

無機系表面含浸材のコンクリート内部への浸透深さに関する検討

鹿児島大学 学生会員 ○吉田 誠 鹿児島大学 学生会員 樋原 弘貴
 鹿児島大学 学生会員 松元 淳一 鹿児島大学 正会員 武若 耕司

1. はじめに

近年、コンクリート表面に塗布することによってコンクリート内部に C-S-H 結晶による保護層を形成し、コンクリート表層部の品質を改善して耐久性を図るケイ酸系表面含浸材（以下、含浸材と称す）の利用に関する検討が進められているが、その性能評価を行う上では、含浸材の浸透深さや浸透域における改善効果などを定量的に把握することが重要となってくる。本研究は、 Ca^{2+} や Na^+ などのコンクリート中での分布を測定することにより、含浸材の浸透深さの定量化を試みた。

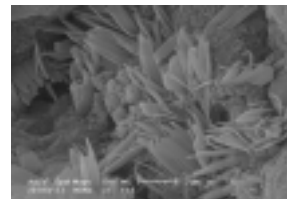


写真 - 1 結晶部の SEM 写真

2. 含浸材の改質メカニズム

使用した含浸材は珪酸アルカリを主成分とした補修材である。含浸材は、コンクリートの細孔溶液中に存在する Ca^{2+} が珪酸アルカリ中のアルカリ金属（Na）と瞬時に置換することで、写真-1 に示す様な C-S-H 系の結晶を生成する。これにより、コンクリート表層部を緻密化することで、劣化因子の抑制につながる¹⁾。表-1 に本実験に用いた 2 種類の含浸材の物性値を示す。いずれも、高アルカリ性で水に比べ粘度、密度が高いという特徴がある。

表-1 含浸材の組成および物性値

No	含浸材A	含浸材B
成分比(%)	Na	34.9
	Si	64.9
pH	11.23	11.21
比重(g/cm ³)	1.1	1.23
粘度(mPa・s)	4.5	6.5
不揮発性物質質量(%)	16.32	26.22

3. 実験概要

3.1 実験供試体

実験には、φ10×10×20cm の円柱供試体を 5cm 幅にカットしたコンクリートおよびセメントペースト供試体を用いた。これらはいずれも水セメント比を 50% とし、セメントとして普通ポルトランドセメントを使用した。また、コンクリートでは粗骨材に鹿児島始良産砕石（表乾密度 2.55g/cm³、吸水率 0.93%）、細骨材として富士川産川砂（表乾密度 2.63g/cm³、吸水率 1.93%）を用いた。表-2 に実験の要因と水準を示す。化学分析による測定項目としては、含浸材の主成分である Na^+ および C-S-H 結晶の生成に使用されるコンクリート中の Ca に着目し Ca^{2+} 、 Ca(OH)_2 の測定を行った。また、含浸材塗布後の散水処理の有無による浸透状況の違いについても検討を行った。

表-2 実験の要因と水準

要因	供試体の種類	表面処理	散水の有無	測定項目
水準	セメントペースト コンクリート	無処理 含浸材A 含浸材B	散水あり 散水なし	Ca^{2+} Na^+ Ca(OH)_2

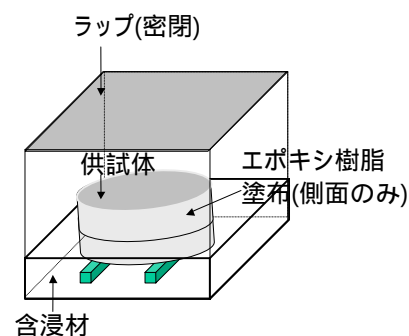


図-1 浸せき方法

いずれの供試体も 28 日間の水中養生後に乾燥を 2 日間行い、試験面のみ残してエポキシ樹脂で被覆したのち、図-1 に示す方法で 2 日間含浸材に浸せきさせた。その後、供試体を含浸材から取り出し、散水処理を行わないものについてはそのまま 2 日間乾燥させ、一方、散水処理を行うものについては、実構造物での散水状態を再現するために、試験面の周囲をパテで覆って試験面に水を溜めて 1 日間冠水させたのちに 1 日間乾燥させ、測定に供した。図-2 に測定試料採取までの工程をまとめて示す。

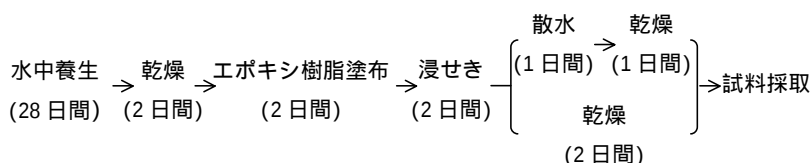


図-2 測定試料採取工程

3.2 分析方法

分析用の試料は、各供試体からドリルサンプリングにより深さごとに採取した。試料中の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 量は示差熱熱量分析により求め、また、 Na^+ および Ca^{2+} については、試料 0.3 g と超純水 30 g を混合し、24 時間攪拌させた後に、吸引ろ過を行ったものに対してイオンクロマトで測定をした。

