

表層改質剤によるコンクリートのモルタル層の特性変化

足利工業大学大学院	学生員	○ 志賀 正和
足利工業大学工学部	正会員	黒井 登起雄
足利工業大学大学院	学生員	金久保 雅之
足利工業大学工学部	正会員	松村 仁夫

1. はじめに

最近、浸透性無機質反応型の珪酸塩系の表層改質剤を硬化コンクリート表面に噴霧塗布して、コンクリートの耐久性向上を目的に研究および試験施工が進められてきている。著者らも、この表面改質剤が硬化コンクリートの塩分浸透性および中性化の抑制に効果的で、鉄筋コンクリートの耐久性向上に有効であることを明らかにしてきた¹⁾。そこで、本研究では、改質剤を噴霧したモルタルの表面層の特性変化を把握するため、微小硬度測定、細孔径分布測定、SEM 観察、EPMA による元素分析の各試験を行って検討した。なお、表面改質剤は、(株)ワールド プロテックより提供して頂いた。ここに記して謝意を表します。

2. 実験概要

2.1 使用材料および配合

セメントは、普通ポルトランドセメント、また、細骨材は、豊浦産の珪砂を用いた。モルタルの配合は、W/C=40, 50, 60 および 65% (フロー=160~220mm) とし、JIS R 5201 に従って練り混ぜた。供試体は、100×100×400mm (SEM 観察, EPMA 分析) および 100×100×12mm (硬度測定, 細孔径分布測定) 寸法とし、各水セメント比毎に作製した。モルタル供試体は、材齢 28 日まで水中で養生した。

2.2 実験方法

(1) 改質剤の噴霧方法；噴霧回数は、2 回、3 回および 0 回（以下、噴霧なし）の 3 パターンとした。供試体表面への噴霧は、水中養生後、エアースプレーによって均一になるように行った。第 1~3 回目噴霧のそれぞれの時間間隔は 6~8 時間とし、材齢 35 日までに改質剤の噴霧を終了した。

(2) 試験方法；各種の測定・分析項目は、以下に示す。

① ブリネル硬度の測定：モルタルの改質剤噴霧面からの硬度は、超微小硬度計を用いて行った（使用圧子；直径 1mm の鋼球）。

測定は、表面から 1mm, 3mm, 5mm および 10mm の距離（深さ）とし、同一距離の測定は、12 個とした。

② 細孔径分布の測定：モルタルの噴霧の有無による細孔径分布の測定は、供試体の表面 3mm までの位置から試料を採取して行った。測定は、水銀圧入による自動ポロシメータ（測定範囲； $500 \sim 0.003 \times 10^{-6} \text{m}$ ）を用いた。試料は、同一位置で 3 個とした。

③ 電子顕微鏡(SEM)観察：モルタルの噴霧断面の微細構造の観察を行った。試料は、噴霧面を含む割断面とした。

④ EPMA 分析：モルタルの噴霧断面における EPMA による線分析および面分析は、供試体から一辺が 40mm の試料を採取して行った。測定元素は、Si, Ca, K, Na および S とした。

3. 実験結果および考察

3.1 モルタルの硬度分布

キーワード 表層改質剤, モルタルの硬度, 細孔径分布, SEM 画像, EPMA 分析

連絡先 〒326-8558 栃木県足利市大前町 268-1 TEL 0284-62-0605 FAX : 0284-64-1061

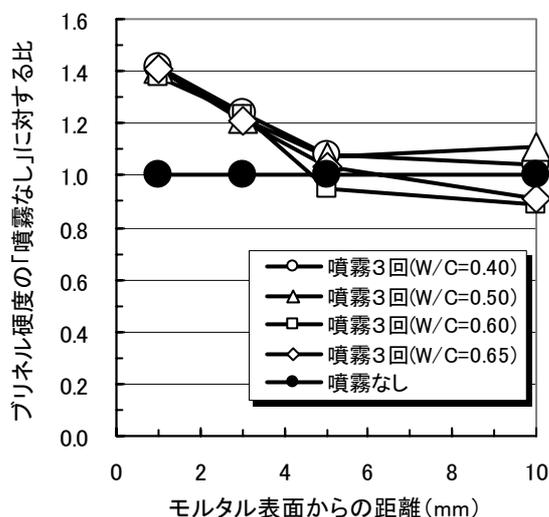
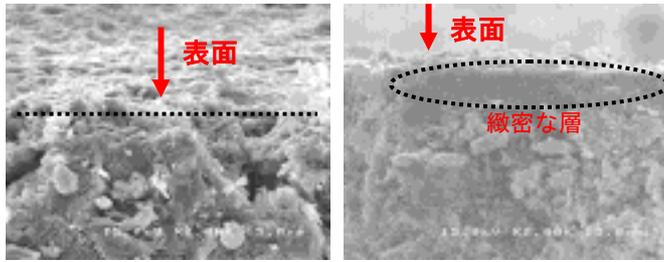


図-1 表面噴霧によるモルタルのブリネル硬度の変化



(a) 噴霧なし (b) 3回噴霧
写真-1 モルタル表層部断面のSEM画像

図-1は、噴霧断面における表面からの距離（深さ）とブリネル硬度の関係を示す。モルタルのブリネル硬度は、3回の改質剤噴霧により噴霧面から3mm程度まで増大し、いずれのW/Cにおいても約40%増大する。また、モルタルの硬度が噴霧により均一化する。

