

超臨界発泡射出成形による寸法精度向上に関する研究 — 温度分布計測による箱形成品品の寸法精度についての検討 —

山田岳大* 中野欽章* 小熊広之*

Study on Improvement of Equipment Geometry in Microcellular Injection Molding — Measurement of Temperature Distribution in Microcellular Injection Product —

YAMADA Takehiro*, NAKANO Yoshiaki*, Hiroyuki Oguma*,

抄録

寸法精度向上を図るため、窒素ガスを発泡剤とする超臨界発泡射出成形が注目を集めている。その中で発泡成形における寸法精度向上におけるメカニズム解明が求められている。本研究では、射出容量を変化させ、金型内での冷却完了後に金型から取り出された成形品の温度分布と箱形形状の寸法精度について検討を行った。その結果、射出容量低下は、金型から取り出された発泡成形品における温度の低下及び、温度分布均一化につながり、寸法精度の向上が明らかになった。一方、極端な射出容量低下は、流動末端部において不均一な温度分布となり、ソリ量が増加した。

キーワード：超臨界流体，窒素ガス，射出成形

1 はじめに

自動車や電気製品のプラスチック部品では、寸法精度の向上が求められている。プラスチック射出成形においては、ヒケ、ソリといった寸法精度に悪影響を与える要因があり、これらの問題を解決する新技術の確立が急務となっている。そこで無機ガスを超臨界状態にして樹脂に含浸させ、射出成形を行う技術に注目が集まっており、発泡により樹脂に内圧力を与え、収縮を防ぎ、ヒケ、ソリを抑止する試みが行われている¹⁾。発泡成形における変形の1要素として金型内での冷却完了後に取り出された後の大気中での放熱過程による変形が挙げられる。この変形は金型から取り出された成形品の温度分布と大きな因果関係があると言われている²⁾。そ

ここで、本研究では、射出容量を変化させ、金型内での冷却完了後に金型から取り出された成形品の温度分布と箱形形状における寸法精度について検討を行った。

2 実験方法

使用した成形機は、J85EL III-110H-Mucell 型（型締力 833kN、スクリュ径 32mm）である。微細発泡成形のベース樹脂として、OA機器筐体等に利用されている耐衝撃性ポリスチレン HIPS（M220, 日本ポリスチレン）を使用した。成形品形状を図 1 に示す。高さ45mm、幅75mm、長さ 100mm の箱形形状を作成した。

成形条件は表 1 に示す。発泡剤には、超臨界窒素を使用した。本実験では射出容量の下限をショートショットにならない値に設定をし、上限はバリの出ない値として設定し、その範囲内

* 生産技術部

で射出容量を変化させ実験を行った。

金型内での冷却完了後、取り出された成形品の温度分布計測は、赤外線放射温度測定装置 (TH7102MX, NEC 三栄) を使用して測定した。本実験では成形品のヒケ・ソリ形状を把握するため、形状測定を行った。図1におけるb-b及びc-cの表面をトレースし、これら形状を三次元輪郭形状測定機、(サーフコム 3000A-3DFX (東京精密株)) を用いて測定した。

表1 成形条件

| | | |
|--------------------------|---------------------------------|-----|
| 成形温度 (°C) | 200-200-195-195-195-195-190-180 | |
| 樹脂 | ハイパクトポリスチレン M220 (ジャパンポリスチレン) | |
| 射出率 (cm ³ /s) | 24.1 | |
| 射出容量 (cm ³) | 53.2/54.7/56.3/58.7 | |
| 保圧 (MPa) | 0 | |
| 保圧時間 (s) | 0.04 | |
| 背圧 (MPa) | 15 | |
| 金型温度 (°C) | 30 | |
| 冷却時間 (s) | 40 | |
| 窒素含浸量 (wt%) | - | 0.3 |

