

琉球大学学術リポジトリ

面取り状工具によるせん断加工に関する研究

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学理工学部 公開日: 2013-10-01 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 銘苅, 春栄, Mekarū, Shunei メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/26607

面取り状工具によるせん断加工に関する研究

銘 莉 春 栄*

Study on the Shearing by Use of Chamfering Tool

Shunei MEKARU

Summary

The shearing resistance, backing of the sheared product, fraction of the sheared face and the dimensional error were investigated by varying the chamfering profile and clearance, The following are concluded.

- 1) The shearing resistance is dependent remarkably on the shape of the edge tip and the clearance. When the punch flank is chamfered largely for certain clearance, the shearing resistance is increased a little.
- 2) Also the backing of the blanked product is dependent on the shape of the edge tip and the clearance. When the edge tip is chamfered, the magnitude of the backing is increased.
- 3) The fraction of the sheared area of the cut cross section is hardly influenced by the shape of the edge tip.
- 4) The dimensional error of the blanked product varies with the plate thickness of the work. When the work is thin, the effect of the edge tip shape becomes remarkable. When the work is thick, the effect is reduced.

1 緒 言

プレス加工はその作業の出発点として、まず打抜きおよびその他のせん断加工が行なわれる。したがって、大量生産においてせん断工具の摩耗は、製品の精度および工具費の面で非常に大きな問題となってくる。せん断工具の摩耗が学術的にも、経済的にも大変重要な問題にもかかわらず、学術的に研究されだしたのはこ

十数年間である。これは摩耗そのものの調査が困難であること。摩耗の影響が各種の面に実際に現われてくるまでに、数万回のせん断を繰返さなければならぬ、きわめて多くの時間と労力を要する。

摩耗についてはその原因によってつぎの四種に分類される。1) ひっかき摩耗、2) 凝着摩耗、3) 腐食摩耗、4) ピッチングである。実際のせん断加工においては以上のいずれの原因によっても切刃の摩耗は起こりうるが、まったくの不注意によらないかぎり、凝着摩耗によると考えてよい。この場合切刃先端の摩耗形態⁶⁾は面取り状摩耗とまるみ状摩耗に分けられる。本報に

においてはせん断工具の摩耗が面取り状に進行した場合のせん断現象を明確にするために、せん断力およびせん断製品のかえり、せん断面割合、ブランク製品の寸法差等について検討、考察を加え、面取り状工具によるせん断機構の特異性と問題点を明らかにする。

2 実験方法および実験条件

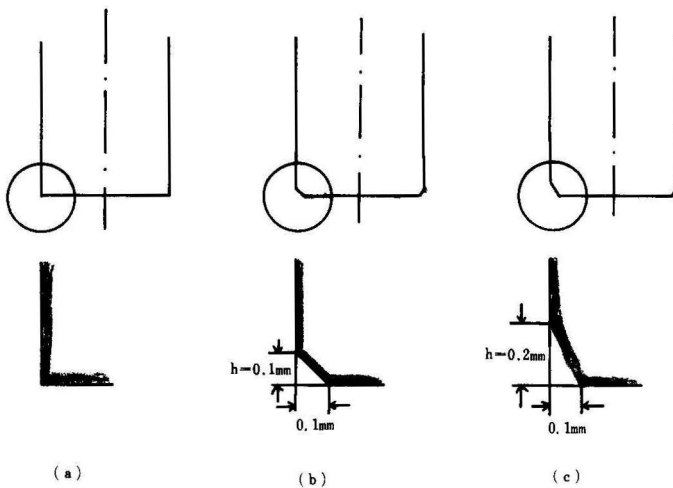
本実験で使用する実験装置は時計部品の打抜き用工具を改造したもので、ポンチを取りつけたポンチホルダーは2本のガイドブッシュでダイスを取付けたダイセットに案内されるような構造となっている。工具材料はポンチ、ダイスともSKD 11の工具鋼で所定の熱処理を施してある。ポンチとダイス間のクリアランスはダイス穴径を 20ϕ と一定として、ポンチ外径の異なった工具を多数作りクリアランスを大幅に変えた。

