

# 1 3 少量生産に対応する射出成形用簡易金型製作の検討

佐々木憲吾, 田平公孝, 下原伊智朗

Examination of the simple die production for injection molding corresponding to small lot production  
SASAKI Kengo, TAHIRA Kimitaka and SHIMOHARA Ichiro

The injection molding method is suitable for mass production of plastics. The metal die for this process has high durability, but production cost is also high. Because the resin type mold production cost is cheaper than a metal mold, the die using the resin which mixed metal powder abundantly is used. However, there were some problems.

In this research, we have improved that the problem of the long molding cycle time by the low thermal conductivity and the release characteristics from the mold.

The mold temperature was low and the molding cycle time was shortened by the appropriate placement of cooling plumbing.

キーワード：射出成形, 簡易金型, 少量生産

## 1 緒 言

プラスチック成形で最も多く用いられる射出成形法は、大量生産が可能である。その金型は一般に高価で、耐久性は数十万ショットと高い。しかし、アイデア商品の見本作成といった、個人もしくは小さな企業からの試作生産、小ロット生産では高価なものとなり、不向きである。

そこで、近年の消費者ニーズの多様化に伴い、少量多品種生産に対応するための金型製作技術が必要となる。その方法のひとつとして樹脂製簡易金型がある。これは、マスターモデルに金属粉を含有した液状の熱硬化樹脂を流し込み、形状を転写して型として使用するものであり、安価に型製作できる技術として知られている<sup>1)</sup>。しかし、樹脂を用いた型であるため問題点も多い。その中で今回は、成形品の離型性の問題や成形サイクルの問題について検討した。

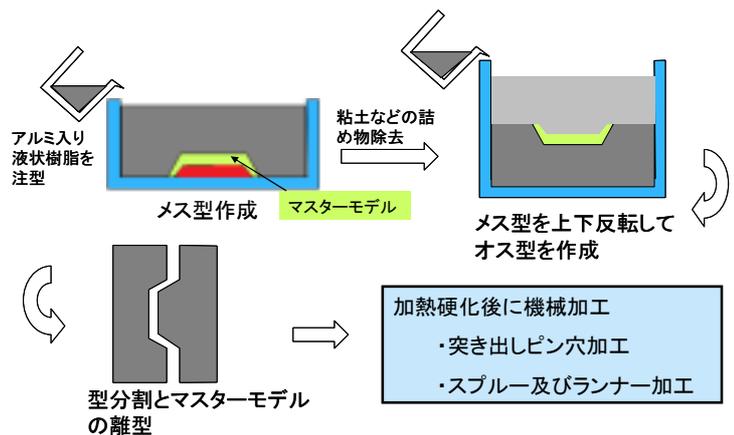
## 2 検討課題

### 2.1 問題点の検討

ここで用いる型成形用の樹脂は、熱硬化性のエポキシ樹脂に微細なアルミニウム粉末を高充填した配合物であり、射出成形時の圧力と温度に耐えられる強度を有している。図1に製作方法と特徴を示す。

この方法により、簡易金型（樹脂型）を製作し、成形トライを行ったが、成形時の離型性、金型温度に問題が生じる。まず、離型性に関しては、マスターモデルの脱型の際、モデルの型離れが悪く、パーティング面を荒らしてしまったことが原因と考えられる。

### 【簡易金型の製作方法】



### 【樹脂型の主な特徴】

- 1. マスターモデルからの直接転写なので、形状寸法や表面性状の再現性に優れる
- 2. 従来型に比べ1/2~1/3の製作コスト
- 3. 従来型より短時間で製作できる

図1 樹脂製簡易金型の製作方法

次に金型温度については、金属粉を多量に含有しているとはいえ、材料が樹脂であり熱伝導率が低く、金型から熱が逃げにくいために温度が上昇し、製品が冷却できず、離型にも影響を与えている状態であった。

