

亜硝酸系補修剤の溶脱試験方法の検討および亜硝酸イオンの溶脱量評価

北見工業大学大学院 学生員 ○野田 亮佑 北見工業大学 正会員 井上 真澄
日産化学工業(株) 正会員 須藤 裕司 北見工業大学 フェロー 鮎田 耕一
田島ルーフィング(株) 正会員 福田 杉夫 北見工業大学 正会員 岡田 包儀

1. はじめに

中性化や塩害による鉄筋腐食に対して亜硝酸系補修剤が用いられるが、亜硝酸系補修剤を用いたコンクリートは雨や雪等により亜硝酸イオン(以降、 NO_2^-)が溶脱する可能性が指摘されている。また、 NO_2^- は水質汚濁法等により規定されている。

そこで本研究では、亜硝酸系補修剤を用いたコンクリートからの NO_2^- の溶脱特性を把握することを目的として、降雨を模擬した溶脱試験方法の検討および各種補修を施したコンクリートからの NO_2^- の溶脱特性について実験的検討を行った。

2. NO_2^- 溶脱試験方法の検討

実験概要 本研究では、降雨を模擬した溶脱試験方法を検討するために、2種類の方法を提案し予備実験を行った。表-1に実験条件を、図-1に溶脱試験装置を示す。パターン1では供試体を35°傾け設置し¹⁾、霧吹きを用いて10時から16時まで2時間おきに計4回の散水を行った。一方、パターン2では供試体をアクリル板で囲い込み、補修面全てを浸漬させるように水平に設置し、10時から16時まで浸漬させた。両者ともに、試験サイクルは散水(1日)と乾燥(3日)の計4日を1サイクルとし、1ヶ月間の降雨を想定して7サイクル行った。なお、散水量・試験サイクルは日本の平均降水量及び平均降雨日数を参考に設定した²⁾。散水した溶液は7サイクルが終了するまで累積させて回収し、イオンクロマトグラフィーを用いて NO_2^- 濃度の測定を行った。

表-1 実験条件

温度	20℃
湿度	50%
散水量	18.6mm
乾燥日数	3日
散水日数	1日



図-1 溶脱試験装置

供試体の作製 基盤には水セメント比が50%のAEコンクリートを使用した。基盤の寸法を図-2に示す。基盤は材齢1日で脱型し、恒温恒湿室(20±1℃, RH50±5%)で6日間水中養生した後、21日間気中養生を行った。その後、研磨紙で表面研磨および空気洗浄した後、試験面に亜硝酸リチウム40%水溶液(以降、LN40)を400g/m²塗布し、さらに7日間気中養生を行い溶脱試験を開始した。なお、試験面以外にはエポキシ樹脂でアクリル板を取付け設置した。供試体は、LN40を塗布して2種類の溶脱試験方法を比較したLN-1とLN-2のほか、パターン1で無補修としたNの計3体である。

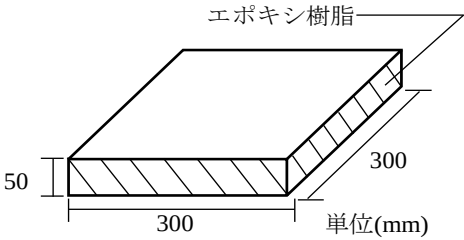


図-2 供試体の寸法

実験結果と考察 表-2に7サイクル目における NO_2^- 濃度の測定結果を示す。基盤を傾斜させて設置したパターン1の方が NO_2^- の溶脱量が小さくなった。また、水質汚濁防止法の排出基準では NO_2^- 濃度は329ppm³⁾であり、亜硝酸系補修剤を塗布した場合の溶脱量はいずれも基準値を満たしている結果となった。なお、本予備実験では補修剤の塗布量が多くコンクリート表面で結晶化していることを確認しており、溶脱量を多く評価している可能性がある。

表-2 NO_2^- 濃度
(7サイクル終了時点)

試料	NO_2^- 濃度 (ppm)
N-1	1.2
LN-1	128.8
LN-2	153.3

キーワード 亜硝酸系補修剤, 亜硝酸イオン, 溶脱試験, ポリマーセメントペースト

連絡先 〒090-8507 北海道北見市公園町165 北見工業大学 工学部 社会環境工学科 TEL0157-26-9488

3. 各種補修方法における NO₂⁻の溶脱量評価

実験概要 予備実験を踏まえて実験条件の再検討を行い、亜硝酸系補修剤を用いた各種補修方法における NO₂⁻の溶脱試験を実施した。試験条件は表-1 と同様であり、試験サイクルおよび散水量も予備実験と同じ方法とした。設置方法および散水方法については、予備実験でのパターン 2（試験面を浸漬）は実際の降雨とは大きくかけ離れていると考え、パターン 1（供試体を 35°傾けて設置し、霧吹きを使用）の溶脱試験方法を採用した。

