

# ベイナイト鋼板積層超塑性打抜き型による仕上げ抜き

Finish blanking by the Zn-Al super plastic alloy tool with bainite steel sheets lamination

鈴木 清\*・中川 威雄\*・大川 陽康\*\*

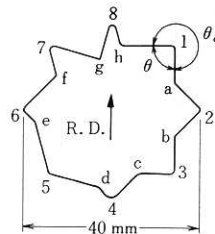
Kiyoshi SUZUKI, Takeo NAKAGAWA and Kiyoyasu OHKAWA

## 1. はじめに

ベイナイト鋼板を積層強化した超塑性打抜き型<sup>1)</sup>は、簡易型でありながら製品精度が高く、かなりの厚板まで打抜き可能である。この抜き型は、抜きかすを切刃に使う関係上クリアランスが零になる特徴をもっている。すでにクリアランス零であることと、製品寸法精度が良好である利点を生かし、軟質延性金属板の仕上げ抜き型として活用できる可能性を指摘した。<sup>2)</sup> 超塑性型の弱点である型強度が弱く厚板の打抜きができない点も、ベイナイト鋼板の多重積層法<sup>3)</sup>により解決できる見通しを得たので、仕上げ抜き型としての実用性を検討することにした。なお一般の仕上げ抜きは、主として鍛造用素材取り等の目的で行われ、比較的単純な打抜き輪郭のものが多いが、ここでは精密打抜き法に代わるものとして一般の高精度打抜き品を対象とした。

## 2. 仕上げ抜き型の製作

ここで用いたダイスの製作工程を図1に示す。超塑性ダイスの強度を上げるため、Zn-Al超塑性材としては銅の添加量を増やした玉川機械金属製SPZ3種(Hv180)を用い、また切刃強度を上げるため、ベイナイト鋼板の多重積層を行った。積層数はベイナイト鋼板0.5mm厚(Hv414)、0.8mm厚(Hv439)、1.0mm厚(Hv375)2枚の4重積層である。図2に打抜き試験に使用した星形輪郭型とその寸法を示す。ベイナイト鋼切刃に生ずるだけは仕上げ抜き型の丸味半径と同様な効果が期待できるが、試験的に打抜いた結果、切口面に破断面が現れ、この丸味だけでは不十分であることが明らかとなった。これは切刃の形状が図3の拡大図に示す如く、かなりシャープ



	1	2	3	4	5	6	7	8
$\theta^\circ$	90	90	90	90	120	90	60	30
R mm	0.1	0.2	0.8	1.6	0.4	0.4	0.4	0.4

	a	b	c	d	e	f	g	h
$\theta^\circ$	225	225	225	210	210	240	270	255
R mm	0.1	0.4	3.2	1.6	0.4	0.4	0.4	1.6

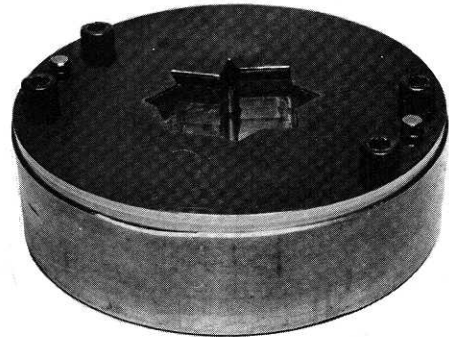


図2 星形輪郭打抜き型

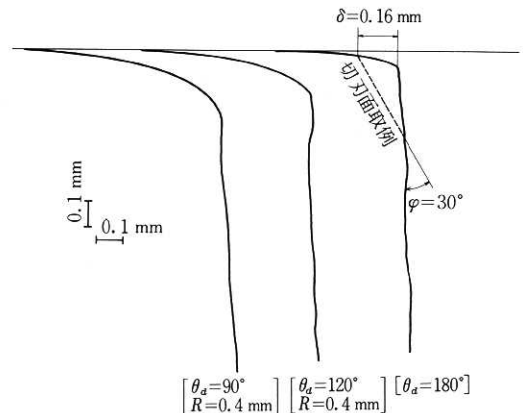


図3 積層用ベイナイト鋼板切口形状 (1mm厚ベイナイト鋼 Hv375)

