

長期間暴露した大型 PC 供試体の電気防食効果の確認

飛鳥建設(株) 正会員 ○笠井 和弘 名倉 政雄

独立行政法人 土木研究所 守屋 進

日本防蝕工業(株) 山本 悟 (株)ナカボーテック 井川 一弘

1.はじめに

近年、海岸地域におけるコンクリート構造物の塩害による損傷が社会問題となっており、旧建設省土木研究所ではこの問題に対処するため総合技術開発プロジェクト「コンクリートの耐久性向上技術の開発」の一環として、昭和 60～62 年の 3 年に渡ってコンクリート構造物の電気防食工法に関する共同研究を実施した。本報文は、当時実験に供された＜大型 PC 供試体における電気防食効果＞の供試体 3 体について 12 年間電気防食を継続し、防食効果などを調査した結果を報告するものである。

2.解体調査の目的

試験開始後 12 年が経過した大型 PC 供試体について、電気化学的な計測ならびに解体による直接目視を行い、長期暴露後の電気防食効果、防食管理基準の妥当性、陽極装置の実用性などを確認する。

3.調査対象供試体の概要

調査対象となった供試体の断面図を図-1、供試体仕様一覧表を表-1、昭和 62 年実験開始当初の供試体の暴露条件を表-2 に示す。

表-1 供試体仕様一覧表

供試体 No	陽極材		仕上被覆工	埋設モニタ リング装置
	一次電極	二次電極		
No.1 (網状 電極 方式)	酸化物被覆チタン 網状電極 施工範囲 W=4.3m, L=2.4m		ポリマーセメントモルタル吹付 施工範囲 W=4.4m, L=2.5m 吹付厚 20mm	鉛照合電極 6 本 マクロセル プローブ 6 本
No.2 (非 防食)	-----	-----	-----	鉛照合電極 6 本 マクロセル プローブ 6 本
No.3 (導電 塗料 方式)	白金メッキチタン 線状電極φ1.5mm 施工量 L=4.2m×3 本	導電性塗膜 施工範囲 W=4.3m, L=2.5m 吹付厚 300 μm	水溶性アクリル樹脂塗料吹付 施工範囲 W=4.4m, L=2.5m 吹付厚 70 μm	鉛照合電極 6 本 マクロセル プローブ 6 本

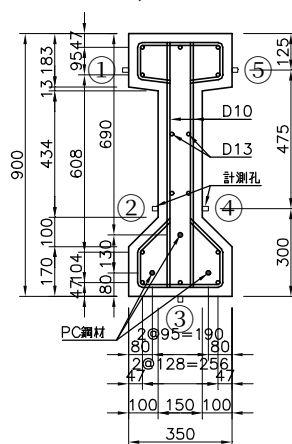


図-1 供試体断面図
(延長 5m)

表-2 供試体の暴露条件

項 目	条 件
塩分濃度	3% NaCl 水溶液
散 水 量	200 リットル/回
散水回数	5 回/週, 24 ヶ月間

4.調査項目

調査項目の一覧表を表-3 に示す。

5.調査結果および考察

(1)復極量と防食効果について：図-2, 3 に示すとおり、供試体 No.1 および No.3 の電気防食を施した範囲では 24 時間後の復極量が 111～355mV ですべて 100mV 以上の値であった。また、鉄筋、シースの状態もまったく腐食が発生していない状態であった（写真-1 参照）。このことから、電気防食の防食基準として「復極量が 100mV 以上」が適切であることが確認できた。

(2)自然電位分布と腐食状況について：供試体 No.2 の自然電位分布測定の結果は図-4 のとおりであり、底面を中心に電位が-200mV vs.SCE より卑な箇所では鋼材が激しく腐食していた（写真-1 参照）。

(3)分極試験について：今回行った分極試験では、図-5 に示すとおり昭和 62 年の実験開始時に比べて分極しやすく

表-3 調査項目一覧表

	調査項目
(1)	マクロセル・プローブ電流測定 電位分布測定
(2)	分極試験
(3)	表面目視観察
(4)	丸鋼プローブはつり出し・表面観察
(5)	塩分分析試験(全塩分) 塩分分析試験(可溶性塩分)
(6)	鉄筋はつり出し・表面観察

キーワード 電気防食, 網状電極, 導電塗料, 長期暴露, 防食効果

連絡先 〒102-8332 千代田区三番町 2 番地 TEL: 03-3288-6507 FAX: 03-3288-5285

なっていた（特に、導電塗膜（供試体 No.3）でその効果が顕著だった）。これは、長期に渡る電気防食によって鋼材表面の再不動態化が生じたものと考えられる。

(4)防食電流密度について：供試体 No.1 および No.3 の電流密度は、それぞれ 2.8mA/m^2 および 2.7mA/m^2 であった。これらの値は、一般に塩害を受けたコンクリート構造物に対する防食電流密度が $10\sim 40\text{mA/m}^2$ であるのに比較して非常に低かった。このことから、コンクリートに塩分が浸透して鋼材表面に到達しても、その時期から電気防食を適用することによって、わずかな電流密度で防食できることが確認できた。

(5)網状電極方式について：供試体 No.1 では、オーバーレイ端部で数ヶ所の浮きが確認された。それらの箇所は施工当初の浮きが広がったものと考えられる。しかし、供試体解体時にこれら付近の鋼材を観察した結果、鋼材の腐食は確認できなかった。このことから、オーバーレイの局所的な欠陥は防食効果に影響しないことがわかった。

