金属溶射の複合サイクル促進試験による耐久性　―クロスカットの影響試験―

(株)高速道路総合技術研究所　　正会員　○服部　雅史

１．はじめに

金属溶射は高い防食性から，塗替えが困難な箇所（跨線，跨道橋など）や腐食損傷しやすい箇所（海上・河口付近，桁端部など）の防食方法として適用されてきているが，その腐食耐久性や施工留意点に関しての知見は十分とは言えない．本検討では，施工時に金属溶射面に傷が生じた場合の影響把握を目的に，①亜鉛（以下，Zn），②亜鉛・アルミニウム合金（以下，ZnAl），③アルミニウム（以下，Al），④アルミニウム・マグネシウム合金（以下，AlMg）の 4 種類の金属溶射に対し，深さの異なる 2 種類の傷を与え，複合サイクル促進試験を実施した．

２．試験概要

複合サイクル促進試験は**図１**に示すサイクルで実施した．この試験は実環境での塗装の暴露試験と高い相関があることが知られている[1)]．

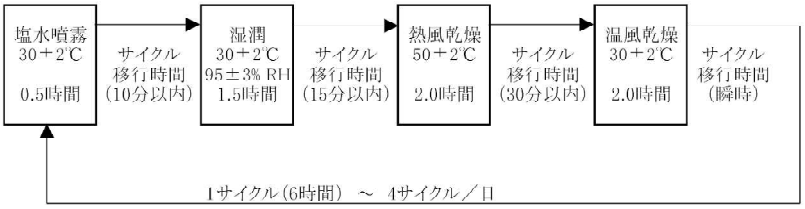
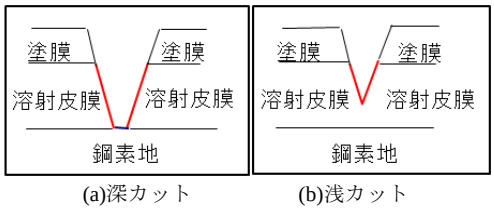


図１　促進試験の複合サイクル

試験片は一般構造用鋼材 SS400（150×75×3.2mm）に除せい度 Sa2・1/2 もしくは Sa3 で素地調整をして，各種金属溶射を実施した．金属溶射は溶線式フレーム溶射で膜厚 100μm 以上とした．溶線は JIS H 8300:2011 の規定に準じたものを使用した．その後，塗装として封孔処理→エポキシ樹脂塗料下塗（120μm）→ふっ素樹脂塗料用中塗（30μm）→ふっ素樹脂塗料上塗（25μm）の塗装系（以下，塗装仕上げ）と，塗装仕上げのエポキシ樹脂塗料下塗のない塗装系（以下，着色仕上げ）の 2 種類を実施した．なお，比較のため塗装の無い溶射金属単膜のものも試験をしている．



(a)深カット　　(b)浅カット

図２　クロスカットの深さ

表１　クロスカット部の点数

評価点	劣化幅(片側)(mm)
10	0 ～ 0.3
9	0.4 ～ 0.8
8	0.9 ～ 2.2
7	2.3 ～ 3.2
6	3.3 ～ 5.6
5	5.7 ～ 7.5
4	7.6 ～ 9.5
3	9.6 ～ 14.0
2	14.1 ～ 18.0
1	18.1 ～ 30.0
0	30.1 ～

試験片には施工時に入る傷を想定して，**図２**に示す鋼素地まで達する傷（以下，深カット），溶射皮膜内に留まる傷（以下，浅カット）の 2 種類のクロスカットを施した．

腐食耐久性の評価については，「塗膜の評価基準（日本塗料検査協会，1970）」に準じて，クロスカット部の劣化（さび，ふくれ，われ，はがれ）の幅を**表１**に基づき 10 点満点で点数化した．

３．試験結果および考察

深カットを入れた試験片のクロスカット部の評価点を**図３**に示す．クロスカット部では試験開始後数日でふくれが生じ，Zn を除く試験片は 90 日後に 30mm 以上の劣化幅に達したため，試験を終了した．溶射金属の評価点は Zn＞ZnAl＞Al＞AlMg であり，鉄との標準電位差が小さいほど良い結果となった．なお，塗装系や素地調整の違いによる差はみられなかった．**図５**の 1 行目に除せい度 Sa2・1/2，塗装仕上げを行った場合の 90 日後の写真を示す．ふくれは広範囲に確認できるが，参考で示した C5 塗装系のような鋼材からの赤さびの発生は，はがれの生じた Al を除いては顕著に現れていないため，金属溶射による犠牲防食作用は働いているものと思われる．