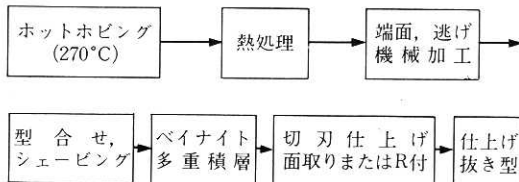


図1 ベイナイト鋼板多重積層超塑性打抜き型製造工程

\* 東京大学生産技術研究所 第2部

\*\* 日本工業大学

なものであり、必ずしも適切な丸味とは考えられないこと、さらにその値は直辺部で0.05mm程度であり、一般の仕上げ抜きに適正丸味半径に比べてかなり小さいことなどが理由として考えられる。さらに、最も丸味半径を大きくする必要のある製品輪郭凸部は、切刃のだれが最も少なくなるダイス凹部に対応する点もあげられよう。これらの点を考慮して本実験では、同図中に示すようにベイナイト鋼切刃にてヤスリにて面取りをほどこして使用することとした。

### 3. 仕上げ抜き例

前記の仕上げ抜き型を用いて各種延性金属板を打抜いてみたところ、ある程度以上さん幅(板厚の2倍位)が許されれば図4に示すように仕上げ抜きが可能であることが明らかとなった。特に板厚の厚いものでは、純アルミで8mm、銅で6mm、軟鋼板で3.9mmまで試み、一部輪郭凸部に破断面が残るものもあったが、いずれもほぼ完全な仕上げ抜きを行うことができた。この他仕上げ抜きを行った例を図5に示すが、アルミ、銅、軟鋼は可能であるが、中炭素鋼、SK材等は切口に破断面が生じ、当然のことながら精密打抜き法に比べると適用材料範囲はかなり狭い。

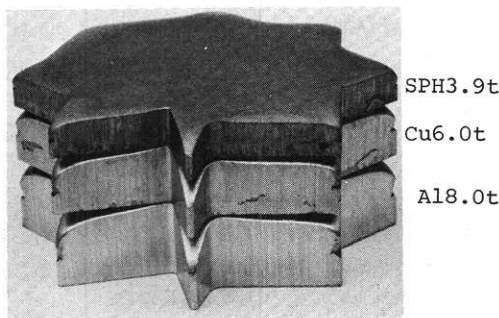
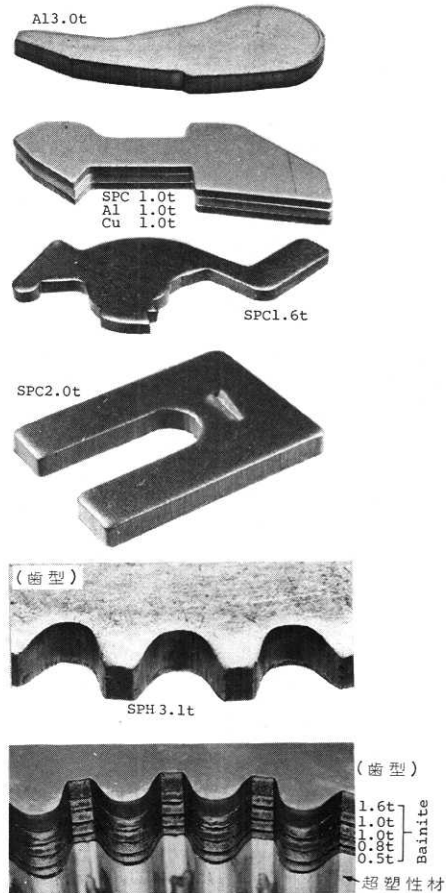


