

プラスチック射出成形におけるガス対策に関する研究（第2報）

－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 (2nd Report)

- Optimization of Gas Venting Ejector Pins -

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

要 約

平成 29 年度の成果からガス対策用エジェクタピン（ガス抜きピン）はゲート手前に設置するのが効果的であることがわかった。平成 30 年度は、一般的なガス対策技術として、金型の最終充填部やランナーエンドにガスベントを設けることが多いため、ゲート手前に設置したガス抜きピンとガスベントのガス排出効果の比較を目的とし、流体解析を行った。その結果、ゲート手前のガス抜きピンからは約 9 割のガスが排出され、金型入口の圧力が大幅に減少することがわかり、ガスベントよりもガス排出効果が大きいことが確認できた。またガス抜きピンは樹脂が到達する直前まで前進させることでガスを排出するが、成形現場では、通常のエジェクタピンからガス抜きピンに交換するだけで、前進させないという使用方法も行われている。この場合においても、エジェクタピンと金型の隙間からのガスの排出および金型のガス汚れの低減が観察されている。その確認のために、ガス抜きピンを前進させない場合についても流体解析を行った。その結果、通常ピンではガスはほとんど排出されないが、ガス抜きピンに交換するだけで 6 割弱のガスが排出されるようになり、ランナーエンドに設置したガスベントと同程度の効果が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。その対策として発生したガスを効率的に排出させるために、射出成形機のエジェクタ制御を利用したガス抜き工法（ガス対策用エジェクタピン、以下ガス抜きピンと記す）を、共同研究企業が開発し、特許を取得した（特許第 6152372）。このガス抜き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。

既報¹⁾では、ガス抜きピンはゲート手前に設置するのが効果的であることがわかった。本報では、一般的なガス対策技術として、金型の最終充填部やランナーエンドにガスベントを設けることが多い²⁾³⁾ため、ゲート手前に設置したガス抜きピンとガスベントのガス排出効果の比較を目的とし、金型内のガスの流れについて流体解析を行った。

2. 実験方法

2-1 金型内のガスの流れの流体解析

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。このような場合について厳密に流体解析を行うと、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、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し、ガスベントやガス抜きピンから排出される様子について流体解析を行

*1 株式会社道志化学工業所

った。使用したソフトウェアは ANSYS CFX 19.1 である。解析に使用した図 1 に示す製品は、スクリー径 36 mm の射出成形機において射出速度 30 mm/sec で射出・充填されているため、流入速度 $\pi \times (36/2)^2 \times 30 = 30536.3 \text{ mm}^3/\text{sec}$ で空気が流入する定常解析とした。そのため断面形状が 5.2 mm×2.5 mm の金型入口において、流入速度 $30536.3 / (5.2 \times 2.5) = 2348.9 \text{ mm}/\text{sec}$ を定義した。

2-2 ガスベントとの比較

図 1 に示すキャビティ形状の金型に、最終充填部およびランナーエンドのガスベント、およびゲート手前のガス抜きピンを組み合わせた計 4 モデル (図 2) について流体解析を行い、各モデルにおけるガス抜きピンおよびガスベントからの排出割合を調べた。標準的なガスベントの深さは最大 0.05 mm 程度⁴⁾であるが、本解析では収束性の向上のため 0.25 mm とした。なお図 3 に示すようにガス抜きピンの直径は 5 mm であり、先端から 0.6 mm の位置からガス排出用のスリットが設けてあり、ガス抜きピン全体を 1 mm 前進させている。

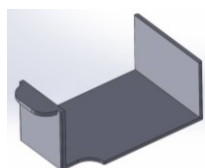
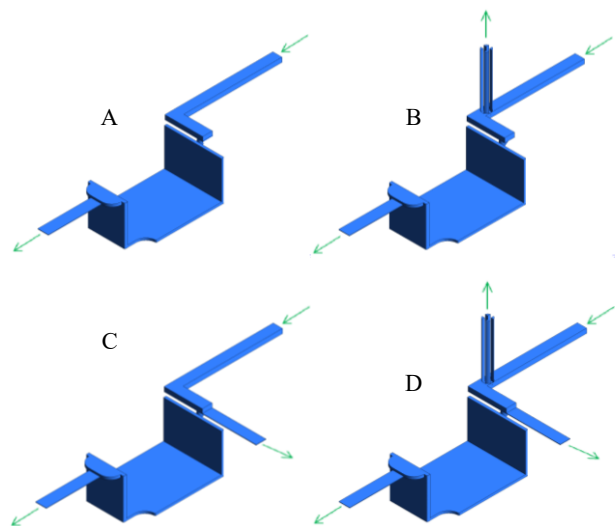


