

犠牲陽極方式の電気防食に用いる陽極被覆材が防食性能に及ぼす影響

九州大学 学生会員 ○大橋 宜紘 九州大学大学院 学生会員 薬師寺 輝
九州大学大学院 フェロー会員 濱田 秀則 九州大学大学院 正会員 山本 大介
九州大学大学院 正会員 佐川 康貴 (株)ピーエス三菱 正会員 香田 真生
(株)ピーエス三菱 正会員 青山 敏幸

1. はじめに

塩害劣化が懸念される地域に位置するコンクリート構造物では、その対策工法として電気防食工法の適用が効果的であると考えられる。電気防食工法の中に流電陽極方式がある。流電陽極方式では、犠牲陽極と鉄とのイオン化傾向の差を利用して防食電流を流すため、電源設備が不要で施工が簡易である反面、電流量を直接調節できない。そのため、長期間、安定した防食電流を供給できる犠牲陽極材を選定しなければならない。本実験では、陽極被覆材として4種類の異なる材料A、B、C、Dを用いて、防食効果の確認実験を行った。

2. 実験概要

供試体は図-1 に示す 100mm×125mm×200mm の角柱供試体であり、φ13mm の丸鋼を埋設している。また、犠牲陽極材を埋設するためのスペースとして φ30mm の孔を設けた。表-1 に母材コンクリートの配合を示す。打設後、温度 20℃の室内で2週間の湿布養生を行った。湿布養生終了後、φ30mm の孔に犠牲陽極であるφ10mm の防食亜鉛を1本埋設し、各種の被覆材を充填した。また、打設時の母材コンクリートの内在塩分の有無、鉄筋腐食の有無、陽極被覆材の種類を試験要因とし、表-2 に示す17体のコンクリート供試体を作製した。供試体名については、内在塩分量無しのを「0」、内在塩分 5kg/m³ のものを「5」で表し、鉄筋腐無しのを「N」、有りのものを「Y」で表している。陽極被覆材の種類は材料 A、B(B1 と B2)、C、D の4種類である。

材料 A、B はそれぞれプレミックス材として市販されているセメントモルタルを使用した。材料 A および B の練混ぜ水には亜硝酸リチウム水溶液を用いた。材料 C は普通ポルトランドセメントを用いたモルタルであり、材料 D は被覆材を用いず亜鉛を直接供試体中に埋設したものである。また、材料 B については亜硝酸リチウムの混入量の違いにより B1、B2 の2種類の配合がある。各被覆材の配合を表-3 および表-4 に示す。腐食有りの鉄筋に関しては、飽和食塩水に6日間浸漬しその後、1日乾燥させたものである。



図-1 供試体の形状および寸法

表-1 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					混和剤	
		W	C	S	G	Cl	AE減 (g/m ³)	AE (mL)
65	47.6	172	265	851	1015	0.5	829	1.59

表-2 供試体要因一覧

塩化物イオン (kg/m ³)	鋼材腐食	陽極被覆材	供試体名	供試体数
0	無 (N)	A	0-N-A	2
		B1	0-N-B1	1
		B2	0-N-B2	2
5		A	5-N-A	2
		B1	5-N-B1	1
		B2	5-N-B2	2
		C	5-N-C	1
		D	5-N-D	1
5	有 (Y)	A	5-Y-A	2
		B1	5-Y-B1	1
		B2	5-Y-B2	2

表-3 陽極被覆材の種類と水粉体比 (W/P)

配合名	粉体	W/P (%)
A	被覆材A	26
B1	被覆材B	59
B2	被覆材B	73

表-4 陽極被覆材として用いたモルタルの配合

配合名	粉体	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)		
			W	C	海砂
C	OPC	65	287	442	1326



写真-1 鉄筋の腐食状況
(上：腐食無し、下：腐食有り)

鉄筋と亜鉛の短絡は犠牲陽極材を埋設した翌日に開始し、環境条件は、2 日水中、5 日気中の乾湿繰り返しのサイクルとした。短絡後は鉄筋、亜鉛間に流れる電流量と通電中の鉄筋の電位（防食電位）の測定、および短絡を切断し防食電流の供給を停止した直後の鉄筋の電位（インスタントオフ電位）の測定を行った。また、鉄筋と防食亜鉛の短絡切断後 24 時間が経過した時点での鉄筋の電位を自然電位として測定しインスタントオフ電位との差を求めることで鉄筋の復極量の算出を行った。

3. 実験結果

鉄筋と亜鉛の短絡から、約 1 年間の測定結果を示す。なお同一条件で試験体が 2 つあるものは、それぞれの測定結果の平均値とした。被覆材料の違いによる鉄筋、亜鉛間の発生電流量の経時変化を図-2 に示す。材料 C、D は、材料 A、B と比較して発生電流量は極めて小さい値($0.01\mu\text{A}$ ～ $6.0\mu\text{A}$)を示した。材料 A、B では短絡開始 20 日後から 90 日後まで発生電流量は減少し続けた。それ以降、材料 A の電流量は比較的安定した値をとっているが、材料 B は 150 日まで上昇した後、ゆるやかに下降している。また短絡開始から 200 日経過後までは材料 B の方が、材料 A と比較して発生電流量は大きい。それ以降はほぼ同じ値をとりながら減少している。

