

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 全国的に新型コロナウイルスが蔓延してきたことにより、各種イベントの開催が自粛されるようになった。島根校も県内の各種イベントにおいてモノづくり体験を実施していたが、イベント自体の自粛により体験を行えない状況が続いていた。今後、新型コロナウイルスの感染が沈静化されたときに、モノづくり体験が実施されるようになることを見越して、新しい体験用の製品を射出成形で製作することにしたので、その取り組みについて報告する。

1. はじめに

新型コロナウイルスの感染が蔓延化する以前の県内のイベントで行っていたモノづくり体験では、図1に示す射出成形で作成した白イルカのキーホルダー作成を行っていた。



図1 白イルカのキーホルダー

今回、感染の沈静化後に再びモノづくり体験が行われるであろうことを考慮して体験用の新しい製品を作ることとし、キーホルダーと同じように射出成形機を使用することにした。

射出成形はプラスチック製品の代表的な成形方法であるが、成形するためには図2に示すような金型が必要になる。射出成形の原理としては、成形材料の樹脂を加熱し軟化させること

で可塑化が出来るようになる。そして軟化した樹脂を金型内に充填させ、冷却して固めることでプラスチックの製品を成形することが出来る。

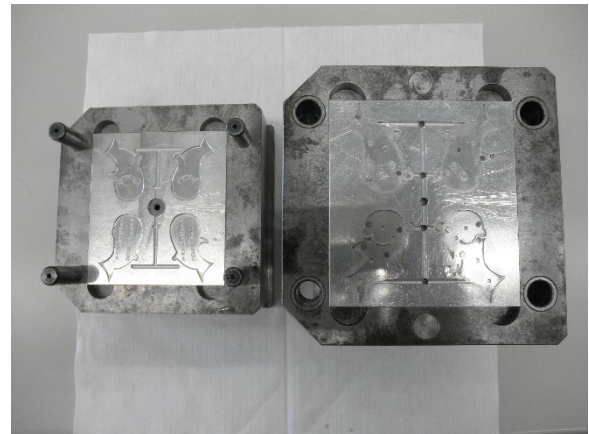


図2 白イルカの射出成形用金型

今回の製作では当校にある射出成形機を使用することから、成形機の仕様に合わせて成形品及び金型の設計・製作を行うこととした。

2. 設計

2.1 成形品の仕様の検討

成形品の設計は、モノづくり体験用として使用することを前提とし、学生と検討しながら進めた。検討内容としては、まず成形品のコンセ

プトをどうするかということ、次に使用する射出成形機及び金型の仕様から成形品の大きさ及び形状を決めること、そして射出成形時に成形不良が発生しないようにすることである。今回、検討した成形品のコンセプトを表1に示す。

表1 成形品のコンセプト

①小学生低学年以上を対象とすること
②参加者が遊んで楽しめるものであること
③20分程度で組立が可能であること
④組立が簡単であること
⑤組立に接着剤を使用しないこと
⑥組立時に使用する工具はニッパーのみにすること

2.2 成形品の設計

検討したコンセプトを基に製作するものを「ヨーヨー」に決めて成形品の設計を行いました。設計では市販品のヨーヨーを参考にして形状と機能及び部品点数を検討するところから始め、3次元CAD（SolidWorks）と3Dプリンタにより試作を繰り返しました。表2に今回設計したヨーヨーの部品を示す。

表2 ヨーヨーの部品

部品名	個数
ヨーヨー本体	2
軸（全ねじ（両端右ねじ））	1
ナット	2
ベアリング	1
軌道輪（内輪）固定部品	2
ストリング（ヨーヨー専用紐）	1

ヨーヨー本体の設計で、苦労した点としては、組み合わせた時の隙間の調整とストリングを巻き付ける時のすべり止め部分の形状である。

図3に設計で試作したヨーヨー本体の形状を示す。隙間の調整では、狭すぎるとヨーヨーが回転中にストリングが本体に接触し、回転が不安定になるかヨーヨーが手元に戻ってきってしまう、また隙間が広すぎてもヨーヨー

