

## 金属溶射を利用した流電陽極方式 電気防食工法による橋台の 防食施工と防食状況



(株) 富士技建 研究開発室  
武藤 和好

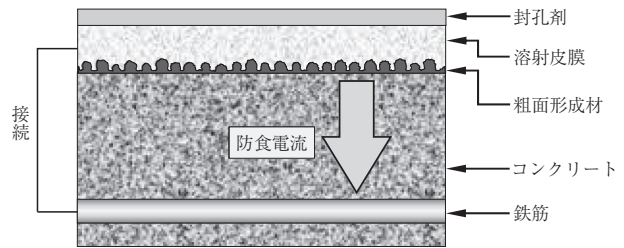


図 - 1 溶射型電気防食システムの基本構成

### 1. はじめに

周囲を海に囲まれるわが国では、コンクリート構造物への飛来塩分の影響が大きく、また、道路構造物における凍結防止剤散布に起因する塩害も顕在化しており、鉄筋腐食による構造成能の低下が維持管理の重要課題となっている。

鉄筋の防食法の一つに「電気防食工法」があり、鉄筋の分極抑制のための電位差の供給方法に応じて、“外部電源方式”と“流電陽極方式”に分類される。これまで著者らは、金属溶射により犠牲陽極材を部材表面に吹き付ける流電陽極方式の電気防食システムについて、供試体による性能試験と港湾施設への試験施工を行い、海岸部での海水飛沫に関する防食性能を確認してきた。本稿では、凍結防止剤の影響を受ける橋台に適用した試験施工における調査・施工と防食状況を報告する。

### 2. 電気防食システムの概要

橋台に適用した電気防食システムの基本構成を図 - 1 に示す。溶射皮膜は、鋼に比べてイオン化傾向の高いアルミニウム、亜鉛およびインジウムによる擬合金で、導電性を有する粗面形成材を介して、コンクリート表面に付着している。外部からの劣化因子による溶射皮膜の自己腐食抑制のために、封孔剤を塗布して、ポーラスな皮膜組織を充填する。

図 - 1 の溶射皮膜と鉄筋の短絡と、コンクリート内の空隙中のイオン化合物の移動により電気回路が形成されて、防食電流が生じる。比較的薄い皮膜が部材内部の腐食環境に応じて経年で消耗されるため、本工法は予防保全処置に適している。また、溶射によって陽極金属層を形成するため、任意形状の部材表面に施工可能で、広範囲の電気防食と表面保護が比較的容易な皮膜システムといえる。

### 3. 試験施工

#### 3.1 全体の概要

試験施工のフローチャートを図 - 2 に示す。図中の①～⑤は本工法の基本作業、a)～e)は試験施工の付加作業である。部材内部の事前調査では、中性化深さと全塩化物イオンの測定、鉄筋の腐食状況を目視確認した。掘削部に電位測定用の照合電極を配置し、鉄筋に接続端子を取付けて復旧した。次に、素地調整から封孔処理までの溶射工により防食皮膜を形成した。②～⑤の工程では、それぞれの管理基準に基づく検査により品質を確保した。溶射工のあ

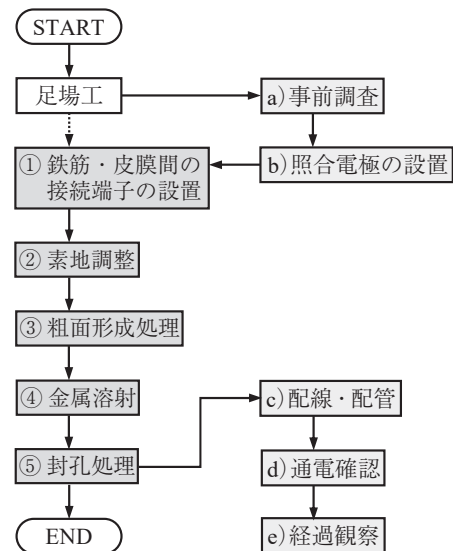


図 - 2 試験施工のフローチャート

とは、接続端子から測定用ボックスまでの配線・配管と通電確認を行い、現地施工を終了した。通電後の経過観察は、皮膜の状態確認と防食電流・鉄筋電位の定期測定である。

施工対象は、山口県内の河川を跨ぐ高速道路橋の橋台前面 36.63 m<sup>2</sup> と側面 2.63 m<sup>2</sup> の範囲で、施工範囲と測定位置を図 - 3 に示す。図中の A1～A3 は溶射皮膜に、N1～N4 は鉄筋にそれぞれ接続端子を設けた位置で、E1～E4 は照合電極の埋設位置である。

#### 3.2 事前調査

橋台前面の 3 箇所と側面の 1 箇所で採取したコンクリートコアにより、中性化深さと全塩化物イオン量を測定した。前面の中性化深さは 0～30 mm、側面が 20 mm であり、鉄筋のかぶり (100～150 mm 程度) よりも小さく、中性化の影響は無い。鉄筋位置の全塩化物イオン濃度は、前面が 0.39～3.77 kg/m<sup>3</sup>、側面が 0.37 kg/m<sup>3</sup> で、路肩側で橋座面に近い N1 点において発錆限界を超える高濃度であった。鉄筋表面の目視観察においても、N1 点で鉄筋表面の全体に薄い錆が生じており、ほかの位置では点錆程度であった。橋台の塩害による腐食状態は、潜伏期と進展期の範囲にあり、腐食要因は凍結防止剤の浸透と推察される。

