



平成10年度 ものづくり人材支援基盤整備事業
ー技能の客観化、マニュアル化等ー

持
出
禁
止

「技能的プレス加工の製作マニュアル」

平成11年5月

中小企業事業団

情 報 ・ 技 術 部

はじめに

中小企業事業団では、中小企業庁が進める国の重要施策である、中小企業のための数々の施策を実施しています。

さて、中小企業事業団では、平成 10 年度「ものづくり人材支援基盤整備事業」において、技術・技能の客観化、マニュアル化等を行うことが、技術・技能の継承を図る上で重要と考え、それらを必要とする業界を対象に、「平成 10 年度ものづくり人材支援基盤整備事業－技術・技能の客観化、マニュアル化等－ 技能的プレス加工の製作マニュアル 』を作成いたしました。

最近の中小製造業の現場では、熟練技術者・技能者の高齢化が目立ち、退職後の製造現場の能力の維持等が問題となってきています。

これは、熟練技術者・技能者、その個人の持つ技術・技能を後継者に伝承することにより、解決されうるものでありますが、その伝承、継承には訓練が伴い、適切な指導を行える指導者と時間が必要であります。

そこで、業界団体を通じて各中小企業者に本件を有効に活用頂き、技術・技能を継承するべき若年層等の人材の確保・育成の一助になれば幸いに存じます。

なお、本書の作成にあたり、ご協力を頂きました関係者各位に厚く御礼申し上げます。

平成 11 年 5 月

中小企業事業団
情報・技術部
部長 野元 浩

技能的プレス加工の製作マニュアル目次

第1章 プレス加工と金型	1
1.1 プレス加工による製品例	1
1.2 プレス加工の特徴	2
1.3 金型に求められる条件	5
1.4 プレス加工の方法	7
1.4.1 プレス加工方法の種類	7
1.4.2 プレス加工の方法とプレス機械設備	9
1.5 プレス加工の工程設定	10
1.5.1 製品図のチェックとブランク展開	11
1.5.2 工程検討のチェックポイント	12
1.6 どのような金型を作るか	14
1.6.1 金型の等級	14
1.6.2 生産数と金型の寿命	14
1.6.3 製品精度	16
1.7 製品のポイントと情報の入手	17
1.8 型形式を決めるチェックリスト	18
1.8.1 打抜き型のチェックリスト	18
1.8.2 曲げ型のチェックリスト	19
1.8.3 絞り型のチェックリスト	20
1.8.4 順送り型のチェックリスト	20
第2章 プレス加工法	22
2.1 プレス加工の種類	22
2.2 打抜き加工	25
2.2.1 打抜き加工の種類	25
2.2.2 打抜き加工の原理	26
2.2.3 板取り	29
2.2.4 抜き加工の不具合と対策	30

2.3 曲げ加工	37
2.3.1 曲げ加工の種類	37
2.3.2 曲げ加工の原理	40
2.3.3 曲げ加工製品の展開長さ	42
2.3.4 曲げ加工の不具合と対策	44
2.4 成形加工	50
2.4.1 成形加工の種類	50
2.4.2 成形加工の原理	51
2.4.3 成形加工の不具合と対策	52
2.5 絞り加工	54
2.5.1 絞り加工の種類	54
2.5.2 絞り加工の原理	56
2.5.3 ブランク寸法	58
2.5.4 絞り率と絞り工程	58
2.5.5 角筒絞り	61
2.5.6 絞り加工の不具合と対策	62
第3章 プレス機械と附属装置	71
3.1 プレス機械の仕様	71
3.1.1 加圧力	71
3.1.2 行程圧力曲線	72
3.1.3 フライホイール保有エネルギーと作業エネルギー	72
3.1.4 ストローク長さ、ダイハイト、スライド調節量	73
3.2 プレス機械の種類と特徴	74
3.2.1 プレス機械の駆動方法の種類	76
3.2.2 機械式プレスの種類と特徴	77
3.2.3 油圧式プレス等の種類と特徴	81
3.2.4 プレス機械のポイント数の種類と特徴	83
3.2.5 プレス機械のポイントの構造と特徴	84
3.2.6 使用目的とプレス等の種類と特徴	86

3.2.7 プレス加工以外の塑性加工機械	94
3.3 機械プレス、特にクランクプレスの構造	95
3.3.1 プレスの加圧力発生機構	95
3.3.2 プレスのエネルギー供給構造	97
3.3.3 プレスのフレーム構造の種類と特徴	98
3.3.4 プレスのスライド構造	99
3.3.5 クラッチ・ブレーキの種類と特徴	101
3.4 クランクプレスの精度と剛性	109
3.4.1 プレスの静的精度	109
3.4.2 プレスの動的精度	109
3.4.3 プレスのすきま精度	109
3.4.4 プレスの精度を維持する機構	113
3.4.5 プレス運動部のすきまと調整	113
3.4.6 プレスのたわみ剛性	113
3.4.7 プレスの伸び剛性	114
3.4.8 ダイクッションの精度	115
3.4.9 ダイクッションの剛性	115
3.5 プレス機械の付属装置	115
3.5.1 過負荷安全装置	115
3.5.2 スライドロックアウト装置	116
3.6 その他の金型に係わるプレス機械の機構	116
3.6.1 ボルスタ落とし穴	116
3.6.2 インサートプレート	116
3.6.3 エジェクタ	116
3.6.4 任意タイミングロックアウト装置	117
3.6.5 自動化エアー供給装置	117
第4章 金型各部の名称と機能	118
4.1 組立図による部品の名称	118
4.1.1 外形抜き型	118

4.1.2	穴抜き型	120
4.1.3	V曲げ型	122
4.1.4	円筒絞り型	122
4.2	金型部品の機能	125
4.2.1	シャンク	125
4.2.2	パンチプレート	126
4.2.3	パンチ	127
4.2.4	ダイ	127
4.2.5	パンチホルダ及びダイホルダ	128
4.2.6	ストリップ	129
4.2.7	位置決め部品	130
4.2.8	バックリングプレート	130
4.2.9	ストックガイド	131
4.2.10	ストップピン	133
4.2.11	ロックアウト	135
4.2.12	ストリップボルト及びばね	135
4.2.13	ダウエルピン	136
4.2.14	吊り具	137
第5章	金型加工に用いられる工作機械と工具	139
5.1	ボール盤	139
5.1.1	卓上ボール盤	139
5.1.2	直立ボール盤	140
5.1.3	ラジアルボール盤	141
5.2	旋盤	142
5.2.1	旋盤の種類	142
5.2.2	普通旋盤	142
5.3	形削り盤(シェーパ)	144
5.4	フライス盤	148
5.4.1	フライス盤の種類	148

5.4.2	立フライス盤	148
5.4.3	横フライス盤	150
5.5	切削工具	151
5.5.1	バイト	151
5.5.2	ドリル	152
5.5.3	エンドミル	154
5.6	のこ盤	154
5.6.1	金切り弓のこ盤	154
5.6.2	コンターマシン	155
5.7	研削盤	157
5.7.1	平面研削盤	157
5.7.2	円筒研削盤	160
5.7.3	内面研削盤	160
5.7.4	成形研削盤	161
5.7.5	研削砥石	163
5.8	その他の工作機械	166
第6章	金型用材料と熱処理	170
6.1	材料の種類と特徴	170
6.1.1	鋳鉄	170
6.1.2	鋳鋼	171
6.1.3	一般構造用圧延鋼	171
6.1.4	機械構造用炭素鋼	171
6.1.5	炭素工具鋼	171
6.1.6	合金工具鋼	172
6.1.7	その他	172
6.2	熱処理の種類と設備	172
6.2.1	熱処理の種類	172
6.2.2	熱処理設備	173
6.3	熱処理の方法	176

6.3.1	手回しフィゴとコークスによる焼入れと焼戻し	176
6.3.2	バーナによる焼入れ	179
6.3.3	炎焼入れ	180
6.3.4	電気炉	181
6.4	熱処理の問題と対策	182
第7章	金型製作の基本作業	184
7.1	けがき作業	184
7.1.1	けがき作業	184
7.1.2	けがき作業の用具	185
7.1.3	けがき作業の方法	189
7.2	やすり作業	191
7.2.1	金型製作におけるやすり作業の役割り	191
7.2.2	やすりの種類	191
7.2.3	やすり掛けの基本作業	194
7.3	切断作業	196
7.3.1	切断作業の目的と切断方法	196
7.3.2	弓のこ作業	196
7.3.3	コンターマシンでの切断	198
7.4	リーマ、タップ、ダイス作業	200
7.4.1	リーマ作業	200
7.4.2	タップ立て作業	201
7.4.3	ダイス立て作業	202
7.5	コーキング作業	202
7.5.1	コーキング	202
7.5.2	コーキングたがねの注意事項	203
7.6	みがき・ラップ作業	203
7.6.1	みがき作業	203
7.6.2	ラップ作業	203
7.7	測定作業	204

7.7.1	測定作業と測定工具	204
7.7.2	鋼製スケール	204
7.7.3	ノギス	205
7.7.4	外側マイクロメータ	205
7.7.5	直角定規	206
7.7.6	拡大鏡（ルーペ）	207
7.7.7	ダイヤルゲージ	207
7.7.8	ブロックゲージ	208
7.7.9	ピンゲージ	208
7.7.10	限界ゲージ	208
7.7.11	サインバー	208
7.7.12	表面粗さ測定機	209
7.7.13	投影機	209
7.7.14	工具顕微鏡	209
7.7.15	硬さ試験機（硬度計）	209
7.8	作業工具	210
7.8.1	作業工具と用途	210
7.8.2	ハンマ	210
7.8.3	バイス（万力）	210
7.8.4	スパナ及びレンチ	212
7.8.5	タップ、リーマ及びハンドル	213
7.8.6	その他	214
7.9	電動工具	214
7.10	エアーコンプレッサー	215
7.11	工具箱	215
第8章	外形抜き型の製作	216
8.1	製品と金型仕様	216
8.1.1	製品と加工工程	216
8.1.2	製品の展開とアレンジ図の作成	217

8.1.3	パンチ及びダイの寸法	219
8.1.4	素材寸法	219
8.2	金型組立図	219
8.3	部品図	220
8.4	パンチの製作	224
8.4.1	切断	225
8.4.2	荒削り	226
8.4.3	研削加工	226
8.4.4	けがき	227
8.4.5	止めねじ及びダウエルピン穴加工	228
8.4.6	凹み部荒加工	228
8.4.7	熱処理	229
8.4.8	研削加工	231
8.4.9	仕上げ	231
8.5	ダイの製作	231
8.5.1	切断及び6面削り	232
8.5.2	基準面の研削	232
8.5.3	けがき	233
8.5.4	丸穴加工	234
8.5.5	コンターマシンによるくり抜き	235
8.5.6	やすり仕上げ	235
8.5.7	熱処理	236
8.5.8	研削及び仕上げ	237
8.6	その他の部品の製作	238
8.6.1	ストリップの製作	238
8.6.2	ストックガイドの製作	239
8.6.3	ダイホルダの製作	239
8.7	仕上げ及び組立	240
8.7.1	仕上げ組立作業の注意事項	240
8.7.2	パンチプレートとシャンク	241

8.7.3	パンチとパンチプレートの組立	241
8.7.4	ダイとダイホルダの組立	242
8.7.5	ストックガイド及びストリップの組立	243
8.7.6	確認	244
8.8	試し加工	244
8.8.1	チェック項目	244
8.8.2	金型の取付け、調整	245
8.8.3	ブランクの測定	249
第9章	V曲げ型の製作	251
9.1	金型設計	251
9.1.1	金型構造	251
9.1.2	主な部品図の設計	253
9.2	部品加工	255
9.2.1	パンチの製作	255
9.2.2	ダイの製作	257
9.2.3	位置決めプレート	257
9.3	組立調整	258
9.3.1	上型の組立	258
9.3.2	下型の組立	258
9.4	試し加工及び調整	259
9.4.1	金型の取付け	259
9.4.2	測定及び修正	260
第10章	絞り型の製作	262
10.1	製品と金型仕様	262
10.1.1	製品と加工工程	262
10.1.2	ブランク直径の計算	262
10.1.3	絞り率の計算	264
10.1.4	しわ押え用クッションの圧力	264

10.1.5	パンチ及びダイの丸み半径	266
10.2	金型組立図	266
10.3	部品図	267
10.4	部品加工	270
10.4.1	ダイの加工	270
10.4.2	パンチの加工	275
10.4.3	ダイホルダの加工	276
10.4.4	ブランクホルダその他	279
10.5	組立作業	279
10.5.1	ロックアウトとロックアウトロッドのかしめ	279
10.5.2	上型の組付け	279
10.5.3	ブランクホルダと位置決めピンの組立	280
10.5.4	下型の組立	280
第 11 章	資 料	282
11.1	金型に用いられる標準部品	282
11.1.1	標準部品と規格	282
11.1.2	使用頻度の高い標準部品	284
11.1.3	その他の標準部品	292
11.2	プレス加工に用いられる材料の種類	295
11.2.1	鉄鋼材料	295
11.2.2	銅及び銅合金	296
11.2.3	アルミニウム及びアルミニウム合金	297

第1章 プレス加工と金型

1.1 プレス加工による製品例

プレス加工で作られた製品は自動車、自転車、電気製品、時計、カメラ及び玩具、文房具、食器などあらゆる産業で幅広く使われている。

私たちの身の回りのもので、プレス加工製品が使われていないものを探すことがむしろ難しいといえる。

自動車はプレス加工製品が最も多く使われている商品といえる。図1.1は乗用車のボディの構成部品を示しているが、すべてプレス加工製品である。1台の乗用車にはこの他にも数多くのプレス加工製品が使われており、自動車はプレス加工で作られた部品の塊といっても過言ではない。

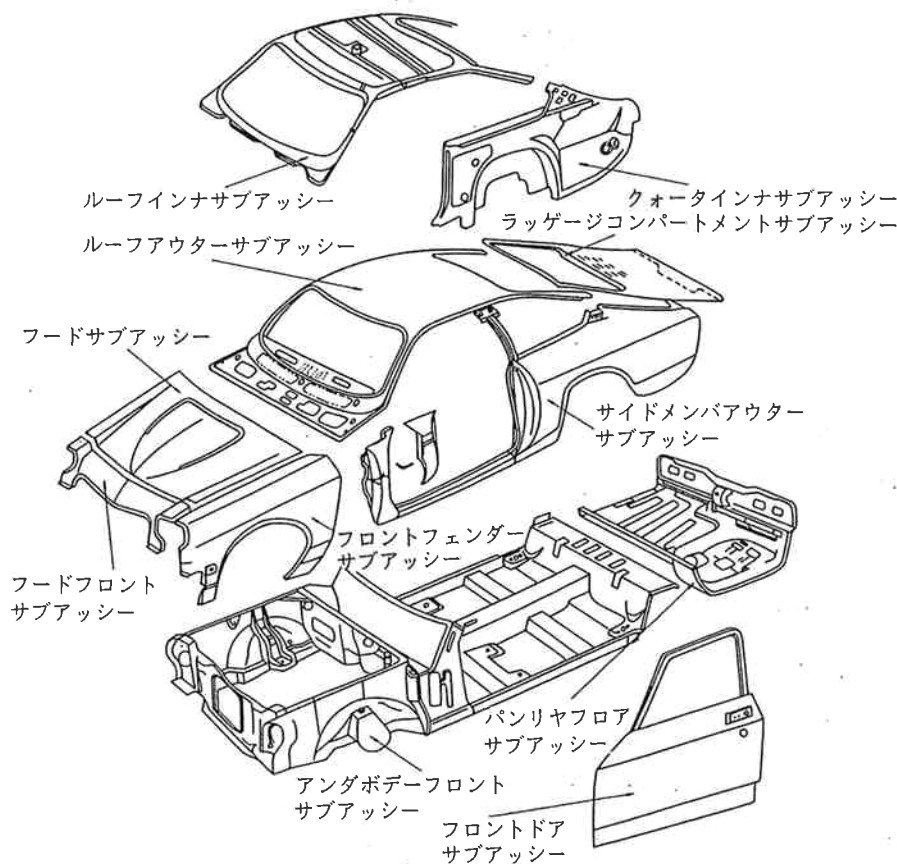


図1-1 乗用車の大物プレス部品

図1.2はホチキスである。図1.3はその構成部品を示している。指を当てる上下の部品がプラスチック製品である以外はすべてプレス加工製品である。



図 1-2 ホチキス

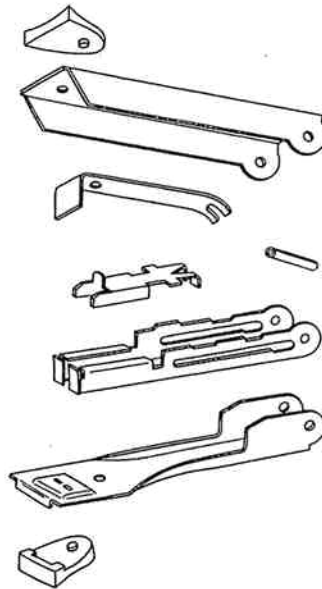


図 1-3 ホチキスの構成部品

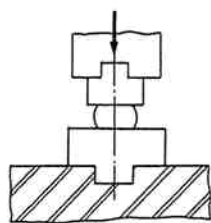
身の回りにある製品で、構成する部品が板状の金属部品を見かけたら、その多くがプレス加工で作られたものと思ってもよいであろう。

1.2 プレス加工の特徴

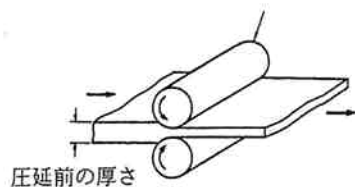
プレス加工は素形材加工に用いられる加工技術の一つで切削、鋳造及び鍛造などと同様に位置づけられるものであるが、次のような特徴を持っている。

(1) せん断、塑性変形を活用して形状を作る。

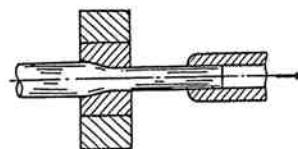
プレス加工は材料（主に金属の板材）を 1 対の工具。パンチとダイの間に置き、加圧して材料をせん断または塑性変形させ必要な形状を作る（通常、材料は加熱せず常温で加工する）。形状はパンチ、ダイの形状が転写される。したがってパンチ、ダイの形状を正確に作っておけば同じ形状のものを繰り返し作ることができる。図 1.4 に例を示すと①で下側工具ダイの上に材料を置き、上側工具パンチを矢印の方向に下降



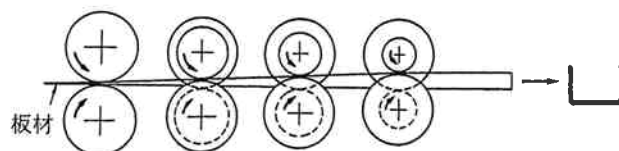
(a)鍛造



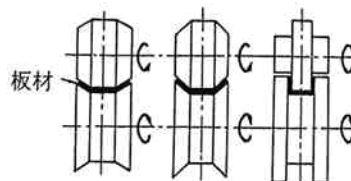
(b)圧延



(c)引き抜き



第1ロール 第2ロール 第3ロール 第4ロール



(d)ロール成形

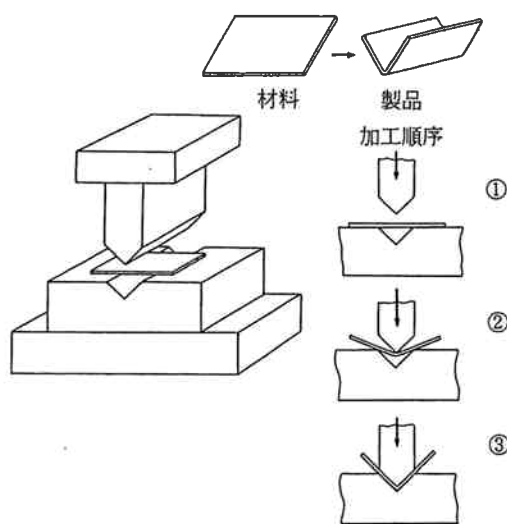


図 1-4 曲げ加工例

させると②の過程を経て③の形状に成形される。この例は曲げ加工である。曲げられた角度はパンチとダイにつけられた角度で決まり、繰り返し加工しても同じ角度の製品を得ることができる。

ここで1対の工具であるパンチとダイをユニット化したものを金型と呼ぶ、金型はプレス機械に取り付けて使用され、加工に必要な力はプレス機械が発生する。

(2) 加工時間が短い

プレス加工は、1回の加工（プレス機械の1ストローク）で1工程の加工を完了する。1回の加工時間は他の加工に比較して短い。したがって、時間当たりの生産性がよい。

(3) 加工には金型を必要とする

プレス加工は工具形状（パンチ、ダイ）を材料に転写して形状を作るため、加工する製品形状に合わせた専用の工具（金型）を作る必要がある。金型は加工する製品で償却しなければならないため製品のコストアップ要因となるが、繰り返し加工しても品質のばらつきが少ない。時間当たりの生産性がよいことなど利点により活用されている。しかし、金型製作費の低減は必要であり、常に改善努力がなされている。

(4) 材料の利点率が高い

図 1.5 に示すように板材を成形して形状を作るので、削りだして加工するより材料の無駄が少なくて済む。スクラップとなる部分の材料も元の素材品質を保っている（切削加工では加工熱で変化する）ので再利用も行いやすい。

加工形状によっては図 1.6 に示すように材料を無駄なく利用することもできる。トランスのコアの打ち抜きがこの形となっている。

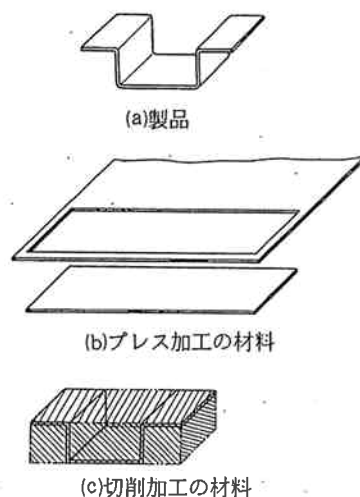


図 1-5 プレス加工と切削加工の材料取り

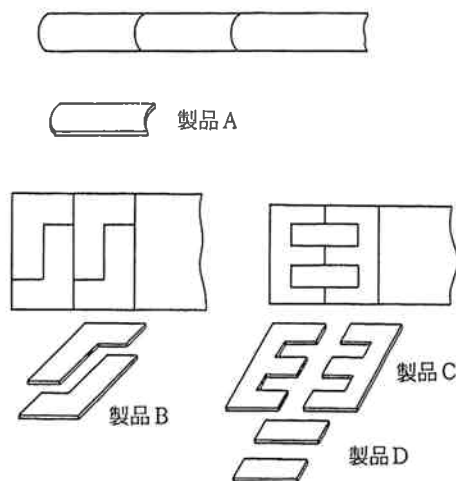


図 1-6 スクラップのない加工例

(5) 製品が丈夫

プレス加工で作られた製品は切削や溶接で作られたものに比べ、材料が強く、つなぎ目がないため、材料を薄く、軽くすることができる。

1.3 金型に求められる条件

金型はパンチとダイの間に材料を置き、加工する専用工具である。金型は単に製品が加工できればよいというものではなく、製品を能率よく生産できることなども必要であり、基本的な働き以外にも求められる条件がある。基本的な条件を含めたいくつかの金型が必要とする条件を示すと次のようになる。

- ①加工後の製品は形状・寸法とも要求品質を満足すること（パンチ、ダイが正しい形状・寸法にできていること）
- ②材料または加工前の半製品は金型内の正しい位置へ容易に置くことができること（位置決め）
- ③加工後の製品は異常なく速やかに型外に取り出せること
- ④スクラップは型から容易に取り出せること
- ⑤金型はプレス機械に容易に取り付けることができ、プレス加工中にずれたりしないこと
- ⑥予定の生産ができること（金型寿命）

- ⑦保守整備が容易にできること
- ⑧金型の運搬が危険なく容易にできること
- ⑨プレス作業がしやすいこと
- ⑩安全（人、金型）が確保されていること

などである。金型製作の難しさはパンチ及びダイの形状及び寸法精度を作り込むことだけでなく、それ以外の多くの備えるべき条件を付加してできるだけシンプルに作ることにある。プレス加工に要求される内容は、プレス加工工場によって異なることが多い。それはプレス機械の種類及び能力、付属装置、作業者の技能レベル、加工の実績、保守

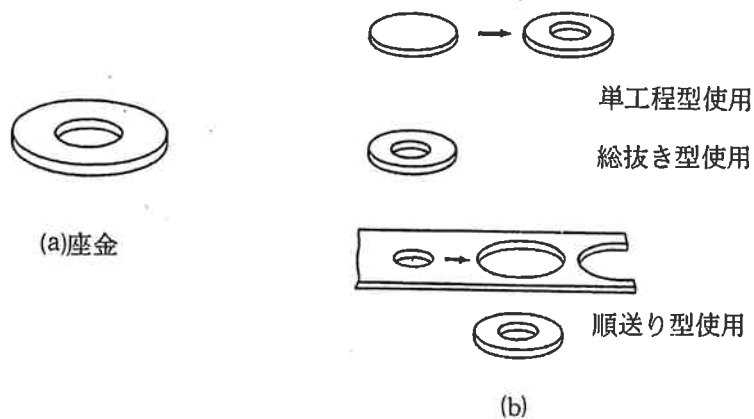


図 1-7 座金の加工法

整備能力などが工場ごとに異なるためである。たとえば、図 1.7a に示すような加工する金型を考えたとき図 1.7b に示すような 3 タイプの金型形式が考えられる。この内のどの形式を選択するかは生産量、品質及びプレス機械やその付属装置などを考えて決めなければならない。

金型製作者はプレス加工をする人の立場を考えずに金型を作ると、金型製作者は良い金型を作ったつもりでも、その金型を使う人は必ずしも同じように評価してくれない場合がある。金型製作前にプレス加工部門の意見を聞き、使いやすい金型となるようにすることが必要である。

1.4 プレス加工の方法

1.4.1 プレス加工方法の種類

プレス加工の方法には

①単工程加工

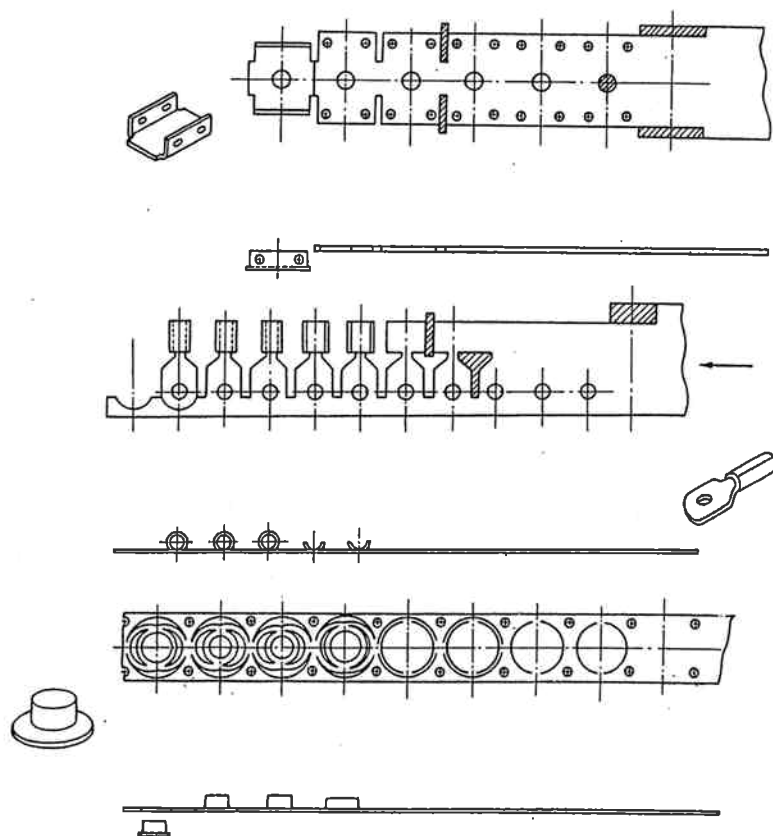


図 1-8 順送り加工のストリップレイアウトサンプル

工程ごとに金型を作り、1工程ずつ作業を進めて製品を完成させていく方法である。

②複合加工

複数の工程を1つの金型に組み込み、1ストロークで複数の工程内容の加工を同時に加工する方法である。

③順送加工

金型内に工程を横に並べて配置し、工程間の材料移動と加工を金型内で交互に繰り返して加工を進めていき製品を完成させる方法である。加工途中の半製品は材料でつなげておく(図1.8)。

④トランスファー加工(図1.9加工製品例)

1台のプレス機械の中、または複数のプレス機械に複数の金型を取り付け材料を工程間で移動し加工を行う方法である。工程間を移動する半製品(材料)は順送加工のよう



図 1-9 トランスファプレスでの加工レイアウトサンプル

に材料でつながっておらず、単工程加工のように分離している。単工程加工の自動化と見ることもできる。複数のプレス機械を並べて加工するものをロボットラインと呼ぶこともある。

1.4.2 プレス加工の方法とプレス機械設備

(1) 単工程加工

単工程加工の場合はプレス機械の能力と仕様が合えば普通のプレス機械でよく、特別な制限はない。

(2) 複合加工

プレス機械選択は単工程加工と同じと考えて良い。異なる点は加工した製品が上型に入り込むことが多いのでロックアウト機構（かんざし）を必要とすることがある程度である。

(3) 順送加工

順送加工は原則として自動加工を前提とすることが多い。したがって、使用する材料の形はコイル材であるのが一般的である。そのためプレス機械以外にコイル材の供給装置や材料送り装置（1次送り装置）を必要とする。時には、スクラップの処理装置や製品取り出し装置も必要になることがある（図 1.10 参照）。順送金型は工程数が多くなると材料移動方向に長くなる。そのため大きなボルスタ寸法やスライド寸法が必要となる。また順送加工では加工時の荷重中心がずれる（偏心荷重）ため、その配慮も必要となることがある。金型の大きさ、偏心荷重などの関係からシングルクランクではなくダブルクランクの構造を持ったプレス機械を必要とする場合もでてくる。

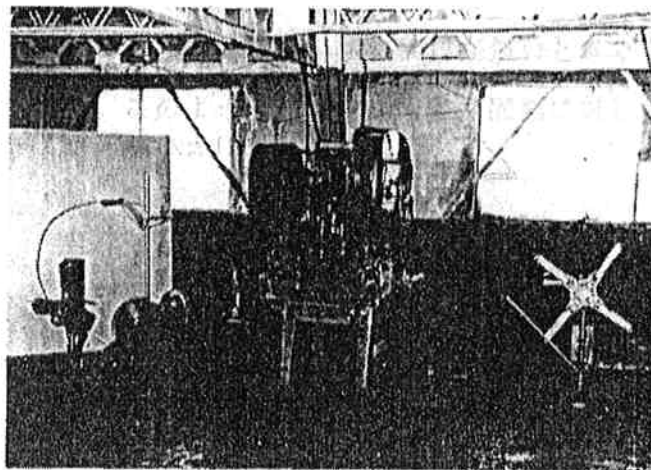


図 1-10 順送り加工

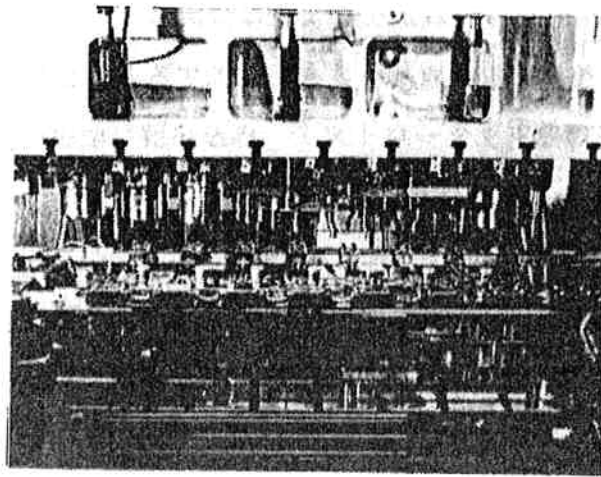


図 1-11 トランスファ加工

(4) トランスファ加工 (図 1.11)

1 台のプレス機械の中に複数の金型を並べて加工するトランスファ加工では半製品は材料でつながっていない。その半製品をつかんで移送する送り装置 (2 次送り装置 = トランスファ送り装置) が必要である。この送り装置を持った専用のプレス機械が必要である。

トランスファライン (ロボットライン) と呼ばれる同様の加工では、プレス機械は汎用のプレス機械でよいが、プレス機械間を送り装置でつなぎプレス機械間を移送する。形状の大きな製品の加工によく使われる。

1.5 プレス加工の工程設定

製品図面を見て、サンプル等があれば参考にして、プレス加工方法を決める。加工方

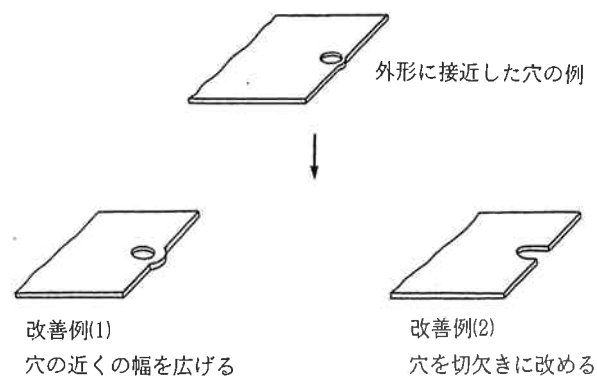


図 1-12 困難な加工形状の例

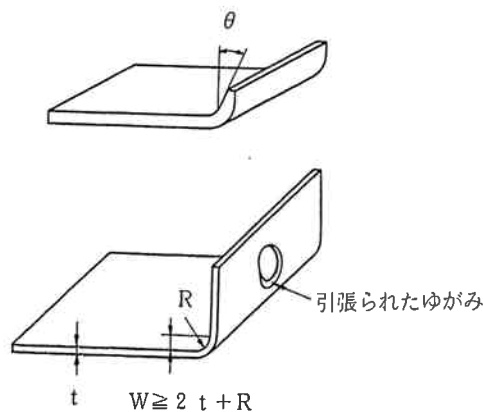


図 1-13 低い曲げフランジ

法は製品の大きさや形状及び生産数等をもとにする。プレス加工で最も重要な内容である。単工程加工を前提にした場合であれば、工程数を少なくする工夫が必要となり、順送加工を前提にすればトラブル無く確実に加工できる工程を考える。トランスファー加工であれば工程数の制約の中に収まる工程を検討しなければならない。どの場合も予測できるトラブルを対策した内容でなければならない。検討した工程は容易に金型が作れる内容が望ましいが、時には今までにない金型構造を考え出す必要が生じることがある。

1.5.1 製品図のチェックとブランク展開

(1) 製品図のチェック

製品図面を見て困難形状が無いかを探す。困難形状の例を示すと図 1.12 外形に接近した穴（変形が起きる）図 1.13 低い曲げフランジ、曲げ線に接近した穴（共に変形が起きる）図 1.14 小さな絞り外 R（加工困難）といった内容のものがある。この他に多くの問題となる形状がある。形状に問題が無いときでも厳しすぎる精度要求も見逃してはいけない。このようなチェックを製品図面に対して行い加工に問題のないものにする。

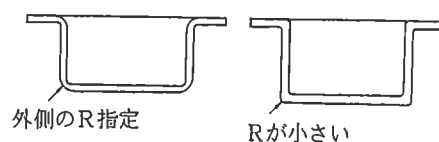


図 1-14 小さな絞り外 R

(2) ブランク展開

製品図だけを眺めていては工程がわかりにくい場合がある（特に曲げ製品など）。
ブランク展開することで問題部分が見えてくることもある。たとえば、抜き幅が狭く
加工が困難な形状などである。

曲げ製品ではブランク形状を厚紙で作り、曲げ順序などを検討するとわかりやすい。

1.5.2 工程検討のチェックポイント

工程検討に当たって、次のような内容に注意を払い検討するとよい。

①加工しやすいこと

一般的な工法で加工できると加工条件等もよく見え、問題の発生が少ない。

②加工順序を変えてみる

同じ工程数でも加工順序が変わると難しさが変わり中には加工が不可能になることもある。たとえば、図 1.15(a)の形状は同図(b)の方法で曲げると問題なく簡単に曲がるが、同図(c)の方法では2工程目が加工が難しくなる。

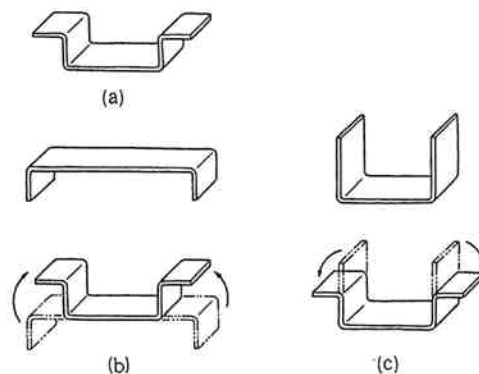


図 1-15 曲げ加工の順序

③加工方向を考えて加工を組み合わせる

プレス加工は上型を下型へ押しつけて加工を行うため、加工は一般に上から下に向かって行われる。このため曲げ加工では同一方向への曲げは一度に数カ所行えるが逆方向の曲げが混じると難しくなる。図 1.16 のように互いに方向が違う曲げでは工程を2回に分けるとよい。

バリ方向が指定されている場合もそれに合わせて抜き方向を考える必要がある。

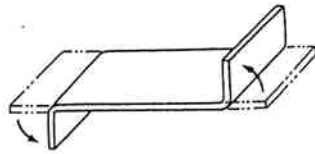


図 1-16 方向が逆の曲げ加工

④金型の剛性

形状的に弱いと思えるものは工程を分け、金型の剛性が高まるようにして金型破損対策をはかる。たとえば、外形と穴の接近した総抜き、複数の穴が接近している穴加工、フランジの部分が小さい抜き絞り（図 1.17）などのようなものである。

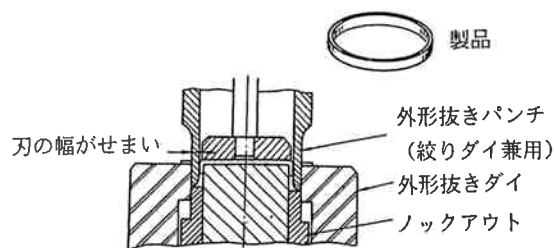


図 1-17 フランジ高さの低い絞り製品と金型

⑤加工限界

絞り加工では絞り率を小さくし過ぎると、絞り途中で材料が切り絞れない。同様に絞りパンチやダイの肩半径が小さすぎても絞ることができない。それぞれ適正な大きさを維持する必要がある。加工限界に注意し工程を設定する必要がある。絞り製品ではフランジRにダイRを無理に合わせようとせず、リストライク工程を設けてフランジRを修正する等を考慮することも必要である。

⑥金型の作り易さと保守のしやすさ

いくつかの内容を無理に1つの工程に押し込むと、金型製作が難しくなるばかりでなく、保守整備も難しいものになる。金型は工具であるからいつかは摩耗し修理が必要となる。修理のしやすさも考慮して工程を決める。

1.6 どのような金型を作るか。

1.6.1 金型の等級

金型は誰もが分かるようなハッキリした基準がなく、その上注文生産品であるため注文の内容によってその金型で加工できる生産数（金型の寿命）、価格などで数倍から数十倍の差がつくことがめずらしくない。

それだけにどのような水準の金型を作るかということを決めることは金型製作にとって大切なことである。

目的に合った金型を作らないと「安いけれど使い物にならない」、「必要以上によくできているが高すぎて買えない」ということになり満足してもらえない。

金型の等級を決める要素は大きく分けて金型寿命と精度である。

1.6.2 生産数と金型の寿命

金型の寿命には作ってから使い終わるまでの Total Die Life と修理から修理まで（抜き型の場合は刃先の研削から研削まで）の生産数の 2 つがある。

Total Die Life (T.D.L)は

$T.D.L(N) = \text{研削ごとの加工数}(n) \times \text{研削回数}(m)$

で求められる。

また、研削回数は

$$\text{研削回数}(m) = \frac{\text{刃先有効長さ}(l)}{\text{1 回の研削量}(h)}$$

で求められる。

たとえば刃先を研削し次の研削までに 2 万個加工できる金型で刃先長さ 2 mm、1 回の研削量を 0.1mm とすれば研削回数は

$$\text{研削回数}(m) = \frac{l}{h} = \frac{2}{0.1} = 20$$

であり、Total Die Life (N)は

$$N = n \times m = 20,000 \times 20 = 400,000$$

となりこの金型は 40 万個程度加工できることが分かる。

Total Die Life を大きくするには研削ごとの加工数を多くすることと研削回数を多くすることが有効であるが抜き型のダイの刃先を長くすると打抜いたブランクまたはスクラップが詰まって破損するためあまり長くできない。

このため多量生産の金型のダイは

(a) 刃先部をインサートまたは別なブロックとしこの部分を交換する。

(b) 型材質を耐摩性の高いものに替える。

表 1-1 打抜き型の TOTAL DIE LIFE の目安

T=0.1~2.6

被加工材 下段：引張強さ kg/mm ²	生産数量 (TOTAL DIE LIFE)			
	小 量	中 量 (1)	多 量 (2)	極 多 量 (3)
アルミ・銅 7 ~ 21	50,000以下	50,000 500,000	500,000 10,000,000	10,000,000以上
冷間圧延鋼板 21 ~ 49	20,000以下	20,000 200,000	200,000 5,000,000	5,000,000以上
ステンレス 49 ~ 98	10,000以下	10,000 100,000	100,000 2,000,000	2,000,000以上
焼入レ材 98 ~ 140	5,000以下	5,000 50,000	50,000 1,000,000	1,000,000以上

表 1-2 製品精度の区分

加工部位及び形状寸法		精 度		
		粗級(E)	中級(R)	精級(F)
外形寸法		± 0.13	± 0.05	± 0.025
製品の 穴位置寸法	単工程	± 0.13	± 0.05	± 0.025
	多工程	± 0.20	± 0.13	± 0.05
曲げ位置		± 0.20	± 0.13	± 0.05
外形に対する穴位置		± 0.13	± 0.05	± 0.025
輪郭角度		± 15'	± 10'	± 5'
輪郭最少半径		R0.5	R0.25	R0.13
最少打抜き穴径		1.5T	1 T	0.7T
剪断面長さ		0.2T	0.3T	0.5T
バリ最大高さ		0.13	0.05	0.025
製品の平坦度		0.15	0.10	0.05
最少曲げ 半径	アルミ、銅	1 T	0.5T	0.25T
	冷間圧延鋼板	1.5T	1 T	0.5T
	ステンレス	2 T	1.5T	1 T
曲げ角度		1°	0.5°	0.2°
重ね抜き代(マッチングカット代)		0.13	0.05	0.025

表 1-3 生産数量と型材質

金型主要部品	生産数量 (TOTAL DIE LIFE)		
	小 量	中 量	多 量
パンチホルダ	FC20, S50C	SS41, S50C	S50C プリハードン鋼
バックアッププレート	—	SK3	SK3 プリハードン鋼
パンチプレート	S20C	S20C	プリハードン鋼
パ ン チ	プリハードン鋼 SK3	SK3 SKS3 SKD11	SKD11 SKH9 WC-CO Ferro-tic
ストリッププレート	S20C, SK3	SK3 プリハードン鋼	SKS3 プリハードン鋼
ダ イ	プリハードン鋼 SK3	SK3 SKS3 SKD11	SKD11 SKH9 WC-CO Ferro-tic
ダイホルダ	FC20, S50C	SS41, S50C	S50C プリハードン鋼

Total Die Life が 500 万個以上といった超多量生産の金型の材質は高合金鋼 (SKD11)、高速度鋼 (SKH51)、超硬合金 (Wc-Co) などが使われている。

1.6.3 製品精度

製品精度が高い場合（薄板の加工、寸法公差が厳しい、せん断面の形状およびかえりの指定が厳しい、反りおよびゆがみの指定が厳しいなど）の場合は金型の精度を高く作

表 1-4 総生産数と精度の組合せ

精 度 ↑	精密級 小量生産型	精密級 中量生産型	精密級 多量生産型
	中 級 小量生産型	中 級 中量生産型	中 級 多量生産型
	粗 級 小量生産型	粗 級 中量生産型	粗 級 多量生産型
	総生産数量 →		

らなければならない。

精度の高い金型の加工は熱処理による寸法の変化や表面の変質部分をなくすため熱処理後に研削加工などの仕上げ加工が行なわれる。

またパンチとダイのクリアランスを正しく合わせるため上型と下型にガイドポストとブッシュを組み込み、これで合わせるようにする。

表 1-1 に Total Die Life の目安を、表 1-2 に製品精度の区分を、表 1-3 に Total Die Life に対応する型材質の例を示す。

総生産数と精度を組み合わせると表 1-4 のようになる。

1.7 製品のポイントと情報の入手

プレス加工で作れる製品は完成した商品から見れば部品であり、用途によって特別な注意点がある。

たとえば組立後の商品の表に出るものはきずや汚れがあってはならず、強度を必要とする曲げ部品などでは板厚が薄くなったり、割れがあってはならない。

表 1-5 金型製作に当って必要な情報

情報を得る部門	必要な情報	型設計に生かす点
営 業	生産量（月産、総生産量など）、製品単価、金型費、納期、被加工材の材質、寸法、調達法など将来性	どの程度の金型を作るか（型形式、総寿命などの決定） 研究、開発の必要性と価値
製 品 設 計 （社内、または 受託先）	特別仕様（製品の機能上絶対必要とする要求項目） 用途 設計変更、公差変更の可能性	製品の機能に直接影響する 寸法及び形状のポイント 加工しやすい形状への設計変更の可能性
プレス加工部門 （社内、または 金型納入先）	プレス機械の能力及び仕様 付属設備 加工技術 保守整備の設備と技術 レイアウト（設備の配置、運搬機械など） 作業方法（安全装置、手工具など）	プレス加工技術に合った金型の作成 プレス加工システム全体の中で金型の機能を を十分発揮させる
金 型 製 造 部 門	加工設備（工作機械、熱処理）使用工具、測定機、加工技能、加工方法など	加工技術と密着したムリのない設計
購買（資材）部 社外規格 （JISなど）	ダイセット、標準プレート、標準パンチ、パイロットパンチ、工具カタログ、規格集など	標準部品の利用による納期の短縮、コスト ダウン、保守のしやすさなど

丸穴1つでもシャフトが入る大事な穴もあれば単なる逃しのための穴もある。

製品の用途と必要な機能を十分知った上でポイントを押さえて金型を作ると他の部分は少し図面から外れていても使用できる。

逆にポイントを外れた製品は必要以上に精度を上げて作っても使いにくい。

金型を作る前に必要と思われる情報の例を表 1-5 に示す。

1.8 型形式を決めるチェックリスト

型形式を決める場合の忘れてはならない項目をまとめておき、項目ごとにチェックを行なって確認をすると失敗が少ない。

1.8.1 打抜き型のチェックリスト

(a) 型形式

総抜き型、単工程型（外形抜き型、穴明け型など）、順送り型など。

(b) ダイセットの使用の有無と種類

オープン型、ダイセット型（プレーンガイド、ボールガイド）の別。

(c) 使用プレス機械

能力、仕様（ストローク長、毎分ストローク数など）を打抜きに要する力および製品形状より決める。

(d) ストリップの種類

固定ストリップ、可動ストリップ（ストリップガイドの有無）の別。

(e) 金型のダイハイト、フィードレベル

加工完了時（下死点での金型高さ＝金型のダイハイト）と材料の送り線高さ。

(f) ガイドの方法

ストックガイド、位置決めプレート、ストップピンの種類

(g) ダイの形式

一体、分割、ダイボタンなど

(h) 型材質

SK-4、SKS3、SKD11、SKH51、超硬など

(i) パンチおよびダイの加工法

手仕上げ、放電加工、研削など

(j) クリアランスの大きさ

材質、板厚、製品精度などにより決める。

(k) 被加工材

材質、板厚、切断幅、その他特別仕様

(l) 打抜き方向

バリ方向、反り、ロール目（繊維方向）など

(m) 安全対策

安全囲い（機械への取付けか金型への取付けか）

(n) 型重量と運搬方法（手、運搬車、フォークリフトなど）別の対策

1.8.2 曲げ型のチェックリスト

(a) 型形式

V曲げ型、U曲げ型、L曲げ型

(b) ダイセット

オープン型、ダイセット型の別

(c) 使用プレス機械

曲げ圧力及び製品の大きさより決める。

(d) ストリッパまたはロックアウト

ストリッパまたはロックアウトの必要性の有無と必要とする場合の方法

(e) 位置決めの方法

プレート式（一体、分割）位置決めピンの別、作業性、位置ずれなどの検討

(f) スプリングバック対策

型構造別対策（U曲げ、V曲げ、L曲げ）

(g) バリ方向

(h) ダイ形式とRの大きさ

一体、分割

(l) 安全対策

安全囲い、安全手工具、安全装置など

(j) 型重量と運搬

型重量毎の運搬方法（手、運搬車、フォークリフトなど）別の対策

1.8.3 絞り型のチェックリスト

(a) 型形式

倒置型、逆絞り型、抜き絞り型など

(b) プレス機械の種類、能力および仕様

複動プレス、単動プレスの別、仕様能力、ストローク長および毎分ストローク数など

(c) 単動プレスの場合のダイクッションの種類

ばね、ゴム、空圧、油圧など

(d) ブランク形状と絞り率

形状、材質、板厚および加工性などの検討

(e) 潤滑法

潤滑油の種類と塗布の方法

(f) 後工程との調整

どのような形状、寸法にして次工程へ渡すか

(g) その他

パンチおよびダイのR、クリアランスなど

1.8.4 順送り型のチェックリスト

順送り型は、それぞれのステージで正しい形状に加工できることはもちろん、それ以外に材料がスムーズに送られ、連続自動加工するためのチェックが必ず必要である。

また多量生産を行なうため、メンテナンスのしやすさなども重要である。

(a) 素材の形状

厚さ、切断幅の指定

(b) ストックガイド

ストックガイドの形式、固定レール、リフタ式などの別

(c) パイロット

パイロット使用の有無、使用する場合の形式、直径および長さ、使用するパイロット穴の確認など

(d) サイドカット

サイドカットを使用する場合の形式（両側か片側か）およびかす浮き防止対策

(e) ストリッパ

ストリッパ形式（固定式か可動式か）ストリッパガイドの必要性、ストリッパガイドをする場合のガイドポストとブシュの形式パンチガイド部の加工法とブシュおよびガイド用ブロック使用の有無

(f) 送り装置

送り装置の種類と送り方向（右→左、左→右）

(g) ダイの形式

一体、分割、ブシュ式の別、分割の場合のブロックの固定法

(h) かす浮き、かす詰り対策

(i) パンチプレート

パンチの固定法と構造、位置精度の確認とパンチの互換性

(j) ダイセット

ダイセットの種類

ボールガイドかプレーンガイドか。種類は BB(BR) CB(CR) DB(DR) FB(FR)のどれか

(k) ダイプロテクションの種類と方法

ミスフィード検出、エジェクタ検出など

第2章 プレス加工法

2.1 プレス加工の種類

プレス加工で作られる製品は1回の加工で終る例は少なく、何工程かを経て製品になる。

これら1つ1つの工程を加工法別に分けると、およそ次の5つになる。

- (1) 打抜き (せん断) 加工 (Punching, shearing)
- (2) 曲げ加工 (bending)
- (3) 成形加工 (forming)
- (4) 絞り加工 (deep-drawing)
- (5) 圧縮加工 (Compression or cold forging)

図2-1に外形抜き、穴抜き、曲げの3工程による加工例を、図2-2に外形抜き、絞り、縁切り、穴抜きの4工程による加工例を示す。

図2-3は外形抜き、穴抜き、曲げ、曲げ、バーリングの5工程の例、図2-4は外形抜き、穴抜き、穴抜き、曲げ、曲げ、成形の6工程の例、図2-5に外形抜き、絞り、絞り、絞り、成形、縁切り、穴抜き、カーリングの8工程の例を示す。

このように形状が複雑になると、工程数が多くなり、工程数と同じ数の金型が必要になる。

金型を作る場合には、製品図面を見て、どのような工程で、どのように加工を進めた

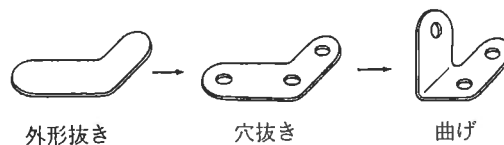


図2-1 3工程で作る製品の例

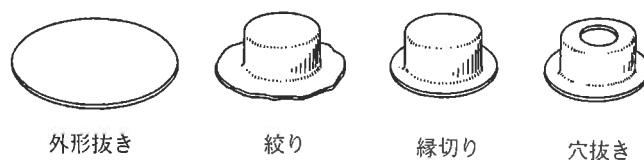


図2-2 絞りを含む4工程で作る製品の例

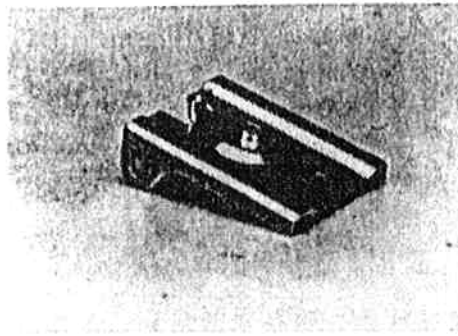


図 2-3 外形抜き－穴抜き－曲げ－バーリング工程の製品例

らよいかを決める必要があり、これが金型製作で一番重要なことである。

工程を決める場合には

- 1) 必要な工程は何か。(同じ工程で加工できるものは1工程で行なう)
- 2) 製品の加工しやすさ、金型の作り易さなどから加工順序はどれがよいか。

の2つを合わせて考えなければならない。無理をして工程数を少なくすると製品の形状や寸法が悪くなったり金型が作りにくく、破損しやすくなる。

多くの工程を要するプレス加工品を1つにまとめた金型の中で順次加工し、完成品を作る方法があつて順送り金型と呼ばれる。

この方法では材料の1部をつないだ状態で、プレス機械の動きに同期して決められたピッチだけ送り、連続的に加工が進められる。

たとえば図 2-6 のように第1工程目で穴を明け、次の位置で位置決めをし、さらに次の位置で外形が抜かれる。

このようにすると、1回のストローク毎に穴のあいた製品ができる。

図 2-7 には各種の順送り型で作られる製品のストリップレイアウトの例が示されてい

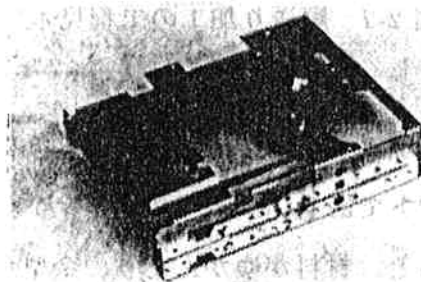


図 2-4 外形抜き－穴抜き－曲げ－成形工程の製品例

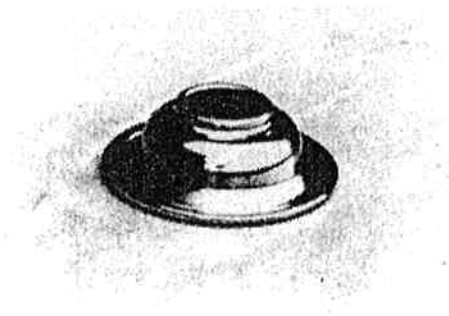


図 2-5 外形抜き－絞り－成形－縁切り－穴抜き－カーリング工程の製品例

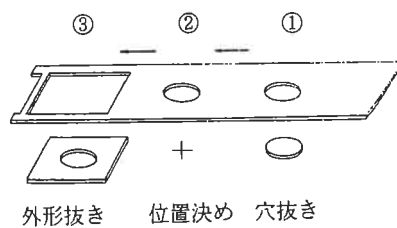


図 2-6 順送り型による加工例

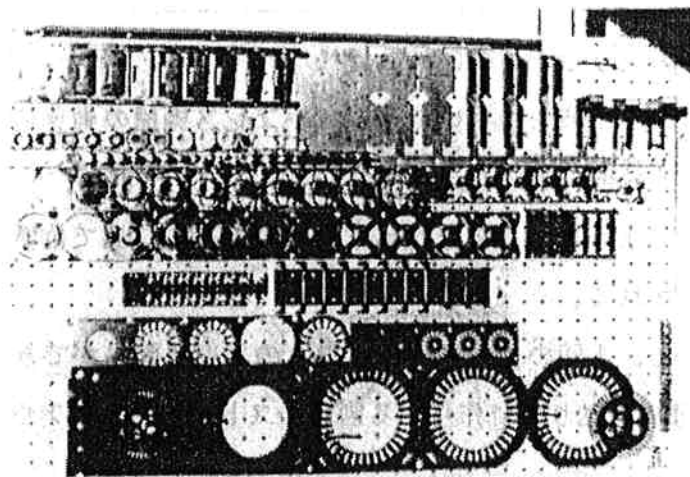


図 2-7 順送り加工の工程見本

る。

順送り型を作る場合には、加工の順序を決めることと、材料をどの位置でどのようにつなぐかを決めるのがポイントである。

接近した位置で加工をすると、材料がゆがんだり、金型が弱くなって破損しやすくなるため何も加工しない工程（アイドルステージ）を作る必要がある。

2.2 打抜き加工

2.2.1 打抜き加工の種類

打抜き加工には、次のような種類がある。

(1) 切断 (Cutting)

スクラップを発生させずに一对の切刃で切断をする。切断後の切口は左右同一形状であり、バリ方向は逆になる。寸法精度や反りなど品質は他の加工に比べ劣る。(図 2-8(a))

(2) 分断 (Parting)

材料または半成品の間を二つまたはそれ以上の部分に分断するための加工であり、パンチの形状に等しいスクラップが生じる。(図 2-8(b))

分断された左右の形状には制限がなく、バリ方向は同一となる。

切断に比べ形状および寸法精度は向上するが、金型の製作はやや面倒になる。

成形後の半成品の分断は、同じ形の製品を2個以上同時に作る場合や左右対称の製品を作る場合に便利である。

(3) 外形抜き (Blanking)

素材から、製品に必要な形状の全周を打抜く加工であり、基本的にはダイに等しい寸法となる。(図 2-8(c))

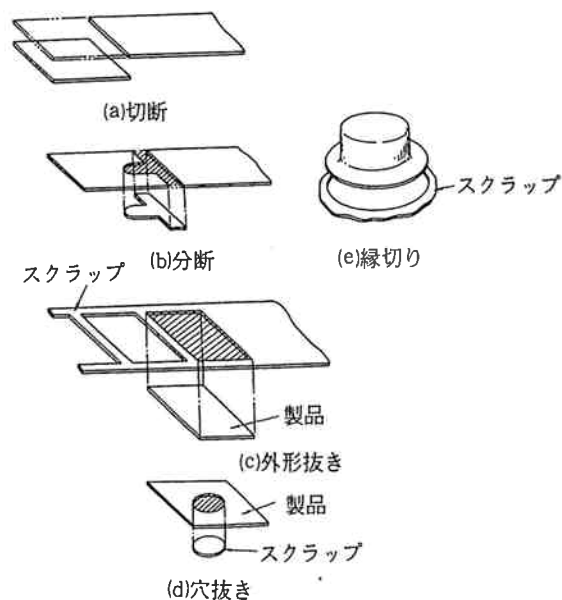


図 2-8

これはプレス加工の中で最も多く用いられる加工であり、多くのプレス加工では、始めに外形抜きが行なわれた後に他の加工が行なわれている。

(4) 穴抜き (Piercing)

金型の構造や加工の原理は外形抜きと同じであるが、ダイの上に残ったもの (穴のあけられた板) が製品となり、抜き落とされたものはスクラップになる。(図 2-8(d))
したがって抜かれた穴は、基本的にパンチ寸法に等しくなる。

(5) 縁切り (trimming)

成形や絞り加工後の縁を正しく要求された形状に打抜く加工である。(図 2-8(e))
金型はスクラップの除去に工夫が必要である。

(6) その他

この他、材料または製品の 1 部を打抜く切欠き (notching)、1 部をつないだ状態で切込みを入れる切り込み (Lancing)、打抜いた切り口をきれいに切り直すためのシェービング (shaving) などがある。

2.2.2 打抜き加工の原理

図 2-9(a)はパンチが下降し、材料に少し押し込まれた状態であるが、このとき材料は押し込みのため横方向に引張られる。

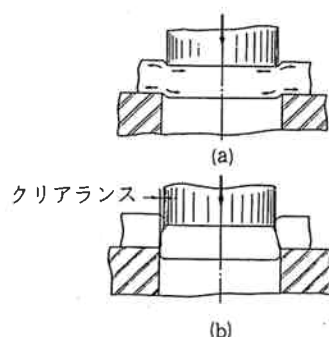


図 2-9 打抜きの状況

さらにパンチが下降して材料が伸ばされると、刃先がくさび(wedge)の役をし、ここからクラック (き裂) が発生する。(同図(b))

打抜き加工の要領 (コツ) は、このクラックの発生をいかにうまくコントロールするかということである。

そのためには

- (1) 刃先が鋭く、クラックが発生しやすいこと。

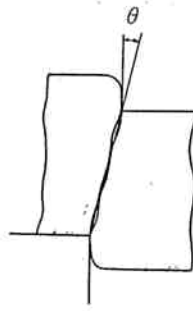


図 2-10 割れの方角

(2) パンチあるいはダイの刃先（厳密には刃先側面）から発生したクラックが、他方の刃先へうまく貫通すること。

の 2 つが大切である。

クラックの入る角度、 θ は材料によって異なり、一般に硬い材料ほど大きくなる。（図 2-10）

このクラックをうまく貫通させるため、パンチとダイの間にすき間をつける。金型製作では、このすき間はクリアランスと呼ばれている。

クリアランスが小さすぎると、図 2-11 のようにクラックの方向が変わりタングの部分がダイに削られ、二次せん断面となる。

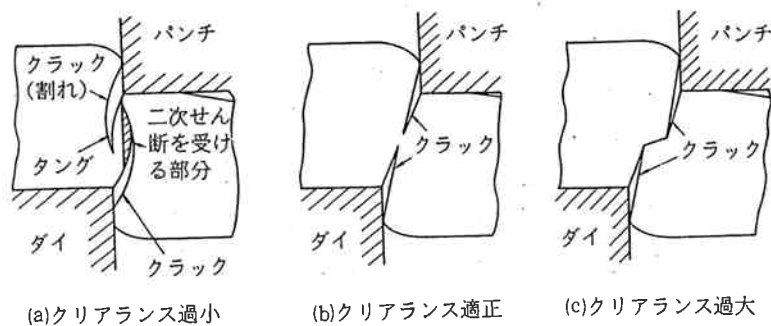


図 2-11 クリアランスの大きさと切口の形状

またクリアランスが大きすぎてもクラックは一致せず、切口のだれや破断面が大きくなる。

表 2-1 にクリアランスと製品のできばえおよび加工条件との関係を示す。製品の要求に合わせてクリアランスを選択する。

表 2-2 一般に用いられる各種の材料について適正なクリアランスの例を示す。

表 2-1 クリアランスの影響

	ク リ ア ラ ンス			備 考
	小	中	大	
せん断面の形状				
製品のかえり	やや大	小	大	クリアランス小…薄くて高いかえり発生 クリアランス大…厚くて丈夫なかえり発生
" 反 り	小	小	大	
" だ れ	小	中	大	小さくなるほど良好
" 寸法精度	良	良	やや悪い	
" 破断面	小	中	大	クリアランス小では2次せん断発生
金型の摩耗	大	小	小	極端に大きなものは良くない
打抜きに要する力	大	中	小	大きくなるほど減少
ブランク及び抜きかす	詰りやすい	良 好	浮きやすい	かす浮き、かす詰り対策としてクリアランスを定めることも多い

表 2-2 適正なクリアランスの例

材 料	せん断抵抗 τ_B [kg/mm ²]	クリアランス C
鉄	25~32	6~9%
軟 鋼	32~40	6~9%
硬 鋼	55~90	8~12%
け い 鋼	45~56	7~11%
ステンレス鋼	52~55	7~11%
銅 (硬質)	25~30	6~10%
銅 (軟質)	18~22	6~10%
黄 銅 (硬質)	35~40	6~10%
黄 銅 (軟質)	22~30	6~10%
りん 青 銅	50	6~10%
洋 白	44	6~10%
アルミニウム (硬質)	13~18	6~10%
アルミニウム (軟質)	7~11	5~8%
アルミニウム合金 (硬質)	38	6~10%
アルミニウム合金 (軟質)	22	6~10%
鉛	2~3	6~9%
パーマロイ	52	5~8%

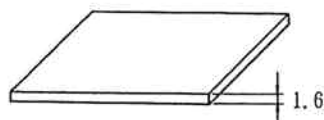


図 2-12 材質：軟鋼板

〔例題〕図 2-12 に示された製品を軟鋼板から打抜く場合のダイとパンチの間の適正なクリアランスを求めよ。

〔解〕表 2-2 を用いると、適切なクリアランスは 7 % であるから $1.6\text{mm} \times 0.07 = 0.112$
 $\approx 0.11\text{mm}$ したがってクリアランスは 0.11mm とする。

2.2.3 板取り

素材から外形を抜く場合、素材からどのようにブランクを取るかを決めることを“板取り”と呼んでいる。

板取りを考える場合には、次の 3 項目を考慮する必要がある。

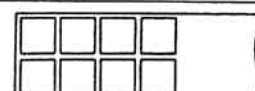
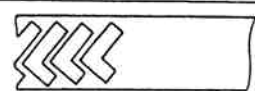
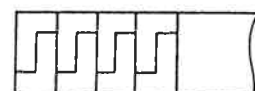
- (1) 材料利用率を高くする（無駄のないように考える）
- (2) 製品のバリ方向
- (3) 材料のロール目と曲げ線

材料の利用率の向上方法を表 2-3 に示す。

製品のバリ方向は

- (1) 曲げ加工ではバリを内側にして曲げるとクラックが生じにくい。
- (2) 特に指定がない場合、外形抜きで生じたバリと、穴抜きで生じたバリの方向は同一とする。
- (3) パーリング加工ではバリ側からパンチを挿入するように加工を行なうとよい。

表 2-3 材料の利用率向上法

板取りの方法	板取りの例
コイル材の利用	 定尺材(ストリップ材) スクラップ コイル材
多列抜き	
傾斜抜き	
倒置抜き	
組合せ抜き	 部品 a 部品 b
スクラップレス	

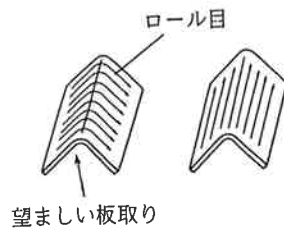


図 2-13 板取りでの曲げ方向に関する注意

(4) バリが製品の裏側になるようにすると見ばえがよい。

などを考慮する。

曲げ加工製品の場合、ロール目と直角に曲げると曲げ部の割れの発生を少なくできる。

(図 2-13)

ブランクを抜くときのスクラップとなる部分すなわち、さん幅は大きすぎると材料が無駄になり、小さすぎるとブランクの一部に欠けが生じる。このほかに、パンチが横にずれやすいことや、薄い材料では、材料を送るとき障害になる、などの不具合が生じる。

一般の作業ではさん幅は最低でも 0.8mm 以上付け、板厚の 1～1.5 倍とする必要がある。

2.2.4 抜き加工の不具合と対策

(1) バリの発生と防止

バリの発生原因としては

(a) パンチまたはダイの刃先のだれ (図 2-14(a))

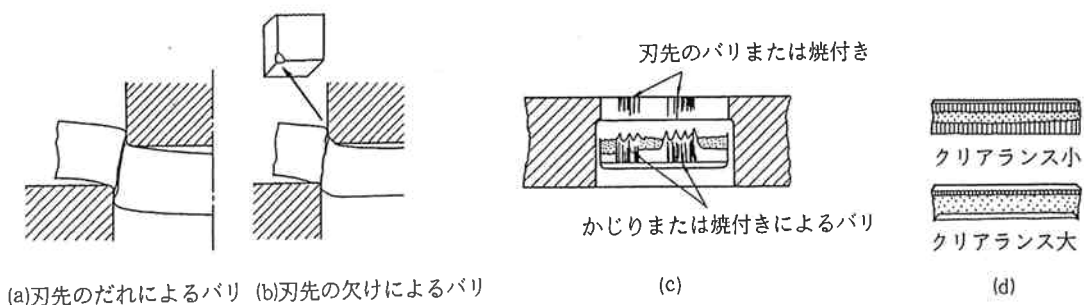


図 2-14 バリの発生原因

- (b) パンチまたはダイの刃先の欠け (同図(b))
- (c) パンチおよびダイのかじりおよび焼付き (同図(c))
- (d) クリアランス不適當 (同図(d))

などが主な原因である。

対策としては、

- (a) パンチおよびダイを正しい寸法および形状に作る。
- (b) 正しいクリアランスで上型と下型を合わせるためガイドポストおよびブッシュを用いる。
- (c) パンチを正しく垂直に立てる。
- (d) パンチおよびダイに耐摩耗性の高い材料を使用し、熱処理を正しく行なう。
- (e) 精度が良く、能力に余裕のあるプレス機械を使う。
- (f) 定期的に刃先を再研削する。
- (g) 鋭いコーナー部は刃先の摩耗がはげしく、三角形の大きなバリができやすいのでコーナーRをつける。(図 2-15)

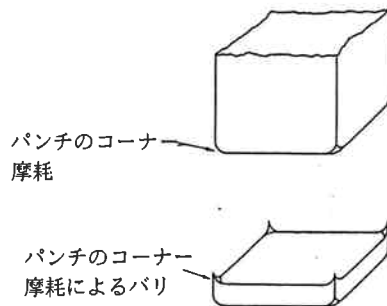


図 2-15 コーナー摩耗によるバリ

- (h) 打抜き用の工作油を材料につける。(刃先の焼きつき防止)
 - (i) 金型をプレス機械に正しく取付ける。(上型と下型の平行度、クリアランスなど)などが有効である。
- (2) 反り(わん曲)の発生と防止

打抜いたブランクが図 2.16 のように平らにならずわん曲する。

原因としては

- (a) ダイの 2 番の逃し不完全のための詰り (図 2.17(a))

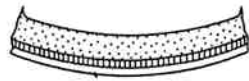


図 2-16 反り

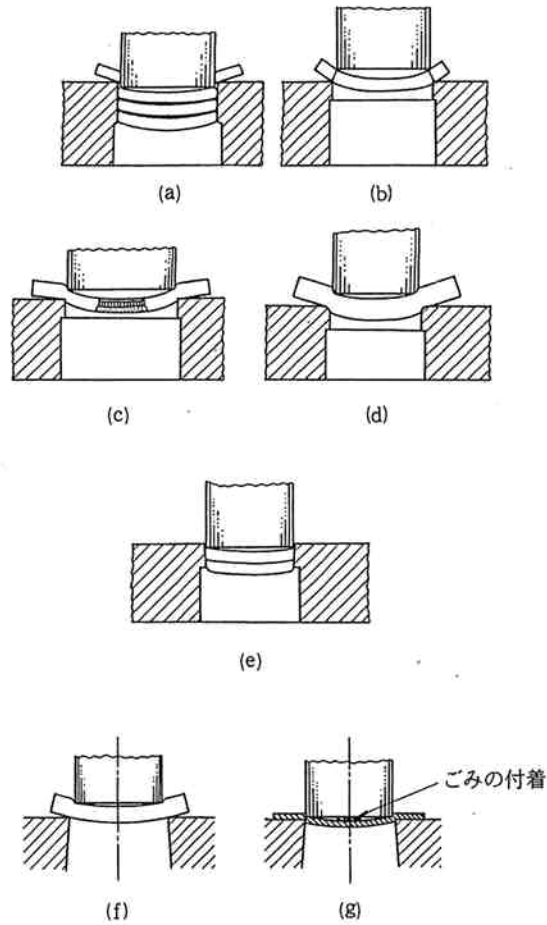


図 2-17 反り（わん曲）の発生

- (b) 板押えなしのため材料がたわむ（同図(b)）
- (c) 穴と外形の抜き方向逆（同図(c)）
- (d) パンチおよび刃先のだれ（同図(d)）
- (e) ダイ刃先の逆テーパ（同図(e)）
- (f) クリアランス大（同図(f)）
- (g) ごみ、油の付着（同図(g)）

- (h) かじり
- (i) 素材そのもののわん曲
- (j) シャー角が大きい

などが考えられる。

対策としては

- (a) ダイのストレート部を短くし2番の逃しを確実にとる。(図 2-18(a))
 - (b) 可動ストッパで板を押さえる。(同図(b))
 - (c) 抜き方向をそろえる。ワッシャなどは総抜き型が望ましい。
 - (d) 刃先を定期的に研削しだれを少ない状態に保つ。
 - (e) クリアランスを適正にする。
 - (f) 金型の清掃を行ないごみなどの付着がないようにする。
 - (g) 刃先のかじりを少なくするため工作油を付ける。
 - (h) コイル材を使用するときはレベラを通す。(同図 2-18(c))
 - (i) シャー角をつけている場合は少なくする。
 - (j) シャー角が大きい
- などが有効である。

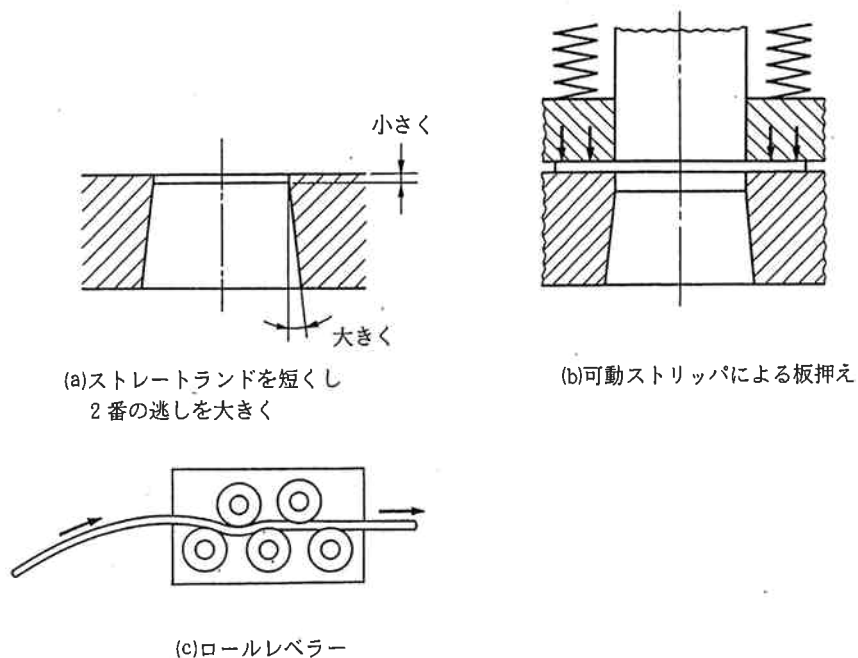


図 2-18 反り対策

(3) 寸法不良

打抜き加工の製品寸法は外形抜きの場合はほぼダイに等しく、穴明け加工の場合はほぼパンチ寸法で決まるため原因および対策は分けて考える必要がある。

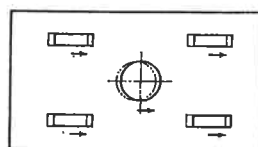
外形抜きのブランクの不良寸法は

- (a) ダイの寸法不良
- (b) クリアランスの片寄り
- (c) 反り (わん曲)

