

Al-5Mg 合金溶射と重防食塗装の突合せ部の耐食性に関する基礎的研究

九州大学大学院 学生会員 ○劉 少博
九州大学大学院 学生会員 杜 錦軒

九州大学大学院 フェロー会員 貝沼 重信
(株)富士技建 正会員 武藤 和好
西日本高速道路(株) 正会員 宮田 弘和

1. はじめに 近年、塗装鋼構造物の腐食損傷部に対する防食性能回復や著しい腐食損傷が生じやすい部位の予防保全を目的として、耐食や防食性能が高いとされる Al-5Mg 合金溶射¹⁾²⁾が桁端部などの部位で部分的に適用されている。溶射が困難な狭隘部では、一般に溶射後に塗装されるため、溶射皮膜上に塗装との重ね部が生じる。著者らは先行研究¹⁾で重ね部に鋼素地に達する傷や溶射不可能部がある場合、その近傍の溶射皮膜は早期に劣化・膨張・剥離するため、溶射のみの皮膜の場合に比して著しく耐食性が低下することを示した。そこで、本研究では耐食性低下を予防するために、塗膜上に Al-5Mg 合金を溶射する部分的に重ねる施工方法を考案して、塗膜と溶射皮膜の突合せ部の耐食性について検討した。

2. 試験方法 試験体の鋼板には JIS G3106 SM490A 材 (150×70×6mm) を用いた。鋼材の化学成分を表-1 に示す。本試験で作製した試験体の形状・寸法と皮膜の構成を図-1 に示す。試験体の塗装には鋼道路橋防食便覧³⁾に規定される、ふっ素樹脂塗料を上塗層に用いる仕様の新設塗装用の C5 塗装系を用いた。先行研究²⁾では最初に Al-5Mg 溶射を行い、その上に重防食塗装を一部重ねて塗布する施工方法を検討した。本研究では C5 塗装を塗布後に乾燥してから塗膜上に部分的に溶射して、両者を部分的に重ねる施工方法とした。また、封孔処理が溶射皮膜の耐食・防食性能に及ぼす影響を検討するために、塗装と重ならない部位の Al-5Mg 溶射皮膜に封孔処理した C5-S 試験体も製作した。塗膜のみ、溶射皮膜のみ、および両者が重なる皮膜の耐食性を比較するため、溶射のみを施した部位 (以下、溶射部)、塗膜上に溶射皮膜が重なる部位 (以下、重ね部) および塗装のみを施した部位 (以下、塗装部) の 3 つの領域を試験体の長辺方向を 3 等分して並列配置した。溶射部の Al-5Mg 皮膜厚は 100 μm である。重ね部では、溶射皮膜と塗膜表面の付着強度が小さいため、溶射皮膜が部分的に剥離した状態となった。また、重ね部や突合せ部の鋼素地の腐食挙動および溶射皮膜や塗装の耐食・防食性能を検討するために、機械加工により試験体の表面に幅 12mm 帯状の鋼素地露出部を施して腐食促進試験を行った。鋼素地露出部の断面の形状・寸法を図-2 に示す。腐食促進試験には JIS K5600-7-9 に規定されるサイクル D を適用した。試験体は JIS Z2371 に基づき鉛直方向に対し 15°に傾けて設置した。また、試験槽内における腐食性の差異の影響を極力低減させるために、1 週間 (28cycles) 毎に試験体の設置位置をローテーションした。試験中は 100cycles 毎に試験体の表面観察を行い、試験体の腐食状況を確認した。また、光沢度計 (測定角度: 60°, 測定面積: 9×15mm, 測定時間: 0.5sec/角度) を用いて重ね部や塗装部の表面光沢度を測定した。さらに、重ね部の表面に付着した元素を確認するために、EDX による元素分析を行った。

表-1 鋼材の化学成分 (mass%)

