

プラスチック射出成形金型の製作

—訓練課題としてのプラスチック射出成形金型の作成についての検討—

生産技術科 飛田 英朗

The production of the plastic injection molding die

Hideaki TOBITA

概要 プラスチック成形金型の中でも代表的な射出成形金型を訓練教材として、生産技術科の「マシンエンジニアコース」を専攻した学生に対して行う、専攻実技科目の「実習」（4単位）でどのような実習課題がよいのか検討を行う。検討の結果については、平成27年度から実施される、マシンエンジニアコースでの各機械加工実習（精密加工実習、数値制御実習、CAD実習、CAD/CAM実習、総合制作実習等）に取り入れて行く。

1. はじめに

我々の身の回りにあるプラスチック製品は、各種成形法で成形されている。この成形に必要な金型が製品の出来栄を大きく左右する。そのため、プラスチック製品の不良の大半は金型に原因が多く、金型が悪ければ成形技術で補おうとしても高品質の製品をつくることはできない。金型は製品の良し悪しを決める技術要素である。

今回のテーマは、プラスチック成形金型の中でも代表的な射出成形金型を訓練教材として、生産技術科の「マシンエンジニアコース」を専攻した学生に対して行う、専攻実技科目の「実習」（4単位）としてはどのような実習課題がよいのか検討を行った。検討の結果については、平成27年度から実施されるマシンエンジニアコースで各機械加工実習（精密加工実習、数値制御実習、CAD実習、CAD/CAM実習、総合制作実習等）に取り入れて行く。

2. マシンエンジニアコースカリキュラム

島根職業能力開発短期大学校（以下、当短大校とする。）では、平成26年度入学生からコース制を導入しており、生産技術科では機械加工を主とする「マシンエンジニアコース」と機械保全を主とする「メンテナンスコース」の2コースがある。マシンエンジニアでは表1に示す機械加工実習を行っている。

表1 機械加工実習の一部

機械加工実習	
実習名（単位）	主な使用機械
機械加工実習Ⅰ（4）	フライス盤、旋盤
数値制御加工実習Ⅰ（2）	ターニングセンタ
数値制御加工実習Ⅱ（2）	マシニングセンタ
数値制御加工課題実習（4）	ワイヤカット放電加工機

3. 金型製作

3.1 必要要素

金型を製作するには、以下のような専門的技術要素が必要となる。

I. 成形品の設計

- ・プラスチック材料
- ・プラスチック製品設計
- ・3次元 CAD 設計

II. 金型設計

- ・材料力学、流体力学、機械材料
機械要素、機構学
- ・設計製図
- ・3次元 CAD 設計

III. 加工

- ・機械加工学、機械工作、数値制御
- ・ボール盤、フライス盤、旋盤
ターニングセンタ
ワイヤー放電加工、研削盤
CAD/CAM

IV. 組立・調整・検査

- ・機械組立、手仕上げ
- ・精密測定

V. 成形

- ・射出

以上のように、金型を製作するには多くの技術が集積している。

3.2 金型設計の流れ

金型設計を行う上での一般的な流れを図1に示す。

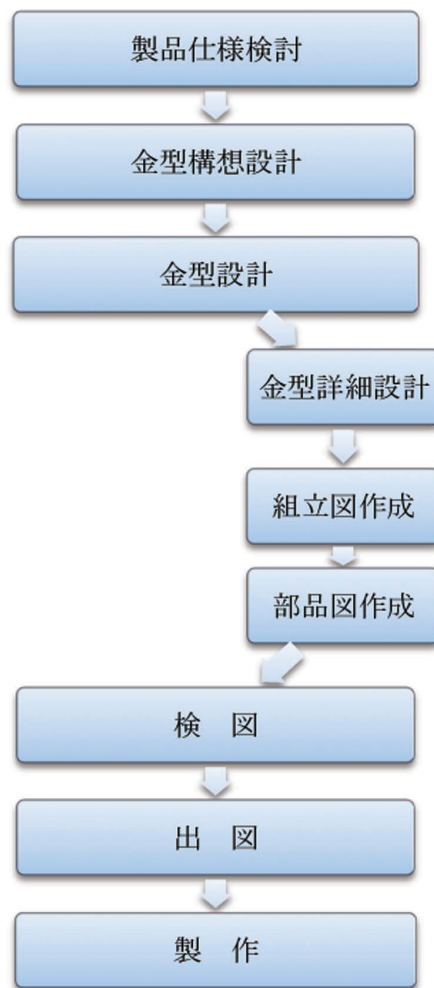


図1 金型設計の流れ

金型設計では、金型仕様書を基に金型詳細設計を行い、組立図、部品図の作成を行う。そして、すべての仕様書と照合させ検図を行い、図面を出図する。「製作」では、加工図を基にし、金型を製作する。以上が、金型設計製作の一般的な流れである。図2に3次元CADで作成した組立図を示す。