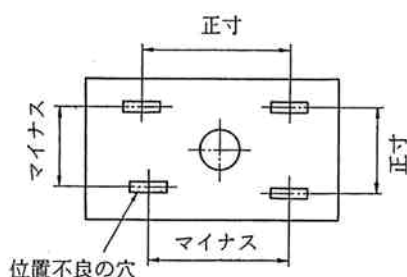
などが考えられ、

対策としては

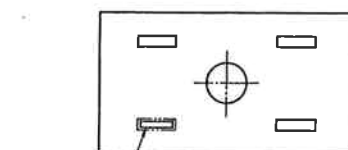
- (a) ダイの寸法を正しく修正する。
- (b) 適正クリアランスとする。
- (c) 反りを少なくする。



(a)穴位置全体のずれ



(b)穴と穴の関係位置不良



(c)穴の寸法不良

図 2-19 穴あけの寸法不良

などが有効である。

穴あけの場合の寸法不良は

- (a) 穴全体の位置が外形に対しずれている。(図 2-19(a))
- (b) 穴の位置のバラツキが大きい。
- (c) 穴と穴の関係位置が悪い。(同図(b))
- (d) 穴の寸法不良。(同図(c))

などが考えられる。

対策としては

- (a) 位置決めプレート、または位置決めピンを正しい位置に直し、ブランクとすき間のないようにする。
- (b) パンチとパンチの寸法を測定し正しい位置に修正する。

パンチの位置の修正はコーキングにより刃先部を斜めに寄せる。

これはパンチを垂直に立てる上からは望ましいことではないがやむを得ない。

- (4) 金型の刃先の摩耗が早い。

少量の打抜きで刃先がすぐ摩耗し、製品のバリが大きくなる場合、その原因としては

- (a) 型材料の材質選定不良

金型の材料は炭素工具鋼、低合金工具鋼、高合金工具鋼、高速度鋼、超硬合金の順に耐摩耗性が向上する。

打抜く数量に対して材質の選定がまずいと希望する数量を抜くことができない。

- (b) 熱処理不良

焼入れ、焼戻しの条件が悪いため必要な硬さおよび靱性が不足している。

金型の摩耗が早い原因の大部分は、この熱処理のまずいことである。

- (c) クリアランスが小さい

クリアランスが小さいとせん断抵抗が増加し、摩耗を早める。

- (d) クリアランスの片寄りがある。

- (e) 2 番の逃し不完全

- (f) プレス機械の精度不良

などが考えられる。

対策としては

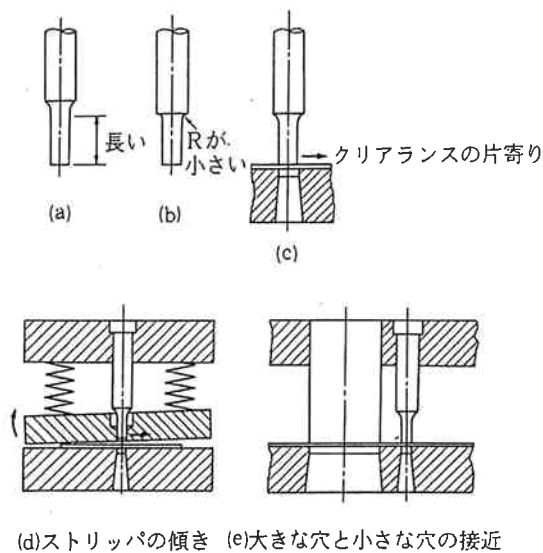


図 2-20 パンチが折れる原因

- (a) 打抜く数量に合わせた鋼を選択する。
 - (b) 熱処理の温度、時間を正しく管理する。
 - (c) クリアランスを適正またはやや大きめにする。
 - (d) ダイ寸法を大きめにする。
 - (e) プレス機械は精度が良く、能力に余裕のあるものを使用する。
- (5) 穴あけパンチが折れる。

原因として次のようなことがあげられる。

- (a) パンチの刃先部が長すぎる。(図 2-20(a))
- (b) カスづまりを起こしている。
- (c) パンチの段差部の R が小さい。(同図(b))
- (d) クリアランスの片寄り。(同図(c))
- (e) ストリッパプレートの傾き。(同図(d))
- (f) 大きな穴と小さな穴の接近。(同図(e))
- (g) 斜め部分の穴あけ。
- (h) パンチの熱処理不良。
- (i) プレス機械の能力不足。

対策としては、

- (a) ストリッパプレートに溝加工して、パンチ刃先の長さを短くする (図 2-21(a))。

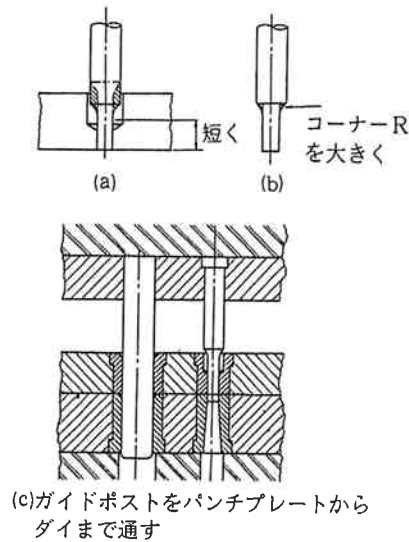


図 2-21 パンチの折れ対策

- (b) ダイの 2 番を確実に逃す。
- (c) パンチの段差部はなめらかな R で結ぶ。(同図(b))
- (d) ストリッパボルトの長さを正しくそろえる。
- (e) ストリッパにサブガイドポストを通す。(同図(c))
- (f) 大きな穴の近くの小穴用パンチは、板厚部よりやや短くし大きな穴を明けた後に明けるようにする。
- (g) 斜めの部分の穴明けはパンチ刃先の面を斜めに合わせると共にストッパでしっかりガイドする。
- (h) プレス機械は精度が良く能力に余裕のあるものを使用する。
などが有効である。

2.3 曲げ加工

2.3.1 曲げ加工の種類

プレス加工の曲げには、製品の形状から V 曲げ、U 曲げ、L 曲げ、丸めなどがある。

(図 2.22)

この他プレス機械以外の専用の曲げ加工機械を使った曲げ加工として、タンジェントベンダ、パイプベンダ、ロール曲げ機などによるものがある。

(1) V 曲げ

V 曲げは文字通りローマ字の V 字形をしたパンチとダイの間で材料を押しつけて曲

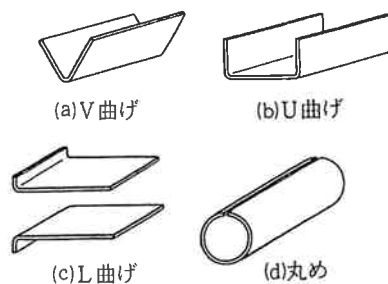


図 2-22 曲げ加工の種類

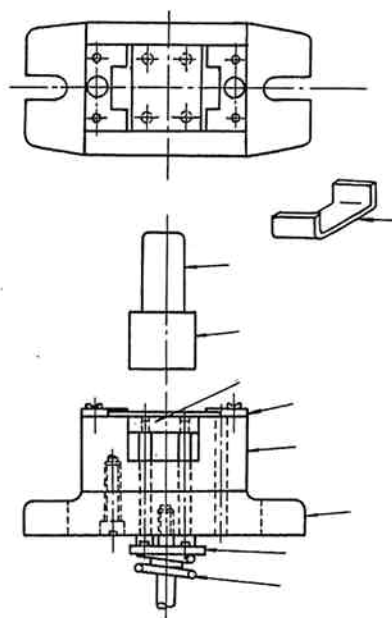


図 2-23 U曲げ型の例

げるもので最も基本的な曲げ加工である。

(2) U曲げ

U字形をした曲げ加工でこの名がある。一般には図 2-22 のように 2ヶ所を直角に曲げる場合に多く用いられている。

金型はパンチとダイの他ノックアウトプレート（可動ダイ）のクッション圧が重要な働きをする。（図 2-23）このノックアウトプレートのないパンチとダイを使うと底の部分が平らにならず、要求した形に曲がらない。

(3) L曲げ

曲げた高さがV曲げ型の溝より低いと曲げの途中で溝の中に落ち、作業が安定しな

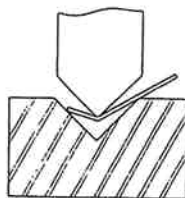


図 2-24

い。(図 2-24)

このような場合や曲げ部の幅が左右で大きく異なる場合もL曲げ加工をする。

L曲げにはU曲げと同じようにクッションパットを用い下から上へ曲げる方法と、逆に上から下へ曲げる方法がある。(図 2-25)

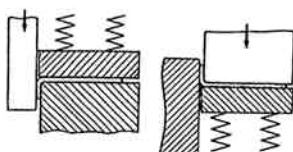


図 2-25

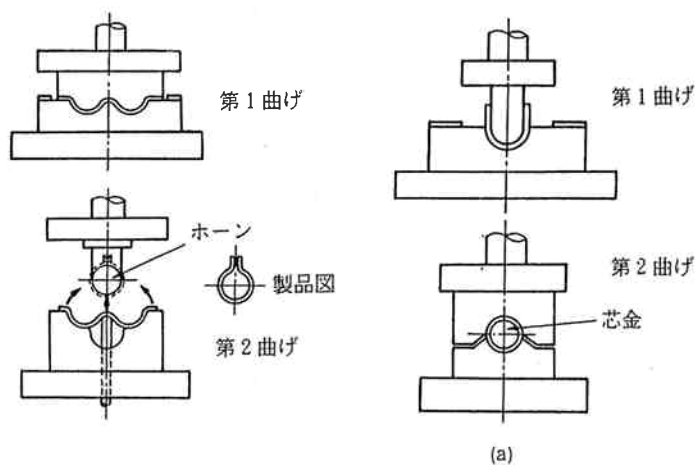


図 2-26 丸め加工の例

(4) 丸め

パイプ状の製品を作る加工で図 2-26 の(a) のようにU曲げをして丸める方法と波形に曲げてから丸める方法がある。

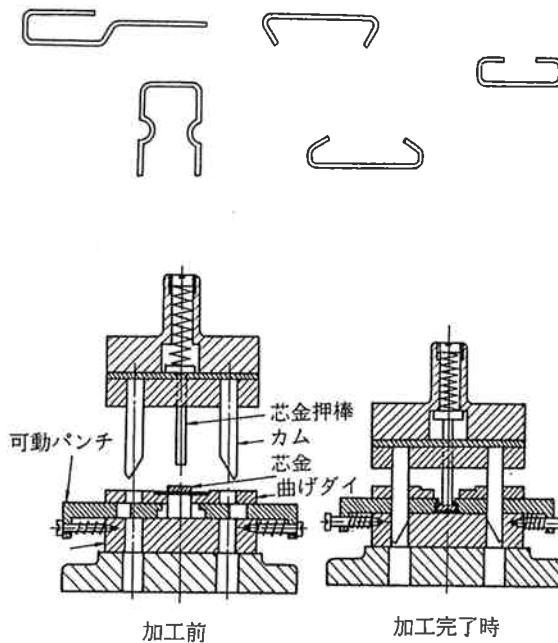


図 2-27 カムを使った曲げ型と製品の形状例

(5) その他

この他クッションを利用して上下に同時に曲げたり、テーパカムを使って横方向から内閉じになった製品を曲げる方法などがある。

図 2-27 にカムを用いた曲げ型と製品との例を示す。

2.3.2 曲げ加工の原理

曲げ加工の基本はV曲げ加工であり、これを十分理解しておく则他の加工にも応用できる。

曲げ加工は加工の方法も金型も非常に単純だが、製品を正しく作ろうとすると難しいことが多い。

曲げ加工品に要求される品質は

- (1) 製品の寸法が正しいこと。
- (2) 曲げ角度が正しいこと。
- (3) 曲げ部に割れやくびれのないこと。
- (4) 製品全体にねじれや反りがないこと。
- (5) バリの方向が指定通りであること。

などである。

図 2.28 に示した曲げ加工では、曲げられる材料の外側は引張りを受けて伸び、内側

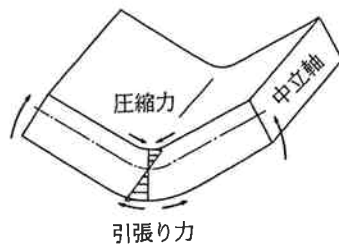


図 2-28 曲げ加工で材料に働く力

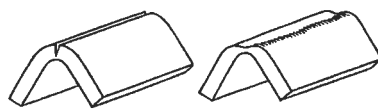


図 2-29 曲げ部の割れとくびれ

は圧縮されて縮む。

伸びや縮みの変形の大きさは、板厚が厚く、曲げ半径が小さいほど大きくなり、伸びに耐えられぬ場合は割れやくびれを生じる。(図 2-29)

曲げ加工では、正確な寸法に作った金型で加工をし、荷重をかけた状態の金型内で正しい形状になっていても、パンチを上昇させ除荷すると成形品の形状は、少し元に戻り、金型の角度より開いてしまう。これをスプリングバックと呼んでおり、曲げ角度が正しくできない最大の理由である。

曲げ角度を正確にするには、元へわずかに戻る量だけ金型の角度を小さくしたり、曲げ部を強く押すことが有効である。

V曲げ型の溝幅は板厚の8倍が基本であり、作業条件によっては、6～10 程度までとることができる。(図 2-30)

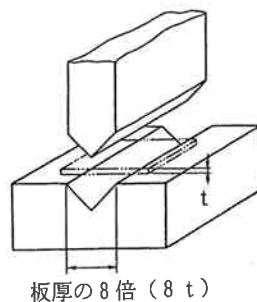


図 2-30 V曲げ型の溝幅

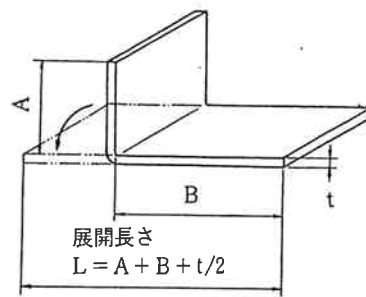


図 2-31 曲げRのない製品の展開

この幅が狭いと角の部分で製品が外へ開き、広すぎると内閉じとなったり、行程最後の底突き時に力を多く必要とする。

2.3.3 曲げ加工製品の展開長さ

曲げ加工後の製品図から曲げる前の素板の形状および寸法を計算して求めておく必要がある。

最も簡単な方法は、曲げた内側に丸みがない図 2-31 のような直角曲げの場合で、内側の直線長さに板厚の半分を加えて求められる。

内側に丸みのある場合は少し面倒な計算が必要である。

図 2-32 の製品の場合、曲げる前の素板の長さはA (垂直部の直線長さ)+B (水平部の直線長さ)+X (曲げ部の長さ) になる。

曲げ部の長さXは材料の外側で計算するとここは伸びているため長くなり、内側は縮んでいるため短くなってしまい正確ではない。

このため正確な計算は伸び縮みのない中立面で計算しなくてはならない。

中立面は曲げ半径が板厚の5倍以上のときは板の中央にあり、それ以下の曲げ半径で

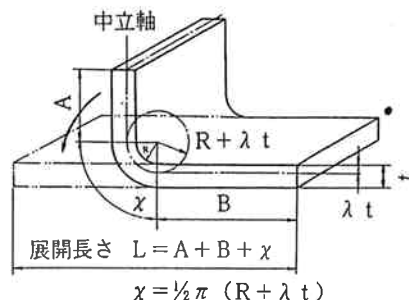


図 2-32 内側に曲げRのある製品の展開

表 2-4 板厚に対する曲げ R の比 (R/t) と中立面の位置 (λ) の関係

	$\frac{R}{t}$	λ
V 曲 げ	0.5以下	0.2
	0.5~1.5	0.3
	1.5~3.0	0.33
	3.0~5.0	0.4
	5 以上	0.5
U 曲 げ	0.5以下	0.25~0.3
	0.5~1.5	0.33
	1.5~5.0	0.4
	5 以上	0.5

は内側に寄ってくる。

その位置は表 2-4 のように板厚の 0.2(5 分の 1) から 0.5(半分) の間である。

一般の曲げ展開長さの式は

$$X = \frac{\theta}{360} 2\pi (R + \lambda t) \cdots (2-1)$$

で求められ、直角曲げの場合は

$$X = \frac{90}{360} 2\pi (R + \lambda t) = \frac{1}{2} \pi (R + \lambda t) \cdots (2-2)$$

θ : 曲げ角度

π : 3.14

R : 内側の曲げ半径

λ : 表 2-4 の値

t : 板厚

で求められる。

なお、内側の曲げ半径がほぼ 0 に近い場合は曲げ部の寸法 X は板厚の半分としこれを A 及び B に加えて求めればよい。

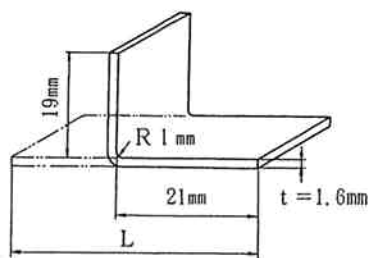


図 2-33

したがって、この場合は

$$L = A + B + \frac{t}{2}$$

となる。

〔例題〕

図 2-33 に示した曲げ製品の展開長さ L を求めよ。

〔解答〕

① 曲げ半径と板厚の比 $\left(\frac{R}{t}\right)$

$$= \frac{1}{1.6} = 0.63$$

② 表 2-4 より $\frac{R}{t} = 0.63$ のとき λ は 0.3

③ (2-1)式より

$$X = \frac{1}{2}(R+t)$$

$$= \frac{3.14}{2} \{ (0.3 \times 1.6) \}$$

$$= 2.32$$

④ $A = 19 - 1 = 18$

⑤ $B = 21 - 1 = 20$

$$\text{全長 } L = A + B + X = 18 + 20 + 2.32 = 40.32$$

曲げ部が 2 ケ所以上ある場合も、直線部と曲げ部に分け、これらを一つずつ加えてゆけば求められる。

2.3.4 曲げ加工の不具合と対策

(1) V 曲げ加工の角度不良

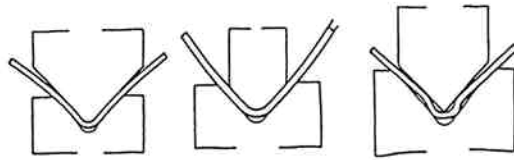
曲げ加工で正しい角度に曲がらない場合、原因としては

(a) 金型の形状が悪い。

パンチとダイの幅が不適當 (図 2-34)

(b) パンチとダイの角度が正しい角度でない。

(c) 加圧力不足



(a)パンチの幅が広い (b)ダイの幅が広い (c)パンチとダイとも幅が広い

図 2-34 パンチ及びダイの幅不良の例

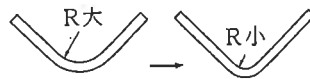


図 2-35 スプリングバック対策

- (d) 曲げ半径が大きい。(図 2-35)
 - (e) 材料が硬い。
 - (f) 材料の板厚のバラツキが大きい。
- などが考えられる。

対策としては

- (a) パンチとダイのV幅を板厚の8倍程度とし同じ幅にそろえる。
- (b) ダイと90°に作り、パンチは90°から88°の間とややマイナスぎみにする。
- (c) 能力に余裕があり、下死点精度のよいプレス機械を使用する。
- (d) 製品形状で許され、なおかつ割れない範囲でパンチ先端の丸みを小さくする。
- (e) 材質を軟いものに変える。
- (f) 板厚のバラツキの小さな材料を選ぶ、バラツキが大きい場合は抜く前の素材のときに選別して分けておく。

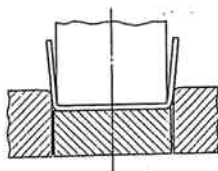


図 2-36 曲げの深さが浅い

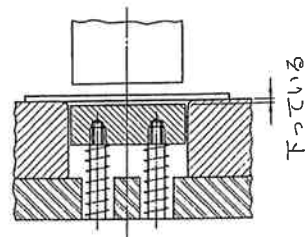


図 2-37 クッションパットが低い

などが有効である。

(2) U曲げ加工の曲げ角度不良

U曲げ加工の角度不良の原因は

- (a) 曲げの深さが浅い (図 2-36)
- (b) クッションパットの位置不良 (図 2-37)
- (c) 材料の厚さが薄い。(クリアランスが大きくなる)
- (d) 曲げ部のパンチのRが大きい。
- (e) 加圧力が不足

などが考えられ、

対策としては

- (a) 曲げの深さを深くする。
- (b) クッションパットの位置をダイ表面と同じか、やや高めとする。
- (c) パンチの角度をスプリングバック量だけ (片側で $1^{\circ} \sim 2^{\circ}$) マイナスに作る。

(図 2-38(a))

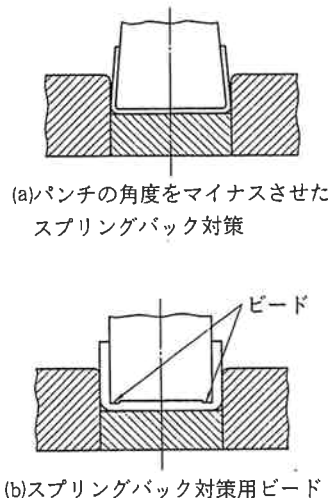
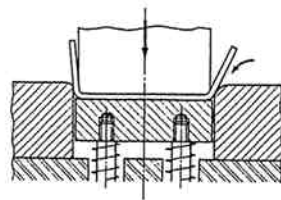
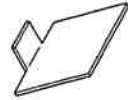


図 2-38 U曲げ型のスプリングバック対策

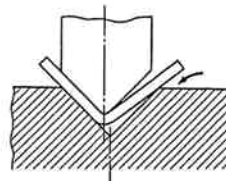
- (b) パンチのコーナー部のみが強く当たるようにし中央部を逃す。(同図(b))
(これは曲げ部に荷重を集中する働きをする)
- (e) 底の部分を逆に反らせ、バックしたとき内閉じになるようにする。
- (f) 板厚をクリアランスに合わせた正しいものとする。



(a)ダイのRの大きさ不均一



(b)左右非対象品のV曲げ



(c)パンチとダイの位置ずれ

図 2-39 曲げ製品の位置ずれ

などが有効である。

(3) 曲げ部がずれる (図 2-39)

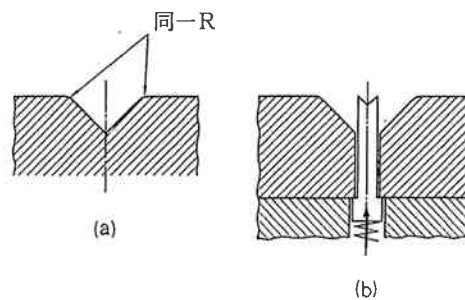
V曲げしたとき一方が長くなり一方が短くなることもある。この原因としては

- (a) 位置決めプレートのずれ
- (b) 位置決めプレートとブランクのすき間が大きい。
- (c) ダイ肩部のRの不均一。(図 2-39(a))
- (b) ブランクの形状不均一。(同図(b))
- (c) パンチとダイの芯ずれ。(同図(c))

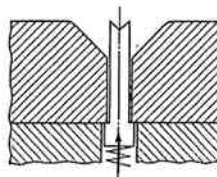
などが考えられる。

対策としては

- (a) 位置決めプレートを正しい位置に直し、なおかつすき間を小さくする。



(a)



(b)

図 2-40 位置ずれ対策

(b) ダイの肩部は左右均一のRにする。(図 2-40(a))

(c) パンチとダイの芯を正しく合わせる。

(d) 型の中央に板押えをつける。(同図(b))

(e) パンチの先端Rを小さくする。

などが有効である。

(4) 割れおよびくびれ

曲げ製品で曲げた部分に割れが発生し、製品が不良となる場合がある。(図 2-41)

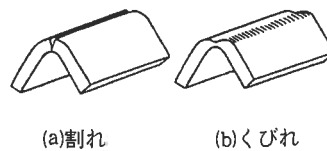


図 2-41 曲げ加工における割れ及びくびれ

原因は

(a) 曲げ半径が小さい。

板厚に比べパンチのRが小さすぎるとこの部分の引張り力が大きくなり割れを生じる。(図 2-42(a))

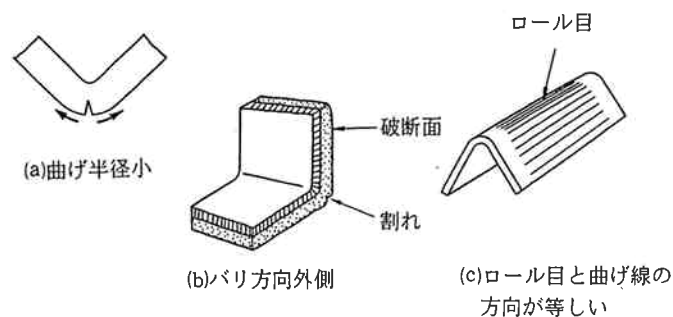


図 2-42 割れの発生原因

(b) バリを外側にして曲げている。(同図(b))

(c) 材料のロール目と曲げ線が平行である。(同図(c))

(d) 材料が硬くてもろい。

などが考えられる。

対策としては

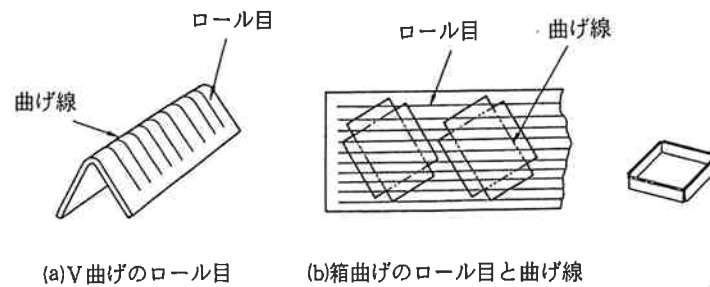


図 2-43 ロール目と曲げ線

(a) 曲げ半径を大きくする。

この中で最も大きな原因は曲げ半径が小さいことであり、許される範囲で大きくするのが最も有効である。

(b) バリを内側にして曲げる。

(c) 材料のロール目と異なる方向に曲げる。(ブランク抜き方向を変える)(図 2-43)

(d) 加工速度を遅くする。

(e) 材料をねばりのある材料に変える。

などが有効である。

また部品形状で図 2-44 の(a)および(b)のように一部を曲げると割れを生じることが多いので、丸みをつけた切欠きを入れるとよい。(図 2-45)

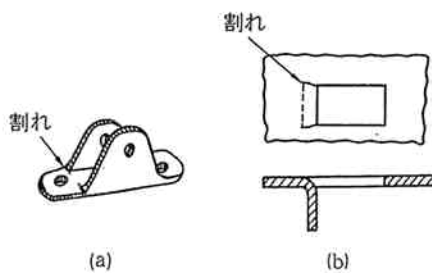


図 2-44 曲げて割れ易い形状

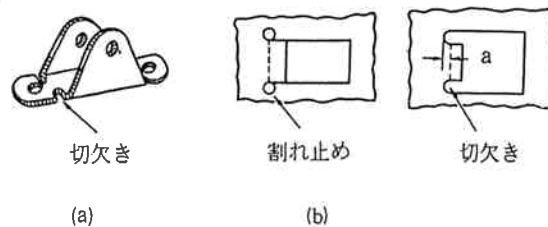


図 2-45 切欠きによる割れの防止

2.4 成形加工

2.4.1 成形加工の種類

プレス加工では広い意味で打抜き加工を除いたすべての加工が成形加工（フランジ成形加工）だといえるが、ここでは直線フランジ成形加工（曲げ加工）を除いた狭い意味での成形加工を扱う。

表 2-5 成形加工の例

加工名	加工例	加工名	加工例
伸びフランジ成形		バルジ	
縮みフランジ成形		ネッキング	
バーリング		張出し	
カーリング		ピーティング	

加工の種類としては表 2-5 のようなものがある。

伸びフランジ成形は曲げながら横方向へ拡げる加工であり、縮みフランジ成形は曲げながら横方向に縮める加工である。

バーリングは、素板にあけた穴を突出する加工であり、板にめねじを切るような場合に多く用いられる。

カーリングは曲線部の縁を丸める加工であり、直線縁の丸めよりさらに難しくなる。

バルジは入口より奥が広くなった製品の加工に用いられ、一般にはゴムを用いて内側からふくらませ、金型は上下の割型にして製品を取り出す。(図 2-46)

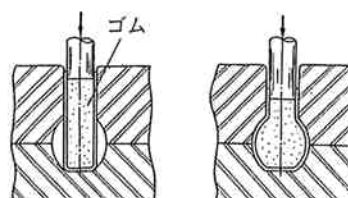


図 2-46 ゴムによるバルジ加工



図 2-47 ネッキングで作ったドアノブの例

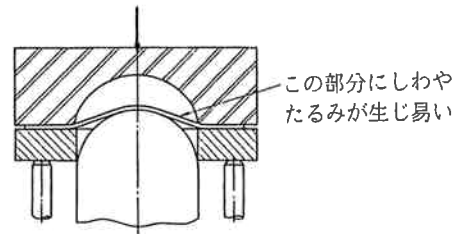


図 2-48 張出し加工の加工途中

最近はお圧でふくらませる液圧バルジが多くなっている。

ネッキングは入口を奥より小さくする加工であり、多くの工程をかけて徐々に小さくしていく。

図 2-47 はドア用ノブをネッキングで作った例である。

張出し加工は半球形やコップ状の製品の加工に用いられている。

加工の途中で材料はパンチ、ダイの両方に接触せず浮いた部分ができ、この部分にしわやたるみが生じ易く、深絞り加工より難しい場合も多い。(図 2-48)

張出し加工を上手に行なう要領はブランクホルダのクッション圧を高くして材料を引張ることである。

ビーディングは板にひも状の突起を作る加工であり成形品の剛性を高めるために行なわれる。

部分的に変形が行なわれるため全体がゆがみ易いので注意が必要である。

対策としては突起部と平坦部を一体で作らず、平坦部を可動式にしてクッションを用いるのが有効である。

2.4.2 成形加工の原理

成形加工は製品の形状を見ると、それほど複雑ではないが、加工としては非常に難しいものの一つである。

その理由は材料に加わる力の方向と大きさが場所によっていろいろに変わるからである。(図 2-49)

加工法	曲げ	伸びフランジ成形	縮みフランジ成形
材料に加わる力の方向			

図 2-49 材料に加わる力の方向

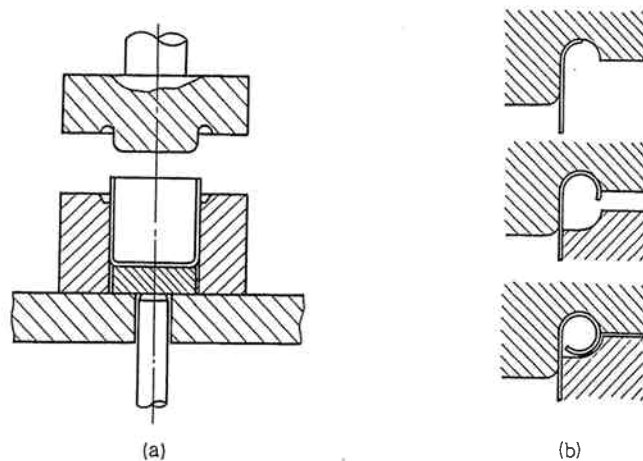


図 2-50 カーリング型とカップリングの加工工程

形状もV曲げしたものをさらに横に曲げた形がフランジ成形であり、丸めたパイプをさらに全体に大きく丸めたものがカーリングだといえる。図 2-50 にカーリング型と加工の過程を示す。

したがって曲げ加工と異なりフランジ成形を始め大部分の成形加工はしわ押えが必要である。

2.4.3 成形加工の不具合と対策

(1) バーリングの先端が割れる。(図 2-51)

原因は

- (a) 下穴のバリが大きい。
- (b) 下穴加工と同一方向からバーリングパンチで突出している。
- (c) バーリングパンチの形状不良。
- (d) 材料がもろい。

などが考えられ、

対策としては

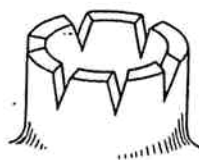


図 2-51 バーリングの先端割れ

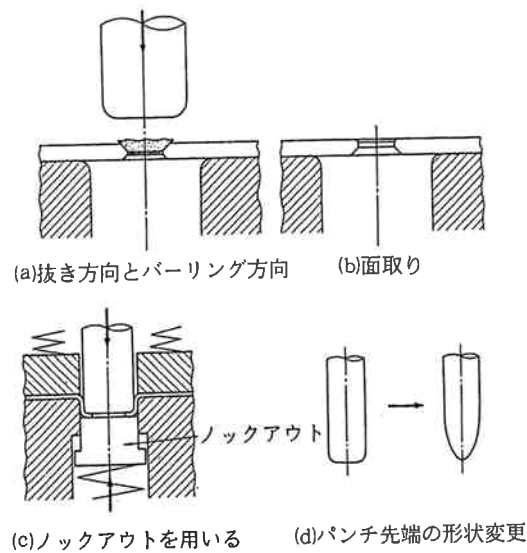


図 2-52 バーリングの割れ対策

- (a) 下穴の抜き条件を良くしてバリを少なくする。
- (b) 下穴のバリ側からバーリングパンチを突き出す。(図 2-52(a))
- (c) 下穴のバリ側の面取りをする。(同図(b))
- (d) バーリングダイの中にロックアウトを入れ、材料の先端を押さえる。(同図(c))
- (e) バーリングパンチの先端を砲弾形に鋭くする。(同図(d))
- (f) 材料を延性の大きいものに変える。

などが有効である。

(2) カールがつぶれて丸くならない。(図 2-53)

カールが丸くならずつぶれた原因としては

- (a) 加工速度が早い。
- (b) 上型の丸め部分の表面が滑らかでない。
- (c) カールをする前工程のトリミングのバリが大きい。
- (d) 丸め半径が小さすぎる。

などが考えられる。

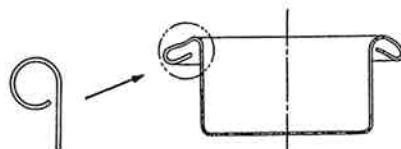


図 2-53 カールが丸くならない

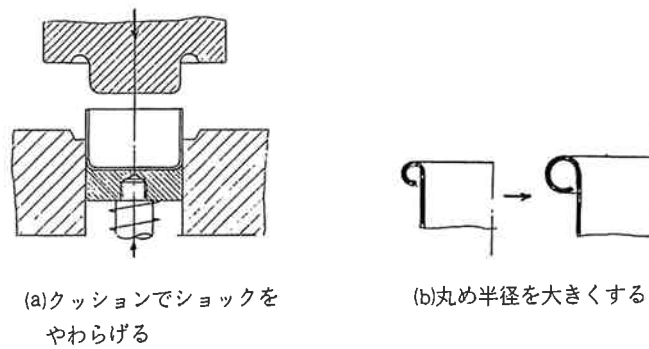


図 2-54 カールを丸くするための対策

対策としては

- (a) クッション付のノックアウトを組込む。
これにより上型とワークが当たるときのショックをやわらげる。(図 2-54(a))
- (b) 上型の丸め部をよく磨く。
- (c) カールをする前のワークの縁を滑らかにする。
- (d) 丸め半径を大きくする。(内径を板厚の 6 倍以上とする) (図 2-54(b))

2.5 絞り加工

2.5.1 絞り加工の種類

絞り加工は平らなブランクから継目のない容器状の製品を作る加工である。

平らな 1 枚の板から溶接やかしめによらず継目も全くない深い容器を効率的に作る加工法としてこの絞り加工が広く行なわれている。

絞り加工の種類は、製品形状、加工工程および金型形式などで区分している。

(1) 形状による分類

製品の形状は大きく分けて円筒、角筒、異形の 3 つがある。(図 2-55)

円筒製品の絞り加工は最も代表的なものであり各種の容器に使われている。

角筒絞りは小さなものは、電子部品に使われているが、大きなものはステンレス製の流し台や自動車のガソリントankなどがある。

異形絞りは小さなものはカメラやライターボディなどがあり、大きなものは自動車のパネル(屋根、ボンネット、ドアなど)がある。

(2) 金型形式による分類

金型形式には図 2-56 のようにしわ押えなし絞り型、スプリングパット型、固定し

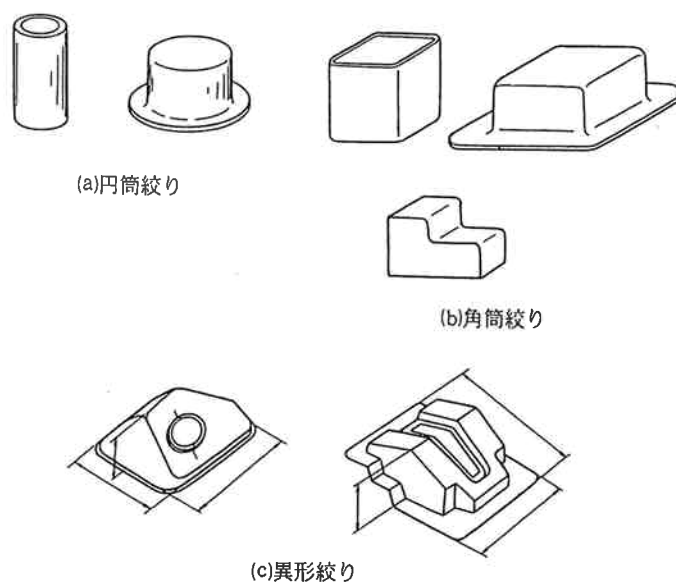


図 2-55

わ押え型、倒置型、逆絞り型などがあり、その他ブランク抜きと絞りを同時に行なう抜き絞り型がある。

この内、一般に最も広く用いられるのは倒置型である。この金型の長所はしわ押え用のクッションを、型の外と下側へ取付けられるためクッションの種類や大きさを自

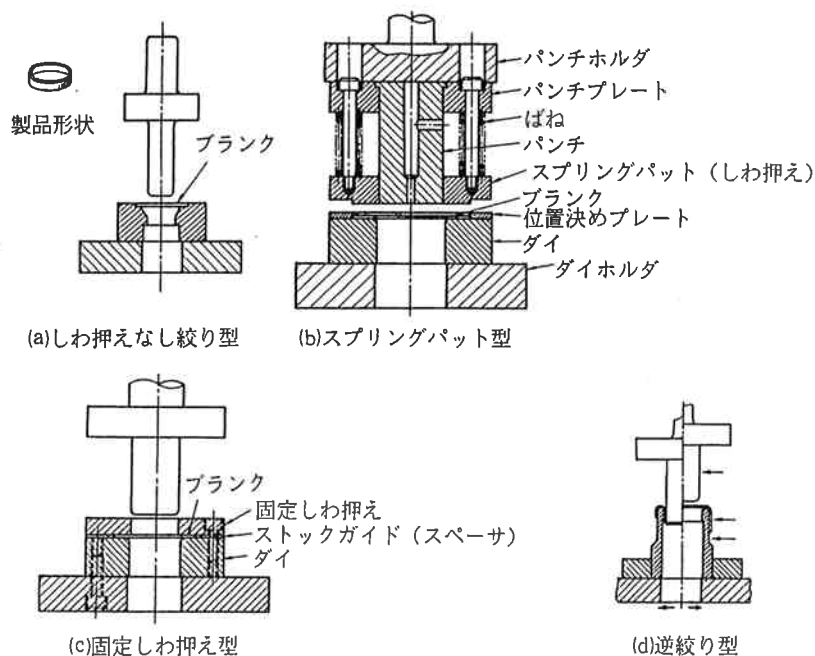


図 2-56

由に選べることである。

しわ押えなしの金型は、絞った高さが製品直径の3分の1以下の浅い絞りに用いられる。スプリングパット型はしわ押えのクッションをばねで行なうため、調節が難しいことと大きな力が得られないため、小物の場合に限られる。

固定しわ押え式の絞り型はブランク直径に比べ板厚の厚い場合に用いられる。

逆絞り型はフランジのない製品で直径に比べ深さの深い容器の再絞り加工に用いられる。この金型を用いると、1工程ごとに製品の裏と表が逆になる。

2.5.2 絞り加工の原理

絞り加工は1枚の平らな板から深い容器状の製品を作る加工である。金型の構造は比較的簡単であるが、しわや割れのない正しい形状の製品を作るのは難しく、理論と実務経験をよく知っていなければ上手にできない。

絞り加工の基本は円筒絞りである。

1枚の円板から円筒容器を作る場合、普通の方法では図2-57の図の斜線の部分は必要なく、これが余ってしまう。

円筒絞りではこの余った部分が円周方向に寄せられて縮む。(図2-58)

したがって縁の部分は元の板厚より厚くなるためダイと金型とのクリアランスは板厚より20~30%大きくする。(図2-59)

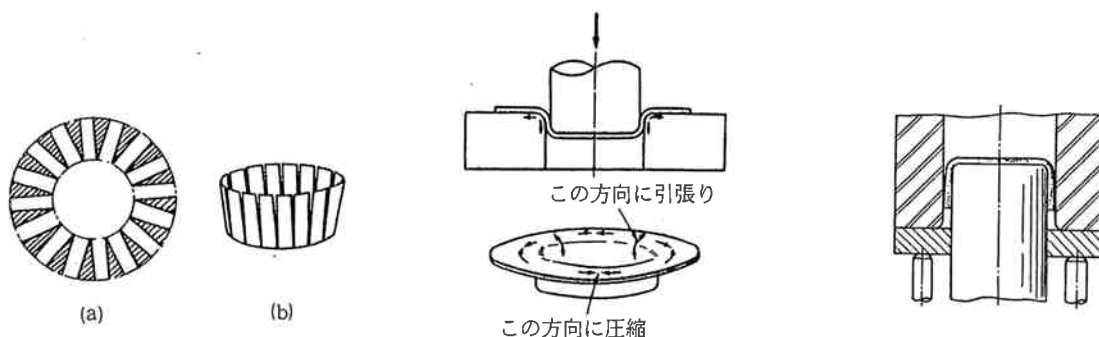


図 2-57 円筒絞りに必要な材料

図 2-58 材料の流れ

図 2-59 絞り製品の板厚増加

板が横方向に圧縮されると、図2-60の(b)のようにならず、(c)や(d)のように波形に曲がってしまう。絞り加工でも、このようなことが起こる。

これを防ぐためにダイとブランクホルダ(しわ押え)の間に素板を挟んで加工をする。このしわ押えの力が弱いと図2-61(a)のようにしわが発生し、強すぎると(b)のように

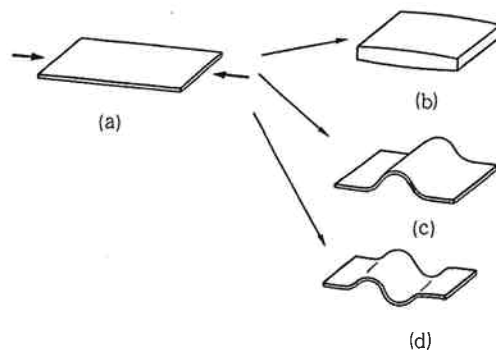


図 2-60 しわの発生原因



図 2-61 絞り加工の不具合

割れてしまう。

しわや割れはクッション圧のほか、ダイとブランクホルダの表面の滑らかさ、潤滑剤の種類と量、パンチおよびダイのRの大きさなどで変わってくる。

絞り加工は、これらいろいろな項目について割れとしわの発生限界の間にある適正な成形条件を整えなければならない。表 2-6 にしわと割れの発生原因を示す。

表 2-6 しわと割れの発生原因

要 因	し わ 発 生	亀裂(割れ)発生
しわ押え圧力	小	大
潤 滑 油	粘度(潤滑性)大	粘度(潤滑性)小または不足
ゲ イ R	大(ただし絞り込み製品の開口部のみ)	小
ダイ及びしわ押え面の表面仕上げ	良 好	粗 い
ブランクのかえり	大	大
クリアランス不均一	大	大
クッションピン不均一	大	大
材料の焼鈍	不 足	焼鈍しすぎ

2.5.3 ブランク寸法

絞り製品に金型を作る場合には、まずブランクの寸法を求める必要がある。

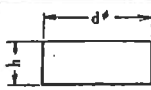
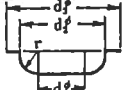
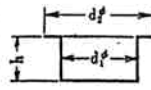
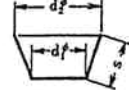
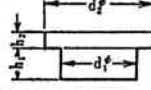
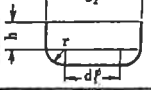
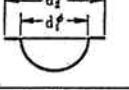
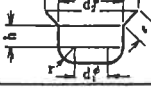
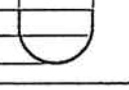
これによって絞り回数、材料使用量、プレス機械およびクッションの大きさなどが決まるからである。

円筒絞り製品のブランクは、加工後の製品の表面積と等しいと考えて求められている。

実際は、部分的に伸びるところや縮むところがあるが、平均すると、ほぼ同じ表面積になる、と考えてもよい。

表 2-7 にはこのような理論で作った各種円筒絞り製品のブランク直径を求める計算式が示されている。

表 2-7 円筒絞り製品のブランクを求める式

	$\sqrt{d^2 + 4dh}$		$\sqrt{d_1^2 + 2.28rd_1 - 0.56r^2}$
	$\sqrt{d_2^2 + 4d_1h}$		$\sqrt{d_1^2 + 2s(d_1 + d_2)}$
	$\sqrt{d_2^2 + 4(d_1h_1 + d_2h_2)}$		$\sqrt{2d^2} = 1.414d$
	$\sqrt{d_1^2 + 4d_2(h + 0.57r) - 0.56r^2}$		$\sqrt{d_1^2 + d_2^2}$
	$\sqrt{d_1^2 + 4d_2(0.57r + h + \frac{1}{2}) + 2d_1d_2 - 0.56r^2}$		$\sqrt{d^2 + 4(h_1^2 + dh_2)}$

2.5.4 絞り率と絞り工程

絞り加工は平板から 1 回の加工で希望する形状に加工できるとは限らない。

むしろ大部分の製品は絞り加工を数回行なって希望する形状にすることが多い。

直径の大きなブランクを小さな径のパンチとダイを用いて絞ると、前に述べた図 2-58 のように材料が中心に向かって流れにくくなり、半径方向に引張られる力に耐えられず抜けてしまう。

絞り加工前のブランク（または途中工程まで絞ってある半製品）と絞り加工後の製品の直径との比を絞り率という。

たとえば、図 2-62 の製品の場合の絞り率は

$$\frac{d}{D} = \frac{50}{80} = 0.62$$

となる。

再絞りの場合も同様であり、図 2-63 の製品の場合の絞り率は

$$\frac{d_2}{d_1} = \frac{27.5}{36} = 0.764 \div 0.76$$

である。

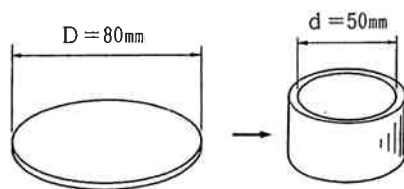


図 2-62

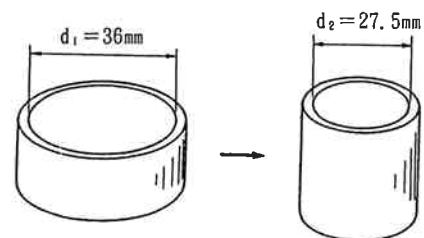
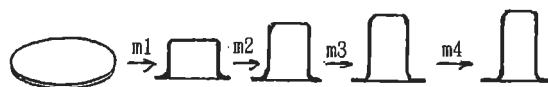


図 2-63

1 回の絞り加工でどのくらい直径を小さく絞ることができるかは、絞り加工の回数、成形材の材質、ブランク直径と板厚の比、潤滑剤、パンチおよびダイの R の大きさ、ダイおよびブランクホルダの表面粗さなどによって変わる。

絞り率を小さくするほど、工程数は少なくできるが、加工は難しくなり、逆に絞り率

表 2-8 絞り率



絞り回数	絞り率
1 回目 m1	0.5 ~ 0.6
2 回目 m2	0.73 ~ 0.78
3 回目 m3	0.76 ~ 0.82
4 回目 m4	0.78 ~ 0.85
5 回目 m5	0.80 ~ 0.88

を大きくすると加工は容易であるが、全工程数が多くなる。

一般に用いられている工程別の絞り率の目安を表 2-8 に示す。

また表 2-9 に絞り率に与える要因と向上対策を示す。

表 2-9 絞り率に与える要因と向上対策

要 因	絞り率が小さな値を示すための条件
板厚に対するブランク直径	l/D が大きいほど良い
ダイ R	大きい方がよいが大き過ぎると開口部にしわが出る
パンチ R	板厚の 4 倍程度
ダイ及びしわ押えの表面仕上げ	仕上げ程度が良いほど良好、特にダイの R 部
クッションの種類	スプリングやゴムより空圧、または空油圧方式が良い
材質	コンカルカップ値が小さく絞り張出し性の良いもの
クリアランス	材料にしごきを加えない量(たとえば第1絞りで1.2~1.3t)
プレス機械の精度	上下及び左右のがたが少ないこと
ブランクのかえり	少ないこと(第1絞り)

工程数を決めるのはブランクの大きさと絞り率である。

たとえば図 2-64 に示した製品を直径 80mm のブランクから絞る場合の加工工程を決めるには、

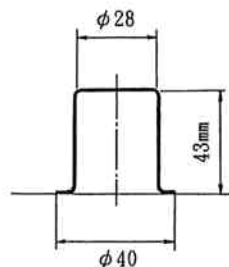


図 2-64

第 1 絞り・・・ $80 \times 0.55 = 44\text{mm}$ (絞り率 0.55)

でまだ製品直径にならない。さらに

第 2 絞り・・・ $44 \times 0.75 = 34.3\text{mm}$ (絞り率 0.75)

でもまだ大きいので、さらに絞ると、

第 3 絞り・・・ $34.3 \times 0.8 = 27.4\text{mm}$

で少し小さくなりすぎるので、逆に直径を 28mm にして絞り率を直すと

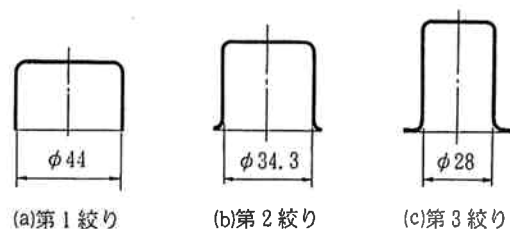


図 2-65

$$34.3 \times 0.82 = 28\text{mm}$$

となる。(図 2-65)

2.5.5 角筒絞り

角筒絞りは図 2-66 のようにU曲げ加工と円筒絞りの組合わせたものと考えることができる。

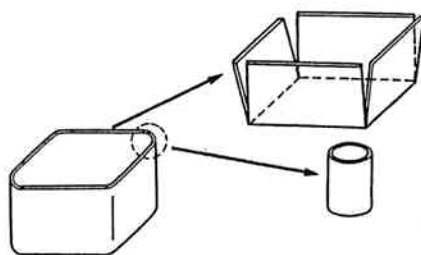


図 2-66 角筒絞りは曲げと円筒絞りの組合せ

ブランクの展開方法を求めるには図 2-67 に示したように、直線部は曲げと考え、コーナー部の円弧を加え、外形形状が滑らかになるように修正をする。

角筒絞りの要領は、直線部は単なる曲げで、材料がダイ穴部に流れ込み易いので、そ

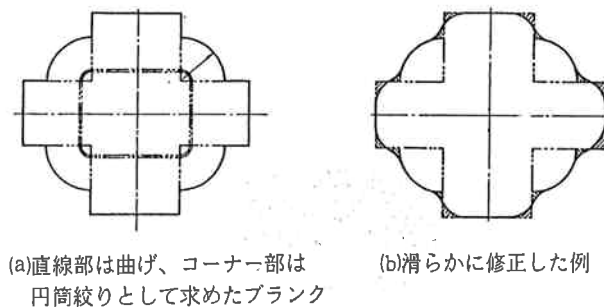


図 2-67

れに対する抵抗が大きくなるようにし、コーナー部は厳しい絞り加工となるため、できるだけ抵抗を少なくするようにすることである。

コーナー部の抵抗を少なくする最も有効な方法は、この部分の材料を製品に必要な最低量を残し、できるだけ小さくすることである。

この他コーナー部のダイのRを大きくしたり、しわ押え圧を下げるか、ブランクホルダーとダイとのクリアランスを板厚よりも少し大きくするのも有効である。

図 2-68 に角筒絞りにおけるブランクレイアウト例が示されている。

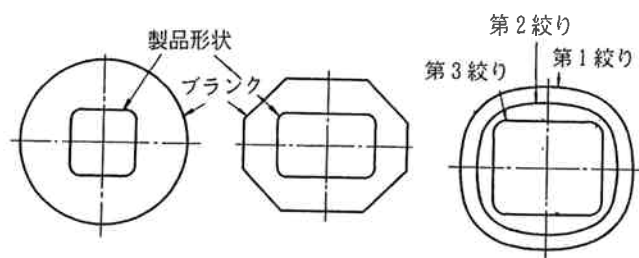


図 2-68 角筒絞りのブランクと工程設定例

図の(a)は、ほぼ正四角形断面の例、図の(b)は長四角形の短辺の長さより浅い例、図の(c)は多工程絞りの例である。

2.5.6 絞り加工の不具合と対策

(1) フランジ部にしわが出る。(図 2-69)

原因としては

(a) しわ押え力の不足

しわ押え (ブランクホルダ) のクッション圧が不足している。

(b) 潤滑油の粘性 (潤滑性) が良すぎる。

(c) しわ押え面とダイ面との平行度不良。



図 2-69 フランジのしわ

- (d) しわ押えの剛性不足。(図 2-70(a))
- (e) クッションピンの長さのバラツキが大きい。(同図 (b))
- (f) しわ押え面がパンチ上面より低い。(同図(c))
- (g) ブランクにバリがある。

などが考えられる。

対策としては

- (a) しわ押え力を大きくする。

フランジのしわを防ぐにはしわ押え力を強くするのが最も有効である。

ゴムやばねを使用している場合は強く締め上げ、空圧および油圧の場合は設定圧力を高くする。

- (b) 潤滑油を粘性の低いものに変える。

ただしこの方法は製品に傷を生じやすいので注意が必要である。

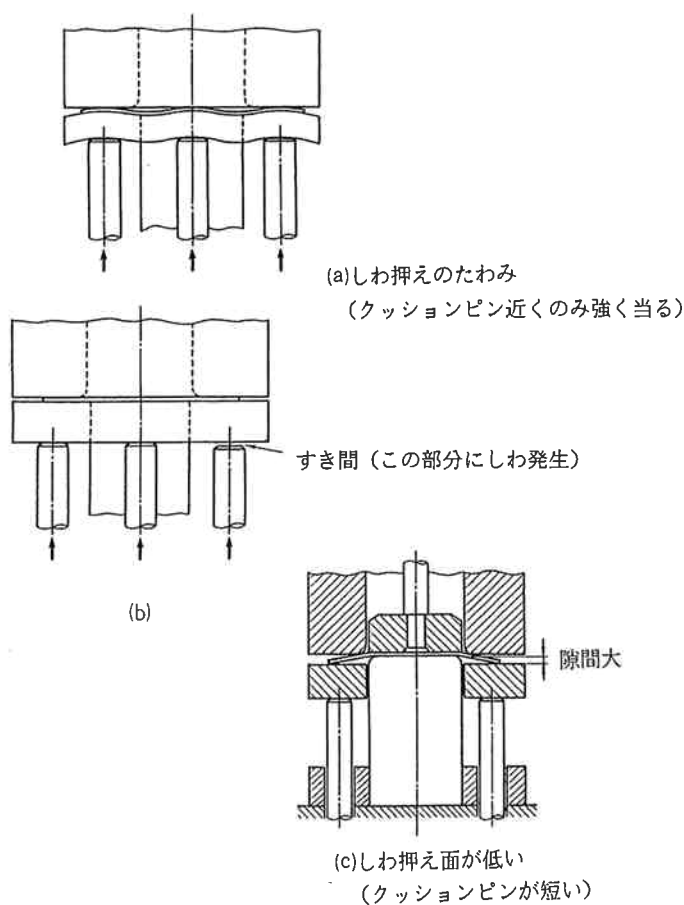


図 2-70 しわの発生原因

- (c) しわ押え（ブランクホルダ）を厚いものに変える。
 - (d) クッションピンの長さを正確にそろえる。
 - (e) しわ押えがパンチ上面より上になるようにクッションピンの長さを長くする。
 - (f) ブランクのバリを少なくする。
- などが有効である。

この内(a)(b)の対策を進めると成形品の底が抜ける不具合（破断）を生じやすいのでバランスをよく考えて処置をする必要がある。(c)(d)(e)(f)は他の不具合に対しても有効であり、必ず処置すべきである。

(2) 絞り製品の縁にしわがでる。(図 2-71)

フランジなしの絞り製品で縁の部分にしわがでるのは口辺しわとも呼ばれる。

原因は

- (a) ダイラジアスが大きく、絞り加工の終わり近くでしわ押えから外れる。

(図 2-72)



図 2-71 辺しわ

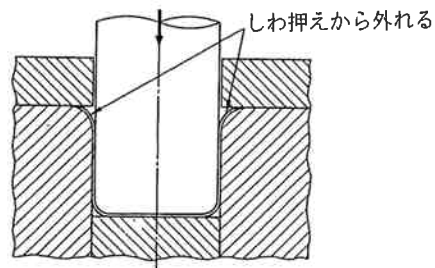


図 2-72 辺しわの発生原因

- (b) クリアランスが大きい。
- (c) しわ押え圧力が不足
- (d) ブランクにバリがある。
- (e) 潤滑油の粘性が高い。

などが考えられる。

対策としては

- (a) ダイラジアスを小さくする。

ダイラジアスを小さくするのは口辺しわを防ぐ上で最も効果が大きい。

- (b) クリアランスを小さくする。



図 2-73 部分的なしわ及びたるみの例

- (c) しわ押え圧力を高くする。
- (d) ブランクのバリを少なくする。
- (e) 潤滑油を粘性の低いものに変える。

などが有効である。

(3) 部分的にしわやたるみが出る。(図 2-73)

異形製品の絞り加工や張出し成形の場合、部分的にしわが生じたり材料が余ってたるみを生じるのは余肉しわと呼ばれている。

原因は

局部的に材料が寄せられて余ってしまうのが最大の原因である。

対策は製品形状によって一様ではないが一般的には

- (a) 部分的に絞りビードを付け、全体に引張り力が働くようにする。(図 2-74(a))
- (b) 金型の上面を傾けて絞り方向を変える。(同図(b))
- (c) 絞りの終わり近くで別に駆動するパンチ(第3作動パンチ)でたるみをとる。(同図(c))
- (d) 段絞り、ロッキングビートなどを用い加工の最終段階で全体を引張る。(同図(d))
- (e) 工程数を増やす。

などが有効であるが、いずれの場合も深い経験と知識を必要とする難しい作業である。

(4) 絞った側壁にリング状の凹みができる。(図 2-75)

これはショックマークまたはショックラインと呼ばれるものである。

原因は

- (a) ダイラジアスが小さい。
- (b) クッション圧が強い。
- (c) 絞り速度が早い。

などであり、ダイが材料に当たるときの衝撃によるものである。

対策としては

- (a) ダイラジアスを大きくする。

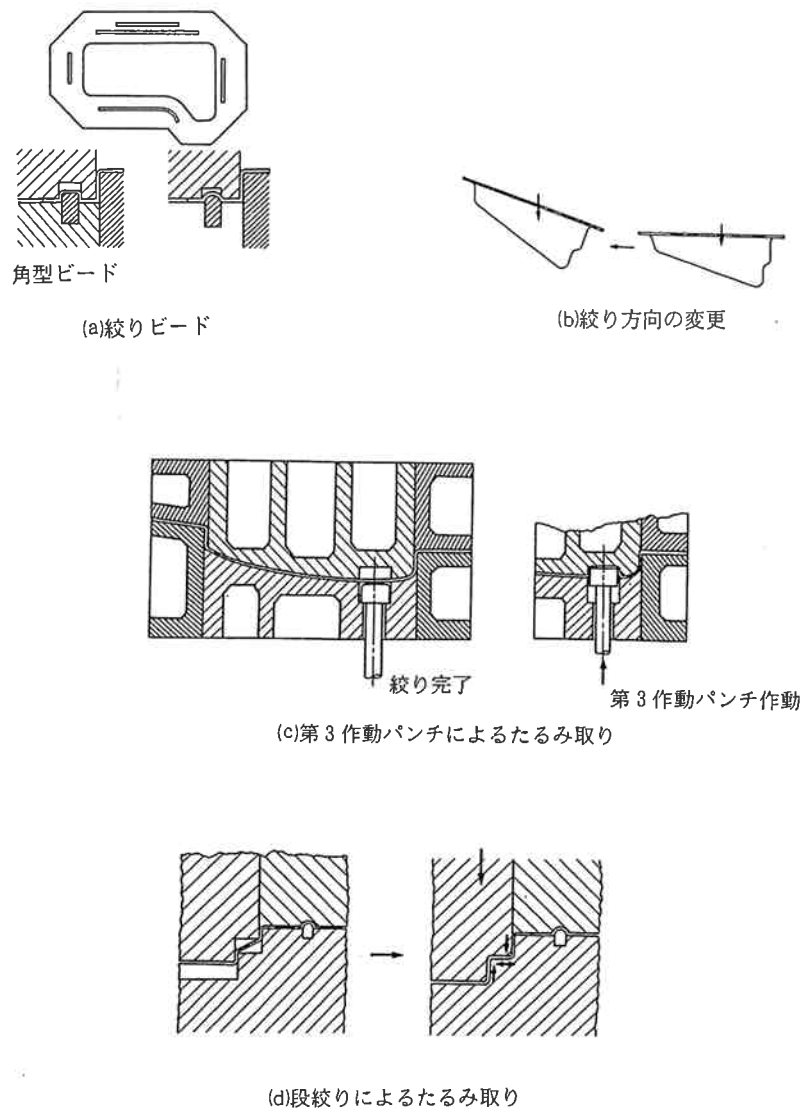


図 2-74

(b) クッション圧を弱くする。

(c) 絞り速度を遅くする。

などが考えられるがこの内最も有効なのは絞り速度を遅くすることである。

金型が材料に当たるときの速度を遅くするには油圧プレスやリンクプレスが有効である。

(5) 底が抜ける。(図 2-76)

絞り加工で底の部分が破断することがある。

原因は

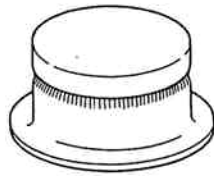


図 2-75 ショックマーク



図 2-76 底の抜けた例

- (a) 絞り率が小さい。(工程設定に無理がある)
 - (b) ダイラジラスおよびパンチラジラスが小さい。
 - (c) クッション圧が強い。
 - (d) ダイおよびしわ押えの表面粗さが粗い。
 - (e) 潤滑油の粘性が低い。(絞り性が悪い)
 - (f) ブランクにバリがある。
 - (g) しわ押え面とダイ面が平行でない。
 - (h) クッションピンの長さが不揃い。
 - (i) 絞り速度が早い。
- などが考えられる。

対策としては

- (a) 絞り率を適正に配分する工程とする。
- (b) ダイラジラスおよびパンチラジラスをやや大きくする。
- (c) クッション圧を弱くする。
- (d) ダイおよびしわ押えの表面をよく磨く。
- (e) 潤滑油を粘性の高いものに変える。
- (f) ブランクのバリをなくす。
- (g) クッションピンの長さを正確にそろえる。
- (h) 絞り速度を遅くする。

などが有効である。

底抜けの対策を進めるとしわが発生しやすくなるのでバランスを考えて進める必要がある。

(6) 薄板の円筒絞りでゆがみ変形が出る。

製品の絞り直径に比べて板厚が薄い場合、全体にゆがみが発生することがある。

(図 2-77)

原因の大部分は絞り加工を終わり、パンチからストリップするときに生じる。具体的には

- (a) パンチと製品の間が真空になり外部からの気圧で押される。(図 2-78(a))
- (b) パンチに製品が強く密着しており、これを無理に取るためにゆがむ。(同図(b))



図 2-77 円筒絞り製品のゆがみ

- (c) ノックアウトとしわ押えで上下から押しつぶす。(同図(c))
- などが考えられる。

対策としては

- (a) パンチに空気抜き穴を明ける。
 - (b) パンチの表面を磨いて滑らかにする。
 - (c) パンチ側にも潤滑油をつける。
 - (d) ノックアウトにばねを入れてある場合は外し、上死点でノックアウトするようにする。
 - (e) しわ押えにロッキング装置をつけてタイミングを遅らせて上昇させる。
- などが有効である。

(7) 角筒絞り製品がゆがむ (べこつき) (図 2-79)

キャンニングと呼ばれる現象で全体が四角にならずねじれたようになる。

原因は材料の内部応力の不均一によるものである。

対策は困難なことが多いが一般的には

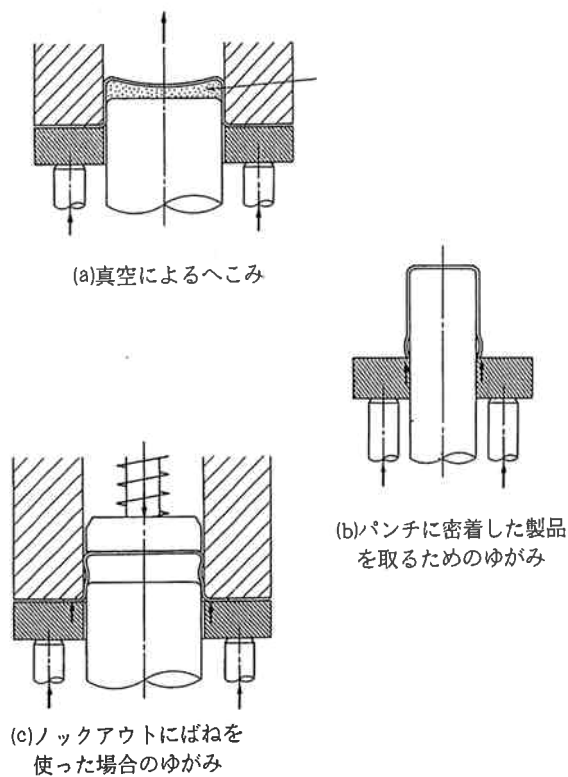


図 2-78 絞り製品のゆがみの原因

- (a) 絞りビードを付けて材料の流れ込む量を一定にする。
 - (b) クッション圧を強くする。
 - (c) 下死点で強く押える。
 - (d) 製品の形状を変えて縁をカールしたり側面にビードをつける。
などが行なわれている。(図 2-80)
- (8) 絞り製品の表面にきずが付く。(図 2-81)

絞り製品の表面にすりきずまたは引っかききずとして表われる。

原因は

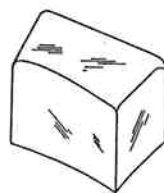


図 2-79 キャニング

- (a) ダイ、しわ押え、パンチなどの材質および熱処理不適當による硬さ不足。
 - (b) 金型の表面粗さが粗い。
 - (c) 金型に傷がある。
 - (d) ブランクまたは金型にごみや抜きくずが付着している。
 - (e) 潤滑油の粘性が低く、油膜が切れる。
 - (f) 発熱により焼付く。
 - (g) 作業不良（blankの挿入位置不良、2枚加工など）により金型を傷つける。
- などが考えられる。

対策としては

- (a) 金型の材質を耐摩耗性の高いものに変え、熱処理を正しく行なう。
 - (b) 金型の表面仕上げを良くし、定期的に磨く。
 - (c) blankにごみやほこりが付かぬように注意し、必要な場合は清浄なウエスでふきとる。
 - (d) blankのバリを少なくする。
 - (e) 潤滑油を粘性の高いものに変える。
- などが有効である。

絞りすぎは1度発生すると急速に大きくなり、金型もいたむので早めに磨きながら使うことが大切である。

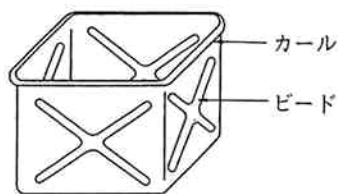


図 2-80 補強用のカール及びビードの例

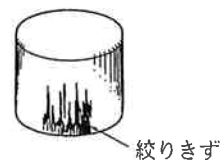


図 2-81 絞りきず

第3章 プレス機械と付属装置

プレス機械の性能と金型の性能は、密接に関係していて、プレス機械が悪くても金型が悪くてもよい製品をプレス加工できない。プレス加工中の製品検査は欠かせないが、精度や品質が製品限度に近づいたり越えたりした場合、最初に問題にされるのは材料で、次に疑われるのは金型である。

プレス機械精度、特に動的精度が良いか悪いかについては、ほとんど注目されていない。実際はプレス機械動的精度が影響している場合が多い。その影響は無視できないほど大きく、成形品精度の単位が0.01mmとか0.001mmのように細くなるにつれてプレス機械の静的精度と動的精度の影響度合いが大きくなっている。

もちろん製品精度0.1mm単位の時でもプレス機械の精度が関係しているが、材料精度のバラツキの影響の中にまぎれてしまい、どちらが悪いかわけが難しくなっているだけである。材料精度がそれほど悪くないのに成形品精度が安定しない場合はプレス機械精度を疑ってみる必要がある。

この章では、正しいプレス加工を行うために必要なプレス機械の特性と維持について解説する。また、加工に関連する付属装置や周辺装置についても機能と特徴ならびに使用上の注意を解説する。

3.1 プレス機械の仕様

正しいプレス作業は正しいプレス機械の選定に始まるが、正しく選定するにはプレス機械仕様の正しい解釈が出来なければならない。

3.1.1 加圧力

加圧力とは、プレス機械がプレス加工時に発生できる力をいう。そのプレス機械が出せる最大加圧力を公称能力又は公称加圧能力という。

駆動用ギヤーやクランク軸、プレスのフレームもボルスタもこの公称能力を基準に強度設計や剛性設計が行われる。

スライド、ボルスタおよびベッドを除いた構造部品は、ほぼ集中的に公称能力100%が作用するとして計算されるが、スライド、ボルスタおよびベッドだけは、それぞれの左右寸法の約60%の範囲に公称能力100%が分散して作用するものとして計算される。したがって、スライド、ボルスタおよびベッドは、プレス加工荷重が公称能力以下であ

っても荷重条件によっては過負荷となるので注意が必要である。

3.1.2 行程圧力曲線

行程圧力曲線とは、スライドストロークの位置（行程）と、その時々で機械プレスが出せる荷重（圧力）の関係を曲線グラフで示したもので、公称能力と公称能力を発生できる下死点上の高さ（公称能力発生点という）が基準になる。

この行程圧力曲線は、機械プレス独特の仕様で油圧プレスやねじプレスにはない。

機械プレスは、行程の中間付近では公称能力の半分以上しか発生できず、下死点に近づくにつれて発生できる加圧力が上昇し、公称能力発生点で最大値（公称能力）に達する。公称能力発生点高さには、1mm、2mm、3mm、5mm、6mm、8mm、10mm、13mm、16mm、20mm、25mmなどがある。

公称能力と発生点の関係はクランク軸の回転力（トルク）で定まる。このため、行程圧力曲線をトルク能力曲線という場合も有る。発生点が低いプレスはトルク能力が小さいといい、発生点の高いプレスはトルク能力が大きいという。

冷間鍛造や深絞り加工などのように、下死点上の高い位置から大きな荷重を必要とする場合は、トルクの大きなプレスが選定される。

薄板の打抜きなどは下死点直前で大きな荷重が必要になるので、トルクの小さいプレスで十分である。

高速自動プレスは「トルクは小さいが回転数の早い」仕様が選ばれる。

プレス加工は、この行程圧力曲線内側で行われるようにしないと、成形荷重が公称能力以下でも、トルク的に過負荷となりクランク軸などを破損する場合がある。

3.1.3 フライホイール保有エネルギーと作業エネルギー

フライホイール保有エネルギーは、一般的に機械プレスのカタログなどには表示されず、プレスの取り扱い説明書に記載される。

保有エネルギー量のプレス作業と密接に関係しているので、機械プレスを選定する時に将来を考えて検討しなければならない。

フライホイール保有エネルギー量の概ね20～35%をプレス加工に使えるが、フライホイールを回すモータ出力やモータの種類によっても変わるので、プレスメーカーに技術データの提出を求め正しい数値を得ること。

プレスで駆動する送り装置などを後からプレスに設ける場合は、その装置を回すためにエネルギーが使われるので、自動化装置を後付けする場合はエネルギー検討も必要であ

る。

3.1.4 ストローク長さ、ダイハイト、スライド調節量

この3項目は、そのプレス構造で決まる仕様で、特別な構造以外使用者は変更できない。

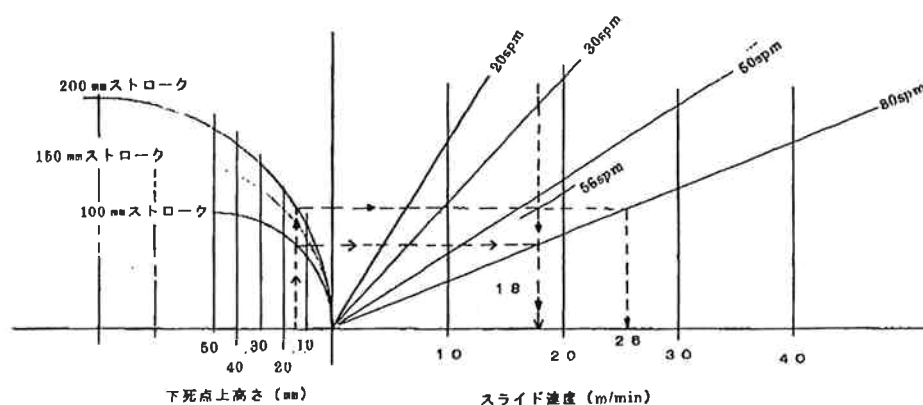
(1) ストローク長さ

ストローク長さが長いといろいろな作業に使えるが、スライド速度やspmに制約が出るので、必要以上に長くしない方がよい。

表3-1は、ストローク長さとspmとスライド位置の関係から概略のスライド速度を求めるチャートである。

例線は、ストローク長さが異なるプレスの場合で、下死点上同じ高さにおけるスライド速度を同じにする時のspmを変えて対応できる場合を示す。ストローク長さが変われば選択の自由度が広がることわかる。

表3-1 ストローク長さとspmの関係



加工の始まる下死点上高さにおけるスライド速度をプレス SPM から求めるグラフ
例：下死点上 15mm でスライド速度 18m/min の SPM を求める場合、
ストローク長さ 100mm のプレスでは 80spm であるが、
ストローク長さ 200mm のプレスでは 56spm となる。
ストローク長さ 200mm のプレスを 80spm で運転すると、下死点上 15mm では 26m/min となる。

(2) ダイハイトとスライド調節

プレス仕様の重要な一つダイハイトは、スライド調節が上限で、クランク角が下死点の時のボルスタ上面とスライド下面との間の高さである。シャットハイトという場合もある。

最大ダイハイト高さがそのプレスに付けられる最大金型高さで、最大ダイハイトからスライド調節量を引いた高さが、そのプレスに付けられる最小金型高さである。

正常な設計をすれば取り付けられない高さの金型を、ダイハイトの低いプレスに取り付けるために、むりに切り刃部を薄くしたり、ダイプレートを薄くしたりして型高さを低くすると、金型の曲げ剛性が不足して成形精度が悪くなったり、型強度不足が原因で型破損が発生する。

逆に、低いダイハイトで十分な金型をスライド調節を下げてでもダイハイトの高いプレスに取付けなければならない場合、高さを得るために平行台の上に金型を載せたり、上型の上にブロックを置いて取付けたりすると、ダイプレートの剛性が低いと振動や騒音を発生、クッションパットが正しく作動しなくなったりする。

