

実践 CAD/CAM 技術科での金型製作 第6回 (28期生：コースター)

千葉職業能力開発促進センター 齊藤 総一

1. まえがき

私が以前所属していた関東職業能力開発促進センターには、実践 CAD/CAM 技術科という独自コースがあり、機械加工部品の設計製造に関する技術技能習得に加え、プラスチック射出成形金型に関する内容も学び、6カ月目の総合課題では金型を設計製作する内容となっている。

私が担当した7年間に、約十数型の金型を製作している。設計時に工夫した点、実際に成形してみると不具合が発生した点、不具合への対処等、さまざまな出来事があったので、これらをまとめてみた。

2. 成形の工程および金型

2.1 成形の工程

金型といってもいろいろな種類があるが、射出成形金型（以降「金型」と記す）に限定して話を進めることとする。射出成形は、以下の工程を繰り返すことで製品を連続で生産する。

- ① 金型を高圧で締め付ける。(型締め)
- ② 高速・高圧でプラスチックを流す。(射出)
- ③ 末端まで流れた後も収縮を抑えるため、圧力をかける。(保圧)
- ④ プラスチックを冷却し固める。(冷却)
次の成形のため、プラスチックを溶かす。
- ⑤ 製品を取り出すため、金型を開く。(型開き)
- ⑥ ピンなどで製品を突き出し、金型から取り出す。(突き出し)

2.2 金型

金型を簡単に述べると、「製品の形を彫り込んだ2枚の板（以降「型板」と記す）」である。（実際の金型にはさまざまな仕組みが付加され、もっと複雑な構造となっている。）

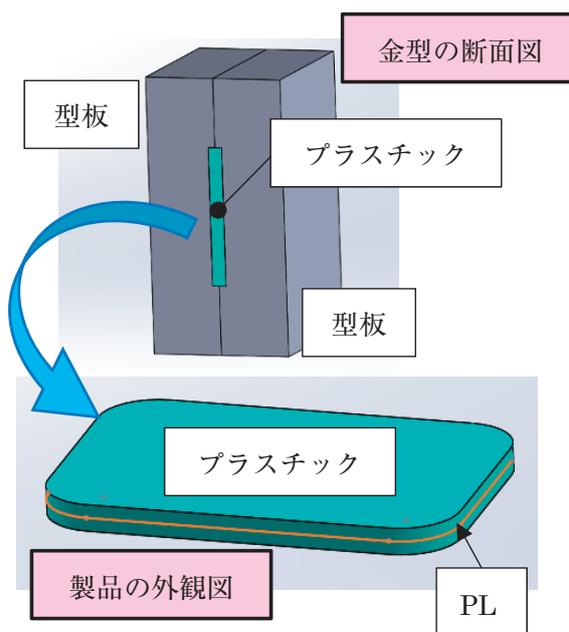


図1 金型断面図と製品

2つ型板の合わせ目が、製品の表面に線となって表れることがある。これをパーティングライン（以降「PL」と記す）と呼ぶ。（図1）金型の合わせ面のこともPLと呼び、会社によっては面のためPL面と呼ぶこともある。成形機に金型を取り付けて成形を行うと、PLを境に動く部分と動かない部分にわかれる。動かない部分を「固定側」、動く部分を「可動側（または移動側）」と呼ぶ。一般的に、固定側はプラスチックを流す仕組みがあり、可動側は製品

を突き出す仕組みがある。そのため、金型が開いたときに製品が突き出し側にないと、製品を自動で取り出すことができない。

2.3 2色成形

前述の「成形の工程」の中で、金型にプラスチックを流し込む「射出」は1回のみのため、流せるプラスチックも1種類である。同様に色も部品全体が同じ色になる。これに対し、一度成形した部品を金型の中に組み込み再度成形を行うと、2色の部品を作ることができる。これが2色成形である。

性質の異なるプラスチックを組み合わせることができる、成形後に塗装を行う手間が省ける、シールなどによる着色と異なり製品の使用中に色落ちしない、などのメリットがある。ただし、通常の成形方法に対して工程が増えることになる。

