因子の侵入を抑制する事を目的とした工法である。含浸材は塗布後、コンクリート中の細孔空隙に浸透し、内部の水酸化カルシウム（以下、CH）と反応して C-S-H 結晶を生成し、表層組織を緻密化する。これにより劣化因子の侵入を抑制することができる。含浸材の改質機構に関する研究は多く存在し、既往の研究では、コンクリートの水セメント比や、塗布前後の養生条件によって改質効果に違いが生じているとの報告がある¹⁾。しかし、浸透機構に関する研究は少なく、含浸材の浸透は表面張力に依る圧力勾配を駆動力とする液状水の浸透と、濃度勾配を駆動力とする拡散の2種類あると考えられる²⁾という報告がある程度で、十分に解明されていない。そこで、本研究では、含浸材の浸透機構の基本的な性状を把握するため、含浸材の濃度や塗布時の水分状態を変えて塗布した場合の改質深さの違いを CH の減少量から検討した。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

供試体は 40×40×160mm のセメントペースト供試体を用いた。普通ポルトランドセメントを使用し、水セメント比は W/C50%とした。打設後1日で脱型し、150日間の水中養生を行った。材齢150日にて、水中から取り出し、3日間気中に静置した後、含浸材を塗布する。

2.2 含浸材

含浸材は、けい酸ナトリウム系表面含浸材を使用した。含浸材の濃度は0.1倍、1.0倍、1.5倍の3水準用意

した。濃度1.0倍は乾燥固形分濃度22.2%、濃度1.5倍は乾燥固形分濃度33.3%の含浸材を使用し、0.1倍は、濃度1.0倍の含浸材を水で希釈したものを使用した。塗布量は全ての場合で120g/m²とした。

2.3 塗布パターンおよび測定方法

塗布パターンを表-1に示す。塗布パターンは含浸材の浸透機構の基本的な性状を理解するために、含浸材の濃度と塗布時の水分状態を変化させた。含浸材は供試体の打設底面に塗布し、塗布後に14日間の気中養生を行い、ドリル削孔法にて表面から深さ1mmごとに粉末試料を採取し、示差熱重量分析によりCH量を測定した。

3. 実験結果と考察

3.1 濃度を変化させた含浸材を塗布した場合

図-1~3に濃度を変化させた含浸材を塗布した場合の、表面から内部方向へのCH量の分布を示す。図中のプロットは供試体の各深さでのCH量、直線は深さ5mmのCH量を示している。含浸材が反応すると、供試体内部のCHが消費されるため、深さ5mmのCH量と比較し、CH量が減少している最大の深さを改質深さとした。図-1~3より、改質深さは濃度が0.1倍のときは1mm、1.0倍のときは4mm、1.5倍の場合は3~4mm程度となった。濃度が0.1倍の場合、含浸材の濃度が薄いため、ごく表層部でのみCHの消費が確認され、濃度が低いと改質深さは小さくなる結果となった。

表-1 塗布パターン

含浸材濃度	塗布時の水分状態
0.1 倍	湿潤
1.0 倍	湿潤
1.5 倍	湿潤
1.0 倍	乾燥

キーワード けい酸塩系表面含浸材、浸透機構、改質深さ、濃度勾配、水酸化カルシウム量

連絡先〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 04-7124-1501 E-mail : j7609099@ed.tus.ac.jp

一方、濃度が 1.0 倍、1.5 倍と高濃度になるに伴い改質深さも大きくなった。このことから、含浸材の浸透は濃度勾配の影響が大きいと考えられる。

3. 2 塗布時の水分状態を変化させた場合

図-4 に濃度 1.0 倍の含浸材を、乾燥状態の供試体に塗布した場合の改質深さを示す。改質深さは 1~2mm 程度となった。同じ濃度で塗布時の水分状態を湿潤状態で塗布した場合の改質深さ(図-2)と比較すると、改質深さは小さくなった。含浸材の浸透が、表面張力の圧力勾配を駆動力とする液状水の浸透によるものであれば、乾燥状態で塗布した場合の方が改質深さは大きくなるはずであるが、湿潤状態で塗布した方が改質深さは大きくなった。このことから、含浸材の浸透は濃度勾配が支配的であると考えられる。

