

塩害を受けたコンクリート構造物における亜硝酸リチウムを使用した 簡易的な鉄筋腐食対策について

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社 品質技術課 正会員 ○伊藤 啓悟
中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社 品質技術課 菊池 徹
中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社 品質技術課 正会員 鈴木 正幸
中日本高速道路株式会社 環境・技術管理部 品質検査課 白川 一代

1. はじめに

中日本高速道路が管理する高速道路の一部区間は、供用開始から 50 年が経過し様々な変状が発生している。変状は、定期的を実施する詳細点検の結果を基に維持修繕計画を立案して計画的に補修し、健全性の診断区分により判定区分 III とされた構造物は、次回点検までに修繕措置を行うことを原則としている。

しかし、抜本的な修繕措置を行うまでの間に変状が進行し、安全性の低下や補修費用の増加が懸念されることから、抜本的な修繕を行うまでの一定期間、構造物に発生した変状の進行抑制を目的とした簡易的な補修対策が求められている。

2. 目的

名古屋支社管内にある橋梁の約 35%は供用開始から 40 年以上が経過していることも影響し、2022 年度期首時点で登録されている全変状のうち、47%が橋梁に関わるものであった。さらに、橋梁に関わる変状のうち、約 50%は掛違ひ部の部材に集中的に発生していた。

主な原因は、凍結防止剤を含む雨水が伸縮装置から漏水し、桁端部や橋台・橋脚が塩害を受けているものであった。2020 年度からは、伸縮装置や橋梁排水施設の変状を優先的に補修し、掛違ひ部の変状進行を抑制する対策を講じている。しかし、計画管理費や修繕工事費の減少に反して変状数が増加している状況である。

大規模更新・大規模修繕事業など、橋梁本体に生じた変状に対して抜本的な対策になり得る施策の計画を踏まえ、適切な措置方法を選択し、事業全体として最も効率的な維持修繕計画が求められている。その背景から、塩害を受けたコンクリート構造物に対し、抜本的な対策を講ずるまでの一定期間、構造物の安全性を確保し変状の進行を抑制する簡易的な対策を検討した。

3. 亜硝酸リチウムゲル塗布工法の概要

亜硝酸リチウムゲル塗布工法とは、亜硝酸リチウム水溶液と増粘剤を適量混合し、ダレ等が生じないように粘性を付与したゲルを躯体表面に塗布する工法で、所定の亜硝酸イオンを浸透させて鉄筋を防錆する簡易的な塩害対策である。

また、ゲルはハケ等で塗布できるため熟練の技術は必要とせず、1m²あたり約 20 分程度の施工で完了する。

4. 調査方法

亜硝酸リチウムゲル塗布工法の調査を実施した構造物は、中央自動車道に位置する、供用開始から 50 年以上経過した 2 基の橋台とした。両橋台はいずれも伸縮装置から凍結防止剤を含む雨水が長期に渡って漏水しつづけたことで、躯体内部に相当量の塩化物イオンが内在していた。

調査方法は、亜硝酸リチウムゲルを塗布した範囲から塗布 7 ヶ月後と 12 ヶ月後にドリル法にて、10mm 間隔で深さ方向 80mm の位置まで採取した試料を用いて、イオンクロマトグラフィー分析¹⁾にて亜硝酸イオンの浸透量を確認した。さらに塗布から 12 ヶ月後の浸透量から亜硝酸イオンの拡散係数を算出し、経年による浸透予測を数値解析にてシミュレーションした。

5. 調査結果

5.1 浸透量試験

亜硝酸イオンの浸透量を図-1 に示す。亜硝酸リチウムゲルを塗布してから 12 ヶ月後の浸透量は、7 ヶ月後の結果と比較して表面付近の亜硝酸イオン量が減少し深さ方向の亜硝酸イオン量が増加している。これは、亜硝酸リチウムゲルの塗布後にコンクリートの表面付近に多量に浸透した亜硝酸イオンが、濃度勾配によりコンクリート内部に再拡散していることを示すものと考えられ

キーワード 塩害, 防錆材, 亜硝酸リチウムゲル塗布工法, 亜硝酸リチウム, 亜硝酸イオン, 防錆雰囲気
連絡先 〒460-0003 愛知県名古屋市中区錦 1-8-11DP スクエア錦
中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋株式会社 品質技術課 TEL052-212-4538

る。また 7 ヶ月後の結果と比較して、12 ヶ月後の亜硝酸イオン量は深さ 2~4cm の位置で増加が明瞭に見られる。

5.2 数値解析による経時変化予測

塗布から 0.5 年後、1 年後、5 年後および 10 年後におけるコンクリート中の亜硝酸イオンの経時変化予測を図-2 に示す。経時変化予測は、塗布 12 ヶ月後の浸透量を基に数値解析で得られた $1.7\text{cm}^2/\text{年}$ の拡散係数を用いて算出した。経時変化予測の結果、時間の経過とともに表面付近の高濃度に存在する亜硝酸イオンが減少し、徐々にコンクリート内部へ再拡散していく様子がわかる。10 年後には、深さ 5cm の位置で $2.8\text{kg}/\text{m}^3$ の亜硝酸イオンが浸透する予測となった。

