

塩分吸着剤を配合した防錆材の塩害抑制効果試験

ジェイアール総研エンジニアリング

正会員 ○鈴木 昭仁

ジェイアール総研エンジニアリング

正会員 水野 清

ジェイアール総研エンジニアリング

立松 英信

鉄道総合技術研究所

正会員 飯島 亨

1. はじめに

鉄筋コンクリート構造物では、塩害により腐食した鉄筋の補修箇所が数年で再劣化することがある。その主な原因は、補修施工時に残った錆中や躯体中の塩化物イオンが、補修後も鉄筋を腐食するためと考えられる。既報告¹⁾では、断面修復工法の中でも塩分吸着剤²⁾を配合した補修材が、鉄筋近傍の塩化物イオン濃度 $5\text{kg}/\text{m}^3$ 程度まで再劣化を抑制する効果があるとしている。融雪剤散布など厳しい塩害では塩化物イオン濃度が $5\text{kg}/\text{m}^3$ 以上になることもあり、本検討では既報告の手法に準じて塩化物イオン濃度が $10\text{kg}/\text{m}^3$ レベルでの鉄筋腐食抑制効果を調べた。

2. 検討概要

本検討では、実際の補修仕様を考慮して、鉄筋のはつりを2種類（片面施工、全面施工）の試験体を作製し、実環境で補修界面に漏水がかかる状態を模擬した中で経過観察することとした。この設定により、施工仕様と実環境が防錆材の鉄筋腐食抑制効果に与える影響を確認することとした。

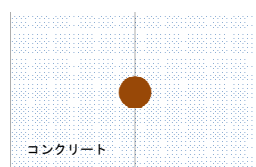


図1 補修材なし

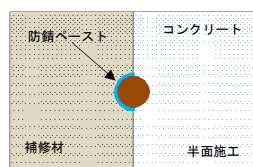


図2 防錆ペースト

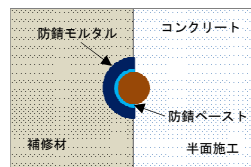


図3 防錆ペースト+防錆モルタル

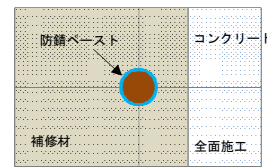


図4 防錆ペースト

試験体は、まず図1のように塩化物イオンを $10\text{kg}/\text{m}^3$ 配合したコンクリート（補修材なし）を外寸法 $B100 \times L150 \times H100$ で作製した。また、図2～図4とも図1と同じ寸法とし、塩水で予め腐食させた鉄筋を図に示す様に配置した。鉄筋周辺に防錆材を塗布した後、断面修復材を被せた。防錆材は塩分吸着剤を配合した防錆ペーストと防錆モルタルを使用した。

各仕様の補修効果を検討するために表面含水率、自然電位、分極抵抗の各値を測定した。試験体の各測定日は、初期値、試験期間1日、2日、3日、7日、2週、4週、8週、12週、20週とした。試験体作製後28日まで、気温 20°C 湿度 60%の室内で養生し、この時点初期値とした。その後、コンクリートと補修材との界面で水が浸透しやすい環境を模擬するため、図5に示すように、試験体の下面を水中に、上面を大気の状態とした。各測定日に試験体を取り出して、試験体の付着水をウェスで拭き取った後、各測定を実施した。

表面含水率の測定は高周波容量式コンクリート・モルタル水分計を用いて実施した。自然電位と分極抵抗の測定は、鉄筋腐食診断器を用いて実施した。

自然電位の測定は、銀/塩化銀照合電極を用いて実施し、銅/硫酸銅の値に換算した。電位の評価は補正自然電位による腐食度評価を参考にした。分極抵抗の測定は、鉄筋を試料極として、 10Hz と 20mHz の2周波数の交流インピーダンス値から見かけの分極抵抗 $R_p'(\Omega)$ を求め、それに鉄筋の表面積を掛けて真の分極抵抗 $R_p(\Omega\text{cm}^2)$ とした。さらに、鉄筋腐食速度は腐食電流密度 $I_{\text{corr}}(\text{A}/\text{cm}^2)$ を式(1)から算出した。算出値の評価は1998年にヨーロッパ国際コンクリート委員会（CEB）から提案された腐食速度の判定基準(案)を基準とした。

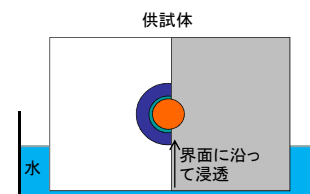


図5 作製した試験体の静置状況

$$I_{\text{corr}} = K/R_p \quad \text{ただし、} K: \text{定数}(=0.026\text{V}) \quad (1)$$

キーワード 塩害、鉄筋腐食、再劣化、塩分吸着剤、断面修復

連絡先 〒185-0034 東京都国分寺市光町2-8-38（公財）鉄道総合技術研究所内

（株）ジェイアール総研エンジニアリング S S I 工法推進室 TEL042-501-2605

3. 試験結果

(1) 表面含水率の経過を図6に示す. 各試験体の各試験期間の表面含水率が7%~9%であり, 変動も少なく, 今回の試験条件では, いずれの試験体も同様の湿潤状況にあった.

