

プレス金型生産工程の標準化に関する研究（第 2 報）

新技術応用部 富田 玄隆

1. 緒 言

プレス金型の工程設計は、加工工程設計、組立工程設計及び検査工程設計から成り立っている。加工工程設計では、加工を行う素形材の形状・大きさなどを設計し、加工方法、加工順序、熱処理方法などを決定する。また加工法に従ってそこで使用する加工機械を決定し、取付け具、ジグの設計を行う。組立工程設計では、金型の組立順序を決定し、組立に用いる機器、ジグ及び工具を決定する。検査工程設計では、検査項目、検査条件を抽出して、検査手順、検査方法を決定する。また検査に用いる検査機器等も決定する。今回、加工工程設計にコンピュータ利用を図る一試みとして、前年度（第 1 報）に作成したプレートの加工時間見積システム 1）をプレートの加工工程設計への利用拡大を目的に、

- 1) CAD として図面作成の機能充実
- 2) 各加工パターンごとの工具選択決定部の充実
- 3) 工具寿命実験式による切削条件の評価

の機能を追加したので報告する。

2. 内 容

本システムのフローチャートを図 1 に示す。全体的な処理の流れは、前年度と変わっていないが、1) 図面作成の機能充実は、図 1 のブランク図面の作成、加工穴の作成及びジグ・取付け具の決定の各処理部で用いる。2) の工具選択決定部の充実は、工具の検索、フルバックの検索及びエンドミルの検索の各処理部で用いる。3) の工具寿命実験式による切削条件の評価は、穴加工、面加工及びグループ加工における各加工条件の決定の処理部で使用する。

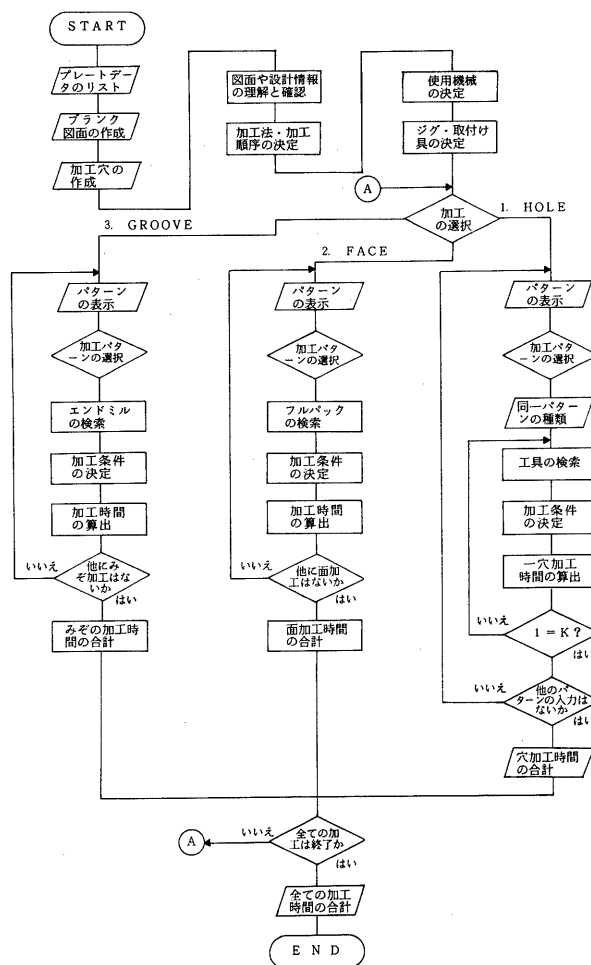


図1 加工時間算出システムのフローチャート

2. 1 図面作成の機能充実

- (1) 前年度は、ウィンドウ（図面枠）が一意であった為に素形材の出力は、大きさの異なる 200 枚（データベース）の素形材の各寸法比で出力していた。つまりデータベース化した最大寸法のプレートが図面枠いっぱいになっていた。ウィンドウにパラメータを設定することにより、どのプレートサイズを設定しても管面枠いっぱいに出力で見易くなった。
- (2) X-Y座標軸を出力できるライブラリーを用いて、素形材の加工原点と座標原点を合致させ目盛りを表示させた。
- (3) 穴加工パターンは、穴の形状と座標情報を入力することにより、CADとしての形状設定が容易に行える。32の穴加工パターンをデータベース化¹⁾したが、実際は14種の基本的なパターンをサブルーチン化して使用している。タップ加工パターンについては、タップ径を入力としてメートル

