

琉球大学学術リポジトリ

ナイフ刃状工具による精密切断

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学工学部 公開日: 2012-07-13 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/20.500.12000/24961

ナイフ刃状工具による精密切断

銘 苺 春 榮*

Fine Cutting with Knife - Edged Tool

Shunei MEKARU

Fine Cutting of soft and hard pure aluminium of sheet metal thickness 3mm and 6mm, was performed under the several Cutting Conditions and the effects on Sheared Surface qualities were observed.

- 1) Clearance has a great influence and smaller Clearance the better Cutting Surface.
- 2) Type of Knife - edge on Surface Condition Select of Knife edged Tool and Fine Cutting Conditions.
- 3) Soft aluminium is more easily Fine Cuted than hard aluminium.

1 まえがき

近年打抜き製品の精度に対する要求がきわめて高くなっている。すなわち、寸法精度、形状精度に対する

要求など、従来では到底不可能と考えられていたような事柄まで要求されるようになってきている。そこでこれらの要求が何んとか解決できるように表(1)に示す

対象	名称	研究者	年	工 具		形をうけ びしうけ る	材料部 位	こひ うず む	静 水 圧 力	ね ら い			破断され た状態	工 具 に 対 す る 速 度	そ の 他
				慣用工具 + 付属工具	工 具 形 状 の 変 更					平 滑 面	直 角 度	か え り が			
板	上下抜き法	前田	1958	○		不変	大	中		○	○	(Ⅲ)			
	仕上げ抜き	R. Tilsley	1958		○	多少は 移動	(小)	(大)	○				I	ダイス刃 丸味部で も大	製品がわ ん曲しや すい
		H. Howard 森田・音田	1960												
	精密打抜き	R. Haag	1960												Fritz Schieff のドイツ 特許 (1923)
		M. Meyer R. Johnston B. Fogg 前田・中川	1962 1968	○			不変	大	(大)	○	○		I		
押出し打抜き	山田	1963		○	多少は 移動	(小)	(大)	○				I	ダイス刃 丸味部で も大	工具同志 の衝突	
Meyer 法 ³⁴⁾	O. Kienzle M. Meyer	1962	○			不変	大	(大)	○	○		I			
材	重ね板せん断法	近藤	1969	○		多少は 移動	(小)	中	○				I		材料の歩 どまり小
	対向ダイスせん断法	近藤	1969		○	常に移 動	きわめ て(小)	中	○	○	○	I, Ⅲ	ダイス刃 かどで大		
	ナイフ刃による精密せん断法	前田・銘苺	1969		○	移 動	(小)	(大)	○	○			I		加工末期 の処置が 重要
	段付工具による平滑せん断法	近藤・前田	1970		○	不 変	大	(大)	○				I	ポンチ刃 かどで大	

I : 破断されつ発生を抑制 II : 破断されつ発生を促進 III : 破断されつ方向を管制

Table 1 A Classified table of Fine Blanking

受付: 1972年11月20日

* 琉球大学短期大学部機械工学科

ように各種精密せん断法が開発されている。ここではナイフ刃による精密せん断法についてふれていきたい、この加工法自体は決して新しいせん断加工法ではないすなわち図1に示すように、適当な下敷きの上にのせた被加工材にナイフ刃状のせん断工具を押し込んで所要のブランクを切り取る加工法でプラスチック板、皮革などの軟質の非金属材料の切断に採用されて

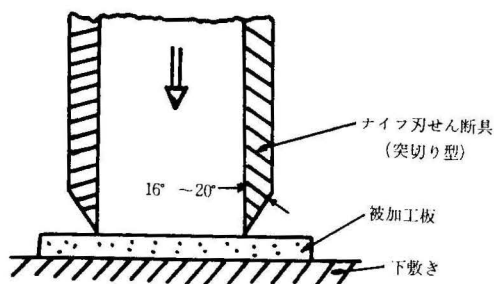


Fig 1 Conventional Cutting process by the Knife-edge Tool

2 実験材料

本実験で使用した材料は、板厚3mmの純アルミニウム板AIP3（成分：Al 99.28% Fe 0.56% Si 0.12%）の軟質材と硬質材である。また同種の材料では板厚6mmの純アルミニウム板も使用した。これら材料の機械的性質を表2に示す。

