

プレス金型の自動設計 —標準化とブランクレイアウト—

内山英司*・北川亮三**

Computer Aided Design of Press Die
—Standardization of Production and Blank Layout—

Eiji UCHIYAMA and Ryozo KITAGAWA

Abstract

An automatic drawing on the diesets of press dies was developed in the last year, which had two or four guide posts.

In this report, the method of the automatic drawing was also developed on the blank-layout with many parameteric factors. This program was composed of 4 stages, drawing fundamental patterns, arranging them for X-axis direction and Y-axis direction, and setting the feed holes. There are provided 8 kinds of fundamental patterns as an example of standardization of many kinds of productions.

The results obtained were summerized as follows.

- 1) Many kinds of blank-layout could be easily drawn using the fundamental patterns.
- 2) The shape of each pattern could be changed only to put the suitable values.
- 3) This program is divided into 4 stages, then a designer may confirm the results of each stage.
- 4) As these programs were named in organization, the designer could select them immediately.

1. 緒言

金型の設計においては単工程、順送金型のいずれも、加工品の形状をもとにプレス加工の方法、材料取りの歩留り率、さん幅、パンチの形状や配置を設定し、パンチの配列など内部的な設計を完了する。その後ダイセットの設計にいたる。この設計を支援するための市販のプレス金型用のソフトもあるが、それらは対象企業を広範囲にするために、製品形状の入力は汎用図形処理ソフトによる方法を使用している¹⁾²⁾。このため製品形状の入力や材料取りの段階で、取扱いが繁雑になり、多くの時間を要す。

他方、金型を製造する企業にとって設計の自動化を

考えると、企業の9割以上が従業員20名以下³⁾と中小企業が多く、加工するプレス製品の種類や大きさ、形状等が限定されている。したがって製品を分類し、標準化して頻度の多いものから自動化することは困難でない。以上のようにプログラムの開発目標の観点を換え、限定条件を加えることにより自動化の進んだソフト開発が容易になる。

ここでは金型製造企業が汎用図形処理ソフトを用い、応用ソフトを作成することを想定し、昭和59年度のダイセット⁴⁾につづき、打抜きプレス金型のブランクレイアウトの自動化プログラムの開発に臨む。

2. ブランクレイアウトの設計構想

全般的なプレス製品の形状を対象にすると、形状やサイズなどは千差万別である。そのため製品形状の入力を一定の方法により自動化することは困難である。

*山口県商工指導センター

**生産機械工学科

Table 1 An example of program list

Substance of programs	Name of programs (PRESS)	
	Pattern 3	Pattern 4
Decision of pattern	PRESS 301	PRESS 401
Layout for X direction	PRESS 302	PRESS 402
Layout for Y direction	PRESS 303	PRESS 403
Blank Layout	PRESS 304	PRESS 404
Jointed program	PRESS 310	PRESS 410

そこで製品形状に則規性をもたせるため、分類、標準化する。ここでは打抜きプレス金型の外郭を主な設計対象に基本パターンを設定し、各パターンについてソフト開発をする。企業では自社製品を分類し、標準化すればこの方法を利用し、製品形状の入力を自動力することができる。基本パターンの設定には、プログラムがより広範囲に使用できるように寸法や角度等をパラメータで設定し、類似形状まで即応できるようにした。

当プログラムの利用には、基本パターンをそのまま使用する方法と、製品形状に合わせて複合あるいは修正して使用する2方法がある。

プログラムの作成方法は、コマンドを利用したバッチ処理であり、途中で区分し段階的(ステップ)に組立てた。各ステップ間の接合はパラメータそのものをポイントにし、対話的に操作するようにした。そのため各ステップごとのパラメータや接合操作は増加せず、使用は簡単である。またプログラムの開発も容易で、設計者もステップごとに結果を見ながら業務を進めることができる。プログラムの名前はTable 1に示すように、3桁の数字をつけて組織化し、整理した形式にまとめた。1桁目はパターン名、2桁目は各ステップを連続して使用するプログラム名、3桁目はステップの番号を合わせた付号をつけた。以下に順を追って開発手法を記す。