被覆材料の違いによる鉄筋の復極量の経時変化を図-3 に示す。一般にコンクリート中の鋼材に電気防食工法を適用した場合の防食基準は、復極量が 100mV 以上を達成することとされている。材料 C、D では 50～100mV の復極量となった。一方、材料 A、B では共に短絡を開始して 350 日が経過しても 100mV 以上の復極量が確保されている。また短絡開始から 150 日経過後までは材料 B の方が材料 A と比較して復極量は大きい。それ以降は材料 A の方が大きくなる傾向を示した。

内在塩分の有無の違いによる鉄筋の復極量の経時変化を図-4 に示す。材料 B では母材コンクリートに内在塩分が含まれている方が含まれていないものより復極量が大きくなる傾向がみられる。一方、材料 A では値の変動が大きくその傾向は明確ではない。

鋼材腐食の違いによる鉄筋の復極量の経時変化を図-5 に示す。鉄筋が腐食している方が、腐食無しの方と比較して、復極量が小さくなる傾向が見られる。

4. まとめ

- (1) 本試験で用いた棒状の防食亜鉛および被覆材 A、B を用いることにより、犠牲陽極方式の防食効果が得られた。
- (2) 約 1 年間継続して測定を行った結果、復極量は細かく変動しつつも全体的に徐々に減少していく傾向を示した。
- (3) 材料 A と材料 B では電気防食の効果に違いがみられた。
- (4) 復極量は、鉄筋の腐食無しの方が、腐食有りの方と比較して大きくなる傾向がみられた。

【参考文献】1)土木学会：電気化学的防食工法・設計施工指針(案), コンクリートライブラリー107, 2001

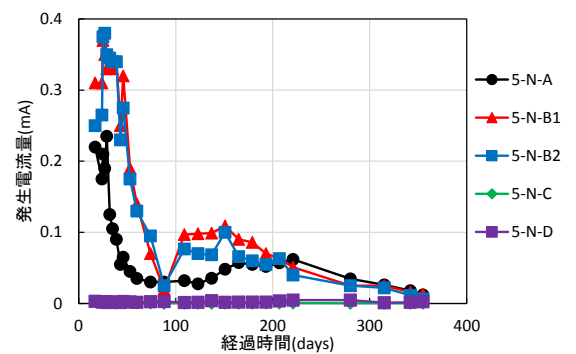


図-2 発生電流量の経時変化
-被覆材料の違い-

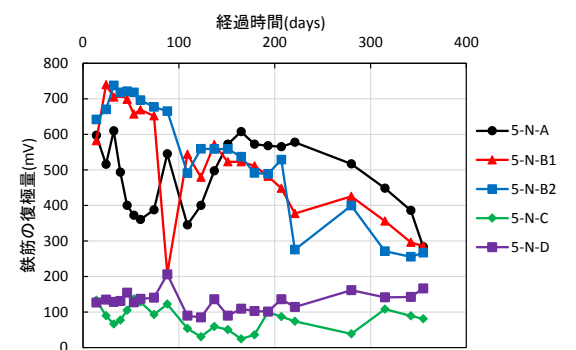


図-3 鉄筋の復極量の経時変化
-被覆材料の違い-

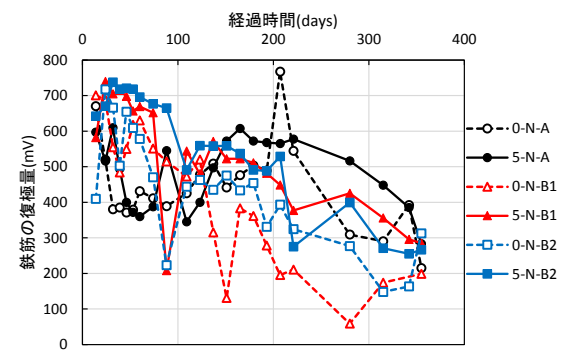


図-4 鉄筋の復極量の経時変化
-内在塩分の有無の違い-

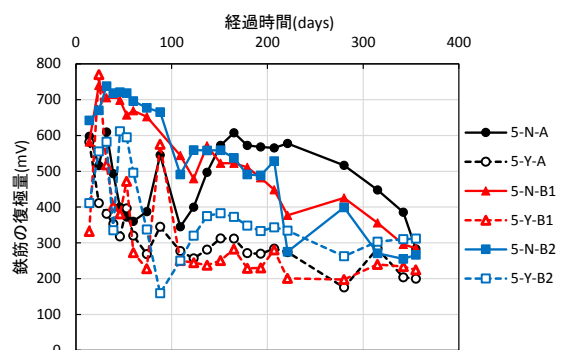


図-5 鉄筋の復極量の経時変化
-鋼材腐食の有無の違い-