3 実験装置及び実験方法

図2に示すように円筒状のナイフ刃切断工具を用いた。切断輪かく形状は直径20mmの円形で、下敷ダイスは図3と図4に示すように内外二部品に分割されており、切刃内径を一定として下敷ダイスの内側のdの寸法を変えることにより、クリアランスを（片側のすきま） c/t （板厚） $=0.16\sim 7\%$ まで変えることが出来る。本実験で使用したナイフ刃形状と下敷溝の形状、ならびに使用クリアランスを図4に示す。切刃の刃角は 45° で、切刃先端がシャープな場合と、先端に0.1mmのまるみをつけた切刃、0.1mmの面取りした切刃、0.1mmの面取りした切刃、切刃の剛性を考えて二段刃に

板厚	種類	引張強さ kg/mm ²	伸び %	かたさ Hv	せん断抵抗 kg/mm ²
3	O材	8.8	48.8	24.4	7.0
3	H材	15.5	7.8	49.0	9.5
6	O材	8.5	52.7	25.1	6.7
6	H材	10.6	32.8	38.7	8.0

O材（軟質） H材（硬質）

Table 2 Materials tested in the Experiment

いるものである。

ただ従来のナイフ刃切断法は下敷に図のような剛体下敷を用いるか、さもなくばゴムなどの柔軟弾性体の下敷を用いていた。剛体下敷を用いる場合に切断終了後切刃先端が剛体下敷に衝突し、これによってその刃先が損傷し型寿命は短くなってしまふ。また下敷に柔軟弾性体を用いると切刃の損傷はある程度防ぐことが出来るが、しかし下敷の損傷が早く起り度々新品の下敷と取替えなければならぬ。そこで切刃と下敷の損傷を防ぐために、切断輪かくの形状に合わせて、下敷きに深さa、幅b、角度 β の溝つきと、溝の中に柔軟弾性体を埋めた埋め溝下敷を用いて実験を行なった。

した切刃、さらに四角形の切刃四種を用いた。下敷は、三角溝、四角溝、四角溝にポリウレタンゴム又はABS樹脂を埋め込んだものと、ポリウレタンゴムの上に軟鋼板のリングを埋め込んだ四種を用いた。加圧装置としては、切断速度が低速域の場合には材料試験機を高速域では10tonのロングスライドクランクプレスを使用した。

4 実験結果と考察

4-1) 下敷の種類とクリアランスの影響

ナイフ刃切断において切口の品質に最も大きな影響をもつものは下敷であり、これについては下敷の種類と下敷に掘られた溝とナイフ刃間のクリアランスを影響因子としてあげられる。写真(1)はこれらの影響を見る

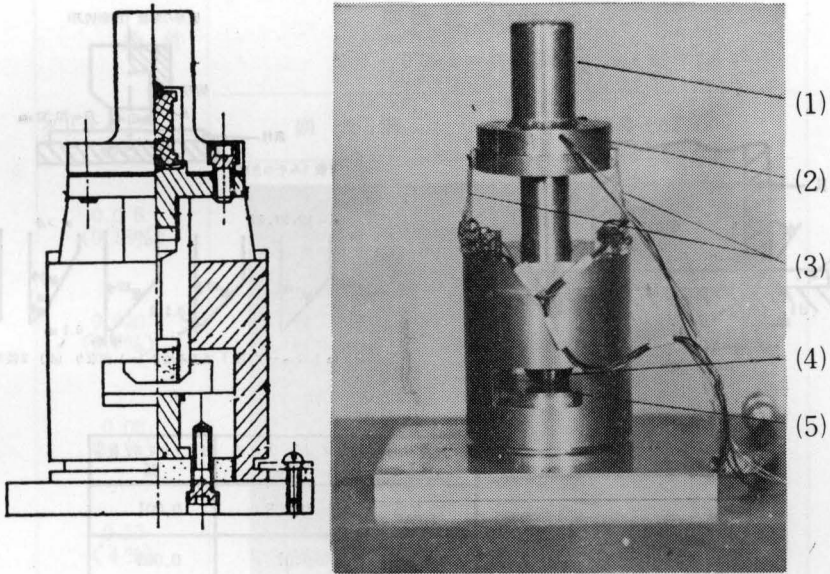
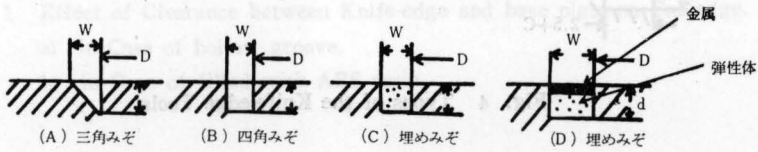