金型の中に部品を組み込む方法は、さまざまである。2色成形専用の成形機を使用した場合は、それぞれのプラスチック用射出ノズルがあり、各ノズル位置へ金型が移動することにより、自動で2色成形を行うことが可能である。また金型を2つ用意し、片方の金型で成形した部品を、片方の金型に手で組み込むことで、2色成形を行う方法も見られる。ただしこの場合は、成形機に常に人が張り付くことになり、「自動」に対してコストや生産量は劣ることになる。



図2 ポリテック埼玉で作成した2色成形の独楽

3. コースター

3.1 コンセプト

令和2年6月に修了予定だった28期生は、新型コロナウイルスの影響で1か月以上休校になり、金型を設計製作する日数も大幅に削られることになった。それまでは製品の選択を訓練生が決めることになっていたのだが、今回は私が提示させていただいた。コンセプトは、以下の内容である。

- ① 成形品は、24期生が製作したコースターをベースに形状変更を行い、金型も流用する。これにより型板の加工はほぼ無くなり、入れ子の加工に集中することができる。(入れ子は、型板に組み込む部品。図12を参照。)
- ② 以前の訓練生が作成した製品の模倣では得るものが少ないため、2色成形にチャレンジする。

以下に24期生の製品を示す。図3は成形直後の写真であり、図4は使用時の写真である。

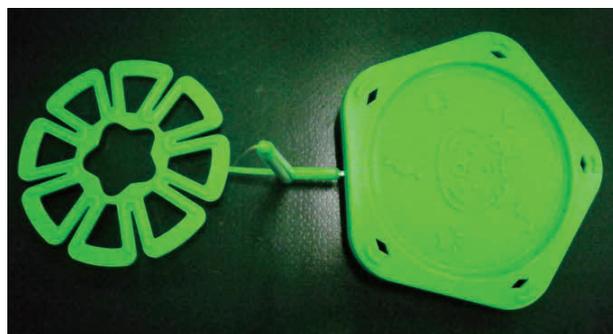


図3 24期生が作成したコースター (1)



図4 24期生が作成したコースター (2)

3.2 成形手順（2色成形）

以下の手順で成形を行うこととした。

- ① 透明の材料で円盤（以降「中板」と記す）を成形する。
- ② 印刷した丸い紙を2枚の中板で挟み、金型に取り付ける。
- ③ 有色の材料で成形を行い、全てを一体化した製品を作る。（外側を以降「本体」と記す）

図5は製品全体の写真であり、図6は中板の図である。（これ以降は①の成形を「1次成形」、③の成形を「2次成形」と記す）



図5 28期生が作成したコースター

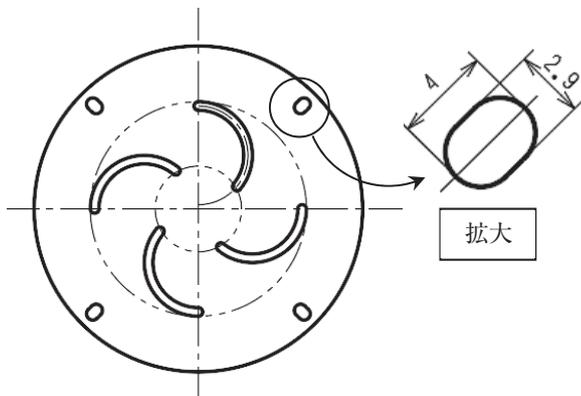


図6 中板の形状

4. 設計・加工時に工夫した点

4.1 1型で2色成形を行う

通常2色成形では金型が複数必要となるが、今回は1型で2色成形を行う。そのため、1型で部品2点を成形できるように設計し、プラスチックの流れを変更することで部品を1点ずつ成形でき

るように設計した。流れを変更する部品として、ランナーチェンジピン（ミスミ製）を金型に組み込むこととした。これは六角レンチを使い部品を180°回転し、片側のみにプラスチックを流す仕組みである。

部品の外観を図7に示す。底面にあるV溝はボールプランジャーが当たる部分であり、これにより90°ごとにストッパーが働く仕組みとなっている。（今回の金型では、180°ごとにストッパーが働けば問題ない。）

