

# ベイナイト鋼板積層強化による Zn-Al 超塑性簡易打抜き型

A Simplified Blanking Die Production from Super Plastic Zn-Al Alloy with Bainite Steel Lamination

鈴木 清\*・中川 威雄\*・大川 陽康\*\*

Kiyoshi SUZUKI, Takeo NAKAGAWA and Kiyoyasu OHKAWA

## 1. はじめに

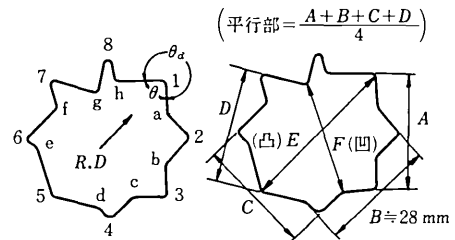
Zn-22% Al 超塑性材料を利用した簡易打抜き型については、これまでその製法、打抜き品の精度、型の耐久性等について報告したが<sup>1),2)</sup>、型製作が容易で安価であるばかりでなく、他の簡易打抜き型に比べても、試験生産や多種少量生産用には適切な打抜き型であることがわかっている。この金型の難点としては、型材質が軟質であるために切刃の摩耗が激しいことと、製品のわん曲が残る易いことが挙げられるが、超塑性ダイス表面にベイナイト薄鋼板を積層強化することにより、簡易型の利点を残しかつこれらの欠点を大幅に改善することができたのでここに報告する。

## 2. ベイナイト鋼板積層強化打抜き用超塑性ダイス

超塑性ダイスの切刃補強のため、硬質板材をダイス表面に貼りつける。図1に金型の製作工程の概略を示す。これまでの超塑性簡易打抜き型と異なる点は、シェーピングを終えて打抜き型が一応完成した後、補強用硬質板材をダイス表面上に敷き、そのまま硬質板の打抜きを行って、抜きかすを補強切刃として使うところにある。また補強板は単に重ねて保持するだけにするため抜き落とし形式のみ採用できる。補強用硬質板材としては、切刃としての強度をもち、かつ打抜き可能であることよりベイナイト薄鋼板を用いた。

## 3. 試験打抜き型

試験用金型は輪郭形状の影響が調査できるように図2に示す星形輪郭の打抜き型とした。ポンチは SKD-1 を H<sub>R</sub>C 57 に焼入れ後研削仕上げしたもので、ホッピングと



凸	1	2	3	4	5	6	7	8
θ°	90	90	90	90	120	90	60	30
Rmm	0.1	0.2	0.8	1.6	0.4	0.4	0.4	0.4

凹	a	b	c	d	e	f	g	h
θ°	225	225	225	210	210	240	270	255
Rmm	0.1	0.4	3.2	1.6	0.4	0.4	0.4	1.6

図2 打抜き輪郭形状

打抜きの両方に用いる。ダイス型材は Zn-22% Al 4 元系超塑性材を用いた。積層するベイナイト鋼板は切刃強度と耐摩耗性の点より、硬度が高く板厚が厚い程望ま

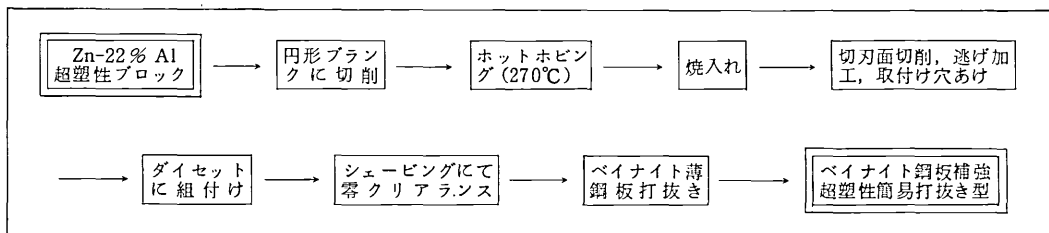


図1 ベイナイト鋼板積層 Zn-22% Al 超塑性簡易打抜き型の製作工程

\*東京大学生産技術研究所 第2部

\*\*日本工業大学

## 研究速報

しい。ここでは板厚の異なる4種のベナイト鋼について試験を行ったところ、ベナイト鋼板の板厚が厚い場合には、ダイス切刃が圧縮応力に耐え切れず図3の如く破損した。図4はダイス頂角と積層用ベナイト鋼板の打抜き限界を調べた結果であるが、板厚が厚い程、ダイス頂角が鋭角になる程破損し易い。この打抜き試験によって0.5 mm、0.2 mm厚の場合には全ての輪郭において