また、平行台やブロックの高さ精度が悪いと金型をねじって取り付けることになり、製品精度を悪化させる。

安全に関しても注意が必要で、運転中に金型締付けボルトやブロック取りつけなどがゆるまないよう、配置と締め具を適切に選定するとともに、適正な力で締め付けられなければならない。

スライド調節ねじは、ねじの直径分以上を(1.5倍以上が理想)、コネクティングロッドの中に入れて使うようにする。

ねじ込み深さが直径分より少ないとねじ一山一山に加わる荷重が許容値を超えてしまい、ねじ山が変形したり摩耗してプレスの精度を悪化させる。

ねじ部の給油も大切で、プレス加工時の荷重で金属同志の直接接触を防いで焼き付きを未然に防ぎ、調節用モータの負荷を軽減するので、ねじ部に定期的に給油しなければならない。

3.2 プレス機械の種類と特徴

プレス加工は、使うプレス機械によって、できできないがあることを、誰もが経験している。同じ会社が同じ時期に、まったく同じ仕様で作ったプレス機械であっても、組み立てられた時に静的精度も動的精度も違ってでき上がっている。

したがって、プレス機械は駆動の方法、プレス機械の用途、フレームの剛性、プレス機械の構造などが変わった場合には、まったく違う精度のプレス機械と考えなければならない。

良い金型を使って良い品質の成形をするには、プレス機械の特長・欠点を正しく理解し使わなければならない。

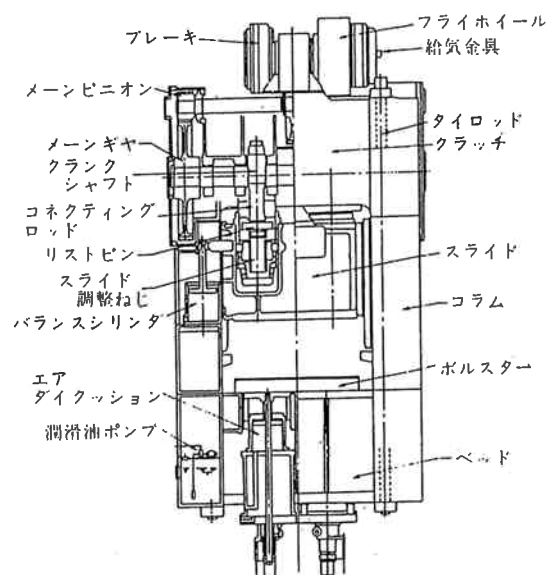


図3-1 機械プレスの構造例

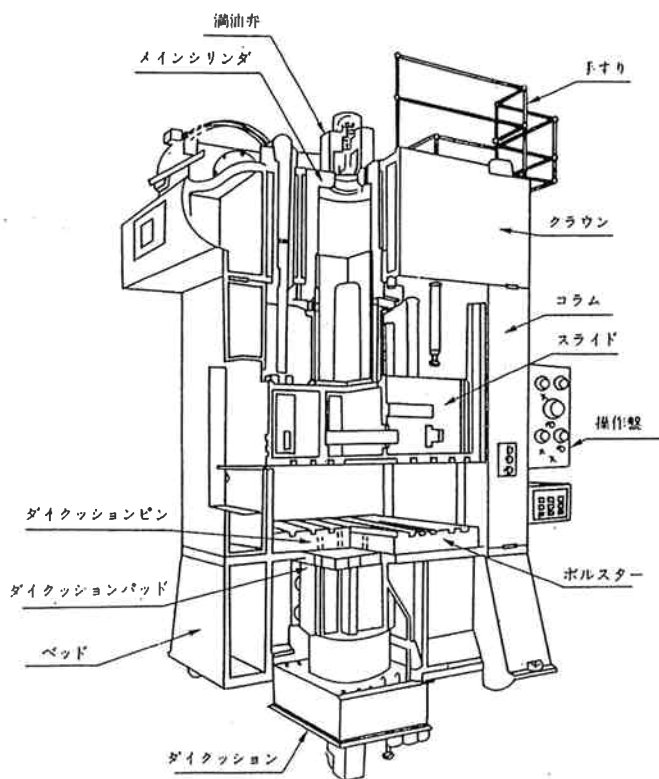


図3-2 油圧プレスの構造例

3.2.1 プレス機械の駆動方法の種類

成形品質にプレス機械のスライド駆動方法の影響がでる。機械式プレス駆動と油圧式プレス駆動では大きく異なる。(図3-1、図3-2)

機械プレスと油圧プレスの特長と欠点は以下のように対比できる。

【機械プレス】	【油圧プレス】
機械プレスの代表的機種であるクランププレスで特徴を説明する。 a. クランク軸やコネクティングロッドなど機械式駆動装置は形も寸法も変化しない構造部品で構成されるので、一度ダイハイトが決められればほぼ同じ位置をスライドは往復する。 b. スライド位置を制御する必要がないのでプレスを高速で動かすことができる。 c. ストローク長さは一定である。特殊な機構を使ってストローク長さを数段切り換えられるプレスもある。加工中には切り換えられない。 d. ダイハイトはコネクティングスクリューを回して行う。 e. スライドの位置によってプレスが出せる加圧力が変化し、下死点付近でしかそのプレスの最大能力が出せない。その発生出来る位置を公称能力発生点という。 f. クランク機構は計算上は無限大の力が出るが、実際は機構部品の強度で上限が決まる。そのプレスが出せる上限能力を公称加圧能力（または単に公称能力という）という。この公称能力を越えると過負荷といい、プレス機械を壊す原因になる。機械プレスには過負荷安全装置が必要である。安全装置の種類としては、油圧式や板打抜き式（シャーププレート式）等があるが新しいプレスはほとんど油圧式である。 g. プレス加工で材料を変形させるのに大量の成形エネルギーが要るが、この成形エネルギーは回転しているフライホイール回転エネルギーの形で貯えられている。フライホイールの回転数が減るとフライホイールの保有エネルギーが二乗で減るのでspm変更の際はエネルギー変化に注意しなければならない。エネルギー不足運転を続けるとモータを故障させる原因になる。 h. フライホイールを回すエネルギーはモータから供給される。	シリンダとピストンで構成される単動油圧プレスで説明する。 a. 弾力のある油がシリンダの中に入るので、ピストンの位置を制御してダイハイトを決める。ダイハイトは自由に決められる。 b. スライド位置をシリンダに入る油の量で決めるので油をバルブで制御しなければならない。このためspmは早く出来ない。 c. ストローク長さは自由に設定できる。ストローク途中で一旦停止させることも出来る。 d. ダイハイトはピストン位置を制御して自由に決められる。 e. スライドのどの位置でも公称能力が出せる。公称能力発生点はない。 f. 油圧力を圧力制御弁（リリーフバルブ）で最大圧力を規制しているので、圧力制御しない限り過負荷にはならない。万一を考慮して圧力スイッチを設ける。この圧力スイッチは勝手に調整してはならない。油圧プレスには機械プレスのような過負荷安全装置は要らない。圧力制御弁によって最も小さくなる方向へ調節できる。大きくなる側への調節は絶対してはならない。 g. 成形エネルギーはアキュムレータ内のガス圧で貯えるので、フライホイールのように大量のエネルギーは貯えられない。ほとんどのエネルギーは直接モータから供給しなければならない。従って、油圧プレスのモータは機械プレスより大きなモータが必要である。spmが上げられない理由はここにもある。 h. アキュムレータ内のガスを圧縮するのはモータが行う。

i. シングルクラックプレスは油圧プレスと同様偏心荷重に対してはダブルクラックプレスが良い。

j. 打抜き加工ブレークスルー時のプレス振動は機械的構造部品の変形と結合部のすき間のみによる。打抜き時の振動は油圧プレスより少ない。

k. プレス全体の剛性は油圧プレスより高いのが一般的で、高精度加圧に向いている。

l. スライド速度をストローク中に自由に変更出来ない。リンクプレスにすれば速度が途中で変わるが、自由な変更は出来ない。

m. スライドの停止がブレーキで行われる。ブレーキが解放されない限りスライドが自重落下することは無い。ブレーキが万が一解放されてもカウンタバランス装置により自重落下は防止できる。しかし、ブレーキを修理する場合はスライドを下死点に下げてから行うこと。

n. 機械プレスにはブレーキ性能で決まる急停止時間がある。(ポジティブクラッチプレスにはない。) 頻繁に寸動操作したり、一行程運転を頻繁に行うとブレーキが発熱してブレーキ性能が著しく低下し、急停止時間が長くなる。すなわち非常停止が効かなくなるのでブレーキの酷使は絶対にしてはならないし、毎日の点検が大切である。

o. 機械プレスは加工音とプレス振動音が主で、最近の機械プレスはギヤー等の機械音が小さい。

i. 偏心荷重に弱いので偏心荷重とならない加工を選ぶ。左右偏心荷重に対してダブルシリンダにしても機械プレスのように強くはならない。

j. ブレークスルー時のプレス振動は機械的構造部品の変形と油の弾性変形が加わる。油の弾性変形の影響で打抜き時の振動は機械プレスよりずっと大きい。

k. 油圧プレスは絞り加工を主な作業として設計されるので機械プレスより剛性が低い。高精度成形には向かない。但し、折曲げ加工のように下死点で停止させるなどして曲げ精度を良くしたい場合には油圧プレスの機能が適している。

l. バルブ制御やポンプ吐出量制御でストローク中にスライド速度を自由に変更でき、加圧したまま停止させる事も出来る。途中で一旦加圧力を弱める事も出来る。

m. 油圧プレスにはブレーキは付かない。油圧プレスはバルブでスライド位置を保つので電源を切るとバルブが不安定になったり、漏れたりしてスライドが自重落下する。電源を切る時はスライド落下防止ストッパを使うが、任意の位置では出来ない。ストッパにはリミットスイッチが有り、スライドが降下してスイッチが作動すると電源を自動的に遮断する。

n. 油圧プレスには油圧系の性能で決まる慣性降下量がある。油圧プレスの急停止時間ともいえる。機械プレスより寸動性能が劣るので微妙な型合せをする時は慎重に行わなければならない。バルブ類の作動、配管類からの油漏れ等の毎日の点検が大切である。

o. 油圧プレスは剛性が低いのでプレス振動音が大きく、油圧ポンプの発する騒音はさらに大きい。

以上が機械駆動プレスと油圧駆動プレスの特徴の違いである。

3.2.2 機械式プレスの種類と特徴

機械式プレスには次のような種類があり、それぞれ特徴がある。

(1) 自動プレス、高速自動プレス、精密自動プレス (図3-3)

自動プレスとはスライドストロークと連動して材料の送り込みと成形品の取り出しを自動的に行うプレスを意味するが、一般的にはコイル材を用いた順送加工用プレス

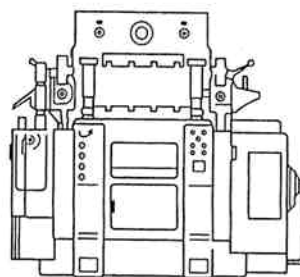
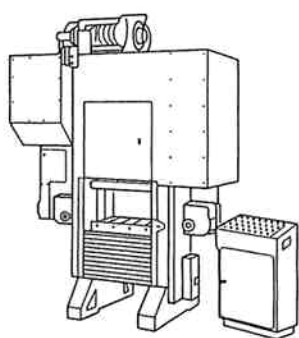


図 3-3-a 上部駆動形自動プレス

図 3-3-b 下部駆動形自動プレス

を自動プレスといっている。

特に高速自動プレスという場合は薄板を高spmで加工する自動プレスを意味する。さらに、小さく精密な部品を加工する自動プレスを高速精密プレスまたは精密自動プレスと称している。

高速自動プレスは、一般的に200spm以上の自動プレスをいい、早いプレスは4000spmに達する。

フライホイールが直接クラッチを介してクランク軸を駆動するのでspmが早い。逆にそのために公称能力発生点が低く、厚板の加工や絞り加工には向かない。

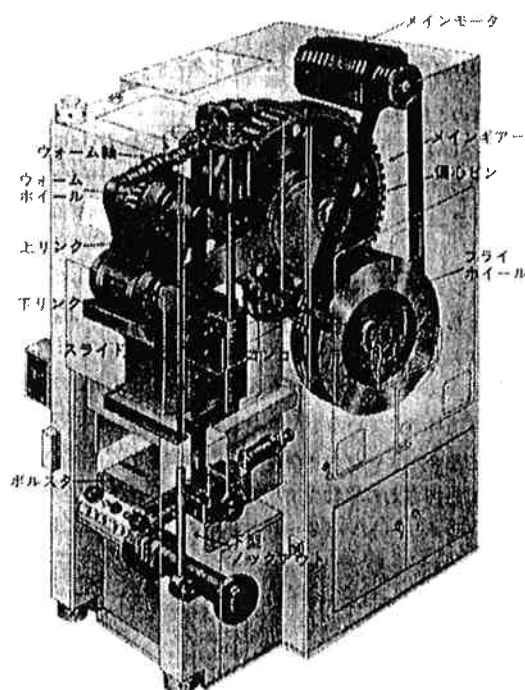


図 3-4 ナックルプレスの基本構造

加工品の精度や金型クリアランスが小さいため、プレス機械の静的精度、動的精度は著しく高い。

最近はリンク式高速自動プレスもできている。高速性と精度の関係から油圧プレス
の高速自動プレスはほとんどない。

(2) リンクプレス、ナックルプレス (図3-4、図3-5)

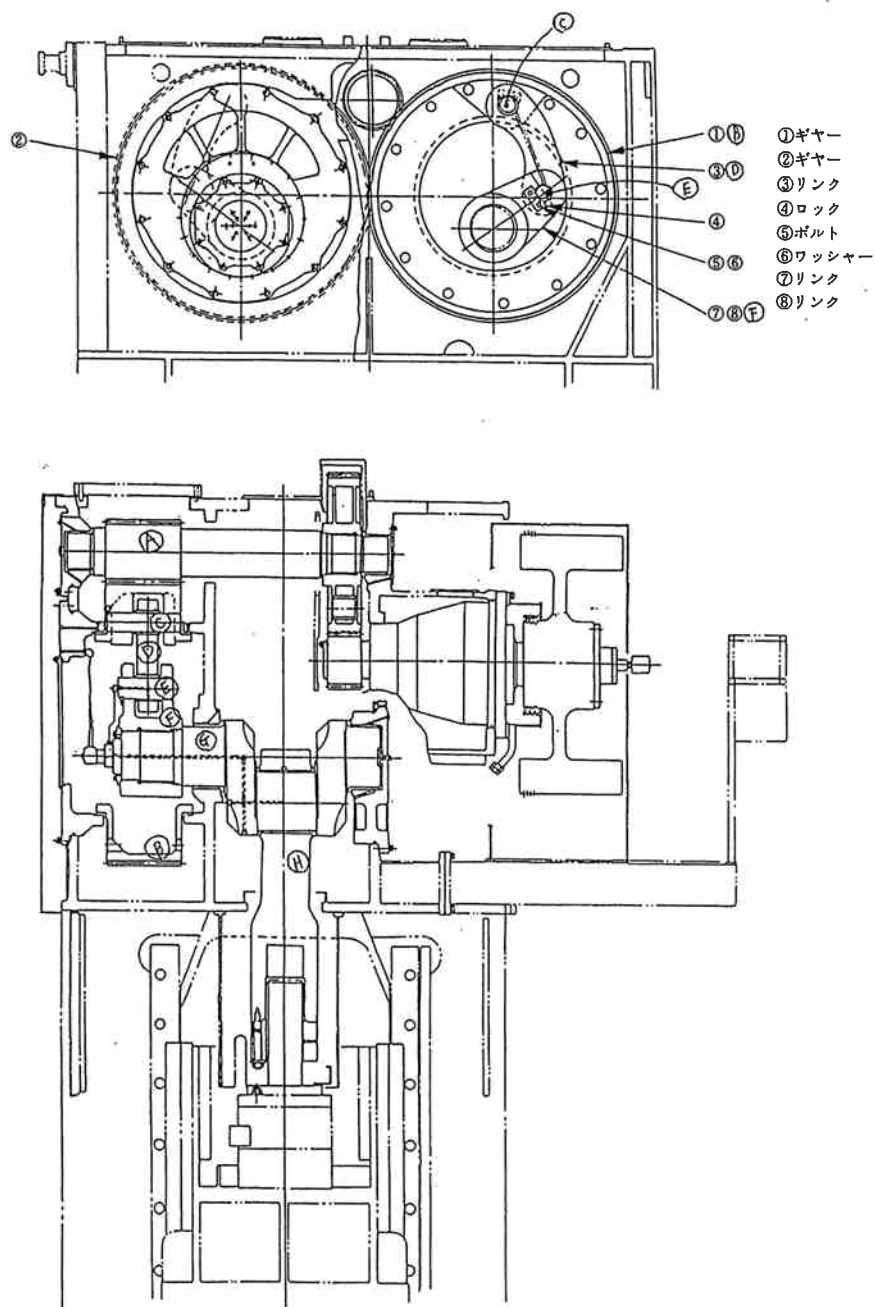


図3-5 リンクプレス構造例

クランクプレスのスライドは、上死点から下死点までの速度変化と、下死点から上死点までの速度変化が同じで、加工中の速度を遅くするにはspmを下げるしかなく、生産性が低下する。

また、コイニングなど高い圧力で材料に精度良く金型形状を転写するには加工速度が遅い方がよい。

また、コイニングのような加工は下死点付近のみで高い圧力が出ればよいので、下死点付近でスライド速度が遅く、かつ、高い加圧力が出せて、しかもspm（1分間におけるスライドのストローク回数）が余り遅くならないプレスが求められる。

それを実現しているのがナックルプレスやリンクプレスである。クランク機構とスライドの間にリンク機構を入れてその特性を出している。可変速度プレスともいわれる。

加工域だけ遅く、しかも深絞りが行える絞り用リンクプレスや下死点上高い位置から公称能力が出せる冷間鍛造用リンクプレスもあり、今ではリンクプレス式自動プレスも実現している。

実例は少ないが低速・高加圧のできるウェッジプレスもある。これは熱間鍛造プレスに使われている。

（3）ねじプレス、スクリュウプレス（図3-6）

クランク式もリンク式も元はクランク機構で駆動されている。回転駆動をねじを使ってスライドの直線動に変えているプレスがねじプレス、あるいはスクリュウプレスと呼ばれているプレスである。

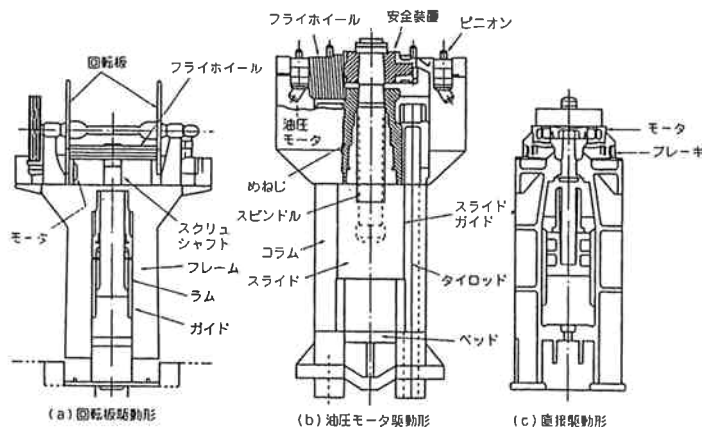


図3-6 ねじ式プレス

Spmはあまり早くできないが、ストロークのどの位置でも公称能力を発生できるプレス駆動方法である。

ねじの正転と逆転とでスライドを上下させるので、ストローク長さもスライド速度も自由に選択できる特徴がある。

熱間鍛造プレスの駆動に使われることが多かったが、最近は駆動モータをサーボモータに変えて精密プレス加工も行えるようになっている。

サーボモータを使う事によってスライドのいろいろな動き方をプログラムすることも可能で、そのプレスは指令をコンピュータが行う。

3.2.3 油圧式プレス等の種類と特徴

油圧シリンダでスライドを押す油圧プレスは、機械式プレスにない特徴がある。油圧プレスは油圧回路の制御によってスライドを任意に制御できるので機械式プレスよりプレス作業の目的に合った作動ができる。ただ、機械式プレスに比べてプレス機械の動的精度がやや劣るので、高精度プレス加工は苦手である。

(1) 絞りプレス (図3-7)

油圧プレスの最大の特徴は、スクリュウプレスと同様にストロークのどの位置でも公称能力を出せることと、ストローク長さが自由に換えられることであるが、さらに油圧シリンダを大きくすれば100,000トを超える加圧力も可能なことである。

浴槽や流しシンクなど大きな絞り圧力と深い絞りを得意としている。

(2) 折り曲げプレス (図3-8)

これも油圧制御の特徴をフルに活用したプレスで、曲げ加工をきわめてゆっくりに行ったり、下死点で一時的に停止して曲げ精度を高めることなども得意である。

(3) 卓上プレス、ベンチプレス、圧入プレス

構造が簡単なだけに小型化が容易で、加圧力数10kgの超小形プレスも可能である。その特徴を生かしてテーブルの上に置けるプレスが作られ、小物の加工や圧入などに使われている。

小形で小能力でも動力で駆動されるので「動力プレス機械」としての管理が必要である。

(4) 曲げプレス

折り曲げプレスとは違って、パイプや型钢を曲げる作業に使われるプレスである。油圧のコンパクトさと、可搬性を生かして作業現場に持ち込んで使えるのも油圧プレスの利点を生かしている。

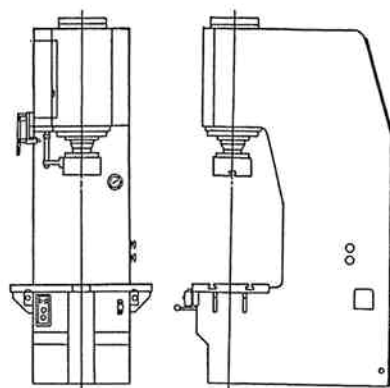


図3-7-a C形油圧プレス外形図¹⁾

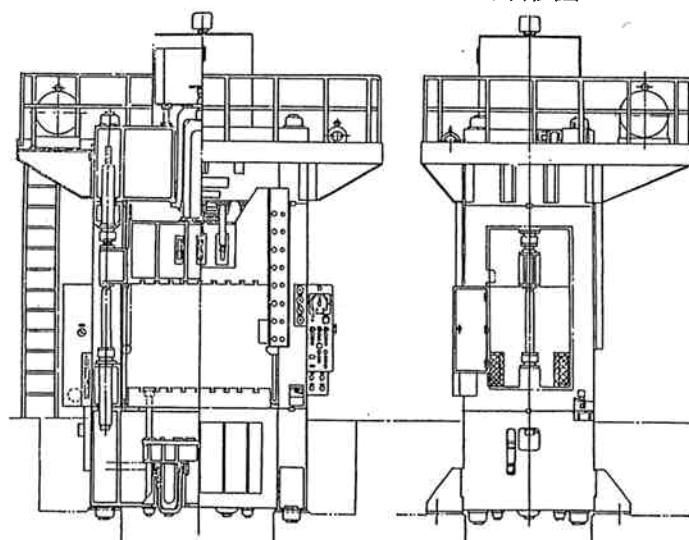


図3-7-b ストレートサイド形単動油圧プレス外形図¹⁾

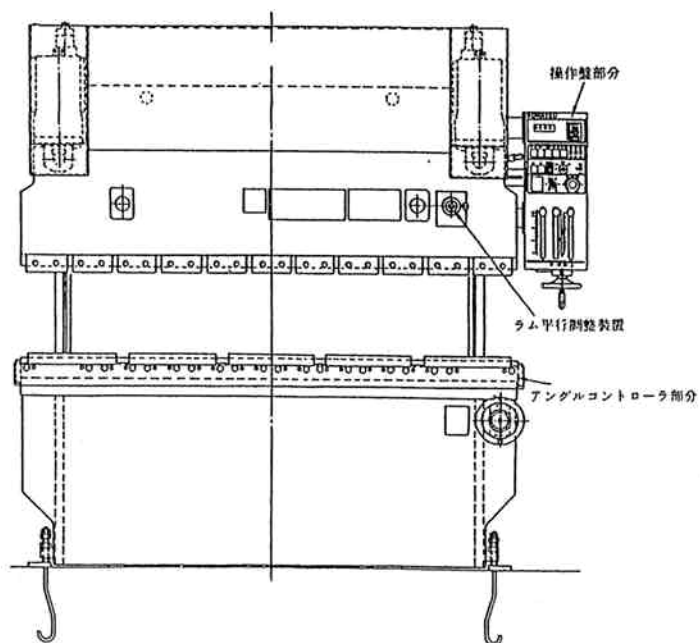


図3-8 油圧式プレスブレーキ (ラム下降式)

3.2.4 プレス機械のポイント数の種類と特徴 (図3-9)

ポイントとはコネクティングロッドとスライドを結合する部分を総称している。ポイントにはスライド調節機構や過負荷安全装置などが設けられ、加圧力をスライドに伝える重要な部分である。

ポイントには回転するところ、滑るところ、沢山の部品が組み立てられているところでもあるので、ポイント部の総合すき間はプレス機械の静的精度に大きく影響する。

油圧プレスでも呼び方は同じである。ただ、油圧プレスにはスライド調節機構と過負

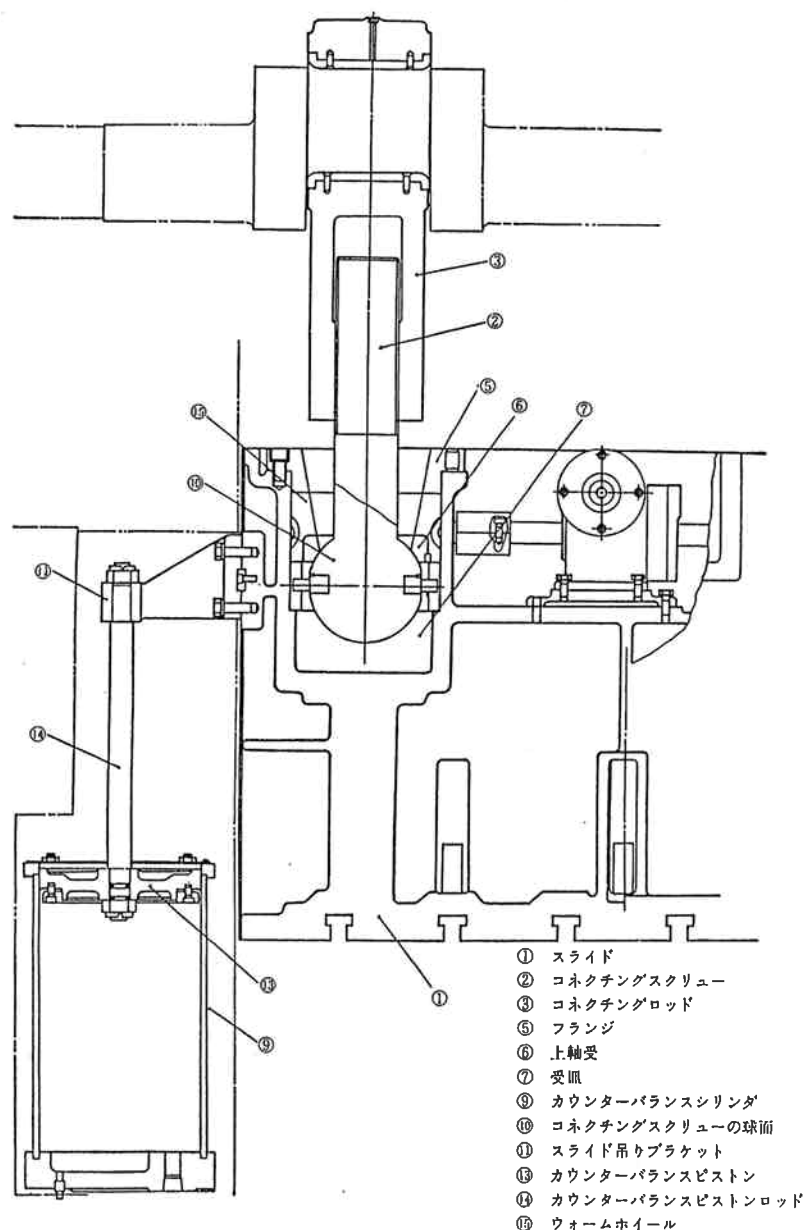


図 3-9 ストレートサイドプレスのポイント構造

荷安全装置は無い。

ポイントを日本語で呼ぶ場合はスライドを押す点という意味で単に「点」という場合がある。またの名をサスペンションともいうが、どの呼び名も機構は同じである。

加圧力をスライドに伝える機構なので、数が多いほどスライドに平均して、あるいは並行して加圧力を伝えられる。

ポイント1つはシングルクランク或いは1シリンダのプレス、ポイント2つはダブルクランク或いは2シリンダのプレス、ポイント3つはトリプルクランク或いは3シリンダのプレス、そしてポイント4つは4クランクあるいは4シリンダのプレスとなる。

ポイントが多いほど偏心荷重に強いプレスとなる。

シングルクランクプレスはポイントが1つであるから、ポイントの真下に加工荷重が集中しない限り、常にスライドを傾けようとする力(偏心荷重)が作用する。

シングルポイントは前後左右共に偏心荷重に弱く加工精度を悪化させるので、偏心荷重を小さくするよう金型の取り付け位置に工夫したり、金型内にバランス加工を入れたりする。

ダブルクランクプレスはポイントが2つになるので少なくともポイントが並んでいる左右方向は傾けようとする力の影響は小さくなる。

但し、それも2つ並んだポイントの間に荷重が掛かる場合だけであって、ポイントの外に大きな荷重が掛かる場合には偏心荷重となってスライドを傾けようとする。ダブルクランクプレスであっても前後方向はポイントが1つと全く同じなので傾けようとする力、すなわち偏心荷重には耐えられない。

3.2.5 プレス機械のポイントの構造と特徴

(1) ポイントの構造 (図3-10)

ポイントとはクランク軸からのプレス荷重をスライドに伝える装置で、ダイハイト調節の為の回転とクランク軸回転によるコネクティングロッドの揺動が出来るように自在継ぎ手式の結合となっている。

ポイントはねじや自在継ぎ手部のすき間がプレス静的精度の総合すき間に直結しているので、必要最小限に維持・管理されねばならない。

ポイント部には過負荷安全装置やダイハイト調節装置が設けられる。

自在継ぎ手構造にはボール形とピン式があるが、ここでは最も多く使われているボールジョイント式に限定して説明する。

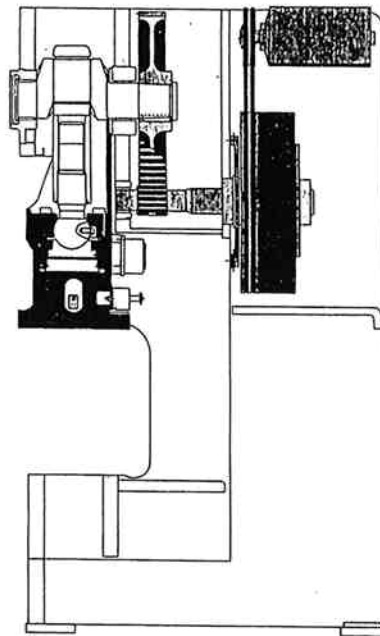


図3-10 C形プレスのポイント構造

ボール式は300tf以下の中・小形機に多く、ピン式は鍛造プレスや高速自動プレスおよび500tf以上の中・大形機に多く使われる。

ジョイント部は大きなプレス荷重を受けながらクランク軸の回転に合わせて左右または前後に揺動し、僅かしか滑らないので油膜が切れ易く焼付き易い。

従って、ポイント部の給油状態の点検は日常的に行わなければならない。(最近では点検と管理を簡単化するためにジョイント部を油槽の中に入れたものもあるが、それも油量の点検は必要である。)

ジョイント部のすき間が多くなると打抜き作業時にパンチがダイの中に適正噛み合い以上に入るし、振動で型かじりや摩耗を早め金型の寿命も短くなる。もちろん、成形品精度も悪くなる。

(2) ジョイント部のすき間調節

①すき間の測定

すき間を測定する方法は、ダイヤルゲージを図のようにセットしてから、カウンタバランスのエアを抜き、エア圧がゼロになったときのダイヤルゲージの指示値を記録する。

次にエアをゆっくり上昇させ最適バランス圧以上にする。その時のダイヤルゲージ

の指示値を読む。

この指示値からエア一圧ゼロ時の指示値を引き算した答えがジョイント部のすき間である。 プレスの機種によって異なるがすき間が0.05～0.2mm程度になるようにする。

②すき間の調節

すき間が適正量を越えている場合は次の方法で調節するが、そのプレス取扱説明書の組立図を確認しながら行い、スライド落下防止やバランス扱いおよびブレーキ扱いなど危険を避ける適切な作業が必要なので専門家が行わねばならない。

ボール形ジョイントのすき間調節はボール押さえ部に入れてある数枚の「シム」(薄い金属板)の中から適当な厚さのシムを取り外して行う。

取り外した後は給油を確実にやり、プレス加工をしない空運転をしてジョイント部の温度が上昇しない事を確認する。

空運転で温度上昇が無くても加工荷重が掛かる事によって温度が上昇する場合があるので、調節直後は注意を続けることが必要。

ピン式ジョイントはボール式のようなすき間調節はできない。ピン式ジョイント部のすき間が加工精度に影響するほど多くなった場合にはジョイント部のブシュを交換しなければならない。

ピン式は大荷重向きでブシュの摩耗も少ないが、ボール式よりすき間調節が大掛かりになる。

3.2.6 使用目的とプレス等の種類と特徴

プレス機械は汎用性の高い成形機械であるが、作業目的に合わせて多少専用機にした方がよりプレス機械の特徴を生かすことが出来る。

ここでは抜き加工、曲げ加工、絞り加工および冷間鍛造を主目的としたプレス機械について説明する。

(1) 抜き加工を主目的としたプレス

抜き加工で使われる材料の厚さは一般的に10mm以下が多く、最近では0.1mm以下もプレス打抜きの対象となっているが、もっとも多いのは0.3mm～1.0mmの薄板加工である。

その薄板抜き用プレスの特徴は次の通り。

①公称能力発生点が低く、ほとんど下死点に近い。

加工される材料の板厚が0.3mm～1.0mmと薄いのでプレス機械も下死点付近で抜き力を発生すれば良い。

従って、抜き加工用プレスは公称能力発生点も下死点付近に設定される。(その機械プレスが出せる最大の加圧力を公称能力または公称加圧能力という。)

機械プレスは公称能力発生点より高くなるにつれてそのプレスが出せる最大の加圧力は小さくなる。(詳しくは後ろの項で解説されている。)

一般的にはストローク長さの中間付近で出せる加圧力は公称能力の40%前後になる。

従って、発生点より厚い材料の場合には公称能力より低い荷重の作業しか出来ない。

抜き作業は材料が切れると瞬間的に作業が完了し、それまでプレス機械のフレーム等に蓄えていた変形エネルギーが瞬間に放出され、フレームやスライドなどがブレークスルーと呼ばれる強烈な振動と大きな騒音を発生する。

ブレークスルーの大小はプレスフレームなどの剛性と密接な関係があり、剛性が低いと振動が出易い。

一般的に剛性の低い汎用プレスで抜き作業を行う場合には公称能力の60%以下で使うのが良い。

また、プレス精度を長い間高精度に保つ為にも60%以下が望ましい。

②フライホイールの保有エネルギーが小さい。

加工に必要なエネルギーは加圧力と加工ストローク長さと加工の種類で変わる定数との積で求められる。

$$E_w = C \times F \times S$$

ここに、 E_w = 加工エネルギー...kgf-m (tf-mm)

C = 定数

F = 最大加工力...tf

S = 加工ストローク...mm

抜きプレスの作業エネルギー量は公称能力(tf)と公称能力発生点高さ(mm)との積を基準に定めているので、一般抜き用プレスのフライホイール保有エネルギーは小さい。

従って、抜き用プレスで浅い絞りや冷間鍛造を行う場合は作業エネルギーが不足する場合があるので、エネルギーを必ずチェックしてモータを傷めないようにしなければならない。

加工に使える作業エネルギーはフライホイール保有エネルギーから次の式で求められる。

$$E_w = [1 - (1 - \rho)^2] E_f$$

ここに、 E_w = 作業可能エネルギー...kgf-m (tf-mm)

E_f = 保有エネルギー...kgf-m (tf-mm)

ρ = 速度減少率

計算例

$E_f = 1200\text{kgf-m}$

$\rho = 15\%$

の時、

E_w = は？

$E_w = (1 - (1 - 0.15)^2) \times 1200 = 333\text{kgf-m}$

となる。

すなわち、フライホイールの回転数が作業する前より15%回転が落ちるまでエネルギーを使うとした場合、333kgf-mが使える作業エネルギーである。

速度減少率15%前後が単発作業で使えるエネルギーの限度なので、333kgf-m以内に収まるように加工内容を調整しなければならない。

もし、どうしても必要な作業エネルギーが333kgf-mを越える場合には、加工可能な別のプレスを選択しなければならない。

無理に333kgf-mを越えるエネルギーを使うとフライホイールの回転数が15%以上下がってしまい、モータへの負担が多くなってモータの温度がどんどん上昇し、度重なるとモータを焼損することもある。

一般的に一行程運転の断続作業は速度減少率を最大15%以内にしなければならない。これ以上にフライホイール速度が減少する場合はプレスメーカーに相談し特殊なモータに変更しなければならない。

連続運転で作業する場合は速度減少率を10%以内にする。

上記計算例のフライホイールで速度減少率10%の場合、使えるエネルギーは228kgf-mとなり、速度が5%しか変わらないのに使えるエネルギーは31.5%も減ってしまうことが分かる。

従って、spm可変のプレスはあまり低いspmで運転するとエネルギー不足になることを知っていなければならない。

特に出来あがったばかりの新しい金型トライ時、型かじりや破損を起したくないばかりに慎重になりすぎて、spmを遅くする場合があるので注意しなければならない。

可変spmプレスでは使用するspmにおけるフライホイールエネルギー(Ef)をプレス機械の取扱説明書から確かめておく事。

spmを変更した場合のフライホイール保有エネルギーの変化量は次の式で計算する。

変更前のspm = spm1・・・例えば200spm

変更後のspm = spm2・・・例えば150spm

変更前のEf = Ef1・・・例えば1800kgf-m

の場合、変更後のEf = Ef2は、

$$Ef2 = Ef1 \times (spm2 \div spm1)^2 \quad \text{kgf-m}$$

$$Ef2 = 1800 \times (150 \div 200)^2$$

$$= 1012 \text{kgf-m}$$

このようにspmは25%(50spm)しか下げていないのに、エネルギーは43.7%(788kgf-m)も下がって(二乗で下がる)してしまうことが分かる。

逆にspmを上昇させれば二乗でフライホイールエネルギーが増加することになるがモータは大きくなっていないので、あるspm以上はフライホイールエネルギーが大きくなって使えるエネルギーは二乗では増えないので、これも取扱説明書で調べておく。

このエネルギー関係はモータの形式によっても変わるので取り扱い説明書で確認する事が最も大切である。

高温に耐えられるモータ、大きな速度減少率に絶えられるモータ、瞬間トルクの大きなモータなどいろいろな特性のモータが作られているので検討することも必要。

但し配線仕様が変わる場合もあるので検討する場合はプレスメーカーに相談すること。

生産性を少しでも上げようとしてモータブリー径を大きくする場合がある。モータブリー径を大きくするとフライホイールの回転数が増加し、spmアップとなる。この場合、モータ特性と定格出力を専門家との相談が必要である。

③抜き用プレスはダイハイトが低い。

作業が抜きあるいは浅い成形が主の為、上型と下型の厚さは絞り金型より薄くて良く、型全体高さが低いから抜き用プレスのダイハイトも低く設計されている。

浅い絞り加工や曲げ加工を含む順送加工や板の一部を鍛造するなどの重荷重な順送加工を行う場合には、成形姿勢上と型剛性上から型を厚くする必要がある。

従って、金型高さが必然的に高くなり、抜き用プレスではダイハイトが不足する。

ダイハイトの低いプレスの為に無理に高さを低くした金型にすると型剛性不足になり、金型がたわみ易くなって成形精度が低下したり、金型寿命が短くなる。

ダイハイトの低いプレスでは重負荷の作業は避けるべきである。

④ボルスタに落とし穴がある。

抜き用プレスはスクラップや製品を抜き落とす為にボルスタとベッドに落とし穴が明けられるが、穴は極力小さくする。

落とし穴寸法を決める時は将来のいろいろな仕事を想定して大きくなり勝ちであるが、このプレスに小さな金型を取付けると型の真下は大部分が穴となってしまう、ボルスタやベッドの剛性は関係無くなってしまう。

金型だけの剛性に頼らざるを得なくなるので絶対に避けなければならない。

このような場合はボルスタ穴にインサートプレートを入れたり、下型だけでも厚い大きなダイプレートを使うなどして下型の剛性低下を防ぐ。

(2) 曲げ加工を主目的としたプレス。

曲げは汎用プレスでも曲げ専用プレスでも行えるが、細長い板のV曲げは短ければ汎用プレスでも加工できるが、長い場合は曲げ専用の折り曲げプレスが使われる。

ここでは汎用プレスを中心に説明し、折り曲げプレスについては簡単に触れるのみにした。

曲げ加工はV曲げとU曲げに大別でき、U曲げと特殊なV曲げはクッションを必要とする曲げである。

一般的な折り曲げプレスはベッドの構造からダイクッションが付けられないのでV曲げと穴明けや切り欠き加工に使われる。

曲げ用クッションはU曲げや特殊なV曲げをする時の板押さえと、曲げた製品を金型内から突き出す(ノックアウト)為にも利用される。

U曲げでも製品が小さければゴムやガスシリンダを使った型内クッションでも十分加工できる。

プレス機械の特長は絞り用プレスに準ずるが、フライホイールエネルギーは多くを必要としない。

spmは曲げ精度向上の為にはスライド速度は遅い方が望ましく、特に下死点付近での速度は遅い方が曲げ角度が安定する。

汎用プレスで曲げ加工をする場合は曲げ型が材料に接触する直前に停止または微速に

することができないので、加工材料の位置決めを確実にするゲージを下型上面に設ける必要がある。

(3) 絞り加工を主目的としたプレス

絞り加工を専用とするプレス機械には油圧プレスやドロ잉プレスなどがあるが、ここでは絞り加工を意識して設計された汎用プレスについて説明する。

①公称能力発生点が高い。

絞り加工用プレスは加工上の必要性からスライドストローク長さが長い。

そして、下死点上高い位置から絞り加工を開始するので公称能力発生点も高くしている。下死点上5mm～13mmが一般的で、200tf以下の機械プレスはほとんどが5mm～6mmで、1000tf近辺から上は13mm前後が多い。

ストローク長さと公称能力発生点とは次のような関係がある。

ストローク長さ200mmの機械プレスを、同じクラッチのままストローク長さを短くすると公称能力発生点が高くなる。

公称能力発生点を一定にしてストローク長さを長くすると前のストローク長さの時より。

公称能力発生点が高い絞り用機械プレスは発生点の低い抜き用機械プレスより下死点上の高い位置から高い荷重の加工ができる。

②フライホイールの保有エネルギーが大きい。

絞り用プレスのフライホイールが貯えているエネルギーは抜き用プレスのそれより10倍前後も大きい。

作業エネルギーはフライホイールの回転速度を落として取出すので、先の項で述べたように、フライホイールの(回転)速度減少率が大きければ取出したエネルギーが大量であり、速度減少率が小さければ取出したエネルギー量も少ない。

一行程の単発作業では1分当たりの作業回数が少ないので速度減少率は20%程度まで、自動化などによる連続作業では速度減少率は10%前後まで可能である。

フライホイールに大量のエネルギーを貯えたプレスであれば深絞りが行えるのはこの理由による。

③絞り用(汎用)プレスの剛性は抜き用プレスより低い。

抜き加工はパンチ・ダイのクリアランスが小さいことと、高spmで作業して振動と騒音が大きくなりやすいのでプレス剛性を高くしているが、金型クリアランスがゆるく、

spmも遅い絞り用プレスは振動と騒音が大きくなり難いのでプレス剛性は低目にしている。

絞り用(汎用)プレスの剛性は抜き用プレスの剛性の60%前後と低く設定されることが多い。

また、絞り加工は広い面積に分散して(金型周辺に分散されることが多い)成形荷重が作用することを前提に設計される。

従って、ボルスタ面積の広いプレスの中心付近に小さな金型を1型だけ取付けて作業するような場合は集中荷重状態になる。このような場合は公称能力の50%以下で使うのが望ましい。

上の理由から絞り用プレスで厚板の抜き作業や集中荷重になり易い冷間鍛造などは避けるべきである。

④ボルスタに落とし穴が無く、クッションピン穴やクッションパット穴がある。

絞り加工の為にダイクッションがベッド内に設けられるから、特殊なクッションパットにしない限りボルスタにもベッドにもスクラップや成形品を落とす穴は無い。

ボルスタにはクッションピン穴が多数明けられ、ベッドはクッションパットの為の大きな穴が明けられる。

従って、パット上方はボルスタだけがプレス荷重を受けることになり、ボルスタの有効厚さがベッド側剛性になる。

ベッド穴は最大金型寸法(最も外側に入れられるクッションピン位置)を意識したパット寸法より大きく明けられるので、小さな金型だと型の真下は全てベッド穴ということになる。

当然プレスベッドの剛性は使えず、ボルスタと下型の剛性に頼らざるを得ない。

ボルスタには金型取付け用にT溝が切られることが多いが、大寸法の金型取付けボルトを使う大形プレスではT溝寸法も大きく、しかも深くなるのでボルスタの厚さを減らすことになり、結果としてボルスタ剛性を低下させることになる。

T溝を切る場合は予めボルスタ厚さを厚くし、できればT溝を止めてタップねじにして剛性低下を避けた方が良い。

クッションピンを入れないピン穴はふたをして細かいスクラップなどがピン穴からパット上面に落ちないようにする。

スクラップが落ちると逃げ場が狭いためにパット上に溜まる事が多く、絞り金型の板

押さえ精度を悪化させたり、時には板押さえを割ってしまう場合もある。

板押さえ精度が低下すれば品質の良い絞り加工は不可能になる。

⑤spmが遅く、ストローク長さとスライド調節量が長い。

成形が成功する成形速度限界が存在し、材質や加工条件によって変わる。絞り加工だけではなく、抜き加工も毎秒数mm以上になるとせん断面品質が向上するといわれる速度が存在する。

限界速度は潤滑条件によっても変化するので特定の速度でなければならないという事ではない。

鋼板絞りでは20m/分という数値があるし、アルミニウム合金の50m/分や同合金など材質にも大きく関係している。

絞り深さが深いと下型も上型も高くなり全金型高さが高くなって高いダイハイトを必要とし、逆に絞り深さが浅くなると全金型高さが低くなるのでダイハイトは低くてよい。

浅い絞りはストローク長さが短くて良いがストローク長さは帰られないのでダイハイト変化で対応することになる。

従って、ダイハイト調節量が多い程多種の絞り金型を取付けることができる。

(4) 冷間鍛造を主目的としたプレス

冷間鍛造は直径が30mmから60mm前後の小さな金属素材の「かたまり(以下、スラグと呼ぶ。)」を素材の引張り強さの4~6倍に相当する変形応力を加えて成形するので、狭い型面積に非常に大きな荷重を加える加工である。いわゆる集中荷重加工である。

従って冷間鍛造用プレスに求められることは、

- ・型取付け面積が小さいプレスで、
- ・ボルスタに落とし穴が無く、
- ・シングルランクプレスで、
- ・剛性が高く、
- ・公称能力発生点が高く、
- ・フライホイールエネルギーが大きい

などがある。

冷間鍛造後の成形品を下型内からロックアウトする為のスライドの動きと連動できるロックアウト装置が不可欠である。

これらを考慮すると冷間鍛造は汎用プレスで行うのは無理が多いことが分かる。

冷間鍛造用プレスが無い為に止むを得ず汎用プレスで冷鍛加工する場合は、公称能力が大きく、ボルスタ穴が無く面積の小さなプレスを選び、かつ、公称能力の60%以下で使うようにする。

公称能力発生点が低いとトルク能力的に深い冷間鍛造加工はできないので、想定できる荷重－行程圧力パターンとプレス機械の荷重－行程圧力曲線を比較し、トルク過負荷にならないようにする。

3.2.7 プレス加工以外の塑性加工機械

プレス機械以外にもプレス部品の加工に使われる塑性加工機械があるのでその概要を簡単に説明する。

(1) 転造機械

転造はロール(円筒)状をしたダイスという工具を使い、ダイス表面に作られた形状を相手素材に回転しながら転写する加工法である。

ボルトやビス等の雄ねじを形作ったり、Vブーリなどの溝を形作る塑性加工機械である。

プレス機械のすぐ側に置いてプレス加工と連続化することもある。

(2) バルジ成形機

プレス加工は金属の工具で素材を変形させるが、バルジ成形は内側または外側に置いた油またはゴムを使って成形する方法で、金型の一部が要らないことと、金属金型で成形するよりも1回の加圧で複雑な形状を得ることができる。

また金属の金型と擦れる量が少ないので疵も付き難い利点がある。更に、金属製金型のような局部的加圧ではなく、材料表面全面に圧力を掛けて成形するので破断し難いという利点もある。

最近では自動車のドアやボンネットなど少量生産品の加工に利用できる大形の液圧成形機もある。

ゴムバルジの場合、ゴムは消耗品となるほど寿命が短い。液圧バルジは液を漏れないようにしながら、かつ、制御しながら漏らすなどの特殊な技術を必要としている。

(3) ロール成形機

ガードレールやサッシのような断面形状を持つ長い製品を加工する成形機で、プレス加工のように金型を押し付けるのではなく、また、転造のようにダイスを押し付けて素

材の厚さを変えて成形する方法でもない。

ロール成形は次のような形状を持つ成形ロールの林の中を次々の通過させて徐々に板の形を変えて行く機械である。

成形ロールは雄型的に作用するロール1本と雌型的に作用するロール1本を上下に配置して1組のロールとなる。

ロール成形機は、普通はコイル材を素材とし、入り口の形状が平らに近いロールから製品の断面形状になった出口の成形ロールに至るまで、少しずつ断面形状を変えた10～30基の成形ロールが並べられる。

コイル材は成形ロールの林の中を通って出てくると製品断面になっている。

従って、断面が少しでも変われば全成形ロールを交換しなければならないので、工具コストは高い。

(4) シヤー

素材切断機で、多くのプレス工場で使われる。厚さ20mm以上の板を切る切断機もある。細長く切った材料がねじれないようにするなどいろいろな機構が付属する。円盤状に切ったり、90度に切り欠いたりなど目的に合せたシヤーもある。

3.3 機械プレス、特にクランクプレスの構造

機械プレスはフライホイールに作業用のエネルギーとトルクを蓄え、クラッチを介してクランク軸に伝える構造の概要は前の方で述べてあるので、ここではもう少し詳しく説明する。

3.3.1 プレスの加圧力発生機構 (図3-11)

機械プレスはフライホイールの回転を直接クランク軸に伝える直動形(素回しともいう。)と歯車を経て伝えるギヤー掛け形とがある。

(1) 直動形

フライホイールにクラッチを設けたプレスでフライホイールの回転数がそのままプレスのspmになる。

直動形はクラッチのトルクがそのままクランク軸のトルクになるので、公称能力発生点の低い抜き用プレス(高速自動プレスなど。)やspmを早めてスライド速度を早くしたい熱間鍛造プレスなどに使われる駆動方式である。熱間鍛造は高熱の材料が金型と接している時間を極力短くしたい為に2000tf以上のプレスでも150spm以上で運転される。

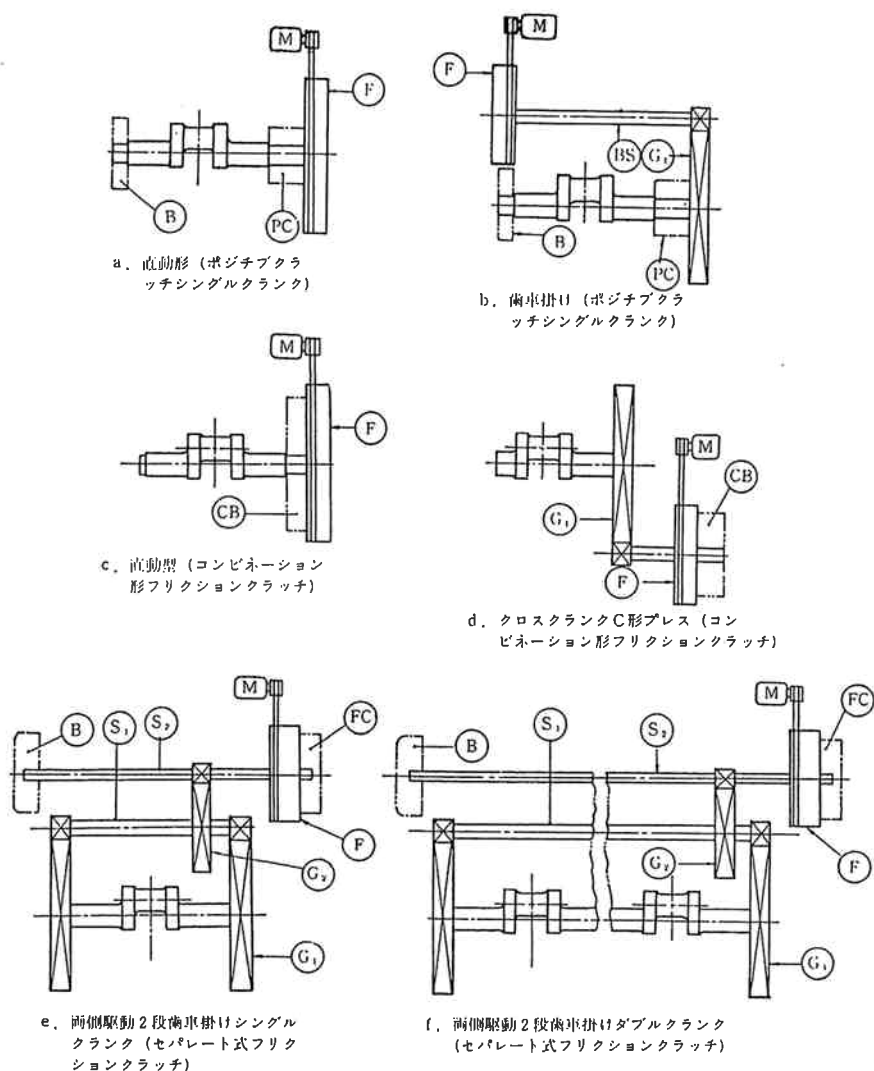


図3-11 加圧力発生機構とギヤー配置

熱間鍛造プレスは加圧力も大きく、公称能力発生点も高いのでギヤー掛けプレスの3倍から10倍のクラッチトルクを必要とする。

フライホイールとクランク軸だけで駆動用ギヤーが無いのでプレス機械のフレーム構造も簡単になる。

ギヤー掛け式に比べてクラッチが大形で重くなるので、クラッチ作動用エアの使用量も多く応答性が落ち易いので、乾式クラッチが用いられる。

直動形プレスのspmは4000spmプレスも作られなど高速化に有理であるが、熱間鍛造のように低いspmで、大きな作業エネルギーが必要なプレスはフライホイールの回転数が低い為に大きく重いフライホイールが必要である。

その為フライホイールをさせるベアリングは特殊で非常に強度のあるものでなければならず、ベアリングの給油も大切である。

(2) ギヤー掛け形

フライホイールの回転数をギヤーで減速するのでフライホイールに設けたクラッチトルクを増大させることが出来る。

従って、spmは遅くても良く公称能力発生点の高いプレスに使われるし、小さいクラッチトルクでも大きな加圧力が得られるので小形プレスから大形プレスまで広く使われる駆動方式である。

ギヤー減速機構は一段式と二段式が多く、まれだが三段式もある。段数が多いほどクランク軸の回転数が下がり、一段式では最高200spm前後、二段式では最高60spm程度、三段式では最高20spm程度にまで下がる。

spm可変式のプレスでは一段式が多い。

ギヤー掛け式はspmが遅くなる分トルクがクランク軸トルクが大きくなるからプレスとしては加圧能力の増大や能力発生点の増大という利点を得られる。

また、プレスの加圧力に対するクラッチトルクが小さくて良いので、クラッチが小型化でき価格も安くなるし、応答性も向上する。

低spmに対しフライホイールの回転数が高いのでフライホイールの保有エネルギーを大きくしてもフライホイールは小さくできるといういろいろな利点がある。

その一方でクラッチは回転数の早いところで切り・入りされるのでしっかりした点検・保守が必要である。

3.3.2 プレスのエネルギー供給構造

プレス機械が出せる作業用エネルギーの源はフライホイールを回しているモータである。

モータは次の式で表されるエネルギーをベルトを介してフライホイールに与える。

$$E_m = 102 \times 60 \times kw \times \eta \cdots (\text{kgf-m})$$

ここに、 E_m = モータの出せるエネルギー $\cdots$ kgf-m

kw = モータの出力

η = 機械効率 (一般的に0.85)

計算例

$$kw=5.5$$

$$\eta=0.85$$

の時、

$$Em=\text{は？}$$

$$Em=102 \times 60 \times 5.5 \times 0.85 = 28600 \cdots \text{kgf-m}$$

となる。

もし、100spmで運転する場合は

$$Ew=28600 \div 100 = 286 \cdots \text{kgf-m}$$

となり、1回当たり最大286kgf-mの作業ができることになるが、モータの性能やフライホイールの速度減少率などを考慮してこれより少なめに使い、正確には取扱説明書で確認する。

また、連続運転で使うか断続運転で使うかによっても変わるので注意が必要である。

このようにモータから供給されるエネルギーはフライホイールの回転運動の形で蓄えられ、作業でエネルギーを使うとフライホイールの回転数が低下する。

フライホイールの回転数が低下するとベルトでつながったモータの回転数も下がりモータに沢山の電流を流して回転数を復帰させようとする。

この大きな電流がモータの温度を上昇させるので、モータの定格能力以上にエネルギーを使うのは避けなければならない。

速度減少率が大きくなると復帰させようとするときにベルトに大きな張力が掛かり、滑りが生じてベルトの早期摩耗を来すので、ベルトは適正な張力で張られなければならない、強すぎても弱くてもベルトを痛める。

定期的にベルトの張力を検査する必要がある。

3.3.3 プレスのフレーム構造の種類と特徴 (図3-12)

フレーム構造には大別してC形フレームと門形フレームがある。

C形フレームはフレームの前側にプレス荷重に耐える構造物がなく、後側の構造物だけでプレス荷重を支えるので、フレームは後ろに反り返るような変形がフレームの真っ直ぐ伸びに加わるので高精度プレス加工や大圧力加工には向かない。

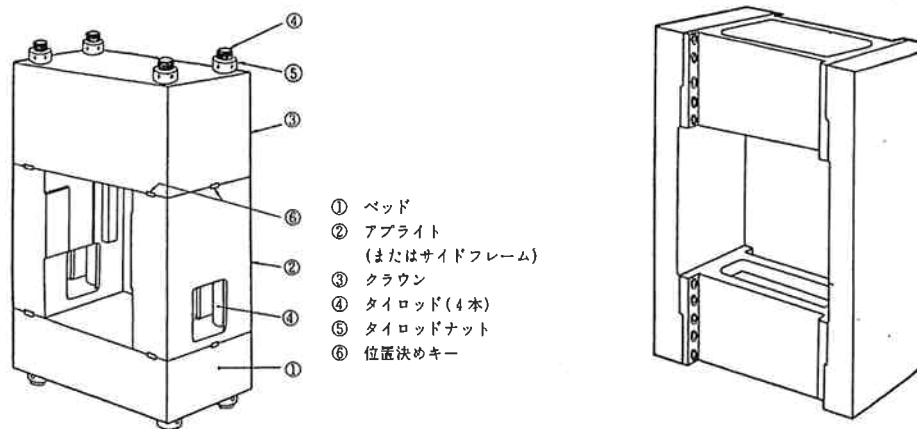


図3-12-aタイロッド式組立フレーム基本構造 図3-12-bタイロッドレス式組立フレームの基本構造

C形フレームプレスにはシングルクランクプレスとダブルクランクプレスがあるが、特殊な油圧プレス以外はいずれも公称能力300トン以下の機械プレスに限定される。

門形フレームは左右あるいは4隅に荷重に耐える構造物があるのでC形フレームのような反り返る変形はないので大加圧プレスにも高精度プレスにも使われている。

門形フレームを別名ストレートサイド形ともいう。それはフレームが下から上までストレート（真っ直ぐ）であることから来ている。

門形フレームは小形プレスでは一体で製作されるが、大形になるほどプレスメーカーからユーザーまでの道路輸送の法律制限から分割・組立フレームが採用される。

分割にはいろいろな方法があり、プレスの用途や大きさで使い分けている。組立の最も一般的な小形プレスではボルト締め、大形プレスではタイロッド締めが多い。タイロッドもボルトの一種ではあるがねじ寸法が100mmとか300mmと大きくなるとスパナでは締められなくなるので、油圧シリンダを使って締める。

運転検査後に出荷するときは必要最小限（重量も含めて）に解体され、梱包されて搬送される。据付工場で組立て後再び油圧シリンダで締付けて完了となる。

一体で作られるC形プレスは解体の手間が掛からない良さがあるが、輸送制限以下の大きさまでしか作れない。

3.3.4 プレスのスライド構造（図3-13）

（1）スライドの持つ機能

スライドは上型を取り付けられる構造と加圧力を型に与える働きと、上型が正しく下型に合うようにストローク中真っ直ぐに案内する働きとを持たねばならない。

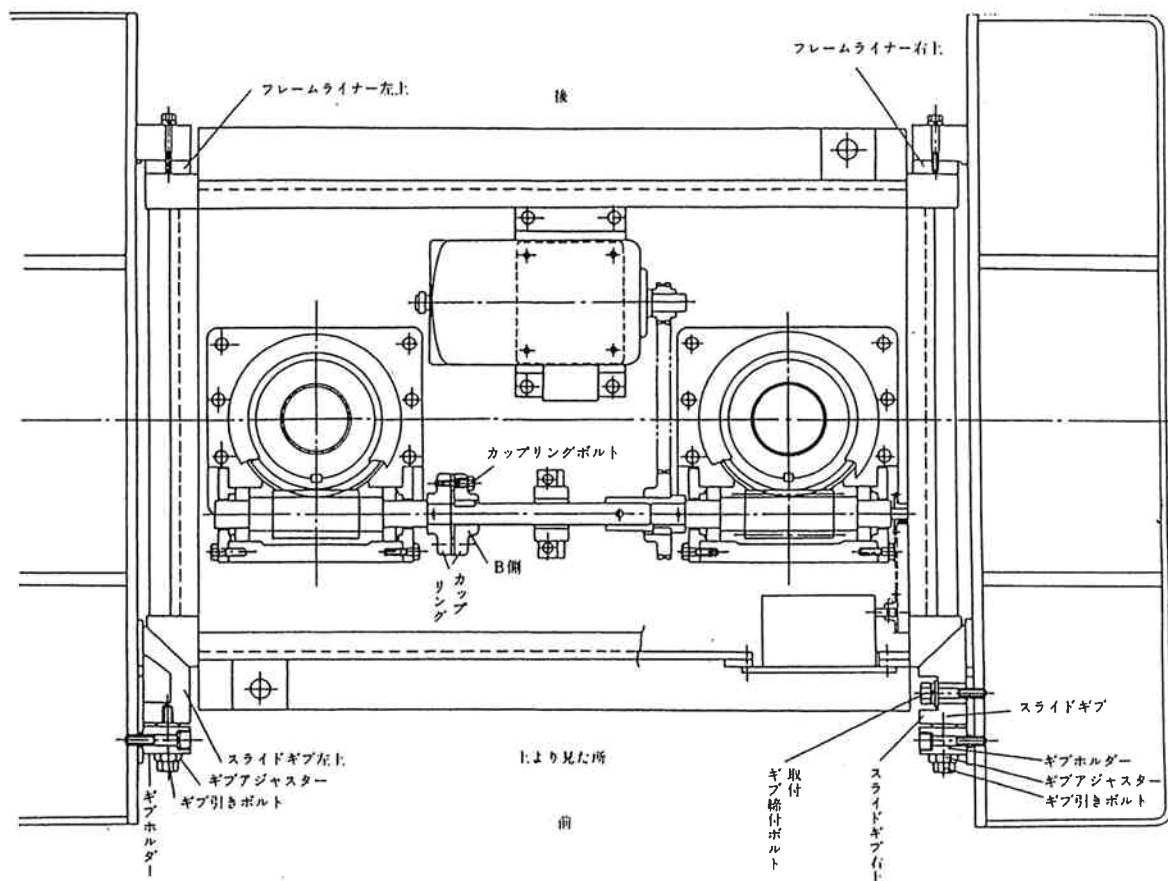


図3-13 スライド調節装置 (ダブル)

従って、スライドの下面は精度の良い平らな面を持ち、上型を取り付けるボルト穴やT溝、あるいはダイクランプ等が設けられる。

スライドには金型高さに合わせるダイハイト調節機構とプレスを過負荷から守る過負荷防止装置が組み込まれる。

スライドを真っ直ぐ案内するガイド機構はフレーム側にスライドガイドが設けられ、その案内面内をスライドが摺動する方式が多く、フレームにガイドを設ける方式は平らな面でガイドする方式である。

面のすき間を調節する調節式ギブが用いられ、定期的に検査および調節が行われなければならない。

高速・高精度プレスではボルスタ側に設けたスライドガイドで案内する方式が多くなり、こちらは面によるガイドではなく、スライドに固定した円筒(ポスト)をボルスタ側の円筒ブシュで案内するポストガイドを採用したプレスがほとんどである。

ポスト式はすき間を調節できるタイプと出来ないタイプがあり、出来ないタイプはころがり軸受けを組み込んで摩耗し難くしている。

このようにスライドガイド方式はプレスの大きさ、使用目的、求める精度、運転速度、スライドの大きさ、加工温度、雰囲気等によっていろいろの方式がある。

最も一般的なものを図に示した。ガイドする面の数が多いほど高精度向きといわれるが、面数が少なくてもスライドの案内長さの長い方式は偏心荷重に耐える能力が高い。

最も少ないのが4面式だが、4面式でもいくつかの方式がプレスに合わせて使われる。

最も多いのが8面式で2面90度を4箇所にて、高精度プレスや冷間鍛造プレスなどに使われる。

最近の小形汎用プレスは5面式と6面式があるが、高精度加工に有利な6面式が多くなった。

ガイドの給油にはグリス式と油式があり、ギブすき間の少ない油式給油が多くなった。

グリス式はグリスが使い捨てられるが高温でも高い潤滑性を持つので熱間鍛造プレスや温間鍛造プレスにも使われる。

グリス式は厚い油膜を構成するのでギブすき間が多くなり、現在のように高精度加工が主になるとグリス式は少なくなる傾向にある。

給油量の監視は給油切り替え弁の作動と圧力で行う。

油式には使い捨て式と循環式とがあり、潤滑油の働きに給油部の冷却を考えるとようになってから給油量が増大し、循環式が多くなっている。最近ではプレスの温度を一定に保つ目的で加熱の媒体として潤滑油を使うようになった。

油潤滑は油膜が薄くできるので高精度のプレスや高速プレスに使われることが多かったが、最近は小形汎用プレスにも油潤滑方式が多く採用されるようになった。

給油量の監視は以前は流量インジケータと圧力で行われたが、最近は圧力だけで行われる。

循環式は油温によって酸化したり、金属摩耗粉が油に混じるのでフィルターの管理と定期的に酸化度を検査し、新油との交換など適切な管理が必要である。

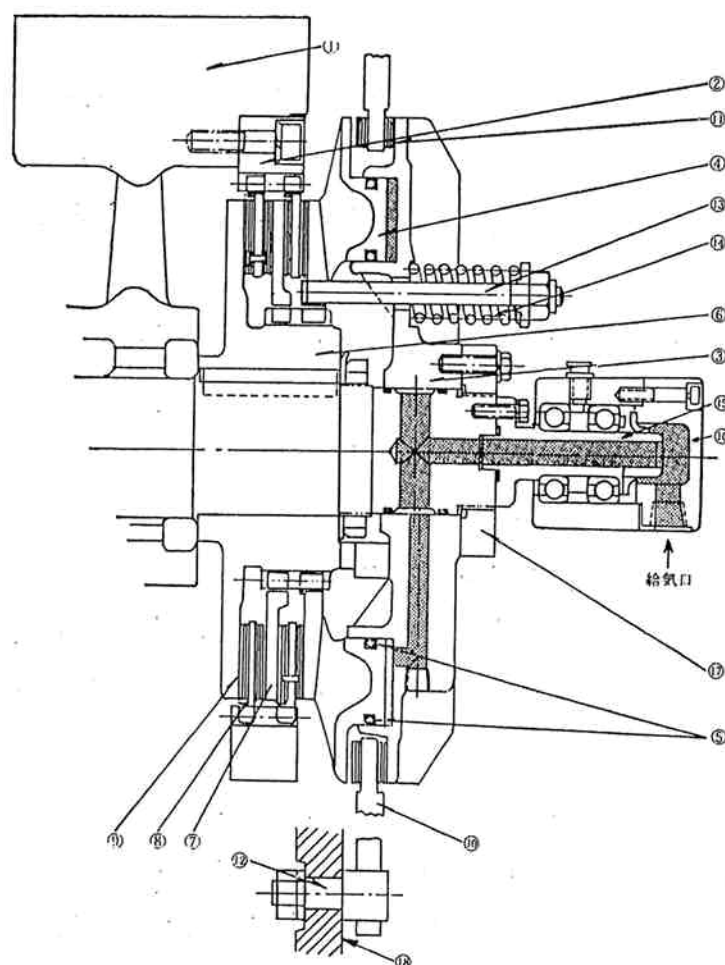
3.3.5 クラッチ・ブレーキの種類と特徴

クラッチには大きく分けて機械式のポジティブクラッチと摩擦板式のフリクションクラッチとがあるがここではフリクションクラッチについて説明する。

(1) フリクションクラッチの構造 (図3-14、図3-15、図3-16)

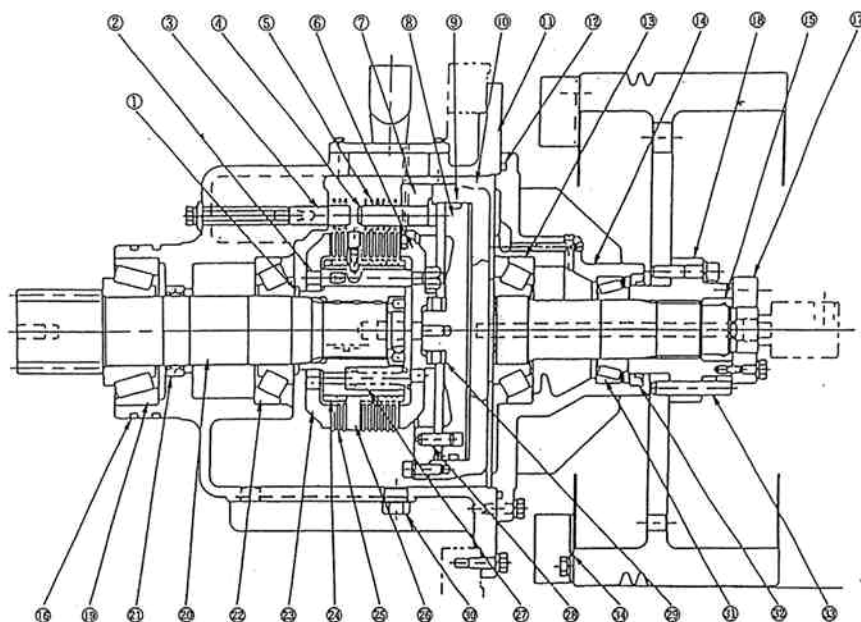
フリクションクラッチは回転している摩擦板に、停止していた摩擦板を押し付けて、摩擦板と摩擦板との間の摩擦力で停止していた摩擦板を加速しながら回転力を相手側に伝える装置である。

摩擦板には摩擦材を貼り付けた摩擦板と摩擦材無しの円板とがあり、摩擦板が1枚の単板式と2枚以上の複板形式がある。



- | | | |
|-------------|--------------|-------|
| ①フライホイール | ⑦クラッチ用摩擦板(内) | ⑬作動ピン |
| ②クラッチリング | ⑧クラッチ用摩擦板(外) | ⑭ばね |
| ③クラッチシリンダ | ⑨クラッチ用ライニング | ⑮給気管 |
| ④ピストン | ⑩ブレーキ用摩擦板 | ⑯給気金具 |
| ⑤ピストンパッキン | ⑪ブレーキ用ライニング | ⑰軸端座金 |
| ⑥クラッチディスクハブ | ⑫ブレーキ用ピン | ⑱フレーム |

図3-14-a コンビネーションクラッチブレーキ (乾式)



- | | | |
|----------|----------|-------------|
| ① デイスタンス | ⑬ ベアリング | ②⑤ ディスク |
| ② ボルト | ⑭ ケーシング | ②⑥ ディスク |
| ③ ピン | ⑮ ナット | ②⑦ ばね |
| ④ ピン | ⑯ O-リング | ②⑧ ピン |
| ⑤ ライニング | ⑰ O-リング | ②⑨ ベアリング |
| ⑥ ディスク | ⑱ サポーター | ③⑩ マグネットプラグ |
| ⑦ ホルダー | ⑲ ベアリング | ③⑪ ベアリング |
| ⑧ ラム | ⑳ シャフト | ③⑫ オイルシール |
| ⑨ O-リング | ㉑ オイルシール | ③⑬ ピン |
| ⑩ シャフト | ㉒ ベアリング | ③⑭ ファン |
| ⑪ ケーシング | ㉓ ディスク | |
| ⑫ O-リング | ㉔ シャフト | |

図3-14-b コンビネーション形クラッチ、ブレーキ（例3）

一般的には円板が常時回転側（フライホイールやギヤー側）である駆動側に設けられ、摩擦材を貼った摩擦板が回転させられる側（駆動軸やクランク軸側）である被駆動側に設けられる。

