

V-181 金属溶射被膜による流電防食効果に関する基礎的検討

三井金属 総合研究所 正会員 ○西坂 強, 杉本正威, 鈴木光夫
佐藤光一, 吉岡淳志, 尾城武司

(株)青木建設 研究所 正会員 牛島 栄, 正会員 酒井芳文

1. まえがき

コンクリート表面に金属溶射被膜を施すことによりコンクリート中の鉄筋の防食を行ない、耐久性向上を図ることを目的として、前報¹⁾において溶射被膜が表面からの酸素、炭酸ガス、塩素等に対し高い遮断効果を有することを報告した。本報告では溶射被膜とコンクリート中の鉄筋とを電気的に結び、犠牲陽極による電気防食の効果を促進試験により検討し、2, 3の結果が得られたので報告する。

2. 試験概要

(1) 試験体の形状および配合

コンクリート試験体の形状を図1に示す。内部にD10の異形鉄筋をかぶり3種類で4本埋め込んだ中型試験体とスラブへの適用を勘案したD10とD13の異形鉄筋を組合せた大型試験体を用いた。鉄筋端部にはリード線を取り付け、金属溶射被膜表面の電極と結線し、犠牲陽極による電気防食回路を形成して使用した。なお、コンクリートは普通ポルトランドセメントを用い、W/C=60%, s/a=54%, 単位セメント量317kg/m³の配合とした。また、端部効果の影響を抑制する目的で、溶射面以外の端面および側面の一部にポリウレタン系樹脂ミゼロン(三井金属塗料化学製)を用いシールを行なった。

(2) 溶射仕様および溶射方法

溶射用下地処理として、コンクリート試験体表面に#30のアルミナを用いてブラスト処理を行なった。溶射方法はフレーム溶射を用い、金属溶射線として亜鉛および亜鉛-アルミニウム線を使用し、溶射膜厚は50μm, 200μmの2種類とした。なお、溶射時のコンクリート表面温度は亜鉛および亜鉛-アルミニウム共に約70℃であった。

(3) 促進試験方法

大型塩水噴霧試験機を用いて、JIS Z 2371(塩水噴霧試験方法)を参考に促進試験を行なった。試験条件は試験装置内温度40℃、塩水濃度3%とした。試験サイクルは3日間連続噴霧、50℃強制乾燥4日間を1サイクルとして12サイクル行なった。

(4) 測定項目および測定方法

電気防食効果をモニタリングするため0, 2, 4, 8, 12サイクル毎に、電位、電流密度の測定を行ない防食電位、防食電流密度の変化を観察した。なお、電位測定は東亜電波製デジタルORPメータに飽和カロメル電極(SCE)を用い、電流測定は東方技研製の微小電流計を使用した。

3. 試験結果および考察

(1) 中試験体における電気防食効果

図2はサイクル数と電位との関係を示す。電気防食を施していない鉄筋の電位変化は試験前の値-170mV vs. SCE(以下SCE電位基準)がサイクル数に伴って徐々に卑へシフトし4サイクル後に約-500mVを呈し、その後同じ値で一定値を示す。電気防食を施してない鉄筋の電位は鉄の腐食電位領域(-245~-685mV)²⁾に存在することが認められた。一方、流電陽極法を用いた鉄筋は試験前の値が-550mV前後、試験開始直後の2サイクル後には-900mV前後、4サイクル後では約-1000mVを示し、電気防食時の鉄の防食電位領域(-770mV以下)に存在することが認められた。なお、溶射被膜の種類および被膜厚さによる差は認め

