

マグネシウム合金板材の塑性変形の向上とプレス成形特性に関する研究

小松崎 和久*, 行武 栄太郎*

1. はじめに

マグネシウム合金は、実用金属中で最も比重が小さいことから、情報機器端末等での利用が進められている。しかしながら、常温域では底面すべりが支配的であるため、プレス成形では 250℃程度の温間域における加工が不可欠である。

当センターでは、平成 17 年度より茨城県でマグネシウムの加工拠点を目指すべくプロジェクトを推進しており、組織の微細化、ランダム化による成形限界の向上と深絞りを始めとするプレス成形特性に関する研究に取り組んでいる。

2. マグネシウム合金のプレス成形特性

まず始めに、マグネシウム合金のプレス成形特性を把握すべく、温間域での深絞り加工を試みた。

2.1 実験方法

市販のマグネシウム合金圧延板 AZ31（板厚 1.0mm）を直径 65mm ブランクとして、フランジ付円筒深絞り性（絞り高さ 26.5mm）を評価した。成形品の一例を図 1 に示す。



図 1 フランジ付円筒深絞り成形品

実験には、油圧サーボプレス機およびダイ、ブランクホルダーの温度制御が可能な金型を用いた。金型の寸法は図 2 に、スライドのモーションを図 3 に示す。

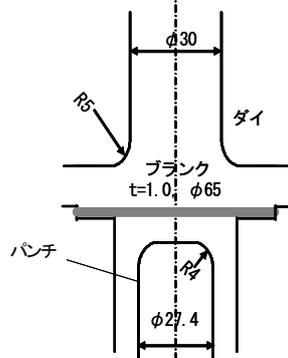


図 2 金型寸法

なお、パンチ温度は 10℃とし、潤滑には耐熱性油状型プレス油を用いた。

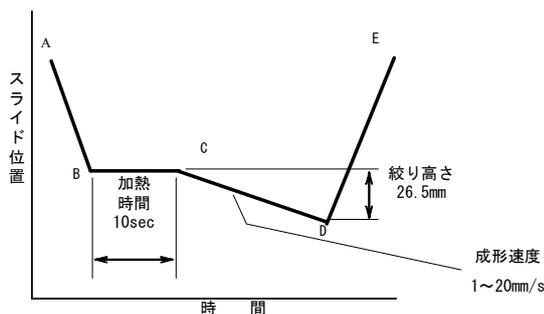


図 3 スライドモーショ

2.2 実験結果

図 4 に深絞り成形実験結果を示す。金型温度 270℃以上では今回の実験範囲において全て成形可能であり、200℃以下では成形が不可能であることが分かった。また、成形速度が遅いほど成形可能温度範囲が広がること、しわ押さえ力は 2kN, 3kN に比べて 4kN が適当であることが分かった。

金型温度 (°C)	成形速度 (mm/s)												
	1	2	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
180	x												
190	x												
200	x												
210	o	x											
240	o	o	o	o	x								
270	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

金型温度 (°C)	成形速度 (mm/s)												
	1	2	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
180	x												
190	x												
200	x												
210	o	x											
240	o	o	o	o	x								
270	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

金型温度 (°C)	成形速度 (mm/s)												
	1	2	4	5	6	7	8	10	12	14	16	18	20
180	x	x											
190	x												
200	x	x											
210	o	x											
240	o	o	o	o	o	x	x						
270	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o	o

図 4 深絞り成形実験結果

3. マグネシウム合金の組織微細化と集合組織制御

以上のようなマグネシウム合金の深絞り性に関する一般的特性を把握した後、組織の微細化、ランダム化による成形限界の向上を試みた。

3.1 供試材および実験方法

供試材には、市販のマグネシウム合金圧延材 AZ31-O（日本金属株式会社製、完全焼き鈍し材・板厚：0.8mm）を用いた。製造プロセスが圧延組織に影響を与えるため、まず始めに板材の組織観察を行った後、引張試験、ビッカース硬さ等の機械的性質調査を行った。引張試験は、試験片寸法を幅 12.5mm、標点間距離 50mm とし、引張速度 5mm/min、試験温度室温～300℃の条件にて行った。引張試験後は、破断部近傍の組織観察および集合組織を観察した。

3.2 組織観察及び機械的性質

引張試験前の平均結晶粒径は 17μm で完全再結晶した結晶粒が観察された。集合組織は、圧延方向に若干の傾きを示しているが、(0001)面が板面に平行に並んだ強い底面集合組織を形成している。表面のビッカース硬さの平均は 55HV である。室温での引張強さは 280MPa、伸びは 18% である。試験温度の上昇に伴い、伸びは増加するが、引張強さは低下する。特に 150℃以上では、引張強さが大きく低下する。これは、引張試験破断部の光学顕微鏡で観察により、150℃～200℃での再結晶化が観察されたことより、150℃付近で回復および再結晶が始まり、加工硬化するためである。