図8は、金型に組み込んだ写真である。この写真では、向こう側にある中板にプラスチックが流れる状態である。六角形の穴に工具を入れ180°回転することで、プラスチックの流れを変更している。



図7 ランナーチェンジピン外観

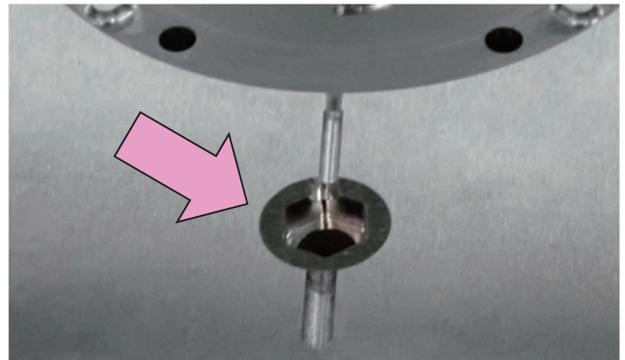


図8 ランナーチェンジピン（金型組み込み）

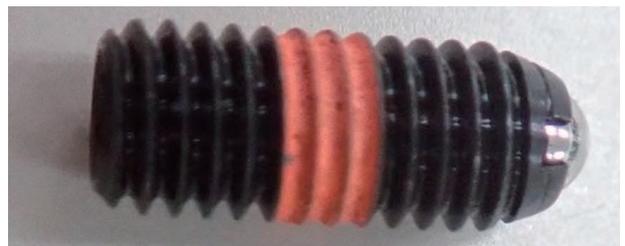


図9 ボールプランジャー外観

補足として明記するが、量産の場合はこのような方法は行わないことが多い。金型内に2部品を加工し1部品のみ成形を行うと、圧力など金型にかかる負荷のバランスが悪いからである。更に摺動部分などにも影響を与え、金型寿命などを考えると望ましくはない。

4.2 中板を金型に取り付ける

中板に長穴（幅2.9長さ4）を4か所設けている。（図6参照）金型にはφ3のピンを4本取り付け、このピンに中板の長穴をはめ合わせることで、金型に取り付けた。長穴にした理由は、以下のとおりである。

- ① 丸穴に丸いピンを取り付ける場合は全周が当たるため、はめあいの精度が厳しくなる。
- ② 半径方向に長穴を配置したので、中板の収縮率が変化しても問題なく取り付けが可能となる。

なお取り付けのピンは固定側に配置し、金型開閉の振動や加減速の影響を受けないよう設計している。



図10 取り付ける前（図左）と後（図右）

4.3 五角形の入れ子の加工

コースターの形状は五角形であり、入れ子も五角形となる。そうするとフライス加工などを行うときに、バイスなどで固定することが困難である。

今回は、まず、ワイヤーカットで五角形の入れ子の外側を加工しておく。次に、ワイヤーカットでポケット加工深さ半分の厚みで五角形のスペーサーを作成する。（幅や長さは入れ子より数mm小さくし

ておく。）これを入れてから、可動側型板に五角形の入れ子を取り付ける。この方法により、固定や位置出しは問題なく行うことができる。また、入れ子はスペーサーの厚み分高さが高くなるため、PLよりも下の部分まで加工することが可能である。（図11に断面図を、図12に写真を示す。ただし、実際には可動側型板には直方体の入れ子を組み込んでおり、その直方体の入れ子の中に五角形の入れ子を組み込んでいる。）