3. 製品形状の設定

まず設定した基本パターンは、Fig. 1に示す8個である。これにより外郭が楕円、平行四辺形、T型、C型、I型を基準とした単純な形状を容易に設定できる。製品内部に円形のピアスがある場合には、楕円をもとにその位置や大きさを追加、曲げではその展開図を追加し、外郭とグループ化することにより、このソフトを打抜き以外の加工を含むものにも利用発展することも可能である。

基本パターンはパラメータを用いたので、製品形状

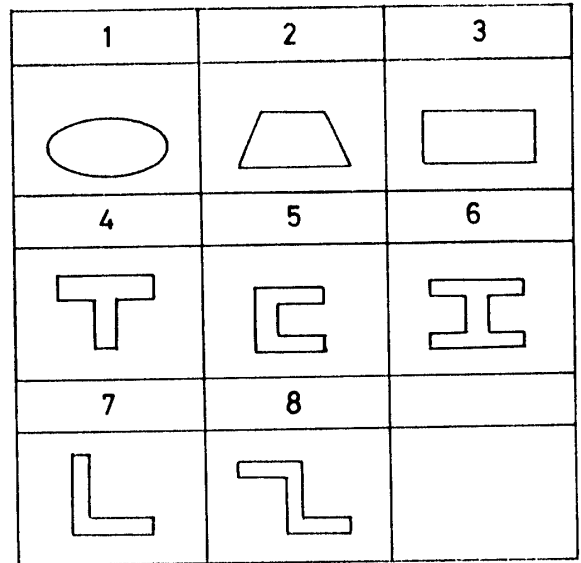
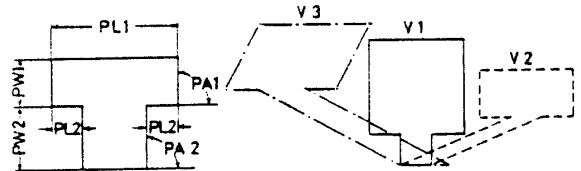


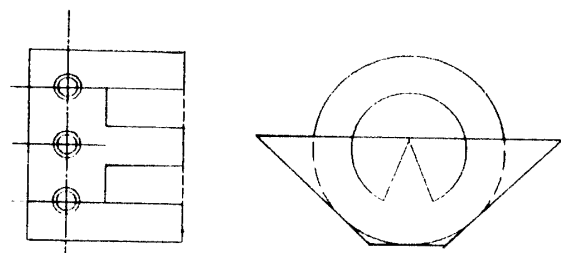
Fig.1 Fundamental pattern



a) Used parameters b) Variations of one figure
Fig.2 Parameters of fundamental pattern and examples of variation

の寸法や角度の変化にも即応できる。この設定法を基本パターン4にて説明する。パラメータの設定はFig. 2, a)のように6個、長さ方向の寸法をPL1, PL2, 幅方向をPW1, PW2とした。これにより寸法変化への対応を可能にした。幅方向の直線には傾きPA1, PA2のパラメータを付し、図形の変化にも対応できるようにした。さらに長さ方向の直線にも傾きをつけ、形状の変形領域を拡大することも考えられるが、その場合には自由度が拡大しすぎて、基準線が定まらず、設計者がイメージを描くことが困難になるので、それは中止した。また幅方向の直線も常に平行になるように設定した。長手方向に傾斜させたい時には、図形を90°回転させれば良い。Fig. 2, b)に基本パターン4のバリエーションの例を示すが、これをかなり広い範囲に適用されることがわかる。V3はPA1とPA2を逆方向に傾斜させた例である。

Fig. 3は建築用のヒンジ、山口県のマークに基本パターンを適用した例である。Fig. 3, a)は点線を付加し、基本パターン3にあてはめたもので、Fig. 3, b)は基本パターンの楕円と台形を同時に適応したもので



