

金属溶射を利用した流電陽極方式電気防食法の実構造物適用後の追跡調査

住友大阪セメント株式会社	正会員	○山本 誠	正会員	大野 晃
株式会社富士技建	正会員	武藤 和好	非会員	小島 裕貴
西日本高速道路株式会社	正会員	宮田 弘和	非会員	杉迫 貞義

1. 目的

コンクリート構造物の塩害対策である電気防食工法には、金属のイオン化傾向を利用し、防食電流を供給する流電陽極方式がある。本方式は、電源装置が不要である利点を持つが、その防食電流は、コンクリート環境や外部環境に依存するため、発生電流量を制御することは困難であり、電気防食基準である 100mV シフト基準を必ずしも満足するとは限らない。一方で、コンクリート表面には、薄い溶射皮膜が形成されるため、予防保全対策の観点から、電気防食機能を有する高性能塗膜材として期待できるが、実構造物への適用事例¹⁾が少ない。そこで、本研究では、山間部にある高速道路橋の橋台に本工法を適用し、発生電流量の変化や防食効果に関して約 1 年間の追跡調査を行った結果を示す。

2. 実構造物への適用概要

適用したコンクリート構造部は、山口県に位置する高速道路橋の橋台の前面と側面の一部である。本構造物は、山間部にあり、冬季凍結防止剤が散布されるため、雪解け水などに溶解した塩化物イオンが橋脚に浸透する塩害環境と考えられる。本橋台の鉄筋かぶりは、全面側で 60～140 mm、側面で 120～130 mm であった。各鉄筋位置における全塩化物イオン量は、全面側で 0.39～3.77 kg/m³、側面側で 0.37 kg/m³ であった。また、はつり調査結果より、内部鉄筋は前面側上部で全体的に薄い錆びが確認されたが、他の箇所では点錆び程度であった。写真-1 には、全面側上部の鉄筋状況を示す。以上より、施工時点での本橋台の塩害環境は、潜伏期から進展期の範囲内であると考えられる。本施工では、溶射金属として亜鉛、アルミニウムおよびインジウムからなる金属を用い、図-1 に示すように橋台前面 (36.63m²) と側面 (2.63m²) に溶射した。なお、金属溶射の施工システムは、図-2 に示すようにコンクリート表面をブラスト処理→粗面形成材塗布→金属皮膜形成→封孔処理材を塗布する手順で実施した。通電開始後は、約 4 ヶ月ごとの手動による復極試験、外観調査のほか、通電当初からデータログによる発生防食電流量と内部鋼材の通電時電位 (ON 電位) を測定した。なお、図-1 中の A1～A3 は通電点、E1～E4 は鉛照合電極を示し、手動測定では発生防食電流量と通電停止 24 時間後電位を測定し復極量を算出している。



写真-1 はつり調査

(前面上部鉄筋状況)

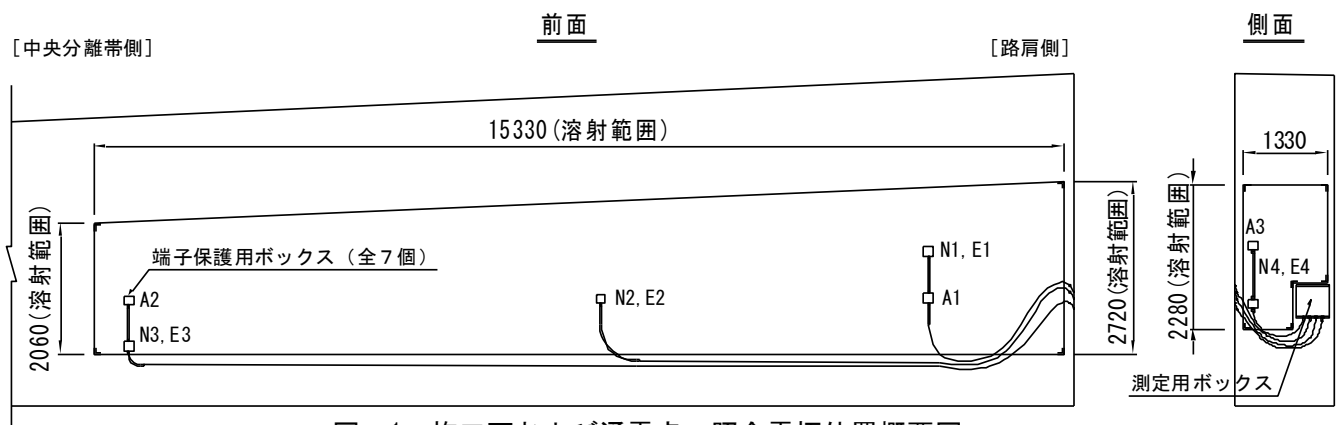


図-1 施工面および通電点、照合電極位置概要図

キーワード 溶射型流電陽極, 防食電流密度, 復極量, 電気防食, 予防保全

連絡先 〒274-8601 千葉県船橋市豊富町 585 番地 住友大阪セメント株式会社 TEL:047-457-0184

3. モニタリング結果

図-3には、データロガで測定した橋台前面側の防食電流密度と外気温、降水量の経時変化を示す。なお、外気温、降水量は、気象庁のホームページから観測地点山口市における1時ごとのデータを参照した。この結果から、本構造物の気温環境は、-4

