超高圧電子ビームによる金属溶射皮膜の改質

森本純司*, 山口昭雄*, 富江通雄**, 阿部信行**, 荒田吉明***

Improvement of Flame Sprayed Metal Coatings by Ultra High Voltage Electron Beam

Junji MORIMOTO*, Akio YAMAGUCHI*, Michio TOMIE**,
Nobuyuki ABE** and Yoshiaki ARATA***

Key Words : Flame Sprayed Coating, Electron Beam, Microhardness

1. 緒 言

フレイム溶射法は、その簡便性により金属防食皮膜、酸化防止皮膜などの形成に多用されている。しかしながら、その溶射皮膜は、プラズマ溶射皮膜などに比較して、空孔も多く、密着力も小さいなどにより適用範囲が制限されている。このため皮膜特性の改善処理が行われており、例えば化学的処理法、熱処理法が試みられている¹⁾。しかし、これらの方法は、処理時間が長いことなどにより、製品の処理方法などが制限される、加えて、処理する際に、被溶射材の性質が低下する危険性がある。そこで、本研究では、鋼の溶接などで約 200 μm の浸透溶融熱源特性を示す 500kV 加速の電子ビームを溶射皮膜表面に対して短時間照射し、フレイム溶射皮膜の欠陥部の改善並びに新しい合金皮膜の作製を試みた²⁾。

2. 実験方法

(1) 溶射材料および溶射方法：溶射材料としては市販の 80wt%Ni-20wt%Cr 合金粉末及び Ni 基自溶合金粉末 (Bal. Ni, 14wt%Cr, 4 wt%Fe, 3 wt%Si, 3 wt%B) を用い、被溶射体は、40mm×40mm×2.5mm 形状の炭素工具鋼 (SK 4) とした。溶射前に、その片面をアルミナ研削材 (#54) により粗面化処理した。また、溶射は、酸素-アセチレン炎の粉末式溶射法 (溶射条件、酸素圧 ; 2.5kg/cm², アセチレン圧 ; 1.8kg/cm², 溶射距離 ; 15cm) により行い、150~200 μm 厚さの合金皮膜を作製した。(2) 電子ビーム溶融加工：図 1 に示す 500kV 超高電圧電子ビーム熱源装置 (ビーム電流 ;

2~7mA, ビーム照射雰囲気圧 ; 10⁻²Pa, ビーム照射速度 ; 20mm/s) により皮膜の加熱溶融処理を行った。(3) 溶射皮膜の性能試験並びに形態観察法 ; 皮膜の性質はピッカース硬度試験により評価し、皮膜構造、溶融加工状態は光学顕微鏡観察, EPMA 分析した。

3. 実験結果及び考察

電子ビーム照射加工した Ni-Cr 合金溶射皮膜及び Ni 自溶合金皮膜の断面顕微鏡組織を図 2 に示す。フレイム溶射のみの皮膜では、酸化物、空孔など欠陥部も多く認められている。しかし、電子ビーム照射した合金皮膜では、これらの欠陥部もほとんどなく、均質凝固状態となっ

Fig. 1 Schematic diagram of 500kV ultra high voltage electron beam heat source.

* 近畿大学理工学部 (〒577 大阪府東大阪市小若江3-4-1)
Fac. of Sci. and Eng., Kinki Univ. (4-1, Kowakae 3-chome, Higashiosaka-shi, Osaka 577)

** 大阪大学溶接工学研究所 (〒567 大阪府茨木市美穂ヶ丘11-1)
Welding Res. Inst. of, Osaka Univ. (11-1, Mihogaoka, Ibaraki-shi, Osaka 567)

*** 近畿大学理工学総合研究所 (〒577 大阪府東大阪市小若江3-4-1)

Res. Inst. for Sci. and Tech., Kinki Univ. (4-1, Kowakae 3-chome, Higashiosaka-shi, Osaka 577)

Fig. 2 Microstructures of melting sprayed coatings by ultra high voltage electron beam.

ている。この溶射皮膜の熔融状態は、ビーム電流値と関係しており、Ni-Cr合金皮膜では、4 mAの電子ビーム照射条件で、皮膜部のみが熔融され、均質凝固した皮膜を作製することができた。また、高電流（5～7 mA）の電子ビーム照射加工では、図2に示すように皮膜部が素地鋼と溶解し、Fe-Ni-Cr合金層となっているのがEPMA分析からも認められた。

図3は電子ビーム照射したNi-Cr合金溶射皮膜、Ni自溶合金皮膜の断面ビッカース硬度試験結果を示す。電子ビーム照射により皮膜硬度が向上し、溶射のみの皮膜よりも大きく改善された。特に、皮膜厚さが150～200 μmのNi-Cr合金皮膜では、5～7 mAの電子ビーム照射条件において、皮膜硬度がHv；700～760となった。この原因は、Ni-Cr合金中に素地鋼のFeが固溶し、焼入された状態になったためと思われる。また、5 mA以下の低電流の電子ビーム照射条件では、皮膜硬度の上昇は認められなかった。しかし、Ni自溶合金皮膜においては、ビーム電流値と皮膜硬度の関係は、Ni-Cr合金皮膜の硬度測定結果と逆の関係になり、2～3 mAの電子ビーム照射においてHv；680～750のビッカース硬度が得られており、6 mAの電子ビーム照射条件においては硬度が低下し約Hv 400となった。これは、高温度に加熱されることにより炭化物、ホウ化物が表面部に移動し、皮膜部が凝固組織となり、高硬質の炭化物、ホウ化物がなくなったためと思われる³⁾。この点については光学顕

Fig. 3 Vickers hardness of melting sprayed coatings by ultra high voltage electron beam.
(Ni-Cr alloy : Ib=6mA, Self-fusing alloy : Ib=3mA)

微鏡観察，EPMA分析からも確認された。

4. 結 言

フレイム溶射法により作製したNi-Cr合金皮膜及びNi自溶合金皮膜に対して電子ビーム照射加工し、諸特性を求めた結果、Ni-Cr合金皮膜のビッカース硬度は、溶射のみの皮膜硬度よりも約3倍となるHv；700～760が得られた。また、Ni自溶合金皮膜においても最適ビーム電流値の選択によって皮膜硬度の上昇が認められた。これら合金皮膜構造は、空隙も少なく均質固溶状態となった。

(1993-5-17 受理)

文 献

1) 松原安宏, 小平一丸, 内林哲夫, 坂田一則; 日本溶射協会誌, 25, 1570 (1989)
2) 富江通雄, 阿部信行, 荒田吉明; 高温学会誌, 19, (3), 119 (1993)
3) 豊田 祖, 白 邦夫, 岩永真一郎, 庄司一雄; 日本溶射協会誌, 6, (1), 16 (1969)