

アルミニウム合金の摩擦肉盛に関する研究

時 末 光(機械工学科)

1. 緒 言

摩擦熱を有効に利用する摩擦肉盛は表面改質の一手法として期待されている。著者は、前報^{1), 2)}において5052アルミニウム合金を基材に用い、これに同種材および異種材を肉盛して得られた摩擦肉盛材の組織および機械的性質を検討し、その特性を明らかにするとともに、摩擦肉盛が表面改質に有効な手法であることを示した。加えて、異種材を肉盛金属に用いた肉盛材は、圧延によって表裏の材質が異なる積層板の作製に適用が可能なことを示唆した。

本研究では、これまでの著者の実験データを基に作製した摩擦肉盛材を圧延して得られた積層板の機械的性質を検討した。併せて、摩擦肉盛を適用した高機能積層板の作製の可能性を追求することを目的に、必要とする複数の肉盛層を得る手法としての多層摩擦肉盛を行い、得られた肉盛材の組織および機械的性質を検討した。

2. 供試材および実験方法

2.1 供試材

供試材には、基材に5052-H34アルミニウム合金板材(以下、5052合金と称す)を、肉盛金属に2017アルミニウム合金丸棒(以下、2017合金と称す)を用いた。また、多層肉盛における肉盛金属には2017合金丸棒を用いた。これと比較するための肉盛材とし、基材と同一の5052合金丸棒を肉盛金属に用いた。

2.2 実験方法

2.2.1 積層板の作製

摩擦肉盛には、前報^{1), 2)}で使用した数値制御全自動摩擦圧接機を使用した。また、肉盛条件は前報²⁾と同一とした。

圧延による積層板の作製は、肉盛材の肉盛層の表面状態が異なる肉盛開始部と終端部の切除、および肉盛条件によって肉盛層の厚さが若干異なることから、肉盛層表面の切削加工によって肉盛層の厚さを0.7mmに調整して圧延に

供した。圧延は前報²⁾と同一の圧延機を用い、熱間圧延(623K, 圧延速度 $86.7\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$)によって肉盛層の幅方向に圧延した。圧延後、肉盛金属に用いた2017合金のT4処理に相当する熱処理(733K×15min.→14days×RT)を施した後、硬さ試験および引張試験を行った。

2.2.2 多層肉盛

多層肉盛には、数値制御全自動摩擦圧接機を使用し、前報^{1), 2)}の実験結果を参考に選定したTable 1に示す肉盛条件によって行った。

前報^{1), 2)}の実験結果より、肉盛金属は回転方向と肉盛方向が逆になる側(Retreating side: RSと称す、これに対して反対側をAdvancing side: ASと称す)に偏る傾向が認められたこと、および肉盛条件を一元化するために、第1層を肉盛後一旦室温まで冷却して第2層を肉盛した。第2層は肉盛中心をRSおよびAS側にそれぞれ1, 5, 10, 15mm変化して肉盛を行った。得られた肉盛材の外観および横断面の組織観察、肉盛効率(肉盛前後の肉盛金属の重量比)の測定を行った。

Table 1 Friction surfacing conditions.

Coating materials	5052	2017
Rotational speed N (s^{-1})	41.6	20
Friction pressure P (MPa)	30	30
Traverse speed f (mm/s)	13	9

3. 実験結果および考察

3.1 摩擦肉盛と圧延によった積層板の機械的性質

圧延後の積層板の外観と巨視的および微視的組織に関しては前報²⁾で報告した。その結果、欠陥などが認められない健全な積層板が得られることが明らかになった。本報では、前報²⁾と同一の手法によって得られた積層板の機械的性質を検討した。

