

AZ91 マグネシウム合金切削屑の板状摩擦固化成形

日大生産工(院) ○永井 綾太

日大生産工 前田 将克

元日大生産工 加藤 数良

1. 緒言

マグネシウム合金は冷間塑性加工性に劣る一方、切削加工性に優れるため、切削屑の排出は避け難い。この切削屑は発火の危険性が高いため、安全性に対する強い社会的要求も重なり、簡便な切削屑の固化成形技術が望まれている。このため、再溶解を必要としない省エネルギーかつ高効率の固相リサイクル技術の開発がすすめられている¹⁾。大塚らは、軽金属材料の切削屑から摩擦固化成形法により、再溶解することなく固相のまま直接バルク材を得ることができることを示した²⁾。しかしながら、現在までに検討されたのは全て中実丸棒状成形体のみであり、中実丸棒以外の形状への摩擦固化成形について全くは検討・報告されていないのが現状である。直接利用を視野に入れた場合、板材や中空丸棒などが摩擦固化成形により成形可能であるかについて検討が必要である。

本研究では、AZ91マグネシウム合金切削屑から平板への摩擦固化成形を行い、得られた成形体の組織および機械的性質について検討した。

2. 供試材および実験方法

供試材にはAZ91マグネシウム合金鋳造材(引張強さ193 MPa, 伸び1.2%, 硬さ71 HV0.1)を乾式フライス加工(切削速度74.7 m/min, 送り速度400 mm/min, 切込み0.1 mm)した切削屑を用いた。使用工具はSUS304ステンレス鋼を用いてFig. 1に示す寸法形状に機械加工した成形体押出工具(ステム), 切削屑充填工具(コンテナ)と, S35C機械構造用炭素鋼鋼材を用いてFig. 2に示す寸法形状に機械加工した板材押出用金具(ダイ)を実験に用いた。φ6, φ7, φ8の面積に相当するアスペクト比2:1の3種類の出口部を有するジグを実験に用いた(それぞれΔ6, Δ7, Δ8と称す)。ステムとコンテナの間には焼き付き防止のために0.3 mmのクリアランスを設けた。コンテナにダイを挿入しシアノアクリレート系瞬間接着剤で接着し、ダイに切削屑を充填した。ステムを回転させた状態でコンテ

Table 1 Processing conditions

Rotational speed	N	(rpm)	500
Preheating pressure	P_0	(MPa)	40
Preheating time	t_0	(s)	20
Extrusion pressure	P_1	(MPa)	200
Quantity of filling chips	m	(g)	5

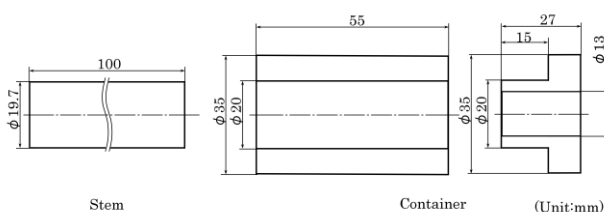


Fig.1 Shapes and dimensions of stem and container.

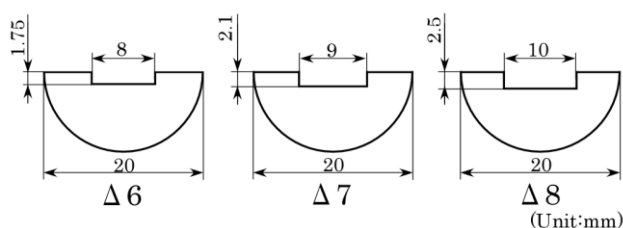


Fig.2 Shapes and dimensions of plate extrusion dies.

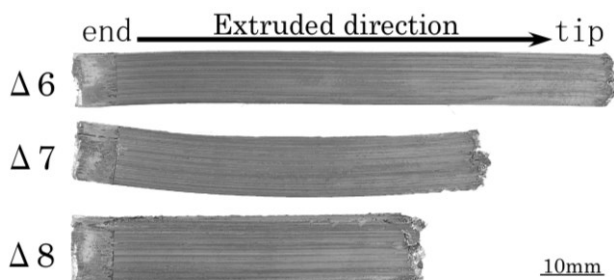


Fig.3 Appearance of consolidated plates(plane view).

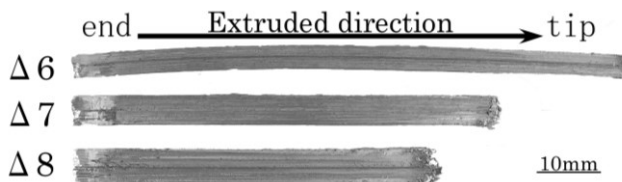


Fig.4 Appearance of consolidated plates(side view).

