

5052 アルミニウム合金の摩擦圧接現象に及ぼす素材直径の影響

日大生産工(院) ○浅野 裕紀 日大生産工 野本 光輝
日大生産工 前田 将克 日大生産工 加藤 数良

1. 緒言

自動車産業, 電気機器産業など各方面で実用されている摩擦圧接¹⁾は, 回転摺動する接合界面での摩擦発熱を利用した接合法であり, 作業性, 再現性に優れ, 接合雰囲気を選ばない点において溶融溶接や他の接合技術に比較し優位である. このため古くより多岐に渡る報告がある²⁾. しかし, これらの多くは直径20mm前後の丸棒を用いた研究であり, 精密部品などの製作に摩擦圧接の適用を考慮すると小径丸棒に関する研究も必要となる. 小径丸棒の摩擦圧接は直径が大きい丸棒に比較して高速回転による空冷の影響を受けやすく, 摩擦圧接現象が異なるものと考えられるが, 素材直径の大小による摩擦圧接継手の性質について検討した報告は少ない. 著者らは先に, 素材直径の異なるS35C鋼を用いた摩擦圧接について検討を行い, 素材直径の大小が摩擦圧接継手に与える影響について報告した³⁾.

本研究では素材直径の異なる5052アルミニウム合金を用いて摩擦圧接を行い, 素材直径の大小が継手の組織および機械的性質に及ぼす影響について検討した.

2. 供試材および実験方法

供試材は, 直径5mmおよび20mmの5052-H34アルミニウム合金丸棒を用い, 接合面を脱脂洗浄後接合に供した. 供試材の機械的性質をTable 1に示す. 実験は全自動摩擦圧接機を使用し, 過去の実験結果⁴⁾と予備実験より選定したTable 2に示す条件を組合せて摩擦圧接を行った. また, 回転数は周速度が同一となるように設定した.

得られた継手の外観観察, 組織観察, 硬さ試験および引張試験を室温で行っ

た. 引張試験片は平行部中央と接合面を一致させたJIS 2号試験片および10号試験片に準じた形状とした.

3. 実験結果および考察

Fig. 1に全寄り代の測定結果を示す. 全寄り代は周速度および摩擦時間の増加に伴い増大した. また, $\phi 5\text{mm}$ 継手, $\phi 20\text{mm}$ 継手ともに $U=94\text{m/min}$, $t_1=1\text{s}$ の条件では全寄り代は計測できなかった. このことは摩擦熱の発生が少なく, 接合界面の軟化による変形が生じなかったことによるものと考えられる.

Fig. 2に継手の巨視的組織を示す. 図中のRSは回転側(Rotating side: RS), FSは固定側(Fixed side: FS)を示す. 巨視的には接合面を軸に左右対称な組

Table 1 Mechanical properties of base metals.

Diameter (mm)	Tensile strength (MPa)	Elongation (%)	Hardness (HV0.3)
$\phi 5$	265	3.7	87.3
$\phi 20$	270	9.1	87.7

Table 2 Friction welding conditions.

Peripheral velocity	U (m/min)	94, 126, 157
Friction pressure	P_1 (MPa)	20
Friction time	t_1 (s)	1, 2, 3
Upset pressure	P_2 (MPa)	40
Upset time	t_2 (s)	5

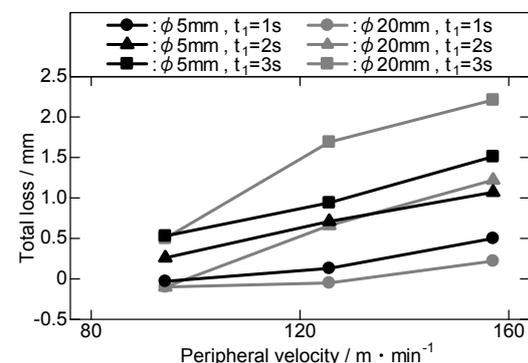


Fig. 1 Relation between peripheral velocity and total loss.

Effect of Diameter of Rod on Friction Welding Phenomenon using 5052 Aluminum Alloy

Yuki ASANO, Mitsuteru NOMOTO, Masakatsu MAEDA and Kazuyoshi KATOH

織を示し、接合面近傍には変質層が認められ、これらを包み込むように熱影響部が観察された。この変質層は $\phi 5\text{mm}$ 継手では摩擦時間の増大に伴い層状に拡大したが、 $\phi 20\text{mm}$ 継手では中心部のくびれた凸レンズ状となり拡大した。また、 $t_1=1\text{s}$ の条件では接合面の一部に未接合部が観察され、さらに軸心の不整合が認められるものもあった。

Fig.3 に継手の微視的組織を示す。微視的には接合界面は繊維状組織が消滅した微細な組織を示し、周速度数および摩擦時間の増加に伴いその領域は拡大した。その外側には、ばりの排出方向に流動した繊維状組織が観察された。