停止していた摩擦板が加速摩擦板と同じ速度に達するまで、停止していた摩擦板は滑りながら加速されていく。

最終的には回転していた摩擦板の回転数と停止していた摩擦板の回転数は同じとなり、摩擦板同志が一体となって回転する。

この滑りながら加速される間に発生する摩擦熱によって摩擦板の温度が急激に上昇し、高温は摩擦係数を大きく低下させる。

摩擦係数が低下すると益々滑りが多くなり、発熱が更に激しくなる。この状態が続く

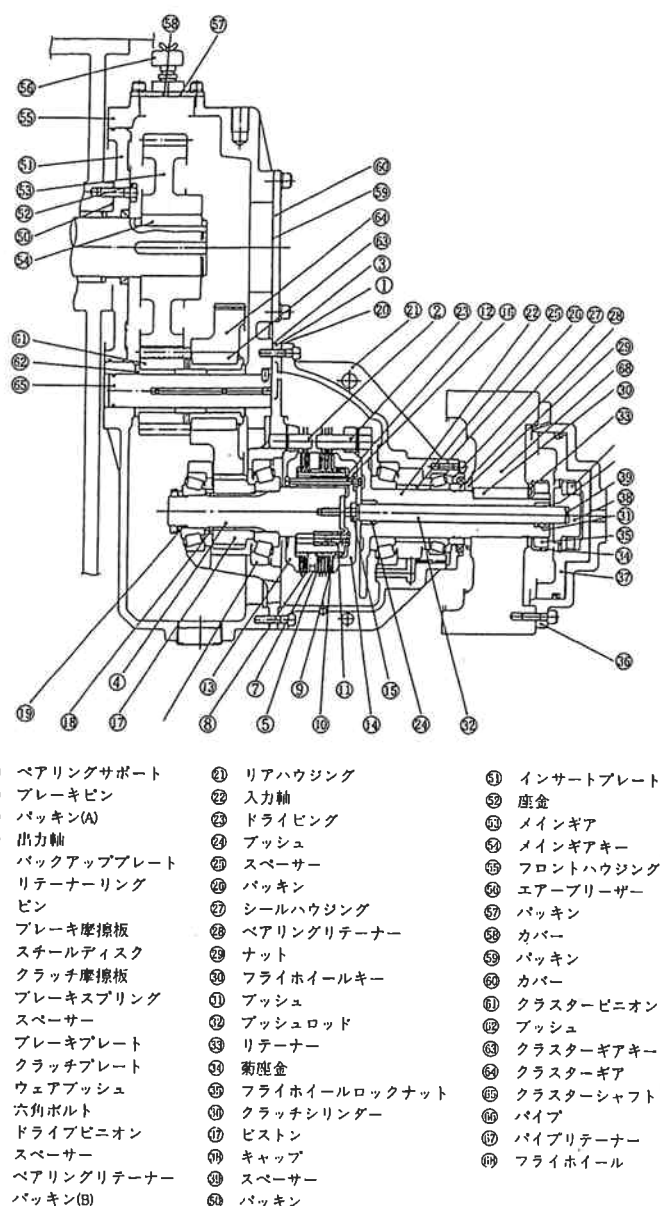


図 3-14-c コンビネーション形クラッチ、ブレーキ（例 2）

と摩擦材が焦げて炭のようになり（炭化という）、炭化は摩擦係数をほとんどゼロにする。

発熱は次のような原因で発生する。

①押し付け力の低下

押し付け力の低下もいろいろな原因がある。

・エア圧力や油圧力の低下

摩擦板を押し付ける力はエアシリンダ又は油圧シリンダで発生させているが、つき

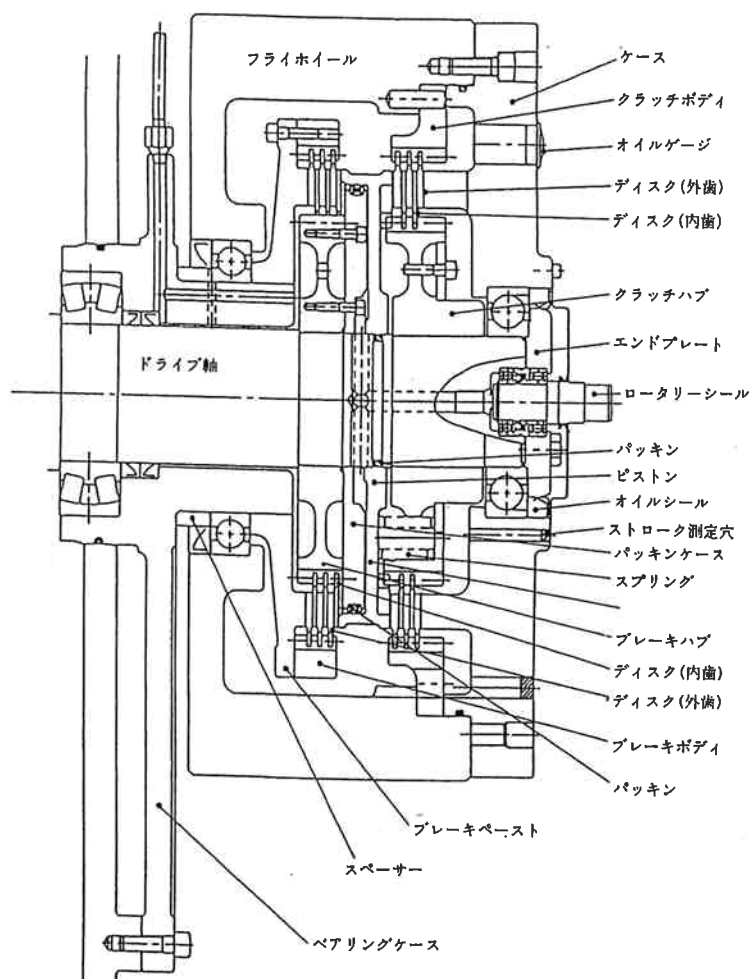


図 3-14-d コンビネーション形クラッチ、ブレーキ（例 1）

のような場合が多い。

エアの場合はコンプレッサ停止等の工場エアライン異常やエアホースの破裂もしくは詰まりなど供給配管に異常が発生した場合など広い範囲で発生することが多い。

油圧の場合は油圧ポンプの異常や配管からの漏れ、あるいは圧力制御弁の異常など狭い範囲で起こることが多い。

圧力が規定値より低下すると圧力スイッチが異常を検出して自動的に非常停止する。夏場など吹き出しエアで冷をとると工場エアラインの圧力が下がり非常停止が働く場合があるので、吹き出しエアによる冷を取ることはしてはならない。

非常停止が働かなくてもエアラインの供給が十分でなくなるとクラッチ・ブレーキの応答性が悪くなるので危険であるし、型合せなどにおける寸動運転性が低下し型を破損したり作業も危険になる。

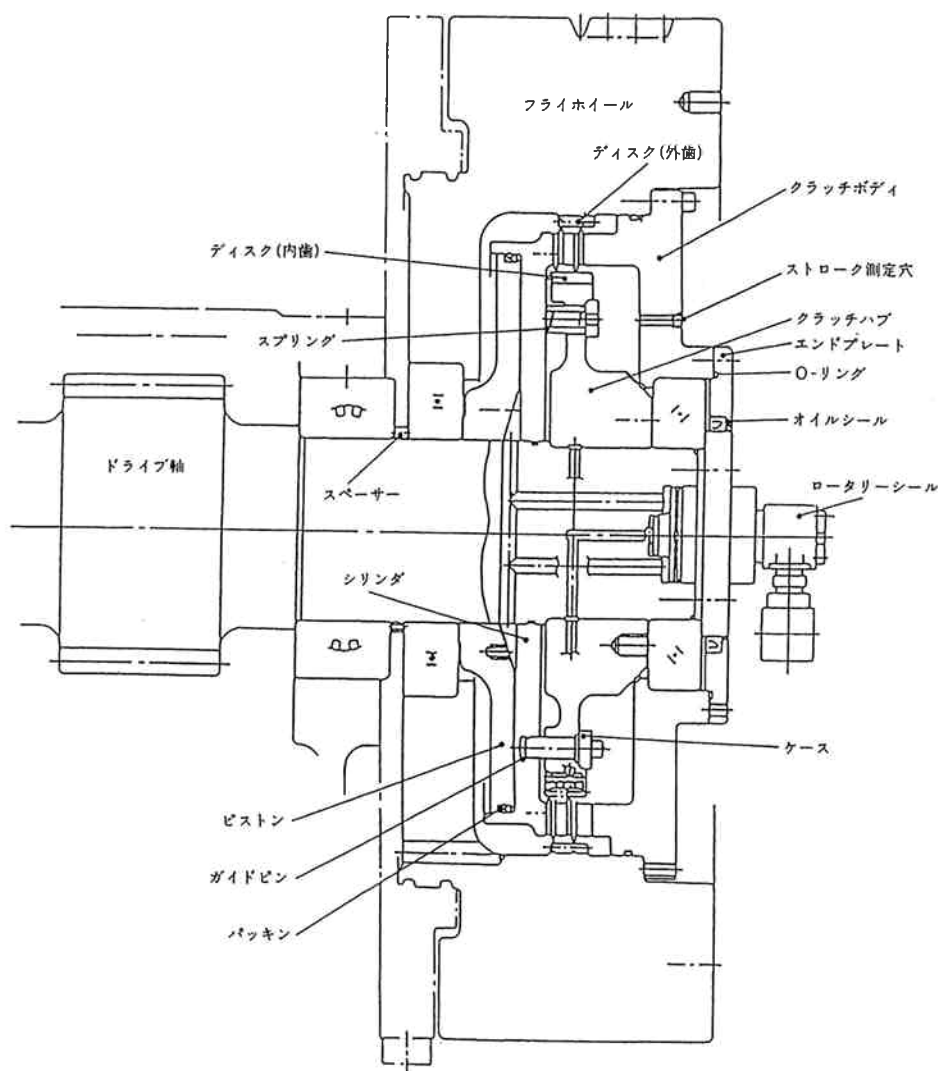


図3-15 セパレート形湿式クラッチ

・摩擦板戻し用ばねの異常

クラッチはエアまたは油圧の圧力で摩擦板を押し付けてクラッチを結合し、圧力を抜いて戻しばねでクラッチを切る装置であるから、ばねが破損したり取付け位置がずれたり、あるいは動きに異常が発生すると所定のエア圧や油圧では摩擦板を押せなくなったり、押す力が十分に伝わらなくなる。

日常点検で見える場合が多いが、ばねは突然折れるし、折れた場合も折れかたが動きを悪くするようにならない場合はばね折れの発見が遅れる場合があるので、注意深い日常点検が大切である。

組み込まれているばねの本数が大抵8本以上と多いので、1本破損しても目立った異

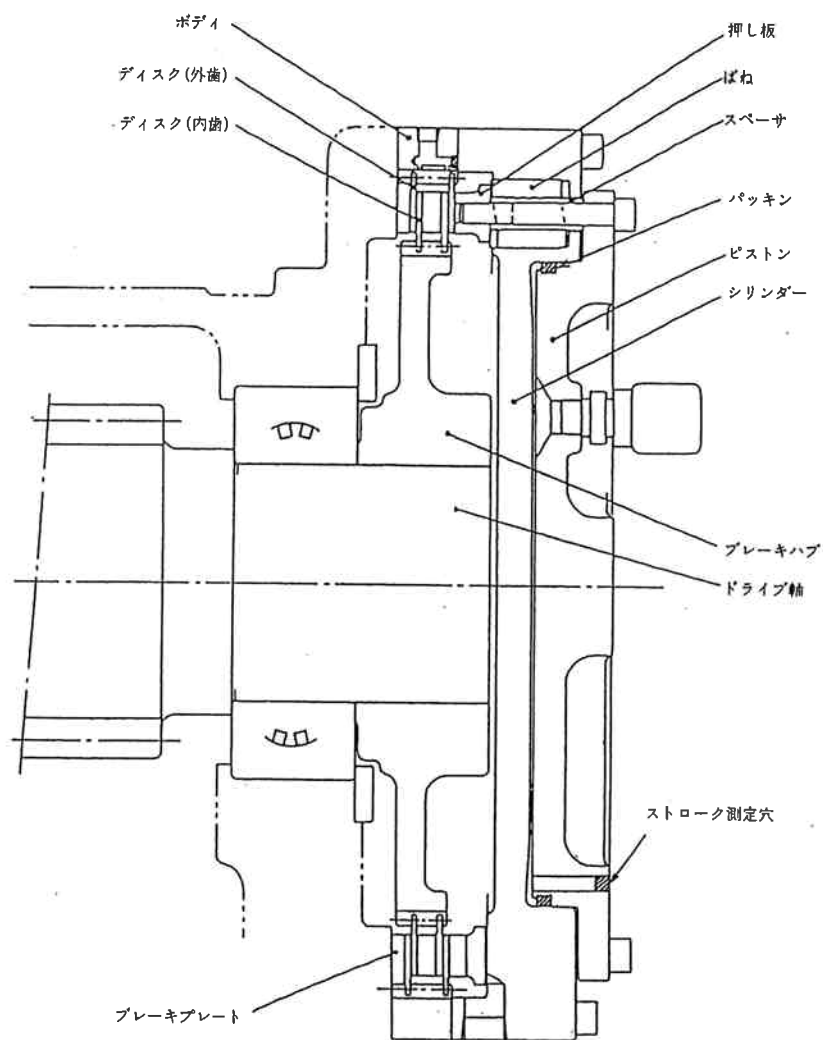


図 3-16 セパレート形湿式ブレーキ

常にならない場合があるので、クラッチ作動時に偏った動きがないかなど細かな点にも注意が必要である。

1年以内に1回行う「特定自主定期点検」ではクラッチ・ブレーキの解体点検が望ましい。(新しい法律では異常が認められない場合は解体点検が不要になった。)

・摩擦面への油類の侵入（ここでは乾式クラッチについて説明する。）

フリクション式クラッチには自動車の自動変速機のように摩擦板を油の中に入れて使う「湿式クラッチ」と油を遮断して空気中で使う「乾式クラッチ」があり、新しい機械プレスの多くは湿式クラッチを用いている。

10～15年前に作られた機械プレスのクラッチは乾式がほとんどである。乾式は摩擦板

の摩耗が湿式より遥かに多いので摩擦板のストローク調節や保守を決め細かく行う必要があるが、クラッチ切り入りの応答性が良いため高速自動プレスは現在でも乾式が用いられる。

フリクションクラッチは摩擦板の摩擦係数を利用して回転力を伝えるので、摩擦係数の低下は直ちにクラッチ異常になる。

摩擦係数の低下は摩擦板の滑りを多くするので発熱が激しくなり、クラッチの応答性を著しく悪化させ、危険である。

日常点検で摩擦板の摩耗粉を注意深く観ることによって発見できる場合がある。油の侵入が多くなると摩耗粉が黒く湿ったようになることが多いので、クラッチ周辺に油漏れがない場合は摩擦面への油侵入を考える必要がある。

クラッチはフライホイールやギヤーの中に入れられるので、フライホイール軸受けやギヤー軸受けの油が漏れると摩擦面に侵入して摩擦係数を減らすとともに、摩擦熱で油が燃焼して炭化するなどの問題がある。

②頻繁な作動

クラッチもブレーキも定常的な使用状況を想定して熱容量を決め、摩擦材の熱焼損を防止しているので、定格以上の頻繁なクラッチ・ブレーキの使用は放熱・冷却が間に合わなくなり、温度が異常に高くなってしまい、摩擦材を焼損させる結果になる。

ひどい場合は煙が出るほどになるがそこまで至らない場合でも長期の異常な使用で摩耗を早めたり摩擦係数を著しく低下させてしまう。

非常に危険な結果を招くので、プレスメーカーが指定する1分間当たりの回数以下で使用しなければならない。

特に金型トライ時の寸動運転や、小形プレスでの断続運転が頻繁な作動になり易い。許容断続回数はプレス機械に明示されている。

(2) ブレーキ

ブレーキはスプリング締め、エアーによるブレーキ開放となりクラッチとまったく逆の動きであるが、構造も問題発生もクラッチとほぼ同じである。

ただ一般のプレスの場合、ブレーキの摩擦トルクはクラッチの摩擦トルクの約30%前後とすることが多いので、クラッチに比べてブレーキ発熱や摩耗が発生し易いので点検が重要である。

ブレーキの故障は即プレス災害となるので、日常点検は欠かせない。

3.4 クランクプレスの精度と剛性

3.4.1 プレスの静的精度

プレス機械の静的精度とはプレスに荷重を掛けずに測定した時の精度で、プレス機械部品の加工精度や組立精度の影響が大きく出る。

測定条件と方法並びに規格値は日本工業規格（J I S）で機種別、能力別、スライドやボルスタ寸法別、等級別に定められている。

プレスメーカーはこのJ I S以上の精度で作り、それをセールスポイントにしている。プレスメーカーが出荷時に測定して検査成績書として使用者に渡されるので、以降は定期的にそれを参考として保守および維持される必要がある。

静的精度は動的精度のベースであるから、静的精度が悪いプレスは動的精度も悪い。

3.4.2 プレスの動的精度

動的精度のJ I S規格は現在まだ無い。作ろうという動きはあるが詳細は分からない。動的に測定するには測定する方法や条件が、更には測定器の性能など静的精度に比較して定めなければならない項目や条件が多いので、現在はプレスメーカーも公表していない。

ここでは考え方だけを述べる。

動的精度は静的精度に荷重時のプレス構造物の変形、回転や摺動部の油膜の変化、温度変化によるプレス機械の伸縮などを総合して評価する。

単にプレス構造物のたわみ変形であればスライド下死点で油圧ジャッキ等で荷重を加え、スライドやボルスタ、ベッドのたわみを測定すれば良いが、動的精度はストローク中の精度変化を測定しなければならない。

スライド1つとっても、前後水平移動、左右水平移動、水平面内回転、前後傾き、左右傾き、振動など複雑な動きをスライドがする。これらを全て関係させてプレス加工が行われているので、潤滑条件や周囲温度が少し変わっただけでも動的精度は変わる。

現在、測定器を使って測定されているのは、精密プレスの下死点変動とスライド直角度程度である。

3.4.3 プレスのすき間精度（図3-17）

プレスのすき間精度は「総合すき間」としてJ I Sで定められている。測定はダイヤルゲージを使って行う。また、クランク軸下死点でフライホイールを止めて行う。スライドには金型は取付けない。

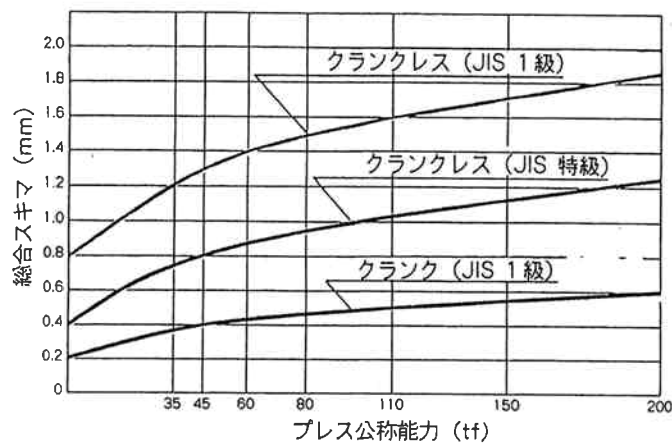


図3-17-a シングルクランクプレスの総合スキマ (J I S)

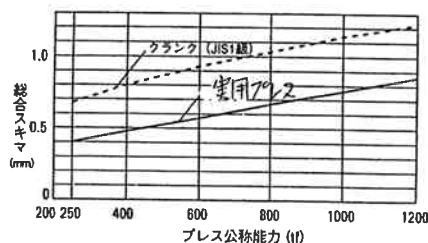


図3-17-b ストレートサイドプレスの総合スキマ (J I S)

バランスシリンダが有るプレスの場合はエア圧力をゼロにし、ボルスタとスライドの間をダイヤルゲージで測定し、針をゼロに合わせる。

公称能力の5%の荷重に相当するようにバランスシリンダのエア圧を上昇させるか、油圧ジャッキ等で5%荷重を掛ける。

この時のスライド読みが総合すき間という。

5%以上掛けると構造物の変形が出る場合があるので、正しい総合すき間を測定できない。

ジャッキを使う場合は偏心荷重にならないようにスライド中央にセットする。

この測定値とJ I S規格値を比較し多い場合には専門化に調査や修理を依頼する。総合すき間を大きなままにすると抜き作業におけるブレークスルーを大きくし、金型のかじりや摩耗を早める。

以下に剛性とプレスの種類について簡単に説明する。(図3-18、図3-19)

汎用プレスは一般的に絞り加工や曲げ加工を主対象として設計されるので剛性はあま

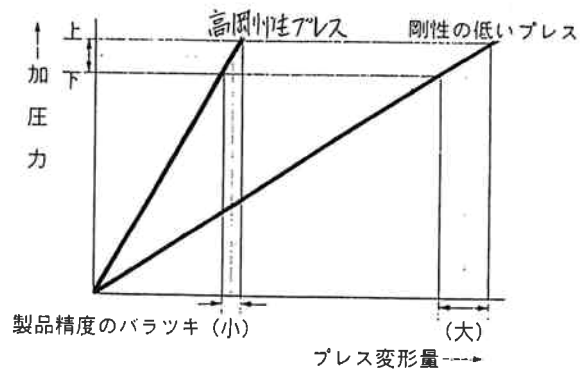


図3-18 C形フレームの口開き剛性例

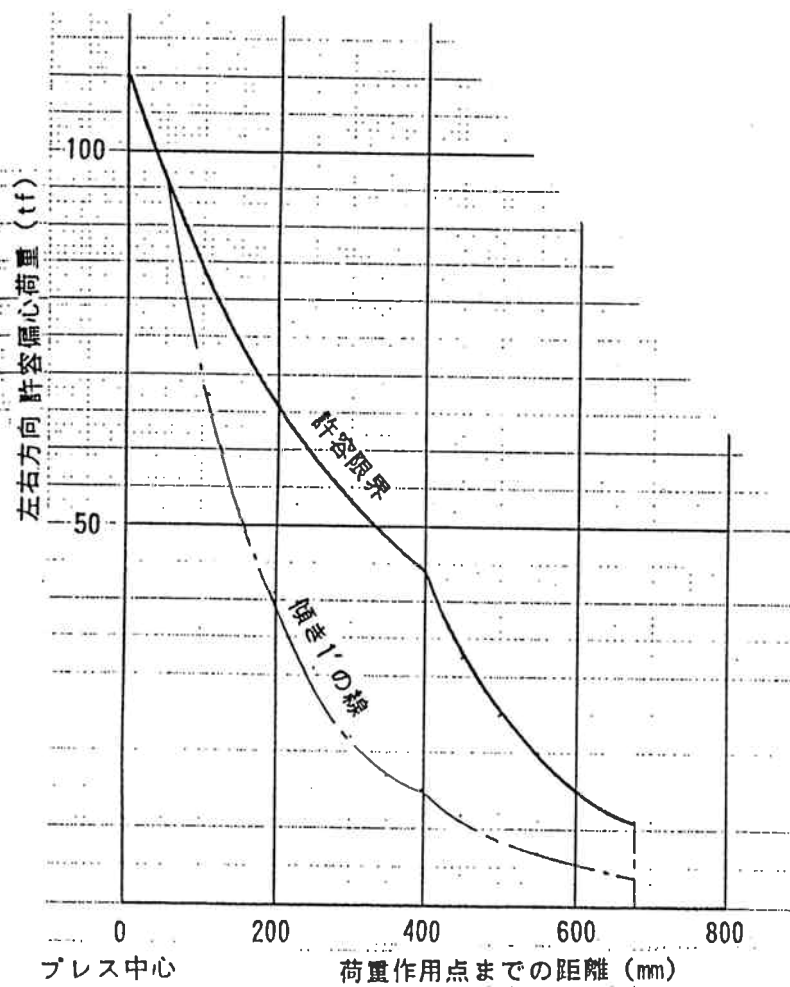


図3-19 シングル crank プレスの許容偏心荷重

り高くしていない。

もちろん、公称能力より低い（例えば30%以下）荷重で作業するならばたとえ低剛性のプレス機械であってもその荷重時の変形量は小さいので見かけ上は高剛性のプレスを使ったと同じ効果がある。

しかし、一般的に低剛性のプレス機械は精度も良くないので高剛性で高精度のプレス機械で作業する場合と違って精度の安定に難がある。

プレス機械の剛さと金型の剛さも成形品精度に大きく影響している。プレス機械のフレームやクランク軸などの構造物は大荷重を受けながら運転されるから、最近のようにミクロ単位の加工精度を要求するようになると、少しの成形荷重変化でも成形品の形状精度や寸法精度に影響する。

従って、汎用プレスを使う場合にはその構造の特徴を良く理解して正しく使うことと、作業内容に見合った使い分けをすることも重要である。

プレス機械は鋼又は強靱鋳鉄のフレームやスライドと十分に熱処理された鋼鉄のクランク軸などで作られているが、プレス構造部品や金型部品に衝撃的に荷重が作用すると内部に発生する応力は静かに荷重を掛けた場合の最低でも2倍、多くの場合は3倍以上の応力にもなる。（プレス機械は静的荷重で設計される。）金型精度を長く保つためや衝撃振動などによってプレス構造物が痛まないようにするためには、プレスメーカーでは一般的に次のような制限を設けている。

表3-2 プレス加工の種類と加圧能力比

	公称能力に対する割合 (%)	作業例
荷重変動が大きなプレス作業	50%以下	熱間鍛造や温間鍛造
高精度加工や大きな振動を発生するプレス作業など。	60%以下	高速自動プレス、板厚（板厚4mm以上）の抜き
荷重変動が生じ易く、振動も発生するプレス作業（板厚2mm以上）の抜き作業など。	70%以下	冷間鍛造プレス、中板
軽度のプレス作業など、その他の衝撃的荷重の掛からないプレス作業など。	80%以下	絞りプレス、曲げプレス

上記は金型の剛性が適正の場合であって、金型内にコンベアを通したり平行ブロックを下駄の歯状に並べる場合、あるいは成形荷重に対し金型部品厚さが薄いなど剛性が低くなる場合には上記の制限以下での使用が望ましい。

3.4.4 プレスの精度を維持する機構

プレス加工は何トン、何10トン、何100トン、何1,000トンという大きな荷重をかけて成形するし、成形が極めて短い時間内に終わってしまうので、成形中に機械や金型の一部を動かして精度を補正することはできない。

プレス機械を何時も正しい精度に保ち、大きな加工荷重が掛かっても簡単には崩れない機構と剛性が必要である。その機構は摩耗もするし、たくさんの部品から組み立てられているので定期的に修正しなければならない。

プレス機械はスライドギブ以外、微調整可能な精度修正箇所はない。

3.4.5 プレス運動部のすきまと調整

運動部ですき間調節できるのはギブ調節だけで、他はオーバーホールで行われる。

ギブ調節は精度を出すことに注意を奪われるとギブクリアランスをつめ過ぎてしまい、ギブをかじらせたり、発熱させてしまう。発熱は膨張を招くのでギブクリアランスを益々積める結果となり、かじらせてしまう。

ギブ調節は直角度、平行度、クリアランスを総合的に勘案しながら行わなければならない。

最小クリアランスの目安は、油潤滑のギブで0.02mm以上、グリス潤滑で.1mm以上である。

クリアランスはスキミゲージを差し込んでの感が頼りなので、熟練者が行う必要がある。

ギブを調節した後はしばらく空運転を行い、油膜の状況を目視で観察し、また、ギブの熱を手で触って観測しながら発熱や油膜切れが無いことを確認してからプレス作業に入らなければならない。

また、作業開始後もしばらく油膜や発熱に注意する。

3.4.6 プレスのたわみ剛性

プレスのたわみの主なものはクランク軸、スライド、ボルスタ、ベッドである。

(1) クランク軸のたわみ

クランク軸も加工荷重でたわみ変形するが、加工精度に影響するほど大きくは無い。

(2) スライドたわみ

1ポイントプレスのスライドはたわみ変形は無く、圧縮変形が大きい。

2ポイント以上のスライドは中央付近がたわむ変形が生じるが、公称能力負荷時のた

わみ計算値は機種によって4種程度に分けられる。

スライドはポイント部やノックアウトバーの関係で剛性を高くするのが困難な部分で、ベッド側より低くなり易い。

従って、後でも触れるがT溝は出来るだけ少ないほうが良く、中央に設けることは避けたほうが良い。

たわみ量として1/6,000、1/8,000、1/12,000、1/20,000などがいわれるが、J I S規格に無いのであくまでも参考として利用されている。

荷重条件で変わるので、左右寸法の2/3に公称荷重が等分布に作用するものとして計算し、測定は等分布負荷が困難なので等価2点負荷で行われる。

測定はダイヤルゲージとストレッチを使って行う。ストレッチはスライド左右寸法に近い長さを選ぶ。

ストレッチの両端を平行ブロックで支え、ベッドのたわみの影響を無いようにする。ダイヤルゲージは左右と中央にセットする。

荷重は公称荷重を5等分または10等分して等間隔で1ステップずつ行う。その都度ゲージの読みを記録する。

左右寸法でたわみ値を割り、分母を上記の値にした場合の分子の値で比較する。例えば、左右3,000mmのスライドで中央たわみが0.5mmの場合は、 $0.5/3,000$ すなわち1/6,000となる。

(3) ベッド、ボルスタのたわみ

荷重条件はスライドと同様ボルスタ左右寸法の2/3に等分布が計算値で、実負荷は等価荷重を掛ける。

ストレッチの両端は平行ブロックで受け、ダイヤルゲージはストレッチとボルスタ間を測定する。スライドと同様記録する。

たわみ目安はスライドと同じ値だが左右寸法はボルスタ側が広いのでダイヤルゲージ値はスライドより多くなる。

計算はスライドと同じ。

3.4.7 プレスの伸び剛性

荷重が掛かるとプレス機械は伸びる。その荷重と伸びの関係はほぼ直線に変化する。ただし、初期は総合すき間が作用するので完全な直線ではないが。

荷重が掛かって伸び、荷重が無くなると元に戻るので伸び縮を「プレス呼吸量」とも

いう。

プレスの種類や能力、あるいはプレスの高さで変化するのでどのプレスが幾らとはいえないが、プレスは一般的に0.2mm～2.0mm前後伸び縮みする。

冷間鍛造プレスや精密自動プレスなどは小さく、絞りプレスや汎用プレスは大き目である。

C形プレスは伸びの他に口開きという反り返り変形が加わる。

伸び量が多いと抜きブレークスルーが大きくなり、プレス振動や騒音の原因の1つとなる。

3.4.8 ダイクッションの精度

ダイクッションの精度はJ I Sでは決めていない。ボルスタ上面からベッド内のクッションパット上面までの距離を測定し、一箇所を基準に数値の変化で精度を評価する。

クッションはエア式が多いのでエアーを最高値にして測定する。この平行度が悪いとしわ押さえが正しく行われず、絞り不良を発生し易い。

平行度はパットの大きさにもよるが0.2mm～0.3mm以内が望ましい。

クッションピンの当たる部分は焼入れプレートを置くが、衝撃荷重の繰り返しがクッションなので摩耗が激しいから定期的点検修理が必要である。

3.4.9 ダイクッションの剛性

クッションパットとは狭いベッドの中に入れられ、内側にはクッションシリンダが入るのでパットの剛性は低くなり易い。

J I S規格はなく、メーカー規格も無いのが現状である。円筒絞り以外はたいてい異型絞りなのでクッションには偏心荷重が加わり傾き易い。パットガイド精度と剛性と合わせて考えるところである。

3.5 プレス機械の付属装置

プレス機械に付属する代表的な装置について特徴と使用上のポイントを述べる。

3.5.1 過負荷安全装置

油圧式過負荷安全装置が最も多く、古い小形プレスではシャーププレート式という板を切断させて過負荷からプレスを守る方式もある。

シャーププレート式は板の疲労で切断荷重が変動したり、パンチ、ダイ、板のセッティングが正しくない場合も切断荷重が不安定になる。

シヤープレート式は切断された後の交換・復帰が容易ではないのと、2ポイント以上は切れないシヤープレートとの差が出るなど欠点が多い。

その点油圧式は正確で復帰も短時間で行える特長がある。

セット油圧で作動荷重が変動するので、メーカーセットの圧力系を絶対にいじってはならない。

3.5.2 スライドロックアウト装置

機械式、エア式、油圧式などがあるが、最も多いのがロックアウトビームとロックアウトボルトを組み合わせた方式が構造も簡単なこともあって使われている。ボルト位置を間違えると金型を破損するので上死点で調節し、徐々に設定を下げてくるのが安全である。

エア式や油圧式は常時加圧する方式とロックアウトタイミングを電磁弁で制御する方式がある。

トランスファ加工など自動加工には任意に制御できる方式が不可欠。

3.6 その他の金型に係わるプレス機械の機構

3.6.1 ボルスタ落とし穴

ボルスタの落とし穴部は金型に加わる荷重を受けないので穴寸法は小さいほど良い。穴の左右が長い場合は1つ穴にせず、2つ穴以上になるよう分割すればつなぎ部が金型下面を支える事ができ、型剛性を補強できる。穴の前後寸法は出来るだけ狭くし、下ダイプレートの穴に傾斜部を設けてスクラップ等を中央にまとめるようにする。穴壁の傾斜角度は垂直軸から30度以内にして、傾斜部にスクラップ等が溜まらないようにする。ベッド穴寸法が大きい場合はボルスタの厚さを厚くしてボルスタの剛性を高くする。

3.6.2 インサートプレート

落とし穴寸法が大きい場合で、しかも下型厚さが厚くできない場合にはボルスタ穴内側に段を設け、この段にインサートプレートを載せる。

インサートプレート上面がボルスタ上面よりわずか(0.02~0.03mm)出っ張るようにして金型がインサートプレートに直接載るようにする。

インサートプレートはダイプレート同様熱処理と研削加工で作製、金型の一部と考える。

3.6.3 エジェクタ

一般的にはエアーエジェクタを意味する。

予め設定したクランク角でエジェクタ用エアー電磁弁に作動信号を発する。作動を切る信号もクランク角で設定する。

3.6.4 任意タイミングロックアウト装置

通常のスライドロックアウト装置はスライドが上死点に達するまでロックアウト動作が続き、成形品が下型の上に落下し、落ちた時に成形品に位置が不規則に変わったり、向きが変わったりする。単発加工の場合はこの動作で十分であるが、トランスファ加工やロボット加工の場合にはロックアウト下成形品の位置と向きが一定でなければ次工程まで安定して自動搬送できないし、加工してはならない箇所を加工してしまう可能性がある。このような場合には成形品が下型上面から離れないままロックアウトする必要がある。

通常のロックアウト装置をこのような使い方をすると上死点までロックアウト動作を続けるのでロックアウトストロークが多くなり過ぎ、上型が必要以上に大きくなってしまふ欠点がある。任意ロックアウト装置はロックアウト開始の位置とロックアウト動作完了の位置を任意に変更できる装置である。

機械式とエアーシリンダ電磁弁制御式がある。

3.6.5 自動化エアー供給装置

予め設定したクランク角でエアー用電磁弁に「入」や「切」の信号を出す装置で、成形品を型内からリフトしたり周辺装置を作動させる。

第4章 金型各部の名称と機能

4.1 組立図による部品の名称

4.1.1 外形抜き型

プレス加工用金型の構造は、加工方法によっていろいろあり、また、必要とされる生産量及び精度などによっても変わってくる。

金型の基本構造と各部品の役割を理解すれば、多くの金型はそれらの組合せと応用によって設計、製作することができる。

図4-1は、最も代表的な外形抜き型の例であり、図4-2に示した被加工材のブランクングを行うためのものである。

図4-1の左側に示した図は組立図であり、左下には正面図を、左上には下型の平面図を示す。図4-1の右側に各部品の図面を示す。金型の図面は、左側の組立図と図4-3に示した部品図で全て示され、図4-1の右側のようなイラストが用いられることはない。従って、金型製作では、図4-1の左側の図面を見て、金型の全体の機能を理解し、図4-3の部品図を見て、型部品の加工を行うことになる。

この金型の特徴は次の通りである。

- 1) 上型と下型の位置合わせ用ガイドポストおよびブッシュがビルトインされていない構造である。
- 2) パンチは、掘り込んだ穴へパンチプレートを圧入して固定されている。
- 3) ストリッパは、下型へ取付けた固定式で、ストックガイドの作用を兼ねている。
- 4) このダイには、手送りで抜くために送りピッチをインディケイトするためのストップピンが付けられている。

部品の名称は、図4-1に示す。部品表は、組立図面内に記入されているのが普通である。組立図の部品番号から部品表の同じ番号を見れば、それぞれの部品の名称、その他の仕様がわかる。

例えば、①はスタッドシャンクであり、⑤はストリッププレートである。

組立図を見るときには、次のことを確認し、間違いのない、無駄のない部品加工と組立をするように心掛ける。

- 1) 全体の構造：用途、大きさ、複雑さ、組立上のポイント等
- 2) 各部品の相互関係：どの部品は、どの部品に取付けられているか、位置の精度はど

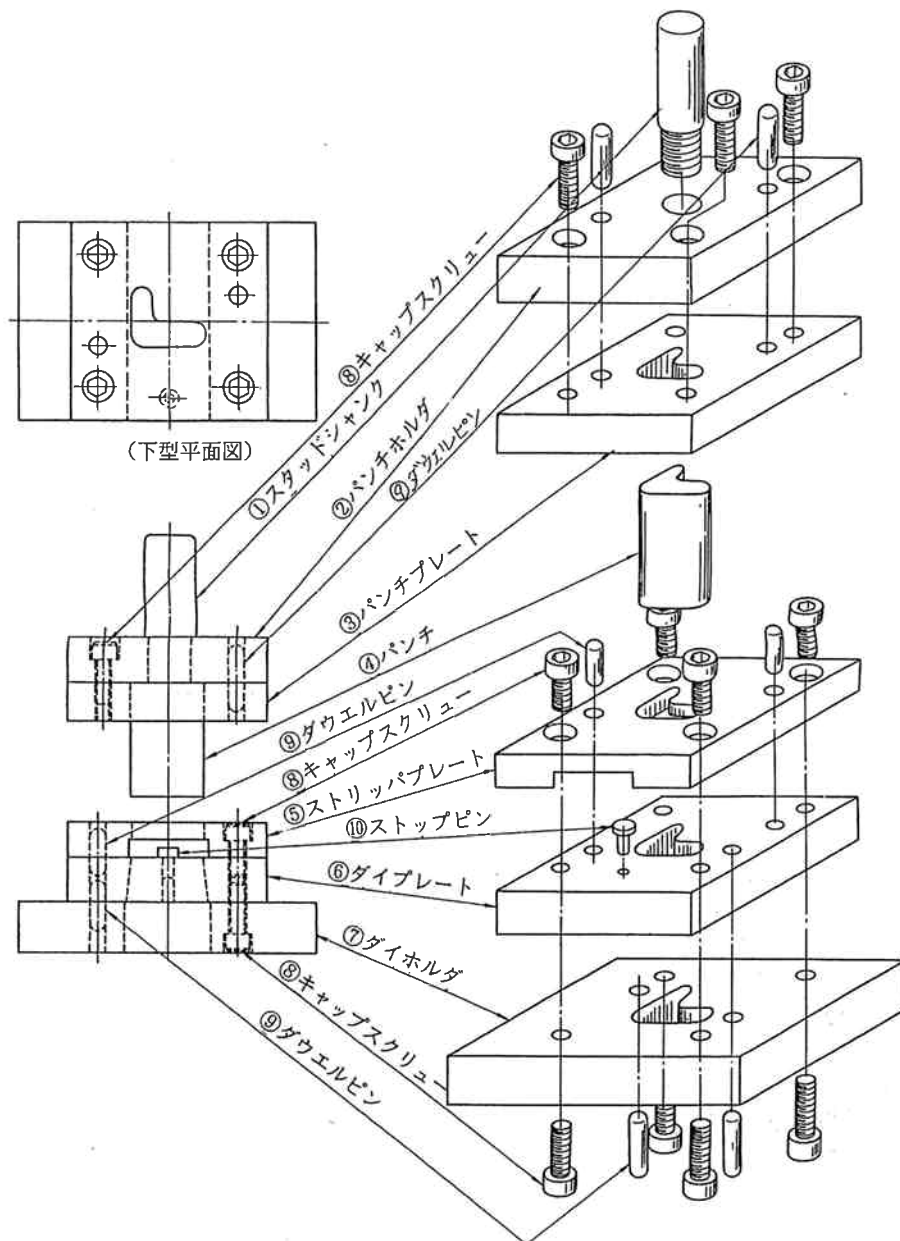


図 4-1 外形抜き型

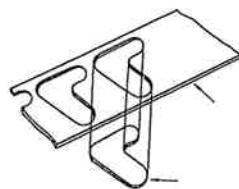


図 4-2 素材からブランク抜き

のような方法で決められているか等

3) 各部品機能：各部品の役割、形状、各部品の必要精度等

4.1.2 穴抜き型

図 4-A(a)(b)は、穴抜き型の例である。穴抜き型は製品に穴あけをすることを目的とするもので、パンチの外周を穴の寸法と同じにして、ダイをクリアランス分だけ大きくする。図 4-A(a)(b)は、平板の穴抜き型であり、図 4-B に示したようにブランク材から穴抜き加工を行うためのものである。図 4-A(a)に示した図は金型の構造を示したもので、金型の機能を理解することができる。図 4-A(b)はイラスト図である。

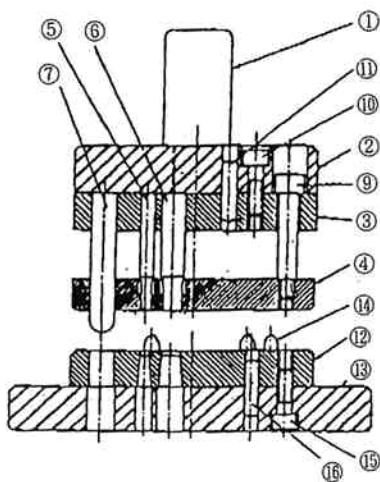


図 4-A(a) 穴抜き型構造図

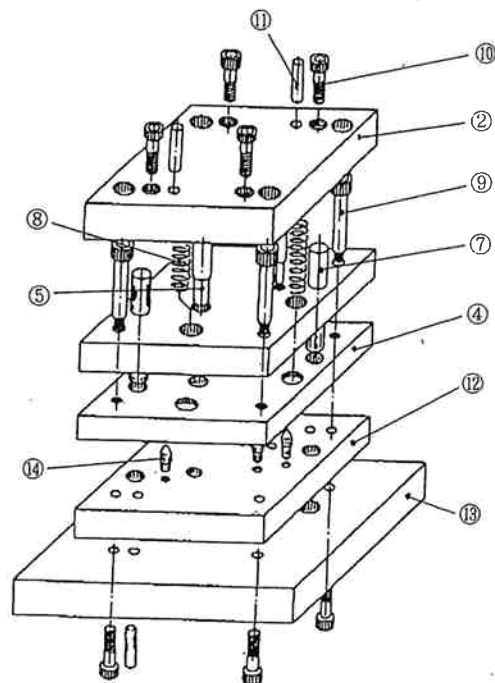


図 4-A(b) 穴抜き型イラスト

この金型の特徴は次の通りである。

- 1) パンチプレートにガイドポストがしまりばめ圧入方式により固定され、ガイドポストによってストリッパ及びダイとの位置決めが行われる。但し、この例では、ダイ側にブシュは使用されていない。
- 2) パンチ側に可動ストリッパが組込まれ、パンチについた材料を取外す働きと製品の反りを少なくする働きが加味されている。この金型の例は、ストリッパプレート、圧縮ばね、ストリッパボルトの組合せ構成の標準的なものである。

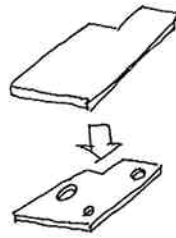


図 4-B

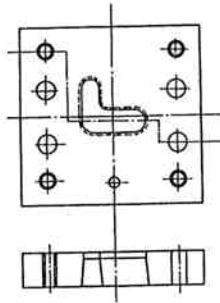


図 4-3 ダイの部分図

部品番号	部品名
1	シャンク
2	パンチホルダ
3	パンチプレート
4	ストリッププレート
5	パンチ
6	パンチ
7	ガイドポスト
8	ばね
9	ストリップボルト
10	止めねじ
11	ダウエルピン
12	ダイプレート
13	ダイホルダ
14	位置決めピン
15	止めねじ
16	ダウエルピン

図 4-C 部品表

3) ダイに、ブランクを所定の加工位置に位置決めするための位置決めピンが組み付けられていてる。本例は、ブランクの周縁を位置決めピンに当てて、位置決めをする使い方である。

金型部品の名称を、図 4-C の部品表に示す。組立図を見る時の注意点は、外形抜型に述べた通りである。

4.1.3 V曲げ型

図 4-D(a)(b)は、曲げの基本形であるV曲げ型の例である。V曲げ型は、製品をV字状に曲げ変形を与えることを目的とする。曲げの型には、他にW曲げ、L曲げ、U曲げ及びZ曲げなどがある。V曲げの場合、型により与えられる曲げ角度は、中立軸の内側は圧縮力、外側は引張力を受け、加工完了後、スプリングバックにより角度が開く方向に変化するので、その量を小さくするような配慮を必要とする。

- 1) 上型と下型の位置合わせ用のガイドポストがない構造である。
- 2) パンチ葉、パンチホルダに止めねじで固定される構造である。
- 3) ダイに、曲げ加工される製品を所定の加工位置に位置決めするための位置決めプレートが組み付けられ固定されている。

金型部品の名称を、図 4-E の部品表に示す。組立図を見る時の注意点は、外形抜型に述べた通りである。また、V曲げ詳細に付いては、第9章を参考されたい。

4.1.4 円筒絞り型

図 4-4 は、円板状のブランクから図 4-5 のような製品を絞る型の構造であり、部品名は図 4-4 に示されている。製品の高さは、プレスストロークを変えることによって、浅いものから深いものまで同じ金型を使って絞り加工ができる。

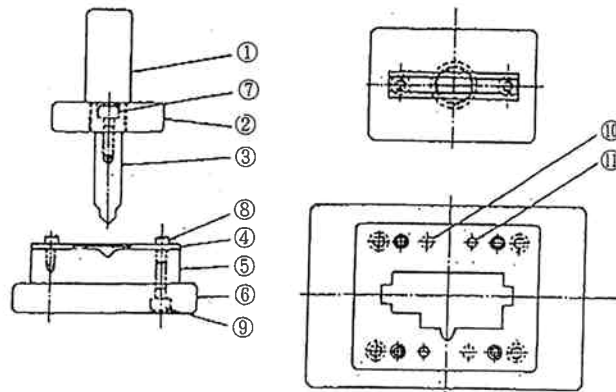


図 4-D(a) V曲げ型構造図

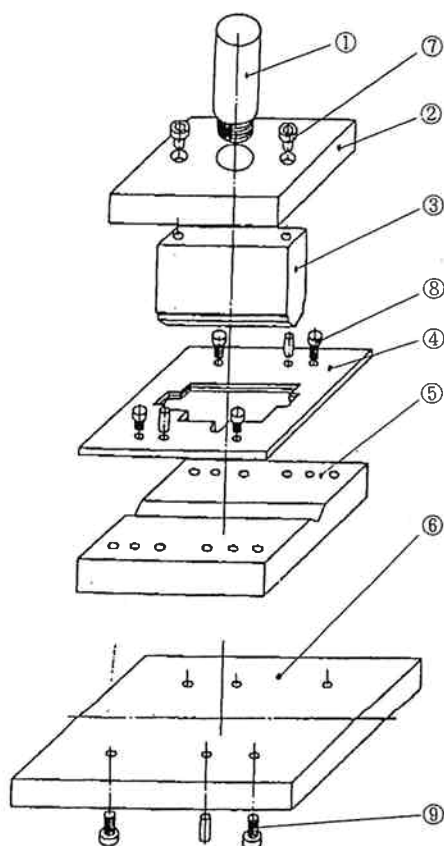
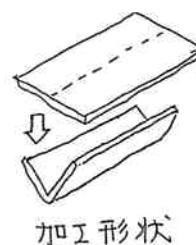


図 4-D(b) V曲げ型イラスト図



部品番号	部品名
1	シャンク
2	パンチホルダ
3	パンチ
4	位置決めプレート
5	ダイ
6	ダイホルダ
7	止めねじ
8	止めねじ
9	止めねじ

図 4-E 部品表

ここに示した金型では、パンチが下に、ダイが上にあり、ダイホルダの下にコイルスプリング形のクッションが付けられている。

一般に、このようなコイルスプリング形クッションは、必要な仕様に応じたものが、プレス工場に用意してあるので、その都度、製作することは少ない。

この金型の特徴は、次の通りである。

4) 上型と下型をガイドするポスト及びブシュが付けられていない。

一般に、円筒絞り型では、抜き型に備えられていたガイドポスト及びブシュを使わず、図 4-4 のような構造が多く使われている。

5) ノックアウトは、ノックアウトロッドにコーキングされており、ピンで抜け止めが施されている。

6) ロケーションプレートは、ブランクホルダにビルトインされることにより、芯合わせが容易にできる。

7) ブランクホルダプレートの圧力は 4 本のクッションピンから伝えられている。

ブランクホルダ葉、このままでは外れやすいので、図 4-6 に示したように段付きボルトを 2 本取付けると良い。この時ブランクホルダ圧力を受けるのは、クッションピンであり、段付きボルトの頭部は間隙がなくてはならない。

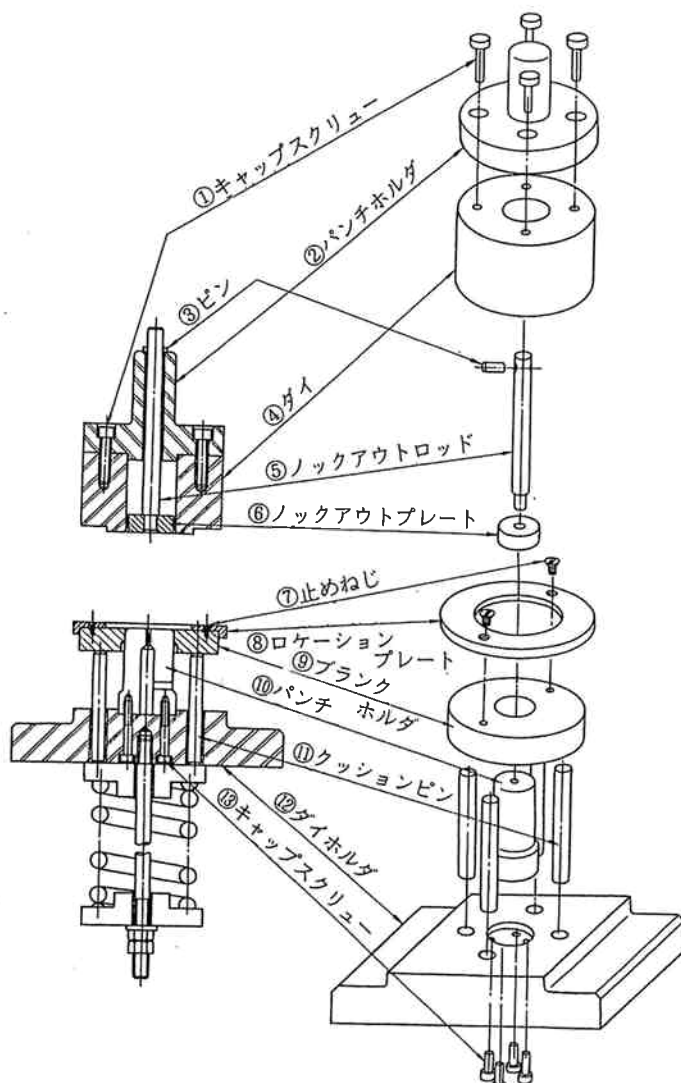


図 4-4 円筒絞り型

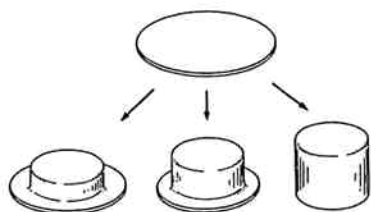


図 4-5 絞り形状

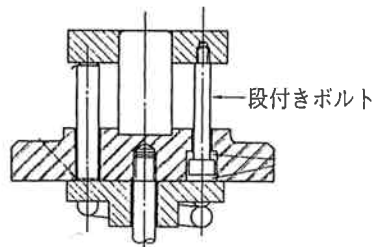


図 4-6 ブランクホルダの保持

4.2 金型部品の機能

4.2.1 シャンク

シャンクは、上型をプレス機械のスライドに取付けるために用いられ、棒状の部分をスライドの穴へ差込み、横から締付けて固定する。

従って、シャンクの直径は、スライドのシャンク穴に合わせなければならない。

シャンクの径が、シャンク穴より小さい場合には、図 4-7 に示したようなスリーブを使用する。シャンクをパンチホルダへ固定する方法としては、次のような方法がある。

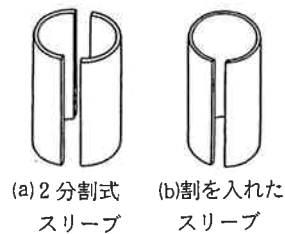


図 4-7 シャンク用スリーブ

- 1) シャンクをパンチホルダと一体で製作する (図 4-8a)
- 2) 一端に雄ねじを持つシャンクを、雌ねじを持つパンチホルダプレートに嵌号させ締め付ける (図 4-8b)
- 3) シャンクをパンチホルダプレートにコーキングする (図 3-8c)

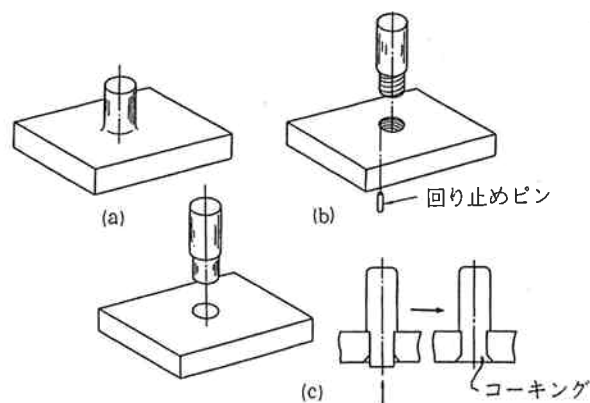
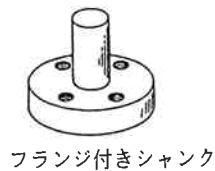


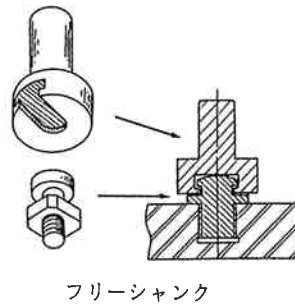
図 4-8 フランジ付きシャンクの作り方

この他、フランジ付きシャンクやフリーシャンクなどがある。(図 4-9)

フランジ付きシャンクは、取外しが容易である。フリーシャンクは、精度があまり良



フランジ付きシャンク



フリーシャンク

図 4-9 シャンクの種類

くないプレスを用いて薄板を抜くような場合に用いられる。但し、この場合には、ガイドポスト及びブシュを付けた金型を使って加工する必要がある。

4.2.2 パンチプレート

パンチプレートは、パンチを正しい位置に固定するための板であり、比較的細いパンチを使ってブランキングする場合には、プレートの穴の中にプレスして固定する。大きなブランク抜きのパンチの場合には、パンチはねじ止めされて固定される場合が多い。この場合には、正しい位置にパンチを保つため、2本のダウエルピンが使用される。

パンチの抜け止めには、次の方法がある。

- 1) パンチは、圧入され、コーキングで止められる (図 4-10a)
- 2) パンチとパンチプレートとの間に接着剤を流し込んで、両者が固定される (図 4-10b)
- 3) 図 4-10(c)に示したようなショルダパンチを付ける
- 4) 図 4-10(d)(e)に示したようにねじで止める
- 5) ボールロック方式で固定する (図 3-10f)

等の方法がある。

異形のパンチを固定する場合、パンチプレートの穴をパンチと同じ異形にあけて、ストレータのパンチを使用する方法と、刃先のみを異形とし、パンチプレートへの圧入部を丸か四角として、パンチプレートへのボーリング加工を容易にする方法とがある。パ

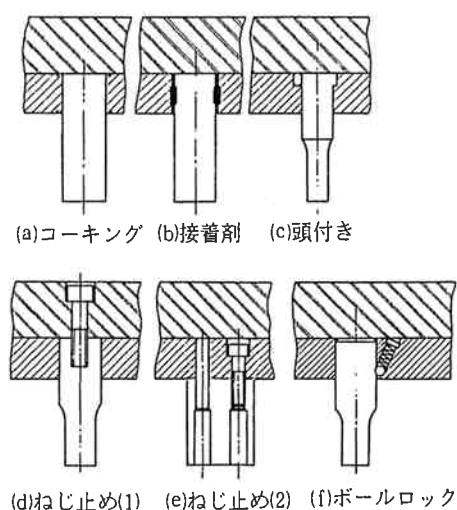


図 4-10 パンチの固定方法

ンチプレートの機能と固定する精度については、後の方法の方が良いが、これにはパンチを加工する機械によって制限がある。

4.2.3 パンチ

パンチとダイと一対でシートメタルの加工をするのであり、パンチは最も重要な部品のひとつである。

パンチは、形状及び寸法精度を要求されると共に耐摩耗性を要求されるため、一般にはパンチは、焼入れされて用いられる。

プレス加工では、パンチは大きな力が衝撃的に繰返し加えられ、打抜きのパンチは折れたり、欠けたりしやすい。このため、パンチの材料として耐摩耗性が高く、更には折れにくい、欠けにくい、強い鋼が用いられる。パンチの表面の凹凸は、製品に直接影響を与えるので、綺麗に仕上なければならない。

4.2.4 ダイ

ダイは、パンチと同様、寸法精度と耐摩耗性を要求される。抜き型のダイには、次のような注意が必要である。

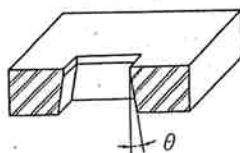


図 4-11 抜きダイの逃し

- 1) ダイホールには、図 4-11 に示したように抜き勾配がつけられねばならない。

これが不十分な場合、ダイホール中にブランクされた多くの材料が詰まって、パンチが折れたり、ダイにクラックが生じる原因となる。

- 2) 複雑な形状で加工が困難なときは、割り型とする（図 4-12）

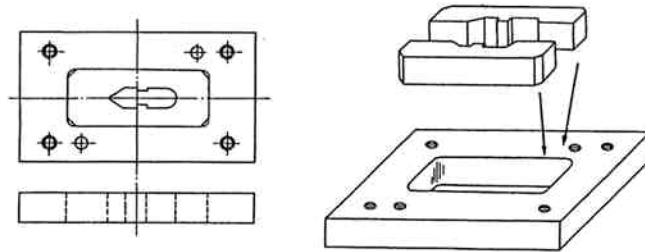


図 4-12 抜きダイの割り構造

- 3) 外形抜きの場合は、ダイを正寸に造り、パンチをクリアランス分だけ小さく造る。

又、穴明けの場合には、パンチの刃部を製品の寸法と同じに造り、ダイをクリアランス分だけ大きくする。

- 4) プレスの能力が不足する場合には、ダイ又はパンチの切刃にシャー角を付けると加工荷重が減じる。このシャー角は、外形抜きではダイに、穴明けでは、パンチに付ける。これが逆になると製品に変形や歪みが生じる。

4.2.5 パンチホルダ及びダイホルダ

パンチホルダは、上型をサポートするプレートであり、上型の部品は全てこのダイホルダに取付けられる。ダイホルダは、下型をサポートするプレートであり、下型の部品は全てこのダイホルダに取付けられる。

パンチホルダ及びダイホルダは、またプレス機械にこれらを取付けるための取付け金



図 4-13 ダイセット（ボール入）の例

具の役割を持っている。

パンチホルダとダイホルダとの相対的位置を常に正確に保ち、上型と下型との間のクリアランスを一定に保つため、パンチホルダにブシュを、ダイホルダにガイドポストを組込んだユニットをダイセットと呼び、市販されている。(図 4-13)

これらの部品の全てを自社で造る場合も、ガイドブシュとガイドポストをパンチプレートとダイプレートに組込むと、プレス機械へパンチとダイを取付けるときのクリアランス調整が正確で、しかも容易にできる。

ガイドブシュにブシュをマウントする方法には、ボール入りのものと、着脱式のガイドブシュをマウントしたものがある。(図 4-14)

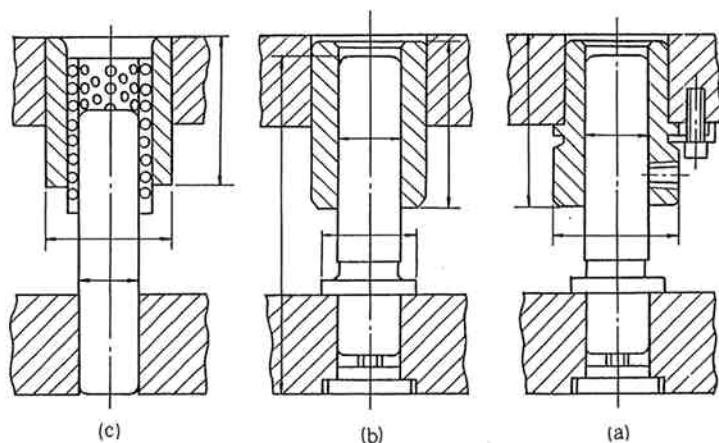


図 4-14 ガイドポスト・ブシュ

4.2.6 ストリッパ

ストリッパは、パンチに付着したスクラップ又は製品を外すためのものである。また、細いパンチのガイドとして、ストリッパは重要な役割を持っている。

ストリッパは、下型のダイにねじ止めする固定ストリッパと、上型に取付け、ばねやゴムによってスクラップや製品を除去する可動ストリッパがある。

固定ストリッパは、主として外形抜きに用いられる他、順送り型の一部にも用いられる。

可動ストリッパは、穴あけ型や順送り型に多く用いられる。可動ストリッパは、板を押さえる役目をするため、抜くときの被加工材の反りが少なく、パンチのガイドも容易

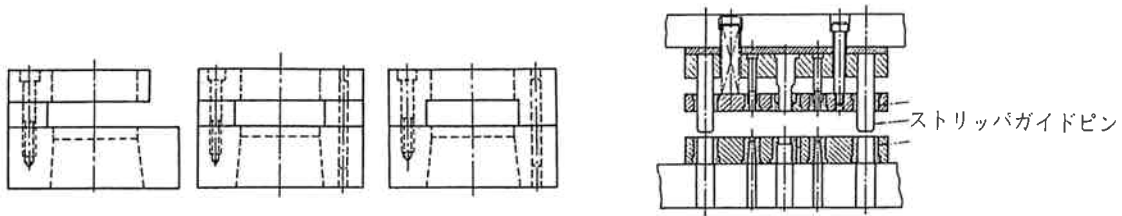


図 4-15(a) 固定ストリッパの例

図 4-15(b) ストリッパガイド付ストリッパ

である。

図 4-15(a)にストックガイドを兼ねた固定ストリッパの例が、同図(b)にストリッパガイドを用いた穴あけ型の例が示されている。

4.2.7 位置決め部品

ブランク又は半製品を金型内の正しい位置に置くために、位置決めプレート及び位置決めピンが用いられる。

図 4-16 には、一体式と分割式の位置決めプレートの例が示され、図 4-17 には、位置決めピンの例が示されている。穴基準の位置決めピンは、穴あけ後の半製品に有効である。ブランクが位置決めのための穴を別に持つ場合もある。

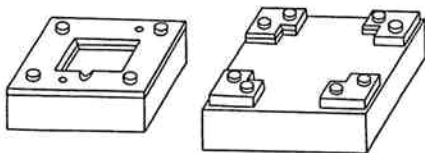


図 4-16 位置決めプレート例

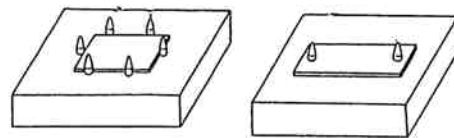


図 4-17 位置決めピンの例

位置決め部品には、次の機能が要求される。

- 1) ブランクが加工位置に正しく位置決めされバラツキのないこと
- 2) 位置決め部品の構造は、ブランク又は半製品が加工位置に入り易く、取出し易いこと
- 3) プレートとピンは、取外しが容易であること

4.2.8 バッキングプレート

細いパンチや面押しを必要とするパンチでは、鋳物のパンチホルダで受けると耐えき

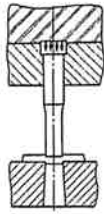


図 4-18 加工時の背圧による凹み

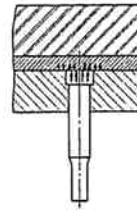


図 4-19 背圧対策のバックアッププレート

れずに押し込まれてしまう。図 4-18 に示されたように、ホルダにパンチが押し込まれるようになる。

このようになると、パンチは、加工の度に上下するため、益々パンチホルダの凹みが深くなり、パンチが破損する原因となる。

これを防ぐためには、パンチプレートとパンチホルダの間にバックアッププレートやを入れ、パンチの圧力をこれで受ける。(図 4-19)

バックアッププレートは、炭素工具鋼をそのまま用いるか又は焼入れしたものをを用いる。

一般に、バックアッププレートは、パンチプレートと同じ大きさのものが用いられる。

図 4-20 に示されたように、大きな圧力を受けるところだけ部分的に入れるのも良い。

また、順送り型では、このバックアッププレートに厚い丈夫な板を使用し、分割したパンチプレートをこれに組込む方法もある。

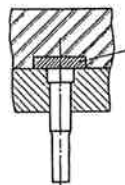


図 4-20 部分的なバックアップ

4.2.9 ストックガイド

被加工材をダイ中の加工ポイントにガイドするためのツールがストックガイドである。ストックガイドは、図 4-15(a)に示したように、ストリッパと一体で造るデザインもあるが、図 4-21 のように別に作ることが多い。このようなストックガイドは、一方(図 4-22 に示した例では、進行方向の左側)を長くしておく、はじめに材料を入れると

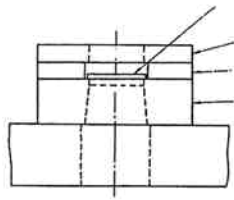


図 4-21 スtockガイド

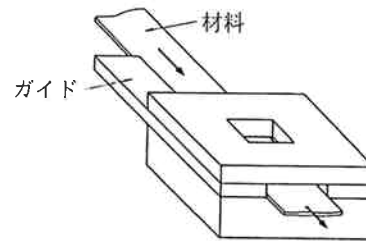


図 4-22 スtockガイドの工夫

き、材料が安定する。

プログレッシブ型に用いる可動ストリップでは、材料の浮き上がりを防止するため、上部と段差を持つ構造が使用される。(図 4-23)

このようなストックガイドを用いる時には、図 4-24 に示したように可動ストリップをデザインする必要がある。



図 4-23 板ガイド

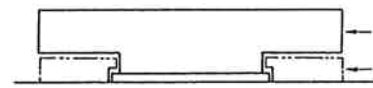


図 4-24 板ガイドの使用例

可動ストリップ用のストックガイドは、上に述べたプレート式の外、図 4-25 に示したようなストックガイドピンも用いられる。これは、材料をダイ上面から離すリフタの役も兼ねており、ガイドリフタとも呼ばれる。

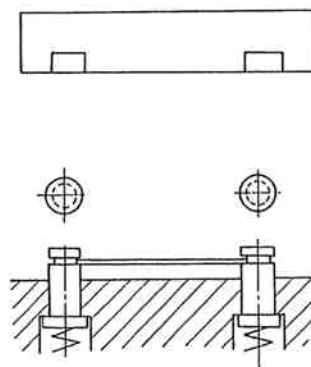


図 4-25 ガイドリフタ

精密順送り型のストックガイドでは、このストックガイドピンの利用が多くなっている。

長所は、次の通りである。

- 1) 材料に横曲りがあっても、スムーズに送ることができる
- 2) 材料をダイ上面からフローティングさせた状態で送るので、摩擦による抵抗が小さくなり、送りが安定する。
- 3) このタイプのストリップは、加工が容易で、かつ剛性が高い

4.2.10 ストップピン

手送りでブランク抜きをする場合、横方向はストックガイドで位置決めを行い、送り方向にはストックの先をストップピンに突き当ててストックに要求する送りを与える。図 4-26 は、ストップピンの典型的な例が示されている。ストップピン用の穴は、ダイ側にあけるが、この穴と外形抜きの穴が接近していると、ここでダイが破損しやすい。

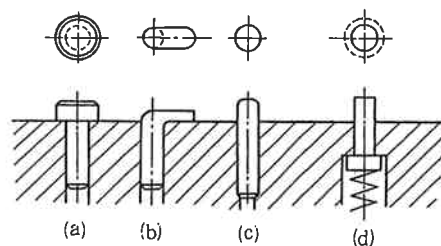


図 4-26 ストップピン

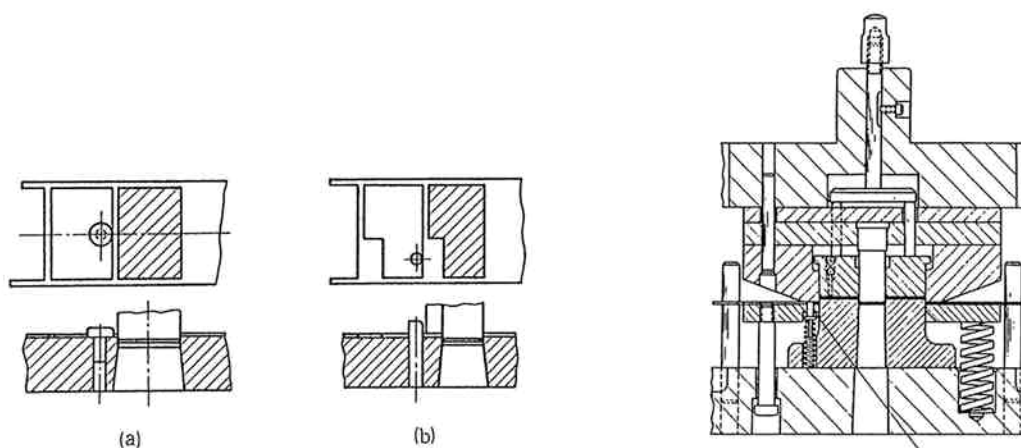


図 4-27 ストップピンの使用例(1)

図 4-28 ストップピンの使用例(2)

このため、図 4-27(a)及び(b)に示した形状が用いられる。

ダイとストップピンの位置が離れている場合には、図 4-27(b)のタイプでも良い。(図 4-27)

図 4-26(a)～(c)の形式の設計は、作業者が誤って材料をストップピンの上に載せて打抜くと、パンチとダイがダメージを受けることがある。その点、可動式の(d)の形式では、ピンが引込むため、安全である。

また、総抜き型の場合は、ダイが上型となるためストップピンは下型のストリップに付ける。この場合には、ダイに逃しが必要であるため、可動式のストップピンが用いられる。(図 4-28)

図 4-29 に示した位置装置は、オートストップと呼ばれる。この原理は、上型に取付けたストリップボルトがパンチと共に下降し、パンチが材料に接触したとき、ストッパの末端を下に押すと、テコの作用で、材料に接触する側は上方に跳ね上げられる。図 4-30 に示されたようにストッパとこれを支える軸には、間隙がつけられており、ばねの力で横へずれ、上型の上昇に伴い材料の送りさんの上に乗る。

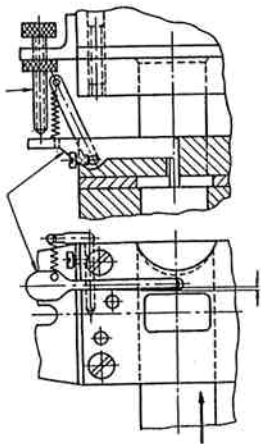


図 4-29 オートストップ

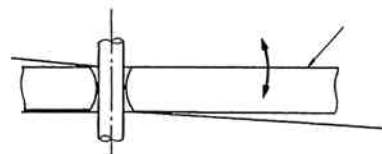


図 4-30 オートストップのヒンジ部構造

この状態出、材料が押されると新しく抜かれた穴にストッパが落ち、材料をストップさせる。この装置のポイントは、ストッパが横への運動により、送りさんの上に乗ることである。

装置の調整は、パンチが材料に接触した直後に、ストッパが材料から外れるようにタ

イミングを合わせる。このオートストップを用いると、常に材料を送り方向に押しつづけるだけで、1回抜くごとにストリップはストップする。

4.2.11 ノックアウト

総抜き型、U曲げ型及び絞り型による加工では、ダイの中に加工後の製品が残ってしまう。これを押し出すのがノックアウトである。(図 4-31)

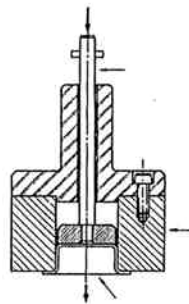


図 4-31 ノックアウト

ダイが上型である場合は、プレス機械のノックアウトバーにより上死点の近くで製品を押し出す。ダイが下型にある場合は、クッション圧を利用して製品を押し出す場合が多い。

総抜き加工やU曲げ加工では、ノックアウトは板押えの役割を果し、製品の平坦度を良くする。

4.2.12 ストリッパボルト及びばね

可動ストリップは、上型に取付けられて、ばね又はゴムなどの力でストリップされる。このストリップを支えるため、段付きのストリップボルトが用いられる。図 4-32 に、ストリップボルト及びばねの組込み例が示されている。

適当なストリップボルトが無い場合は、図 4-33 に示されているように、普通の六角穴付きボルトと、パイプを組合せて用いる方法及びナットでストリップボルトを止める方法がある。

ナットでストリップをパンチホルダに固定する場合には、ストリップがパンチプレートと平行になるよう調整する。

ばねは、可動ストリップ用のものが市販されているので、これを用いると良い。

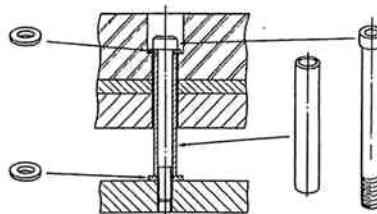
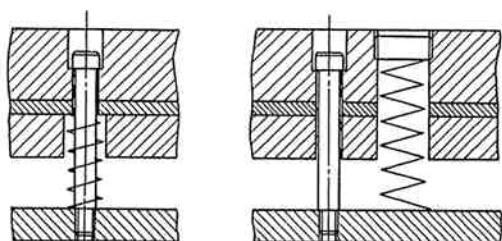
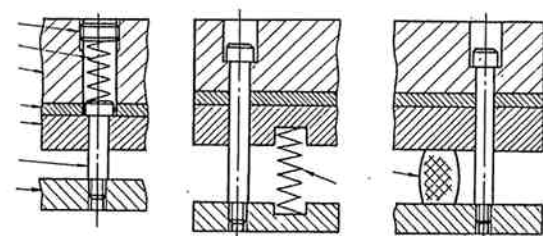


図 4-32 ストリッパボルトとねじ 図 4-33 スリーブ式ストリッパボルト

4.2.13 ダウエルピン

パンチホルダとパンチプレート、固定ストリッパとダイ、位置決めプレートとダイ、ダイとダイホルダの間の相対位置は、常に正しくなければならない。

この相対位置は、非常に正確でなければならず、止めねじで締結しただけでは不充分であり、図 4-34 に示されたように、正確に仕上がた穴にややきついピンを打ち込んで、両者の相対位置を固定する。

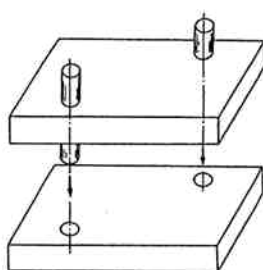


図 4-34 ダウエルピン

このピンをダウエルピンといい、金型部品相互の正確な位置決めに不可欠である。

金型に用いるダウエルピンは、機械の組立などに用いる平行ピンと異なり、繰返し抜き差しを行うので、焼入れをしたものが用いられる。

4.2.14 吊り具

吊り具とは、金型の加工、組立、取付、取外し、運搬時に利用するフックやアイボルトの総称である。

通常、金型には吊る、引張る、反転する等の機能が必要である。吊り具は、金型の移動時に数型を同時に吊るとか、補修時に上下型を逆にして吊るとかがあり、それぞれの取扱に耐える強度が必要であり、フックの数は、一つの型に4ヶが原則である。

通常フックの材質は、ねじ込みフックはS45C、鋳込みフックはS25C、溶接フック、板フック及びアイボルトはSS400、鋳込みナットはS35C等を使用する。

1) 吊り具の種類 (図 4-35)

- ① ねじフック
- ② 鋳込みフック
- ③ 溶接フック
- ④ 板フック
- ⑤ アイボルト
- ⑥ ボルトフック
- ⑦ ピンフック
- ⑧ 鋳抜き貫通穴