3.1.1 硬さ試験

圧延後の積層板の肉盛層側の表面の硬さを圧延のままおよび圧延後溶体化処理した試験

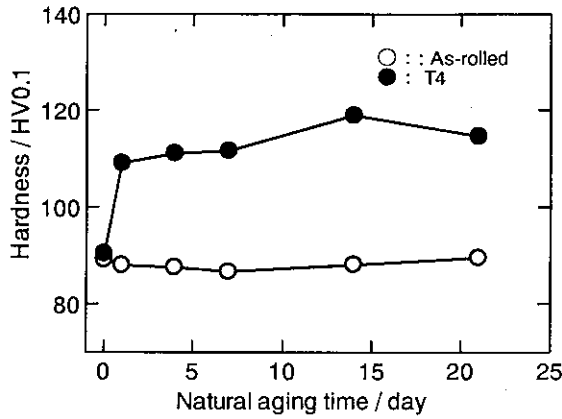


Fig.1 Results of hardness test on surface of laminate sheets.
 $P=30 \text{ MPa}$, $N=20.0 \text{ s}^{-1}$, $f=9 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$

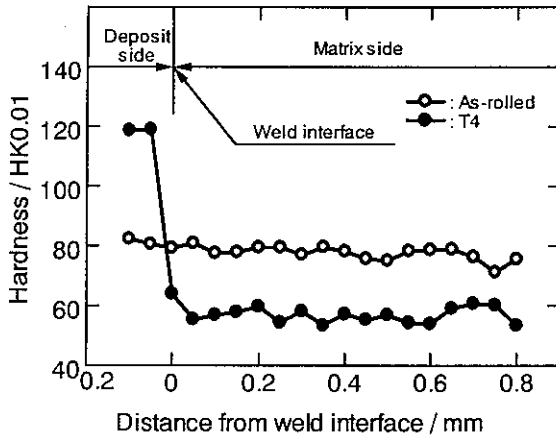
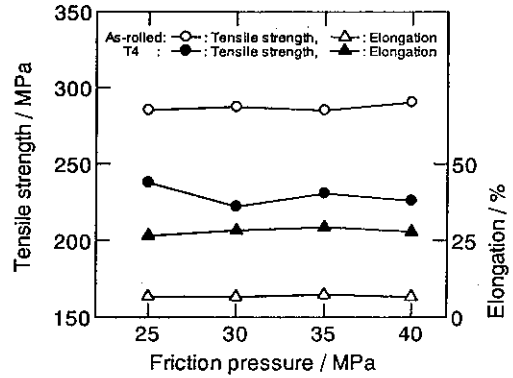


Fig.2 Hardness distributions of cross section of laminate sheets.
 $P=30 \text{ MPa}$, $N=20.0 \text{ s}^{-1}$, $f=9 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$

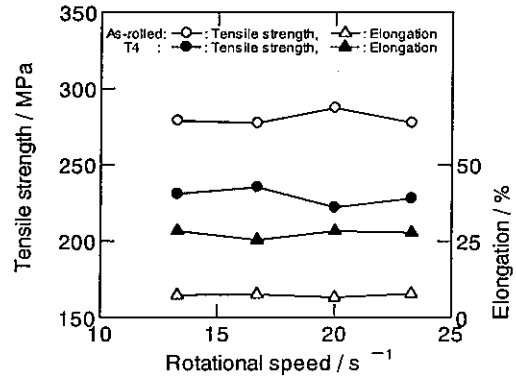
片の室温における自然時効による硬さ変化を Fig.1 に示す。圧延のままでは、肉盛層表面の硬さ変化は僅かであり、硬さの回復は明瞭には認められなかった。

圧延後、溶体化処理した積層板は、処理直後と圧延のままのものに硬さの明瞭な差違は認められなかったが、肉盛金属である2017合金は熱処理型合金であるために、溶体化処理後の時間経過とともに硬さの回復が認められた。肉盛層側の硬さは溶体化処理後14日経過後、T4処理材である肉盛金属の母材と同等の値まで回復した。

