

# 犠牲陽極方式の電気防食工法による防食基準の検討

維持管理工学研究室 DINH NAM THIEN

## 1. 研究背景と目的

断面修復により塩害などで劣化したコンクリート構造物を補修する場合、マクロセル腐食回路が形成されるため、早期に再劣化を生じることがある。このマクロセル腐食を防止する工法として、電気防食があり、電気防食工法は、外部電源法と犠牲陽極法に大別される。現在、電気防食では、防食基準として 100mV 以上の復極量管理が行われているが、復極量が 100mV に満たないレベルで電気防食を実施しても、十分に有効な電気防食が実施されていると見なせる可能性がある。しかし、これまで 100mV 以下の復極量を設定した電気防食を施した場合の鋼材の腐食速度を評価した事例はほとんど報告されていない。

そこで、塩害によるマクロセル腐食を対象に、犠牲陽極方式で鉄筋腐食を抑制することを目指し、犠牲陽極方式による防食電流の分布や、一般的な防食基準である 100mV を下回る復極量を設定して通電した場合の腐食速度の低減程度を明らかにすることを目指す。

## 2. 予備実験

### 2.1. 実験概要



写真1 予備実験の設定

予備実験では写真1のように水槽中に陰極の磨き丸棒(長さ 250 mm,  $\phi 9$ )と陽極のチタンメッシュを高性能ポテンショスタットで繋げて、

鉄筋と対極の間に電流を流し、鉄筋の電位(vs. Ag/AgCl)を測定した。

### 2.2 実験手順

試験に適切な電流量を明らかにするまでに、表2を示すように、環境条件を調整しながら、実験を行った。

表2 環境条件の調整

日付	環境条件	電流値
H29.07.06	5L の塩水 3%	-4 $\mu$ A
H29.07.11	5L の塩水 3%	-20 $\mu$ A
H29.07.18	5L の塩水 0.2%	-20 $\mu$ A
H29.07.24	5L の塩水 0.2%	-40 $\mu$ A
H29.09.01	5L Ca(OH) <sub>2</sub> 塩分 0.2%	-100 $\mu$ A
H29.09.29	5L Ca(OH) <sub>2</sub> 塩分 2%	-100 $\mu$ A
H29.10.16	5L Ca(OH) <sub>2</sub> 塩分 2%	-500 $\mu$ A
H29.10.17	5L Ca(OH) <sub>2</sub> 塩分 2%	-100 $\mu$ A
H29.10.23	5L Ca(OH) <sub>2</sub> 塩分 1.5%	-100 $\mu$ A
H29.11.01	5L Ca(OH) <sub>2</sub> 塩分 1.5%	-230 $\mu$ A

### 2.3. 実験結果

予備実験は6ヶ月行われたが、軟鋼を海水中に浸漬した場合、30~50mA/m<sup>2</sup>の電流量が必要なため、今回の鉄筋に当てはめると、必要な電流量は-230  $\mu$  Aとなる。従って、実験開始時には電流量が足りていなかった可能性がある。水溶液を水酸化カルシウム水溶液として、アルカリ性に行っているので、海水とは若干条件が異なるが、表2を示すように、11月01日に-230  $\mu$  Aにした。これから1週間サイクルを始めて、6サイクル目まで行って、2日後のシフトがそれぞれ42 mV, 54 mV, 102 mV, -20.7 mV, 94.7 mV, 118.4 mVで、やっと安定した数値が計測できるようになったと確認できたので本実験に移行した。

表-1 コンクリート配合表

W/C	単位量 [kg/m <sup>3</sup> ]				
	セメント	水	細骨材	粗骨材	NaCl
0.60	283	170	885	906	11.23

### 3. 本実験

本実験では、鉄筋コンクリート供試体を作製し、電気防食を行い、1週間サイクル（5日間は電気防食を行ってから、電流を停止した）でオン電位、インスタントオフ電位とオフ電位をそれぞれ測定して、検討した。

#### 3.1. 供試体の概要

本実験では防食をしないもの1種類（PLAIN）外部電源で電流を流すもの3種類（小・中・大）犠牲陽極材の種類が違うもの3種類（S.A-XPT S.A-FUSION, S.A-DAS）と計7種類の供試体をそれぞれ3体ずつ作製した。供試体形状を図1, 2, 3に、配合を表1に示す。内部に長さ150mmの $\phi 13$  磨き丸棒を1本配筋し、丸棒の端から15mm離れた位置に1.2mmの孔を削孔し、対極と犠牲陽極にもワイヤーを付けておいた。