図4 星形輪郭型による仕上げ抜き

### 4. 仕上げ抜き型の寿命試験

ベイナイト鋼板切刃をもつ仕上げ抜き型での問題点は、切刃の硬度が低いため型寿命が短いと予想される点である。特に零クリアランスで製品切口が全面せん断面である仕上げ抜きでは、切刃の摩耗も促進され、それによってクリアランスがつけば破断面が発生するわけで、どの程度の打抜き数まで破断面が発生せずに打抜けるかは、この種の金型では最も重要な点であろう。ここでは前記の星形輪郭打抜き型を使って、2.3mm厚熱延鋼板(酸洗板、 $\sigma_B = 31.8 \text{ kg/mm}^2$ , 伸び = 49%,  $H_v = 104$ )の打抜き試験を行った。金型形式は固定ストリッパーでさん幅は最小5mmで潤滑油として日本工作油#640を使い、 $N = 5000$ まで打抜いた。



(同上打抜きダイス切刃拡大写真)

図5 超塑性ダイスによる仕上げ抜き例

4.1 せん断面 切口面の全周を観察した結果、面取りをほどこさなかった場合には図6に示したように10~30%の破断面が認められたが、切刃に $\phi = 30^\circ$ ,  $\delta = 0.16 \text{ mm}$ 程度面取りした場合には全面せん断面とすることが

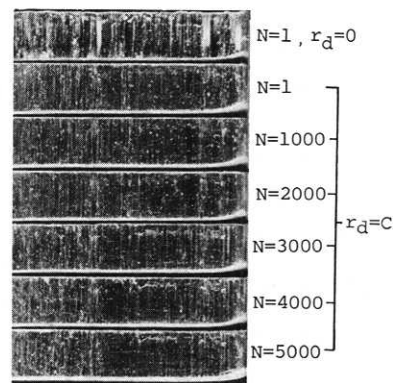


図6 仕上げ抜き品の切口面性状

研究速報

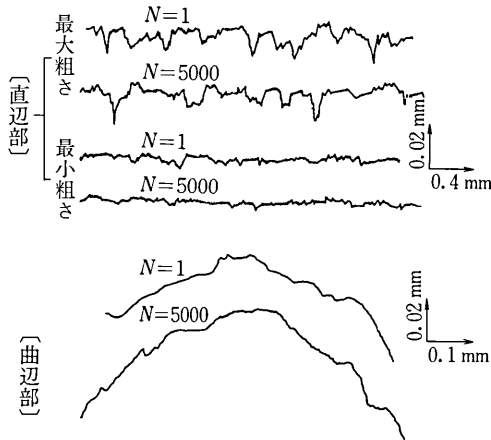


図7 仕上げ抜き製品の表面粗さ (SPH 2.3 mm)

できている。ただし、 $\theta=90^\circ$ ,  $R=0.1\sim 0.4$ mmのシャープな凸部輪郭は、面取りを施したにもかかわらず破断面は完全に消滅していない。この実験結果で実用上最も重要な点は、5000枚の打抜きによっても切口面がほとんど悪化しない点であり、これにより仕上げ抜き型としての実用性は実証されたと言ってよいであろう。参考までに、せん断面中央部を輪郭に沿って粗さを測定した結果を図7に示すが、打抜き数によってほとんど変化していない。粗さに切口個所によって $5\mu\sim 15\mu$ までの差が認められるが、これはベナイト鋼板の方向性や面取り時の影響と思われ、切刃の仕上げ法の改良によってこれ以上改善の可能性はあろう。

**4.2 寸法変化** 図8に打抜き数と寸法変化の関係を示す。製品寸法の $N=1$ と $N=5000$ の差は各輪郭ともほぼ0.01mm以下であり、型寿命はかなり長いといえる。しかしながら、ポンチとの寸法差は、ダイス凸部に相当

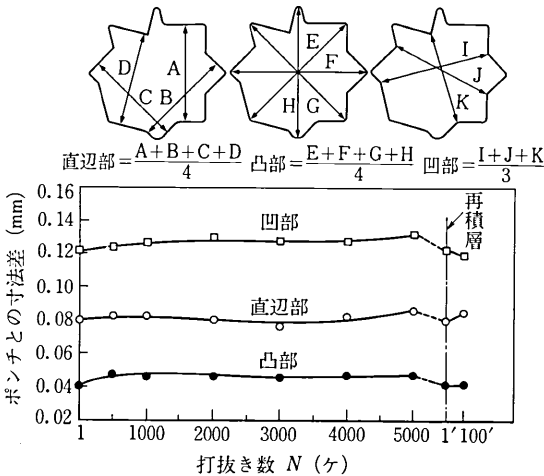


図8 打抜き数と製品寸法変化 (SPH 2.3 mm)

