

表層モルタルの改質によるコンクリートの耐久性向上

足利工業大学大学院 学生会員 ○志賀 正和
 足利工業大学工学部 正 会 員 黒井登起雄
 足利工業大学工学部 正 会 員 宮澤 伸吾
 足利工業大学工学部 正 会 員 松村 仁夫

1. はじめに

最近,コンクリートの耐久性向上を目的にした表層改質剤の研究および試験施工が各方面で進められてきている。本研究は,浸透性無機質反応型の珪酸塩系の表層改質剤(以後,改質剤と呼称)による硬化コンクリートの表層改質メカニズムと,耐久性の改善効果の解明を目的とした。実験は,微小硬度測定,針貫入による表層強度分布測定,細孔径分布測定,EPMA による元素分析,SEM 観察などのメカニズム解明の試験と,塩分の拡散および中性化による鉄筋腐食などについての長期的な試験の2つを行っている。なお,改質剤は,(株)ワールド プロテックより提供して頂いたもので,記して謝意を表します。

2. 実験概要

表-1 各種試験の供試体と試験要因

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を用い,細骨材は,鬼怒川産川砂および豊浦産珪砂を,粗骨材には葛生産砕石を用いた。実験に使用した供試体は,試験項目 ~ をモルタル, ~ をコンクリートで作製した。配合は,W/C = 40 ,

50 , 60 および 65% (フロー = 160 ~ 220mm およびスランプ = 10±1cm , 空気量 = 5±1%) とした。

2.2 実験方法

(1) 改質剤の施工方法;噴霧回数は,2回,3回および0回(噴霧なし)とした。施工方法は,供試体表面への改質剤溶液の噴霧を,水中養生後,エアスプレーによって均一になるように行った。2回目,3回目の噴霧時間の間隔は6~8時間とした。

(2) 試験方法;各試験は,改質剤を材齢28日後(水中養生)に噴霧し,表-1 および以下に示す試験を行った。

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,水銀圧入による自動ポロシメータ(測定範囲;500~0.003×10⁻⁶m)で行った。組織観察:モルタルの噴霧断面の微細構造の観察を走査型電子顕微鏡(SEM)で行った。試料は,噴霧面を含む割裂断面とした。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。電気泳動による塩化物イオンの実効拡散係数試験:JSCE G571に準じて行った。塩分浸透性試験:供試体をNaCl濃度10%の塩水中に所定期間浸漬して行った。塩分浸透深さは,JSCE-G572に従って求めた。促進中性化試験:JIS A 1153に準じて行った。促進中性化試験槽の環境条件は,温度20℃,湿度60%RH,CO₂濃度5%とした。中性化深さは,供試体を長手方向と直交する断面で割裂した後,JIS A 1152に従って行った。

キーワード コンクリートの耐久性,表面改質剤,モルタル硬度,細孔径分布,SEM画像,EPMA分布

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

3. 実験結果および考察

3.1 モルタルの硬度分布

噴霧による表層モルタルの強度変化を調べた結果によれば、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。なお、針貫入試験は、現在実験中である。

3.2 微細空隙組織

図-1は、TPV (total pore volume: 全細孔容積) 比とモルタル表面からの距離(深さ)の関係(W/C = 40~60%)を示す。モルタルのTPV比は、いずれのW/Cにおいても、3回の改質剤噴霧により噴霧面から試料採取位置6~9mm部分まで減少する傾向が認められる。また、SEMによる電子顕微鏡観察より、改質剤を噴霧した場合、表面から約10 μ mの深さの部分に塗膜のような緻密な層が観察される。

3.3 EPMAによる元素分析

EPMAによるSおよびKの線分析結果より、3回噴霧した場合、約1mmの深さまで、K₂Oの高濃度の層が認められる。これに対して、噴霧なしの場合は、噴霧した場合よりもSO₃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。

3.4 塩化物イオンの実効拡散係数試験

図-2は、実効拡散係数と水セメント比との関係(W/C = 40~60%)を示す。図-2より、2回および3回噴霧したときの塩化物イオンの実効拡散係数は、噴霧なしの場合より小さくなる傾向が認められる。また、噴霧回数による差異はほとんどないようである。

