

コンクリート構造物の諸条件が金属溶射型流電陽極方式電気防食法の防食効果に与える影響

住友大阪セメント(株) 正会員 ○山本 誠 鹿児島大学大学院 学生会員 入江 隼輝
 鹿児島大学大学院 学生会員 大窪 彰子 鹿児島大学大学院 正会員 山口 明伸
 鹿児島大学大学院 正会員 武若 耕司 住友大阪セメント(株) 正会員 若杉三紀夫

1. はじめに

塩害劣化を受けたコンクリート構造物の補修工事では、耐久性の向上を目的とした電気防食工法の適用が薦められ、その実績も増加している。電気防食工法では、一般に外部電源方式の適用が主流となっているが、流電陽極方式では、陽極材である金属皮膜の反応により防食電流が供給されるため、電源装置が不要であり、施工も簡便という利点がある。しかし、防食電流量の調整が出来ないため、長期間安定して防食効果を維持するには、溶射金属や溶射前の表面処理方法などの陽極処理方法を十分検討する必要がある。これまで著者らは、様々な溶射金属、陽極処理方法および環境条件で経時的な防食効果の確認を行っており、その結果、亜鉛にインジウムを加えた合金とアルミニウムの擬合金（以下、Al-Zn-In と称する）の皮膜が多湿環境下で極めて高い防食効果を与えることを見出すとともに、その高い反応性により生じる防食開始直後の過剰な防食電流を抑制するための陽極処理方法を提案している¹⁾²⁾。さらに本研究では、塩化物イオンの有無、鉄筋量および暴露環境などの諸条件が、Al-Zn-In 皮膜陽極材の長期的な防食効果に与える影響に関して実験的検討を行った。

2. 実験概要

本実験に用いた供試体は内部に異形鉄筋を埋設した 70×150×50mm の鉄筋モルタルである。モルタル配合は、W/C=60%、S/C=2.0 であり、供試体形状を図 1 に示す。鉄筋は溶射面からのかぶりが 30mm として供試体中央に 1 本と、鉄筋間隔が 30mm となる位置に 2 本設置した供試体があり、鉄筋には電線を接続している。また、溶射面とその裏側を除く 4 面はエポキシ樹脂により被覆した。さらに、塩分の影響を検討するために予め練混ぜ時に NaCl を 12.0kg/m³ 混入した供試体と塩分無混入の供試体の 2 種類がある。陽極材には Al-Zn-In を用い、ブラスト処理、粗面形成材および封孔処理材の各処理を Al-Zn-In 溶射前後に行う陽極処理方法を採用した。

この陽極処理方法は、既存の研究²⁾で防食開始直後の過剰な防食電流の供給を抑制することが確認されている。図 2 には陽極システムの概要を示す。暴露環境は、「20℃湿潤」「20℃乾湿繰返し」の 2 環境である。なお、湿潤環境では、常に RH90%の湿潤状態を保ち、乾湿繰返し環境では一週間ごとに RH90%の湿潤状態と RH60%の乾燥状態を繰り返した。表 1 には実験の要因と水準を示す。通電中には、所定の期間ごとに防食電流量を測定した。また、定期的に陽極材と鉄筋の接続を遮断し、4 時間後の復極量を測定し、防食効果を確認した。ここでは、通電から約 500 日までの結果を報告する。

