

寒冷・飛来海塩環境における Al-5%Mg 合金溶射と重防食塗装の 重ね部の耐食・防食性能に関する基礎的研究

九州大学大学院 学生会員 ○杜 錦軒
九州大学大学院 学生会員 藤本 拓史
株式会社 正会員 武藤 和好

九州大学大学院 フェロー会員 貝沼 重信
九州大学大学院 学生会員 八木 孝介
西日本高速道路株式会社 正会員 宮田 弘和

1. はじめに 近年、橋梁等の塗装仕様の鋼構造物の防食性能を回復するために、耐食性に優れる Al-5%Mg 合金溶射（以下、Al-Mg 溶射）を腐食性の高い部位に部分的に適用される事例が増加している。この場合、Al-Mg 溶射皮膜と既存の塗膜に重ね部を設ける必要があるが、重ね部の耐食・防食性能については明らかにされていない。そこで、著者らは先行研究¹⁾で Al-Mg 溶射皮膜と塗膜の重ね部を模擬した試験体を製作し、腐食促進試験（JIS K 5600-7-9 サイクル D）を行うことで NaCl による高腐食環境における耐食・防食性能について検討した¹⁾。本研究では大気環境下において前述の試験体の暴露試験を実施することで、様々な腐食要因が Al-Mg 溶射皮膜と塗膜の重ね部の耐食・防食性能に及ぼす影響を検討した。本稿では寒冷・飛来海塩環境における大気暴露試験結果について述べる。

2. 試験方法 試験体の基材には 150×70×6mm の寸法の裸普通鋼材（JIS G3106 SM490A）を用いた。試験体は Al-Mg 溶射および塗替え塗装用の Rc-I 塗装系（以下、Rc-I 塗装）の重ね部位を想定し作成した（以下、OVL 試験体）。溶射皮膜は一般に皮膜内の気孔を樹脂で充填する封孔処理が行われる。そこで、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、Al-Mg 溶射皮膜に封孔処理した OVL-S 試験体も製作した。また、塗膜あるいは溶射皮膜のみの部位と重ね部の耐食・防食性能を比較するため、溶射のみを施した部位（以下、溶射部）、重ね部および塗装のみを施した部位（以下、塗装部）の 3 つの仕様の領域を試験体の長辺方向を 3 等分して並列配置した。試験体には Al-Mg 溶射の犠牲陽極の有効範囲を検討するために、0.2mm と 12mm の線・帯状傷を機械加工した²⁾。試験体と傷の形状・寸法および皮膜の構成を図-1 に示す。大気暴露試験は北海道苫小牧市内の南側の海岸から約 2m に位置する雨洗効果のある海岸線（Lat.42°35'N, Long.141°27'E）で実施した。なお、暴露地点における飛来海塩量 w_{NaCl} の年平均値は 3.4mdd である。また、設置角度は 45°の対空面および対地面、暴露期間は 2016 年 5 月から約 6 ヶ月間とした。回収した試験体は、構造化投影位相シフト法を用いた非接触式 3 次元計測装置を用いて表面性状を計測し、その結果に基づき塗膜部の膨れ面積と膨れ高さを算出した。なお、膨れ面積と膨れ高さは重ね部の健全領域における皮膜高さの上位 95%を閾値とし、この閾値に比して高い領域を抽出することで算出した。

3. 試験結果 試験終了後の傷幅 12mm の帯状傷の試験体外観を図-2 に示す。全ての試験体の対空面と対地面について、重ね部に塗膜膨れが発生しているが、溶射部と塗装部は健全な状態を維持している。OVL 試験体と OVL-S 試験体ともに傷部と傷部近傍に白色あるいは赤褐色の腐食生成物が生じており、白色の腐食生成物の発生量は対地面に比して対空面が多い。白色の腐食生成物は Al-Mg 由来の Al_2O_3 や MgO 等の酸化物であり、溶射皮膜をアノード、鋼素地をカソードとした溶射皮膜の犠牲防食作用により傷部近傍の鋼素地が防食されたと考えられる。一方、対地面および傷部の中央については、Fe 由来の赤褐色の腐食生成物が発生しており、先行研究¹⁾における腐食促進試験結果とは異なっている。これは大気環境では腐食促進試験に比して鋼板表面の濡れ時間が少ないためと考えられる。その結果、ガルバニック腐食電流の発生が抑制され、犠牲防食効果が小さくなったと考えられる。対空面の傷部近傍については、降雨あるいは海水の付着により鋼素地と溶射・塗膜の境界部に水が浸入・滞留しやすい環境となるため、傷部近傍のみ犠牲防食効果が発現したと考えられる。