		クリアランス (C/t) %						
板1 厚mm	0.25	2.5	5	7.5	10	15	20	
	30	40	60	80	100	150	200	
板2 厚mm	0.125	1.25	2.5	3.75	5	7.5	10	
	15	20	30	40	50	75	100	
板3 厚mm	0.083	0.83	1.66	2.5	3.3	5	6.6	
	10	13.3	20	26.6	33.3	50	66.6	

Table 1 Variables and their respective tool Condition.

クリアランスは表1に示す如く、被加工の板厚 $t=1\text{mm}$ については $c/t=0.25\% \sim 200\%$ 、板厚 $t=2\text{mm}$ では $c/t=0.125\% \sim 100\%$ 、板厚 $t=3\text{mm}$ では $c/t=0.083\% \sim 66.6\%$ の広範囲にわたっている。ポンチ切刃の形状は図1

Variant of punch



Die

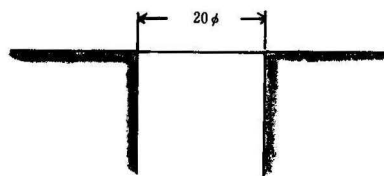


Fig. 1 Designation of punching Variables.

に示すように、切刃先端が鋭利な場合と、刃先部に0.1mm×0.1mmに面取りした切刃、0.2mm×0.1mmに面取りした切刃の三種とした。ダイスは鋭利な切刃だけとした。

3 被加工材の機械的特性

本実験で用いる素板は次の9種である。即ち板厚 $t=1\text{mm}$ 、のアルミニウム硬質材(H材)と軟鋼板、りん青銅板厚 $t=2\text{mm}$ の銅、60-40黄銅、65-35黄銅、板厚 $t=3\text{mm}$ のアルミニウムO材とH材である。これら被加工材の機械的特性を表2に示す。

板厚	種類	引張強さ (kg/mm^2)	伸び率 (%)	かたさ (Hv)	せん断抵抗 クリアランス5% (kg/mm^2)
1 mm	アルミニウムH材	18.8	4	52.7	11.4
1 ヶ	アルミニウムO材	9.3	45.4	24.5	6.6
1 ヶ	軟鋼	36.6	41.6	163.	28.0
1 ヶ	りん青銅	66.0	13.4	272.	32.
2 ヶ	銅	26.6	32.	91.	15.
2 ヶ	60-40黄銅	36.6	41.6	133.	28.
2 ヶ	65-35 ヶ ヶ	34.	36.	110.	22.
3 ヶ	アルミニウムH材	15.5	7.6	49.0	9.5
3 ヶ	アルミニウムO材	8.8	48.8	24.4	7.0

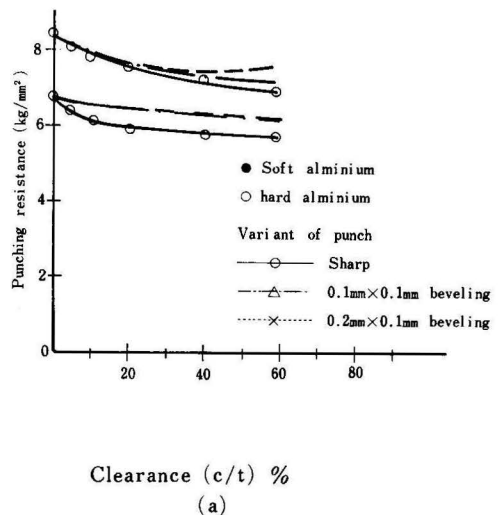
JIS 13号引張試験片による

Table 2. Mechanical properties of test materials.

