

シラン系表面含浸材の塗布時期の違いがコンクリートの塩分浸透性状に及ぼす影響

法政大学 大学院
法政大学

学生会員 ○池田 大樹
正会員 溝渕 利明

1. 研究目的

シラン系表面含浸材は、コンクリート表面に塗布することにより表層部に含浸し、吸水防止層を形成して物質透過浸透性を向上させる材料である。この効果により、構造物への水分の侵入を防ぎ、塩害や凍害などの劣化原因を抑制する効果があるといわれている。しかし、材料によって主成分や有効成分濃度が異なることから、全てに同一の効果が得られるわけではないのが現状である。また、含浸材を塗布する際のコンクリートの空隙構造や含水率によって、含浸深さが異なるとも言われている。したがって、シラン系表面含浸材の効果をより高めるために、有効成分濃度の異なる材料において、施工からどれだけの期間を置いて塗布するのが有効か検討する必要がある。本研究は、有効成分濃度が 80%以上のシラン系表面含浸材について、配合条件及び塗布時期の違いが、含浸深さ、塩分浸透性状に及ぼす影響について検討したものである。

2. 研究方法

2.1 含浸深さ試験

含浸深さ試験には表-1 の含浸材 A～C を用いた。試験の要因と水準を表-2 に示す。供試体は 100 mm×100 mm×100 mmとし、打設後翌日に脱枠し、室温 20℃、湿度 60%の恒温恒湿室で 4 日間封かん養生を行った。封かん養生後は各塗布時期まで恒温恒湿室で養生し、塗布時期に表面含水率を測定した後に、両側面に含浸材の塗布を行った。塗布から 14 日後に供試体を割裂し、表面保護工法設計施工指針¹⁾ に準拠して含浸深さを測定した。各水準につき供試体を 3 体作製し、測定値は 3 体の平均値とした。

2.2 塩化物イオン浸透試験

塩化物イオン浸透試験には表-1 の含浸材 A～D を用いた。試験の要因と水準を表-3 に示す。なお含浸材 D は、含浸材 A と E を併用したものとした。供試体は 100 mm×100 mm×400 mmとし、打設後翌日に脱枠し、室温 20℃、

湿度 60%の恒温恒湿室で 4 日間封かん養生を行った。含浸材の塗布は両側面とし、その他の上底面、端面はエポキシでシールした。シール後、各塗布時期まで恒温恒湿室で養生し、塗布時期に両側面に塗布を行った。塗布後、14 日間再び養生した後、濃度 10%の NaCl 溶液に浸漬した。浸漬後、2, 4, 6 ヶ月経過時に塩水から上げ、ドライカッターで端面から 2～3cm の厚さに切断し、測定用の供試体とした。以下、JIS A 1171 に準拠して塩化物イオン浸透深さを算出した。測定の概要を図-1 に示す。また、供試体の含浸材塗布面の表層から 0～1cm, 1～2cm の試料を採取し、JIS A 1154 に準拠して電位差滴定法を行い、各層に含まれる塩化物イオン浸透量を調べた。

表-1 シラン系表面含浸材の種類

種類	主成分	有効成分濃度(%)	塗布量(g/m ²)
A	アルキルアルコキシシラン	98	220
B	シラン・シロキサン系	80	200
C	シラン・シロキサン系	90~99	200
D	含浸材 A+含浸材 E	98	220
E	水系シラン	—	90~130

表-2 含浸深さ試験 要因と水準

要因	水準
水セメント比(%)	45, 55, 65
含浸材	A, B, C
塗布時期	封かん養生直後(1 日) 3 日, 7 日, 28 日

表-3 塩化物イオン浸透試験 要因と水準

要因	水準
水セメント比(%)	65
含浸材	無塗布, A, B, C, D
塗布時期	封かん養生直後(1 日) 3 日, 7 日, 28 日

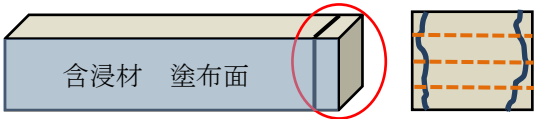


図-1 塩化物イオン浸透試験 測定概要

キーワード 表面含浸材 シラン系 塩化物イオン浸透

連絡先 〒184-8584 東京都小金井市梶野町 3-7-2 法政大学大学院デザイン工学研究科 TEL 042-387-6286

3. 試験結果

3.1 含浸深さ試験結果

含浸材 A の含浸深さと水セメント比の関係を図-2 に示す。封かん養生直後(1 日)と 3 日において、水セメント比 45%の含浸深さが 5mm 前後と小さくなった。しかし、塗布時期 7 日と 28 日においては、水セメント比に関わらず含浸深さが 7~9mm と大きくなる結果となった。この結果より、コンクリートが緻密な場合、含浸材 A は封かん養生直後、3 日の供試体表面の含水率が高い場合は含浸しにくく、塗布材齢を 7 日以降とした場合は含浸しやすいことがわかった。

