金属溶射における溶射距離・溶射角度及び封孔処理剤が溶射皮膜の付着性状に及ぼす影響

㈱デーロス・ジャパン 正会員 ○林 承燦，寺田 智子，谷本 竜也
富山大学 正会員 鈴木 康夫　京都大学大学院 正会員 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溶射被膜を鋼材表面に形成させる金属溶射法の適用が多くなっている．金属溶射の際には，鋼部材表面を溶射皮膜が強固に密着できるように粗面とし，溶射ガンと鋼部材表面との距離は 80～300 ㎜程度，鋼部材表面との角度は直角～45° 内を確保することが望まれる．しかし，作業空間が無く近接溶射が難しい場合，素地調整によって十分な粗面の確保が難しい上に溶射ガンと溶射表面との距離や角度を適切に維持することも難しいと考えられる．

本研究では，素地調整が異なる鋼部材表面において，溶射ガンと鋼部材表面との距離や角度が金属溶射後の溶射皮膜との付着性状に及ぼす影響について検討を行った．また，金属溶射後に溶射被膜へ封孔処理を行った供試体の付着試験より封孔処理剤による溶射皮膜の付着性状の向上についても評価を行った．

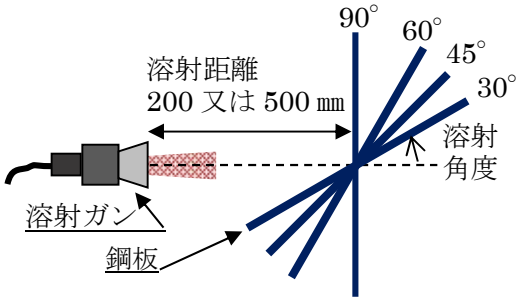
２．試験概要

(1)素地調整

基材である SS400 鋼板の素地調整法は，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はダイヤモンドカップ(処理時間：約 4h/m²)を用いた．ブラスト法の場合，研削材はグリット形状の粒度 0.3～1.7mm の金属系とし，圧力 0.3MPa,ノズル径Φ11 mm，研削材吐出量 0.8kg/分の状況で，4.5h/m² 間のブラスト処理を行った．また，素地調整後には表面粗さの測定より最大高さ Rz を求めた．

表－1　試験ケース

素地調整	溶射距離	溶射角度	封孔処理
ディスクサンダー法	200 ㎜	90、60、45、30 度	有・無
	500 ㎜		
ブラスト法	200 ㎜		
	500 ㎜		



図－1　溶射距離及び溶射角度概要

(2)溶射材料及び溶射方法

溶射方法はアーク溶射法，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鋼部材表面までの溶射距離は 200 と 500mm の 2 ケースとした(表－1 と図－1)．鋼部材表面に対する溶射ガンの角度は 90°，60°，45°と 30°とし，基材である鋼板の傾きを調整することにより溶射角度の調整を行った.溶射時の溶射ガンの移動速度は，縦 300×横 200 ㎜の溶射面に対して横長さ 200 ㎜の区間を 0.4 秒で移動する速度であり，一回の横移動における溶射幅は 30 ㎜とした.溶射ガンの横移動より，鋼板の最上部の幅 30 ㎜の区間を溶射後，溶射ガンを 30 ㎜下げ逆方向に横移動する方法で最下部まで溶射を行った.これらの一連の作業を複数回繰り返す方法で溶射皮膜を形成させ，その厚みが 0.15 ㎜以上であることを確認後に終了とした.溶射終了後に鋼板の中央部（横 80×縦 240 ㎜の範囲）を 40 ㎜間隔で携帯型膜厚計を用い被膜厚みの計測を行った．

(3)封孔処理及び付着試験

封孔処理剤はウレタン系とし，金属溶射面の上部半分（縦 150×横 200 ㎜の範囲）に刷毛により塗布した（塗布量：0.1 kg/m²）．その後の付着試験は，室内養生約 2 週間目に試験対象面に金属冶具を接着し，接着材の材齢 1 日目に自動プルオフ式付着性試験機を用いて付着試験を行った．なお，比較のため封孔処理剤塗布なしの鋼板下部半分の溶射面においても付着試験を行った．付着試験範囲は，鋼板の中央横 80×縦 240 ㎜の範囲とした．

３．試験結果

(1)溶射距離及び角度と溶射被膜厚み

図-2 に各素地調整方法や溶射距離における溶射角度と溶射被膜厚み比を示す.溶射被膜厚み比は同溶射時間内のブラスト法の距離 200 ㎜の溶射角度 90°の場合の被膜厚みに対する比で，このケースの平均被覆厚みは 0.19 ㎜程度で，溶射時間は 11 分/m² 程度であった.溶射角度 45°以上の場合，素地調整方法の違いによる溶射被膜厚みの差は殆

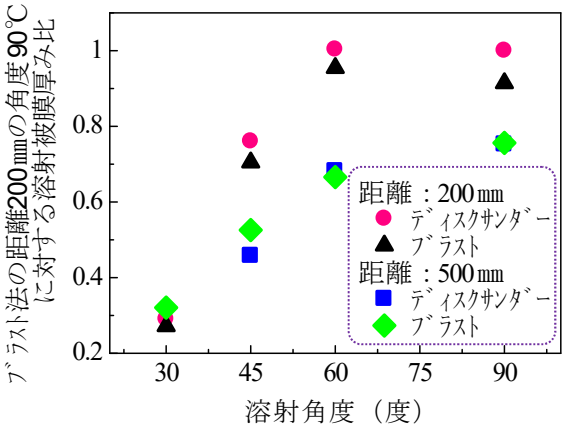
キーワード　金属溶射，アルミニウム・マグネシウム合金，ディスクサンダー法，封孔処理
連絡先　〒921-8005　石川県金沢市間明町２－70　㈱デーロス・ジャパン　ＴＥＬ076-229-7260