4 実験結果

4.1 アルミニウム材料のせん断加工

アルミニウム硬質材(H材)と軟質材(O材)のせん断加工をポンチ先端の鋭利な切刃と面取りした切刃によってせん断を行なった。まず被加工材の板厚1mmの素板をクリアランス(c/t)0.25%~60%までについて、板押を用いた場合と用いない場合について実験を行なった。この場合のせん断抵抗(τ_{max}) kg/mm^2 とポンチストロークの関係を求めた。図2に示す如くH材では



(a)

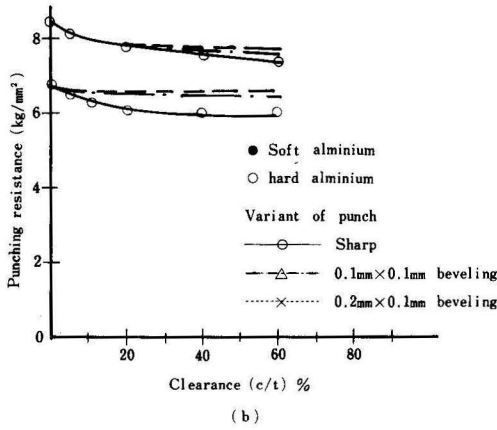


Fig. 2 Relation between punching resistance and clearance.

(a) unused of the blankholder.

(b) application of the blankholding force 40 kg

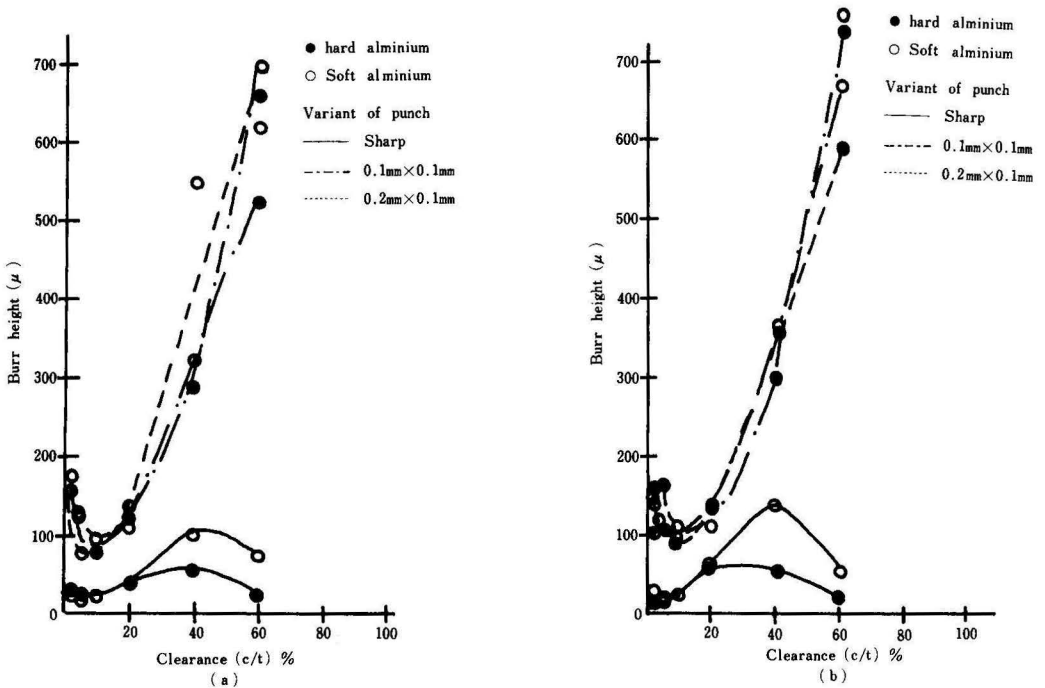


Fig. 3 Relation between burr height and clearance

(a) unused of the blankholder.