傷幅 12mm の帯状傷を有する試験体の膨れ性状を図-3 に示す。なお、鋼素地の最小値を 0（基準面）とした。また、12mm 試験体の重ね部の膨れ面積と膨れ高さをそれぞれ図-4 と図-5 に示す。OVL-S 試験体の対空面は、OVL

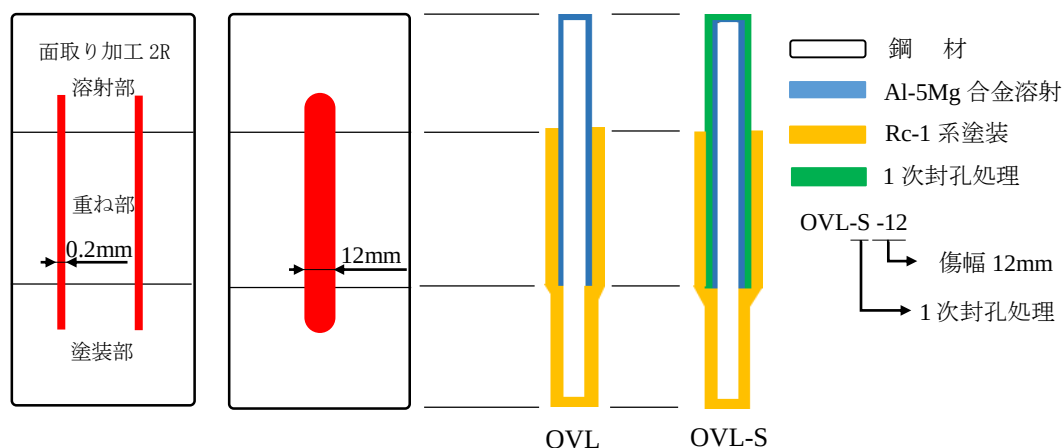


図-1 試験体と傷の形状・寸法および皮膜の構成

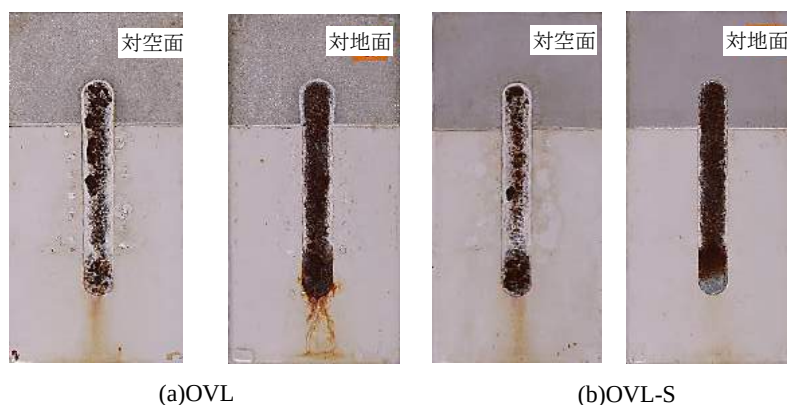


図-2 試験体の外観 (暴露 6 ヶ月)

