

## 金属溶射被膜をコンクリートに行った内部鋼材の防食に関する基礎的研究

吉川工業(株)技術研究室 正会員 熊井 隆  
 九州共立大学 正会員 高山 俊一  
 九州共立大学 西田 充典  
 吉川工業(株)技術研究室 田中 善久

## 1. まえがき

鉄筋コンクリート構造物の塩害による鉄筋腐食は、構造物の早期劣化の原因となっている。塩分によるコンクリート中の鋼材の腐食が始まった場合、腐食を停止させることは極めて困難である。しかしながら、鋼材の腐食停止の一方法として、溶射技術がある。金属溶射は、鋼構造物の防食方法の一つとして発達した技術である。この方法はコンクリート表面に溶射した皮膜を犠牲にすることにより、内部鋼材を長期防食するものである。本研究では鉄への防食効果を示す Zn-Mg に着目し、鉄筋コンクリートの溶射による Zn-Mg の基本的な防食特性の評価を行なう。Al, Zn, Al-Mg および Zn-Mg の 4 種類の溶射膜を用いて鉄筋の電位差（復極量測定）の変化を調べた。

## 2. 試験概要

## 2.1 試験方法

表-1 に実験方法を示す。供試体（ $\phi 10 \times 20\text{cm}$ ）には表面に 4 種類の溶射を、比較のために無処理およびエポキシ樹脂塗布を行った。表-2 にコンクリートの配合を示す。コンクリートは、最も一般的である水セメント比 55% で打設した。コンクリート中の塩分量は、細骨材（質量）に対して 0% および 0.5% とした。図-1 に示すように、供試体の中に D16mm 鉄筋を 100mm 埋め込み、約  $\Phi 2.6 \times 80\text{mm}$  のステンレス棒を圧着し、供試体の上面から約 50mm 出し電位差測定の供試体とした。

## 2.2 溶射方法

コンクリート打設後 2 週間水中養生を行い、コンクリート表面にフレーム溶射およびペンキ塗装を行なった。図-2 に溶射方法を示す。フレーム溶射は、アセチレン  $1.01 \times 10^5\text{Pa}$ 、酸素  $1.65 \times 10^4\text{Pa}$ 、溶射距離 250mm、溶射角度  $90^\circ$ 、目標膜厚 100～150  $\mu$  で行った。吹射口から供試体までを約 250mm 離し、円柱供試体を回転させ溶射膜厚さが一様になるように溶射を行った。溶射範囲は、供試体の上下側面の 25mm を除き、中央箇所の 150mm である。ペンキ塗装は、エポキシ樹脂を使用し、プライマー（下地塗り）、中塗りさらに上塗りがされている。塗装はいずれも刷毛塗りである。無処理とは供試体に何も手を加えてないものである。

表-1 実験方法

| 実験内容        |                                                                                                                                                 |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 供試体の種類・表面状態 | 1. コンクリート中の塩分量 0%, 0.5%                                                                                                                         |
|             | 2. 供試体の表面状態 ( $\phi 10 \times 20\text{mm}$ の供試体)<br>(1) 溶射4種類 Al, Zn, Al-Mg, Zn-Mg<br>(2) 無処理<br>(3) エポキシ樹脂塗布<br>・コンクリート中に鉄筋 (D16, 長さ100mm) を埋設 |
| 試験項目        | 電位差の測定, 中性化試験, 鉄筋の錆状況, 強度                                                                                                                       |

表-2 コンクリートの配合とスランプ

| 水セメント比w/c (%) | 細骨材率s/a (%) | 塩分量 (%)  | 空気量 (%) | 単位量 ( $\text{kg/m}^3$ ) |     |     |      | NaCl (kg) | スランプ (cm)   |
|---------------|-------------|----------|---------|-------------------------|-----|-----|------|-----------|-------------|
|               |             |          |         | W                       | C   | S   | G    |           |             |
| 55            | 46          | 0<br>0.5 | 3.9     | 155                     | 282 | 845 | 1027 | 0<br>4.25 | 14.8<br>9.3 |