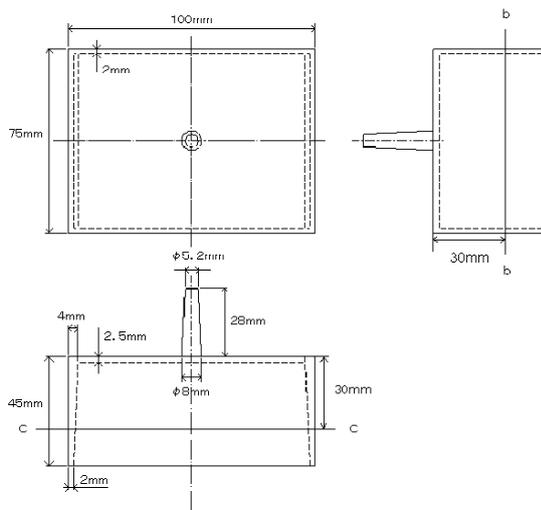


図1 成形品形状

3 実験結果

3.1 射出成形における流動過程

本射出条件において、通常成形におけるショートショット法により箱形キャビティの流れ方を検証し、図2にその流動経過時点における形状のイメージ図を示した。図2④に示は、それぞれの辺をa辺、b辺、c辺と定義する。まずゲート部付近におけるa辺の部分が最初に充填される(①)。続いて、②に示す、短辺であるb辺に樹脂が図中矢印の方向に流れ充填される。b辺が充填しているのと同時にc辺中央部で樹脂の充填が同時進行している。その後③では、先にb辺が充填されることから、c端部からb辺を通過してきた樹脂が図中の矢印の方向に両側から充填し中央部で合さり完成される。よって、a辺を流動初期部、b辺を流動中間部、c辺を流動末端部と定義する。

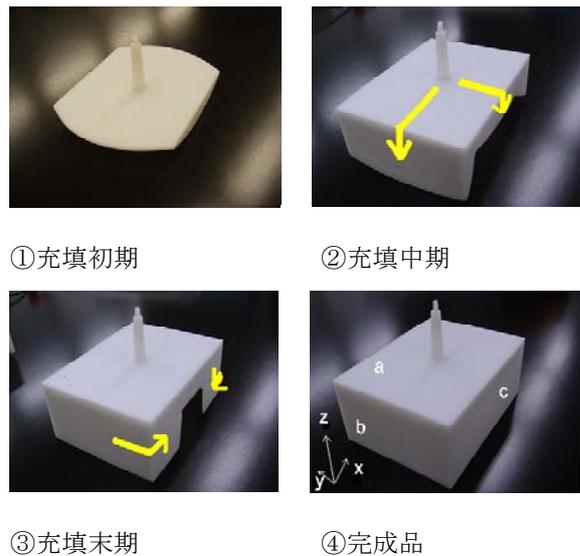


図2 流動過程イメージ図

3.2 微細発泡成形における射出容量変化における寸法精度比較

図3に流動中間部b辺の最大ソリ量と射出容量の関係を示す。54.7cm³を除くと、あまり射出容量の差によって変化がみられないことを確認した。54.7cm³のみ最大ソリ量が低下している。

図4に流動末端部であるc辺におけるソリ量を示す。また図5にc-cにおける製品形状を示す。その結果、射出容量が低下するとソリ量が低下し

ているが 54.6cm^3 を境にソリ量が再び増加していることを確認した。射出容量の変化による変形については射出容量が減少すると、特に中央部の変形が減少している。最も射出容量が低下する 53.2cm^3 で成形した製品は、再びソリが大きく発生している。変形形状に関しては、中央部における変形は少なく、フラットな面が出ているが、縁部付近においての変形が大きくなっていることが特徴である。

3.3 成形品温度分布計測

図6に各射出容量のb辺の温度分布を示す。また図7にb-bで抽出した温度波形を示す。射出容量の低下によって若干の温度低下が観察できるが、ほぼ同様の温度分布となった。図8に各射出

容量のc辺の温度分布を示す。図9にはc-cで抽出した温度波形を示す。流動末端部であるc辺においては、射出容量低下に伴いc辺における平均温度の低下及び端部の局所的な高温部の温度低下がみられる。射出容量が 54.7cm^3 の時は取り出し温度が低温であり、最も均一な温度分布状態になっていることを確認した(②)。一方、射出容量がもっとも低下した 53.2cm^3 では、平均温度及び、端部の温度低下を確認した。しかし、温度分布が不均一になっており、特に端部から中央部に向かう場所の温度勾配が大きくなっている(①)。

