

撥水作用を付与したけい酸塩系表面含浸材による性能向上の検討

岐阜大学 小林孝一 山田佳輝
馬居化成工業(株) 浅野達夫 中峯充男

1. はじめに

コンクリート構造物の表面保護工法の中に「けい酸塩系表面含浸工法」がある¹⁾。けい酸塩系表面含浸材（以下、けい酸塩）は施工後1ヶ月程度の養生を経てコンクリート表面を改質するが、この期間中に降雨に曝されると硬化前に流出してしまう可能性がある²⁾。そこで施工後のごく初期の養生の改善を目指し、撥水作用を付与したけい酸塩を開発し、その効果を検証した。

2. 使用材料

けい酸塩は、これまでの検討²⁾でも用いたけい酸Na、けい酸K、けい酸Liの3種混合液の基本型（SiO₂=16%）と、基本型にシリコーン水溶液を微量（3%）添加し撥水作用を付与した撥水型の2種類を用いた。さらに、これまでの検討²⁾と同様にけい酸塩の反応促進を目的として亜硝酸カルシウム水溶液（以下、Ca補助剤）も併用した。なお塗布量はけい酸塩が250g/m²、Ca補助剤は125g/m²とした。

3. JSCE-K572試験

土木学会規準「けい酸塩系表面含浸材の試験方法（JSCE-K572-2018）」による試験結果を表1、図1、図2に示す。けい酸塩中の撥水剤の混入量は微量であるが、撥水効果が発揮され、透水量、および、塩化物水溶液の浸透深さが小さくなった。

表 1 JSCE-K572 試験結果

項目	基本型		撥水型	
	けい酸塩単独	Ca 補助剤併用	けい酸塩単独	Ca 補助剤併用
透水比 (%)	45.7	27.7	24.6	18.8
吸水比 (%)	79.0	79.0	82.2	66.0
中性化深さ比 (%)	52.9	51.5	38.2	40.2
Cl ⁻ 浸透深さ比 (%)	71.7	71.9	54.1	46.7
ひび割れ透水比 (%)	8.4	4.8	12.4	11.3
スケーリングによる質量損失比 (%)	68.7	63.4	69.2	59.3

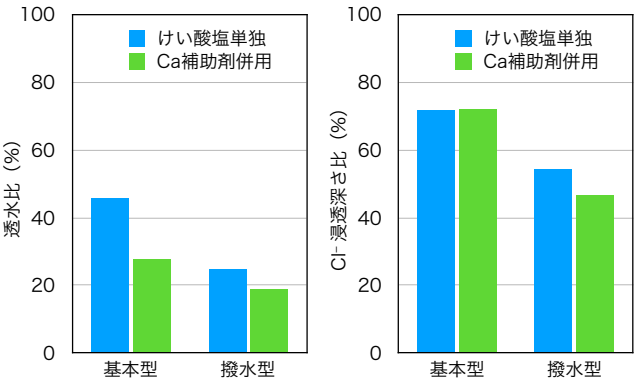


図1 透水比 図2 Cl⁻浸透深さ比

4. 実構造物に対する試験施工

次に撥水型けい酸塩を単独で、化学工場のタンクヤード防液堤側面に施工し、撥水効果の持続性について経過観察を行った。試験施工の様子を図 3、図 4 に、撥水状況を表 2 に示す。



図 3 実構造物 図 4 撥水状況

表 2 撥水状況

観察時間	東	西	南	北
施工直後	◎	◎	◎	◎
1ヶ月後	◎	◎	◎	◎
2ヶ月後	○	◎	◎	○
3ヶ月後	△	○	○	○
4ヶ月後	×	△	△	×
6ヶ月後	×	×	△	×

【目視判断基準】（霧吹きで水を散布して）
◎：玉状になり弾く，○：染みこまず弾く，△：広がるがすぐには染みこまない，×：広がり染みこんでしまう

キーワード：けい酸塩系表面含浸材，撥水性付与，透水量抑制，塩化物イオン浸透深さ抑制

〒501-1193 岐阜市柳戸 1-1 岐阜大学工学部社会基盤工学科, ko2ba@gifu-u.ac.jp

時間の経過とともに撥水効果は次第に失われたが、けい酸塩の養生期間である塗布後1ヶ月までは、どの場所でも十分な撥水効果が見られた。したがって、けい酸塩の反応で改質層が形成されるまで、未反応のけい酸塩の流出を防ぐ効果が得られるものと考えられる。

