

# 各種マグネシウム合金の陽極酸化による特性改善技術の展開

加工技術課 柿内 茂樹, 富田 正吾, プロジェクト推進担当 山岸 英樹\*  
株式会社 高松メッキ 能登谷 久公, 株式会社 サンメタル 林 孝宏, 松林 直樹

## 1. 緒言

マグネシウム(以下、Mg)合金は、比強度に優れており、軽量構造材料として注目されている。しかし非常に活性であり、大気中で容易に酸化し易い。このため、陽極酸化、化成処理、塗装など種々の表面処理法により耐食性が補われている。一方、構造材料として Mg 合金を使用する場合は、溶接・接合工程が不可避的課題である。近年では、固相接合法である摩擦攪拌接合(FSW)が注目されている。摩擦攪拌スポット接合(FSSW)では、接合部表面にナゲットが形成され、攪拌部には微細な結晶組織が形成されるが、これらが陽極酸化皮膜に与える影響についてはほとんど明らかでない。そこで本研究では、市販の Mg 合金板に対して、FSSW 接合と従来融接法である TIG 溶接を行い、組織の比較および陽極酸化後の外観に影響について検討を行った。

## 2. 実験方法

供試材料としては、市販の AZ31 押出板材(板厚 2~2.5 mm)を用いた。FSSW の場合、接合はロボット摩擦攪拌スポット接合装置(川崎重工(株)製)により行った。接合条件は、設定加圧力 1.47~5.88 kN、回転数 1750, 2000 rpm、加工時間 6, 10 sec とした。使用したツールはショルダー径  $\phi 12$  mm、ピン径  $\phi 5$  mm、ピン長さがおおよそ 4 mm である。なお、接合継手は重ね継手(板厚 2.5 mm)とした。また、FSSW 接合部との比較を行うために TIG 溶接を行った。TIG 溶接の場合、接合継手は突合せ継手(板厚 2 mm)とした。FSSW および TIG 溶接後、外観観察、断面観察、断面の硬度分布測定を行った。また FSSW では引張せん断試験を行い、試験後の破断部の観察を行った。

## 3. 実験結果

Fig.1 に回転数 2000rpm で、加圧力と加工時間を変化させた場合のナゲット外観と引張せん断試験後の破壊部近傍(接合面内側)の写真を示す。加圧力を 3.92 kN から 4.90 kN に増加させると、いずれの加工時間でも押し込み径(加圧痕)が増大した(Fig.1-1, 2, 4, 5)、さらに加圧力を 4.90 kN から 5.88 kN に増加させると、ツール径( $\phi 12$  mm)とほぼ同等の押し込み径になった(Fig.1-3, 6)。Fig.2 に押し込み径、残厚(ピンの侵入深さ)、引張せん断荷重におよぼす加圧力と加工時間の影響を示す。加圧力が増加するにつれて、残厚は減少する傾向を示した。加圧力 5.88 kN、加工時間 10 sec の場合、引張せん断荷重は 3.6 kN で、加工時間 6 sec と比較すると大きい。これは Fig.1 に示した破面写真で、加工時間 10 sec (Fig.1 6-1, 6-2)の破面領域は 6 sec (Fig.1 3-1, 3-2)のそれよりも破面領域(接合域)が広いと考えられた。Fig.3 に陽極酸化前後の外観写真を示す。FSSW の場合(Fig.3 A-1)、ナゲットおよびその周囲に顕著な酸化は認められず、陽極酸化後(Fig.3 A-2)には

ほぼ一様な皮膜が形成された。TIG 溶接のビード周囲は、熱影響による酸化が顕著で (Fig.3 B-1)、陽極酸化後には TIG ビード周囲には色ムラが生じていた(Fig.3 B-2)。Fig.4 に各種接合部の断面組織写真を示す。FSSW 接合部断面のナゲット中心には攪拌領域が認められ(Fig.4 A)、その金属組織は母材と比較して微細で等軸的な動的再結晶組織(Fig.4 A-1)であった。一方、TIG 溶接の場合は、Fig.4 (A-2)のような微細な組織は認められず、ビード中央には空隙が認められた(Fig.4 B)。Fig.5 には Fig.4 で示した接合部断面の硬度分布を示した。FSSW の場合、母材から攪拌部に向かって硬さが増加する傾向を示した。TIG 溶接部の硬さは母材の硬さと比較してほとんど変化は認められなかった。

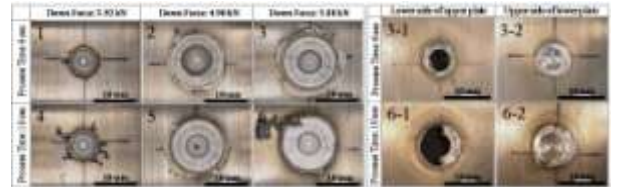


Fig.1 FSSW 接合部の外観と引張せん断試験後の破壊部外観

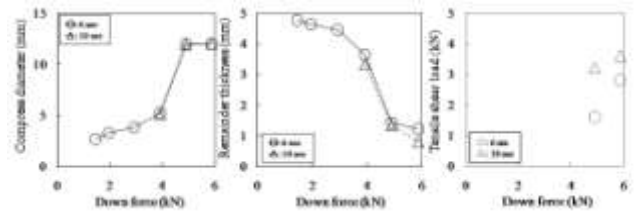


Fig.2 引張せん断荷重、押し込み径、残厚に及ぼす加圧力と加工時間の影響 (AZ31EM-AZ31EM, 回転数 2000 rpm)

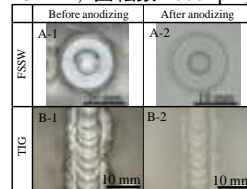


Fig.3 TIG 溶接および FSSW 接合部の外観写真と陽極酸化後の外観写真 (A: TIG weld, B: FSSW)

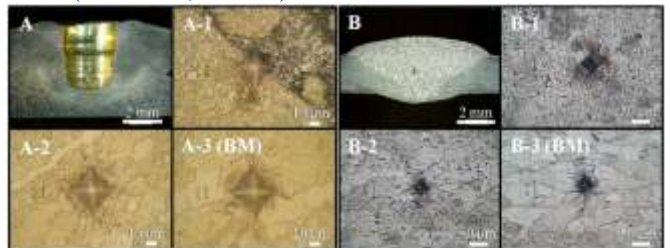


Fig.4 各種接合部断面組織写真 (A: TIG weld, B: FSSW (5.88 kN, 1750 rpm, 6sec))

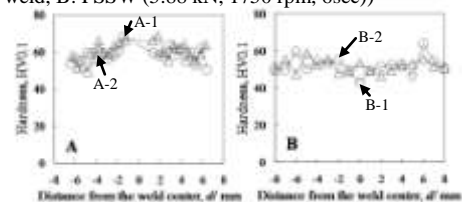


Fig.5 各種接合部断面の硬度分布 (A: TIG weld, B: FSSW (5.88 kN, 1750 rpm, 6sec))

※現 産学官連携推進担当