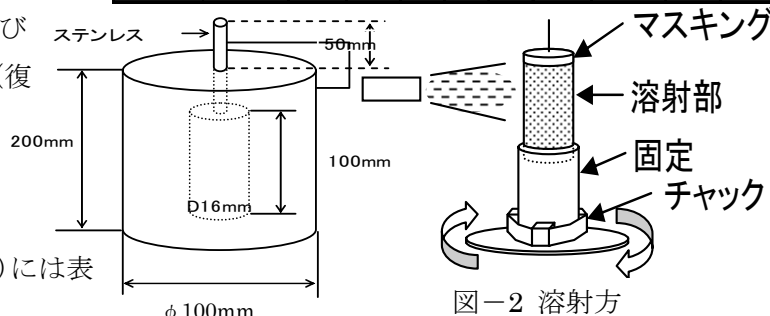


図-1 鉄筋をコンクリート中に埋め込んだ状況

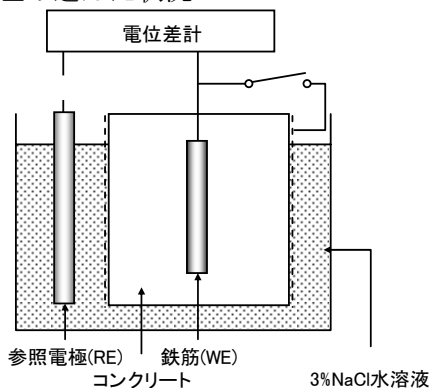


図-3 電位(復極量)の測定状況

溶射、防食、耐久性、腐食、中性化

〒671-1123 姫路市広畑区富士町1番地、Tel.0792-37-5204 Fax.0792-37-8253

### 2.3 試験方法

電位差測定試験は図-3の方法で電位計を用い、鉄筋電位を計り、再び4時間後に電位を計り、その差を復極量とした。鉄筋のカソード分極測定の結果から100mV マイナス方向にシフトすると、鉄筋はカソード防食領域に入る。従って、復極量が100mV以上を防食基準値とした。測定は塩分濃度3%の模擬海水中に、供試体の下から150mmの所まで入れて測定を行った。中性化試験は、CO<sub>2</sub>の濃度が7%の試験槽（温度40℃、湿度60%）に試験期間2週、6週および10週に継続して入れ、中性化深さをフェノールフタレイン液にて測定した。CO<sub>2</sub>が7%の濃度中での1日は、気中の約160日に相当する。

### 3. 結果および考察

#### 3.1 溶射による平均膜厚

溶射を行ったコンクリート表面の平均膜厚（測定箇所6個）および変動係数を図-4に示す。4種類の金属による平均膜厚は115～156μmであり、目標とした膜厚とほぼ同程度であった。膜厚の変動係数は8～20%であり、厚さにばらつきがあったことが分かる。

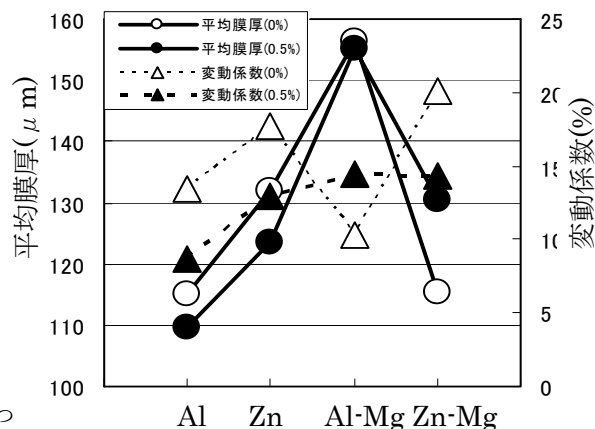


図-4 平均膜厚と変動係数

#### 3.2 復極量および中性化の深さ<sup>1)</sup>

復極量と試験材齢の関係を図-5（コンクリート中の塩分量0%）および図-6（塩分量0.5%）に示す。塩化ナトリウム0%ではZn-Mgが最も復極量が大きく、防食能力が高いことを示し、Zn, Al-Mg, Alの順である。塩化ナトリウム0.5%では塩分量0%と同様にZn-Mgが最も復極量が大きい。中性化深さの測定結果を図-7および図-8にそれぞれ示す。ペンキ塗装の中性化深さは0mmであった。溶射を行った中性化深さは、無処理の場合とほとんど変わらなかった。