(b) application of the blankholding force 40 kg

$c/t=0.25\%$ で $\tau_{max}=8.5\text{kg/mm}^2$ 、 $c/t=60\%$ で $\tau_{max}=7\sim 8\text{kg/mm}^2$ となる。O材では $c/t=0.25\%$ で $\tau_{max}=6.9\text{kg/mm}^2$ 、 $c/t=60\%$ で $\tau_{max}=6\sim 6.5\text{kg/mm}^2$ となる。ポンチ切刃先端の面取り量(ポンチ端面0.1mmで一定、ポンチ側面部を0.2mm)に大きくとると、せん断抵抗は若干増加する。

せん断製品のかえりとクリアランスの関係は図3の如く、被加工材の種類と板押え等による影響はあまり受けない。しかし、切刃先端形状とクリアランスによって大きな影響を受ける。鋭利な切刃によるせん断製品のかえりはクリアランス (c/t)=5~10%付近で極小値を示し、クリアランスの増大と共にかえりも大きくなり、c/t=40%付近で極大となる。それ以上にクリアランスを大きくするとかえりは逆に小さくなる。面取り状工具による打抜きではc/t=0.25%でかえりは160 μ ~180 μ と大きい、c/t=5~10%で80~100 μ と小さい、さらにクリアランスを大きくすると、かえりは増大し、c/t=60%で500~700 μ となる。

行なったが、板厚 1mm の場合とあまり変らなかった。

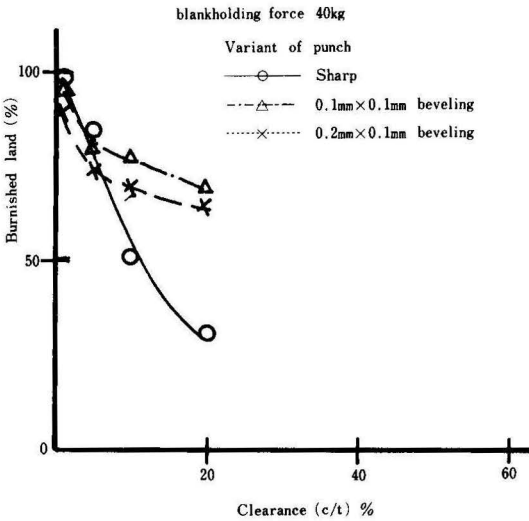


Fig. 4 Relation between burnished land and cleance.
(test material : Soft pure alminium thickness 1 mm).

せん断面は図4の如く、c/t=0.25%では板厚の90~100%がせん断面となる。しかし、クリアランスの増大と共にせん断面も減少し、特に鋭利な切刃ではその傾向が大きい。つぎに、ダイス内径とブランク外径の寸法差は図5の如く、クリアランス(c/t)を20%以上にすると、ダイス内径よりも小さくなる。しかし、面取り状ポンチではクリアランスを大きくしても寸法差は変わらない。面取り状工具によるせん断加工で測定精度を上げるために、板厚 3mm のアルミニウム材のせん断を

Variant of punch
 ○ Sharp
 △ 0.1mm x 0.1mm beveling
 × 0.2mm x 0.1mm beveling

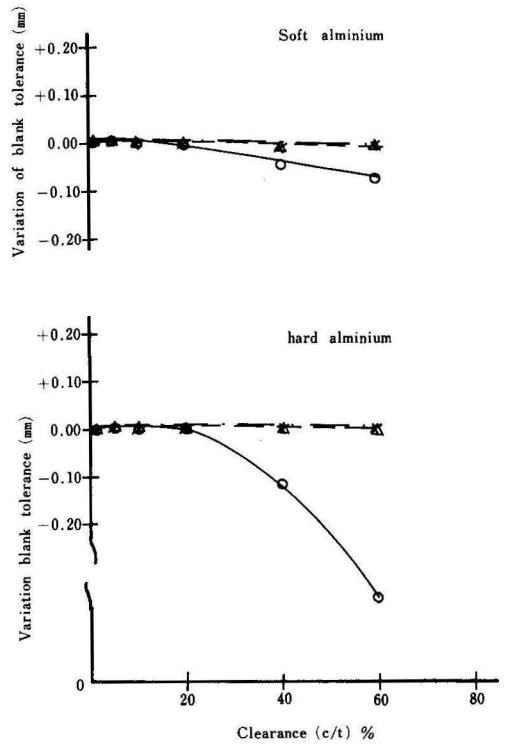


Fig. 5 Relation between variation of blank tolerance and clearance.
(test material : Soft and hard pure alminium thickness 1 mm).
(application of the blankholding force 40 kg)

