

プラスチック射出成形におけるガス対策に関する研究

－ガス対策用エジェクタピンの最適化－

阿部治・山田博之・西村通喜・長田和真・水越彦衛*1

Study on Improvement of Trouble due to Resin Decomposition Gas in Plastic Injection Molding - Optimization of Gas Venting Ejector Pins -

Osamu ABE, Hiroyuki YAMADA, Michiyoshi NISHIMURA, Kazuma OSADA and Hikoe MIZUKOSHI*1

要 約

プラスチック射出成形加工におけるガス対策として、エジェクタピンを活用したガス排出方法（ガス対策用エジェクタピン）を共同研究企業が考案した。これはエジェクタピンにスリットを入れ、射出成形時に樹脂が到達する直前までエジェクタピンを突出させることにより、スリットからガスを排出する新技術である。実際の射出成形機でガス汚れの低減効果は確認しているが、金型内部でのガスの流れや最適なスリット形状や配置等について理論的に解明されていない。本研究では、流体解析や流体可視化実験等により理論的な裏付けを行い、効果的にガスを排出するための条件を明らかにする。今年度は、金型内のガスの流れを確認するために、共同研究企業で実際に射出成形を行っている製品をもとに、射出成形金型のアクリルモデルを作製した。またコンピュータシミュレーション（流体解析）を活用し、ガス対策用エジェクタピンの挿入位置を変えた場合の金型内のガスの流れを確認した。その結果、ゲート部で流路が急激に細くなることで圧力が上昇することがわかり、ゲート手前にガス排出用エジェクタピンを設置することが効果的であることがわかった。

1. 緒 言

プラスチック射出成形加工では、射出成形時にガス化した樹脂成分や添加剤が金型に付着し、成形を繰り返すと堆積する。ガス汚れと呼ばれるこの金型上の堆積物が、製品（成形品）側に付着すると、外観不良等の原因となる。また金型自体もガス汚れにより開閉が困難になったり、可動部が動かなくなったりする。現状の対策としては、定期的に金型を洗浄するしかないが、成形機を停止して、人手をかけて洗浄するため、効率が悪くコストがかかっている。そのため、プラスチック射出成形加工においてガス対策に関する要望は多く、「ガス発生抑制」、「発生したガスの排出」、「金型に付着したガス汚れの洗浄」、「成形品に付着したガス汚れの検査」といった各段階において対策が求められている。当センターでも、各段階における課題を解決すべく、これまで研究に取り組んできた¹⁾⁷⁾。

上記の「発生したガスの排出」のために、射出成形機のエジェクタ制御を利用したガス抜き工法（以下、ガス

対策用エジェクタピンと記す）を、共同研究企業が開発し、特許を取得した（特許第 6152372 号）。このガス対策用エジェクタピンを使用した場合のガス汚れの低減については、実際の射出成形機で確認されているが、金型内部でのガスの流れや最適なエジェクタピンの配置等についての理論的な裏付けが乏しい。本研究では、金型内部でのガスの流れについて流体解析や可視化実験等により理論的な裏付けを行い、ガス排出の効果を最大限に発揮するための、設置条件等を明らかにする。既存のエジェクタピンを、ガス対策用エジェクタピンに交換するだけでガス対策が可能となるため、本工法を県内射出成形企業に普及できれば、ガス対策を安価に実現でき、品質向上・競争力強化に貢献できる。

2. 実験方法

2-1 ガス対策用エジェクタピン

実際の射出成形では、加熱シリンダ内で樹脂が加熱・溶融される際にガス発生する。このガスは、射出・充填される樹脂に押し出され、樹脂よりも先に金型内に流入する。このガスを排出するガス対策用エジェクタピンの

