

リサイクル PS 材の逐次プレス成形

日大生産工(院) ○川嶋将司 日大生産工 高橋進
日大生産工 鈴木康介 アビリティゲート(株)赤松弘一

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 899 万 t の内有効利用されているのは 759 万 t であり、残りの 140 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法が開発されていない。

そこで、本研究では廃棄プラスチックの有効利用率を向上させるマテリアルリサイクル方法の一つとして、高温圧縮成形を用いた板材の成形を検討した。成形した板材には内部空隙が確認され、それらが破断起点となり、板材の強度低下の要因となっていると考えられる。

本報では、ポリスチレン (PS) を用いた圧縮成形において、板材の品質向上を目的とした機械的特性の均一化を逐次圧縮成形方法により検討したので報告する。

2. 高温圧縮成形

2.1 使用材料

本研究では家庭用電化製品のハウジングに多く使われているポリスチレンのリサイクル材を材料として選定した。材料は Fig. 1 に示す大きさ 5mm 程度のフレーク状のものを使用した。

ポリスチレンは、スチレンを化学反応の基質とした化合物であり、安価、軽量、射出成形等の加工性が良好であるため食品用容器、家電製品の外装等の日用品の素材として使われている。



Fig. 1 Recycled polystyrene

2.2 金型

成形用金型を、Fig. 2 に示す。成形部の寸法は、120×160mm である。金型の高さは、厚い板材の成形を可能とするために、42mm とした。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。

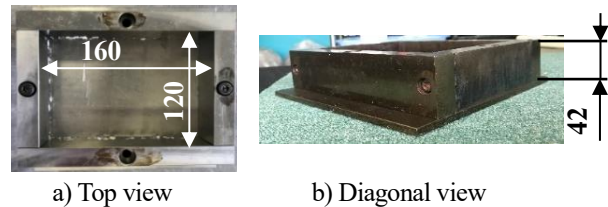


Fig. 2 Forming die

2.3. 成形方法

Fig.3 a)に示す成形前の金型断面図のように、成形温度に加熱された金型内に、PS の密度から計算された質量 80g の PS フレークを入れ、その上からアルミニウム合金製の 11 分割されたパンチをのせる。材料およびパンチが投入された金型を 200°C に加熱されたホットプレス機に設置して、加熱圧縮をする。Fig.3 b)のように板材の中央のパンチから圧縮し、Fig.3 c)のように端へ向かって順に計 6 回圧縮する。一度の圧縮時間は 5 分とし、計 30 分間圧縮した。成形板厚は 4mm とした。

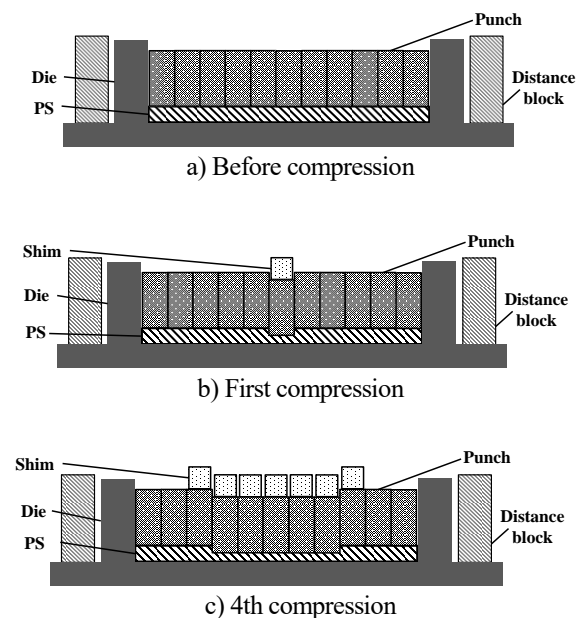


Fig. 3 Forming process

Sequential press molding of recycled polystyrene

Masashi KAWASHIMA, Susumu TAKAHASHI,
Kosuke SUZUKI, and Koichi AKAMATSU.

