

## 金型設計・製作技術の伝承を可能とする金型エンジニア育成プログラムの開発

研究報告者 鈴木 裕

### プロフィール



最終学歴	1981年3月 北海道大学大学院 工学研究科 精密工学専攻 博士後期課程
専門分野	金型、CAD/CAM、生産技術
学 位	工 学 博 士
所属団体	一般社団法人ものづくり ネットワーク九州
役 職 名	理事長

### 今後の抱負

平成26年度に、助成をいただき、人材育成に活用できる実用的なテキストの作成をめざし、開発を行ってきました。今回のテーマは、研究助成テーマのうち（2）金型の技術・技能の伝承並びに人材育成に関する活動及び研究に対応するものです。

金型産業において、人材育成は重要な課題となっています。工程分業が進む中、設計、製作、トライとすすむ全行程を理解できる人材は、不足しています。

今回は、プレス金型を対象を絞り、プレス金型の設計と加工技術を独学で学べるように、テキストの構成を工夫しました。

今後は、実習を含む短期間の人材育成講座の開設と、テキストの内容の充実と拡販を念頭に開発を継続していきます。

本研究は、実践的プレス金型設計・製作講座の開設をめざし、講座において活用可能なテキストを製作することを目的とした。社会人を対象とした金型教育は、各社の社内教育に頼るところが大きく、企業規模が大きいところを除いて、組織だった教育は確立されていないのが現状である。また大半の企業では、分業制が進み、①仕様決め②設計③生産④組み立て⑤トライとすすむ全行程を理解できるエンジニアの育成も急務となっている。そこで、プレス金型を対象を絞り、実践的プレス金型設計・製作講座で利用可能でかつプレス金型の設計と加工技術を独学で学べるテキストの開発を行ったので、報告する。

## 1. はじめに

日本の教育機関における金型教育は、歴史が浅いことからカリキュラムが十分に検討されてきた訳ではない。現在、金型教育が展開されているのは、岩手大学、岐阜大学だけであり、金型の研究も芝浦工大など数校において行われているのみである。筆者が、九州工業大学に在籍中、学内のプロジェクト募集に応募し、先端金型センターを設立すると同時に、デジタルエンジニアリングコースを開設し、大学院生の金型教育を展開した。図1には、開講した科目群を示す。