4.2 軟鋼板のせん断加工

産業界で最も多く使用されている軟鋼板(板厚 $t=1$ mm)のせん断実験を行ない、切刃先端形状をパラメーターとして、せん断抵抗とクリアランスの関係を示す

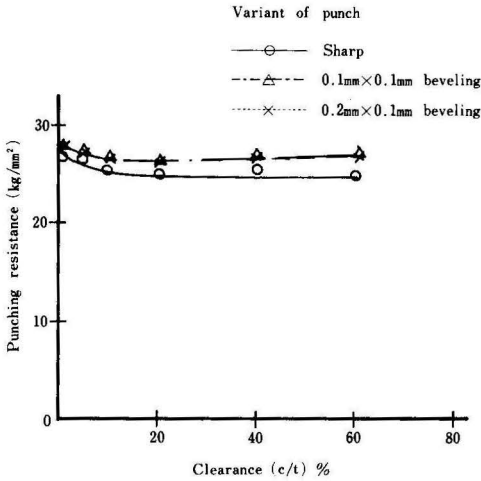


Fig. 6 Relation between punching resistance and clearance.
(test material :mild steel thickness 1 mm)
(application of the blankholding force 40 kg)

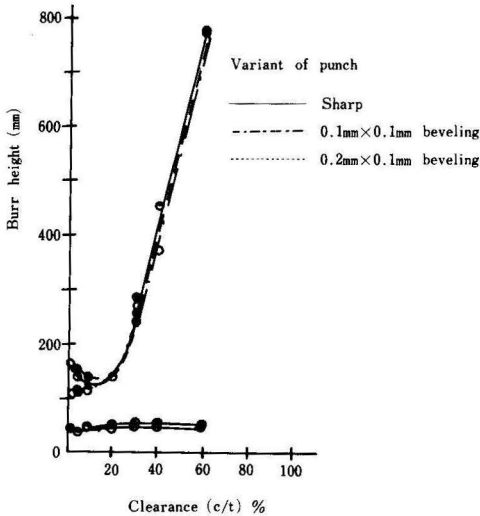


Fig. 7 Relation between burr height and clearance.
(test material :mild steel thickness 1 mm)
● unused of the blankholder.
○ application of the blankholding force 40 kg

と、図6の如く、鋭利な切刃による場合よりも面取りした切刃による場合の方が若干せん断抵抗は大きい。せん断製品(ブランク)のかえりは図7に示す如く、鋭利な切刃による場合は $c/t=5\%$ で極小となるが、一般的にクリアランスによる影響をあまり大きく受けない。しかし、面取り状ポンチによるせん断製品のかえりは、クリアランスの小さい領域では面取りの大きさによって影響を受ける。クリアランスを20%以上にとると、かえりが急激に増大し $c/t=60\%$ で 780μ のかえりが形成される、ブランク製品の寸法差は図8に示す

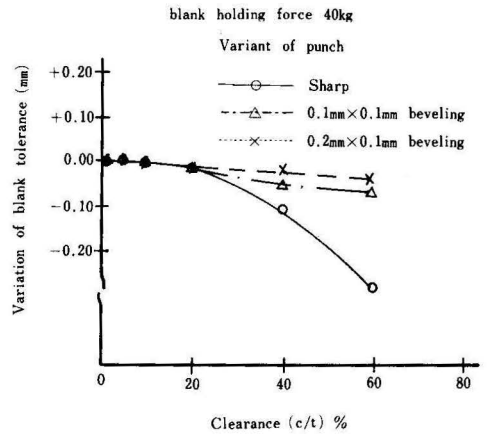


Fig. 8 Relation between variation of blank tolerance and clearance.
(test material :mild steel thickness 1 mm)