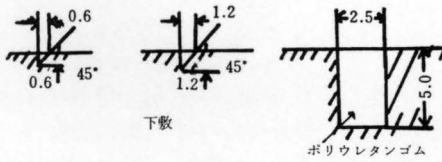
Fig 2 General View of the Cutting tool and the measuring devices

- (1) Shank. (2) measuring Cutting force
- (3) measuring Punch Stroke
- (4) Knife Edged tool. (5) base plate



みぞの形状	みぞの幅W (mm)	みぞの深さd (mm)	みぞの内径b (mm)	ナイフ刃の直径 (mm)	
				シャープ	0.1 mm まるみつき
三角みぞ(A)	3.30	3.10	29.75	30.1	30.3
四角みぞ(B)	3.30	3.25	29.00	30.1	30.3
埋めみぞ(C)	3.30	3.15	29.00	30.1	30.3

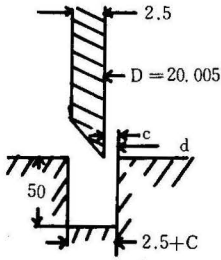
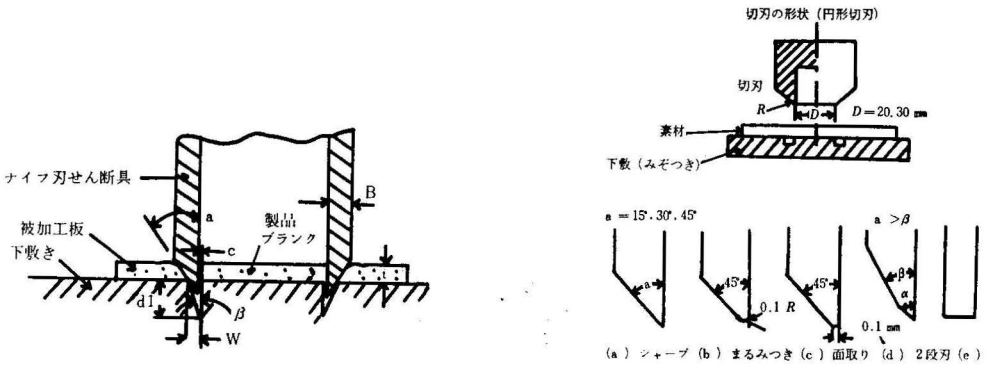
下敷の形状および寸法



切刃内径20.00 φ
下敷外径19.997 φ

切刃形状

Fig 3 Shape and Size of the base plate in the Experiment.



下敷の直径 d mm	クリアランス C mm	クリアランス / 板厚 %
19.995	0.005	0.001
19.985	0.01	0.003
19.885	0.06	0.02
19.765	0.12	0.04
19.605	0.2	0.07

Fig. 4 Types of the Knife-edge Tools

条件	切断速度 60mm/sec アルミニウムH材	
	四角溝	埋溝 (ABS)
クリアランス C (c/t)		
0.05 (0.16%)		
0.620 (0.7%)		
0.06 (2%)		
0.12 (4%)		
0.20 (7%)	0.20 (7%)	

Photo 1 Effect of Clearance between Knife-edge and base plate on Cut edge.

- (a) in Case of hollow groove.
- (b) in Case of filled with ABS resin.