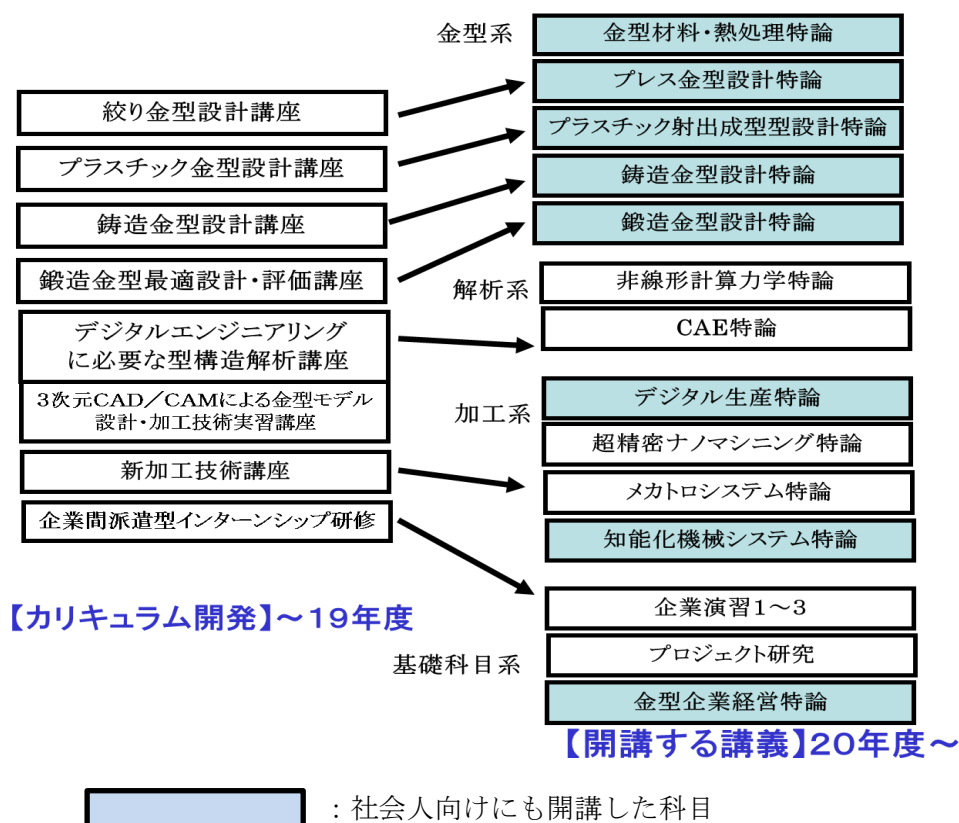


図1 開講した金型教育用科目群

当初は、九州工大、北九州大、熊本大、大分県立工科大、日本文理大で各講座内容を検討し、3年間社会人教育を実施してきた。開発された講座内容は、平成20年度より、九州工業大学情報工学部に集約し、デジタルエンジニアリングコースを開設し、学生教育を実施した。一部の科目は、社会人向けとしても開講した。デジタルエンジニアリングコースでは、3次元設計技術と解析技術を駆使できるエンジニアの育成をめざし、プレス金型、プラスチック射出成形金型、鋳造金型、鍛造金型の4種類の金型ごとに、開講した。そのほかに、金型材料・熱処理、金型企業経営に関する講座も開講した。講師はすべて企業から派遣していただいた。

一方で、社会人を対象とした金型教育は、各社の社内教育に頼るところが大きく、企業規模が大きいところを除いて、組織だった教育は確立されていないのが現状である。また大半の企業では、分業制が進み、①仕様決め②設計③生産④組み立て⑤トライとすすむ全行程を理解できるエンジニアの育成も急務となっている。

そこで、プレス金型を対象を絞り、実践的プレス金型設計・製作講座で利用可能でかつプレス金型の設計と加工技術を独学で学べるテキストの開発を行った。実践的プレス金型設計・製作講座は将来開講を予定している講座で、金型設計技術と加工技術を習得できる講座内容の予定である。

## 2. 実践的プレス金型設計・製作講座に用いるテキストの製作

### 2-1 テキストの内容

図2に、テキストの項目を示す。

- |              |               |
|--------------|---------------|
| 1. 塑性加工とは    | 11. 金属材料      |
| 2. 金型の種類     | 12. 金型材料      |
| 3. プレス金型-1   | 13. 熱処理       |
| 4. クリアランス    | 14. 潤滑        |
| 5. 曲げ成形と絞り成形 | 15. プレス機      |
| 6. プレス金型の種類  | 16. プレス周辺機器   |
| 7. 絞り        | 17. プレス周辺機器-2 |
| 8. 型設計       | 18. プレス周辺機器-3 |
| 9. 型設計-2     | 19. 平面研削      |
| 10. 材料製造法    | 20. 工作機械の基礎   |
|              | 21. 原価管理      |

図2 テキストの項目

テキストは、21項目からなる。加工の種類から始まり、金型の種類、プレス金型とは、プレス金型の設計技術、金型の構造、金型に使われる材料、熱処理技術と続く。金型材料の詳細を紹介したのちに、プレス金型の潤滑、プレスに使われるプレス機の種類、プレス機の周辺機器といったものを紹介している。後半にプレス金型に必須な研削技術、金型の修理、金型を製作する機械一般の知識、原価管理といったものを紹介している。

## 2-2 第1講 塑性加工とは

テキストの項目は、塑性加工の特徴をまとめた内容から始まっている。塑性、弾性、脆性といった金属材料の特徴的な性質を紹介した後、プレス加工の種類をまとめている。塑性変形を材料に与えて所要の形状、寸法を得る加工法を塑性加工と言い、一般には金属のプレス加工を総称して、塑性加工という場合もある。

