

## 研究ノート

## 弾性体ダイによるアルミニウム板の打抜き加工

小山職業訓練短期大学校 坂 本 和 人

Blanking of an Aluminium Using Elastic Die.

Kazuto Sakamoto

A new method of blanking dies to be used in small quantity production is developed for economical manufacture. In this paper, we deal a new method of blanking die through elastic dies. Elastic dies is constructed by Urethans. Punch and Stripper are made of standard Die-plate by W. E. D. M. In this method, we get flat products, but shear cutting surfaces have a large shear droop.

Compared with conventional die manufacturing method, we can have a short time of the die making by the new method.

## I. まえがき

最近のプレス加工業界は、需要側の多種化、細分化などにより多種小量生産が要求され、さらにFMSに対応できる生産システムが必要とされている。そのためのツールである金型の型費の低減、型製作納期の短縮、型交換に要する時間の短縮は非常に大きな問題である。このような目的を解決するために各種の簡易金型が開発されており、弾性体ダイを用いた抜き型もその一つである。

ここでいう弾性体ダイとは、ウレタンをダイに用いてダイの製作そのものを省き、パンチとストリッパプレートを同時に製作することで金型を安く、素早く製作し、軟質材料では打抜き加工の他に簡単な成形などの加工も可能であり、少量生産を目標にしたものである。

本研究では、弾性体ダイであるウレタンの硬さ、板厚によって打抜きの過程と打ち抜かれた製品形状を検討することによりウレタンの選択条件を究明し、金型構造の改善により、多種少量生産用簡易金型として弾性体ダイを用いた金型の実用化をはかるとするものである。

## II. 実験方法

## 1. 供試材

実験用材料としては、工業用純アルミニウムO材(A1100P-O)の板厚1.0mmを100mm角に切断したものを用いた。供試材の機械的性質を表1に示す。

表1 供試材の機械的性質

Material	tensile strength kg/mm <sup>2</sup>	n	F kg/mm <sup>2</sup>	r	elongation %
A1100-O	9.9	0.30	16.2	0.67	36

## 2. 実験装置

実験装置としては、図1に示すように60tonトルクパックプレスに実験用金型を取り付けた。このプレス機械には、荷重測定装置としてロードモニタを具備し、ストロークの下死点の調整に電動ダイハイド調節のカウンタ直読装置を、加工速度の調整は可変S.P.M.装置で

