

AZ61 マグネシウム合金/5052 アルミニウム合金薄板の異材レーザー継手の機械的性質

日大生産工(院) 大里 史人
日大生産工 朝比奈 敏勝

1. 緒言

近年、自動車の軽量化のため、マグネシウムに代表される軽金属材料の適用が急速に広がっている。一方、レーザー溶接は高エネルギー密度加工であるため薄板の溶接に有利な溶接法である。著者らはマグネシウム合金薄板のパルス YAG レーザによる突合せ溶接を行い、継手の組織および機械的性質を検討した¹⁾。

また、レーザー溶接は異種金属接合法として期待され、種々の組み合わせによる溶接性が検討されている²⁾。

本研究は AZ61 マグネシウム合金と 5052 アルミニウム合金薄板の重ね溶接を行い、パルス幅、レーザー出力、溶接速度が重ね継手強度に及ぼす影響を検討した。

2. 供試材および実験方法

供試材には AZ61 マグネシウム合金(板厚 1.0 mm)と、5052 アルミニウム合金(板厚 0.6 mm)を使用した(以後 AZ61 および A5052 と称す)。供試材の機械的性質を Table 1 に示す。供試材を長さ 200 mm、幅 80 mm に機械加工したものを溶接前にエメリーペーパーにより研磨、ブタノンで脱脂後、実験に供した。溶接には最大平均出力 550W(最大パルスエネルギー 70J)のパルス YAG レーザ装置を使用し、AZ61 を上板として重ね代を 20 mm 設けた重ね溶接を行った。シールドガスにはアルゴンガスをを用い、溶接直前にレーザーヘッド内のガス置換を 20 秒間行った。また、焦点は上板の表面とした。溶接条件を Table 2 に示す。

得られた継手を室温にて外観観察、組織観察、引張せん断試験、硬さ測定を行い、これらの試験によって溶接性を検討した。

Table 1 Mechanical properties of base metals.

Materials	Tensile strength (MPa)	Elongation (%)	Hardness (HK 0.025)
AZ61	286	11	85
A5052	237	12	95

Table 2 Welding conditions.

Pulse frequency	F	(Hz)	20
Pulse width	PW	(ms)	2.5, 5.0, 7.5, 10.0
Laser output	Q	(W)	160~300
Welding speed	V	(mm/min)	500, 600, 700
Assist gas flow late	Ga	(ℓ/min)	30
Backing gas flow late	Gb	(ℓ/min)	30

3. 実験結果および考察

適正条件範囲を Fig.1 に示す。パルス幅が 2.5ms, 10.0ms の条件では溶接適正範囲が非常に狭いため以下には主として 5.0ms, 7.5ms の条件について述べる。パルス幅を増加させることにより継手を得るために必要なレーザー出力が増加する傾向が認められた。また、溶接速度を増加させることにより必要なレーザー出力が増加する傾向が認められた。これは溶接速度を上昇させたことにより、ビードの重なりを表すオーバーラップ率(以後 OL 率と称す)が減少したためと考える。

継手の外観写真を Fig.2 に示す。適正条件範囲内では円弧状のリップル線が観察された。しかし、レーザー出力を増加させることによりリップル線が不安定になりスパッタが多く発生した。PW=7.5ms, V=600mm/min の条件ではレーザー出力の増加に伴いビード幅が 1.77

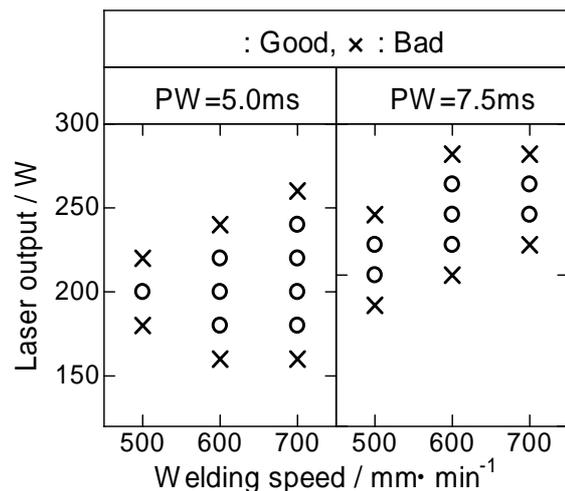


Fig.1 Optimum welding conditions.

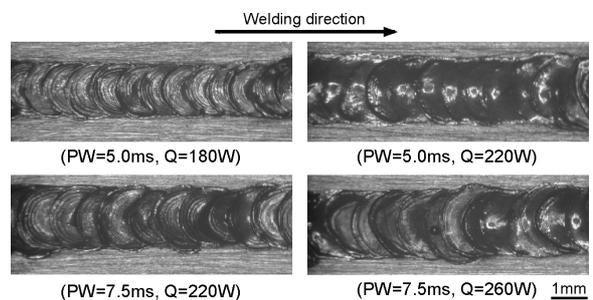


Fig.2 Bead appearances of welded joints. (V=600mm/min)

