

# 流電陽極方式による鉄筋の防食技術の開発

技術本部 技術部

青山敏幸

大阪支店 土木技術部 設計グループ (九州支店駐在) 香田真生

## 1. はじめに

電気防食工法は、外部電源方式と流電陽極方式に大別される。日本では、外部電源方式による電気防食工法が多く採用されているが、海洋構造物の干満帯のようにコンクリートの乾燥と湿潤が繰り返される環境下では防食基準がなく、通電量の調整が難しいといった課題がある。また、凍結防止剤を散布するような環境下では、桁端部において部分的な塩害が発生することが多く、外部電源方式では対象面積が小さくても直流電源装置が必要となるため、防食対象面積あたりのコストが高くなるといった課題がある。

そこで、上記のような部位における塩害対策工法として流電陽極方式による電気防食技術の開発を行っている。これまでの実験から、陽極材料である亜鉛の周辺を、亜硝酸リチウム（以下  $\text{LiNO}_2$  と称す）水溶液を混入したセメント材料で被覆することにより亜鉛が活性化することを確認しているが、暴露環境や  $\text{LiNO}_2$  添加量が防食効果に及ぼす影響については明確になっていない。また、陽極 1 箇所あたりの有効範囲、有効範囲において防食できる鉄筋の量（本数）および陽極の配置方法が防食効果に及ぼす影響については明らかになっていない。本報告では、そのうち複数本の鉄筋に対する防食効果の確認試験の結果について述べる。

## 2. 実験概要

試験体の形状・寸法を図-1 に示す。試験体は  $310\text{mm} \times 210\text{mm} \times 200\text{mm}$  の角柱とし、 $\phi 13\text{mm}$  のみがき丸鋼を 8 本埋設した。コンクリートは、プレストレストコンクリート構造を想定し、W/C を 42% とし、塩化物イオンを  $5\text{kg/m}^3$  添加した。

防食亜鉛を設置するスペースとして  $\phi 40\text{mm}$  の孔を削孔し、 $\phi 10\text{mm}$  の防食亜鉛を 2 本もしくは 4 本配置した後、開発中の被覆材を充填した。環境条件は、亜鉛と鉄筋の通電開始から 305 日までは相対湿度 50～60% の気中環境とし、それ以降は部分浸せきと湿らせた布により相対湿度 90～95% の湿潤環境とした。

防食亜鉛の設置位置および設置本数による影響を確認するため、試験要因は表-2 および図-2 に示す条件とし、防食亜鉛を試験体の中央(No.1)、上側(No.2) および下側(No.3) の 3 通りに設置した。なお、No.3' は、No.3 の防食亜鉛を 4 本としたものである。測定項目は、亜鉛と鉄筋間に流れる電流量、通電中の亜鉛と鉄筋の電位、接続を一時的に停止した直後の電位（以降、インスタントオフ電位）および接続を停止して 24 時間が経過した時点での電位を自然電位とした。なお、今回の測定では接続停止から 24 時間後の電位を自然電位とし、

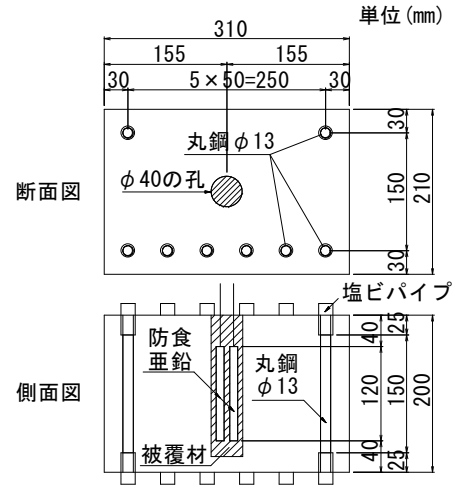
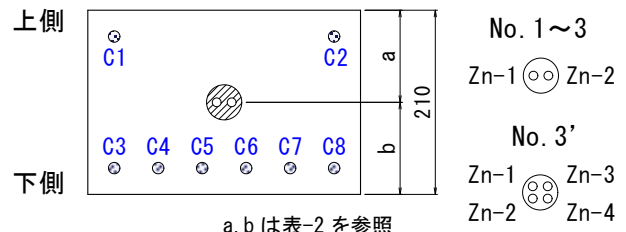