Friction consolidation of AZ91 magnesium alloy swarfs to flat bars

Ryota NAGAI, Masakatsu MAEDA, Kazuyoshi KATOH

ナに挿入し、ステムと素材を接触させて予熱圧力と回転摩擦により加熱した。切削屑同士を接合させた後、押出圧力を付与しながら素材を押し出すことにより成形体を得た。摩擦固化成形には全自動摩擦圧接機を使用し、予備実験から Table 1 に示す条件を選定した。成形体の評価は外観、巨視、微視的組織観察、引張試験を室温で行った。

3. 実験結果および考察

Fig. 3, Fig. 4 に成形体の外観を示す。成形体先端部は変形した切削屑が固化されずに押し出された状態であり、中実丸棒状に固化成形した場合に見られる終端部の欠陥が観察されず良好な成形体が得られた³⁾。また、ダイ出口部形状による成形体の差異は認められなかった。

Fig. 5, Fig. 6 に成形体断面の巨視的組織を示す。成形体は先端部および終端部を除く部分では空隙のない成形体が得られ、板面の左右および板厚の上下で対称な組織を呈した。成形体先端部では押出方向に凸となる層状の組織が成形され、全条件で層状組織部の長さは約10mmとほぼ等しくなった。この層状組織は終端部に近づくのに伴い不明瞭となった。成形体先端部から約10mm離れた部分から終端部にかけて不明瞭ではあるが涙滴状の組織が観察され、ダイ出口部面積の減少に伴い長くなった。この涙滴状組織は中実丸棒の成形体では楕円状に成形されることが知られている³⁾。

Fig. 7 に成形体の微視的組織を示す。結晶粒径、空隙のサイズや分布にはダイ出口部形状による差異は認められなかった。成形体先端部(A)では切削屑形状とそれらの界面空隙が多数観察された。出口部近傍の素材であるために十分な加熱と加圧が与えられる前に押し出されたためと考える。成形体中央部(B)では空隙のない微細化された組織が観察された。成形体外周部(C)では、出口部のせん断により微細化した押出方向へ流れる組織が観察された。

Fig. 8 に引張試験結果を示す。試験片は、涙滴状組織部のみを切出した試験片(A)を用いた。全条件で母材の80%以上の強度を示した。2条件で母材以上の値が得られ、最大値は $\Delta 6$ の場合で221MPaとなり、母材の115%の値を示した。

参考文献

- 1) 木村浩一, “マグネシウム管体のリサイクル技術”, 成形加工, 16(2004), 163-167.
- 2) 大塚健太, 加藤数良: 日本金属学会 149 回秋期大会概要, (2011), CD-ROM.
- 3) 相馬健一郎ほか: 軽金属学会第130回春期大会講演概要, (2016), 207-208

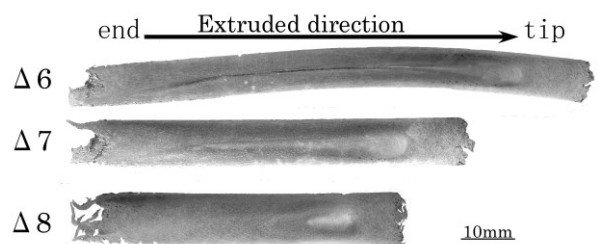


Fig.5 Macrostructures of consolidated plates (plane view).

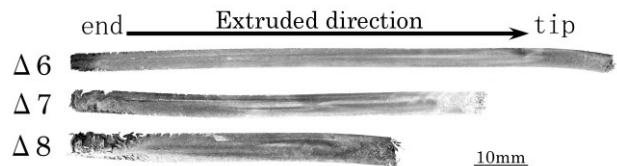


Fig.6 Macrostructures of consolidated plates (side view).

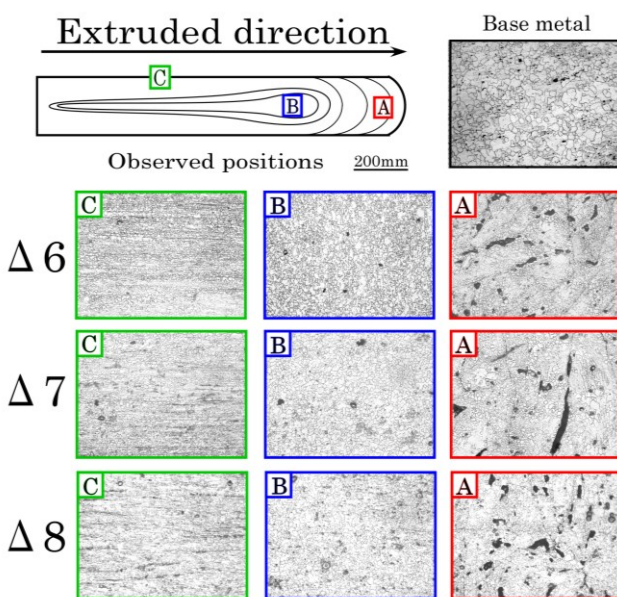


Fig.7 Microstructures of consolidated plates.

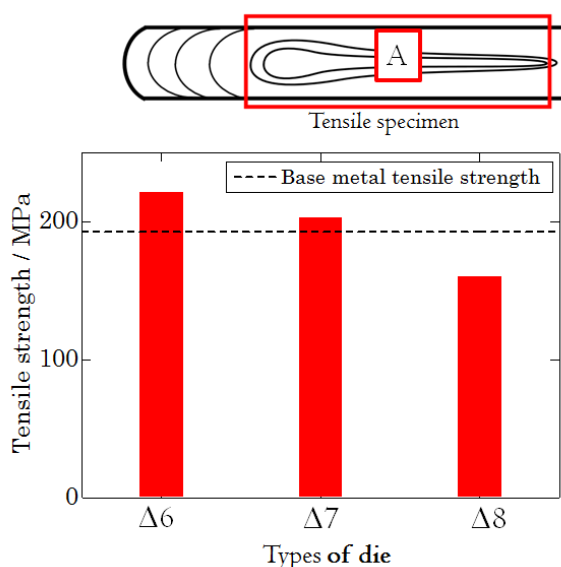


Fig. 8 Results of tensile test.