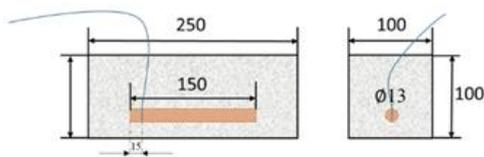


図1 PLAIN

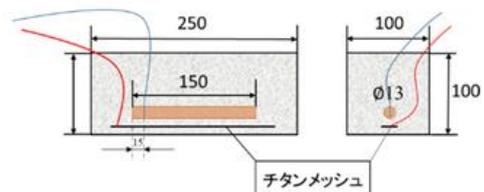


図2 外部電源方式用供試体

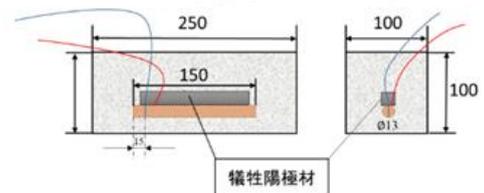


図3 犠牲陽極方式用供試体

#### 3.2. 実験結果

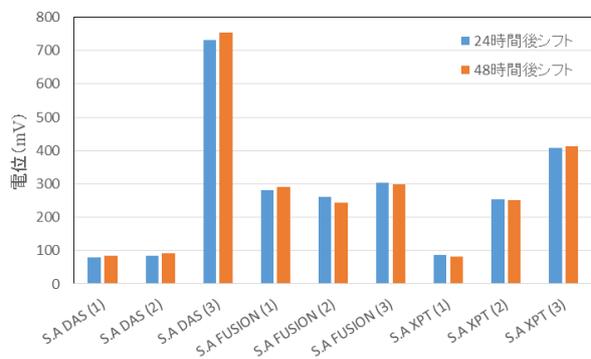


図4 犠牲陽極方式の電位シフト結果

図4より、DAS (3), XPT (3)と FUSION は過大な電位シフトが起こっていた。それ以外はほぼ100mVシフトが達成出来ていて、電気防食が出来ていると考えられる。

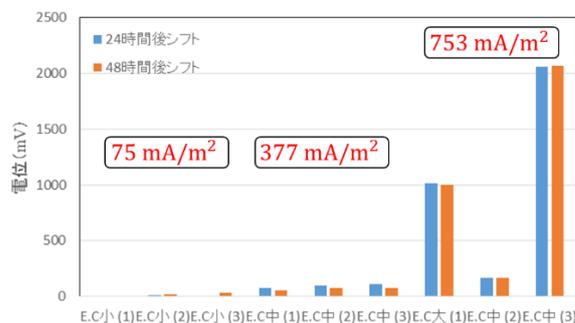


図5 外部電源方式の電位シフト結果

図5に示すように、E.C小・中・大の電流密度はそれぞれ75, 377, 753mA/m<sup>2</sup>であり、E.C小はほとんど分極できなかった。また、E.C中が24時間後のシフトが100mVとなっているが、48時間後になったら、また卑下してしまった。E.C大は過大な電位シフトとなっている。

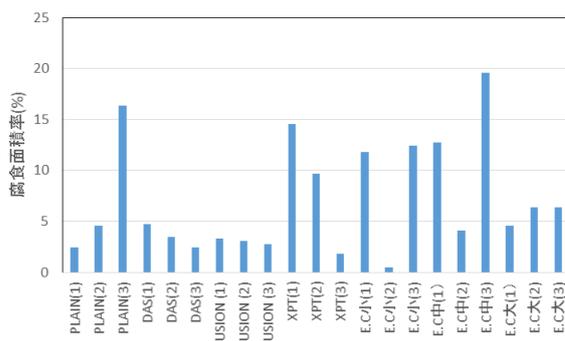


図6 腐食面積率の結果

図6より、過大なシフトが出た供試体の鉄筋が錆びなかったが、今回の実験の実施時間が短くて、PLAINでもあまり錆びなかったため、正確な結果ではない可能性があると考えられる。

### 4. まとめ

本実験ではPLAINと外部電源方式あるいは犠牲陽極方式で電気防食を行う供試体の鉄筋状況を比べることで、電気防食効果を検討するが、今回は実験実施時間が短くて、PLAINがまだ錆びていないため、比較が出来なかった。

外部電源方式と犠牲陽極方式を比べると、犠牲陽極方式の方が腐食面積率が低かった。