図 1 キャビティ (製品) の形状



- A: 最終充填部のガスベントのみ
- B: 最終充填部のガスベント+ゲート手前のガス抜きピン
- C: 最終充填部のガスベント+ランナーエンドのガスベント
- D: 最終充填部のガスベント+ゲート手前のガス抜きピン+ランナーエンドのガスベント

図 2 ガスベントとの比較のための流体解析モデル

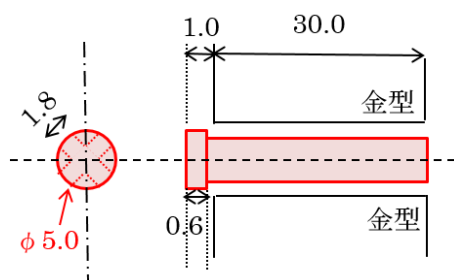


図 3 ゲート手前のガス抜きピンの前進の様子

2-3 ガス抜きピンを前進させない場合の効果

ガス抜きピンは樹脂が到達する直前まで前進させることでガスを排出するが、成形現場では、通常のエジェクタピン (以下、通常ピンと記す) からガス抜きピンに交換するだけで、前進させないという使用方法も行われている。この場合においても、実際の射出成形機においてガス抜きピンからのガスの排出、および金型のガス汚れの低減が観察されている。エジェクタピンと金型の隙間からはわずかにガスが排出されるが、ガス抜きピンの場合には隙間の先にスリットがあるため、通常ピンよりも排出効果が大きくなると考えられる。このことを確認するために、エジェクタピンを前進させない場合について流体解析を行った。図 4 に示すように、ゲート手前に通常ピンまたはガス抜きピンを設置した解析モデルについて流体解析を行い、最終充填部のガスベントとのガス排出割合を調べた。標準的なエジェクタピンと金型の隙間は 0.015~0.03 mm 程度⁵⁾であるが、本解析では収束性の向上のため 0.05 mm とした。図 5 にエジェクタピンと金型の隙間の様子を示す。またガスベントの深さは 2-2 節と同様に 0.25 mm とした。

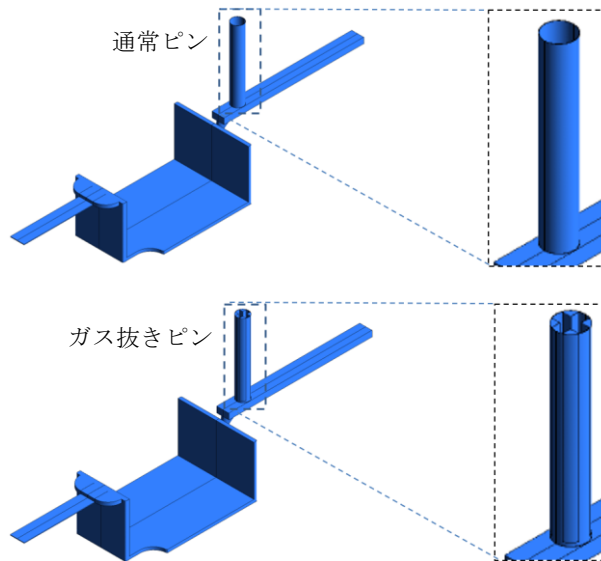


図 4 前進させない場合の流体解析モデル (上: 通常ピン, 下: ガス抜きピン)

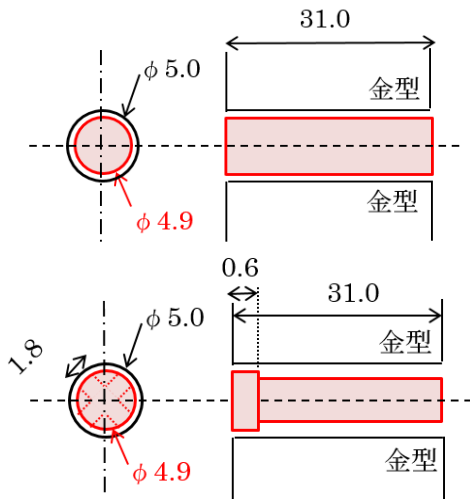


図5 エジェクタピンと金型の隙間の様子
(上：通常ピン，下：ガス抜きピン)

