

## ポリスチレン材の高温圧縮成形における空隙と含水率の関係

日大生産工(院) ○星野 来夢 日大生産工 前田 将克  
日大生産工 鈴木 康介 日大生産工(非常勤) 高橋 進

### 1. 緒言

近年、プラスチックは身の回りの様々な分野で使用されている。しかし、年間排出される廃棄プラスチック822万tの内有効利用されているのは710万tであり、残りの112万tは単純焼却か埋め立てに用いられるのみで有効な活用方法が開発されていない<sup>1)</sup>。そこで、本研究ではマテリアルリサイクル方法の一つとして、高温圧縮による板材の成形を検討している。板材成形の過程で内部に空隙が発生することが確認されている。空隙は材料を含水させることで発生し、成形時に上下金型で異なる温度にて加熱することで除去できることが分かっている<sup>2)</sup>。

本報では、ペレット状のポリスチレンを用いた圧縮成形において、板材成形の過程で生じる空隙と含水率の関係について検討した結果を述べる。

### 2. 試験方法

#### 2.1 使用材料

成形後の空隙を観察しやすい透明な汎用ポリスチレンを選定した。スチレンを化学反応の基質とした化合物であり、安価かつ軽量であり、射出成形等の加工性が良好であるため食品用容器や家電製品の外装等日用品の素材として使われている。材料は長さが約2mm、直径が約1mmのペレットを用いた。使用した材料の外観をFig.1 (a)に示す。

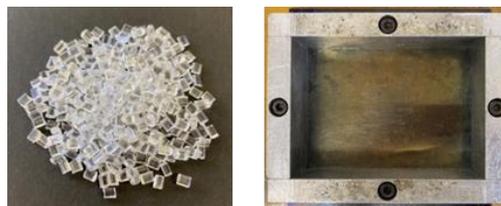
#### 2.2 金型

金型の開口部の寸法は、120×160mmである。金型の深さは、厚い板材の成形を可能とするために、42mmとした。材質はアルミニウム合金を使用した。成形時の板厚を制御するためにディスタンスブロックを使用した。使用した金型をFig.1(b)に示す。

#### 2.3 成形方法

予熱した金型に材料を投入し、アルミニウム合金製のパンチで成形した。また、成形後の冷却時間短縮および成形後の離型を容易にするために、材料の上下に厚さ1mmのステンレス板(SUS304)を挿入した。Fig.2に示すホット

プレス機 AH-2003(アズワン株式会社)に金型とディスタンスブロックを設置して、加熱圧縮する。本報告ではホットプレス機を上下異なった温度で加熱し常温のパンチで加圧する方法とした<sup>2)</sup>。



(a) Polystyrene (b) Die  
Fig.1 Material and die



Fig.2 Hot press

#### 2.4 成形条件

成形板厚は4mmとした。その時の材料投入量は、材料の密度より計算して80gとし、厚さが均一になる様に投入した。下側のヒーターを200℃、上側のヒーターを170℃、成形時間を15分で成形を行った。成形条件をTable 1に示す。

Table 1 Forming conditions

Temperature[°C]			Time [min]	Load [t]
Upper heater	Lower heater	Punch		
170	200	16~26	15	5

2.5 含水方法と含水率の算出 80℃に加熱された恒温槽で4h以上乾燥させた材料をネットに入れ、水が入ったボウルに投入した。24時間含水させ、材料に付着した水分をキッチンペーパーで10分間拭き取った後1時間放置した。その後電子天秤FX-3000i(株式会社AND)により材料の重量を測定し、含水した材料重量とした。含水率は、下式で計算した。ここで乾燥前の重

Relationship voids and moisture content of polystyrene by compression forming in high temperature

Raimu HOSHINO, Masakathu MAEDA, Kousyke SUZUKI and Susumu TAKAHASHI

量と含水後の重量をそれぞれD(g), W(g)として算出した。

$$\text{Moisture content} = \frac{W - D}{W} \quad (1)$$

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 発泡板材成形

平面の仕切り板を金型の中央に設置し、乾燥させた材料40gと含水させた材料40gをその両側に投入し成形した。またΦ60mmの円形の型を用いて型の外側に乾燥させた材料68g、内側に含水させた材料12gを配置し、仕切り板と円形の型は材料を投入後に取り出して成形した。仕切り板および円形の型の板厚は1mmである。成形後の状態をFig.3に示す。Fig.3より含水させた材料を配置した箇所のみ空隙が発生した。材料を投入する際に仕切り板を用いることでより仕切り形状に近い形に空隙を制御することができた。

