

射出成形金型の製作

生産技術科 鶴田 済和

Production of injection mold

Masakazu TSURUTA

概要 島根職業能力開発短期大学校には射出成形機が1台整備されているが、現在、通常授業の中では使用されていない状況にある。また職員の異動に伴い、金型の製作に必要なデータやノウハウ、射出成形機の取り扱いの伝達が十分には行われていないという現状がある。そこで総合制作で射出成形の金型製作に取り組み、製作に必要なデータなどを後に引き継げるような資料作成を行うことにした。

1. はじめに

我々の身近には、プラスチックを用いた製品が多くある。例えば飲料用のペットボトル、シャンプーボトルなどの容器、テレビや洗濯機などの筐体、自動車のバンパーやヘッドランプのカバー、光学機器のレンズといったように日用品だけでなく工業用としても様々な分野で広く使用されている。

プラスチック製品の成形方法は、製品形状やプラスチックの種類によって多くのものがあるが、その製造には金型が多く使われている。金型の品質が、そのままプラスチック成形品の品質になると言ってもよいほど、プラスチック製品を作るうえで金型は重要な要素となる。

2. プラスチック

プラスチックは、合成樹脂とも呼ばれ一般に樹脂と呼ばれている。プラスチックは、日本工業規格 JIS において、「必須の構成成分として高重合体を含みかつ完成製品への加工のある段階で流れによって形を与え得る材料」と定義されており、一般的には有機合成高分子加工物（ゴムを除く）をさす。

また、プラスチックには様々な種類があり、熱を加えることで硬くなる熱硬化性樹脂、熱を加えると軟化して流動性を持つようになる熱可塑性

樹脂、また使用用途によっては、日用品などで使用される汎用プラスチック、工業用部品に使用されるエンジニアリングプラスチック（エンプラ）、スーパーエンプラといったように様々な用途によって必要な機能に合わせてプラスチックが作られている。

一般的にプラスチックは、軽い、腐らない、電気を通さないという特徴があるが、金属に比べると、強度が弱い、熱に弱いというデメリットがある。また、腐らないという点については、最近TV等で騒がれているような海洋プラスチックゴミなどの環境問題を起こす要因にもなっている。

3. 射出成形

プラスチック製品を成形する方法は製品形状やプラスチックの種類によって様々あるが、その中でも射出成形法は、プラスチック製品全体の約8割の製造に使用されている。射出成形に使用されるプラスチックは、主に熱可塑性樹脂が使用されている。

射出成形とは、流動性を有する温度までプラスチックを加熱し、それを金型に高圧で充填して製品形状を得る成形法である。図1に示すように、一対の金型（キャビティとコア）の間に存在する隙間に樹脂を高温・高圧で流し込み、冷却させた後に製品を取り出す。

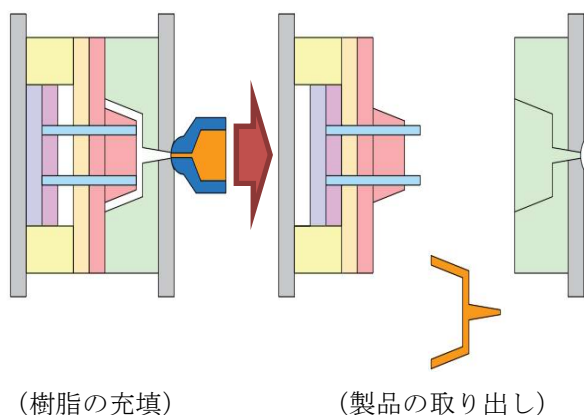


図1 射出成形の原理

4. 金型

金型は、射出成形などによるプラスチック以外にも金属のプレスや打ち抜きなどにも使われている。

金型の特徴は、同じ形状のものを効率よく作れるところにあり、金型は均一で大量に生産するうえで欠かせないものである。

射出成形の金型に求められる主な機能としては、成形品に形を与えることと、金型の熱を外に逃がすための熱交換を効率よく行える点である。

金型には、冷媒を流すための温調回路、空気を排気するための機能、成形品を取り出すためのエジェクタ機能なども組み込む必要がある。今回の金型製作にはカセット型と呼ばれる金型を用いて製作にあたった。

5. これまでの取り組み

射出成形金型の製作のデータを纏めるにあたって始めに既存の金型の修正から取り組むこととした。そして、次の段階として新規の成形品の設計と金型製作を行った。使用した成形機の仕様を表1に示す。