ためにアルミニウム硬質材について切断速度60mm/secでクリアランスを7%まで変えて切断した切口面形状を示すもので、四角溝ではクリアランスが $\pm 0.12\text{mm}$ という小さな値ですでに破断面が生じているのに対し、

き裂は生じてない。四角溝ではすくい角の大きいポンチによる慣用せん断と同じと考えられ、従ってクリアランス0.12mmの場合の二次せん断断面は慣用せん断にお

切刃形状

台形面取り

四角溝

クリアランス 0.02mm

スクラップ側

ブランク側

切刃形状

埋溝下敷

台形面取り

(鉄-ポリウレタン)

クリアランス0.02mm

スクラップ側

ブランク側

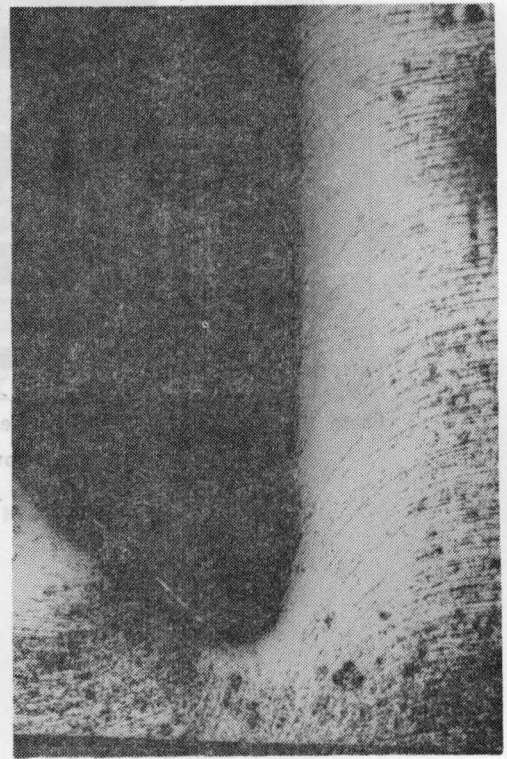


Photo 2 (b)

(b) in Case of filled with Polyurethane and iron.

Photo 2 (a) Photomicrographs of the shear zone between Blank and scrap
(a) in case of hollow groove

埋溝では0.2mmでもわずかな破断面が生じているのみで四角溝下敷よりも埋溝下敷の方が切口面形状をよくするには優れていることを示している。

写真2(a), (b)はクリアランスが0.02mmのときの切断途中での切刃先端部における材料の流れを見たもので、これによれば四角溝ではクリアランスに関係なく、溝の角部よりき裂が発生しているのに対し、埋溝では、クリアランスが過大な場合を除き、切断終了近くまで

ける二次せん断断面と同種のものと思われる。又埋溝下敷を使用すれば、型の許容クリアランスを大きくとれることを意味し、ナイフ刃切断が簡易型としての利点をもつことを示している。しかし、切断荷重は図5に示すようにストローク終期に埋溝は四角溝の約2倍になっている。プラスチックや皮革などの切断においては溝に埋込まれた弾性体の寿命は、十分長いのであるが金属板の切断においてはこのように切断荷重が大きい