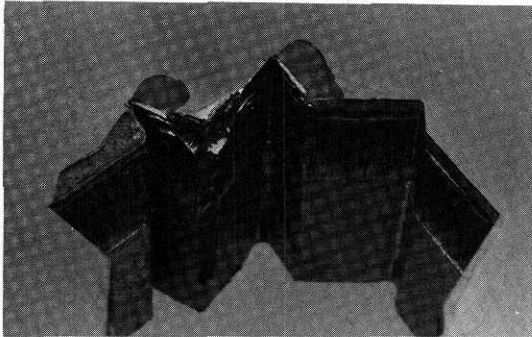


図3 超塑性ダイス凸部の破損例(1.0 mm厚ベナイト鋼打抜き時)

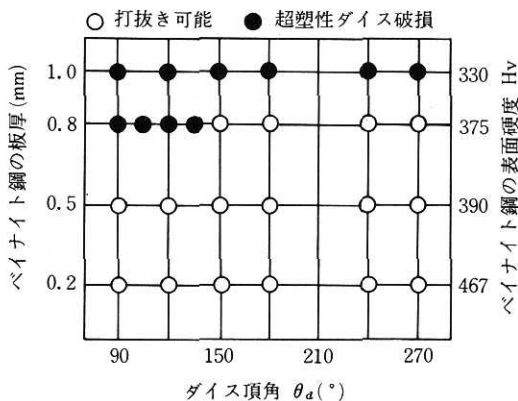


図4 積層用ベナイト鋼の打抜き限界

てほとんど問題なく打抜くことができたので、以下の寿命試験では0.5 mm厚のものを積層することにした。この場合凸部では切刃に多少のへたりや傷を生ずる場合もあるが、ダイス面を再切削すれば修正できる。また多少のへたりや傷であれば無修正のまま使用することも確かめられた。この場合に、貼付け直しによる誤差は生ぜず金型の合せ精度は最良となる。またベナイト鋼板の貼付けは必ずしも完全な接着を行わなくても簡単なネジ止めでも十分であることも確かめられた。図5は止めネジと位置決めピンを使ったベナイト鋼板補強ダイスの寿命試験終了後の分解写真である。位置決めピンは寿命試験で摩耗状況の途中経過を知るためつけたもので、一般の金型では不要である。なお以下の寿命試験に用いた

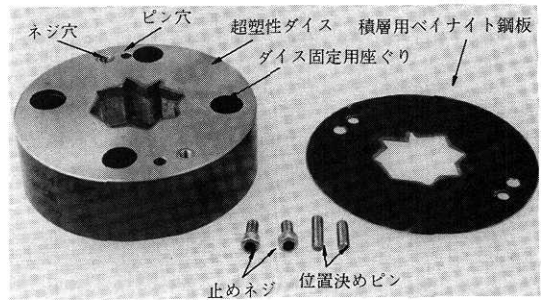


図5 ベナイト鋼板補強 Zn-22% Al 超塑性簡易打抜き型の構成部品

打抜き型のうち1.6 mm厚高張力鋼板用に製作した金型は、ホットホッピング後そのまま水中急冷焼入れし、ベナイト補強板を貼付けた後切刃を無修正のまま使用し、金型工作の上で最も簡略化した方法で製作したもので、ダイスのみの全製作時間は約1時間であった。

#### 4. 鋼板の打抜き寿命試験

以上のように切刃を補強した超塑性打抜き型の寿命を調べるための打抜き試験を行った。供試材は0.8 mm厚 ( $\sigma_B = 27 \text{ kg/mm}^2$ ,  $\lambda = 45\%$ )と1.6 mm厚 ( $\sigma_B = 32 \text{ kg/mm}^2$ ,  $\lambda = 52\%$ )のSPC材および1.6 mm厚 ( $\sigma_B = 60 \text{ kg/mm}^2$ ,  $\lambda = 27\%$ )の高張力鋼板であり、各々  $N = 1000$  回までの打抜き試験を行った。

