

2024 と 7075 アルミニウム合金異材摩擦攪拌接合時の力学的特性

日大生産工 (院) ○谷 亮輔 日大生産工 (院) 荒深 純一
日大生産工 加藤 数良, 前田 将克, 野本 光輝

1. 緒言

摩擦攪拌接合 (Friction Stir Welding : FSW) は塑性流動と摩擦発熱を利用した固相接合法の一種である。FSW の主な接合パラメータとして工具回転数と接合速度が挙げられ、これらの接合条件によって継手の組織や機械的性質が異なることはよく知られている。

被接合材としてアルミニウム合金を用いた場合、アルミニウム合金の熱膨張係数が大きいいため、接合方向には回転工具から印加される力の他に熱膨張に伴う力が付加される。著者らは先に 6061 および 2024 アルミニウム合金を用いた FSW において回転工具の挿入中および予熱時間中においても接合方向の力が発生していることを報告した^{1),2)}。これらの現象が異種材料の組合せにおいてどのような影響を及ぼすかを検討する必要がある。

本研究では 2024 アルミニウム合金と 7075 アルミニウム合金を組合せた異材摩擦攪拌接合を行い、接合時にかかる力と継手の組織および機械的性質について検討した。

2. 供試材および実験方法

供試材には板厚 5 mm の 2024 - T3 アルミニウム合金板および 7075 - T651 アルミニウム合金板を長さ 200 mm, 幅 50 mm に機械加工後、接合面を脱脂清浄し実験に供した。供試材の機械的性質を Table 1 に示す。実験には摩擦攪拌接合機を使用し、予備実験により選定した Table 2 に示す条件を組合せ、ルート間隙なしの I 型突合せ接合とした。回転工具は合金工具鋼 (SKD61) 製とし、ショルダー径 20 mm, ショルダー角 4°, プロブ長および形状はそれぞれ 4.7 mm, M6 とした。また、供試材の配置は接合方向と工具の回転方向が同一側 (Advancing side: AS) に A2024 を配置した場合は AS2024, A7075 を配置した場合は AS7075 と称す。接合時の力は Fig.1 に示すように接合距離を 170 mm 一定とし、ロードセル

Table 1 Mechanical properties of base metals.

Materials	Tensile strength (MPa)	Elongation (%)	Hardness (HV0.1)
A2024	464	18.9	147
A7075	592	16.3	157

Table 2 Friction stir welding conditions.

Rotational speed	N	(rpm)	800, 1100
Welding speed	V	(mm/s)	0.5, 1, 3
Tilt angle	θ	(deg.)	3
Preheating time	t	(s)	20

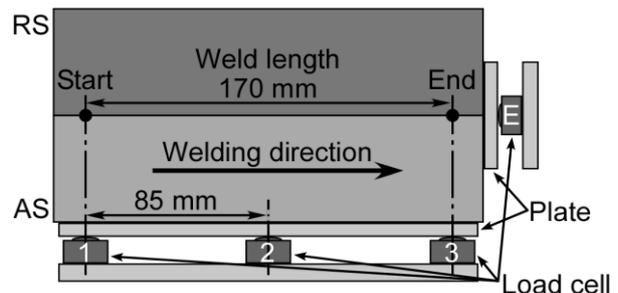


Fig.1 The placement of the load cell.

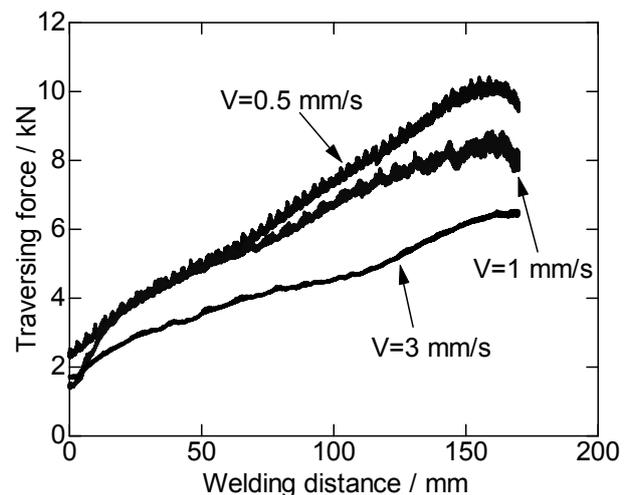


Fig.2 Relation between welding distance and traversing force. (N=800 rpm, AS2024)

Dynamic properties of dissimilar friction stir welded
2024 aluminum alloy to 7075 aluminum alloy
Ryosuke TANI, Jyunichi ARAFUKA, Kazuyoshi KATOH,
Masakatsu MAEDA and Mitsuteru NOMOTO

を供試材終端部側に配置し接合方向に発生する力を測定した。また、接合方向に対し垂直方向に発生する力の測定も合わせて行った。

3. 実験結果および考察

Fig.2 に接合時の接合方向に発生する力を測定した結果を示す。接合方向の力は接合開始時より増加を示し、測定点に近づくのに伴い増大し、終端部付近で最大値を示した。また、接合速度が増加するのに伴い減少した。接合方向の変化は A2024 合金同種材²⁾と類似の様相であったが、接合開始前、すなわち予熱時間中の力は若干小さくなった。このことは、異種材料の組合せでは両者の熱膨張係数などの違いによるものと考えられる。

