

4041 圧縮変形における高性能マグネシウム合金材料の特性

Characteristics of high-performance magnesium alloy materials in compressive deformation

正 阮立群 (熊大工) 正 河村能人 (熊大工) 正 山口恵資 (熊大工)

正 丸茂康男 (熊大工) ○ 向田達宏 (熊大院)

Liqun RUAN, Kumamoto University, 2-29-1 Kumamoto 860-8555

Yoshihito KAWAMURA, Keisuke YAMAGUCHI,

Yasuo MARUMO, Tatsuhiro MUKOUDA, Kumamoto University

This research mainly discussed the processing temperature and the processing velocity influence on the deformation resistance and ductility of $Mg_{96}Zn_2Y_2$, a kind of high-strength magnesium alloys. Therefore, compression deformation experiments of column were performed. We also examined the variation of deformation resistance and ductility of this kind of magnesium alloy. Moreover, the dependence on deformation temperature and deformation speed of this magnesium alloy was evaluated as well.

Key Words : Performance test, compressive deformation, ductility, true stress, true strain

1. 緒言

マグネシウム合金は超軽量材料として低環境負荷、高いポテンシャルを有している次世代の金属と言える。マグネシウムは比強度や比剛性が鉄、アルミニウム合金やエンジンリングプラスチックなどを凌駕している。また、リサイクルに大いに有効な金属として注目されている。現在、マグネシウム合金の加工はダイカストやチクソ法が主流であるが、鍛造による加工・生産はまだ実現されていない。マグネシウム合金の高強度鍛造品の生産が可能となれば、自動車製造技術に大きな変革をもたらす。自動車のエンジン部品とする場合には、材料強度不足の問題がある。高強度のマグネシウム合金材料の開発とその材料の鍛造加工法の開発が望まれている。

本研究は、本学において新しく開発された高強度のマグネシウム合金 $Mg_{96}Zn_2Y_2$ 押し出し材料を対象として塑性成形における基礎データを収集する。この材料において加工温度、加工速度が塑性成形に及ぼす影響を究明することを目標としている。円柱の圧縮変形を行い、材料の圧縮変形抵抗と延性を調べ、変形の温度依存性及びひずみ速度依存性を評価する。

2. 実験条件および方法

Fig. 1に示す圧縮試験装置を用いて工具にヒータを取りつけ、工具間に挟んだ試験片を加熱する。室温から300℃まで工具と材料の温度制御ができる。

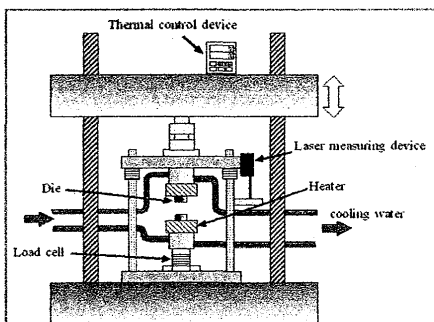


Fig.1 Experiment setup

Table.1 experimental condition of compression

Material	$Mg_{96}Zn_2Y_2$, AZ31, AZ61
Size mm	$Mg_{96}Zn_2Y_2$: $\phi 8 \times 12$ AZ31, AZ61 : $\phi 14 \times 21$
Temperature °C	25, 100, 150, 200, 250, 300
Speed mm/min	5, 10, 50, 100
Lubricant	No

3. 変形抵抗と伸びの評価

$Mg_{96}Zn_2Y_2$ マグネシウム合金押し出し材の加工特性を調べるため、Fig. 1の装置を用いて円柱圧縮試験を行った。Table. 1に実験条件を示している。 $Mg_{96}Zn_2Y_2$ 材料において変形速度と変形温度による変形抵抗を評価し、材料の延性および破壊を調べた。

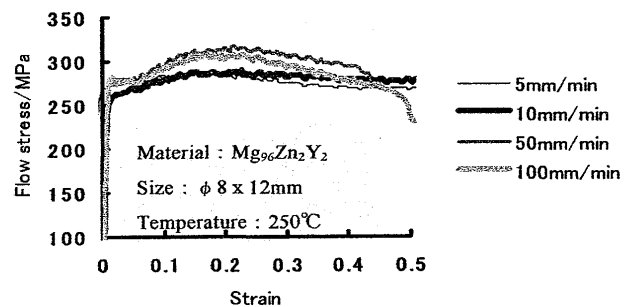


Fig.2 $Mg_{96}Zn_2Y_2$ flow stress curve under different processing speeds at 250°C

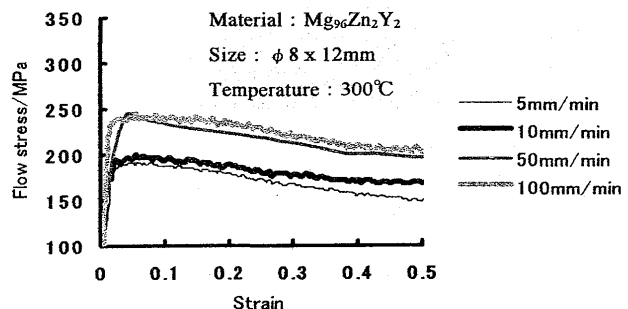


Fig.3 Flow stress curve under different processing speeds at 300°C

Fig. 2に材料温度250℃時の変形速度による変形抵抗の変化を示している。変形速度5mm/minから100mm/minまで変形抵抗と変形ひずみはあまり大きな変化がないが、変形抵抗は280~300MPa前後になった。Fig. 3に材料温度300℃時の圧縮速度による変形抵抗の変化を示している。Fig. 2と比べると変形抵抗は小さくなっている。変形のひずみ速度依存性を表している。低い変形速度(5mm/minと10mm/min)の場合と高い変形速度(50mm/minと100mm/min)の場合と比べると変形抵抗は約60MPaの差が出ている。

