

摩擦肉盛におけるアルミナ粒子の充填条件がその分散特性に及ぼす影響

日大生産工（院） ○仲間 大
日大生産工 加藤 数良

1. 緒 言

高硬度粒子分散型の金属基複合材料は特に耐摩耗性に優れているが、その要求の多くは、他の部品と接触する部分にのみ限定して耐摩耗性が実現できればよく、本来であれば加工が困難で高価な複合材料の使用を避けたいことも多い。このためには部分表面改質に関する検討が必要である。

部分表面改質法はいくつかあるが、中でも摩擦肉盛は希釈が少なく異種金属の肉盛が可能であるなど利点も多い¹⁾。しかし、摩擦肉盛による表面改質に関する研究は少なく²⁾、摩擦肉盛と同時に高硬度粒子の複合化を試みた例はほとんどない。著者らは先にアルミニウム合金丸棒に穴加工しアルミナ粒子を充填させて摩擦肉盛を行うことで、肉盛層内にアルミナ粒子が分散した複合層を得られ、その中で、肉盛層の形状や複合層内のアルミナ粒子の分散特性は、粒子を充填させる肉盛金属中の穴位置や穴径の影響が大きいことを明らかにした^{3), 4)}。

本研究では、これまでの実験結果をもとに、高硬度粒子を複合化した領域をより広範囲に安定して得ることを目的とし、肉盛金属内のアルミナ粒子の充填状態を変化させて摩擦肉盛を行い、その分散状態および得られた肉盛材の機械的性質について検討した。

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 ($\sigma_B=317\text{MPa}$, $\delta=11.5\%$, 100HK0.1) を

板厚 5 mm, 幅 50 mm, 長さ 100 mm に機械加工したものをを用いた。肉盛金属は 6061-T6 アルミニウム合金丸棒 ($\phi 20\text{ mm}$, $\sigma_B=317\text{MPa}$, $\delta=11.5\%$, 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深さ 35 mm の穴を Fig.1 に示す位置に $\phi 5$ および $\phi 7\text{ mm}$ の穴を組合せて加工した (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 $12.3\text{ }\mu\text{m}$) を肉盛金属の各穴に充填したものをを用い、Table 1 に示す条件で数値制御全自動摩擦圧接機により行った。摩擦肉盛は基材の移動量が 90 mm, または、肉盛金属の長さが 30 mm 短くなった時点で肉盛が終了するように設定した。得られた肉盛材の外観観察、巨視的および微視的組織観察、アルミナ粒子の分布状態の検討、硬さ試験、肉盛方向の引張試験および摩耗試験を行った。摩

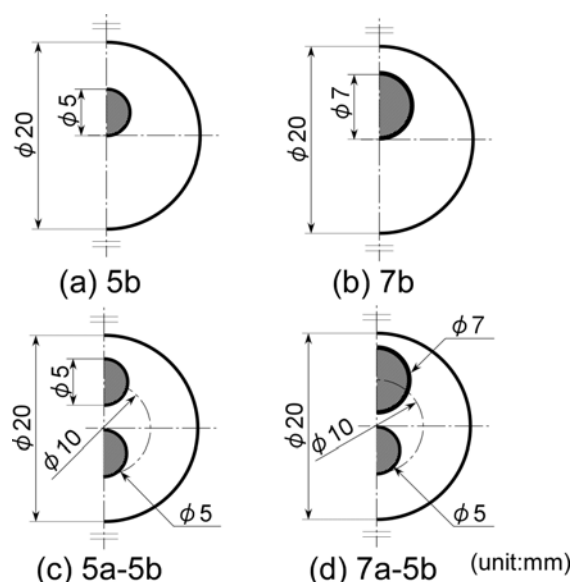


Fig.1 Shapes and dimensions of rod.

Effect of Filling Conditions of Alumina Particle on the Dispersibility by Friction Surfacing

Table 1 Friction surfacing conditions.