荷重-ストローク線図

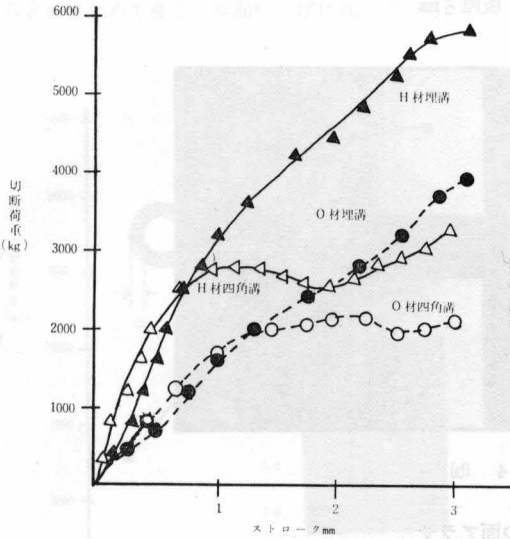


Fig. 5 Relation Cutting force and stroke

ので弾性体の寿命は低下するであろう。溝の中に軟鋼と弾性体を埋込んだ図3の埋溝(d)は下敷の寿命を伸ばすために考えたものである。切口面形状は埋溝(c)と差はない、この加工法の寿命試験は行っていないが、実験の枚数(30~40枚)では、全然問題は生じてない。尚参考までに従来普通に行なわれている弾性体下敷にABC樹脂の板、5mm厚を用いて、アルミニウム板、板厚3mmを切断したところ、下敷の破損によりその切断枚数は写真(3)のように30枚以下であろう。

2) ナイフ刃の切刃先端形状による影響

ナイフ刃せん断工具の型寿命は、下敷きの寿命と切刃の摩耗あるいは損傷によって決められる。鋭利な切刃は損傷と摩耗の点で不利でありとくに被加工板材の硬度が硬くなると、きわめて不利になってくる。このため鋭利な切刃を避けて図4に示すようにあらかじめ a) ナイフ刃の角dを大きくしたり、 b) 刃先の面を取っておいたり、 e) まるみを与えておいたり、あるいは、思いきって平らな刃を用いることが考えられる。このうち、刃先にまるみを与えることは、切断過程中に材料は丸みの頂点Aで左右にわかれて流動し丸みRの面でバーニシされて切口面は良くなるという良い効果も期待できる。平らな面取りした切刃図4(c)によるものもある程度これと同じような効果がみられる。これらのナイフ刃せん断工具による製品切口面の比較を写真4(a)4(b), 図6に示す。これらの結果を比較すると、平らな刃先のもの、鋭利なものの平らな面取りのもの丸みつきのものの順に切口面の状況が良くない

下敷ABS樹脂板の破傷につれ切口断面悪化

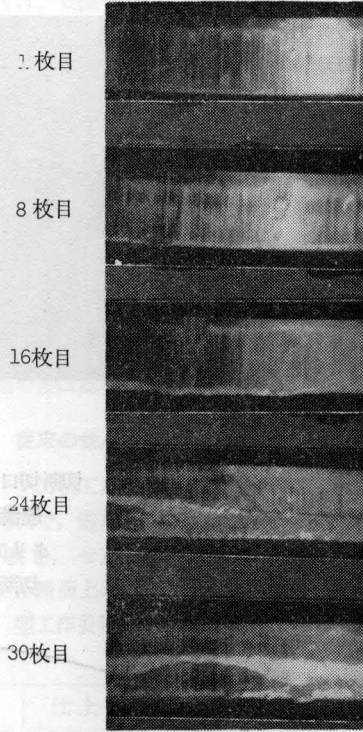
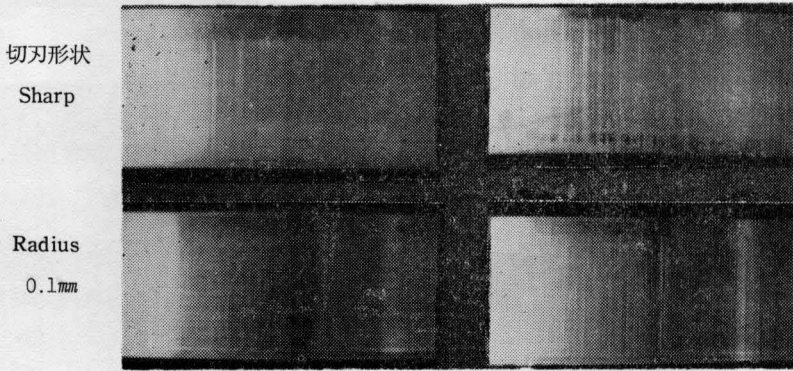


Photo 3 Some typical examples of base plate life. and base plate ABS resin 5mm thick.