5. 曝露供試体における含浸深さ

RC 供試体 (400×200×200mm) 2 体に、それぞれ標準型と撥水型のけい酸塩を、Ca 補助剤を併用して塗布した。既設構造物への適用を再現するために、材齢の若い新規の供試体ではなく、(一社) コンクリートメンテナンス協会の経年供試体 N-65-0 (W/C=0.65) を用いた³⁾。けい酸塩塗布時点での材齢は約1年半で、塗布後から岐阜大学工学部の屋上で曝露した。曝露4ヶ月の時点で JSCE-K572 の含浸深さ試験の方法に準じてφ5.4 mm のドリルにて供試体の上面、下面、側面の各面から深さ5mm 毎に20mm までドリル粉試料を採取し、ICP 分析によりアルカリ金属量を測定することにより、含浸深さを調査した。供試体を図5、図6に、含浸深さ試験結果を図7～9に示す。特に供試体の表層において、撥水型の方がアルカリ金属イオン濃度が高く、含浸材の塗布後の流出が抑制されているものと考えられる。



図5 経年供試体



図6 屋上曝露

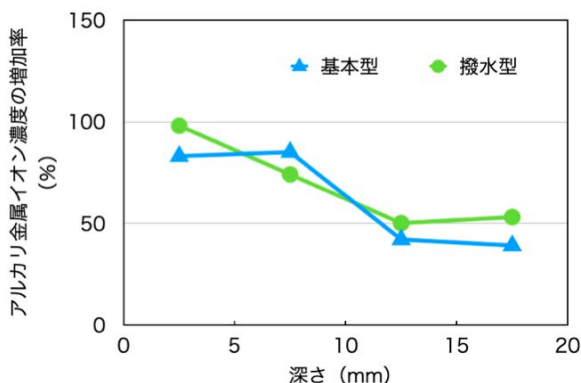


図7 供試体上面の含浸深さ (4ヶ月半後)

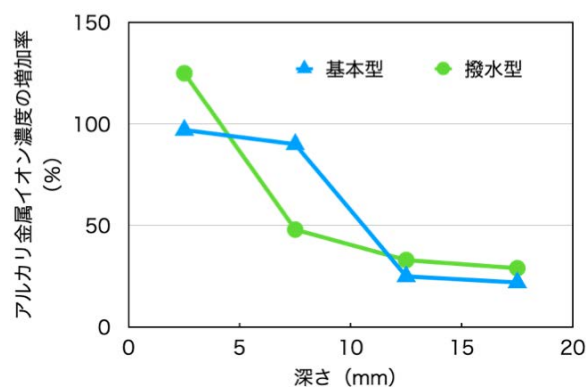


図8 供試体下面の含浸深さ (4ヶ月半後)

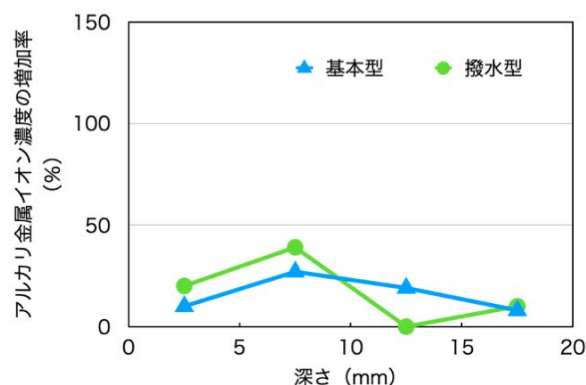


図9 供試体側面の含浸深さ (4ヶ月半後)

6. まとめ

- (1) けい酸塩に撥水効果を付与することで、遮水、遮塩性が向上した。Ca 補助剤を併用することで、その効果は更に向上した。
- (2) 撥水型けい酸塩の撥水効果は2～3ヶ月間持続した。けい酸塩による改質層が形成されるまでの間、撥水作用により表層を保護する。
- (3) 撥水型けい酸塩の方が、4ヶ月半経過後に表層部にアルカリ金属イオンが多く残っている傾向がみられた。

以上から、撥水型けい酸塩と Ca 補助剤を併用する工法は、従来のものと比較して、高い性能を発揮できるものと考えられる。

参考文献 1) 土木学会：けい酸塩系表面含浸工法の設計施工指針（案），2012 年

2) 大野公輔他：けい酸塩系表面含浸材の含浸深さへの雨掛かりの影響および撥水材の添加による改良，コンクリート工学年次論文集，Vol. 41，No. 1，pp. 1697-1702，2019 年

3) コンクリートメンテナンス協会 <https://www.j-cm.a.jp/?cn=103392> (2021 年 3 月 2 日閲覧)