図3には、プレス加工(作業)の分類を示す。

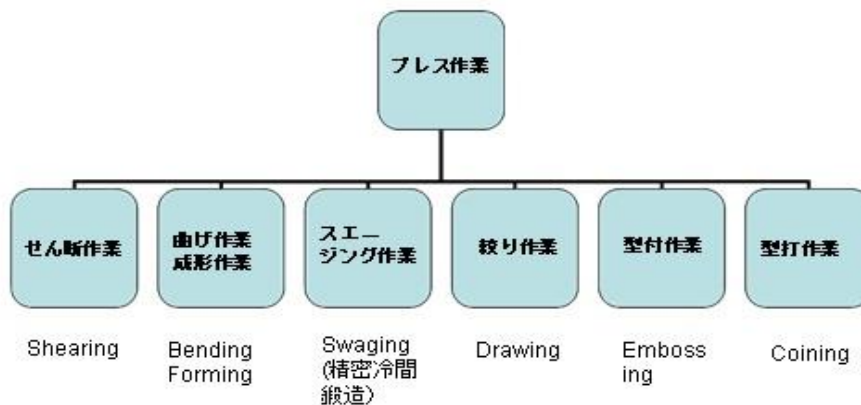


図3 プレス作業の分類

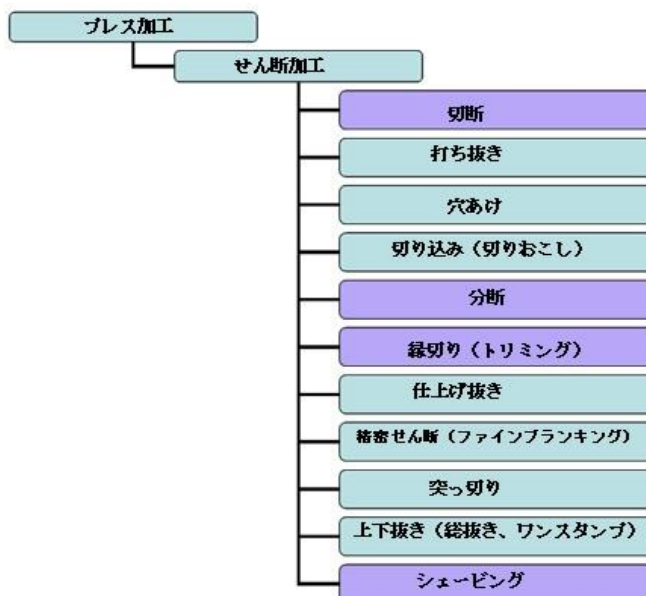


図4 せん断加工の分類

図4には、プレス加工のうち、せん断加工の分類を示す。このうちトリミングとシェービングは機能としてはほぼ同じであるが、一般にトリミングの方が取り代は、大きい。また切断と分断の違いは不要なカスが出るか否かの差である。仕上げ抜きは仮ブランク材からの抜きを伴う最終工程となる。

### 2-3 第3講 プレス金型

第3講では、以下のようにプレス金型の分類を示している。

- ① 単一工程抜き(単式抜き型)
- ② 多列打ち抜き型
- ③ 順送り型
- ④ 単工程金型の組み合わせ加工方法 (トランスファー加工)
- ⑤ 総抜き型(ワンスタンプ型)
- ⑥ 割り型
- ⑦ ファインブランキング型

このうち、トランスファー加工は、図5に示すように一台のプレスに数台の金型（工程別）をセットしトランスファーフィードする方法と 数台のプレスをシリーズ（直列）に並べそれぞれに一台ないし複数の金型をセットしトランスファーフィードする方法がある。

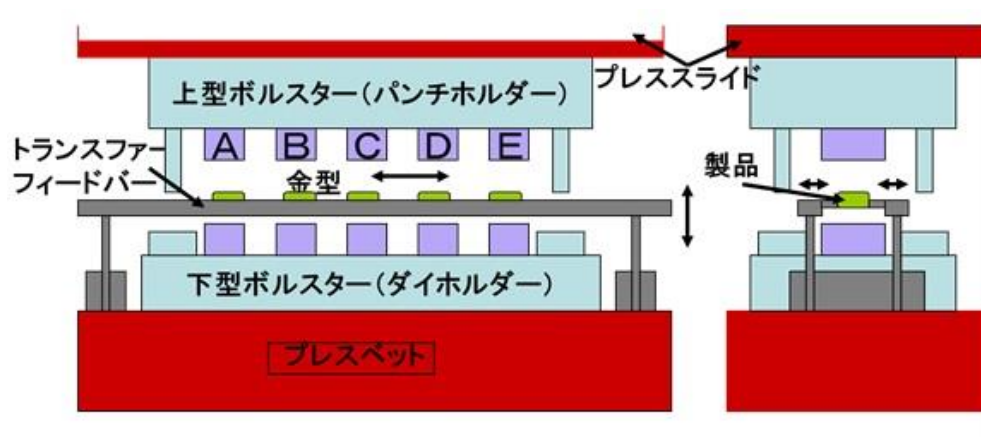


図5 トランスファー加工の概要

また、割り型は、パンチまたはダイを製作するのに一体の材料から削りださずに、二つまたは数個に分割されている型を言う。ファインブランキング型は、精密打ち抜き加工に用いる金型で、材料を強く拘束して打ちぬく加工法に用いられる。