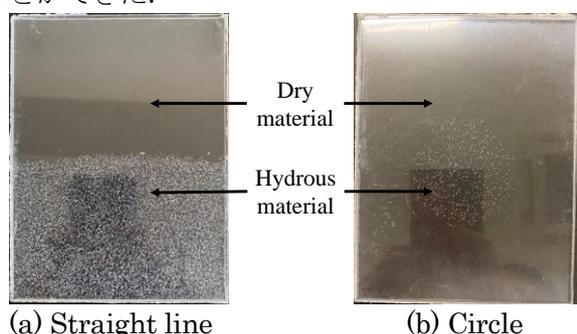


Fig.3 Boundary between different moisture contents

#### 3.2 空隙の量の比較

乾燥させた材料と未乾燥の材料と含水させた材料を用いて含水率の違いによる成形品の状態を Fig.4 に示す。材料の含水率は乾燥材が0%, 未乾燥材が0.08%, 含水材が0.125%であった。面積が100mm<sup>2</sup>あたりの含水量ごとの空隙の発生数を Fig.5 に示す。材料の含水率の増加により空隙の量が増えることが確認できた。3.3 空隙の大きさの計測

材料を乾燥せずに成形した板材と材料を含水させて成形した板材に発生した空隙の大きさと数を計測するために画像解析ソフトのImageJを使用した。乾燥状態の違いによる空隙の大きさと数の関係を Fig.6 に示す。両材料とも空隙の大きさが0.1~0.15mm<sup>2</sup>の時に最も多く、含水率が増加すると面積の大きい空隙が発生していることが分かった。

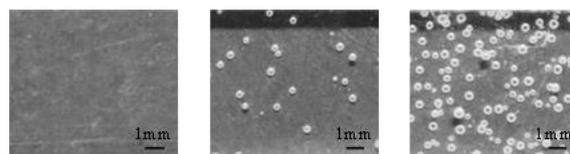


Fig.4 Different of voids from dry conditions

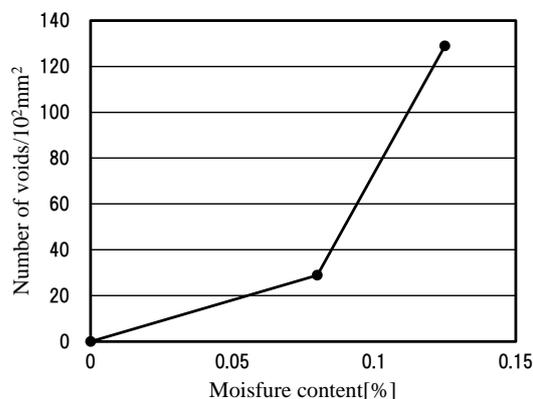


Fig.5 Number of voids at different moisture content

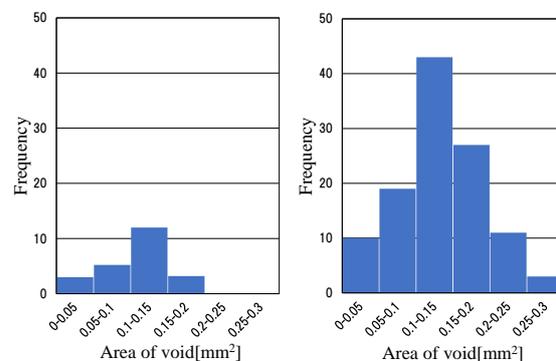


Fig.6 Area of voids

### 4. 結言

- 1) 含水量を変化させた材料を、型内での配置を制御することで、空隙発生形状のデザインが可能となった。
- 2) 含水量が増加すると空隙の数が増加した。
- 3) 含水量を変化させても0.1~0.15mm<sup>2</sup>の空隙の数が最も多かった。

#### 参考文献

- 1) 一般社団法人プラスチック循環利用協会 <https://www.pwmi.or.jp/pdf/panf1.pdf>
- 2) 星野来夢, 高橋進, 鈴木康介: ポリスチレンの高温圧縮における含水率と気泡の関係, プラスチック成形加工学会 第33回年次大会, (2022), E-206.