#### 3.3 溶射の施工

最初にブラストによる素地調整を行い、皮膜剥離の原因になるコンクリート表面の凹凸の改善や付着物・脆弱層の除去後に、粗面形成材をスプレー塗布した。この乾燥後に、

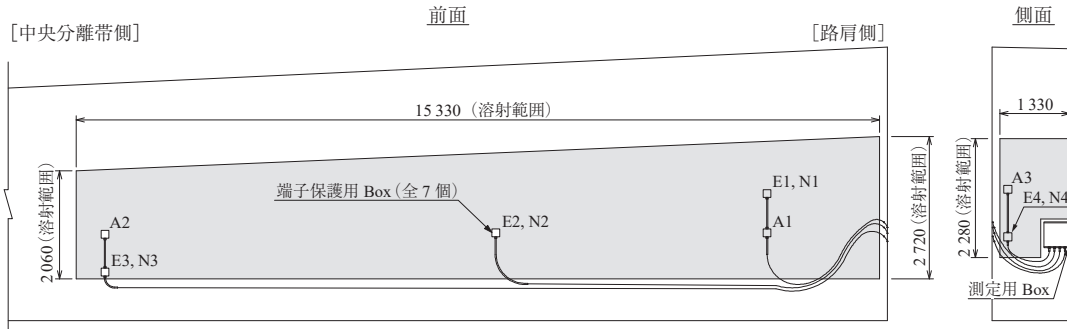


図 - 3 試験施工範囲と電流・電位の測定位置



写真 - 1 プラズマ溶射の状況



写真 - 2 配線・配管後の施工面

表 - 1 結線当日の状況

測定項目	測定位置	測定値 [換算値]
鉄筋電位 (mV)	前面 E1	464 [-336]
	前面 E2	523 [-277]
	前面 E3	482 [-318]
	側面 E4	582 [-218]
防食電流 (mA)	前面 A1	5
	前面 A2	3
	側面 A3	1

注記：鉄筋電位は、鉛電極による測定値と [ ] 内の CSE 換算値を示す。

プラズマ溶射装置で溶融した陽極金属を吹き付けて、擬合金皮膜を形成した。陽極金属の吹付け状況を写真 - 1 に示す。溶射と同日の封孔処理によって、皮膜の気孔内への腐食因子や不純物の侵入を抑制した。封孔処理は、溶射施工日ごとの塗布と溶射完了後の全体重ね塗りの2段階で実施した。

### 3.4 通電状況と初期電位の確認

溶射施工後に、接続端子から橋台側面に設置した測定ボックス内に電線を配置して、側面に設置のロガーを通じて結線した。配線・配管状況を写真 - 2 に示す。結線当日の通電量と鉄筋電位を表 - 1 に示す。鉄筋の自然電位は全て、ASTM C 876 の評価基準の“腐食確率が不確定 ( $-350 \text{ mV} < E < -200 \text{ mV vs. 銅/硫酸銅電極 (CSE) 基準}$ )”の範囲にある。

## 4. 通電3年間の防食状況

通電中の防食電流と鉄筋電位、通電停止後24時間の自然電位で防食状況を観察している。橋台前面における防食電流密度の月平均値を図 - 4 に示す。高温多湿な6月～7月にピークが現れて、流電陽極方式の特徴の“環境に応じた防食電流の発生”が顕著である。また、1年目に比べて2年目と3年目は防食電流が減少しており、通電による鉄筋周辺の環境改善が推察される。通電後3年の鉄筋の目視確認で、施工範囲の鉄筋表面の錆に進行は無く、施工範囲

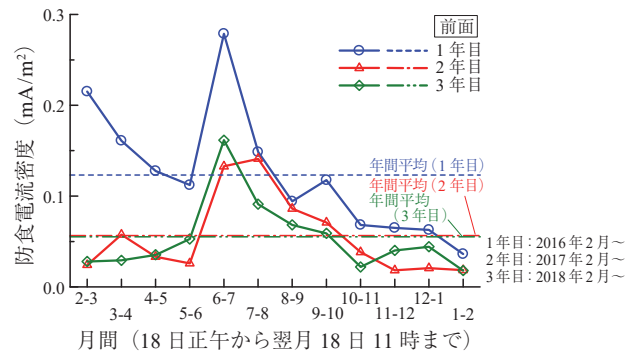


図 - 4 防食電流密度の月平均値の経時変化

外の一部の鉄筋には赤錆が生じていた。これらの状況から、本工法によって鉄筋の既存の錆の進行抑制が可能といえる。

## 5. おわりに

今後は、橋梁上部工などを対象にした施工と防食効果の評価を予定している。本稿の試験施工と経過観察は、西日本高速道路(株)中国支社のご支援のもと、住友大阪セメント(株)との共同実施である。関係各位に深謝いたします。

【2020年4月17日受付】