2-4 第4講 クリアランス

第4講では、パンチとダイの間隙であるクリアランスの与え方を示す。最適なクリアランスが用いられると、せん断加工において、剪弾荷重と所要剪断仕事量が小さく、剪断切り口も綺麗なものが得られる。

クリアランスのガイドラインとしては、一般に硬質材は軟質材に比し大きなクリアランスを取る。また、軟質[軟鋼、黄銅]の場合、板厚の4~5%、中硬質[中鋼板]の場合、板厚の5~6%、硬質[硬鋼板、アルミニウム]の場合、板厚の5~7%のクリアランスが目安となる。しかしながら、切り口の平面度合いを多くし精度を高め、かつ製品の湾曲とダレをなるべく小さくする事を主目的に決める場合は上記値の50~60%のクリアランスとする場合もある。

図6には、打ち抜き加工におけるクリアランスの影響を模式的に示す。

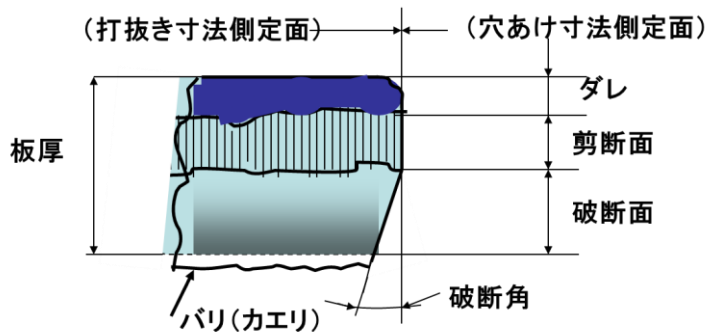


図6 加工面におけるクリアランスの影響

表1 クリアランスと加工面の関係

	クリアランス小	クリアランス中	クリアランス大	
剪断面の形状				
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 クリアランス大: 厚くて高いかえり
製品のそり	小	小	大	
製品のだれ	小	中	大	小さくなるほど良好
製品の寸法精度	良	良	やや悪い	
製品の破断面	小	中	大	クリアランス小では二次剪断発生
金型の磨耗	大	小	小	極端に大きいものは良くない
打ち抜きに要する力	大	中	小	大きくなるほど減少
ブランクおよび抜きかす	詰まりやすい	良好	浮きやすい	かす浮き、かす詰まり対策としてクリアランスを変える事も多い。

加工面には、図6に示すようにダレ、せん断面、破断面、バリが生成される。ダレ、バリが少なく、きれいなせん断面が得られているものが良好な加工面となる。

## 2-5 第9講 型設計-2

第9講では、一般的な型設計手順を示す。最初は、加工レイアウトの設定になり、以下のような手順を踏む。

- 1、最終製品図を描く
- 2、その製品図を送りピッチ、栈幅を考慮しながら(1)の製品図を並べて描く
- 3、プレスベットの大きさ内に入る工程数を決める。
- 4、どの工程で何処を抜くかを考えながら色で塗りつぶす
- 5、各工程毎の加工加重(抜き加工力)を計算する
- 6、プレス中心と加重中心が極力一致するようにレイアウト(工程)を調整する
- 7、抜き工程の決定に当たっては各部の寸法の位置関係が必要な箇所を、  
同時あるいは極力近い工程で加工するように配置する。