条件	切断速度 60mm/sec クリアランス0.02mm
切刃形状	埋溝 (ABS) アルミニウムH材
シャープ	
0.1mm 丸み付	
0.1mm 台形面取り	
四角形	

Photo 4 (a) Effect of type of knife-edge on Surface Condition of cut edge Soft and hard pure Aluminium 3mm and 6mm thick

アルミニウムH材 アルミニウムO材
切断速度60mm/sec 板厚6mm
埋溝 (ABS樹脂)



.Photo 4 (b)

切断切口面中央部の面アラサ
埋溝下敷 (ABS)
クリアランス0.02mm
切断速度60mm/sec

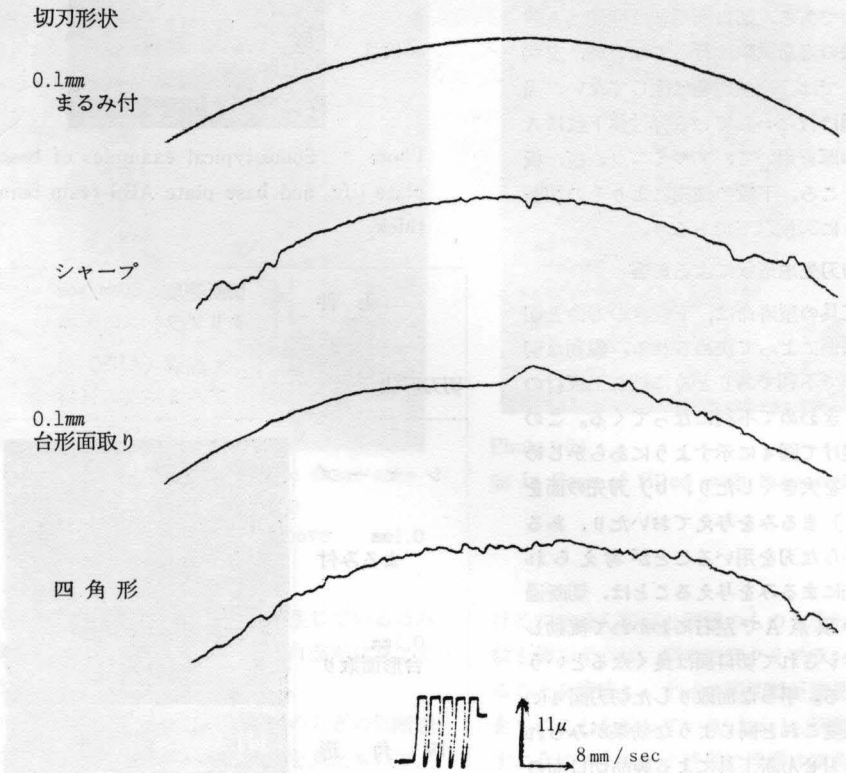


Fig 6 Effect of Knife-edge type on Surface Condition of cut edge.
Roughness of deformation on sheared surface

っている。とくに丸みつきのものには表面あ
らさがきわめて良く、鏡面仕上げになっている。

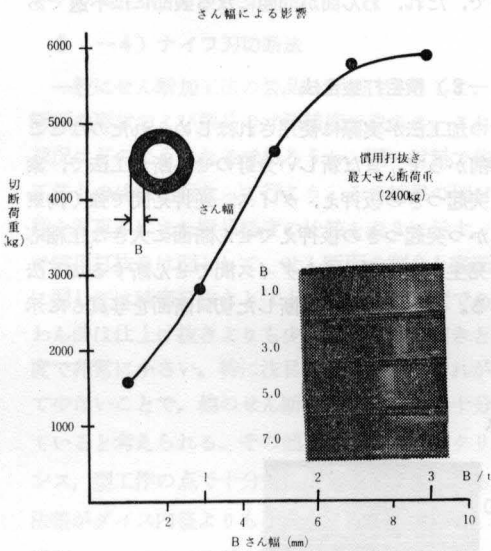


Photo 5 Effect of bridge width on the Cut edges

3) せん幅, 切断速度の影響

この加工法が有用であると思われる軟金属の切断においては、切断切口面に関するかぎりせん幅の大小、切断速度の大小による影響はほとんど認められない。せん幅の影響をみるためにせん幅(B) 1. mm ~ 9 mm B/t = 1/3 ~ 3) まで変化させ切口面性状を観察したところ、5の写真に示すように切口面はせん幅の影響を受けないことが確認された。

