

摩擦固化成形法によった AZ31 マグネシウム合金切削屑の機械的性質に及ぼす成形条件の影響

日大生産工(院) ○萩原 正敬

日大生産工

加藤 数良, 前田 将克, 野本 光輝

1. 緒 言

マグネシウム合金は実用金属中最軽量で比強度が高く、電磁遮蔽性や耐くぼみ性に優れることなど、利点が多い。そのため、現在では電子機器筐体や輸送機器部品などの種々の分野で用いられ、低融点で溶解に必要なエネルギーが少ないことから、リサイクルの観点からも注目が集まっている。リサイクルにおいて再溶解を必要としない低コストなプロセスで直接使用可能な成形体を得ることができれば効果的であり、現在では種々の固相リサイクルプロセスが提案されている¹⁾。

著者らが提案した摩擦固化成形法は工具と素材との摩擦熱を利用するために加熱器が不要でエネルギー効率が高く、今後期待できる方法である。本方法の主な成形条件として押出比、押出圧力、予熱圧力および予熱時間が挙げられ、押出比と押出圧力の条件を組合せて摩擦固化成形を行うことで高密度な成形体が得られることを報告した^{2),3)}。しかし、予熱過程が成形体の機械的性質に及ぼす影響については明確ではないのが現状である。

本研究では、AZ31マグネシウム合金の切削屑を用いて摩擦固化成形を行い、成形体の組織および機械的性質に及ぼす予熱圧力の影響について検討した。

2. 供試材および実験方法

切削屑は AZ31 マグネシウム合金板材 ($\sigma_B=249$ MPa, $\delta=28.7$ %, $H=56.7$ HV0.1) を切込み量 0.1 mm として乾式フライス加工により作製し、実験に供した。得られた切削屑の硬さは 73.5 HV0.1 であった。摩擦固化成形には、全自動摩擦圧接機を使用し、予備実験から選定した Table 1 に示す条件とした。使用工具は SUS304 ステンレス鋼を用いて Fig. 1 に示す形状に機械加工し、出口径は 10 mm, 出口長さは 1 mm とした。実験方法はダイに切削屑を 10 g 充填し、ステムを回転させた状態でダイに挿入

Table 1 Processing conditions.

Rotational speed	N (rpm)	2000
Preheating pressure	P_0 (MPa)	20, 40, 60
Preheating time	t_0 (s)	30
Extrusion pressure	P_1 (MPa)	200

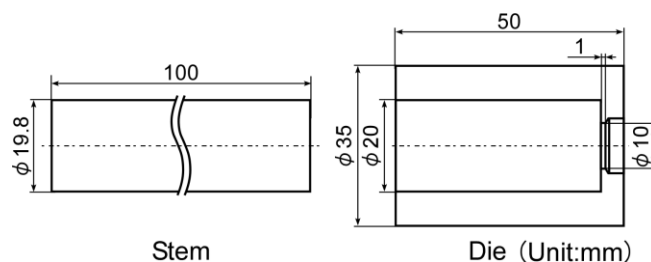


Fig. 1 Shapes and dimensions of tool.

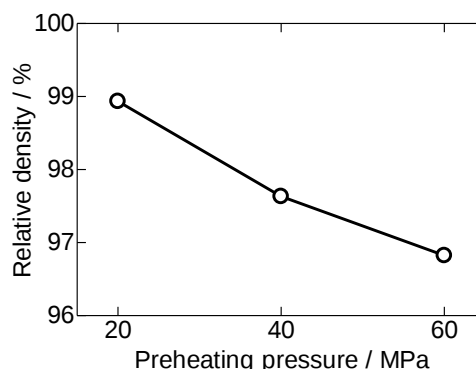


Fig. 2 Measurement results of Relative density.

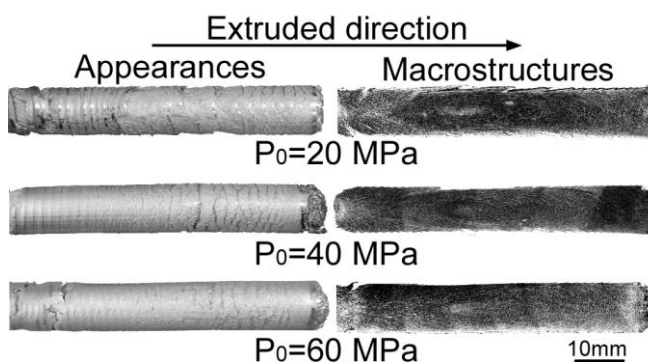


Fig. 3 Appearances and macrostructures of specimen.

