

異なる適用方法における亜硝酸リチウム水溶液のコンクリートへの含浸性状

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
 西日本高速道路エンジニアリング関西 (株) 正会員 石井 一騎

1. はじめに

コンクリート表面含浸工法に用いられる補修材料の1つに亜硝酸系補修材が挙げられる。この場合、亜硝酸イオン（以下、 NO_2^- ）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おり、防錆剤として用いられている¹⁾。この効果を得るためには、亜硝酸イオンを含む補修材をより効果的に内部に含浸させる必要があり、さらに含浸後については、防錆効果が得られる量の亜硝酸イオンが鉄筋近傍へと拡散しなければならない。井上らは、亜硝酸リチウムと亜硝酸カルシウムを用いて透水実験を行い亜硝酸リチウムの方が高い浸透性を示すことを明らかにしている²⁾。

本研究では、亜硝酸リチウムを対象とし、コンクリート表面からより多くの亜硝酸イオンを含浸・浸透させる適用方法について検討を行った。

2. 実験概要

(1) 使用材料

コンクリートの配合は水セメント比を55%とした。コンクリートの単位水量は、 175kg/m^3 （以下、W175）とコンクリート型枠近傍におけるブリーディングなど緻密性が小さくなった箇所を想定した 190kg/m^3

（以下、W190）の2水準を用意した。配合を表-1に示す。亜硝酸リチウム水溶液は濃度の異なる5%、10%、20%、40%の4種類を用意した。

(2) 適用間隔と適用量の検討

亜硝酸リチウム水溶液の濃度がコンクリートの含浸性に与える影響を把握することため、濃度の異なる亜硝酸リチウム水溶液（5%、10%、20%、40%）をコンクリートに含浸した。コンクリートへの含浸は刷毛塗りで実施し、一度の塗布においては、表面が濡れ色を示し、液だれ等が生じない程度まで塗布を行った。含浸した溶液が浸透に伴い、表面の濡れ

表-1 配合

W/C (%)	単位量 (kg/m ³)					
	W	C	S	G	AE減	AE助
55	175	318	818	919	1	0.022
55	190	345	819	856	0.3	0.028

色がなくなった段階（濡れ色は対象面積の20~30%程度）で、次の塗布を行い、これを連続的に行うことで含浸を行った。

コンクリート供試体は、直径100mm、高さ200mmの円柱コンクリートを打設後、翌日脱型し、材齢7日まで水中養生を行った。養生終了後、厚さ20mmに切断し、水中に24時間静置した。切断面2面のうち1面を試験面とし、他の面をアルミテープで防水処理を施し、恒温恒湿槽（ $40\pm 2^\circ\text{C}$ 、 $50\pm 5\%$ ）で5日間乾燥させた。乾燥後、W175およびW190の供試体に、所定濃度を上記の方法で含浸を行った。

(3) 濃度と適用量が含浸深さに与える影響

亜硝酸リチウム水溶液の濃度および適用量がコンクリートへの含浸深さに与える影響を検討することとした。濃度と適用量の組合せの要因を表-2および表-3に示す。なお、供試体と養生方法等は上記と同一とした。

グループ1では、所定の量に達するまで継続的に塗布を続ける方法で行った。グループ2では、補修実施の際の現場での施工条件を次のように設定した。補修期間を1日とし、当日中に施工が可能な適用回数および適用間隔を、含浸材の塗布を3時間間隔で実施し、3回の塗布によって含浸を行うこととした。

所定量塗布した30分後にハンマーで供試体を割裂し、水溶液の浸透により濡れ色を示す深さを、ノギスで4か所測定し、その平均値を含浸深さとした。

3. 実験結果および考察

3.1 濃度が適用間隔と適用量に与える影響

亜硝酸リチウム水溶液の累計塗布量と経過時間の

表-2 実験2の実験要因 (グループ 1)

LiNO ₂ 濃度	塗布量 (g/m ²)	NO ₂ ⁻ 量 (kg/m ²)
5%	400	1.74
5%	800	3.78
5%	1000	4.34
40%	400	13.90
40%	800	27.81

表-3 実験2の実験要因 (グループ 2)

