

人工海水を用いた大気暴露試験による Zn-Al 溶射鋼の腐食劣化に関する研究

宮崎大学大学院 学生会員 ○白井 敬大

宮崎大学 非会員 中野 敦

宮崎大学 正会員 森田 千尋

琉球大学 正会員 押川 渡

株式会社ダイヘン 非会員 米沢 昇

1. はじめに

防錆溶射は鋼構造物などの表面を大気環境から保護する表面改質技術として、長期健全性が求められる大型鋼構造物や柱状変圧器のような複雑形状のものまで広く使用されている。自然環境における溶射皮膜の長期耐食性を評価する方法としては大気暴露試験が有効であり、国内外の研究において長期にわたる実地試験が各地で実施され、その優位性が確認されているが、具体的な寿命は揭示されていないのが現状である^{1) 2) 3)}。

そこで、本研究では、人工海水を用いた大気暴露試験による Zn-30mass%Al 溶射皮膜の大気腐食性について、表面解析、皮膜厚さ測定および断面皮膜解析を用いて一般的な大気暴露試験と比較して評価を行った。

2. 試験方法

供試材料の溶射鋼はブラスト処理により粗面形成させた 150×70×2.3mm の鋼板上に、圧縮空気によるアーク溶射法によって溶射した。溶射皮膜の組成は Zn-30mass%Al で皮膜厚さは約 150 μ m, 90 μ m 程度であり、

皮膜の封孔処理は施していない。いずれの試験片においても裏・端面部には防錆塗料による保護塗装をしており、暴露面積は 59×115mm となっている。また、溶射皮膜表面一部にはライン状のカットを付与した。

大気暴露試験は琉球大学工学部暴露試験場において、暴露面を南向きに水平角度 35°に設置した暴露架台で行った。暴露期間は 9 年間である。ここで、人工海水を用いた大気暴露試験とは、自然海水の塩分組成に近い人工海水を用いて、24h 毎に試験片表面にはけ塗りで塗布することで、一般的な大気暴露試験に比べて塩化物による腐食への影響を促進した大気暴露試験である。また、一般的な大気暴露試験も同時期に実施した。

表面解析には目視による外観観察と X 線回折により腐食生成物を同定した。断面解析用試験片は 20×20mm に切断し、エポキシ樹脂に縦に樹脂埋めして鏡面研磨した。測定方法は 1mm 等間隔で合計 20 点測定し、その平均値を平均膜厚とした。また、暴露試験前後の皮膜構造および構成元素を調べるために、皮膜断面の SEM 観察と元素分布について EPMA により解析した。

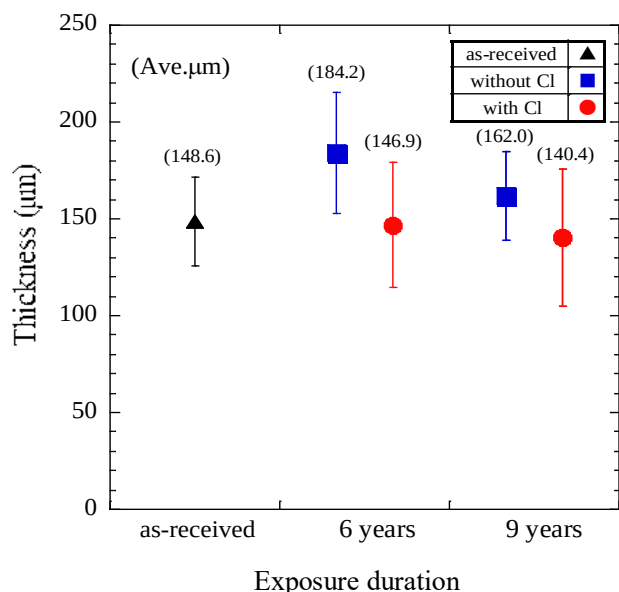
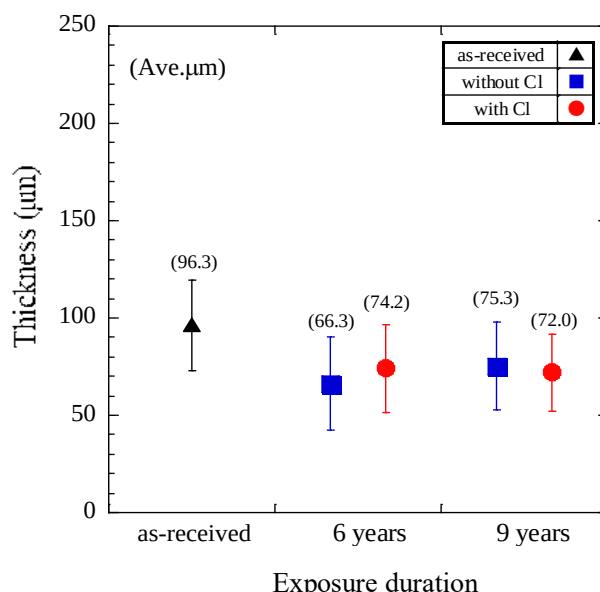
(a) Zn-Al 溶射鋼 (150 μ m) の溶射皮膜厚さ(b) Zn-Al 溶射鋼 (90 μ m) の溶射皮膜厚さ