4. 結果および考察

4.1 供試体中の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 量分布

含浸材浸漬後に散水处理を施したペーストおよびコンクリート供試体における深さ方向の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 量分布を図-3 に示す。いずれの供試体においても深さ 20mm 程度まで $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 量の減少が認められた。これは、含浸材が 20mm 程度浸透し、供試体内部の Ca^{2+} と反応し、C-S-H 結晶を生成したことによると考えられる。ただし、含浸対象素材や含浸材の種類の違いにより $\text{Ca}(\text{OH})_2$ の減少傾向には多少の違いも認められることから、コンクリート中の Ca^{2+} の絶対量あるいは、含浸材の成分比や含まれる活性材の種類などが含浸材浸透に影響するのではないかと予想された。

4.2 供試体中の Na^+ および Ca^{2+} 量分布

図-4, 5 には一例として、コンクリート供試体に含浸材 B を塗布したものについて、含浸材塗布後の散水处理なしの場合とありの場合の Na^+ 、 Ca^{2+} 量の分布をそれぞれ示す。この結果、散水处理がない場合には、いずれのイオン量も深さ 10mm 程度までの範囲で含浸材無塗布との間に差が認められること

から、含浸材の浸透は 10mm 程度であると思われるのに対し、散水处理を行った場合には、含浸材無塗布の場合とのイオン量の違いから、深さ 20mm 程度までは含浸材が浸透している推察された。このことから、散水处理を施すことで水が媒体の役割を果たし、含浸材をよりコンクリート内部に浸透させたものと考えられた。

5. まとめ

含浸材を用いてコンクリート内部への浸透深さや浸透域について検討を行った。この結果、 Na^+ 、 Ca^{2+} あるいは $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 量のコンクリート中の分布に着目することで、浸透深さの測定が可能であることが確認された。また、散水处理を施すことで、ケイ酸系表面含浸材の浸透深さは 20mm 程度まで達する状況が確認された。

なお、本報告は(株)環境美建との共同研究の成果の一部について報告したものである。同社前社長、(故)今井崇二氏をはじめとする関係各位に深謝する次第である。

参考文献：1) 審良善和ら：表面改質材を用いたコンクリート構造物の劣化抑制効果に関する基礎的研究，コンクリート工学年次論文集，vol26，No.1，pp.1719-1724，2004

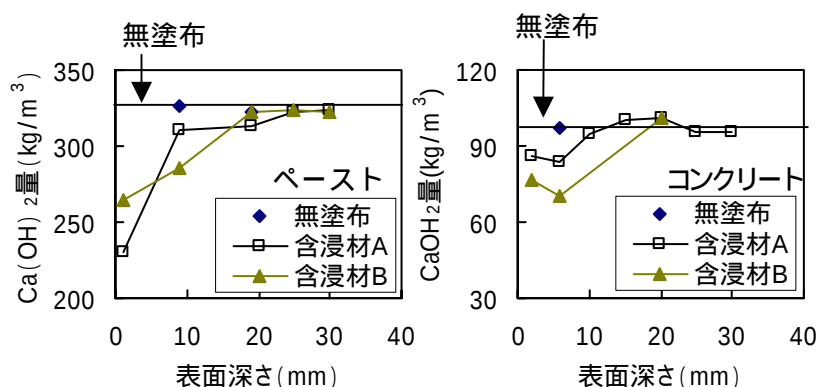


図-3 各表面深さにおける $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 量

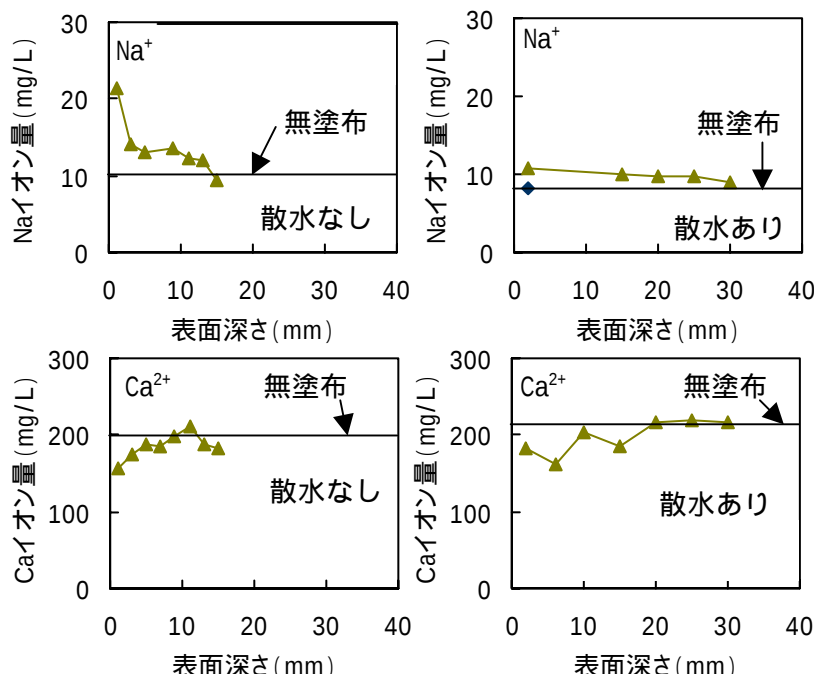


図-4 散水なしの場合の表面深さと各イオン量の関係

図-5 散水ありの場合の表面深さと各イオン量の関係