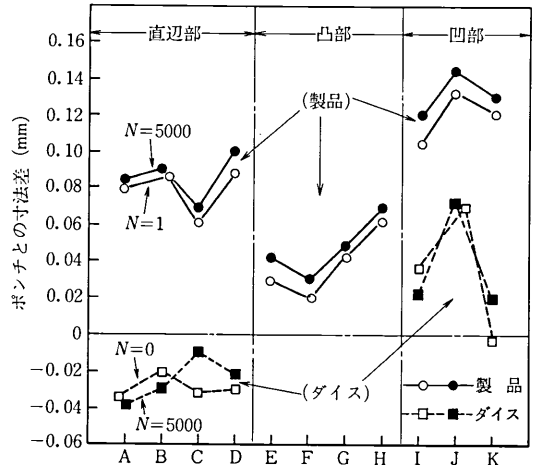


図9 各輪郭における製品およびダイス寸法変化 (SPH 2.3 mm)

する輪郭凹部では0.13mm、直辺部で0.09mm、凸部で0.04mmとかなり大きくなっている。これは図9に示した各輪郭における製品およびダイス穴寸法とポンチ寸法との差の関係からも明らかのように、ダイス切刃のスプリングバックによる拡大と、製品の打抜き後のスプリングバックによる拡大が原因であると考えられる。

**4.3 製品わん曲** 図10に打抜き数とわん曲の関係を示す。わん曲は打抜き数の増加と共に減少し、 $N=2000$ で極小値を取った後再び増加する。これは打抜き初期には切刃の側壁が削り取られてわん曲は減少するが、同時に切刃に斜め摩耗が生じるため、ある打抜き数からわん曲は増大すると考えられる。

**4.4 製品輪郭とだれ** 図11に製品輪郭とだれの関係を示すが、凸輪郭ではだれはかなり大きい。しかしこれは超塑性型特有の現象とは考えられない。

**4.5 かえりとポンチ摩耗** かえりはポンチ (SKD-11,  $H_R C 57$ ) の摩耗によって生ずる。この例ではポンチ凸部のチッピングによる異常かえりの発生で寿命が決まることとなった。打抜き数とかえり高さの関係を図12に

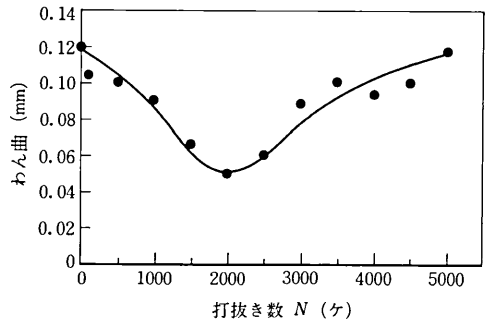


図10 打抜き数とわん曲の関係 (SPH 2.3 mm)

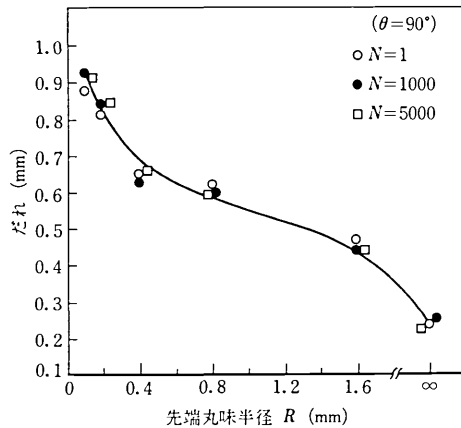
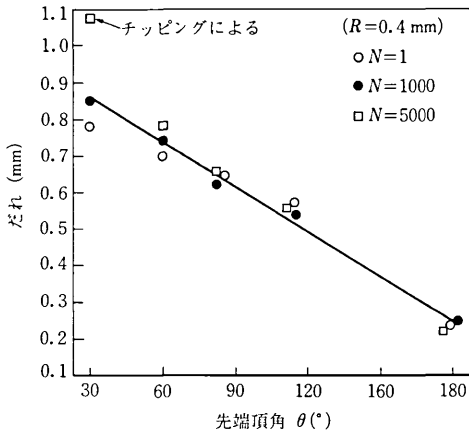


