

レーザクラディングによる金属の表面改質

キーワード：レーザクラディング、肉盛、炭酸ガスレーザ、耐摩耗性、表面改質

概要

材料表面に耐摩耗性や耐食性などの機能を持つ層を形成し、母材の特性を向上させる表面改質には様々な手法があります。その中でレーザを用いた手法は他の手法と比べ、大気中において比較的厚い改質層を高速に形成することが可能であり、また必要な領域のみ形成できるという特徴があります。しかし、均一な厚さの改質層を幅広い範囲にわたって得ることは困難です。そこで本研究ではレーザ光を照射する際にビームスキャニング法を用い、同時に粉末供給装置により粉末を供給して、レーザクラディング（肉盛加工）を行い、比較的均一な厚さの肉盛層を10mm程度の幅で形成しました。

粉末には耐摩耗性に優れた材料であるCo基合金（ステライト）、母材にはステンレス鋼SUS304を用いました。また、加工条件による肉盛層の特性の変化と耐摩耗性について検討を行いました。

微鏡(SEM)による観察、エネルギー分散型X線解析装置(EDX)による元素分析、ピッカース硬さ測定を行いました。さらに往復摺動摩耗試験により耐摩耗性について調べました。

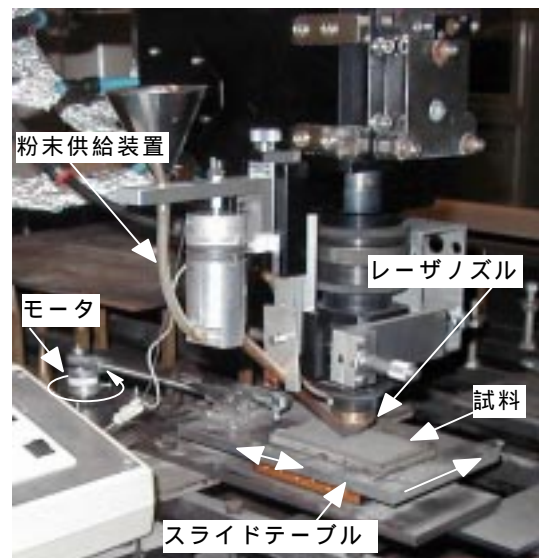


図1 レーザ表面改質用実験装置

実験方法

加工実験には最大定格出力5kWの炭酸ガスレーザを用いました。また、試料をレーザビームの焦点位置で往復運動させながらビームを照射するビームスキャニング法を行いました。図1に実験装置を示します。粉末にはステライト（粒径63～150μm）を用い、超音波モータ式フィーダによってレーザ照射部に粉末を一定の割合で供給しました。

得られた肉盛層の評価には表面外観および横断面のマクロ観察を行いました。また、走査型電子顕

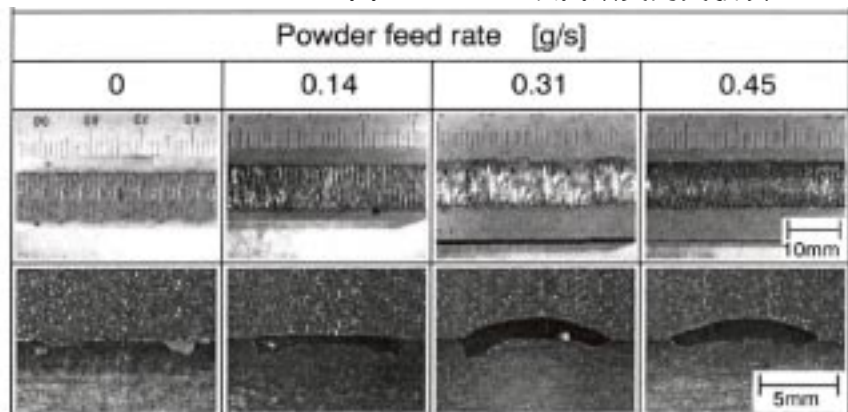


図2 処理層の表面外観および横断面写真

レーザパワー： $W_b=2\text{KW}$ ，加工速度： $V_b=5\text{mm/s}$
スキャニング周波数： $f_x=5\text{Hz}$

表1 EDXによる元素分析結果 (wt%)