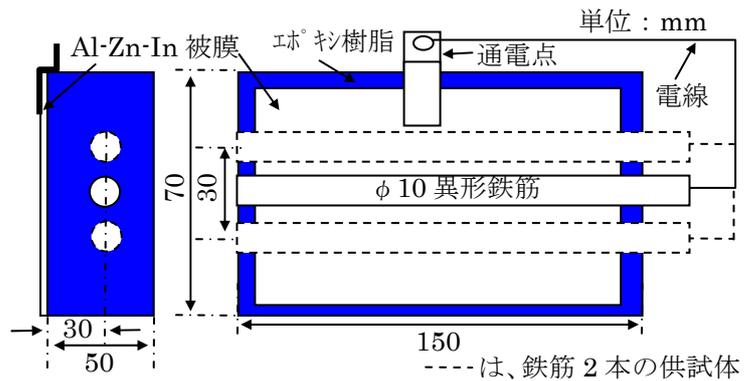


図 1 供試体形状

表 1 要因と水準

環境	湿潤環境		乾湿繰返し環境		
	塩化物有無	無し	有り		
鉄筋量	2 本	1 本	2 本	1 本	2 本

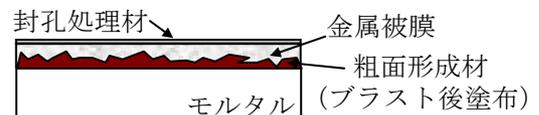


図 2 陽極処理方法の概要

3. 実験結果および考察

図 3、4 には、それぞれ防食電流密度と 4 時間後復極量（以下、復極量と称す）に関して 100 日ごとの平均値をキーワード 電気防食、流電陽極方式、金属溶射、陽極処理方法、防食電流量

連絡先 〒274-0082 千葉県船橋市大神保町 1357-1 住友大阪セメント(株)建材事業部 TEL047-457-7651

示す。なお、これら実験結果は、供試体 3 体の平均値である。図 3 より、何れの条件下でも通電期間 0~100 日の防食電流密度は、その後の防食電流密度と比較して小さく初期の過剰な防食電流の供給を抑制している。図 3、4 の A、C に着目すると、塩化物イオン混入供試体では無混入と比較して非常に多くの防食電流が供給されるが、その復極量は防食電流密度の差と比較すると小さい。これは、塩化物イオンの有る環境下での鉄筋の腐食状況に起因するものと考えられる。図 3 の B、D および C、E をそれぞれ比較すると鉄筋量の如何に関わらずコンクリートの抵抗が小さい湿潤環境下で防食電流密度が多く供給されることが確認できた。図 3、4 の B、C に着目すると湿潤環境では鉄筋量が多い方が通電期間中の防食電流密度が平均して多く供給されることが確認された。しかし、この時の復極量は同程度であり、湿潤環境では鉄筋量に応じて防食電流量が供給されることが示唆された。一方で図 3 の D、E から乾湿繰返し環境では、鉄筋量の如何に関わらず同程度の防食電流量が供給され、その量も 2.0mA/m^2 と小さい。この時の復極量は、図 4 の D、E から鉄筋量の少ない場合は 60mV 程度であり、鉄筋量が 2 倍になると効果が殆んど見られなかった。湿潤環境下の防食電流密度は、図 3 の B、C から通電期間 200 日以降の防食電流密度が徐々に少なくなり、401~500 日では極端に少なくなっている。そこで、これらの通電停止 4 時間後電位を図 5 に示す。この結果から、湿潤環境下では通電の経過と共に通電停止 4 時間後電位が大きく卑変する状況にあり、鉄筋が復極し難い環境となっていることが確認できる。これは、長期の通電とモルタル中への水分の浸透により、鉄筋周辺の酸素量が不足することで復極し難い状況であると推測される。このことから流電陽極により供給される防食電流は、陽極材自身の反応性のみに依存せず、内部鉄筋の周辺環境にも影響を受けることが示唆される。なお、何れの場合も、復極量は必ずしも一般的な防食基準 100mV を満足していない。

4. まとめ

本実験では、Al-Zn-In 皮膜を陽極材として用いた流電陽極方式電気防食に関して、塩化物イオンの有無、鉄筋量および暴露環境に着目し検討を行った。その結果、①防食電流は、コンクリート中が湿潤で塩化物イオンが存在する場合に供給され易い、②湿潤環境下では鉄筋量が多いほど防食電流量が多くなるが、復極量は同程度である、③湿潤環境下では通電期間が長くなると防食電流量が小さくなり、内部鋼材の周辺環境にも影響を受ける、④復極量は必ずしも防食基準 100mV を満足しない、等が明らかとなった。