6. 亜硝酸リチウムゲルの適用検討

塩害の影響により、第一鉄筋の一部が露出したコンクリート構造物に対して、抜本的な補修を行うまでの期間を最大 5 年間とし、図-3 に示す亜硝酸リチウムゲルとターマラスト（防錆剤）を併用した防錆対策を適用することで鉄筋腐食の進行を抑制する検討を行った。

その結果、露出した鉄筋は 3 種ケレン後、ターマラストを塗布することで、5 年間は腐食の進行を抑制可能である。躯体内部にある鉄筋は図-4 に示す数値解析の結果から、0.5 年以内にモル比 $0.8(\text{NO}_2^-/\text{Cl}^-)$ の防錆雰囲気²⁾を形成し亜硝酸リチウムゲルから躯体内部へ浸透した亜硝酸イオンにより、5 年間はその防錆雰囲気を維持して腐食を抑制出来ることを確認した。

7. おわりに

亜硝酸リチウムゲル塗布工法とターマラストを併用した簡易的な対策により、鉄筋腐食の進行を 5 年間抑制出来ることを確認した。本工法は、塩害による鉄筋腐食の変状を抑制する簡易的かつ有効な対策として使用できると考える。

参考文献

- 1) 井上真澄、崔希燮、須藤裕司：モルタル硬化体に含有する亜硝酸イオンの分析方法に関する基礎的検討。セメント・コンクリート論文集, Vol.72, pp.144-150, 2018
- 2) 中日本高速道路(株)：設計要領 第二集 橋梁保全編, 4 章 コンクリート構造物, pp.42-43, 2020.7

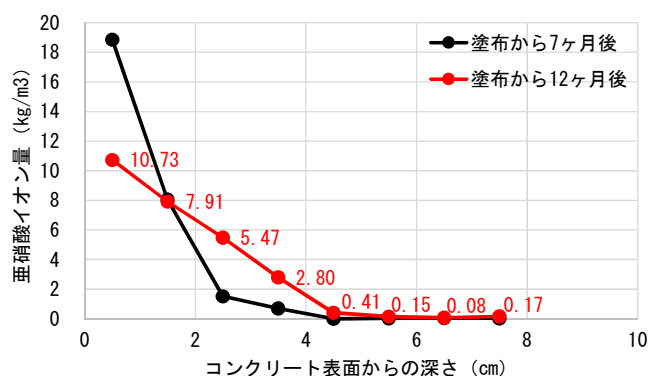


図-1 亜硝酸イオンの浸透量

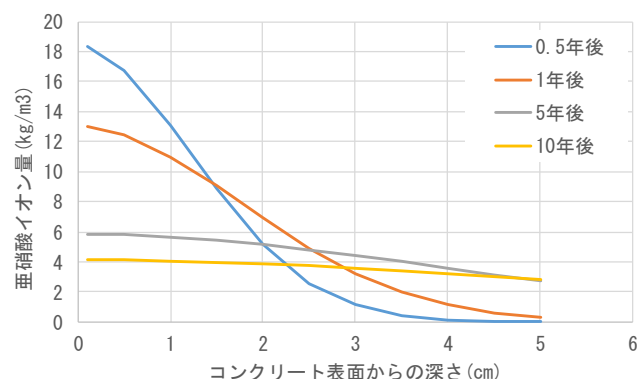


図-2 亜硝酸イオンの経時変化予測

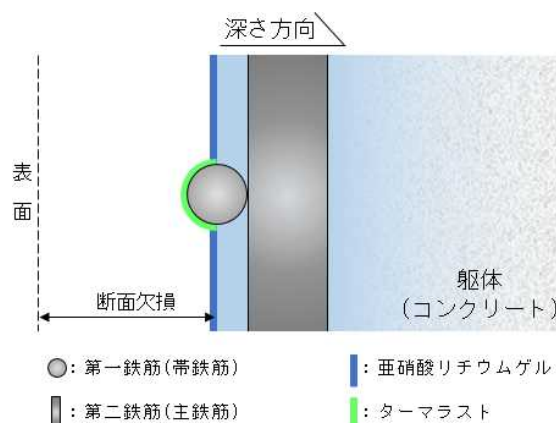


図-3 施工方法

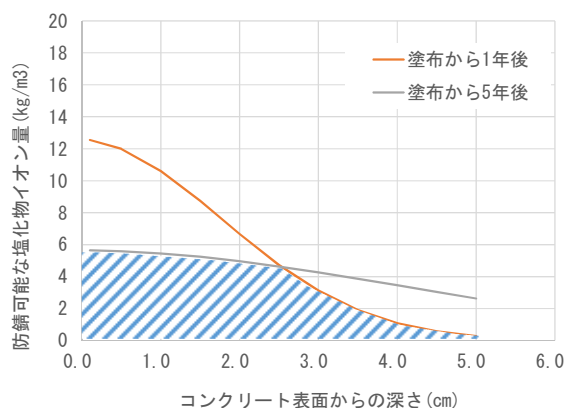


図-4 防錆可能領域