

塩害劣化した RC 部材に対する犠牲陽極材を用いた電気防食工法の腐食抑制効果について

京都大学大学院 学生員○神尾 守人 西日本旅客鉄道(株) 正会員 渡辺 佳彦
 京都大学大学院 正会員 山本 貴士 京都大学大学院 フェロー 宮川 豊章

1. 研究目的

中性化や塩害により劣化したコンクリート構造物の性能回復のために、部分断面修復などの補修方法が取り入れられている。しかし、部分断面修復を適用した場合、補修部と未補修部の境界部において、マクロセル腐食による再劣化を引き起こす例が報告されている¹⁾。そのため、マクロセル腐食を抑制することが、コンクリート構造物の長寿命化に大きく寄与すると考えられる。そこで、内的および外的塩害により劣化した鉄筋コンクリート部材の補修工法のうち、亜鉛を混入した犠牲陽極材を鋼材に取り付ける手法による電気防食工法を対象とし、腐食抑制効果を検証することとした。

2. 実験概要

2.1 作製供試体

図1のように、100×100×800mmの角柱供試体にみがき棒鋼φ13(基材部:長さ650mm・補修材部:長さ100mm)をかぶり25mmで埋め込み、基材部と

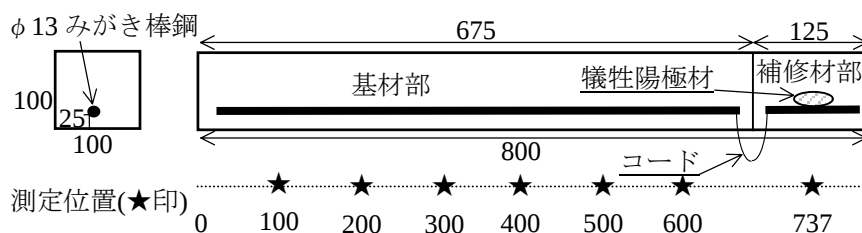


図1 供試体 モニタリング測定位置(単位: mm)

補修材部の2配合に分けたものを作製した。供試体の一覧を表1に示す。基材部のコンクリートはW/C=70%とし、補修材部のモルタルは、ポリマー混入による高水密性・高気密性の付与により、鉄筋の防食性が向上する²⁾ことを期待したSBR系ポリマーセメントモルタル(比較用としてポリマー無混入のセメントモルタル)を使用した。さらに補修材部に亜鉛を混入した犠牲陽極材(直径64mm×厚さ27mm)を埋め込み、犠牲陽極材と補修材部の鉄筋にコードをつけて犠牲陽極材と鉄筋との接続・切離しができるようにした。なお、測定時以外は常時、犠牲陽極材・鉄筋間のコードを結線した。鉄筋は、基材部と補修材部を分割し、打継ぎ部近傍および補修材部端にコードをつけて自然電位等が測定できるようにした。打設は、1日目に基材部、2日目に補修材部を行い、7日目に脱型後、材齢28日まで湿布養生を行った。その後、100×100mm断面の端面2面をエポキシでコーティングした後、以下の2条件で暴露を行った。

- ① 内的塩害による劣化を模擬した乾湿繰返し環境(温度40℃・湿度95%で96時間、温度20℃・湿度40%で72時間を1サイクル)(なお、結果の一部は昨年度発表³⁾のものを使用)
- ② 内的塩害および外的塩害による劣化を模擬した塩水散布環境($\text{Cl}^- = 3\text{kg/m}^3$ の塩水を1日1回散布)

2.2 実験項目

図1に示す箇所において、電位(vs. Ag/AgCl: 飽和塩化銀電極)を測定した。また、電位測定後に、犠牲陽極材-鉄筋間の結線を断線させ、24時間後に再度電位を測定し、結線時(ON電位)と断線時(OFF電位)の電位の変化量(復極量)を調査した。

3. 実験結果

材齢約6~7ヶ月におけるOFF電位および復極量の測定結果を図2に示す。OFF電位測定値による鉄筋の腐食性評価は、ASTM C 876⁴⁾を用いた。

3.1 OFF 電位

キーワード 犠牲陽極材、復極量、マクロセル腐食、断面修復、塩害

連絡先 〒615-8540 京都市西京区京都大学桂 TEL: 075-383-3173 FAX: 075-383-3177

① 乾湿繰返し環境では、補修材部が最も貴となり、すべての供試体で不確定領域となった。

② 塩水散布環境では、犠牲陽極材を用いたすべての供試体で基材部および補修材部の OFF 電位に差は見られず、腐食領域にある。犠牲陽極材設置の有無の違いで比較すると、犠牲陽極材を設置した供試体が設置しない供試体より卑となった。これは犠牲陽極材設置により、電位が卑側にシフトしている影響と考えられる。

