1.緒 言

粒子分散型金属基複合材料は耐摩耗性に優 れ構造用部材に多く用いられているが,高硬 度で成形性に劣るためその多くは鋳造によっ ているのが現状である.機械部品に対する耐 摩耗性の要求は他の部品と接触摺動する部分 にのみ満たされればよく,部材全体に耐摩耗 性が要求されることは少ない.耐摩耗性の対 策にはメッキ等の表面処理やCVD等の表面改 質法によるものが多い.これらは素材表面に 数μm~数 100μm 程度の薄膜を形成するも ので,用途によってはその厚さは十分とは言 い難い.

一方,厚膜による表面改質法として摩擦肉 盛が知られており,著者らは先に金属基複合 材料をアルミニウム合金上に摩擦肉盛するこ とにより,耐摩耗性の高い厚膜を形成できる ことを報告した^{1),2)}.しかし,金属基複合材料 は現状では入手が困難である.そこで,摩擦肉 盛過程で高硬度粒子を厚膜層内に複合化する ことを提案し,アルミニウム合金丸棒の中央 に穴加工し,セラミックス粒子を充填したも



Fig.1 Shapes and dimensions of rod.

日大生産工(院) 〇仲間 大 日大生産工 加藤 数良

のを肉盛金属として摩擦肉盛することにより 肉盛層内にセラミックス粒子の分散が可能な ことを報告した³⁾.しかしながらこの方法に よっても肉盛層内のアルミナ粒子の分布状態 が不均一であり,実用化には粒子を均一に分 散させる必要がある.

本研究ではロッド内のアルミナ粒子の充填 状態を変化させ摩擦肉盛を行い,その分散状態 および得られた複合層の耐摩耗性について検 討した.

2. 試供材および実験方法

供試材は,基材には 6061-T6 アルミニウム 合金板(σ_B =317MPa, δ =11.5%, 100HK0.1)を 板厚5mm,幅50mm,長さ100mmに機械加工した ものを用いた.肉盛金属は 6061-T6 アルミニ ウム合金丸棒(ϕ 20 mm, σ_B =317MPa, δ =11.5%, 100HK0.1)を長さ100 mmに機械加工 し,アルミナ粒子を充填するためにFig.1に示 した3種類の位置に深さ40mmの穴加工を行っ

Table 1 Friction surfacing conditions.

	Rotational speed		Ν	(s ⁻¹)	33.3
	Friction pressure		Р	(MPa)	25
	Traverse speed		f	(mm/s)	18
	Preheating time		t	(s)	30
_	Table 2 Wear test conditions.				
)_	Final pressure	P ₀	(kg)	3.2	
	Friction speed	V	(m/s)	0.51,0.94,1.97,3.62	
	Friction distance	L ₀	(m)	200	

Wear Characteristics of Metal Matrix Composite by Friction Surfacing

Dai NAKAMA and Kazuyoshi KATOH

た(以後,それぞれ図中の記号で示す).摩擦肉 盛はアルミナ粒子(純度 99.8%以上,平均粒径 12.3µm)を充填したロッドを用い,Table 1に 示す条件で数値制御全自動摩擦圧接機を用い て行った.得られた肉盛材の外観観察,巨視的 および微視的組織の観察によるアルミナ粒子 の分布状態の検討,硬さ試験および摩耗試験 を行った.摩耗試験は,表面の状態を均一にす るために,肉盛層表面をフライス加工後,600 番の耐水ペーパーで研磨したものを試験片と し,大越式摩耗試験機によりTable 2に示す条 件によった.摩耗試験の相手材には¢30mm,幅 3mmの球状黒鉛鋳鉄製円盤を用いた.

3.実験結果および考察

Fig.2に肉盛材の外観を示す. 全条件で肉盛 中にアルミナ粒子が飛散し, 一部が基材上に 付着した状態であった. 外観には丸棒やパイ プを用いた摩擦肉盛と同様に円弧状の模様が 観察され²⁰, 肉盛層は肉盛材の回転方向と肉盛 金属の送り方向が一致する側 (Advancing Side:AS, 逆側を Retreating Side:RS と称す る)に偏った.