表1 射出成形機の仕様

メーカー	日精樹脂工業株式会社
型式	NS40-5A
型締力	384kN (約 40tonf)
射出体積	35cm ³

5.1 金型の修正

現在、ものづくり体験で使用している成形品の金型は製作してから4年の歳月が経過しており、成形を行うと幾つかの不良が発生するようになってきた。そこで成形不良について原因を調べ、既存の金型に発生している不良について対策を検討し、問題点を改善した金型の製作を行うこととした。

5.2 成形不良

射出成形では、成形品形状、金型の不良、成形条件等によって様々な成形不良が発生する。成形品または金型設計をするうえでは成形不良の発生条件と対策方法について知っておくことは大変重要なポイントになる。今回修正を検討している金型で成形を行うと図2に示すような成形不良が発生した。

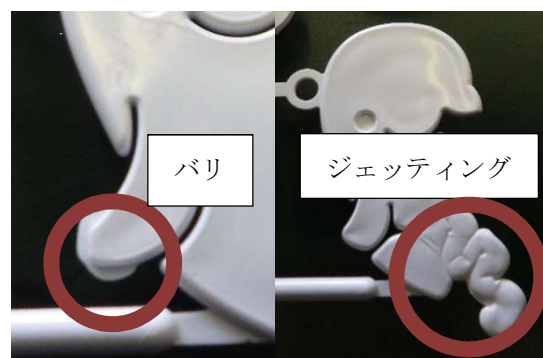


図2 成形不良

5.3 バリの対策

成形品にバリが発生するようになった原因としては、金型の摩耗が進行し、隙間ができるようになったためと考えられる。既存の金型の入れ子はアルミニウム合金を使用していたため、図3に示すような4年間の使用期間で摩耗が進んでいた。



図3 金型の摩耗

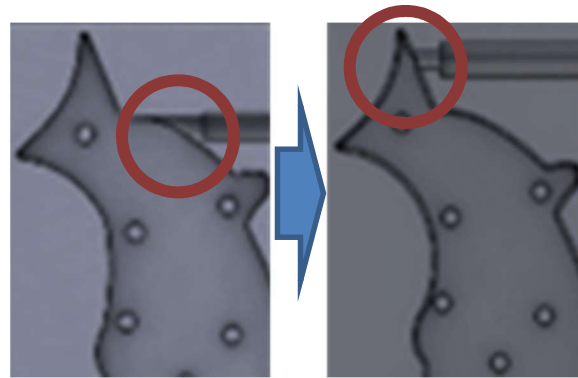
入れ子については、今後の使用期間も検討して材質をアルミニウム合金からS50Cに変更して作り直すことにした。アルミニウム合金とS50Cでの目安の製作数を表2に示す。

表2 材質による製作数（汎用樹脂）

材質	目安の総製作数
AL 合金	20,000 以下
S50C	20,000～100,000

5.3 ジェットイングの対策

ジェットイングの発生原因としては、ゲート（成形品形状部への流入口）の大きさに対して成形品の肉厚が大きすぎると発生しやすくなる。流動化したプラスチックがゲートを通るときに絞られることでゲートからプラスチックが勢いよく飛び出す。その後、周囲を新たなプラスチックで囲うようになる。飛び出したプラスチックと後から充填された周囲のプラスチックがぶつかった後、完全には融合がせず蛇のような跡が発生したものである。今回の金型修正では、図4に示すように、ランナーのレイアウトを見直してゲートを通過した後に樹脂がすぐに壁に当たるようにすることでジェットイングが起きないように修正した。



(変更前) (変更後)

図4 ランナー位置の変更

5.4 温調回路

温調回路は成形時に樹脂から金型に持ち込まれる熱を外部へ排出するための冷媒を流すための流路である。既存の金型には温調回路が作られていなかったため成形時に金型の温度が上昇してしまいした成形品の品質にバラツキが生じていた。本来であれば成形品の形状・配置に合わせて流路を作成する必要があるが今回はカセット型の金型を使用することと製作時間の兼ね合いから真っ直ぐな流路を組み込むことにした。

5.5 成形品

2年目も取り組みとして、成形品設計から金型の製作に取り組むこととし、成形品のコンセプトとしては、ものづくり体験としての使えるものを学生とともに考え、図5のようなペン立てを作成することにした。