これらの問題を解決するため次の検討を行った。

離型性： 適正な離型剤の選定，機械加工によるマスターモデルの表面性状の改善などによる離型性の向上  
 金型冷却： 金型内に冷却管を組み込み冷却することによる射出成形サイクルの短縮

### 3 検討結果

#### 3.1 離型性の向上

マスターモデル脱型の際の型離れを改善する目的で，下記の離型剤を選定した。

1. ポリビニルアルコール (PVA) 系
2. 透明液状タイプ
3. 固形ワックス

PVA 系は，水/アルコール溶媒に高分子を溶かしたものである。厚い皮膜が形成されるが，乾燥時間が数時間を要する，塗布の仕方によって皮膜の厚さにむらが生じる，さらには乾燥後皮膜が剥がれやすいなどの結果となった。

透明液状タイプは，有機溶剤を用いており粘性が低く，ABS 製マスターモデルの表面からややはじきやすく塗布部にムラが生じる傾向があった。

固形ワックスは気温が低いと固く扱いにくい，暖めると塗布性もよくなった。厚い膜が均一に形成され，乾燥する必要がないことから，この離型剤を用いることとした。

#### 3.2 金型冷却効果

成形時の金型温度上昇を抑えるために，樹脂を流し込んで型成形する際に，冷却水を流すパイプ (φ12mm) を埋め込み一体成形することとした。

また，マスターモデルの脱型時に，パーティング面のかげが生じて製品の離型に影響を与えられた。そこで，今回の型製作では，脱型後にパーティング面を研磨し，表面仕上げを施した。

このような手順で冷却配管を施し製作した簡易型 (写真1) により成形を行い，ショットごとの温度上昇を測定した。

配管は金型キャビティの形状を考慮して，図2のような配置とした。また，温度測定位置も合わせて示す。成形条件は以下のとおりである。

- 射出時間：2.7sec
- 保圧時間：5.3sec
- 冷却時間：40sec
- サイクルタイム：約 55sec

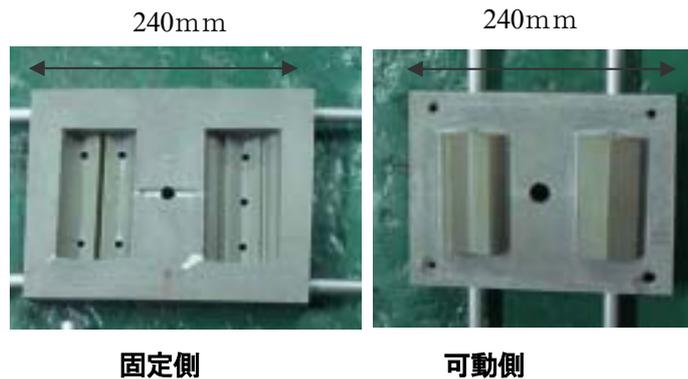


写真1 冷却管を埋め込んだ簡易金型

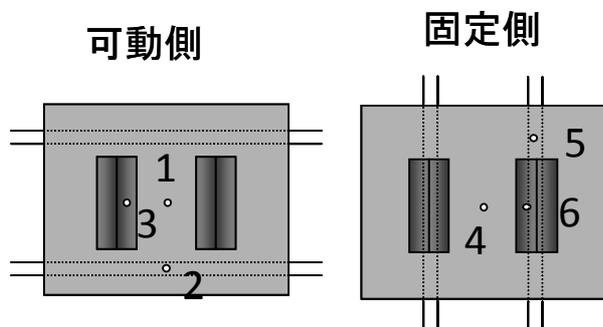


図2 金型冷却配管と表面温度測定位置

冷却水を流した場合と流さない場合とでそれぞれ射出成形を行い，5ショットごとに金型成形面の温度を表面温度計により測定した。冷却水温度は20℃とした。図3に測定結果を示す。

