

第I部門

維持管理(防食)

[I-27] 10年間大気暴露した亜鉛アルミ擬合金溶射皮膜の大気腐食挙動に関する研究

Atmospheric corrosion behavior of thermal-sprayed Zn-Al quasi-binary alloys coatings exposed for 10 years

○白井 敬大¹、中野 敦²、森田 千尋²、押川 渡³、米沢 昇⁴ (1.宮崎大学大学院、2.宮崎大学、3.琉球大学、4.ダイヘン)

○Yoshihiro Shirai¹, Atushi Nakano², Chihiro Morita², Wataru Oshikawa³, Noboru Yonezawa⁴ (1.Miyazaki University graduate School, 2.Miyazaki University, 3.Ryukyu University, 4.Daihen)

キーワード：溶射、大気暴露試験、促進暴露試験、人工海水、Zn-Al

thermal-sprayed, atmospheric exposure test, accelerated atmospheric exposure test, artificial sea water, Zn-Al

鋼橋における上部構造の損傷の約半分が鋼材の腐食であり、維持管理において防食の重要性は広く知られている。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おり、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る。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。10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。

10 年間大気暴露した亜鉛アルミ擬合金溶射皮膜の大気腐食挙動に関する研究

宮崎大学大学院 学生会員 ○白井 敬大

宮崎大学 正会員 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

鋼橋における上部構造の損傷の約半分が鋼材の腐食であり¹⁾、維持管理において防食の重要性は広く知られている。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^{2) 3)}、その優位性が確認されており、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る。そこで、本研究では、10 年間の人工海水を用いた大気暴露試験による Zn-30mass%Al 擬合金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。

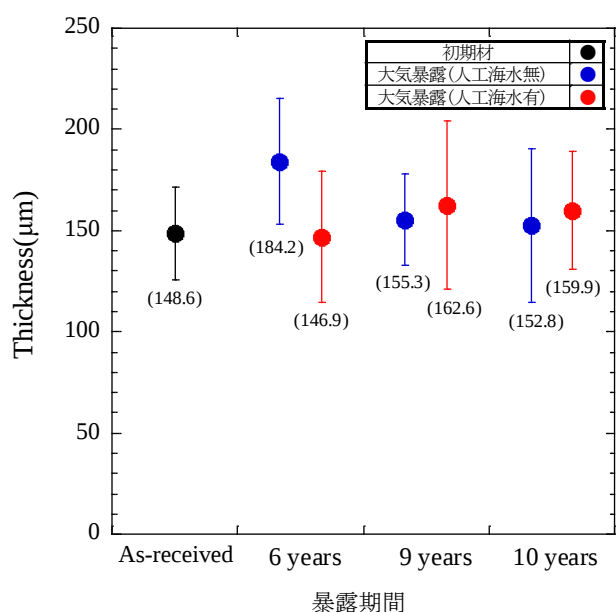
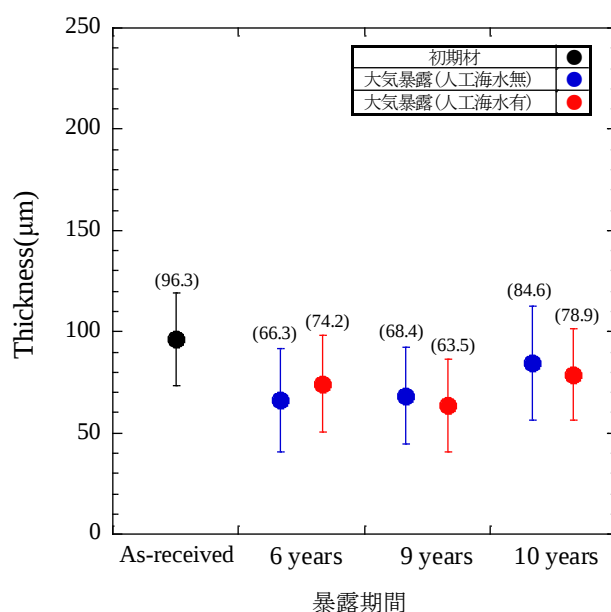
2. 試験方法

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 150×2.3×70mm 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, 120 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 115×59mm となっている。ま

た、溶射皮膜表面の下部中央にはカッターを用いてライン状のカット疵を付与した。ラインカットは、表面から深さ 150 μ m 以上で鋼板の素地にまで達しており、そのカット幅は約 200 μ m 程度である。

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 10 年間である。ここで、自然海水の塩分組成に近い人工海水を用いて、24h 毎に試験片の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。一般的な大気暴露試験も同時期に実施している。