© Japan Society of Civil Engineers

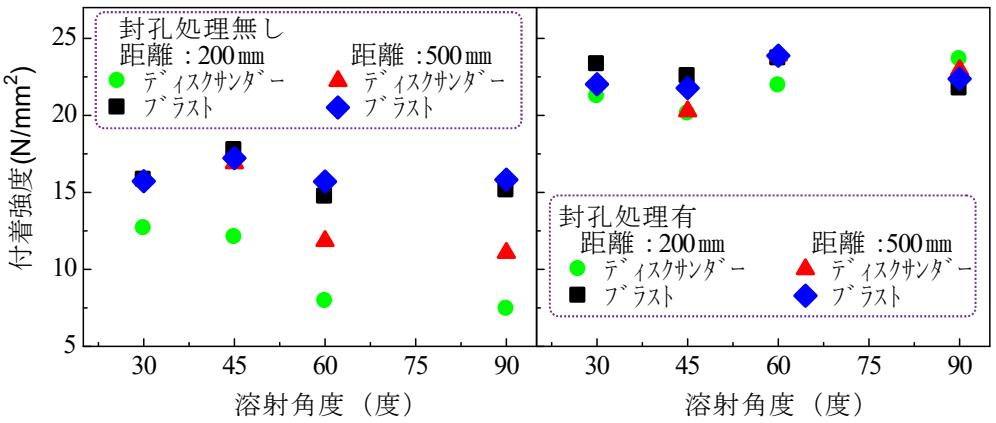
どないが，溶射距離 200 ㎜に比べ 500 ㎜での被膜厚みが 2～3 割程度薄くなる結果であった.また，溶射距離 200 ㎜や 500 ㎜とも溶射角度 45°以下において被膜厚みが薄くなる結果であった.一方，溶射角度 30°の溶射被膜厚みは，溶射角度 90°のブラスト法の距離 200 ㎜の被膜厚みの 3 割程度と非常に薄く，溶射距離 500 ㎜のディスクサンダー法の場合，溶射時間 40 分/m^2 においても溶射被膜を形成させることが不可能であった.以上より，溶射被膜の厚みは素地調整方法の影響は殆どないが，溶射距離が遠いほど一定の被膜厚みの形成に必要とする時間が長くなり，その傾向は溶射角度 45°以下でより顕著となると考える.

(2) 溶射距離・角度及び封孔処理と付着強度

図-3 に封孔処理有と無しの溶射角度と付着強度との関係を示す.封孔処理無しの場合，ブラスト法においては，溶射角度や距離の違いによる付着強度の差は殆どなく，付着試験時の破壊位置も全ての試験箇所において溶射被膜と鋼板の境界面での破壊であった.一方，ディスクサンダー法の場合，付着試験時の破壊位置はブラスト法と同様に全ての試験箇所において溶射被膜と鋼板の境界面での破壊であった.しかし，付着強度においては，全ての溶射角度で溶射距離 200 ㎜に比べ 500 ㎜の付着強度が約 3 割程度大きくなる結果であった.また，溶射距離 200 ㎜と 500 ㎜とも溶射角度 45°以下での付着強度が 3 割程度大きくなる結果であった.これは，ディスクサンダー法による表面の表面粗さ Rz は 8μm とブラスト法(表面粗さ Rz:50μm)による表面に比べ滑らかな面であること，また，溶射距離が近く，溶射角度が大きいほど 1 回の投射で形成される溶射被膜が厚く，短時間で一定の被膜厚みが形成することによるものと考えられるし，また，高温のアーク熱により溶融・投射された溶射材は鋼材表面の凹凸内に充填，その後の冷却により鋼材に付着するとともに強硬な被膜が形成すると考える.また，鋼材表面での冷却の際には溶射被膜の体積変化も生じることになり，表面が粗面の場合，表面凹凸の拘束より鋼材との付着強度の低下は低減されると考えられる.しかし，ディスクサンダー法による滑らかな表面の場合，表面凹凸の拘束が不十分となり鋼材との付着強度の低下の原因となったと考えられる.この様な，冷却時の体積変化による応力は，短時間に厚い溶射被膜が形成されるほど大きくなると考えられ，溶射角度 60° 以上でのディスクサンダー法の付着強度が小さくなった要因と考えられるが，今後詳細な検討必要である.



図－2　溶射角度と溶射被膜厚み比



図－3　溶射角度と付着強度との関係

封孔処理有の場合，全ての試験ケースで，付着強度 20N/mm^2 以上と封孔処理無と比べ 3 割程度大きくなり，付着試験時の破壊位置も溶射被膜と付着試験用金属冶具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 29N/mm^2 程度と非常に小さいため，溶射皮膜層内の細孔を通じ基材の鋼板表面まで浸透・硬化することより，付着強度が向上したと考えられる.

4. まとめ

溶射被膜厚みは素地調整方法の影響は殆どないが，溶射距離が遠いほど，溶射角度 45° 以下で一定の被膜厚みの形成に必要とする時間が長くなる結果であった. ブラスト法においては，溶射角度や距離の違いによる付着強度の差はないが，ディスクサンダー法の場合，溶射距離 200 ㎜に比べ 500 ㎜の付着強度が約 3 割程度大きく，溶射距離 200 ㎜と 500 ㎜とも溶射角度 45° 以下での付着強度が 3 割程度大きくなる結果であった. なお，封孔処理により，封孔処理無と比べ付着強度は 3 割程度大きく，付着試験時の破壊位置も溶射被膜と付着試験用金属冶具との境界面であった.

© Japan Society of Civil Engineers