a) Hinge of architecture Yamaguchi prefecture
b) Symbol mark of

Fig.3 Application of fundamental patterns

```

END
LIST DRWS PRESS405
CMND MENU SUPR STAT
OK
CMND STATUS DEF COOR SET
TEXT 3H1.0
CMND STATUS DEF COOR CO-2
OK
CMND ANALYZE VARI DEF
TEXT 6H ? PX=50
TEXT 6H ? PY=50
TEXT 8H ? LONG=40
TEXT 8H ? WIDE=40
TEXT 7H ? PA1=45
TEXT 12HWS1=SIN (PA1)
TEXT 12HWC1=COS (PA1)
TEXT 11HWT1=WC1/WS1
CMND LINE2 ANGL LENG
TEXT SHPX, PY
TEXT 3HPA1
TEXT 8HWIDE/WS1
CMND LINE2 P-P ELEM
TEXT 19HPX+WIDE*WT1, PT+WIDE
TEXT 24HPX+WIDE*WT1+LONG, PY+WIDE
CMND LINE2 ANGL LENG
TEXT 24HPX+WIDE*WT1+LONG, PY+WIDE
TEXT 7H180+PA1
TEXT 8HWIDE/WS1
CMND LINE2 P-P ELEM
TEXT 10HPX+LONG, PY
TEXT 5HPX, PY
CMND GROUP ITEM * *
PICK 1 PX PY
PICK 2 PX+WIDE*WT1 PY+WIDE
PICK 3 PX+WIDE*WT1+LONG PY+WIDE
PICK 4 PX+LONG PY
CMND MENU SUPR END
OK
CMND FILE NAME *
TEXT 29HPRESS405 , DRW5
CMND MENU SUPR REPL
OK
    
```

Fig.4 Detail of first step program

ある。正確な製品の面積は計算できないが、ブランクレイアウトに必要なパターンの配列の良否は精度的にも充分検討できる。

Fig. 4 は基本パターン 3 を作成するプログラムの内容を示したもので、?印の付いている PX と PY が図形の原点、LONG と WIDE が図の長さと同幅、PA 1 が幅

方向の角度を決めるパラメータである。これらは随時設計者が対話形式で変更できる。

WS 1, WC 1, WT 1 は図形を常に正しく幅方向に傾斜させるための三角関数である。しかしそれらの数値は PA 1 で決まり、設計者が変更する必要がないので、?印をつけずプログラム使用時にはディスプレイに表示しないようにした。

プログラムの始めより18行目から21行目までは、左側の幅方向の直線を表わすもので、前記のパラメータが計算に使用されている。その後、上側の直線より右側幅方向の直線、下側の直線へと順次描き、短形ができあがる。そして4本の直線をグループ化し、1つの図形としてまとめ、第1ステップのプログラムが終了する。なお下から6行目以後は当ステップが独立している時に記載するもので、順次プログラムが継続する時には省略される。

4. 配列

製品形状を設定した後、配列に移るが、そこでは製品間隔としてさん幅が問題となる。この間隔は加工する板の厚さにとることが多いので、パラメータはダイセットの設計で設定した板厚(PTHK)に合せ、デフォルト値も統一した。実際にはこの値も製品形状や板の材質、プレス加工法によって変るので、変更が容易、サブルーチン化もできるように独立してパラメータとした。X方向の自動的な配列は平行に並べるだけにした。

さらに図形を回転したりする、このプログラムにない操作を必要とする場合には、一連の流れの中では操作できず、プログラムを中断する必要があるので、各ステップごとに完了するプログラムも同時に作成し、組合せた使用を可能にした。

第2ステップではX軸方向の配列数とさん幅をポイントにして使用が開始され、図形が配列され時点でプログラムが終了する。

Y軸方向の配列は、Fig. 5 に示すように、Y軸方向と製品形状によって斜め方向の配列も可能にした。A 1はY軸方向に、A 2は斜め方向に配列したものである。A 3は配列の自由度の範囲を示すために記したもので、歩留り率が小さくて実用性に乏しいケースである。

Fig. 6 にこのステップのプログラムを示す。このステップでのポイントは斜き角と配列の数であるが、傾斜時にも製品間のピッチに整合性を保つため、PX31, PX32の式を用いている。また製品間の最小間隔を常に直角方向にとるため、PX30の計算式も利用している。