	Fe	Ni	Co	Mn	Si	W	Cr
ステライト粉末	0.31	1.26	60.57	0.91	1.84	6.10	28.79
肉盛層表面近傍	10.35	3.19	49.34	0.42	2.07	6.16	27.34
肉盛層中央部	11.61	3.36	48.26	0.49	1.91	6.37	26.69
境界近傍	14.49	3.55	46.26	0.43	1.83	5.65	26.65
母材(SUS304)	Bal.	8.30	-	0.93	0.34	-	18.90

結果と考察

レーザパワー $W_b=2kW$, 加工速度 $V_b=5mm/s$, スキャニング周波数 $f_x=5Hz$ を一定にし, 粉末供給量を変えて得られた処理層の表面外観および横断面を図2に示します。上段の写真は処理層の表面外観, 下段は横断面です。粉末供給を行わない場合, ビームは母材の表面で反射され, 照射部中央はほとんど溶融していません。粉末供給量を増加させると, 粉末によりビームの吸収率が上昇するので粉末が溶融し, 母材表面に肉盛層が形成されています。肉盛層の硬さは300~500HV程度で, 母材の200HVと比べて硬くなっていました。また, 処理層断面において母材溶融の割合が減少するにつれて硬さが上昇する傾向が見られました。

良好な倦状の処理層が得られた試料(粉末供給量 $0.45g/s$) についてSEMで観察するとともにEDXを用いて元素の分析を行いました。分析結果を表1に示します。ステライト粉末の成分割合に対し, 肉盛層ではFe, Niの量が増加しており, 逆にCoの割合が減少しています。これは溶融した母材により, ステライトの成分が希釈されたためと思われる。また, 母材と肉盛層の境界近傍の観察および分析を行った結果を図3に示します。境界部において母材のみが溶融したと思われる層Aが存在しています。

得られた肉盛層の耐摩耗性を評価するために摩耗試験を行いました。試験は, SUJ2の鋼球を荷重 $1.96N$ で試料に押しつけ, 周期 $2Hz$ で60分間往復運動させました。図4に摩耗痕の断面形状を示します。肉盛層の耐摩耗性が母材と比べ大幅に向上しています。

まとめ

レーザを用いてステンレス鋼表面にCo基合金を肉盛した結果, 母材上で広い幅にわたり比較的均一な厚さの肉盛層を得ることができました。得られた肉盛層は母材に比べ, 硬く, 耐摩耗性に優れていました。

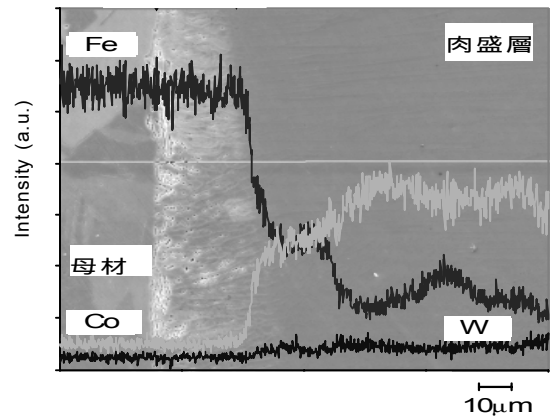


図3 EDXによる境界部分の分析結果

$W_b=2KW$, $V_b=5mm/s$, $f_x=5Hz$
 $\bullet \rightarrow \leftarrow \hat{e}$ $0.45g/s$

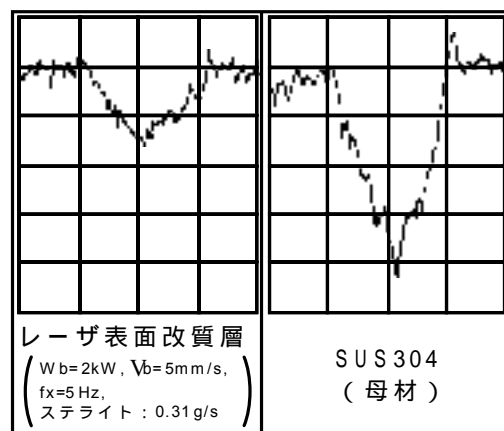


図4 摩耗痕の断面形状