*1 株式会社道志化学工業所

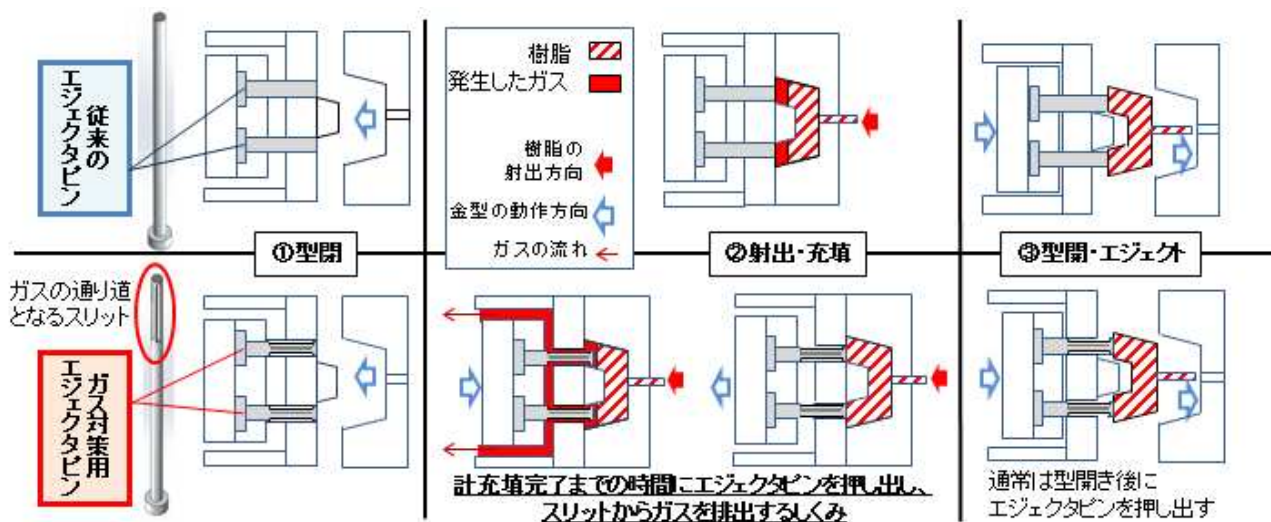


図1 ガス対策用エジェクトピンの動作のしくみ

動作のしくみを図1に示す。エジェクトピンは、射出成形後に成形品を金型から取り出す際に突出させるのが通常の動作である。一方、ガス対策用エジェクトピンは、エジェクトピンにスリットを入れ、射出・充填時に樹脂が到達する直前までエジェクトピンを突出させることにより、スリットからガスを排出する新技術である。多段エジェクト制御が可能な射出成形機であれば、既存のエジェクトピンをガス対策用エジェクトピンに交換するだけでガス対策が可能となるため、非常に安価である。

2-2 金型内のガスの流れの可視化

金型内のガスの流れを確認するために、共同研究企業で実際に射出成形を行っている製品をもとに、射出成形金型の亚克力モデルを作製した。キャビティ（製品）および亚克力モデルの形状を、図2および図3にそれぞれ示す。また作製した亚克力モデルを図4に示す。

(a) , (b) および (c) の位置にφ5 mmのエジェクトピンが挿入できる構造とし、ゲート部の直径は約1 mmとした。今後、このモデル内に煙または微粉末等を流し込み、緑色レーザを照射しながら高速度ビデオカメラで撮影することにより、金型内の実際の流れを可視化する計画である。

2-3 金型内のガスの流れのシミュレーション

亚克力モデルを使用した流れの可視化では、実験できる形状やエジェクトピンの設置条件に限られる。そこで、コンピュータシミュレーション（流体解析）を活用し、様々な条件での金型内のガスの流れを確認することとした。

実際の射出成形では、金型内にガスが高速で流入した後に、熔融した樹脂が流入する。流体解析を行う場合には、流体部の体積が時間的に変化し、流速も速くなることから流体解析が複雑となる。そこで、はじめに、射出

