

FSW で接合した AZ31 合金薄板材の加工性

日大生産工 (院)
日大生産工

多ヶ谷 洋平
久保田 正広, 菅又 信, 金子 純一

1. 緒言

マグネシウム合金は接合性に劣り, 通常の溶融接合法では継手強度が低く, 熱変形が大きくなる欠点がある. 近年になって開発された固相接合の一種である摩擦攪拌接合 (Friction Stir Welding : FSW) は接合時の熱影響による強度低下と, 母材の熱歪みが非常に小さく, 酸化防止対策を必要としないことが特徴でマグネシウム合金の接合に適している. これらの要因から FSW 法で接合することによって, 従来の溶融接合法による欠点は改善されると予想される. そこで本研究では, AZ31 合金薄板材の FSW 継手材の塑性加工特性及び, 引張特性を明らかにすることを目的とした.

2. 実験方法

2.1 供資材

FSW 方向を母材の圧延方向を平行として, 突合せ接合した. 板厚は 1.2mm と 2.5mm の 2 種類とした. FSW 接合条件を Table1 に示す.

Table 1 FSW conditions.

母材の板厚 (mm)	工具回転数 (rpm)	接合速度 (mm/mini)	傾斜角	ショルダ半径 ()	ピン径 ()
1.2	2000	500	3°	10	3
2.5	1500	400	3°	13	4

2.2 結晶組織の観察

母材および FSW 継手材の接合部より, 10mm 角程度の板を切り出し, パフ研磨後に, エッチング処理をして, 光学顕微鏡を用いて組織観察した. FSW 継手材では, 接合中心部近傍の組織を観察した.

2.3 硬さ試験

母材および FSW 継手材の接合部の硬さ試験をし

た. パフ研磨によって鏡面とした試料を用いた. 試験荷重は 100gf, 保持時間を 15s とし, 20 ポイント測定した. FSW 継手材では, 板厚方向の中心部で接合面付近を測定値所とした.

2.4 引張試験

母材及び FSW 継手材を全長 180mm, 平行部幅 12.5mm, 標点間距離 50mm の試験片に加工した. 試験温度を常温 (RT), 473K, 573K とし, 引張速度は 3mm/min で一定として, 各条件において 3 本ずつ試験を行い, その平均値を求めた. なお, 高温での引張試験は, 試験温度に到達してから 5min 間保持した後に試験を開始した.

2.5 曲げ試験

全長 120mm, 幅 20mm の試験片を作製し, V ブロック法を用いて, ポンチ先端半径を 0~5mm として V 曲げ (90° 曲げ), 押曲げ法を用いて, ポンチ先端半径を 1~5mm として U 曲げ (180° 曲げ) をした. 試験後, 湾曲部を観察し, スプリングバック量を測定した. 試験温度は常温のみとし, 試験速度は 10mm/min で一定とした. また, FSW 継手材では, 溶接線を曲げ試験片の幅方向として曲げ外側を FSW 接合表面にする場合 (表曲げ) と FSW 接合裏面にする場合 (裏曲げ) 及び, 溶接線を曲げ試験片の長手方向とし曲げ外側を FSW 接合表面にする場合 (縦表曲げ) と FSW 接合裏面にする場合 (縦裏曲げ) の 4 つの条件について行った.

3. 実験結果

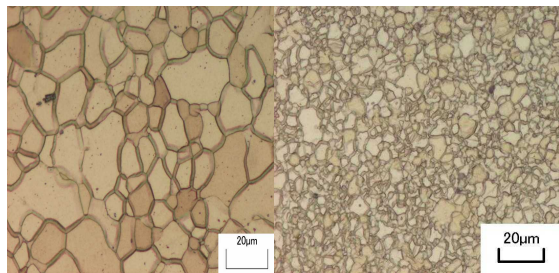
3.1 結晶組織の観察

Fig.1 に一例として (a) 母材と, (b) FSW 継手材の厚さ 1.2mm の光学顕微鏡組織を示す. 母材と比べて FSW 継手材では, 結晶粒が微細化されている. また, 板厚による組織の違いは, 母材及び

FSW 継手材のいずれにおいても見られなかった。

3.2 硬さ試験

Fig.2 に硬さ試験結果を示す。FSW 継手材では、接合による硬さの低下は見られず、母材と同程度の硬さであった。なお母材の硬さは約 58HV であった。母材では板厚の違いによる硬さに差は認められないが、FSW 継手材では、厚さ 1.2mm で硬さが若干増加した。



(a) Base metal (b) FSW joint

Fig.1 Optical micrographs of AZ31 sheets
t=1.2mm.

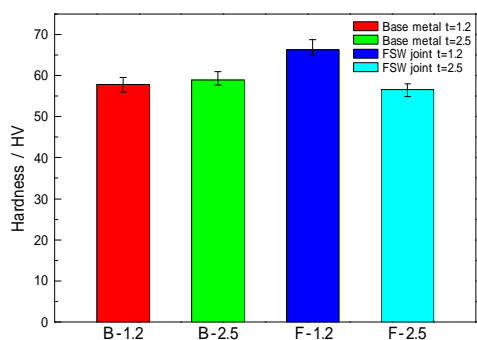


Fig.2 Hardness of base metal and FSW joint.

3.3 引張試験

各温度における母材と FSW 継手材の引張強さを Fig.3 に、 r 値を Fig.4 に示す。

引張強さは母材よりも FSW 継手材の方が低い値を示したが、高温になるとその差は小さくなった。また、FSW 継手材はすべて接合部で破断しており、破断形態は脆性的であった。

r 値は、母材では、常温では約 4 という高い値を示したが、473K では急激に低下し、573K ではさらに低下した。FSW 継手材では母材とは逆

に、常温では 0 に近い値を示し、473K では高くなった。母材では、板厚による違いは見られなかったが、FSW 継手材の常温では板厚による違いは見られないが、473K では約 2 倍の差が出た。また、板厚 1.2mm では 473K で母材と同等の値を示した。

4. 結言

- (1) FSW 継手材の結晶組織は、攪拌されて接合されたため、結晶粒の微細化が確認された。
- (2) FSW 継手材と母材では硬さに差は認められなかったが、FSW 継手材の板厚 1.2mm の硬さは、板厚 2.5mm と比べて高い値を示した。
- (3) FSW 継手材の引張強さは母材を下回った。しかし、高温になるとその差は減少した。また常温、高温ともに接合部で脆性的に破断した。
- (4) 母材は、温度上昇とともに r 値は減少し、FSW 継手材では、温度上昇とともに増加した。

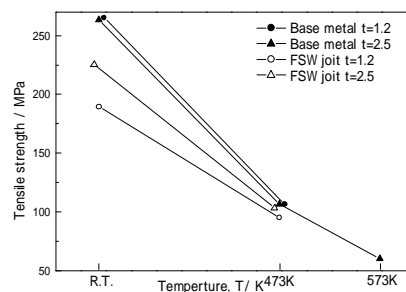


Fig.3 Tensile strength of base metal and FSW joint at various temperatures.

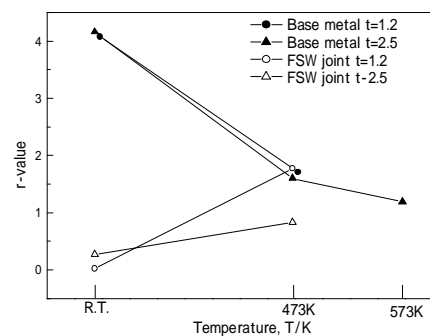


Fig.4 r -value of base metal and FSW joint at various temperatures.