を手元に戻せなくなってしまう。図3のように組み立てた時に適度な隙間ができるように試作を繰り返して成形品の形状を調整しました。

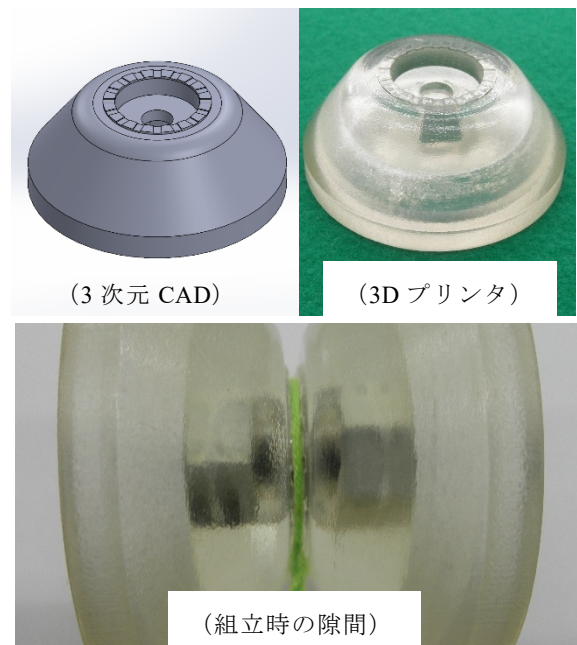


図3 試作したヨーヨー

また、成形品の寸法については、市販品の大きさを参考に表3に示す射出成形機の仕様を基に3次元CADで検証しながら設計を進めた。

特に成形品の肉厚が厚くなることから、成形時に充填不足にならないようにするため、成形品の体積が射出成形機の最大射出容量の70%以下に収まる様に確認しながら、寸法を決めていくこととした。

表3 射出成形機の仕様

射出成形機	NS540-5A（日精樹脂㈱）
最大射出容量	35 cm ³
型締力	384kN

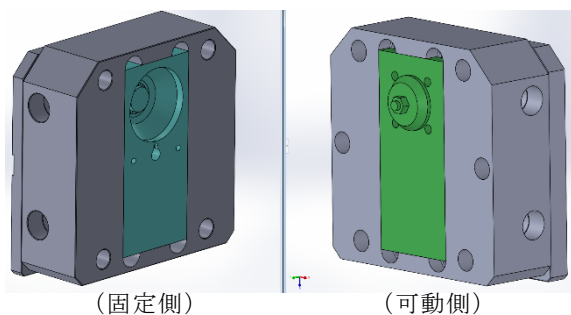
2.3 金型の設計

金型については日精樹脂工業㈱のカセット型を使うことは決めていたので、金型の基本仕様と成形品の形状から3次元CADにより詳細な設計を行いました。表4に今回設計した金型の仕様の一部を示す。

表 4 金型の仕様

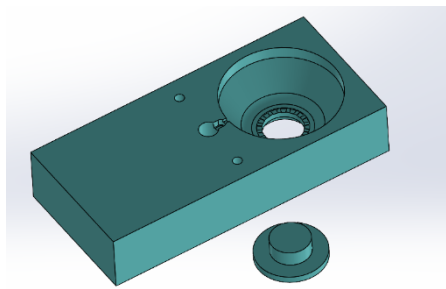
金型	カセット型 (NISEI)
型構造	2 プレート型
キャビティ・コア	入れ子 (A5052)
ランナー方式	コールドランナー
ゲート方式	サイドゲート
突出し方式	ピン突出し

金型の仕様を基に検討し、3次元 CAD で設計した金型の 3D モデル (詳細な形状は省略) を図 4 に示す。入れ子の設計については加工が出来る形状にすること、次にエジェクタピンで成形品が金型から離型できることを検討しながら形状を決めた。例として図 3 の様にキャビティ (固定側) の入れ子については突起部の隅の加工が出来ないので入れ子を部分的に分割して加工が出来るように変更した。



(固定側)

(可動側)