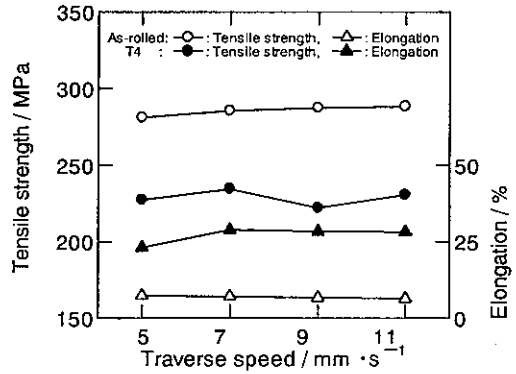
圧延のままおよび圧延後T4処理を行った積層板の横断面の硬さ分布を Fig.2 に示す。圧延のままの積層板は、肉盛層側および基材側ともに硬さに明瞭な差違は認められなかつ



(a) $N=20.0 \text{ s}^{-1}$, $f=9 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$



(b) $P=30 \text{ MPa}$, $f=9 \text{ mm}\cdot\text{s}^{-1}$



(c) $P=30 \text{ MPa}$, $N=20.0 \text{ s}^{-1}$

Fig.3 Results of tensile test of laminate sheets.

た。圧延後、溶体化処理した積層板では、肉盛層の硬さは、肉盛金属の母材値と同等の値を示したが、基材の5052合金側は母材値に比較して軟化した。このことは、5052合金が溶体化処理によって軟化したためと考える。

3.1.2 引張試験

積層板の引張試験結果を Fig.3 に示す。引張試験は前報²⁾と同様に圧延方向に平行に試験片を採取して行い、圧延のままのものと圧延後熱処理を施した試験片について行った。

積層板の引張強さおよび伸びには、圧延の

前段階である肉盛条件の影響は小さく、肉盛条件に関係なくほぼ一定値を示した。引張強さは全ての条件で基材の5052合金の母材値より高い値を示したが、伸びはいずれも5052合金の母材値に比べて低下した。

圧延後熱処理した積層板は、圧延のままの積層板に比較して引張強さは低下するが、伸びは基材に用いた5052合金より高い値を示した。このことは、熱処理により2017合金側の引張強さは向上するが、5052合金側は溶体化処理によって基材より軟化するために引張強さが低下し、伸びが向上したものと考える。

引張試験後の試験片の外観をFig.4に示す。熱処理をした試験片は、圧延のままの試験片に比較して肉盛層、基材側ともに引き延ばされた状態であった。また、圧延後熱処理した一部の試験片に肉盛層側へ僅かではあるが反

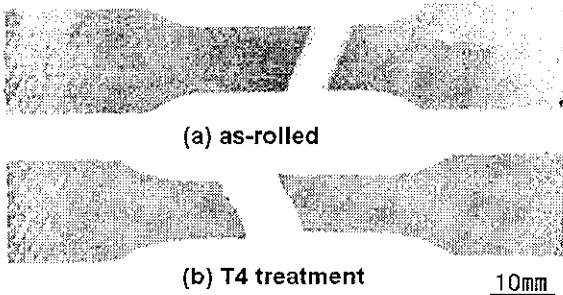


Fig.4 Appearances of tensile fractured specimen.

りの現象が認められた。

3.2 多層肉盛

3.2.1 巨視的組織

多層肉盛した肉盛材横断面の巨視的組織の一例として、肉盛金属に2017合金を用いた2層肉盛材をFig.5に示す。1層のみの肉盛材に観察された肉盛層両端の不完全接合部は、第2層の肉盛時に位相を与えた側は、第2層により完全に基材と接合された状態となった。この現象は位相の大小に関係なく認められた。しかし、第2層にも1層のみの場合と同様に僅かではあるが肉盛層の両端に完全に接合されていない部分が観察された。第2層の不完全接合部は位相をASとした場合に明瞭に観察された。また、第1層と第2層では、位相方向に関係なく第2層が厚くなる傾向を示した。基材と同種の5052合金を肉盛金属とした場合は、2017合金を肉盛金属とした肉盛材と類似の傾向を呈したが、2017合金を用いた肉盛材に比較し、第2層が僅かではあるが凸型となる傾向にあった。

