

第V部門

補修・補強（材料）(4)

2019年9月3日(火) 16:40 ～ 18:10 V-5 (幸町北5号館 第4会議室)

[V-159] 亜硝酸リチウム溶液の適用方法の相違がコンクリートへの含浸性状に与える影響

Influence of various application methods on the impregnation of Lithium nitrite solution into a concrete

*前山 誠志¹、久保 善司¹、木虎 久人²、石井 一騎² (1. 金沢大学、2. 西日本高速道路エンジニアリング関西 (株))

キーワード：亜硝酸リチウム、亜硝酸イオン、浸透、含浸、表面含浸工法、濃度

Lithium Nitrite solution, Lithium Nitrite ion, permeation, impregnation, surface impregnation method, concentration

塩害を受けたコンクリート構造物の補修工法の一つに亜硝酸系補修材を用いた表面含浸工法がある。この工法は簡易かつ安価に行える補修工法である。しかし、効果が得られる一定量の亜硝酸イオンを鉄筋近傍まで浸透・拡散させる必要があり、効果を効率良く得るためには亜硝酸系補修材の含浸深さを大きくする必要がある。本研究では、コンクリートへの亜硝酸リチウム水溶液の含浸性状を、各種濃度および適用方法（適用量）において検討した。その結果、亜硝酸リチウム水溶液の濃度が高いほど含浸に要する時間は長くなるものの、含浸深さは濃度にかかわらず、適用量のみに依存することが確認された。

亜硝酸リチウム溶液の適用方法の相違がコンクリートへの含浸性状に与える影響

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

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
55	190	345	819	856	0.345	0.028

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 つである亜硝酸系補修材は、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⁾。この効果は亜硝酸イオン（以下、NO₂⁻）がコンクリート内部の鉄筋周辺まで浸透・拡散することで得られる。鉄筋の防錆効果をより有効に得るためには、亜硝酸イオンを含む補修材をより深く内部に含浸させる必要がある。さらに含浸後は、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。

本研究では、亜硝酸リチウム水溶液を対象とし、コンクリート表面からより多くの亜硝酸イオンを含浸・浸透させう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/m³（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/m³（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%、および 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させた。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。含浸した溶液の浸透に伴い、表面の濡れ色がなくなった段階（濡れ色は対象面積の 20～30%程度となった時点）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、恒温恒湿槽内（40±2℃、50±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（シリーズ 1）および表－3（シリーズ 2）に示す。なお、供試体と養生方法等は上記と同一とした。

シリーズ 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。シリーズ 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、当日中に施工が可能な適用回数を 3 回、適用間隔を 3 時間として含浸材の塗布を実施し、含浸を行った。

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。また、シリーズ 2 では各回の塗布に要する時間（塗布開始から所定量の塗布が終わるまでの時間）も記録し、施工性の検討も行った。

3. 実験結果および考察

(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各経過時間における総塗布量（累計塗布量）と経過時間の関係を図－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

キーワード：亜硝酸リチウム、亜硝酸イオン、濃度、含浸、表面含浸工法

連絡先：〒920-1192 石川県金沢市角間町 金沢大学 土木材料科学研究室 TEL 076-264-6373

表－2 実験要因（シリーズ 1）

LiNO ₂ 濃度	適用量 (g/m ²)	NO ₂ ⁻ 量 (kg/m ²)
5%	400	0.017
5%	800	0.038
5%	1000	0.043
40%	400	0.139
40%	800	0.278

表－3 実験要因（シリーズ 2）

記号	LiNO ₂ 濃度, 適用量 (g/m ²)			総適用量 (g/m ²)	NO ₂ ⁻ 量 (kg/m ²)
	1回目	2回目	3回目		
Sm	20%, 300	20%, 300	20%, 300	900	0.156
Sh1	40%, 300	40%, 300	40%, 200	800	0.278
Sh2	40%, 300	40%, 300	40%, 300	900	0.313
C1	20%, 300	20%, 300	40%, 300	900	0.209
C1r	40%, 300	20%, 300	20%, 300	900	0.209
C2	10%, 300	10%, 300	40%, 300	900	0.156
C3	40%, 300	40%, 300	10%, 400	1000	0.243
C4	40%, 300	10%, 400	10%, 400	1100	0.174
W	0%, 300	0%, 300	0%, 300	900	0

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, 塗り重ね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. 高濃度のものほど粘性および吸湿性が高くなることが原因として推察される.

