

多層摩擦肉盛と圧延によった 異材アルミニウム合金積層板の諸性質

日大生産工(院) 牛山 俊男
日大生産工 時末 光
加藤 数良

1. 緒言

摩擦肉盛は、回転する肉盛金属と基材との界面に発生する摩擦熱によって肉盛金属を基材表面に溶着させて肉盛層を得る方法である。したがって、素材を溶融せず、希釈の少ない高速成膜が可能であり、肉盛層組織の微細化や基材への熱影響を最小にできるという優れた特徴を有している¹⁾。また、肉盛金属に高機能の材料を用いることにより、基材表面を高機能化できる表面改質の方法としても期待できる。

著者らはこれまでに、5052アルミニウム合金板を基材とし、肉盛金属に2017アルミニウム合金を用いた摩擦肉盛について種々検討を加え、基材の高機能化に摩擦肉盛が有効であることを報告した²⁾。また、多層肉盛を行うことで肉盛層幅の拡大が可能であることを報告した³⁾。本研究では、肉盛材の応用拡大の1つとして多層摩擦肉盛材を圧延して積層板を作製し、その組織、機械的性質および成形性を検討した。

2. 供試材および実験方法

供試材は、基材に5052アルミニウム合金板(H34,板厚5mm)を幅50mm,長さ150mmに機械加工したものを、肉盛金属には2017アルミニウム合金丸棒(BE-T4,直径20mm)を長さ100mmに機械加工して用いた。供試材の機械的性質をTable 1に示す。

摩擦肉盛には、数値制御全自動摩擦圧接機を使用し、これまでの実験結果を参考に選定したTable 2に示す肉盛条件によって

行った。摩擦肉盛によって得られる肉盛材は、肉盛金属の回転方向と肉盛方向が逆となる側(Retreating side:RSと称す。これに対し反対側をAdvancing side:ASと称す)に偏る傾向が認められること^{1)~3)}から、第2層は肉盛金属の中心をRSおよびASそれぞれに対し5,10,15mmと位相を与えて肉盛を行った(以後、RSに15mm位相を与えたものをG=RS15と記号によって示す)。また肉盛条件を一定にするため第1層を肉盛後、一旦室温まで冷却した後に第2層を肉盛した。積層板は肉盛層表面の機械加工は行わずに熱間圧延(623K)とし最終板厚1mmまで圧延した。

得られた積層板の外観観察、組織観察、硬さ試験、および面内異方性について検討するために圧延方向に対し0°,45°,90°方向より採取したJIS 13B号試験片による引張試験を行った。

Table 1 Mechanical properties of base metal.

Materials	Tensile strength (MPa)	Elongation (%)	Hardness (HK0.01)
2017 rod	414	26.3	120.7
5052 plate	256	28.0	69.2

Table 2 Friction surfacing conditions.

Rotational speed	N	(s ⁻¹)	20
Friction pressure	P	(MPa)	30
Traverse speed	f	(mm/s)	9
Phase gap	G	(mm)	0, 5, 10, 15

Some Characteristics of Multilayer Laminate Dissimilar Aluminum Alloys
by Friction Surfacing and Hot Rolling

Toshio USHIYAMA, Hiroshi TOKISUE and Kazuyoshi KATOH

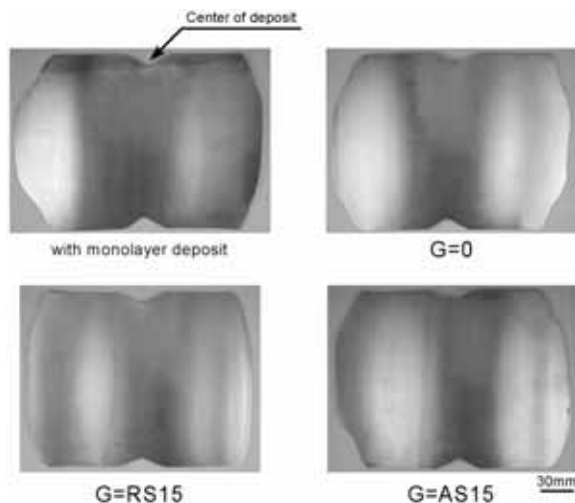


Fig.1 Appearances of rolled sheet.