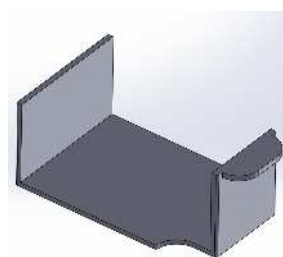


図2 キャビティ（製品）の形状

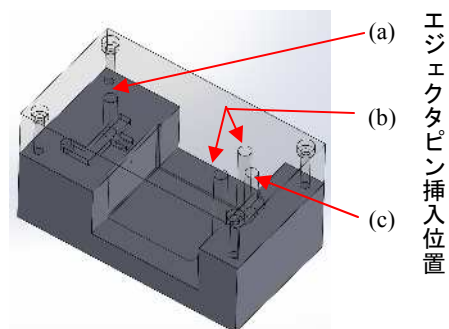


図3 アクリルモデルの形状（可動側のみ半透明表示）

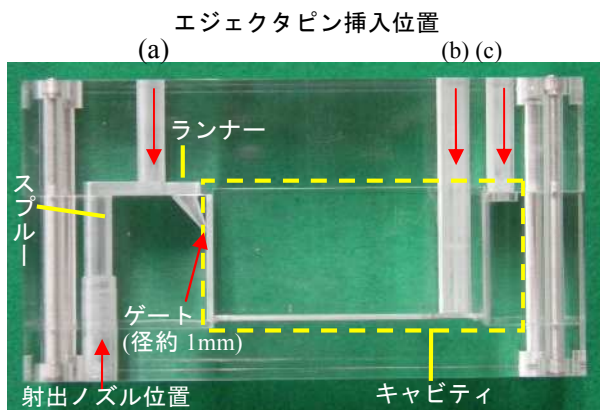


図4 作製した亚克力モデル

・充填の初期段階における金型内の気体が、ガス対策用エJECTAピンにより排出される様子について流体解析を行った。使用したソフトウェアは ANSYS CFX 18.1 である。エJECTAピンの挿入位置は図3および図4に示す (a), (b) または (c) とし、樹脂の充填による流体部の体積変化は考慮せず、ガスが射出速度に応じて金型内に流入する定常解析とした。なお本製品は、スクリー径 36 mm の射出成形機において射出速度 30 mm/s で射出・充填されており、射出速度を 1/100, 1/10, 1/5, 1/3, 2/3 および 2 倍にした場合についても解析を行った。

3. 結果と考察

3-1 金型内のガスの流れのシミュレーション

ガス対策用エJECTAピンの挿入位置を変えた場合の流体解析結果を以下に示す。図5に射出速度を変えた場合の金型入口（射出ノズル位置）での最大圧力を、図6に射出速度 30 mm/s の場合の流線と圧力を示す。

図6に示すように、エJECTAピン挿入位置が (a) の場合には、金型内への流入速度（射出速度）を大きくしても金型入口の圧力に大きな変化はなかったが、(b) および (c) の場合には流入速度の増加とともに金型入口の圧力が上昇した。これは図5に示すように、ゲート部で流路が急激に細くなることで圧力が上昇するためであり、(a) の場合のようにゲート手前にガス排出用エJECTAピンを設置することが効果的であることがわかった。

本解析ではガス対策用エJECTAピンの突出量およびスリットの角度は一定の条件で行った。今後はこれらの条件を変化させた場合についても流体解析を行い、最適なエJECTAピン設置条件について検討する。

また、実際の射出成形では金型内にガスが高速で流入した後に、熔融した樹脂が流入する。このことを流体解析に反映し、流体部の体積が時間的に変化する場合の解析を簡便に行う方法についても今後検討する。

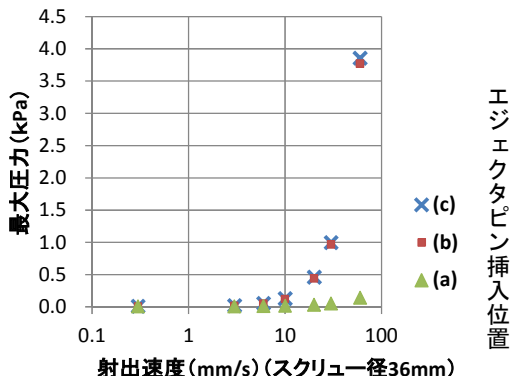
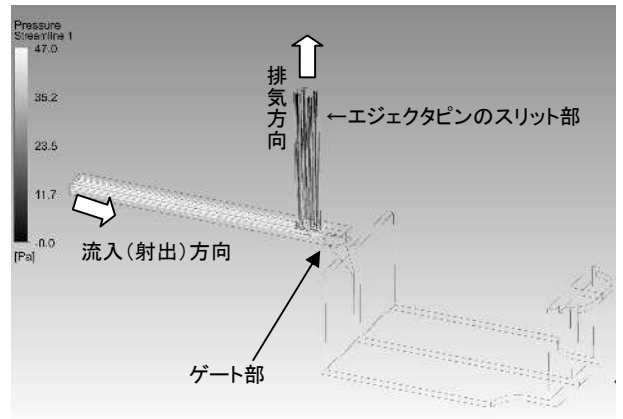
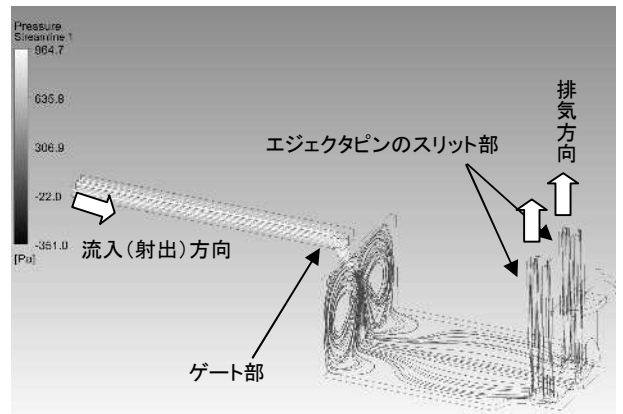


