

## Zn-22%Al超塑性打抜き型の簡易化

UDC 621.961.022  
669.55'71.018.26Simplification in the Manufacturing Process of Blanking Tool  
from Super Plastic Zn-22%Al Alloy

鈴木 清\*・中川威雄\*・大川陽康\*\*

Kiyoshi SUZUKI, Takeo NAKAGAWA, Kiyoyasu OHKAWA

## 1. はじめに

多品種少量生産あるいは試作品等の少ロット部品のプレス加工においては型費の製造原価に占める割合が大きくなり、コストを低下させる上でネックとなっている。これらの問題点を解決する手段として型製作が簡単で短時間に製造でき、しかも安価であるという特徴を持つ簡易型がこれまでにも種々考案されてきており、一部ではかなりの効果をあげている例もある。しかしながら打抜き型に限って考えた場合でも、従来の簡易抜き型は製品形状や被加工材に制約があるほか、製品精度が低く型寿命が短い等の欠点もあり、期待されたほどには普及していないのが現状である<sup>1)</sup>。

一方、筆者らによって開発されたZn-22%Al超塑性合金を使用した簡易打抜き型は<sup>2)~4)</sup>、超塑性材の変形抵抗が最小になる270°C付近でポンチを超塑性材中へ押し込むだけでダイスが製造できるばかりでなく、その所要時間も1時間と短かくダイス製造コストも大幅に低下するため簡易抜き型としての資格を備えている。しかも、金型精度が高く、型寿命も短くではなく、かつ製品形状や被加工材質、板厚の制約もそれほど厳しくはない等他の簡易打抜き型にない利点も少なくない。特に本方法では零クリアランスの精密金型が得られるので極薄板の打抜きや、軟質金属板の仕上げ抜き等には通常の打抜き型よりもむしろ適していると言えよう。これらの特長のため、開発後間もない打抜き型であるにもかかわらず、すでに実用の段階に入っており、今後急速に広まることが期待されている。

このように超塑性打抜き型の製作工程はすでに確立さ

れつつあるが、本報は型製作工程のより、いっそうの簡易化をはかるため、金型構造、加熱方式、ホビング方式およびポンチ構造について検討を行った結果である。

## 2. 金型構造の簡易化

図1に現在行われている超塑性打抜き型の製作工程を示したが、コンテナ内で加熱ホビングされた超塑性材は上面および逃げを加工してダイスとなった後、他のダイセットに取り付けられ打抜き型が完成する。この方法ではダイセットの他にホビング用コンテナを必要とするばかりでなく、ダイセットへの取付けのための作業にもかなりの時間を要している。そこで、これらの問題点を解決する超塑性打抜き型用の金型構造を検討した結果、図2に示すような金型構造を考えた。この金型の特徴を列举すると以下のようなになる。

① ホビング用コンテナと打抜き用ダイホルダの共通化をはかり、部品点数を削減した。ホビング時にはホビング用バッキングプレートを、打抜き時にはリング状の打抜き用バッキングプレートを使用する。

② ダイス位置決め用(回転止め)ピンの穴をホビング時に同時に成形し、ポンチとダイスの心合せを簡略化した。なお、このピンは必要に応じて高さの調節が可能である。

③ ポンチ固定方式はホビングおよびサイジングが容易なように側面がストレートな単純なものを用い、ポンチホルダ面にねじ止めとした。ポンチホルダ下面はそのままホビング時のサイジング加圧面となる。