3. 実験結果および考察

積層板の外観写真を Fig.1 に示す。積層板表面は肉盛層と基材部に明瞭な差異は認められず、肉眼での識別は困難であった。また、肉盛部と基材部の剥離などは観察されず、圧延に伴う割れや裂けきず等の欠陥も認められなかった。

積層板中央部の巨視的組織を Fig.2 に示す。図は示さないが肉盛時に生じた肉盛層両端の不完全接合部は圧延により完全に接合された状態となった。また、肉盛部中央は圧延前の肉盛層厚さの違いにより積層板に占める肉盛部厚さに差が認められ、圧延前後の肉盛層と基材の厚さの比は、ほぼ同等であった。

Fig.3 に肉盛材の基材部と肉盛部に相当する積層板中央部における厚さの測定結果を示す。全板厚に対して肉盛部の占める割合は、圧延前の肉盛材に占める肉盛層の割合と類似した傾向であり、位相を 0 としたものが最も肉盛部が厚くなった。位相を与えたものは肉盛部が板厚に対して占める割合は若干小さくなるが、位相の大小による差はほとんど認められなかった。また、当然のことながら、多層肉盛材を用いたものは単層肉盛材を用いたものに比較して肉盛部は厚くなった。

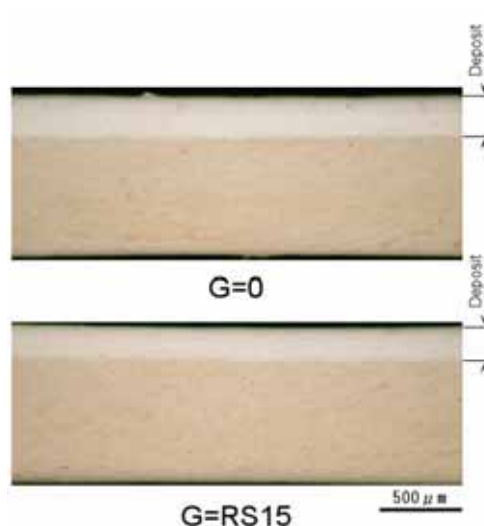


Fig.2 Macrostructures of center on rolled sheet.

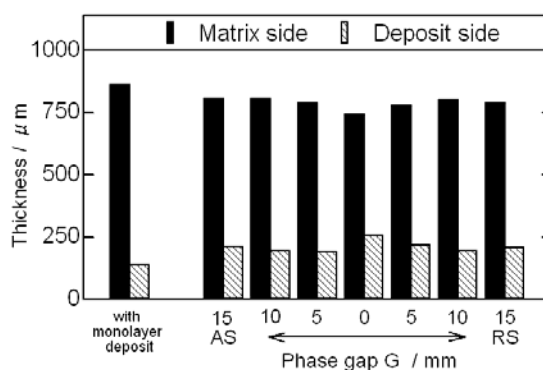


Fig.3 Thickness of deposit and matrix on rolled sheet.

圧延のままの状態および圧延後2017合金のT4処理条件で熱処理した積層板断面の硬さ分布を Fig.4 に示す。圧延のままの積層板では肉盛部の硬さは母材の硬さに比較して著しく低下した。このことは、圧延時の繰返し加熱により焼きなまし状態となるためと考える。熱処理をした積層板の肉盛部の硬さは2017合金の自然時効により回復するが、母材硬度と比較すると若干低い値であった。

積層板表面の硬度向上には2017合金を肉盛り、圧延後の熱処理が必要である。この熱処理工程を省略するために積層板作製時に最終圧延の温度を773Kとし、最終圧延と熱処理を同時に行った積層板(以後773K積層板と称す)の作製を試みた。

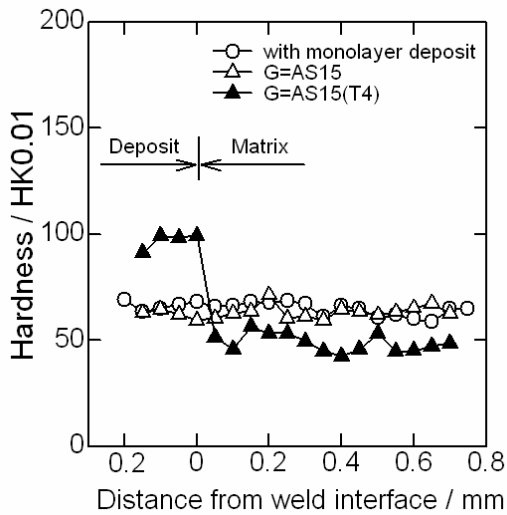


Fig.4 Hardness distributions of rolled sheet.

