

金属溶射における表面処理方法と封孔処理剤が溶射皮膜の付着性状に及ぼす影響

(株)デーロス・ジャパン 正会員 ○林 承燦, 谷本 竜也, 吉田 雅彦
岐阜大学 学生会員 山本 翔吾
京都大学 正会員 鈴木 康夫, 松村 政秀, 杉浦 邦征

1. はじめに

近年、鋼道路橋の防食法として亜鉛、アルミニウム及びアルミニウム・マグネシウム合金などの金属を加熱によって溶融、微粒子状にして対象鋼部材の表面に衝突、偏平に潰れた粒子を凝固・堆積させることによって防食皮膜を形成する金属溶射法の適用が多くなっている。金属溶射の施工手順は、大きく表面処理、溶射、封孔処理に分けられ、表面処理後の表面は溶射皮膜が強固に密着できる清浄で、粗面でなければならない。このため、溶射前の表面処理法はブラスト法が利用されている。しかし、現場条件や経済性等の理由により簡便なディスクサンダーによる表面処理法が提案されるが、溶射皮膜との一体性の確保等が課題となっている。

本研究では、ディスクサンダー法による形成される表面粗さについて検討を行うとともに金属溶射後の溶射皮膜との付着性状について評価を行った。また、金属溶射後に封孔処理を行った供試体を用い封孔処理剤による溶射皮膜の付着性状の改善可能性についても評価を行った。

2. 試験概要

表-1 表面処理方法と表面粗さ

本試験に用いた基材は一般構造用の鉄鋼材のうち、最も使用頻度の高い SS400 鋼板(縦 200×横 200×厚み 6mm)とした。

(1) 表面処理

基材である鋼板の表面処理法は、ディスクサンダー法とブラスト法の 2 種類とした(表-1)。ディスクサンダー法の場合、ダイヤモンド

区分	表面処理法 手順と処理時間	表面粗さ Rz(μm)	溶射皮膜 厚(μm)
SL	ダイヤモンドカップ + 46 メッシュ	11.36	166
SR	ダイヤモンドカップ	8.24	136
SS	ダイヤモンドカップ + 80 メッシュ	4.94	144
BS	ブラスト時間 : 3.0h/m ²	39.90	123
BR	ブラスト時間 : 4.5h/m ²	50.84	132
BL	ブラスト時間 : 6.0h/m ²	54.63	154

モンドカップを用い約 4h/m²(鋼板一枚(面積 0.04m²)当たりのケレン時間 : 約 10 分)間の表面処理を行った。その後、供試体 SL と SS においては表面粗さの違いを設けるため、粒度 46 と 80 メッシュのフレキシブル砥石を用い再度表面処理(約 2h/m²)を行った。ブラスト法の場合、研削材はグリット形状のエンステタイト及びフォルステライトを主体とした金属系とし、粒度 0.3~1.7mm、モース硬度 7.5 のものを用いた。また、ブラスト時の圧力 : 0.3MPa、ノズル距離 : 100mm、ノズル径 : 11Φmm、研削材吐出量 : 0.8kg/分としたが、ブラスト時間を 3h、4.5h と 6h/m² とすることより表面粗さの違いを設けた。

表面粗さは、処理表面(200×200mm)を縦横の 40mm 間隔に区分けを行い、その区分けの 16 箇所の交差点において粗さ曲線(基準長さ 4.8mm)の測定を行い、最大高さ Rz を求めた。

(2) 溶射材料及び溶射方法

溶射材はアルミニウム・マグネシウム合金とし、溶射ガンの先端から基材までの距離は約 200mm とした。溶射方法は、連続的に供給される 2 本の溶射材(金属線材 : Φ1.6 mm)の先端でアーク放電(電気スパーク)を発生させ、溶融した金属を圧縮空気で吹き飛ばす溶射法であるアーク溶射法とした。なお、溶射皮膜の目標施工厚みは 0.15 mm 程度とし、施工後の被膜厚さの計測には携帯型膜厚計を用いた(表-1)。

(3) 封孔処理及び付着試験

封孔処理剤はウレタン系とエポキシ系(溶剤希釈型)の 2 種類とし、金属溶射後の表面に刷毛により塗布した。塗布量はエポキシ系 : 0.14 kg/m²、ウレタン系 : 0.1 kg/m²、塗布回数は 1 回とした。

キーワード 金属溶射, アルミニウム・マグネシウム合金, ディスクサンダー法, 封孔処理

連絡先 〒921-8005 石川県金沢市間明町 2-70 (株)デーロス・ジャパン TEL 076-229-7260

付着試験は、室内養生約4週間目に試験対象面に接着材より金属治具を取り付け、接着材の材齢2日目に自動プルーフ式付着性試験機より付着試験を行った。なお、比較のため封孔処理剤塗布なしの溶射面においても付着試験を行った。

3. 試験結果

(1) 表面処理方法と表面粗さ

表面処理方法ごとの表面粗さ曲線より求めた表面粗さ R_z (最大高さ) を表-1 に示す。ブラスト法の場合、最大高さ範囲は $40 \sim 55 \mu\text{m}$ 程度で処理時間が長いほど最大高さが大きくなる結果であった。しかし、ディスクサンダー法の場合、最大高さが $5 \sim 12 \mu\text{m}$ 程度とブラスト法の $1/4$ 程度以下と小さく、その最大高さはフレキシブル砥石の種類や組み合わせと粒度の影響を受ける結果であった。