このことはせん幅を小さくすることができ、被加工材の材料歩留りを考える上で極めて有利であると云えよう。切断速度の影響をみるために、材料試験機による切断速度0.05mm/sec.からプレスによる60mm/secまでの範囲について実験を行なったが、この速度の範囲では切口面の差は認められなかった。

5 従来のせん断加工法との比較

ナイフ刃状工具による精密切断法を比較するために同一材料で、慣用打抜き、仕上げ抜き、精密打抜きとの比較を、せん断面、寸法差、だれ、わん曲、かえり、せん断面上の表面アラサ、せん幅、許容クリアランス、型工作費等について比較を行なった。

条件 比較項目	ナイフ刃切断		慣用打抜き		仕上げ抜き		精密打抜き	
	切刃まるみ付 0.1mm 埋溝 ABS		c/t 0.6%		c/t 0.6% ダイス まるみ付0.1mm		c/t 0.6% 押え 8ton 逆 2ton	
	O材	H材	O材	H材	O材	H材	O材	H材
せん断面 %	100	100	70	85	98	98	100	100
※寸法差 mm	-0.02	-0.04	0.04	0.02	0.03	0.03	0.01	-0.02
だれ (mm)	0.03	0.03	0.40	0.09	0.67	0.14	0.17	0.04
わん曲 (mm)	0.01	0.01	0.13	0.02	0.16	0.03	0.01	0.01
かえり (mm)	0.012	0.003	0.02	0.014	0.034	0.065	0.025	0.02
表面アラサ (μ) せん断面	< 1	< 1	4.0	3.5	< 1	< 1	< 1	< 1
せん幅 (mm)	影響なし		大		大		中	
許容 クリアランス	中		大		小		小	
型工作費	小~中		小		中		大	

※寸法差mm=製品直径mm-ダイス内径(ナイフ刃内径) mm

Table 3 Comparison of sheared surface using knife-edged tool, Conventional blanking and finish blanking and fine blanking

5-1) 慣用打抜き法

丸形の打抜き工具でダイス穴径を20.0mmで一定にしてポンチの径を変えてクリアランスが0.00, 0.3, 0.6, 1.3%になるようにして打抜き実験を行なった。クリアランスが0.3%以下の場合には切口面状態は向上する。しかし、クリアランスが大きくなると切口面上にクラックにもとづく割れが見られ切口面形状は悪くなる、しかし、製品の寸法差を小さくするためには、クリアランスを5%前後にしたほうがよい。

5-2) 仕上げ抜き法

丸形の慣用打抜き工具のダイス切削刃に0.1mm, 0.2mm, 0.4mmのまるみをつけクリアランス0.6%, 打抜き速度180mm/secで打抜き実験を行なった。その結果の切口

面を写真6に示す。ダイスのまるみを大きくしていくと切口面にクラックのないきわめて良好な切口面が得られる。しかし、だれ、わん曲、かえり等が大きくなるので、だれ、わん曲が問題になる製品には不適である。

5-3) 精密打抜き法

この加工法が実際に使用されはじめられたのはここ数年前からで、まだ新しい分野のせん断加工法で、素材を突起つきの板押え、ダイス、逆押え間で強く拘束し、かつ突起つきの板押えでせん断面に大きな圧縮応力を発生させ、ポンチとダイス間でせん断する加工法である。この方法でせん断した切口断面を写真6に示す。