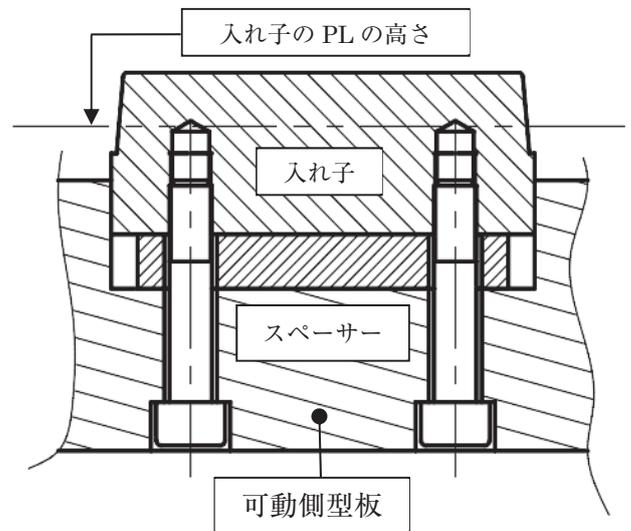


図11 加工時の断面図

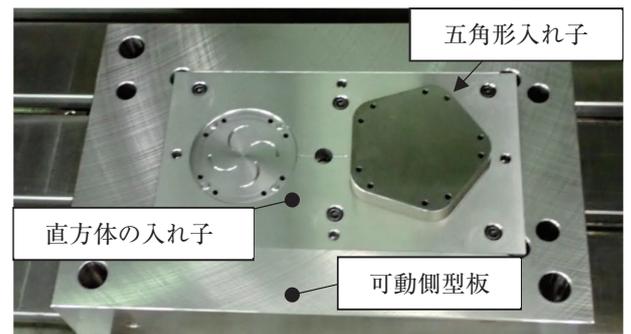


図12 加工前の写真

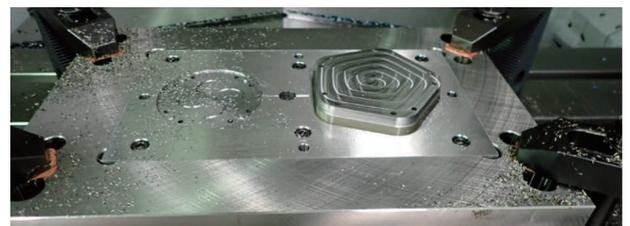


図13 加工途中の写真

5. 成形にて不具合が発生した点

5.1 ガス逃げ

図14は、2次成形で途中までプラスチックを流した写真である。成形品下側にゲートを配置している。製品中央に中板があるため、白い矢印に沿ってプラスチックが流れる。すると最後に空気の逃げる場所がなくなり、ひどいウェルドが発生した。(青矢印部) 紙をはさんだ2枚の中板の隙間に、空気が逃げると予想していたのだが、違ったようである。

そのため固定側の入れ子に製品と同じ高さでピンを配置し、そこから空気が逃げよう対策をとった。図15は成形品の固定側の拡大写真である。丸い線が、組み込んだピンの跡である。ピンより外側(写真では上側)では、ウェルドは残っているが目立つほどではない。ピンの内側では、ガス逃げが行われなため、ウェルドが目立つのがわかる。ピンを組み込む前は、可動側と同じような状態であった。

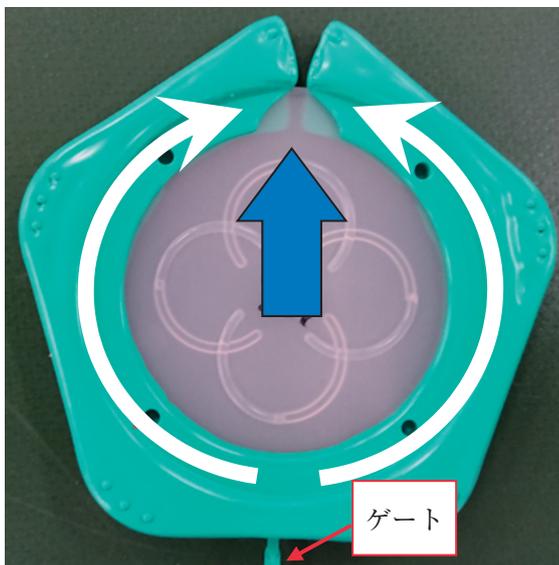


図14 プラスチックの流れ



図15 固定側に組み込んだピンの跡



図16 可動側のウェルド

図16は、成形品の可動側の拡大写真である。可動側は対策を取らなかったため、ウェルドが溝状になってかなり目立つが、裏面なのでそのままとした。また文字を加工したため、対策は困難と思われる。