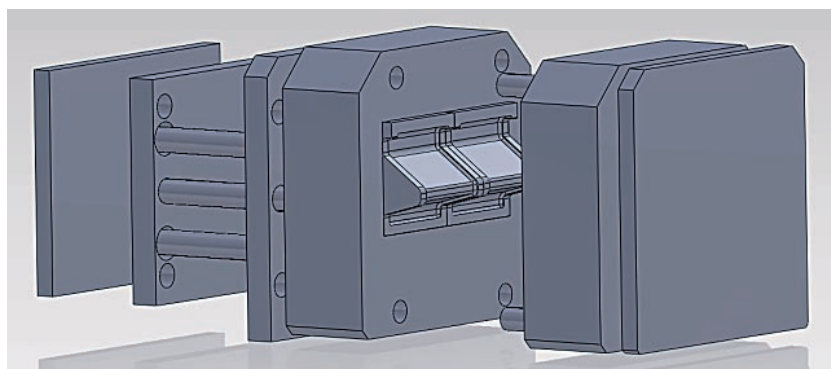


図2 3次元CADで作成した組立図

4. 実施方法及び課題

4.1 授業科目と製作部品

金型製作では、加工する部品が数点あるので、各実習でそれらの加工を行う。授業科目及び加工部品を表2に示す。

表2 授業科目及び加工部品

授業科目	部品名
CAD 実習 I	キャビ、コア
CAD 実習 II	入れ子、キャビ、コア
CAD/CAM 実習	入れ子、キャビ、コア
機械加工実習 I	入れ子（2 個）
数値制御実習 II	入れ子、キャビ、コア
精密加工実習	入れ子、キャビ、コア

4.2 使用機械

実習で使用する機器を表3に示す。

表3 実習で使用する機器

設計製図	2次元 CAD
	3次元 CAD
プログラム作成	CAM
加工	フライス盤
	マシニングセンタ
	ワイヤーカット放電加工機
	研削盤

4.3 成形品

課題の成形品は、金型構造の複雑化を避けるため、以下の仕様にした。

- ① 1 回の成形で複数の成形品を取り出すこと。

- ② 抜き勾配をとること。
- ③ 製品肉厚が 3.0 mm 以下にする。
- ④ アンダーカットのない形状にする。
- ⑤ シャープコーナーをつくらない。
- ⑥ シンプルな形状にする。
- ⑦ 射出する材料は PP。
- ⑧ 学生に身近な製品とする。

以上の内容から、図3に示す形状の成形品を考えた。

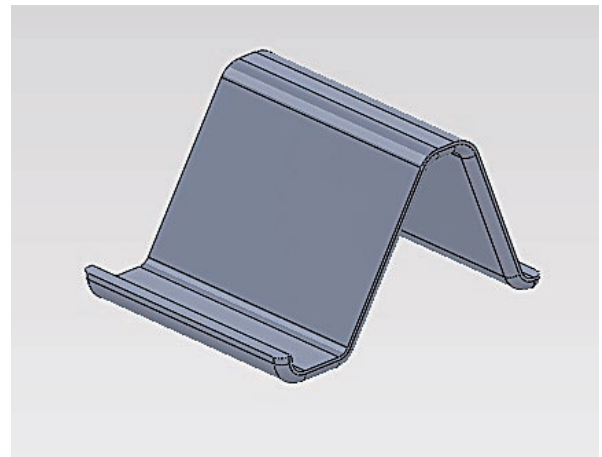


図3 成形品の完成予定図

4.4 金型構造と種類

課題で製作するのは、2プレート構造金型と呼ばれ、1枚が固定側型板（キャビティ）、もう一枚が可動側型板（コア）である。特徴としては、3プレート構造より、金型構造が簡単であり、製作費が安い。図4に2プレート構造金型を示す。