図-1 大気暴露試験後の膜厚の変化

キーワード：溶射，大気暴露試験，促進暴露試験，Zn-Al，EPMA

連絡先 〒889-2192 宮崎県宮崎市学園木花台西 1-1 TEL：0985-58-7324

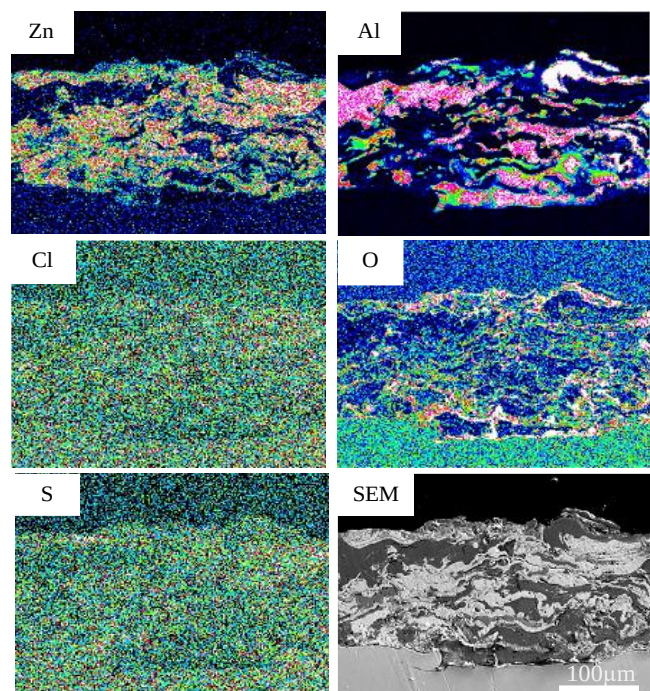


図-2 溶射鋼 (150μm) Cl 無の EPMA および SEM 像

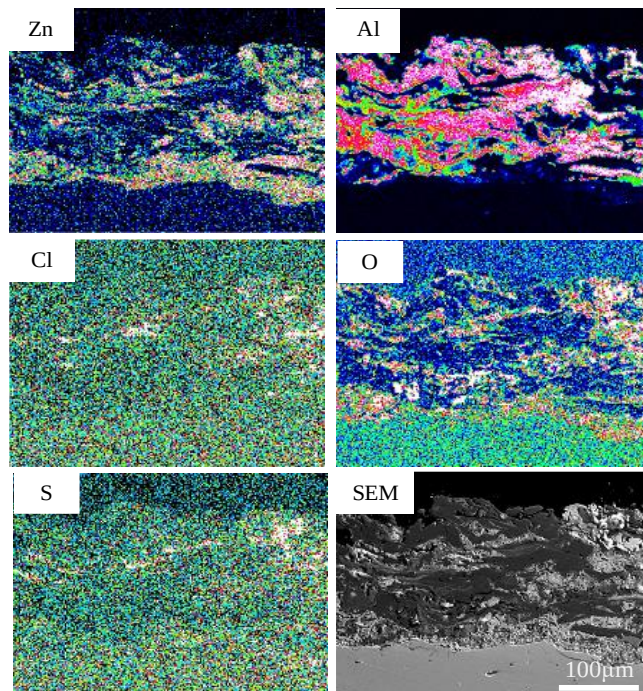


図-3 溶射鋼 (150μm) Cl 有の EPMA および SEM 像

3. 試験結果

9 年間の大気暴露試験における溶射皮膜表面は、暴露期間 6 年目には表面全体が白色に変化し、粒状の腐食生成物が発生した。人工海水を用いると暴露期間 6 年目では、白色粒状の腐食生成物はさらに増加しているが、表面全体が白色に変化したため目立たなくなっていた。いずれの溶射皮膜においても暴露期間 9 年目は大きな変化はみられなかった。

9 年間の大気暴露試験後の膜厚の変化を図-1 に示す。溶射皮膜厚 150μm の場合、9 年間の大気暴露試験においていずれも大きな差異はみられない。一方、溶射皮膜厚が 90μm の場合、9 年間の大気暴露試験で皮膜厚さは減少した。以上のように初期の皮膜厚さの違いにより、暴露後の皮膜厚さの減少に差異がみられた。

9 年間の大気暴露試験における溶射皮膜厚 150μm の溶射皮膜の断面 SEM 観察および元素分布結果を図-2 に示す。皮膜の最外層付近に Zn, Al および O の酸化物層が形成されている。また、皮膜内部において検出された O は鋼材と皮膜の境界部と皮膜内の気孔部に多く検出されている。これは溶射過程において Zn および Al 微粒子表面に形成された酸化物によるものと考えられる。Cl や S については認められない。

9 年間の人工海水を塗布した大気暴露試験における溶射皮膜厚 150μm の溶射皮膜の断面 SEM 観察および元素分布結果を図-3 に示す。皮膜最外層付近には同様

に Zn, Al および O の酸化物層が形成されており、皮膜内部の酸化物層は大気暴露試験よりも増加している。また、人工海水を塗布することで Cl や S が皮膜内部に侵入している箇所がみられた。SEM 像を見ると人工海水を塗布したことによる皮膜厚さの減少は認められない。

4. まとめ

- ① 9 年間の大気暴露試験において、Zn-Al 溶射鋼はいずれの試験においても良好な耐食性を示した。
- ② 溶射皮膜において、初期の皮膜厚さの違いにより、大気暴露試験後の皮膜厚さに差異がみられた。
- ③ EPMA 面分析より、溶射皮膜は塩基性炭酸 ZnAl 皮膜による保護作用により良好な耐食性を示した。

参考文献

- 1) 片山英樹, 黒田聖治: 海浜地域に 33 年間暴露された Zn, Zn-30wt%Al 及び Al 溶射皮膜の長期大気腐食挙動, 防錆管理, 4, pp.127-133, 2010.
- 2) 植野修一: 海岸地帯において設置後 25 年経過したアルミニウム溶射鋼橋の観察報告, 防錆管理, 5, pp.163-168, 2004.
- 3) 辻野文三: 大型鉄鋼構造物の長期防錆法の指針-アーク溶射によるアルミニウム溶射皮膜-, 高温学会誌, 28, pp.247-252, 2002.