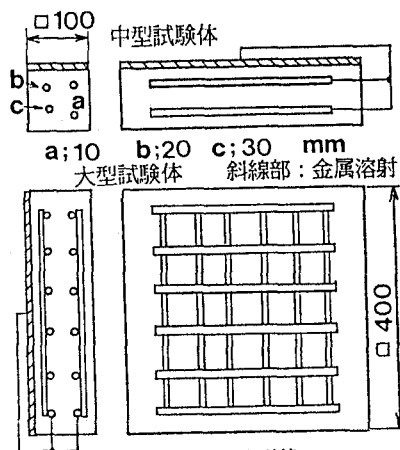


図1 試験体形状

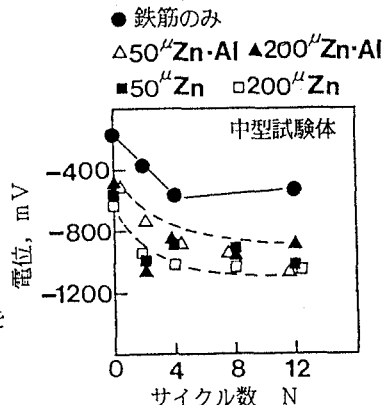


図2 電位変化

られなかった。

図3はサイクル数と電流密度との関係を示す。亜鉛被膜および亜鉛-アルミニウム被膜共に試験前が 20mA/m^2 前後を示すが、試験開始直後の2サイクル後における電流密度は亜鉛被膜が約 7mA/m^2 と急激に小さな値を示し、その後同じ値を示す。一方、亜鉛-アルミニウム被膜はサイクル数の増加に伴って徐々に小さな値となり8~12サイクルで亜鉛被膜とほぼ同じ値を示す。電流密度変化の溶射被膜による差は亜鉛被膜の表面が早期に塩基性塩化亜鉛¹⁾を形成して安定化するのに対し、亜鉛-アルミニウム被膜の表面においては亜鉛の反応の他にアルミニウムが水と反応してペイマイトを形成する反応も重畳して伴うため、腐食反応速度の差が電流密度に影響を与えたものと推定される。これらカソード腐食反応やアノード側の鉄筋の反応等の詳細については今後の検討課題である。なお、12サイクル時点で両被膜共に電流密度は約 8mA/m^2 を示しており、防食電流として十分な値($4\sim 13\text{mA/m}^2$)²⁾を示すことが認められた。以上のことから中型試験体における流電陽極法による電気防食は有効に作用しているものと推定される。

(2) 大型試験体における電気防食効果

図4はサイクル数と電位との関係を示す。電気防食を施していない鉄筋の電位変化は試験前は -80mV を示しその後徐々に卑へシフトし約8サイクルで -500mV を呈しその後一定の値を示す。一方、電気防食を施した鉄筋の電位変化は試験前が -400mV を示しその後サイクル数の増加に伴って徐々に卑へシフトし12サイクル後には鉄の防食電位領域を示す。なお、被膜の種類による差は認められなかった。また、大型試験体の試験前の電流密度が中型試験体と比べ若干高い値を示す他は中型試験体とほぼ同じ傾向を呈することが認められた。なお、大型試験体全体が均一な防食効果を形成しているか否かについては今後検討を進める予定である。

4. まとめ

金属溶射被膜を用いた流電防食法による電気防食効果の検討を行なうことを目的に、電気防食を施した鉄筋と施していない鉄筋の電位、電流密度を測定し、その相対比較を行ない、以下に示す結果を得た。

(1) 中型試験体において、流電防食を施した鉄筋は両被膜共に試験後早期に鉄の防食電位領域とった。また、電流密度について、亜鉛被膜は開始直後の2サイクルで一定値を示したが、亜鉛-アルミニウム被膜は電流密度の変化が緩やかで12サイクル後に亜鉛被膜と同じ値を示した。これらの結果から溶射被膜を用いた流電防食法においても電気防食が有効に作用しているものと思われる。

(2) 大型試験体の電位、電流密度特性はほぼ中型試験体と同じ特性を示すが、防食電位領域への電位のシフトが若干遅い傾向が認められた。

謝辞

試験体への溶射にあたって御尽力頂いた東京メタリコン（株）の関係各位に感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 牛島 栄 他；土木学会第45回年次学術講演会講演概要集第5部 1990 pp.486~487
- 2) ASTM C 876-77 Half Cell Potentials of Reinforcing Steel in Concrete
- 3) J.A.Apostolos, D.M.Park and R.A.Carelllo; Cathodic protection of reinforced concrete using metallized zinc, Materials Performance, December 1987, pp.22~28

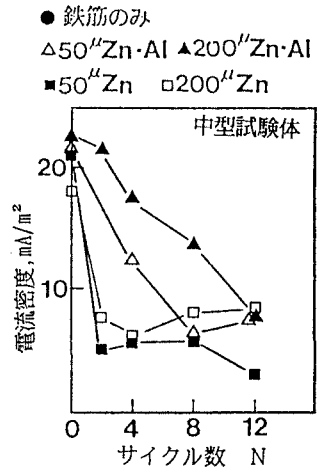


図3 電流密度変化

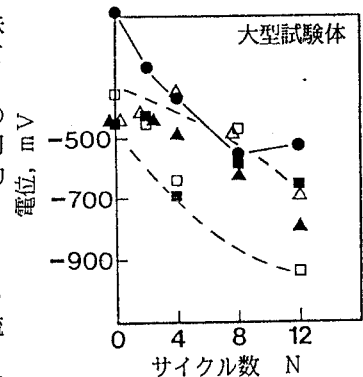


図4 電位変化