3.5 塩分浸透および中性化による鉄筋の防食性能

図-3は、塩分浸透深さと水セメント比との関係(浸漬期間56~180日)を示す。図-3より、2回および3回噴霧したときの塩分の浸透深さは、噴霧なしの場合に比べ、小さくなる傾向が認められる。噴霧による塩分の浸透抑制効果は、水セメント比が大きいほど向上する傾向が認められる。図-4は、中性化深さと水セメント比の関係(放置期間3ヶ月~1年)を示す。図-4より、2回および3回噴霧したときの中性化深さは、噴霧なしの場合より小さくなる傾向が認められる。以上の結果より、改質剤による塩分および中性化の抑制効果は、水セメント比に起因しているため、硬化コンクリートの組織が疎になっている(W/Cが大きい)場合に顕著に発揮されるものと考えられる。また、埋設鉄筋の腐食状況は、塩分浸透および中性化深さが鉄筋位置まで到達した場合に腐食が認められたが、改質剤噴霧により鉄筋腐食本数が減少する傾向が認められた。

4. まとめ

以上より、次の点を明らかにした。珪酸塩系の改質剤を噴霧することにより、モルタルの噴霧面は、緻密なセメントペースト層が形成され、空気や水の浸入を防ぐ微細構造になるとともに、硬度も増大する。珪酸塩系の改質剤のコンクリート表面への噴霧は、塩分浸透および中性化による鉄筋腐食抑制にも効果が期待できる。

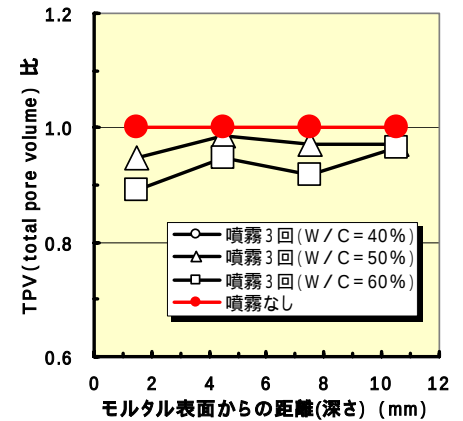


図-1 TPV比と表面からの距離の関係

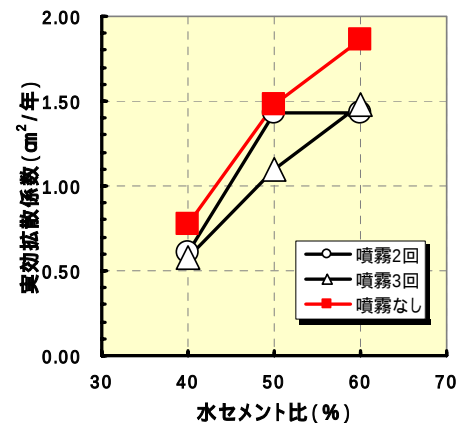


図-2 実効拡散係数と水セメント比の関係

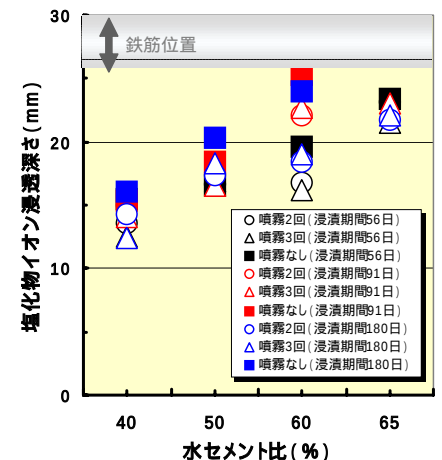


図-3 塩分浸透深さと水セメント比の関係

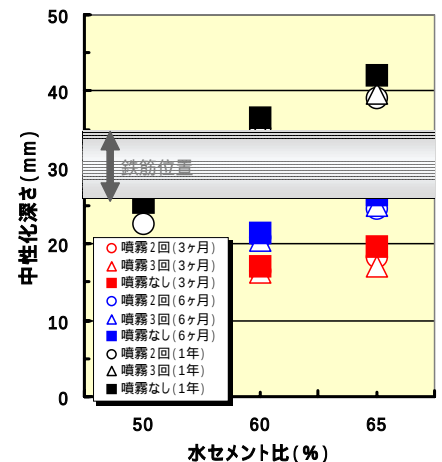


図-4 中性化深さと水セメント比の関係