1と4は金型の中心のスプルーの位置である。溶融した樹脂が直接接触する部分であり，可動側，固定側共に60℃付近で比較的温度が高い。冷却ありと冷却なしの金型温度を比較すると，差は5℃程度であり大きな違いはみられなかった。これらは金型の中心部分にあり，冷却配管からの距離が遠く冷却の効果が少なかったためと考えられる。

配管真上の測定点2と5の場所では，冷却配管の効果が大きく30℃から40℃の範囲に抑えられている。可動側と固定側で温度が異なるのは，金型表面から冷却配管までの距離の違いによるものと思われる。冷却水を流した場合は，ない場合に比べ10℃以上温度が低下している。

測定点3と6はキャビティ及びコアの成形品面の上の位置にある。3と6では表面温度及び冷却の有/無の場合でかなり差が生じた。3は表面温度約50℃で冷却の有/無の違いが少ない。3は金型のキャビティでパーテ

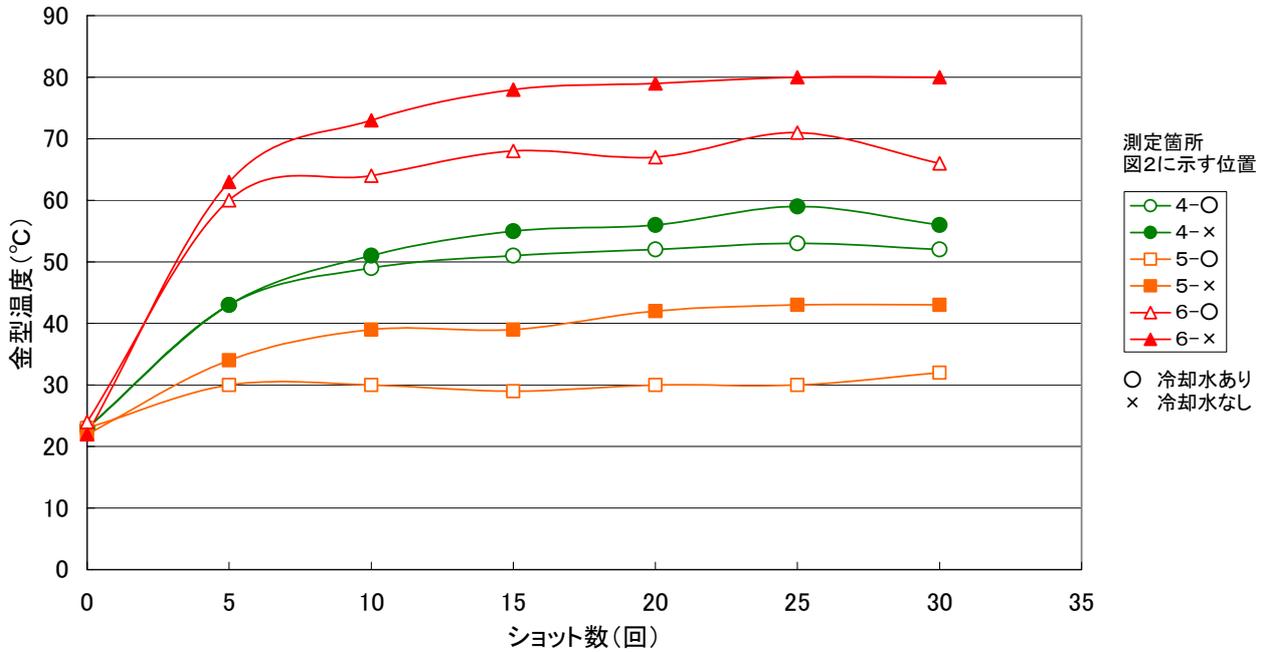
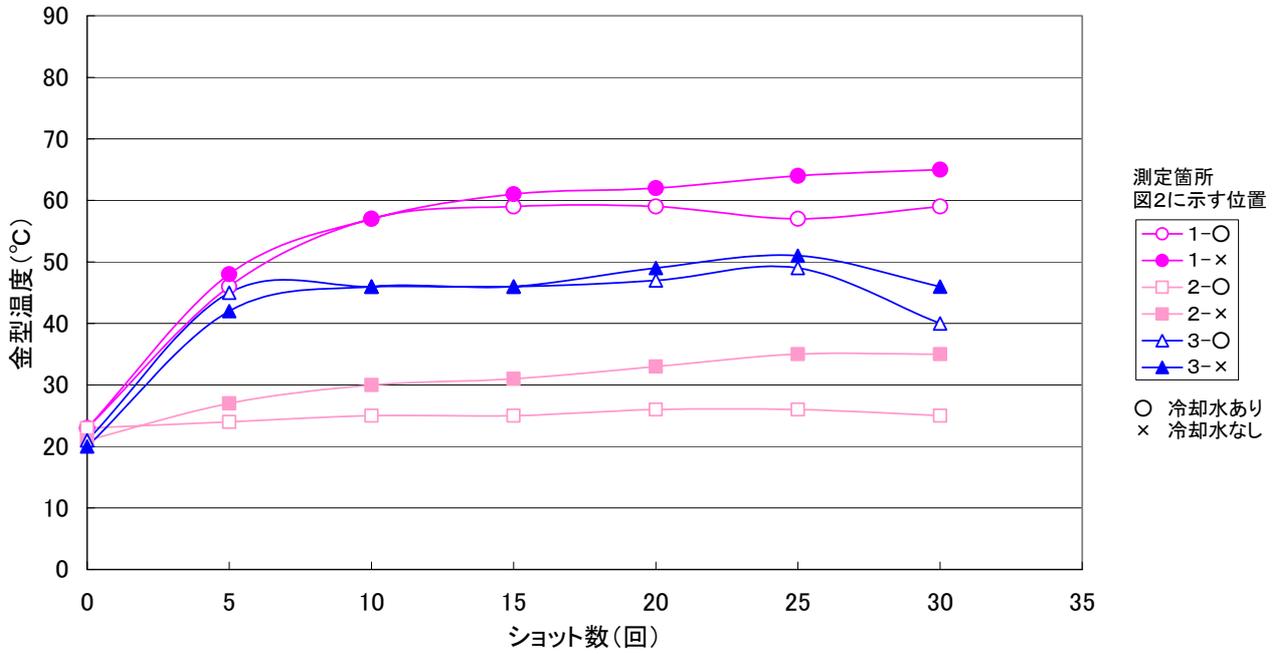