如く、 $c/t=20\%$ までは寸法差はほとんどないが、これ以上にクリアランスを大きくすると、ブランク外径が小さくなる。この傾向は鋭利な切刃による場合が最も大きい。

4.3 銅、黄銅およびりん青銅のせん断加工

板厚2mmの銅および黄銅のせん断抵抗(τ_{max}) kg/mm^2 とクリアランスの関係は図9に示す如く、板押えを用

いない場合にせん断抵抗はクリアランスを大きくすると若干減少するが、板押えを用いると若干増加する。同図に示す如くせん断抵抗は切刃先端の形状による影響をほとんど受けない。

銅および65-35黄銅のせん断断面割合は図10の如く、ポンチ切刃の形状に関係なく、クリアランスを大きくすると共に急激に減少し $c/t=20\%$ では10%程度のせん

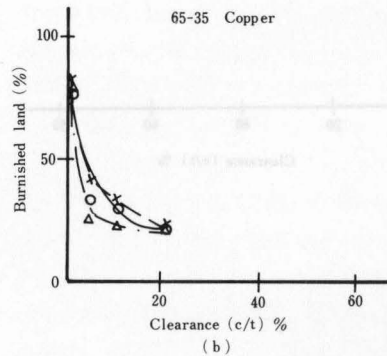
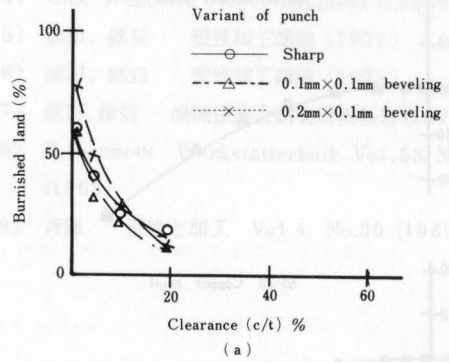
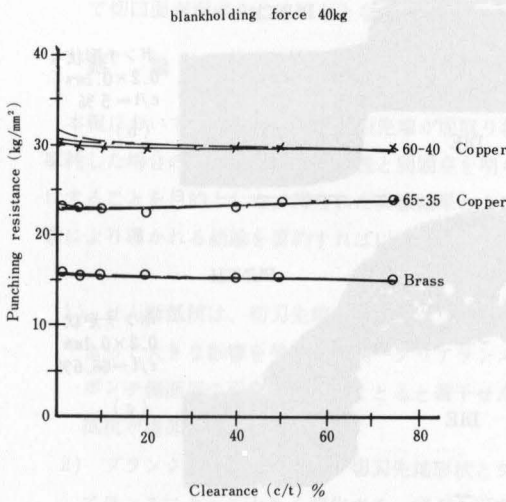
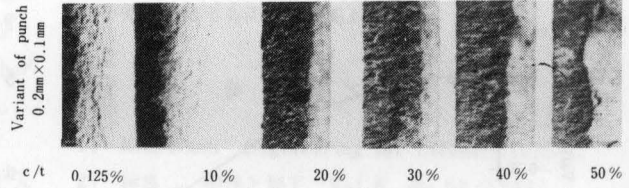
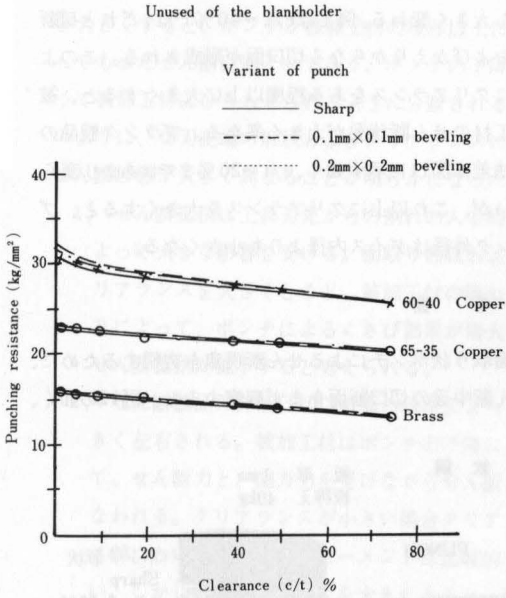


