

TIG 溶接による自溶合金溶射皮膜のフュージング処理

桑嶋 孝幸*、高橋幾久雄*、藤川 千治**

Al 合金に対する溶射による表面改質を検討した。溶射はプラズマ溶射装置を使用し、溶射材料として、WC-Ni 基自溶合金を溶射した。皮膜組織は、Ni のマトリックスに WC-Co 粒子が分散した組織となっており、マイクロビッカース硬度は Al 基材の約 7 倍まで向上した。また、TIG 溶接により溶射皮膜のフュージングを行ったが、溶接電流により皮膜硬度はピーク値を示し、最適条件が存在することを明らかにした。

キーワード：溶射、Al 合金、自溶合金、フュージング、TIG 溶接

Fusing Treatment of Self Fluxing Alloy Using TIG Welding

KUWASHIMA Takayuki, TAKAHASHI Ikuo, FUJIKAWA Chiharu

WC-Ni based self fluxing alloy are sprayed on Al substrate(JIS A5083). The thermal spray materials are sprayed by plasma spray system. WC-Co particles are dispersed in the coating structure and thermal spray coating is about seven times as hard as Al substrate.

After spraying the coating on the substrate are fused by TIG welding machine. The hardness of the coating are related to welding current. The hardness of the coating show a peak with 80Ampere.

key words : thermal spray, Al alloy, self fluxing alloy, fusing, TIG welding

1 緒 言

近年、材料の軽量化要求がますます高まっている。軽金属である Al 合金は、軽量化を目的に建築構造材料をはじめとして様々な用途に使用されている。反面、鉄鋼材料に比べ、耐摩耗性や耐熱性が低いため表面処理が必要となっている^{1) 2)}。

一方、溶射技術は、耐食性、耐熱性、耐摩耗性など表面性能を付与する技術として、鉄鋼材料を中心に適用され研究が進められている³⁾。しかし、アルミニウム合金をはじめとする軽金属に対する適用例は見あたらない⁴⁾。

本研究では、WC-Ni 基自溶合金を Al 合金の表面に溶射し、その皮膜の性状を明らかにすること、また、Al 基材と溶射皮膜との間で合金化、硬質粒子の分散を目的とする皮膜のフュージング処理についても検討した。

2 実験方法

2-1 供試材

金属基材は、Al-Mg 系合金 A5083 を使用した。試験片は、溶射皮膜の硬度測定や組織観察用の板状試験片（厚さ 6mm、長さ 100mm、幅 75mm）と密着力測定用の円

柱状の試験片（φ 30mm、長さ 35mm）を使用した。

但し、A5083 は円柱状の材料が入手できず、成分が似ている A5056 を使用した。これらの化学組

表 1 Al 基材の化学分析結果

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Al
A5056	0.07	0.12	0.03	0.08	5.29	0.08	0.01	0.01	残部
A5083	0.14	0.20	0.05	0.76	4.89	0.12	0.01	0.02	残部

* 金属材料部

** (株) 釜石電機製作所

成を表 1 に示す。溶射材料は、昭和電工製の MA-110 (WC-Ni 基自溶合金) であるであるが、この粉末は、同社の溶射用粉末である KC-40、MA-80、MA-100 の混合粉末である。この溶射材料はアルミニウム基材との親和性を期待し選択した。それらの外観の SEM 写真を図 1 に、化学組成、混合比率をそれぞれ表 2、表 3 に示す。

溶射では、アルミニウム基材表面をブラスト処理した

s 後、プラズマ溶射装置により溶射を行った。溶射条件を表 4 に示す。

溶射した試験片は、走査電子顕微鏡による皮膜組織の観察やマイクロビッカース硬度計による硬度測定などを行った。また、フュージング前の試験片により皮膜の密着強度を測定した。

