

時間・季節変動が及ぼす電気化学的犠牲材料の防食電流への影響とその耐久性

（独）港湾空港技術研究所 正会員 濱田 秀則 ・平崎 敏史  
 電気化学工業（株） 正会員 原 与司人  
 テクノコンサルタント（株） 真下 昌章  
 （株）デンカリノテック 正会員 松久保 博敬

1. はじめに

コンクリート構造物の補修方法の1つとして、劣化コンクリートをはつり取りポリマーセメントモルタルによって修復する断面修復工法が広く用いられている。一方、塩害や中性化といった鉄筋腐食に起因する劣化の場合には、単純な断面修復では補修部、未補修部との間に生じるマクロセル腐食（環境差による鉄筋腐食現象）によって補修後、短期間に再劣化を生じる恐れがある。この対策として断面修復箇所に電気化学的犠牲材料（以下：犠牲材料と呼ぶ）を設置することで、マクロセル腐食を防止できることが報告されている[1]。

今般、塩害を想定し当該材料を設置後、断面修復を施した供試体を海洋環境を模擬した実験場に1年間暴露し、時間・季節変動、および耐久性についての新たな知見が得られたのでこれを報告する。

2. 犠牲材料

塩分濃度の不均一性部分（補修部と未補修部の境界）に、鉄よりイオン化傾向の大きい異種金属を取り付けることにより鉄筋と異種金属間に電流が流れ、鉄筋の代わりにイオン化傾向の大きい異種金属が腐食する。この原理を利用したものが、犠牲材料であり、Fig.1に本報告で使用した犠牲材料を示す。

3. 試験方法

コンクリート配合、供試体概要図をTable1、Fig.2示す。5分割に配置した鉄筋（磨き丸鋼 9mm）をエポキシ樹脂により絶縁し、各鉄筋にリード線を接続した。予めNaClを溶解混入したコンクリートを打設し Cl<sup>-</sup>濃度：6kg/m<sup>3</sup>の角柱供試体を作製した。2週間の湿潤養生後、一部分に犠牲材料を設置し SBR系ポリマーセメントモルタルで模擬補修を行った。更に2週間の湿潤養生を行い試験

面以外をアクリル系材料で被覆後、飛沫滞を模擬した場所で暴露試験を開始した。暴露試験中は、毎月各鉄筋に接続した配線部から電圧降下法により電圧を測定し電流量を算出した。供試体の種類は犠牲材料を取り付けたものと取り付けないもの、及び鉄筋量の異なる3種類とした。

4. 試験結果及び考察

(1) 暴露試験での時間・季節変動が及ぼす犠牲材料への影響

Fig.3、Fig.4に犠牲材料を非設置で模擬補修した場合の暴露試験直後及び暴露試験5ヶ月後の各分割鉄筋への流入電流密度を示す。非設置の供試体においては、いずれも模擬補修部の境界部である分割鉄筋2の部分で最大の流出電流密度を示し、模擬補修部である分割鉄筋1の部分で最大の流入電流密度を示した。これら

キーワード：マクロセル腐食、電気化学的犠牲材料、暴露試験、時間・季節変動、耐久性  
 連絡先：東京都千代田区有楽町1丁目4番1号 電気化学工業(株) TEL03-3507-5371 FAX03-3507-5085

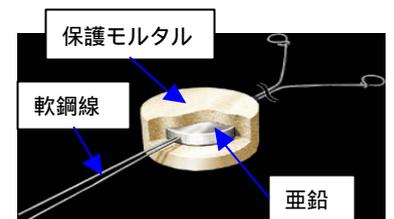


Fig. 1 犠牲材料

Table 1 コンクリート配合

スラブ (cm)	W/C (%)	空気量 (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )				減水剤 (C x %)	Cl <sup>-</sup> (kg/m <sup>3</sup> )
				W	C	S	G		
18	50	4.5	43	160	320	776	1048	0.8	6

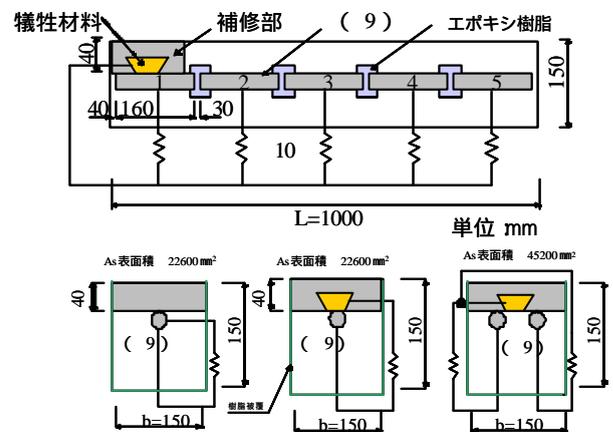


Fig. 2 供試体概要図

より塩分濃度境界部の分割鉄筋間は、アノード・カソード領域が存在しており、マクロセル腐食が進行する環境となっている。

Fig.5、Fig.6に犠牲材料を設置して模擬補修した場合の暴露試験直後及び暴露試験5ヶ月後の各分割鉄筋への流入電流密度を示す。全ての分割鉄筋部分において流入電流が確認され、分割鉄筋全てがカソード領域であることを示した。電気化学的犠牲材料設置位置からの距離が離れるほど、また気温が低いほど鉄筋への流入電流量は低下していた。

