

端面拘束圧縮試験による各種軽金属の鍛造性評価 No. 98041

キーワード：鍛造性評価、端面拘束圧縮試験、変形抵抗、変形能、難加工性軽金属

概要

近年、材料の高機能化が要求され、それに対応して種々の新しい合金が開発されています。開発された新しい材料をいろいろな製品に適用しようとするとき、その材料の加工性が問題となります。通常、金属材料の塑性加工性の評価は引張り試験や硬さ試験のデータが参考にされますが、圧縮変形が主体となる鍛造では圧縮試験によって評価するのが妥当であると考えられます。しかし、圧縮試験では試験工具と試験片との間に摩擦抵抗が働くため、材料固有の普遍的な鍛造性評価が困難となります。そこで、試験片端面の摩擦の影響を考慮する必要のない試験方法として「端面拘束圧縮試験法」が考案されています。

ここでは、この試験方法による鍛造性評価法を解説し、この方法を使っていくつかの難加工性軽金属の鍛造性を評価した結果について紹介します。

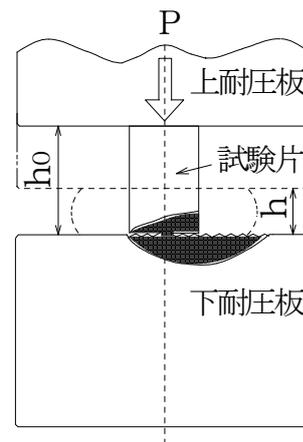
端面拘束圧縮試験による鍛造性評価法

鍛造性の基準となるのは、割れずに加工できる成形限界（変形能）と所定の変形を与えるために要する力（変形抵抗）の2つです。特に、いろいろな難加工性材料に冷間鍛造の適用が試みられるようになって、その変形能の評価が重要になってきました。変形能の評価には日本塑性加工学会の冷間鍛造分科会によって制定された「端面拘束圧縮試験法」による据込み加工限界の測定が適用されることが多くなっています。

この試験法は、図1のような試験片を、所定の浅い同心円溝を付けた上下耐圧板を用いて圧縮するもので、この溝で加圧時の耐圧板と試験片との間の滑りを拘束することによって、摩擦の影響を考慮する必要のない状態を作り出すものです。試験片は、直径14mm×高さ21mm（高さ/直径=1.5）の円柱形状を標準とし、

上下端面の中心に位置決め用の円錐溝を加工したものを uses。

図1. 端面拘束圧縮試験用の耐圧板および試験片



試験は、適当な圧縮装置によって据込み率（ $e = (h_0 - h) / h_0 \times 100$ ）を順次増加させて圧縮を行い、除荷毎に試験片表面の割れの有無を目視によって観察します。初めて割れが発生した据込み率の近傍で試験を繰り返して、割れ発生率が50%以上となる時の据込み率を「限界据込み率」と規定します。

端面を拘束した圧縮における変形は、実際の据込み鍛造などで端面の滑りがある場合に比べて厳しい変形であるため、この試験法によって定めた成形限界は、安心して加工できる加工量の目安と考えることができます。

鍛造性のもう一つの評価基準である変形抵抗の測定にも、近年ではこの「端面拘束圧縮試験法」がよく利用されます。

端面拘束圧縮試験を実施して、圧縮荷重Pを測定し、試験片の試験前の断面積 A_0 を用いて、変形抵抗Yを次式によって求めます。

$$Y = 1 / f \cdot (P / A_0)$$

ここでfは端面拘束圧縮における見かけの拘束係数で、変形の進行と共に変化する値です。据込み率eとfの関係を予め有限要素法などを用いて求めておけば、eとYの関係が求められ

ます。また、この端面拘束圧縮では不均一変形となっていますので、 e と平均対数ひずみ (ϵ) との関係と同じように数値解析によって求めておき、各据込み率毎に Y および ϵ を算出すれば $\epsilon - Y$ の関係曲線 (変形抵抗曲線) が得られます。標準試験片を用いた場合の e と f および ϵ の関係は小坂田らによって剛塑性有限要素法による解析で求められており、そのデータが文献 1) または 2) に掲載されています。これを利用すれば、高度な解析を行うことなく容易に変形抵抗曲線が求められます。