表 2 溶射材料の化学組成

	W	C	Co	Ni	Si	B	Cr	Fe
MA-110	Bal.	3.4	5.8	39.2	1.2	0.51	4.4	1.2

表 3 溶射材料の混合比率

	組成	粒径(μm)	混合割合
KC-40	WC-12Co	88~30	50
MA-100	Ni-15Cr-4Si-3B-0.7C	88~10	35
MA-80M	Ni-5Al	53~10	15

表 4 溶射条件

溶射装置	METCO 9MB
電流/電圧	400A/70V
1次ガス(N ₂)	0.69 MPa 66l/min
2次ガス(H ₂)	0.34 MPa 38l/min
粉末供給量	50g/min
溶射距離	130mm
移動速度	45m/min
ピッチ	3mm

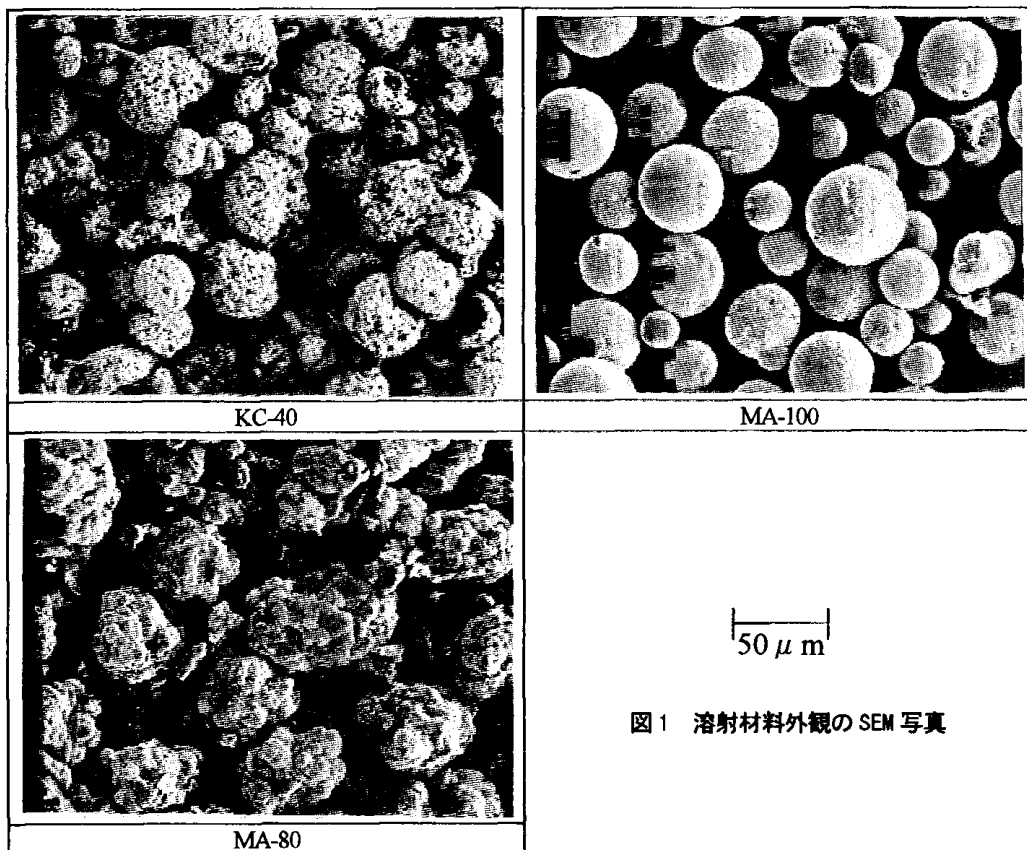


図 1 溶射材料外観の SEM 写真

TIG 溶接による自溶合金溶射皮膜のフュージング処理

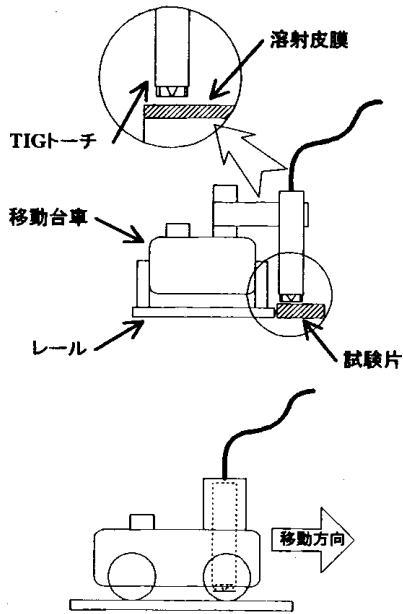


図2 フュージング処理の概略図

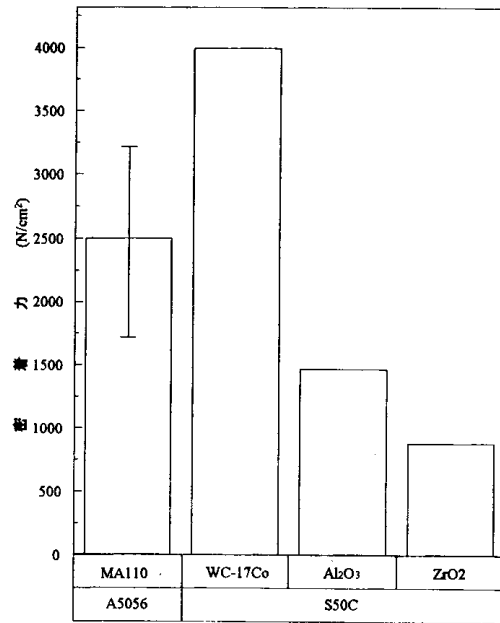
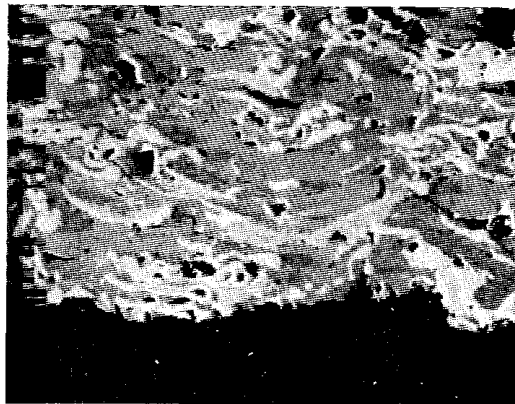
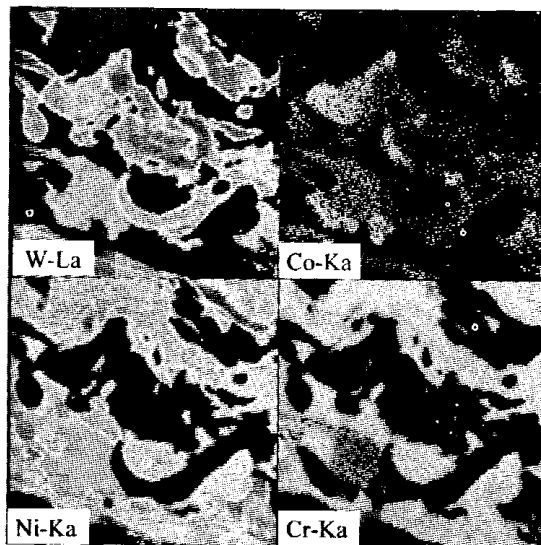


