

## 2 タルク含有樹脂の発泡射出成形技術の開発

丸本翼, 田平公孝, 松永尚徳, 佐川洋行

Development of foam injection molding technology for Talc-containing Resins

MARUMOTO Tsubasa, TAHIRA Kimitaka, MATSUNAGA Hisanori, SAGAWA Hiroyuki

In recent years, there has been a growing movement to reduce the use of plastic materials from the perspective of environmental impact. Foam molding, a type of injection molding method, is a technology that enables the reduction of plastic usage without significantly compromising mechanical strength by foaming the molded product with the addition of a blowing agent or by impregnating the resin with gas, thereby providing added value such as heat insulation and sound absorption. The purpose of this study was to clarify the effects of foaming conditions on the foaming state, strength, stiffness, and thermal resistance of polypropylene (PP) containing talc in chemical foaming, and to develop a foaming molding technology that can control these properties.

キーワード：射出成形, 発泡成形, フィラー, タルク, コアバック

### 1 緒 言

近年、環境負荷の観点からプラスチック材料の使用量低減の動きが盛んである。射出成形方法の一種である発泡成形は、発泡剤の添加や樹脂にガスを含浸させるなどして成形品を発泡させることで、機械的強度を大きく損なうことなくプラスチック使用量の低減を可能にし、断熱性や吸音性など付加価値を与えることが可能な技術である。タルクは発泡核剤としての効果を持つフィラーとして知られており、タルクの特性が核剤効果に与える影響も検討されている<sup>1)</sup>。

そこで、本研究では、タルクを配合したポリプロピレン(PP)を対象として、化学発泡における発泡成形条件が材料特性(発泡状態、強度・剛性、熱抵抗)に与える影響を明らかにし、それらの特性をコントロール可能な発泡成形技術を構築することを目的として実施した。

### 2 使用機器・材料

#### 2.1 使用機器・材料

表1に使用した機器・材料を示す。

表1 使用機器及び材料

品名	製造	型番
ポリプロピレン	(株)プライムポリマ	プライムポリプロ J108M
タルク	(株)勝光山研究所	ビクトリライト BBA201 (18 μm)
発泡剤	永和化成工業(株)	ポリスレン EE25C
射出成形機	(株)日本製鋼所	J80ADS-110U
二軸混練押出機	(株)日本製鋼所	TEX30

#### 2.2 コアバック金型

図1に金型の概要図を示す。この金型で得られる成形品は、寸法 80×160 mmの板である。4種類の厚みを持つ板厚調整板を可動側金型の水色の部品に取り付けることで、初期板厚を 1 mmから 12 mmに 1 mmごとに調整できる。成形機のコアバック機能を用いて、最大で板厚 20mm の発泡成形品を得ることができる。かじりを防ぐため、ばねを組み込んだ摺動プレート(図1黄色の部品)を導入した。

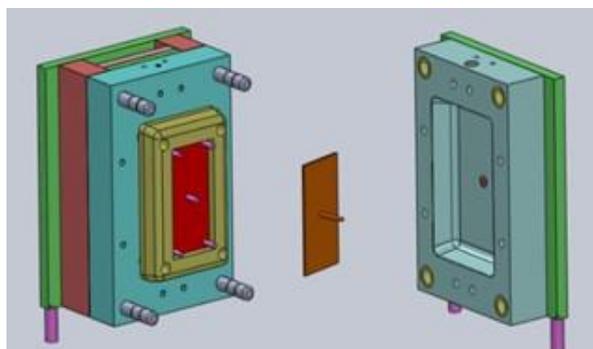


図1 コアバック金型の CAD モデル

### 3 試験方法

#### 3.1 試験片の成形と加工

試験に用いた材料は、PP にタルクを 30w%添加し、二軸混練押出機で押出成形したペレットである。このペレットに発泡剤を添加して射出成形機で各試験に供する板を成形した。発泡剤の割合は 3部 (PP/タルク 100g に対して、発泡剤 3g の割合) 添加を基本とし、曲げ剛性試験及び熱抵抗測定用試験片は板厚の厚い成形品の発泡を安定させるため発泡剤を 5部添加した。表2に基本成形条件を、表3に検討項目を示す。ここで、CB(コアバツ