並目ネジ（JIS）のデータ・ベースから必要なデータを検索してタップパターンを出力する。

（４）同一穴を複数個作成する場合は、コピーサブルーチンの作成により、X-Y座標値を入力することにより、必要回数だけ繰り返し作成できる。

（５）穴加工パターンを作成する時、穴がプレートからはみでる様な入力をした場合、穴を描かないで再度入力を促してくる。

（６）穴加工パターンの位置決め入力方法としては、X-Y座標値 円周上等間隔（３）直線上等間隔（４）マトリックス入力である。 の入力例を図２に示す。

（７）ジグ・取付け具の決定では、現在取付け位置を自動出力させるが、出力された取付け位置と穴が干渉する場合には、干渉しない適切な位置に移動することができる。その例を図３に示す。

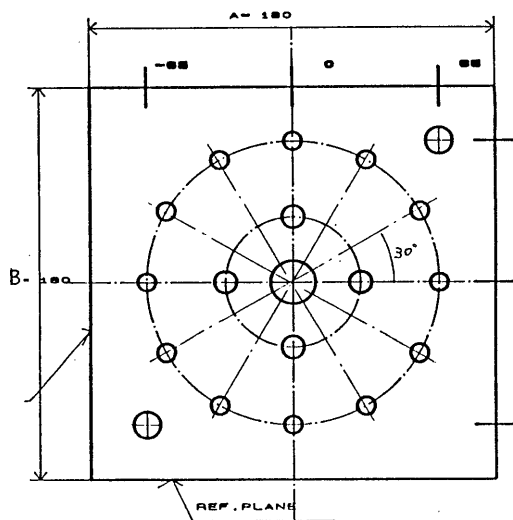


図２ 同心円上の加工部品例

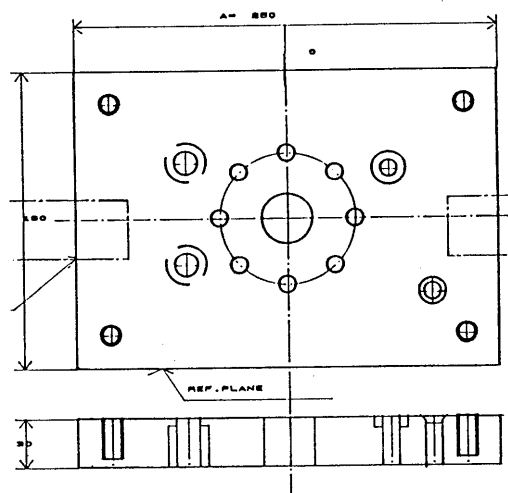


図３ 取付け具を配置したプレート図

2. 2 工具選択決定部の充実

加工作業のタイプは、前年度(第1報)¹⁾と同じ、1)穴加工(タップを含む)、2)平面加工、3)グループ加工と三種類であるが、前報での各加工作業における切削工具及び加工条件の決定は、同一加工・同一条件であった。例えば、穴加工の場合、データベース化した加工パターンのうちの同一穴の切削工具及び加工条件等を決定し、一穴加工時間の算出処理を行っているが、実際の加工では、同種類の加工パターンで加工要素が同じものや、他の加工パターンでも加工要素が共用できるものがある。例えば、センタドリルの使用や下穴工具としてのドリル、エンドミル及びボーリングツールなどである。

今回改良したシステムは、「ストレートリーマ貫通」を選択すると、まず選択したパターン数を問い合わせてくる。次にセンタドリルの要・不要により、必要ならセンタドリルの決定後、加工穴の直径を入力する。

その工具選択の概要を図4に示す。

リーマ仕上げ寸法 $D = 20.0$ を入力すると、下穴用ドリル $D_1 = \phi 11.7$, $D_2 = \phi 19.0$ と仕上げ用工具リーマ $\phi 20.0$ を検索してくる。次に、システムは仕上げ工具を問い合わせるので、この場合リーマを選択する。次に、下穴用ドリルとして検索された D_1 , D_2 の切削速度、ドリル本数、ドリル径、加工深さ及び工具送りを入力する。同様に、仕上げ工具リーマの加工条件も入力する。仕上げ工具としては、ドリル、エンドミル、リーマ、ボーリングツール及びタップの5種類であるが、下穴加工の途中で、エンドミル及びボーリングツールを使用する場合は、必要に応じて入力する。