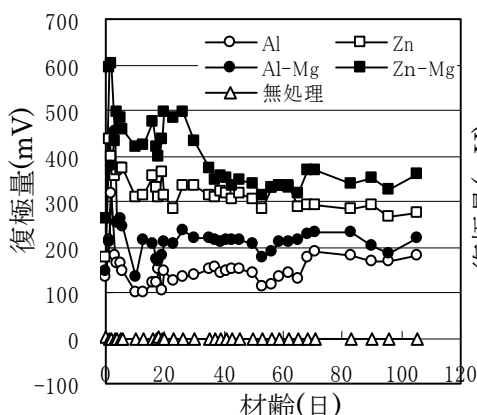


図-5 復極量と材齢(NaCl 0%)

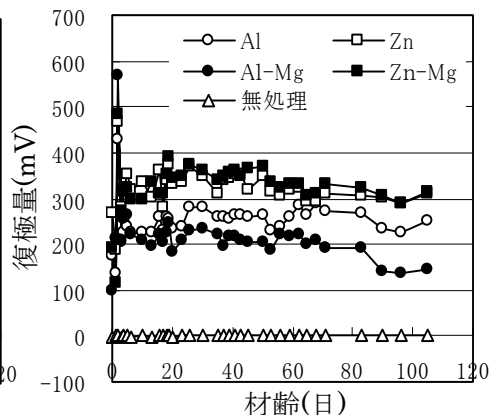


図-6 復極量と材齢(NaCl 0.5%)

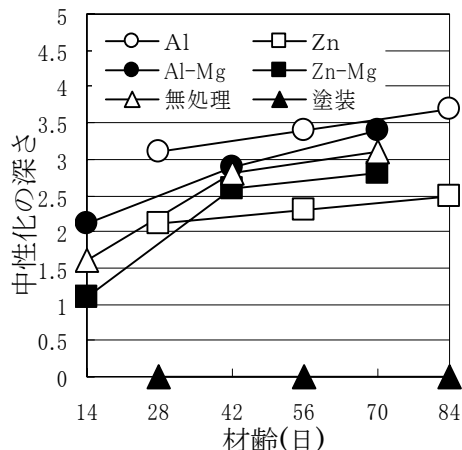


図-7 中性化の深さと材齢(NaCl 0%)

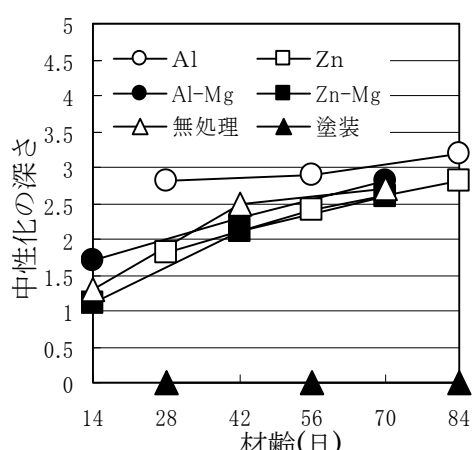


図-8 中性化の深さと材齢(NaCl 0.5%)

#### 4. まとめ

本研究で得られた成果をまとめると次のとおりである。AlとZnでは、Zn系の溶射を行った場合が復極量が大きくなった。ZnとZn-Mgでは、Zn-Mg溶射のほうが復極量が高いことから、Mgを加えた場合が防食効果が大きいものと考えられる。

#### 参考文献

- 1) 牛島栄, 辻幸和: 金属溶射被膜を施した鉄筋コンクリートの耐久性に関する基礎的研究, コンクリート工学論文集, 第5巻第1号, pp. 1～14, 1994年1月