Fig.9 Relation between punching resistance and clearance
(test materials : brass and copper steel thickness 2 mm)

Fig.10 Relation between burnished land and clearance
(test materials : brass and copper steel thickness 2 mm)
(blankholding force 40 kg)

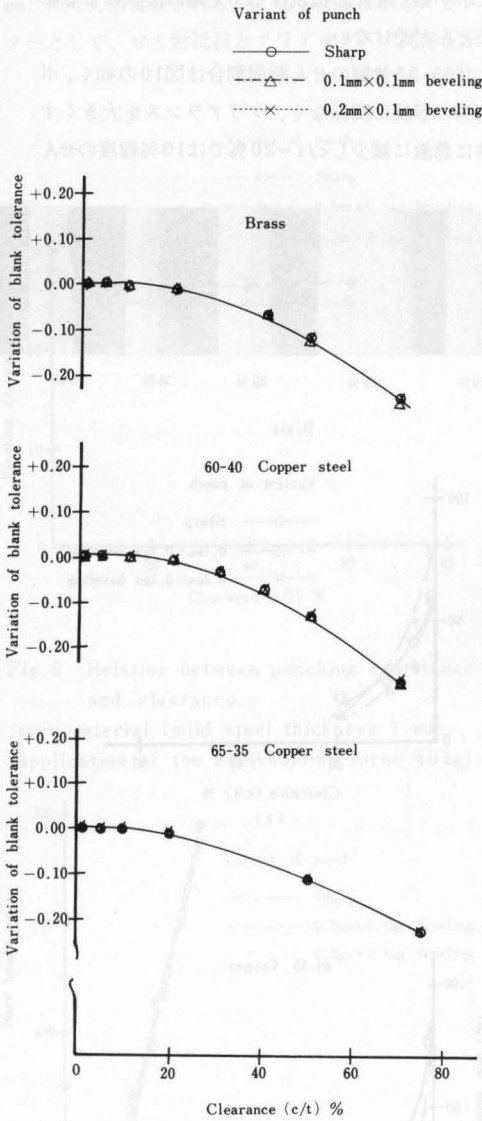


Fig.11 Relation between variation of blank tolerance and clearance. (test matererials :Brass and copper steel thickness 2 mm) (application of the blankholding force 40 kg)

断面しかない。図10 (a)の切口断面の写真からも明らかのように、クリアランスが20%以上となると切口面状況も大きく変わる。例えばc/t=40%では、だれと破断面およびかえりからなる切口面が形成される。このようにクリアランスをある程度以上に大きくすると、被加工材のせん断状況が大きく異なる。ブランク製品の寸法差は図11に示す如く、c/t=20%まではあまり変わらないが、これ以上にクリアランスを大きくすると、ブランク外径はダイス内径よりも小さくなる。