5.2 収縮の違いによる変形

2次成形では、五角形のコースターは冷却により収縮し、中板はもともと常温のため収縮しない。中央部が収縮せずに周りの五角形が収縮するため、図17の方向に反りが発生した。この状態でテーブルの上に置くと、本来はテーブルと隙間ができるはずであった中央部が当たってしまい、座りが悪くガタガタと安定しない。金型内での冷却時間を極端に長くすれば、反りが少なくなるが現実的ではない。そのため五角形部分の高さを2mm増やし、形状変更することで対応した。

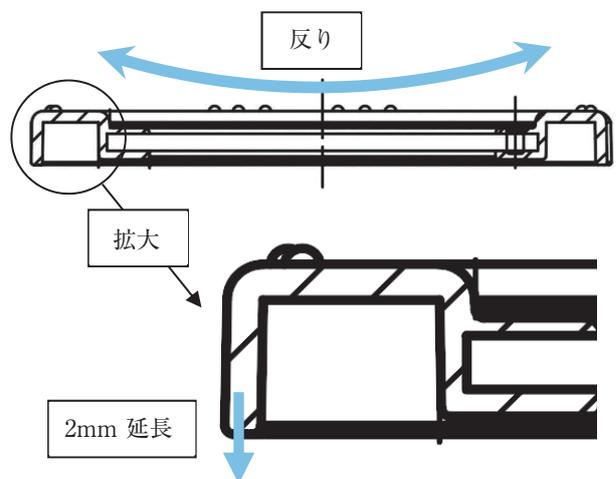


図17 成形品断面図と拡大図

6. あとがき

私が在籍していた当時、実践 CAD/CAM 技術科を 3 名で担当していた。しかし私以外の 2 名が同時に転出した直後の金型製作だったため、いろいろな作業が重なり、とても大変であった。他の科を担当する機械系講師のサポートにより、なんとか金型が完成したと記憶している。当時の機械系講師の皆さま、および訓練生に感謝申し上げます。

新型コロナによる休講や私自身の転勤もあり、私にとって実践 CAD/CAM 技術科における最後の担当金型となった。また成形品のコンセプトなどを私から提案したこともあり、記憶に残る金型のひとつである。現在所属する千葉職業能力開発促進センターでは設備として射出成形機はなく、私自身も金型に関することは一切行っておらず、当時の成形品を見ていると少し寂しい気持ちもある。

実践 CAD/CAM 技術科では、多数の金型の製作を担当させていただいたが、その中から 6 つの金型をピックアップして書かせていただいた。金型製作の際に、何かの参考としていただけると幸いである。

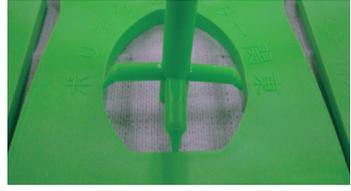
【参考】

- ①実践 CAD/CAM 技術科での金型製作 第 1 回
(16期生：スマホスタンド) (2024年 1 号)
- ②実践 CAD/CAM 技術科での金型製作 第 2 回
(22期生：コンセントキャップ) (2024年 2 号)
- ③実践 CAD/CAM 技術科での金型製作 第 3 回
(25期生：缶キャップ) (2024年 3 号)
- ④実践 CAD/CAM 技術科での金型製作 第 4 回
(26期生：バインダー・イン・バインダー)
(2024年 4 号)
- ⑤実践 CAD/CAM 技術科での金型製作 第 5 回
(27期生：パスホルダー) (2025年 1 号)

【付録】

なお、今回の金型製作のシリーズでは紹介できなかった他の金型の成形品および工夫点を別表に示す。

表：他の金型の成形品と工夫点

成形品の写真	工夫点など
①ペンケース 	ワイヤーカットでコアのはめあいを作製。 (17期生)
②SD カード入れ 	ワイヤーカットでコアのはめあいを作製。 (18期生)
③ゴム鉄砲 	就職による早期修了者多数のため、5 名で作製。 (20期生)
④3 猿クリップ 	各成形品を組み立てるためのはめあいの調整。 (21期生)
⑤スマホスタンド追加工 	サブマリンゲートの加工。 (23期生)