

けい酸塩系表面含浸材がコンクリートの乾燥収縮特性に及ぼす影響

金沢大学 学生会員 ○渡辺 晋吾

金沢大学 学生会員 小出 至也

金沢大学 正会員 五十嵐 心一

1. 序論

コンクリートの乾燥収縮ひずみは、コンクリート構造物の長期的な変形挙動や耐久性に影響を及ぼす。けい酸塩系表面含浸材はコンクリート中の水酸化カルシウムと反応し、C-S-H を生成して、表層組織を緻密化することから、水分逸散を抑制し、乾燥収縮特性の改善が期待される改質材である。しかし、けい酸塩系表面含浸材がコンクリートの乾燥収縮特性に与える影響を詳細に検討した例は少なく、長期的変形に及ぼす影響は明らかではない。

本研究においては、塗布時期がけい酸塩系表面含浸材のセメントペーストおよびコンクリート供試体の乾燥収縮抑制効果に及ぼす影響について、実験的に検討を行うことを目的とした。

2. 実験概要

(1) 使用材料および供試体の作製

セメントには普通ポルトランドセメントを使用し、骨材には川砂および川砂利(G_{max} :25mm)を使用した。また、リグニンスルホン酸系の AE 減水剤およびアルキルエーテル系の AE 助剤を使用した。けい酸塩系表面含浸材にはけい酸ナトリウムおよびけい酸カリウムを主成分とする、反応型けい酸塩系表面含浸材を用いた。JIS R 5201 に準じて水セメント比が 0.5 のセメントペーストおよびコンクリート円柱供試体(直径 100mm、高さ 200mm)を作製した。コンクリートの示方配合を表-1 に示す。セメントペースト供試体は、増粘剤の有無による収縮挙動に相違はないことを確認し、増粘剤を使用しない配合を用いた。打ち込み後 24 時間にて脱型し、水中養生(20℃)を行

った。材齢 7 日および材齢 28 日にて製造業者の仕様に従ってけい酸塩系表面含浸材を円柱供試体の全面に所定量(0.12kg/m^2)塗布した。塗布完了後、供試体に長さ変化測定用のゲージプラグを取り付けて、湿空養生(相対湿度 80%以上)を 14 日間行った。湿空養生終了後、温度 20℃、湿度 60%の恒温恒湿室内に静置した。

(2) 乾燥収縮試験

乾燥収縮試験には JIS A 1129 のダイヤルゲージ方法に準じて、円柱供試体の測定が可能な計測器具を作製し、これを用いて測定を行った。図-1 に測定装置を示す。また、収縮量の測定と並行して水分逸散による質量変化の測定も行った。

(3) 反射電子像の取得および画像解析

材齢 7 日および 28 日におけるセメントペーストの反射電子像を観察倍率 500 倍にて取得した。取り込んだ反射電子像に対してグレースケールに基づく 2 値化処理を施し、未水和セメント、毛細管空隙および水酸化カルシウムを抽出した。

3. 結果と考察

図-2 は材齢 7 日に塗布を行った供試体の収縮ひずみと乾燥日数の関係を示したものである。セメントペーストでは塗布を行うことにより収縮量の低減が明らかであり、特に乾燥初期一週程度までに大きな差を生じている。一方、コンクリートではその差は大きくない。

図-3 は同じく材齢 28 日に塗布を行った供試体の収縮ひずみと乾燥日数の関係を示したものである。

図-2 と同様に、セメントペースト供試体では含浸材

表-1 使用したコンクリートの示方配合

スランプ(cm)	W/C(%)	空気量(%)	S/a(%)	単位量(kg/m ³)				混和材(cc/m ³)	
				水	セメント	細骨材	粗骨材	AE減水剤	AE助剤
12±2	50	5±0.5	43	168	336	755	970	403	1108

キーワード 表面含浸材, 乾燥収縮, 収縮ひずみ, 水分逸散, Powers モデル

連絡先 〒920-1192 石川県金沢市角間町 金沢大学自然科学研究科環境デザイン学専攻 TEL 076-264-6373

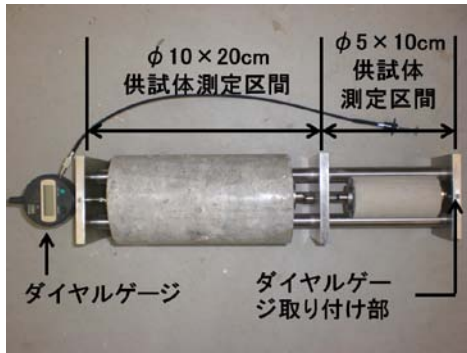


図-1 長さ変化測定装置

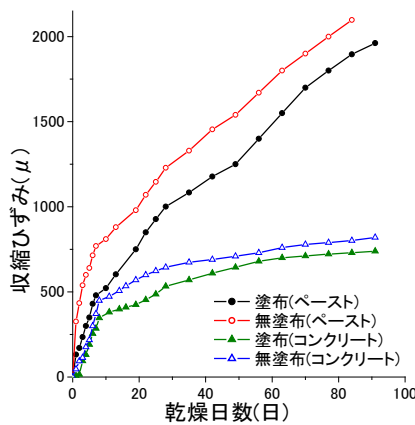


図-2 収縮ひずみ(塗布材齢7日)

