

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 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⁾。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-30wt%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-30wt%Al で皮膜厚さは約 150μm, 80μm 程度であり、皮膜の封孔処理は施していない。また、比較材としてめっき膜厚約 100μm の溶融亜鉛めっき鋼板を用いた。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、溶射およびめっき皮膜表面一部にはライン状のカットを付与した。また、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、1 サイクルを 24h として試験片表面に 1 サイクル毎に塗布する大気暴露試験である。このように試験片表面に人工海水をはけ塗りて 24h 毎に塗布することで、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。また、一般的な大気暴露試験について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。暴露試験前後の皮膜厚さについては、デジタルマイクロスコープを用いて計測した。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。

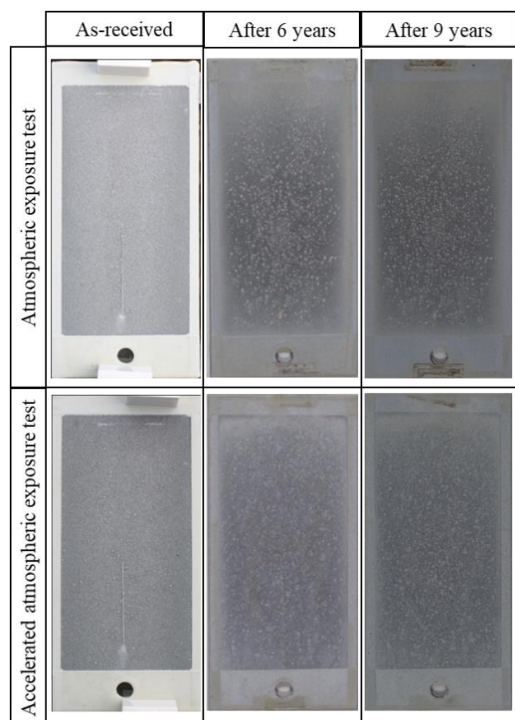


図-1 溶射皮膜の表面

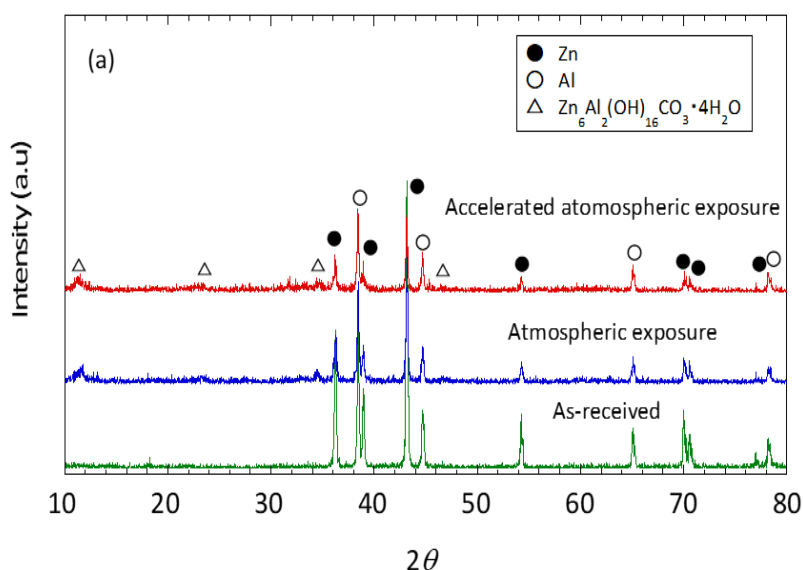
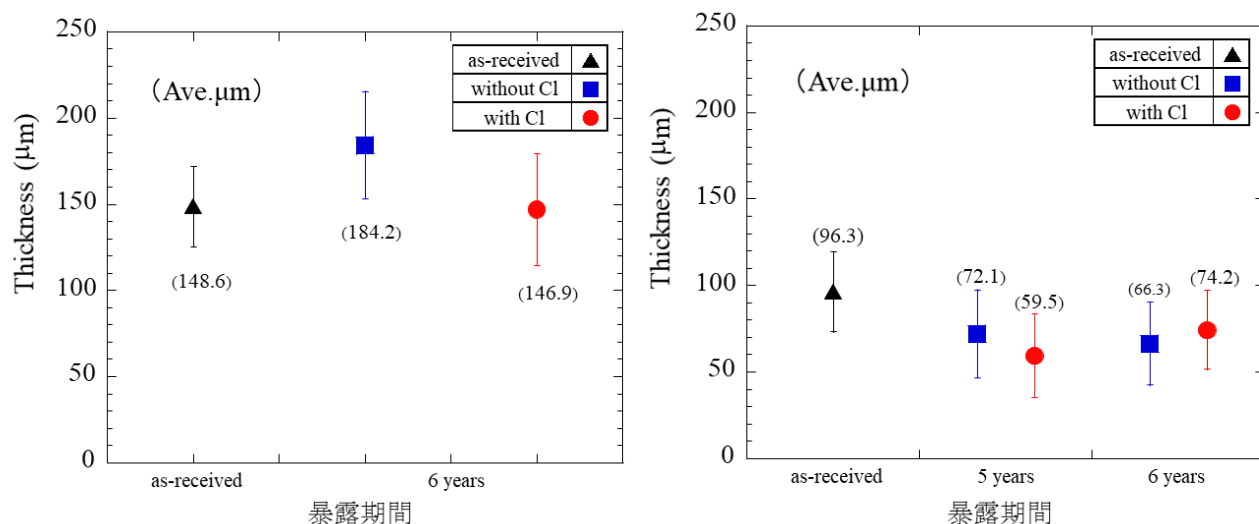


