

暴露 10 年間における補修を施した鉄筋コンクリートの電気化学的特性に関する研究

(株) I H I インフラシステム正会員 ○戸田 勝哉
 前田建設工業 (株) 正会員 白根 勇二
 日本化成プロダクト (株) 正会員 伊藤 学

東京大学 正会員 星野 富夫
 東京理科大学 正会員 加藤 佳孝

1. まえがき

電気化学的測定は、非破壊でコンクリート内部の鉄筋の腐食状況を知ることが出来るため、有効な検査手法である。本研究では、海洋環境下及び内陸環境下に補修した鉄筋コンクリートを暴露して、内部の鉄筋腐食状況を電気化学的測定により把握することを目的としている。また、コンクリート内部の状況を把握するために破壊検査も行い、塩化物イオンの拡散状況、鉄筋の腐食状況などを調査している。電気化学的測定結果とこれらの塩化物イオンの拡散性状、鉄筋腐食状況、被覆材の健全性評価などから、本研究では再劣化のメカニズムの解明と補修方法のシステムの提案を目指している。

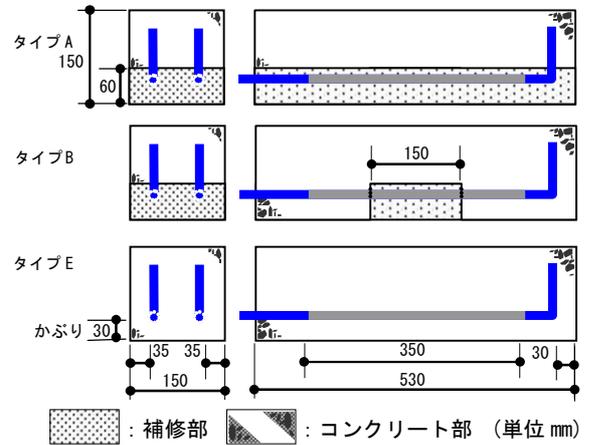
2. 実験概要

2. 1 試験体形状および暴露方法

実験に用いたコンクリート試験体は、図-1 に示すような 150×150×530mm の矩形梁で、かぶり深さ 30mm の位置に鉄筋(SD345, D19)を 2 本埋め込んだものである。コンクリートには、普通ポルトランドセメント、細骨材は大井川水系陸砂、粗骨材は硬質砂岩碎石(Gmax=20mm)を使用し、水セメント比を 65%、目標スランプ 12cm、空気量 4.5%とした。練混ぜ水には上水道を使用し、塩化カルシウムを予め練混ぜ水に溶解して添加した(塩化物イオン濃度、0, 2.4kg/m³)。修部の断面修復材には、ポリマーセメントモルタル(PCM)を用いた。また、表面被覆には、エポキシ樹脂系および柔軟型ポリウレタン樹脂系の材料を用いた。海洋暴露実験は、静岡県伊東市の伊豆海洋公園内に隣接する暴露場で行い。内陸環境下での暴露場所は東京大学生産技術研究所千葉実験所内で行なった。対象とした試験体は、10 年間暴露試験を行い、その間電気化学的測定を実施し、暴露試験が終了後解体して鉄筋の腐食状況を調査した。

2. 2 電気化学的測定

電気化学的測定は、自然電位、分極抵抗、コンクリート抵抗について行った。測定位置は、図-1 に示すコンクリート梁端部の非塗装部分の鉄筋位置に沿って、自然電位は 25mm ピッチで 13 点、分極抵抗およびコンクリート抵抗は、75mm 間隔で 5 点、被覆材の無いコンクリート面から測定した。測定環境は、前日より濡れウエスで飽水



かぶり 30mm 側は被覆材有りとなしの場合

図-1 試験体の形状

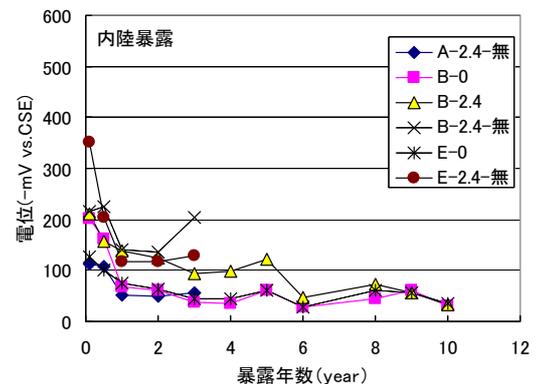
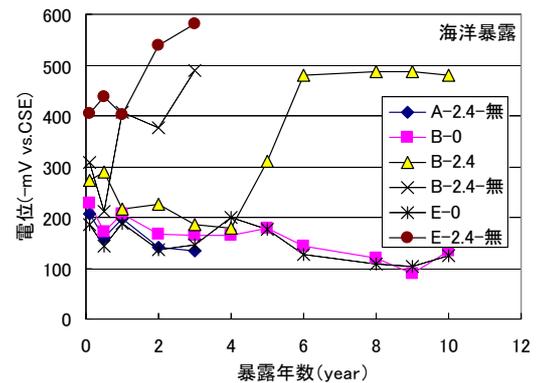