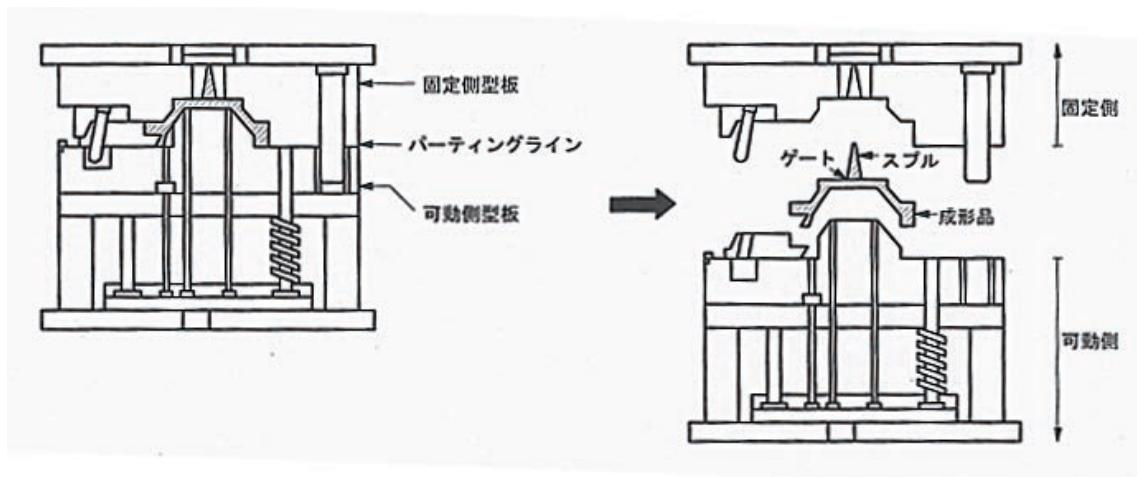


図4 2プレート構造金型

また今回の課題では、加工性を考え、入れ子構造を用いた。課題では、金型のコア側形状が凸形状、キャビ側は凹形状になり、これを金型一体で加工しては加工効率が悪くなるため、別部品を加工し入れ子構造とした。図5に可動側の入れ子構造、図6に固定側の入れ子構造を示す。

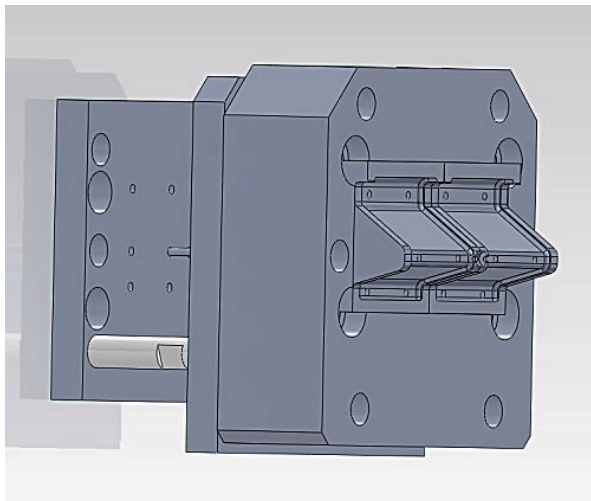


図5 可動側入れ子構造

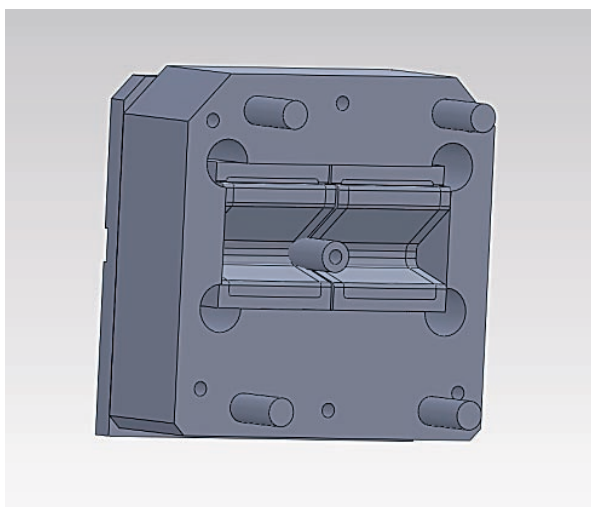


図6 固定側入れ子構造

4.4.1 エジェクタ機構

成形品を金型から抜き出す機構では、一般的に稼働側（コア側）金型のみに設けられている。今回の課題では、エジェクタピンにより成形品を突き出す方式を用いる。これは、最も多く使われている合理的な方式である。図7にエジェクタピンで突き出す様子を示す。

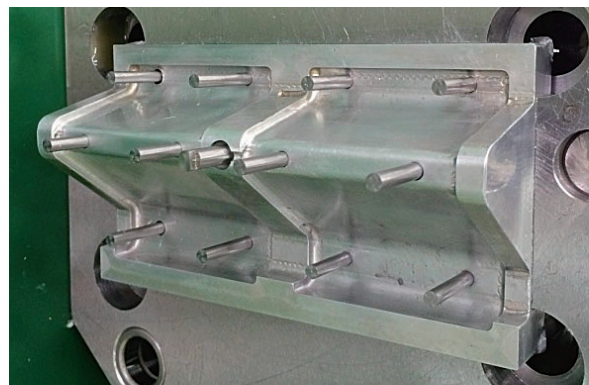


図7 エジェクタピンで突き出す様子

4.4.2 ランナ

ランナは、スプルを通過した熔融樹脂を各キャビティ内に分配するのが主な役割である。今回の課題では、以下の事に注意しランナレイアウトを行った。

- ・ランナ長さは必要最低限とする。
- ・スプルから各ゲートまでは、同じ長さとする。
- ・I形ランナレイアウトを基本とする。
- ・金型中央部に配置できるようにする。