3.2 細孔径分布

図-2は、噴霧断面3mmまでのモルタルの細孔径分布の結果(W/C=60%)の一例を示す。モルタルの細孔径は、噴霧により約 $0.5\sim 2\mu\text{m}$ の細孔容積が減少する。この細孔の減少は、W/C=40~65%において大きい水セメント比ほど顕著である。

3.3 微細構造（SEM観察）

写真-1は、改質剤噴霧面を含む断面の噴霧面付近のSEM画像を示す(a)；噴霧なし、(b)；3回噴霧)。写真-1(b)より、改質剤を3回噴霧した場合、表面から約 $10\mu\text{m}$ の深さの部分に塗膜のような緻密な層が観察される。しかし、(a)の噴霧なしの場合、このような層は見受けられず、表面は炭酸化が進みポーラスな組織になっている。いずれの試料の場合とも、噴霧面（または表面）より5mm以上内部では、セメント水和生成物である水酸化カルシウムの板状結晶、緻密なC-S-Hなどが観察される。

3.4 EPMAによる元素分析

図-3のSおよびKの線分析結果より、3回噴霧した場合の約1mmの深さまで、 K_2O の高濃度の層が認められ、また、噴霧なしの場合には、噴霧した場合よりも SO_3 濃度の低い範囲が内部の2mm位まで認められ、表面の炭酸化が認められる。なお、改質剤の主成分と思われる SiO_2 、 CaO および NaO の濃度分布は、写真-2に示すように(上； CaO 、下； SiO_2)、噴霧の有無によって違いがないようである。

4. まとめ

以上より、珪酸塩系の表層改質剤を噴霧したモルタルは、噴霧面に緻密なセメントペースト層を形成することにより、空気や水の浸入を防ぐ微細構造になるとともに硬度を増していると推定される。

参考文献

- 1) 金久保, 黒井他: コンクリートの表層改質による塩分浸透・中性化抑制効果, 第31回土木学会関東支部技術研究発表会, 2004.3

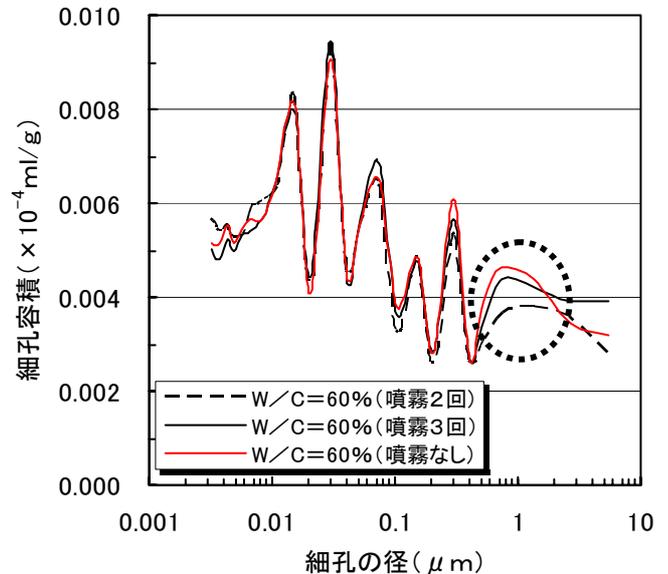


図-2 細孔径分布の測定結果 (W/C=60%) の一例

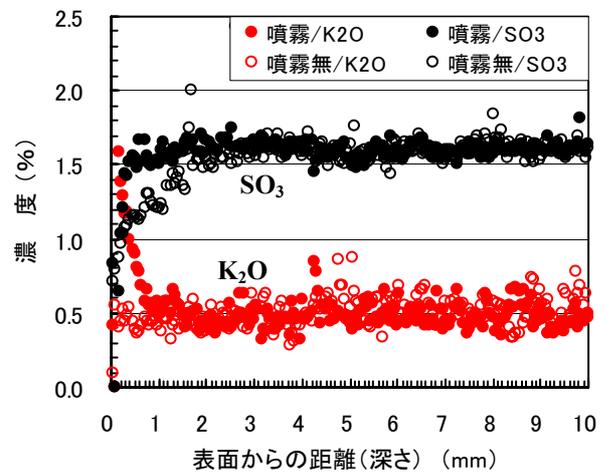
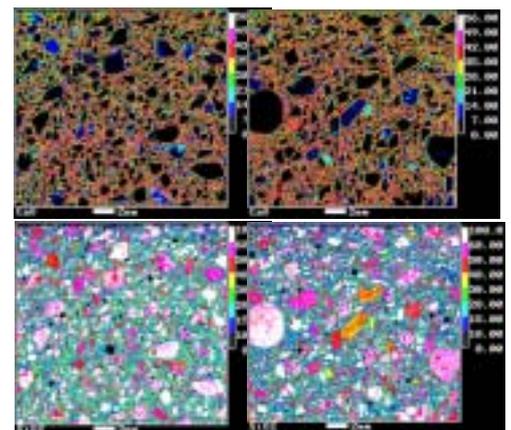


図-3 EPMA線分析結果



(a) 噴霧なし (b) 3回噴霧

写真-2 EPMA面分析結果