図-2 暴露 10 年間における自然電位測定結果

キーワード：補修、電気化学的測定、自然電位、腐食、分極抵抗

連絡先：〒108-0023 東京都港区芝浦 3-17-12 吾妻ビル TEL 03-3769-8604 FAX 03-3769-8608

させて、表面乾燥飽水状態として条件を一定にさせた。自然電位に関しては、飽和硫酸銅電極と銀塩化銀電極の2つの電極で各々の測定を行い、それらの電位差が約120mVであることを確認している。

2. 3 腐食状況測定

鉄筋の腐食減量は、10%クエン酸アンモニウム水溶液を用いて腐食箇所を取り除き鉄筋質量を測定し、コンクリートに埋設前の鉄筋質量から算出した。

3. 実験結果及び考察

3. 1 自然電位測定

図-2に、暴露10年間に於ける試験体中央部の自然電位の経時変化を示す。凡例は、補修タイプ、塩化物イオン混入量、かぶり3cm側の被覆材の有無(有りの場合記号なし)を順に示している。海洋暴露に関しては、タイプBとEで塩化物イオンを混入し被覆材が無いものは、自然電位は暴露初期から卑に大きくシフトした。一方、塩化物イオンを混入し被覆材があるものは、暴露5年目から自然電位が卑にシフトした。塩化物イオンが無混入で被覆材がある場合は、自然電位が貴であり腐食の傾向は示さなかった。内陸暴露に関しては、塩分の混入の有無に関わらず、年数を経るに従って自然電位は貴にシフトした。

3. 2 分極抵抗測定

図-3に、暴露10年間に於ける試験体中央部の分極抵抗の経時変化を示す。海洋暴露においては、被覆材が無い場合には分極抵抗の値は小さかったが、被覆材がある場合には、分極抵抗の値は高いまま推移した。タイプBの塩化物イオンを混入した被覆材が有るケースでは、暴露5年目で数値が小さくなり始めた。一方、内陸暴露に関しては、いずれのケースでも年数を経るに従って分極抵抗が大きくなった。自然電位、分極抵抗の非破壊検査の結果から予測すると、被覆材の有無、塩分の供給の有無が、腐食の発生に対して影響を与える事を示している。

3. 3 腐食量との比較

図-4に、海洋暴露した試験体中の鉄筋腐食量測定結果を示す。被覆材が有り塩化物イオンが無混入の場合には、暴露10年でも腐食は殆ど生じていない。しかし、被覆材が無い試験体のコンクリートのみのEタイプや部分補修タイプBでは、腐食が著しく生じていることが確認された。一方、PCMを鉄筋全面に適用したタイプA試験体では高い耐久性を示している。これらの結果は、電気化学的測定の結果とおおよそ合致する。今後、内陸暴露10年の試験体を解体し、腐食量測定結果を測定することで精度検証を行なう予定である。

4. まとめ

本結果の検討から、自然電位、分極抵抗の両者を比較検討することで、コンクリート内部にある腐食状況を推定することが可能であることを示した。また、長期間にわたって同一試験体をモニタリングすることで、暴露年数を経るにつれて腐食環境が変化することも確認された。電気化学的測定は、コンクリート内部の鉄筋の状態を非破壊で予測する上で有効な検査方法と言える。本研究は、東京大学生産技術研究所と民間18社との共同研究の成果である。

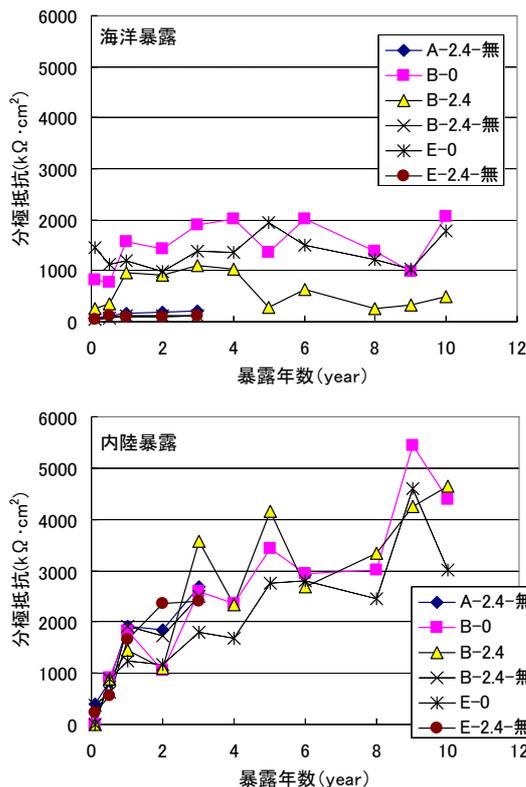


図-3 暴露10年間に於ける分極抵抗測定

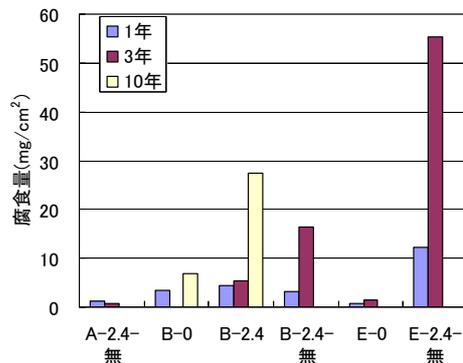


図-4 海洋暴露の腐食量測定結果