図5 溶射皮膜の密着力



50 μm

図3 溶射皮膜断面のSEM写真



5 μm

図4 溶射皮膜断面のSEM写真と面分析結果

2-2 溶射皮膜のフュージング

溶射皮膜のフュージングでは、再溶融させる成分である MA-100 の融点は 1200K 以上で、母材の融点よりはるかに高いため、電気炉によるフュージングはできない。本研究では、TIG 溶接機を使用し試験片表面のみを再溶融させる方法を試みた。フュージングの概略図を図 2 に示す。固定された試験片の上を移動台車に取り付けた TIG トーチを一定速度で移動させることによってフュージングを行った。トーチの移動速度は 5mm/min、溶接電流は 80A、100A、120A の 3 通りで行い、溶融条件の違いによる皮膜の変化を観察した。

3 実験結果

3-1 皮膜組織及び密着力

溶射皮膜断面の SEM 写真及び EPMA による面分析結

果を図 3 及び図 4 に示す。溶射皮膜は特有のラメラ構造を示し、皮膜中に WC が分散した組織になっていることがわかる。また、気孔もわずかに認められる。

溶射皮膜の密着力測定結果を図 5 に示す。この図には、金属基材として S50C に溶射した皮膜の密着力も併せて示している⁵⁾。アルミニウム基材との密着力は平均で 2500N/cm² となっており、S50C にセラミックスを溶射した場合よりも密着力は高いものの、今回使用した溶射材料と同じサーメット系溶射材料の WC-17Co を溶射した場合に比べて約 3 分の 2 の密着強度となっている。この密着力の差は、アルミニウム合金表面に形成されている非常に薄い酸化層が形成されているために、溶射時に、溶融した溶射材料が基材に衝突、凝固する際、S50C と比較して金属基材と溶射材料との濡れ性が悪く、アンカー効果が低くなっているためであると推定される。