またランナ断面形状は、金型温度の影響を受けないよう最小表面積、さらに加工性を考え円近似台形とした。

4.5 試作

4.5.1 成形品の試作

試作品は3Dプリンタを使用して製作した。完成した試作品を図8に示す。

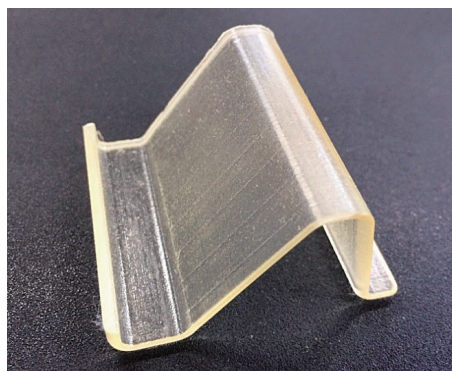


図8 3Dプリンタで製作した試作品

4.5.2 金型の試作

CAMで加工プログラムを作成した。その後、プログラムや切削工具に問題がないか確認するために、金型の試作を作成した。材料はケミカルウツ

ドを使用し、マシニングセンタで加工を行った。
図 9 に作成した入れ子の試作品を示す。

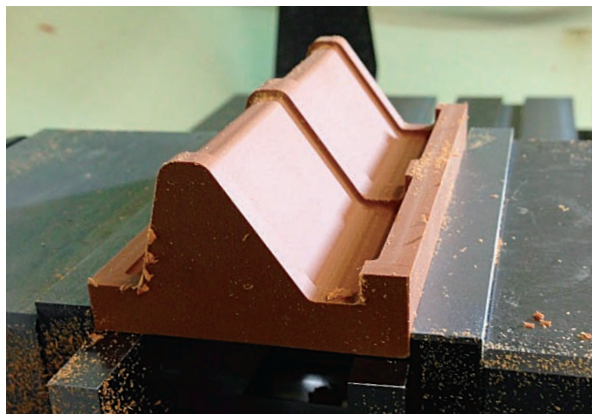


図 9 加工した入れ子の試作

4.6 加工

試作品（ケミカルウッド）の加工で、プログラムに問題がない事が確認でき、コア側はマシニングセンタで加工を行った。また、キャビティ側はワイヤー放電加工機で加工を行った。

加工後はやすりを使用し、磨き作業を行った。

4.7 組立調整

加工終了後は、各部品の組立て調整を行った。13ヶ所のエジェクタピンを入れる穴位置に注意し慎重に組立てを行った。図 10 に組立て後の金型を示す。

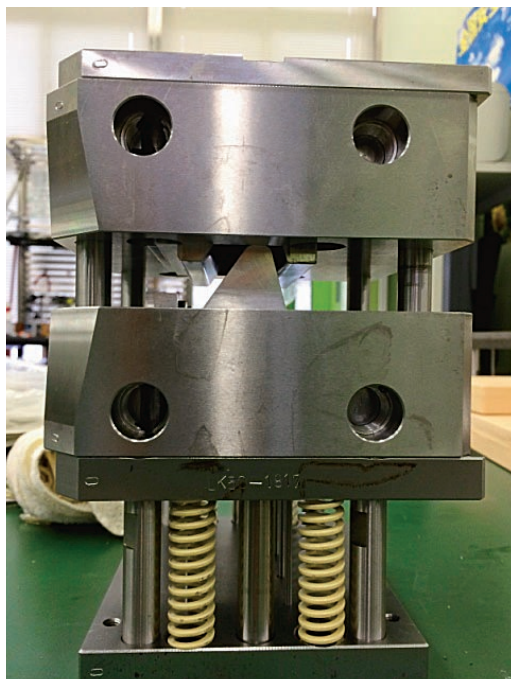


図 10 組立て後の金型

4.8 射出成形

表 4 に当短大校の射出成型機の仕様を示す。

表 4 射出成型機の仕様

スクリュ径	22mm
射出体積	35cc
型締力	354kN
型締ストローク	300mm

射出成形では射出時間、冷却時間、樹脂量の調整を行い射出を行った。図 11 に完成した製品を示す。



図 11 完成した製品

5. おわりに

今回は、生産技術科マシンエンジニアコースの実習課題について検討を行った。射出成型金型を製作するためには、射出成型金型の設計や工作機械を使用しての多くの部品加工が含まれる。学生にとって限られた訓練時間に、多くの技能や技術、知識の習得を考えた場合、効率的に実施できる課題であることがわかった。

文献

- 1) 金型設計技術 プラスチック成型金型の設計
(社) 実践教育研究協会

著者 E-mail Tobita.Hideaki@jeed.or.jp