C	Si	Mn	P	S
0.16	0.36	1.42	0.017	0.004

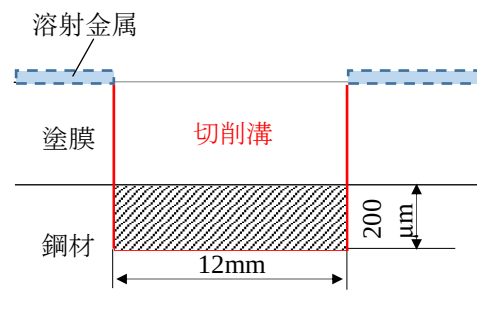


図-2 鋼素地露出部の断面の形状・寸法

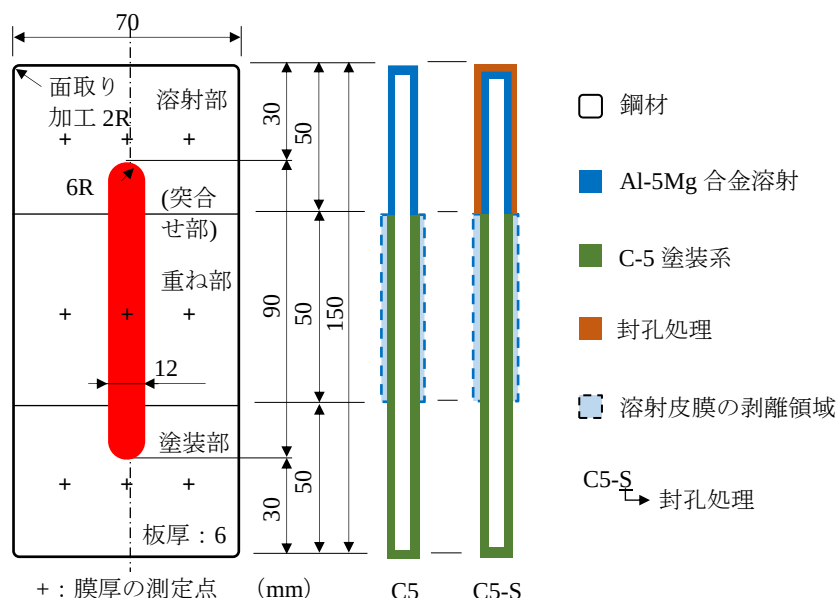


図-1 試験体と鋼素地露出部の形状・寸法および皮膜の構成

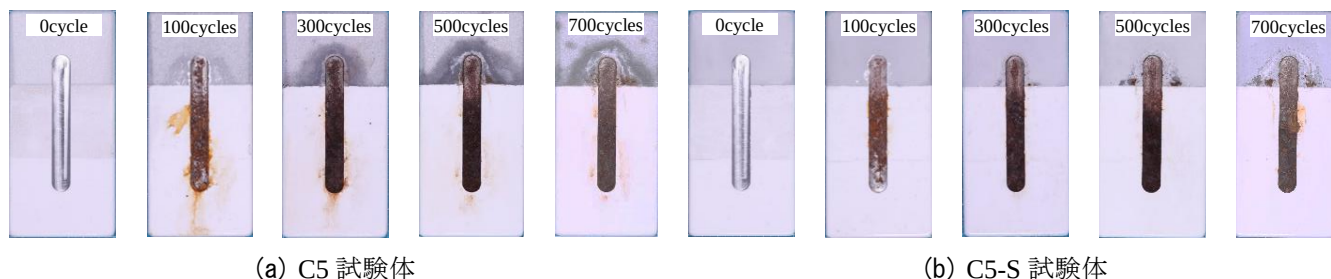
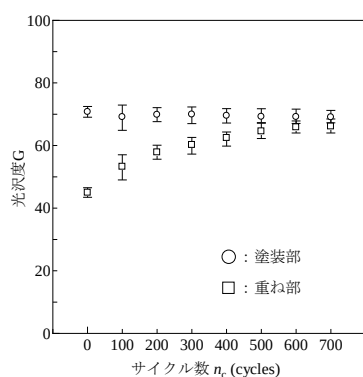
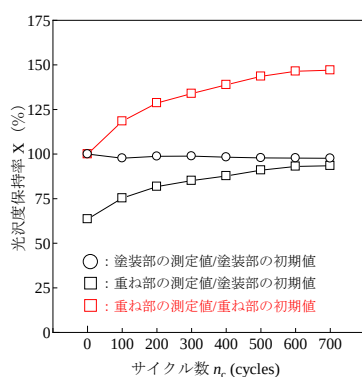


