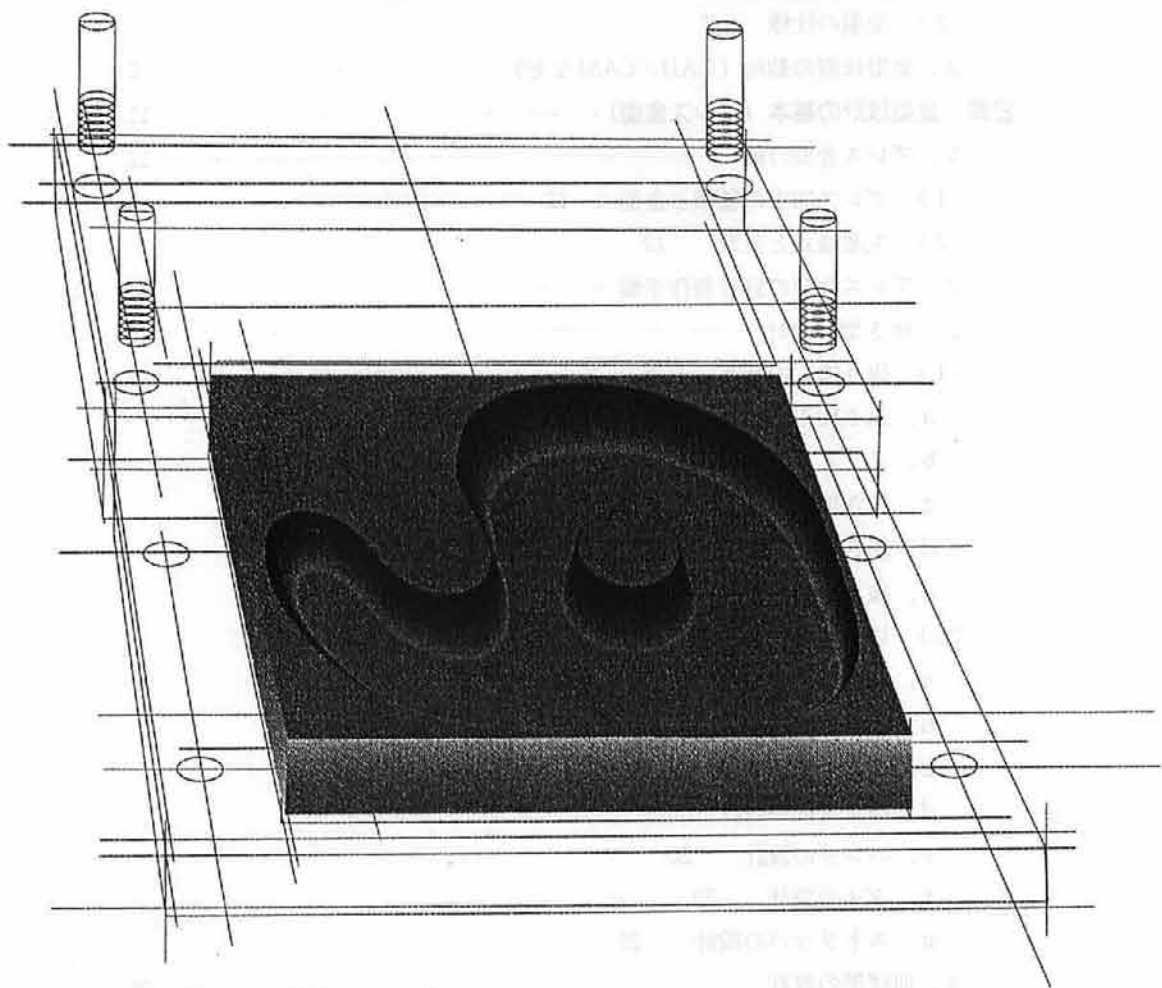


通信教育講座

金型加工技術 上



1章 金型の概論	3
1. 金型による素形材成形.....	4
2. 金型の種類と仕様.....	5
(1) 金型の種類 5	
(2) 金型の仕様 7	
3. 金型技術の動向 (CAD/CAMなど)	8
2章 金型設計の基本 (プレス金型)	11
1. プレス金型の種類	12
(1) プレス加工の種類と金型 12	
(2) 生産様式と金型 12	
2. プレス金型の設計製作手順	14
3. 抜き型の設計	16
(1) 抜き加工の基本 16	
a. 抜き加工 16	
b. クリアランス 17	
c. 抜き加工力, 抜きかす取り力 18	
d. 抜きレイアウトと材料利用率 20	
e. 抜き製品の設計仕様 21	
(2) 抜き型型構造と各部の設計 23	
a. 抜き型の種類 23	
b. 抜き型の等級 24	
c. 抜き型構造の設計 25	
d. 抜き工程の設計 28	
e. パンチの設計 30	
f. ダイの設計 32	
g. ストリッパの設計 35	
4. 曲げ型の設計	36
(1) 曲げ加工の基本 36	

