

## 落花生莢を適用した複合材料による立体形状のプレス成形に関する研究

日大生産工(院) ○狩野 啓輔 (株)ムロコーポレーション 小谷 俊夫  
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、環境問題の対策として様々な資源の再利用や天然由来の素材の開発及び活用が進められている。地球環境負荷低減の一方策である天然由来の素材の活用としては、木材が多く活用されている。資源の再利用や天然由来の素材という観点から千葉県名産の落花生に着目した。千葉県では落花生が大量に生産されており、2022年度における落花生の全国生産量は約17,500tで、千葉県の生産量は約14,900tと全国の8割を占める。落花生の使用用途としては食用や搾油用として用いられるが、それらに使用されているのは落花生の約63wt%を占める剥き身のみであり、残りの37wt%の莢の部分は産業廃棄物として廃棄されることが多い。

本研究は落花生莢の有効活用方法や実用化の一つとして落花生莢粒子をポリビニルアルコール樹脂(PVA)と水で結合した複合材料を使用して、半球形状のプレス成形を試みた。立体形状の成形品が製作可能となることにより、落花生材料の活用範囲が広がることを考えた。また、生分解性を有する接着剤樹脂を使用しており、環境に優しい。しかしながら、成形品の縁周りの材料密度が低く、それに伴って強度も低下した<sup>2)</sup>。そこで成形品の縁周りの強度向上のために、プリフォーム成形の影響を検討したので報告する。

### 2. 試験方法

#### 2.1 使用材料

落花生莢は千葉県八街市産のものを用いた。莢は水で洗浄し、天日干し(3h)と電気炉(ヤマト科学(株), Fine oven DH42)での乾燥(80°C×6h)を行った。その後、粉砕機(三庄インダストリー(株), NR-08)で粉砕し、水平回転篩機(アズワン(株), SKH-01)により分級した。篩により分級した0.25~0.5mmの落花生莢粒子を用いた。接着剤として、完全ケン化型のポリビニルアルコール合成樹脂(以後PVAとする, V-S20: 日本酢ビ・ポパール社製)の粉末を用いた。

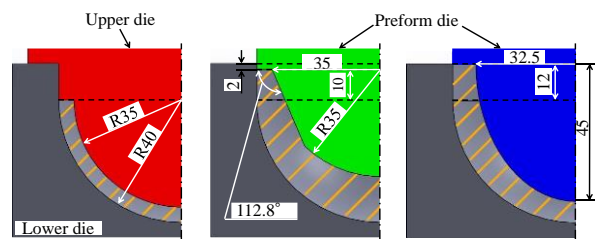
#### 2.2 成形方法

これまでの研究結果<sup>3)</sup>から、落花生莢粒子とPVAと水の質量比を4:1:3にした。立体形状成形品は、外径80mm、内径70mm、肉厚5mmの半球とし、

落花生莢粒子、PVA、常温水の混合物を下型に投入した。混合物の投入量は落花生莢粒子26.7g、PVA 6.7g、常温水20.0gとした。その後、上型を押し当て、ホットプレス機(アズワン(株), AH-2003)に金型をセットし、成形温度180°C、成形時間15minで成形を行った。また、成形前の金型に離型剤としてデュポン・東レ・スペシャルティ・マテリアル製のモリコート®HP-500の塗布を行い、成形を行った。

#### 2.3 成形プロセスの変更

成形時の縁近傍の材料に付加される圧力を増加するために、上型での成形の前に最終形状に近い型でプリフォームすることにより、成形時の材料の密度変化を抑制する工法を考案した。上型とプリフォーム用の型形状をFig.1に示す。



a) Upper die b) Preform die 1 c) Preform die 2  
Fig. 1 Shape of preform and upper die

#### 2.4 プリフォーム方法

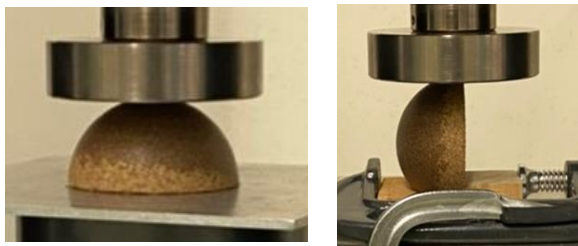
上型の先端部分での成形量を少なくするために、プリフォーム用型での成形では、型を手で回転運動させながら押し込み、材料を移動しやすくした。プリフォーム用型は、樹脂を溶かしながら造形する3Dプリンターを用いて加工した。プリフォーム後、加熱された上型をのせて、ホットプレスによって加工した。

