

亜硝酸リチウム混入ゲルを用いたコンクリートの複合劣化対策工法の効果評価

金沢工業大学大学院

学生会員

○加藤 了俊

金沢工業大学

正会員

宮里 心一

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社

正会員

有馬 直秀

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社

フェロー会員

青山 實伸

デンカ株式会社

正会員

宮口 克一

1. はじめに

北陸地方の鋼橋 RC 床版や RC 中空床版等は、冬季に凍結防止剤が散布される。これらの床版等は、他の構造形式と比べ中性化の進行が早い傾向にある¹⁾。すなわち、塩害および中性化による複合劣化が懸念される。これまでに、高濃度の防錆剤を混入した補修用モルタルを既設コンクリートの表面に、2mm 厚程度で薄く塗布し、複合劣化を抑制できる効果が報告されている²⁾。しかしながら、この工法は、床版下面に左官工法で塗布するため、作業性低下等の課題が残る。本研究では、ゲルを用いた新たな塗布方法を提案し、従来の補修用モルタルを塗布した場合と比較し、防錆成分の浸透性および中性化の抑制効果を明らかにする。

2. 実験概要

(1) 供試体概要と実験ケース

図-1 に供試体概要を示す。普通ポルトランドセメントを使用し、W/C が 60% のモルタルを作製した後、塗布面以外の面をエポキシ樹脂で被覆した。次に、中性化した既設床版を模擬するため、10 週間の促進中性化暴露(40℃・RH60%・CO₂5.0%)を行い、10mm 程度までを中性化させた。その後、写真-1 に示すように複合劣化対策を施した。表-1 に実験ケースを示す。ここで、ゲルは LiNO₂ 水溶液を変性アクリルアミド系増粘剤で増粘したものである。ケース B で塗布した目的は、凹部では外部環境の乾燥時に、コンクリート表層部の水分が逸散する。この際に、LiNO₂ が濃縮し、内部へ早く浸透する可能性があると考えたからである。

(2) 亜硝酸イオン量の測定方法

金沢市内にて 10 月下旬から 3 ヶ月間および 6 ヶ月間に亘り、屋根を設けて雨雪の影響を受けないようにして屋外暴露を行った。その後、防錆成分の浸透性を確認するために、厚さ 5mm 毎に供試体をスライスして、亜硝酸イオン浸透量をイオンクロマトグラフィーにより分析した。

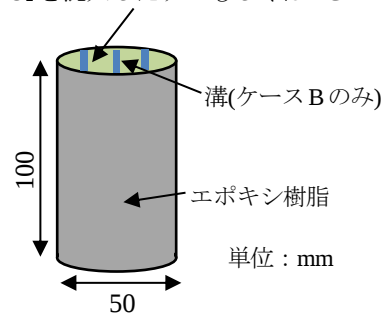
LiNO₂ を混入したゲルもしくは PCM

図-1 供試体概要



ケース A



ケース B

写真-1 ゲルの塗布状況

表-1 実験ケース

ケース	媒体	塗布方法	LiNO ₂ 量 (g/m ²)	塗布厚さ (mm)
Blank	無塗布		—	—
A	ゲル	ローラ	500	0.5
B		ローラ溝	250	凸部 : 0.5 凹部 : 0.0
C		ゴムベラ	1000	1
D	PCM	コテ	100	2
E			500	

(3) 中性化深さの測定方法

JIS A 1153 に準拠して、3 ヶ月間および 12 ヶ月間に亘り、促進中性化暴露を行った。その後、供試体を割裂してから、JIS A 1152 に準拠して、濃度 1.0% フェノールフタレインエタノール溶液を噴霧し、暴露面から変色した部分までを中性化深さとして測定した。

3. 実験結果

(1) 亜硝酸イオンの浸透性

図-2 に屋外暴露 3 ヶ月および 6 ヶ月における亜硝酸イオン浸透分布を示す。これによると、ケース C において、最も亜硝酸イオンが浸透していることが認められる。さらに、PCM を塗布したケース D および E では、亜硝酸イオンの最大値が同等であることが認められる。また、図-3 に RC 床版等の一般的な鉄筋位置(深さ 20-40mm 間)における亜硝酸イオン総量(積分値)

を示す。これによると、 LiNO_2 量が最も多いケース C ではケース D および E と比較して、3 ヶ月および 6 ヶ月において約 45% 多く浸透していることが認められる。さらに、溝を設けたケース B ではケース A と比較して、供試体表面に塗布した総 LiNO_2 量が 1/2 にも拘わらず、3 ヶ月における亜硝酸イオン浸透量は約 40% 多く浸透し、6 ヶ月では同等であることから、浸透は早いことが認められる。