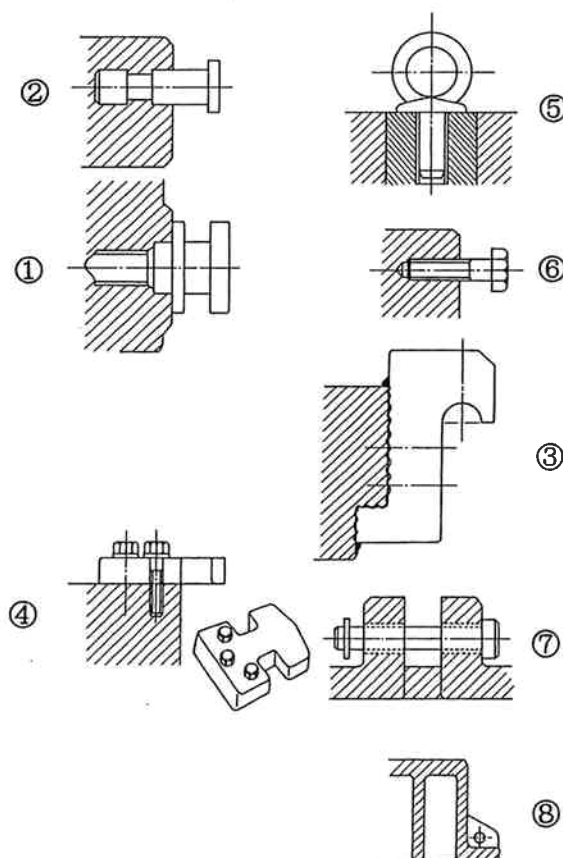


図 4-35 吊り具の種類 (例)

2) 吊り具の主用途は次の通りである。

吊り具	型重量	型構造
ねじフック	中型	鋳造構造型・鋼板構造型
鋳込みフック	中・大型	鋳造構造型
溶接フック	小・中型	鋼板構造型
板フック	小・中型	鋼板構造型
アイボルト	小・中型	鋳造構造型・鋼板構造型
ボルトフック	小・中型	鋼板構造型
ピンフック	大型	鋳造構造型
鋳抜き貫通穴	中・大型	鋳造構造型

3) 吊り具設計の一般的注意は次の通りである。

- ① 運搬総重量に耐えられるサイズを選定する。
- ② 取付位置は、型サイズの長辺方向に設定し、長辺サイズの 60%より外側に設定し、ワイヤー吊り角度は、45° 以内とする。
- ③ 運搬にフォークを利用するものは、設計でフォーク運搬対策を立てる。

第5章 金型加工に用いられる工作機械と工具

5.1 ボール盤

5.1.1 卓上ボール盤

卓上ボール盤 (図 5-1) は卓上に置いたり、作業台の上に置いて使用する。金型加工にはもっとも一般的に使われているボール盤である。

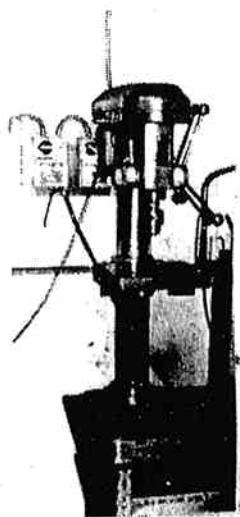


図 5-1 卓上ボール盤

能力は普通 13mm 以下のドリルまでであり、ドリルチャックに取付けて使用する。

テーブルは上下することができ、適当な高さに固定して、ワークを手で持つか、又はバイス等で回されないようにして穴明けを行なう。

ワークの材質、穴の大きさによってVベルトのプーリーの段を掛換えて回転速度を調節する。

穴明けの送り速度はモーターの回転が遅くならずドリルの焼けない程度とする。

卓上ボール盤での作業は穴明け、座グリ、面取り、内面ラップ、センター移しなどである。

作業内容によって切削油を使用するとよい。

ドリルの刃先形状で品質が決められるため、グラインダでの再研削を行なう時は、各逃げ角、先端の中心の位置、チャッキングした時の振れに注意しなければならない。

斜面に穴明けをする時、球面に穴明けする時、一方に空間のある時、穴位置をずらし



図 5-2 特殊な穴あけ

て穴明けを行なう時、などのように特殊な穴明け作業もできるが (図 5-2)、このような時はジグを使用したり、ドリルの当たる所を平面にして作業すると、良い穴明けを行なうことができる。

5.1.2 直立ボール盤

直立ボール盤 (図 5-3)の構造は卓上ボール盤とほとんど同じであり、ワークの大きなもの、ドリル径の太いものに使用される。

大きさの表示は振り (主軸中心からコラム面までの距離) テーブルの大きさ、穴明けすることのできる最大直径、主軸穴のモールステーパ番号および主軸端はりテーブル面までの最大距離で表す。

テーブルの上下動がラック、ハンドルにより簡単にできるので操作が楽にでき、ドリル直径も 50mm 以下は作業できる。ドリルの取付けはモールステーパの密着によっ

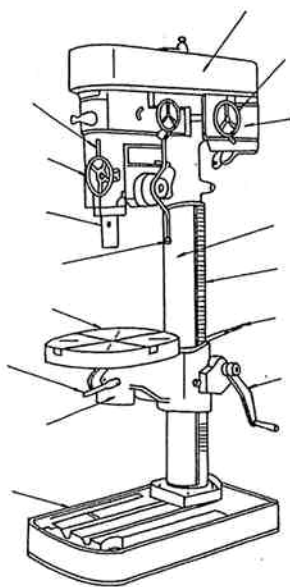


図 5-3 直立ボール盤

て接続されるのでこの部分のゴミの付着、打込みの力などに注意しなければならない。
また穴明け加工中は、ワークに強い回転力が掛かるので、ワークの回転防止の対策が必要である。

ドリル刃先の研削状態は、卓上ボール盤と同じであるが、切りくずの形状によってドリルの刃先の状態を知ることができる。

ワーク材質の違いによりドリルの逃げ角、主軸の回転数の調整が必要である。

また主軸の上下動の自動送りも可能であり、リーマー、タップ加工ができる機械もある。

テーブルの中心と主軸の中心をずらせて作業する場合はテーブル面に穴をあけてしまうことがあるのでワークの位置決めには注意をすることが必要である。

5.1.3 ラジアルボール盤

ラジアルボール盤 (図 5-4) はベースの左方にコラムが垂直に立ち、コラムはアームを抱いて旋回する。アームには水平方向にすべる面があり、ここに主軸頭があり水平に移動する。

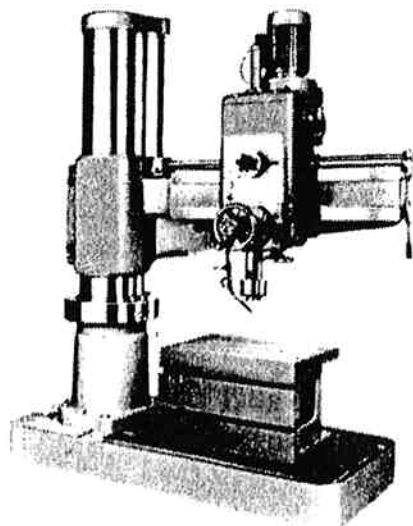


図 5-4 ラジアルボール盤

構造からわかるようにラジアルボール盤は工作物を固定して主軸すなわち刃物の方が自由に動かせる機構となっている。

この機械は、工作物が簡単に動かせないもの、すなわち重量のあるもの、面積の大きな工作物の穴明け、タップ、リーマー、面取り、座グリ加工をするのに有効な機械であ

る。

その他の使用法、注意事項は直立ボール盤とほとんど同じであるが、金型製作の面から考えて、組立ラインの近くに設置すると移動するのに便利である。

作業内容によって取付用の枘を用意し、特に直角度、取付け穴、溝に注意することが必要である。

5.2 旋盤

5.2.1 旋盤の種類

旋盤の種類は普通旋盤から用途別の専用旋盤まで種類は非常に多く、工作機械の中の普及率が高い。

金型製作にも欠くことのできない機械である。

主な旋盤の種類としては次のようなものがある。

- (a) 普通旋盤
- (b) タレット旋盤
- (c) 立旋盤
- (d) 卓上旋盤
- (e) ならい旋盤
- (f) 多刃旋盤
- (g) 工具旋盤
- (h) 二番取り旋盤
- (i) 正面旋盤
- (j) 卓上タレット旋盤
- (k) 自動旋盤
- (l) 専用機旋盤

5.2.2 普通旋盤

一般的に金型製作には普通旋盤 (図 5-5)がもっとも使用されており、卓上旋盤、立旋盤、正面旋盤なども使用されることがある。

普通旋盤は、ベッド、主軸台、往復台 (図 5-6)送り機構からなっており、ワークを回転させて、バイト、ドリル等の刃物で加工をする機械である。ベッドの一部 (加工物の回転する所) を切落として、振り (回転させうる最大半径) を大きくしたものもある。

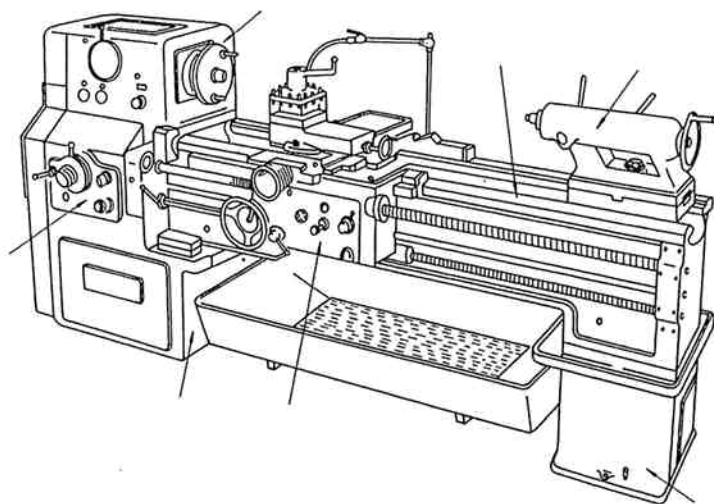


図 5-5 普通旋盤

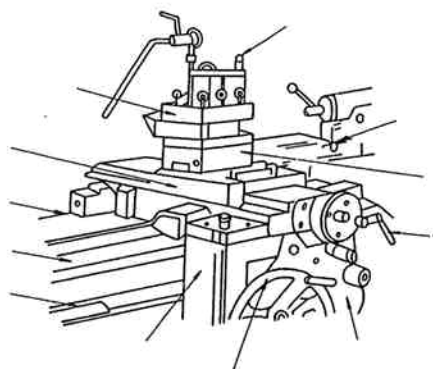


図 5-6 往復台

加工の内容としては丸の外径加工、内径加工、両センター加工、片側センター加工、タップ立て加工、ねじ切り加工、特殊グラインダー使用の内外径研削加工、みがきラップ加工、突切り加工、ローレット加工、特殊な製品加工などいろいろな作業を行なうことができる。

機械の精度でワークの真円の精度がきめられるので主軸メタルのガタ、スラスト、ベッドの平行度、摩耗、心押台のセンターの精度をよく出しておくことが必要である。

刃物は手造りのハイスのバイト、完成バイト、超硬バイト、ダイヤモンドバイトまで各種あるが被加工物の材質、硬度などによって主軸の回転数と共に選別しなければならない。

普通旋盤にも各種のアタッチメントがある。

一例としてはチャックの三方締め、4方締め、フラットチャック、両センターの振れ止め、超硬センター、刃物台取付けの電動研磨機、特殊芯出し治具、特殊取付け治具などである。このような治具、アタッチメントを使用することによって特殊作業も可能となり、幅広い作業ができる。また、やすり、スクレーパーなどを併用することによってRの仕上げなども行なうことができる。

その他金型の大きさによって普通旋盤では加工できないものもある。

例としては、金型重量 100kg 以上の大きな絞り型などがあり、このような時は正面旋盤、立て旋盤を選択して作業することがよい。

またφ5以下の細いパンチの加工には、卓上旋盤のセンターを利用して加工をすれば精度のよい加工ができる。

旋盤加工には切削油が必要であり、切削油の使用によって刃物の寿命、精度、能率の向上が望める。

旋盤の切りくずは、長くて丸まった形状のものが多く、からまって事故をおこすことがよくあるので、切りくずの排除には注意をしなければならない。

5.3 形削り盤（シェーパ）

形削り盤（図 5-7）は俗にシェーパともいわれ、初期の金型製作にはもともと基本的な機械として、よく使用されている。

バイトを利用して平面切削や段付け、溝削り加工を行なう。バイトはラムに取付けら

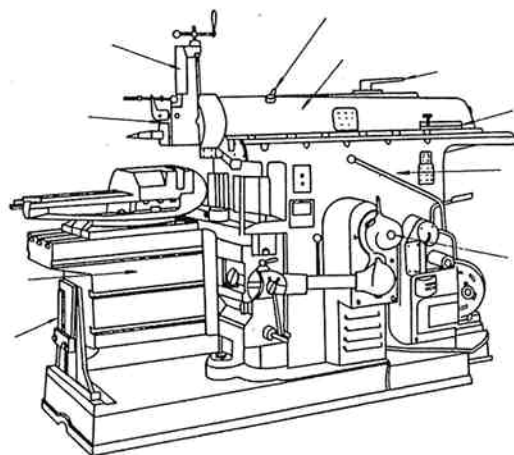


図 5-7 形削り盤

れて往復運動をし、工作物を取付けたテーブルは横方向に間欠的に移動する。

構造的には突出する時に切削する方式と引込む時に切削する方式があるが、突出する時に切削するのが一般的である。往復運動の一方向のみの作業でロスが多く、仕事をしない返りを早くする方式がとられている。

比較的単純な作業であり初心者にも使用することができる機械である。自動送り加工も可能であり、治具、加工法などを工夫することによりいろいろな形状加工もできる機械である。

形削り盤は比較的単純な作業であるが、それでも金型によっては形削りしたままの刃先を、そのまま刃物として使用することもある。又、研削前の仕上代、バイトで加工終了最終コーナーの破断だれなどがしばしば問題となることがあり、単純作業といえども

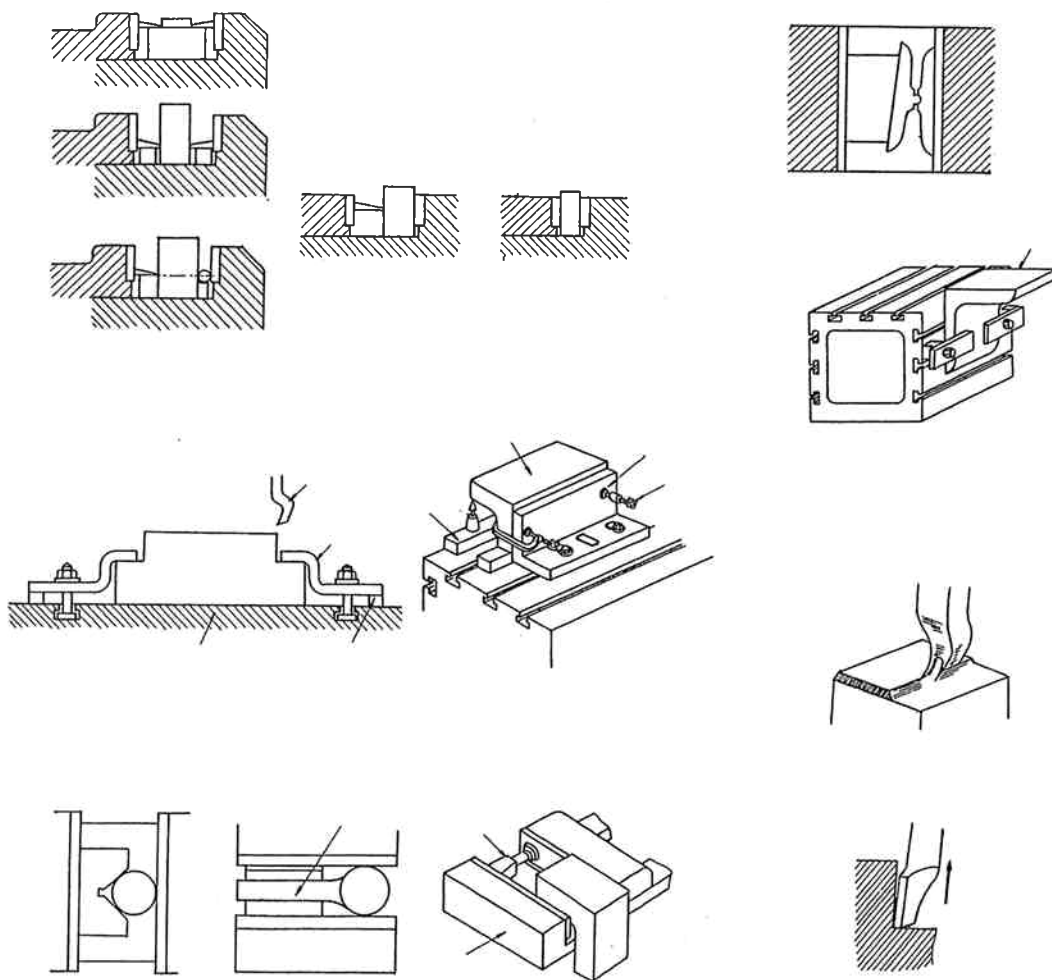


図 5-8 加工物の取り付けと切削例

あまり安易に考えてはならない。金型の最終精度、品質にひびく要素が多いのである。

機械精度とバイト及び加工物の固定が精度に大きな係わりをもっている。

特に機械のラム摺動部とラム案内板の精度、往復運動の始めと終わりのがた、ラムと固定用バイスとの直角度、平行度に注意が必要である。

バイトは手造りのバイトから、バイトホルダーに挿入して使う完成バイトなどがあり、刃先先端の形状も凸式から凹式まで種々ある。ワークの形状及び精度によってこれらの選択をする。

図 5-8 に加工物の取付法と切削例を図 5-9 に平行度の見方、図 5-10 にバイトホルダーを使用した特殊加工の例を示す。これらを参考にしてその他の方法も考えて使用するとよい。

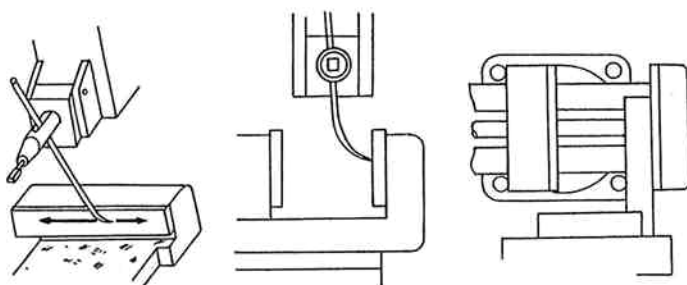


図 5-9 平行度の確認

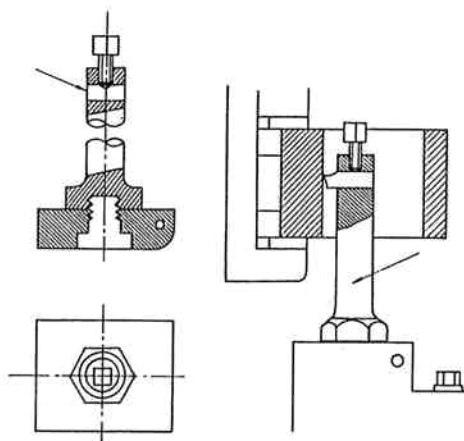


図 5-10 バイトホルダーを使用した切削の例

一例としては

バイスの検査の場合、棒の先端にダイヤルインジゲーターを付けて行なえば一層精度の確認が容易である。

細い溝加工、V型の総形バイト、凸R、凹R、の総形加工を行なう時は、仕上面にビビりを生じたり、バイトを破損することがあるので、機械能力に合わせて作業をしなければならない。

その他に、面切削を行なう機械として、立削り盤 (図 5-11)、平削り盤 (図 5-12) があるが金型製作においては一般的でなく、特殊な機械の分類に入る。

機械の性能と用途を知り、製作する金型の内容と加工範囲を考えて使用することが必要である。

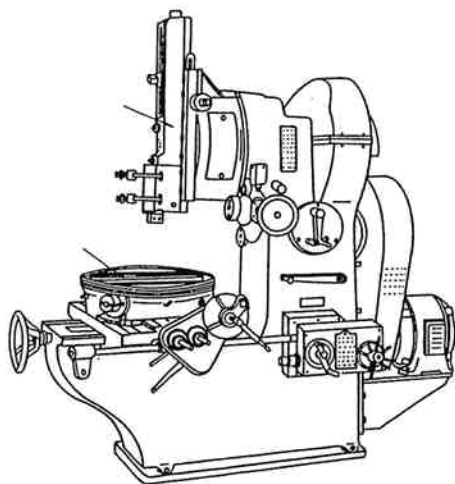


図 5-11 立削り盤

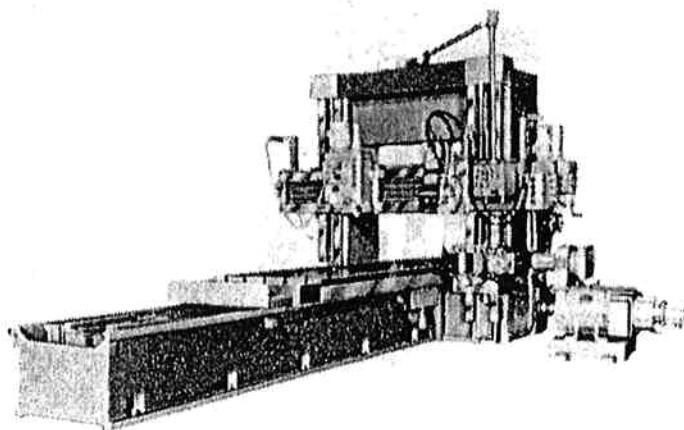


図 5-12 平削り盤

5.4 フライス盤

5.4.1 フライス盤の種類

フライス盤は加工の範囲が広く、金型加工にも非常に重要な機械である。

種類としては

- (1) 立フライス盤
- (2) 横フライス盤
- (3) 万能フライス盤
- (4) プラノミラー
- (5) ならいフライス盤
- (6) 型彫り盤
- (7) 彫刻盤

などがある。

5.4.2 立フライス盤

金型製作で一般的な汎用機として立フライス盤があげられる。(図 5-13)立フライス盤は単にフライス作業のみでなく、穴あけ、中ぐり、立削りなど各種のアタッチメント、治具などを使い、いろいろな作業ができるので金型製作には特に有効な機械である。

立てフライス盤は普通コラムの上方がテーブル上に湾曲しており、その先端に垂直な

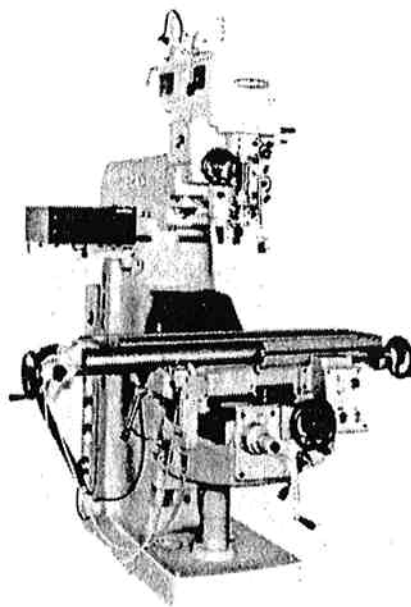


図 5-13 立フライス盤

主軸頭がついており、主軸はその中で回転する。

主軸頭は、垂直の固定だけでなく任意の角度に旋回できるものや上下、水平方向に移動できるものもある。

また横フライスの装置を付けたものや、フルバックカッタを使用して強力な平面切削を行なうこともできる。

立フライス盤の大きさはテーブルの大きさ、テーブルの左右×前後×上下の移動距離、主軸端よりテーブル面までの最大距離などで表す。また何番とかの称呼番号で呼ばれることも多い。

一般的な作業内容としては、穴あけ、ザグリ、中グリ、立切削、平面切削、エンドミル加工、などがある。(図 5-14)

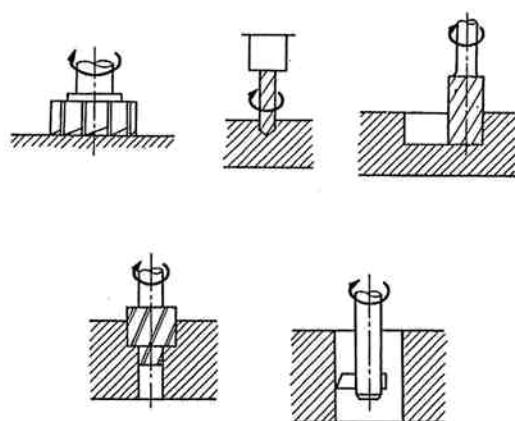


図 5-14 立フライス盤加工の例

左右、前後送りにデジタル表示のスケールを付けて、正確な送り量で、ボーリング加工を行なうこともできる。この場合はテーブルの左右及び前後の動きと、主軸の上下運動に正確な動きが必要であり、機械精度によって加工される製品の精度も決められる。

ボーリング加工を行なうときは、ユニバーサルフェーシング・ボーリングヘッド、刃物としては穴径に合ったボーリングバイトを用い、材質も、ハイス、超硬、ダイヤモンドなどの刃物を選別用意することが必要である。

各種のエンドミルを使うことによって異形物の座付き刃物加工、底の彫り加工、コーナー面のR加工も可能である。総形エンドミルの材質にも種々あるので選択の必要がある。

また特殊なグラインダーを取付けることによってジググラインダーの役目をはたすこともできる。

この立フライスには前述のように多数の機種があり、用途によって機械の選別を行なうことが必要である。また各種のアタッチメントを揃える時は、その機械だけに合うものか、万能タイプであるかなども調べる必要がある。

フライス作業は金型製作の中でも比較的高精度の作業となるので、機械の精度は常によい状態にしておかなければならない。

アタッチメント、各種刃物類も精度の出やすい状態にしておくべきである。

5.4.3 横フライス盤

立てフライスに対して横フライスがある。(図 5-15)

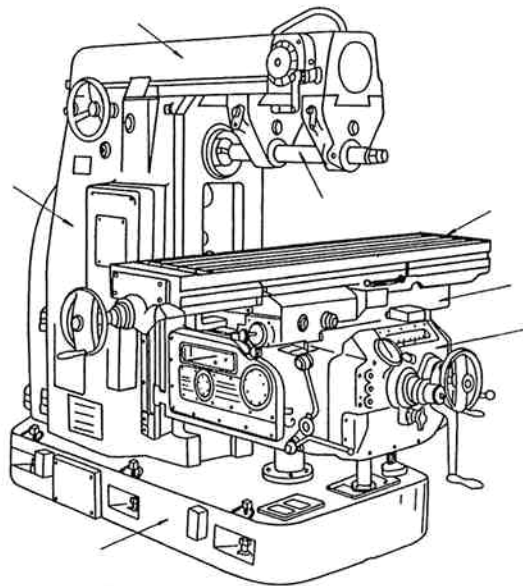


図 5-15 横フライス盤

主軸（アーバ）に各種のフライスを付けこの刃物部を回転し、工作物を送りながら加工をする。多数の切れ刃が順次工作物を切削するので、能率がよく、切削速度も早い。

溝加工、面削り加工に適しているが穴加工の多い金型にはあまり多く用いられていない。

削る方式には上向き削りと下向き削りがある。(図 5-16)

上向き削りはフライスの回転方向とテーブルの送りが送方向であり、下向き削りは同

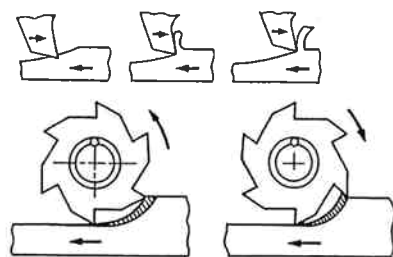


図 5-16 上向き削と下向き削り

一方向である。上向き削りはワークを押しつけるようにして削るので、送りのバックラッシュを吸収できるが刃先の摩耗が激しく能率も落ちる。

この横フライス盤にも各種の補助装置を使っていろいろな作業ができる。

例として

バーチカルアタッチメント、ユニバーサルアタッチメント、スロットングアタッチメント、ラック切りアタッチメント等があり、それぞれに違った作業が可能である。

横フライス盤の大きさは、テーブルの大きさ、テーブルの左右×前後×上下の移動量および主軸中心よりテーブル面までの最大距離で表す。又 0 番から 4 番までの称呼番号で呼ばれることも多い。

その他の注意事項としては、立フライス盤の項と同じに考えてよい。立、横有効な機械であるが、仕事の内容、作業量、能率、精度などによって選択し、作業によっては兼用できることも知らなければならない。

その他フライス盤には、万能フライス、プラノミラー、ならいフライス、型彫、彫刻と各種ある。金型製作の内容と必要に応じて選別して使用するとよい。

高精度の作業が多いので、機械の精度保持、清掃、給油等には充分注意することが必要である。

5.5 切削工具

5.5.1 バイト

旋盤加工を始め、セーパ加工その他の作業に用いる刃物で用途によって各種のものがある。

図 5-17(a)に各部の名称を(b)は刃先に高速度鋼を焼付けた付刃バイト(Welded Tipped Tool Bits)を(c)に全体が熱処理済の高速度鋼でできている完成バイトを示す。完成バ

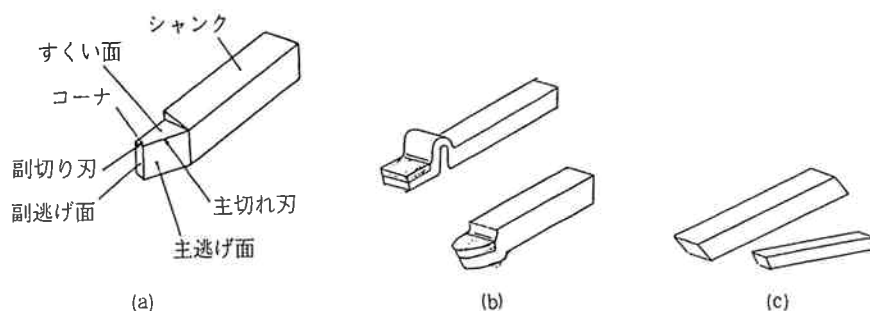


図 5-17

イトは使用者側で刃先を任意の形状に研削して使用する。

最近では超硬のチップを刃先に取り付けた超硬スローアウェイバイトの使用が多くなっている。

5.5.2 ドリル (Drill)

ドリルは主としてボール盤による穴明け加工に用いられる。

図 5-18 にドリルの形状を示すが先端の刃先角は普通 118° に仕上げる。

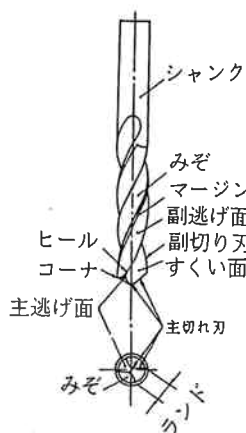


図 5-18 ドリルの形状

形 状	種 類	特徴および用途
	ストレート シャンク ドリル	普通 2~13mm のものが使われ、 一般穴あけ用である。
	テーパ シャンク ドリル	普通 13.5~50mm のものが使わ れ、一般穴あけ用である。
	超硬ドリル	先端部に超硬チップをロー付けし たもので、アルド鋼物、炭素鋼、 鋼合金、軽合金の穴あけに用いら れる。
	油穴付 ドリル	ドリルに油穴をもうけたもので、 柄部より圧入された切削油により 冷却潤滑する。
	三つみぞ ドリル	三つみぞを有し、騎抜き穴または ドリル穴を、大径穴にもみ広げる 場合に用いる。
	センタ ドリル	工作物のセンタ穴をもみつけると きに用いるもので、穴あけ位置の 精度の高い場合にも使用する。

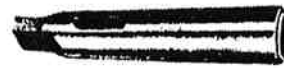
図 5-19 各種ドリル

図 5-19 に各種ドリルの特徴および用途を示す。一般に直径 13mm 以下のものはストレートシャンクドリルが図 5-20(a)に示すドリルチャックに取り付けて用いられ、直径 13mm 以上のものはテーパシャンクドリルを図 5-20(b)に示すスリーブに取り付けて使用する。

切り刃の良否は切り粉を見れば分る。図 5-21(a)は左右の刃先長さおよび刃先角が等



(a)ドリルチャック



(b)スリーブ

図 5-20

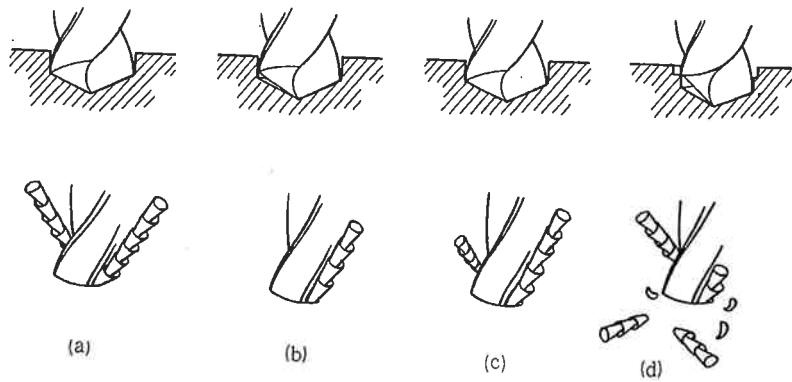


図 5-21 ドリルの刃先と切りくずの形状

しい理想的な場合を示す。

(b)は左右の角度が悪い場合、(c)は左右の刃先長さが異なる（中心がずれている）場合、(d)は左右の刃先の長さ、角度ともに合っていない場合を示す。



1) 2枚刃



2) ねじれ刃



3) 4枚刃

(a)ストレートシャンクドリル



(b)ストレートボールエンドミル

図 5-22

5.5.3 エンドミル (End Mill)

エンドミルは立フライス盤で座ぐり、溝加工および異形穴の加工に用いられ、金型加工には不可欠のものである。

一般には図 5-22(a)のようなストレートシャンクエンドミルが用いられるが型彫り加工などでは同図(b)のようなボールエンドミルが用いられる。

エンドミルはこの他テーパシャンク付のものや荒加工用の強力エンドミル (Heavy Duty End Mill) などがある。

5.6 のこ盤

5.6.1 金切り弓のこ盤

金型製作の金型材料はほとんど長尺で作られている。そして一個一個希望の寸法に切断して使用されている。

現在は金型材料も標準品が数多く用意されているが、金型製作の種類は非常に多く、材料寸法も多種であるため総てを標準完成品でまかなうことはむずかしい。また、コストも材料ロスを考えると長尺物を切断して使用した方が安い場合もある。但し要求寸法が合えば標準完成材料を使用するとよい。

長尺物から切断して金型材料を取る時に使われる機械が金切り弓のこ盤 (図 5-23)である。

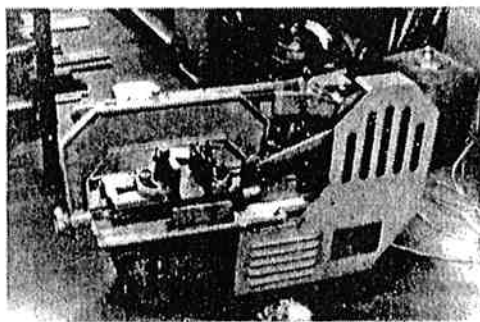


図 5-23 金切り弓のこ盤

金切り弓のこ盤は、のこ刃を弓形フレームに取付け、往復揺動運動をさせながら、テーブルまたはバイスに取付けた材料を任意の長さに切断する。

一般には、板材を始め、丸、角棒材の切断に使用される。

この他多量に切断する工場では切断速度が早い、大型の金切り帯のこ盤が用いられる。
この機械はのこ切が往復運動をするかわりに帯状ののこ刃で連続的に切断をする。
この他金切り丸のこ盤も一部で使われている。

5.6.2 コンターマシン

構造は比較的簡単な機械である。

木工用の帯のこ盤の刃物が上下運動するのに対して、この機械の刃物はバンド状になっていて回転運動で材料を切断する構造になっている。(図 5-24)

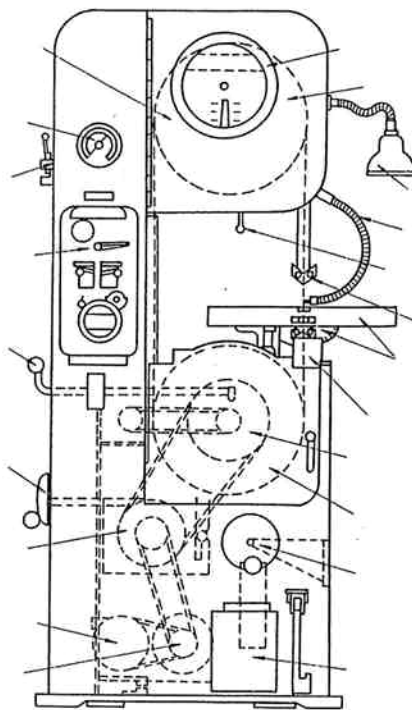


図 5-24 コンターマシンの構造

本体に刃物の溶接装置を持っており、穴加工の場合は穴にブレード (刃) を通してから溶接をする。

また、切断のみならず刃物のバンド装置を分割やすりや磨き用装置に取替えることにより、やすり加工、磨き加工もできる。(図 5-25)



図 5-25 やすり盤のやすり

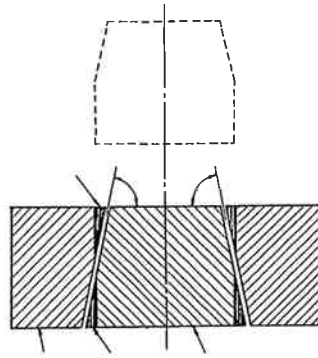


図 5-26 コンターマシンでのパンチ・ダイ同時加工

テーブルを斜めに角度と付けることにより、直角切断だけでなく、テーパ切断もでき、クリアランスの多い金型では、パンチ、ダイを一枚の板から取ることができる。(図 5-26)

けがき線に近く正確に切断することができればその後の仕上作業が楽になる。

研削加工や放電加工も取り代が少なければそれだけ早く仕上げることができるわけである。

また他の工作機械では加工のむずかしい細溝の加工、急角度の鋭角加工などもコンターマシンを使うことによって加工を行なうことができる。(図 5-27)

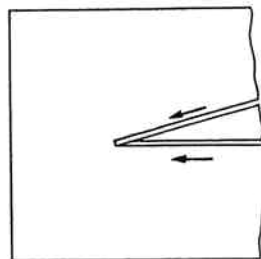


図 5-27 コンターマシンによる鋭角部の加工

金切りのご盤、コンターマシン共に構造は簡単な機械であるが、粗雑に扱って保守を怠れば機械の寿命も短くなり、精度も落ちその上加工時間も長くなってしまう。このため各メタル部分の給油、刃物の交換などには常に心掛けなくてはならない。

この他切断砥石を使用する高速切断機も鋼の切断に使われている。

5.7 研削盤

5.7.1 平面研削盤

平面研削盤は、金型加工にはもちろん、打抜き型では刃先の再研削のため、金型の保守整備上欠くことのできない工作機械である。

平面研削盤には、砥石軸が水平方向で砥石の外周で研削する横型平面研削盤と、垂直砥石軸で砥石の側面で研削する立型平面研削盤とがある。

横型は、立型に比べ研削速度は遅いが、研削面がきれいで寸法精度が高く、砥石を成形して成形研削もできる。このような理由で金型加工に広く用いられ、特にことわらない場合、平面研削盤といえば横型を指す。(図 5-28)

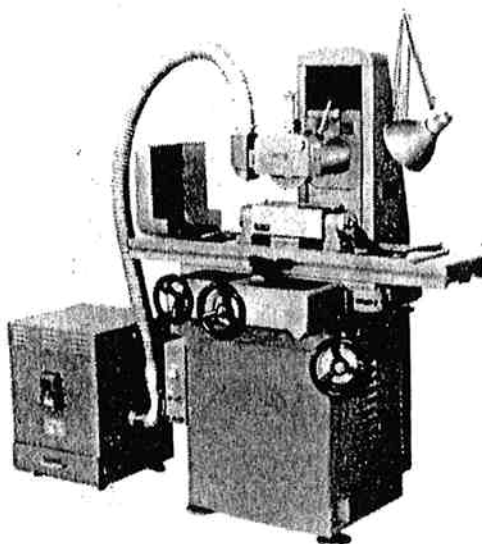


図 5-28 平面研削盤

また工作物を取付けるテーブルは、角形で直線運動をするものと、円形で回転運動をする方式とがある。これも往復運動するものが圧倒的に多く、特にことわらない限り往復運動をするものをいう。(図 5-29)

したがって一般に平面研削盤と呼ばれるものは、正しく横軸角テーブル形平面研削盤ということになる。

平面研削盤の大きさは、テーブル面積またはテーブル移動距離で表す。一般の精密平面研削に用いられるものは、 $600 \times 250\text{mm}$ 程度以下のものである。また大きな金型には、 $1000 \times 500\text{mm}$ またはそれ以上のもので $4000 \times 1000\text{mm}$ といったものも用いられる。一般に金型に使用する大型平面研削盤は、他の研削に比べ、左右の往復移動距離と

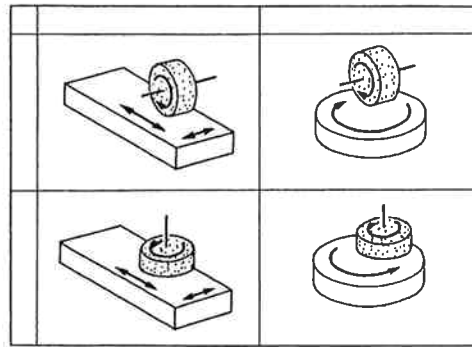


図 5-29 平面研削盤の形状

共に前後方向の移動距離を大きく必要とする場合が多い。

(1) 平面研削盤での成形研削

小型の平面研削盤に各種の治具や砥石のドレッサ装置を組合わせて成形研削加工を行なう方法が、金型加工では一般的に行なわれている。

このため成形研削を行なう機械には、多くの付属工具が整備されている。またそれぞれの現場で独特の治工具が作られており、これが研削加工部門の財産となっている。

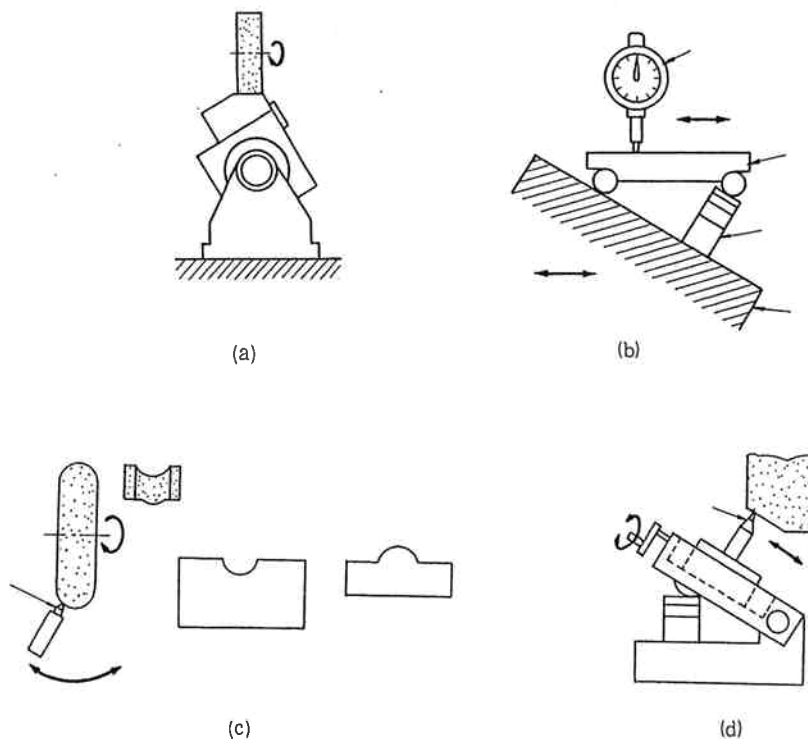


図 5-30 平面研削盤での成形加工

図 5-30 の(a)は可傾式チャックによる角度研削の例である。サインバーとブロックゲージを組合わせることにより、1' (1分) 以下の精度の角度が得られる。(同図(b))

サインバーは三角函数の $\sin \theta = \text{垂線} / \text{斜辺}$ を利用したもので、斜辺を正確なピッチの丸棒で、垂線をブロックゲージで合わせて、 θ を正確に得ることができる。

図(c)はR ドレッサを使用して砥石を成形しR加工をする例であり、逆に凸状のR加工もできる。

(d)は角度ドレッサ装置を使用して砥石に角度をつけた加工例である。この場合、可傾チャックは必要ない。

図 5-31 にこれらを組合わせた加工の形状例を示す。作業者の熟練により、ほぼすべての形状の加工が可能である。



図 5-31 Rと直線の組合せ例

図 5-32 は、丸パンチから先端の刃先形状を加工する工具とその加工例である。小径砥石が使用できれば、かき上げ (図 5-33) により、図 5-34 のような形状の加工もできる。

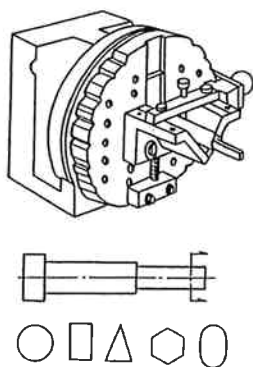


図 5-32 丸パンチの先端加工用治具と加工形状

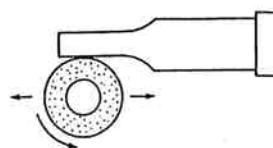


図 5-33 小径砥石によるかき上げ研削

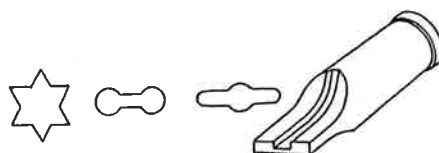


図 5-34 かき上げによるパンチの成形加工例

平面研削盤での成形加工は、専用の成形研削盤に比べ設備費は大幅に安くなる。しかし作業に熟練を必要とし、微細加工になると困難さを増す。また加工時間も多くなりやすい。

5.7.2 円筒研削盤

砥石に回転研削運動を与え、工作物にも回転送り運動を与えて、円筒加工物の外周を正確に研削仕上げする。工作物の軸方向への送りには、砥石側で行なうものと工作物側で行なう方法がある。(図 5-35)

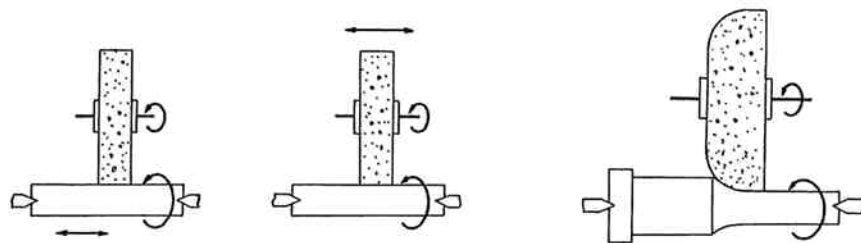


図 5-35 円筒研削盤での加工形状

この他、テーパ加工や段付け加工もでき、砥石を成形して切込み加工をすることにより、各種形状の回転体の加工ができる。(同図(c))

金型部品の応用としては、丸パンチ、パイロットパンチ、ガイドポスト、ガイドブシュなどの仕上げ加工に用いられている。

5.7.3 内面研削盤

丸穴の内面を研削仕上げする研削盤であり、突出した先端部に小径砥石を取付けて作業を行なう。砥石の直径は穴の径より小さくなる。このため必要な周速度を得るには、砥石を高速回転する必要がある。また穴径が小さくなるほど回転数を上げる必要がある。

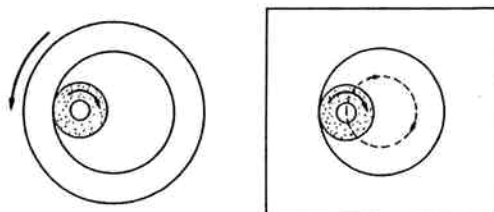


図 5-36 内面研削による丸穴加工

丸穴の正しい直径と真円度を得る方法としては、工作物を回転させるのが一般的である。しかし砥石を高速回転（自転）させながら、さらに別な軸で回転させる（遊星運動、公転）プラネタリ方式もある。（図 5-36）

一般の内面研削盤はほとんど工作物を回転させる方式である。重量が大きくなるものやバランスが悪く回転しにくい場合は、プラネタリ方式が便利である。

砥石の回転には、モータの回転をプーリと薄くて幅の広いベルトで伝える方式や、高周波モータに砥石軸を直結した方式の他、エアモータを使ったものも用いられている。

5.7.4 成形研削盤

成形研削盤と呼ばれるものの種類は多く、表 5-1 のように分類される。金型加工にとって成形研削は非常に重要であり、精度の高い金型部品は、穴加工を除き、大部分成形研削で加工される。主な例としては、打抜き用パンチ、放電加工用電極、分割方式のダイなどがある。

(1) 平面研削盤

汎用平面研削盤での成形研削については、平面研削盤のところで説明したので詳しいことは省略する。

機械としては、手動操作が多いためハンドルが軽くて操作しやすく、長時間連続運転で砥石軸の温度上昇が少なく、熱変化の低いものが望ましい。

(2) クラッシュロール成形研削盤

クラッシュロール成形研削盤は、工作物の形状と同じ形状の外周に仕上げたロールを砥石車に押しつけながら、低速で回転させた砥石を成形し、この砥石で成形研削するものである。（図 5-37）

この研削法の長所は、砥粒の原粒が切刃となるので切れ味がよい、砥石の寿命が長

表 5-1 各種成形研削盤

1	平面成形研削盤
2	クラッシュロール成形研削盤
3	パンタグラフ砥石成形研削盤
4	パンタグラフ成形研削盤
5	光学投影微い研削盤
6	NC(数値制御)成形研削盤
7	電解成形研削盤

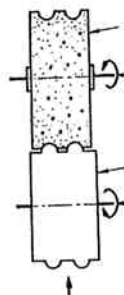


図 5-37 クラッシュロールによる砥石

い、発熱も少ない、ダイヤモンドドレッサに比べ形状の制限が少ない（薄い溝加工など）、装置が安いなどである。短所はクラッシング圧力が大きく、砥石の幅に限界がある、ロールの摩耗による変形が多く途中で修正する必要がある、寸法精度、表面あらかさが他の成形研削に比べて劣る、などである。

(3) パンタグラフ砥石成形研削盤

パンタグラフ砥石成形研削盤は、4つのリンクを組合わせて平行四辺形を作り、リンクの長さによって拡大率を変え、砥石をダイヤモンドでテンプレートの相似形に成形することができる。この機構を応用したドレッサ装置は、一般に5倍から20倍のものが多く用いられる。

(4) パンタグラフ倣い研削盤

これに対しパンタグラフ倣い研削盤は、砥石を成形するのではなく、砥石を直接リンクに取り付けてパンタグラフ機構で直接工作物を研削するものである。

一般の研削砥石では砥石の摩耗により型くずれを生ずるので、ドレッシングを頻繁に行なうことが必要である。これはダイヤモンド砥石による超硬合金の加工に適する。

(5) 光学投影倣い研削盤

光学投影倣い研削盤は、正確に画いた拡大図をスクリーンに取り付け、加工中の工作物と砥石を写し、工作物が拡大図の形状になるようハンドル操作を行なう。（図5-38）

この機械の特長は、拡大図が正確であれば工作物の形状を直接見ながら加工を進められるので、砥石の摩耗による誤差はなく、投影器などでの測定も必要ない。また砥

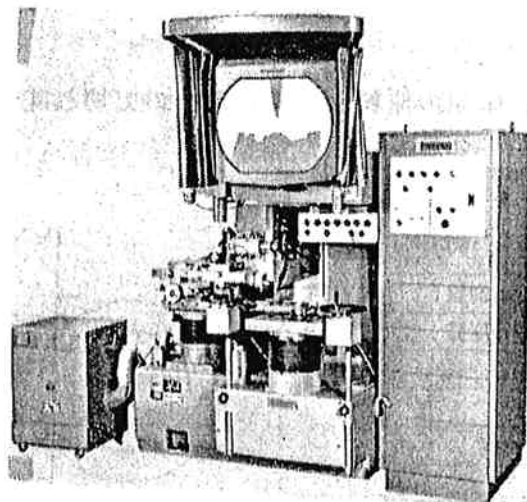


図 5-38 光学倣いの成形研削盤

石成形の困難なダイヤモンド砥石の超合金の成形研削にも便利である。

電解成形研削盤は、電解作用を応用した研削盤を成形研削に応用したものである。

長所としては、熱処理後の型材や超合金などに用いると砥石の摩耗が少なく、研削速度も早いことがあげられる。このため砥石のドレッシングや工作物の前加工を大幅に減少できる。

5.7.5 研削砥石

研削加工は砥石を刃物として加工する方法であり、焼入れ後の鋼なども加工でき、その上加工後の面の仕上げ程度もよく、精度の高い加工も可能なため精度の高い金型の部品加工および仕上げ加工に必ず使用されている。

研削に用いる砥石は図 5-39 のように結合剤で結びつけた砥粒で削った切くずを気孔におさめ、これを排出する構造となっている。

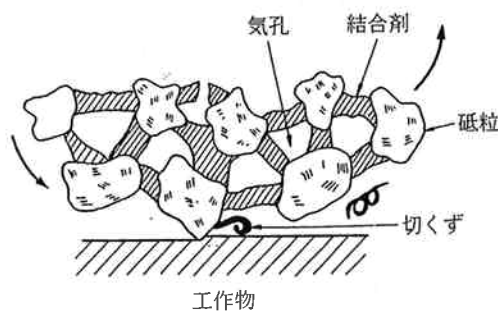


図 5-39 研削砥石の構造

砥粒は種類、組織（砥石全体の中の砥粒の詰り具合）粒度（砥粒の大きさ）の3つの因子から成る。

表 5-2 に砥粒の種類を示す。粒度は1インチ四方のフルイの目の数（メッシュ）で表し数値が大きくなるほど細くなる。（表 5-3）

一般に焼入れ前の鋼には A36J、A46K、焼入れた鋼では WA46I 程度が用いられる。焼入れ後のパンチの成形研削などでは WA60～120 程度が用いられる。

ここで最後のローマ字は結合剤の結びつきの強さを示しておりその強さを結合度という。

結合剤が多く、結びつきの強い砥石を硬い砥石、結合剤が少なく、砥粒の脱落しやすいものを軟かい砥石と呼んでいる。

表 5-2 砥粒の種類

区分	種類	記号	特徴、用途
アルミナ質	(アランダム) かっ色アルミナ質	A	かっ色でじん性が強くボーキサイトから作る鋼材の一般研削に用いる
	(ホワイトアランダム) 白色アルミナ質	WA	アルミニウムを含む鉱石を電気炉で高熱を加えて作る A 砥粒より硬いがじん性は劣る、高速度鋼や合金鋼の仕上げ研削
炭化けい素質	(カーボランダム) 黒色炭化けい素質	C	アルミナ質に比べ硬くじん性は低い 鋳鉄、非鉄金属、非金属の研削、切断に用いる
	(グリーンカーボランダム) 緑色炭化けい素質	GC	炭素とけい石を電気炉で加熱し純粋な炭化けい素の結晶を作りこれをくだったもの、超硬合金や発熱を防ぐ仕上げ用

その他アルミナ質としては淡紅色アルミナ質(PA)、解砕型アルミナ質(HA)人造エメリー(AE)があり、ダイヤモンド砥石が超硬合金用に用いられている。

表 5-3 砥石の粒度

粗 粒	# 8, 10, 12, 14, 16, 20, 24, 30, 36, 46, 54, 60 70, 80, 90, 100, 120, 150, 180, 220
微 粒	# 240, 280, 320, 360, 400, 500, 600, 700, 800, 1000 1200, 1500, 2000, 2500, 3000

一般に熱処理前の鋼などには硬い砥石を焼入れ後の鋼などでは軟かい砥石を選ぶ。

表 5-4 に研削砥石の選択基準を示す。

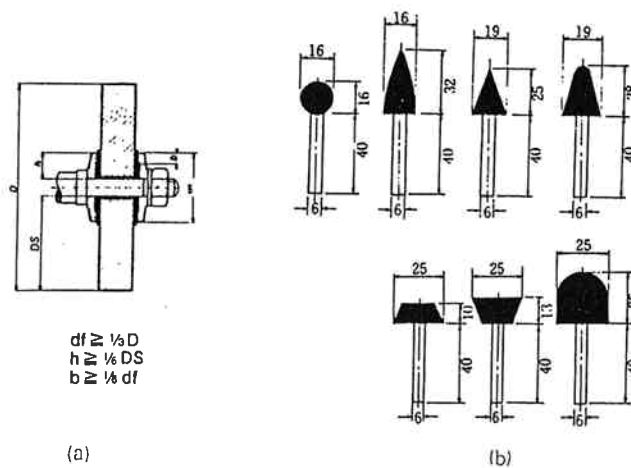


図 5-40

表 5-4 研削砥石の選択基準

被削材	研削方式 砥石直径	円筒研削			心なし研削	平面研削			削立		内面研削		75をこえ 150以下			
		355以下	355をこえ 455以下	455をこえ 610以下		610をこえ 915以下	横		軸	一般	セグメント	16以下 32以下		16をこえ 32以下	32をこえ 50以下	50をこえ 75以下
							205以下	205をこえ 355以下								
鋼	普通炭素鋼	A 60M	A 54M	A 46M	A 46L	A 60M	WA 46K A	WA 46J A	WA 36J A	WA 30J A	WA 24K A	A 80M	A 60L	A 54K	A 46K	A 46J
	一般構造用圧延鋼材 機械構造用炭素鋼 炭素鋼鋳鋼品	WA 60L	WA 54L	WA 46L	WA 46K	WA 60L	WA 46J	WA 46I	WA 36I	WA 30J	WA 24J	WA 80L M	WA 60L K	WA 54J K	WA 46J K	WA 46J I
		WA 60L	WA 54L	WA 46L	WA 46L	WA 60L	WA 46J	WA 46I	WA 36I	WA 30I	WA 24J	WA 80L M	WA 60L K	WA 54J K	WA 46J K	WA 46J I
	合金鋼	WA 60K	WA 54K	WA 46K	WA 46J	WA 60L K	WA 46I	WA 46H	WA 36H	WA 36H	WA 30I	WA 80L	WA 80K	WA 54J	WA 46J	WA 46I
	合金鋼	WA 60K	WA 54K	WA 46K	WA 46J	WA 60L K	WA 46I	WA 46H	WA 36H	WA 36H	WA 30I	WA 80L	WA 80K	WA 54J	WA 46J	WA 46I
鉄	普通鋼	C 60 J	C 54 K	C 46 K	C 36 K	C 60 L	C 46 J	C 46 I	C 36 I	C 24 J	C 24 J	C 80 K	C 60 J	C 54 I	C 46 I	C 36 I
	特殊鋼	G C 60 I	G C 54 J	G C 46 J	G C 36 J	G C 60 K	G C 46 I	G C 46 H	G C 36 H	G C 24 I	G C 24 I	G C 80 J	G C 60 I	G C 54 H	G C 46 H	G C 36 H
	ナールド鋼	G C 60 I	G C 54 J	G C 46 J	G C 36 J	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	可鍛鋼	A 60 M	A 54 M	A 46 M	A 46 L	A 60 M	WA 46 K A	WA 46 J A	WA 36 J A	WA 36 J A	WA 24 K A	WA 80 M A	WA 60 L A	WA 54 K A	WA 46 K A	WA 46 J A
	黒心可鍛鋼 白心可鍛鋼	A 60 M	A 54 M	A 46 M	A 46 L	A 60 M	WA 46 K A	WA 46 J A	WA 36 J A	WA 36 J A	WA 24 K A	WA 80 M A	WA 60 L A	WA 54 K A	WA 46 K A	WA 46 J A
非鉄金属	銅	C 46 J, C 36 J				C 46 K	C 30 J	C 36 I	C 30 H	C 24 I	C 24 I	C 36 I				
	超硬合金	G C 80 I, G C 60 I, D 100				G C 60 ~ 100 H D 100 ~ 220 I			—			D 150				

注 成形研削加工はWA 80 ~ 120程度を用いる。

注 成形研削加工はWA80~120程度を用いる。

図 5-40(a)に取付けフランジに付けた砥石の例を(b)に手仕上げに使用する小型ポータブルグラインダに使用する軸付砥石の形状例を示す。

5.8 その他の工作機械

金型加工に用いられるその他の工作機械には次のようなものがある。

(1) ジグ中ぐり盤 (ジグボーラ)

高精度な穴加工を行なう機械であり、正確な位置決めを行なうためオプチカルリダと呼ばれる光学式の読みとり装置やデジタル式の位置表示装置を持つ。(図 5-41)

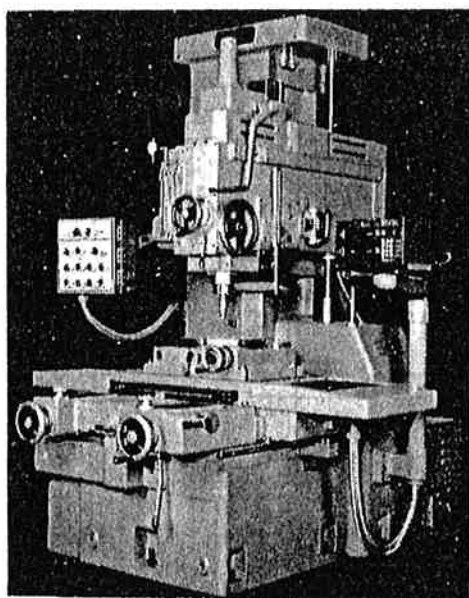


図 5-41 ジグ中ぐり盤

加工精度は $1\text{ }\mu\text{m}$ (千分の 1 mm) 単位が可能である。

順送り型など高精度な金型製作には欠くことのできない機械である。

(2) 放電加工機

放電加工機は焼入れをした鋼や超硬合金の加工も可能であり、金型加工には非常に広く用いられている。(図 5-42)

原理は接近した金属材料の間を油などで絶縁状態にし、継続的に電圧を加えると放電現象が起こる。

放電加工は電気のエネルギーを大部分熱に変え、微少部分を数千度という高温にして溶解し、衝撃エネルギーで吹き飛ばす。

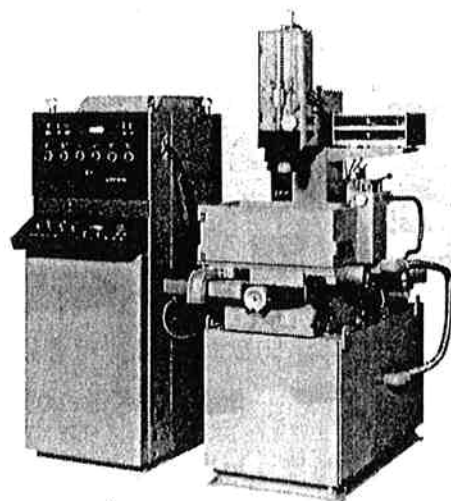


図 5-42 放電加工機

図 5-43 に放電加工機の構造例を示す。

加工用電極は銅、プラファイトなどが用いられ、電極を高精度に作ればほぼこれに近い貫通穴や底付きの加工が自動運転でできる。

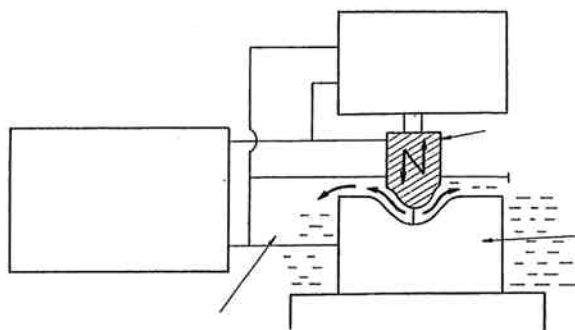


図 5-43 放電加工の原理

プレス金型では抜き型用の貫通穴の加工が多いがプラスチックの射出成型型などでは底付きの加工が多い。

(3) ワイヤカット放電加工機 (図 5-44)

ワイヤカット放電加工機は放電加工機的一种であるが電極に細い銅または黄銅のワイヤを使用し、工作物を乗せたテーブルをNC装置で制御する。(図 5-45)

特徴としては

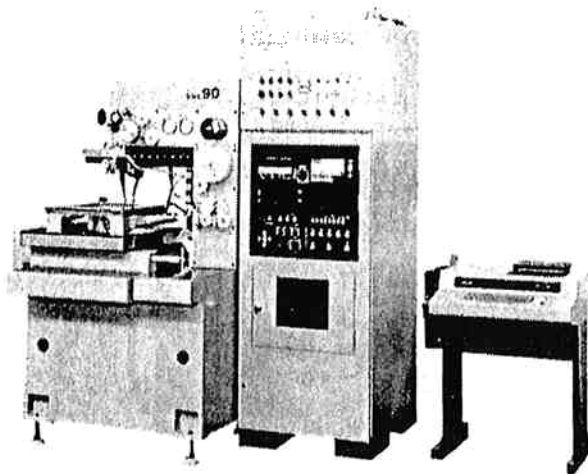


図 5-44 ワイヤカット放電加工機

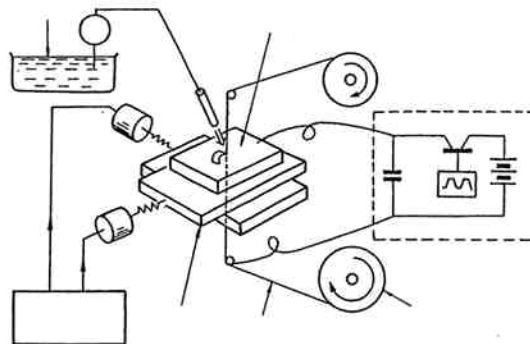


図 5-45 ワイヤカット放電加工の原理

- (a) 放電加工機として焼入れをした鋼の加工が容易
- (b) あらゆる形状をプログラム通りに加工できる。
- (c) 加工に熟練を必要とせず、精度の高い加工ができる。
- (d) 貫通穴のみで底付き加工ができない。

などである。

(4) NC工作機械

NCという言葉は Numerical Control の略称であり、図 5-46 のような情報の流れで工程が進められる。

まず図面または加工条件に従ってプログラムを作り、これをテープタイパや専用のプログラミング装置を使って記号に変え、さん孔テープ（記号に従って穴を明けた紙テープ）や磁気テープを作る。

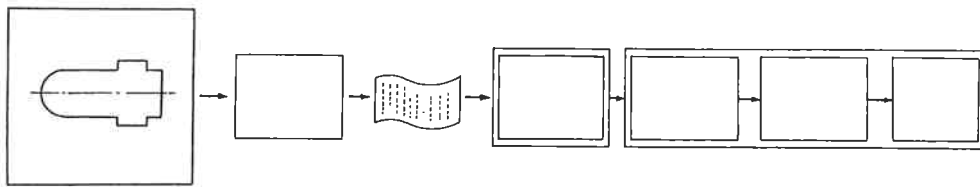


図 5-46 N C 工作機械の構成と情報の流れ

このテープの数値情報を情報処理装置（N C 装置）が読み取って指令パルスに変える。

これがサーボ機構の入力となって機械を駆動し、指令通りの加工が行なわれる。

N C 工作機械はこのように情報処理回路の N C 装置とサーボ機構を組込んだ機械本体との 2 つから成る。

N C 装置は大部分の工作機械に用いられ、N C 旋盤、N C ボール盤、N C フライス盤などがある。

また多数の刃物を自動的に交換する装置を持ち、プログラム通りの穴加工や形状加工を無人でできる機械としてマシニングセンタがある。（図 5-47）

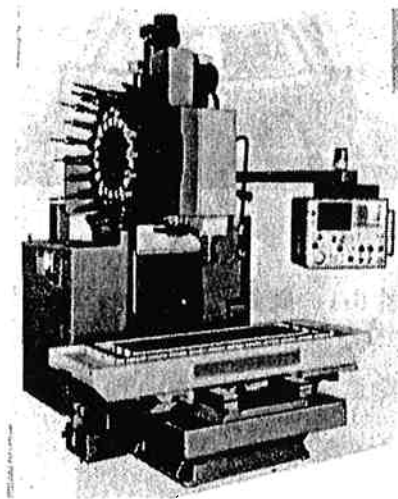


図 5-47 マシニングセンタ

第6章 金型用材料と熱処理

6.1 材料の種類と特徴

6.1.1 鋳鉄

金型に用いられる鋳鉄はねずみ鋳鉄と呼ばれる普通鋳鉄（FC200、FC250）及び強靱鋳鉄（FC300）がある。この他合金鋳鉄としてクローム（Cr）、モリブデン（Mo）などを添加したものが使われている。

鋳鉄は主として自動車の外板など中・大物部品の成形や絞り加工用の金型に用いられる（図 6-1）。この他一般の金型の構造部品としてパンチホルダにも多く用いられている。

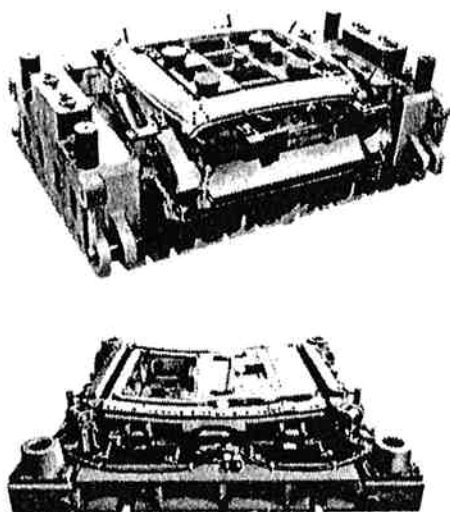


図 6-1 鋳鉄による自動車用金型

型材料としての鋳鉄の特徴は

- ①鋳造に用いる形状の作成が容易。
 - ②切削加工が容易。
 - ③黒鉛が潤滑作用をする上、潤滑剤を良く保つ性質があり、絞り型などでは焼付きを起こしにくい。
 - ④合金鋳鉄を用いると高硬度のものや表面を火炎焼入れができる。
- 等である。

6.1.2 鋳鋼

プレス加工の面圧力が大きく、鋳鉄では強度が不足する場合には球状黒鉛鋳鉄(FCD)、炭素鋼鋳鉄(SC)が用いられる。金型に用いられる鋳鋼には水焼入れ及び焼き戻しをして用いる炭素鋼と空気焼入れ及び焼き戻しをして用いる低合金鋼がある。

正規に焼入れ、焼き戻しをしたものに比べて耐摩耗性が低いため、加工数量の少ないものに限られる。

6.1.3 一般構造用圧延鋼

一般構造用圧延鋼は、熱処理をしないで使用される鋼であり、普通鋼又は‘なま材’と呼ばれている。

比較的強度も大きく、加工性もよいので、金型部品として、パンチホルダ、ダイホルダのほか、プレート類に用いられる。

種類としては SS330, SS400, SS490, SS540 などがあるが金型に用いられる材料は SS400 が最も多い。

6.1.4 機械構造用炭素鋼

S10C(炭素含有量約 10%)から S58C(炭素含有量約 0.58%)まで 20 種と多いが、金型に用いられるのは S20C, S35C, S50C または S55C などに限定される。

一般には熱処理せずにパンチホルダ、ダイホルダ、パンチプレート、ストリッパ、バックリングプレートなどの金型部品に多く用いられる。

炭素含有量の多い S45C 以上のものは、焼入れ、焼き戻しをして、少量生産用のパンチやダイに用いる場合もある。

6.1.5 炭素工具鋼

炭素工具鋼は、SK 材又はゲージ鋼と呼ばれており、SK1 から SK7 まで 7 種ある。これは主として炭素含有量の差で区別している。金型に用いられるのは、このうち SK3, SK4, SK5 である。焼入れして、刃先として少量生産に用いるほか、金型の付属部品としてストリッパ、パンチプレート、ダイプレートなどには焼入れせずそのまま用い、バックリングプレート、ストックガイドなどには熱処理して用いられる。

この鋼は焼入れが可能であり、HRC57~60 の硬さが得られるが、焼入れ性は悪く、耐摩耗性を要求されるパンチ、ダイの場合は不向きである。焼入れは、760~820℃から水焼入れをし、焼き戻しは 150~200℃で空冷する。但し、SK3 の焼入れは、水冷すると割れる危険性があり、油冷(820~850℃)したほうがよい。

6.1.6 合金工具鋼

合金工具鋼は、炭素工具鋼にクロム(Cr)、モリブデン(Mo)、タングステン(W)及びバナジウム(V)などの元素を加え、焼入れ性と耐摩耗性を向上したものである。

低合金工具鋼(S K S)は、特殊工具鋼とも呼ばれ SKS3 及び SKS2 が一般の金型のパンチ及びダイとして最も多く用いられている。特殊元素が加えられているので、焼入れ性が良く、焼き入れによる歪も比較的少ない。また、切削性も比較的良好であり、焼入れ後の研削性もよい。

焼入れ温度は、800～850℃で、油冷する。焼戻し温度は、150～200℃で空冷する。金型に用いられる高合金工具鋼(SKD)の代表的なものに SKD11 がある。

高合金工具鋼は、炭素(C)とクロム(Cr)を多く含有しており、耐摩耗性、靱性が優れており、多量生産用の金型に用いられる。

熱処理は鋼種によって多少異なるが、SKD11 の場合、焼入れ温度は、1000～1050℃で空冷し、150～200℃で焼戻すのが一般的である。

焼入れによる熱処理ひずみも少なく、焼入れ後に研削加工や放電加工で仕上げてても変形が少ないため、精密多量生産型のパンチ、ダイ用材料として欠かせないものである。しかし、SKS3 に比べ焼入れ温度が高く、切削及び研削性も悪く、価格も高いため、耐摩耗性を特に要求されるものに限って用いる。

6.1.7 その他

この他、耐摩耗性を強く要求される場合は、切削加工のバイトなどに使われている高速度工具鋼(SKH51)や超硬合金が用いられている。

超硬合金は、タングステンカーバイト(WC)を主成分として結合剤にコバルト(Co)を配合し、粉末冶金法で焼固めたものであり、非常に硬く、耐摩耗性も高い。

6.2 熱処理の種類と設備

鋼は、熱処理によって、その性質を変えるので、目的に合わせた熱処理が重要である。

熱処理で大切なことは、温度と冷却の方法である。

6.2.1 熱処理の種類

(1) 焼きならし

ほぼ、焼入れ温度に近い高温から空気中で冷却し、鋼材の性質を安定させるために行う。一般の鋼は、この状態で市販されている。

(2) 焼なまし

焼なましは、鋼の組織を改善したり軟らかくするための完全焼きなましと加工硬化や内部応力を除く軟化焼きなましがある。

焼入れした金型を修正する場合は、一度焼きなましをしてから修正し、再度焼入れをする。

(3) 焼入れ

鋼は、それぞれの鋼ごとに決められた焼入れ温度から急冷すると硬い組織になる。焼入れ温度が低いと焼きが入らず、高すぎると脆くなるので、正しい温度で行わなくてはならない。

又、高温に長時間放置すると、焼きが入りにくくなったり、脆くなる。

(4) 焼戻し

焼入れをしたままの鋼は、硬いが脆く、欠けやすいので、そのままでは使用できない。このため、焼入れ後はできるだけ早めに焼戻しを行うことが必要である。

焼戻し温度が低いと、硬さは十分でも粘り強さが不足し、温度が高いと粘り強さは高くなるが硬さが低くなる。

6.2.2 熱処理設備

金型の熱処理に用いられる設備として、木炭、バーナ、コークス炉をはじめとして、ガス炉、電気炉、ソルトバス、真空炉及び流動床炉などがある。

(1) 木炭

木炭は、コークスやバーナに比べ、表面の炭素を少なくすることはないが、加熱温度を高く保つのが困難である。

焼入れの方法は、コンロに木炭をいれて火をつけ、ワークをのせた上に更に木炭を乗せ、ファイゴなどで風邪を送って温度を上げる。この時に、すき間を設けて鉄板で蓋をすると上下の温度は安定する。

(2) バーナ

バーナでの加熱は、小物の場合、図 6-2 のようなガソリンバーナを用いるが、少し大きいものは、都市ガスやプロパンガスを足踏みファイゴなどの空気と共に吹き付けて、直接加熱をする。