その後、図7に示すように、加工レイアウト(スケルトン)の設定と金型寸法の設定を行う。

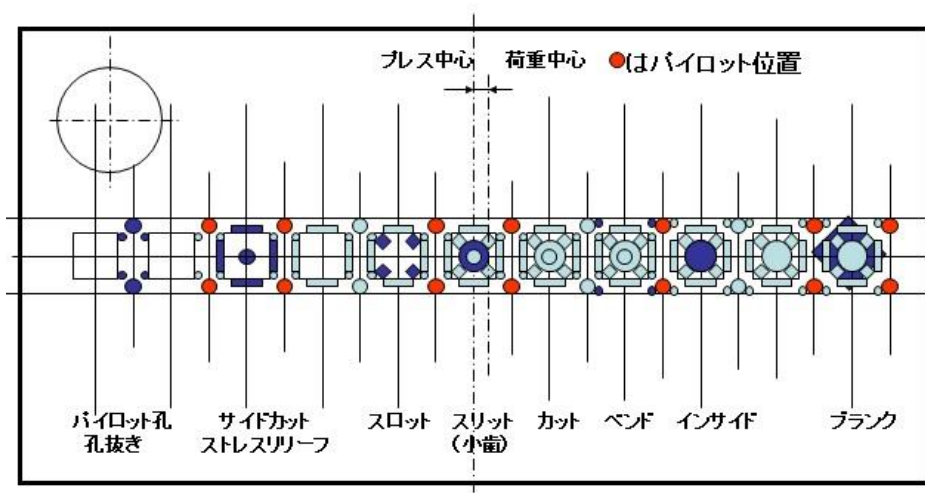


図7 加工レイアウトの一例

ここでは、各工程の荷重計算、全体のバランス、金型の大きさ(プレス機ベット)、スプリング配置、ガイドポスト位置、金型強度(ダイの寸法)等を考慮して、金型の大きさを決定していく。

図8には、下型の一般的な構造、表2には各部材の名称と役割を、図9には、上型の一般的な構造、表3には各部材の名称と役割を示す。

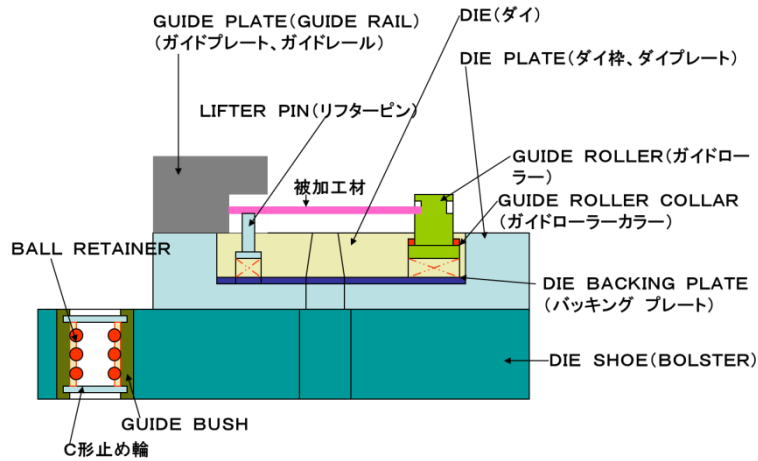


図8 下型の一般的な構造

表2 下型の各部材の名称と役割

名称	役割	寿命
DIE PLATE (ダイプレート、ダイ枠)	各々のDIEを正しい位置に固定しているプレート(枠)	刃物有効使用まで可
GUIDE ROLLER (ガイドローラー)	被加工材の流れを平行に保つ事、DIE面上うおり被加工材を浮かせ流れをスムーズにする。	“
GUIDE RAIL (ガイドレール)	被加工材の流れを平行に保つ事、LIFTER PINとの併用が必要	“
GUIDE ROLLER COLLAR (ガイドローラーカラー)	GUIDE ROLLERの高さ調整	“
DIE BACKING (ダイバックングプレート)	各ダイが加工圧力によってDIE SHOEに喰い込まないように金型の剛性を保持	“
GUIDE BUSH (ガイドブッシュ)	上下型の関係精度を保つために用いる下型部品	“
C形止め輪	下型ボールリテーナースプリング抜止め	“

表3 上型の各部材の名称と役割

名称	役割	寿命
PILOT PIN	被加工材の位置を正確に矯正し、パンチ、ダイと被加工材の関係を正しく保持。	被加工材ガイド部外形20μで交換
STRIPPER PLATE	パンチに喰い付いている被加工材を外す。パンチとダイの関係精度維持、パンチを保持ガイドする。	BEND部クリアランス5μ以上で交換
上下型用 STOPPER	プレスの下死点精度を補うために用いる。	
SLEEVE (STRIPPER BOLT)	ストリッパプレート全体を平行に吊り上げる為に用いる。スリーブスペーサーはストリッパの高さ調整時に削る(パンチの再研磨時)カラーの事。	
PUNCH PLATE	パンチを正しい位置に垂直に保持するために用いる。	
BACKING PLATE	パンチプレート内に組み込まれたパンチが加工圧力によってホルダー内に喰い込まないようにバックアップする物	
MISS PILOT PIN	何らかの要因によって被加工材が正常に送られていない時に検出し、プレスを停止させるためのパイロットピン。	
KNOCKOUT UNIT	パンチに喰い付いた被加工材、クズを外すために内蔵されたスプリング構造体。	
GUIDE POST	上下型の関係精度を保つために用いる。	

