試作したスモールパンチ試験機による純マグネシウムおよび AZ31 マグネシウム合金薄板のクリープ特性

日大生産工(院)	O須	田	隆	誉
日大生産工	朝比奈		敏	勝

1. 緒 言

スモールパンチ試験とは微少円盤試験片を使用 し、その試験片の中央に一定荷重を負荷して、材料 の破壊特性を評価する試験方法である¹⁾.このスモ ールパンチ試験でクリープ特性評価が可能となれ ば、JIS Z 2271 に準じた試験片では評価できない局 所的なクリープ損傷評価が可能となる²⁾.

一方,最密六方晶の結晶構造を持つ金属,例えば チタンおよびその合金に0.2%耐力の80%程度の高 荷重を負荷すると,室温クリープが発生するとの報 告がある³⁾.そこで本研究は,スモールパンチ試験 機を設計試作して,最密六方晶の結晶構造を持つ純 マグネシウムおよび AZ31 マグネシウム合金を対象 に,スモールパンチ試験機により,室温でのクリー プ特性を検討した.

2. 供試材および実験方法

供試材は, 板厚 1.0mm の市販の純マグネシウムお よび AZ31 マグネシウム合金圧延材(以下それぞれ Pure Mg, AZ31 と称す)を打ち抜きポンチで φ8.0mm の円盤に打ち抜き, エメリーペーパーにより研磨, ブタノンで脱脂洗浄し実験に供した.供試材の機械 的性質を Table 1 に示す.

試作したスモールパンチクリープ(以下 SPC と称 す)試験の概略図を Fig.1 に示す.試験片は上部およ び下部ダイスの間に固定した.アルミナ球 (ϕ 2.4mm)をパンチャー(ϕ 2.4mm)で加圧して,試験 片上面に一定荷重を負荷した.試験片の変位は,試 験片下面と接触するロッドの変位をひずみゲージ 式変換器によって計測した.試作した SPC 試験機の 外観を Fig.2 に示す.

SPC 試験条件は, Pure Mg では荷重 400N, 450N, 500N, 600N を最長約 240,000s 破断するまで負荷し た. AZ31 では Pure Mg とのクリープ特性の差異を検 討するために, 荷重 200N, 400N, 600N を約 86,000s

Table 1 Mechanical properties of base metals.

Materials	0.2% proof stress	Elongation	Hardness	
	(MPa)	(%)	(HK0.05)	
Pure Mg	101.8	10.8	38	
AZ31	143.4	24.5	58	



Fig.1 Schematic illustration of SPC test.



Fig.2 Appearance of SPC test machine.

Creep Property of Pure Magnesium and AZ31 Magnesium Alloy Sheet using a Prototype Small Punch Test Machine Takashige SUDA and Toshikatsu ASAHINA 負荷した.なお,試験温度は基礎的データを得るため,いずれも室温で行った.

3. 実験結果および考察

破断した Pure Mg の変位-時間曲線を Fig.3 に示す. 荷重 600N では,負荷荷重が大きいため,遷移,定 常および加速クリープ域は認められず,192s 後に約 1.4mm 変位して破断した.しかし,荷重 400N,450N, 500N では,従来のクリープ試験と同様に遷移,定常 および加速クリープ域が認められた.このことから, 試作した SPC 試験で得られた変位-時間曲線は,ク リープ曲線であると考えられる.また,荷重の増加 に伴い,定常クリープ域を示す時間が短くなり,そ の結果,加速クリープ域が早く出現し,破断するこ とが認められた.

Pure Mg の 86000s までの変位-時間曲線を Fig.4 に示す.荷重 200N においても微小ながら遷移およ び定常クリープ域が認められた. SPC 試験で負荷し た荷重をアルミナ球の半球の表面積で除したもの を SPC 応力とすると, Pure Mg では 0.2%耐力の 22%程度の SPC応力を負荷するだけで室温クリープ が出現することが認められた. 86000s までの変位 から初期変位を差し引いたクリープ変位²⁾は,荷 重 200N, 400N と増加するにつれて,大きくなる傾 向を示した.

AZ31の86000sまでの変位-時間曲線をFig.5に示 す.荷重200Nは、負荷荷重が小さいため、定常ク リープ域における変位が認められなかった.クリー プ変位はPure Mgと同様に、荷重400N、600Nと増 加するにつれて、大きくなる傾向を示した.また、 AZ31は0.2%耐力の31%程度のSPC応力を負荷する ことにより室温クリープが出現することが認めら れた.いずれのクリープ曲線も遷移クリープ域にお ける変位の増加割合の減少は試験片の変形による ひずみ硬化と、アルミナ球と試験片の接触面積の増 加に伴う応力低下が原因と考えられる.

SPC 試験片の横断面マクロ写真を Fig.6 に示す. 試験片がアルミナ球に沿って変形し,矢印の位置試 験片下部に亀裂が発生した.その後,亀裂が進展す ると共に板厚の減少が起こり,破断に至った.

参考文献

- 伊藤拓哉,野中勇,スモールパンチ試験のクリープ 特性評価の適用検討,石川島播磨技報,Vol.45th, 2005, PP.86-90
- 2) 駒崎慎一,橋田俊之,庄子哲雄,鈴木康吏,小型パンチ試験法によるボイラ用耐熱鋼のクリープ特性劣化計測,高温強度シンポジウム前刷集, Vol. 37th, 1999, PP. 76-80
- 1999, PP. 76-80
 3) 田中寿宗,神保至,山田智康,佐藤栄一,六方晶/ 合金の室温クリープ挙動,日本金属学会講演概要 Vol. 134th, 2004, pp. 213