3. 逐次成形

3.1 成形条件

パンチ 1 つで材料全体をプレスする一括成形方法では、板材中央部の空気が抜けきれず板材内部に空隙が見られた。そこでパンチを 11 分割し、板材中央部から外側へ向かって順にプレスすることで空気を外側へ押し出していく逐次成形方法を考案し、これらの条件で 3 枚板材を作製した。

3.2 成形結果

板材内の 15 ヶ所の板厚をマイクロメータで測定した。成形した板材を Fig. 4 に、平均板厚と標準偏差を Fig. 5 に示す。逐次成形方法の板厚の標準偏差は 0.08mm であり、一括成形方法と比較して 36%減少した。成形後に膨張する大きな内部空隙が減少したためと考える。

板材の内部を CT 装置 (理学電機 (株) 製 TDM1000H-II) を用いて観察した。Fig. 6 に板厚方向中心部の結果を示す。逐次成形方法の板材の空隙率は 11% であり、一括成形方法と比較して 13%減少した。大きな空隙は全体的に逐次成形法により外へと押し出せているが、細かい空隙は押し出されずに残った。板材端部より中央部に大きな空隙が確認された。中央部は十分に加熱熔融される前に圧縮されるため、フレーク間の隙間が埋まらなかったと考える。

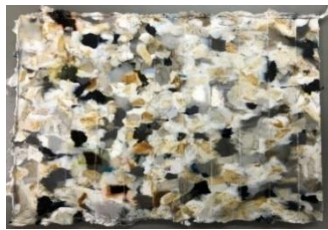


Fig. 4 Plate surface

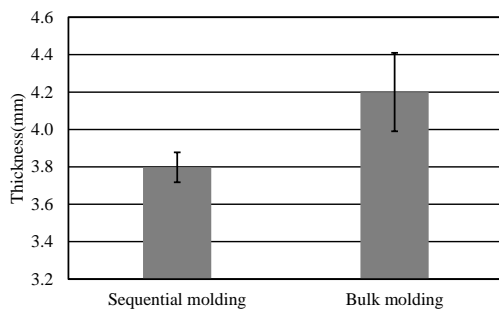


Fig. 5 Average board thickness and standard deviation

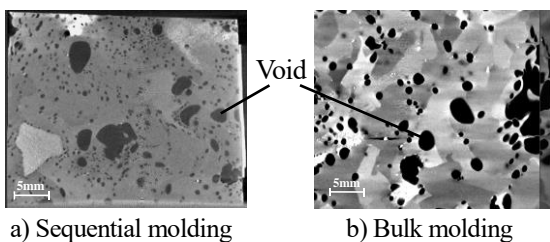


Fig. 6 CT image for each forming method

3.3 曲げ試験

板材の強度評価のために 3 点曲げ試験を行った。試験機は万能材料試験機 (島津製作所 (株) 製 AGX-V) を使用した。試験片の寸法は、JISK7171 を参考に 80×10mm、試験速度は 1mm/min、支点間距離は板厚の 16 倍である 64mm とした。試験片は板材短辺方向、長辺方向の両端 5mm を除いた 150mm を 15 等分して切り出した。試験片の切り出し位置における曲げ強さを Fig. 7 に示す。板材 No.2 の中央部から切り出した試験片は、破断部に大きさが 3mm ほどの空隙が見られたため、曲げ強さが低下したと考えられる。その他の試験片の破断部はフレーク同士の界面に沿うように破断していたが、曲げ強さが約 40MPa の試験片は Fig. 8 に示すように一部フレーク材料を分断するような破断面が確認された、そのため高強度を示したと考える。

一括成形方法の板材の曲げ強さは 24MPa、標準偏差は 11 であったのに対し、逐次成形方法の板材の曲げ強さは 23MPa、標準偏差は 7 であった。板材の曲げ強さの標準偏差が 36%減少した。大きな空隙が削減されたため、曲げ強さが著しく低い試験片がなくなったためであると考えられる。

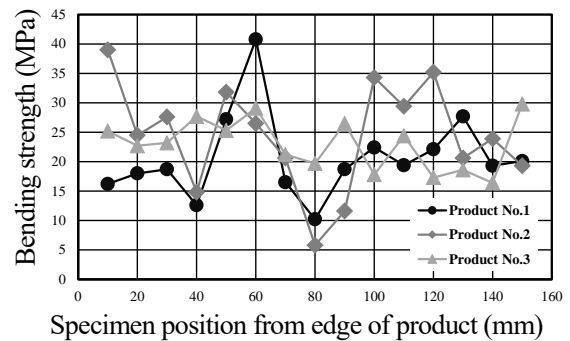


Fig. 7 Bending strength



Fig. 8 Cross section of specimen

4. 結言

フレーク状の PS 材を逐次成形方法により高温圧縮成形したことで、以下の知見を得た。

- 1) フレーク間の空隙内の空気を板材外に排出する事ができたため、空隙率が 13%減少した。
- 2) 完全な空隙除去は出来ず、細かな空隙が板材全体に残存した。
- 3) 曲げ強さのばらつきが 36%減少した。

参考文献

- 1) 一般社団法人プラスチック循環利用協会
プラスチックリサイクルの基礎知識 2019 (2019)
<http://www.pwmi.or.jp/index.php>