(2) 自然電位の経過を図7に示す. コンクリート(補修材なし)および防錆ペースト片面施工, 防錆ペースト+防錆モルタル片面施工では, 鉄筋腐食の進行が認められるが, 防錆ペースト全面施工では鉄筋腐食の進行は抑制されており, 腐食なしの状態であると推定された.

(3) 分極抵抗から算出した腐食電流密度の経過を図8に示す. 試験期間初期では, 水分の浸入等により腐食速度は一時的に速くなるが, 期間が長くなるにつれて, 一定の腐食速度になっている. そこで, 分極抵抗をもとに算出した試験期間20週(140日)の腐食電流密度の値から述べると, コンクリート(補修材なし)では $2.92\mu\text{A}/\text{cm}^2$ となり, 高い腐食速度であった. 防錆ペースト片面施工の腐食電流密度は, $1.12\mu\text{A}/\text{cm}^2$ で, 約1/3に, 防錆ペースト+防錆モルタル片面施工では, $0.71\mu\text{A}/\text{cm}^2$ で, 約1/4に低減したが, 中~高程度の腐食速度であった. 防錆ペースト全面施工では, 腐食電流密度は $0.28\mu\text{A}/\text{cm}^2$ となり, 低い腐食速度であった.

4. まとめ

本検討では, 実際の補修仕様である鉄筋を半分まではつり出す片面施工と, 鉄筋背面まではつり出す全面施工の各試験体を作製し, 実環境で補修界面に漏水がかかる状態を模擬した中で経過観察を行った. この設定により, 施工仕様と実環境が防錆材の鉄筋腐食抑制効果に与える影響を確認した. その結果から, 防錆ペースト, 防錆モルタルの塩害抑制効果については以下のように考察される.

(1) 防錆材使用による塩害抑制効果は, 防錆ペースト片面施工で約60%, 防錆ペースト+防錆モルタル片面施工で約75%となり, コンクリート(補修材なし)と比べると明らかに塩害抑制効果が認められる.

(2) 防錆ペースト全面施工の場合の塩害抑制効果は約90%となり, 非常に高い値であった.

5. 今後の課題

既報告では, 防錆ペーストを鉄筋周辺へ塗布することで再劣化抑制効果があるとされており, 本検討でも防錆ペーストだけでも防錆性を有する結果を得たことから, 防錆性をより高性能化した防錆ペーストの開発を考えている. さらに, 全面施工の防錆性能は高濃度の塩化物イオン含有量に有効な結果を得たことから, より高濃度な塩化物イオン量で再劣化抑制効果を確認したいと考えている.

参考文献

- 1) 上田 洋, 水野 清, 上原元樹, 飯島 亨, 玉井 譲, 塩化物イオン吸着材を用いた鉄筋コンクリート構造物塩害抑制工法の耐久性評価, 鉄道総研報告, Vol.26, No.12, pp.11-16, 2012.12
- 2) 立松英信, 佐々木孝彦, 高田潤, 塩害による鉄筋腐食の診断と抑制に関する研究, コンクリート工学論文集, Vol.11, No.2, pp.11-20, 2000.5

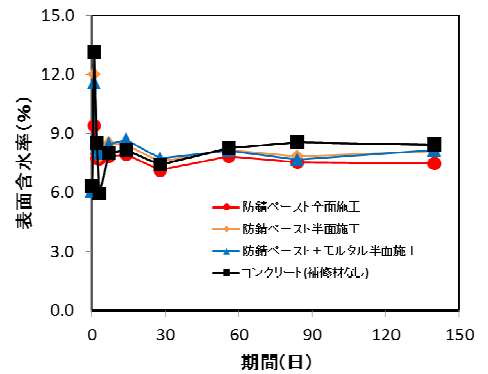


図6 表面含水率の測定結果

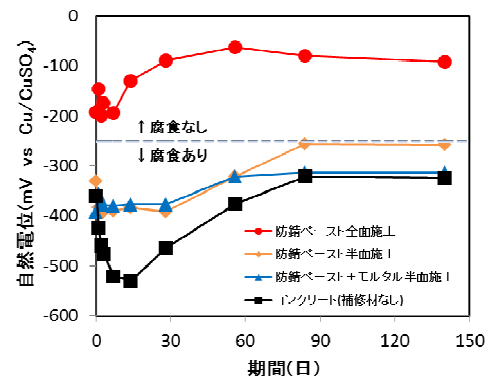


図7 自然電位の測定結果

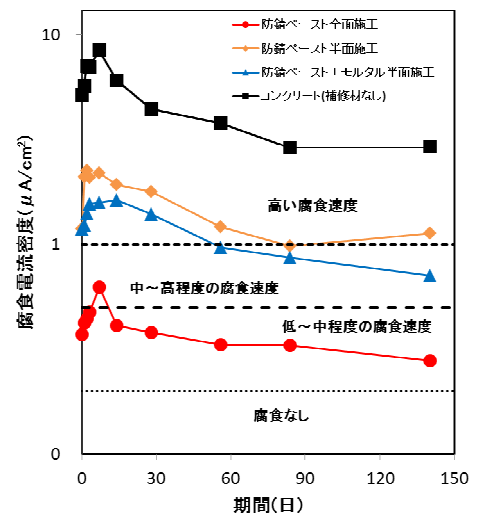


図8 腐食電流密度の測定結果