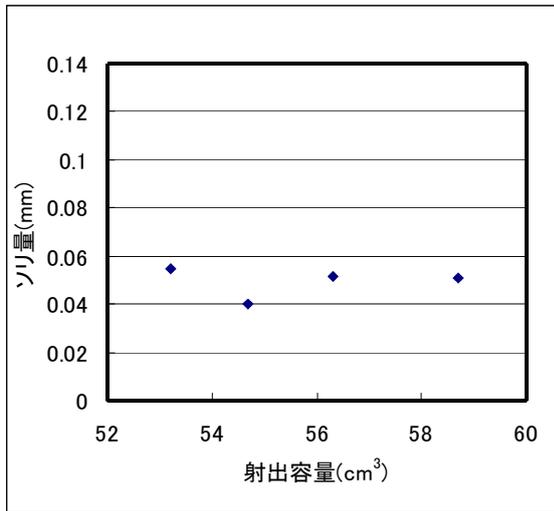


図3 射出容量とb辺におけるソリ量の関係

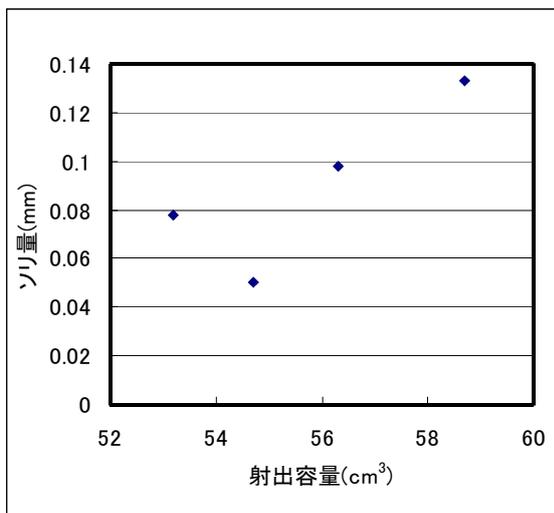


図4 射出容量とc辺におけるソリ量の関係

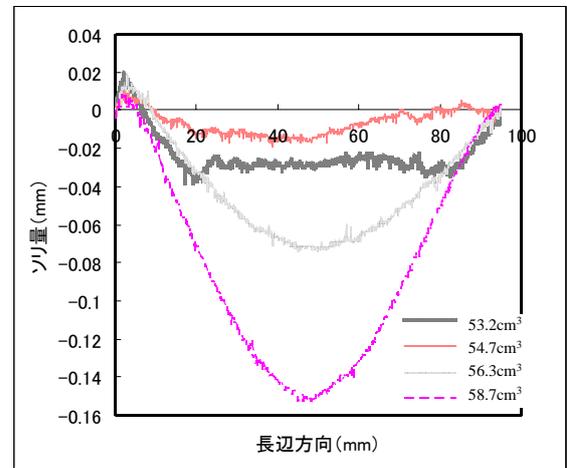


図5 射出容量の違いによる成形品ソリ量の違い (位置: c-c)

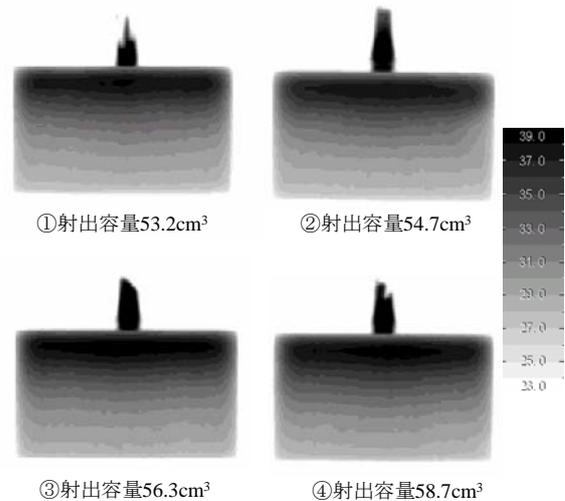


図6 各射出容量における温度分布 (位置: b-b)

