

腐食鋼板面に対するガスフレーム式Al-Mg合金溶射の防食性能に関する研究

構造工学研究室 井上 健

1. はじめに

現在、鋼橋の防食仕様に金属溶射が使用されている。溶射とは、金属などの材料を燃焼や電気による高温で熔融状態まで加熱させ、素材表面に衝突・堆積させ皮膜とする表面改質技術で、防食上の特徴は溶射皮膜の働きで素材の鉄を守る。一方、溶射の課題は前処理として素材を素地調整することである。本研究では適用例の多い写真1に示すガスフレーム式Al-Mg合金溶射を用いて、腐食した鋼橋での適用性を検証する目的で、異なる腐食鋼板面に対する防食性能の検証試験を行った。

2. 試験方法

2.1 試験体作成

試験体は写真2-aに示す現場ブラストおよび新材を想定した1種ケレン、写真2-bに示す現場補修を想定した3種ケレン、写真2-cに示す補修施工困難箇所を想定したケレンなしの3種類の鋼板を各3枚の計9枚用意した。腐食試験体は琉球大学暴露場(平均飛来塩分0.103mdd、平均腐食速度0.017mm/年、離岸距離2.5km)において約1年間暴露された錆厚約90 μ mの腐食鋼板を用いた。試験体作成は、1種ケレンは写真3に示すブラスト処理を行った。沖縄地域県の溶射の規定であるブラスト処理後から2時間以内に溶射を行った。3種ケレンは点錆が残るようにディスクサンダーにてケレンを行った。

2.2 分析法および試験法

使用した分析法および試験法を以下に示す。

(1)写真4に示す電磁膜厚計(測定精度50 μ m以上1000 μ m未満 \pm 2%)を用いてより膜厚を10回計測を行い、その平均を溶射皮膜の膜厚とする。(2)写真5に示すアドヒージョン試験機(フルスケール \pm 1%の精度)により溶射皮膜の密着力を測定した。(3)卓上走査顕微鏡(以下、SEM)により鋼板の800倍の断面観察、元素マッピングを行った。(4)写真6に示す5%食塩水を噴霧し耐食性を評価する塩水噴霧試験機を用いて溶射皮膜の防食性を確認した。

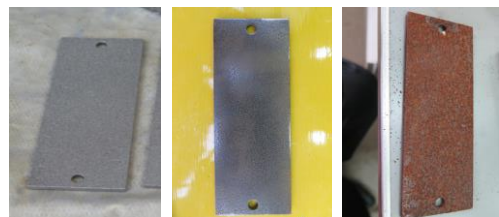
使用した腐食別の試験体は、図1の作業工程に



溶射中

Al-Mg合金の材料

写真1 ガスフレーム式 Al-Mg 溶射



(a)1種ケレン

(b)3種ケレン

(c)ケレンなし

写真2 試験体



写真3 ブラスト処理



写真4 電磁膜厚計



写真5 アドヒージョン試験機



写真6 塩水噴霧試験機

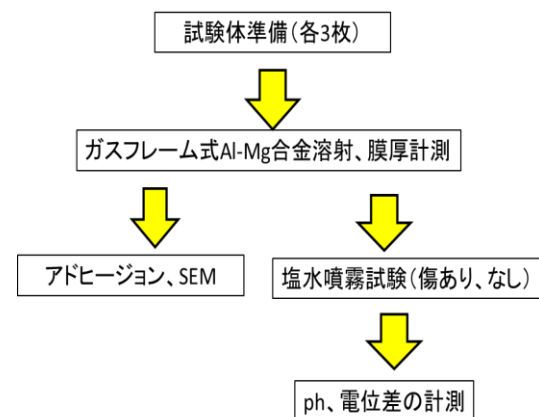


図1 研究フロー

示すように、Al-Mg 合金溶射の性能を確認するために、試験体 3 枚とも溶射後、膜厚測定を行い、1 枚はアドヒージョン試験、SEM による断面観察を行う。残りの 2 枚を塩水噴霧試験機に入れ、そのうち 1 枚には鉄素地面にまで達するクロスカットを入れた。

3. 試験結果

3.1 溶射皮膜厚とアドヒージョン試験結果

(1)ケレンなし、3 種ケレンの場合：写真 3.1 のように溶射皮膜が付着せず、溶射直後に剥がれた。これらのことより、錆面やケレンの上では溶射は使用できないことが確認できた。

(2)1 種ケレンの場合：ブラスト処理を行った 1 種ケレンに関しては、写真 3.2 のように溶射の成膜が確認できた。膜厚は、約 $95\mu\text{m}$ であり、設計した溶射皮膜約 $100\mu\text{m}$ を満足した。密着力を測定するアドヒージョン試験では、平均値 11.95MPa となっており、写真 3.3 のように剥離面は溶射皮膜で剥離した。このことより、鋼板と溶射皮膜の密着力は満足であるといえる。

3.2 SEM 観察結果

SEM の断面観察では、写真 3.4 で示すようにブラストによる鋼板の凹凸（アンカーパターン）に沿って一様に溶射皮膜が付着していることが確認できた。

3.3 塩水噴霧による防食性能の結果

塩水噴霧試験においては、写真 3.5、3.6 のように開始した 24 時間後から色が黒く変色した。しかし、750 時間経過後も錆の発生はみられなかった。一般的に土木建築の鋼構造物に適用されている亜鉛めっき（膜厚 $75\mu\text{m}$ ）の場合、約 500 時間で発錆するため、今回の溶射の高い防食性能が確認できる。

3.4 pH、電位差の計測結果

図 2 の縦軸に電位差、横軸に pH を示す。図に示すように 2 枚の鋼板は不活性域内であるが電位差の変化は小さく pH はアルカリが大きくなった。これは Al の犠牲の反応と考えられ素地の鉄は反応していない。

4. まとめ

溶射にはブラスト処理が必要であり、処理を施したものには膜厚、密着力を満足する数値が得られる。pH、電位差の関係より溶射の犠牲防食の反応がみられた。



写真 3.1 3 種ケレン、ケレンなし膜厚



写真 3.2 1 種ケレン



写真 3.3 剥離面

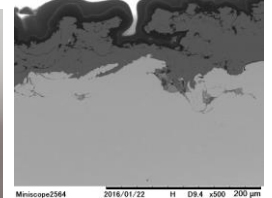


写真 3.4 断面観察



写真 3.5 入れる前



写真 3.6 24h 後

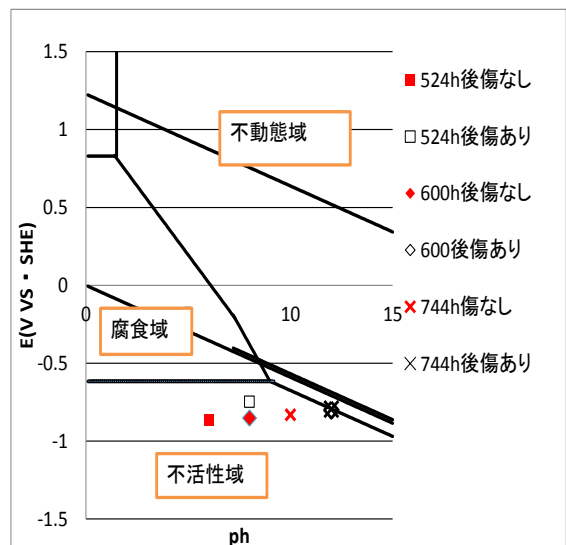


図 2 pH、電位差図（促進時間 750 時間）