4. まとめ

本研究では、けい酸ナトリウム系表面含浸材の浸透機構について、実験的に検討した。得られた知見を次にまとめる。

- (1) 含浸材の濃度を変化させて塗布した場合、濃度が薄い場合はあまり浸透せず、濃度が濃い場合は深くまで浸透していることから、含浸材の浸透は、濃度勾配を駆動力として拡散していると考えられる。
- (2) 湿潤状態で含浸材を塗布した方が改質深さは大きくなったことから、含浸材の浸透は、液状水の浸透によるものではなく、濃度勾配を駆動力とする拡散であると考えられる。

参考文献

- 1) 山邊勝, 井ノ口公寛, 伊代田岳史: 表面含浸材の施工の違いがコンクリートの耐久性に与える影響, 第 39 回土木学会関東支部技術研究発表会, V-35, 2012
- 2) 染谷望, 加藤佳孝: けい酸塩系表面含浸材の浸透機構および改質効果に関する基礎的検討, コンクリート工学論文集, 25 巻, pp.181-189, 2014

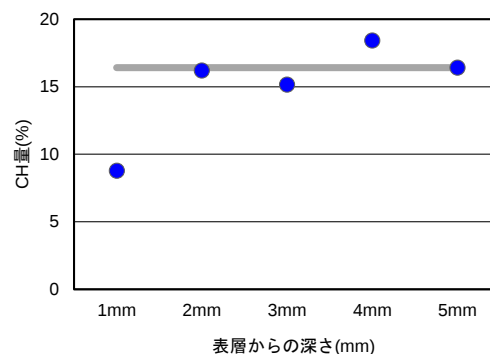


図-1 濃度 0.1 倍の改質深さ

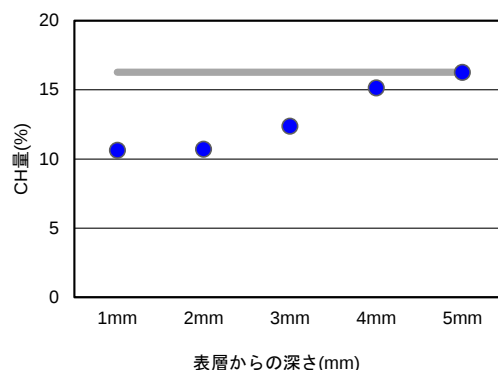


図-2 濃度 1.0 倍の改質深さ

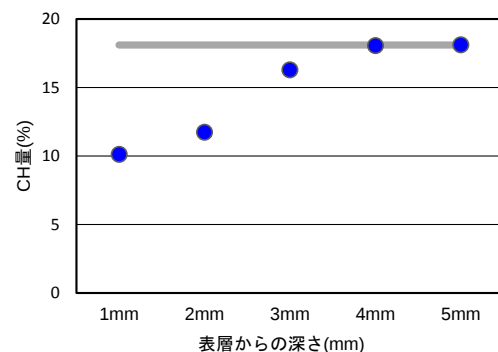


図-3 濃度 1.5 倍の改質深さ

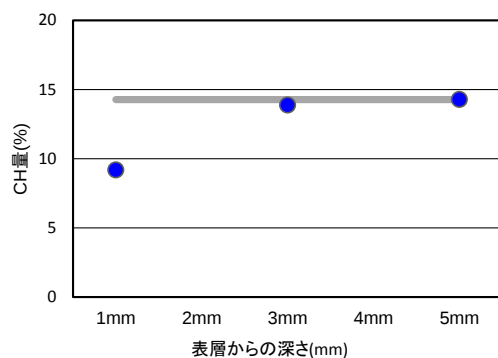


図-4 塗布時乾燥(濃度 1.0 倍)の改質深さ