肉盛層の横断面巨視的組織を Fig.3 に縦断 面巨視的組織を Fig.4 に示す.写真の白い部分 が複合化された部分である. 横断面では, 全条 件で肉盛材は肉盛層の中央部を除きほぼ均一 に分散した.また,肉盛材の穴数が多いほど複 合部の面積は拡大した.

縦断面では,各条件とも表層部と接合界面近 傍にアルミナ粒子が分散された状態であった.

Progress direction





Fig.3 Macrostructures of cross section of deposit.



Fig.4 Macrostructures of longitudinal section of deposit.





Fig.5 に肉盛層横断面の面積,複合部の面積 および横断面全体に占める複合部の割合を測 定した結果を示す.肉盛層の断面積は肉盛材 の穴数の増加に伴い減少した.複合部の面積 は肉盛材の穴数の増加により拡大するが,そ の差はわずかであった.このことより,肉盛層 の断面積に占める複合部の割合は肉盛材の穴 数の増加により大きくなった.

Fig.6 に肉盛層各部の微視的組織を示す.全 条件で肉盛層内に分散したアルミナ粒子は微 細となった.アルミナ粒子の分散状態は全肉盛 層の中心部を除く広範囲に比較的均一に分散 した.肉盛材の穴数の増加に伴い複合部内の アルミナ粒子の分布密度は増大し,粒子径も 小さくなる傾向にあった.

Fig.7 に, Fig.6 で示した微視的組織からア ルミナ粒子の面積率を測定した結果を示す. 全条件で肉盛層中心部のアルミナ粒子の面積 率は1%程度と低い値を示した.その他の部分 はアルミナ粒子の面積率は, 穴数の増加に伴 い上昇し, 4H では約 20%であった.

肉盛材横断面の硬さ分布を Fig.8 に示 す.Fig.8(a)に示すように,各条件とも基材部 では接合界面より約 2mm まで若干軟化した. 肉盛層は全条件とも表面部で高い硬さを示し た.また,1H,2H では接合界面付近においても 高い値を示し,組織観察でアルミナ粒子が多



Fig.6 Microstructures of deposit.



Fig.7 Area of composite zone in microstructures.

く観察された位置と対応している.

基材表面より 0.5mm の位置の硬さ分布 Fig. 8(b)は全条件で肉盛時の熱影響による軟化域 が観察され,軟化域の幅は1H,2H では肉盛層の 幅と同等であったが,4H の軟化域の幅は狭く



Fig.8 Hardness distributions of deposits.

なった.このことは,アルミナ粒子を充填する ための穴がロッドの中心から等距離にあるた め,穴数が多い 4H では,肉盛時の熱の影響が 他の条件に比べ小さかったためと考える.

摩耗試験の結果を Fig.9 に示す. 基材およ び 6061 合金を摩擦肉盛した肉盛材は全条件 で明瞭な差異は認められなかった. アルミナ 粒子を分散させた肉盛材はいずれも基材に比 較し耐摩耗性の向上が認められた.

アルミナ粒子を分散させた肉盛材では,1H と2Hは明瞭な差は認められなかった.分散し たアルミナ粒子が最大であった4Hは,1H,2H に比較して耐摩耗性は向上し,比摩耗量は,例 えば摩耗速度が最大の3.62m/sでは基材の 67%の値となった.また,アルミナ粒子分散複 合材料を肉盛金属として用いた肉盛材²⁰に比 較し耐摩耗性は低くなった.このことは肉盛 層内のアルミナ粒子の分散状態によるものと 考える.

Fig.10 に摩耗試験後の摩耗痕を示す.図の 摩耗痕は試験後に洗浄および,ばりの除去を 行っているが,摩耗試験終了後は摩耗痕の円 板の回転方向側に微細な摩耗粉が観察され た.複合材の摩耗痕には粒子が脱落した痕跡 が観察され,摩耗速度が高い条件で顕著であ った.





参考文献

- 仲間,時末,加藤;第56回塑性加工連合 講演会講演論文集,(2005),621.
- 2) 時末,加藤:高温学会誌,32-3(2006),172.
- 加藤,時末,仲間:日本大学生産工学部研 究報告A,40-2(2007),1.