ク)速度は樹脂を射出した後、金型がコアバックする際の移動速度をいう。

曲げ試験片は寸法 160×15×6mm に加工し、各成形条件で5本を準備した。熱抵抗測定サンプルは非発泡成形品と初期板厚と発泡倍率を変更した 16 水準を用意し、50×50mm の正方形に切り出した。(図2)

表2 基本成形条件

項目	成形条件
シリンダ温度	200℃
金型温度	40℃
射出速度	150mm/s
保圧	25MPa
初期板厚	4mm
発泡倍率	1.5

表3 成形条件の検討項目

項目	成形条件
シリンダ温度	200, 230, 250 °C
CB 遅延時間	0.8, 5, 10 s
CB 速度(発泡倍率2倍)	0.5, 1, 20 mm/s
CB 速度(発泡倍率4倍)	1, 2, 40 mm/s
初期板厚	2, 4, 6, 8 mm
発泡倍率	1.5, 2, 2.5 倍

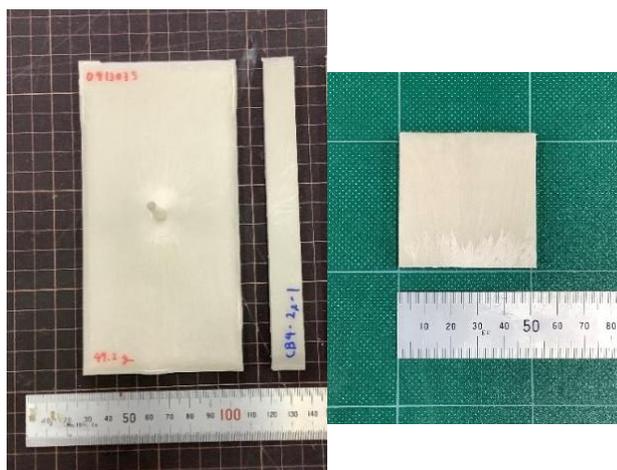


図2 発泡成形品(左), 曲げ試験片(中央)  
熱抵抗測定試験片(右)

### 3.2 強度・剛性・熱特性 評価方法

強度・剛性は JIS K 7171 に準拠した曲げ試験で評価した。板厚は6mmを基準として、どの板厚においても支点間距離は96mmとした。

熱抵抗は JIS A 1412 を参考に、一般的な平板比較法により評価した。

### 3.3 発泡状態 評価方法

発泡の状態は、スキン層厚さと平均気泡径で評価した。成形品の断面をデジタルマイクロスコープ((株)ハイロ

ックス KH-7700) にて倍率 35 倍で撮影し、スキン層の厚さを測定した。また、画像処理フリーソフトの ImageJ を用いて気泡径分布から平均気泡径を求めた。

## 4 試験結果

### 4.1 発泡状態

シリンダ温度と CB 遅延時間を変更した成形品の断面状況を図3に示す。シリンダ温度が高くなると気泡径が大きくなり、CB 遅延時間が長くなるとスキン層が厚くなる傾向が分かる。