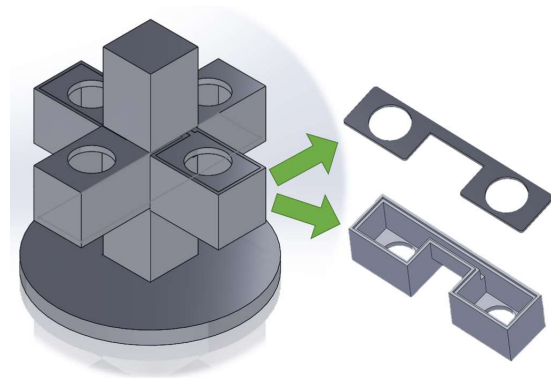


図5 3次元CADによる製品モデル

製品形状を決めていく過程では、組み立てに支障がないか、また使用する成形機の仕様で射出成形できるかを確認するため、3次元CADで成形品形状をモデリングして成形品体積などを解析機能により確かめながら射出成形が可能になるように形状の修正を行った。また、設計した形状で支障なく組み立てができるかどうかを金型の設計に入る前に図6に示すように3Dプリンタで試作モデルを作成し確認を行った。

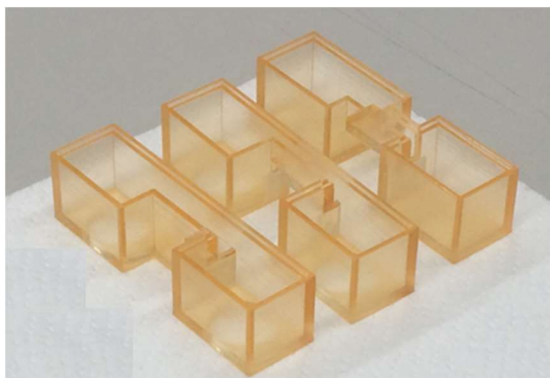


図6 3Dプリンタによる試作

5.6 金型製作

今回考えた成形品の部品点数は7つあり、かつ使用する成形機が小型で金型はカセット型を使用することから一回の成形で全部品を作るには無理があった。そこで成形品を作成する部分を別に作り金型にはめ込む方式（入れ子）を採用し、製作コストが上がらないように図7に示すように、一つの金型に対して成形する部品ごとに入れ子を入れ替える構造とした。

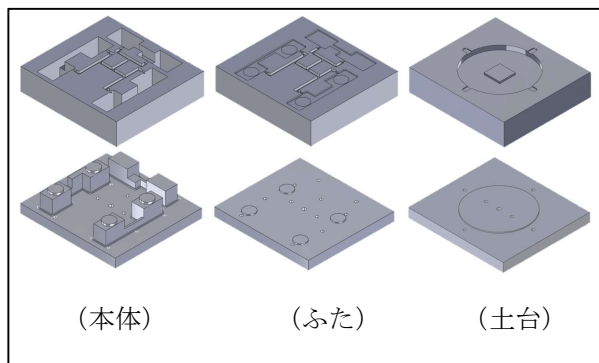


図7 入れ子

今回製作した金型に本体用の入れ子を組み込んだものを図8に示す。

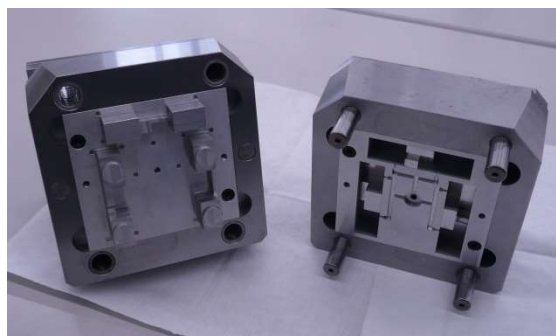


図8 製作した金型

6. おわりに

射出成形において成形品の品質に影響を及ぼすのは、金型の構造、成形条件、成形材料があげられる。特に金型は製作後に大きな修正をするのは難しいので設計段階で十分な検証を行う必要がある。射出成形金型の構成にはモールドベース、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、ガスベントといったものがあり、製作しようとする成形品に対して、これらを適正に選択または配置をしなければならない。

これまで2年間の総合制作実習の中で、基本的な2プレートの金型を作製してきました。成形作業はこれまでも何度もやってきていますが、一から金型を作る経験はあまりなかったので、2年目の金型の作成時には、様々な検証作業に時間がかかりました。

今後は、突き出しプレートのある金型や3プレートの金型を製作して、金型の製作に必要な知識を蓄えていきたいと考えている。

参考文献

- 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.or.jp