④ ホビング後のダイスはホビング用バッキングプレートに取り付けられたノックアウト用ボルトにより取り出

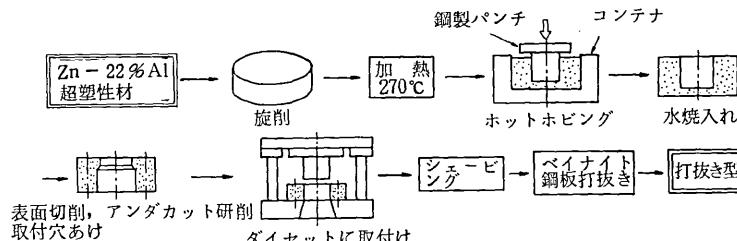


図1 超塑性打抜き型製作工程

\* 東京大学生産技術研究所 付属複合材料技術センター・

東京大学生産技術研究所 第2部

\*\* 日本工業大学

## 研究速報

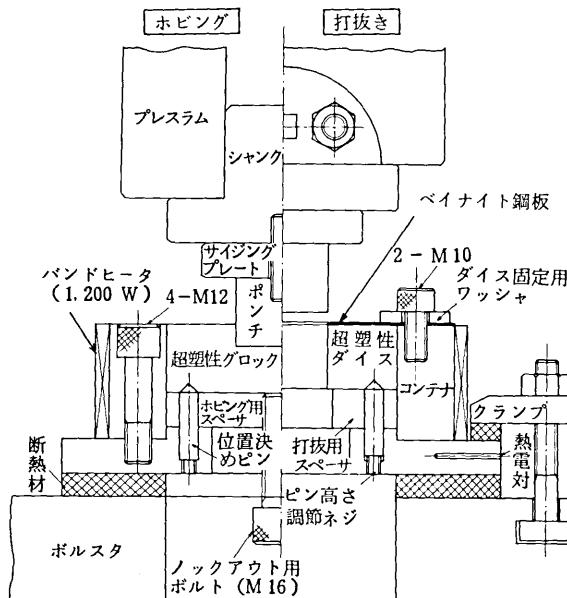


図2 ホビング打抜き共用超塑性打抜き型  
される。

- ⑤ ダイスの固定はコンテナに取り付けたクランプにより行ない、超塑性ダイスの取り付け穴加工を省略する。
- ⑥ ダイス補強用ベイナイト鋼板の位置決めと貼りつけもコンテナ上面のピンとねじを使用し超塑性ダイスのねじ穴、ピン取付け加工を省略した。
- ⑦ この金型はマスターダイセットとして使用できる。つまりポンチおよび必要に応じてバッキングプレート、ストリッパー・プレートのみ準備すれば、異なる打抜き型にも兼用できるため、型製作工程は大幅に削減できる。

### 3. 加熱方式の簡易化

ホットホビング行程における超塑性材の温度管理はそれほど厳密である必要はない。超塑性温度( $270^{\circ}\text{C}$ )よりも多少はずれてもホビング荷重が増すのみで加圧装置の能力に余裕があれば問題はない、そのため一部ではバーナによる加熱を採用して簡易化を図っている例もある。表1はホットホビング用加熱装置の種類とその特徴について比較検討を行った結果であるが、これらのうちではバンドヒーターが最適であると考えられたので、ここでは図に示したようにコンテナの外周にバンドヒーターを巻きつけ加熱する方式を採用し、ホビング終了後取りはずす形式とした。この場合の温度制御はコンテナ中に埋め込んだ熱電対と温度コントローラにより行った。この例では加熱時間は32分要したが、加熱時間を短くするため、もっと容量の大きいヒータを使用すべきであろう。

### 4. ホビングプレスの簡易化

超塑性材はひずみ速度依存性が大きいため、加圧速度が遅ければ変形抵抗も減少するという利点があり、その

表1 ホットホビング用加熱装置の比較

加熱装置	温度制御	加熱時間	取扱い	価格	総合評価
ホットプレス	易	長	易	高	△
ガスバーナ	難	短	難	安	○
電気炉	難	中	難	中	×
バンドヒーター	易	中	易	安	◎