また、暴露環境の違いでは、塩水散布環境の OFF 電位は、乾湿繰返し環境に比べて卑となっており、塩水散布環境の腐食環境が厳しいことがいえる。

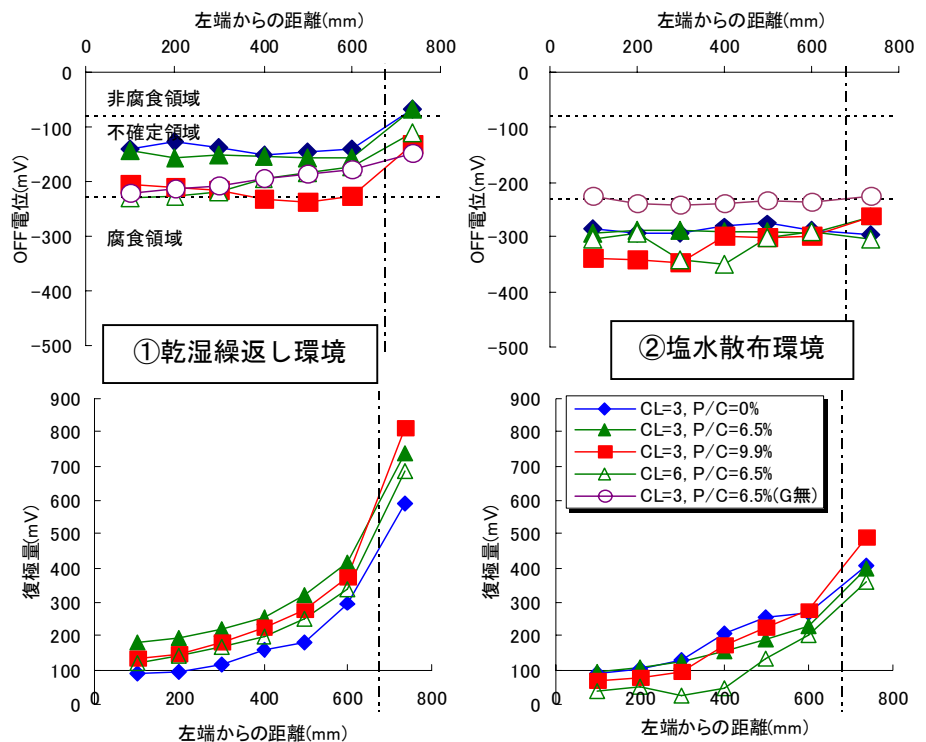


図2 OFF 電位および復極量

3.2 復極量

電気防食工法の防食基準は、一般的に復極量が 100mV 以上とされており⁵⁾、本研究でもこの基準を用いた。

① 乾湿繰返し環境では、基材部が $Cl=3kg/m^3$ 、補修材部が $P/C=0\%$ の供試体の基材部左端から 200mm まで(基材部と補修材部の境界位置から 475mm 以上)の位置で復極量が 100mV を下回る結果となり、補修材部から離れた位置では防食効果が得られていない可能性がある。基材部が $Cl=3kg/m^3$ の、 P/C が異なる 3 種類の供試体の復極量を比較すると、補修材部にポリマーを混入した供試体の復極量のほうが、補修材部にポリマーを混入しない供試体の復極量に比べて、やや大きな値なり、ポリマー混入により防食性がやや向上したものと考えられる。

② 塩水散布環境では、基材部が $Cl=6kg/m^3$ 、補修材部が $P/C=6.5\%$ の供試体の基材部左端から 400mm まで(基材部と補修材部の境界位置から 275mm 以上)の位置で復極量 100mV を下回っていた。また、基材部が $Cl=3kg/m^3$ の供試体も 3 種類とも基材部左端から 200mm まで(基材部と補修材部の境界位置から 475mm 以上)の位置で復極量が 100mV を下回っており、防食効果が得られていない可能性がある。基材部が $Cl=3kg/m^3$ の、 P/C が異なる 3 種類の供試体の復極量を比較すると、あまり違いは見られず、ポリマー混入による防食性の向上は見られなかった。

また、暴露環境の違いでは、塩水散布環境の復極量は、乾湿繰返し環境に比べて小さくなっており、暴露環境が厳しくなるにつれて復極量は小さくなるとともに防食範囲が小さくなるものと考えられる。

4. 結論

① 暴露環境が厳しいほど、犠牲陽極材の防食範囲が小さくなると考えられる。

② 犠牲陽極材を用いた断面修復において、暴露環境が比較的穏やかな場合、補修材中にポリマーを混入することで、防食性がやや向上した。

なお、本研究実施にあたりご協力いただいた、電気化学工業(株)の山本 賢司氏に厚く御礼申し上げます。

参考文献 1) 例えば、出村 克宣ほか：補修後 5 年を経過した鉄筋コンクリート造建物の鉄筋腐食、コンクリート構造物の補修工法と電気防食に関するシンポジウム論文報告集、pp.29-32、1994.10

2) (社)セメント協会：すぐに役立つセメント系補修・補強材料の基礎知識、2006.8

3) 渡辺 佳彦ほか：犠牲陽極材を用いた断面修復工法による鉄筋防食効果に関する基礎的研究、土木学会第 63 回年次学術講演会、5-201、pp.401-402、2008.9

4) ASTM C 876-91：Standard Test Method for Half-cell Potentials of Uncoated Reinforcing in Concrete、1991

5) (社)土木学会：電気化学的防食工法設計施工指針(案)、コンクリートライブラリー107、2001.11