供試体の作製 基盤の配合は、補修対象となる劣化したコンクリートを想定して水セメント比は 60%とした。表-3 に各種補修方法の一覧を、表-4 に被覆モルタルの配合を示す。補修方法は、LN40 を塗布、LN40 をポリマーセメントモルタル（以降、PCP）に添加した LNPCP など実際の現場で採用されている補修方法を参考に計 5 ケースを選定した。LN40 の塗布量は、予備実験の結果を踏まえて 200g/m²とした。また、PCP による表面被覆厚は 2mm とした。

実験結果と考察 図-3 に各サイクル終了時における NO₂⁻濃度の測定結果を、表-5 に 7 サイクル目における NO₂⁻の固形分が溶脱した割合を示す。

LN と LNPCP を比較すると NO₂⁻濃度は同程度である。しかし、NO₂⁻の固形分が溶脱した割合を比較すると LNPCP は LN の約 1/2 であり、PCP に添加することで溶脱を抑制できると考えられる。

一方、LN+PCP と LN を比較すると、LN40 を塗布後に PCP で被覆することで 1 サイクル目における NO₂⁻濃度は約 80%減少した。NO₂⁻は、被覆した PCP にも拡散するため溶脱するものの、NO₂⁻濃度は大幅に低下しており溶脱を抑制している。また、LNPCP と LNPCP+EP を比較するとエポキシ系表面コート剤で被覆すると 1 サイクル目における NO₂⁻濃度は約 99%減少し、LNPCP+EP は N と同様にほとんど NO₂⁻が検出されなかった。LNPCP と抑制効果を比較するとその差異は明確であり、エポキシ系表面コート材は溶脱を抑える有効な手段といえる。

排出基準との関係を見ると、各補修方法で溶脱量は異なるものの、全ての補修ケースで各サイクルの NO₂⁻濃度は排出基準で規定されている 329ppm より小さな値を示した。

4. まとめ

- 1) 補修剤を添加またはポリマーセメントペーストやエポキシ系表面コート材で被覆することで NO₂溶脱量を抑制することができる。中でも、エポキシ系表面コート材は溶脱を抑える有効な手段と考えられる。
- 2) 補修方法により NO₂溶脱量に差異はあるものの、すべてのケースで排出基準値以下であることから、亜硝酸系補修剤が環境や人体に及ぼす影響は小さいものと考えられる。

参考文献

- 1) JIS D 0205:自動車部品の耐候性試験方法
- 2) 国立天文台:理科年表 2010 年度版
- 3) 環境法令研究会:環境保全関係法令集

表-3 各補修方法および LiNO₂ 固形分量

供試体名	補修方法	固形分量
N	無補修	—
LN	LN40 を塗布	7.2g
LNPCP	LN40 を添加した PCP による表面被覆	13.9g
LN+PCP	LN40 を塗布後、PCP による表面被覆	7.2g
LNPCP +EP	LN40 を添加した PCP による表面被覆後、エポキシ系表面コート材で被覆	13.9g

表-4 被覆モルタルの配合

被覆モルタル	質量比				
	セメント	砂	水	LiNO ₂ 固形分	SBR 固形分
PCP	100	100	40	0	10
LNPCP	100	100	40	10	10

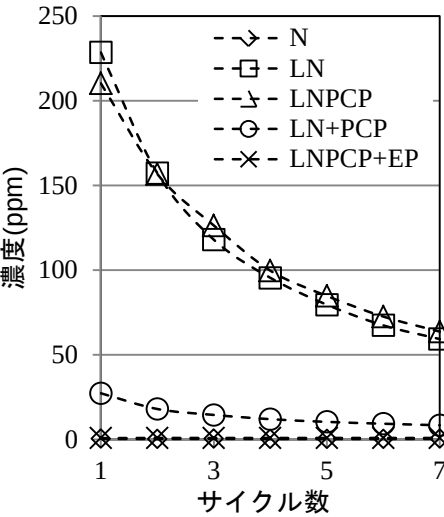


図-3 NO₂⁻濃度の測定結果

表-5 NO₂⁻の固形分が溶脱した割合 (7 サイクル終了時点)

LN	LNPCP	LN+PCP	LNPCP+EP
11.1%	6.2%	1.6%	0.1%