バーナでの加熱は、炎が当たっている所と当たっていない所の温度の差は大きいなる。これを防ぐためには、ワークの下にコークスを敷き、この上で加熱するとよい。

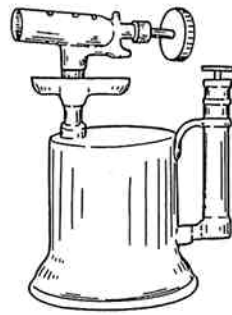


図 6-2 ガソリンバーナ

(3) コークス炉

一般の小さな金型の焼入れは、手廻しフィゴの付いた小型の炉が用いられる。(図 6-3)コークスは、手軽に高温が得られるが、部分的に温度が上がり過ぎ、表面を変質したり、脆くするので、注意が必要である。



図 6-3 手まわしフィゴ

これを防ぐためには、ワークを直接コークスの中に入れず、鋼管などの中に入れ、間接的に加熱をするとよい。

以上の設備は、構造が簡単で、価格も安いが温度が不安定であり、表面の変質も多く、信頼性の高い焼入れはできない。

鋼は、耐摩耗性が高いものほど焼入れ温度が高く、温度管理も難しくなる。従って、これらの方法は低合金工具鋼までであり、高合金工具鋼や高速度工具鋼には使用しな

い。

(4) 電気炉他

正確な焼入れをする場合は、一般に電気炉が用いられる。電気炉は耐火煉瓦の炉中にヒータを入れて、電気で加熱する(図 6-4)。

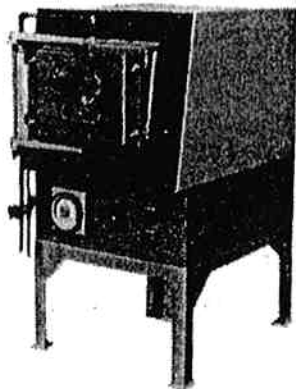


図 6-4 電気炉

温度の管理は、熱電対とサーモスタットとを組合せて、自動的に設定した温度を保つ。特に大きなものや、高い温度を必要とする高速度工具鋼には、使用できないが、操作が簡単で環境も良く、専用の焼入れ炉として一般の金型工場では、最も広く使用されている。

ソルトバスは、中性塩(ソルト)をヒータなどで加熱して溶解しワークをそのなかに入れて過熱をする炉である。

ソルトバスによる加熱は、加熱速度が早く、しかも加熱中空気に触れないので、表面が酸化したり、脱炭したりすることが少ない。

図 6-5 に間接式ソルトバスの例を示すが、この他電極をソルト中へ直接差込む直熱式のソルトバスもある。

ソルトバスは、鋼の種類による焼入れ温度に合わせたソルトを選ぶこと、ソルトの加熱に時間がかかること、ソルトがこぼれて汚れるため環境が良くないことなどの理由で一般の金型工場では余り使われていない。

熱処理を多く行う規模の大きな金型工場や標準部品の専門メーカー、熱処理専門業者などで使われている。

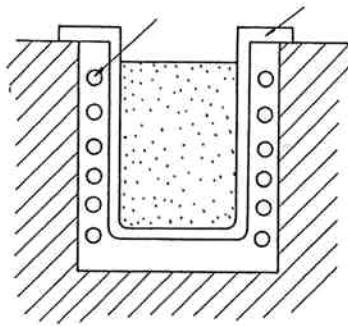


図 6-5 間接式ソルトバス

真空炉は金型の焼入れ、焼戻しには理想的な炉である。設備は加熱装置、温度コントロール装置の他、真空装置を持っている。

真空炉での熱処理は、真空中で加熱するため表面が酸化せず、きれいなままで熱処理される。そのため熱処理後表面の仕上加工を必要としない。

また、信頼性が高いため安定した熱処理が可能であり、焼割れ、寸法の変化なども少ない。しかし、設備そのものが非常に高価であり、加熱その他の費用も高いので、専門業者か特別な企業を除いては設置されていない。

6.3 熱処理の方法

6.3.1 手回しファイゴとコークスによる焼入れと焼戻し

コークスを使用する焼入れ設備の中で、広く用いられているのが手廻しファイゴである。

(1) 焼入れのための加熱

焼入れのための加熱には、次のものを準備する。

- (a)手回しファイゴ(直径約 600mm 程度)
- (b)鉄製の筒(鋼製パイプを切断したもの)
- (c)コークス(粒の小さなもの)
- (d)油のしみ込んだウェス(機械及び金型などを拭いた布でよい)
- (e)細く割った薪
- (f)火箸(図 6-6)

作業は次の順序で行う。

- (a)手回しファイゴの上にウェスを乗せて、火を点ける。この時、片手でハンドルを回しながら風を送る。以下、ハンドルは燃え具合を見ながら焼入れが終わるまで回し続け

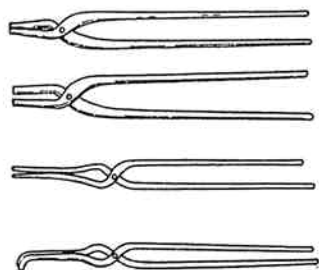


図 6-6 火ばし



図 6-7 薪の積上げ

る。

(b)薪をウェスの上に乗せる。

薪は、周囲から山形に組み上げる(図 6-7)。

(c)薪が燃え始めたら、コークスを周りに厚く、中央は薄く乗せる。

(d)薪が燃え尽き、赤くなって煙が出なくなったらコークスを追加する。(厚さ 30~50mm)

(e)ハンドルを速く廻して、コークス全体が燃えるようにする。

(f)鉄製の筒をコークスの上に乗せる。乗せ方はコークスの中央部を掘って、底に 20~30mm 残し、この上に置き、周りをコークスで被う。(図 6-8)

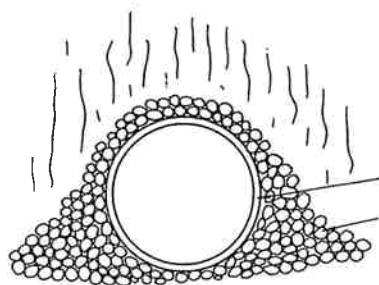


図 6-8 筒の加熱

(g)筒全体が加熱され赤くなったら、品物を筒の中に入れる。この時、筒の中にコークスが入っていたら取り出す。

(h)加熱を続ける。筒が白味を帯びた明るい赤色になるまで、温度を上げ、これ以上温度が上がらぬように保つ。この時、内部の品物はやや明るい赤色になっている。この状態で小さなものは、10~15 分、やや大きいものは 15~20 分保つ。温度調節は、ハンドルの回転で行う。この間の注意事項としては、

- ・ コークス全体の 70~80% が燃えていること
- ・ 品物は時々、上下・左右の色を見ながら見て回転させ、全体の温度が均一になるようにする。
- ・ 筒も時々回転させる。これにより、周りからの温度も均一化する。
- ・ 火の勢いを弱めないように注意し、必要に応じて新しいコークスを追加する。

等である。

(2) 冷却方法

焼入れは、高い温度に加熱した鋼を急冷することが必要であり、急冷する方法として一般に油中冷却が行われている。

この他、鋼の種類によっては、空気中で冷却するものや水を使って冷却するものがある。

準備するものは、

(a) 冷却油を入れる容器

油を入れる容器は、大きいほどよいが、小物の冷却には石油缶の上部を切り取ったものに金網及び蓋をつけたものでよい(図 6-9)。一般の金型には、ドラム缶程度のものを用いる。

(b) 冷却油：種類は「普通焼入れ」用のもので多量程よい。

(c) 金網の籠(図 6-10)。

(d) 火箸

等である。

作業方法は、

(a) 炉から加熱した品物を火箸で掴み、取り出す。

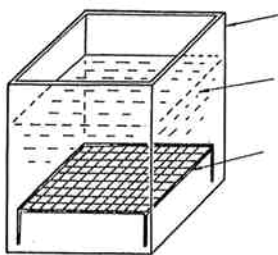


図 6-9 簡単な冷却装置



図 6-10 金網のかご

(b)油の中へ素早く入れる。ゆっくり入れると焼入れがうまくできない上に油が燃える危険がある。

(c)油中の品物は冷え切らないうちに取出し、空中でゆっくり冷やす。

油中へ浸す時間は、板の場合肉厚 2mm で 3 秒程度である。従って 16mm の厚さの場合は、24 秒程度である。冷たくなるまで、油中に入れたままにしておくと焼割れを生じやすい。

(3) 焼入れ後の確認

焼入れの終わった品物のコーナ又は刃先の反対側の面をヤスリの角で削って見る。この時、やすりが滑るようであればよいが、引っ掛るようでは焼き入れ硬度が不足している。

焼入れの終わった品物はスケールが付いているので、表裏をペーパーヤスリで磨いておく。

(4) 焼戻し

焼入れをした品物は、素早く焼戻しをする。焼戻しは、鋼に粘りを与え、割れや欠けを防ぐ大切な作業である。

作業方法は、

(a)手廻しフイゴにコークスを乗せ、焼入れの時と同じようにコークスを燃やす。こ

の時、コークスの量は少なめで良く、燃えかたも弱くてよい。

(b)厚さ 10mm 程度の鉄板を乗せる。

(c)品物を乗せ、弱めの温度でゆっくり加熱を続ける。(図 6-11)

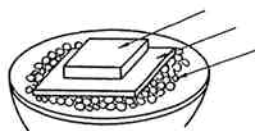


図 6-11 焼もどし

(d)表面の色が濃い黄色(狐色)になったら取出し、空中で冷却する。

6.3.2 バーナによる焼入れ

バーナによる焼入れは、30×30mm 以下の小さな品物にはガソリンバーナを使用し、

これより大きなものには、都市ガスやプロパンガスを用いる。

作業方法は、

- (a) コークスを図 6-12 のような容器に入れ、これをバーナで加熱し、品物が乗る場所の全体の温度を上げておく。
- (b) この上に品物を乗せる。
- (c) 新しいコークスをこの上にかける。
- (d) バーナで全体を均一に加熱する(図 6-13)。時々、品物以外のコークスにも炎を当てる。

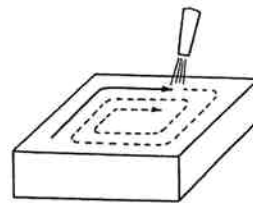
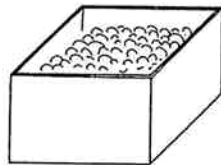
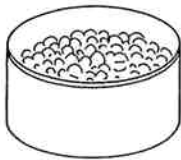


図 6-12 バーナでの焼入れに使用する容器

図 6-13 バーナの炎の当て方

- (e) 10～20 分、温度を保つ。この間、品物は時々裏返しをする。
- (f) 取出して油中に入れる。

冷却及び焼戻しは、コークスの場合と同じである。

6.3.3 炎焼入れ

炎焼入れは、酸素-アセチレン炎やプロパンガス炎などで、品物の表面を加熱して焼き入れをする方法である。使用するバーナの簡単なものに溶接用のトーチがある。

炎焼入れの特徴は、

- (a) 部品の大きさや形状に制限がない。
 - (b) 局部焼入れができる。
 - (c) 焼入れ変形が少ない。
 - (d) 設備費が安い。
 - (e) 加熱温度のコントロールが難しく、安定した焼入れができない。
- などである。

炎焼入れは、焼入れ性の悪い材料の方がむしろ良く、一般に炭素工具鋼が用いられて

いる。

炎焼入れの代表的な方法として、次のものがある。

- (a) 炎の先を細く絞り、刃先の部分に炎を当てる。(品物の表面が赤みを帯びる程度に加熱する)
- (b) バーナを進行方向へ傾けながら移動する。
- (c) 後から一定の距離(5~10mm)を置いて水をかける(図 6-14)

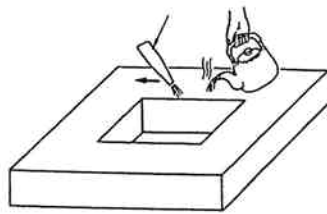


図 6-14 炎焼入れ

作業の注意事項としては

- (1) バーナは、直線部でスタートし、そこで終わるようにする。(コーナ部でスタートしたり止めたりしないこと)
- (2) 加熱温度が高過ぎると、割れや欠けを生じやすくなるので温度を上げ過ぎないこと。
- (3) 品物は、薄いと反るので、厚めの材料を使用する。
- (4) 焼が入るのは、表面の薄い部分なので研削などで表面を削ったときは、再度焼き入れをする必要がある。
- (5) 焼入れた刃先が欠ける場合は、水の代わりにお湯を用いるか、焼戻しをするとよい。

6.3.4 電気炉

電気炉による焼入れ、焼戻しは温度管理が容易であり、鋼種に合った温度にセットして加熱をすればよい。

しかし、正確な温度で焼入れをするには

- (a) 炉の温度と品物の温度の差
- (b) 炉内部の場所による温度のバラツキ
- (c) 温度計の精度
- (d) 品物の大きさによる表面と内部の温度差

等を調べて、より確実な焼入れをするように心掛ける必要がある。

一般の電気炉は、空気中で加熱をするため、表面が酸化したり、脱炭をするので、ステンレス製の容器や箱で包み、内部に脱炭防止剤を入れて加熱をすると一層よい。

この対策として、窒素などの不活性ガスを炉中に吹き込む方式のものがある。

6.4 熱処理の問題と対策

金型製作にとって熱処理は非常に重要であり、これに失敗するとそれまでの苦労が無駄になる。それだけに熱処理については、細心の注意が必要である。

金型の熱処理による不具合としては次のものがある。

(1) 焼割れ

焼割れの原因としては、焼入れ温度の不適當、冷却の不適當、形状の不均一なことが考えられる。

焼入れ温度が必要以上に高すぎたり、焼き入れしてから焼戻しまでの時間がかかりすぎたりすると割れを生じやすい。

又、冷却が早過ぎるのもよくないので、鋼に適した冷却剤を選ぶ必要がある。形状は不均一なところがあると、そこで割れを生じやすい。特に割れやすいのは、凹みのコーナ部、肉厚が極端に変化する部分、穴の接近した部分(特に途中で止まっている底付き穴)、粗い加工面などである。

対策としては、コーナ部に R をつける、底付き穴を貫通穴にする、凹みのコーナ部と穴を離すなどが考えられる(図 6-15)。

(2) 肌荒れその他

空気中で加熱をすると、材料の表面の炭素が酸化して、少なくなり、硬さを失い、耐摩耗性も減少する。

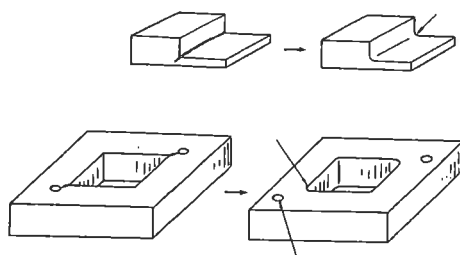


図 6-15 焼入れの割れ対策

対策として、温度を上げ過ぎないこと、高温に長時間置かないことなどであるが、脱炭防止剤を塗る、ステンレスの箔や深い容器に入れて加熱するなどが、より効果的である。

(3) 硬さ不足

焼入れをしても硬さが十分でない場合がある。

原因としては、鋼の材質間違い、焼入れ条件の不適當(温度など)、素材の表面の焼きが入らない変質部が残っているなどが考えられる。

材質違いの対策は、鋼種別にペンキで色分けをする、使用前に火花試験をする、鋼種別に柵をハッキリ区別するなどが有効である。

又、黒皮付きの材料は、表面から 1.5mm 程度削らないと焼の入らない部分が残る。

第7章 金型製作の基本作業

7.1 けがき作業

7.1.1 けがき作業

金型を作る上で、けがき作業は欠かせないものである（図 7-1）。

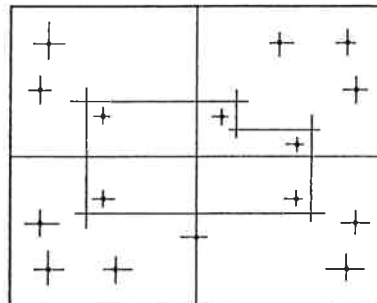


図 7-1 外形抜きダイのけがき及びポンチ打ちの例

けがき作業は、製図と似ているが、平らな紙の上に画く製図と異なり立体的な物を対象とし、なおかつ加工の基準となるため十分注意し、正確に行わなければならない。

金型製作におけるけがき作業で特に注意すべき点は、次のとおりである。

(1) 見やすいこと

金型は、小さな面積に多くの加工をするためけがき線も多くなるので、他のけがき線とまぎらわしくないこと。

(2) 加工の手順を考え、どのようなけがき線が必要かを考える。（図 7-2(a)）

(3) 基準面が正確であること。

基準面が曲がっていたり、直角でないと、正確なけがきはできない。（図 7-2(b)）

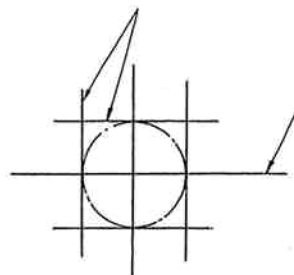


図 7-2(a) けがき線の引き方

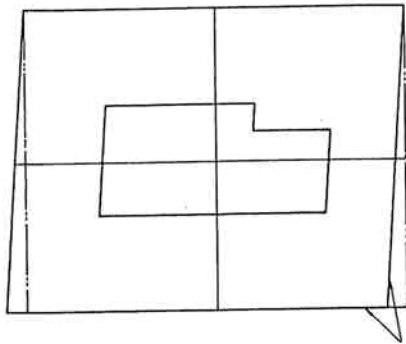


図 7-2(b) 基準面の直角不良による形状のゆがみ

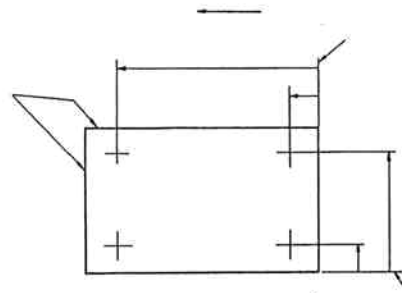


図 7-2(c) 同一方向のけがきは同一基準面を用いる

(4) 同じ方向のけがきを行う場合は、同じ基準面を使うこと。

(5) けがきに使用する工具は精度がよいこと。

定盤、直定規、ハイトゲージなど基準となる工具の精度が悪いと、誤差が多くなる。

(6) けがき線は、細くてはっきり見えること。

けがき針、トースカン、コンパス、ハイトゲージなどの先端は鋭く磨いておく、などである。

(7) けがき精度の限界と補正

けがきの精度は 0.1 mm 以下の精度を確保するのがむずかしい。このような精度に対して、けがきはひとつの目安に過ぎない。最終的な精度は加工の仕上げ段階で測定をしながら確保をする。

7.1.2 けがき作業の用具

けがき用具は、けがき作業の基準となるものであり、精度の高いものを用意するとともに、常に最適の状態に保つように心がけなければならない。

(1) けがき定盤

けがき用定盤は、図 7-3 の (a), (b) のような鋳鉄製のものと図 (c) のよう

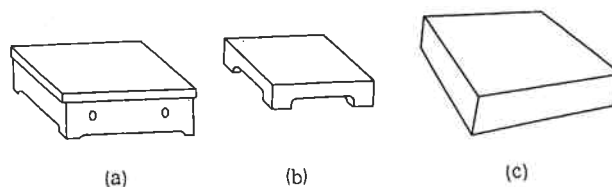


図 7-3 けがき定盤

な天然石（花崗岩、輝緑石など）が用いられる。

天然石のものは、高価であるが、経年変化及び温度の影響を受けず精度は高い。

定盤はしっかりした台に水平に安定よく固定する必要がある。

（２）ます形ブロック

鋳鉄製の四角形で、１面に１条または交差する２条のＶ溝があり、測定物を固定するためのクランプがついているものとないものがある。

図 7-4 に２条のＶ溝とクランプを持つます形ブロックを示す。

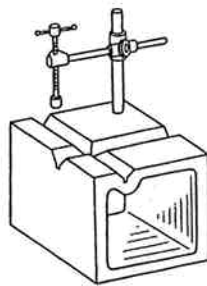


図 7-4 ます形ブロック

（３）Ｖブロック

鋳鉄または鋼製で、左右へ均等に 45° （合計 90° ）の正確なＶ溝を持つ。（図 7-5）

２個を一組として定盤上で丸棒及び直角物のけがき、機械加工における工作物の保持台、及び測定などに用いられる。

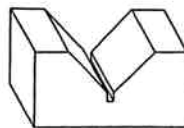


図 7-5 Vブロック

Vブロックに締め付け用クランプを取り付けたものもある。

（４）コンパス

円のけがき線の分割などに用いられ、鋼製で足先に焼入れがしてある。（図 7-6）

大きさは、支点から足先の長さで表わし、75～300のものが用いられている。

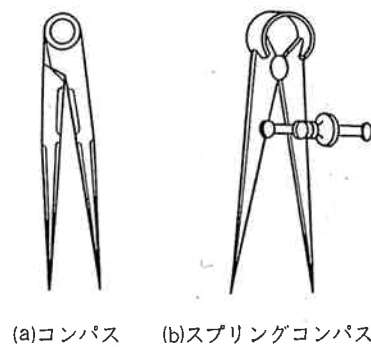


図 7-6

スプリングコンパスは、頭部にばねが付いており、ねじで微調節ができる。

(5) けがき針

けがき針は、スケールや形板に沿って工作物にけがき線を引くときに用いるもので、先端は焼入れし、尖った円錐状に仕上げてある。

一般に他の一端は曲げたり、けがき線を消して修正する場合のスクライバ状に仕上

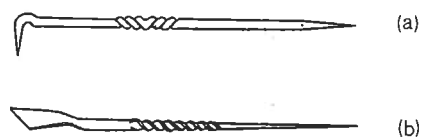


図 7-7 けがき針

げてある。(図 7-7)

けがき針は、金型製作者としての必需品であり、細い丸棒や使い古しの組やすりなどを加工して、自分で使いやすいように工夫して作るとよい。

(6) トースカン

トースカンは、鋳鉄製の丸及び角形の台に、鋼製の柱及び針が取付けられている。

(図 7-8)

けがきに用いられるのは、主として角台形であり、ゲージまたはスケールに合わせた高さで、工作物にけがきをする。

この他Vブロックと合わせて円筒形工作物の中心を求めるのにも用いられる。

(7) ハイトゲージ

工作物に、ある基準線から正確な距離に平行線を引く場合、ハイトゲージが用いら



図 7-8 トースカン

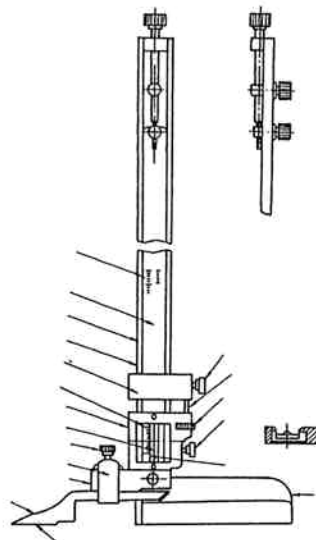


図 7-9 ハイトゲージ

れる。

ハイトゲージは、ベース上の本尺が枠の中に正確な 90° で立てられており、これに上下動をするスクライバが取付けられ、このスクライバでけがき線を引く。

(図 7-9)

正確な寸法を求めるため、バーニアを用い、最小読取り値は 0.05 または 0.02 mm が可能である。

(8) ポンチ

ポンチは、けがき線を明らかにするため、けがき線上や中心点にポンチマークをつ



図 7-10 ポンチ

けるのに用いる。金型加工には主としてドリル加工のセンタ用が中心である。

ポンチは、鋼製で、先端は $60 \sim 90^\circ$ の円錐形とし、この部分のみ焼入れがしてある。

図 7-10 にポンチの例を示すが、類似の形状のものを自分で作成するとよい。

(9) けがき用塗料

けがきをする時、表面が光っている材料とか、黒皮のままの面（鋳物）、また非常に硬い面とかに線を入れる場合、入れにくい、見にくいことがある。そのとき表面にけがき用の塗料を施すと、簡単に線を入れることができる。

塗料としては、①胡粉、②青竹、などが使用される。

7.1.3 けがき作業の方法

(1) けがき線の引き方

けがき線を引く場合は、図 7-11 のように線を引く方向へけがき針を少し傾けて、1 回で終わるように確実にけがきをする。

1 本の線を 2 回に分けてけがきをしたり、後から重ねてけがきをしてはならない。

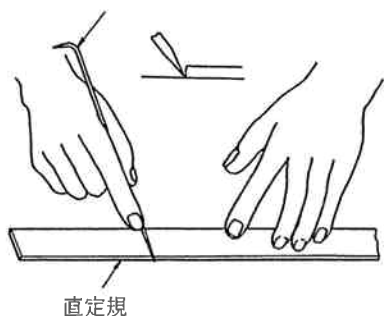


図 7-11 けがき針によるけがき

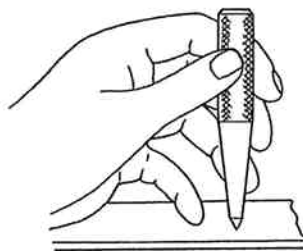


図 7-12 ポンチの打ち方

(2) ポンチの打ち方

ポンチを持つ手は、小指を工作物に当て、ポンチをけがき線に合わせて垂直に立て

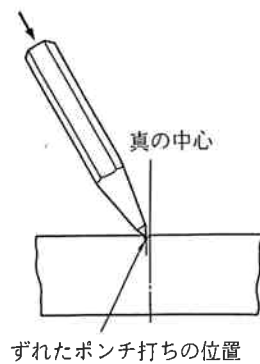


図 7-13 センターポンチの位置の修正

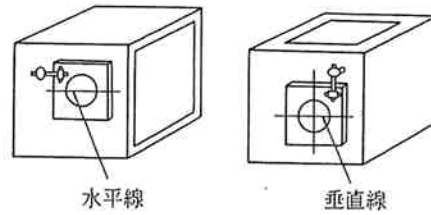


図 7-14 ます形ブロックによるけがき

る。(図 7-12)

最初は、軽く打ってその位置を確かめ、さらに強く打つ。

ずれている場合は、中心に向けてポンチを傾けて軽く打ち、修正をする。(図 7-13)

(3) 補助具の使用

小物のけがき、薄板のけがきなどは、Vブロック、ます形ブロックなどに取付けたり、これに当てて作業するとよい。(図 7-14)

(4) コンパスの使い方

コンパスを開くのは、脚の中央を両手で持って開く。脚の開き幅を正しく合わせるには、初め広めに開き、外側を軽くたたいて合わせる。

円を画く場合は、引き回す方向に傾け、一定方向に1回で引き終わるようにする。

強くけがくときは、図 7-15 のように親指で押さえて半円ずつけがく。

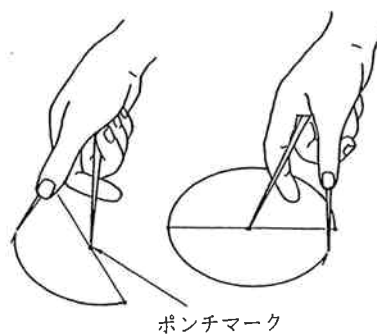


図 7-15 強く円をけがくときのけがき方

7.2 やすり作業

7.2.1 金型製作におけるやすり作業の役割

最近、金型加工用の工作機械も各種のものが開発され、精度の高い機械も多く使われている。

しかし、金型製作の基本は、やすり作業であり非常に重要な作業である。

金型製作にとってやすり作業の長所は、

- (1) 高価な設備を必要としない。
- (2) 動力を必要とせず、場所も限られない。
- (3) 自由な角度で作業ができる。
- (4) 金型の形状によって種々のやすりが選べ、様々な形状の加工ができる。
- (5) 段取りが容易で早い。
- (6) ダイヤモンドやすりにより、焼入れ後の加工ができる。

などである。

大部分の加工を機械で行う場合も、やすり作業ができると

- (1) 部分的な加工
- (2) 面取り
- (3) 仕上げ調整

などで有効である。

7.2.2 やすりの種類

やすりは、使用目的によって形状、寸法、目の大きさ、目の切り方、輪郭の5つの要素に分かれる。

図 7-16 にやすり各部の名称を示す。

(1) 鉄工やすり

鉄工やすりは、やすりの中で最も大きく、主として大きな工作物の加工や荒加工に

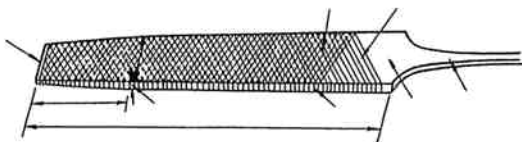


図 7-16 やすり各部の名称

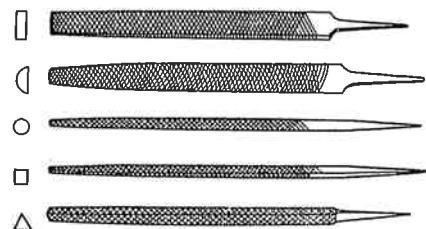


図 7-17 鉄工やすり

用いられる。

①形状

形状は、やすりの断面で表すが、鉄鋼やすりでは図 7-17 のような平形、半丸形、角形、及び三角の 5 種類がある。

②寸法

鉄鋼やすりの寸法は、本体の長さで示すが、100～400mmまで50mmとびに7種類ある。

③目の大きさ

目の大きさは、荒目、中目、細目、及び油目の4種類あり、荒目が最も荒く荒加工に用いられ、油目が最も細かく最終の仕上げに用いられる。

④目の切り方

やすりの目は、単目、複目、鬼目、及び波目の4種類がある。

このうち、金型など鉄の加工には複目のものが用いられる。

⑤輪郭

断面の大きさが根元から穂先までほぼ同じものを直やすり、穂先に行くに従って細くなるものを先細やすりという。

一般の手作業に用いられるのは、先細やすりである。

(2) 組やすり

組やすりの本数は、5本組、8本組、10本組、12本組の4種類があり、それぞれ形状の異なるやすりを組合わせてある。本数が多くなるほど寸法は小さくなる。

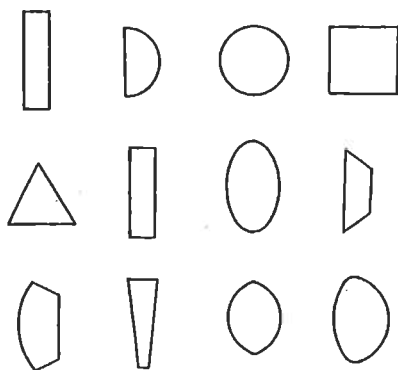


図 7-18 組やすりの形状

表 7-1 組やすりの形状と寸法

種類	全長	目立て長さ	形状					
			平 形	半 丸 形	丸 形	三角形	角 形	先 細 形
5 本 組	225	115	11×3.5	12×3.8	5.5	9	5.5×5.5	
8 本 組	200	100	9×3	9.5×3	4.3	7.5	4.3×4.3	9×3
10 本 組	190	85	7×2.5	7.3×2.5	3.2	6	3.2×3.2	7×2.5
12 本 組	180	70	4×2	4.2×2	2.5	4	2.5×2.5	4×2

種類	全長	目立て長さ	形状					
			だ円形	しのぎ形	腹丸形	刀 刃 形	両半丸形	はまぐり形
5 本 組	225	115						
8 本 組	200	100	9×4.5	9.5×3				
10 本 組	190	85	7×3.5	7.3×2.5	7.3×2.5	7.3×2.5		
12 本 組	180	70	4×2.5	4.2×2	4.2×2	4.5×2	4×2.2	4.2×2.2

組やすりは、機械加工及び鉄鋼やすりによる荒加工の終わった工作物の仕上げに主として用いられる。

図 7-18 及び表 7-1 に組やすりの形状及び寸法を示すが、それぞれの種類ごとに目の荒さは中目、細目及び油目がある。

(3) ダイヤモンドやすり

ダイヤモンドやすりは、普通のやすりの刃の代わりに、ダイヤモンドの粉を付けたやすりで、焼入れ後の鋼や超硬合金の修正及び仕上げ作業に用いる。

形状は、一般の組やすりと同じで、5 本組、8 本組、10 本組、12 本組がある。

金型の場合、焼入れによるひずみや部分修理などに用いられている。

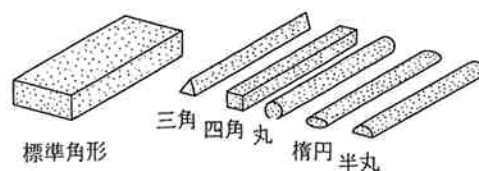


図 7-19 各種油砥石

(4) 油砥石

油砥石は、最終的な表面の磨きに用いられ、やすりがけや研削による表面の研磨及びバリ取りを行う。プレス抜き型では刃先のだれの修正にも用いられる。

図 7-19 に油砥石の形状例を示す。

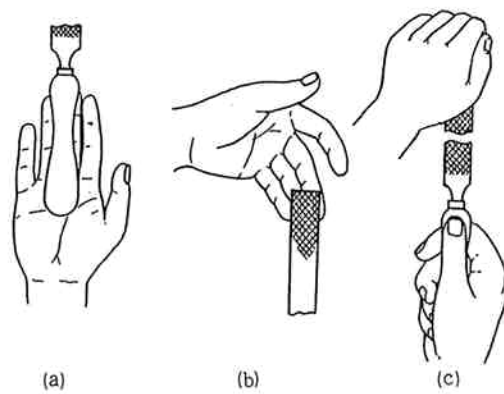


図 7-20 やすりの持ち方

7.2.3 やすり掛けの基本作業

(1) 鉄工やすりの持ち方と作業

鉄工やすりには、図 7-20 のように右手の手のひらのくぼみに柄の端を当て親指を上にし、他の指はこれに沿って軽く曲げ、手のひらのつけ根をやすりの上側にそえる。

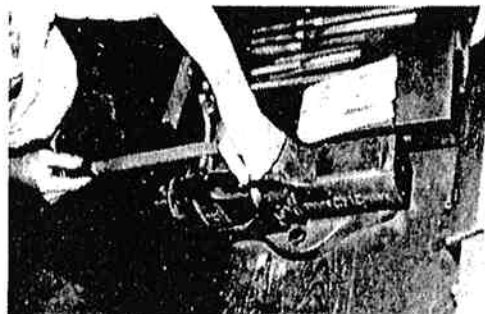


図 7-21 やすり作業

足は、左足を前に右足を後にして構える。

やすり掛けは、腕だけの動作では不充分である。特に荒加工の場合は、からだ全体を使うことが大切で、肩の力を抜き体重をやすりに掛けて、正しい姿勢で作業をする。

(図 7-21)

力の配分は、図 7-22 のようにするとよい。

(2) 組やすりの作業方法

組やすりでの作業は、小物の加工、狭い部分の加工、削り代の少ない仕上げ加工な

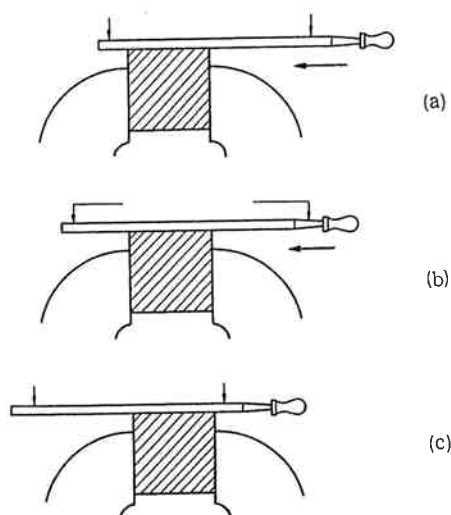


図 7-22 力の配分

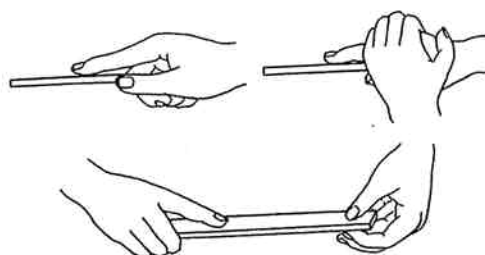


図 7-23 組やすりの持ち方

どの場合に行う。

やすりは、図 7-23 のように持ち、手先だけの力で削る。

小さな工作物の場合は、必ず万力に固定するか、作業台の角などに当てて作業をする。

工作物を手に持って加工すると、不安定であり正しく削ることが難しい。

(3) 曲面の加工

a. 外曲面の仕上げ

工作物の R (半径) 仕上げ寸法に合わせて円弧状にけがきをしておく。次にそのけがき線に沿って、図 7-24(a)のように荒削りをしてから、同図(b)のように円弧に沿ってやすりを動かし半円に仕上げる。

作業の途中で R ゲージを当てて、ときどき調べる。

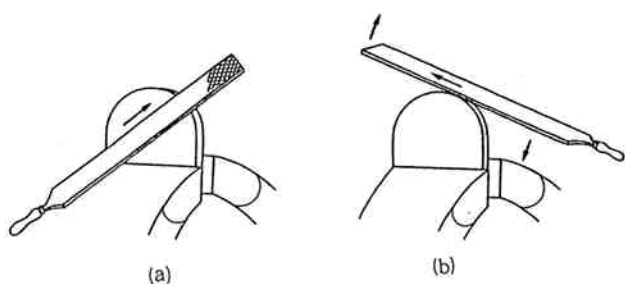


図 24 R 仕上げ

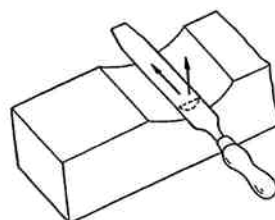


図 7-25 やすりを回すように削る

b. 内曲面の仕上げ

できるだけ曲面に近い丸及び半丸やすりを使って作業をする。

仕上げは、やすりをまっすぐに前後させると波状になりやすいので、円弧に沿って回すように削るとよい。(図 7-25)

7.3 切断作業

7.3.1 切断作業の目的と切断方法

金型製作で材料を切断する場合、大きく分けて次の二つがある。

- (1) 大きな素材から必要な寸法に切断する。
- (2) 切断した材料を必要な幅及び厚さに切る。(図 7-26)

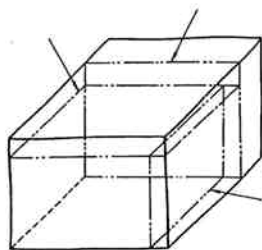


図 7-26 材料の長さ、幅、高さの切断

大きな素材から切断する場合は、一般に機械式の、のこ盤が用いられる。

主なのこ盤としては、往復運動をする金切りのこ盤、バンド状にした刃を回転させて切るバンドソー、細いバンド状に刃を縦に回転させるコンターマシンなどがある。

小さく切ったものをさらに切る場合は、上記の機械の他に、手作業での切断が行われる。

7.3.2 弓のこ作業

(1) のこ刃

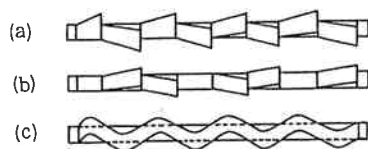


図 7-27 のこ刃の形状

表 7-2 歯数と工作物の関係

歯 数 (25.4 mm につき)	工 作 物	
	種 類	厚さまたは直径 (mm)
14	炭素鋼 (軟鋼) 鑄鉄, 銅合金, 軽合金 レール	25 を越えるもの 6 以上 25 以下 —
18	炭素鋼 (硬鋼, 軟鋼) 鑄鉄, 合金鋼	6 を越え 25 以下 25 を越えるもの
24	鋼 管 合 金 鋼 アングル	厚さ 4 以上 6 を越え 25 以下 —
32	薄鉄板, 薄鉄管 小径合金鋼	— 6 以下

のこ刃の形状は、図 7-27 のように交互にあさりをつけたもの、3 つ目ごとにあさりのないもの、刃部を交互に曲げて波状にしたものなどがある。

刃数は、25.4 mm の刃の数で表され、切断する工作物の材質及び形状に合わせて表 7-2 の中から選択する。

(2) フレームへの取付け

のこ刃を取付けるフレームは、図 7-28 のようなものがあるが、金型製作には (a) の一体式のものが用いられる。

のこ刃は、押すとき切れるように合わせる。

取付けフレームのピンにのこ刃の穴を合わせて差込み、蝶ねじを締めてのこ刃を張る。

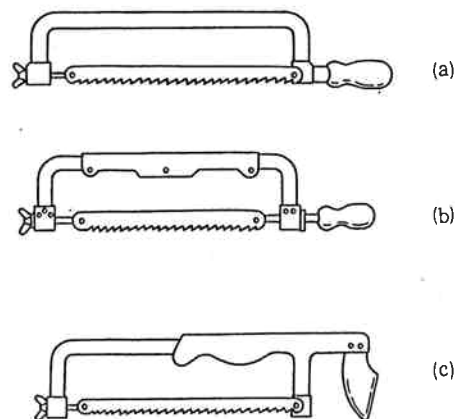


図 7-28 フレームの種類

のこ刃は、強く張りすぎると折れやすく、弱すぎると曲がりやすいので、適当な強さとする。

(3) 作業方法

工作物は、バイスに取付けるが、このとき切断する位置はバイスに近い位置に合わせるとビビリが少ない。

弓のこは、図 7-29 のように持つ。

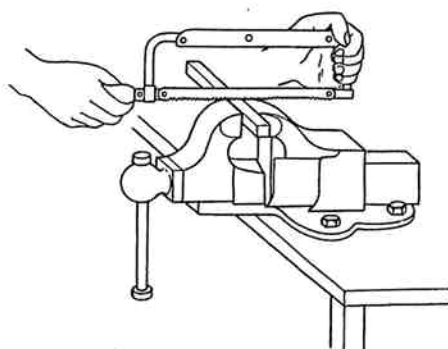


図 7-29 弓のこの持ち方

姿勢及び作業方法の基本は、やすり作業とほぼ同じである。正しい姿勢でからだ全体を使って、リズムカルに作業をする。

7.3.3 コンターマシンでの切断

(1) のこ刃の種類と選定

コンターマシンでの切断は、他の切削加工などに比べ簡単であるが、刃物の選定と取扱いは重要である。

のこ刃は、主として金属の切断に用いられる精密のこ刃で、刃先はレーカ歯のものが用いられる。(図 7-30)

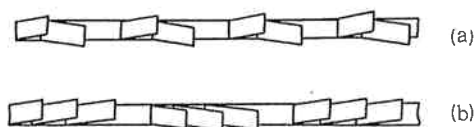


図 7-30 のこ刃の形状

のこ刃を選定する目安としては、

- a. 材料の厚さが増すほど荒いものを
- b. 工作物が薄くなるほど細かいものを（刃が、2.5枚以上材料にかかっていないと歯が欠ける。）
- c. 仕上げ面をきれいにするには、細いものを
- d. 速く切りたいときは、荒いものを
- e. 小さな半径で切るときは、のこ刃の幅の狭いもの（図 7-31）を用いる。

金型製作には、 $1/16 \times 24$ 山、 $1/8 \times 18$ 山、 $1/16 \times 18$ 山、 $1/4 \times 14$ 山、程度をそろえておき、用途に合わせて使い分けるとよい。

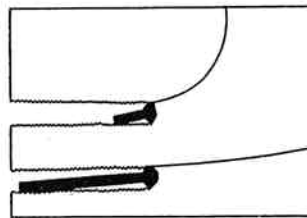


図 7-31 曲線の切断

（2）作業上の注意

コンターマシンでの作業を上手に行うには、次の点に注意をする。

- a. のこ刃は、切削をするときの摩擦熱によって早期に摩耗をするので、速度をむやみに上げない。
- b. のこ刃の切削中の振動を少なくするには、溶接面のわん曲を少なくする、のこ刃の張力を上げる、のこ刃をピッチの細いものに変える、などが有効である。
- c. 刃が欠ける場合は、加工物の厚さに合わせたピッチを選択し、送りの圧力を調整する。
- d. まっすぐ切れず進行方向がずれる場合は、ガイドと工作物を接近させる、張力を大きくする、送りの圧力を下げる、などが有効である。

（3）のこ刃の溶接

ダイの穴加工などでは、のこ刃を切断しドリルで明けた穴に通して溶接をする。

溶接及びその仕上げ方法は、次のように行う。

- a. のこ刃を途中で1回ひねって背中合わせに重ねる。（図 7-32）
- b. 機械についているグラインダーの端面で直角に仕上げる。（図 7-33）

- c. どちらか一方の端の刃先を1山取る。
- d. バット溶接機に、両方が正しく直線になるように合わせて取付ける。
- e. 溶接レバーを押し下げて溶接をする。
- f. レバーを押し下げたまま冷却するのを待つて戻す。
- g. つまみを焼きなましに切り替えて焼きなましをする。

スイッチを押して溶接部が赤色になったら、直ちにスイッチを切り、以後は冷却が徐々に進むようにスイッチを断続的に押す。

- h. 焼きなましが終わったら、グラインダーで溶接部の両面のバリを削り取る。
- i. 研削部をゲージに通して確認する。

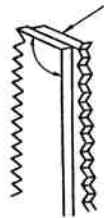


図 7-32 背中合わせに重ねる

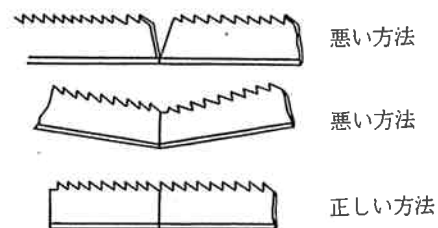


図 7-33 端面形状

7.4 リーマ、タップ、ダイス作業

7.4.1 リーマ作業

リーマ加工は、ドリルで明けた穴の内面の凹凸を取り除き、面仕上げをよくするとともに、穴径の精度を向上する目的で行う。(図 7-34)

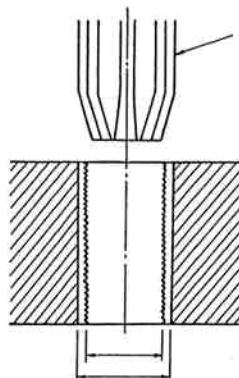


図 7-34 リーマの下穴と仕上げ

金型では、ダウエルピン用の穴をはじめ丸パンチ圧入穴、丸穴の抜きダイなどに用い

る。

リーマ加工をするための下穴は、仕上げ寸法に対し 0.1~0.2mm 小さく明けておく。

作業の方法は、フライス盤やボール盤などの機械で行う方法と手回しで行う方法がある。

手回しでのリーマ作業は、次の注意事項に従って行う。

- (1) 下穴は、正しい寸法に明ける。このためドリルの径を変えて2回で行うとよい。
- (2) あまり速くなく、一定の速度で進める。
- (3) ハンドルの両端に均等の力を考える。
- (4) 切削油をときどき与える。
- (5) 加工中は、絶対に逆転をしない。
- (6) 抜くときも同一方向へ回しながら抜く。

7.4.2 タップ立て作業

タップ立て作業は、めねじを切るための作業で、金型製作でも作業量が多い。

タップ作業は、手回しで行う方法と機械で行う方法がある。

手回しでタップを立てる場合は、次の注意事項を守って行う。

- (1) 下穴を正しい寸法で直角にあける。

下穴の寸法は、ねじの呼び寸法の 85% を目標にするとよい。

たとえば M8 の場合、 $8 \times 0.85 = 6.8$ (mm) である。

- (2) 初めはタップハンドルの中央を片手で押さえるようにして、回しながら押し込む。
- (3) タップが下穴にくい込んだら、スコヤで直角を調べる。スコヤは 90° ずらせて 2ヶ所測る。(図 7-35)

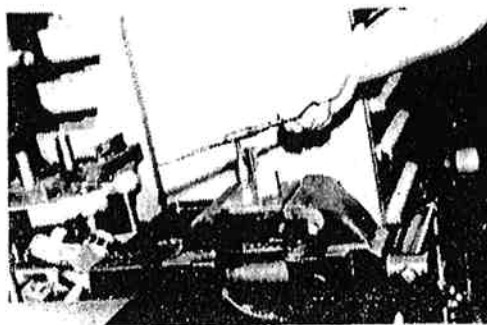


図 7-35 タップの垂直をスコヤで調べる

(4) 曲がっていたら直す方向に力を加えながらタップを回し、少しずつ修正をして行く。

(5) タップの垂直が確認されたら、両手で回しながら作業を進める。

回していて硬くなったら少し戻し、また進めるようにする。

(6) めくら穴の場合は、3本組のタップの内、先タップで先端がつかえるまで入れ、内部の切り粉を取り除いた後に仕上げタップを通す。

タップが折れたときは、ペンチやプライヤで逆に回し、頭が出ていない場合はセンターポンチなどで逆方向にたたいて緩めて取る。

7.4.3 ダイス立て作業

ダイス立て作業は、おねじを切る場合に行う。

金型製作では、あまり必要でないが、ストリップボルトの作成やクッション用ボルトなどを作る場合に行う。

ダイスは、図 7-36 のようなダイスハンドルに取付ける。

ダイス作業の要領は、タップ立てと同様であるが、次の点に注意をする。

- (1) 丸棒の径は、正しい寸法に仕上げておく。
- (2) ねじを切る丸棒の端面は、平らに仕上げ、面取りをしておく。
- (3) 最初は、口径を開いて食い込みしやすくし、順次口径を小さくして行く。
- (4) ダイスが傾かないように、両手で均等に力を加えながら回す。
- (5) 切削油を必ず付ける。
- (6) 硬くなったら少し戻しながら進める。

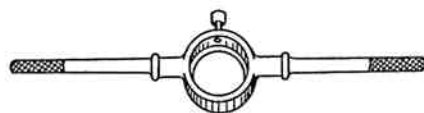


図 7-36 ダイスハンドル

7.5 コーキング作業

7.5.1 コーキング

- ①パンチプレートにパンチを挿入して固定するときを使う。また、刃先合わせにパンチを寄せるときに使用する。
- ②ダイのクリアランスを少なくする時（焼入れ硬度を低くする必要がある。）。

③ダイの少量の欠け、破損を修正する時（焼戻し）。

④外形定規のゆるい時の肉寄せに使う。

7.5.2 コーキングたがねの注意事項

①コーキングたがねは、使用する形状、用途に合わせて、たがねそれ自体を、大小、形状、焼入れ硬度を考えて作ることが必要である。

②刃合わせするパンチと肉寄せするダイの刃先のすぐ近くに、コーキングするのは避けて、少し離れたところにコーキングすることが大切である。

③コーキングは、第1打から強くしないで、最初は弱く跡を付け、それがガイドに徐々にやるとよい。

④少し硬めのHRC50以上のダイに肉寄せする時は、コーキングたがねの刃先が欠けることがあるので、コーキングたがねの材質と焼入れ硬度、先端形状に注意して欠けにくくすることが必要である。

7.6 みがき・ラップ作業

7.6.1 みがき作業

①金型におけるみがき作業では、紙、布ヤスリ、鋼製ブラシ、ホイルブラシ、鉄鋼ヤスリ、ベルトサンダー、各種砥石、が使われ、各種バレル機も、みがき、バリ取りなどに使われる。

②金型のみがきについては、錆を取るみがき作業がある。これは、パンチ、ダイに錆が発生すると、金型の性能を著しく悪くし金型寿命にも影響するので、まず錆びないようにすること、また錆びてしまったら即座にみがいて油をつけ、錆びないようにすることが大切である。

7.6.2 ラップ作業

①通常、金型仕上げというと、研磨仕上げが一般的には上級の仕上げ法である。このラップ仕上げは、研磨仕上げの砥石目を取ったり、放電、ワイヤーカット仕上げの表面をさらに滑らかに仕上げるときに使う方法である。一例でいうと、鋼鉄製の焼入れ定盤とか、ブロックゲージの表面を見ると鏡のように仕上げてある。これは、ラップ剤を溶液で溶かし、道具でこすり合わせしながら、製品を荒いラップ剤から次第に細かいラップ剤でみがきあげて仕上げる方法である。

②このラップ仕上げが必要な金型部品は、どのようなものが必要かというと、

- a. 極端に薄い打ちぬき材料のとき
- b. クリアランスの少ないとき
- c. パンチ、ダイの表面と側面の超鋭利な刃先が必要なとき
- d. 絞りダイラチアスの超仕上げが必要なとき
- e. 間隙の超少ない滑合部分
- f. 耐摩耗性を必要とするとき
- g. 割型の合成精度を出すとき

など、いろいろなところに使われる精密仕上げの方法である。

用途に応じて使用するとよい。ただし、金型の精度、寿命、材質などによって、ラップの級も違うので、用途に応じたラップを行うとよい。

7.7 測定作業

7.7.1 測定作業と測定工具

金型部品の加工及び仕上げ組立て作業は、非常に高い精度を要求されるため、加工はもちろん測定も重要である。

測定は、誤って行くと誤差が多く、よいと思って作ったものが結果的に不良となる場合もある。

このため、正しい測定工具の選択とその使用方法には十分注意する必要がある。

7.7.2 鋼製スケール

一般に用いられるスケールは、図 7-37 のように鋼製直尺で 0.5mm と 1mm の目盛りが付いており、長さは 150、300、600、1000、1500、2000、のものがある。

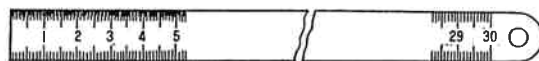


図 7-37 鋼製スケール

携帯用には、150mm のものが多く用いられており、金型製作者としての必需品である。

スケールの一端から目盛りが始まっており、突き当てて測定できる。

スケールで測った寸法は、あまり正確ではないが、精度を厳しく要求しない場合は、

早くて間違いがない。

また両側面は、正しい直線度を持っており、あまり高精度を必要としない製品の直線度の測定も可能である。

7.7.3 ノギス

ノギスは、図 7-38 に示すように、本尺の上を副尺が移動するようになっており、二つのジョーの間に工作物をはさみ、本尺及び副尺によって、精度の高い読取りが可能である。

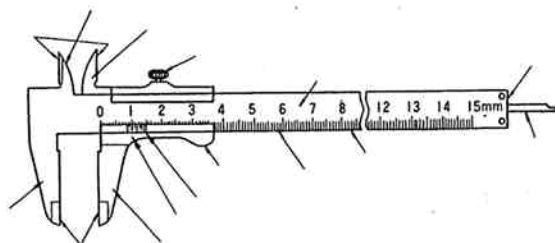


図 7-38 ノギス

読取り可能な最小目盛りは、一般に 0.05mm である。

ノギスは、ジョーの部分で外形の測定ができるほか反対側のくちばしで内側の測定ができ、さらにデプスのさおによって深さの測定もできる。(図 7-39)

金型測定においては、最も必要性の高い測定器であり、使用回数も多い。

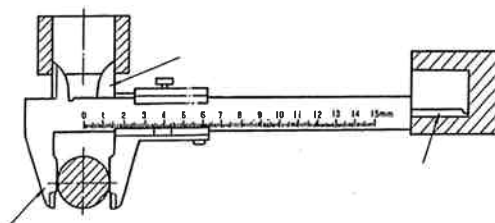


図 7-39 ノギスによる各種の測定

7.7.4 外側マイクロメータ

マイクロメータは、精密に作られたねじのはめあいを応用したもので、普通 0.01mm まで読取ることができ、さらにバーニヤを利用したもので、0.001mm まで読取れるものもある。

構造は、図 7-40 のようにスピンドルの雄ねじは、内部スリーブの雌ねじにはまっており、ラチェットを回すとシンブル及びスピンドルが同時に回って測定物をはさみ、測

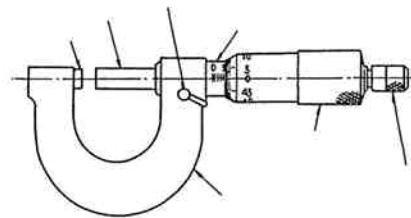


図 7-40 マイクロメータ

定値を読取る。

一般に使われているものは、ねじのピッチが 0.5mm でシンプルの円周に 50 等分の目盛りが刻んであるため、1 目盛りは $0.5\text{mm} \times 1/50 = 1/100\text{mm}$ となる。

マイクロメータの大きさは、25mm とびに 0~25、25~50 のように分かれており、最大 500mm までが規格化されている。

外側マイクロメータは、アンビルとスピンドルの形を変えたねじマイクロメータ、歯厚マイクロメータ、ポイントマイクロメータなど用途に応じて各種のものがある。

精度の高い金型製作では、最も重要な測定器であり、ノギスとともに必需品である。

7.7.5 直角定規

直角定規は、図 7-41 のような構造のものがあり、(a) 及び (b) は工作用に、(c) 及び (d) は検査用に用いられる。金型製作は、高精度な直角を要求される場合が多いため、工作用とは別に検査用の精密直角定規がぜひほしい。

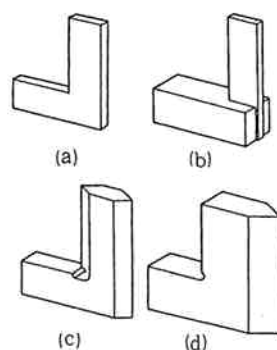


図 7-41 各種の直角定規

直角定規の用途は、プレート、パンチ及びダイなどの部品の直角を調べるほか、組立て時の垂直度を調べるのにも用いられる。

7.7.6 拡大鏡（ルーペ）

けがき線及び細かな部分などの確認に、図 7-42 のような拡大鏡が用いられる。

拡大鏡は、また加工後のバリの発生状況や切り口の形状確認などにも用いられる。



図 7-42 拡大鏡（ルーペ）

7.7.7 ダイアルゲージ

ダイアルゲージの構造は、図 7-43 のスピンドル（s）の動きを、ラックと噛合っているピニオン（a）に伝え、これと同軸にある大歯車（b）を介して指針軸の歯車（c）に伝える。

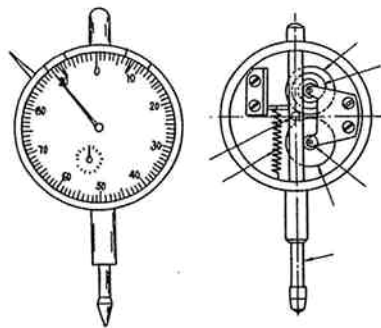


図 7-43 ダイアルゲージ

このようにしてスピンドルの微小な動きを、指針の大きなふれとなって示す。

ダイアルゲージは、ブロックゲージなど他の基準となるゲージとの差を測定する方法により、小さなものから非常に大きなものまで正確に測定できる。

ダイアルゲージは、直接工作物を測定するだけでなく、工作機械などに取付けて、その加工精度の測定にも利用される。

このダイアルゲージの種類には、先端の形状をいろいろ変えて測定しやすいように測

定子を揃えたものもある。また、そのほかにテコ式ダイヤルゲージ、ダイヤルシックネスゲージ、ダイヤルキャリパなど、形状に合わせて測定しやすいゲージがあるので、検討の上使用するとよい。

7.7.8 ブロックゲージ

ブロックゲージは、あらゆる精密機械工業において寸法精度の基準とされ、実用的な測定工具としては最も精度の高いものである。

形状は、種々の厚さの長方形の鋼製ブロックで、各種の寸法のことを組み合わせることにより、任意の寸法のゲージを作ることができる。

図 7-44 にブロックゲージのセットを、図 7-45 に組合わせた例を示す。

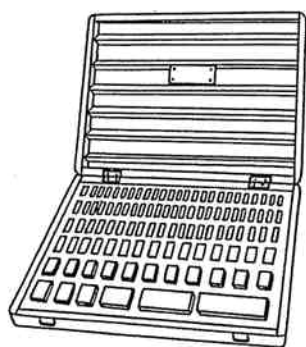


図 7-44 ブロックゲージのセット

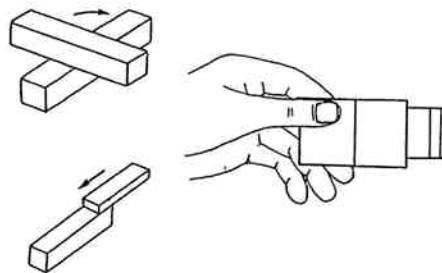


図 7-45 ブロックゲージの組合せ

7.7.9 ピンゲージ

ジググラインダーで仕上げた穴径の測定に使用する、またマイクロメータ、ノギスを併用して、穴の位置、溝の幅、深さの精密測定に使用される。

7.7.10 限界ゲージ

公差を定めて一方を挟みながら通し、一方挟みながらストップする方式のもので、ワンタッチで測定するのに適している。その他に調整式限界挟みゲージ、モールステーパージ、ねじ用限界ゲージ、アールゲージ、アングルゲージなどもある。

7.7.11 サインバー

サインバーは、主にブロックゲージと併用して正確な角度を出すときに使用される、ラップ仕上げした平行板の下側に心間 100~300mm の丸棒の足をつける。片側の足に計算された $\sin \theta$ 分のブロックをあてがうと、平行板は定めた正確な角度となる。金型では、主に電磁チャックの角度出しに使用される。

センタ付きサインバーもあるが、これはラップ仕上げされたセンター間にテーパージージを入れ、ダイヤルゲージとブロックゲージを使用しテーパー面がゼロになるようにして、ブロックゲージの厚さを見て、テーパープラグゲージの寸法を測定する方法である。

7.7.12 表面粗さ測定機

表面粗さ測定機は、表面の不規則な形状トレースし、粗さの平均値、最大値を指示計で直視する触針電気式表面粗さ計である。また、何段階かに粗さを作った標準板、棒を作っておき、それと比較して決める方法もある。

7.7.13 投影機

複雑な外形、内径で微細のものは機械的測定が困難である。このとき製品形状を数倍～数十倍に拡大した画面で測定すると非常に楽である。ただし、拡大した図面は、伸縮の少ない紙またはフィルムに正確に画く必要がある。

卓上投影機、横型投影機、万能投影機があり、大きさも種々あるので、測定製品に合った投影機を選ぶとよい。

7.7.14 工具顕微鏡

測定器としては、高精度に測定できるものである。X, Yの座標を使い、移動量を標準尺により読取る方式で、 $1\mu\sim 5\mu$ の測定ができる。種々のアタッチメントを使って、各種機械部品、プレス加工品、治工具、検査具、ねじなどの測定に適しており、離れたところの二者間の測定値にも相互間の信頼が得られる。

7.7.15 硬さ試験機（硬度計）

焼入れされた刃物の硬度は、金型にとって最も大切なことである。通常焼入れ硬度は、目で見ただけでは分からない。ロックウェル式硬さ試験機、ショア硬さ試験機などが使用される先端にダイヤモンドをつけ、一定の重量をかけダイヤモンドの圧入代を見て硬度換算する方法である。ロックウェル硬さで 60 ± 2 度くらいが良い焼入れ硬度とされている。

また、超簡易式であるが、焼入れした刃物の使用されないところを、中目くらいのヤスリでこすってみる方法がある。ヤスリがかかればHRC45以下、ヤスリ傷がつかず滑ってしまう場合はHRC50以上とする方法がある。

7.8 作業工具

7.8.1 作業工具と用途

作業工具は、手仕上げ作業、及び機械加工などにおいて工作物及び刃物の取付け、保持などを行うもので、日常的に使用する重要なものである。

作業の内容に応じた使いやすいものを準備し、自分で工夫して作成するのも良い。

作業工具の良否は、作業に非常に大きな影響を与えるもので、他の工具と同様、日頃の整備が必要である。

7.8.2 ハンマ

ハンマは、用途に応じ各種の形状及び重さのものがあるが、金型製作に用いられるのは、主として図 7-46 の (a) に示す片手ハンマと (b) のプラスチックハンマである。片手ハンマは、たがね作業その他主として工具を介した、たたき作業に用いられる。大きさは、頭部の重量をポンドで示し、通常は 1 ポンド (450 g)、及び 1/2 ポンド (225 g) が用いられる。

プラスチックハンマは、打つ相手を痛めず、しかも打撃効果があるため部品の組立て、及び分解、板金製品の修正などに用いられる。

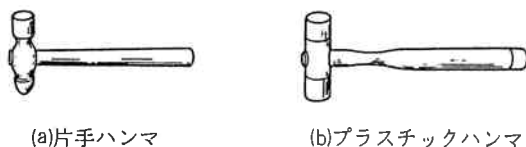


図 7-46

7.8.3 バイス (万力)

金型製作において、バイスは必需品であり、各種のものが広く用いられている。

(1) シャコバイス及び平行クランプ

部品の組立て及び溶接などの場合、部品と部品を固定するのに用いる (図 7-47)。

金型の組立てに使用するものは、主として平行クランプであり、二つを 1 組として図 7-48 のように使用する。

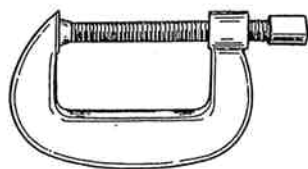


図 7-47 シャコバイス

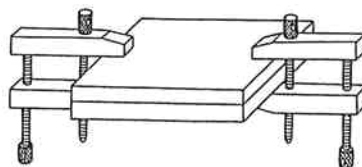


図 7-48 平行クランプによる 2 枚の板のクランプ

平行クランプは、構造が簡単で、プレートの組立てなどに必要なので、自分で作成すると良い。

(2) 横バイス

作業台に取り付けてヤスリ作業、弓のこでの切断、組立て及び分解などを行う（図 7-49）。

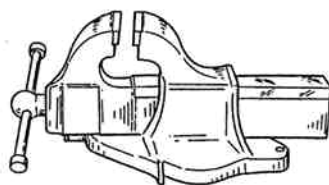


図 7-49 横バイス

大きさは、口径で表すが、口の開きもほぼ同じ寸法である。

バイスの口金は、焼入れした鋼製であり、そのままくわえると工作物に傷がつくため、図 7-50 のような銅、黄銅またはアルミニウムの口金を使用する。

口金は、バイスに平らな板をくわえ、プラスチックハンマでたたいて曲げて作ると良い。



図 7-50 口金

(3) ボール盤用バイス

比較的小さな工作物にボール盤で穴をあける場合、手で持って作業するのは不安定であり危険である。

このような場合、図 7-51 のようなボール盤作業用バイスに工作物を固定し、このバイスを手で持ってボール盤作業を行う。

(4) 研削盤用バイス（図 7-52）

研削盤での研削作業に用いるもので、それぞれの面は精度の高い直角に仕上げられ

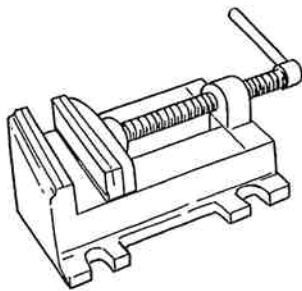


図 7-51 ボール盤用バイス

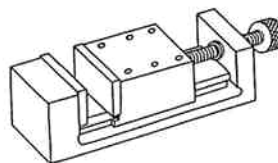


図 7-52 研削盤用バイス

ており、バイスに取付けたワークはバイスを横にして側面を研削することにより直角に仕上げることができる。

(5) 卓上取付けバイス (図 7-53)

作業台に取付けて小物の金型部品を、組ヤスリを使って作業する場合などに用いる。

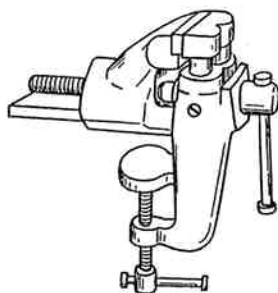


図 7-53 卓上取付けバイス

7.8.4 スパナ及びレンチ

金型の組立てに用いられる止めねじは、図 7-54 のような六角穴付きボルトやストリップボルトであり、これらの締付けには図 7-55 のような六角棒スパナが用いられる。

この他、金型をプレス機械に取付ける場合や機械及び装置の調整などに、六角ボルト用の両口スパナやモンキレンチが用いられる (図 7-56)。



(a)六角穴付ボルト



(b)ストリップボルト

図 7-54



図 7-55 六角棒レンチ



図 7-56 モンキレンチ

7.8.5 タップ、リーマ及びハンドル

雌ねじを切るためのタップは、ねじの種類及び加工方法によって種類が多いが、一般に用いられるのはメートル並目ねじの等径ハンドルタップである。

このうち、主として金型に用いられるのはM5、M6、M8、M10、M12である。等径ハンドルタップは、手仕上げ、またはタッピングマシン（タップを切る専用機）に用いられる。

食付き部の長さによって先タップ、中タップ及び仕上げタップの3本があり、普通は、この3本がセットになっている。(図 7-57)

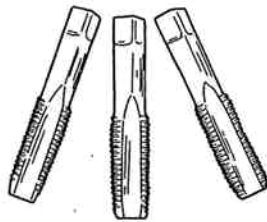


図 7-57 等径ハンドタップ3本組

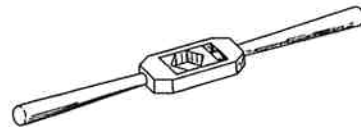


図 7-58 タップハンドル

手回しでタップを切るには、図 7-58 のようなタップハンドルが用いられる。タップハンドルは、ハンドリーマを用いた手作業でのリーマ作業にも用いられる。

タップ及びタップハンドルは、金型製作者にとって必需品である。

リーマは、ドリルで明けた穴を精度良く仕上げる加工に用いられ、金型製作ではパンチプレートの丸パンチ固定用穴、丸穴ダイホール、ダウエルピン用穴に用いられる。

リーマは、穴の形状、用途によって種類が多いが、金型製作には主として図 7-59 に示すハンドリーマが多く用いられる。



図 7-59 ハンドリーマ

リーマには、この他テーパ穴を仕上げるテーパリーマがあり、金型には 1/50 のテーパのものがダイの二番の逃しに用いられる (図 7-60)。

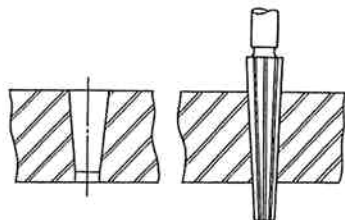


図 7-60 テーパーリーマでのダイホルダ仕上げ

7.8.6 その他

以上の主な作業工具の他、ヤスリの目つまりの掃除などに用いるワイヤブラシ、電気の配線や器具の修理用のドライバー、ラジオペンチ、被加工材の切断などに用いる金切鋏、などがあると便利である。

7.9 電動工具

電動工具は、小型の電動機を利用した工具で携帯が容易であり、大きな部品の部分加工や仕上げ加工に用いられる。

主なものとしては、携帯用電気ドリル、ハンドグラインダ、ディスクグラインダなどがある。

携帯用電気ドリルは、ボール盤に取付けることができない金型の側面加工や機械及び装置への部品の取付けなどに用いられる (図 7-61)。

ハンドグラインダは、軸付砥石を取付けて高速回転させ、主として小物の絞り型の R 部分の修正などに用いられる (図 7-62)。

ディスクグラインダは、大きな金型のエンドミル加工後の表面仕上げなどに用いられる (図 7-63)。

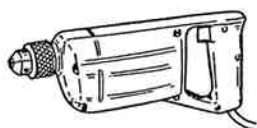


図 7-61 携帯用電気ドリル



図 7-62 ハンドグラインダー

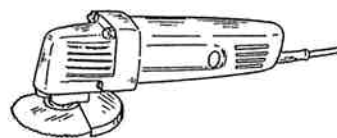


図 7-63 ディスクグラインダー

7.10 エアーコンプレッサー

これは、電動工具とは言えないかもしれないが、金型にとっていろいろな使い方があ
る。金型を組立てるときに、ホコリ、塵、油などの清掃用、エアシリンダー用、エアク
ッション用、エアフィーダー用、など種々の使い道がある。空気を圧縮して使用する
とき、水分の発生が同時に起きるので、水抜きに注意が必要である。

7.11 工具箱

金型製作に使用する工具には、職場に設備し、共同で使用する工具、機械ごとに準備
されている専用工具、個人で管理する工具の3つがある。

職場に設備してある工具は、誰もが使いやすいように壁に掛けたり、工具整理箱に収
納する。

また、機械ごとの専用工具は、機械の近くに専用の工具整理箱を設置し、この中へ収
納する。

工具は、仕事を進める上で非常に重要なものであり、使いやすい工具を購入したり、
工夫して作るとともに、その保管には十分気をつける必要がある。

図 7-64 にスチール製の工具箱の例を示す。

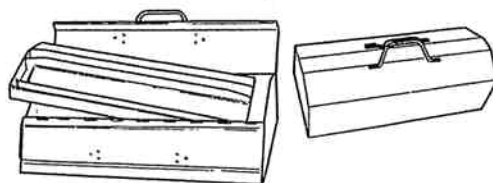


図 7-64 工具箱

第8章 外形抜き型の製作

8.1 製品と金型仕様

8.1.1 製品と加工工程

これまで述べてきたのは一般的な金型製作についてであるがこれからは実際に金型を作る方法を手順を追って述べる。

製品は図 8-1 に示すものであり、これを①外形抜き、②穴明け、③曲げの3工程で加工をする。(図 8-2)

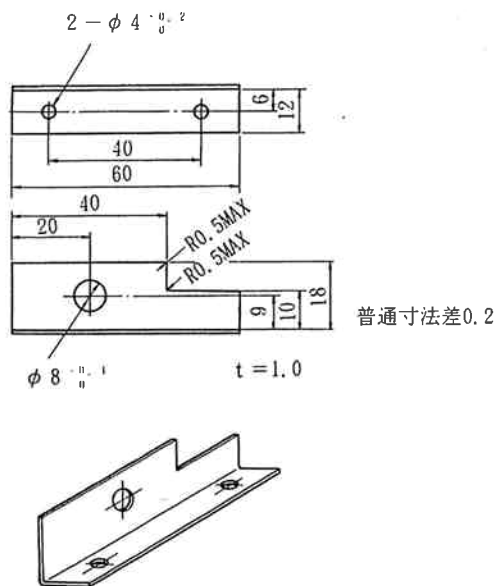


図 8-1

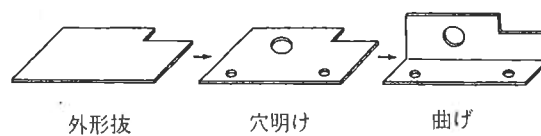


図 8-2

したがって製作する金型は外形抜き型、穴明け型、曲げ型の3型である。

この製品の加工方法としては、この他①総抜き(穴と外形の同時抜き)②曲げの2工程で加工する方法もある。

8.1.2 製品の展開とアレンジ図の作成

曲げ加工を含む製品の外形抜き型を作るには、まず曲げる前の形状と寸法を求める必要がある。

この求める計算式は2章で述べてある。

またこの製品のように内側の曲げ半径がほぼ0の場合は直線部の寸法に板厚の半分を加えても求められる。

少し面倒だが計算で求めると曲げ部の展開長さLは

$$L = A + B + X$$

であり、この内AとBは直線部の寸法であり

Aは18mm、Bは12mmである。

次にXは

$$X = \frac{1}{2} \pi (R + \lambda t) = \frac{1}{2} \times 3.14 \{0 + (0.25 \times 1)\} = 0.39$$

