

断面修復材の鋼材腐食限界塩化物量に関する研究

飛島建設(株) 正会員 ○槇島 修 (株)エヌエムビー 正会員 元売 正美
 東急建設(株) 正会員 伊藤 正憲 (株)熊谷組 正会員 松田 敏
 東京大学 F会員 魚本 健人

1. はじめに

近年、補修したコンクリート構造物が比較的早期に再劣化に至る事例が報告されるようになってきた。特に塩害による事例が増加しており、補修を行った構造物の再劣化現象が正確に把握できていないことが原因であると考えられる。そこで、補修後の再劣化メカニズムの解明と適切な対策の提案を目的として、各種の実験的検討を実施している¹⁾。検討の一環として、既設コンクリートに残存した塩化物イオンが、断面修復材内に再拡散した場合の鉄筋腐食への影響を確認することを目的とした促進腐食試験を実施している。

ここでは、代表的な断面修復材であるポリマーセメントモルタルの鋼材腐食発生限界塩化物量を把握するために、塩化物イオンを混入した試験体によって鉄筋腐食の進行を確認した促進腐食試験の結果について報告する。

なお、本研究は、東京大学生産技術研究所と民間 16 社の共同研究「劣化したコンクリート構造物の補修工法に関する研究」として平成 14 年より 5 年間の計画で実施しているものである。

2. 実験概要

2.1 実験条件

実験条件を表-1 に示す。評価対象は、断面修復材として一般的な材料であるポリマーセメントモルタルと水セメント比 65%の一般的なコンクリートとした。それぞれ塩化物イオン量を 5 水準 (0.0,0.6,1.2,2.4, 4.8 kg/m³) 設定した。促進腐食試験は、JCI-SC3 に準じて行い、7 日間で 1 サイクルとなる乾湿繰返しを行った。試験体は、図-1 に示すように、かぶり 25mm となるように鉄筋 (みがき鋼棒 φ13mm) を配して作製した。

2.2 評価試験

鉄筋腐食の評価は、20 サイクルおよび 30 サイクルの乾湿繰返しを行った試験体から鉄筋を取り出して行った。評価試験は、表-1 に示す鉄筋腐食面積率と鉄筋腐食減少率によって行った。

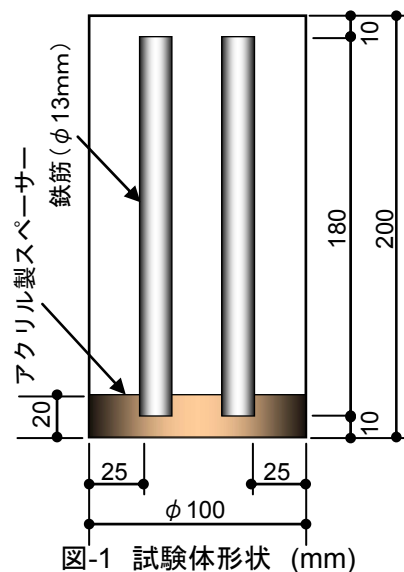
3. 試験結果および考察

3.1 鉄筋腐食状況

図-2 に 30 サイクル終了時の腐食状況を示す。いずれの試験体も塩化物イオン量が多くなるほど鉄筋腐食が多くなる状況が見られた。また、その程度は、ポリマーセメントモルタルに比べてコンクリートの方が顕著であった。

表-1 実験条件

評価対象	コンクリート	W/C=65%, s/a=50%, 単位水量=170kg/m ³
	ポリマーセメントモルタル	ポリマーの種類: 再乳化形(ベオバ系)
塩化物イオン量	5水準: 0.0, 0.6, 1.2, 2.4, 4.8kg/m ³	
実験方法	JCI-SC3「塩分を含んだコンクリート中における補強用棒鋼の促進腐食試験方法—乾湿繰返し法—」に準じた。 乾湿繰返し条件: 1サイクル7日間 乾燥期間3日間(温度15℃, 相対湿度65%) 湿潤期間4日間(温度65℃, 相対湿度90%) 評価サイクル: 20サイクル, 30サイクル	
評価試験	鉄筋腐食面積率	すべての腐食範囲をトレースし、鉄筋の長さ方向の中心から両側へ50mmづつ100mmの範囲を対象として面積測定を行った。
	鉄筋腐食減少率	クエン酸二アンモニウム10%水溶液に12時間浸漬の後、錆を除去した鉄筋の質量を測定した。初期質量からの変化率を腐食減少率とした。



3.2 鉄筋腐食面積率

図-3 に鉄筋腐食面積率の測定結果を示す。同一の塩化物イオン量では、コンクリートに比べてポリマーセメントモルタルの鉄筋腐食面積率が小さい傾向であった。この結果から、同一環境に置かれたコンクリートとポリマーセメントモルタルでは、鉄筋腐食が生じる塩化物イオン量に差異があるものと考えられる。なお、30 サイクルの結果では、塩化物イオン量と腐食面積率の回帰式より、コンクリートの鋼材腐食発生限界塩化物イオン濃度とされる 1.2kg/m^3 におけるコンクリートの腐食面積率が 13.6% であった。また、同じ腐食面積率となるポリマーセメントモルタルの塩化物イオン量は、 6.7kg/m^3 と計算できる。

