

けい酸塩系表面含浸材のスケーリング抵抗性の検証と幅0.3mmのひび割れへ適用の検討

岐阜大学 フェロー会員 小林孝一，尾鍋智哉
馬居化成工業(株) 正会員 浅野達夫，増田直樹

1. はじめに

コンクリート構造物の表面保護工法の中に「表面含浸工法」がある。シラン系とけい酸塩系とが使用されているが、各劣化因子の抑制性能と耐久性は、双方ともに一長一短があるのが現状である。

筆者らはこれまでに、コンクリートとの化学反応を利用して耐久性向上を図るけい酸塩系材に注目し、性能を向上する検討を重ねてきた¹⁾。

この研究では、各種のけい酸塩のスケーリング抵抗性についてシラン系と比較検討を行った。また「ひび割れ透水性試験」より0.3mm幅のひび割れ閉塞を行うための検討を実施した。

2. スケーリング試験

スケーリング試験は土木学会基準「けい酸塩系表面含浸材の試験方法 (JSCE-K572-2018)」²⁾に準じて実施したが、劣化促進のためW/Cは65%とした。3%NaCl溶液に含浸材塗布面を深さ5mmまで浸漬し、20°C～-20°Cまでの凍結融解サイクルを60サイクル繰返し、スケーリング片の質量より算出した質量損失比(無塗布を1とする)を算出した。

けい酸塩は、表1に示すようにけい酸ナトリウム、カリウム、リチウムの3種混合液を基本型(A: SiO₂=16%及びB: 14%)とし、基本型Aにセルロースナノファイバー(CNF)水分散液を添加したCNF型も調整した。またシリコン水溶液を添加し、けい酸とシランのハイブリッドとなる撥水型けい酸塩も用いた。一方で比較用のシラン系表面含浸材は市販のものを使用した。

試験結果を図1に、試験後の表面写真の代表例を図2と図3に示す。シラン系はその優れた遮水性より水分の浸透を抑制するとされるため、スケーリング抵抗性も高いことを予想していたが、⑦⑧はスケーリングによる質量損失が大きくなった。

一方で、けい酸塩は塗布部分を固化、改質するが、表層部の強度向上が①～③において質量損失比の

表1 含浸材の物性表

N O.	含浸材 (各試験n=4)	塗布量 g/ml	pH	密度 g/ml	粘度 mPas
①	基本型けい酸塩A	250	11.5	1.2	4
②	〃 B	250	11.4	1.17	3
③	CNF型けい酸塩	500	11.3	1.1	500
④	撥水型けい酸塩	250	11.5	1.2	4
⑤	〃 (撥水剤多, けい酸少)	250	12	1.07	4
⑥	シランA	250	6	0.9	1500
⑦	シランB	250	13	1.4	10
⑧	シランC	250	12.6	1.35	50

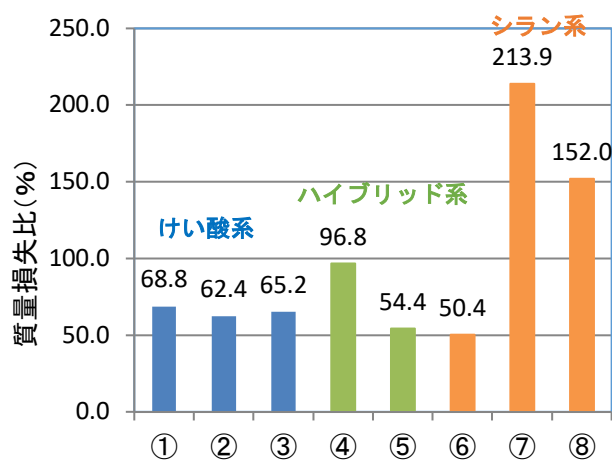


図1 スケーリングによる質量損失比



図2 ①滑らかな面 図3 ⑦荒れた面

少なかった要因と考えられる。ハイブリッド系につ

キーワード：けい酸塩系表面含浸材，シラン系，スケーリング，ひび割れ透水性
〒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

いてはその中間的な効果が得られた。

3. ひび割れ透水性試験

けい酸塩は 0.2mm 以下のヘアクラックを閉塞することができる。しかしこれより少し大きなひび割れへの適用に対するニーズがあるため、0.3mm のひび割れ導入を導入して試験を行った。