Rotational speed	N	(s ⁻¹)	33.3
Friction pressure	P	(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

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φ30mm、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。全条件で肉盛層周辺には肉盛中に飛散したアルミナ粒子の基材への付着が観察された。肉盛層は5052/2017 アルミニウム合金肉盛材と同様に AS 側に偏る傾向にあり¹⁾、その傾向は7bで顕著であった。

肉盛層形状は、全条件とも肉盛層長さは110mmを超えていることから肉盛条件として設定した送り量の上限である90mmに達したことが明らかである。肉盛層幅は、粒子の充填量を肉盛金属の外周部に多くすると広くなり、厚さは全充填量を多くした条件が広がった。

Fig.3 に重量法により求めた肉盛効率を示す。同一条件の6061/6061肉盛材の肉盛効率約60%であり、複合化することにより肉盛効率は若干低くなるが、いずれも50%以上の値

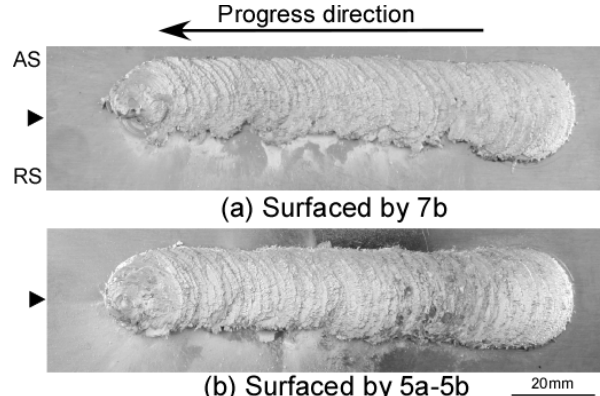


Fig.2 Appearances of deposit

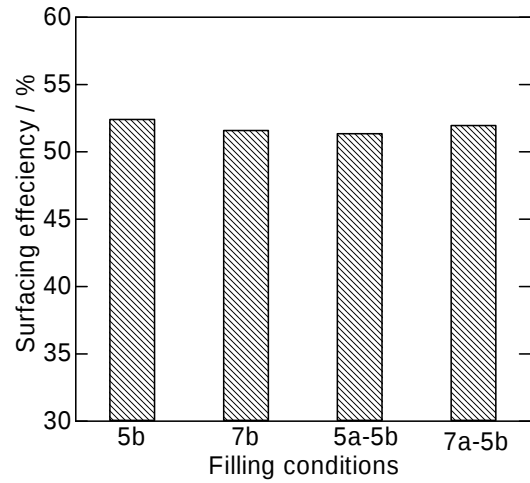


Fig.3 Relation between filling conditions and surfacing efficiency

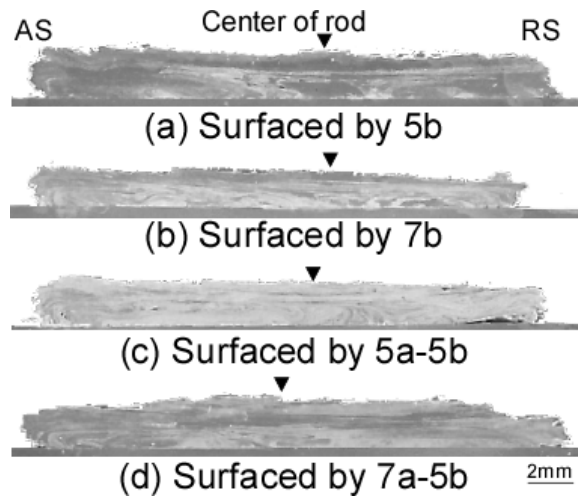


Fig.4 Macrostructures of cross section of deposit.