Effect of Forming Conditions on Mechanical Properties of Friction Consolidated AZ31 Magnesium Alloy Chips

Masahiro HAGIHARA, Kazuyoshi KATOH, Masakatsu MAEDA and Mitsuteru NOMOTO

し、素材と接触させて予熱圧力と回転摩擦により予熱を与えた後、押出圧力を付与しながら素材を押出すことにより成形体を得た。

得られた成形体は密度測定、外観観察、巨視および微視的組織観察、硬さ試験、引張試験を室温で行った。引張試験片の平行部直径は8 mmとし、平行部の長さは20 mmとした。

3. 実験結果および考察

Fig. 2に成形体の相対密度を測定した結果を示す。成形体の相対密度は、予熱圧力の減少に伴い相対密度は増加し、予熱圧力 $P_0=20$ MPaの条件で最高値 1.75 g/cm^3 を示し、母材密度 1.77 g/cm^3 の約99%と高密度な成形体を得られた。その他の条件においても相対密度は母材の96%以上の高い値を得た。

Fig. 3に成形体の外観および巨視的組織を示す。全条件で成形体の先端部は切削屑が固化せずにそのまま押出されたため切屑形状が観察できる状態であった。成形体表面は予熱圧力の増加に伴い凹凸が小さくなった。成形体の長さは平均で約60 mmであり、予熱圧力の変化による影響はほとんどなかった。先端部を除く部分ではほぼ空隙のない成形体を得られ、押出方向を軸として対称な組織を示した。成形体中央部にはアルミニウム合金およびマグネシウム合金の固化成形体^{2),3)}に認められた楕円状の組織と類似した組織が不明瞭ではあるが観察された。

Fig. 4に成形体中央部、先端部の微視的組織およびチンマー法によって算出した結晶粒径を図中に示す。成形体中央部(B)では結晶粒はステムによる攪拌の影響により母材の板材に比較して微細化が認められ、予熱圧力 $P_0=20$ MPaで結晶粒径 $d=7.04 \text{ }\mu\text{m}$ を示した。また、成形体中央部(B)の結晶粒径は成形体先端部(A)に比較して小さくなった。このことは、成形体先端部では中央部と比較してステムによる攪拌の影響が少ないためと考える。また、予熱圧力の減少に伴い結晶粒径は小さく微細な組織を示した。

Fig. 5に成形体中央部の硬さ試験結果を示す。予熱圧力に関係なく巨視的組織で観察された楕円状の組織近傍で硬さの増加が認められた。硬さは予熱圧力の減少に伴い増加し、母材に比較して高い値が得られた。このことは、微視的組織で観察された組織の変化と一致していることから、結晶粒の微細化による硬化と考える。

Fig. 6に引張試験結果を示す。予熱圧力の減少に伴い引張強さは向上する傾向を示し、予熱圧力 $P_0=20$ MPaの条件で最高値193 MPaを示し、母材の約78%の値を得た。このことは、予熱圧力の減少に伴い結晶粒が微細化したためと考える。

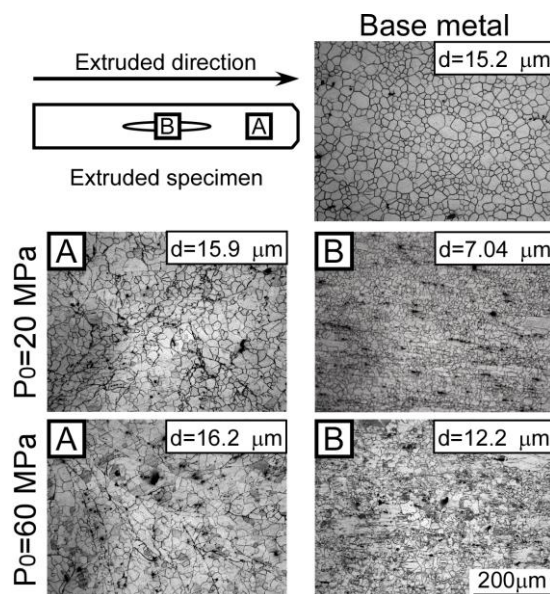


Fig. 4 Microstructures of specimen.

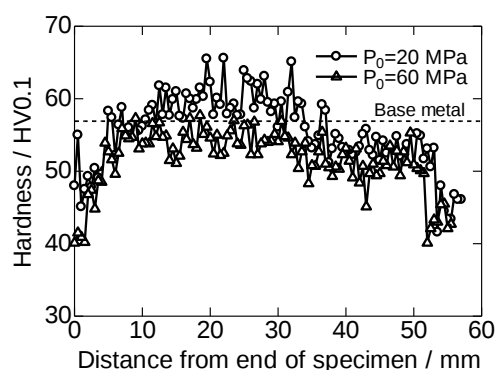


Fig. 5 Hardness distributions of specimen.

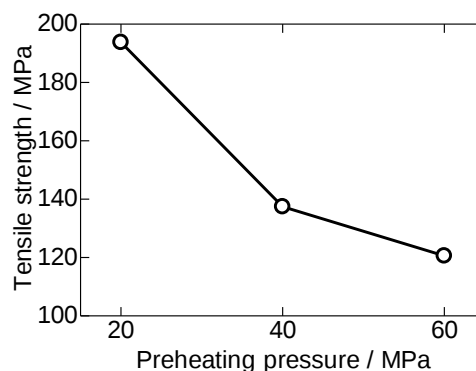


Fig. 6 Results of tensile test.

参考文献

- 1) 例えば、千野靖正、馬淵 守、“熱間押出を利用したマグネシウム合金切削屑の新再生法”，軽金属，57 (2007)，250-255。
- 2) 大塚健太，加藤数良：摩擦圧接法による 6063 アルミニウム合金切削屑の固化成形，日本金属学会 149 回秋期大会概要，(2011)，CD-ROM。
- 3) 菅谷 樹，加藤数良：摩擦圧接を利用したマグネシウム合金切削屑の固化成形，日本機械学会第 20 回機械材料・材料加工技術講演会概要，(2012)，507。