3. 結果

3-1 ガスベントとの比較

図6に各解析モデルでのガスの排出割合と金型入口の平均圧力の解析結果を示す。また図7に各解析モデルでの流線と圧力の解析結果を示す。モデルCの結果からランナーエンドのガスベントから約6割のガスが排出され、金型入口の圧力はモデルAの約1/5まで減少することがわかった。一方、モデルB、Dの結果から、ゲート手前のガス抜きピンからは約9割のガスが排出され、金型入口の圧力はモデルAの約1/50にまで大幅に減少することがわかった。この結果から、ゲート手前に設けたガス抜きピンのガス排出効果が、ガスベントよりも大きいことが確認できた。

3-2 ガス抜きピンを前進させない場合の効果

図8にエジェクタピンを前進させない場合のガスの排出割合と金型入口の平均圧力の解析結果を示す。また図9に各解析モデルでの流線と圧力の解析結果を示す。ガ

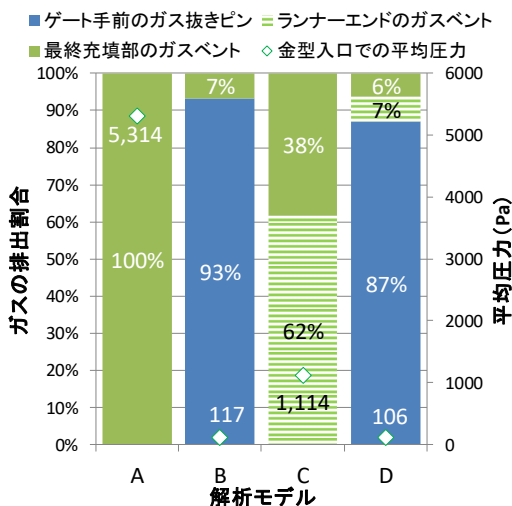


図6 ガスの排出割合と金型入口の平均圧力の解析結果

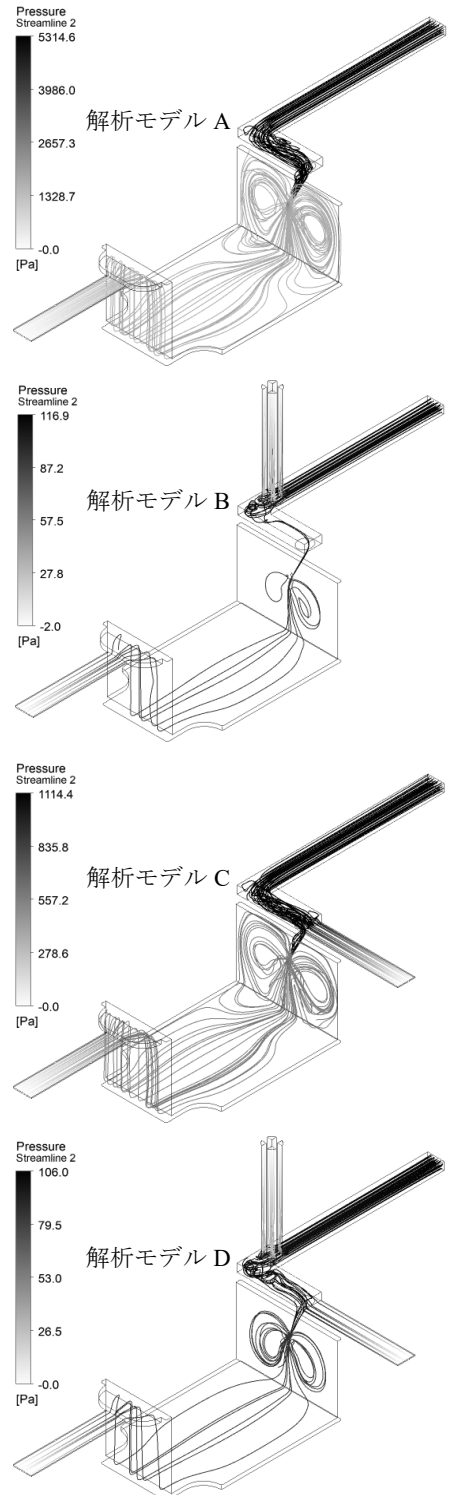


図7 流線と圧力の解析結果
(上から解析モデル A, B, C, D)

ス抜きピンと金型の隙間からのガスの排出は、通常ピンではほとんどないが、ガス抜きピンに交換すると6割弱のガスが排出されるようになることがわかった。ガスの排出割合および金型入口の平均圧力の結果からは、図6で示したランナーエンドにガスベントを設置する場合と同程度の効果があることがわかった。