3.2 塩化物イオン浸透試験結果

硝酸銀噴霧によって測定した塩化物イオン浸透深さを図-3 に示す。無塗布と比較すると、全ての塗布時期において塩化物イオンの浸透を抑制できる結果となった。特に塗布時期 7 日以降に関して、塩化物イオンの浸透を 5mm 以下に抑えることができた。供試体の表面から 0~1cm の試料における塩分分析結果を図-4 に示す。含浸材 C の塗布時期 3 日を除き、全ての含浸材において塗布時期が長くなるほど塩化物イオン浸透量が少なくなる傾向を示した。これらの結果より、塗布までの期間を置き、含水率が低く乾燥した状態で含浸材を塗布した方が、塩分浸透に対する抵抗性が高くなるといえる。塗布時期 7 日における、各層の塩化物イオン量を図-5 に示す。無塗布と比較すると、0~1cm 層で 44~53%、1~2cm 層で 7~23%程度に塩化物イオンの浸透を抑制できるという結果となった。

4. まとめ

本研究で得られた結果を以下に示す。

- 1) 含浸材 A の場合、塗布時期 7 日以降で水セメント比に関わらず含浸深さが大きくなった結果から、配合によらず均一な含浸深さを得るためには 7 日以降の塗布が有効であるといえる。
- 2) 無塗布と比較した結果、含浸材の塗布によって塩化物イオンの浸透深さを半分以下に抑えることが可能である。
- 3) 塩分分析の結果、封かん養生から塗布までの期間を 7 日以降と長く置くことで、塩分が浸透しにくくなる結果となった。

以上の結果より、実構造物の施工において含浸深さ、塩分浸透抑制効果を高めるためには、脱枠から 7 日以降に含浸材を塗布することが有効と考えられる。しかし、本研究では水セメント比 65%の限られた条件で検討を行ったため、より緻密なコンクリートにおける塩分浸透抑制効果に関しては更に検討を行う必要があるといえる。

謝辞

本研究を行うにあたり、終始ご指導とご提言を頂戴しました BASF ポゾリス株式会社に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 土木学会：表面保護工法設計施工指針(案) 2) 田中博一，浦野真次：シラン系表面含浸材の含浸深さおよび物質透過抵抗性に関する研究 コンクリート構造物の補修補強論文報告集 第 10 巻 2010. 10

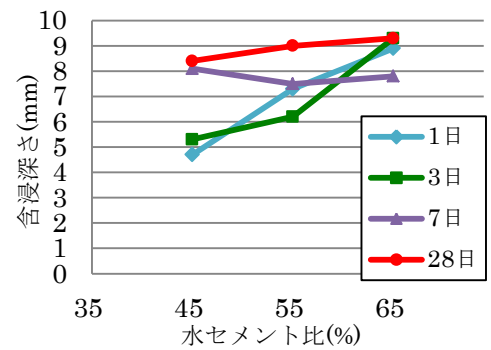


図-2 含浸深さと水セメント比の関係(含浸材 A)

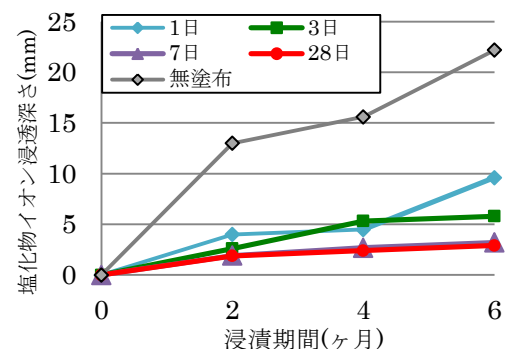


図-3 塩化物イオン浸透深さ(含浸材 A)

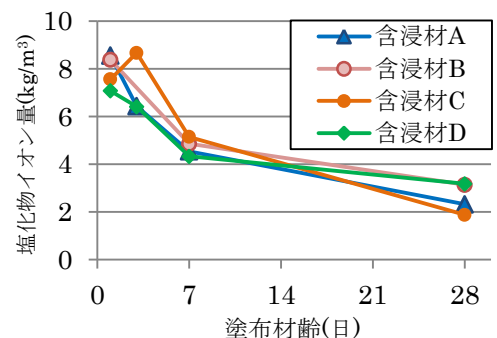


図-4 塩化物イオン浸透量
(表面から 0~1cm, 6 ヶ月浸漬)

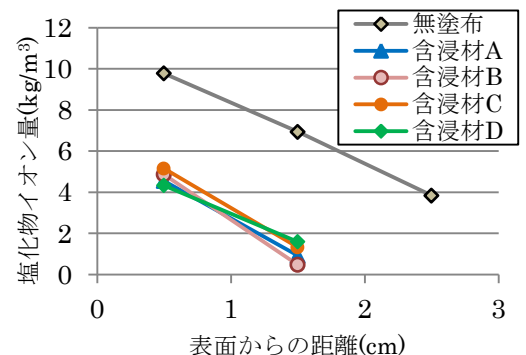


図-5 塩化物イオン浸透量
(塗布時期 7 日, 6 ヶ月浸漬)