

環境促進試験による金属皮膜防食法の腐食劣化特性に関する基礎的研究

名古屋大学大学院 学生会員 坪内佐織
 名古屋大学大学院 フェロー会員 伊藤義人
 名古屋大学大学院 正会員 金 仁泰

1. はじめに

鋼橋の防食方法としては塗装が一般的である¹⁾が、長期間の防食効果による維持管理費の削減が期待されているめっきや溶射といった各種の金属皮膜防食の使用が増えている。本研究では、長期間の環境促進実験を行い、金属皮膜の腐食劣化特性について検討した。本実験では、溶融亜鉛めっき、亜鉛アルミ合金溶射、亜鉛アルミ擬合金溶射、アルミ溶射の計4種類の金属皮膜をそれぞれ施した供試体について、塩水噴霧複合サイクル実験を300日間、酸性雨噴霧複合サイクル実験を200日間行った。その結果、2種類の腐食環境における金属皮膜の外観経時変化及び膜厚の経時減少量を定量的に明らかにした。さらに、これらの違いを比較した。

2. 実験方法

環境促進実験は、複合サイクル試験機(スガ試験機社製)を用いて行った。複合サイクルの条件は JIS で採用されている通産省サイクル(S6)に基づき塩水または酸性雨噴霧 0.5 時間、95%の湿潤 1.5 時間、50℃の熱風乾燥 2.0 時間、30℃の温風乾燥 2.0 時間を1サイクルとし、実験期間終了まで同じ条件のサイクルで促進させることとした²⁾。各金属皮膜の供試体は15体ずつ作成し、そのうち9体を塩水噴霧、残りの6体を酸性雨噴霧複合サイクル実験に用いた。実験中には25日(100サイクル)毎に外観観察を行った。さらに100日(400サイクル)毎に3体ずつ取り出し、腐食生成物除去後の金属皮膜を測定した。

実験に用いた供試体の下地鋼板は溶接構造用圧延鋼材(SM490A)であり、サイズは縦150×横70×板厚9mmとした。防錆処理後、図-1に示す位置にクロスカットを設けた。塩水噴霧用の供試体には、さらに素地露出部を設けた。

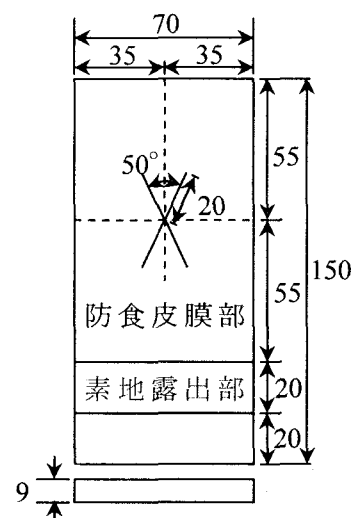


図-1 供試体寸法 (単位 mm)

3. 実験結果及び考察

1) 外観変化 まず、外観変化の観察資料として各供試体の初期状態、塩水、酸性雨噴霧のそれぞれを行った200日経過後の写真を図-2に示す。①溶融亜鉛めっきでは、酸性雨噴霧の場合、25日経過すると全体が緻密な白錆に覆われ、125日経過すると一般部(クロスカットの影響がない部分)の一部から赤錆が確認でき、150日以降は全体から発錆する。このことから、約125日で亜鉛皮膜を消耗しきったことが分かる。塩水噴霧では、150日経過すると全体が緻密な白錆に覆われ、一般部からの赤錆も確認できた。しかし、その後酸性雨噴霧のような急激な発錆は起こらなかった。②亜鉛アルミ合金は、塩水、酸性雨噴霧共に皮膜が不連続の部分(端部、素地露出部境界など)から白錆が広がることが確認できた。塩水噴霧では素地露出部の影響でその境界上部に赤錆が確認できたが、酸性雨噴霧では200日経過しても見られなかった。③亜鉛アルミ擬合金では塩水、酸性雨噴霧共に100日経過すると全面が白錆で覆われ、下部には白錆の隆起が確認できた。この部分は既に皮膜が完全になくなった。隆起が見られない部分においても、白錆がある程度の密度に達するとその下部は赤錆が発生していることも確認できた。よって、一般部からの発錆は他の金属皮膜と比して最も早いことが分かった。④アルミ溶射では塩水、酸性雨噴霧ともに最もよい防食性を示した。また、全体的に酸性雨噴霧のほうが白錆の広がる速度が速いという知見も得られた。

2) 膜厚減少量 次に酸性雨噴霧と塩水噴霧を行った各金属皮膜の膜厚減少量を比較する。測点はクロスカットの影響がないクロスカットの上部三点とし、これらの平均を取った。図-3と図-4は、縦軸に初期状態

からの膜厚減少量，横軸に実験経過日数を示している．グラフ上の値が100日と200日で重なるため，図中では各金属皮膜の膜厚減少量を時間軸を少しずらしてプロットしているが，実際は同時間の値である．それぞれの初期膜厚の平均値は溶融亜鉛めっき，亜鉛アルミ合金溶射，亜鉛アルミ擬合金溶射，アルミ溶射の順に，109，162，169(粗面形成剤厚99)，166 μm である．

図-3に溶融亜鉛めっきとアルミ溶射，図-4に亜鉛アルミ合金溶射と亜鉛アルミ擬合金溶射の膜厚減少量を示した．

図-3より，溶融亜鉛めっきは，酸性雨噴霧の膜厚減少量が塩水噴霧を大きく上回り，200日では既に初期平均膜厚を越えていることが分かる．一方，アルミ溶射については両者の減少量はほぼ同じであり，どちらにおいても膜厚減少量は初期膜厚の20%以下と優れた耐食性を示している．図-4より，亜鉛アルミ擬合金溶射は，100日経過時点では塩水噴霧と酸性雨噴霧の膜厚減少量はほぼ同じであるが，200日経過すると酸性雨噴霧が塩水噴霧を約20%上回った．一方，亜鉛アルミ合金溶射は，酸性雨噴霧がほとんど劣化していない結果となった．