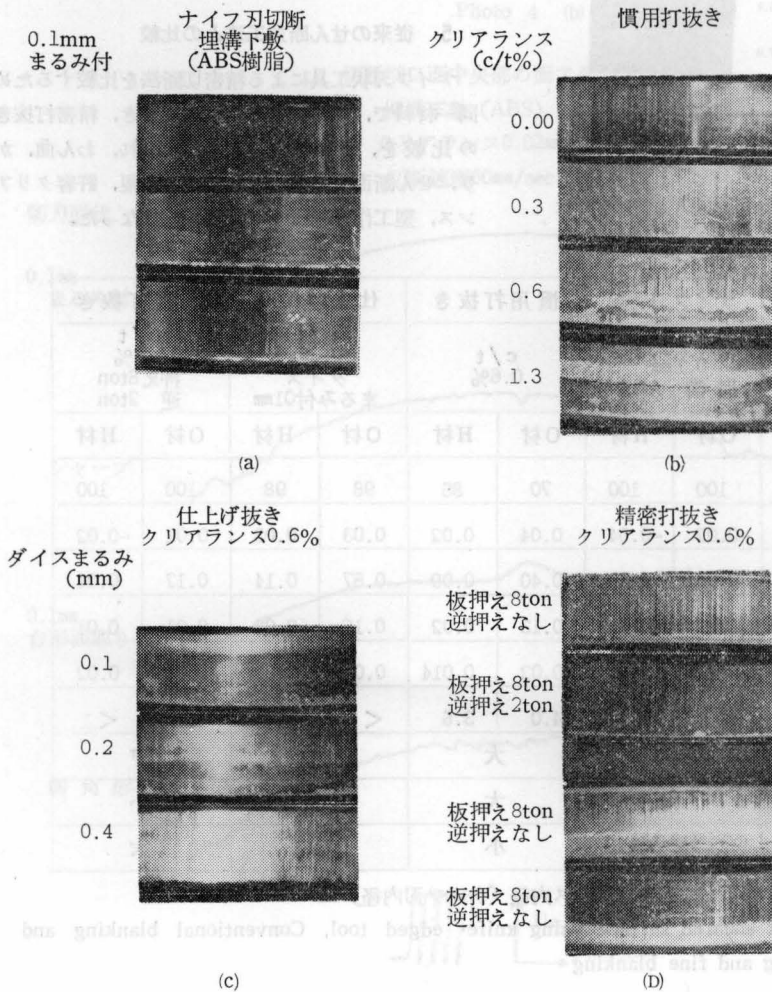


Photo 6 Comparison of sheared Surface using Knife edged tool, Conventional blanking and finish blanking and Fine blanking.

クリアランス0.6%で打抜き速度が $0.0\text{E}mm/sec$ で比較的低速による打抜きである。写真に示すとおり押え8 ton, 逆押え2 tonで切口面上割れのない良好な切口面が形成されている。

5 一4) ナイフ刃切断法

一般にせん断加工法の製品の評価は主として、切口断面の形状および製品の寸法精度で決まる。これらの状況はどのようになるであろうか、同一材料で他の加工法との比較を行なって行こう。その結果の切口面状態を写真6にまた製品精度の比較を表3に示す。ここで慣用打抜きは別として、せん断面の割合と表面粗さに関しては精密打抜きと仕上げ抜きと同程度であり、わん曲は仕上げ抜きよりも少なく、精密打抜きと同程度で非常に小さい。特に注目したいのは、だれが極めて少ないことで、他のせん断加工法に比べて十分優れていると考えられる。その他、さん幅、許容クリアランス、型工作の点で十分対抗出来ると考えられる。寸法差がダイス内径よりも小さくなっている点は、その原因の一つにナイフ刃の剛性不足によるものである。その対策としてナイフの断面形状や厚さを増すこ

とによって、寸法差を小さくすることが出来るであろう。

6 むすび

ナイフ刃による精密切断法は、適用材料や切断輪郭形状に制限があることは十分予想されることだが、前述の如く他の精密切断法と比較して種々の有利な点もあり、このような切断加工法が実際に使用可能な場合もかなり多いと考えられる。おわりに、本研究は東京大学工学部前田禎三教授のもとで昭和43年~44において実施したものである。実験にあたって実験装置を製作して下さった日本電気の中鏡部長に厚くお礼申し上げます。

7 参考文献

- 1) 前田, 中川: 精密打抜き加工の実験的研究, 塑性と加工 9.92 (1968)
- 2) 前田, 牧野内, 銘苺: 44年度精機学会春季大会
- 3) 前田, 銘苺 第20回塑性加工連合講演会論文集 昭和44年
- 4) 精密機械学会誌 38巻6号 精密せん断加工分科会報告 昭和47年