異周速・低速度熱間圧延によるマグネシウム合金板の組織と性質

日大生産工(院) 鈴木 碁	基純
---------------	----

菅又 信,金子 純一 日大生産工

1.緒言

マグネシウム合金圧延板は常温においてプ レス成形性に劣るため、板材としての需要は極 めて少ない.これはマグネシウムの結晶構造が 六方晶であり,圧延板では優先すべり面である 六方晶の底面が板面に平行に配列する底面集 合組織が形成されるためである.一方,粒界す べりが変形に寄与する高温低速の超塑性変形 においては、結晶方位がランダム化に向うこと が Al 合金について報告されている ¹⁾.

昨年度の研究結果において、高い圧延温度と 遅い圧延速度の組合せによる AZ31 マグネシ Table1 Gear ratio and roll speed in finish rolling ウム合金板では,六方晶の底面が圧延板と平行 に配列する底面集合組織が変化して,常温にお ける成形性がやや向上することが明らかにな った 圧延中に強いせん断力を付与する方法と して異周速圧延がある.せん断変形による結晶 組織の変化が予想されることから、本研究では 高温・低速度に異周速圧延に加え, AZ31 マグ ネシウム合金板の組織と材料特性を調べ,成形 性との関連を明らかにすることを目的とした. 2. 圧延板作製工程

直径 155mmの AZ31 マグネシウム合金押出 しのスライス材 (厚さ 5.0mm)を厚さ 4mm で 100mm 角に機械加工して圧延スタート材 とした.圧延は1パスあたりの圧下率を10%, 圧延温度は350,450の2条件とし,最終 板厚 1.0mm の圧延板を作製した. 圧延する素 材はArガス雰囲気炉中に,圧延温度と同温度 で 30min 保持した後に圧延した. 圧延スター トから8パスまでを同周速圧延とし,中間焼き なまし(1h)を行い残り9パスから13パスま でを異周速圧延とした.

Table1 に各歯車の組合せ,およびロール速 度を示す.歯数が上下等しく,同周速圧延のA と, B から C の順にギヤ比が大きくなる異周 速圧延の合計 3 種類によるギヤの組合せであ る.なお,異周速圧延板では上ロールを高速側 とした.また,ロール面には潤滑剤を塗布せず に圧延した.

Gear	Upper gear teeth	Under gear teeth	Gear ratio	Upper roll speed (m/min)	Lower roll speed (m/min)
A	28	28	1:1	0.20	0.20
В	25	31	1:1.24	0.25	0.20
С	22	34	1:1.55	0.31	0.20

作製した圧延板の略記号と圧延条件を Table2 に示す.略記号のアルファベットは歯 車の組合わせを示し、下3桁は圧延温度である.

Table2 Rolling condition of test sheet

Designation	Final thickness (mm)	Gear combination	Rolling temperature ()	Rolling reducution (%)
A350		۸	350	
A450		A	450	
B350	1	В	350	75
B450	1	Ь	450	75
C350		C	350	
C450		0	450	

Structures and properties of magnesium alloy sheets by asymmetric and low speed rolling at high temperatures Motoyoshi SUZUKI, Makoto SUGAMATA and Junichi KANEKO

3.試験方法

3.1 結晶組織の観察

押出し材および仕上げ圧延板から 10mm 角 の板を切り出し,樹脂に埋め込みエメリー紙で

2000 まで研磨して,バフ研磨で鏡面を仕上 げ後にエッチング処理して,光学顕微鏡を用い て組織を観察した.平均結晶粒径はチンマー法 により倍率500倍の組織写真で算出した.

3.2 集合組織

作製した圧延板の集合組織を X 線回折装置 を使用し、シュルツの反射法を用いて測定した. 試験片の寸法形状は直径 40mm,厚さ 1.0mm の円板とし回折表面はエメリー紙で 2000ま で研磨した後,バフ研磨で鏡面とした.

3.3 硬さ試験

圧延板から 10mm 角の板を切り出し,樹脂 に埋め込み,エメリー紙研磨し,ビッカース硬 度計(荷重 9.8N,荷重保持時間 15s)を用い て測定した.12 箇所測定し,最大硬度,最小 硬度を除く10箇所の平均値を測定値とした. 3.4 引張試験

圧延板より圧延方向に対して 0°,45°, 90°の 3 方向から引張試験片を採取した.試 験片形状は標点間距離を 30mm 幅を 12.5mm とした.引張試験は常温とし,引張速度は 3.0mm/min として,3本の平均値により引張 強度,伸び,n値,r値を求めた.

3.5 エリクセン試験

圧延板から 75mm の円形プランクを加工 し試験片とした.各圧延板とも3枚ずつ試験の 平均値をエリクセン値とした.試験温度は常温 で行い,押込み速度は6mm/min一定とした. 試験は上ロール接触面側をポンチ側とした. 3.6 深絞り試験

圧延板から採取し,円形ブランクを試験片と した.このブランク径を種々に変化させ深絞り 試験を行った.カップ壁にしわが発生すること なく,また破断することなく絞り込まれた3 つのカップが得られたブランク径から限界絞 り比を求めた.試験温度は常温とし,押込み速 度を10mm/min一定とした.ブランクのセッ ト方法は上ロール接触面側をポンチ側とした. なお,潤滑剤としてテフロンシート(厚さ 0.1mm)をプランク両面に用いた.

