塩分吸着剤を配合した防錆材の高性能化による効果

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

演者らは，かねてから「塩分吸着剤」の活用による塩害対策効果の検討を進めている．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 5kg/m³程度まで再劣化を抑制する効果があるとしている．既報告の手法に準じて実施した前検討[3)]では同補修材が塩化物イオン濃度 10kg/m³レベルでも塩害抑制効果があることを確認した．また，防錆モルタルに比べて防錆ペーストの防錆性がより効率的であることが明らかになった．そこで，防錆性を著しく改善した高防錆ペーストを開発し，従来の手法に準じて塩害抑制効果を調べた．

２．検討概要

本検討では，前検討と同様，鉄筋のはつりを 2 種類（半面施工，全面施工）の供試体を作製し，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．

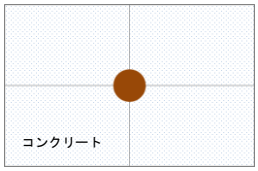

図 1　補修材なし

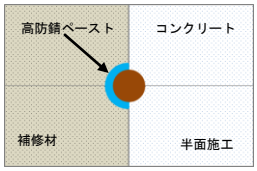

図 2　高防錆ペースト 5㎜

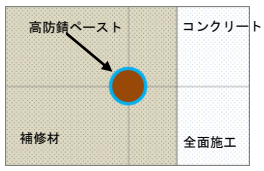

図 3　高防錆ペースト 1㎜

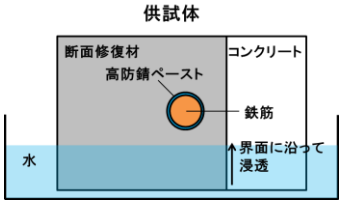

図 4　作製した供試体の静置状況

供試体は，まず図 1 のように塩化物イオンを 10kg/m³配合したコンクリート（補修材なし）を外寸法 B100×L150×H100 で作製した．また，図 2，図 3 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．防錆材は，「塩分吸着剤」の配合率と反応効率を向上させて，表 1 に示すように従来型の 3 倍強の性能とした高防錆ペーストで，半面施工では 5mm，全面施工では 1mm 塗布した後，断面修復材を被せた．

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経時変化を調べた．供試体作製後 28 日まで，気温 20℃湿度 60%の室内で養生し，この時点を初期値とした．その後，図 4 に示すように，供試体の下面を水中に，上面を大気の状態とした．測定時には供試体を取出して，供試体の付着水をウエスで拭き取った後，各測定を従来の手法に準じて実施した．

表 1　溶液試験による性能表

性能	防錆ペースト	高防錆ペースト
Cl^-吸着量	4mg/g以上	15mg/g以上
NO_2^-放出量	15mg/g以上	55mg/g以上

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 Rp'(Ω)を求め，それに鉄筋の表面積を掛けて真の分極抵抗 Rp(Ωcm²)とした．さらに，鉄筋腐食速度は腐食電流密度 Icorr(A/cm²)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．

$$Icorr = K/Rp \quad \text{ただし，K：定数（＝0.026V）} \qquad (1)$$

キーワード　塩分吸着剤，塩害，鉄筋腐食，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　ＳＳＩ工法推進室　ＴＥＬ042-501-2605

３．試験結果

（１）表面含水率の経過を図 5 に示す．各供試体の各試験期間の表面含水率が 8%～9%であり，変動も少なく，今回の試験条件では，いずれの供試体も同様の湿潤状況にあった．

（２）自然電位の経過を図 6 に示す．コンクリート（補修材なし）および高防錆ペースト 5mm 半面施工では，鉄筋腐食の進行が認められるが，高防錆ペースト 1mm 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 7 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は，コンクリート（補修材なし）では 2.21μA/cm^2 となり，高い腐食速度であった．高防錆ペースト 5mm 半面施工の腐食電流密度は，0.70μA/cm^2 で，約 1/3 となり，中～高程度の腐食速度であった．高防錆ペースト 1mm 全面施工では，腐食電流密度は 0.20μA/cm^2 となり，低い腐食速度であった．

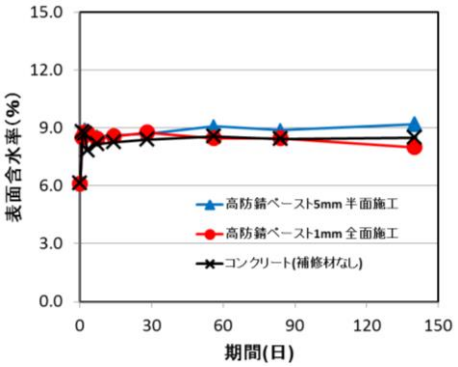

図 5　表面含水率の測定結果

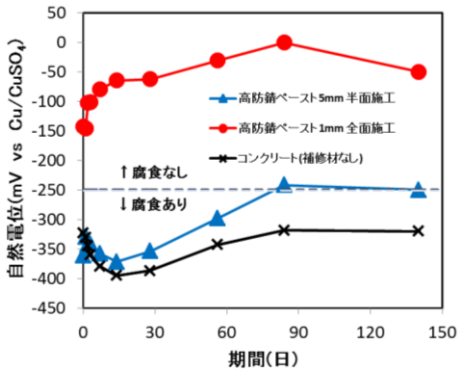

図 6　自然電位の測定結果

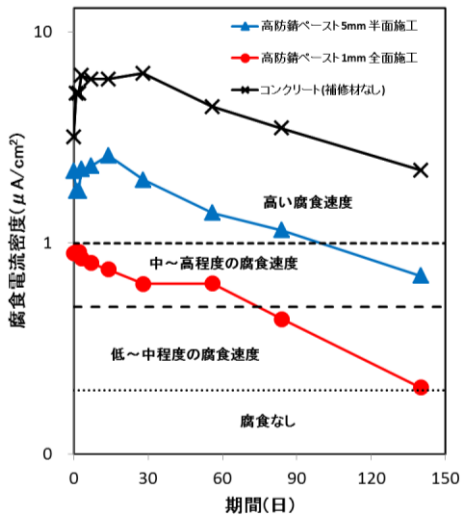

図 7　腐食電流密度の測定結果

４．まとめ

本検討では，実際の補修仕様に沿った 2 種の供試体を作製し，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い，鉄筋腐食抑制効果を確認した．コンクリート（補修材なし）に対する各供試体の腐食電流密度の低減率を塩害抑制効果とすると，高防錆ペーストの塩害抑制効果については以下のように考察される．

（１）高防錆ペースト 5mm 半面施工の場合の塩害抑制効果は約 70%となり，塩害抑制効果が認められた．

（２）高防錆ペースト 1mm 全面施工の場合の塩害抑制効果は約 90%となり，非常に高い効果が認められた．

５．今後の課題

本検討の結果，高防錆ペースト半面施工において，塩化物イオン濃度 10kg/㎥程度でも防錆効果は認められたものの，その効果は約 70%であり，環境要因によっては，さらに大きな低下も想定される．従って，長期耐久性を確保するには，全面施工が妥当であると考えられる．また，高防錆ペースト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

３）　鈴木昭仁，水野 清，立松英信，飯島 亨，塩分吸着剤を配合した防錆材の塩害抑制効果，土木学会 第 70 回年次学術講演会講演概要集，　pp.1207-1208，　2015.9