この結果を単位セメント量の違いによる塩化物イオンの固定化量の違いとして見ると、対象としたコンクリートの単位セメント量は 262kg/m^3 であり、ポリマーセメントモルタルの単位セメント量は約 600kg/m^3 である。塩化物イオンの固定化は、セメント量の $0.4\%^2$ と考えると、固定化された塩化物イオン量は、コンクリートで 1.0kg/m^3 ポリマーセメントモルタルで 2.4kg/m^3 と考えられ、その差は 1.4kg/m^3 となる。先に述べたように今回の実験の結果では、両者が同様の腐食面積率となる塩化物イオン量の差は、 5.5kg/m^3 と計算され、塩化物の固定化以外の影響も大きいと考えられる。その他の影響としては、水セメント比の違いやポリマーの有無による酸素の供給や含水状態の差異等が考えられ、これらがポリマーセメントモルタルの腐食抑制効果の向上に寄与していると考えられる。

3.3 鉄筋腐食減少率

図-4 に鉄筋の腐食減少率測定結果を示す。鉄筋の腐食減少率と塩化物イオン量の関係は、鉄筋腐食面積率の結果と同様の傾向が確認された。なお、30 サイクルまでの結果では、塩化物イオン量 1.2kg/m^3 のコンクリートおよびポリマーセメントモルタルの腐食減少率が極めて小さいため、鉄筋腐食面積率と同様の比較はできなかった。

4. まとめ

以上の結果から、塩化物イオン量が同一である場合、コンクリートに比べてポリマーセメントモルタル内の鉄筋腐食が少ないことが確認された。このことから、塩化物の侵入による鉄筋腐食を考慮した耐久性設計を行う場合、ポリマーセメントモルタルの鋼材腐食発生限界塩化物量は、コンクリートの場合よりも大きい値を設定できる可能性を示唆するものとする。

参考文献

1) 森本文太郎, 槇島修, 里隆幸, 勝木太, 魚本健人: 各種補修

工法を施した試験体の曝露環境下の再劣化に関する研究, 土木学会年次学術講演概要集, 2004.9

2) 日本コンクリート工学協会, コンクリート便覧第二版, 1996.02, pp.291

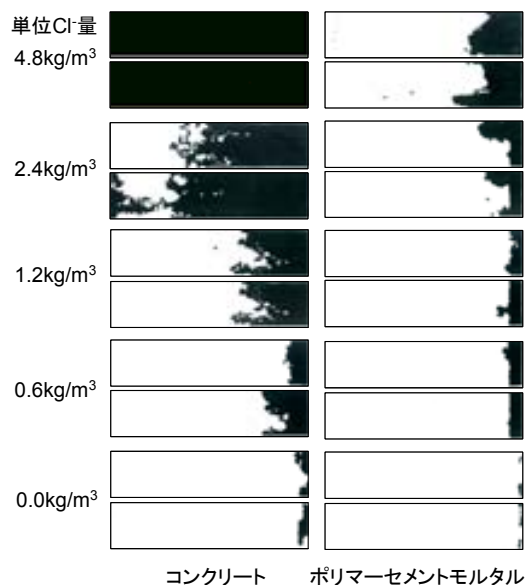


図-2 鉄筋腐食状況(30 サイクル測定時)

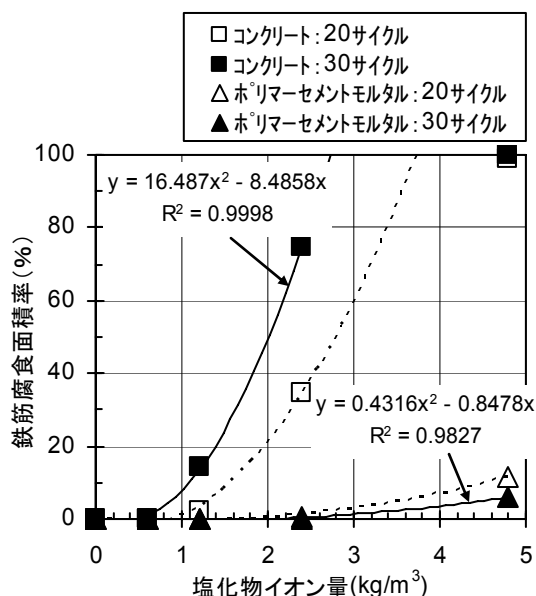


図-3 鉄筋腐食面積率と塩化物イオン量の関係

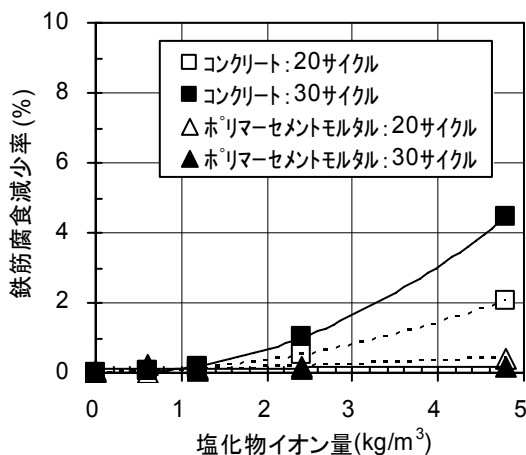


図-4 鉄筋腐食減少率と塩化物イオン量の関係