

アークアルミ溶射皮膜の性能および付着メカニズムに関する一考察

宇部興産機械(株)	正会員	○ 前田 博
宇部興産機械(株)	正会員	和多田 康男
宇部興産機械(株)	正会員	長久 義隆
山口県	非会員	稲田 和典

1. はじめに

新厚東川橋（仮称）は、山口県宇部市の宇部湾岸道路の一部として建設される橋長 453.0m の 9 径間連続非合成鋼鈑桁橋である。本橋梁では、LCC 低減を目的として、鋼桁の防錆方法に関して一般的な重防食塗装ではなく、金属溶射（アークアルミ溶射）を採用している。溶射皮膜の性能確認試験の一つとして、引張付着力試験を実施した。その結果、既往の結果¹⁾より高い値が得られた。溶射皮膜の基材への付着要因は、粒子が基材表面に機械的に付着する投錨効果¹⁾であるとされている。溶射材料の中には、投錨効果による付着に加えて、皮膜と基材との間の部分的融合、相互拡散、合金あるいは化学反応によって皮膜の基材への密着性が高められるものがある¹⁾とされているが、確認されたものは無い。そこで、今回の結果から、機械的投錨効果以外にも付着の要因があるのではないかと考えて、その付着状況を確認するため、断面観察試験および成分分析試験を行った。

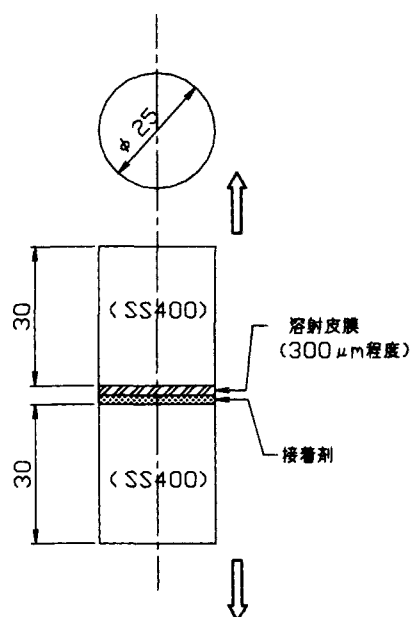


図1 引張付着力試験用試験片

2. 試験概要 および結果

1) 引張付着力試験

アークアルミ溶射皮膜の性能試験の一部として、引張付着力試験を実施した。丸鋼試験片切断面に溶射皮膜を形成し、その表面に対して接着剤により他方の丸鋼試験片を接着する。接着剤の乾固後に溶射面に対して、試験機により垂直荷重を作用させて引張破断を行う。試験片形状は、JIS H 8661 と引張試験機のサイズを考慮して、高さ 30mm、直径 25mm の丸鋼（SS400）とした（図1 参照）。接着剤には、熱硬化性のエポキシ樹脂系接着剤を使用した。試験体はそれぞれ7組作成し、試験結果を図2に示す。アークアルミ溶射における付着強度は、19～28N/mm²を示し、既往の結果¹⁾およびガスフレームアルミ溶射の付着力より高い値を示している。アークアルミ溶射試験片破断面の観察により溶射皮膜内で破断していることを確認することが出来た。

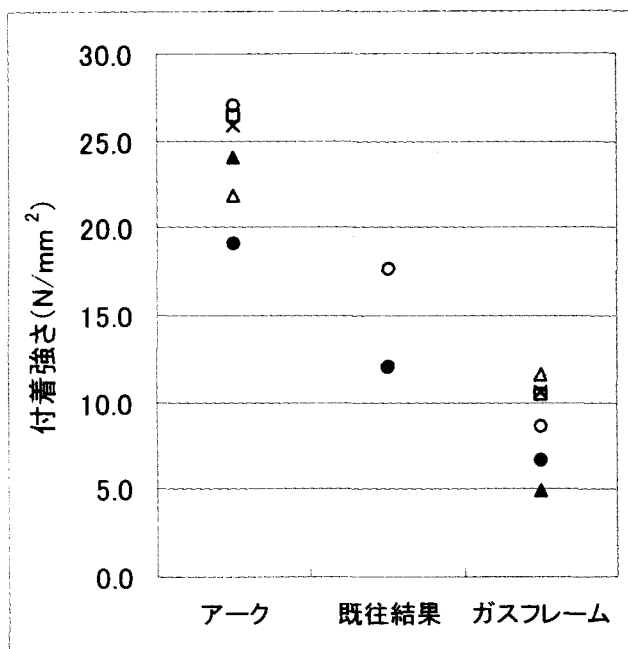


図2 引張付着力試験結果

2) 断面観察試験

溶射皮膜と基材の付着状態を確認するため、試験片から試験用断面を切出し、断面を光学顕微鏡および電子顕微鏡（走査型：SEM および透過型：TEM）により観察した。

それぞれの顕微鏡における倍率は、光学顕微鏡：50 倍～1300 倍，SEM：1000 倍～2 万倍，TEM：40 万倍～400 万倍として観察を行った。また，TEM による観察時には，同一視野においてエネルギー分散型 X 線分光測定を行い EDS スペクトルによる成分分析を行った。写真 1 は光学顕微鏡による 100 倍における断面写真を示す。この写真からは，基材と溶射皮膜は，若干の隙間が確認出来るが，密着状態も良いことから，機械的投錨効果により付着しているものと考えられる。写真 2 は SEM による 2 万倍における断面写真を示すが，基材と溶射皮膜の界面には隙間が点在することから，界面が良好な場合の結果を示す。この写真においては，界面には隙間が無く，密着度が非常に高いことが判る。写真 3 は TEM による 400 万倍における断面写真を示す。図 3 は写真 3 における分析点 (spot2) に対応する EDS スペクトル図を示す。Spot2 において，皮膜であるアルミニウムが 72.7%，鉄（基材）が 27.3%を示しており，写真 3 において，約 10nm の合金層を確認することが出来る。