a.	曲げ加工	36	
b.	板厚と長さの変化	36	
c.	加工の限界	36	
d.	スプリングバック	39	
e.	板取りと曲げ加工の方向性	39	
f.	曲げ加工力	40	
g.	曲げ製品の設計仕様	40	
(2)	曲げ型型構造と各部の設計	42	
a.	曲げ型の種類	42	
b.	スプリングバック対策	42	
5.	絞り型の設計	46	
(1)	絞り加工の基本	46	
a.	絞り加工	46	
b.	絞り加工と材料特性	46	
c.	絞り率	48	
d.	絞り加工品の特色	49	
e.	絞り加工力, しわ押さえ力	49	
f.	ブランクの計算	50	
(2)	絞り型型構造と各部の設計	50	
a.	絞り型の種類と構造	50	
b.	絞り工程の設計	51	
c.	パンチ R , ダイ R , クリアランスの設定	53	
(3)	絞り加工の計算例	54	
6.	順送り型の設計	56	
(1)	順送り加工の基本	56	
a.	順送り加工	56	
b.	順送り型の特色	56	
(2)	順送り型型構造と各部の設計	57	
a.	順送り型の種類	57	
b.	設計上の留意点	57	
c.	工程分割, 配置	57	
d.	型の精度	60	
e.	総合的信頼性	61	

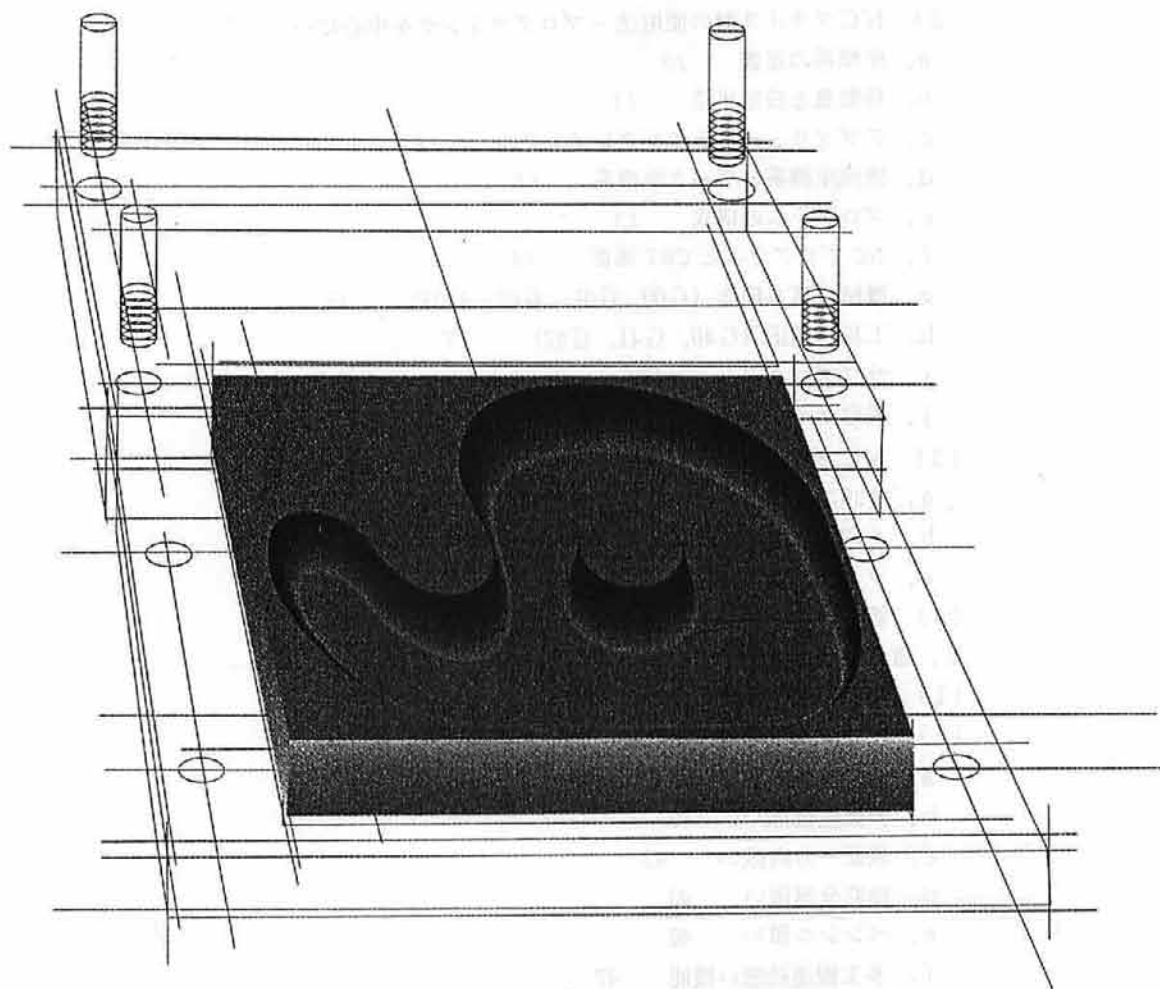
3章 金型設計の基本 (プラスチック金型)	65
1. プラスチック成形用金型の特徴	66
(1) 金型によってプラスチック製品ができあがるまでの流れ	66
(2) 熱可塑性樹脂と熱硬化性樹脂の成形	67
a. プラスチックの種類	67
b. 熱可塑性プラスチックの成形	67
c. 熱硬化性プラスチックの成形	68
(3) 成形プロセスでの金型の役割	68
a. 成形材料の流れ方	68
b. 金型内の流動状況 (射出)	69
c. 金型内の流動状況 (保圧)	69
d. 成形品の固化状況	69
2. 成形収縮率の計算	70
(1) 成形収縮率の意義	70
(2) 成形収縮率の計算	70
3. 金型設計の5大原則	71
(1) 高精度 (成形時)	71
(2) 高信頼性	72
(3) 型離れ良好	72
(4) 流動性良好	73
(5) 高効率冷却	74
4. 金型の設計製作手順	75
(1) 金型設計の手順	75
(2) 金型製作の手順	76
5. 金型の基本構成	79
(1) コアとキャピティ	79
(2) 架台	79
6. 金型の種類と特徴	80
(1) 1段スブルー金型	80
(2) 2段スブルー金型	81
(3) ホットランナー金型	82
7. 金型設計の10大ポイント	83
(1) パーティンングライン	83