150℃の引張試験破断部の結晶粒界には、引張ひずみに起因する再結晶により発現したとみられる微細組織が観察され、200℃の引張試験破断部からは、等軸状約5μmの完全再結晶粒が観察され、250℃の引張試験破断部からは、約10μmに成長した再結晶粒が観察された。このことより、150～200℃においてひずみ付与による微細等軸結晶粒を有する板材の創製が可能であることが示唆された。

また、集合組織の観察では、200℃における（すべり面と平行な）引張ひずみの付与により多少の底面集合組織の集積度の低下がみられたが、いっそうの低下を図るには更なる検討が必要である。

3.3 連続曲げ装置

最密六方格子の特徴として、結晶のc軸方向に引張および圧縮ひずみを加えると双晶変形が発現する。マグネシウムについては軸比(c/a)が1.633以下であるため、c軸方向に引張ひずみを加えることで双晶変形が発現する。

そこで、温間引張試験片の組織観察結果から、板に曲げ変形を加えることにより、曲げ内側に発生する圧縮変形、曲げ外側に発生する引張変形を利用して積極的に板内に双晶変形を発現させ、すべり面の向きをランダム化させる図5に示す「連続曲げ装置」を作製した。



図5 連続曲げ装置

連続曲げ装置は、①3本のステンレスロール(φ38)を用い、板厚変化を生じることなく薄板材の厚さ方向へ連続的な曲げひずみを加えることが可能であり、②ロール間隔を変えることで、曲げ角度を60°、90°、120°とし、ひずみ量の変化に伴う双晶発現量を変えることができ、③ロールを電気炉で囲い、温間で曲げ変形を加えられる構造とした。ロール温度は、室温から300℃である。

室温において、連続曲げ装置により曲げひずみを付与した板材の組織を観察したところ、曲げ内側表面には、図6に示すような双晶が確認され、曲げ外側表面には双晶は確認されなかった。曲げ内側表面全体を観察すると、双晶が均一に発生していることが確認された。連続曲げを施した板材の集合組織を観察したところ、変形前に比べ、底面集合組織の集積度低下が確認された。

また、予備的に行った温間域250℃での90°プレス曲げ試験結果が図7のように微細で等軸状の結晶組織が示したことより、温間域にて連続曲げ変形を付与させ、

ランダムかつ3μm程度の微細な等軸の結晶組織を有するマグネシウム合金薄板材の高機能化が期待できる。

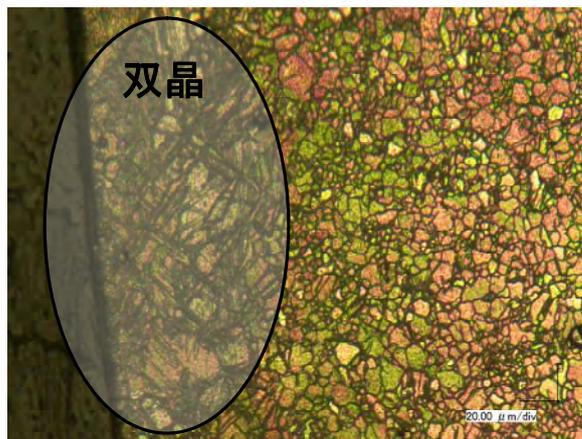


図6 連続曲げ装置により曲げひずみを付与した板材内側表面の双晶変形

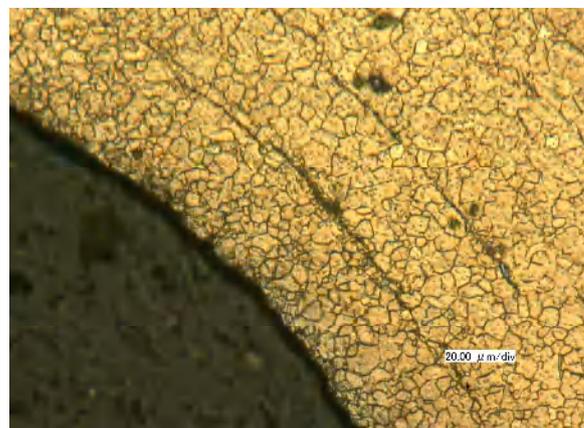


図7 250℃での90°プレス曲げにより発現した微細組織

4. まとめ

- マグネシウム合金のプレス成形特性を把握すべく、温間域での深絞り加工を試み、今回の深絞り実験の範囲においては、金型温度270℃以上で全て成形可能であったが、200℃以下では全て成形不可であった。
- 連続曲げ装置を製作し、ランダム組織が得られることを確認した。