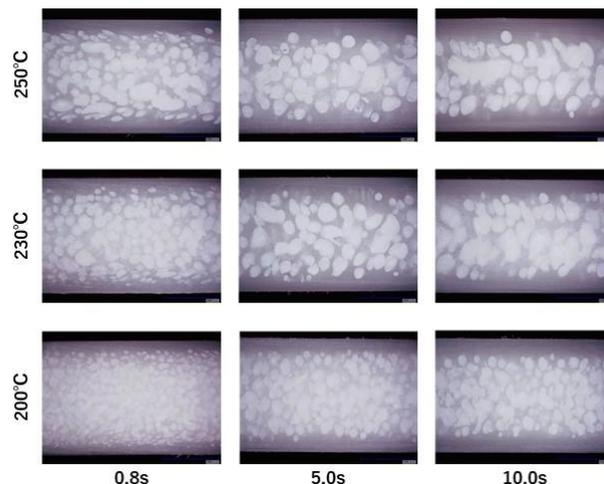


図3 発泡成形品の断面写真

### 4.2 曲げ試験結果

以下に曲げ試験の結果を示す。縦軸に曲げ強さ(MPa)をとり、図4では横軸にスキン層厚さ、図5では気泡径を横軸にした。これらの結果から、スキン層が厚く、気泡径が小さいほど曲げ強さが大きい傾向が分かる。また、シリンダ温度が高温になると、各条件においてスキン層厚さ及び気泡径が小さくなり、曲げ強さが低下していく傾向があった。

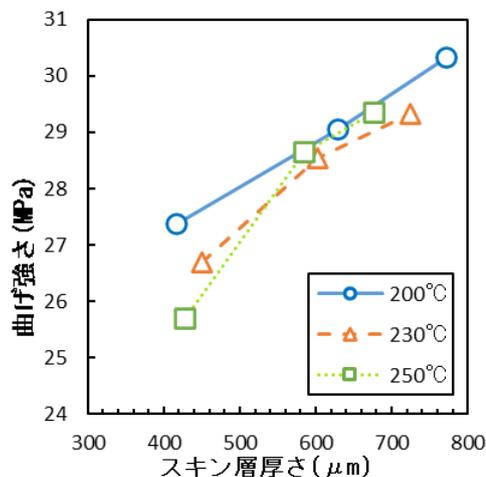


図4 スキン層厚さと曲げ強さの関係

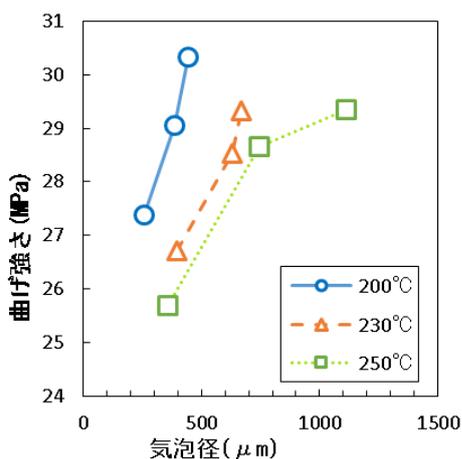


図5 気泡径と曲げ強さの関係

### 4.3 熱抵抗測定結果

図6に熱抵抗の測定結果を示す。塗りつぶしたプロットが非発泡のサンプルであり、白抜きが発泡したサンプルを示す。発泡倍率の増加及び初期板厚の増加に伴い熱抵抗が増加していることが分かる。

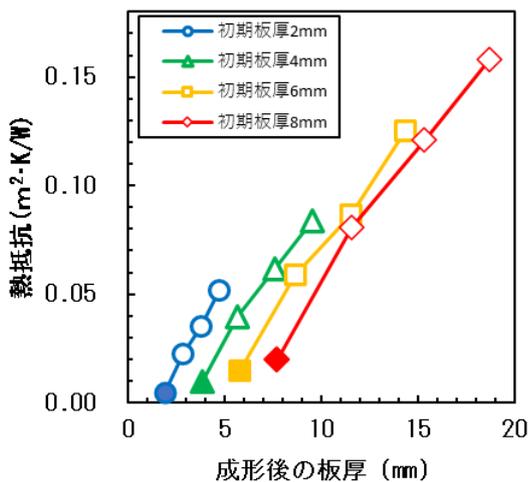


図6 熱抵抗測定結果

## 5 考察

### 5.1 シリンダ温度とコアバック遅延時間の影響

上記結果を踏まえ、射出成形機シリンダ温度とコアバック遅延時間の影響を考察する。スキン層厚さとコアバック遅延時間の関係を図7に示す。これを見ると、コアバック遅延時間が長くなるとスキン層が厚くなる傾向を確認できる。これは発泡する前の溶融樹脂が金型に冷却される時間が増えることで、スキン層が厚くなったと考えられる。シリンダ温度で比較したとき、より高温であるとスキン層が薄くなっていることから、金型から影響を受けていることが分かる。図8はコアバック遅延時間と気泡径の関係を示したものである。シリンダ温度が高温になるにつれ気泡径が大きくなる傾向があり、溶融