5 考 察

面取り状ポンチによるせん断現象を究明するために、せん断中途の切口断面をまず観察すると、図12の如く、

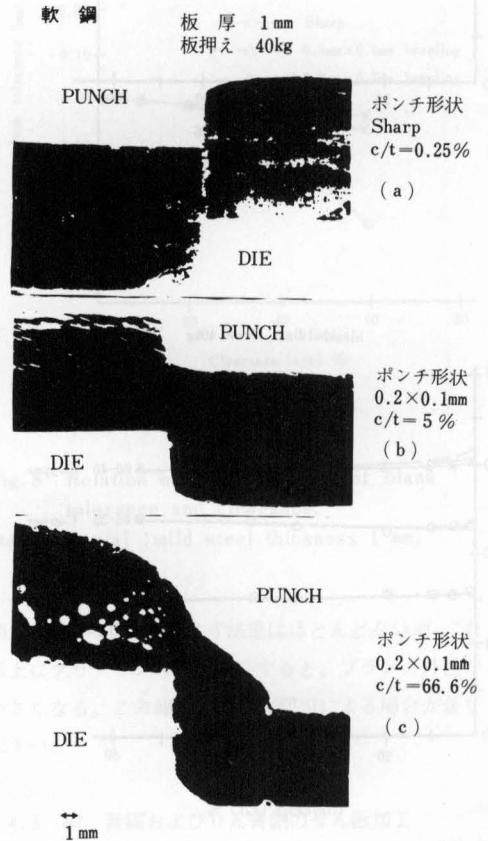


Fig12 The punching operation shown in three forms. (test materials :mild steel thickness 1 mm) (application of the blankholding force 40 kg)

ポンチ切刃の面取り部にあたる被加工材の変形が、鋭利な切刃による場合と異なる。とくに、クリアランスを大きくすると、ポンチが被加工材の板厚以上に喰込んでもまだせん断は完了してなく、ポンチの下降によって被加工材はひきちぎられるように分断される。このように、切刃先端の形状およびクリアランスによりせん断形態が大きく異なることが明らかになった。

- 1) せん断抵抗は工具刃先からの割れの入る時期によって大きな影響を受ける。面取り形状およびクリアランスを大きくすると、被加工材の跳ね上がりによって、ポンチによるくさび効果が増大し、せん断抵抗が低下すると考えられる。
- 2) せん断製品の評価は切口断面の状況によって大きく左右される。被加工材はポンチの下降によって、せん断力と、側方力を受けながらせん断が行なわれる。クリアランスが小さい場合クリアランス部において受ける曲げモーメントは比較的小さい。しかし、クリアランスを大きくすると、素板に作用する曲げモーメントが大きく、ブランクは弾性曲げの外に大きな塑性曲げ変形を受けた状態でせん断が行なわれるので、切口面は主として、大きなだれと、大きな破断面およびかえりによって切口面が形成されることとなる。

6 結 論

本報においてはせん断工具の切刃先端が面取り状に摩耗した場合のせん断機構の特異性と問題点を明らかにすることを目的とした。得られた実験結果および考察により導かれる結論を要約すれば以下の通りである。

- 1) せん断抵抗は、切刃先端の形状とクリアランスによって大きな影響を受ける。同一クリアランスでポンチ側面部の面取りを大きくすると若干せん断抵抗が増加する。
- 2) ブランク製品のかえりも、切刃先端形状とクリアランスによって大きく変化する。切刃を面取りにするとかえりは大きくなる。
- 3) 切口断面のせん断面割合は切刃の先端形状による影響はあまり受けない。
- 4) ブランク製品のダイスとの寸法差は被加工材の板厚によって変わる。板厚が薄いと切刃先端形状

による影響を受ける。しかし、板厚が厚くなるとあまり影響は受けない。

面取り状工具によるせん断加工において、せん断加工力、せん断製品のかえり、せん断面割合及び寸法精度等への影響はせん断工具の摩耗量の増大による状態とかなり類似するところが多い。面取り部の形状と寸法を大幅に変えることにより、工具摩耗時のせん断現象を類推出来るものと考えられる。

参 考 文 献

- 1) K.K.WANG Engineering for Industry(1970-5)
- 2) 神馬 塑性と加工 Vo1.6 No.52 (1965)
- 3) W .CRASEMANN Sheet Metal (1960-4)
- 4) C.S. WUKUSICK Tool Engineer (1958)
- 5) 前田、銘苺 塑性加工講論 (1971)
- 6) 前田、銘苺 塑性加工講論 (1973)
- 7) 前田、銘苺 機械振興会調査研究報告(1971)
- 8) K.BUCHMAN Werkstatttechnik Vo1.53. No.3 (1963)
- 9) 齊藤 塑性と加工 Vo1.4. No.30 (1963)