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。

図-1 Zn-Al 溶射鋼 (150 μ m) の溶射皮膜厚さ図-2 Zn-Al 溶射鋼 (90 μ m) の溶射皮膜厚さ

キーワード：溶射，大気暴露試験，促進暴露試験，人工海水，Zn-Al

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

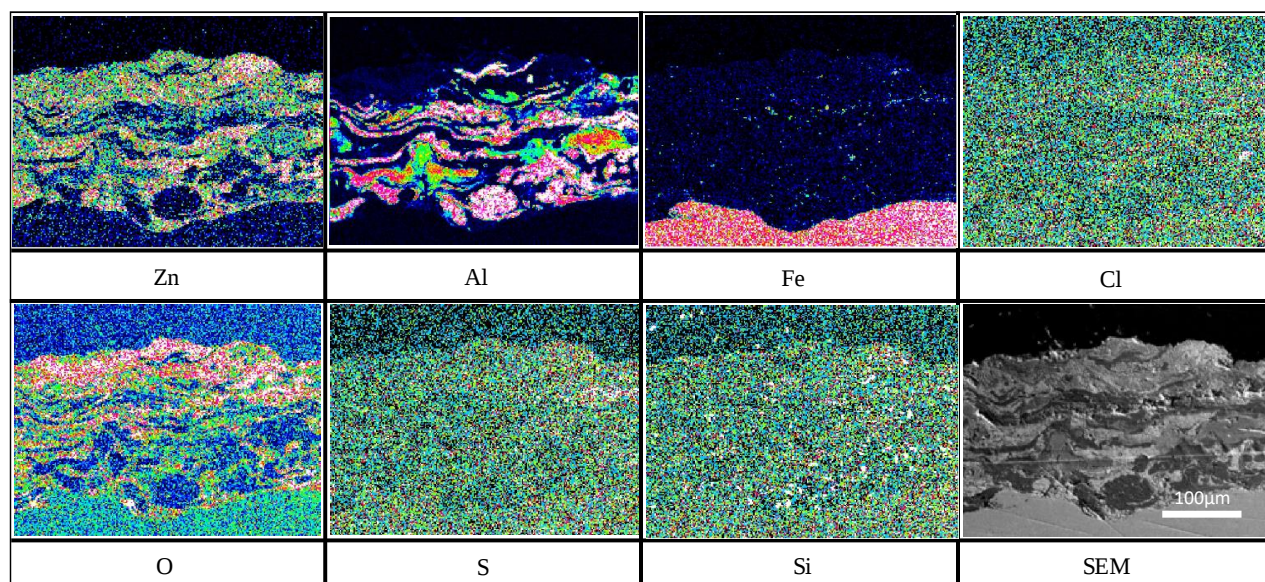


図-3 Zn-Al 溶射鋼（150μm, Cl 塗布有, 暴露期間：10 年目）の EPMA 分析

3. 試験結果

図-1 に Zn-Al 溶射鋼（150μm）の初期材, 暴露期間 6 年目, 9 年目および 10 年目の皮膜厚さを示す。6 年間の暴露で, Cl 塗布無が平均皮膜厚さ約 184μm で平均皮膜厚さが増加している。これは皮膜厚さが非常に大きいために皮膜厚さのばらつきが大きくなることや, この試験片においては初期の皮膜厚さが大きかったことなどの理由により増大したものと推察される。また, 10 年間の暴露試験において Cl の有無にかかわらず皮膜厚さに大きな差異はみられない。

図-2 に Zn-Al 溶射鋼（90μm）の初期材, 暴露期間 6 年目, 9 年目および 10 年目の皮膜厚さを示す。10 年間の暴露試験で膜厚は若干の減少傾向を示し, Cl 塗布有の影響がみられた。皮膜厚さ 90μm のように膜厚が小さい場合, ブラスト粗面形成した鋼素地上に皮膜を均一に成膜するのは, 厚膜を形成するよりも技術的に困難である。これにより溶射皮膜の不均一部や微視的に素地が露出する箇所が存在してしまうため, Zn-Al 溶射皮膜 90μm の皮膜厚さが減耗したものと考えられる。

図-3 に暴露期間 10 年で Cl 塗布有の Zn-Al 溶射鋼（150μm）の断面 SEM 像および成分元素の面分析結果を示す。皮膜表面および内部には Zn, Al および O の酸化物がみられ, 皮膜表面の O は Cl 塗布無に比べて増加した。また, 人工海水を塗布することで, Cl や S および Si が皮膜内部に侵入している箇所があった。SEM 像より, 溶射皮膜厚さに大きな変化はみられなかった。

以上のように, 溶射皮膜厚さが 150μm の Zn-Al 溶射

鋼の皮膜厚さは, 10 年間の暴露試験において Cl の有無にかかわらず大きな変化はみられなかった。溶射皮膜の初期皮膜厚さが小さい 90μm 場合, 暴露期間の経過とともに減耗量は大きくなっていくが, 10 年目においては 9 年目までの溶射皮膜の減少傾向より大きな値を示した。これは, 初期皮膜の欠陥により発生する腐食によって皮膜厚さが減少するが, その後腐食生成物が堆積することにより皮膜厚さは増大したものと考えられる。このように, Zn-Al 溶射鋼の大気腐食性は, 溶射皮膜の初期膜厚に依存することが示唆された。

4. まとめ

- ① 10 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 溶射皮膜厚さが小さいと, 皮膜厚さは増大していた。
- ③ EPMA 分析により, 溶射皮膜は塩基性炭酸 AlZn で構成される腐食生成物による保護皮膜が確認された。

参考文献

- 1) 土木研究所橋梁研究室：既設橋梁の耐久性評価・向上技術に関する調査研究, 土木研究所資料第 2420 号, 1986.
- 2) 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.
- 3) 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.