記号	LiNO ₂ 濃度, 塗布量 (g/m ²)			総塗布量 (g/m ²)	NO ₂ ⁻ 量 (kg/m ²)
	1回目	2回目	3回目		
A	40%, 300	40%, 300	40%, 200	800	27.81
B	10%, 300	10%, 300	40%, 300	900	15.64
C	20%, 300	20%, 300	20%, 300	900	15.64
D	20%, 300	20%, 300	40%, 300	900	20.85
E	40%, 300	20%, 300	20%, 300	900	20.85
F	40%, 300	40%, 300	40%, 300	900	31.28
G	40%, 300	40%, 300	10%, 400	1000	24.33

関係を図-1に示す. 濃度の高い40%のものは, 他の濃度のものと比較すると, 累計塗布量が200g/m²以降, 塗布間隔が長くなるとともに, 一回当たりの塗布量が少ない傾向を示した. すなわち, 濃度の高い40%ものは, 所定の塗布量を適用するための時間が長くなり, 適用間隔も長い傾向にあった. 他方, 濃度の低い5~20%のものでは, 顕著な相違が認められなかった. この原因については, さらなる検討が必要であるが, 高濃度のものほど粘性と吸湿性が高くなるのが原因として推察される.

他方, 単位水量の相違については, 濃度20%を除き, 単位水量の大きいW190の方が適用量は多くなった. 同一水セメント比においては, 単位水量が大きいほど単位体積中の空隙は大きいため, W175のものよりW190のものの方が, 適用量は若干大きくなったものと考えられる.

3.2 濃度と適用量が含浸深さに与える影響

含浸深さと塗布量の関係を図-2に示す(凡例の記号は表-2および表-3参照). 濃度および適用方法にかかわらず, 塗布量(適量量)が大きいほど, 含浸深さは大きくなった. したがって, 含浸深さは濃度に依存しないものと考えられる. なお, 濃度が低い場合, 適用量は同じでも含浸される亜硝酸イオンは少なくなる.

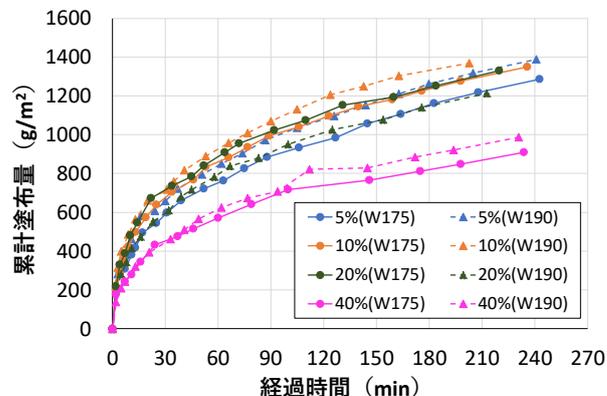


図-1 濃度別の累計塗布量と経過時間の関係

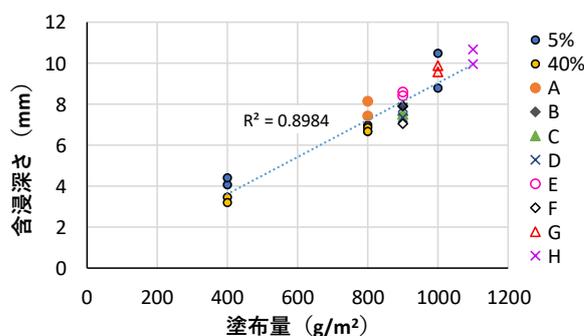


図-2 含浸深さと塗布量の関係

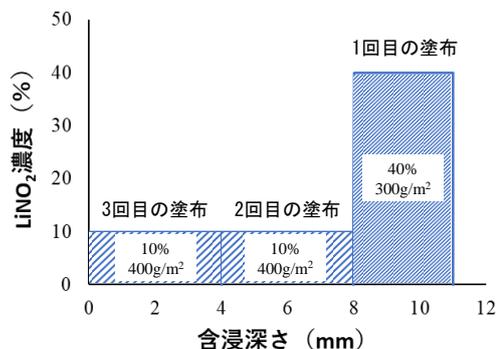


図-3 含浸時のイメージ (H)

例えば, Hの方法で含浸させたときのイメージを図-3に示す. 1回目に塗布した溶液は2, 3回目の塗布で奥に押し込まれると考えられる. したがって, 含浸深さと含浸される亜硝酸イオン量, さらには, 施工条件を考慮し, 効果的な濃度と適用量の組み合わせを選定することが重要であると考えられる.

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
- 2) 井上真澄ら: 亜硝酸系補修材のモルタルへの浸透性に関する基礎的研究, 「材料」(Journal of the society of Materials Science, Japan), Vol.66, No.5, pp.359-364, May 2017