(2) 中性化深さ

図-4 に促進中性化暴露 3 ヶ月および 12 ヶ月における中性化深さの結果を示す。これによると、ケース C では Blank と比較して、中性化深さを約 70% に抑制していることが認められる。また、ケース A ではケース B と比較して、溝の有無による中性化抑制効果は同等であることが認められる。さらに、ケース D およびケース E は同等の中性化深さとなったことが認められる。

4. 考察と総合評価

全てのケースにおいて、屋外暴露 3 ヶ月における亜硝酸イオン量の最大値は、深さ 10-20mm の位置となった。これは、深さが 0-10mm では、予め中性化していたため、塩化物と同様に亜硝酸イオンの深部への濃縮現象が起きた³⁾と考えられる。また、溝状に塗布したケース B ではケース A と比較して、屋外暴露 3 ヶ月における亜硝酸イオン総量が多くなり 6 ヶ月では同等になった。これは、2.(1)に前述した仮説の様な移動が起こり、 LiNO_2 が早く内部に浸透したためと考えられる。さらに、ケース C では PCM を塗布した両ケースと比較して、亜硝酸イオン浸透分布の最大値および亜硝酸イオン総量が高い値となった。一方、PCM を塗布した両ケースではゲルを塗布したケース A～C と比較して、促進暴露期間が 3 ヶ月から 12 ヶ月にかけて中性化が進行しなかった。これは、 LiNO_2 の持つ保水性により空隙の小さい PCM 内部が常に水に満たされ、炭酸ガスが透過しにくくなったため²⁾と考えられる。

5. まとめ

- (1)ゲルを塗布したケース C では、PCM を塗布したケース D、E と比較して、中性化抑制効果は低い、亜硝酸イオン浸透量は多い。
- (2)ゲルを塗布した場合、溝を設けたケース B ではケース A と比較して、 LiNO_2 量は 1/2 になるが、浸透速度は速くなる。

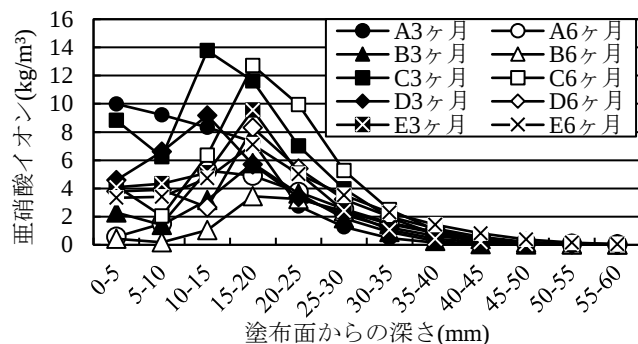


図-2 亜硝酸イオンの深さ方向における浸透分布

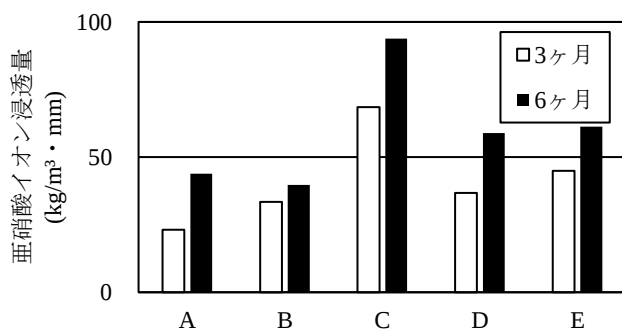


図-3 鉄筋位置における亜硝酸イオン総量

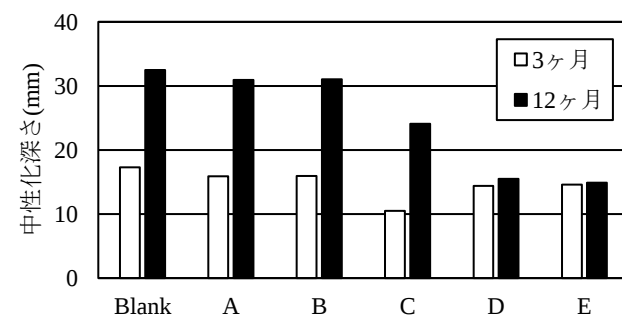


図-4 中性化深さ

(3)PCM を塗布した場合、 100g/m^2 以上塗布しても、中性化抑制効果は同等である。

参考文献

- 1)青山實伸, 石川裕一, 足立嘉文, 西尾守広: 北陸地方での道路構造物の中性化深さの進行特性, コンクリート工学年次論文集, Vol.32, No.1, pp635-640, 2010
- 2)藤田竜輔, 宮里心一, 有馬直秀, 青山實伸: 中性化と塩害の複合劣化に対する防錆剤混入被覆モルタルによる補修方法の開発, 第 68 回土木学会年次学術講演会講演概要集, No.5, pp.553-554, 2013
- 3)青山實伸, 有馬直秀: 中性化した部位の塩化物イオン移動・濃縮現象に関する考察, 第 68 回土木学会年次学術講演会講演概要集, No.5, pp.965-966, 2013