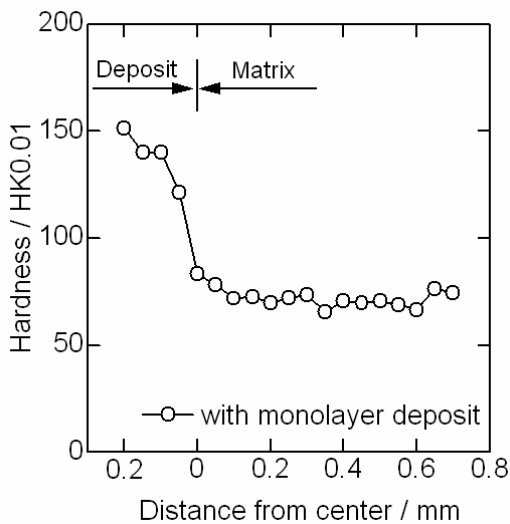
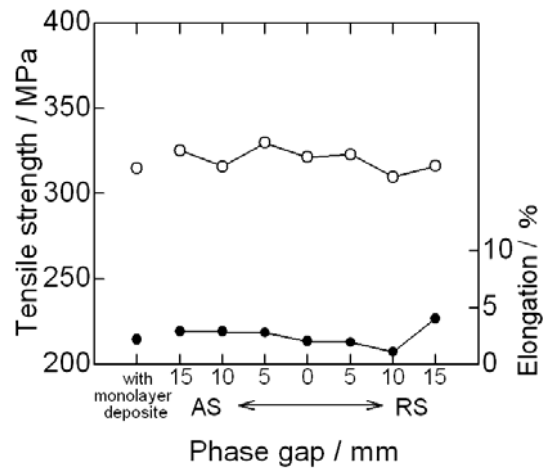
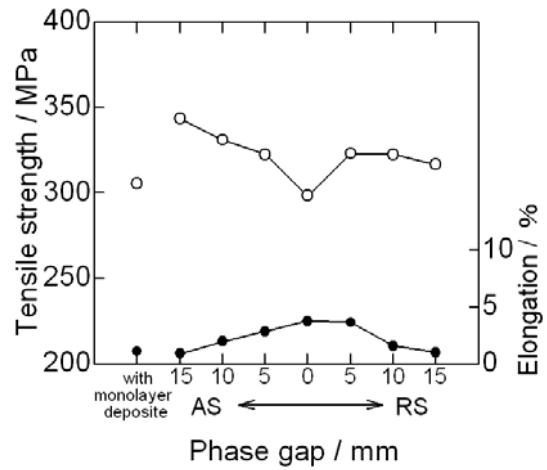


Fig.5 Hardness distributions of rolled sheet on final rolling temperature 773K.

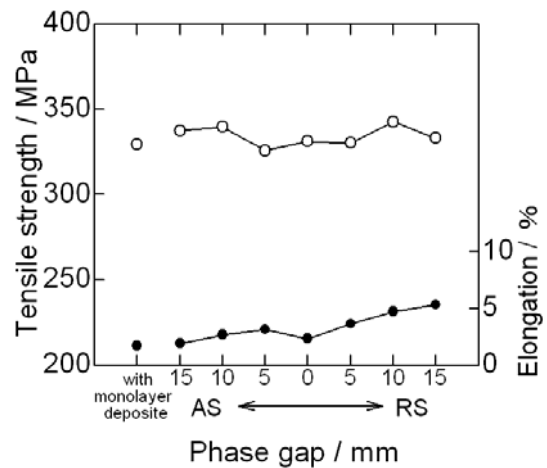
773K積層板の表面にも割れや裂けきず等の欠陥は観察されなかった。773K積層板断面の硬さをFig.5に示す。肉盛部の硬さは母材の硬度と同等の硬さを示し、表面の硬さが必要な場合には773K積層板は有効であることが明らかとなった。2次加工などを考慮すると、高硬度の板は成形し難いと考えられることより、以後の試験は773K積層板を用いず、圧延のままの積層板を用いて行った。



(a) 0° to RD



(b) 45° to RD



(c) 90° to RD

Fig.6 Results of tensile test.