図-3 試験体外観の経時変化



(a) 光沢度測定値



(b) 光沢度保持率

図-4 光沢度測定値と保持率

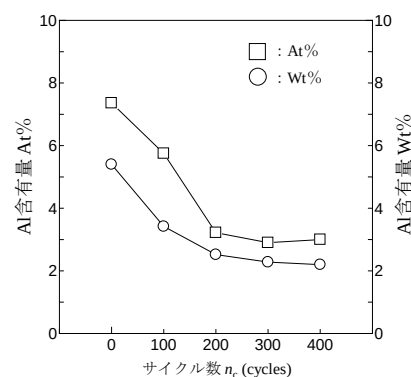


図-5 重ね部の表面 Al 含有量

3. 試験結果 700cycles まで試験した試験体の表面状態の経時変化を図-3 に示す。C5 試験体は 100cycles 程度で鋼素地露出部周辺の溶射皮膜に腐食消耗が発生した。また、溶射部の鋼素地露出部の腐食度は、重ね部や塗装部に比して小さくなっている。これは溶射皮膜の犠牲陽極効果によるためと考えられる。溶射部と重ね部の突合せ部は、約 500cycles で溶射の腐食消耗が発生した。先行研究²⁾では 500cycles 後に重ね部が剥離しているが、本試験では 700cycles 後であっても重ね部が劣化していない。したがって、本研究で検討した施工方法は、先行研究²⁾で用いた施工方法に比して、塗膜と溶射膜の突合せ部の耐食性が向上したと言える。C5-S 試験体における溶射部の皮膜の劣化範囲は、C5 試験体に比して小さくなっている。したがって、封孔処理が溶射皮膜の早期消耗を抑制したと推察される。突合せ部位については、300cycles 後から溶射皮膜の浮きが発生して、500cycles 後から剥離が発生した。溶射が剥離した領域については、鋼素地が露出するため鋼素地の劣化が促進される。

重ね部と塗膜部の光沢度 G と光沢度保持率 X の経時性を図-4 に示す。溶射金属が塗膜表面に残留するため、重ね部の G の初期値が塗装部に比して小さくなっている。 n_c が増加しても、塗装部の G はほとんど減少していないため、塗膜は劣化しなかったと推察される。また、重ね皮膜の G が増加して、塗装部と同程度になっていることから、重ね部の表面に付着していた溶射金属が剥離、酸化・溶出したと考えられる。したがって、塗膜上に溶射しても、塗膜はほとんど劣化しないと言える。EDX 分析による重ね部の表面 Al 含有量を図-5 に示す。Al-5Mg 合金溶射の主な成分である Al の含有量が重ね部で減少していることから、重ね部における塗膜上の溶射金属が剥離や酸化により消失したと言える。

4. まとめ 1) 重防食塗膜上に Al-5Mg 合金溶射を部分的に施工する方法は、Al-5Mg 合金溶射皮膜上に重防食塗装する施工方法に比して、塗膜と溶射皮膜の突合せ部の耐食性が向上する。

2) 皮膜厚 100 μm 程度の Al-5Mg 合金溶射をマスキング無しで塗膜上に部分的に施工しても、溶射施工時の熱が塗膜劣化に及ぼす影響はほとんど無い。

参考文献 1) 貝沼重信, 郭小竜, 小林淳二, 武藤和好, 宮田弘和: NaCl による高腐食性環境における Al-5Mg 合金溶射皮膜の耐食・防食特性に関する基礎的研究, 土木学会論文集 A, Vol.72, No.3, pp.440-452, 2016.

2) 貝沼重信, 藤本拓史, 杜錦軒, 楊沐野, 武藤和好, 宮田弘和: Al-5Mg 合金溶射と重防食塗装の取合部における耐食・防食特性に関する基礎的研究, 土木学会論文集 A1, Vol.73, No.2, pp.496-511, 2017.

3) (公社) 日本道路協会: 鋼道路橋防食便覧, 2014.