

# 射出成形金型の製作

## —セミナー用教材の作成—

生産技術科 鶴田 済和

### Manufacture of injection molding dies

#### —Creation of teaching materials for seminars—

Masakazu TSURUTA

**概要** 島根県内の企業から射出成形に関するオーダーセミナーの依頼を受けたときに、当校には成形条件の実験用金型がなかったため、射出成形における一般的な成形不良が確認できることを目的として射出成形金型の製作を行うことにした。射出成形では成形時の条件を変更することで、成形品に発生する成形不良にも変化が生じる。成形条件と成形不良の関連性を理解することで、成形不良が発生するときの対処の仕方について検討できるようになる。

## 1. はじめに

プラスチック射出成形に関する業務は成形品設計者、金型設計者、射出成形技術者というように大きく三つに分類されるが、射出成形に携わる人は、射出成形機自体の知識や金型の構造、プラスチックの材料、成形条件、成形不良など担当する業務に関わらず知っておく必要がある。

今回、製作する金型は成形条件を変更することで成形品の品質や成形不良に及ぼす影響を確認することを目的として設計した。

射出成形金型の製作工程を図1に示す。

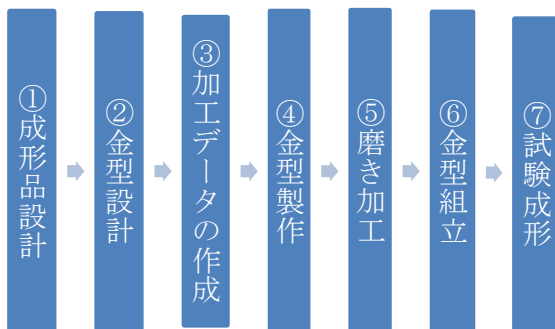


図1 製作工程

は成形条件の実験用を目的とした金型を製作するので、一般的な成形不良（ショートショット、ウェルド、ソリ、ヒケ、フローマークなど）が出やすい形状を想定して設計を行うことにした。設計は図2に示すように樹脂流動解析ソフトにより確認を行いながら進めていくことにした。

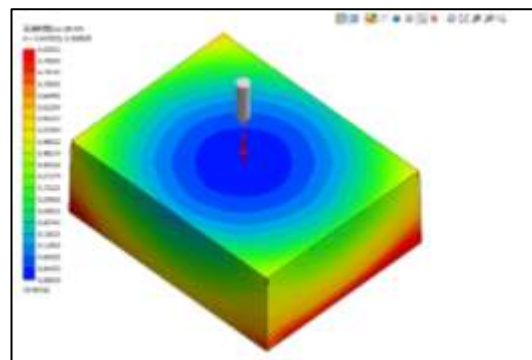


図2. 樹脂の流れ解析

3次元 CAD で作成した形状データを解析した結果から、目的とする成形不良が発生するかを検討しながら修正を行う。解析—修正という作業を繰り返しながら最終的な成形品の形状を確定した。図3に設計した成形品の形状を示す。

## 2. 成形品設計

本来、成形品設計においては成形不良が発生しないように設計を進めていく必要があるが、今回

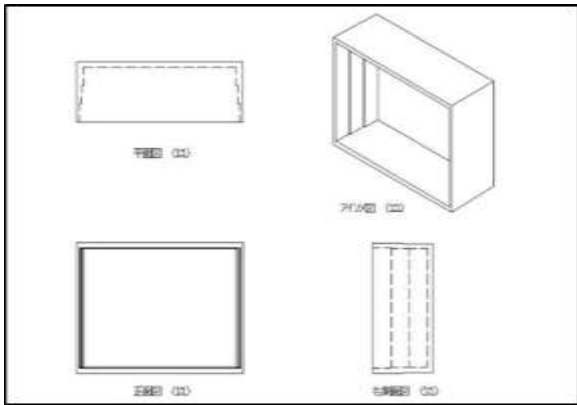


図 3. 成形品図面

### 3. 金型設計

#### 3.1 金型設計のポイント

射出成形用の金型を製作する上で、ポイントとなるのは下記の項目となる。

- ・ 金型の基本構造（モールドベース）
- ・ キャビティ、コア
- ・ スプルー、ランナー、ゲート
- ・ 突出し機構
- ・ 温調回路
- ・ エアメント

金型の基本構造については、当校の射出成形機の仕様に合わせてモールドベースを購入し、その他の項目について3次元 CAD で金型のモデルを作成しながら検討を行った。

#### 3.2 金型仕様

今回製作する金型の仕様を表 1 に示す。

表 1. 金型仕様書

成形機	NS40-5A
樹脂	PS、PP、ABS
モールドベース	ユニットモールド
型構造	2プレート
キャビティ構造	入れ子
コア構造	入れ子
ランナー方式	コールド
ゲート方式	ダイレクト
突出し方式	ピン突出し
温調回路	冷媒