##### a) 製品寸法変化(型摩耗)

図6は直辺部の製品寸法変化を比較したもので、各種金型の切刃の摩耗・耐久性と対応する。これまでの超塑性型に比べると、ベナイト鋼板による補強効果は絶大で、摩耗による寸法差は大幅(数分の1)に減少する。ベナイト鋼板補強型では打抜き数の増加とともに、寸法差の変化が少ないこと、さらに被加工鋼板の板厚や厚さによる差も少ないことより、切刃は十分な強度をもち、かなりの耐摩耗性をもっており、少量生産ではかなり広範囲の材料に対して十分な寸法精度が得られることを示している。

図7は1.6 mm厚高張力鋼板の打抜きにおける凸部、凹部、直辺部の寸法変化を比較したもので、輪郭による差が比較的少ないことから、ダイス凸部においても摩耗自体は少ないことが裏付けられる。製品凹部の寸法変化が図6の垂鉛合金型<sup>3)</sup>より少ないことより、ダイス凸部の強度は垂鉛合金型よりはるかに優れていることがわかる。図8は同じく1.6 mm厚高張力鋼板の打抜きでダイス凸部(補強用ベナイト鋼板とベースとなる超塑性材)の切刃の鈍化を測定したものである。この値は必ずしも摩耗を意味するのではなく、主としてベースとなる超塑性材に過負荷のためへたりが生じていることによってい

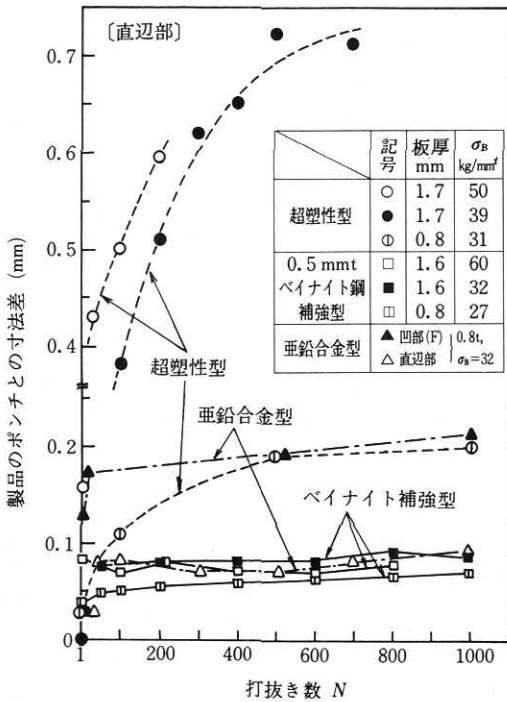


図6 各種簡易打抜き型を用いた打抜き試験における製品寸法変化の比較 (⊙印のみノックアウト形式)

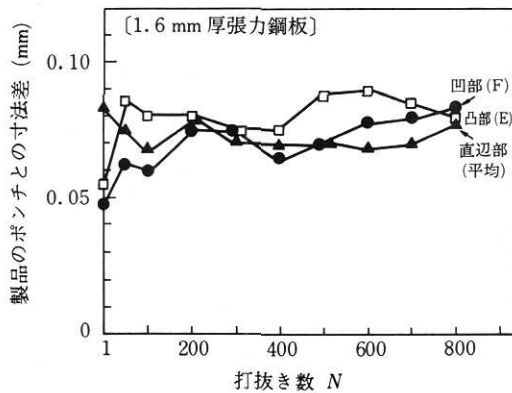


図7 高張力鋼板の製品寸法変化

る。なお 1.6 mm 厚高張力鋼板の打抜きでは打抜き数  $N=831$  において、図9のようにベースの超塑性材切刃に破損を生じたので中止した。

**b) 製品のわん曲**

図10に製品のわん曲の程度を示す。打抜き初期にかなりのわん曲を示すものの、 $N=50\sim 100$ で大幅に減少し、ほぼわん曲は消滅する。補強しない抜き落とし形式の超塑性ダイスで打抜き数  $N=1000$  におけるわん曲深さは約 1.3 mm あったので約 1/6 に減少したことになる。

