

表面改質材による遮塩性の改善効果に関する考察

佐藤工業（株） 正会員 宇野洋志城^{*1}佐藤工業（株） 市野 大輔^{*1}

1. はじめに

近年、補修・補強工法およびそれに適した新材料の開発はますます盛んに行われており、その中でも表面被覆材あるいは表面改質材に関してはコンクリート構造物の劣化抑制、耐久性の向上の観点から注目されている。

筆者らも、これまでに表面改質材およびそれを使用した技術に関する基礎試験等を行い、含浸性表面改質材の中には透水や中性化に対する抵抗性および耐凍害性（特にスケーリング防止）の改善効果を有するものが多いことを確認している¹⁾。

本報告は、引き続き表面改質効果を定量的に評価するために行った性能確認試験（促進塩分浸透試験）の結果について述べ、考察を加えるものである。

2. 促進塩分浸透試験の概要

2. 1 使用材料および配合

使用した表面改質材は平均径が 7nm 程度の微細な粒子が水に分散した状態にある含浸性表面改質材（超微粒子コロイダルシリカ）であり、それを噴射するベースのコンクリート供試体の配合を表－1 に示す。

2. 2 供試体の準備

コンクリート供試体寸法は 10×10×40cm の直方体とし、打込み後材齢 1 日で脱型し、恒温恒湿室内（20℃、60%RH）にて気中養生を実施した。

コンクリート供試体への含浸処理は材齢 14 日で行い、供試体の一面（底型枠に接した面）に対して約 10cm の距離から約 5N/mm²の圧力で噴射した。写真－1 に標準施工状況を示す（噴射量の目安は 0.3L/m²）。

その後の養生は気中養生とし、試験開始材齢 56 日まで継続した。なお、材齢 49 日から残りの 7 日間をかけて噴射面以外の 5 面にエポキシ樹脂を塗布した。

2. 3 試験方法

塩分浸透試験方法に関しては規格化されたものがなく、既往の文献²⁾で行われた試験方法に準拠した。

促進養生の開始は材齢 56 日からとし、促進養生は塩分濃度 3%の人工海水中への浸漬養生（3 日間）と 20℃、



写真－1 標準施工状況

表－1 示方配合

目標 スランプ (cm)	W/C (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					備 考
				W	C	S	G	Ad	
18±2.5	55.0	4.5	44.0	165	300	872	1050	0.75	同配合で透水、促進中性化、凍結融解試験実施

使用材料はC：普通ポルトランドセメント、密度 3.16g/cm³

S：栃木県葛生産石灰岩系砕砂、表乾密度 2.67g/cm³、吸水率 1.19%、粗粒率 2.74

G：栃木県田沼産玄武岩系碎石、表乾密度 2.85g/cm³、吸水率 0.62%、粗粒率 6.68

Ad：AE 減水剤

キーワード 微粒子シリカ、遮塩性、耐久性、表面改質、促進試験

連絡先 ^{*1} 〒243-0211 神奈川県厚木市三田 47-3 TEL 046-241-2171

60%RH 条件下での気中養生（4日間）を26サイクル繰返すこととした（3日浸漬+4日乾燥を1サイクルとして全26週で26サイクル）。また、人工海水の蒸発による塩分濃度の変化に対応し、給水による塩分濃度の調整を適宜実施した。

測定に関しては、材齢56日における初期値（供試体浸漬前）、促進養生4サイクル（=4週、1ヶ月後）、13サイクル（=13週、3ヶ月後）、26サイクル（=26週、6ヶ月後）において表層から深さ10±5mmおよび25±5mmの2箇所の試料を採取し、全塩分（塩化物イオン含有量）を日本コンクリート工学協会 規準 SC-5「硬化コンクリート中に含まれる全塩分の簡易分析方法」に準拠して測定した。