図-1 試験体の形状・寸法

表-2 試験要因

|        | No.1 | No.2  | No.3  | No.3' |
|--------|------|-------|-------|-------|
| a (mm) | 105  | 67.5  | 142.5 | 142.5 |
| b (mm) | 105  | 142.5 | 67.5  | 67.5  |
| 防食亜鉛   | 2 本  |       |       | 4 本   |
| 試験体数   | 1    | 1     | 1     | 1     |

a, b は表-2 を参照  
図-2 防食亜鉛の設置位置および記号

インスタントオフ電位と 24 時間後の電位の差を復極量とした。亜鉛および鉄筋の電位は、可搬式の飽和カロメル照合電極により計測した。なお、コンクリート構造物の電気防食工法では、一般的に復極量が 100mV 以上あれば防食効果があると言われている。

## 3. 実験結果と考察

亜鉛と鉄筋の接続から約 430 日間の測定結果を報告する。

亜鉛と鉄筋間の発生電流量と外気温の経時変化を図-3 に示す。防食亜鉛を 2 本配置した試験体(No.1, 2, 3)の発生電流量に大きな差はなかった。一方、4 本配置した No.3' は No.1～3 と比較して、通電開始から約半年間は大きな発生電流量であったが、それ以降においては両者に大きな差は認められなかった。また、すべての試験体で時間の経過に伴って発生電

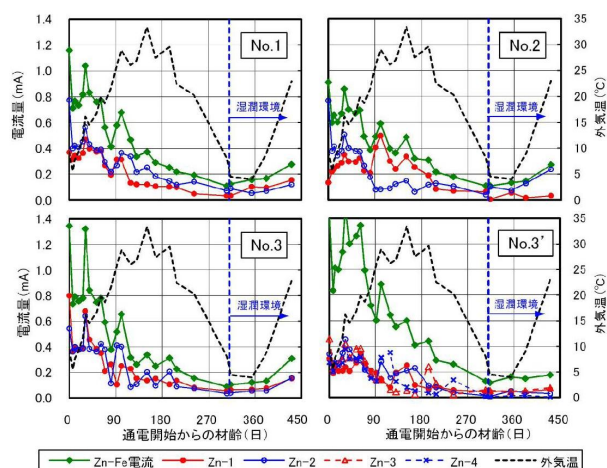


図-3 発生電流量と外気温の経時変化

流量は減少したが、湿潤環境への変更によって増加傾向となり、さらに外気温の上昇に伴って No.1~3 の電流量は増加することが確認された。

亜鉛のインスタントオフ電位と自然電位の経時変化を図-4に示す。亜鉛の自然電位の変化が小さいほど、陽極の性能変化も小さいと考えられる。今回の実験では、亜鉛の自然電位は約100日目までは $-800 \sim -900\text{mV}$ の値を示したが、通電開始から200日経過後には全ての試験体で約 $-600\text{mV}$ までプラス側に变化した。しかし、その後は電位の変化は小さいことから、陽極としての機能は保持しているものと考えられる。

各鉄筋のインスタントオフ電位と自然電位の経時変化を図-5に示す。すべての試験体でインスタントオフ電位は、時間経過に伴ってプラス側に变化する傾向にあったが、湿潤環境へ変更して以降、 $100 \sim 150\text{mV}$  マイナス側に变化した。湿潤環境となったことで酸素の供給量が少なくなったことが影響しているものと考えられる。また、湿潤環境へ変更して以降、コンクリートの比抵抗が小さくなり、鉄筋間の防食効果が均等になる傾向が認められた。