が得られ、同量の粒子を肉盛金属中心に充填した肉盛材に比べ高い肉盛効率を示した³⁾。

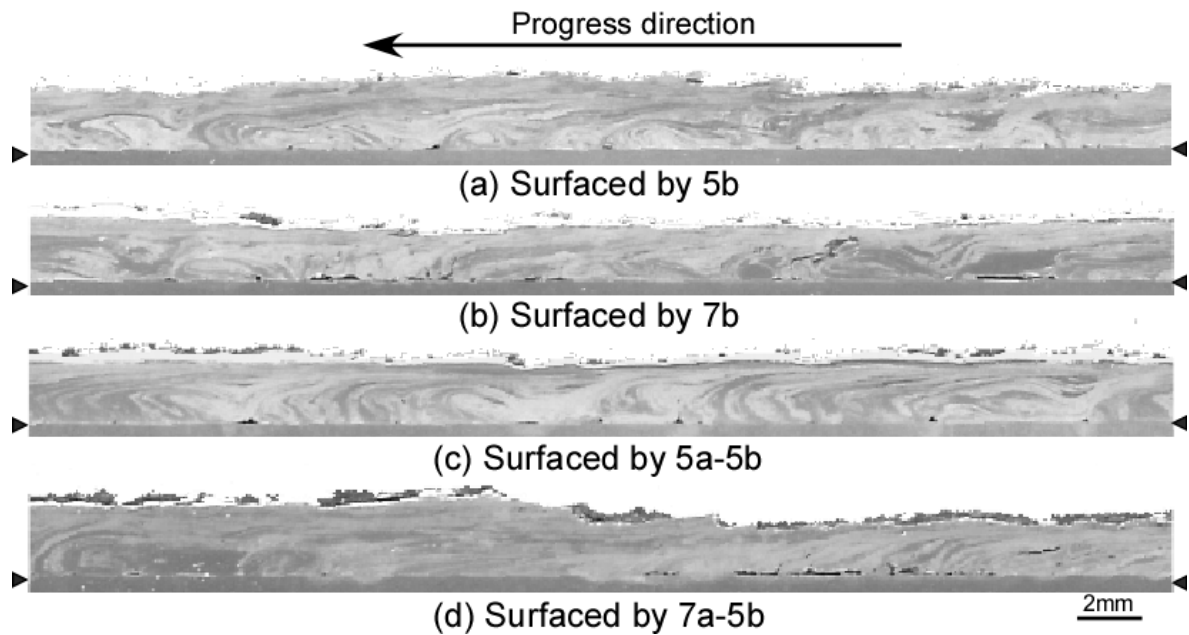


Fig.5 Macrostructures of longitudinal section of deposit.

肉盛材の肉盛方向および直角方向断面の巨視的組織を Fig.4, Fig.5 に示す. いずれも, 白く変色した部分がアルミナ粒子を多く含む部分である. 横断面 (Fig. 4) では, 5b の肉盛層表層部と端部で粒子の分散が十分でない部分が観察されたが, その他の条件では広い範囲で複合化された. 縦断面 (Fig. 5) では全条件とも, 肉盛層の厚さは充填位置を肉盛

金属中心とした肉盛材に比較して厚さの変化は少なかった.²⁾ また, 肉盛材中間部にのみ $\phi 5$ の穴加工し, 粒子を充填した肉盛材では, 肉盛層表面部と基材との界面近傍にのみ複合領域が観察されたが³⁾, 本実験では, 肉盛層中央部および肉盛層表面から界面へ押し込まれた状態の複合領域が連続して観察された.

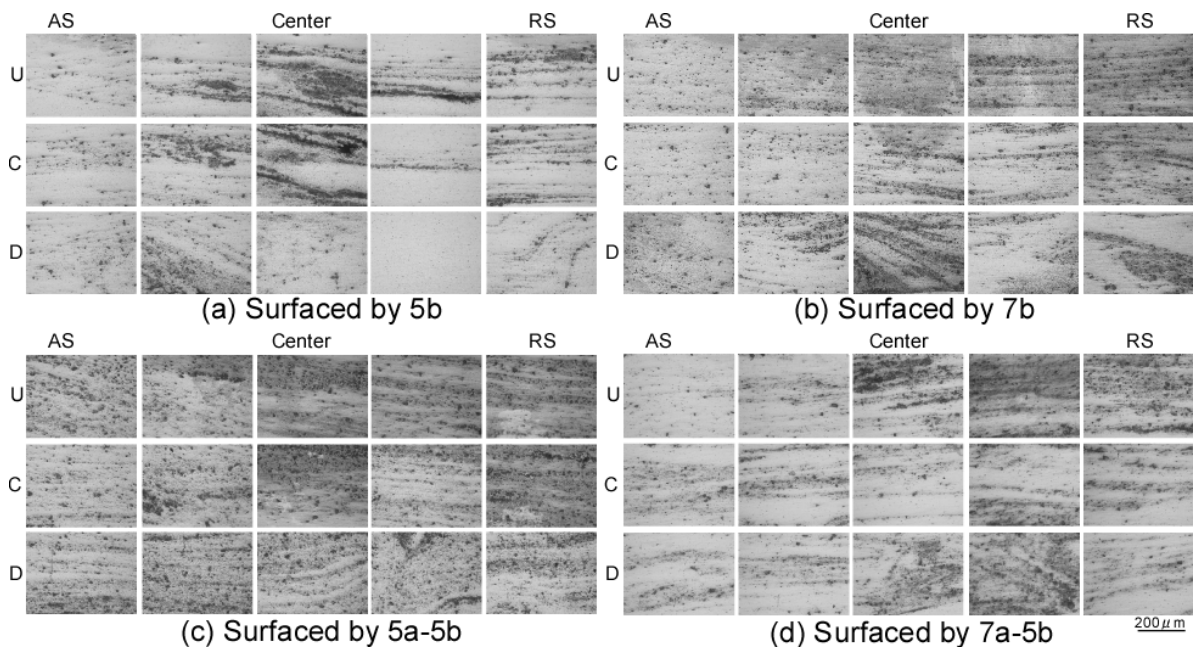


Fig.6 Microstructures of deposit.