- (2) ゲート 84
 - a. ダイレクトゲート 84
 - b. サイドゲート 84
 - c. ジャンプゲート 84
 - d. ピンポイントゲート 85
 - e. トンネルゲート 85
 - f. リングゲート 86
 - g. ファンゲート 86
 - h. ディスクゲート 86
 - i. フラッシュゲート 86
 - j. タブゲート 87
- (3) エジェクター (ノックアウト) 88
 - a. エッジピンノック 88
 - b. 内面ピンノック 88
 - c. プレートノック 88
 - d. スリーブノック 88
 - e. バーノック 89
 - f. エアーノック 89
- (4) 抜き勾配 90
 - a. 箱 90
 - b. 格子 91
 - c. リブ 91
- (5) 成形品肉厚の均一 92
 - a. リブやボスの裏側がひける場合 92
 - b. 厚肉部がひける場合 93
 - c. 光沢面または金属面 (めっき, 蒸着など) で肉ひけが目だつ場合 93
 - d. ゲートから遠いところにひけができる場合 93
- (6) コーナのR 94
 - a. 成形品のクラック対策 94
 - b. 金型加工 94
- (7) 金型の変形防止構造 95
- (8) 金型のエアーベント (ガス抜き) 構造 96
- (9) 金型の入れ子構造 97
- (10) アンダーカット抜き構造 98
 - a. 斜めガイドピン式 98

b. 油圧シリンダ式	98
c. エアーシリンダ式	98
d. カムガイド式	99
e. スプリング式	99
f. 斜め溝式	100
g. 回転式	100
8. 金型の設計法の実例 (ラジカセボディ)	101
(1) 金型構造図の作成	101
(2) 金型構造図の実例	103
(3) 金型部品図	104
(4) 金型部品図の実例	104
9. その他金型設計の注意事項	106
(1) 設計の原則の遵守	106
a. 成形品設計の5原則の遵守	106
b. 金型設計の5原則の遵守	107
c. 金型設計のポイントの遵守	107
(2) 金型の大きさの設計	108
(3) 標準部品の利用	109
(4) 金型工作法の考慮	110
(5) 金型の寿命を長くするには	111
(6) 簡易金型とは	112

