表面改質効果と養生効果を有する耐久性向上養生剤の作用機構に関する一考察

東邦化学工業（株）正会員　○小林　智史*　太平洋マテリアル（株）　正会員　郭　度連**
同上　菅　彰*　太平洋マテリアル（株）　正会員　浜中　昭徳**
同上　橋爪　進*

１．目的

近年，コンクリートの養生や耐久性の向上を目的として，コンクリートの表面に施工する塗布型の薬剤が普及している．コンクリートの養生は，密実なコンクリートを得るための重要な作業であるが，その１手段として，樹脂系材料やパラフィン系化合物に代表される被膜養生剤が用いられる場合がある[1)]．これらの剤はコンクリートの養生工程で強度発現に寄与するものの，膜としての長期持続性は期待されるものではない．一方，コンクリート構造物の高耐久化の観点から，様々な表面含浸材が提案されている．コンクリートの脱型直後に用いられる塗布型収縮低減剤は，硬化体を保湿し養生効果と収縮低減効果を発現するが[2)]，防水性や遮塩性に関しては未だ不透明な部分が多い．また，表面保護工法に適用されるものとしては，珪酸塩系，シラン系，およびシラン・シロキサン系表面含浸材がある．これらは硬化体表層で吸水防止層を形成し，防水性あるいは撥水性，さらに遮塩性などが向上することが認められている[3)4)]．しかしながら，保水性・保湿性については効果が弱く，強度特性・収縮特性については塗布の有無による差異が認められないとする報告もある[5)]．我々は硬化コンクリートに防水性と保水性の両方を付与する耐久性向上タイプの養生剤を新たに開発した.本報告では，この塗布剤に関するモルタル実験による基礎検討結果から，作用機構に関する若干の考察を行う.

２．実験概要

２．１　塗布剤の概要

評価に使用した材料を**表１**に示す．アルケニル系エステル化合物は疎水性であり，水との間に界面を形成する．AE は，モルタルへの浸透性を考慮し，その構造を最適化したものである．一方，SI は，表面含浸材としてよく用いられるシラン系化合物を，養生・保水効果を付与することを目的に変性したものである．CB はこれらの２つの特性を併せ持つよう，両者を一液化したものである．

表１　評価に使用した材料

材料	略号	内訳
セメント	C	普通ポルトランドセメント
砂	S	セメント強さ試験用標準砂
塗布剤	AE	アルケニル系エステル化合物
	SI	特殊シラン系活性剤
	CB	FA と SI を一定割合で配合

表２　モルタルの配合

W/C (%)	S/C	単位量(g)		
		C	W	S
50	3.0	450	225	1350

２．２　モルタル供試体の作製方法

モルタルの配合を**表２**に示す．モルタルの練り混ぜは，JIS R 5201 に準拠した．供試体は 4×4×16cm の角柱供試体を使用した．

２．３　乾燥質量減少率試験

供試体の脱型直後，打設側面に各塗布剤を 150g/m² 相当塗布した．塗布面以外の面はテープで封緘した．塗布直後の供試体質量を基準とし，その後 20℃，60％RH の環境下にて 28 日間，供試体の質量減少率を測定した．

２．４　吸水防止性試験

供試体は，乾燥質量減少率試験と同じものを使用した．材齢が 28 日に達した時点で，塗布面に粘着剤を用いて直径 15.7㎜ の円筒状のガラス管を，供試体端部 2cm の位置から 3.5cm 間隔に 3 本接着させた．設置したガラス管の内部をイオン交換水で満たし，フィルムで上面を覆い密封した．その後 20℃，60% RH の環境下に

キーワード　耐久性，吸水，保水性，養生，モルタル，界面活性剤
連絡先*　〒299-0266　千葉県袖ケ浦市北袖 10 番地 東邦化学工業（株）千葉研究所　ＴＥＬ0438-62-3994
連絡先**　〒285-0802　千葉県佐倉市大作 2-4-2　太平洋マテリアル（株）開発研究所　ＴＥＬ043-498-3921

て，28 日間イオン交換水の減少量を測定した．減少量の平均値をガラス管断面積で除した値を吸水率とした．

２．５　塗布剤浸透性試験

塗布剤の浸透性試験においては，モルタルが硬化する前に，供試体打設面に，前述と同様の間隔で，円筒状のガラス管を 1cm の深さまで 3 本埋め込んだ．脱型後，ガラス管の内部を各塗布剤で満たし，上面をフィルムで覆い密封した．その後，20℃，60% RH の環境下にて，36 時間，塗布剤の浸透量を測定した．