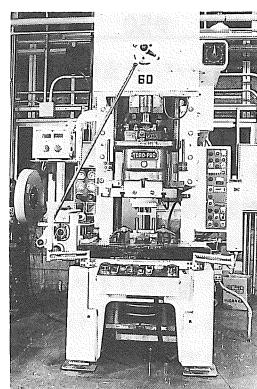


図1 実験に用いたプレス機械

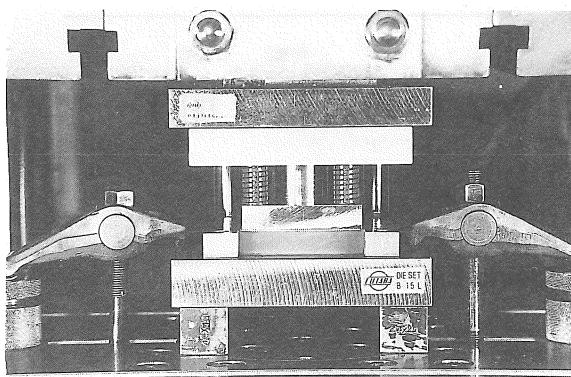


図2 実験用金型

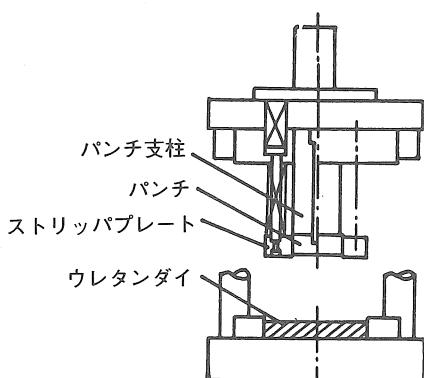


図3 金型構造概略図

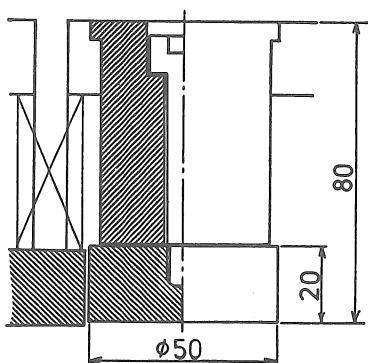


図4 パンチとパンチ支柱の形状、寸法

行うことができる。

実験用金型を図2に、金型構造概略図を図3に、またパンチとパンチ支柱の形状、寸法を図4に示す。この実験用金型の特徴は、パンチとストリッパープレートを同一の標準ダイプレートからワイヤカット放電加工機で切り出して用いていることと、ダイに無加工のウレタンの板を用いていることである。

パンチは、円板状であるためパンチ支柱を用いて固定し、パンチ支柱によってパンチ長さを調整できる。パン

チの切れ刃は、製作をより簡易化するためワイヤカット放電加工機で切り出したままの状態である。固定用の穴及びタップ加工を施した標準ダイプレートを製品形状に合わせてワイヤカット放電加工機で切り出すことで金型製作を完了させることができる。

### 3. 実験方法

弾性体ダイであるウレタン板の種類を表2に示すような組み合わせで、アルミニウム板の円形ブランク打抜きを行った。

表2 ウレタンの種類

Hardness (Hs)	70	80	90	95
Thickness (mm)	10	15	20	25

実験条件としては、

打抜き速度 60 S.P.M.

潤滑油 なし

で行い、パンチのアルミニウム板への押し込み量は、ダイハイドで調節し、パンチがアルミニウム板表面に接触した時点から0.5mmづつ押し込み、その段階での状態を観察した。また、スライドが上死点に戻る過程でストリッパープレートから素板が離れた時点で供試材を取り出し、円形ブランクが素板から完全に分離したものを打抜き完了と見なした。打抜き荷重は、ロードモニタから読み取った。せん断過程は、パンチの押し込み量を増やしていく段階におけるせん断状況を圧延方向に直角の同じ部位を採取し観察した。

### III. 実験結果

#### 1. せん断状況

弾性体をダイに用いているためパンチの下降開始に伴って、パンチとストリッパープレートの間の板材部分に曲げモーメントが大きく働き、板材はパンチにそってへこむように変形しながらせん断が進行する。図5にパンチが下降するにしたがってせん断が進む状況を示した。ダイ側では、ダイが弾性体であるため素板はパンチ面にそって変形するだけで切り込みは生じていないが、パンチ側ではパンチの切れ刃によるせん断面の創成を見ることができる。破断に至るまでにはパンチの押し込み量が大きく、板材の湾曲はさらに大きくなるがパンチによるせん断が進み、破断に至る。

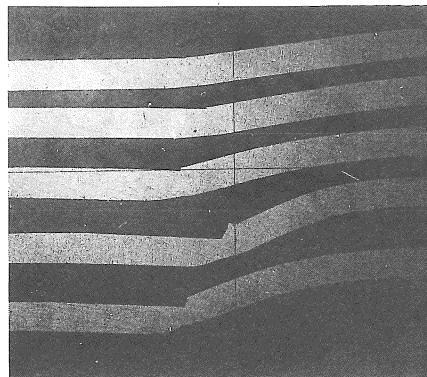


図5せん断状況

## 2. ウレタンの種類と押し込み量

ウレタンの硬さと板厚によって、打抜き製品の変化する状態を図6～10に示した。図6は、パンチを板表面から3.0mm 押し込んだときの状態を示したもので、ウレタンの板厚が小さく、硬さの大きいとき打抜きは完了し、その他の条件では半抜きとなる。押し込み量を増加させた図7～9に示すように、押し込み量の増加とともに完全に打抜かれる領域が増加する。なお、図中ブランクのない部分は、すでに前段階で打抜きが完了したものである。押し込み量5.0mm の図10では、板厚が大きく、硬さが小さい組み合わせだけが打ち抜けなかった。