通信教育講座

金型加工技術 下



4章 金型の加工法 (切削加工)	3
1. NCフライス盤	4
(1) NCフライス盤の概要 4	
(2) NCフライス盤の使用法—プログラミングを中心に— 7	
a. 座標系の定義 10	
b. 移動量と設定単位 11	
c. アブソリュートとインクリメンタル 12	
d. 機械座標系とワーク座標系 12	
e. プログラムの構成 13	
f. NCプログラムとCRT画面 14	
g. 機械の基本動作 (G00, G01, G02, G03) 15	
h. 工具径補正 (G40, G41, G42) 17	
i. サブプログラム 18	
j. 固定サイクル 19	
(3) NCフライス加工の実例 21	
a. ϕ 25エンドミルによる外周側面削り 22	
b. ϕ 12エンドミルによる真円ポケット加工 24	
c. ツイストドリルによる穴加工 25	
(4) 新しい技術動向 29	
2. 倣いフライス盤	32
(1) 倣いフライス盤の概要 32	
(2) 倣いフライス盤の使用法 35	
a. 倣いモードとブロックプログラム 35	
b. 表面往復倣い 40	
c. 表面一方向倣い 43	
d. 輪郭全周倣い 43	
e. ペンシル倣い 46	
f. 多工程連続倣い機能 47	
(3) 倣いフライス加工の実例 48	
a. ϕ 100正面フライスによる荒加工 48	
b. R10ボールエンドミルによる中仕上げ 50	
c. R5ボールエンドミルによる仕上げ加工 51	
(4) 新しい技術動向 52	

a.	ASCとATC	52	
b.	高速微い加工	52	
c.	デジタイジング機能	53	
d.	高速微い仕上げ加工システム	53	
3.	マシニングセンタ	54	54
(1)	マシニングセンタの概要	54	
(2)	マシニングセンタの使用法	56	
a.	取付具とパレット	57	
b.	ツーリング	58	
c.	プログラムの準備	59	
d.	プログラミング (工具交換のプログラム)	62	
(3)	立形マシニングセンタの加工実例	65	
(4)	新しい技術動向	69	
5章	金型の加工法 (研削加工)		73
1.	研削加工		74
(1)	研削加工の目的	74	
(2)	研削加工の種類	74	
(3)	研削作業と切削作業	75	
2.	砥石		75
(1)	研削砥石の構成	76	
(2)	研削砥石の表示	76	
(3)	砥粒の種類	77	
a.	結晶アルミナ質	77	
b.	炭化珪素質	78	
c.	その他	78	
(4)	粒度	80	
(5)	結合度	80	
(6)	組織	81	
(7)	結合剤	82	
a.	磁器質結合剤 (Vitrified Bond : V)	82	
b.	珪酸ソーダ質結合剤 (Silicate Bond : S)	82	
c.	天然樹脂結合剤 (Shellac Bond : E)	82	
d.	人造樹脂結合剤 (Resinoid Bond : B)	83	
e.	金属質結合剤 (Metal Bond : M)	83	
f.	その他の結合剤	83	
(8)	砥石の形状	83	
3.	研削加工と諸条件		84
(1)	研削盤の使用環境	84	
(2)	研削盤の精度	84	

(3) 研削条件	85	
a. 被研削材料	85	
b. 加工方法の影響	85	
c. ドレッシング方法	86	
4. 研削盤の種類と実際		88
(1) 平面研削盤	88	
a. 平面研削盤の種類	88	
b. 平面研削盤の砥石軸	90	
c. 砥石の成形	91	
d. 成形平面研削盤	93	
e. 平面研削盤における新研削技法	94	
(2) 円筒研削盤	96	
(3) 内面研削盤	97	
(4) ジグ研削盤	97	
a. ジグ研削加工	97	
b. NCジグ研削盤	98	
c. ジグ研削砥石	98	
(5) プロファイル研削盤	98	
(6) その他の研削盤	99	

----- (4か月目学習 T-4)

6章 金型の加工法 (放電加工)		103
1. 放電加工とは		104
(1) 加工原理と基本特性	104	
a. 加工原理	104	
b. 基本特性	105	
(2) 加工法の分類	106	
2. 形彫り放電加工法		107
(1) 形彫り放電加工法の加工機能	107	
a. 電極揺動運動加工法	107	
b. NC形彫り放電加工法 (形状創成加工法)	109	
c. 鏡面加工法	111	
(2) 水系加工液使用形彫り放電加工法	112	
(3) 粉末混入放電加工法	114	
3. 微細放電加工法		116
(1) 微細放電加工法	116	
a. マイクロ放電加工法	116	
b. 細穴放電加工法	118	
4. ワイヤ放電加工法		121