Fig.4 に継手軸心上の硬さ分布を示す。接合面は両素材直径ともに $U=94\text{m/min}$, $t_1=1\text{s}$ の条件で硬化が認められたが、周速度および摩擦時間の増加に伴い接合面近傍は軟化した。また、 $\phi 20\text{mm}$ 継手に比較して $\phi 5\text{mm}$ 継手では熱影響による軟化範囲が狭くなった。このことは、周速度が同一であれば直径 $\phi 5\text{mm}$ では回転数は $\phi 20\text{mm}$ の 4 倍の値となり、回転による放熱が大きく、摩擦面での発熱が軸方向に伝達される熱量に影響を与えたためと推定する。

Fig.5 に引張試験結果を示す。継手の引張強さは周速度の増加に伴い増大したが、 $\phi 5\text{mm}$ 継手、 $t_1=3\text{s}$ の条件では低下する傾向にあった。本実験の範囲では $\phi 5\text{mm}$ 継手では $U=94\text{m/min}$, $t_1=3\text{s}$ で最大値 209MPa , 継手効率 79% を示し、 $\phi 20\text{mm}$ 継手では $U=157\text{m/min}$, $t_1=1\text{s}$ で最大値 243MPa , 継手効率 90% を示した。伸びは $\phi 5\text{mm}$ 継手では全条件で母材より低下したが、 $\phi 20\text{mm}$ 継手ではほぼ全ての条件で母材以上の値を得た。また、試験片の破断は全て RS 側の熱影響部の軟化域からであった。

参考文献

- 1) 摩擦圧接協会編：摩擦接合技術，日刊工業新聞社(2006)，11-12.
- 2) 例えば，加藤数良，時末 光：軽金属溶接，28，(1990)，16.
- 3) 浅野裕紀，野本光輝，前田将克，加藤数良：溶接学会全国大会講演概要第 95 集，(2014)，406-407.

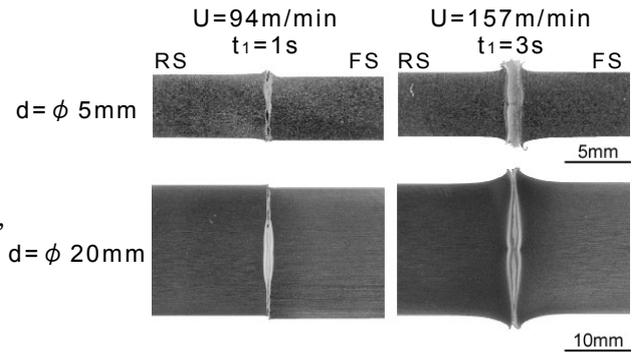


Fig.3 Macrostructures of welded joint.

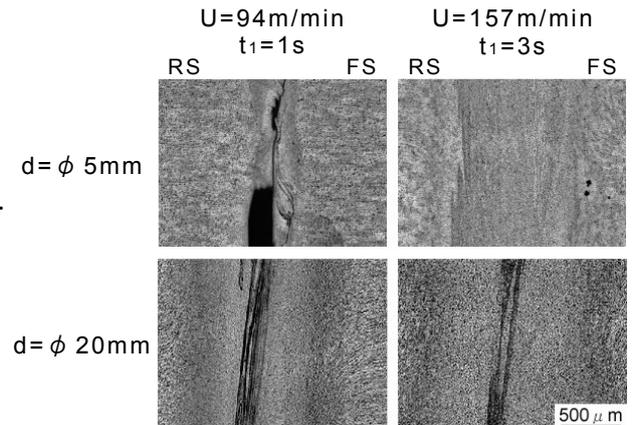


Fig.4 Microstructures of welded joint.

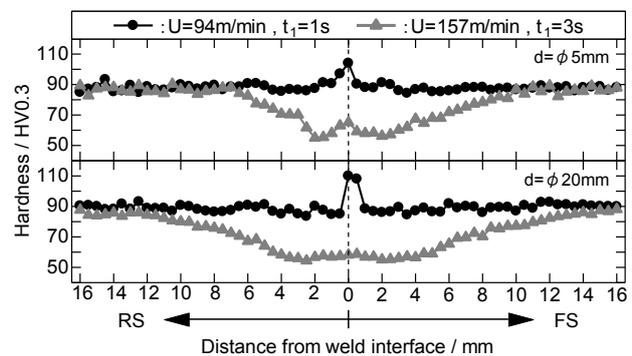


Fig.4 Hardness distributions of welded joint.

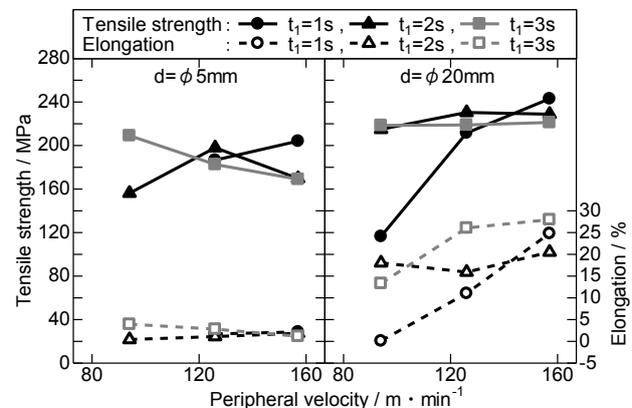


Fig.5 Results of tensile test.

- 4) 野本光輝，加藤数良：第 116 回軽金属学会春期大会講演概要，(2009)，227.