モールドベースは日精樹脂工業のカセット型を使用し、成形品の形状から金型の仕様を検討することにした。

#### 3.3 金型本体

金型の仕様書をもとに3次元CADで設計した金型を図4に示す。

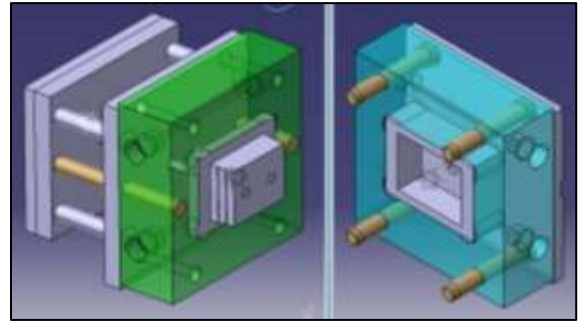


図 4. 金型の3Dモデル

成形品の取り出しはピン突き出しによって金型から離型させる。全体的に1°の抜き勾配を成形品には設けたのでピンの数は2本とした。

次に温調回路については、使用する樹脂は汎用プラスチック（成形温度が200°付近）を使用することから冷媒（水）を金型内に流す。熱交換により金型の温度を一定に保つためには冷媒の流れる場所にも検討が必要であるが、今回は金型の製作時間にも限りがあることからストレートな流路を作成することにした。また金型内の空気は成形時に金型の合わせ面（PL面）から、充分排出されると予想できたことからエアメントについては特設設けることはしなかった。

#### 3.4 入れ子

今回設計したキャビティとコアの入れ子の形状を図5に示す。

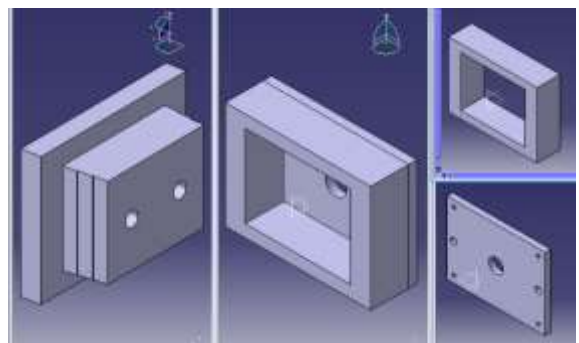


図 5. キャビティ・コア入れ子

金型のキャビティ・コア構造については、金型の修正やメンテナンスを考慮して入れ子を用いるものとした。成形品は四隅の角が  $90^\circ$  となっているが、当校には型彫り放電加工機がないため、キャビティの入れ子は二つの部品に分けてワイヤカット放電加工機で鋼材に四角の穴をあけて製作を行うことにした。

#### 4. 試験成形

3次元 CAD で作成した設計データをもとにフライス盤及びマシニングセンタにより金型の加工をした。図6に製作した金型の写真を示す。



図6. 製作した金型

製作した金型を成形機に取り付け、温調回路からの冷媒の漏れの有無や金型の開閉、エジェクタピンの突き出しなどの各種動作に問題がないことを確認し試験成形を行った。

試験成形では、流動性の良いポリスチレンを使用し成形条件を調整しながら行うことにした。

射出成形における条件は下記の五つに分類される。

- ①圧力（1次圧、2次圧、スクリュ背圧…）
- ②速度（射出速度、スクリュ回転速度…）
- ③位置（V-P 切換位置、計量位置…）
- ④時間（射出時間、保圧時間、冷却時間…）
- ⑤温度（加熱筒温度、金型温度…）

試験成形では成形条件の中で温度については、変更してから成形に反映されるまでには時間がかかるため、樹脂のカタログよりメルトマスフロー

レイトの試験条件の値を参考に射出装置の成形温度を決めて、他の4条件により想定通りの成形不良が発生するかどうか、また成形条件を変えることにより成形不良がどう変化するかを観察することとした。