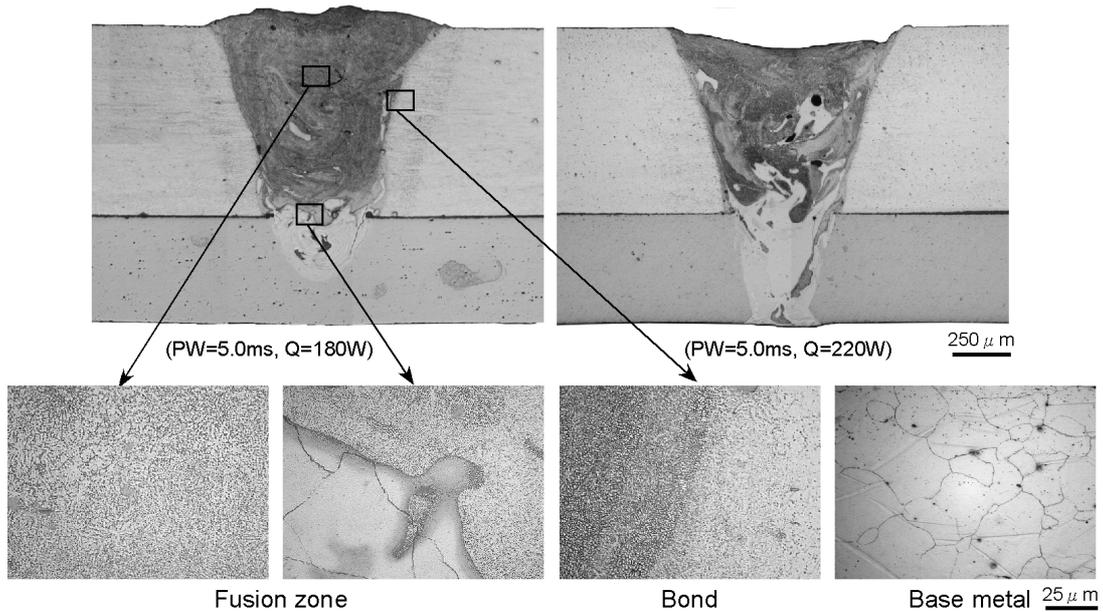


Fig.3 Macro- and microstructures of welded joints.
(V=600mm/min)

mmから 2.19 mmへと若干増加した。

継手の巨視的組織および微視的組織を Fig.3 に示す。低出力の条件ではアンダーフィルは認められなかったが、高出力の条件ではアンダーフィルとともに縦割れが観察された。溶融凝固部下部において A5052 が攪拌され AZ61 と混合した様相を呈した。レーザ出力を増加させることにより、広範囲にわたる攪拌が行われた。溶融凝固部内には攪拌時に生じたと思われる大小の気孔が多数観察された。溶融凝固部の結晶粒径は $4.75 \mu\text{m}$ であり、母材の $23.4 \mu\text{m}$ に比較し微細となった。組織は等軸晶および柱状晶が混在しており一部に化合物が認められた。攪拌部の A5052 側に微細な割れが観察されたが、AZ61 側の溶融金属には割れは観察されなかった。

引張せん断試験の結果を Fig.4 に示す。最高値を示した条件は PW=5.0ms $Q=180\text{W}$, $V=600\text{mm/min}$ の継手で、A5052 の母材の引張強さの約 34% を示した。破断形態は主として溶融凝固部からの剥離破断であったが、高出力の条件では溶融凝固部およびその近傍に生じた縦割れから破断したため、引張せん断強さは著しく低い値を示した。溶接速度の増加とともに最大荷重を示すレーザ出力が高くなることが認められた。これは溶接速度の増加に伴い 0L 率が減少し、最適な溶接を行うために必要なレーザ出力が増加したためと考える。

硬さ測定の結果を Fig.5 に示す。測定位置は両母材の板厚中央部と溶融凝固部の中央部を縦方向とした。溶融凝固部に硬化が認められた。最も硬化している部分は接合面からやや A5052 側であり、母材の約 2.5 倍の値を示した。

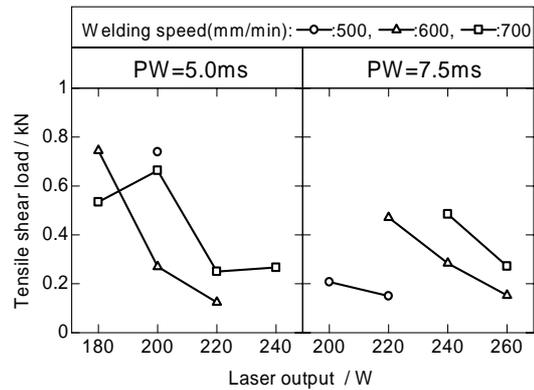


Fig.4 Results of tensile shear test.

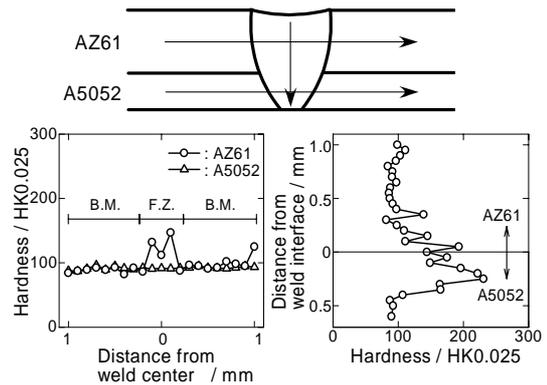


Fig.5 Hardness distributions of welded joints.
(PW=5.0ms, Q=180W, V=600mm/min)

参考文献

- 1) 田口 成一, 朝比奈 敏勝, 時末 光: 軽金属学会第 107 回秋期大会講演概要集(2004), 361.
- 2) 李 光鎮, 新井 貴, 熊井 真次: 軽金属学会第 108 回春期大会講演概要集(2005), 131.