

5052 アルミニウム合金の位相制御摩擦圧接特性

日大生産工（院）

○大塚 健太

日大生産工

仲間 大

日大生産工

加藤 数良

1. 緒 言

摩擦圧接は再現性が良く、異種材料の接合も可能なことから自動車工業を初めとした多くの産業分野で実用化されている。しかし、その接合方式から円形断面の素材の接合が主であった。非円形断面はもとより円形断面の素材においても位相合せが必要となることがある。このため、AC サーボモータを搭載した摩擦圧接機を用いることで位相制御接合が可能となった。非円形断面素材の位相制御摩擦圧接では摩擦時に常時摩擦される部分と断続的に摩擦される部分では圧接現象に相違が生じ、ばりの発生状況や機械的性質に相違が生じることが報告されている^{1), 2)}。

本研究では、溝加工した 5052 アルミニウム合金丸棒を用いて位相制御摩擦圧接を行い、得られた継手の組織と機械的性質を検討した。

2. 供試材および実験方法

供試材には、5052-H112 アルミニウム合金丸棒（直径 20mm）を長さ 80mm に機械加工したものを用いた。また、ばりの発生機構などを検討するために、丸棒に幅 5mm、深さ 4mm の溝加工を行ったもの（以後、溝付丸棒と称す）を用いた。接合面は旋盤加工のままで、接合直前に脱脂洗浄を行った。供試材の化学組成および機械的性質を Table 1、Table 2 に示す。

摩擦圧接には、位相制御が可能な数値制御全自動摩擦圧接機を使用し、Table 3 に示す圧接条件を組合せて行なった。位相制御はブレーキとモータを併用する方式とした。

得られた継手の外観観察および組織観察、硬さ試験、引張試験をいずれも室温で行った。引張試験は丸棒継手では接合面をゲージ部中央とした JIS4 号試験片とし、溝付丸棒継手では溝による強度も考慮するため、接合した状態のまま行った。

3. 実験結果および考察

Fig.1 に継手の外観を示す。図中の RS は回転側、FS は固定側を示す。矢印は回転方向であり、丸棒継手の中心部の黒線は目印とした線である。継手のばりは素材の形状に関係なく摩擦圧力および摩擦時間の増加に伴い増大し、RS のばりは回転方向と逆方向に、FS のばりは回転方向に偏る傾向を示した。溝付丸棒継手は丸棒継手に比較してばりが大きくなる傾向を示し、特に溝部ではばりが大きくなり、溝付近の素材に変形が認められた。

Table 1 Chemical compositions of base metal.(mass%)

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Al
0.06	0.13	0.01	0.01	2.5	0.24	Bal.

Table 2 Mechanical properties of base metal.

Tensile strength (MPa)	Elongation (%)	Hardness (HV0.1)
248	22.5	85.6

Table 3 Friction welding conditions.

Rotational speed	N	(rpm)	2000
Friction pressure	P ₁	(MPa)	30,40
Friction time	t ₁	(s)	1, 2, 3
Upset pressure	P ₂	(MPa)	P ₁ ×2
Upset time	t ₂	(s)	2
Stopping time	t ₃	(s)	0.5

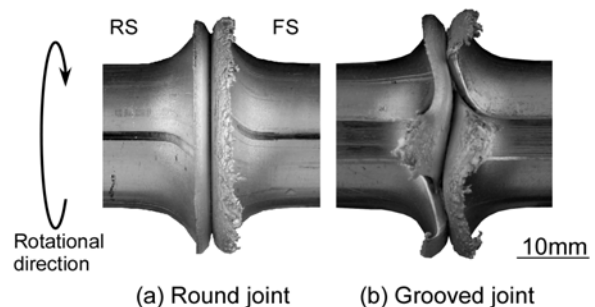


Fig.1 Appearances of friction welded joint.
(P₁=40MPa, t₁=3s)

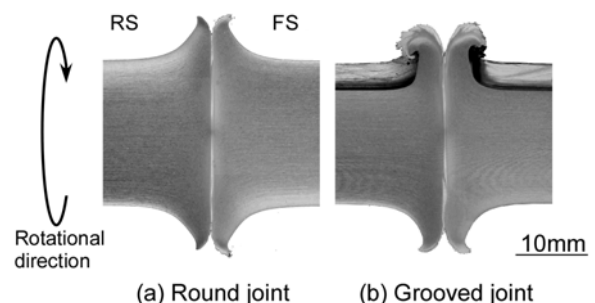


Fig.2 Macrostructures of friction welded joint.
(P₁=40MPa, t₁=3s)

Characteristics of Phase Controlled Friction Welding Using a 5052 Aluminum Alloy

Kenta OTSUKA, Dai NAKAMA and Kazuyoshi KATOH

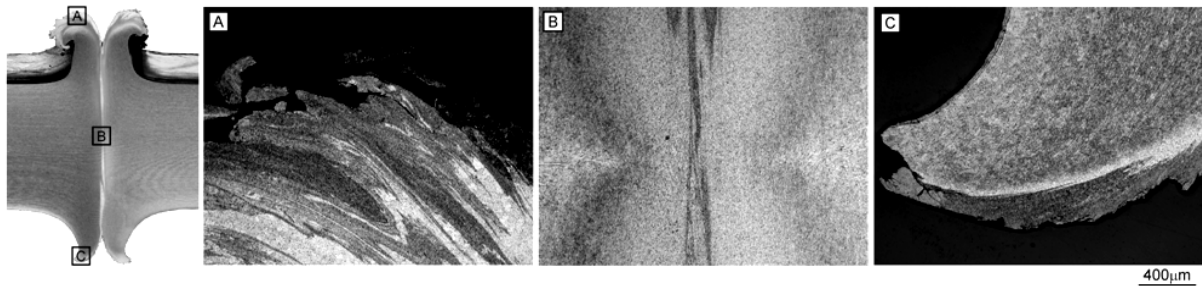


Fig.3 Microstructures of friction welded joint. ($P_1=40\text{MPa}$, $t_1=3\text{s}$)