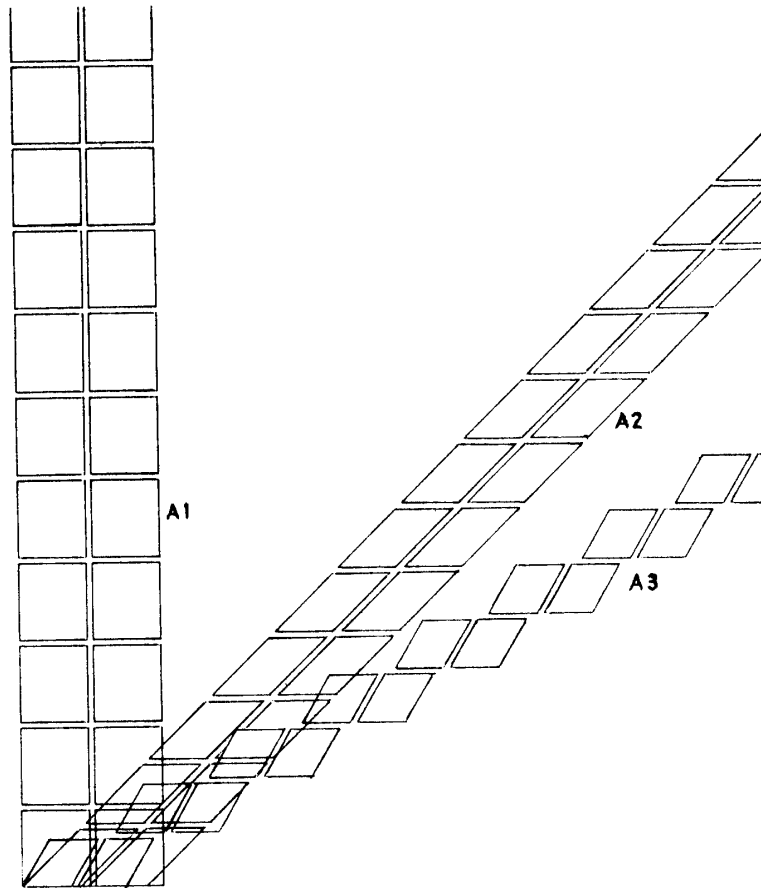


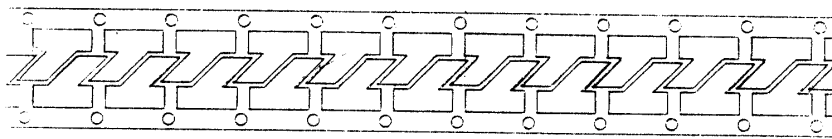
Fig.5 Arrangement of layout

```

CMND  ANALYZE VARI DEF
TEXT   7H ? AG1=45
TEXT   25HPX31= (WIDE+PTHK)/COS (AG1)
TEXT   26HPX32= - (WIDE+PTHK)/COS (AG1)
TEXT   7H ? NX2=20
CMND  PART      ARAY RECT
PICK   7 PX PY
TEXT   5H1, NX2
TEXT   13HPX32, PX31, AG1
PICK   8 PX+PX30 PY
TEXT   5H1, NX2
TEXT   13HPX32, PX31, AG1
CMND  STATUS   DEF   COOR SET
TEXT   3H1.0
CMND  STATUS   DEF   COOR CO-2
OK

```

Fig.6 Detail of third step program



PRESS303
BLANK LAYOUT

Fig. 7 Blank layout

以上の2ステップを通して Fig. 5 の配列が決まる。

5, ブランクレイアウト

この配列をもとに順送金型のブランクレイアウトを作成するため、次のステップでは送り穴と素材の板幅を自動的に設定かつ作図するプログラムを作った。送り穴の位置は、Fig. 7 に示すように製品端と板の横端との中央に設定した。穴の長手方向の位置は常に製品間のやはり中央になるように、製品の大きさで最小間隔をもとに設定した。これらのことは基本パターンの利用により、図形をあらかじめ限定したので、自動化が容易になった。

穴径も変更を容易にするため、FHOL のパラメータを与えた。送り穴の両横の余裕量 SWID は、最小値をプレス加工法などより設定するが、実際には JIS 規格や社内規格に合うように調節する必要があるため、これもパラメータとして設定した。なお単工程の場合にはブランクレイアウトを必要としないが、基本パターンを利用して製品形状を入力すると都合がよい。