樹脂の粘度がシリンダ温度上昇によって低下し、気泡が成長しやすくなったのではないと思われる。

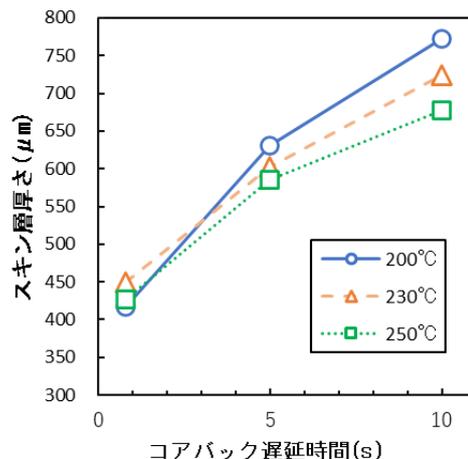


図7 コアバック遅延時間とスキン層厚さの関係

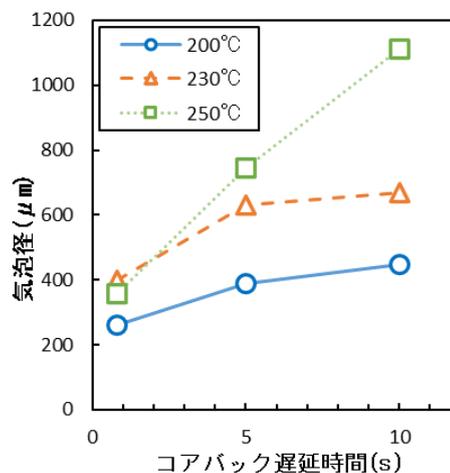


図8 コアバック遅延時間と気泡径の関係

### 5.2 コアバック速度の影響

コアバック速度が機械的強度に及ぼす影響を調べた。

図9に試験結果を示す。左の図を見ると、コアバック速度が速くなるとわずかに曲げ強さの向上がみられる。対して右の図を見ると、曲げ弾性率はコアバック速度が速くなると緩やかに低下している。5.1の結果と併せて考

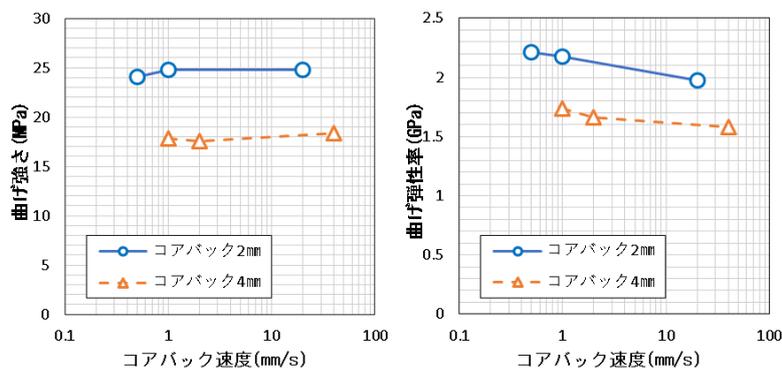


図9 コアバック速度と曲げ強さ・弾性率の関係

えると、コアバック速度が速くなったことによりスキン層が薄く形成されたことで曲げ弾性率の低下につながったのではないと思われる。

### 5.3 初期板厚とコアバック距離の影響

図10においては、同色で塗りつぶされているプロットは、同初期板厚で発泡していないサンプルの曲げ剛性を表している。これを見ると、いずれのサンプルも発泡することで成形品の曲げ剛性が向上できていることが分かる。また、総板厚の増加に伴って曲げ剛性の向上が見られる。