表2 ホビングに使用したCフレームクランクプレス

加圧能力	30 ton
ストローク数	60回/分
ストローク長さ	80 mm
下死点調節ネジ	M55, P6

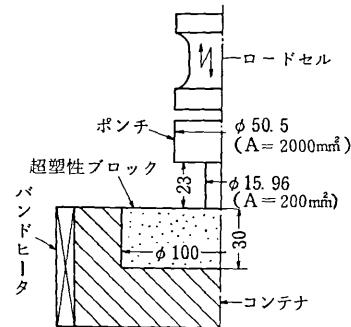


図3 クランクプレスによるホビング

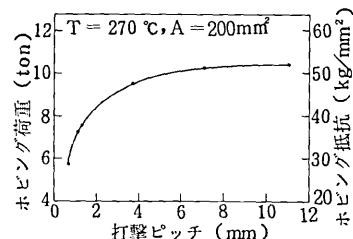


図4 打撃ピッチを変えた場合のホビング荷重

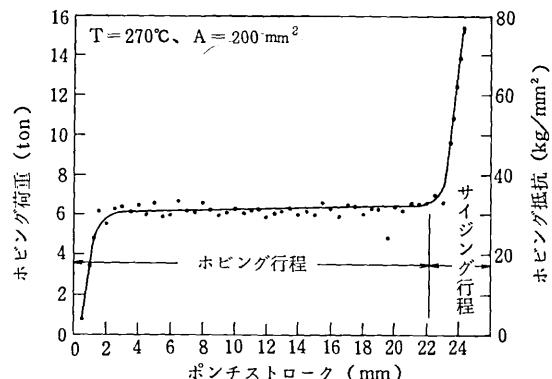


図5 プレス打撃0.5 mmピッチによるホビング荷重線図

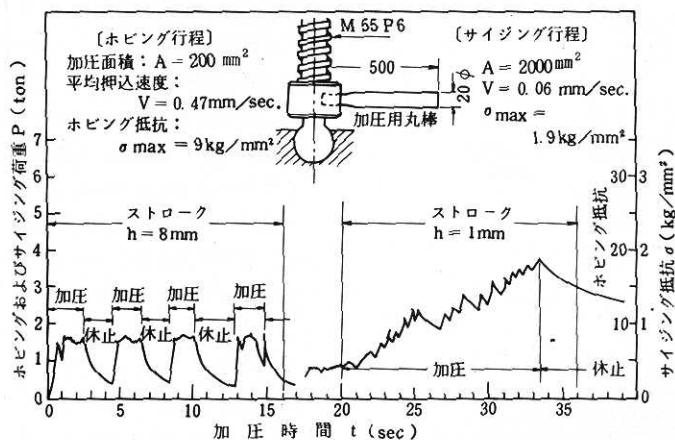


図6 下死点調節用ねじ加圧を利用した場合のホビング荷重線図

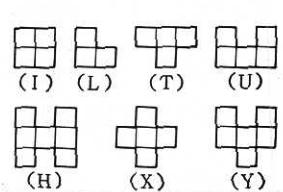


図7 角要素の組み合せ例

ためこれまで油圧プレスを用いて低速でホビングすることが推奨されてきた。しかしながら、油圧プレスの設備がない場合のことを考えると打抜き用プレスでホビングできれば、特別な設備がいらなくなるばかりか、金型の取り付けも一回で済むことになり型製作作業の大幅な削減となる。

ここではまず表2の仕様を持つCフレームのクランクプレスを用い図3のようにポンチ上面をラムでたたいてホビングを行った。図4はその時の打撃ピッチとホビング荷重の関係をみたものであるが、ホビング抵抗は打撃ピッチが4mm位迄は急激に上昇し、その後は穏やかになる。しかしこの実験条件内ではホビング抵抗は最低でも約30kg/mm<sup>2</sup>、最高では52kg/mm<sup>2</sup>にも達している。この図から打撃ピッチを小さく取ればホビング抵抗を減少させ得ることが明らかとなったので、プレス下死点を0.5mmずつ下げてポンチ上面を約50回打撃してホビングを行った。図5はその時のホビング荷重線図であるが、この場合でもホビング抵抗は30kg/mm<sup>2</sup>とかなり高い値を示し、さらにサイジング行程では加圧面積が増大するため荷重は急激に増大する。また、このように下死点を下げながら多回打撃するにはかなりの時間を要し得策とは言い難い。このようにクランクプレスによるホビングは可能ではあるものの、ホビング荷重が油圧プレスに比べて大幅に増加し、さらにポンチを上ムラに固定できない

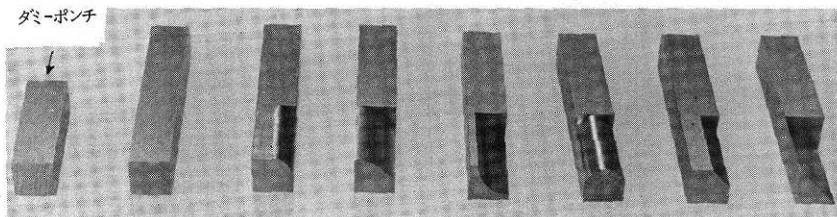


図8 各種形状の角要素組合せポンチ

ためポンチの抜き出しも困難となる。

次に試みたのはプレス機械の下死点調節用ねじとプレスフレームのたわみを利用して、低速のホビングを行う方法である。この場合はポンチは上ラムに固定した状態で、下死点調節用のねじを使い人力で加圧する。長さ500mmの加圧棒を用いた場合には約5tonの加圧が得られプレスには約0.29mm(プレスの剛性:0.058mm/ton)のたわみが生じた。この加圧方法によれば、超塑性材のクリープ的変形が有効に利用でき、極めて低い圧力でホビングが行えることがわかった。図6はこの方法で実際にホビングを行ったときのホビング荷重線図であり、ホビング行程(A=200mm<sup>2</sup>)では、ホビング抵抗は最大で9kg/mm<sup>2</sup>であり、これはプレス機械による打撃の場合の10倍以下に減少している。しかも、この時の平均押込み速度は0.47mm/secと比較的速いため、ホビング完了(ストローク=23mm)までに約50秒しか要していない。一方、サイジングの場合には加圧面積が2000mm<sup>2</sup>とホビング時の10倍になっているにもかかわらずサイジング荷重は約3.8ton(1.9kg/mm<sup>2</sup>)でホビング時の2.2倍にしか上昇していない。これはホビング面積が大きい場合にはその分だけ加圧速度が遅くなり、(0.06mm/sec)、ホビング抵抗は減少し、面積の割に低い加圧力でホビングできることを意味している。このプレスの下死点調整用ねじを利用したホビングでは、ポンチの抜き出しを