けい酸塩は表 1 の①, ③, ④, ⑥を用いたが, 反応促進剤として金属塩反応剤(亜硝酸 Ca の水溶液), アルカリ反応剤 (Na 系化合物の水溶液) を併用することにした。後者はグラウト材のアルカリ系溶液型として知られる技術を応用したものである。けい酸塩とアルカリ反応剤との反応生成ゲルの様子を図 4 に示す。

ひび割れ透水性試験も JSCE-K572 により実施した²⁾。けい酸塩に対しては反応補助剤とし金属塩反応剤もしくはアルカリ反応剤を併用した。VU 管と一体化した φ75×50mm の供試体を作成し, 載荷試験機にて 0.3mm 幅のひび割れを導入した。まず, ひび割れ透水量の初期値を測定した(図 5)。その後ひび割れに沿って反応補助剤を 0.7g/cm 塗布した。翌日にけい酸塩を同様に 0.7g/cm 塗布した。20°C の室温に 1 ヶ月程度静置して気中養生をした後にひび割れ透水量を測定し, 塗布前の透水量に対してひび割れ透水比を算出した。

さらに, またひび割れ閉塞効果を確かなものとするために, ひび割れ透水試験後の試験体にけい酸塩を再塗布し, 養生後に再びひび割れ透水試験を実施した。



図 4 反応ゲルの様子



図 5 試験の様子

結果を図 6 と図 7 に示す。けい酸塩に, 特にアルカリ反応剤を併用することで透水比が減少した。反応によりけい酸ゲルが生成し, ひび割れが閉塞したことが考えられる。またけい酸塩の再塗布を実施することでひび割れ透水量を減少させることができ

た。

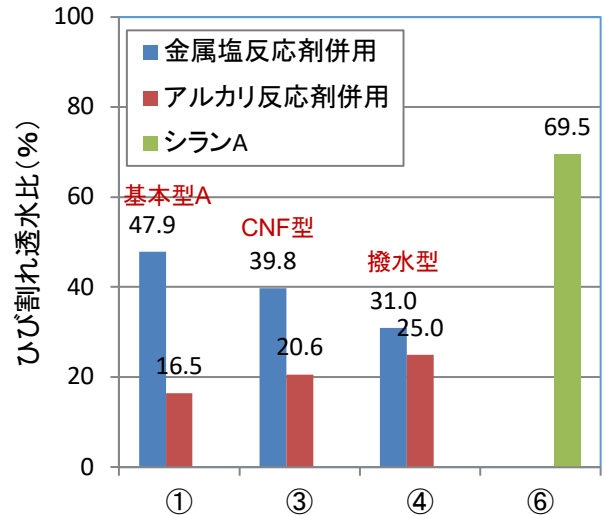


図 6 ひび割れ透水試験のひび割れ透水比

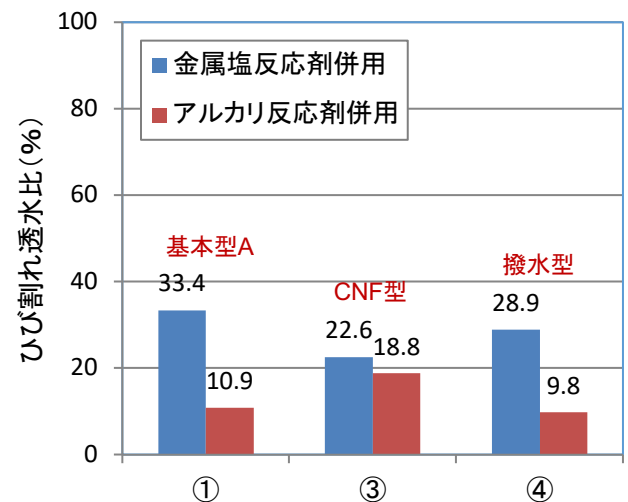


図 7 ひび割れ試験のひび割れ透水比(再塗布後)

4. まとめ

- (1) けい酸塩は, スケーリング損失量を抑制することができる。
- (2) けい酸塩にアルカリ反応剤を併用することで, 0.3mm 幅のひび割れも閉塞し, ひび割れ透水量が減少した。

けい酸塩は, 添加剤(シランや CNF) や反応促進剤と組み合わせることにより, それぞれ特徴的な性能を付与することができる。

本研究の一部は科研費 基盤(C)19K04550 による。
参考文献 1) 小林孝一他, けい酸塩系表面含浸材に対するセルロースナノファイバーの併用に関する検討, R2 年度土木学会全国大会学術講演会, V-115, 2020. 2) CL137 けい酸塩系表面含浸工法的设计施工指針, 2012.