#### 2.5 成形品の圧縮試験

プリフォームした場合の成形品の評価を行うために、成形品に圧縮力を加え、破壊時の荷重を測定した。圧縮試験には、万能材料試験機(島津製作所(株), AG-X 100kN)を使用した。試験では、成形品の縁を下にして荷重を加える方向(以下、方向1とする)と、縁を横にして荷重を加える方向(以下、方向2とする)の2種類の試験を行った。

Research on Press Forming of Solid Shapes by Composite Material  
with Peanut Husks  
Keisuke KANOU, Toshio KOTANI,  
Masakatsu MAEDA, Kousuke SUZUKI and Susumu TAKAHASHI

圧子の変位速度は1mm/minとした。方向1と方向2の圧縮試験状態をFig.2に示す。



a) Direction type 1      b) Direction type 2  
Fig. 2 Direction types of compression test of formed parts

### 3. 圧縮試験結果

各方向での圧縮試験における最大荷重をTable 1に示す。

Table 1 Difference in maximum load depending on the preform

Direction type	Maximum load (N)		
	Without preform	Preform die 1	Preform die 2
1	1,239	1,105	1,558
2	61	128	188

プリフォームしなかった成形品は、成形後荷重を下げる際に水蒸気が多く噴出したことでひび割れが発生し、成形品として不良となった。圧縮荷重が方向1の場合は、型2で成形した場合が最も高い最大荷重となり、プリフォームしなかった場合より、最大荷重が高いことが確認できた。方向2においても、型2の最大荷重が最も高かった。方向2は特に縁部の強度が大きく影響を及ぼすと思われる。方向2については、プリフォームしなかった場合と比較して3倍以上の高付加に耐えられることが確認できた。

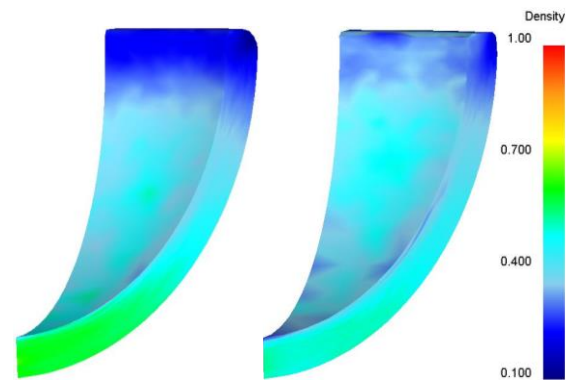
### 4. 成形シミュレーション

前章で述べた様に、成形品の評価において型2を使用した場合が最も大きい最大荷重となった。その理由を検討するために、粉末材の成形解析が可能な、有限要素法解析ソフトのDEFORM-3D（㈱ヤマナカコーキン）を使用して、検討を行った。解析時間の短縮のために、1/12モデルを作成し、回転軸対称の条件を使用した。定性的な密度評価をするために、ソフトが有しているアルミニウム材（A1100）の材料物性を使用して、解析を行った。また、成形後に密度が1で均一にならな

いように、密度係数は0.1とした。シミュレーションは実成形と同様の成形プロセスで解析を行った。

### 5. 成形シミュレーションの結果

プリフォームしない成形と型2によってプリフォームを行った成形の解析によって得られた密度分布をFig.3に示す。



a) Without preform      b) Preform die 2

Fig. 3 Density distribution with and without preform

プリフォームしない成形は、成形品底面の密度が高く、全体の密度分布に偏りがあることが確認できる。一方で、型2によるプリフォームを行った成形の密度分布は、偏りが少ないことが確認できた。また、縁部分の密度も向上していることが確認できる。これらの解析結果より、プリフォームによって縁近傍の密度が向上したと考えられる。また、密度分布の偏りが圧縮試験時の荷重に影響を及ぼしたと考えられる。

### 6. 結言

- 1) プリフォームを使用することによって、成形品の強度が向上した。
- 2) 成形解析結果より、プリフォームによって、縁近傍の密度が向上したと考えられる。
- 3) 成型品の密度分布の偏りが圧縮試験時の荷重に影響を及ぼしたと考えられる。

### 参考文献

- 1) 一般財団法人全国落花生協会 HP <https://peanuts-no-hi.jp/> (参照 2023-09-20)
- 2) 狩野啓輔, 小谷俊夫, 高橋進, 鈴木康介: 落花生莢を適用した複合材料による半球形状体のプレス成形, プラスチック成形加工学会第33回年次大会,(2022),E-201
- 3) 中台拓輝, 高橋進, 邊吾一: 成形加工シンポジウム'09, (2009), pp. 203-204.