Fig.3 に接合終端部にかかる力の最大値を示す。接合方向の力は工具回転数が大きい条件で高い値を示し、最大値は工具回転数 1100 rpm、接合速度 0.5 mm/s の条件で 11.7 kN を示した。A2024 合金同種材²⁾の最大値 9.9 kN と比較して約 1.2 % 高い値を示した。また、AS7075 の場合では最大値 10.7 kN を示し、AS2024 の場合と比較して 1 kN 低い値であった。

Fig.4 に垂直方向に発生する力の最大値を示す。この垂直方向の力の最大値は接合開始時に発生し、接合速度の大小による大きな違いは認められなかった。中間地点 (Load cell 2) および終端部 (Load cell 3) では、接合速度の増加に伴い垂直方向に発生する力は減少した。

これらの結果は、接合速度の減少および工具回転数の増加に伴い摩擦発熱量が大きくなり、供試材が熱膨張することにより発生する力が大きくなることを示している。

Fig.5 に接合後 30 日間経過後の引張試験結果を示す。AS2024 の場合では AS7075 の場合と比較して若干高強度の継手が得られた。さらに、接合速度の増加に伴い引張強さは向上した。工具回転数 800 rpm、接合速度 3 mm/s、AS2024 の条件で最高値 409 MPa を示し、A2024 の母材強度の約 90 % の継手効率が得られた。また、伸びにおいても引張強さと同様な傾向を示し、最大引張強さが得られた条件で高い値が得られた。

参考文献

- 1) 松丸慶成, 野本光輝, 加藤数良: 軽金属学会第121回秋期大会講演概要, (2011), 229-230.
- 2) 松丸慶成, 野本光輝, 加藤数良: 軽金属学会第122回春期大会講演概要, (2012), 175-176.

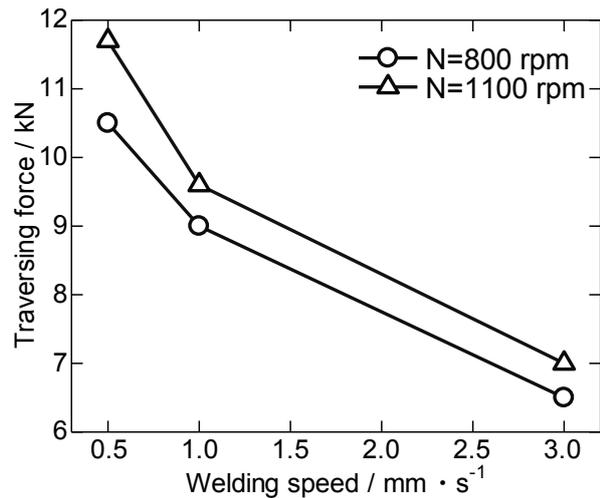


Fig.3 Relation between welding speed and maximum traversing force. (AS2024)

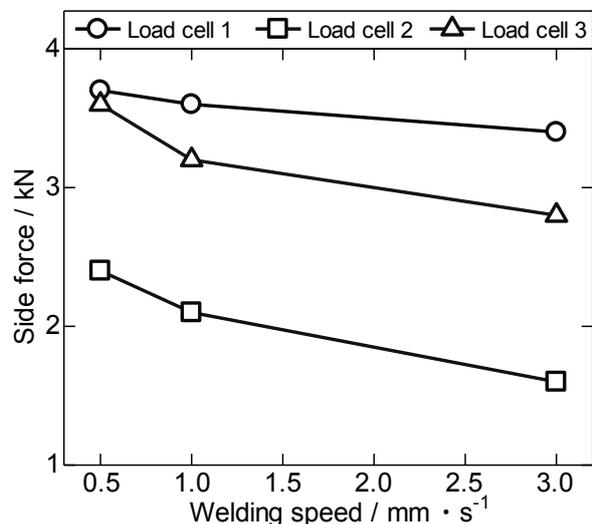


Fig.4 Relation between welding speed and maximum side force. (N=800 rpm, AS2024)

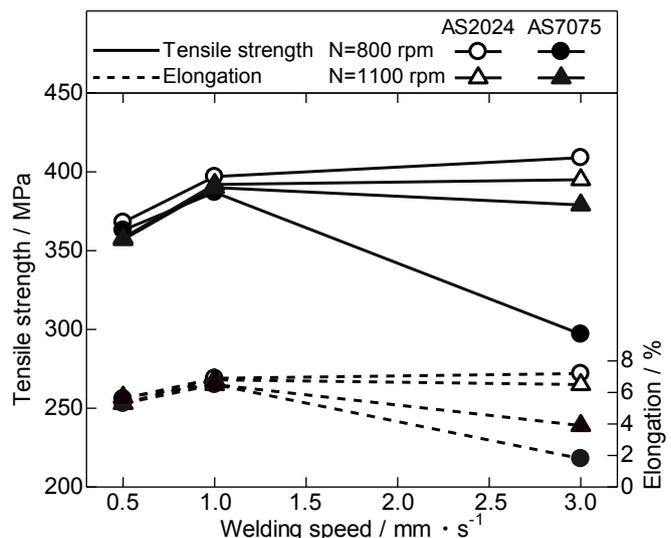


Fig.5 Results of tensile test.