ブランクレイアウトでは使用する板の幅や材料の歩留り率などの計算を自動的に処理することも考えられ、実用化したものもある。しかし、ここでは基本パターンを基準としているため、板の幅は一直線と2点をピックアップするだけで、歩留り率の計算も汎用図形処理ソフトのなかに閉グループの面積計算のコマンドがあり、計算が容易なので、自動化しなかった。

Fig. 7 では

$$4 * (PL1 * PW1 + (PL1 - 2 * PL2) * PW2) \div [(PL1 + PTHK) * (4 * PW1 + 2 * PW2 + 3 * PTHK + 4 * SWID + 2 * FHOL)]$$

の簡単な式で材料の歩留り率が求められる。

Fig. 8 は山口県のマークのブランクレイアウトより作ったストリップレイアウト図である。ハッチング箇所はパンチで加工する部分あるいはパンチ形状を示すものである。この図の作成方法は、まず製品形状を作成し、それを前記の手順にしたがって配列した。なお、2～5ステップで外形線がないのは、わかり易くする

ためレイアウト作成後に消却したことによる。パンチの配列は加工する力のバランスや加工変形の除去など、プレス加工時のことを考えながら、汎用図形処理ソフトによって逐一挿入し、自動処理はしていない。当図の寸法挿入時間は約 3 min であった。

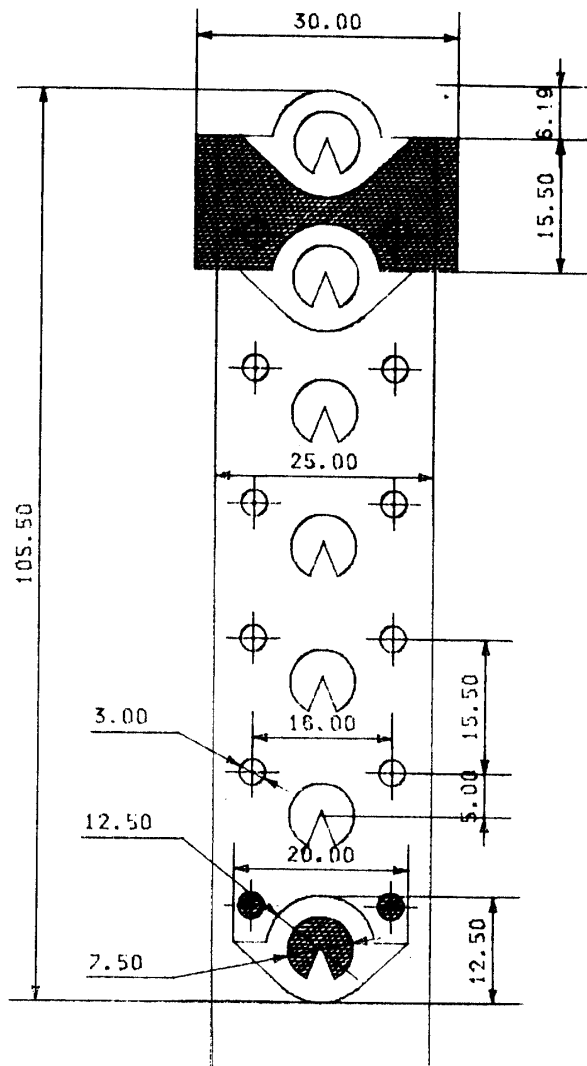


Fig. 8 Strip layout

Fig. 9 は山口県のマークと昭和59年度後半から60年度前半に作成した PRESS 200シリーズ⁴⁾のダイセットを図形的に合成したものである。このことにより、打抜き金型に必要なパンチの配列もあり、一応の部品配置がそろった。図中※印の送り穴はパイロットパンチの場所を示すものである。図面をわかり易くするため、当図では寸法線をすべて消去したが、それを残すことも追加することも容易である。特にダイプレートの設計では、ストリップレイアウトの寸法の公差などを調節することにより、そのまま寸法値を利用することも可能である。