(6)導電塗料方式について：供試体 No.3 では、陽極材が一次電極（白金メッキチタン線状電極）周辺を中心に局部的に劣化していた。しかし、他の部分では十分な附着強度を維持しており、また、供試体解体時にこれら付近の鋼材を観察した結果、供試体 No.1 と同様に局所的な陽極材の劣化は防食効果に影響しないことがわかった。

(7)塩分量について：塩分の浸透は、図-6 に示すとおり供試体 No.1 が最も少なく、コンクリート表面から内部の深度毎の差も少ないものであった。これはオーバーレイによりコンクリート表面が被覆されたため、塩水噴霧による塩分の浸透が軽減されたためと考えられる。一方、供試体 No.2 および No.3 では表面近くの塩分濃度がもっとも高く、深さ方向に低くなったことから塩水散布によって塩分が浸透したのと考えられる。なお、供試体 No.3 に塩分が浸透したのは、導電性塗膜が透水性を有していたためであると思われる。

6.まとめ

塩害環境に置かれるコンクリート構造物に対する電気防食の効果調べるために、大型 PC 供試体を用いて約 12 年間屋外暴露実験を行った結果、以下のことがわかり、有益な知見が得られた。

(1)網状電極方式および導電塗料方式による電気防食の結果、いずれの方式においても良好な防食効果が確認できた。(2)防食効果の判定基準は「復極量が 100mV 以上」が適切であることが確認できた(3)両方式の防食電流密度は、網状電極方式が 2.8mA/m^2 、導電塗料方式が 2.7mA/m^2 であり、このことからコンクリートに塩分が浸透して鋼材表面に到達しても、その時期から電気防食を適用することによってわずかな電流密度で防食できることを確認できた。

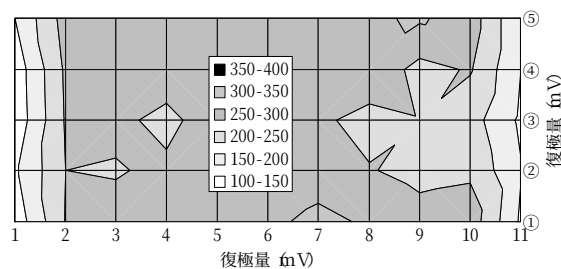


図-2 No.1 供試体 24 時間後の復極量

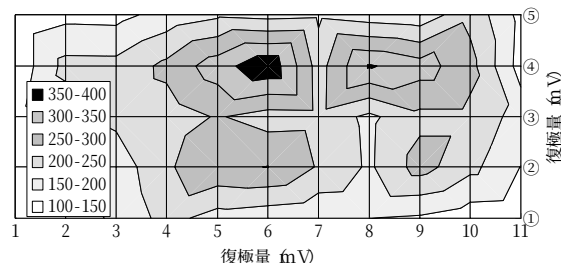


図-3 No.3 供試体 24 時間後の復極量

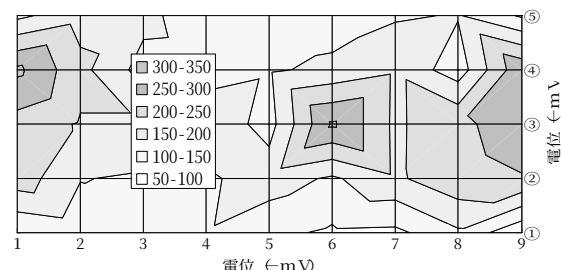


図-4 No.2 供試体自然電位分布

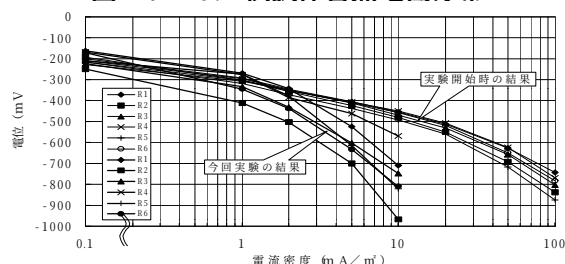


図-5 No.3 供試体分極試験結果

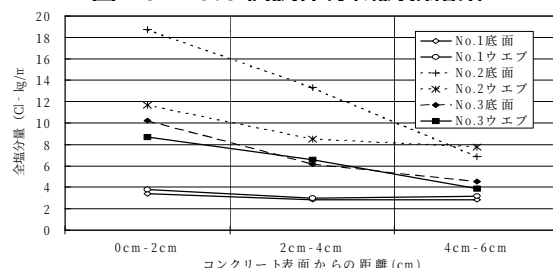


図-6 各供試体の全塩分量測定結果

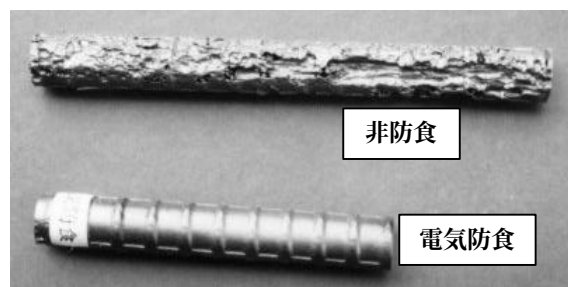


写真-1 電気防食効果の比較

写真-1 電気防食効果の比較