2.3 工具寿命実験式による切削条件の評価

切削条件の決定については、加工機械情報、工具データ、素形材の材質データ、加工精度、仕上げ面あらさなど、多くのデータを総合的に検討する必要がある。しかし実際の加工現場では、加工機械、工具データ、素形材の材質データから標準加工データを用意していて、各加工毎に、補正係数を掛けて決定するのが一般的である。さらに、実加工後に加工精度や仕上げ面あらさを測定して切削条件の決定にフィードバックする。しかし、コンピュータ上で最適加工条件を推論する場合、工具寿命で評価することが考えられる。工具寿命の特性を表す式として、F. W. Taylor による

$$\text{工具寿命方程式} \quad V T^n = C \quad V: \text{切削速度 (m/min)} \quad T: \text{工具寿命 (min)}$$

$n, C: \text{定数}$

が広く使われている。この寿命方程式において、工具寿命を与えれば切削条件（切削速度）を決定することができる。今回ドリルの切削条件の決定について用いたドリル寿命の実験式はハ

$$L = \frac{C}{V^{4-6} \cdot f^{6-7} \cdot d^{-6} \cdot HB^{14}}$$

$L: \text{寿命 (穴ののべ深さまたは時間) (mm または min)}$
 $V: \text{切削速度 (m/min)} \quad f: \text{送り (mm/rev)}$
 $e: \text{穴明け深さ (mm)} \quad d: \text{ドリル径 (mm)}$
 $HB: \text{被削材のブリネル硬さ}$

を用い、30分寿命で切削条件を決定し、加工時間の算出を

した。

3. 結 言

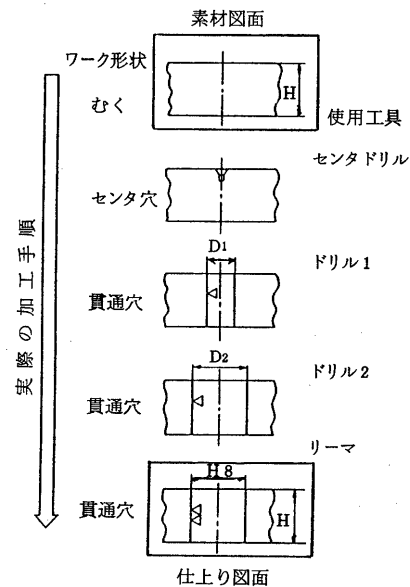


図4 工具選択の概要

前年度に作成した金型用プレートの加工時間見積システムに、図面作成時の機能充実として、ウィンドウの設定、コピーサブルーチンの作成及び位置決め入力方法として 4 種類を追加して、CAD としての形状設定が容易になった。工具シーケンスの決定についても、前報では同一加工・同一工具であったが、穴加工パターンの中から加工要素の抽出を行い、他の加工要素と工具の共用ができるように柔軟性をもたせた。例えば、センタドリルの加工はすでに貫通穴があげられている場合不要であるし、また、下穴加工など工具径に幅をもたせることが可能な加工要素はその径の範囲で一致する部分があれば共用することができる。また、切削条件の決定では、加工条件を推論する方法として工具寿命実験式を用いた。

以上のように、プレス金型用プレートの加工工程設計の一部にコンピュータ利用の一例を示したが、加工工程設計だけでも、素材に関するデータ、生産設備の能力精度などに関するデータ、加工に関するデータ等多くの情報が必要である。また、工程設計へのコンピュータ利用がなかなか進まないのは、設計と生産の中間に位置し工程設計者のノウハウ（知識）によるものが多いためだと思う。

参考文献

- 1) 富田ら：プレス金型生産工程の標準化に関する調査研究（第 1 報），茨城県工業技術センター研究報告書 第 16 号（1988）
- 2) 上原ら：加工状態の監視方法に関する研究，埼玉県産学宮共同技術開発研究報告