4. まとめ

長期の環境促進実験を行った結果，全体的に酸性雨噴霧のほうが白錆の発生速度が速く，溶融亜鉛めっきと亜鉛アルミ擬合金溶射については，酸性雨噴霧の膜厚減少量が塩水噴霧のそれを上回り，酸性雨による腐食劣化速度の違いを明らかにした．また，アルミ溶射の耐久性が，塩水，酸性雨噴霧どちらにおいても，最も優れていることが分かった．

参考文献

- 1) 社団法人 日本道路協会：鋼道路橋塗装便覧，1990．
- 2) 伊藤義人，金 仁泰，太田 洋，貝沼重信：鋼材の腐食耐久性評価のための環境促進実験に関する基礎的研究，構造工学論文集，Vol.49A，pp.697-706，2003．

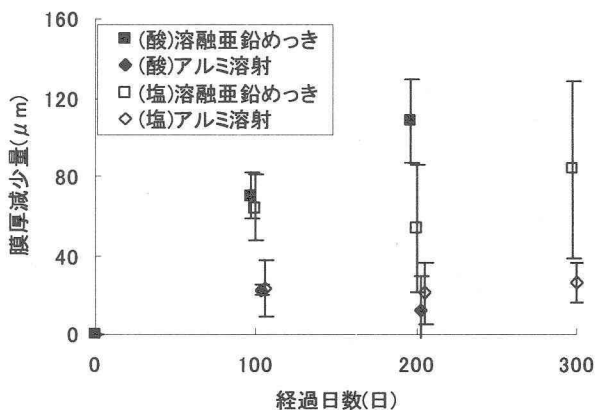


図-3 溶融亜鉛めっきとアルミ溶射の膜厚減少量

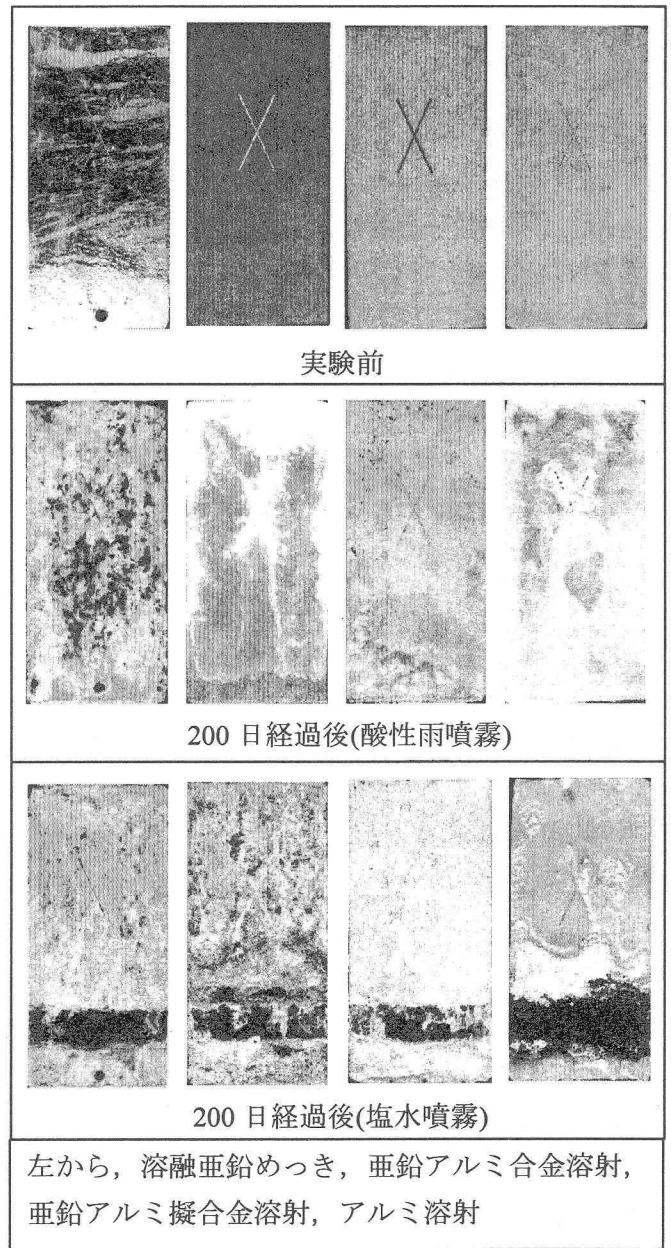


図-2 金属皮膜の外観変化

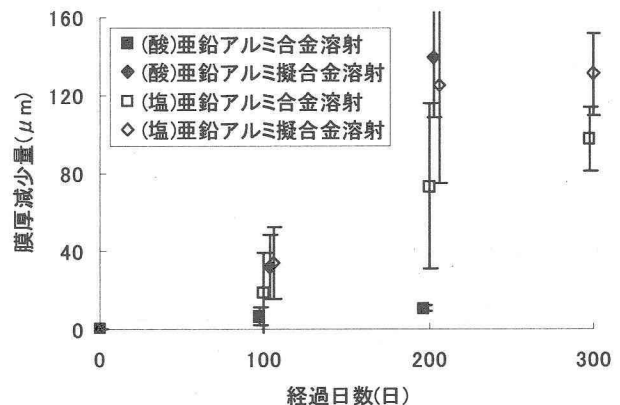


図-4 亜鉛アルミ合金溶射，亜鉛アルミ擬合金溶射の膜厚減少量