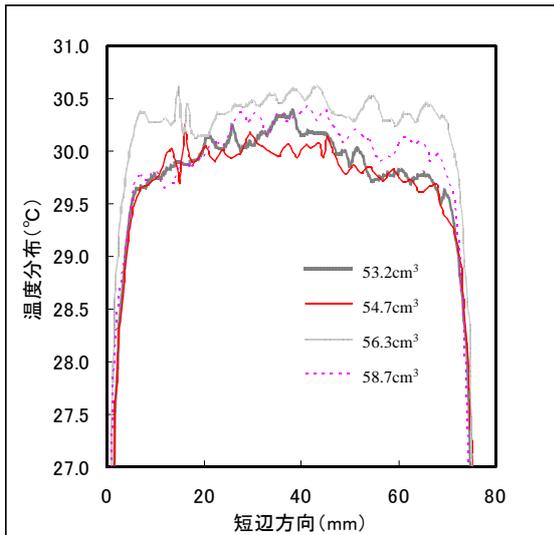


図7 各射出容量における温度波形
(位置：b - b)

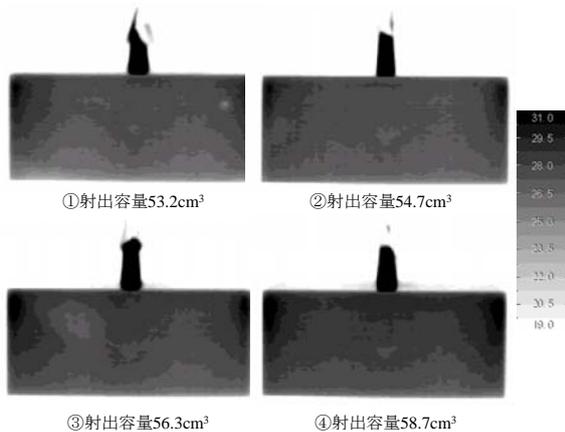


図8 各射出容量における温度分布
(位置：c - c)

その後の大気における放冷過程では、取り出し直後とほぼ同様の分布を保ったまま温度が低下していく過程を確認した。

4 考察

射出容量の減少に伴い、樹脂の平均温度の低下、温度分布の均一性を確認した。その結果、成形品温度が低い状態で取り出されることにより、取り出した後の収縮による変形量の低下及び、温度が均一化され、寸法精度が向上したものと考えられる。もっとも射出容量の低い 53.2cm^3 における成形品では、末端部c辺における温度分布が不均一

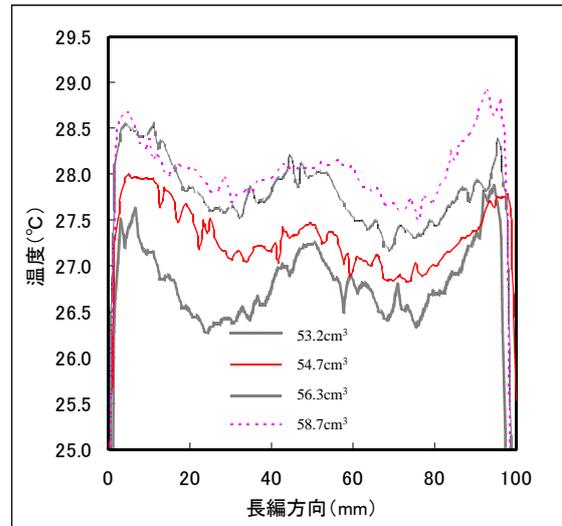


図9 各射出容量における温度波形
(位置：c - c)

であり、特に端部から中央部にかけての温度勾配が大きいことから、成形品収縮速度に違いが大きく、ソリ量が大きく出たものと推察する。

5 まとめ

HIPS 箱形成形における金型冷却後取り出された成形品の温度分布測定を行い以下の知見を得た。

(1) 微細発泡射出成形において、射出容量の低下に伴いソリが抑制されることを確認した。一方、極端な射出容量の低下はソリ増加につながることを確認した。

(2) 微細発泡成形における射出容量低下に伴い取り出し後の成形品温度の低下及び、均一化が確認できた。しかし、極端な射出容量の低下は成形品末端部における温度分布の不均一につながることを観察された。

6 参考文献

- 1) 新保, 発泡成形, 成形加工 16(7), pp.438-440(2004)
- 2) プラスチック製品設計, 成形加工第 89 回講演会資料, pp.43-49 (2006)

謝辞 本研究を遂行するに当たり助言頂いた日本工業大学村田助教授に謝意を表します。