Fig.7に犠牲材料から出された月別および1年間の平均電流量を示した。グラフの傾向から気温の高い夏場に流入電流量が多く、冬場に少ない結果を示した。また鉄筋量と電流量の関係は、鉄筋表面積が増加するほど電流量もほぼ比例して増加しており、1年間同じ傾向を示した。

（2）犠牲材料の耐用年数の推測

犠牲材料は約64gの亜鉛塊が内蔵されており、この亜鉛塊の原子量が全て防食電流を生成すると仮定した場合、以下の式より総電荷量（A・S）を算出することができる。

$$Q = n \times m_{Zn} \times F / A_{Zn}$$

ここで、

Q：総電荷量（A・S）、n：亜鉛の価電子数（n = 2）、

m<sub>Zn</sub>：亜鉛塊重量（g）、F：ファラデー定数（A・S / mol）、

A<sub>Zn</sub>：亜鉛の原子量（g / mol）

計算上で約189,000（A・S）の電荷量が生成可能となる。

Fig.7に示す年間平均電流量から犠牲陽極材の耐用年数を推測した場合、亜鉛塊の反応に伴う電流効率を70%とすると、鉄筋表面積22600mm<sup>2</sup>の場合で約32年、鉄筋表面積45200mm<sup>2</sup>の場合で約16年の耐用年数を保持すると推測できる。

5.まとめ

1年間の暴露試験結果において、年間を通して防食電流の存在が確認され、防食電流量は気温による影響を受けることが明らかとなった。現時点の年間平均電流量から推測すれば鉄筋表面積22600mm<sup>2</sup>の場合では約32年、鉄筋表面積45200mm<sup>2</sup>の場合では約16年の耐用年数を保持するものと考えられる。今後は、暴露試験を継続し耐用年数の信頼性を向上させるために、犠牲材料の防食性及び耐久性について検討する予定である。

最後に(株)ナカポーテック技術顧問阿部正美氏には貴重なご助言を受け賜ったことを付記し、感謝の意を表します。

〔参考文献〕〔1〕電気化学的犠牲材料の基礎試験と実橋への適用

：第56回年次学術講演会講演概要集

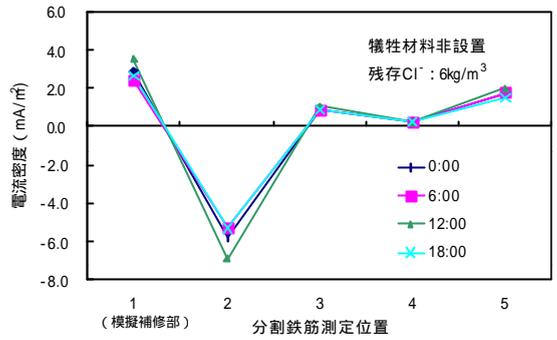


Fig. 3 暴露試験直後（10月）の電流密度

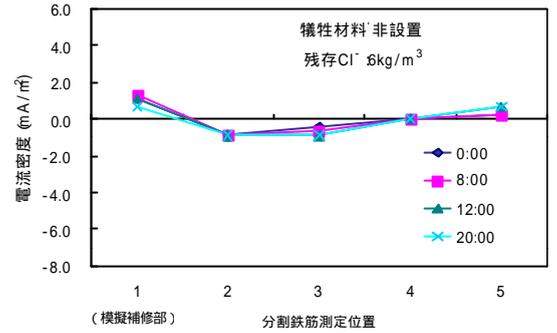


Fig. 4 暴露試験5ヶ月後（3月）の電流密度

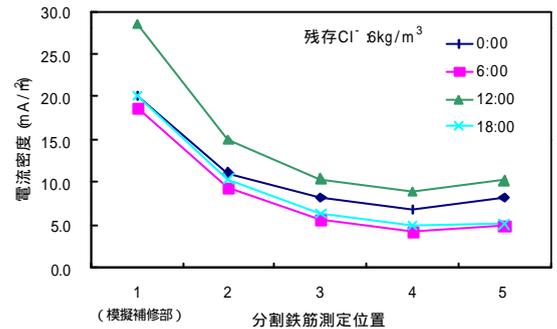


Fig. 5 暴露試験直後（10月）の電流密度

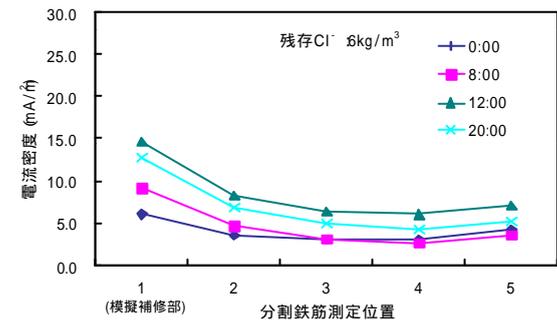


Fig. 6 暴露試験5ヶ月後（3月）の電流密度

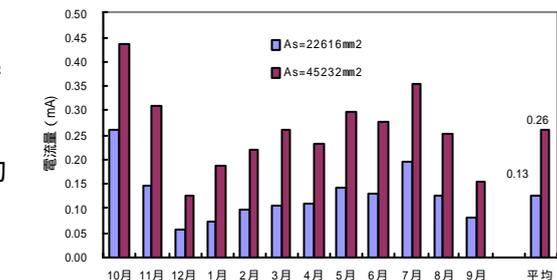


Fig. 7 月別平均電流量と1年間の平均電