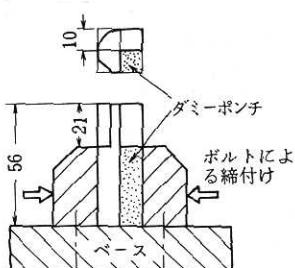
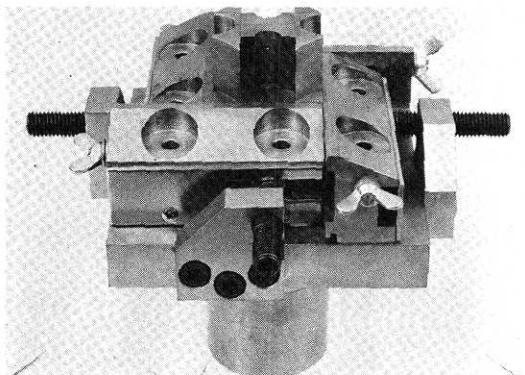
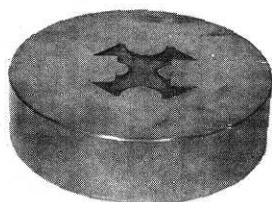


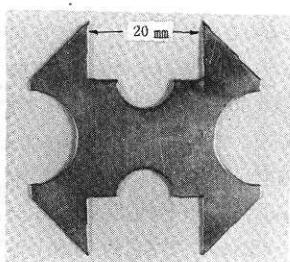
図9 角要素ポンチの組付け



a) 組合せポンチ



b) 超塑性タイス



c) 打抜き製品

図10 角要素組合せ金型と打抜き製品例

レス機械の戻り行程によって行い得るばかりでなく、ポンチをいったん固定した後では打抜き時を含めて取りはずす必要はなく、上下金型の型合せの手間は全く不要となる利点もある。

### 5. 組み合せ方式によるポンチ製作の簡易化

低溶融合金打抜き型や超塑性打抜き型はポンチに比べて型工作が困難なダイスの穴加工を簡単に全金型製作時間を短縮する方法であるが、これらの場合にもマスターとなるポンチだけは通常法と同様に製作せねばならない。そこで、超塑性打抜き型のよりいっそうの簡易化を促進するため、角要素を用いた組み合せポンチ形式を採用した。図7は角要素ポンチの組み合せ例で、この各々の角要素ポンチのコーナ部を図8の如く加工しておけばより広範囲な組み合せ形状を得ることができる。ポンチの固定は図9に示したようにポンチホールダに組み込んだ後側面から締め付けた。

図10はこの組み合せポンチをプレスのラムに取り付け、前述の図2のダイセットを用い、さらに下死点調節ネジを人力で回転させる方法でホビングを行ったダイスとこれらによって打抜かれたサンプルの例である。この金型の製造工程と所要時間を図11に示したが、ポンチの組み立てから打抜き迄65分を要したのみで、金型製造時間の大幅な短縮を達成できた。

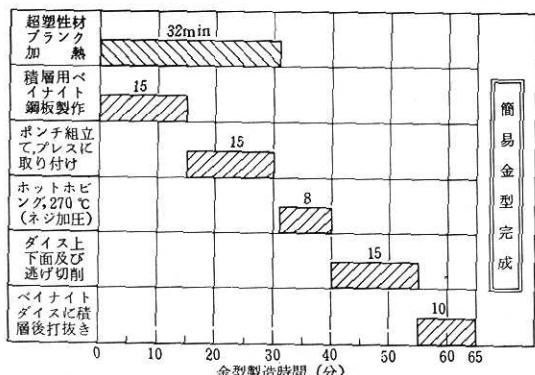


図11 金型製造工程と所要時間

### 6. おわりに

超塑性打抜き型の簡易化をはかったところ、金型構造、ホビングプレス、ポンチ製作等でかなりの成果を得ることができた。この種の金型を採用するに当たっては、型の標準化が大切であり、この面での専門家の検討を期待したい。また、ポンチに角要素組み合せ型が簡単に取り入れられることにより、従来より検討されてきたGroup Technologyの手法を導入して活用することも可能ではないかと考えられる。

(1977年12月7日受理)

### 参考文献

- 1) 中川：プレス技術, Vol. 15, No. 9, (1977.8) P. 26
- 2) 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 (1976.5) P. 313
- 3) 鈴木, 中川, 大川, 昭和52年度塑性加工春季講演会講演論文集 (1977.5) P. 291