第2層の肉盛も第1層と同様に肉盛層の厚さは場所によって若干異なった。よって、Fig.6に示す場所における肉盛層の厚さを測定した。その結果をFig.7に示す。図には比較のために第1層の回転中心における厚さの測定結果を併記した。

5052合金を肉盛金属とした肉盛材では、位相をASとした場合の肉盛層の厚さは位相の大小

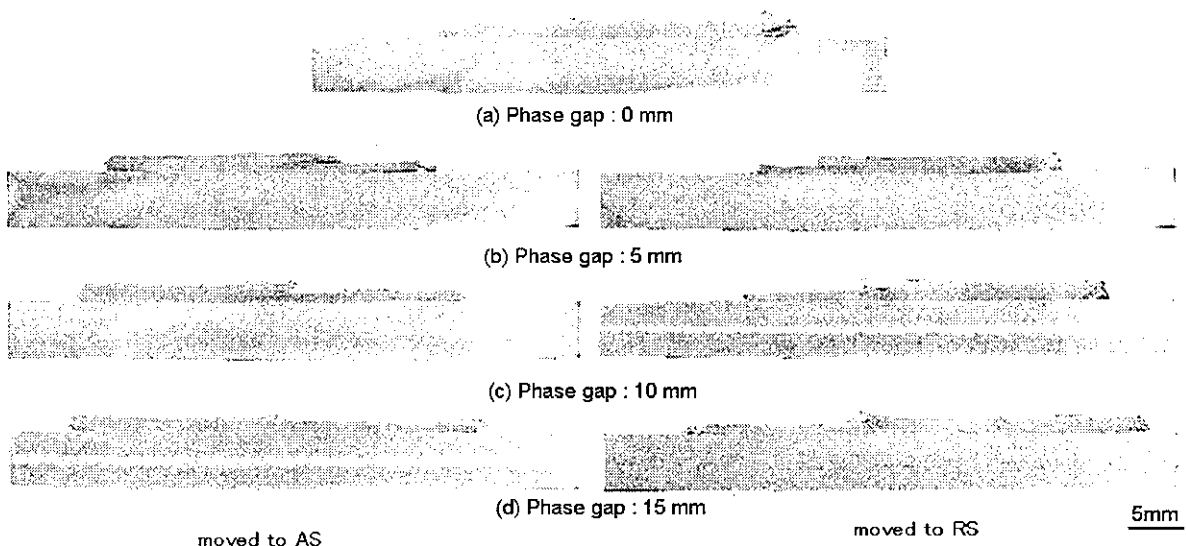


Fig.5 Macrostructures of double-built deposits with 2017 alloy.

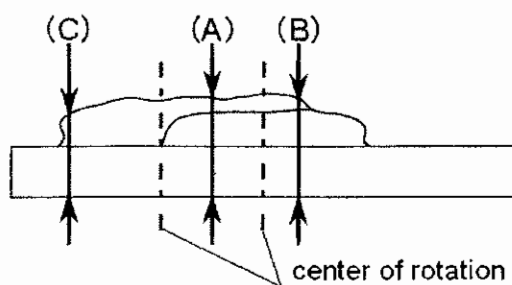


Fig.6 Measuring position of thickness of 2nd deposit.