ウレタンの硬さ(ショア)

	70	80	90	95
ウレタンの板厚 (mm)	1.0	1.5	2.0	2.5
1.0	○	○	○	○
1.5	○	○	○	○
2.0	○	○	○	○
2.5	○	○	○	○

図6 押し込み量 3.0mm

ウレタンの硬さ(ショア)

	70	80	90	95
ウレタンの板厚 (mm)	1.0	1.5	2.0	2.5
1.0	○	○		
1.5	○	○	○	
2.0	○	○	○	○
2.5	○	○	○	○

図7 押し込み量 3.5mm

ウレタンの硬さ(ショア)

	70	80	90	95
ウレタンの板厚 (mm)	1.0	1.5	2.0	2.5
1.0	○	○		
1.5	○	○		
2.0	○	○		
2.5	○	○	○	

図8 押し込み量 4.0mm

ウレタンの硬さ(ショア)

	70	80	90	95
ウレタンの板厚 (mm)	1.0			
1.0				
1.5	○	○		
2.0	○			
2.5	○	○		

図9 押し込み量 4.5mm

ウレタンの硬さ(ショア)

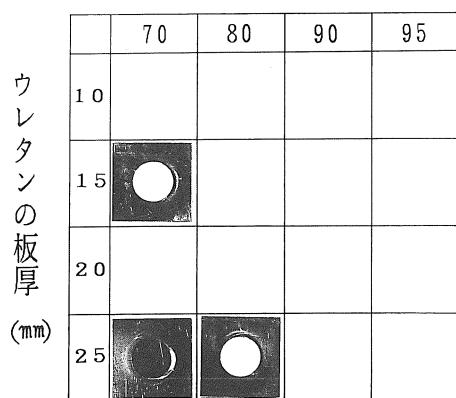


図10 押し込み量 5.0mm

上記の結果から、ウレタンの条件として硬さだけではなく、板厚も打抜き完了までの押し込み量に影響を与え、硬さが大きく板厚が小さいほど打抜き完了までの押し込み量は小さくなる。

### 3.せん断とウレタンの条件

各種ウレタンとせん断状況については、図11にウレタンの板厚および硬さと打抜き荷重、パンチの押し込み量の関係を示した。

打抜き荷重は、ウレタンの板厚が大きいほど減少し、硬さが小さいほど小さくてすむ傾向を示した。これはダ

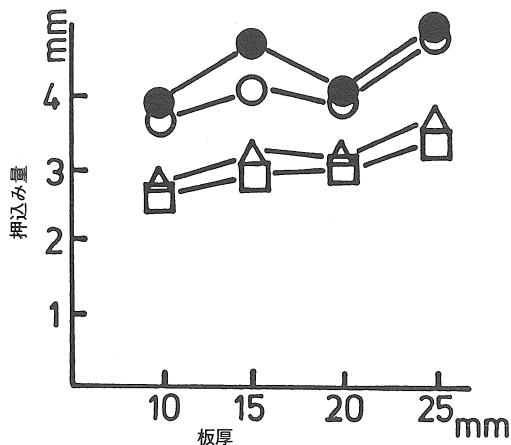
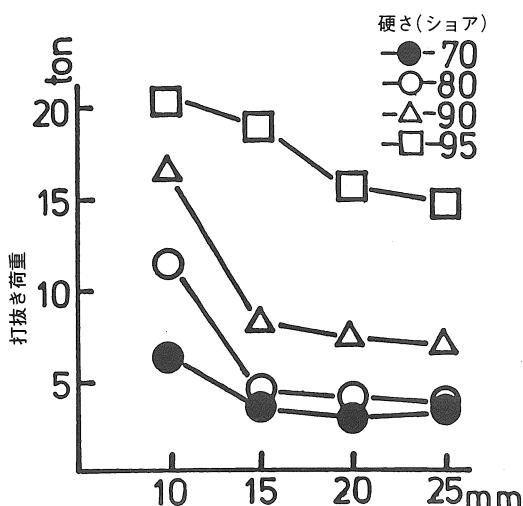