Fig. 4と5に250℃におけるAZ31とAZ61の変形抵抗の変化を示している。いずれも変形速度100mm/minのときに変形抵抗が最も高く、ピーク値が約140MPaとなった。この条件と同じMg₉₆Zn₂Y₂の変形抵抗は、約300MPaを示しており、倍以上となっている。

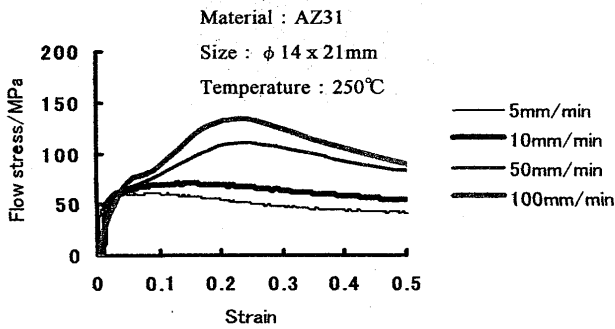


Fig.4 AZ31 flow stress curve under different processing speeds at 250°C

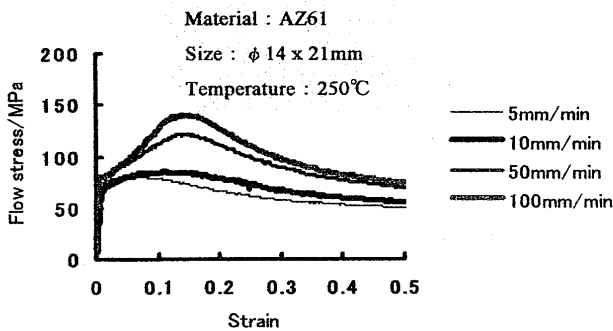


Fig.5 AZ61 flow stress curve under different processing speed at 250°C

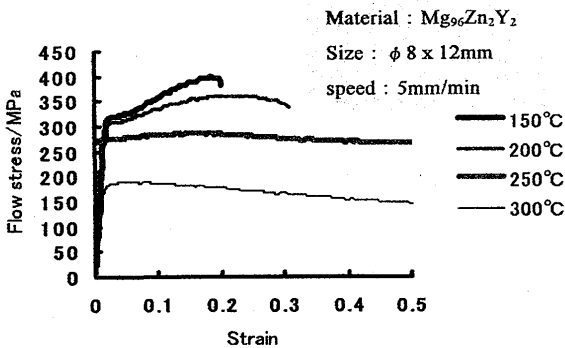


Fig.6 Mg₉₆Zn₂Y₂ flow stress curve at different processing temperatures under 5mm/min

Fig. 6に变形速度5mm/minにおけるMg₉₆Zn₂Y₂の变形抵抗の変化を示している。ダイス150℃の場合、变形抵抗が400MPaになり、ひずみが0.2に達してその後材料が破壊した。温度が高い程、变形抵抗が低下する傾向を表している。ダイス温度が300℃の時に变形抵抗が180MPaになっている。ひずみが大きく伸びている。

Fig. 7と8に速度5mm/minにおけるAZ31とAZ61の变形抵抗の変化を示している。Fig. 6のMg₉₆Zn₂Y₂の变形抵抗と比較すると、どの温度においてもMg₉₆Zn₂Y₂の变形抵抗が高くなっている。25℃の場合を除いてよい延性が見られる。

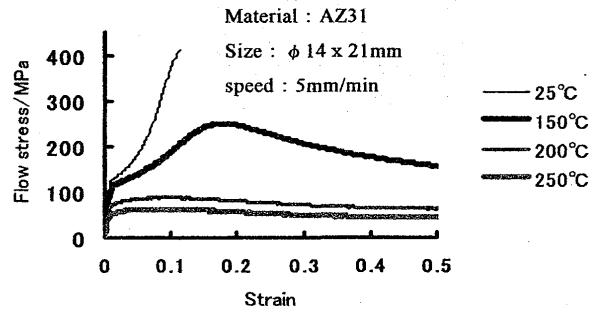


Fig.7 AZ31 flow stress curve at different processing temperatures under 5mm/min

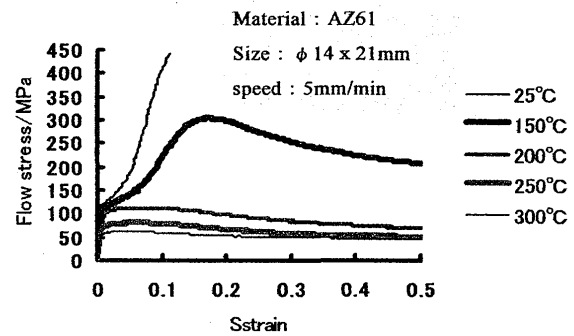


Fig.8 AZ61 flow stress curve under different processing temperatures under 5mm/min

3. 結言

300℃までに温度制御できるマグネシウム合金温一熱間圧縮用実験ができ、Mg₉₆Zn₂Y₂マグネシウム合金押し材の変形抵抗と延性を各温度・速度条件による評価ができた。

Mg₉₆Zn₂Y₂マグネシウム合金押し材において変形抵抗は温度によって反比例的な変化傾向が見られ、変形抵抗の温度依存性を定量的に明らかにした。特に、材料温度150℃の場合、変形抵抗は400MPaになった。Mg₉₆Zn₂Y₂マグネシウム合金押し材の強度は通常のAZ31とAZ61と比べるとはるかに高い。また、変形温度が高いほどひずみ速度依存性が著しくなった。