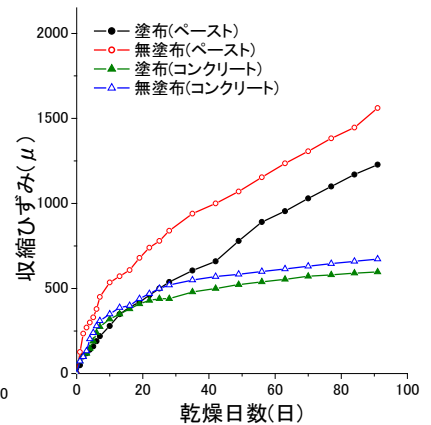


図-3 収縮ひずみ(塗布材齢28日)

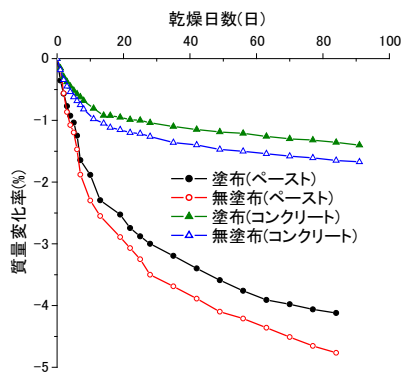


図-4 質量変化(塗布材齢7日)

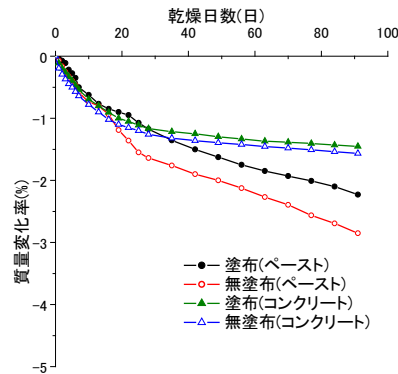


図-5 質量変化(塗布材齢28日)

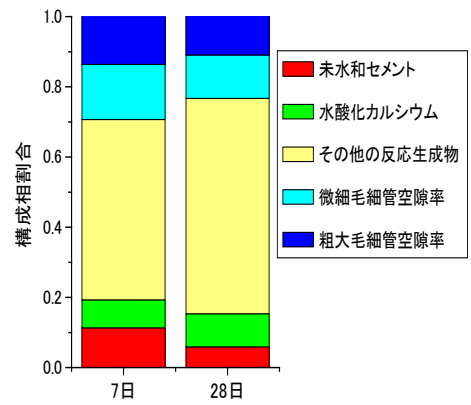


図-6 硬化体構成相割合

の塗布により収縮量が低減し、材齢7日に塗布した場合に比べて両者の差は大きい。一方、コンクリートに塗布した場合の収縮低減量は材齢7日に塗布したものよりもさらに小さい。

図-4 および図-5 はそれぞれ、材齢7日および28日に塗布を行った供試体の質量変化と乾燥日数の関係を示したものである。いずれの供試体においても含浸材を塗布したことにより、質量減少が低減されている事が確認できるが、コンクリートではその低減量はかなり小さい。

図-6 は材齢7日および28日まで水中養生を行った表面含浸材塗布時のセメントの水和度と Powers モデルから算出した構成相割合である。材齢の進行にともない水和反応が進むため、未水和セメントおよび毛細管空隙が減少し、水酸化カルシウム量が増加している。けい酸塩系表面含浸材は反応対象となる水酸化カルシウム量によって改質効果が異なり、初期の含浸処理では効果が小さくなることが指摘されている¹⁾。本件研究においても、セメントペースト供試体では、材齢7日より材齢28日に塗布を行うことで収縮抑制効果が大きくなることが確認された。

構成相割合において材齢28日では毛細管空隙量が減少しており、組織が緻密なために塗布表面に含浸材が滞留することでその効果が増加したことが考えられる。しかし、コンクリートにおいてはその効果はかなり小さい。セメントペーストでの効果の発現を考慮すると、コンクリートでは改質対象となる面積が限られるため、その抑制効果が現れにくかったものと考えられる。

4. 結論

けい酸塩系表面含浸材はセメントペーストの乾燥収縮を低減し、その効果は塗布時期によって異なる。しかしコンクリートに対しては大きな収縮抑制効果は期待できないと考えられる。

謝辞

本研究は日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究(A), 課題番号: 23246081, 基盤研究(C), 課題番号: 21560482)の交付を受けたものである。ここに記し謝意を表す。

参考文献

- 1) 樋原ら: 各種表面含浸材の性能把握と効果の違いに関する基礎的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.32, No.1, pp1619-1624, 2010