始めに金型内に充填する樹脂の計量値を成形品の出来具合を観察しながら調整していく段階で70%ぐらい成形品の形状ができたところで図7に示す写真のようにエジェクタピンで押されても成形品が金型から離型せずに割れるようになったため試験成形を中断して金型の修正を行うことにした。



図7. 成形品の離型不良

#### 5. 金型修正

成形品の離型不良としては、抜き勾配の不足、金型の磨き不良、エジェクタピンのサイズや配置の不適など幾つかの原因が考えられる。今回設計した成形品は四隅に丸みをつけていないことから特に離型時の抵抗が大きいように思われたので、エジェクタピンの配置を再検討して金型の修正を行った。図8の写真で示すように、エジェクタピン2本で成形品の中心付近を押していた状態から、エジェクタピン4本で四隅付近を押すように金型への追加加工と入れ子の再製作を行い、試験成形により離型不良が出ないことを確認した。

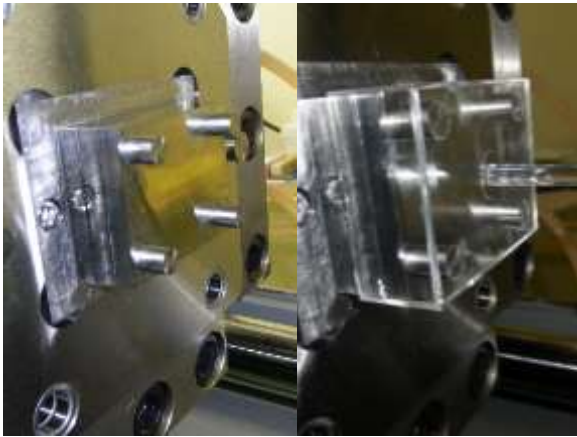


図 8. 金型の修正

## 6. 成形不良の確認

試験成形では初期の成形条件を表 2 の示す条件で成形機の設定を行い、成形品の形状が出来るまでの計量値を求めていくことにした。

表 2. 成形条件

樹脂	GPPS HF77
成形温度	200°C
金型温度	40°C
射出速度	40% (最大 130mm/s)
射出圧力	40% (最大 238MPa)
保圧切替位置	10mm
射出時間	10sec

次の段階として成形条件や樹脂を変更し各成形不良の観察を行った。図 9 に今回作成した成形品の写真を示す。

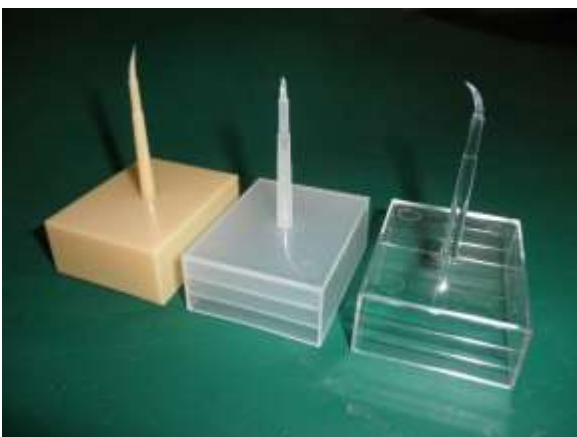


図 9. 成形品 (左から ABS、PP、PS)

## 7. おわりに

今回の射出成型金型はセミナーで成形実験をするために製作を行った。セミナーまでの製作時間が限られており、設計においては詳細な検討を行うことが出来ていなかったこと、また金型製作の経験も少ないことから試験成形時に不具合が発生し、金型の修正を行う結果となった。幸い修正箇所は少しであったので無事セミナーでの実験に金型を使用することが出来た。次の金型を製作するときには、今回の経験を活かして、製作にかかる時間を考慮しながら、設計段階での検討を十分に行ってから製作し、試験成形時に不具合が出ないように取り組みたい。

また、今回製作した金型では発生しない成形不良もあるので、次の金型製作の課題として検討したい。

### 文献

- 1) 福島有一, プラスチック射出成型金型設計, 日刊工業新聞社, 2002
- 2) 横田 明, 射出成形加工の不良対策, 日刊工業新聞社, 2012
- 3) 横田 明, 射出成形 基礎のきそ, 日刊工業新聞社, 2007

著者 E-mail Tsuruta.Masakazu@jeed.go.jp