(1) 加工原理	121
(2) 種々の機能	123
a. テーパー加工機能	123
b. セカンドカット (仕上げ) 加工機能	125
c. 加工開始穴加工機能	125
d. 自動ワイヤ電極線通し機能	125
e. 自動中子除去機能	125
(3) 加工特性	127
a. 加工速度	127
b. 加工面粗さ, 加工寸法精度	128
(4) 利用事例	130
a. 複写機用ズーミング歯車の加工例	130
b. カム形状パンチ, ダイの加工例	131
c. 自動車用プラスチックコネクタ金型の加工例	131
5. 放電応用加工法	134
(1) NC複合放電加工機	134
(2) 電解仕上げ加工法	136
(3) 放電加工による表面改質	138
6. 放電加工機の利用技術	142
(1) 形彫り放電加工	142
a. 形彫り放電加工機の基本的な使い方	142
b. 電極製作	150
(2) ワイヤ放電加工	158
a. 加工環境 (機械の設置環境)	158
b. 加工準備	158
c. 材料取り	158
d. 加工液	159
e. 加工方法	160
f. 加工した工作物の測定	161
g. 加工した工作物のあと加工	162
7章 金型の加工法 (みがき加工)	165
1. みがき作業の分類と必要性	166
(1) みがき作業の分類	166
a. 製品のみがき作業	166
b. 金型のみがき作業	166
(2) みがき作業の必要性	167
2. みがきの基本的作業工程	169
(1) みがき方法	169
(2) みがきのコツと注意事項	170

3. みがきと金型材料	173
(1) 金型材料の種類	173
(2) 金型材料の選択手順	173
(3) 金型材料の特性および作業性	173
(4) 金型材料のみがき性	177
(5) 金型材料決定	177
(6) 金型材料取り	179
4. 研摩工具	180
(1) 大型, 小型回転工具	180
(2) 大型, 小型超音波ラッパー	180
(3) 各種スティック砥石	180
a. 砥粒の分類	182
b. 砥石の結合度の選択	182
(4) 耐水ペーパー	183
(5) ダイヤモンドペースト	183
a. ダイヤモンドペーストの表示と用途	183
b. ダイヤモンドペーストの種類	183
c. ダイヤモンドペーストの使用工具	184
5. みがき作業の自動化	186
(1) みがき作業の自動化, 省力化の必要性	186
(2) みがき作業の完全自動化ができない理由	186
(3) 最近のみがき作業の自動化, 省力化	187
(4) ラッピングマシン	187
a. フラット面専用機	187
b. ロボット	187
c. 立上り (壁面) 専用機	189
6. みがき作業の実例	190
(1) 白鍵の場合	190
(2) 黒鍵の場合	190
(3) 金型の細部の加工例	191
a. リブみがき加工	191
b. ボスみがき加工	192
c. C面みがき加工	193
d. 大きなR面みがき作業	193
e. 平面みがき加工	194
7章 金型の測定	197
1. 計測概論	198
2. 金型評価における三次元測定機の活用	200
3. 三次元測定機の概要と金型計測	201

(1) 三次元測定機とは	201
(2) 三次元測定機の構造と構成要素	203
a. 三次元測定機の構造形態上の分類	203
b. 操作形式上の分類	203
c. 三次元測定機本体の構成要素	203
d. 三次元測定機の精度評価	207
e. 三次元測定機のシステム構成	208
(3) 三次元測定機での測定内容	211
a. 幾何学形状要素から構成された金型や成形品の測定	211
b. 自由曲面形状をもつ金型および成形品の測定	212
(4) 三次元測定機の正しい使い方(測定上の注意)	214
a. 測定を行う前の注意点	214
b. 測定を行うときの注意点	215
4. その他の測定機器による計測	218
(1) 光学測定機による測定	218
a. 工具顕微鏡による測定	218
b. 投影検査機による測定	219
(2) 形状測定機による測定	220
a. 輪郭測定機による測定	220
b. 真円度測定機による測定	221
c. 表面粗さ測定機による測定	222
(3) その他	223
5. 金型の計測实例	225
(1) プラスチック金型および射出成形品	225
a. 成形品測定の重要性	225
b. プラスチック金型の測定	226
(2) プレス金型およびその成形品	230
a. 精度の粗いプレス金型の測定	230
b. 精度の高いプレス金型の測定	232
(3) ダイカスト金型およびその成形品	235
a. 製品の変形	235
b. 製品の収縮	235
c. 金型精度	236
(4) 成形品の計測例一覧	237
9章 最近の金型加工の動向	241
1. CAD/CAMシステムを活用した金型加工	248
2. 高速加工(直彫り)	254
3. 粉末混入放電加工	277
4. ラピッドプロトタイプング(光造形)	282