なお、製品の大きさに比べ、ダイセットが異常に大きくなったのは、プッシュホルダを持った4本のガイドポストを用いたためで、プッシュだけのガイドポストを使用するとさらに小型になり、実際面に近づく。またストリッパプレートのボルトの位置もさらに一考を要しよう。

このダイセットを用いた理由は、前年度で作った PRESS 100シリーズより、精度の確保が容易なためであるが、実用的には200シリーズの直接使用には若干問題が残っている。今後はストリップレイアウトの自動

化、ダイセットとの適正な組合せなど、実用面を考慮したプログラムの改善に努める。

6. 結言

以上、製品形状の標準化として基本パターンを設定し、ステップに分割したソフト開発によりブランクレイアウトの自動化を行ない、つぎの結論を得た。

- 1) 単独あるいは複数の基本パターンを構成することにより、製品形状の入力段階から多種類のブランクレイアウトを対話形式で自動的に作成することができるようになった。
- 2) 大略的なブランクレイアウトは、パラメータの数値の変更だけで可能で、全処理時間も5 min 以内と少ない。
- 3) 簡単な形状の打抜きプレス製品には、実用面の利用も可能である。
- 4) プログラム開発は4 ステージに分割したので、設計者は各ステップの結果を確認しながら後工程の操作ができ、利用が簡便である。
- 5) プログラム名も組織的に配置することにより、選定の容易化をはかった。

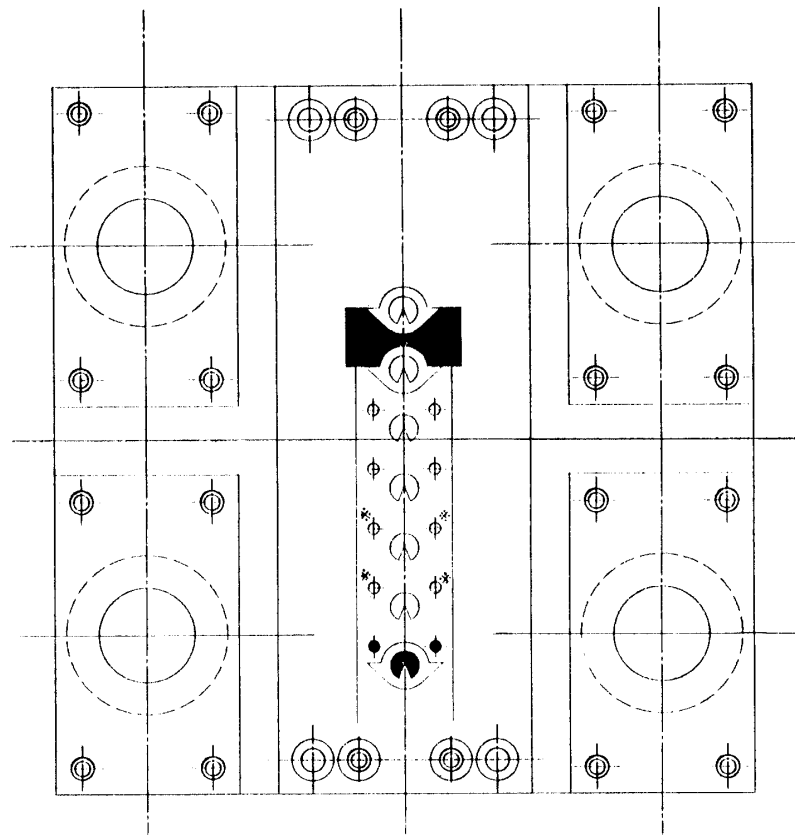


Fig.9 Progressive die for blanking

参考文献

- 1) 関 真樹, CAD と CAM の結合とプレス順送金型への応用, 応用機械工学, Vol.26, No.3, P.84 (1985)
- 2) 関 邦彦ら, プレス金型設計システム CAE-DS/ps, NEC 技報, Vol.37, No.12, P.88 (1984)
- 3) 大阪府立工業技術研究所, 金型加工技術の直面している問題と将来志向を探る, 機械技術, Vol.33, No.4, P.111 (1985)
- 4) 内山英司, プレス金型用ダイセットのパラメトリック設計, 機械技術, Vol.34, No.2, P.70 (1986)

(昭和61年10月15日受理)