図11 製品輪郭とだれの関係 (SPH 2.3mmt)

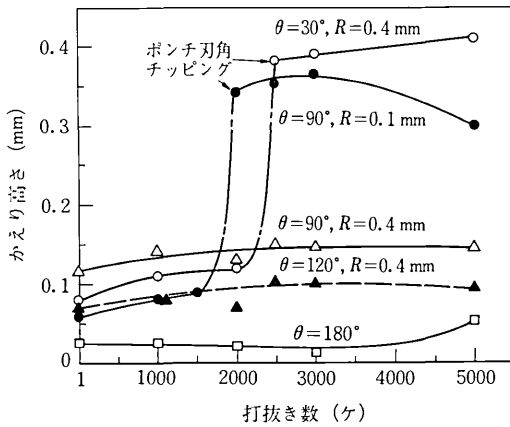


図12 打抜き数とかえり高さの関係 (SPH 2.3mmt)

示した。かえり高さは輪郭がシャープなほど大きく、しかも打抜き数が増加するにつれて凸部ほど急激に増加する。図13にポンチの摩耗状態を示すが、 $\theta=30^\circ$  ( $R=0.4$  mm)、 $\theta=90^\circ$  ( $R=0.1$ mm)の個所では $N \approx 2000$ 付近でチッピングが生じ、巨大なかえり発生と対応している。

**4.6 積層ペイナイト鋼板の貼り換え**  $N=5000$ 回の打抜き試験後、ポンチの摩耗のチッピング部を再研磨し、積層ペイナイト鋼板のうち最上層の一枚の貼り換えを行った。この作業によりこのダイス切刃を最初の状態へ再

生することができた。

5. おわりに

ペイナイト鋼板多重積層超塑性打抜き型の仕上げ抜き型としての適性を調査した結果、軟質金属板の打抜きでは十分に実用性があることが明らかとなった。特に軟鋼の仕上げ抜きの型寿命試験で問題がなかったこと、またたとえダイス摩耗により破断面が発生しても、切刃の貼り換えが簡単であることより、かなり多くの打抜き品に適用できる見通しを得た。さらにこの実験で、仕上げ抜きの適用範囲がかなり広いことを認識し、現在精密打抜き法が用いられている製品のいくつかは、この種の仕上げ抜きに置き換えられるように思われる。今後は、この方面の開発研究へ発展させたい。

本研究を遂行するに当たり、終始熱心に実験をしていたいただいた日本工業大学の高橋弘明、丸山敏幸の両君、ならびに供試鋼板を提供して戴いた日新製鋼 K K にお礼申し上げます。(1978年6月1日受理)

参考文献

- 1) 鈴木, 中川, 大川: 生産研究, 30, 2. (1978. 2) P. 53
- 2) 中川: プレス技術, 15, 9 (1977. 8) P. 26
- 3) 鈴木, 中川, 大川: 生産研究, 30, 7. (1978. 7)

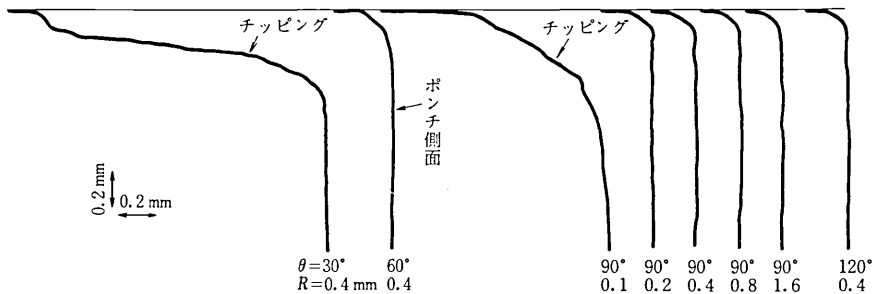


図13 仕上げ抜き寿命試験後のポンチ摩耗状態 (SPH 2.3mmt)