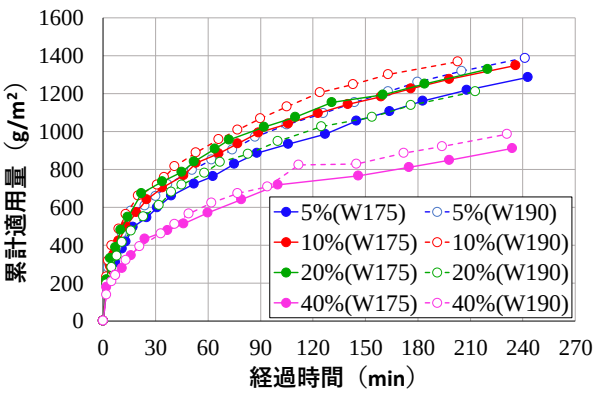
他方, 単位水量の相違については, 濃度 20%を除き, 単位水量の大きい W190の方が適用量は若干多くなった. 同一水セメント比においては, 単位水量が大きいほど単位体積中の空隙は大きいので, W175のものより W190のものの方が, 適用量は若干大きくなったものと考えられる.

(2) 濃度と適用量が含浸深さに与える影響

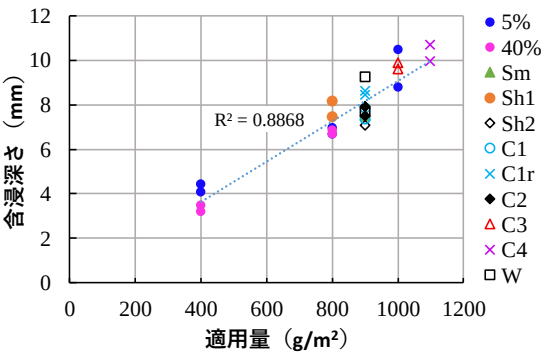
含浸深さと塗布量の関係を図－2 に示す (凡例の記号は表－2 および表－3 参照). 濃度および適用方法にかかわらず, 適用量が大きいほど, 含浸深さは大きくなった. したがって, 含浸深さは濃度に依存しないものと考えられる. なお, 濃度が低い場合, 適用量は同じでも含浸される亜硝酸イオンは少なくなる.

(3) 適用方法が施工性に与える影響

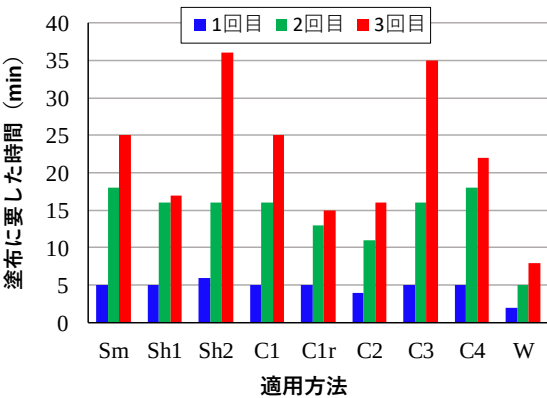
各適用方法において, W175 の場合の各回の塗布に要した時間を比較したものを図－3 に示す (記号は表－3 参照). 3 回目の塗布量が Sh1 より 100g/m² 多い Sh2 は, 3



図－1 濃度別の累計適用量と経過時間の関係



図－2 含浸深さと適用量の関係



図－3 塗布に要した時間の比較 (W175)

回目の塗布時間が長くなっている. 高濃度のものは適用量が多くなると, 塗り重ね間隔が長くなるため, 3 回目の適用における適用間隔に差が生じたものと考えられる. C4 は今回の実験の中で最も適用量が多いものの, 3 回目の塗布においても比較的短時間で完了した. 高濃度と低濃度を組合せることによって, より大きな含浸深さを得ることができるものと考えられる.

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