鉄筋の復極量の経時変化を図-6に示す。すべての試験体で鉄筋8本それぞれの復極量に大きな差は生じないことが確認された。また、湿潤環境へ変更したことによって、亜鉛と鉄筋の電位差が小さくなることで復極量は減少する傾向となったが、全ての条件で復極量は $100\text{mV}$ 以上であり、本方式による防食効果が確認された。

#### 4. まとめ

本検討では、陽極材の複数本の鉄筋に対する防食効果を確認するための試験を実施した。本検討の範囲では、亜鉛の自然電位が通電開始から200日程度までプラス側に变化したものの、その後の電位の変化は小さいことから、陽極としての機能は保持しているものと考えられる。また陽極の配置方法、環境条件によらず鉄筋の復極量は $100\text{mV}$ 以上であり、本方式による防食効果が確認された。

なお現在は、RC 栈橋を模擬した試験体を用いて防食効果の確認試験を実施している。

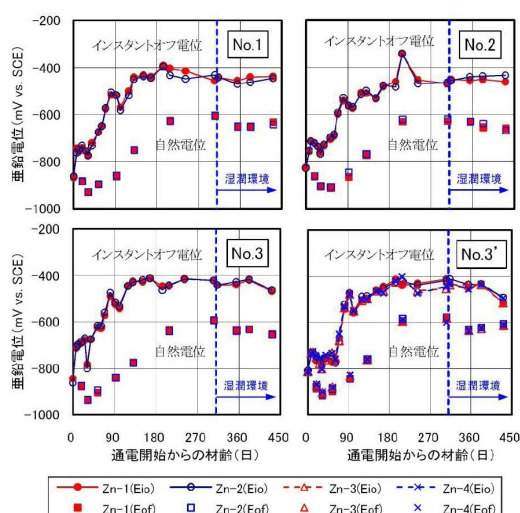


図-4 亜鉛のインスタントオフ電位と自然電位の経時変化

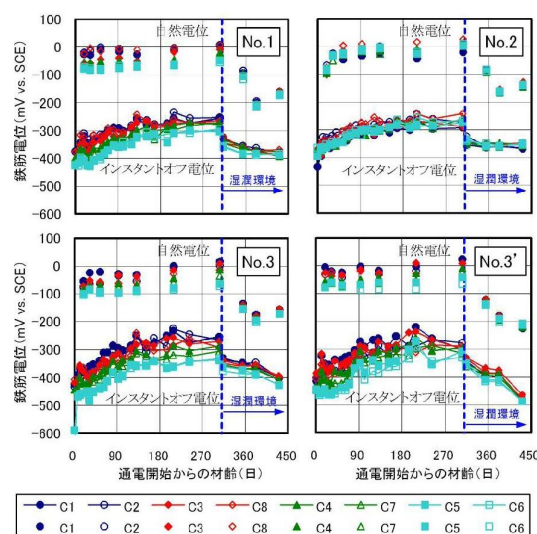


図-5 鉄筋のインスタントオフ電位と自然電位の経時変化

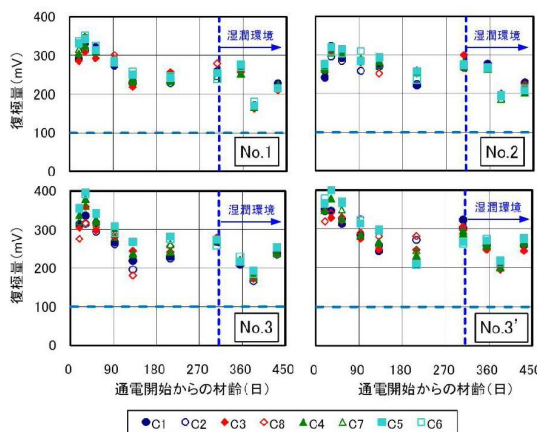


図-6 鉄筋の復極量の経時変化

Key Words : 塩害, 防食, 流電陽極方式, 亜硝酸リチウム



青山敏幸



香田真生