

6063 合金位相制御摩擦圧接継手の機械的性質に及ぼす素材形状の影響

日大生産工(院) ○武田 宗一郎
日大生産工 時末 光 加藤 数良

1. 緒 言

摩擦圧接は異種材料の接合が可能であり, 再現性も良いことから自動車工業を初めとした多くの産業分野で利用されている。しかし, その接合方式から円形断面を持つ素材の接合が主であり, 矩形断面を持つ素材に適用されることはほとんどなかった。近年, 位相制御可能な数値制御摩擦圧接機が開発され, 異形断面形状に関するいくつかの研究報告がある¹⁾。矩形断面を持つ素材を組合せた場合, 回転摩擦を与える際に常時摩擦される部分と断続的に摩擦される角部では, ばりの発生状況などの圧接現象に相違が生じるものと推測される。

本研究では, 6063 アルミニウム合金角材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, 市販の 6063 アルミニウム合金角材 (□25 mm, $\sigma_B=177\text{MPa}$, $\lambda=15.2\%$, $\text{HV}=78.5$) を長さ 80 mm に機械加工したもの (以後, 角材と称す) を用いた。また, ばりの発生機構などを検討するために角材に Fig.1 に示す溝加工を行ったもの (以後, 溝付材と称す) も合わせて試験した。

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, 圧接条件は主軸回転数 $N=25\text{s}^{-1}$, 摩擦圧力 $P_1=20\text{MPa}$, 摩擦時間 $t_1=1.5\text{s}\sim 3.0\text{s}$, アプセット圧力 $P_2=40\sim 80\text{MPa}$, アプセット時間 $t_2=5\text{s}$ とした。各圧力は角材の内接円により設定した。位相制御にはブレーキとモータを併用する方式を用いた。

継手の外観および組織観察, 硬さ試験, 引張試験を行った。引張試験片は, 角材では接合面をゲージ部中央とした厚さ 4mm の JIS13B 試験片, 溝付材では Fig.2 に示す形状の試験片をそれぞれ Fig.1 に示した部分より採取した。

3. 実験結果および考察

Fig.3 に継手の外観および継手中心部の巨視的組織を示す。継手のばりは, 素材形状に関係なく角部からの発生は認められず, 辺の部分から発生した。回転側のばりは回転方向と逆側に, 固定側のばりは回転方向に偏る傾向

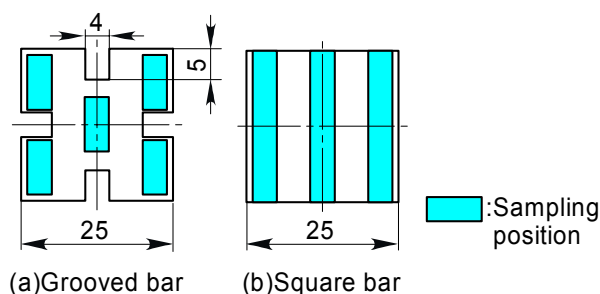


Fig.1 Shape of grooved bar and sampling positions of tensile test specimen.

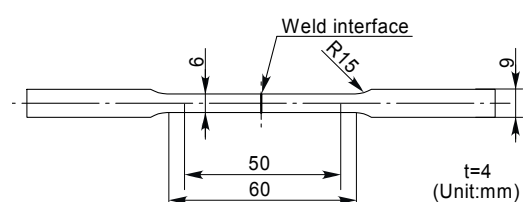


Fig.2 Shape and size of tensile test specimen for grooved joint.

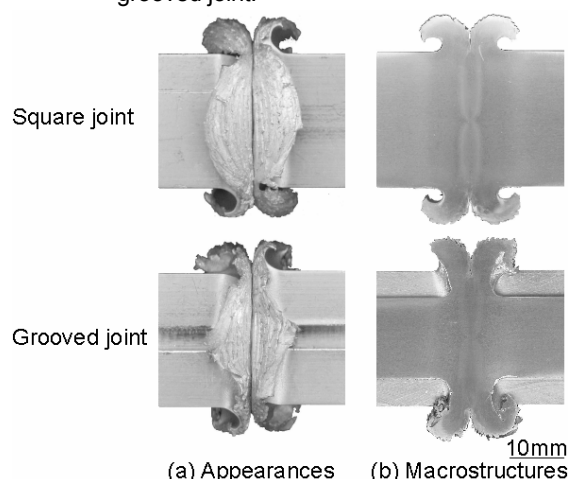


Fig.3 Macrostructures of joint. (Friction time: 2.5s)

が認められた。この現象は溝付材を用いた継手に明瞭であった。また, 同一圧接条件では溝付材に比較して角材のばりが大きくなった。このことは, 常時摩擦されている部分の面積の相違による発熱量の差が要因の一つであると考ええる。

巨視的組織で, 溝付材継手のばりの大きさが回転側と固定側で異なるのはばりの偏りによるためである。両継手ともに接合部近傍に熱影響と変質部が観察された。この変質部は軸

Effect of Shape Material on Mechanical Properties of 6063 Aluminum Alloy Joint by Phase Controlled Friction Welding

Souichirou TAKEDA, Hiroshi TOKISUE and Kazuyoshi KATOH

心近傍で最も狭く、外周部に近づくのに伴い
 広くなる傾向を示した。さらにその外側に接
 合界面に平行な熱影響部が観察された。この
 様相は他の条件においても同様に認められた。