肉盛層各部の微視的組織を Fig.6 に示す。5b は、アルミナ粒子がほとんど観察されない部分があり、複合領域に偏りが認められた。7b および 7a-5b は、AS 側上部ではアルミナ粒子が少なかったが、その他の観察位置ではアルミナ粒子は多くなった。5a-5b は、高さ方向、幅方向といった観察位置に関係なく多くのアルミナ粒子が均一に分散していた。

いずれの条件でも、分散したアルミナ粒子は肉盛前の状態に比較して微細化した粒子が多く観察された。このことは、肉盛時に破碎されたためと考えられる。また、アルミナ粒子は 5b が最も高かった子が多く観察されたが、一部欠陥もあった。これは、5b の中心部ではアルミナ粒子の分布密度が高くなったが母材となるアルミニウム合金との混合が十分でなく、組織観察資料作成時に脱落したためと考える

肉盛材横断面の硬さ分布を Fig.7 に示す。基材、肉盛層とも界面部で最も低い値を示し、基材の軟化域は界面から約 2mm の位置まで認められた。肉盛層は、各条件とも部分的に高い値を示し、充填量を多くした条件ほど値は高くなる傾向にあり、7a-5b の表層部では 6061 アルミニウム合金の 1.5 倍の硬さが得られた。最軟化部の硬さは 6061/6061 肉盛材に比較して高い値を示した⁴⁾。

摩耗試験結果を Fig.8 に示す。アルミナ粒子を分散させた肉盛材は、比較のために用いた 6061 アルミニウム合金や 6061/6061 肉盛材に比べ比摩耗量は小さい値を示し、耐摩耗性は向上している。また、各条件とも摩耗速度の増加に伴い比摩耗量も増大する傾向にあり、複合量の多い条件ほど比摩耗量の値は低く、摩耗速度 3.62m/s では、7a-5b は 6061 アルミニウム合金板の約 15%と著しく耐摩耗性は向上した。

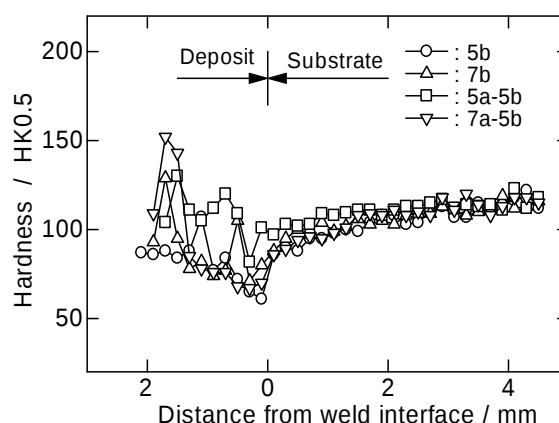


Fig.7 Hardness distributions of deposit.

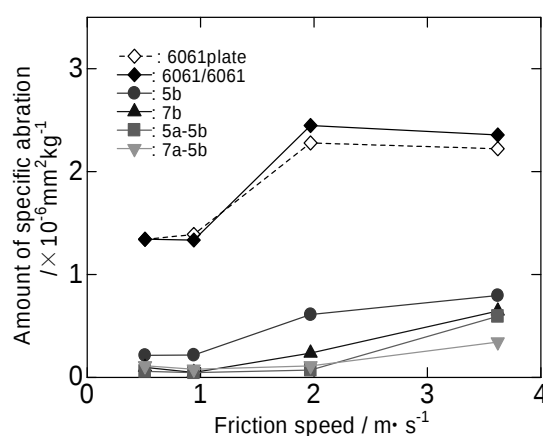


Fig.8 Relation between friction speed and amount of specific abrasion.

参考文献

- 1) 時末 光, 加藤数良, 朝比奈敏勝, 牛山俊男; 5052/2017 アルミニウム合金異種摩擦肉盛材の機械的性質, 軽金属, 54, (2004), 373~379.
- 2) 篠田 剛, 李 錦旗; 摩擦肉盛法による 5083 アルミニウム合金の表面改質, 軽金属, 49, (1999), 499~503.
- 3) 仲間 大, 加藤数良, 時末 光; 6061 アルミニウム合金を用いた摩擦肉盛によるアルミナ粒子の複合化, 軽金属, 58, (2008), 299~304.
- 4) 仲間 大, 加藤数良, 時末 光; 摩擦肉盛法を応用したアルミナ粒子分散金属基複合材料の作製, 第 56 回塑性加工連合講演会講演論文集, (2005), 627~628.