(2) 表面処理方法と付着性状

表面処理方法ごとの表面粗さ R_z と付着強度との関係を図-1 に示す。ブラスト法の場合、付着強度は $8 \sim 12 \text{N/mm}^2$ 範囲程度で、表面粗さ R_z と付着強度の関係は明確ではなかった。一方、破壊位置においては、①溶射皮膜と接着材との境界面での破壊が6割程度(平均強度: 9.6N/mm^2)、②溶射被膜と接着材との境界面と溶射皮膜層内での破壊が混合する混合破壊(図-3)が4割程度(平均強度: 9.9N/mm^2)、③溶射皮膜層内破壊が1割程度(平均強度: 12.7N/mm^2)であった。ディスクサンダー法の場合、破壊位置は全てが鋼板と溶射皮膜との境界面とブラスト法とは異なる結果であった。また、付着強度は $4 \sim 6 \text{N/mm}^2$ 範囲程度とブラスト法の半分程度であったが、その傾向は、ブラスト法と同様に付着強度と表面粗さ R_z との相関性はなく、同じ処理面内で付着強度のバラツキが生じる結果であった。これより、ディスクサンダー法の場合、表面粗さ R_z が小さいため、鋼板と溶射皮膜との付着が不十分となり、ブラスト法に比べ付着強度が小さく、破壊位置も鋼板と溶射皮膜との境界面であったと考える。

(3) 封孔処理剤と付着強度

金属溶射後に封孔処理を行った供試体の付着強度を図-2 に示す。本試験に用いたエポキシ系の封孔処理剤の場合、封孔処理による付着強度の改善は殆どない結果であった。しかし、ウレタン系封孔処理剤の場合、ディスクサンダー法及びブラスト法とも、付着強度は $8 \sim 12 \text{N/mm}^2$ 範囲程度で、破壊位置は試験箇所9割以上が溶射皮膜と封孔処理剤との境界面であった。本試験に用いたウレタン系封孔処理剤の表面張力が 29mN/m 程度と非常に小さいため、溶射皮膜層内を通じ基材の鋼板表面まで浸透・硬化することより、ディスクサンダー法の付着力がブラスト法と同程度まで増加したと考える。また、溶射皮膜層内の微細孔の封孔により溶射皮膜層内の引張性能が改善され、封孔処理なしと同程度の付着強度においても、その破壊位置は溶射皮膜と封孔処理剤との境界面で破壊したと考える。

4. まとめ

金属溶射における表面処理方法及び封孔処理剤と溶射皮膜の付着性状に関する評価結果を以下にまとめる。

ディスクサンダー法の場合、ブラスト法と比べ表面粗さ R_z が $1/4$ 程度と小さく、その付着強度は半分程度であった。しかし、浸透性に優れた封孔処理剤を用いることより、ブラスト処理と同程度の付着強度が期待できるとともに溶射皮膜層内の微細孔の封孔により溶射皮膜層内の引張性能の改善も期待できることが確認できた。

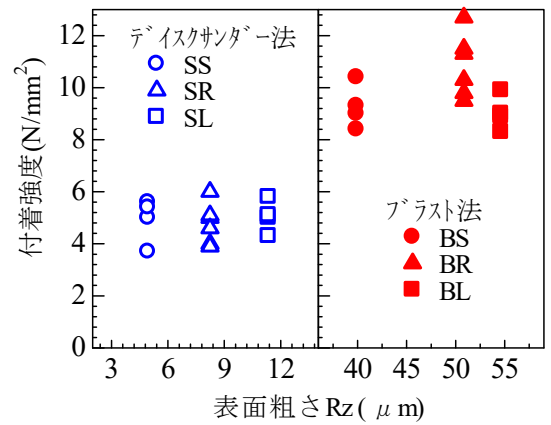


図-1 表面処理方法と付着強度(封孔処理無)

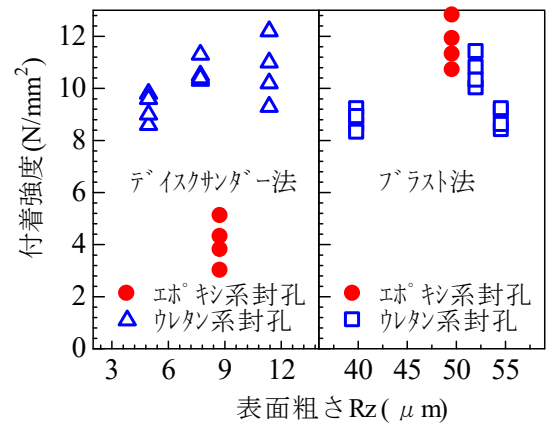


図-2 表面処理方法と付着強度(封孔処理有)

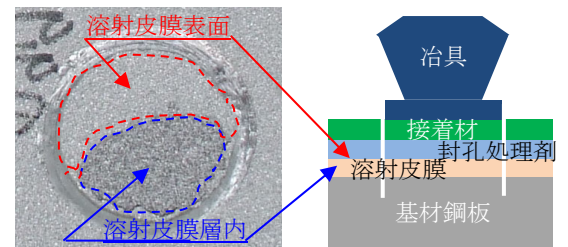


図-3 破壊位置区分(混合破壊例)