Fig.4 に溝付材のばりを削除した継手表面の
 巨視的組織を示す。図中に矢印で示した角部
 はばりの排出方向に変形し、変形量の多い場
 合は接合面が食違った状態となった部分にば
 りが入り込んだ状態であった。アプセット圧
 力を大きくすることにより未接合部分は減少
 したが完全には消滅しなかった。

Fig.5 に継手各部の硬さ分布を示す。継手の
 硬さ分布は素材形状による差異は少なかった。
 このため、図には角材継手の測定結果を示し
 た。接合面および熱影響部では軟化が認めら
 れ、いずれの測定場所も接合面より約 10 mm で
 母材硬度となった。接合面の硬さは軸心およ
 び外周部は同程度の値を示したが、角部は若
 干高い値であった。最軟化部の硬さは外周部
 が最も小さく、次いで軸心、角部の順に大き
 くなった。このことは、軸心部では高温とな
 った部分がばりとして排出されるために熱影
 響が少なく、外周部は排出されたばりにより
 保温状態となるために軟化が大きくなったも
 のと考える。また、角部ではばりの発生はほ
 とんどなく、ばりによる熱影響が少なく軟化
 割合も小さかったものと推定する。継手の硬
 さ分布は、摩擦時間の長短により軟化域の幅
 および最軟化部の硬さに若干の差異が認めら
 れる程度であった。

Fig.6 に引張試験結果を示す。引張強さは、角
 材継手では試験片採取位置および摩擦時間の
 違いによる差異はほとんどなく、試験片の破
 断は全て熱影響部であり、母材の約 80%の値が
 得られた。溝付継手の中心部は角材継手と同
 等の引張強さを示し、摩擦時間の違いによる差
 異もほとんど認められなかった。しかし、角部
 の引張強さは中心部より低下し、摩擦時間
 2.5s で最高値を示した。また、溝付継手の破
 断は中心部の試験片は熱影響部であったが、角
 部の試験片は接合界面のごく近傍で破断する
 試験片が多かった。このことは、各辺より発
 生したばりの偏りに伴う素材の変形に起因す
 るものとする。

Fig.7 に溝付材継手の強度向上の一方法とし
 てアプセット圧力を変化させた継手の角部よ
 り採取した試験片の引張試験結果を示す。前
 述したようにアプセット圧力が 40MPa では時
 間の長短による引張強さに差が認められたが、
 アプセット圧力が 60MPa 以上では摩擦時間の
 長短による差異はほとんど認められず一定とな

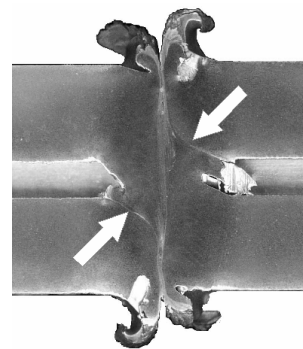


Fig.4 Macrostructure of surface of grooved joint.
 (Friction time:2.5s)

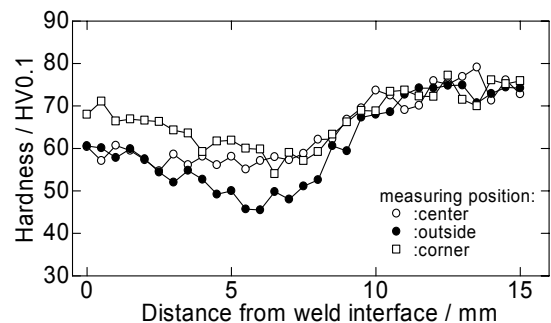


Fig.5 Hardness distributions of square joint.
 (Friction time:2.5s)

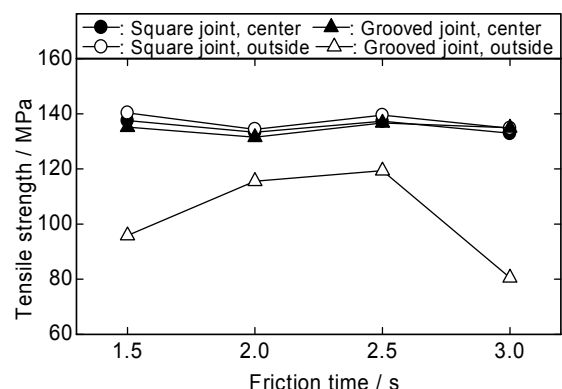


Fig.6 Results of tensile test. ($P_2=40\text{MPa}$)

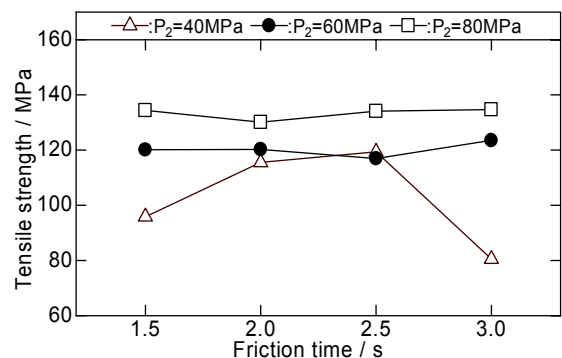


Fig.7 Results of tensile test for outside of grooved
 joint.

り、アプセット圧力の増加に伴い引張強さは
 高くなる傾向を示し、アプセット圧力 80MPa
 では中心部と同等の値が得られた。

参考文献

1) 例えば、竹上弘彰、篠田剛：軽金属，52(2002)，580。