図-2 溶射皮膜の腐食生成物



(a) Zn-Al 溶射鋼 (150μm) の溶射皮膜厚さ

(b) Zn-Al 溶射鋼 (80μm) の溶射皮膜厚さ

図-3 大気暴露試験後の膜厚の変化

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の外観写真を図-1に示す。大気暴露試験による Zn-Al 溶射皮膜は、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確認できる。人工海水を用いた大気暴露試験による暴露期間 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る。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見られなかった。また、カット部を起点とした腐食の進行はみられなかった。めっき皮膜においては、9年間の大気暴露試験によって、白色粉状の腐食生成物が表面全体を覆い、人工海水を塗布した場合には、赤錆が発生している箇所が見られた。9年間の大気暴露試験における各皮膜の X 線回折結果を図-2に示す。溶射皮膜の初期材は、Zn と Al の回折ピークのみが検出されており、溶射皮膜の成分元素として Zn-Al 化合物を形成しておらず擬合金として溶射皮膜を構成している。暴露試験後は、いずれの大気暴露試験においても Zn と Al および $\text{Zn}_6\text{Al}_2(\text{OH})_{16}\text{CO} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (塩基性炭酸 ZnAl) の回折ピークが確認された²⁾。以上のように、双方の大気暴露試験において同様の腐食生成物の回折ピークが検出され、人工海水を塗布しても一般的な大気暴露試験と同等の腐食生成物を形成するものと考えられる。9年間の大気暴露試験後の膜厚の変化を図-3に示す。溶射皮膜厚 150μm の場合、6年間の大気暴露試験においていずれも大きな差異は見られない。溶射皮膜厚が 80μm の場合、5年間の大気暴露試験で皮膜厚さは大きく減少し、人工海水を塗布するとさらに皮膜厚さは減少し、その影響が見られた。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大きな差異が見られた。

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) 人工海水を用いた大気暴露試験により形成された溶射およびめっき皮膜の腐食生成物は、一般的な大気暴露試験と同一の生成物をそれぞれ形成する。3) 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大きな差異が見られた。

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, 4p.27 (2010). 2) 高谷泰之: 溶射皮膜の耐食性, 高温学会誌, 28p.238 (2002). 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, 28p.247 (2002).