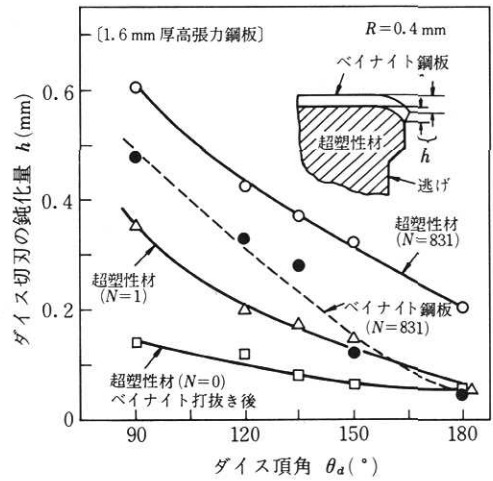


図8 ダイス切刃(超塑性材ベイナイト鋼板)の鈍化量

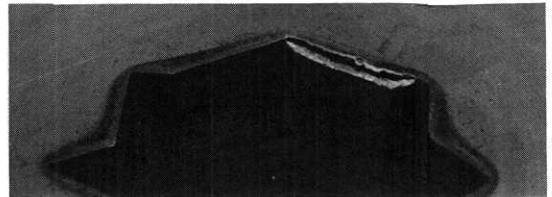


図9 打抜き試験時の超塑性材破損 (1.6mm厚高張力鋼板,  $N=831$ )

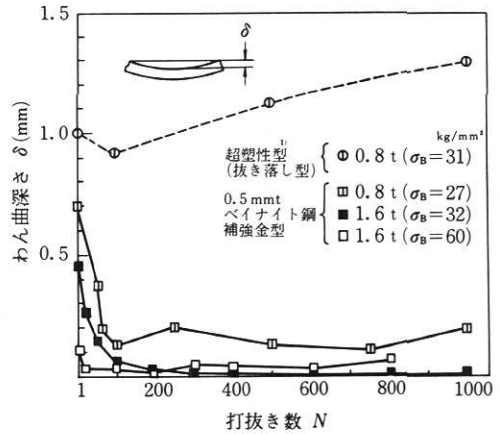


図10 打抜き数と製品のわん曲深さの関係

わん曲は切刃の摩耗によりダイス穴寸法が切刃部で最大となっているため、大きく打抜かれて小さなダイス壁の中に押し込まれるために生ずるものである。このベイナイト鋼板補強ダイスでは図11のように摩耗は主として超塑性ダイス側壁で生ずるため、摩耗の少ない初期のみ多少のわん曲が生じ、ある程度摩耗した後は適当な逃げが付きわん曲は消滅するものである。

研究速報

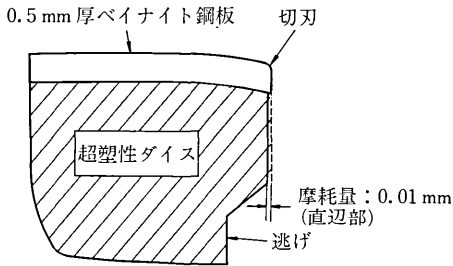


図11 ベイナイト鋼板補強金型の摩耗  
(1.6t 軟鋼板1000枚打抜き後)

5. おわりに

超塑性ダイス表面にベイナイト鋼板を貼付けることにより、金型製作工程の容易さをそこなわないで、大幅な型強度の改善をはかることができた。被加工材の材質、板厚の制約も大幅に緩和されたので、適用可能範囲は極めて広いものとなった。また単に試作型、少量生産型の

みならず、打抜き数1万～10万程度の中量生産型としても有望であろう。さらに、このような積層の手法を発展させていけば大量生産型も可能と考えており、今後その方向への研究を進めていくつもりである。

本研究を行なうに当たり、実験を手伝っていただいた高橋弘明君、超塑性材とベイナイト鋼板を提供していただいた玉川機械金属(株)、森ゼンマイ(株)に感謝致します。

(1978年4月15日受理)

参考文献

- 1) 鈴木, 中川, 大川, 藤井; 昭和51年度塑性加工春季講演会講演論文集 P. 313 (1976. 5)
- 2) 鈴木, 中川, 大川; 第27回塑性加工連合講演会講演論文集 P. 187 (1976. 11)
- 3) 中川, 大川, 鈴木, 田原; 第26回塑性加工連合講演会講演論文集 P. 137 (1975. 11)

正 誤 表 (5月号)

頁	段	行	種 別	正	誤
175	左		図 2	天地逆にする	
184	右	↓ 5	References 4)	Uytterhoeven	Uytterhoeven
190	右	↓ 1~2	本 文	最適細骨材率	最骨材率
191	左	↑ 11	"	…水セメント比が <u>変ってもスランプ</u> はほぼ一定値を…	…水セメント比はほぼ一定値を…