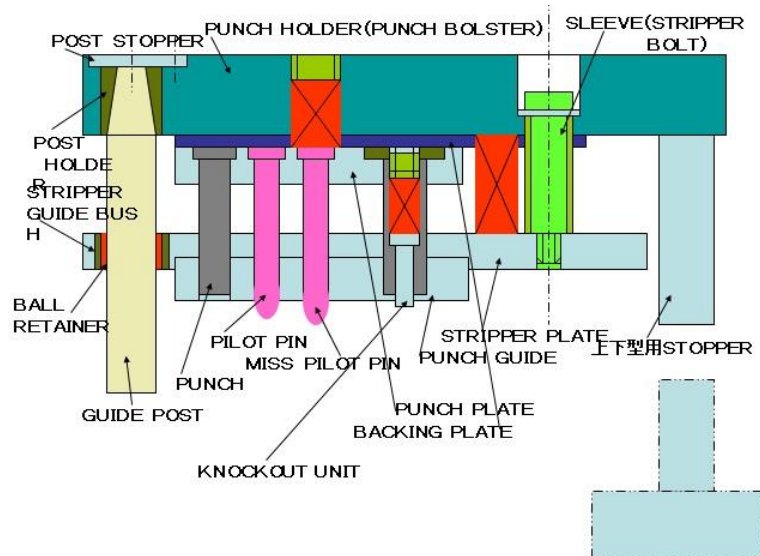


図9 上型の一般的な構造



2-6 第13講 熱処理

第13講では、熱処理の手法と留意点を示す。熱処理には、(1)バルク(全体)熱処理、(2)サーフェース(表面)熱処理の2つになる。バルク熱処理はワーク全体の体質改善、サーフェース熱処理はワークの表面だけの体質改善を狙って行う熱処理である。

図10には、熱処理の分類を示す。

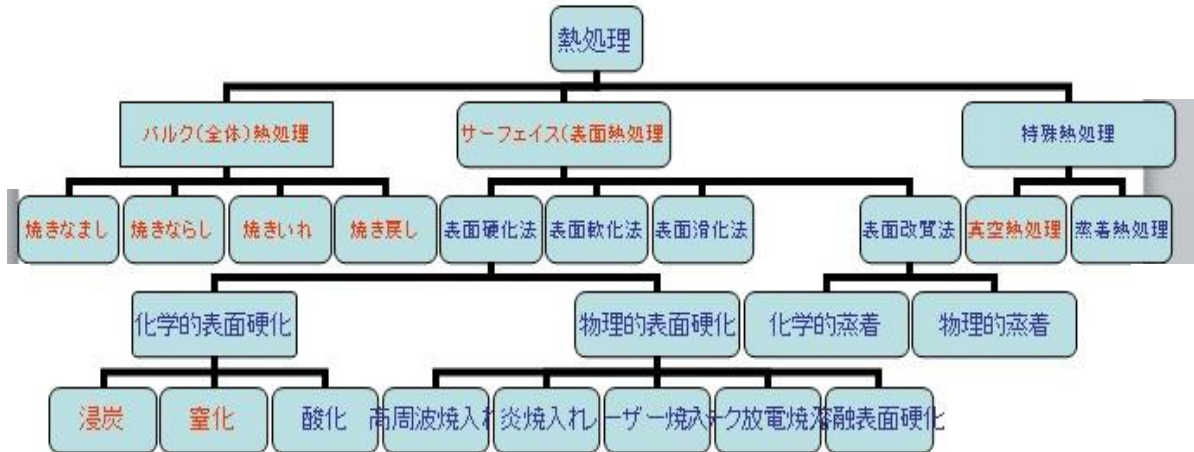


図10 熱処理の分類

このうちサーフェース熱処理には、(1)表面硬化熱処理(表面を硬くする熱処理)、(2)表面軟化熱処理(表面を軟らかくする熱処理)、(3)表面滑化熱処理(表面の摩擦係数を小さくして焼付きを少なくする熱処理)の三通りがある。表面硬化法にも、浸炭(HC、カーボライジング)、窒化(HNT、ナイトライディング)、酸化(オキシダイジング、ホモ処理)があり、目的に応じて使い分けが必要である。

3. まとめ

プレス金型を対象を絞り、実践的プレス金型設計・製作講座で利用可能でかつプレス金型の設計と加工技術を独学で学べるテキストの開発を行った。今後は、図面に関して詳細な内容確認作業が必要になる。また利用している図面を現状に合わせて修正する作業も必要である。並行して、実践的プレス金型設計・製作講座の開講を目指していく。

謝辞

本研究開発は、公益財団法人三井金型振興財団による研究助成により実施されたことを記し、感謝の意を表します。