

亜硝酸リチウム系表面含浸材とシラン系表面含浸材の併用における水分制御効果に関する検討

金沢大学 学生会員 ○前山 誠志 金沢大学 正会員 久保 善司
西日本高速道路エンジニアリング関西 (株) 非会員 木虎 久人

1. はじめに

表面含浸材料には、鉄筋の腐食抑制に直接作用を持つ亜硝酸リチウム系表面含浸材、表面近傍の水分制御による腐食抑制効果が期待できるシラン系表面含浸材、および表面の緻密性を高める効果を持つケイ酸塩表面含浸材などがある。亜硝酸系含浸工法は、亜硝酸イオンがコンクリート内部の鉄筋周辺まで浸透・拡散することにより、鉄筋の腐食抑制や破壊された不働態被膜の再生に効果があるとされている¹⁾。シラン系表面含浸工法は、コンクリート表面に撥水層を形成し、水分や塩分の浸入を防ぐとともに水蒸気透過性も有するため、内部の水分を外部へ逸散させることが可能である。近年、この両材料を併用し、防錆効果と水分制御効果の両方を期待する表面含浸工法に関する検討もされている。本研究では、亜硝酸リチウム系表面含浸材とシラン系表面含浸材を併用した場合に、含浸させた亜硝酸リチウムがシラン系表面含浸工法の水分制御効果に与える影響について検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料および供試体

コンクリートは、水セメント比を 55%とし、単位水量を 175kg/m³とした。配合を表-1に示す。亜硝酸リチウム水溶液は濃度が 40%のものを用意した。シラン系表面含浸材は比較のため異なる 3 種類を使用した。シラン系含浸材の種類を表-2に示す。

直径 100mm、高さ 200mm の円柱供試体を打設後、翌日脱型し、材齢 7 日まで水中養生を行った。養生終了後、打設面の脆弱部約 1cm を研磨し、補修対象面（補修面）とした。研磨面以外の周面および底面をアルミテープで防水処理を施した。その後、室内で 30 日間気中乾燥を行った。供試体数は各要因につき 3 体用意した。

2.2 補修仕様

含浸材は、シラン系含浸材のみを塗布したもの、亜硝酸リチウム系含浸材とシラン系含浸材を両方塗布したもの、比較用として無処理のものの 3 種類とした。シラン系含浸材のみの要因に関しては、気中乾燥を終

表-1 配合

W/C (%)	単位量 (kg/m ³)					
	W	C	S	G	減水剤	AE助剤
55	175	318	818	919	0.955	0.022

表-2 使用したシラン系含浸材の種類と適用量

含浸材種類	外観性状	主成分	有効成分率	適用量 (g/m ²)
A	淡灰色 ジェル状	シラン・シロキサン	90%以上	200
B	無色透明 液状	アルキルアルコキシシラン	98~100%	176
C	白色 ジェル状	シラン・シロキサン	90%以上	180

えた供試体の研磨面に対し、シラン系含浸材を表-2に示す適用量を塗布し、室内で 7 日間養生を行った。併用するものについては、シラン系含浸材を塗布する前に亜硝酸リチウム 40%水溶液を 800g/m²を塗布し、室内で 7 日間養生した後、上記と同様のシラン系含浸材の処理を行った。

2.3 実験方法

供試体の乾湿繰返し環境に静置し、質量変化、試験終了後の含浸深さおよび塩化物イオン浸透深さを測定した。乾湿サイクルとしては、乾燥過程として 40℃、30%RH の恒温恒湿槽に 23.5 時間静置し、湿潤過程として補修面を 1cm の水深にて飽和塩化ナトリウム水溶液に 0.5 時間浸漬した。乾燥過程と湿潤過程を 1 サイクルとし、合計 7 サイクル行った。

2.4 測定項目

(1) 質量変化 乾燥過程、湿潤過程毎に、供試体の質量を測定し、質量変化を求め、3 体の平均値から後述の乾燥量・吸水量を算出した。

(2) シラン系含浸材の含浸深さ 乾湿 7 サイクル終了後の供試体を割裂し、その割裂面に水を噴霧して撥水している部分の深さを、ノギスを用いて測定した。各供試体につき最大値と最小値を含む 6 か所を測定し、平均値を含浸深さとした。

(3) 塩化物イオンの浸透深さ 2.4 (2) にて割裂したもう片方の割裂面に 0.1mol/L の硝酸銀溶液を噴霧して白く呈色している深さを、ノギスを用いて測定した。