圧延方向に対して0°、45°、90°方向に採取した引張試験結果をFig.6に示す。0°

方向の引張強さに位相の大小による明瞭な差は認められなかった。45°方向では、位相を大きくすることにより引張強さは向上する傾向を示したが、伸びは低下した。90°方向は0°方向と同様に位相の大小による引張強さに明瞭な差異は認められなかった。しかし、伸びは位相をRSとすることで大きくなり、位相をASとした場合に低下した。

引張試験結果より、加工硬化係数 n 値および塑性ひずみ比 r 値を $G=0$ 、 $G=AS15$ 、 $G=RS15$ および比較のため単層の積層板についての測定結果をFig.7に示す。

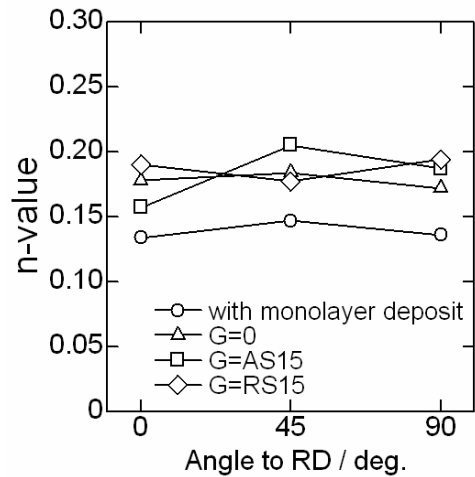
n 値は単層と $G=0$ では採取方向による差は認められなかった。位相をRSとした場合には、ASに比較して若干ではあるが試験片採取方向による差が小さくなった。積層板の n 値は5052-H34合金に比較して高く、0材に比べ低い値となった。

r 値は、全ての条件で45°方向の値が最も高くなった。0°、90°方向の r 値に位相による明瞭な差は認められず、45°方向は位相を与えない $G=0$ が他の条件に比較して低い値を示し、試験片採取方向による差が最も小さくなった。

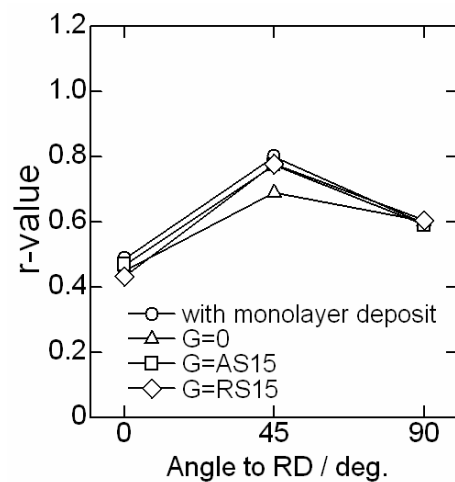
r 値より算出される面内異方性を表す r 値の測定結果をFig.8に示す。 r 値は全ての条件で45°方向の r 値が高いことより負の値となった。 $G=AS15$ 、 $G=RS15$ および単層の積層板の r 値はほぼ同等の値を示し、位相を与えない $G=0$ において r 値は低い値を示した。このことより積層板中に占める肉盛部の割合を大きくすることで積層板の異方性を小さくすることが可能であると推定する。

参考文献

- 1) 崎浜秀和, 時末 光, 加藤数良
: 軽金属, 52-8(2002), 346.
- 2) 時末 光, 加藤数良, 朝比奈敏勝,
崎浜秀和: 日大生産工学部研究報告書 A,
36-1(2003), 21.



(a) n-value



(b) r-value

Fig.7 Relation between angle to rolling direction and n-value and r-value.

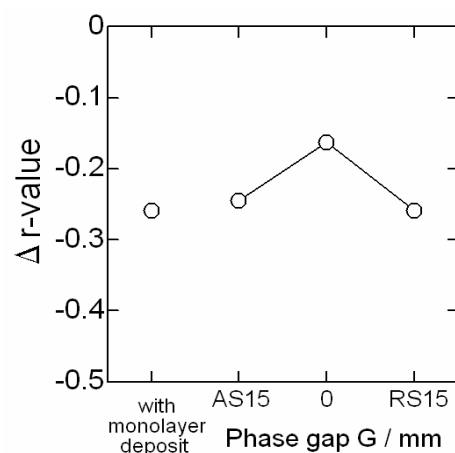


Fig.8 Relation between phase gap and r-value.

- 3) 時末 光, 加藤数良, 朝比奈敏勝,
牛山俊男: 軽金属, 54-9(2004), 373.