で求められる。

したがって全長Lは

$$L = 18 + 12 + 0.39 = 30.39 \div 30.4$$

が得られる。

曲げ半径がほとんどないということで曲げ部の寸法Xを板厚の半分とすれば

$L = A + B + X = 18 + 12 + 0.5 = 30.5$ とやや大きめだがほぼ問題のない寸法が求められる。

ここでは計算で求めた数値を使ってブランクの展開図を作ると図8-3のようになる。

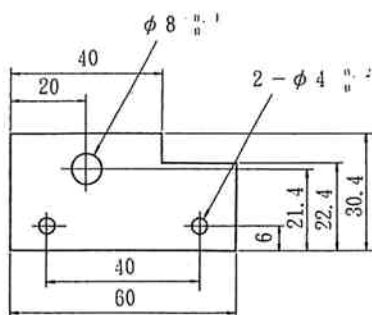


図 8-3 展開図

次にこの展開図を元に実際に作るべき寸法および形状を決めてアレンジ図を作る。

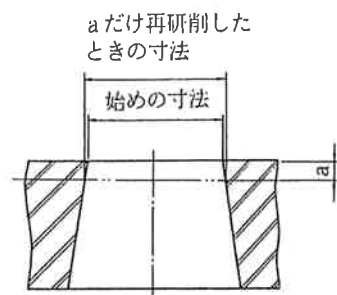


図 8-4

アレンジ図を作る場合、次の点を考慮する。

- (a) 外形抜きの寸法はダイによって決まるが刃先を再研削すると大きくなるので始めは小さめに作る。(図 8-4)
- (b) 穴明けの寸法はパンチによって決まるがパンチが摩耗したり、バリが出ると小さくなるのでやや大きく作る。
- (c) $+0.2 \sim 0$ 又は $0 \sim -0.1$ などのように公差が片側公差の場合は公差の中心よりやや指定公差側に片寄った寸法とする。
たとえば $0 \sim -0.1$ の中心は -0.05 であるが
これを $-0.07 \sim -0.08$ とする。
- (d) 同一工程で加工する部分はその関連寸法を明確にする。
- (e) パンチおよびダイの修正可能な方に寸法を寄せておく。
たとえばパンチは大きい方には修正できず、ダイは小さくは直しにくいなどである。
- (f) 抜き方向 (またはバリ方向) の確認

普通寸法差 (図面上に公差の入っていない部分) を ± 0.2 とし外形寸法は小さめに、穴寸法は大きめにしたアレンジ図を図 8-5 に示す。

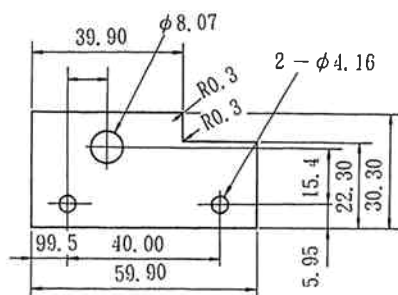


図 8-5 展開図を元にして作ったアレンジ図

8.1.3 パンチおよびダイの寸法

外形抜き製品はダイによって決まるためダイ刃先の寸法はアレンジ図どおりとする。
パンチはクリアランスの量だけ小さく作る。

外形抜きのクリアランスは軟鋼板で6～9%であるが、これは最適の場合であり、図9-4のように再研削によりダイの寸法が大きくなるのでここではさらに小さく5%とする。

図8-6にパンチの刃先寸法を示す。

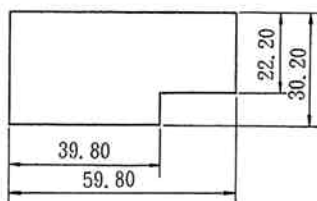


図 8-6 パンチ刃先寸法

8.1.4 素材寸法

被加工材の寸法は送りさんを1.5、縁さんを2.0とすれば幅が $59.9 + (2 + 2) = 63.9$ 送りピッチは $30.3 + 1.5 = 31.8$ となる。(図8-7)

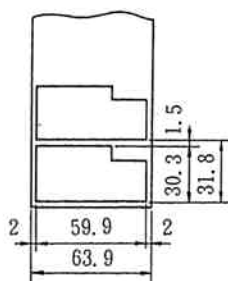
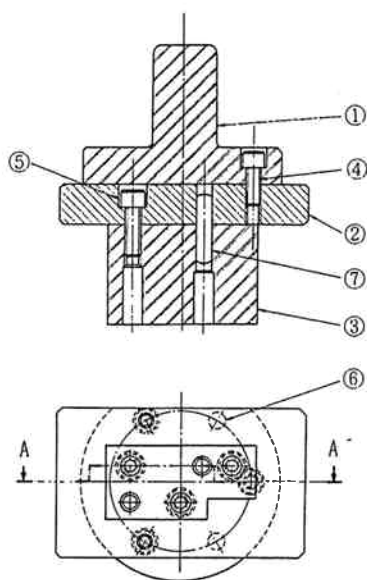


図 8-7 素材の切断とピッチ

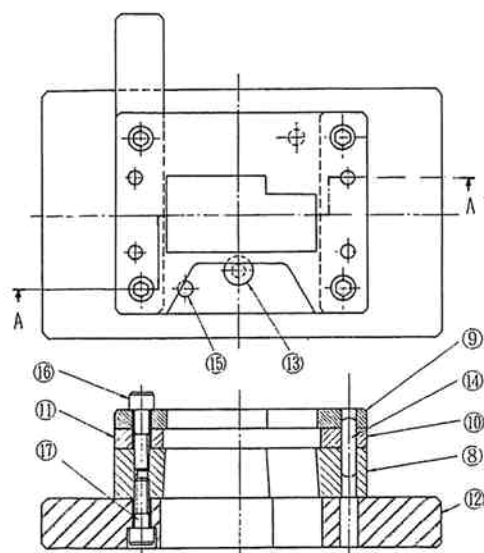
8.2 金型組立図

金型の組立図を図8-8に示す。

上型の構造はパンチをパンチプレートに直接ねじ止めし、これにフランジ付シャंक



(a) 上型組立図



(b) 下型組立図

図 8-8

を締付ける。

パンチおよびシャンクの位置決めは2本のダウエルピンで行なう。

下型はダイをダイホルダに取付け、ストックガイドの上にストッパを重ねてダイへ取付ける。

締付けねじはダイホルダ側とストリッパ側の両方から共通に利用する。

ただしダウエルピンはそれぞれ別の位置に取付ける。

8.3 部品図

図 8-9 に主な部品の図面を示す。

各プレートは金型を扱う人やプレス加工をする人が怪我をしないよう必ず面取りをする。

(1) ダイ

ダイは材質 SKS3 で $100 \times 80 \times 20$ に仕上げる。

この寸法は研削済の標準品に合わせてあるが黒皮付の素材から加工する場合は 80 の幅と 20 の厚さはこれよりマイナスしてもよい。

刃先形状は前にも述べたようにアレンジ図通りに加工後、熱処理して使用する。

(2) ストリッパとストックガイド

ストリッパの穴形状はパンチに合わせるがそれよりやや大きめにする。

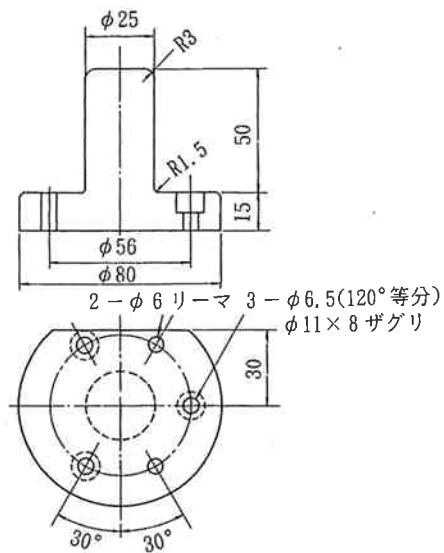


図 8-9(1)

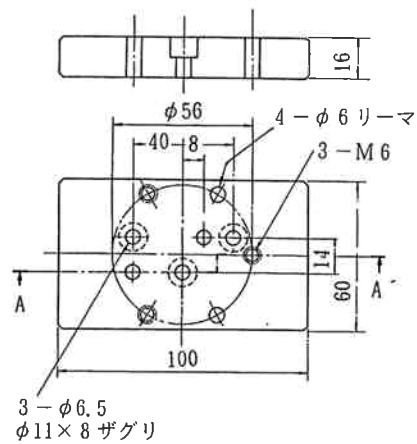


図 8-9(2)

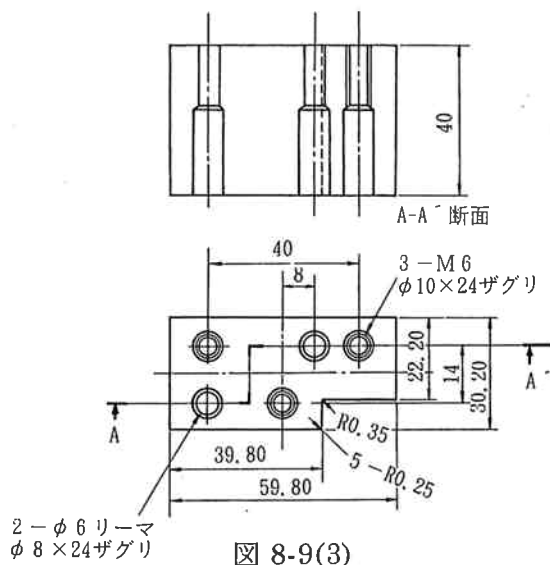


図 8-9(3)

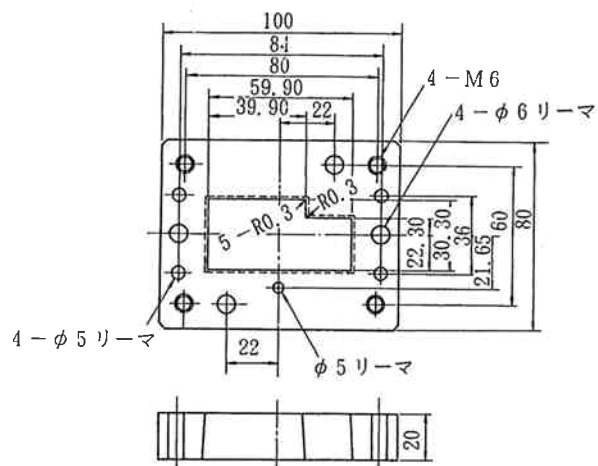


図 8-9(4)

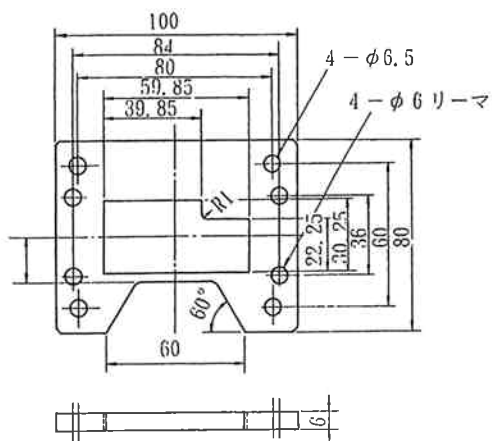


図 8-9(5)

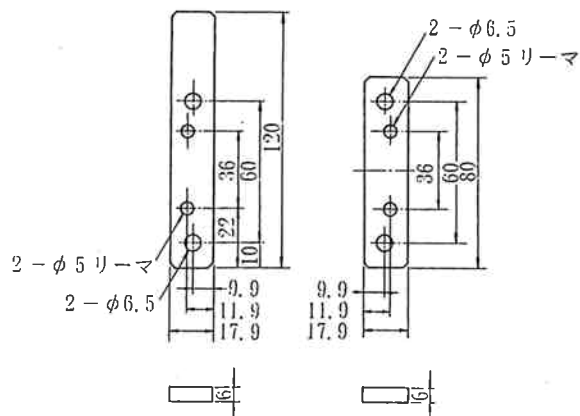


図 8-9(6)

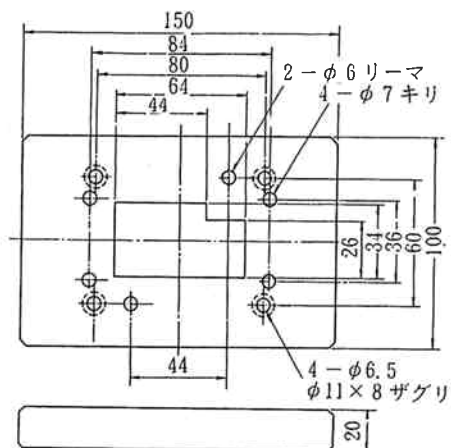


図 8-9(7)

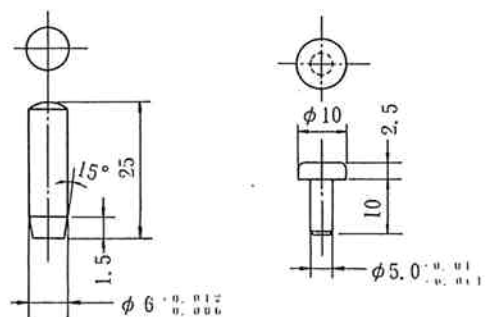


図 8-9(8)

パンチ寸法とダイ寸法の間で作り、位置を正確に作れば金型をプレス機械に取付けるときストリップがガイドをしてクリアランスが合わせ易い。

そうでない場合はパンチとダイを合わせて取付けた後にストリップを取付けるがこのような場合は穴形状はあまり正確でなくてもよい。

ストックガイドはストリップと別に組込んである。(図 8-10)

たてフライス盤または横フライス盤で正確な溝加工が可能な場合はストリップとストックガイドを一体で作ってもよい。

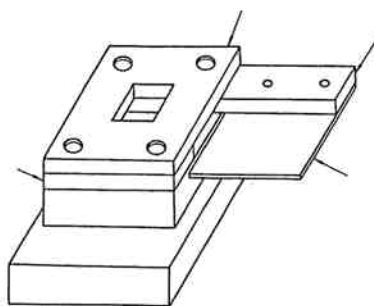


図 8-10 ストックガイドとストリップを用いた外形抜き型

(3) ダイホルダ

ダイホルダの製品用の穴は正確でなくてよいが大きめに作り、打抜いたブランクがつかえないように注意する。(図 8-11)

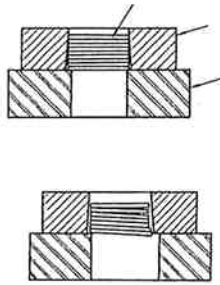


図 8-11 抜いたブランクの詰り

これはダイとダイホルダの位置合わせでも同様である。

ダイより左右に大きな面積となっているのはプレス機械へ取付けるときクランプをする部分である。

(4) シャンク

シャンクは一体式のフランジ付シャンクを使用しているが、図 8-12 のようにパンチホルダに植込みシャンクを取付けてもよい。

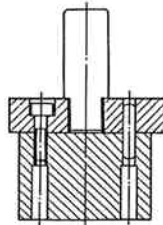


図 8-12 植込みシャンクを用いたパンチホルダのパンチの取り付け

ただしこの場合は止めねじがシャンク部から離れていることが必要であり、パンチが大きな場合に限られる。

機械へ取付ける部分の直径は使用するプレス機械に合わせて決める。

フランジ部の直径は大きいほど加工は面倒だが、スライドとの接触面積が大きくなり良い。

パンチプレートの幅 60 に対し直径 80 で片側 10mm はみ出すので前側はパンチプレートにそろえて切り取る。

(5) パンチプレート

この金型は、パンチをパンチプレートにねじ止めし、さらにシャンクに固定しているが生産数が、少ない場合の簡単な方法としてパンチが大きな場合はパンチプレートを省略しパンチに直接シャンクを取付けてもよい。(図 8-13)

パンチプレートの幅は狭い方が作業しやすく安全性も高いのでダイより狭くしてある。

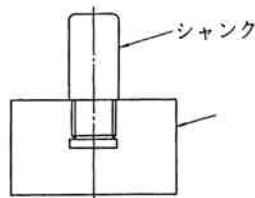


図 8-13 パンチに直接シャンクを取付けた例

(6) パンチ

パンチの形状はダイ寸法に対しクリアランスの量だけ小さく作る。パンチプレートへはねじとダウエルピンで固定するが、このねじとダウエルピンの穴は刃先側の径を大きく逃しておく。

これは組立てるときの位置合わせをパンチを基準にパンチプレートへ移すためと分解するときダウエルピンが抜け易くするようにするためである。

ねじの穴やダウエルピンの穴が直角に通っていないと組立のとき合わないことがある。

8.4 パンチの製作

パンチの製作は図 8-14 のように

- (a) 切断
- (b) 荒加工
- (c) 研削加工
- (d) けがき
- (e) ねじ穴およびダウエルピン穴加工
- (f) 凹み部荒加工

(g) 熱処理 (焼入れ、焼戻し)

(h) 研削加工

(i) 仕上げ

の順で行なう。

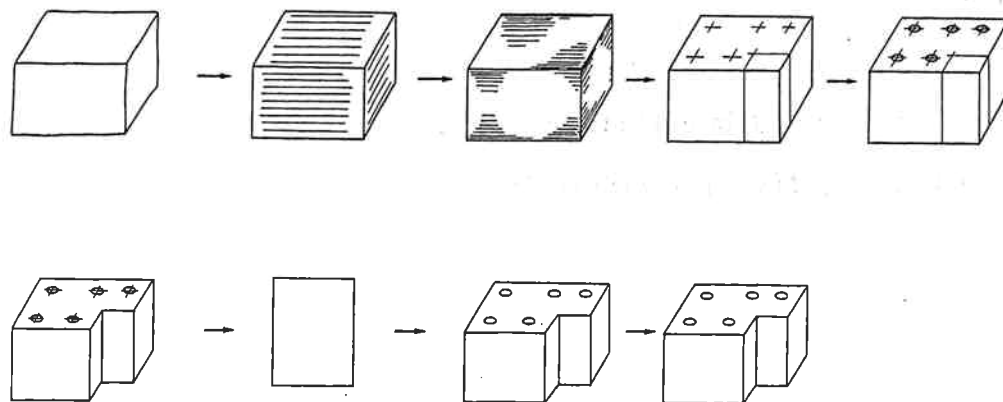


図 8-14 パンチの加工順序

8.4.1 切断

パンチ用の材料を大きな素材から切断する。

切断はのこ盤で行なう。大きな工場ではベルト状の、のこ刃で切断するバンドソーが用いられている。

このとき切断した部分の寸法は仕上げ代として、仕上がり寸法に対し片側 0.5mm～1mm プラスしていればよいが、黒皮部分は片側 1.5mm～2mm 大きく作る。

これは黒皮部分の表面は焼入れできない部分が 1.5mm 程度あり、この部分を取る必要があるためである。(図 8-15)

切断するときは側面ができるだけ直角になるように心掛ける。

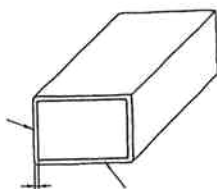


図 8-15

8.4.2 荒削り

切断後の材料は研削代を両側で 0.5mm 程度残してほぼ最終形状に近い形に加工をする。

加工用の機械はシェーパーまたは、たてフライス盤で行なう。

シェーパーおよびフライス加工の良否は大部分段取りで決まるため、慎重に行なう必要がある。

特にパンチは比較的小さいので加工中にバイス（万力）の中でずれたり外れたりして加工不良になったり刃物を破損しないように注意する。

図 8-16 に取付け例を示すが次の点に注意する。

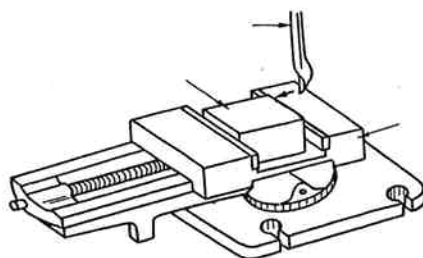


図 8-16 バイスへの取付け

- (a) 削面がバイスの上面より必要以上に高く出ないこと。

対策はバイスの案内面の上にのせる適当な高さの平行台を選び材料の下に敷くことである。

- (b) 下面が密着し浮いていないこと。

対策は締付けながら上から鉛またはプラスチックハンマで叩き平行台またはバイスの案内面に密着させる。

確認は締付後はさんだ平行台を押してみてこれが動かなければよい。

- (c) 加工物に凹凸があつたり平行や直角が、よくない場合は一部だけが接触して締めつけられ、加工中動いたり外れることがあるので、このようなときはすき間に当てもののかう。(図 8-17)

8.4.3 研削加工

平面研削盤で各面の研削を行なう。

研削加工の注意事項としては

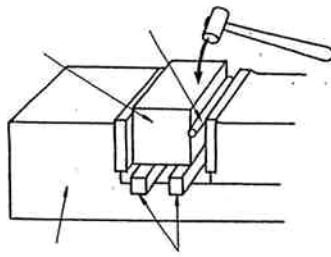


図 8-17 バイスへの固定

(a) 各面は直角に仕上げること。

図 8-18 に直角に仕上げる方法を示す。

(b) 加工中にワークが動かぬようチャックに接触する面は油砥石で磨き、さらに補助のブロックを添える。(図 8-19)

(c) 仕上げ代は両側で 0.3~0.5 とする。

(d) 砥石は A46K または WA46K 程度のものを用い、機械へ取付けた後で必ずドレッサーを行なう。

(e) 一面の研削が終わったら油砥石で研削バリを取ってから他の面の加工を行なう。などである。

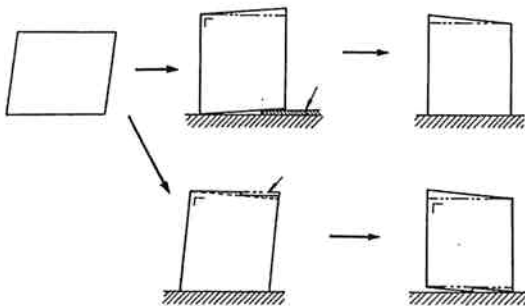


図 8-18 角面を直角に仕上げる方法

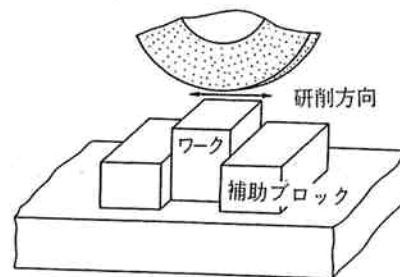


図 8-19 補助ブロックで支えて研削をする

8.4.4 けがき

パンチの凹み部分の他止めねじおよびダウエルピンの穴位置を上下面の両方にけがき、センターパンチを打つ。(図 8-20)

寸法はすべて中心から正寸でけがき、加工段階で片面に付 0.2~0.5 残すようにする。

このときパンチの上下(刃先になる面とそうでない面)の方向を必ず確認する。上下

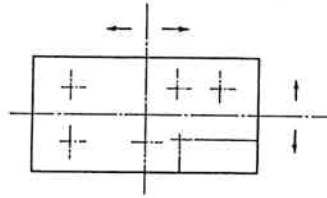


図 8-20 中心を求めこれを基準に上下、左右へけがきをする

が逆になると使用できない。

8.4.5 止めねじ及びダウエルピン穴加工

ボール盤（またはたてフライス盤）で下穴を明け、タップ（M 6）およびリーマ（ $\phi 6$ ）の加工を行なう。

この場合、刃先になる側は必ず大きめのドリルで逃しておく。（図 8-21）

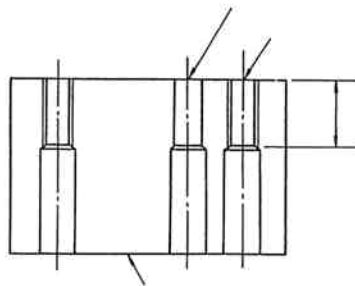


図 8-21 止めねじ及びダウエルピン用穴の逃し

8.4.6 凹み部荒加工

シェーパーまたはたてフライス盤で 8×20 の部分を削り取る。

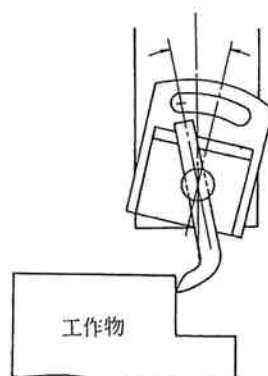


図 8-22

シェーパで側面を加工するときは、刃物台のエプロンを傾けて加工する。これはもどり行程のときバイトを逃げやすくするためである。(図 8-22)

仕上げ代は 0.3~0.5 程度残す。

8.4.7 熱処理

(1) 焼入れのための加熱

焼入れは電気炉を用いて正しい温度と時間の管理をして行なうのが望ましいがここでは最も基本的な手回しファイゴとコークスを用いる方法について述べる。

装置および作業の詳細は 6 章の熱処理の項 (6.3) でくわしく述べてあるのでそれを参照のこと。

作業方法は次のように行なう。

(a) パンチはねじ切りなどの加工もれ、外形の寸法不足などがないことを確認する。

(図 8-23)

(b) 手回しファイゴにコークスを入れ加熱をする。ハンドルを回して送風を続ける。

(c) 筒 (内径 100mm、厚さ 5~10mm の鋼管または角筒) をコークスの中へ入れ、全体を加熱したコークスで被う。

(d) パンチを筒の中へ入れる。

(e) ときどきパンチの上下、左右を反転させ、合わせて筒も少しずつ位置をかえながら回転させる。これによりパンチ全体が均一な温度になる。(図 8-24)

加熱中は筒の色を見て全体が白色をおびた明るい赤色になるまで温度を上げ、この状態を保つ。

パンチの色はやや明るい赤色になっていればよい。

(f) パンチが赤くなるまで加熱された後 10 分程度過ぎたら取り出す。(内部まで同じ温度にする)

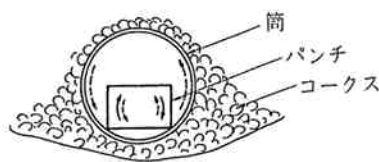
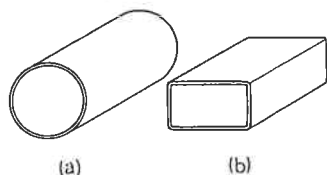


図 8-23 コークスによる加熱に用いる円筒及び角筒

図 8-24 パンチの裏表を逆にし筒をずらす

(2) 冷却

鋼は高温から急冷されることによって焼きが入り硬くなる。このため冷却は非常に重要である。油焼入れ、水焼入れ、空気焼入れなど鋼種によって異なるので、材質に合った冷却法を正しく選定する。

作業方法および注意事項は次のとおりである。

- (a) 加熱したパンチを冷却油の中へすみやかに入れる。

冷却槽はできるだけ大きなものを用い、冷却油も多めに入れておく。

- (b) 45 秒か 50 秒過ぎたら油の中から取出し室温で冷却する。

(肉厚 2 mm に付 3 ～ 4 秒間浸ける)

- (c) 全体の油をウエスで拭きとる。

- (d) 表面を粗いペーパーやすり（＃100～150）で磨く。

これは焼もどしの色をみるためのものであり、部分的にもよい。

- (e) 切刃部以外のコーナー部または表面の一部にやすりを当て、削り具合をみる。

やすりが滑るようであればよい。

やすりが引掛る場合は焼入れ不完全なので原因を調べ、焼なまし後再度焼入れを行なう。

(3) 焼戻し

- (a) 手回しフイゴのコークスの火力を弱めに調節する。

- (b) コークスの上に厚さ 5 ～ 10mm の鉄板を乗せ、加熱をする。

- (c) 鉄板が厚くなっているのを確認してパンチを乗せ加熱する。（図 8-25）

- (d) 加熱を続ける。

火力は弱い状態でゆっくり時間をかけて加熱を続ける。

この間パンチはひんばんに方向を変え、全体が均一な温度になるように保つ。

全体が濃い黄色になったらこの色が変化しないように温度を調節する。

- (e) 取出して室温で冷却する。

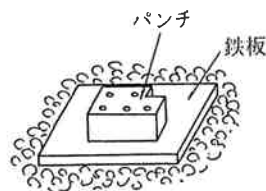


図 8-25 パンチの焼もどし

8.4.8 研削加工

油砥石またはペーパーやすりで表面を磨いて酸化膜を取り除き研削加工を行なう。

研削加工は図 8-26 の①～⑧の順で相対する面を交互に研削し、仕上げる。

各面の取り代はできるだけ平均になるように交互に研削をする。

これは焼入れによる脱炭層を取ることと研削による熱ひずみを少なくするためである。

仕上げ段階での研削加工は

- (a) 砥石のドレッサを頻繁に行なう。
- (b) 最後は研削代を少なくし (0.005 以下) ベッドの送りもゆっくり送る。
- (c) 砥石は粒度が細かく軟めのものを用いる。(例. WA 46H～WA60H)
- (d) マイクロメータで測定し研削量を確認しながら作業を進める。

などの注意が必要であり、研削加工後は脱磁をする。

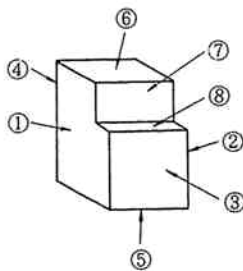


図 8-26 切削加工の加工順序

8.4.9 仕上げ

油砥石でコーナ一部の面取りおよび平面部の磨きを行なう。

次に寸法、形状が正しいことを確認する。

またダウエルピン穴は使い古しのリーマでさらうか丸棒にペーパーやすりを巻きつけてボール盤で磨いておく。(酸化膜を取る程度)

8.5 ダイの製作

外形抜きでの製品の寸法はダイ寸法で決めるため正確に仕上げる必要がある。

加工は

- (1) 素材の切断

- (2) 6面削り加工
- (3) 基準面研削加工
- (4) けがき作業
- (5) 丸穴加工
- (6) コンターマシンによるくり抜き加工
- (7) やすり仕上げ
- (8) 熱処理
- (9) 仕上げ加工

の順序で行なう。(図 8-27)

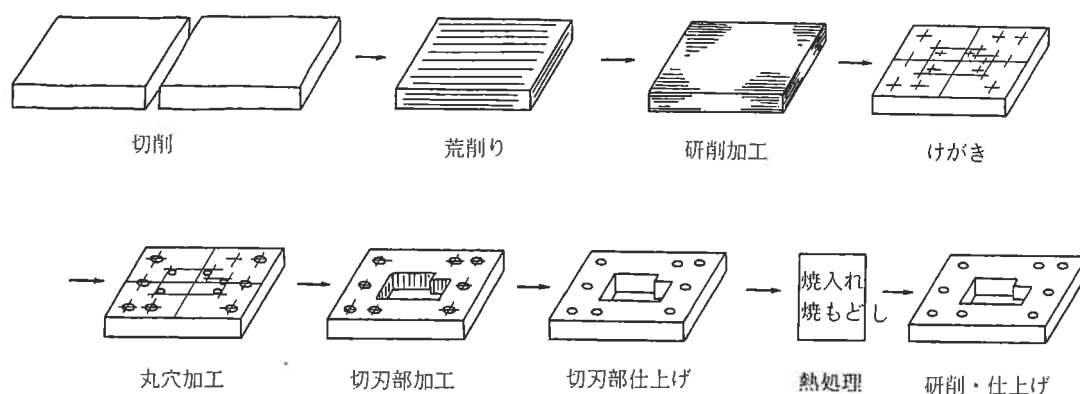


図 8-27 ダイの加工順序

8.5.1 切断及び6面削り

切断及び6面削りはパンチのときに述べたこととほぼ同様であり、切断はこの盤で、6面削りはシェーパーまたは立てフライス盤で行なう。

刃先になる面の黒皮は片側で1.5mm以上取ることを忘れてはならない。

8.5.2 基準面の研削

ダイは上下の2面他、直交する2側面が加工の基準となるためこの4面を研削する。

側面の基準は図 8-28 の(a)および(b)面を用いる方法と(c)および(d)面を用いる方法がある。

一般にけがきを行なう場合は(a)および(b)面を用いるが、順送り型の場合は材料の送りが左から右となっている例が多いことと、工作機械の送りの関係で左上の(c)(d)面を

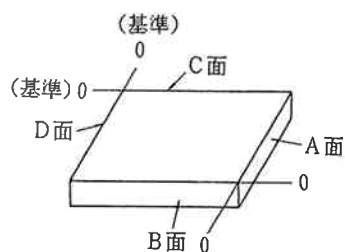


図 8-28 基準の設定

基準にしている例が多い。

この他けがきをしないで機械で大部分の加工をする場合は、機械の原点と送り方向の関係で基準面を決めることがあり、この場合も(c)(d)面を基準としている例が多い。

8.5.3 けがき

けがきは製品形状と止めねじおよびダウエルピン、ストップピン用の穴位置をけがく。ダイなどのプレートのけがきを行なう場合、次の2つの方法がある。

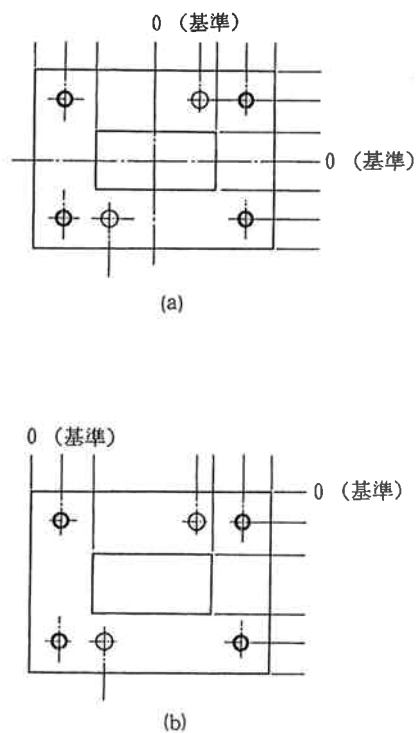


図 8-29 けがき基準の取り方

(1) 中心線を求めてこれを基準 (0,0)とし、これから上、下、左、右へ寸法をふり分ける。(図 8-29(a))

(2) 2側面を基準 (0,0)とし、ここを原点としてけがく。(図 8-29(b))

順送り型など非常に穴の数が多く、その関係位置が複雑な場合は(2)の方法が多く行なわれている。

図 8-30 にけがきとセンターポンチを打ち終わった形状を示す。

刃先形状のコーナー部にあるドリル加工用の穴はコンターマシンのブレードの差し込みと方向転換用のものであり、刃の幅よりやや大きな穴が必要である。

刃先形状は正寸でけがき、工程毎の仕上げ代はその工程毎に定められた量を残す。

コンターマシンがなく、すべてをボール盤および手仕上げで行なう場合はボール盤用の穴をけがき、センターポンチを打っておく。(図 8-31)

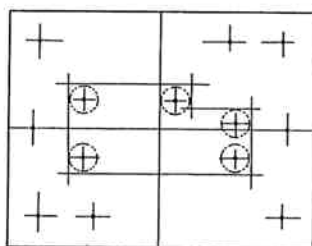


図 8-30 けがき及びセンターポンチ済のダイ

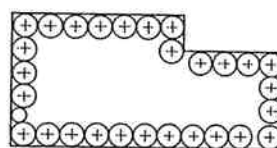


図 8-31 ドリルで穴を明ける例

このとき図 8-32 のようなドリル径に合わせた丸センタを使用するとよい。



図 8-32 丸センタ

8.5.4 丸穴加工

止めねじ用タップ穴、ダウエルピンおよびストップピン用穴、コンターマシンでの刃先挿入および方向転換用の穴を加工する。

M8 の下穴の径は 6.8mm とし、 $\phi 5$ 、 $\phi 6$ および $\phi 8$ のリーマの下穴はそれぞれ $\phi 4.9$ 、 $\phi 5.8$ 、 $\phi 7.8$ とする。

8.5.5 コンターマシンによるくり抜き

ブレード（刃）は3～5mm幅のものをを用い、下穴に通して溶接をする。（図8-33）

溶接後はよく鈍しを行なった後、グラインダで幅方向のバリをとっておく。

コーナ一部は2方向から刃を送って切り取るがこのとき外へ出すぎないように十分注意し、少し手前で止めるようにする。

全面の加工が終わった後でブレードをカッタで切断し取外す。

ドリル加工の場合は1つおきに穴を明けた後に中間を明け、その後たがねでハツリをする。

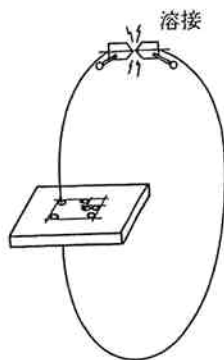


図8-33 コンターマシンのブレードの溶接

8.5.6 やすり仕上げ

やすり作業は初め鉄工やすりで荒加工をし、最終は組やすりで仕上げる。

寸法は始めはパンチをゲージとして合わせながら進め最終はパンチとのすき間を見、寸法を確認して仕上げる。

ダイの仕上げで最も重要なのは刃先の寸法と二番の逃しである。

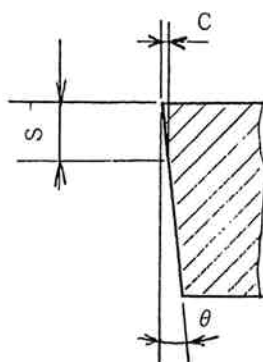
二番の逃しが不完全な場合、ダイの中でブランク（穴明けの場合は抜きかす）の詰りを生じ刃先の痛みが早く、ダイが割れる原因にもなる。

やすり加工では正確な角度で均一にテーパをつけるのは難しいので刃先部2～3mmから下は大きめのテーパで逃すとよい。

20mmの厚さで1°のテーパをつけると下側では0.7mm大きくなり、1mm刃先を研削すると0.035大きくなる計算になる。

目安としては、これを最小とし最大4°程度とするとよい。表8-1に逃しの角度と穴

表 8-1 研削量 S に対するクリアランス C の広がり



$\theta \backslash S$	1°	2°	3°	4°
0.5	0.01	0.02	0.03	0.04
1.0	0.02	0.04	0.05	0.07
2.0	0.04	0.07	0.10	0.14
3.0	0.05	0.11	0.15	0.21
4.0	0.07	0.14	0.20	0.28

の広がり例を示す。

あまりテーパを大きくすると刃先のわずかの再研削によって寸法が大きくなり、クリアランスも大きくなってしまう。

8.5.7 熱処理

ダイの熱処理は次の要領で行なう。

(1) 加熱

- ダイは加工もれ、寸法不良などがないことを確認する。
- 手回しフイゴにコークスを入れて燃やす。
- 円筒または角筒を乗せ、全体をコークスで被う。
- ダイを筒の中へ入れ、加熱をする。

加熱中、ダイはときどき裏表を逆にし、合わせて筒もずらせながら回転させて全体の温度が均一になるようにする。

またときどきコークスを足して火力を弱めないようにする。

加熱中筒は白色をおびた明るい赤色であり、ダイはやや明るい赤色になっていること。

- ダイが赤く加熱された後 10 分程度過ぎたら取出す。

(2) 冷却

焼入れのための冷却は次の要領で行なう。

- 加熱したダイを冷却油の中へすばやく入れる。

入れる方向は図 8-34 の(a)のように狭い幅方向に立てて入れる。

- 30～40 秒したら取出し、室温で冷却する。

- (c) 全体の油をウエスで拭きとる。
- (d) ダイの上面および下面を粗いペーパーやすりで白い鉄の地肌が見えるように磨く。
- (e) やすりでコーナー部または表面の一部を削り、焼入れの状態をみる。やすりが滑るようであればよい。

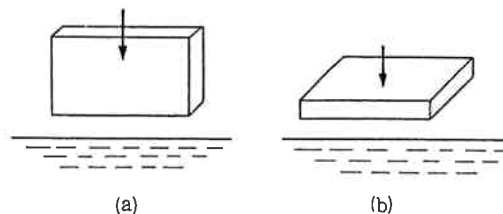


図 8-34 冷却油への入れ方

(3) 焼戻し

焼戻しは次の要領で行なう。

- (a) 手回しフィゴのコークスを弱めに燃やす。
- (b) 厚さ 5～10mm 程度の鉄板を乗せ、加熱する。
- (c) ダイを乗せて加熱をする。加熱は時間をかけ、ゆっくり行なう。ときどき裏表を逆にし、表面の色に注意する。
- (d) 表面が濃い黄色になったら火力を落として温度を下げ、この状態を保つ。
- (e) 取出して室温で冷却する。

8.5.8 研削及び仕上げ

熱処理後は表面をペーパーやすりで大まかに磨き、スケールを落とし、パンチをゲージとして寸法、形状の確認を行なう。

熱処理の方法がまずく寸法が大きく狂っているときは焼なましをした後に修正し再度熱処理をしなければならない。

次に上下面の研削加工を行なうが特に切刃になる上面は必ず 0.1～0.15mm 程度研削する。

これは熱処理により変質している部分を取り去るためであり、単に表面をきれいにするだけではない。

切刃となるダイホルの内側はペーパーやすりまたは油砥石で磨く。

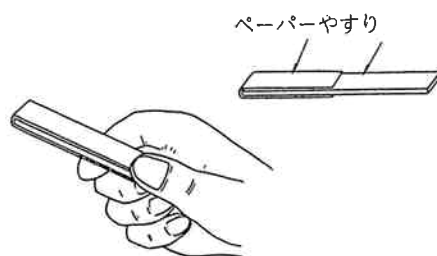


図 8-35 ペーパーやすりによるダイホルルの磨き

ペーパーやすりで磨くときは平やすりなど平らな板状の工具に巻きつけ、やすり作業の要領で行なう。(図 8-35)

ダウエルピンの穴などもパンチのときに述べた要領で仕上げておく。

8.6 その他の部品の製作

8.6.1 ストリップの製作

ストリップの加工は図 8-36 に示す順序で進め、加工上の注意事項はほぼダイの加工と同様である。

ただパンチの入る穴形状はダイほど正確に作る必要はなく、パンチが楽に入るようやや大きめに作っておけばよい。

ダウエルピンの加工は組立後ダイより移して位置を決めるため、単体の状態では加工しない。

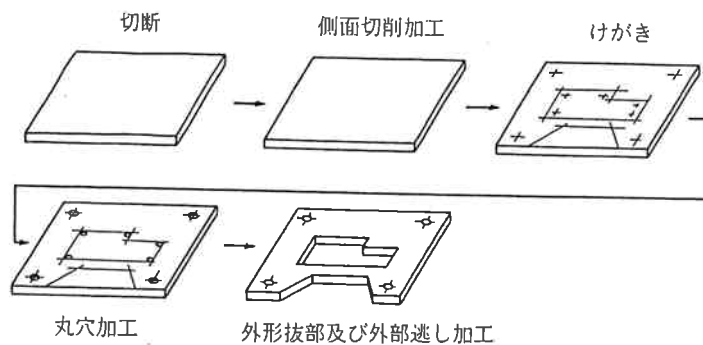


図 8-36 ストリップの加工

8.6.2 ストックガイドの製作

図 8-37 にストックガイドの加工順序を示す。

ストックガイドの加工で重要なのは幅の加工であり、これが正しくないと組立時に合わせにくい。

穴の加工は止めねじ用のみとし、ダウエルピンの穴は仕上げたダイから移す。

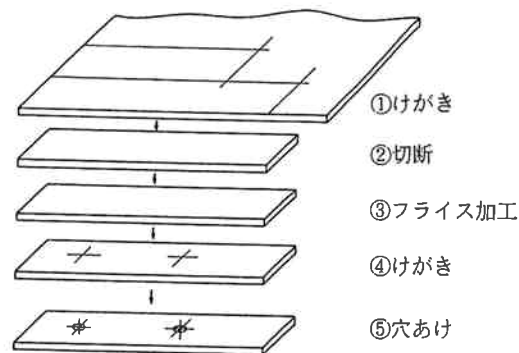


図 8-37 ストックガイドの加工

8.6.3 ダイホルダの製作

図 8-38 にダイホルダの加工順序を示すが、ダイホルダは上、下面のみ平面研削し側面は行なわなくてもよく、ブランクの通過する穴もコンターマシンで切ったままでよい。

ただしブランクが引掛けることのないよう十分大きく逃し、必要があれば部分的に鉄工やすりなどで仕上げておく。

ダウエルピン穴は仕上げたダイから移す。

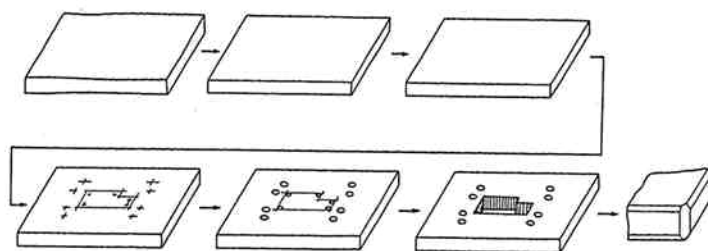


図 8-38 ダイホルダの加工

8.7 仕上げ及び組立

8.7.1 仕上げ組立作業の注意事項

組立作業は金型製作の中でも最も重要で技能と経験を必要とする部分である。

作業は注意深く慎重に、しかも手際よく進めなければならない。

主な注意事項としては

- (1) 作業台の上にごみや切粉などがいないようきれいに清掃する。
また不要な工具などは片付けておく。
- (2) 慎重に作業を進めるため気持ちを落付ける。
- (3) 部品の組立ては基準をハッキリさせどの部品の何を基準に合わせるかを決める。
- (4) 各部品は組立てる前に油砥石で軽く表面をこすり、凸傷やバリのないことを確認し、清浄なウエスで全体をきれいに拭きとる。
- (5) その場限りの調整で合わせるのではなく、後で分解しても正しく復元できるようにする。特にプレス加工中に振動などでずれることのないようにする。
- (6) 部品の組合せやねじ止めは金型を手で持った状態で行わず、平行ブロックの上へ置いたバイスへ固定するなどの安定した状態で行なう。
- (7) 金型部品を鉄のハンマで直接たたかないこと。
必要な場合はプラスチックハンマまたは銅ハンマを使用する。
- (8) ダウエルピンを打込むときは、途中までハンマで直接打込み、その後は図 8-39 のような工具を使用する。抜く場合もこの工具を使用する。工具の材質は黄銅または焼入れをしない銅とする。
- (9) ダウエルピン、ボルトなどの先は金型の平面から絶対に出してはならない。

(図 8-40)

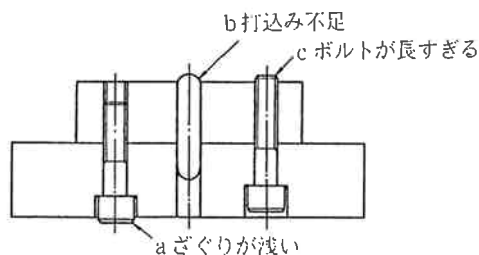


図 8-39 ダウエルピン打込み用工具

図 8-40 ボルト及びダウエルピンの組立不良の例

8.7.2 パンチプレートとシャンク

パンチプレートとシャンクはどちらも焼入れをしてないので、ダウエルピンの穴加工は組付けた状態で同時にドリル加工およびリーマ加工をすればよい。(図 8-41)

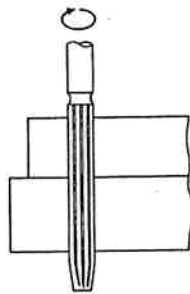


図 8-41 2 枚同時のダウエルピン用穴加工

8.7.3 パンチとパンチプレートの組立

(1) ねじ止め

パンチプレートを図 8-42(a)のように平行ブロックの上に置き、左手でパンチを支えながら右手でねじを差込み、軽く締める。

さらに六角棒レンチで仮締めし、反転する。(同図(b))

左右、前後の位置、平行およびパンチの垂直度が正しいことを確認する。

測定は位置および平行度はノギスのデプス部を使用し、パンチの直角度はスコヤで行なう。

スコヤで直角を調べるときは必ず両側とも行ない、その差を見る。

位置および垂直が正しいことを確認後ねじを強く締めつける。

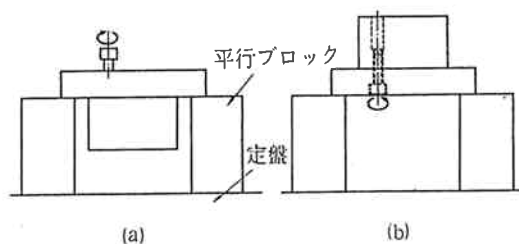


図 8-42 止めねじ及びダウエルピンの打込みは平行ブロックの上で行う

(2) ダウエルピン穴の加工

パンチプレートのダウエルピン穴の位置はパンチを基準として合わせる。

穴位置を合わせる方法として図 8-43 のようなセンタポンチを用いるのが最もよいがパンチをゲージとしてドリルで行なう方法もある。

いずれの場合も位置決めができた状態でパンチを外し、ドリル加工およびリーマ作業を行なう。

(3) 組立

再度(1)の方法でねじを仮締めし、ダウエルピンを打込む。

ダウエルピンの打込む方向はパンチプレート側からパンチ側とする。

ダウエルピンを打込んだ後にねじを本締めする。

さらにシャंकをねじ止めし、ダウエルピンを打込み完了する。

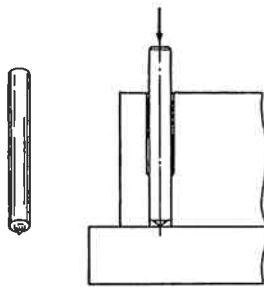


図 8-43 ダウエルピンの穴を移すセンタポンチと使用例

8.7.4 ダイとダイホルダの組立

平行台の上でダイをダイホルダにねじで仮止めする。

ダイとダイホルダの平行は正しく合わせて固定する。

このとき裏から見てダイホルダの逃し穴がダイの穴より外側に逃げていることを確認し、もし逃げが不十分であればその部分に印を付けておき、後で外したときに修正をする。

位置が正しいことを確認してダイからダイホルダへダウエルピンの穴を移す。(ドリル加工およびリーマ作業)

加工後は一旦分解し、面取りおよび清掃をして再度組立てその後でダウエルピンを打込んでおく。

8.7.5 スtockガイド及びストリップの組立

ストックガイドは左側の長さ 120mm の方を図 8-44 のようにダイの側面と合せて仮止めをする。

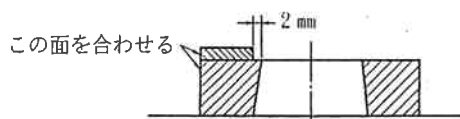


図 8-44 スtockガイドの合わせ

この時ストックガイドとダイの抜き穴との距離を測り、これが縁さん幅の 2 mm になっていることを確認する。

この幅が狭い場合はストックガイドの内側の側面を研削して取り、ほぼ外側の面がダイとそろった状態でさん幅の部分を 2 mm とする。

さらに反対側のストックガイドを仮止めし、ストックガイドの内幅を 64.2mm に合せる。(図 8-45)

このとき右側のストックガイドとダイの側面のずれを調べ、ずれが大きい場合は研削で取る。

次に仮止めのねじを外し、ストリップを乗せて止める。

このときストックガイドは左側側面をダイに合せる。

パンチを差し込み、ストリップとダイのずれを直しストリップ固定用のねじを締める。

ストリップ及びストックガイドのダウエルピン用の穴は、試し加工後にダイから移すためここでは加工をしない。

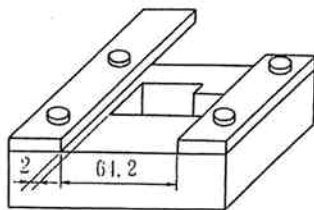


図 8-45 スtockガイドの調整

8.7.6 確認

上型及び下型が組上がったところで次の確認を行なう。

- (a) パンチ、シャンクなど上型の止めねじのゆるみがないこと。
- (b) ダイ、ストリップなど下型の止めねじのゆるみがないこと。
- (c) 上型が下型へスムーズに入ること。
- (d) ダイ及びダイホルダの逃しが確実にあること。

8.8 試し加工

8.8.1 チェック項目

金型はプレス機械に取付けて実際の加工を行ない、製品が要求品質を満たし、加工しやすく、トラブルがなくて初めて完成したといえる。

これらについては、設計および加工段階で十分注意すべきであるが、不明確な点や気付かない点もある。

このため金型は、組立後必ず実際の作業と同じ条件で試し加工を行ない確認をする必要がある。その上で具合の悪い部分があれば修正をする。

簡単な金型であまり不具合のない場合は、1回の試し加工で終わるが、複雑な形状の絞り加工や自動化用金型では試し加工を繰り返しながら完成させる。

しかし試し加工を繰り返すのは無駄が多く、できれば少ない回数で終わるように始めから十分考えて作業を進めるべきである。

外形抜き型の試し加工での確認項目としては、次の点があげられる。

(1) 製品の形状および寸法

試し加工で作った製品を調べせん断面の形状、バリ及び反りの状態などを目で見えて調べ、寸法をノギスで測定する。

金型を機械へ取付けるとき片寄りがある場合（左右または前後のクリアランスの片寄りがある場合）は金型の取付けを直してから改めて検査する。

(2) 加工上の不具合

ストリップの状態、材料のつかえ、打抜いたブランクの詰りおよび浮き上りなど本作業を進める上で具合の悪いことがないことを確認する。

特にダイホルダの逃しは注意をする。

(3) 作業条件

試し加工は単に製品が良く、トラブルがないことを確認するだけでなく本作業を行なう場合の作業条件を決めることも大切である。

加工条件の設定項目としては、使用プレスおよび付属装置の指定、作業工具の指定、工作油（潤滑油）の種類と塗布上の注意、金型取付上の注意、使用材料の指定（種類、板厚、切断幅など）がある。

8.8.2 金型の取付け、調整

プレス機械は、圧力能力（呼び圧力）100～200 キロニュートン（10～20 トン）のものを使用する。

作業は次の手順で進める。

(1) 仕様の確認

(a) シャンク径

試し加工に使用するプレスのシャンク径が実際に使用するプレスと異なる場合、試し加工のプレスの径の方が小さい場合は試し加工ができない。

この場合はシャンク径の合ったプレスを借りるか、試し加工用のシャンクを作らなければならない。

プレスのシャンク径が大きい場合はスリーブ（カラー）を使用すればよい。

(b) 金型高さとダイハイト

打抜きを終わってパンチがダイにわずかに入った状態（図 8-46）の金型の高さはパンチがダイに 1 mm 入ったとして 110mm である。

したがって、機械のダイハイトからスライド調節量を引いた値の寸法とダイハイトの間に 110mm があればよい。

ダイハイトが 110mm 以下のプレスは使用できず、ダイハイトからスライド調節量を引いた長さが 110mm 以上のプレスにはスペーサを使用する。（図 8-47）

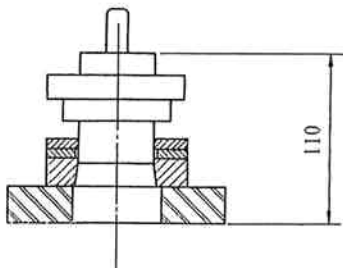


図 8-46 抜き型の高さ

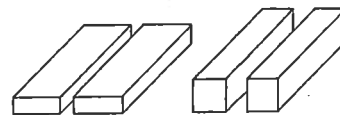


図 8-47 金型の高さ調節用スペーサ

スペーサの厚みは

最大 (ダイハイト) - (金型高さ)

最小 (ダイハイト) - (金型高さ) - (スライド調節量)

の範囲のものを選ぶ

たとえばダイハイト 180mm、スライド調節量 50mm の場合は

最大 $180 - 110 = 70\text{mm}$

最小 $180 - 110 - 50 = 20\text{mm}$

のスペーサを用いる。

(c) ストローク長さおよび毎分ストローク数

薄板の外形抜きの場合はストローク長さおよび毎分ストローク数については特に制限はない。

しかしできるだけ精度が高く、実際に使用するプレスに近い条件のものが望ましい。

(d) ボルスタ穴

ボルスタ穴がブランク寸法より小さいと下へ抜けないのでスペーサの間から取るが、そうでない場合は金型内に残っても安全な 30 枚以上は抜かないようにする。

(2) 取付け金具

取付け金具は金型に合ったものが望ましいが緩む心配がなければ何でもよい。

図 8-48 に下型を取付けた状態を示す。

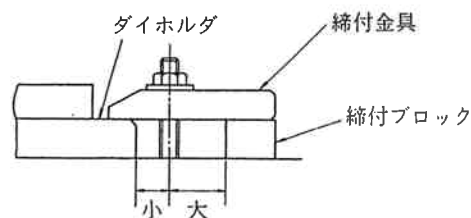


図 8-48 ボルトは金型に近づけて取付る

(3) 上型の取付け

上型はスライドに密着させて取付ける必要があるため次のように行なう。

(a) スライド調節ねじを調節上になるように回しておく。

- (b) フライホイールを手で回しながらスライドを下死点に下げ、シャンク押えを外す。
- (c) 適当な木片を用意し、木片の上へ上型を乗せ、この状態でスライドへ押しつける。
- (d) スライドとシャンクの間にわずかにすき間が残るようにスライド調節ねじを回す。
- (e) シャンク押えを挿入し、ナットを軽く締める。
- (f) スライド下面がフランジ付シャンクに密着するまでスライド調節ねじを回して下げる。
- (g) シャンク押えのナットを強く本締めし、シャンク締めつけボルトを締める。

(図 8-49)

- (h) スライドを少し上げて木片を取り去り再び下死点まで下げる。

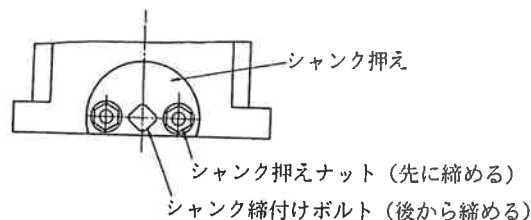


図 8-49 シャンクの締付け

(4) 下型の取付け

- (a) パンチがダイへ 2 ～ 3 mm 入る位置にスライドを調節ねじで合わせる。
- (b) フライホイールを手で回してスライドを 20mm 程度上げ、パンチにダイを差し込む。

フライホイールを手まわしできないフリクションラッチ付のプレスの場合はインテング操作で行なう。

- (c) そのままの状態でフライホイールを手で回しながらスライドを下げる。
- (d) 下型の取付け金具を取付け仮締めをする。
- (e) 左右、前後のクリアランスが平均になるように木ハンマ（またはプラスチックハンマ）で下型を軽くたたいて寄せる。
- (f) 手でフライホイールをゆっくり回してパンチをダイから抜き、再び入れてみる。

このときコツンというショックを感じた場合は、パンチとダイの刃が当たっているため再度クリアランスの調整をやり直す。

ショックを感じない場合は手回しで紙を抜き、クリアランスの調整を行なう。

図 8-50 は抜いた紙の形状であり、きれいに切れている側はクリアランスが小さく、切れずに曲がっている側のクリアランスは大きい。

(g) クリアランスが合ったところで本締めをする。(図 8-51)

(h) 試し加工用の材料を通してストックガイドとの隙間を調べ、調節をする。

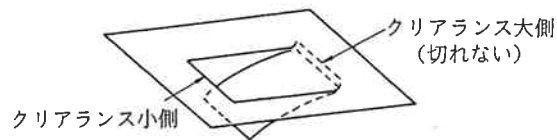


図 8-50 紙の打抜きによるクリアランスの確認

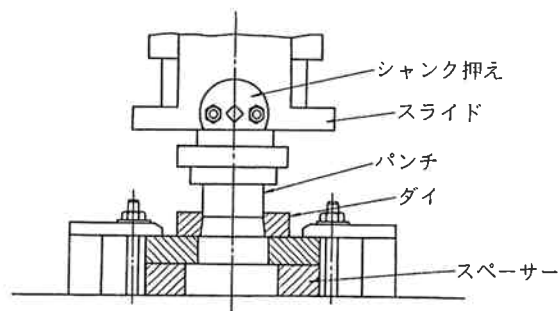


図 8-51 金型の取付け

(5) スライド調節

下死点でパンチがダイに 0.5mm 程度入るようにスライド調節ねじを合わせる。

次にスライド調節ねじのゆるみ止めを強く締めつけ、フライホイールを手で回してスライドを上死点に上げる。

(6) 動力による空運転

プレスของボルスタ上の工具などを片付けた後にプレスの各部に給油を行ない、各部のねじの締め付けを確認し、モータのスイッチを入れる。

次にクラッチペダルを踏んでスライドを空で上下させる。

これを 2～3 回繰り返して異常のないことを確認してモータのスイッチを切る。

次に機械の下へ打抜いたブランクを受ける箱を用意する。

これで準備完了である。

(7) 打抜き

モータのスイッチを入れ、フライホイルの回転が安定したところで材料（材質 SPCC、板厚 1.0mm、切断幅 63.9mm）をストップピンに当たるまで挿入し、クラッチペダルを踏む。

抜け落ちたブランクおよび残った材料のさんの部分の抜け状態を確認する。2～3個抜いても落ちない時は作業をやめて型を調べ、クリアランスが寄っている時は直す。

次に打抜きに異常のないことを確認し、材料を送って打抜く。

打抜くときは安全に十分注意し、材料は金型から離れた位置を持つようにする。

打抜く数は後工程の調整用およびサンプルとして 20～30 個は必要である。

(8) 金型の取外し

金型の取外しは次の手順で行なう。

- (a) 下型を固定しているボルトをゆるめ取付け金具を外す。
- (b) 下型を機械から外す。
- (c) フライホイルを手で回しながらスライドを下死点が過ぎた位置で止める。
- (d) パンチの下へ木片を置き、シャンク押えねじをゆるめ上型を外す。
- (e) 手まわしでスライドを上死点まで上げる。
- (f) 上型を取り出す。
- (g) 後かたづけ

金型を外した後は工具類を片付けプレス機械のボルスタその他の部分をウエスで清掃して作業を終わる。

8.8.3 ブランクの測定

(1) 外観検査

ブランクを目で見て次の点を確認する。

(a) バリ

全体にバリが少なくきれいに抜けていること。

バリはパンチ刃先のだれ、クリアランスが不適當などの理由で生じる。

刃先にだれがある場合は再研削をすること。

(b) せん断面の形状

二次せん断がなく、全体に均一な破断面があること。

二次せん断はクリアランスが小さい場合に生じる。

またせん断面にたて傷のないこと。縦に強いすじがつくのはダイ側面の欠けや仕上げ不良のためであり、刃先を再研削するかダイ穴の側面を磨く。

(c) 反りが少ないこと

反りは二番の逃し不良、クリアランスが大きい、などの理由で発生する。

(2) 寸法検査

打抜いたブランクの次の各寸法をノギスで測定し、それぞれが次の管理規格内にあること。(図 8-52)

測定項目	図面寸法	管理規格
a	60	59.85~60.1
b	40	39.85~40.1
c	30.3	30.15~30.4
d	22.3	22.15~22.4

これらの管理規格は図面寸法（製品規格）に対しマイナス側へ 0.15、プラス側へ 0.1 の範囲に設定してある。

これは打抜きを続けるとダイの摩耗および再研削により外形寸法が大きくなってくためプラス側を厳しくおさえておくためである。

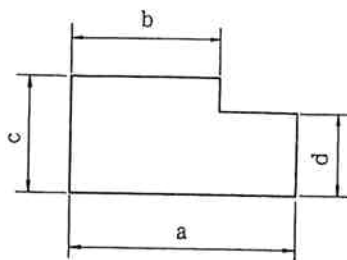


図 8-52 寸法測定部

第9章 V曲げ型の製作

9.1 金型設計

9.1.1 金型構造

V曲げ型を製作するが製品は第8章の図8-1の製品図に示すものである。

曲げ加工前の半製品は外形抜き型で打抜き、穴明け型で穴明けの済んだものである。

したがって曲げる前の形状は図8-5のアレンジ図による。

金型の構造は最も一般的なV曲げ型であり、パンチはパンチホルダに直接ねじ止めをする最も簡単な方法である。

図9-1に組立図を図9-2に分解した状態を示す。

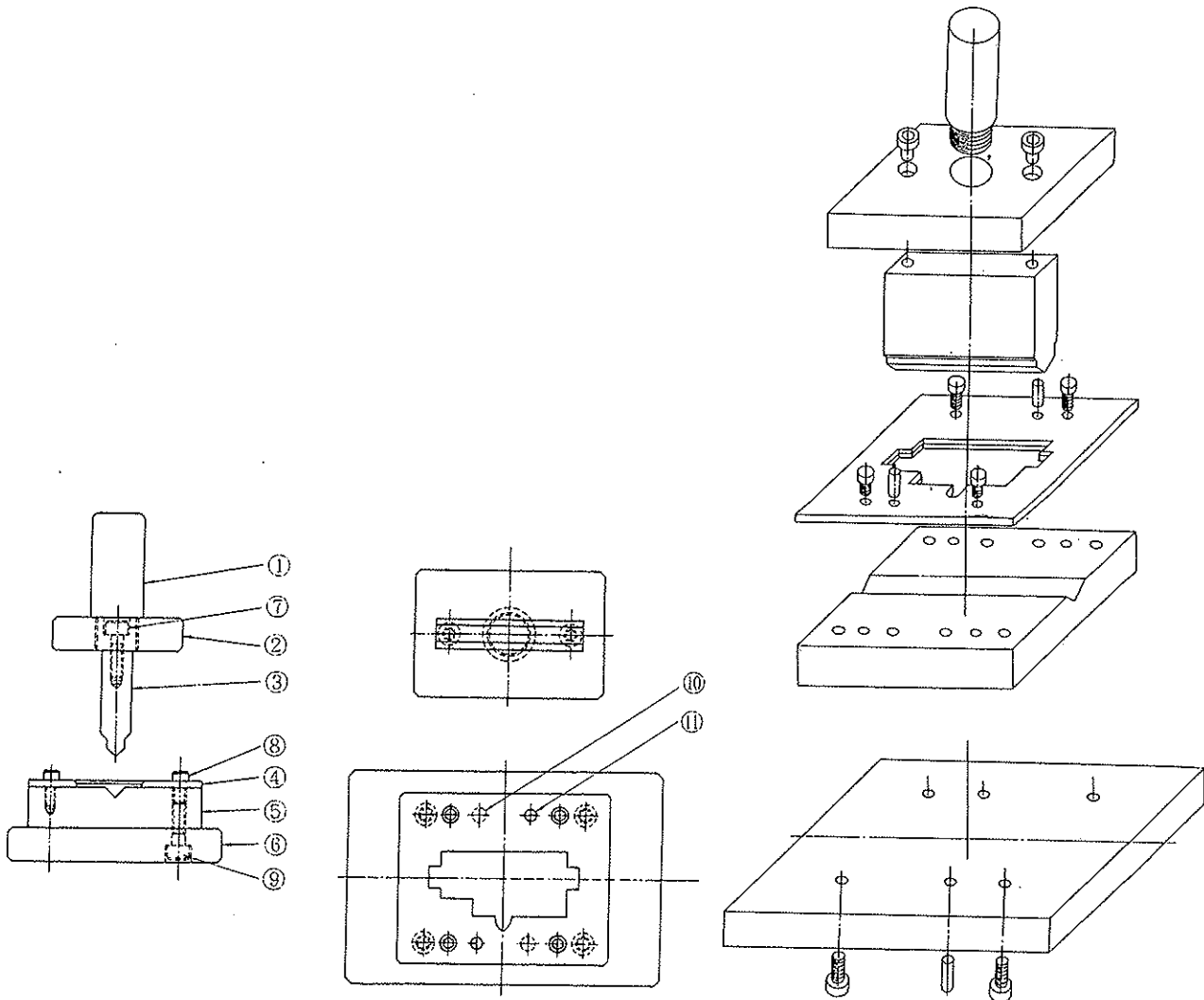


図9-1 組立図

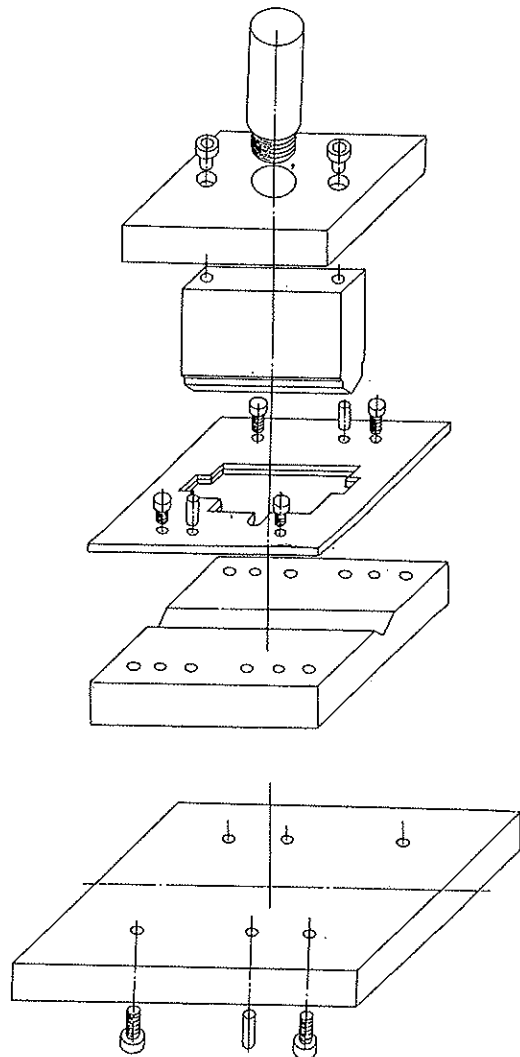


図9-2 分解図

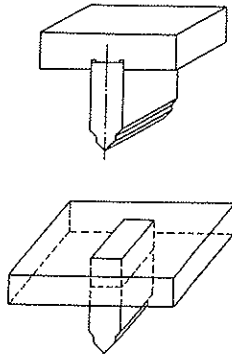


図 9-3 V曲げパンチの固定法

パンチを固定する方法としては、この他に角溝を掘りこの中へ圧入する方法や、パンチプレートを使用して穴をくり抜きこの中へ圧入する方法がある。(図 9-3)

位置決めには、位置決めプレートを使用しているが位置決めピンを用いることも可能である。

図 9-4 に主な部品図を示す。

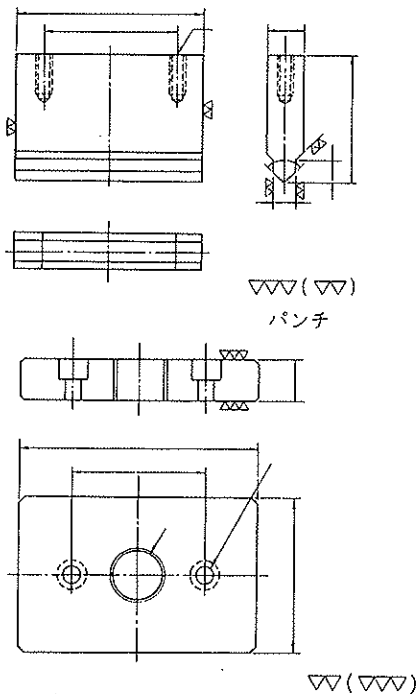


図 9-4(1) パンチホルダ

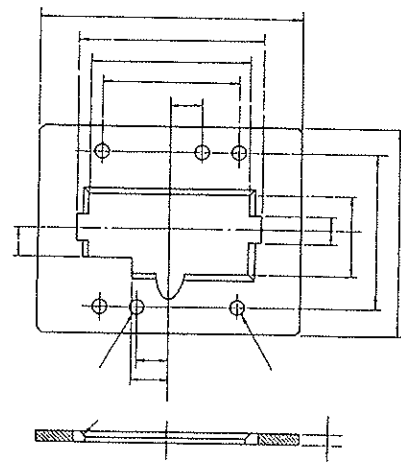


図 9-4(2) 位置決めプレート

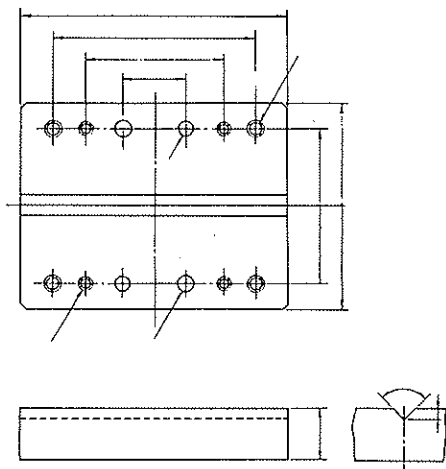


図 9-4(3) ダイ

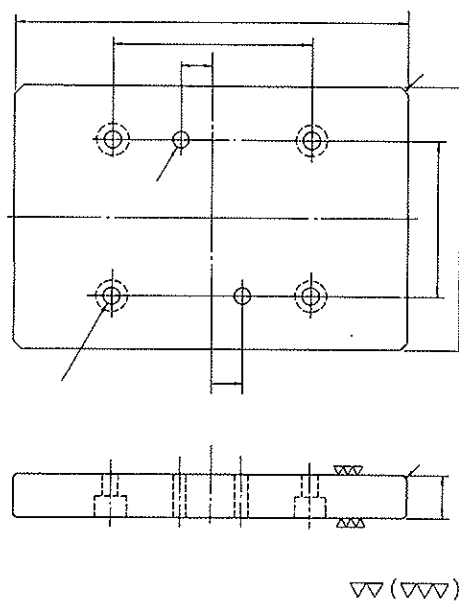


図 9-4(4) ダイホルダー

9.1.2 主な部品図の設計

(1) パンチ

パンチの刃先角度は、製品に合わせて 90° とするが、わずかにマイナスになる方がよい ($30' \sim 2^\circ$ 程度)、これはスプリングバックによって加工後の製品は金型の角度より開くこととダイの角度より開いていると、肩の部分で強く当たり、製品に傷がつくためである。(図 9-5)

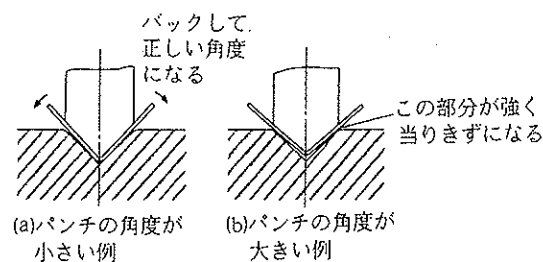


図 9-5

刃先の幅はダイの溝幅と同じにするのが原則であり、一般には板厚の 8 倍程度とする。しかし全体の幅が狭いと焼入れのとき反りが出やすく、ねじ止めなども困難なので元の部分の幅は広くする。

刃先先端は 0.2~0.3 程度のアールをつけて仕上げる。

横方向の長さは製品の横幅より必ず長くするが、これはプレス機械に金型をつける
とき横へずれても大丈夫にするためと製品を隅から隅まで確実に曲げるためである。

(2) ダイ

ダイは製品の曲げ角度と同じ角度に仕上げ、溝の幅は板厚の 8 倍を標準とし、それ
以外の場合も 6~10 倍以内に入るようにする。

これより狭いと製品に反りが出たり傷がつきやすく、これより広いと下死点で面押
しするときの荷重が大きくなり逆方向の反りも生じやすい。

ダイの V 溝の底は V 型をしているが、ここは材料が接触しないので溝を掘って逃し
てもよい。(図 9-6)

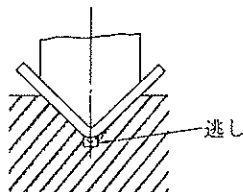


図 9-6 V 溝加工が容易なように逃しを入れた例

(3) 位置決めプレート

位置決めプレートはブランク形状と同一形状とし、さらにパンチ逃し用に横の部分
を取る。

ブランク形状と V 溝の関係位置は、曲げの内側寸法に曲げ代の半分を加えて求める。

図 8-1 の製品の一方の曲げ長さは 12mm であり、これに曲げ代 0.4 の半分 0.2 を加
えて 12.2mm となる。(図 9-7)

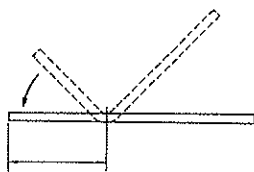


図 9-7 展開したブランクの曲げ位置

曲げ加工の場合も穴明け加工と同様にブランクを挿入しやすいよう平らな面が向こう側になるようにする。

本製品の場合の位置決めプレートのガイド部の形状は四角形でもよいが、作業者が間違えて逆方向に半製品を入れるのを防ぐためブランクの切欠き部とゆるく合わせる。

(図 9-8)