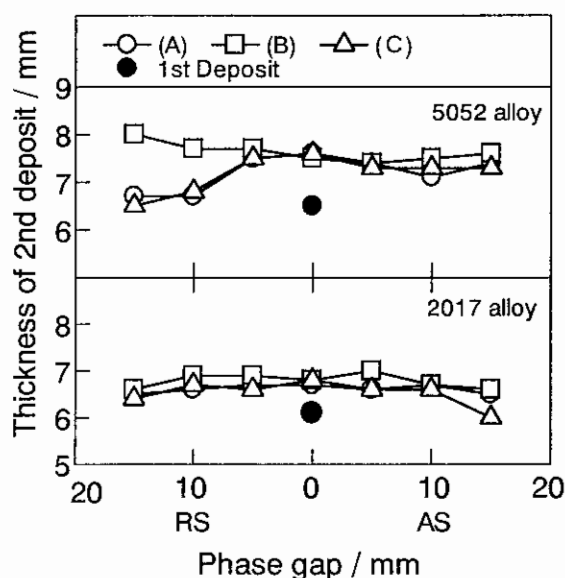


Fig.7 Relation between phase gap and thickness of 2nd deposit.

に関係なくほぼ一定値を示し、第1層と比較して厚くなった。位相をRSとした場合の位相5mmでは、いずれの場所も位相をASとした場合と同程度の厚さであった。これに比較して、位相をRSとした10mmおよび15mmでは、第2層のAS端部は位相をASとしたものと同程度の厚さであったが、他の部分では第1層と近似の厚さであった。

2017合金を肉盛金属とした場合は、位相の方向およびその大小に関係なく、第2層の厚さはほぼ一定値を示し、場所による差もほとんど認められなかった。また、肉盛層の厚さは肉盛金属の材質に関係なく、第2層はいずれの場所も第1層より厚くなった。

多層肉盛した肉盛材の第2層の肉盛効率を重量法によって求めた。その結果をFig.8に示す。図には比較のために1層のみの肉盛材の肉盛効率も併記した。

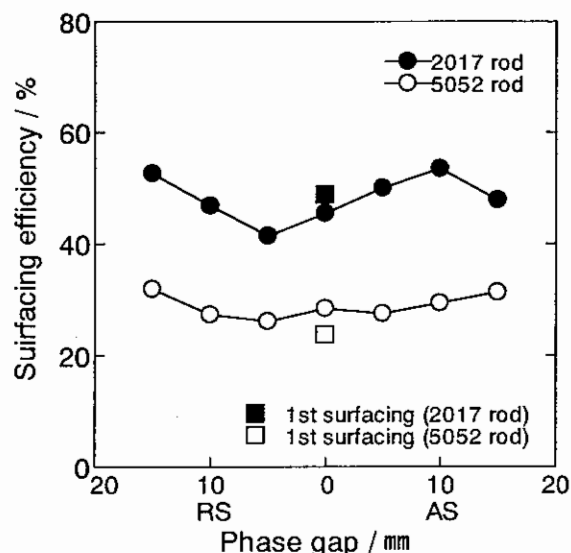


Fig.8 Relation between phase gap and surfacing efficiency.

同種材の肉盛では、位相の方向に関係なく第2層の位相が大きくなるのに伴い肉盛効率は向上する傾向が認められた。

異種材の肉盛では、位相がRSの場合は同種材と同様に位相が大きくなるのに伴い、肉盛効率は向上する傾向を示した。また、位相をASとした場合は、位相10mmまでは肉盛効率は向上するが、位相15mmで肉盛効率が若干低下した。

第2層の肉盛効率は、第1層の肉盛効率に比較して、同種材の肉盛では位相の大小に関係なく、僅かではあるが向上した。しかし、異種材を肉盛した場合は、第1層と同程度の肉盛効率であった。

異種材を肉盛した場合の肉盛効率は、同種材を用いた場合に比較して、第1層および第2層ともに高い値を示した。このことは、肉盛金属の高温強度の相違が主たる原因と考える。すなわち高温強度が高い材料を肉盛金属に用いれば、肉盛時の変形が少なく肉盛効率は向上するものと推定する。

参考文献

- 1) 時末 光, 加藤数良: 日本大学生産工学部ハイテク・リサーチ・センター平成12年度研究報告書, (2000), 1-39.
- 2) 時末 光: 日本大学生産工学部ハイテク・リサーチ・センター平成13年度研究報告書, (2001), 1-39.