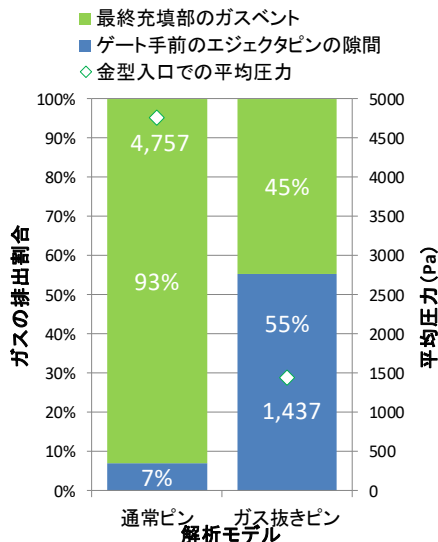


図8 エジェクタピンを前進させない場合の解析結果

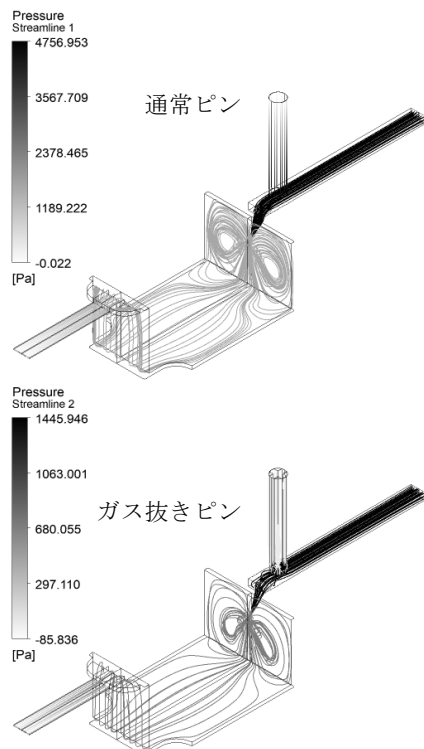


図9 流線と圧力の解析結果
(上：通常ピン，下：ガス抜きピン)

4. 考察

本解析では収束性の向上のため、ガスベントの深さおよびエジェクタピンと金型の隙間を大きくした条件で流体解析を行った。そのため本来よりもガスの排出が多い条件での解析となっている。しかし、この条件下においてもゲート手前のガス抜きピンからの排出効果が大きいことがわかった。ガスベントの深さが標準的な0.05 mm程度の場合には、ガスベントからのガスの排出がさらに抑制されるため、ガス抜きピンのガス排出効果がより顕著になるとと思われる。

エジェクタピンを前進させない場合の効果についても、通常ピンの場合には、本来の条件よりもガスの排出が多くなる条件となる。にもかかわらず、エジェクタピンと金型の隙間からはガスがほとんど排出されなかった。そのためガス抜きピンに交換するだけでガス排出効果が高くなることが確認できた。しかし、ガスの排出割合の解析値の精度を上げるためには、ガスベントの深さおよびエジェクタピンと金型の隙間を本来の大きさにした流体解析を行う必要があり、収束性を向上させることが課題となる。また解析だけでなく実現象を確認する必要もあるため、流体解析だけではなく、今後は既報りで作製したアクリルモデルを用いて可視化実験を行うとともに、実際の射出成形金型に圧力センサを組み込み、ガス抜きピンのガス排出効果を確認する予定である。

5. 結言

ガス抜きピンのガス排出効果を確認するために流体解析を行った。その結果、ゲート手前のガス抜きピンからは約9割のガスが排出され、金型入口の圧力が大幅に減少することがわかり、ガスベントよりもガス排出効果が大きいことが確認できた。また通常のエジェクタピンからガス抜きピンに交換するだけで、前進させない場合においても、ガス抜きピンと金型の隙間から6割弱のガスが排出されるようになり、ランナーエンドに設置したガスベントと同程度の効果があることがわかった。

参考文献

- 1) 阿部治, 山田博之, 西村通喜, 長田和真: 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—, 山梨県産業技術センター研究報告, No.1, pp.128-131 (2018)
- 2) 深沢勇: 射出成形加工のトラブル対策 (日刊工業新聞社, 東京), pp.141-142 (2005)
- 3) 廣恵章利, 深沢勇: 実践プラスチック射出成形・下第17版 (日本技能教育開発センター, 東京), pp.181-182 (2009)
- 4) 廣恵章利, 深沢勇: やさしいプラスチック金型第10版 (三光出版社, 神奈川), p.59 (2004)
- 5) 廣恵章利, 深沢勇: 実践プラスチック射出成形・下第17版 (日本技能教育開発センター, 東京), p.183 (2009)