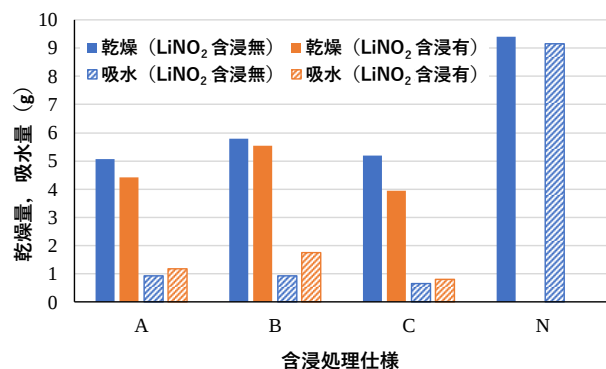


図-1 乾燥量および吸水量の総和

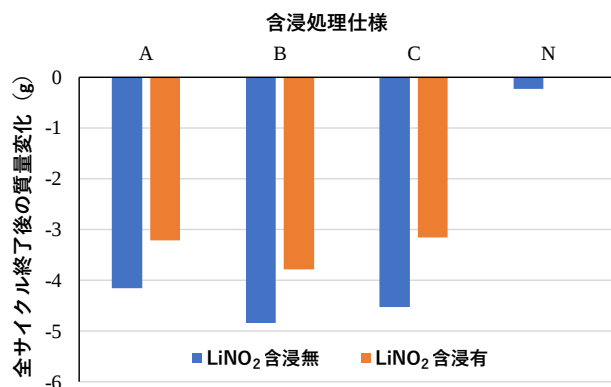


図-2 全サイクル終了時の質量変化

平均値の算出は2.4 (2) とした。

3. 実験結果および考察

3.1 質量変化

各サイクルの乾燥量および吸水量の総和を図-1に、全サイクル終了後の質量変化を図-2に示す。図中のNは無処理を示す。亜硝酸リチウム系含浸材を併用したものは、シラン系含浸材単独のものより、乾燥量は小さく、吸水量は大きくなった。亜硝酸リチウム系含浸材を併用した場合、浸透した亜硝酸リチウムによる保水作用によって、シラン系含浸材による吸水抑制効果および水分逸散効果が若干低下したものと考えられる。しかし、無処理のものと比較すると、シラン系含浸材単独のものと亜硝酸リチウム含浸材を併用したものとの差はわずかであった。したがって、亜硝酸リチウム含浸材の併用による水分制御効果の低下は顕著でないものと考えられる。

3.2 シラン系含浸材の含浸深さ

シラン系含浸材の含浸深さを図-3に示す。亜硝酸リチウム系含浸材の有無にかかわらず、シラン系含浸材の含浸深さは同程度となった。しかし、写真-1に示すように、シラン系材料の種類にかかわらず、亜硝酸リチウム系含浸材を併用したものでは、含浸層（撥

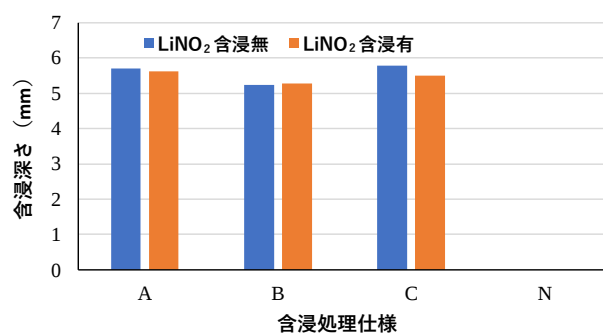


図-3 シラン系含浸材の含浸深さ

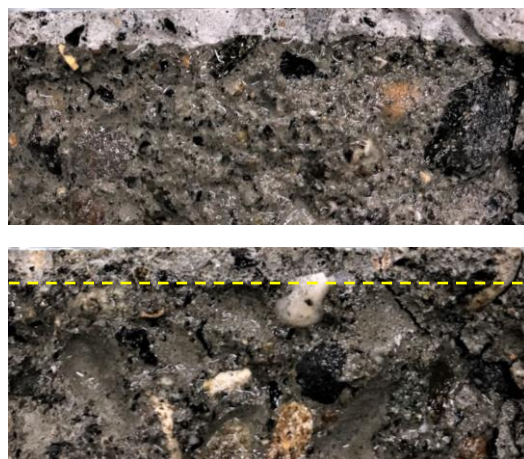


写真-1 シラン系含浸材の撥水層の比較
(上：LiNO₃ 含浸無，下：LiNO₃ 含浸有)

水部分) が視認しにくく、含浸層は若干不明瞭であった。亜硝酸リチウム系含浸材を併用したものでは、亜硝酸リチウムの保水作用により、濡れ色を示しやすくなったものと推察される。これについては今後のさらなる検討が必要である。

3.3 塩化物イオンの浸透深さ

塩化物イオンの含浸深さについては、無処理のものでは8.7mmまで呈色が認められた。亜硝酸リチウム系含浸材の適用の有無にかかわらず、シラン系含浸材を適用したものは呈色が認められなかった。

4. まとめ

亜硝酸リチウム系表面含浸材とシラン系表面含浸材を併用した場合、含浸した亜硝酸リチウムの保水効果によって水分制御効果がわずかに低下するものの、概ね単独使用と同程度の効果が期待できる。

参考文献

- 1) 小林明夫ら：塗布型腐食抑制剤によるコンクリート中の鉄筋防食に関する研究，土木学会論文集，第420号/V-13，1990年8月