図11 ウレタンの板厚および硬さと打抜き荷重、押し込み量の関係

イであるウレタンの変形抵抗を考えれば当然のことである。せん断に至るまでのパンチの押し込み量は、ウレタンの硬さが大きいほど小さくなる。しかし、金属製ダイを用いている金型と比較して、押し込み量は全体として大きい。

実用面からは、ウレタン板の選択には打抜き荷重が小さく、パンチの押し込み量も小さくてすむ条件が適している。これは打抜き荷重が大きいとウレタンの弾性回復が段々と小さくなる一方、押し込み量が大きいとウレタンの変形も大きくなり、ウレタンの耐久性を小さくしてしまうからである。

以上の結果から今回のアルミニウム板の打抜きには、硬さ (Hs) が70~80、板厚20mmのウレタンを選択するのがよいと考えられる。

### 4.打抜きプランクの製品精度

弾性体ダイを用いているため打抜き製品に変形が生じる可能性があったが、打抜きプランク形状は、一般の金属製ダイを用いた金型による打抜き製品に見られるような湾曲の不良現象は生じず、ウレタンの弾性の抵抗力で材料はパンチ底面に圧縮された状態となり、パンチ底面の平坦さが転写された形状となった。

図12に、せん断切り口面を示したが、せん断されるとき、ダイ側の流れ込みが大きく、大きなだれの発生となっている。これに反し、かえりの発生は少なかった。

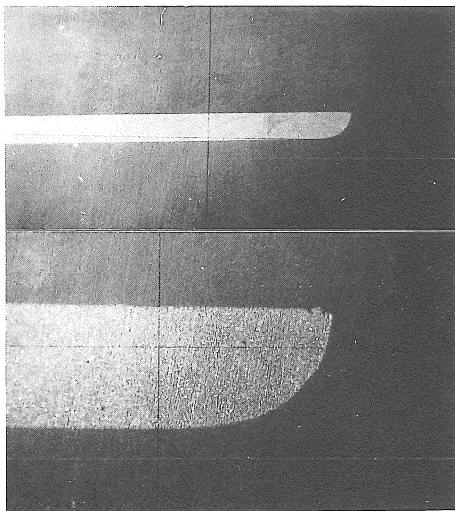


図12 せん断切り口面

#### V. 簡易金型として

弾性体であるウレタンをダイとして用いることによりせん断切り口のだれを問題にしない製品加工に用いる金型として、金型製作過程の製作工数を大幅に縮小することができる。今回、試作して打抜きを行ったウレタンを用いた金型を簡易型としてみた場合の特徴を以下に列記する。

##### a) 長所

- (1) 普通型に比して構造が簡単である。
- (2) 製作工数が短い。
- (3) パンチとストリッパプレートが同時加工できる。
- (4) パンチとストリッパプレート以外の部品が半永久的に共用できる。
- (5) クリアランス設定などが不要であり組み立てが簡単である。
- (6) 型重量が軽く、持ち運びやセッティングが容易である。

##### b) 短所

- (1) 大きなストリッピング力が必要である。
- (2) ウレタンの耐久性に限界がある。
- (3) 製品形状に限界がある。

#### V.まとめ

弾性体をダイに用いた金型で、アルミニウム板のような軟質材料の打抜き加工を行った結果、せん断切り口面におけるだれは大きいがプランク形状としては平坦な製品を得ることができた。

本実験に用いた金型は、標準ダイセットを用い、標準ダイプレートをワイヤカット放電加工機を用いて加工することにより金型製作工程を大幅に短縮できた。

さらに、せん断過程において、パンチ底面に素材が圧縮される力が働くため、パンチ底面の形状に素材が転写される傾向にあることを利用して、抜き加工と同時に簡単な成形を行うことも可能である。

今後の課題として、これらの問題やウレタンの耐久性および製品のせん断精度をさらに追及したい。本研究を進めるにあたり、ご協力をいただいたウレタンエンジニアリングの宮 隆一氏、卒研生の大森茂雄君(現 室金属工業)に謝意を表します。

