

超塑性組織と加工特性に関する研究

行武 栄太郎*

1. 緒言

マグネシウム及びその合金の常温でのすべり系は底面しかなく、その展伸材は底面集合組織の発達により変形方向に異質性が生じ一般的に常温での成形性（プレス性：絞り加工、曲げ加工、張出加工等）が非常に劣る。しかし、温間域（473K以上）ではすべり系の増加により成形性が向上する。また、結晶粒の微細化により超塑性現象の発現がマグネシウム合金で報告¹⁾されており、温間域で200%以上の大きな伸びを得られる。この超塑性を利用した成形加工は複雑形状を少ない工程数で実現できる加工法であり、その最適条件（温度、速度、粒径等）の系統的なデータの集積が望まれている。

本研究では、本センターで開発した連続曲げ装置²⁾でマグネシウム合金（AZ31, AZ61）結晶組織を微細化及びランダム化し、それらの超塑性現象発現における系統的なデータの蓄積を目的に、マグネシウム合金の温間引張試験を行い、超塑性発現を検証した。

2. 実験方法

供試材には、市販されている2種類のマグネシウム合金圧延材（スラブ圧延法による日本金属製AZ31、連続鋳造圧延法による権田金属製AZ61）板厚0.6mmを連続曲げ装置により微細化及びランダム化した素材を用いた。連続曲げ条件は、速度：100mm/min、常温で5回連続曲げ加工を行った。連続曲げ試験後の結晶粒径は約5 μ m（AZ31）、15 μ m（AZ61）であった。図1に連続曲げ試験後の組織観察写真（AZ31）を示す。

超塑性試験は、温間引張試験機を用いて行った。引張方向は圧延方向に対して平行に行った。試験速度は、500、50、5、0.5mm/minの4条件とした。試験温度は、473K、523K、573Kの3条件とした。各試験速度、温度で3回試験を行い、引張強さ、伸び及び試験後の破断部近傍の組織観察を行った。

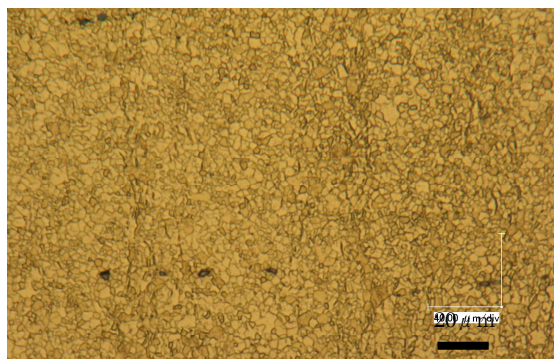


図1 連続曲げ試験後のAZ31

3. 実験結果及び考察

図2にAZ31を引張速度500、50、5、0.5mm/min試験温度573Kで行った結果を示す。引張速度が低下するにつれ伸びが向上した。引張速度500mm/minでは35mm程度であるが、0.5mm/minでは90mm以上の伸びを示し約3倍の伸びを示した。これは、約

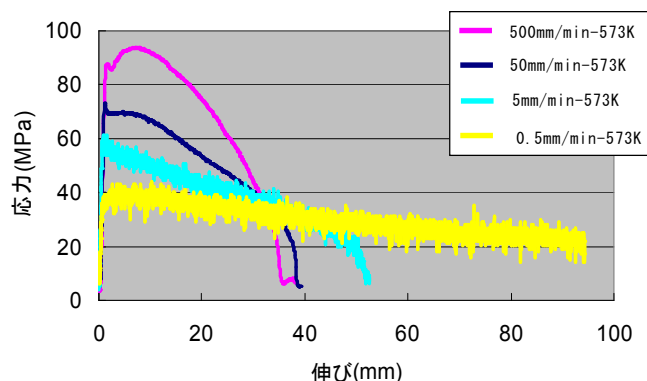


図2 各条件における応力—伸び曲線

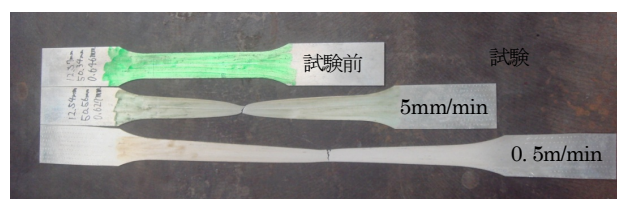


図3 試験後の試験片形状

200%の伸びを示しており超塑性現象を示した。試験後破断部近傍を観察したところ、引張方向に結晶粒の伸びは観られず、等軸で5 μ m以下の粒径が確認された。これは、結晶粒界が滑って変形したことを示唆しており、この現象は超塑性特有の変形現象（粒界すべり）であり、AZ31では573K、0.5mm/minで超塑性現象が発現することが確認された。AZ61においては初期粒径が大きいいため大きな伸び変形は確認されず、超塑性現象は結晶粒サイズに大きく影響する。また、試験速度が大きくなるにつれて最大応力が低下している。試験速度500mm/minと0.5mm/minを比較すると90MPaから40MPaへ50%以上の低下を示した。これは、プレス加工を行う際、金型へ対する負荷を軽減し金型寿命及び精度向上に効果が期待できる。

図3に各条件で引張試験を行った後の試験形状を示す。超塑性現象ではくびれない均一伸びを示す。試験温度：573K、引張速度：0.5mm/minではくびれない均一伸びが観察された。これにより超塑性を利用することで板厚が均一で複雑形状をしたプレス成形品作製が期待できる。

4. 結言

- ・結晶粒を微細化（5 μ m以下）することで超塑性現象が発現する。
- ・試験温度：573K、引張速度：0.5mm/minで約200%の伸びを示し、超塑性が発現した。（AZ31）
- ・引張速度の上昇に伴い最大応力が低下する。

参考文献

- 1) 邢 劼, 楊 統躍, 三浦 博己, 酒井 拓: “大ひずみ加工AZ31マグネシウム合金の超塑性変形”: 軽金属, 56 pp. 716-720 (2006)
- 2) 行武栄太郎ほか: 軽金属学会第114回春期大会講演概要, (2008)