

## コンクリート構造物における電気化学防食工法の適用性の可能性について

鹿児島大学 学生会員 清水 鉄兵  
住友大阪セメント(株) 正会員 川俣 孝治

鹿児島大学 正会員 武若 耕司  
鹿児島大学 正会員 山口 明伸

## 1. はじめに

コンクリート構造物の塩害に対する防食技術の一つに電気防食工法がある。<sup>1)</sup> 電気防食工法は、「外部電源方式」と「流電陽極方式」の2種類に大別されるが、このうち現在主流である外部電源方式は、直流電源装置から強制的に防食電流を供給するため、構造物の立地環境や劣化状態に応じて防食電流の調整が可能であり、防食効果の維持管理が比較的容易な手法である。これに対して流電陽極方式は、電源設備の設置も電気代も不要で簡単安価である代わりに、防食期間中に防食電流を調整することは不可能であり、陽極材の種類や消耗速度、あるいは構造物の置かれた環境条件により、その防食効果が大きく左右される可能性があるが、これらの検討は未だ十分になされていない。そこで本研究では、小型試験体による実験的検討により、各陽極材と環境条件における流電陽極方式防食システムの防食性能の評価を試みた。

## 2. 実験概要

実験に用いた供試体は、図1に示すように15cm×15cm×5cmのスラブ型

コンクリート供試体である。供試体には鉄筋の代わりにパンチングメタルを溶射面からかぶり4cmの位置に埋設し、表1の配合で作製した。なお、ある程度腐食した状態からの防食効果を検討するために、予めNaClを12kg/m<sup>3</sup>混入し、蒸気養生により腐食を進行させた後に金属溶射の施工を行った。要因と水準を表2に示す。陽極材となる溶射金属

には、亜鉛アルミニウム擬合金とインジウムを加えた場合 (Al-Zn-In)、アルミニウムとマグネシウムの擬合金 (Al-Mg)、亜鉛アルミニウム擬合金 (Al-Zn)、の3種類である。以下それぞれ、AZI、AM、AZと称す。

曝露環境は、20℃と40℃の温度下で、それぞれ1週間毎に乾燥状態（湿度60%）と湿潤状態（湿度90%）を繰り返す環境（乾湿繰返し）と、常に湿潤状態（湿潤状態）の4ケースとした。供試体の曝露環境および溶射金属の種類を表3に示す。図1に示してある排流端子と陰極パネルを接続した状態で各環境条件に曝露し、1週間毎に電流量、抵抗、instant-off 電位、4時間後の off 電位を測定した。

表1 コンクリート配合

| W/C(%) | S/a(%) | 単位量(kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |     |      |
|--------|--------|-------------------------|-----|-----|-----|------|
|        |        | W                       | C   | S   | G   | NaCl |
| 60     | 52     | 202                     | 337 | 886 | 819 | 12   |

表2 要因と水準

| 要因       | 水準                       |
|----------|--------------------------|
| 供試体形状    | 15×15×5cm                |
| コンクリート強度 | W/C=60%                  |
| 塩化物イオン   | NaCl=12kg/m <sup>3</sup> |
| 溶射金属     | Al-Zn-In, Al-Mg, Al-Zn   |
| 温度       | 20, 40℃                  |
| 湿度       | RH 60,90%                |

表3 曝露環境と溶射金属種類

| 20℃         |         | 40℃         |         |
|-------------|---------|-------------|---------|
| 乾湿繰返し       | 湿潤      | 乾湿繰返し       | 湿潤      |
| AZI, AM, AZ | AZI, AZ | AZI, AM, AZ | AZI, AZ |

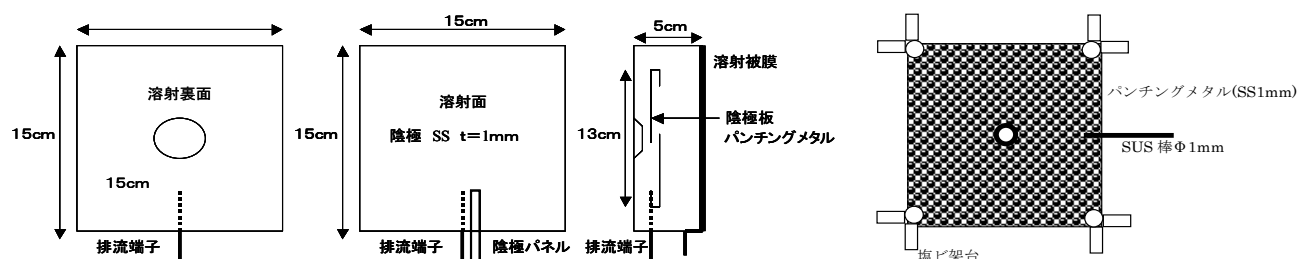


図1 供試体形状(左)と陰極板形状(右)

## 3. 実験結果および考察

図2は、20℃および40℃環境における鉄筋への電流の流入量を単位陽極面積当たりに換算したもの（以下、電流密度と称す）を、通電開始からの期間を約3ヶ月毎に区分し、各期間の平均電流密度の経時変化を示したものである。図中の破線より左側に湿潤の環境を、右側には乾湿繰返しの環境を示す。まず、20℃の環境において、湿潤状

態では、AZI に比較的多くの電流量が確認でき、AZ においても安定した電流量が確認できた。乾湿繰返しの環境では、湿潤環境に比べて少なくなっているものの、10 ヶ月間にわたって、全ての溶射金属で防食電流が保持されている。