３．実験結果および考察

乾燥質量減少率の試験結果を図 1 に示す．いずれの塗布剤を用いた場合も，各乾燥材齢において，ブランクに比べ質量減少率が小さく，モルタルからの水分逸脱を抑制している．したがって，養生効果や乾燥収縮の抑制が期待できる．吸水防止性試験結果を図 2 に示す．塗布剤なしの場合は，試験開始後 1 日で 2.5ml/cm^2 程度吸水する．一方，塗布剤を使用した場合には，いずれも吸水を防止している．SI 単体では吸水防止性はやや低いが，SI と AE を配合した CB では，相乗的に吸水防止性が向上する．

この結果は，SI と AE が一体となってモルタル表層に留まることに起因するものと考えられる．塗布剤の浸透性試験結果を図 3 に示す．AE および SI はモルタルへ速やかに浸透したのに対し，両者を配合した CB は，浸透量が少なくなっている．前述のように SI は，シラン系化合物を，養生・保水効果を付与することを目的に変性したものである．結果として界面活性を有するため，SI の作用により，界面活性を有しない疎水性化合物である AE と硬化体中の水との間の反発が緩和され，両者が一体となってモルタル表層に留まったと推測される．これにより，AE がセメント硬化体の表層部に緻密に充填され，外部からの水の侵入経路を効果的に塞ぎ，優れた吸水防止性が得られたものと考えられる．

４．まとめ

モルタル供試体による評価結果より，耐久性向上養生剤について以下のことが確認された．

１）CB は，モルタルに水分質量保持性と，吸水防止性の両方を付与することが確認された．

２）CB はモルタルの表層部に緻密に充填されており，結果として，外部からの水の侵入を効果的に抑制するものと考えられる．

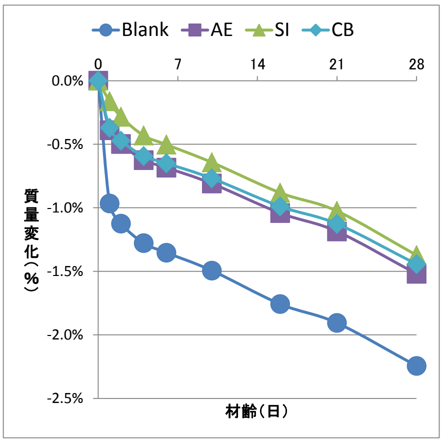

図 1　乾燥質量減少率試験結果

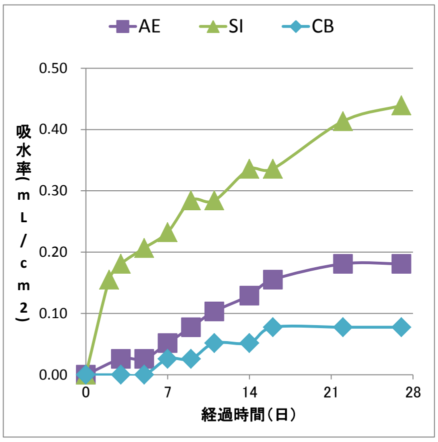

図 2　吸水防止性試験結果

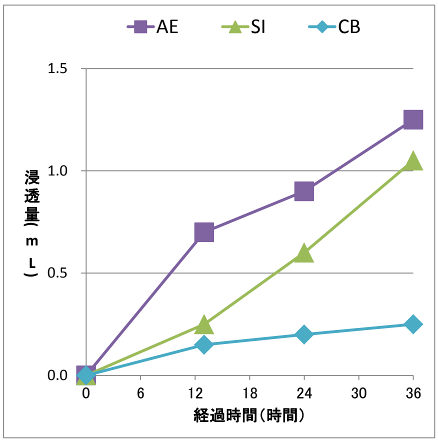

図 3　薬剤浸透性試験結果

参考文献

１）社団法人セメント協会：C&C エンサイクロペディア，pp.157-160

２）郭ら：塗布タイプ収縮低減剤を用いたコンクリートの性能向上，コンクリート工学年次論文集，Vol.31，No.1，pp.631-636，2009

３）長沼ら：リチウムシリケートを用いた表面改質剤の遮塩性に関する研究，第 60 回セメント技術大会講演要旨，pp.262-263，2006

４）大塚ら：シラン系含浸剤とシラン・シロキサン系表面塗布剤の併用によるコンクリートの表面保護効果に関する研究，日本建築学会技術報告集，Vol.18，No.38，pp.15-19，2012

５）志賀ら：硬化コンクリートの表面改質効果に関する基礎的研究，コンクリート工学年次論文集，vol.26，No.1，2004