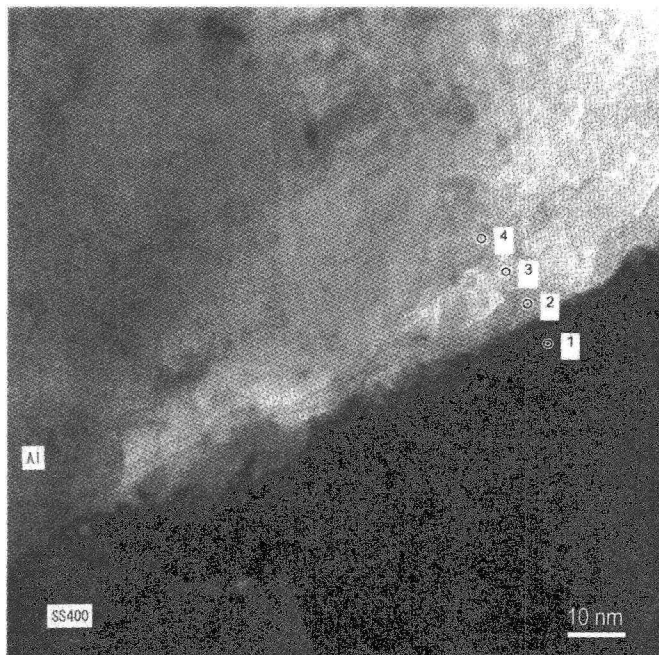


写真 3 電子顕微鏡写真 (TEM : 400 万倍)

3. まとめ

今回，新厚東川橋（仮称）に採用したアークアルミ溶射において，基材と溶射皮膜の付着力は，高い値を有する事が確認出来た。断面観察試験および成分分析試験の結果から，合金化による化学的結合を確認する事が出来た。合金化の付着への寄与率は未確認であるが，今後確認を要する課題である。

参考文献 1) 日本溶射協会編：溶射技術ハンドブック（第 2 版）

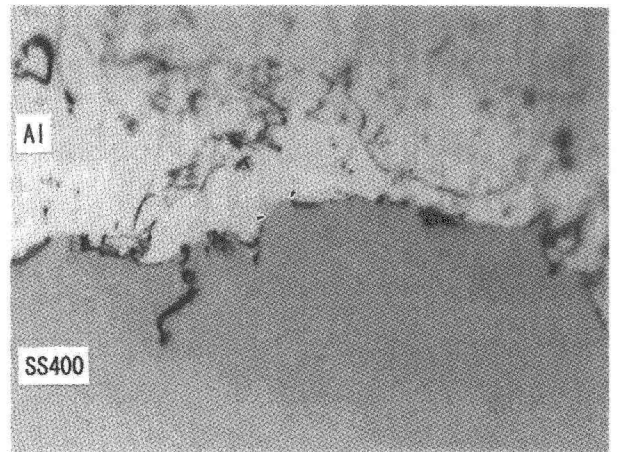
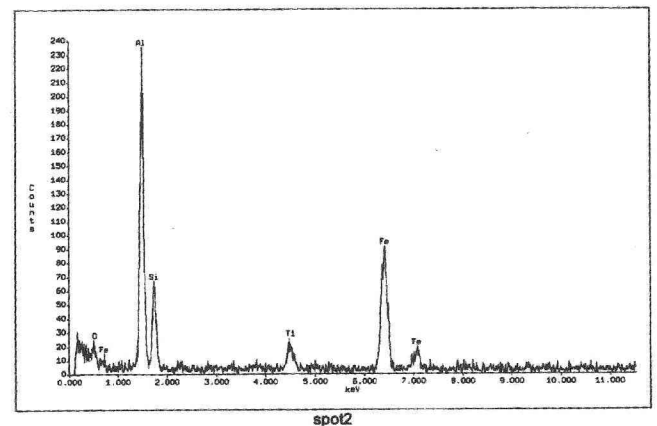


写真 1 光学顕微鏡写真 (100 倍)



写真 2 電子顕微鏡写真 (SEM : 2 万倍)



Element	Net Counts	Error (1-Sigma)
C-K	23 +/-	18
O-K	73 +/-	16
Al-K	1983 +/-	50
Si-K	536 +/-	25
Ti-K	268 +/-	36
Ti-L	54 +/-	36
Fe-K	1578 +/-	53
Fe-L	62 +/-	19

Element	Counts	K-Rel	K-Std	Wt %	Atom %	Wt % Err.
Al-K	1983	x.Si	x.Si	56.25	72.69	+/- 1.42
Fe-K	1578	1.086	---	43.75	27.31	+/- 1.47
Total				100.00	100.00	

図 3 EDS スペクトル (spot2)