4.実験結果

4.1 結晶組織

Fig.1 に一例として B350, B450 の結晶組織 写真を示す.倍率は 500 倍であり,圧延方向 は右方向から左方向である.いずれの圧延条件 において,圧延方向へ伸ばされた結晶粒は観察 されず,圧延時に動的再結晶を起こした結晶粒 と,圧延によって微細化された結晶粒が得られ た.また,結晶内には各圧延条件において,双 晶変形の発生が確認された.Table3 に上ロー ル接触面と下ロール接触面から得られた平均 結晶粒径を示す.圧延条件 B350, B450 どち らの条件においても上ロール接触面に比べ下 ロール接触面の平均結晶粒径の結晶粒が大き くなる傾向が認められた.



Fig.1 Optical micrographs of rolled sheets. a)B350, upper roll side, b)B350, lower roll side, c)B450, upper roll side, d)B450, lower roll side

Table3 Gain size of tested sheets (μm)

	Upper roll side	Lower roll side	average
A350	5.81	7.32	6.57
A450	37.76	30.07	33.92
B350	9.35	12.21	10.78
B450	17.72	23.54	20.63

4.2 集合組織

マグネシウムの優先すべり面である(0001) 面の上ロール面側の正極点図を Fig.2 に各圧 延条件について示す.同周速圧延の A350, A450 では,強い底面集合組織の集積が認めら れた.また,異周速圧延では圧延条件 B350 に おいて、わずかではあるが圧延方向に底面が傾 いている.圧延温度を上昇させた圧延条件 B450 では,(0001)面が板面に対し明瞭に傾 いて,正極点図の形状が圧延方向に縦長に伸び ている.

4.3 硬さ試験

Fig.3 に各圧延板における上ロール接触面と 下ロール接触面の硬さを示す いずれの圧延材 とも市販材の AZ31 マグネシウム圧延板の O 材²⁾に比べて,硬さが低下した.圧延温度の 低い条件では同周速,異周速圧延ともに硬さの 増加が認められた.また圧延条件 B350, B450 では、上ロール接触面と下ロール接触面による 硬さの差は見られない.

4.4 引張試験

4.4.1 引張強さ

Fig.4 に常温における各圧延条件の引張強さ を示す.同周速圧延,異周速圧延どちらの条件 においても,圧延温度の低い条件では引張強さ の増加が認められた.また,いずれの圧延条件 においても,圧延方向に対し0°が最も高い引 張強さを示し,圧延方向 45°,または圧延方 向 90°で最も低い引張強さを示し,圧延方向 によって差が見られた.

4.4.2 引張伸び

各圧延条件の常温における引張伸びを Fig.5 に示す.同周速圧延であるA350,A450では, 圧延温度によらずほぼ同程度の引張伸びを示 した.また,異周速圧延 B350, B450 では, 圧延温度が高くなるにつれて引張伸びが向上 する傾向が得られた.各圧延条件において,圧



Fig.2 (0001) pole figures of tested sheets a)A350, b)A450, c)B350, d)B450





50

0

延方向 45°が最も高い引張伸びを示す傾向が 見られ、板の面内異方性が現れていると思われる.

4.5 エリクセン試験

Fig.6 に常温における各圧延条件のエリクセン値を示す.比較材に比べて,圧延条件A450, B450において圧延温度が高くなるにつれ,エリクセン値が向上する傾向が見られた.また, 異周速圧延では同周速圧延よりエリクセン値の向上した要因として,前述での集合組織の集積度の広がっている影響によるものと考えられる.

4.6 深絞り試験

Fig.7 に各圧延条件の常温における限界絞り 比を示す.同周速圧延,異周速圧延ともに圧延 温度が高くなるにつれ,限界絞り比の向上が見 られた.また,圧延条件 B350,B450 では, 比較材である市販材に比べて限界絞り比の向 上が認められた.

5.結言

- (1) 異周速圧延では、下ロール接触面の結 晶粒が上ロール接触面より大きくなる 傾向を示し、また各圧延条件において 双晶変形が発生していた。
- (2) 圧延温度が高く,圧延速度の遅い圧延 条件 B450 では,底面集合組織の集積 度の抑制が認められた.
- (3) エリクセン試験および深絞り試験では
 比較材である市販材に比べ圧延条件
 A450, B450 において成形性の向上が
 見られた.

参考文献

- (1) J.Lin and D.J Chakrabrti : Acta Materia 44-12 (1996) 4647
- (2) 菅又信,金子純一,沼政弘:塑性と加 工 41-470(2000-3)223



Fig.7 Limiting drawing ratio of tested sheets