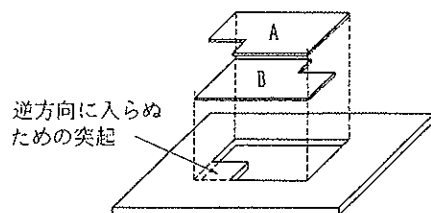


図 9-8 四角のままではBの形状でも入るので入らぬような形状とする

9.2 部品加工

シャンク、パンチホルダ、ダイホルダは前に述べた外形抜き型と同様でありここでは省略する。

9.2.1 パンチの製作

パンチの製作工程を図 9-9 に示す。

刃先の 90° の加工はセーパまたはフライスで前加工し熱処理後研削加工とする。

研削で角度の加工ができない場合は、セーパまたはフライスで加工した後をやすりまたは油砥石で磨いて仕上げてよい。

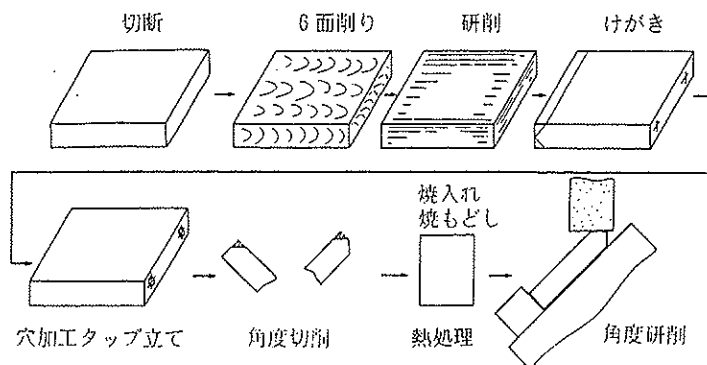


図 9-9 パンチの加工工程

角度研削を行なう場合は

(1) テーブルを必要な角度に傾けて研削する。

(2) 砥石を必要な角度に成形し、研削する。

の2つの方法がある。

テーブルを傾ける(1)の方法の場合は可傾式のチャック(図9-10)が必要であり、正確な角度に合わせるためにはサインバーを使用する。(図9-11)

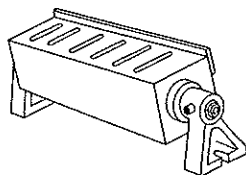


図 9-10 可傾式チャック

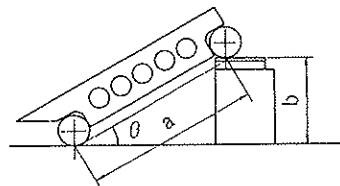


図 9-11 サインバーとその原理

サインバーの原理は図9-11で角度 θ は

$$\theta = \frac{b}{a}$$

で求められ、 a を正確な寸法(一般には50mmまたは100mm)に作り、 b の寸法もブロックゲージで正確にすれば角度 θ も非常に正確になるということを利用したものである。

角度に合わせたブロックゲージの長さは三角函数表または電子式卓上計算機で簡単に求められる。

45°の場合は函数表を使わなくても図9-12により $\sin 45^\circ = 1/2 = 0.7071$ で求めら

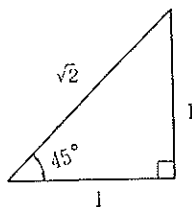


図 9-12 45°の場合の各寸法

れ、50mm のサインバーでは $0.7071 \times 50 = 35.36$ が得られる。図 9-11 でブロックゲージを 35.36 に組み、チャックを傾けてダイヤルゲージの針が振れなくなった位置でチャックを固定する。

砥石を成形する場合も同様にサインバー式のドレッサ装置にブロックゲージを重ねて正しい角度を作り、ドレッシングをする。

刃先の角度研削に必要なことは 90° が正しいことと合わせて左右が均一なことである。

このためには左右を交互に研削するとよい。

9.2.2 ダイの製作

ダイは外形抜きや穴明けのダイと同じように仕上げた後に溝加工、熱処理、溝の仕上げ加工を行なう。

熱処理前の溝加工はシェーパーまたは溝フライス盤で行なう。

横フライス盤を使う場合は、図 9-13 のような等角フライスを使用すると便利である。

熱処理後は平面研削盤で仕上げるが角度研削が困難な場合はシェーパーのバイトを正確に作り、やすりなどで仕上げたままでもよい。

研削仕上げが可能なのは砥石を成形して行なうとよい。

溝の幅は板厚の 8 倍を標準とするがこの寸法はあまり正確でなくてもよい。

V 溝の肩の部分は材料が押されながら滑るため半径 0.5~1.0mm のアールを付け、よく磨いておく。(図 9-14)

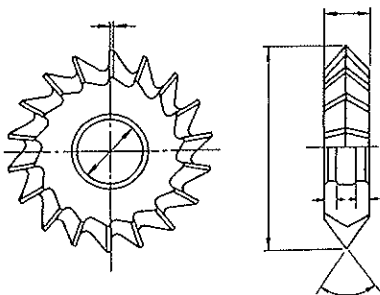


図 9-13 等角フラス

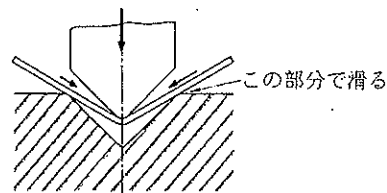


図 9-14 V 曲げ加工の材料の滑り

9.2.3 位置決めプレート

位置決めプレートは製品形状及びパンチの逃し部をけがき、コンターマシンで切り取

り、やすりで仕上げる。

けがき及び加工を進める場合、基準となる外形の側面をハッキリさせる。

この面は組立時の基準として使用する。

ほぼ形状がけがき線に近づいた所で上部を2mm程度面取りをする。(図9-15)

これは半製品を入れやすくすると共に不必要なところが当たって精度が悪くなるのを防ぐためである。

その後は外形抜き、穴明けをした半製品をゲージとして最終の仕上げを行なう。

ピンセットなどの手工具で作業しやすいように手前を逃しておく。

取り付け用の穴は止めねじの部分のみとしダウエルピンの穴は組立後ダイより移すので加工はしない。

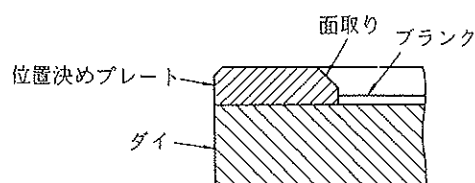


図 9-15 位置決めプレートの面取り

9.3 組立調整

9.3.1 上型の組立

パンチとパンチプレートの位置関係はあまり重要ではない。しかし

- ① パンチが垂直であること。
- ② 高さが均一であること。

の2点が重要である。(図9-16)

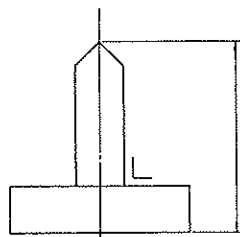


図 9-16 パンチの組付け

パンチの垂直度は、組立後定盤の上にパンチを上にして置きスコヤで確認し、高さはハイトゲージを両端に当てて確認をする。

修正は研削用のパイプまたは締めつけ金具をつけたブロックに取付けてパンチホルダに接する側を研削する。

正しく合った所で本締めし、合わせてシャンクも取付ける。

9.3.2 下型の組立

位置決めプレートは、ねじを軽く締め、ダイの側面と位置決めプレートの基準側面がほぼ正しく合ったところで締めつける。

さらにダイホルダに取付けて完了する。

9.4 試し加工及び調整

9.4.1 金型の取付け

金型の取付けは次のように行なう。

- (1) スライド調整ねじを上に入れておく。
- (2) 上型を左手で持ち、スライドのシャンク穴へ差し込む。
- (3) シャンク押えのナット及びボルトを右手で締めつける。
- (4) 少し高めの平行なブロックをボルスタの上に置く。(木片でも可)

スライドを手まわしで下降させブロックに軽く当てる。

- (5) スライドのシャンク押えボルト及びナットを少しゆるめる。
- (6) スライドを手まわしで下げ、上型のパンチホルダ上面をスライド下面に密着させる。
- (7) シャンク押えナット及びボルトを強く締める。
- (8) スライドを少し上げてブロックを外す。
- (9) 下型をボルスタに乗せる。このときスペーサが必要ならスペーサも合わせて乗せる。

V曲げ型のスペースは抜き型などと異なり下型全体に接触することが望ましい。

(図 9-17)

- (10) 手まわしでスライドを下げながら下型の位置を合わせる。
- (11) スライド調節ねじを下げながら上型を強く押しつけ、パンチとダイで位置決めを行なう。(図 9-18)

- (12) 下型を締めつけ金具で軽く固定する。
- (13) スライド調節ねじを上げ、上型と下型の間に板厚（1.0mm）以上の隙間ができるようにする。
- (14) V形に曲げた板厚 1 mm のゲージを下型の位置決めプレートの中へ入れる。
- (15) 下死点であることを確かめ、スライド調節ねじを下げて強く押しつける。
- (16) スライド調節ねじのロックナットを締めスライドを上死点に上げる。
- (17) 新しいブランクを挿入し、手まわしでスライドを下げ曲げてみる。このとき曲げはやや弱い状態が望ましい。その理由は動力で加工すると手まわしのときより強くなるためである。ここで下型を強く締めつけ固定する。
- (18) 締めつけ部などにゆりみのないことを確認してモータのスイッチを入れる。
- (19) ブランクを挿入し加工をする。

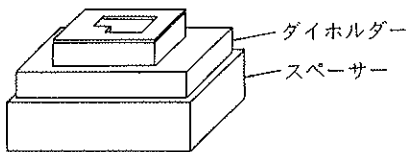


図 9-17 曲げ加工のスペーサ

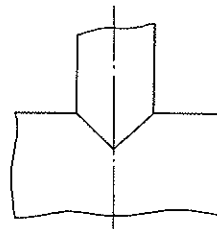


図 9-18 パンチとダイを合わせて位置決めする

9.4.2 測定及び修正

曲げ加工用金型の構造及び加工は簡単であるが製品の確認項目は多い。

(1) 曲げ角度

曲げ角度をスコヤで調べる。型の当たり状態が弱くて角度が開いている場合はスライド調節ねじを少し下げて再度曲げてみる。

強く当たっていて角度が開いている場合は、パンチの角度をマイナスに修正しなければならない。

(2) 曲げ長さ

曲げた部分から外形までをノギスで測定する。製品寸法は曲げの内側が基準となっているため板厚を加えた寸法で調べる。(図 9-19)

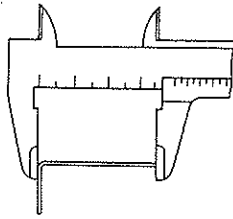


図 9-19 曲げ寸法の測定

一方が大きく、他の一方が小さいのは、位置決めプレートの位置が悪いためであり、差の半分だけ位置決めプレートをずらせる。

図 9-20 では $+0.2\text{mm}$ と -0.2mm で差が 0.4 あるため 0.2mm だけ位置決めプレートをずらせば両方とも正しい寸法になる。

(3) 平行及びねじれ

同じ曲げ部の一端が長く、他の一端がマイナスしているのは位置決めプレートがダイの溝に対し平行でないためである。(図 9-21)

これを直すには位置決めプレートのガイド部をダイの溝に対し平行にする必要がある。

曲げ部両端の差を調べ、位置決めプレートのねじを軽く締めた状態にして位置決めプレートの側面をハンマでたたいて直す。

修正後再度加工を行ない、曲げ角度、曲げ長さ、ねじれのないことが確認できたら位置決めプレートのねじを強く締めつける。

この状態でサンプルを作り、金型は外した後に位置決めプレートのダウエルピンの穴をダイから移して明け、ダウエルピンを打ち込む。

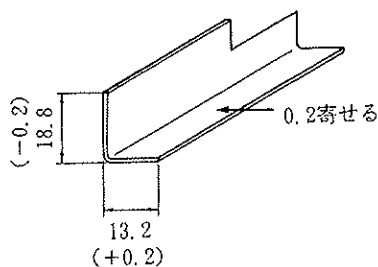


図 9-20 曲げ位置の修正

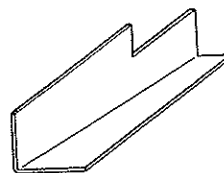


図 9-21 位置決めプレートの平行度不良によるねじれ

第 10 章 絞り型の製作

10.1 製品と金型仕様

10.1.1 製品と加工工程

製品は図 10-1 に示すものであり、これを平らな板から加工する。

絞り加工、特に円筒容器の絞り加工に用いる金型は他の加工をする金型に比べ構造が簡単で加工も容易である。しかしプレス加工そのものは非常に難しく、上手に絞るには加工条件を整える必要がある。

加工工程は①ブランク抜、②絞り、③トリミングの 3 工程であるが、ここでは絞り加工用の金型のみについて述べる。(図 10-2)

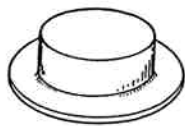


図 10-1 製品形状

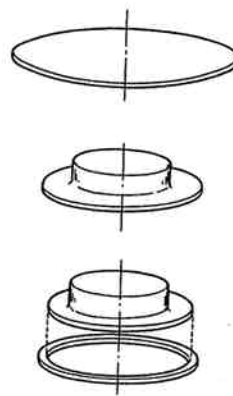


図 10-2 絞り製品の工程

10.1.2 ブランク直径の計算

絞り加工製品を作るには、まずブランク寸法を決めなければならない。

ブランク寸法を求める計算式は 2 章で述べてあるが、図 10-1 の製品の直径 D を簡単に求めるには

$$D = \sqrt{d_2^2 + 4d_1h}$$

の式を用いる。

d_2 : フランジ直径

d_1 : 絞り部直径

h : 絞り高さ

である。

この式は板厚の中央部で求めるのが正しいが板厚が薄く、製品が大きな場合は外形寸法で計算してもよい。

図 10-3 の製品で $d_2=80$ 、 $d_1=57$ 、 $h=20$ とすれば

$$D = \sqrt{d_2^2 + 4d_1h} = \sqrt{(80)^2 + (4 \times 57 \times 20)}$$

$$= \sqrt{10960} = 104.68 \div 105$$

でブランク直径は 105mm にすればよいことが分る。

厳密に計算をするにはアール部を考慮して

$$D = \sqrt{d_2^2 + 4d_1[h - (0.43R + 0.43r)]}$$

として求める方がよいがこの式で R 及び r を 3 として計算すると 101.6mm となり、R を無視するとやや大きくなることが分かる。

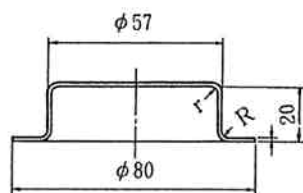


図 10-3 製品寸法

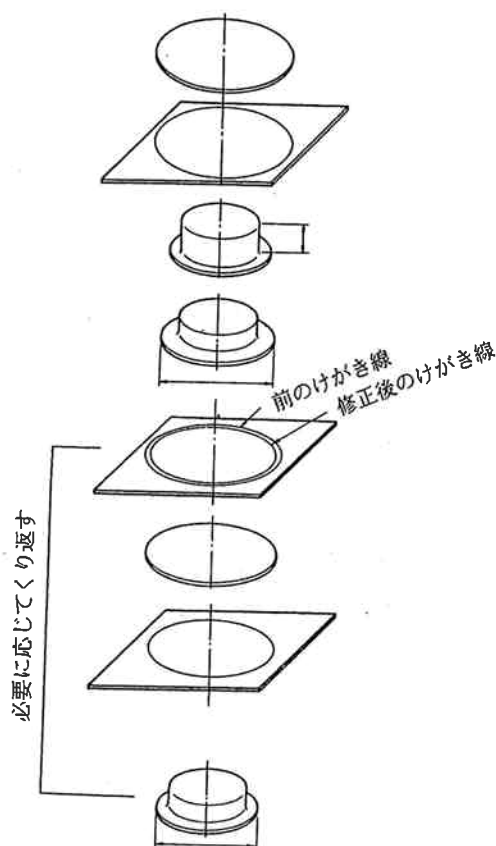


図 10-4

ここではやや大きめになっているが簡単に計算のできる 105mm とする。

ブランクの計算が面倒な場合や異形の絞り加工では絞り型を先に作り、ブランクは修正しながら最終的な形状を決めることが多い。

このようにブランクの修正をする場合は必ず加工する前のブランクをゲージとして次の材料にけがきをしておく。

そして絞った後の製品のフランジ部を測定してこのけがき形状を修正する。

(図 10-4)

10.1.3 絞り率の計算

ブランク直径 105mm、絞り内径 (パンチ直径) を 56.1mm とすれば絞り率は

$$\frac{d}{D} = \frac{56.1}{105} = 0.534$$

である。

第2章の表 2-7 より第1絞りの絞り率は 0.5~0.6 であり、0.534 なら十分絞れることが分かる。

10.1.4 しわ押え用クッションの圧力

しわのないきれいな製品を得る上でしわ押えの働きをするクッションの役割は大きい。

クッション圧力を得る方法としては一般にゴム、ポリウレタン、ばね、空圧、空・油圧、油圧などが用いられている。

ゴムやばねは加工が進むと共に圧力が大きくなるので空圧や油圧に比べて絞り性は落ちるが手軽に使えるため小物製品の絞りには広く用いられている。

しわ押えに必要な力 PN は

$$PN = Fn \times Pn$$

で求められる。

ここで Fn はしわ押えを必要とする部分の面積であり、ブランクの面積からパンチの面積を引いたものである。(図 10-5)

したがって

$$Fn = \frac{\pi}{4} (D^2 - dp^2)$$

である。

また Pn は 1 mm² 당りに必要なクッション圧で表 10-1 の数値が用いられる。

ここで dp はパンチの直径



図 10-5 しわ押えを必要とする面積

である。

いまブランク直径 $D = 105\text{mm}$ 、パンチ直径を 59.2mm とすればしわ押えの必要な面積は

$$FN = \frac{\pi}{4} (D^2 - d_p^2) = \frac{3.14}{4} \times (105^2 - 56.1^2) = 6184\text{mm}^2$$

である。

またしわ押え力 P_N は $P_N = 0.25\text{kg/mm}^2$ として

$$P_N = FN \times P_N = 61.84 \times 0.25 = 1546\text{kg} \div 16 \text{ キロニュートン (1.6 トン)}$$

必要なことが分かる。

絞り加工に慣れてくるとこのような面倒な計算をしなくてもおよそどのようなクッションで絞ればよいかがわかってくる。

表 10-1 材質別しわ押え力

材 質	$P_N(\text{kgf/mm}^2)$
普 通 軟 鋼	16~18
深 絞 り 鋼	20~25
ステンレス鋼	18~20
銅	8~12
黄 銅	11~16
アルミニウム	3~7

10.1.5 パンチ及びダイの丸み半径

パンチ及びダイの丸み半径は大きいほど絞り易いが、大きすぎるとフランジのない製品では線の部分にしわがしやすい。

一般にパンチ及びダイの丸み半径の大きさは板厚の4～8倍が用いられている。

本製品は板厚が0.4でパンチ及びダイの丸み半径が3mmであり、板厚の7.5倍である。半径の大きさとしては十分である。

10.2 金型組立図

金型の組立図を図10-6に示す。この金型は上型にダイがあり、下型にパンチがある倒置型と呼ばれる形式である。

この形式の金型の長所は、しわ押え用のクッションが下型の型の外に付けられるため、いろいろなクッションを利用できることとその調整が容易なことである。

一般の絞り型は特殊な場合を除き大部分この形式が用いられる。

絞り加工後の製品は上型のダイの中に残るので、ロックアウトによってたたき出す。

しわ押え用のブランクホルダは、4本のクッションピンを介してクッションパットからのクッション圧を受ける。

パンチホルダとダイ、パンチとダイホルダは中心がずれないようにはめ合わせ、製品が円形状であるため回転しても問題がないためダウエルピンは使用しない。

位置決めは可動式のピンを使用する。

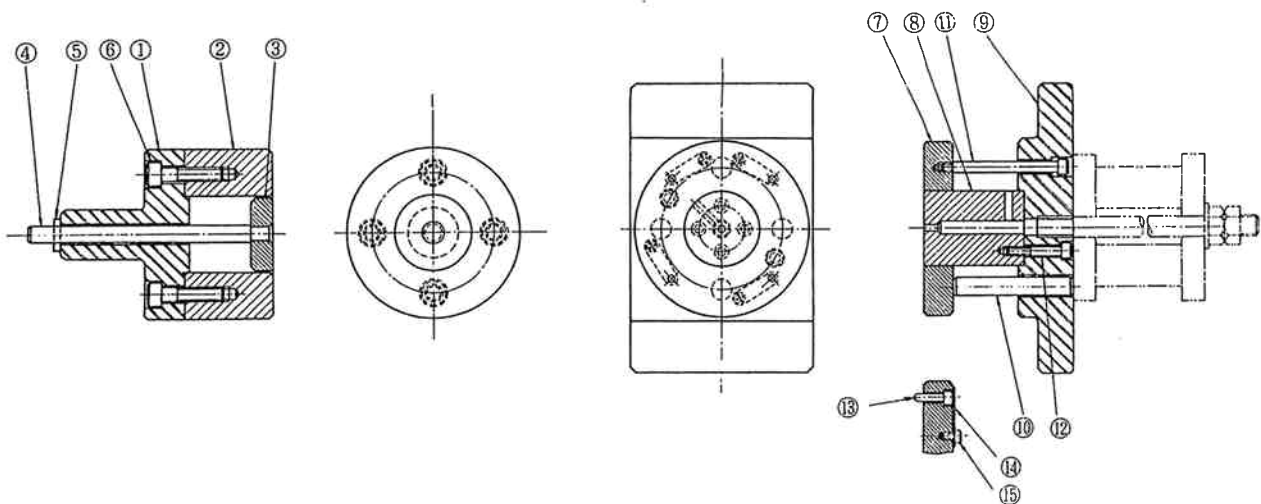


図 10-6 金型組立図

10.3 部品図 (図 10-7)

(1) ダイホルダ

ダイホルダはシャンクと一体とし、内部はロックアウト棒が入る穴を貫通させておく。

またダイとの心合わせを容易にするための突起部をつける。

(2) ダイ

ダイは材質 SKS3 の丸棒を切削して作る。外径は 130mm とする。(片側の肉圧 30~40 程度)

絞り加工をする内径の寸法は製品寸法に等しい 57mm とする。

肩部の丸み半径 R も製品寸法と同じ 3 mm とする。

(3) パンチ

パンチの直径は外形寸法からクリアランスを引いた寸法とする。

絞り加工後の製品は縁の部分で元の厚さより厚くなること、板厚にバラツキがあることを考え、片側で板厚より 0.05mm 多いクリアランスとする。

パンチの中央にあいている穴は空気穴と呼ばれるもので、絞り加工後の製品がパンチに密着し、それが持ち上げられるとき内部が真空になるのを防ぐためのものである。

この穴がないと薄い板厚の絞り製品などは内部と外部の圧力差により変形してしまう。

またこの穴はパンチ上面に付いた潤滑油により底の部分がふくらむのを防ぐ役割もする。

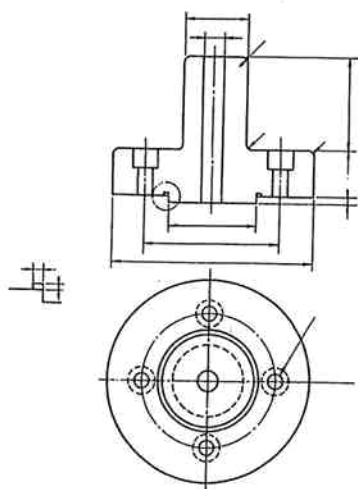


図 10-7(1)

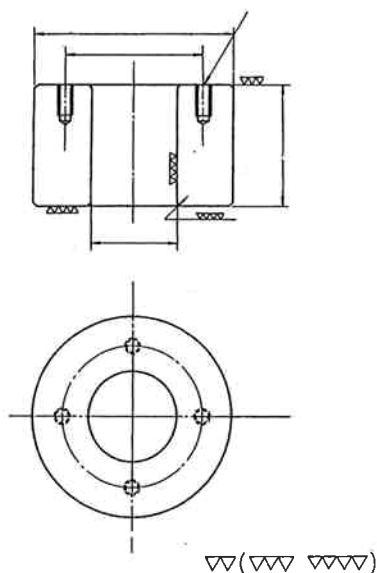


図 10-7(2)

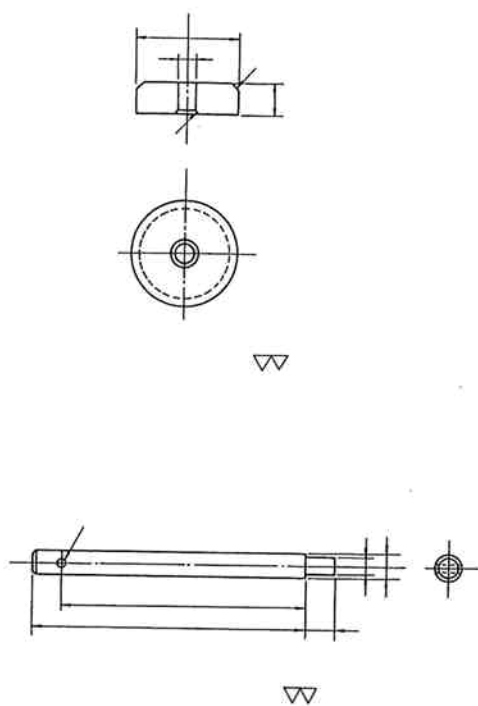


图 10-7(3)

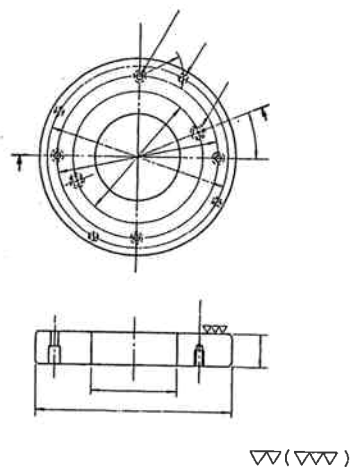


图 10-7(4)

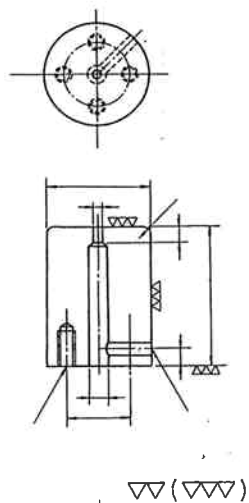


图 10-7(5)

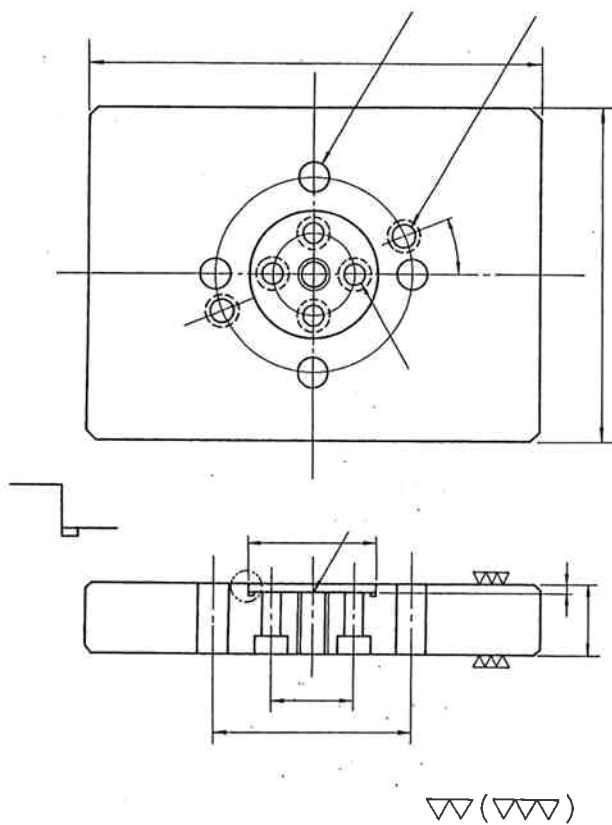


图 10-7(6)

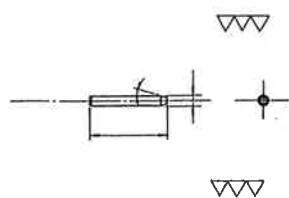


図 10-7(7)

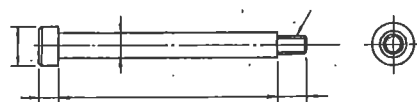


図 10-7(8)

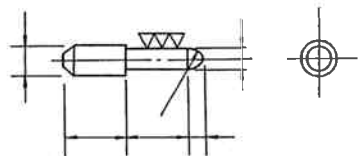


図 10-7(9)

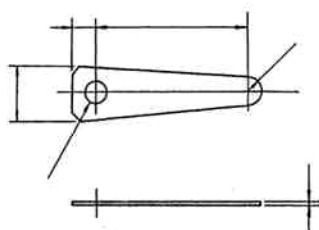


図 10-7(10)

(4) ブランクホルダ

絞り加工でブランクホルダの果たす役割りは非常に大きい。

ブランクホルダは

- (a) 十分な剛性を持っていること。

(薄いと変形したり、部分的にしわ押え圧が変わってしまう)

- (b) 滑らかであること。

表面の面粗さが悪いと絞り性を悪くし、製品に傷がつく。

- (c) ダイと平行であること。

傾きがあると部分的にしわができたたり割れを生じる。

- (d) 正しい位置決めができること。

ブランクホルダはしわ押えの役を果たすと共にブランクの位置決めを兼ねている。

ブランクホルダの芯は、パンチによってガイドされるので、パンチとのすき間はあまり大きくてはよくない。

などが大切である。

位置決めは板ばねによる可動式の位置決めピンを使用する。

- (e) クッションピン

クッションピンは加圧時に変形しないだけの大きさと長さが正しくそろっている

ことが必要である。

またその長さはブランクホルダの表面がパンチよりわずかに上になるようにする。

ブランクホルダの上面よりパンチが出ていると、きれいな絞り加工はできない。

(f) パンチホルダ

パンチホルダは長方形の材料にパンチをガイドするためのザグリをする。段付きボルト用の穴のザグリは上下に遊びが必要である。

下側はクッションボルトを固定するためのめねじを切っておく。

(g) クッション

クッションはゴムまたはポリウレタンを使用するが、コイルばねの大きなものがあればこれでもよい。

クッションの大きさ及び強さは計算では求めにくいので、適当と思われる大きさのものを取付け、調整をしてもよい。

ナットはゆるみ止めのため必ずダブルナットとする。

10.4 部品加工

10.4.1 ダイの加工

ダイを始めダイホルダ以外の大部分の部品が円筒形であり、加工は旋盤加工が主体となる。

(1) 切断

外形 130mm に仕上げるため素材は 135mm 以上のものを用意する。

切断長さは仕上げ寸法を 60mm にするため、削り代 3 mm 程度を加え 63mm とする。

(2) 旋盤加工

旋盤加工は次のように行なう。

(a) 外形をチャックに取付け、固定する。このとき外周の振れを見ながら曲がりを直し、心振れがないことを確認し、締めつける。振れは図 10-8 の (a) 及び (b) の 2 ケ所をトースカンで調べる。

(b) 外周及び端面削り

外周を数回に分けて荒削り及び仕上げ削りを行なう。

次に端面を片刃バイトで切削する。端面を削る場合は往復台をしっかりと固定して

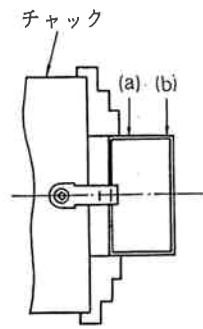


図 10-8 振れの測定

行なう。

このときバイトの高さが正しく中心に合っていないと（へそ）と呼ばれる突起が残る。（図 10-9）

さらにコーナー部の面取りを行なう。

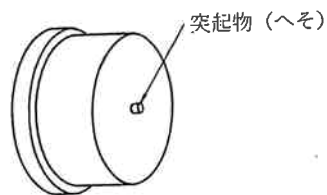


図 10-9 バイトのセンターずれによるへそ

(c) 穴明け

始めにセンタドリルを心押台の心押軸に取付けたドリルチャックに付け、心押台ハンドルで送り、ドリル加工用の心出しを行なう。

次にドリルを心押軸に直接またはスリーブで取付け、穴明けを行なう。

ドリルは直径 15～20mm のもので貫通させ、その後は 5～10mm とびで大きなドリルに替えながら穴を明けてゆく。

(d) 内面削り

内面削りは始め荒加工用の穴グリバイト（図 10-10）で削るが、荒削り用のバイトやシャンクは丈夫なものを選ぶ。

バイトは切削抵抗に耐えるように刃物台からの突出し量が多くならないように注意する。

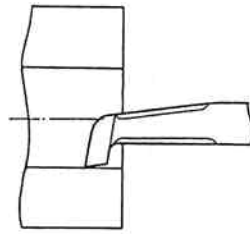


図 10-10 内面削り

内径を内パス、ノギス、などで測定し、仕上げ代を残して荒加工を終わる。

内径寸法がほぼ仕上げ寸法に近づいたら仕上げバイトに変え、回転数を早く、切込み及び送りを少なくして仕上げる。

表面はそのまま絞り加工に使用するので十分滑らかに仕上げる。

(e) R 仕上げ

内径と端面のコーナーをR 3 に仕上げる。加工は図 10-11 のように 45° に面取りをし、次にその半分の角度で面を取り、最後はやすりで仕上げる。

このとき用いるやすりは丸やすりまたは楕円やすりである。

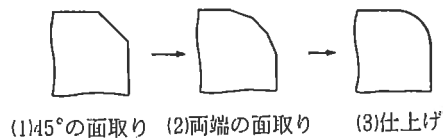


図 10-11 ダイの R 仕上げ

(f) 磨き

加工が終わった穴の内面、R 部、端面をペーパーやすりで磨く。

ペーパーやすりは粗いものから細かいものへ変えながら #400 程度のものでも仕上げる。

(g) 残りの外周仕上げ

チャックでくわえていた部分の外周を削るため品物をチャックから外し反対向きに取付け、(図 10-12) 始めに削った外周と同一寸法に仕上げる。

このとき次の点に注意する。

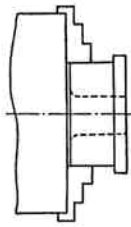


図 10-12 逆向きに取り付ける

i) チャックの爪と品物との間に 0.5～1 mm 厚さの黄銅またはアルミニウムの板を当てる。(図 10-13)

ii) 振れのないよう外周の 2 カ所で測定をする。またチャック側の端面の振れをトースカンで調べる。

先端の部分は内径で振れをみてもよい。

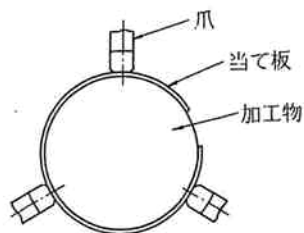


図 10-13 当て板を用いた取付け

(h) 端面を仕上げる

端面加工は前と同じ要領で行ない、長さを 65mm に仕上げる。C0.5～1.0 の面取りを内、外周ともに行なう。

(i) 仕上げ

加工が終わったら止めねじ用のセンタの線を剣バイトで付ける。(図 10-14)

これは外パスを使って行なってもよい。

(3) 止めねじ用穴加工

旋盤加工のとき中心を求めておいた円の上に等分に 4 カ所、止めねじ用の穴を明け、タップを立てる。

(4) 焼入れ、焼戻し

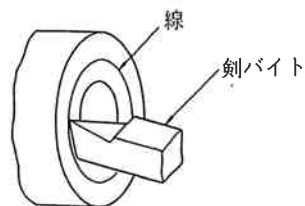


図 10-14 止めねじ用の中心線

焼入れ及び焼戻しは、他の金型とほぼ同様でよいが品物が、大きいと設備も大きなものを用い、外周は使用しないので直線加熱をしてもよい。

(5) 磨き

焼入れ、焼戻しが終わったら旋盤に取付け、回転数を上げペーパーやすりで全面を磨く。

特に内面及びRの部分はていねいに仕上げる。

(6) 端面研削

上、下面の平行を出し、表面の仕上りをよくするため両端面を平面研削で研削をする。ただしこのときRのついている側の研削量が多いとRの形状がくずれるので 0.3 以上は大きくとらないこと。

Rが図 10-15 のようになっていると絞り性を非常に悪くするので旋盤で再度磨き、滑らかにしておく。

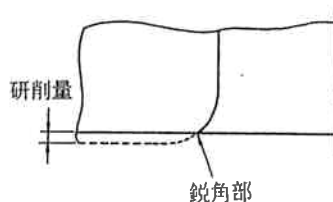


図 10-15 研削によるR不良の例

10.4.2 パンチの加工

(1) 切断

パンチは外形が 56.1mm であり、直径 60mm 以上の丸棒を切断する。

長さは仕上り寸法 76 に対し 78~79mm とする。

(2) 旋盤加工

旋盤加工の作業順序と注意事項は次のとおりである。

(a) 外形仕上げ

振れに注意して固定する。

(b) 端面仕上げ

面粗さがよくへそ（突起物）が残らないこと。

(c) R 仕上げ

始め 45° にとり次にその半分の削り平やすりで R に仕上げる。

(d) 空気抜き用のドリル加工

直径 4 mm のドリルで 12~15mm の深さに明けておく。

センタードリルは必要ない。

(e) 磨き

ペーパーやすりで外周、R 部、端面を磨く。

(f) 外して反対側を固定する。

振れに注意し図 10-16 のように 2 カ所をダイヤルゲージまたはトースカンで測定する。

(g) 残りの外周を削る

(h) 端面削り

長さを測定し 76mm に仕上げる。端面は直角であること。

(i) 空気穴用ドリル加工

直径 10mm のドリルで深さ 68 に穴明けをする。

穴の深さは芯押し台の目盛を見て確認する。

逆の端面から明けた直径 4 mm の穴とつながっていることを確かめる。

(j) 止めねじ用溝加工

剣バイトで止めねじの中心に浅い溝をつける。

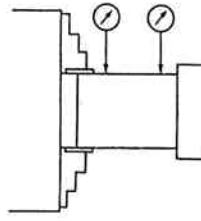


図 10-16 パンチの振れの測定

(3) 空気抜き用横穴加工

パンチをバイスに固定しセンターポンチを打ち、直径 6 ～ 8 mm のドリルで側面に穴を明ける。

(4) 止めねじ用の穴加工

M 6 用のめねじの下穴加工及びタップたてを行なう。

(5) 焼入れ、焼戻し

外形抜き型のパンチと同じ要領でコークスで加熱をする。

このとき円筒または角筒で保護するのが望ましい。

(6) 磨き

焼入れ、焼戻しの終わったパンチを旋盤に取付けてペーパーやすりで磨く。

特に R の部分及び中央から上の部分をていねいに磨く。

(7) 研削

パンチが直角に立つようにパンチの下面を平面研削盤で研削する。

パンチはまず形ブロックの V 溝部に取付け、正しく垂直を保つようにして研削をする。

10.4.3 ダイホルダの加工

ダイホルダは平板部品として

(1) 切断

(2) シェーパによる平面削り

(3) 平面研削加工

を行なう。

ここまでの加工はこれまで述べたきた金型のプレート加工と同様である。

(4) けがき作業

プレートの中心にセンターポンチを打ち、これを中心に直系 90mm の円をコンパスで画く。

(5) 旋盤加工

パンチを固定するためのザグりを旋盤加工で次のように行なう。

チャックは単動形四つ爪チャック（図 10-17）を使用する。

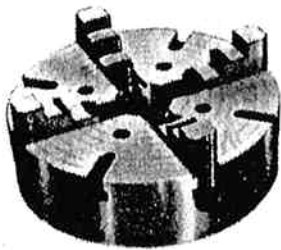


図 10-17 四つ爪単動チャック

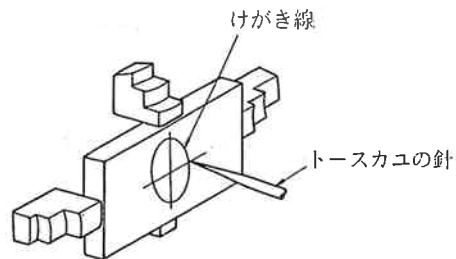


図 10-18 けがき線とトースカンでの心出し

(a) チャックにダイホルダを固定する。（図 10-18）

このときけがいた円にトースカンを当て振れを調べて中心を合わせる。

(b) 平面にトースカンまたはダイヤルゲージを当て平面を中心に対し直角に合わせる。チャックの面に押しつけて直角を合わせてもよい。

これが斜めになっているとザグりが斜めになり、パンチが垂直に立たなくなるのでこれは重要な作業である。（図 10-19）

(c) ドリルでねじ下穴用の穴を明ける。（M16 の下穴として 14.2 または 14.3mm）

(d) 片刃バイトでザグリ、外周まで削り代をわずかに残して浅く削る。（図 10-20）

これが加工を進める場合の直径の目安になる。

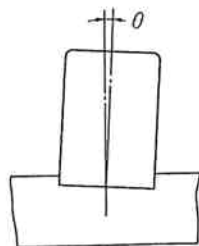


図 10-19 ざぐり不良によるパンチの傾き

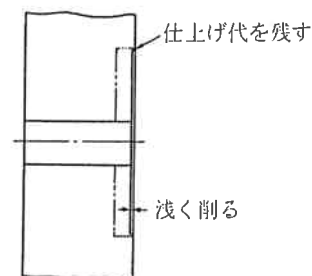


図 10-20 加工寸法を決めるための目安

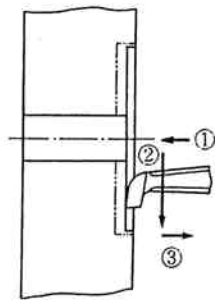


図 10-21 バイトの移動順序

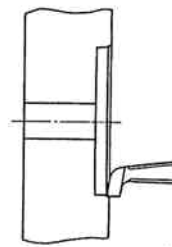


図 10-22 内径の確認

(e) 必要な深さまで数回に分けて削る。バイトは中心部から外周へ向けて図 10-21 のように送る。

(f) ザグリの底の面を仕上げる。

(g) 内径を仕上げる。

始めに浅く削り内径を測定し正寸にする (図 10-22)、このときの目盛を覚えておくかダイヤルに印につけておく。

ザグリの底の部分にチョークまたはベンガラを付ける。

バイトを戻してザグリの底の部分まで入れる。(深さの確認はチョークまたはベンガラで確認する)

前の目盛までバイトを送り、戻しながら内径を正寸に仕上げる。

(h) コーナー部を逃す。(図 10-23)

(i) コーナーの面取りをする。

(g) 止めねじ穴加工用の溝をつける。

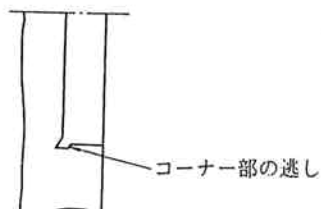


図 10-23 コーナー部の逃し

(6) けがき

クッションピン、段付きボルト、及びパンチ固定用のねじ用穴のセンタをけがき、センターポンチを打つ。

(7) 穴加工

クッションピン及び段付きボルトのドリル加工、パンチ止めねじ用の下穴加工及びタップたてを行なう。

10.4.4 ブランクホルダその他

ブランクホルダその他の加工はダイの加工に準じて行なう。

10.5 組立作業

10.5.1 ノックアウトとノックアウトロッドのかしめ

- (1) ノックアウトロッドの細い方を上にしてバイスに強く固定する。(図 10-24)
- (2) ノックアウトを入れる。
- (3) ノックアウトロッドの上面を斜め方向に均一にたたく。
- (4) ノックアウトプレートとノックアウトロッドが直角になっていることを確かめ、斜めなら修正する。
- (5) 全体を強くかしめる。

このときノックアウトの面に傷をつけないこと。(図 10-25)

- (6) かしめ部をやすりで削り平坦にする。
- (7) ペーパーやすりで磨く。

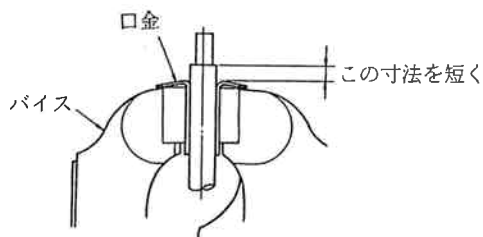


図 10-24 ノックアウトロッドのクランプ

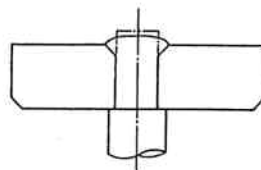


図 10-25 ノックアウトのかしめ

10.5.2 上型の組付け

- (1) 部品をそれぞれきれいなウエスで拭く。

- (2) ノックアウトロッドをダイホルダに差込み、抜け止め用のピン⑤を打込む。
- (3) ダイをバイスに固定する。(図 10-26)

バイスには必ず黄銅またはアルミニウムの口金を当てる。ダイホルダを差し込み、六角穴付きボルトで締めつける。

- (4) ノックアウトが楽に動くことを確認する。

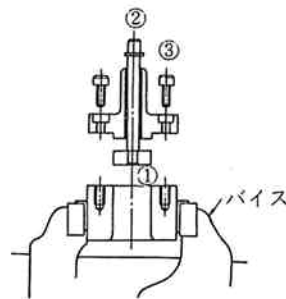


図 10-26 上型の組立て例

10.5.3 ブランクホルダと位置決めピンの組立

ブランクホルダに位置決めピンを差込み、板ばねのねじを締める。ピンの上から押して楽に上下すること。

10.5.4 下型の組立

- (1) ダイホルダをバイスに取付ける。
- (2) パンチをザグリ部に差込み、六角穴付きボルトで締付ける。(図 10-27)
- (3) ブランクホルダをパンチに差込む。

差込んだ後で楽に動くことを確認するため上下に滑らせる。

- (4) 段付きボルトを差込み締める。
- (5) クッションピンを 4 本差込む。(図 10-28)

クッションピンは 4 本の長さがそろっていることが大切である。ノギスで測って差が 0.1mm 以下であること、差がこれより大きい場合は修正する。

- (6) クッション用ボルトを取付け、強く締める。
- (7) クッションパットをボルトに差込み、パンチホルダの裏へ当てる。

このとき次の点を確認する。

- (a) 段付きボルトは遊びがあり、ブランクホルダはパンチ上面からさらに上へ動く

こと。

- (b) ブランクホルダを下へ押しつけたときパンチ上面よりブランクホルダの方が 0.5 ~ 20mm 上であること。

パンチがブランクホルダより上に出ているのはクッションピンが短いためであり交換をする。

- (c) ブランクホルダを下へ押し、次にクッションパットを押し上下させる。

これが滑らかに動かなければいけない。滑らかに動かないのはクッションピンまたは段付きボルトがダイホルダの穴の側面に当たっているためであり、悪い部分を直す。

参考として、コイルばねを用いた場合のクッション部の図面を図 10-29 に示す。

コイルばねの入手が困難な場合はゴムまたはポリラレタンを用いればよく、ダイクッション付のプレスなら理想的である。

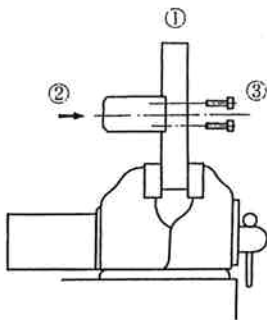


図 10-27 パンチの取付け

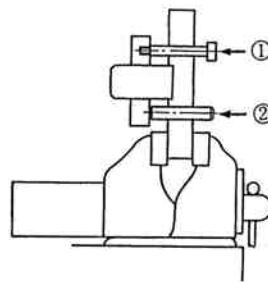


図 10-28 段付ボルトとクッションピンの取付け

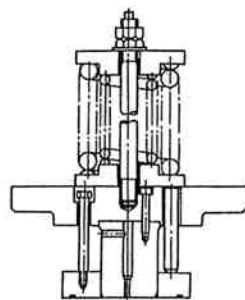


図 10-29 コイルばねによる絞り型のクッション

第 11 章 資 料

11.1 金型に用いられる標準部品

11.1.1 標準部品と規格

(1) 標準部品を使う目的

プレス金型用として各種の標準部品が市販されており、これらを購入して使用する目的は次のとおりである。

a. 納期の短縮が可能

素材からの加工に比べ、でき上がったものをそのまま使用するか追加工をするだけでよい。

b. 専門メーカーが加工するので安い。

c. 型製作者が必要な部分に力を集中でき効率がよい。

d. 品質が安定しており、信頼性が高い。

e. 寸法が決まっているので互換性がある。

f. 部品設計時間が短縮できる。

g. 各種の機械がそろっていなくても金型を作ることができる。

これら標準部品の多くは世界的に共通な寸法として『標準数』を使用しており、外国から購入して使用することもできる。

市販の標準部品を使用しない場合でも社内で部品の標準化（形状や寸法を整理して何種類かに決める）を進めることにより上記のメリットが得られる。

(2) 規格について

市販の標準部品を選ぶ場合や社内で規格を決める場合は標準数を用いるとよい。

標準数の抜粋を表 11-1 に示すが、この標準数は金型の部品だけでなく、工業製品の寸法を決める場合の基本数値として、世界中で規格を作る場合に用いられている。

標準数のよい点は、前の数値と後の数値の比が常に一定であるため、粗すぎたり細かすぎるといったことがなく、常に一定の粗さになっていることである。

このため規格を作るのに種類を大幅に少なくすることができる。

標準数の数別は R 5 の列を優先し、それより細かな間隔で使うときは R 10 を、さらに細かい間隔で使うときは R 20 を使う。

標準数の数値は 1 ～ 10 までの間のみであるが、10 以上の数値の場合は 1 桁ずらせ

表 11-1 標準数

基本数列の標準数			
R 5	R 10	R 20	R 40
1.00	1.00	1.00	1.00
			1.06
		1.12	1.12
			1.18
	1.25	1.25	1.25
			1.32
		1.40	1.40
			1.50
1.60	1.60	1.60	1.60
			1.70
		1.80	1.80
			1.90
	2.00	2.00	2.00
			2.12
		2.24	2.24
			2.36
2.50	2.50	2.50	2.50
			2.65
		2.80	2.80
			3.00
	3.15	3.15	3.15
			3.35
		3.55	3.55
			3.75
4.00	4.00	4.00	4.00
			4.25
		4.50	4.50
			4.75
	5.00	5.00	5.00
			5.30
		5.60	5.60
			6.00
6.30	6.30	6.30	6.30
			6.70
		7.10	7.10
			7.50
	8.00	8.00	8.00
			8.50
		9.00	9.00
			9.50

て $1 \rightarrow 10$ 、 $1.6 \rightarrow 16$ 、 $2 \rightarrow 20$ のようにすればよく、1 以下の場合はその逆に桁をずらせばよい。

標準数を用いた規格の中には端数を切り捨てたり、四捨五入してあるものがあるので注意が必要である。

市販部品の中にはこれらの規格とは別にメーカ独自に作ったものもあるが、これらの部品は他のメーカのものと互換性がないので注意が必要である。

11.1.2 使用頻度の高い標準部品

(1) ダイセット

ダイセットはパンチホルダ、ダイホルダ、ガイドポストおよびブシュの4つをセットにまとめたもので上型と下型の関係位置を正しく保つためのものである。

この中に各部品を組込むとプレス機械へ金型を付けるときクリアランスの調整が不要である。

ダイセットはパンチホルダおよびダイホルダの材質およびガイドポストの形式によって次の3種類のものが規格化され、市販されている。

① プレーンタイプ

パンチホルダおよびダイホルダの材質が鋳鉄であり、ガイドポストおよびブシュが直接接触するもの。(図 11-1)

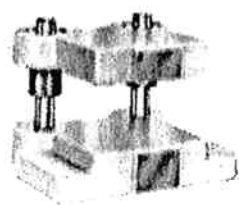


図 11-1 プレーンタイプダイセット

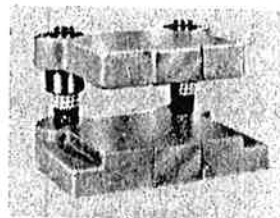


図 11-2 ボール入りダイセット

② ボール入りタイプ

パンチホルダおよびダイホルダの材質が鋳鉄でガイドポストとブシュの間にボールリテーナを入れ、ころがり接触としたもの。(図 11-2)

③ スチールダイセット

パンチホルダおよびダイホルダの材質が鋼（一般圧延鋼材）でガイドポストおよびブシュは特に制限しない。(図 11-3)

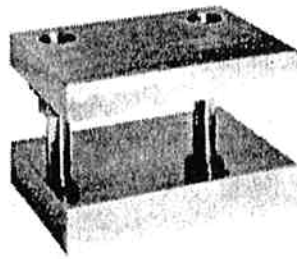


図 11-3 スチールダイセット

形状は後方に 2 本のガイドポストがある。バックポスト・BB 形、中心部の左右に 2 本のガイドポストがあるセンターポスト・CB 形、対角線方向に 2 本のガイドポストがある DB 形、4 隅に 4 本のガイドポストがあるフォーポスト・FB 形の 4 種がある。(図 11-4)

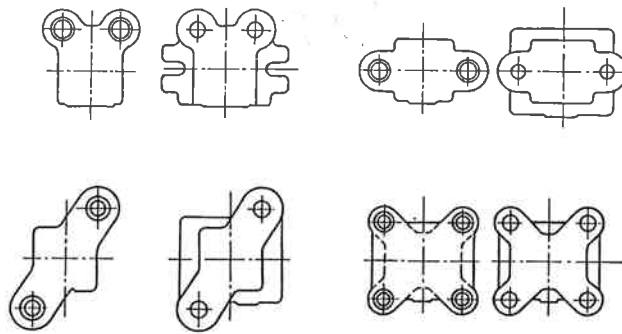


図 11-4 標準ダイセットの形状

(2) ガイドポストおよびブシュ

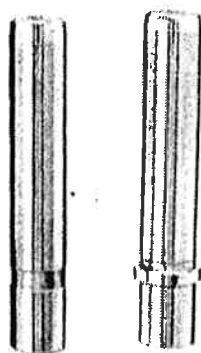
ダイセットを購入しない場合も上型と下型のガイド用としてガイドポストおよびブシュのセットが市販されており、これをパンチホルダおよびダイホルダに組込むとよい。

形状は直接組込むものとフランジ付のものがある。(図 11-5)

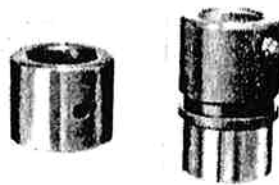
(3) 平板部品

パンチプレート、ストリッパ、ダイおよびバックキングプレートの各部品用に研削仕上げ済のプレートが標準化され市販されている。

研削してある面は、上下面と直交する 2 側面であり、けがきや加工の際の基準はこ



(a)ガイドポスト



(b)ガイドブッシュ



(c)フランジ付ガイドポスト及びブッシュ

図 11-5 ガイドポストとガイドブッシュ

の側面を利用する。(図 11-6)

大きさは標準数を基本にダイセットとも合うように考えられている。

材質は機械構造用炭素鋼から高合金鋼まで各種あり、一般の金型は大部分この平板で間に合う。

規格のものが使えない場合は 500~1500mm の長さで研削仕上げされたものもあり、これを切って使う方法も行なわれている。

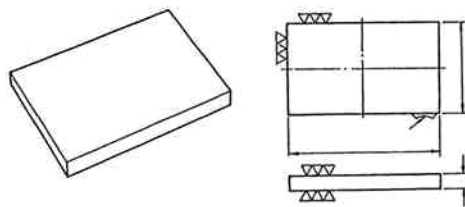


図 11-6 平板部品

(4) 丸パンチ

一般に最も広く利用されているのがこの丸パンチであり、大部分の企業がこれを購入しており、社内で作る例はむしろ少ない。

形状は図 11-7 のように通常のヘッドタイプとコニカルヘッドタイプおよびボールロックタイプなどがある。

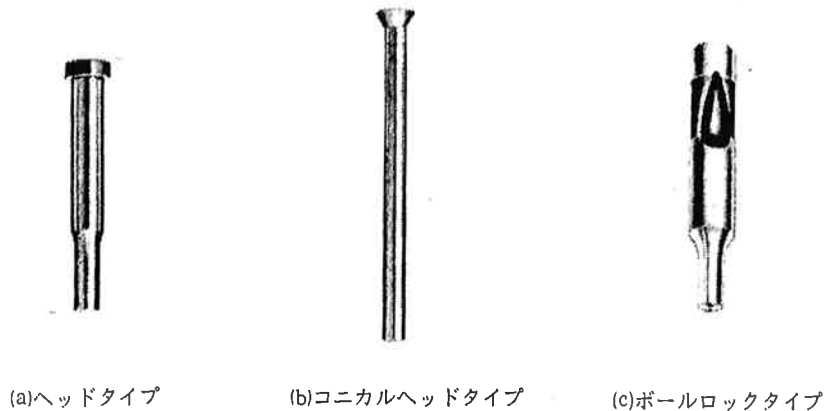


図 11-7 標準丸パンチの形状

ヘッドタイプのものは、植込み部直径が標準数になっており、パンチプレートの穴径が標準化できるようになっている。

またヘッドタイプのものにはかす浮き防止用のキッカーピンが組込んだものもある。

ボールロックタイプのものは、金型をプレス機械に取付けたまま刃先側から外せるようになっており、自動車のパネルなど大物用の金型に用いられている。

ボールロックタイプのパンチは、専用のリテーナが必要であり、このリテーナとセットで使用する。(図 11-8)

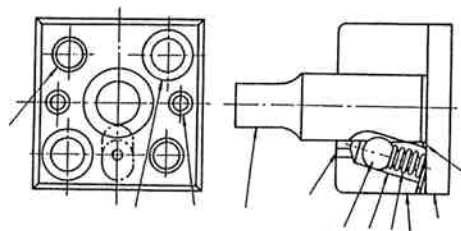
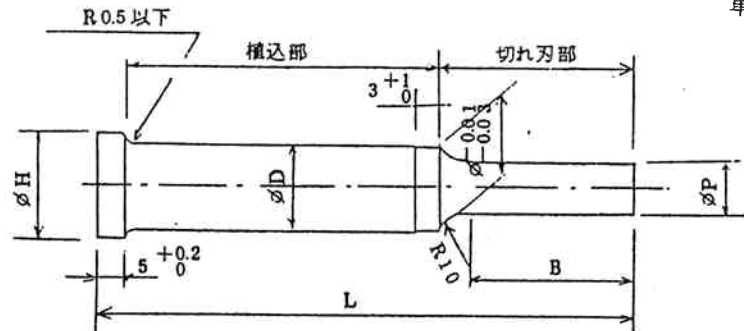


図 11-8 ボールロックパンチとリテーナ

表 11-2

C 形

単位 mm



単位 mm

呼び寸法	P		D		H		L		B	
	基準寸法の区分	許容差	基準寸法	許容差 (m5)	基準寸法	許容差	基準寸法	許容差	基準寸法	許容差
4	10を超え 4.0 以下	+0.01 0	4	+0.009 +0.004	7	0 -0.2	40	+0.6 0	4 6	+1.5 0
5	13を超え 5.0 以下		5		8		45 50		8 13	
6	15を超え 6.0 以下		6		9		56 (60) 63			
8	25を超え 8.0 以下		8	+0.012 +0.006	11		(70) 71		13 20	
10	4.0を超え 10.0 以下		10	13	50 56 (60) 63 (70) 71					
13	5.0を超え 13.0 以下		13	+0.015 +0.007	16		20 25			
16	8.0を超え 16.0 以下		16	19	80 90 100					
20	12.0を超え 20.0 以下		20	+0.017 +0.008	23					
25	16.5を超え 25.0 以下	25	28							

備考 L寸法に括弧を付けたものは、なるべく用いない。

表 11-2 にヘッドタイプの規格例 (JIS B 5009、プレス型用丸パンチ C形) を示す。
標準の丸パンチを用いてその先端切刃部を専用の治具を用いて平面研削盤で追加工し各種形状に仕上げる方法が広く行なわれている。

図 11-9 に加工状態を、図 11-10 に加工済の各種形状のパンチの例を示す。

異形パンチの場合は、パンチプレートへ固定したとき回転するのを防ぐためキーやダウエルピンを使用する。

(5) ダイブシュ

穴明け型や順送り型などでダイ全体を焼入れせず必要な部分にダイブシュを圧入し

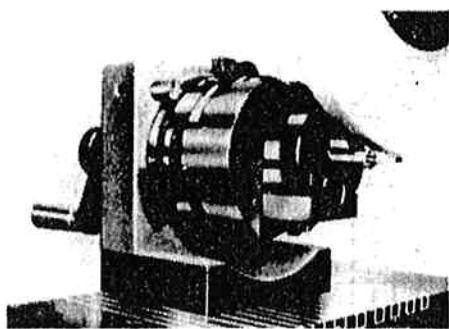


図 11-9 丸パンチの刃先の異形加工

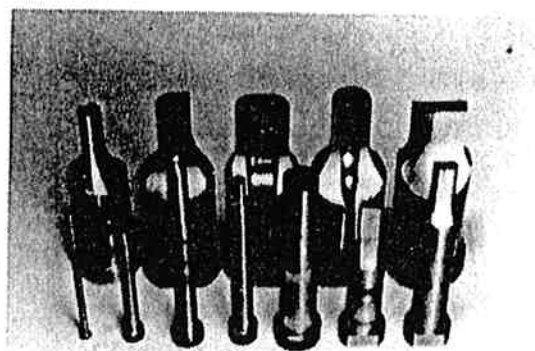


図 11-10 丸パンチからの加工例

て金型を作る方法がある。(図 11-11)

この場合に用いられるダイブシュが規格化され、市販されている。

形状は図 11-12 のように外形がストレートのものでヘッド付のものがある。

この標準ダイブシュの穴を追加工することにより直径を変えたり形状を変えることができる。

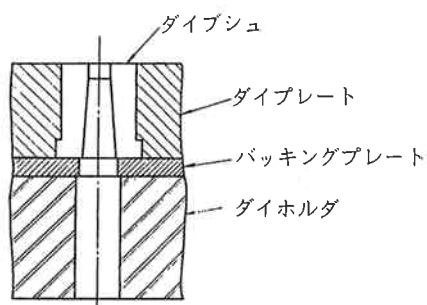


図 11-11 ダイブシュ圧入による穴明けダイ



図 11-12 ダイブシュ

(6) プレス型用コイルばね

可動ストリッパ、ロックアウトなどに用いられ、金型の内部に組込むばねとしてプレス型用コイルばねがある。

プレス型用コイルばねは、主として軽荷重および中荷重用に用いられる丸線コイルばねと、主として中荷重および重荷重用に用いられる偏平コイルばねがある。(図 11-13)

丸線コイルばねは断面が円形の線から作られ、偏平コイルばねは断面が長方形の線から作られている。

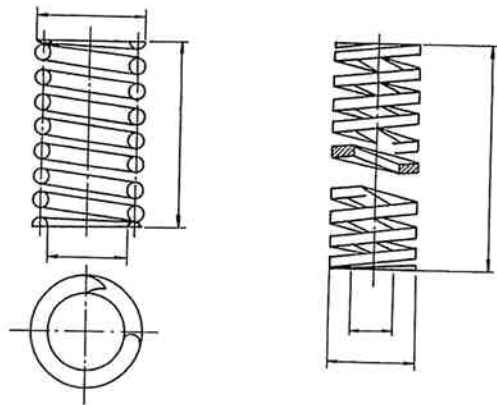


図 11-13 丸線コイルばね

偏平コイルばねは、丸線コイルばねに比べて外形および長さが同じであっても大きな力が得られ、たわみ量も大きい。

偏平ばねの寸法は外形が呼び寸法の穴に入るようにマイナスになっており、内径は呼び寸法の軸（ストリップボルトなど）が入るようにプラスになっている。

ばねは、自由長に対したわみ量を多くすると荷重も大きくなるが、使用できる回数は少なくなるので、使用できる回数を多くしたい場合は長めのばねを用いるとよい。

(7) ダウエルピン

プレス金型に用いられるダウエルピンには一般の機械および装置などに用いられる平行ピンと異なり焼入れがしてある。

これは打込んだり抜いたりを繰り返すためである。

形状は図 11-14 のように無空の A 形と内部にねじを切った B 形がある。

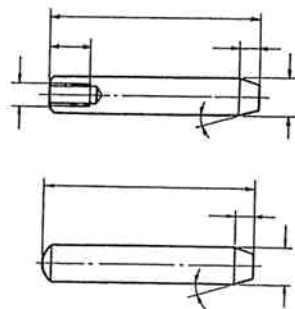


図 11-14 ダウエルピン

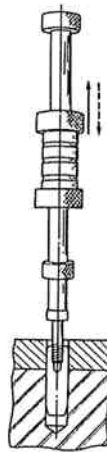
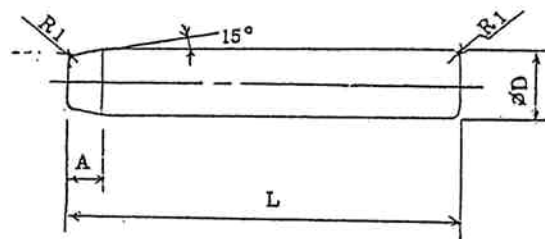


図 11-15 ダウエルピンの抜き治具

一般に用いられるのは大部分 A 形である。B 形は反対側から抜くのが困難な穴などの場合に用いられる。

図 11-15 に B 形のダウエルピンの抜き方を示すがこのような抜くための工具が必要である。

表 11-3 ダウエルピン (A 形) の寸法



単位 mm

単位mm

呼び径	D		A	L	
	基準寸法	許容差(m5)		基準寸法	許容差
3	3	+0.006 +0.002	1.5	10, 15, 20, 25, 30	±0.5
4	4	+0.009 +0.004		10, 15, 20, 25, 30, 35, 40	
5	5			15, 20, 25, 30, 35, 40, 50	
6	6			20, 25, 30, 35, 40, 50, 60	
8	8	+0.012	3	20, 25, 30, 35, 40, 50, 60	
10	10	+0.006		30, 35, 40, 50, 60	
13	13	+0.015	5	40, 50, 60, 70, 80	
16	16	+0.007		50, 60, 70, 80	

表 11-3 に直径および公差の例を示すが直径は標準数であり、公差はm 5で抜け落ちるのを防ぐためややきつく打込むようになっている。

11.1.3 その他の標準部品

(1) ストリッパボルト

可動ストリッパに用いられるストリッパボルトは、一般の段付きボルトに比べて図 11-16 のLの寸法が正しいことが必要である。



図 11-16 ストリッパボルト

この寸法にバラツキがあるとストリッパを平行に保つことができない。

このため可動ストリッパ専用のボルトがストリッパボルトとして市販されている。

ストリッパボルトとしてはこの他一般のボルトとスリーブを組合わせたものもある。

(図 11-17)

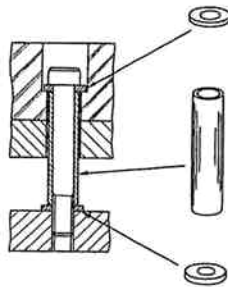


図 11-17 六角穴付ボルトとスリーブの組合せによるストリッパボルト

(2) ポリウレタン

ポリウレタンは性質がゴムに似ているが

- ① ゴムやばねに比べ高い荷重が得られる。小さい面積で大きな力が得られる。
- ② 耐摩性が高い。

油に侵されることが少なく、繰り返し使った場合の寿命が長い。

③ 加工が容易

コイルばねやゴムに比べ任意の長さに切断することが容易である。

また旋盤やボール盤で外形および内径を任意に切削することができる。

④ 種類が豊富で使いやすい。

各種の寸法、形状のものが用意されており、そのまますぐ切って使えるので便利。

などすぐれた特徴を持っており、金型には広く使われている。(図 11-18)

図 11-19 に各種の使い方の例を示す。



図 11-18 標準のポリウレタン

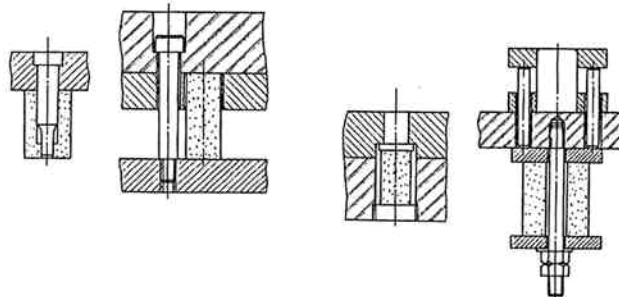


図 11-19 ポリウレタンの用途

ウレタンを加工する方法は

① 切断加工

のこ盤での切断は一般の鋼と同様でよい。

旋盤での切断は回転数を多くし刃先は鋭角にし、刃幅は少なくする。

② 穴明け加工

鋼と同様にドリルで明ければよいが、ドリルの中心部を逃すとさらにきれいに明けられる。

(3) ストリッパ用ガイドポストおよびブシュ

高精度な金型はパンチプレート、ストリッパ、ダイの3枚を確実にガイドする方法が用いられている。(図 11-20)

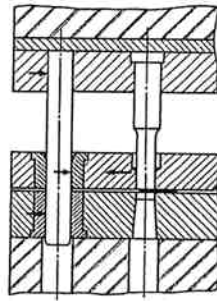


図 11-20 サブガイドポストによるストリッパのずれの防止

このガイドポストおよびブシュはパンチホルダとダイホルダに組込まれるものに比べ細かいものが用いられる。

この方法でのガイドはダイセット方式のガイドに比べ横方向への力に対して強いため抜き不良や材料の送り不良などの異常に対して優れている。

(4) その他

この他順送り型用にストックガイドピン、パイロットパンチ、ミスフィード検出用ピンなどが市販されている。(図 11-21)

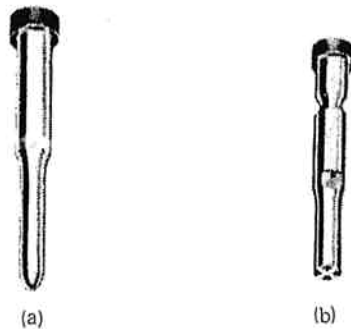


図 11-21 パイロットパンチとミスフィード検出用ピン

11.2 プレス加工に用いられる材料の種類

プレス加工に用いられる材料は、大部分金属材料であり、その他、紙、プラスチックなどがある。

プレス加工では、材料の延性を利用しており、鋳鉄やガラスなど伸びが非常に少なく、もろい材料は加工できない。

11.2.1 鉄鋼材料

(1) 冷間圧延鋼板

金属材料の中で最も多く用いられるのが、冷間圧延鋼板である。

常温で圧延して作るので、表面が滑らかで美しく、自動車の外側パネル、家庭電化製品、事務機その他外観の美しいさを必要とする大部分の構造部材に使用されている。

J I S では SPCC、SPCD 及び SPCE が規定されている。

この内、特殊な絞り加工などを除くと、SPCC 材が広く用いられている。

冷間圧延鋼板には表面をつや消したダル仕上げ（表面仕上げ記号 D）と光沢のあるブライト仕上げ（表面仕上げ記号 B）がある。

(2) 熱間圧延鋼板

この鋼板は高温で圧延して作られるため、表面には酸化皮膜がついており、黒皮材とも呼ばれている。

この板は冷間圧延鋼板に比べ、価格が安いので、鉄道車輛、トラック、造船、建設機械など外観の美しさを必要としない構造要素に使われている。J I S では、SPHC、SPHD、SPHE の 3 種類が規定されている。

(3) 亜鉛鉄板とブリキ板

軟鋼板に溶融亜鉛メッキをした板は、耐食性が高い、亜鉛層が潤滑剤の役割をするため絞り成形性がよい、溶接性がよいなどの特徴がある。

用途は屋根板を始めとする建築用に多く用いられ、最近では自動車、家庭電化製品、事務機、その他にも広く使われている。

ブリキ板は冷間圧延鋼板にすずメッキを施したもので、耐食性がよい。外観が美しい、すずメッキが潤滑剤の役割をして絞り性がよい、などの特徴がある。

用途は、各種の食品用の缶に多く用いられ、そのほか、各種容器、家庭用品などにも使われている。

(4) ステンレス鋼板

ステンレス鋼は鉄に、クロム、ニッケル、モリブデンなどを加えた合金鋼で耐食性、耐熱性などを向上させたものである。

J I Sでは 60 種のステンレス鋼板が規定されている。

プレス加工に用いられている代表的なものとしてフェライト系の SUS430 とオーステナイト系の SUS304 がある。

SUS430 は磁石に付き耐食性は SUS304 に劣る、が価格が比較的安いため、自動車、食器、厨房器具、医療機器などに広く使われている。

SUS304 は高級なステンレス鋼板として耐食性を要求される容器や電気製品、事務機などに使われている。

ステンレス鋼のプレス加工上の注意事項は

- 1) プレス加工のとき、金型の摩耗が激しいので、耐摩耗性の高い金型材料を使用する。
- 2) プレス加工品はそのまま使われることが多いので、外観の美しさを必要とし、キズや汚れに注意する必要がある。
- 3) 絞り加工では、高いしわ押え力が必要である。
- 4) SUS304 は加工硬化が激しいので中間焼鈍を検討する。
などである。

(5) その他の鋼板

鋼板としてはこの他モータ、発電機、変圧器などの鉄心に用いられるけい素鋼板、建築用化粧板やスチール家具、キャビネットなどに用いられるビニール鋼板その他がある。

11.2.2 銅及び銅合金

(1) 銅板

銅は電気および熱の伝導率が高く、主として電気部品に用いられる。その他表面が赤色の美しい色をしており、美術工芸品に用いられている。

(2) 黄銅板

黄銅板は銅と亜鉛の合金で、真鍮とも呼ばれ、高い防錆と黄金色の美しい外観を有し、電気製品、文房具、釦およびホックなど広く使われている。

代表的なものとして C2600 (7-3 黄銅：銅 70%、亜鉛 30%)、C2680 (6-4 黄銅：

銅 60%、亜鉛 40%) などがある。

黄銅板のプレス加工は非常に容易で金型の摩耗も少なく、絞りなどの加工性も優れている。ただし時効硬化が激しいので、深絞りをした後は焼鈍しをしないと、後で割れを生じることがある。

(3) リン青銅板

リン青銅板は銅にすずを加えた合金で引張強さが大きく、弾性も高いため、スイッチなどの電気部品のばね材として広く使われている。他ダイヤフラム、ペローなどにも使われている。

11.2.3 アルミニウム及びアルミニウム合金

(1) アルミニウム板

アルミニウムは軽い、表面が美しい、電気と熱の伝導率が高い、耐食性が優れているなどの理由で家庭用品、サッシなどの建築資材、熱交換器、電気部品、光学機器、食品用各種缶などの他、最近では自動車にも多く使われている。

アルミニウム板のプレス加工では、金型の摩耗が非常に少なく、加工性も良いので比較的容易であるが軟らかく、引張りに弱いので、金型の表面仕上げと潤滑には十分注意する必要がある。

抜き型のダイは、刃先の長さを短かくし、後を大きく逃すのが重要である。

(2) 高力アルミニウム合金

アルミニウムにマグネシウムやマンガンを加えて引張強さなどを高めたもので、航空機、自動車の他、各種容器などに使われている。

高力アルミニウム合金は耐食性が悪いので、表面にアルマイト処理をして用いられる。

本マニュアルの作成にあたっては、文中にある説明用の図、絵、ポンチ絵等
大部分は次の両氏に提供いただいた。

吉 田 弘 美 氏 吉田技術士研究所 所長

磯 下 健 一 氏 (有)九十九ダイエンジニア 代表取締役

平成10年度 ものづくり人材支援基盤整備事業
－技能の客観化、マニュアル化等－
「技能的プレス加工の製作マニュアル」

発行 中小企業事業団 情報・技術部 技術支援課
〒105-8453
東京都港区虎ノ門 3-5-1 虎ノ門 3 7 森ビル
TEL 03-5470-1589 FAX 03-5470-1526

無断転載を禁ずる

Copyright © 1999 中小企業事業団.All right reserved.

※このマニュアルは、社団法人 金属プレス工業協会 の協力を得て中小企業事業団が作成いたしました。

※中小企業事業団は、平成 11 年 7 月 1 日付けで、繊維産業構造改善事業協会からの業務移管を行うとともに、中小企業信用保険公庫と統合し、中小企業総合事業団となります。

応援します 明るい未来



中小企業事業団



〒105-8453 東京都港区虎ノ門3-5-1 虎ノ門37森ビル

☎(03)5470-1589

情報・技術部

URL <http://www.jsbc.go.jp/>