Fig.2 に継手の巨視的組織を示す。丸棒継手では接合条件に関係なく、継手の回転軸および接合面を軸として対称の組織を示し、接合界面近傍に熱加工影響部が観察された。熱影響部は軸心部で最も狭く、外周部に近づくのに伴い広くなるロート状であり、摩擦圧力および摩擦時間の増加により若干増大した。溝付丸棒継手では溝部において、ばりとして排出される熱加工影響部は生成、排出が繰り返されるため層状となった。溝以外の部分は丸棒継手と類似の傾向を示した。

Fig.3 に溝付丸棒継手各部の微視的組織を示す。溝部(A)のばりは熱加工影響部が層状を呈し、中心部(B)では熱加工影響部とロート状に広がる熱影響部が観察され、溝のない外周部(C)のばりは熱加工影響部が一層のみであった。摩擦圧力 30MPa の条件では、素材形状、摩擦時間に関係なく外周部付近に未接合部が観察された。

Fig.4 に継手各部の硬さ分布を示す。硬さは素材形状、半径方向距離に関係なく熱影響部では軟化が認められ、軟化域は摩擦時間および摩擦圧力の増加に伴い拡大した。丸棒継手では外周部が最軟化部が認められたが、溝付丸棒継手では外周部は中心部に比較して軟化割合が小さかった。このことは、溝付丸棒継手では溝部は常時摩擦されないために発熱量が少ないためと考える。

Fig.5 に引張試験結果を示す。丸棒継手の引張強さは摩擦時間および摩擦圧力の増加に伴い低下する傾向を示し、摩擦時間 1s 、摩擦圧力 30MPa で最高値の 228MPa と母材の約 92% であった。伸びは摩擦時間および摩擦圧力の増加に伴い向上する傾向を示し、摩擦時間 3s 、摩擦圧力 40MPa で最高値の 22% の値が得られ、母材と同程度であった。溝付丸棒継手では引張強さは摩擦時間および摩擦圧力の増加に伴い向上する傾向を示し、摩擦時間 2s 、摩擦圧力 40MPa で最高値の 239MPa の値を得た。試験片の破断は素材形状に関係なく摩擦圧力 30MPa では接合界面近傍、摩擦圧力 40MPa では母材破断した。

参考文献

- 1) 加藤数良, 時末 光, 6063 アルミニウム合金角材の位相制御摩擦圧接継手の機械的性質, 軽金属学会第 100 回春期大会概要, (2001), 229-230.
- 2) 篠田 剛, 石川和俊, 竹上弘彰, 6061 アルミニウムの位相制御摩擦圧接, 軽金属, 55 (2005), 210-215.

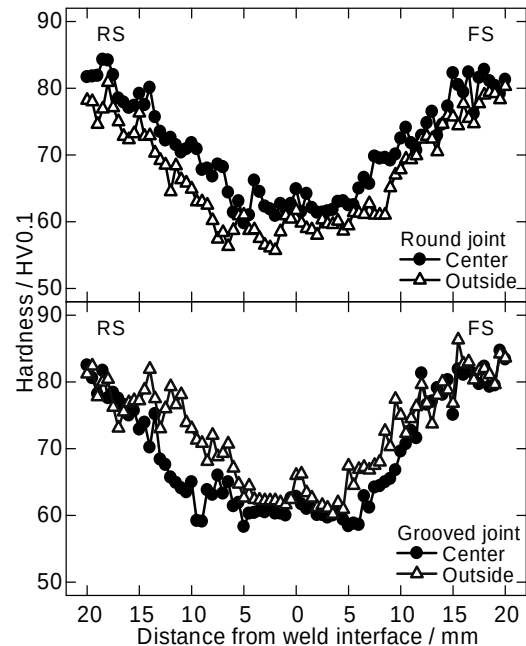


Fig.4 Hardness distributions of friction welded joint. ($P_1=40\text{MPa}$, $t_1=3\text{s}$)

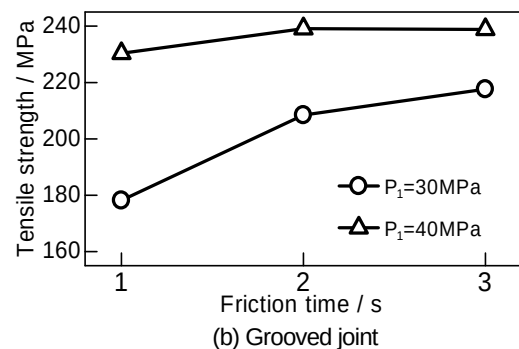
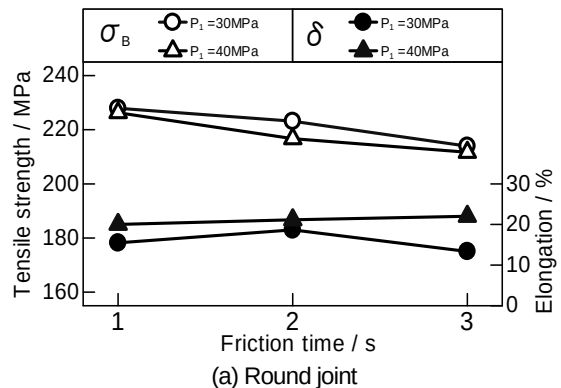


Fig.5 Results of tensile test.