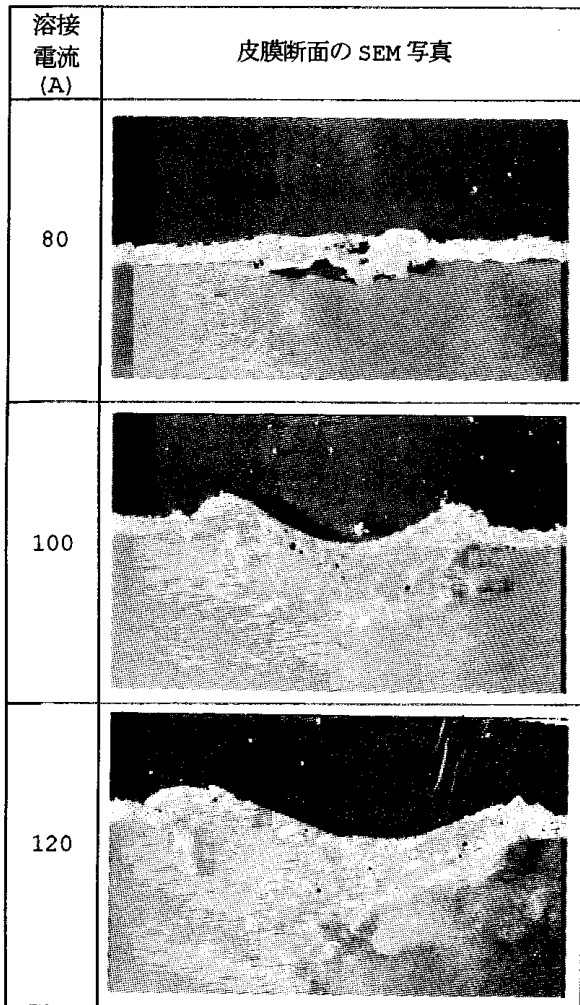


図 6 再溶融処理溶射皮膜断面の SEM 写真

0.5mm

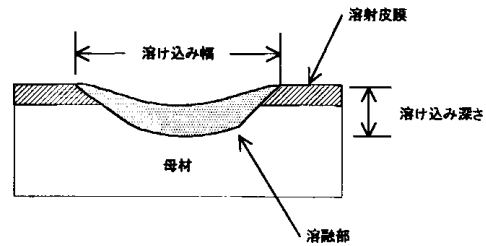


図 7 溶け込み深さの測定基準

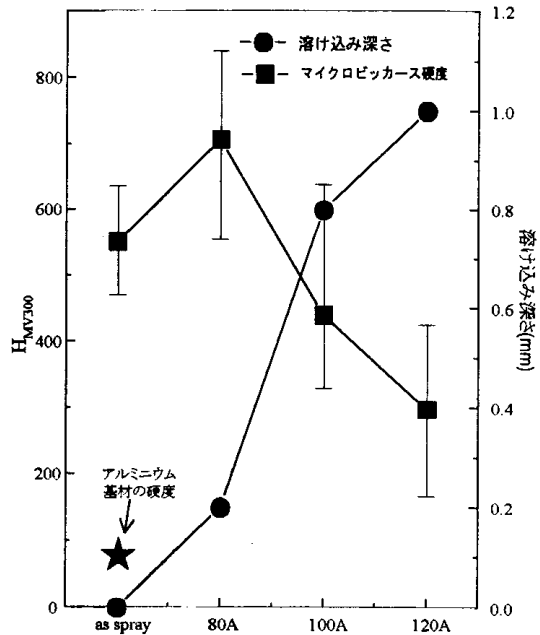


図 8 再溶融処理溶射皮膜のマイクロビッカース硬度

3-2 溶射皮膜のフュージング

フュージングを行った溶射皮膜断面の SEM 写真を図 4 に示す。溶接電流 80A の条件でフュージングを行った。溶射皮膜断面では溶射皮膜と金属基材の間に空隙が認められる。これは、溶射皮膜が完全に熔融しなかったことと Al 基材の融点が低いために基材の一部が蒸発したためと思われる。また、溶接電流の増加に従って溶け込み深さが深くなっていることがわかる。図 5 に示した溶け込み深さの測定基準に従って測定した溶け込み深さとマイクロピッカース硬度の関係を図 6 に示す。また、金属基材の硬度も併せて示している。溶射皮膜硬度は、金属基材に比べ約 7 倍になっていることがわかる。フュージングを行った結果では、溶接電流の増加に伴い溶け込み深さが深くなることわかる。硬度は、溶接電流 80A をピークに低下する。80A の条件では、溶射皮膜の熔融により皮膜中に存在した気孔が減少し、緻密な皮膜になったため硬度が上昇し、100A 及び 120A の条件では、溶け込み深さが深いことから、金属基材との希釈が大きくなったため硬度が低下したと思われる。

4 結 言

アルミニウム合金に対して WC-Ni 基自溶合金を溶射しその皮膜の評価及びフュージングについて検討を行った結果以下の知見を得た。

(1)溶射皮膜の密着強度は、軟鋼に溶射した場合よりも低

くなる。これは、アルミニウム合金表面に生成している酸化層の影響であると推定される。

(2)溶射皮膜のマイクロピッカース硬度は、アルミニウム基材の約 7 倍となり、耐摩耗性を向上させることが確認できた。

(3)TIG 溶接機により溶射皮膜のフュージングについて検討を行った結果、溶接電流が 80A をピークとして硬度は低下する。これは、溶射皮膜が金属基材に希釈されたためである。

文 献

- 1)金属データブック,日本金属学会編,丸善(株)
- 2)水野政夫ほか:現代溶接技術大系第13巻アルミニウムとその合金の溶接,産報出版
- 3)例えば大森明:高エネルギー溶射の現状と動向:1993年大阪大学溶接工学研究所高エネルギー溶射研究センター公開研究シンポジウムプロシーディングなど
- 4)赤沼正信ほか:YAG レーザ照射によるアルミニウムの表面改質,レーザー照射による金属材料の表面改質・高機能化に関する共同研究報告書,北海道立工業試験場他,平成6年3月
- 5)高橋他:岩手県地域フロンティア技術開発事業研究成果報告書 p6, 昭和62年