図3 金型温度測定結果 (上:可動側 下:固定側)

イング面から凹んだ部分である。そのため、キャビティの底から裏側のモールドベースの金属までの距離が短く、裏側に向かう熱の拡散がよかったためと考えられる。反対に6では表面温度が70～80℃まで上昇している。6はパーティング面から突き出した形状であり、配管までの距離が長い。そのため熱拡散が低かったものと考えられる。しかし、冷却配管の効果は最も大きく最大で14℃の差がみられる。

金型表面から金属のモールドベースまでの距離が近い場合はあまり金型表面温度が上昇せず、冷却配管の有無

の影響が少ないが、モールドベースまでの距離が長い場合は冷却の効果が大きいことがわかった。

成形ショット数に関して冷却の有無で比較すると、冷却ありでは15ショット目からは、ほぼ横ばいとなり、安定した金型温度が保たれている。一方、冷却なしの場合、徐々にではあるが、30ショットにおいてもさらに温度が上昇していく傾向が見られる。今回の測定は成形回数30ショットまでであるが、成形を繰り返すとさらに温度の上昇が懸念される。また、サイクルタイム減少のために、冷却時間を短くするなどの成形条件の変更を

行った場合にも温度が上昇すると考えられ、冷却水配管の効果は大きくなるものと思われる。

今回の成形では、前回の成形で問題となった離型性は改善されており、冷却なしの場合でも特に問題は生じなかった。これは、冷水を流していなくても配管用の穴と金属パイプを金型に設けたことにより、放熱の効率が向上したこと、今回の組付けでは樹脂型とモールドベースの密着性が改善され、冷却効果が改善されたこと、パーティング面の仕上げにより離型の抵抗が少なくなったことなどが原因として考えられる。これらのことにより、成形サイクルは前回の約2分に比べ、45秒に改善することができた。

### 3.3 金型冷却配管位置の検討

今回配置した冷却配管の効果を検証するために冷媒の温度分布のシミュレーションを実施した。

冷却効果を見るために冷却水をほとんど流さない状態での冷媒の温度分布を図4に示す。

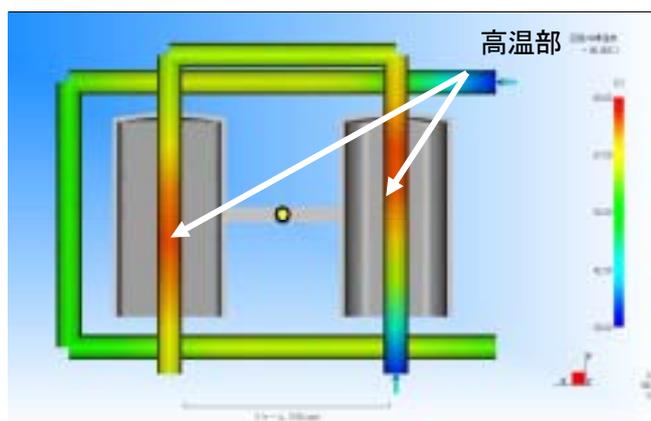


図4 冷媒温度のシミュレーション結果

固定側に配置された製品形状に沿った冷却配管では、冷媒が金型の熱を吸収した表示がなされている。それに対し、可動側に配置された製品形状を囲むように配置された冷却配管では、冷媒があまり金型の熱を吸収していないことが観察される。

そこで、可動側の冷却配管を製品形状に沿わせた場合の可動側の冷媒温度分布を検討した。図5に示すように

固定側のみならず可動側の冷媒がよく熱を吸収していた。このことから、冷却配管形状を見直した効果が観察される。

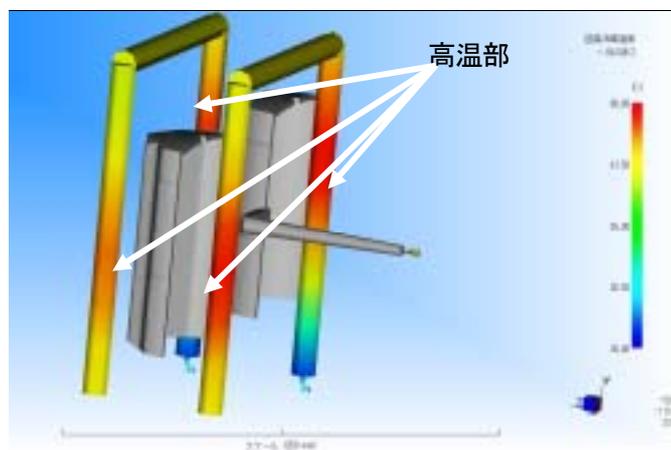


図5 改善された配管での冷媒温度分布

## 4 結 言

本研究では、射出成形の小ロット生産用として、水冷配管を設置した簡易樹脂金型を製作し、離型性、成形サイクルの向上を検討した。

- (1) 水冷配管の冷却効果は、配管に近い部分に限定されていた。
- (2) モールドベース自体が樹脂型の温度上昇を抑制する効果があることが認められた。
- (3) 離型材の選定とパーティング面の後加工により離型性を改善することができた。
- (4) これらの工夫により、これまで約2分の成形サイクルが45秒に改善した。

なお、この検討結果は石田プラスチック株式会社からの受託研究において行った成果を報告するものである。

## 文 献

- 1) 石川淳夫：プラスチック加工技術 vol. 16, No. 5, 1989