また、40℃の環境においても 20℃環境と同様、湿潤状態では、AZI に多くの電流が確認され、乾湿繰返しの環境では、湿潤環境に比べて少なめな電流状態が継続している。ただし、AZI に関しては、乾湿繰返しにおいても長期間の高い電流密度が確認されている。

つまり、全体の傾向としては、AZI は湿潤状態で特に良好な通電状態となっており、AZ は温度環境によらず、ある程度安定した通電状態となっていると言える。

図 3 は、4 時間後の復極量の測定結果について、図 2 の電流密度と同じく、3 ヶ月毎の経時変化で示したものである。20℃の湿潤状態において、電流の供給が十分にされている AZI は 250mV 以上の復極量を示しているが、AZ については、初期の 100mV 以上の復極量に比較して、10 ヶ月後には 50mV まで減少していることが分かる。

一方、乾湿繰返しの環境では、AZI は湿潤状態とは異なり、初期段階から 50mV 程度以下の復極量となっている。また、AZ は図 2 に示した電流密度は小さかったものの、100mV 程度の良好な値を保っている。

40℃の湿潤状態では、20℃環境に比べ、AZI の復極量が低下する結果となったが、それでも 100mV 程度は保持している。AZ については 100mV を超え、20℃環境よりも大きな復極量が得られた。乾湿繰返し環境においては全体的に 20℃よりも復極がみられず、AZI、AZ についても湿潤状態と大きな差がでる結果となった。

全体の傾向として、AZI は特に湿潤状態において良好な値を示し、AZ については 20℃乾湿繰返しの環境で他の溶射金属よりも安定した結果が得られている。

なお、湿潤状態でどの温度環境でも他に比べ良好な値を保った AZI については、写真 1 に示すように陰極パネル付近から溶射被膜とコンクリート表面の剥離が観察された（破線部分）。これは、初期に多量の電流が流れることが原因と推察され、今後、初期電流量の制御やコンクリート表面と陽極材との付着についての検討を重ねる必要がある。

#### 4. まとめ

本研究により、各種溶射金属の環境条件による特性を定性的に掴むことができた。実験は現在も継続中であり、長期的な傾向や性能向上のための方策等、さらに検討を進めていく予定である。

参考文献：1) 電気科学的防食工法 設計施工指針（案）、コンクリートライブラリー107、土木学会、2001. 1

謝辞：本研究は、住友大阪セメント㈱、飛鳥建設㈱、電気化学工業㈱との共同研究による成果の一部である。関係各位に謝意を表す。

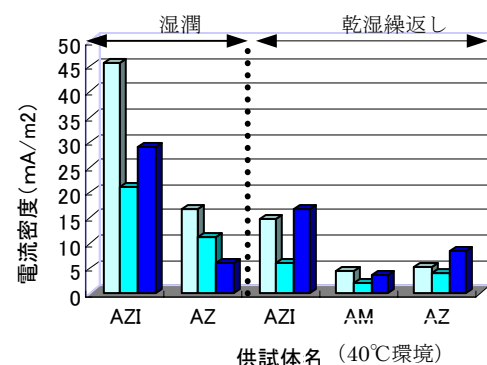
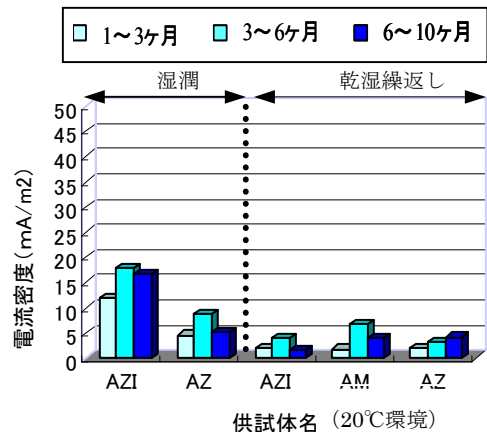


図 2 電流密度の経時変化

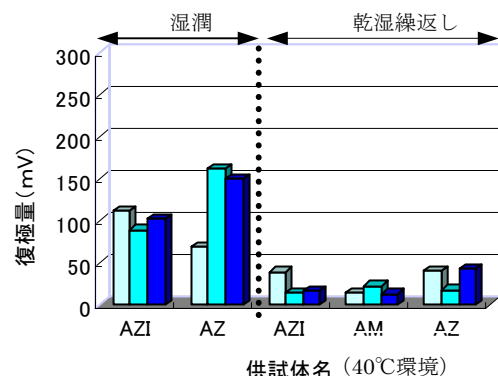
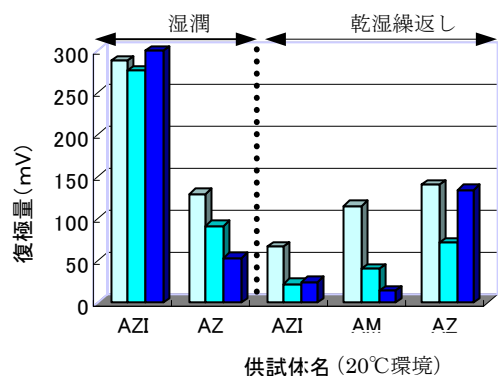


図 3 4 時間後復極量の経時変化



写真 1 AZI 試体溶射面