3. 試験結果および考察

促進塩分浸透試験の結果を表-2および図-1に示す。

塩化物イオン含有量は、各サイクルで明らかに含浸処理を施した面の方が浸透し難く、促進期間26週経過時点で比べると、表層からの深さ10±5mmの位置における塩化物イオン含有量は、無処理の場合には0.181%、含浸処理の場合には0.118%となった。初期値0.003%を差し引くと、無処理では0.178%の浸透があったのに対して含浸処理を施せば0.115%に抑制できたということになる。

この改善効果を相対比率で評価すると、含浸処理を施したコンクリートに浸透する塩化物イオン量の割合は、促進期間26週経過時点で無処理コンクリートにおいて浸透する量の65%となる。

また、促進期間13週経過時点で比べると、表層からの深さ10±5mmの位置における塩化物イオン含有量は、無処理の場合には0.148%、含浸処理の場合には0.072%となった。初期値0.003%を差し引いて換算すると、含浸処理を施したコンクリートに浸透する塩化物イオン量の割合は、無処理コンクリートにおいて浸透する量の48%であったことになる。同様に促進期間4週経過時点で比べると、それは36%であった。

これより、塩分浸透期間が短ければ含浸処理による表層からの遮塩効果は非常に高く、時間を経過すれば徐々にその改善効果は徐々に薄くなる傾向が認められ、それは表層からの深さ25±5mmでも同様であった。

塩化物イオンの浸透状況は拡散理論に基づいており、無処理のコンクリートでは表層から25mm程度の深さでも徐々に浸透していることが推察できる。その点、含浸処理を施したコンクリートでは表層から25mm程度の深さでは殆ど塩化物イオン含有量に変動はなく、含浸処理により表層からの遮塩性に対する改善効果が確実に得られることがわかる。

4. おわりに

本報告では、新しい含浸性表面改質材に関して追加して行った性能確認試験の結果について考察を述べた。これまでの知見と併せると、超微粒子コロイダルシリカによるコンクリートの表面改質効果は耐透水性（遮水性）、中性化抵抗性、耐凍害性（特にスケーリング防止）に加えて塩分浸透抵抗性（遮塩性）にも発揮されることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 宇野洋志城, 市野大輔: 含浸性表面改質材の性能確認試験, 佐藤工業技術研究所報, No.29, pp.15 - 20, 2003
- 2) 木村定雄, 岡村直利, 宇野洋志城, 清水幸範, 小泉淳: シールド工事用コンクリート系セグメントの耐久性と耐火性能, 土木学会論文集, No.728/VI-58, pp.107-119, 2003

表-2 促進塩分浸透試験結果

試料名	採取位置 (mm)	塩化物イオン量 (%)			
		試験前	4 週	13 週	26 週
無処理	10±5	0.003	0.094	0.148	0.181
	25±5	0.003	0.004	0.014	0.020
含浸処理	10±5	0.003	0.036	0.072	0.118
	25±5	0.003	0.004	0.004	0.005

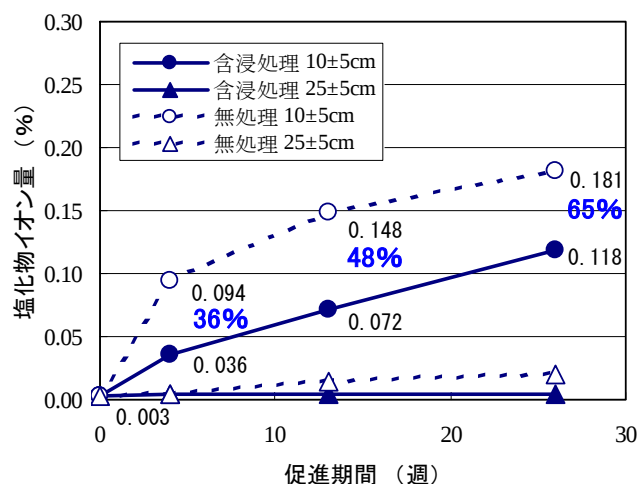


図-1 促進塩分浸透試験結果