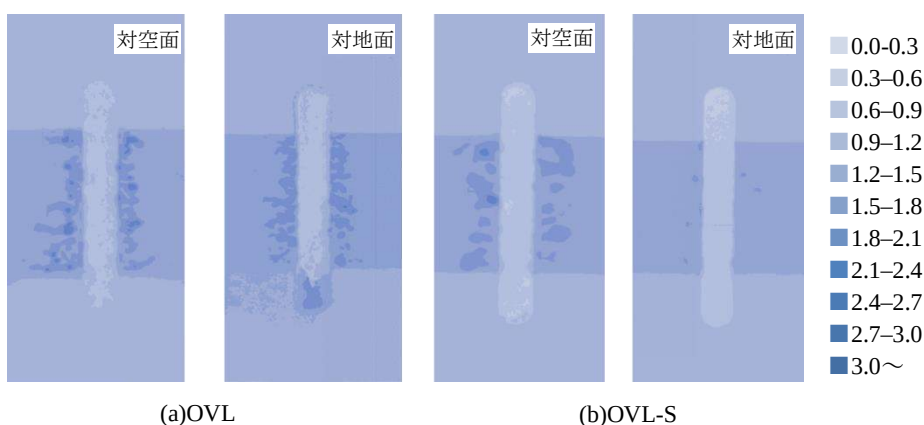


図-3 試験体の膨れ性状

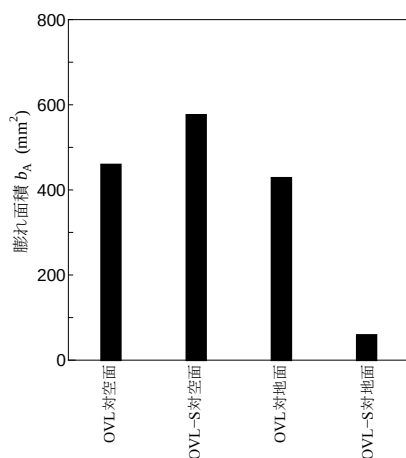


図-4 膨れ面積

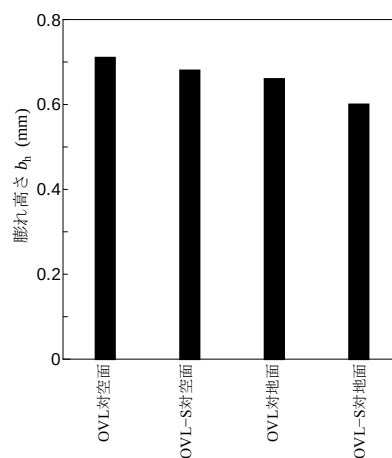


図-5 平均膨れ高さ

試験体に比して膨れ面積が大きく、膨れ高さは小さくなっている。これは先行研究¹⁾と同様に、封孔処理剤を使用することで鋼素地と溶射の境界部に水が滞留しやすく、膨れ面積の増加および皮膜内の腐食の進行を促進したと考えられる。一方、対地面については OVL 試験体の膨れ面積および膨れ高さが OVL-S 試験体に比して大きくなっている。これは対空面や腐食促進試験に比して傷部近傍の濡れ時間が短いためであると考えられる。濡れ時間が短くなる場合の重ね部の防食・耐食性能に対する封孔処理の影響は、今後検討する必要がある。

4. まとめ 1) 腐食促進試験に比して、濡れ時間が短くなる大気環境については、傷部の鋼素地に対する Al-5Mg 合金溶射皮膜の犠牲防食作用は発現しにくい。2) 雨がかりする大気暴露環境については、封孔処理しない場合、対空面の平均膨れ高さと膨れ面積は対地面とほぼ同程度になる。一方、封孔処理した場合の対空面の膨れ面積は、対地面に比して著しく増加する。

参考文献 1) 杜錦軒, 貝沼重信, 郭小竜, 藤本拓史, 武藤和好, 宮田弘和: Al/Mg 合金溶射と重防食塗装の重ね・突合せ部の防食・防錆特性に関する基礎的研究, 土木学会第 71 回年次学術講演会, I-032, pp.63-64, 2016. 2) 貝沼重信, 八木孝介, 郭小竜, 小林淳二, 佐島隆生: 防食皮膜試験体に導入するクロスカットの機械加工法に関する基礎的検討, 鋼構造年次論文報告集, Vol.24, No.107, pp.739-740, 2016.