しかし、初期板厚8mmにおいては、2.5倍発泡時(総板厚20mm)でばらつきが多くなった。発泡倍率と気泡径の関係を図11に示す。これを見ると、当サンプル群の気泡径が突出して大きい。これは、均質構造とみなせないほど気泡が大きく成長することで、局所的な発泡構造の影響が大きくなり、結果にばらつきが増大したものと思われる。また、図11は、全体的に発泡倍率の増加に伴い気泡径が大きくなっていることが分かる。さらに、初期板厚が増加しても発泡倍率が同じであると、気泡径はおおむね同じ大きさになることが分かった。

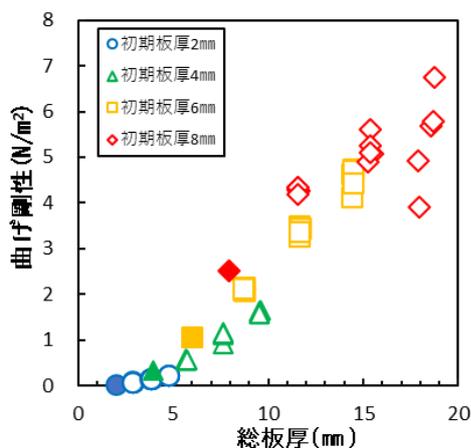


図10 総板厚と曲げ剛性の関係

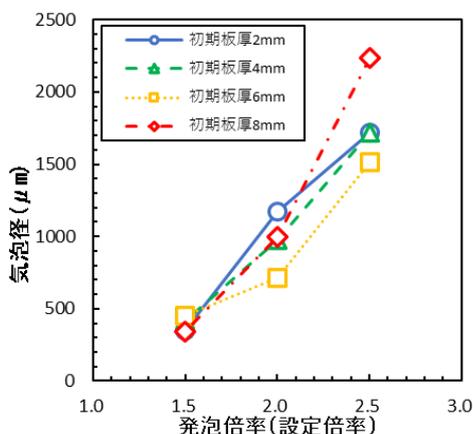


図11 発泡倍率と気泡径の関係

### 5.4 発泡成形による軽量化と断熱性能への効果

図12に熱抵抗と曲げ剛性の関係を示す。初期板厚4mmを2.5倍発泡させた総板厚10mmのサンプルは、曲げ剛性が1.61N/m²で、発泡していない初期板厚6mmのサンプルの場合1.05N/m²であり、発泡成形品の方が曲げ剛性が大きい。このとき前者の総板厚10mmでは熱抵抗が0.0837m²・K/W、初期板厚6mmでは0.0147m²・K/Wであり、発泡成形品の方が熱抵抗も大きい。このことから、発泡成形することで、曲げ剛性を維持しながら、軽量化と断熱性能の向上の効果を得られたと言える。

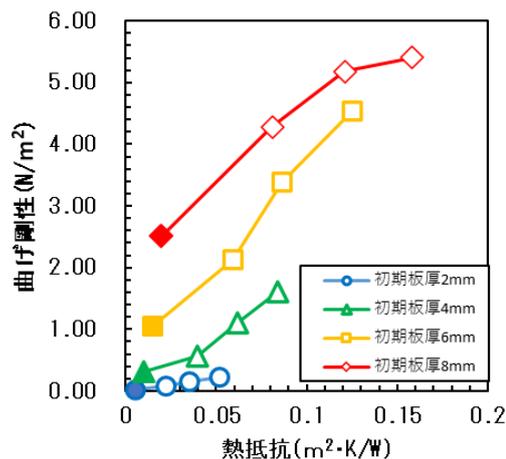


図12 熱抵抗と曲げ剛性の関係

## 6 結 言

以上のことから、次のことが分かった。

- (1) シリンダ温度が高くなると気泡径が大きくなり、コアバック遅延時間を遅くすることでスキン層の厚さが厚くなる傾向が確認できた。
- (2) 発泡成形により、曲げ剛性を維持しつつ軽量効果と断熱性能の向上効果が得られた。

## 謝 辞

本研究の遂行に当たり、株式会社勝光山研究所にはタルクを御提供頂いた。ここに感謝の意を表す。

## 文 献

- 1) 成形加工 第30巻 第7号 P350-355 「発泡成形」