流電陽極方式による鋼材への防食電流の供給は、施工性などの観点から有効な方法であり、今後は復極量あるいは分極量が 100mV 以下の防食効果について、引き続き検討を行う予定である。
参考文献:1)清水鉄平、他：金属溶射を応用した流電陽極方式電気防食工法の防食効果とその評価手法に関する実験的研究、コンクリート工学年次論文集、Vol31, No.1, pp.1381-1386, 2009.7 :
2)入江隼輝、他：表面処理工法が金属溶射型流電陽極方式電気防食工法の防食効果に与える影響、土木学会第 65 回年次学術講演会、V-323, pp.645-646

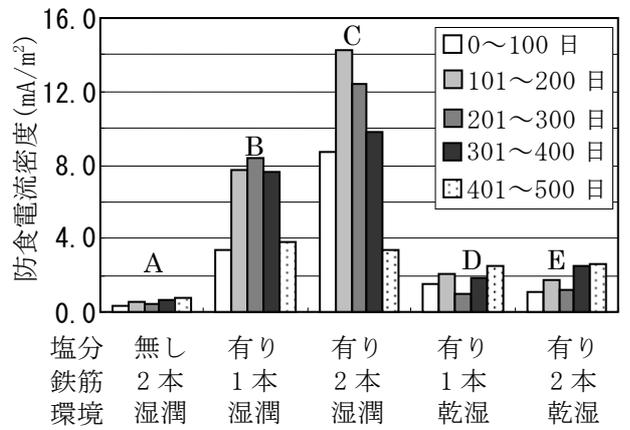


図 3 防食電流密度の経時変化

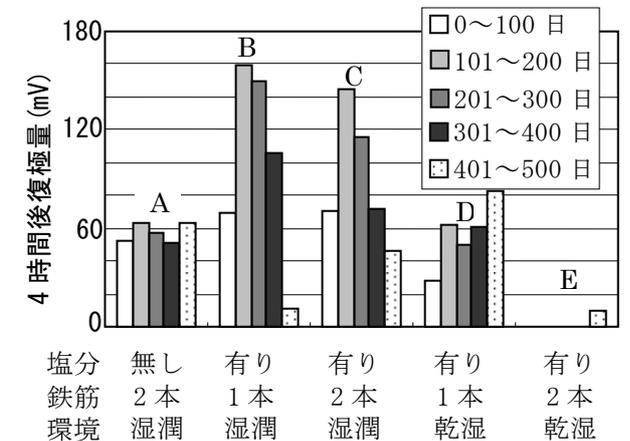


図 4 4 時間後復極量の経時変化

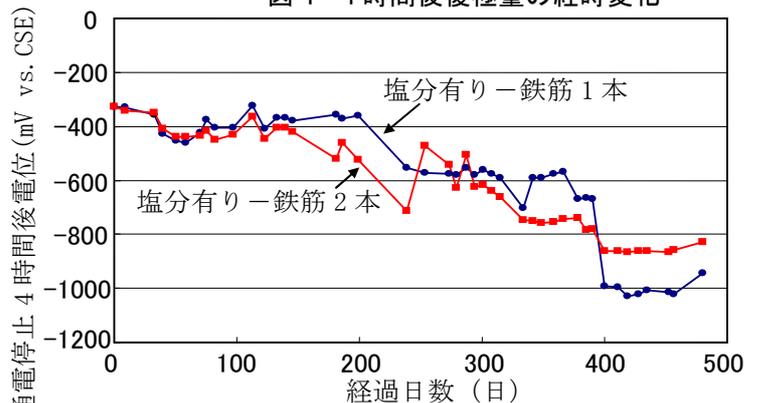


図 5 湿潤環境下での通電停止 4 時間後電位の経時変化