キャビティ入れ子

図 4 設計した金型の 3D モデル

3. 金型製作

3.1 金型加工

金型の製作は、フライス盤とマシニングセンタを使用して加工した。フライス盤は、金型の熱を外に逃がすための温調回路やエジェクタピ

ンを通すための穴などのドリル加工の際に使用した。マシニングセンタは、入れ子の加工やポケット穴の加工の際に使用し、NC プログラムの作成には図 5 に示すように CAD/CAM システム (CATIA) を使用し、切削シミュレーションにより切り込み過ぎが発生しないかなどを検証しながら作成した。

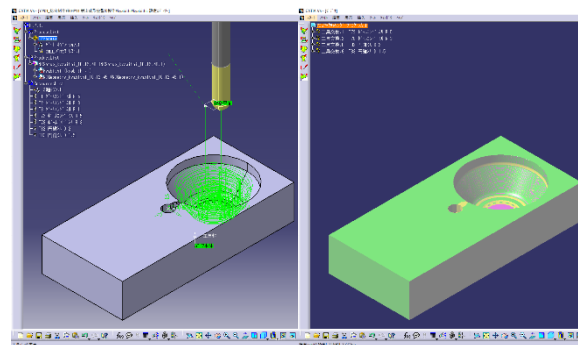
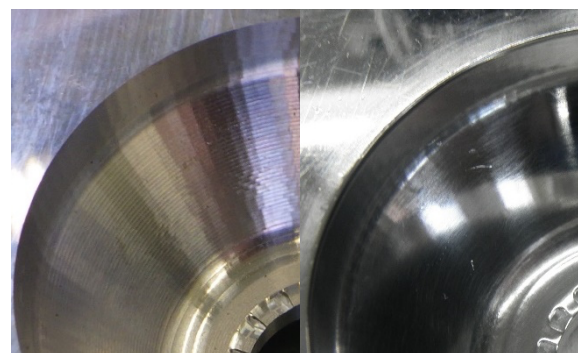


図 5 CAD/CAM システム (CATIA)

3.1 磨き加工

機械加工後の表面の状態は粗いため、その状態で射出成形を行うと金型から成形品が取れないなどの成形不良が発生する。図 6 に示すように、砥石や研磨剤により入れ子の磨き加工をして表面を滑らかな状態にした。



(磨き前)

(磨き後)

図 6 磨き加工

4. 成形

4.1 成形作業

図 7 に示す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成形を行った。

成形材料には、流動性の良いポリスチレンを使用し、成形した製品の状態を確認しながら条件を調整し、最適な成形条件を決定した。

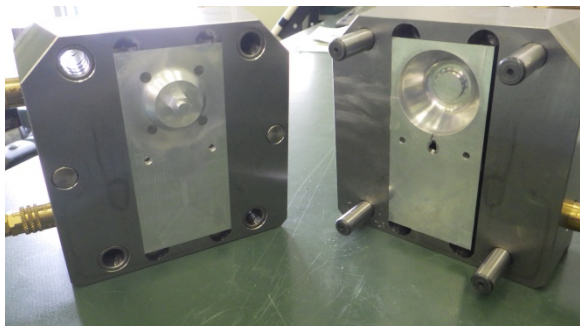


図7 製作した金型

4.2 成形不良

成形したヨーヨー本体は、厚肉の成形品になっているので、成形では図8に示すようにボイドやヒケなどの成形不良が発生した

射出速度や圧力などの成形条件を調整しながら、可能な限り成形不良が少なくなる条件を探して成形を行った。



図8 成形初期の不良（ボイド）

4.3 成形品

今回、製作したヨーヨーを図9に示す。組み立てたヨーヨーを実際に使用してみたところ、投げ下ろした位置で静止しての回転、手元に巻き戻すなどの基本動作は行うことができた。しかし全体的に重さが軽すぎるためか回転が不安定になることも多く、安定して長く回転させるためには、左右のバランス調整や重さを増すなどの修正が必要となった。



(組立前) (組立後)

図9 製作したヨーヨー

5. おわりに

ヨーヨーとして最低限の動きが出来るものは成形することができた。

今後の課題としては、市販されているヨーヨーのように様々な動作が出来るようにすることである、そのために、もっと安定して回転する形状や扱いやすい大きさに修正する必要があると考える。

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