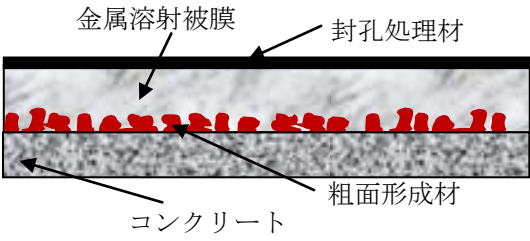


図-2 溶射皮膜の施工システム

表-1 24時間後復極量（手動測定） 単位：mV

測定日	材齢(日)	前面側			側面側
		E1	E2	E3	E4
2016年7月	137	34	13	21	40
2016年10月	251	17	4	6	31
2017年2月	350	5	2	1	28

表-2 自然電位（手動測定） 単位：mV vs. CSE

測定日	材齢(日)	前面側			側面側
		E1	E2	E3	E4
2016年2月	0	-336	-277	-318	-218
2016年7月	137	-316	-277	-318	-218
2016年10月	251	-289	-276	-308	-217
2017年2月	350	-276	-276	-316	-239

は、外気温が30℃程度となった材齢150前後に大きくなっており、気温の低下とともに小さくなる傾向が確認される。また、外気温が低い時期でも降水量が比較的大きくなると防食電流密度が大きくなる傾向が確認され、既往の研究¹⁾と一致する。表-1と表-2には、それぞれ手動測定による通電停止24時間後の復極量と自然電位の経時変化を示す。ここでは、通電停止24時間後電位を自然電位として示した。復極量は、外気温の比較的高い7月では橋台前面で13~34 mV程度、側面で40

mV程度を示したのに対し、外気温が低下し始めた10月下旬以降は橋台前面で1~17 mV、側面で28 mVと非常に小さな復極量となった。そこで、自然電位に着目すると、橋台前面側、側面側いずれの自然電位も通電直前からASTMによる腐食程度の判定で「腐食あり」と判定される-350 mV vs.CSEより貴な電位であることがわかる。通電後の自然電位は、少なくとも年間を通して通電初期状態を維持しており、特にE1では、50 mV程度貴な方向へ移行したことが確認された。つまり、現在測定されている防食電流密度は、比較的小さく、復極量も小さいため、防食効果がないと判断される可能性がある。しかし、自然電位に着目した場合、夏季の自然電位が通電初期の冬季と同等であり、少なくとも防食効果が発揮されていると考えられるとともに、内部鉄筋の腐食傾向が小さい場合は塗膜自身で防食電流を抑制することが示唆される。金属表面の外観は、通電約1年の時点で表面の変状等は確認されていない。

4. まとめ

本施工により、発生する防食電流密度は、外気温と湿度に影響を受けることを再度確認した。また、本構造物における復極量は、電気防食基準である100 mVシフト基準よりも小さいにも関わらず、自然電位変化からある程度の防食効果が期待できるものと考えられた。今後は、測定を継続するとともに、通電後の内部塩化物イオン量の状況などを追跡調査することによって、高性能塗膜材としての優位性を確認したいと考えている。

参考文献

1) 山本誠，他：実構造物における金属溶射型流電陽極方式電気防食工法の防食効果の検討，土木学会第68回年次学術講演会講演概要集 第5部，V-505，pp.1009-1010，平成25年9月

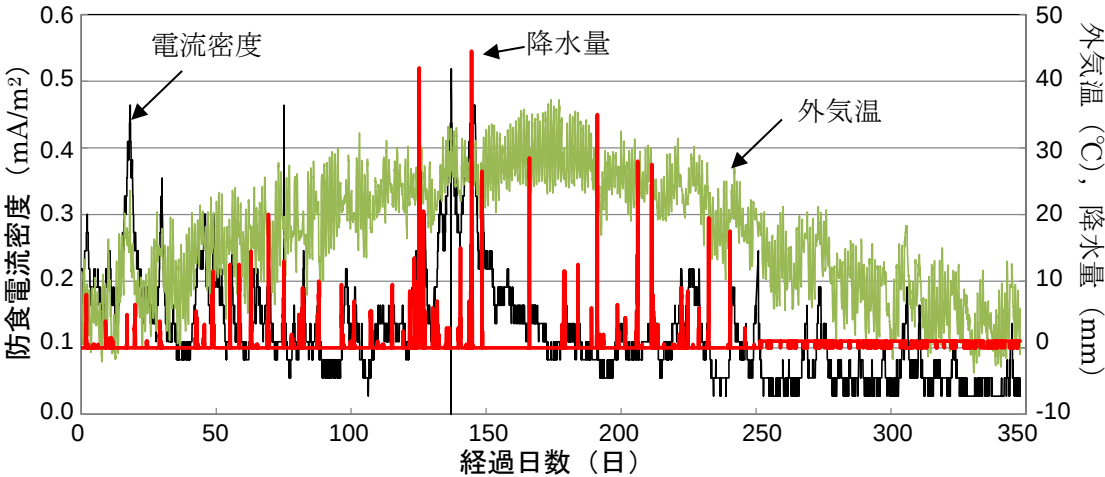


図-3 防食電流密度、外気温および降水量経時変化