このように「端面拘束圧縮試験法」は、材料の変形能と変形抵抗を同時に求めることができ、鍛造性を総合的に評価できるので非常に便利です。当研究所では、本試験用の溝付き耐圧板および変形抵抗計算用のソフトを所有しており、また 1.5MN 容量の油圧プレスの使用もできますので、いろいろな材料の鍛造性評価にご利用下さい。

鍛造性評価事例

油圧プレス (圧縮速度 7.5mm/sec) を使って端面拘束圧縮試験によって求めた、いくつかの難加工性軽金属の据込み加工限界および変

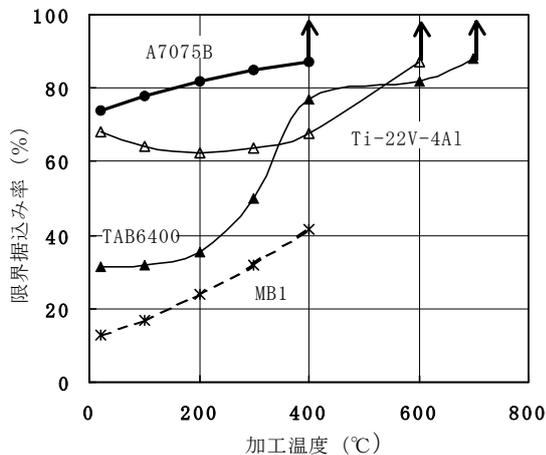


図 2. 各材料の据込み加工限界

形抵抗のデータを紹介します。実験材料は Al 合金 (A7075BE: Al-5.5Zn-2.5Mg-1.5Cu)、1

本件のお問い合わせがありましたら、機械金属部加工成形系 白川 信彦

Phone: 0725-51-2568

(作成者 和田林良一 / 1999年1月19日発行)

種 Mg 合金 (MB1: Mg-3Al-1Zn)、 $\alpha + \beta$ 型 Ti 合金 (TAB6400: Ti-6Al-4V) および β 型 Ti 合金 (Ti-22V-4Al) の 4 種類です。

図 2 は、各加工温度における据込み加工限界を示します。↑は割れが生じなかったことを表します。7075 Al 合金 (焼きなまし材) および β 型 Ti 合金の Ti-22V-4Al (溶体化処理材) は常温でも高い変形能を持っています。これに対し、Mg 合金や $\alpha + \beta$ 型の Ti 合金は常温加工は非常に困難ですが、400°C 位まで加熱するとある程度鍛造が可能になることがわかります。

図 3 は、常温における各材料の変形抵抗曲線を示します。常温での変形能が低い Mg 合金や $\alpha + \beta$ 型 Ti 合金は、ひずみの増加にともなう変形抵抗の増加、すなわち加工硬化が非常に大きいことがわかります。また 7075 Al 合金は、ある程度大きいひずみを与えると、加工による発熱のために変形抵抗の低下が生じます。

変形能および変形抵抗についてのこのような情報は、材料の適否や鍛造条件の決定に際して貴重な資料となるでしょう。

参考文献

- 1) Osakada, K. et al.: Ann. CIRP, 30, 135 (1981)
- 2) 日本塑性加工学会編: 塑性加工技術シリーズ 4 鍛造, 159, コロナ社 (1995)

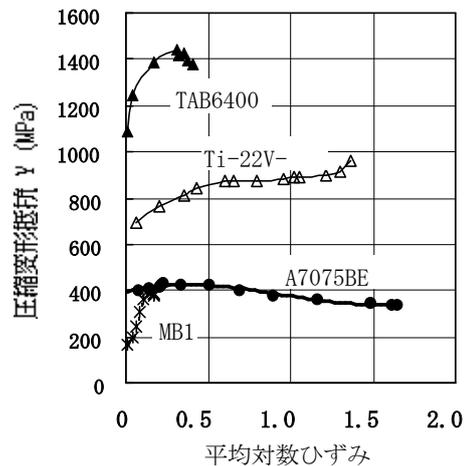


図 3. 各材料の常温変形抵抗曲線