比較として，**図５**の 2 行目に深カットを入れた溶射金属単膜の試験結果を示す．Zn，ZnAl の白さびが生じているが**図５**の 1 行目と比較しても損傷は少ない．特に，溶射金属単膜では，塗装仕上げの場合にクロスカッ

キーワード　鋼橋，金属溶射，傷，塗装，複合サイクル促進試験
連絡先　　〒194-8508　東京都町田市忠生 1-4-1　TEL042-791-1943

ト部分に生じたふくれが生じていない．このことから，ふくれは金属溶射上に塗装がある場合に生じることが分かる．

次に，浅カットを入れた試験片のクロスカット部の評価点を**図４**に示す．試験 270 日の時点で ZnAl にふくれが，Al の塗装仕上げにはがれが生じたため試験終了し，その他は深カットの試験の 5 倍の 450 日間実施した．文献 1）をもとに試算すると，本試験の 450 日は一般環境（町田）で約 49 年，厳しい環境（親不知）で約 18 年に相当する．溶射金属の評価点としては AlMg＞Al ≒Zn ＞ZnAl であり，深カットの試験結果とは傾向が異なる．AlMg で傷が浅い場合には，酸化皮膜の不動態化による環境遮断効果が大きく溶射金属自身の電気化学反応は少ないために，その上面の塗膜も健全であったものと思われる．なお，塗装系による差はみられなかった．**図５**の 3 行目に除せい度 Sa2・1/2，塗装仕上げを行った場合の 450 日後の写真を示すが，どの金属溶射もふくれは限定的である．

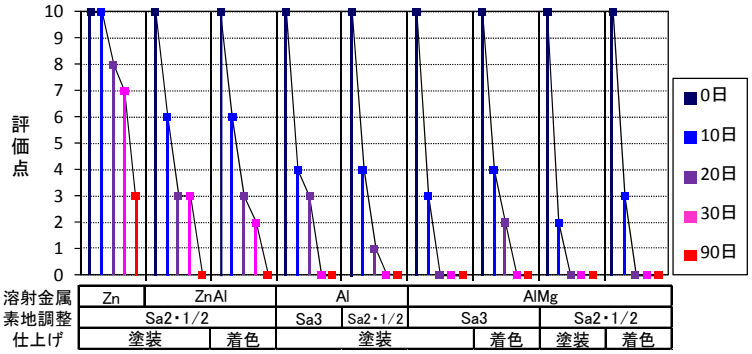


図３　クロスカット部の評価点（深カット）

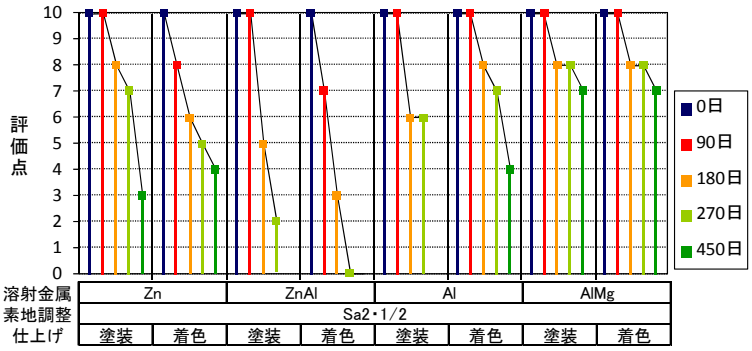


図４　クロスカット部の評価点（浅カット）

図５　クロスカット部の写真

４．まとめ

本試験では Zn，ZnAl，Al，AlMg の 4 種類の金属溶射に対し，深さの異なる 2 種類の傷を与え，複合サイクル促進試験を実施した．その結果を以下にまとめる．

- クロスカット部のふくれは，金属溶射上に塗装がある場合に生じる．
- 傷の深さは金属溶射の耐久性に大きく影響する．深カットを入れた場合の評価点は Zn＞ZnAl＞Al＞AlMg であり，鉄との標準電位差が小さいほど良い．浅カットを入れた場合の評価点は AlMg＞Al ≒Zn ＞ZnAl であり，傷が浅い場合は AlMg で環境遮断効果が発揮されていると思われる．

無塗装の金属溶射は景観を考えると採用し難いため，金属溶射＋塗装といった防食仕様の場合には．施工時の傷に留意した施工管理が重要ある．

５．今後の予定

傷の深さや大きさの詳細な影響の評価や，傷の補修方法の検討を，引き続き実施していく予定である．

参考文献

1）藤原博，田原芳雄：鋼橋塗装の長期防食性能の評価に関する研究，土木学会論文集,No.570／I-40，pp129-140．1997.7