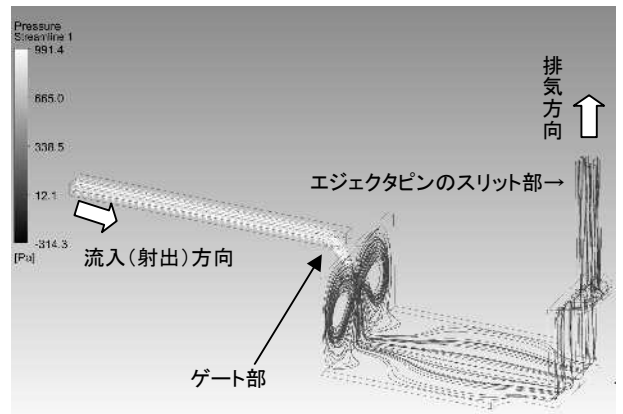
図5 金型入口での最大圧力



ガス対策用エJECTAピン挿入位置(a)の場合



ガス対策用エJECTAピン挿入位置(b)の場合



ガス対策用エJECTAピン挿入位置(c)の場合

図6 射出速度 30 mm/s の場合の流線と圧力

4. 結言

金型内のガスの流れを確認するために、共同研究企業で実際に射出成形を行っている製品をもとに、射出成形金型の亚克力モデルを作製した。

またコンピュータシミュレーション（流体解析）を活用し、ガス対策用エJECTAピンの挿入位置を変えた場合の金型内のガスの流れを確認した。その結果、ゲート部で流路が急激に細くなることで圧力が上昇することがわかり、ゲート手前にガス排出用エJECTAピンを設置

することが効果的であることがわかった。

参考文献

- 1) 西村通喜, 他: プラスチック射出成形時におけるガス発生要因に関する研究, 平成 19 年度山梨県富士工業技術センター研究報告, pp.17-21 (2008)
- 2) 高尾清利, 他: 射出成形金型のガスベント洗浄技術及び装置の開発 (第 1 報), 平成 19 年度山梨県富士工業技術センター研究報告, pp.13-16 (2008)
- 3) 寺澤章裕, 他: 射出成形金型のガスベント洗浄技術及び装置の開発 (第 2 報), 平成 20 年度山梨県富士工業技術センター業務・研究報告, pp.21-24 (2009)
- 4) 寺澤章裕, 他: プラスチック射出成形におけるガス成分付着による外観不良対策の研究 (第 1 報), 平成 23 年度山梨県富士工業技術センター業務・研究報告, pp.66-71 (2012)
- 5) 寺澤章裕, 他: プラスチック射出成形におけるガス成分付着による外観不良対策の研究 (第 2 報), 平成 24 年度山梨県富士工業技術センター業務・研究報告, pp.35-41 (2013)
- 6) 山田博之, 他: プラスチック射出成形加工における金型のレーザ洗浄に関する研究 (第 1 報), 平成 25 年度山梨県富士工業技術センター業務・研究報告, pp.63-66 (2014)
- 7) 山田博之, 他: プラスチック射出成形加工における金型のレーザ洗浄に関する研究 (第 2 報), 平成 26 年度山梨県富士工業技術センター業務・研究報告, pp.82-87 (2015)