

落花生殻を用いた高強度複合材料の開発

日大生産工(院) ○樋田 溪 日大生産工 高橋 進 アビリティゲート(株) 赤松弘一
AXIA Materials (株) Justin Jin

IIT Delhi Sivanantham Aravindan

IIT Kanpur Janakarajan Ramkumar

1 はじめに

落花生の全世界の生産量は年間約4,232万t(2014年)¹⁾であり、1位は中国、2位はインドである。落花生の37wt%は殻であり、年間約1600万t排出される。その一部は堆肥化して利用されるが、殆どは産業廃棄物として処理される。落花生殻を有効活用する方法の一つとして、パーティクルボードの成形に関する研究を行っている。落花生殻は、原材料としての価値が低く加工しやすいためコストを抑えた複合材料が製造できる可能性があると考えられている。パーティクルボードの他、射出成形による複合材料の研究も行われている²⁾。過去の研究では、パーティクルボードの中央部断面に空洞が存在することが課題となっている。これを改善することで機械的特性の向上することができると考えられる。そこで、様々な成形条件でパーティクルボードを成形し、成形品の品質向上を試みた。

本研究では、落花生殻を用いたパーティクルボードの実用化に向け、機械的特性の向上を目的とした各成形条件における曲げ試験での強度測定及び比較を行ったので報告する。

2 試験方法

2.1 材料

落花生殻には千葉県八街市産を用いた。殻は水で洗浄し、天日干し及び電気炉での乾燥を行った。その後粉砕機(三庄インダストリー, 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0.5~1.4mmの落花生殻粒子を用いた。接着剤として、完全ケン化型のポリビニー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。PVAは水溶性で、透明の強靱な被膜を形成する接着力の高い接着剤である。また、生分解性に優れているため、環境負荷が低い。

2.2 成形方法

過去の研究結果から、最も良い質量比は落花生殻粒子とPVAと蒸留水が4:1:3である。パーティクルボードの寸法を160×120×10mmとした。落花生殻粒子104g, PVA 26gそして、80℃の蒸留水を

78g加えて良く攪拌し、金型に投入する。ホットプレス機に金型をセットし、200℃, 7min, 20MPaの条件で成形する。成形後の厚さを10mmに設定するために、ディスタンスブロックにより上型の下死点の位置を一定にした。次に、一度成形したパーティクルボードを金型からはずし、2回目の成形を行った。本研究では、2回目の成形条件を変更し、曲げ試験による比較検討を行った。2回目の成形条件は金型温度を200℃, 成形時間を1~3min, 成形圧力を3~20MPaとした。

2.3 曲げ試験

試験には万能材料試験機(島津製作所(株), AG-X 100kN)を用いた。3点曲げ試験を行い曲げ強度の測定した。圧子の変位速度を2.5mm/min, 標点間距離を100mmとした。

完成した幅120×長さ160×厚さ10mmのパーティクルボードを幅20×長さ120×厚さ10mmの試験片に加工した。試験片は長手方向に対して垂直方向に6本使用した。両端の2本はバンドソーでの加工する際、刃幅分パーティクルボードが短くなるので、試験には使用しなかった。

3 試験結果及び考察

3.1 試験片の形状

これまでの研究で行われていた1回成形品と本研究で行った2回成形品のパーティクルボードを比較する。パーティクルボードの断面写真をFig.1に示す。

1回成形では、中央部に空洞が発生したが、2回目の成形を金型から取り外し、スリットの部分を切断した後に行うことで解消され、板厚は均一に近づいた。

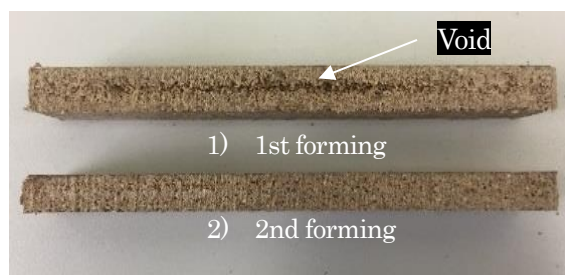


Fig.1 Particle board section view

Development of High Strength Composite Material using Peanuts Husks

Kei TOYODA, Susumu TAKAHASHI, Hirokazu AKAMATSU,
Justin JIN, Sivanantham ARAVINDAN, Janakarajan RAMKUMAR

それに伴い、反りの少ないパーティクルボードを成形することが出来た。また、2回成形では金型による直接圧縮により本来設計していた厚さ10mmよりも薄くなった。これは、内部に存在していた空気が外部に逃げ密度が向上したためだと考えられる。金型から取り外さず2回目の成形を行った場合をFig.2に示す。このように中央部の空洞は残ったままであった。ディスタンスブロックなしで成形した場合も同様である。1回目の成形で、材料は金型と接する外側の部分から成形が始まる。成形中に金型のスリット部分に押し出された材料が入り込み、PVAが固まるため、パーティクルボード中央内部の水分と空気が型外に排出されない。そのため加熱された水分と空気は熱により膨張し中央部の空洞が生じると考えられる。またスリットの無い金型で成形を行うと、金型から取り出す際に圧力が外部に逃げるために成形品が変形することも確認されている。現在の成形法では2回目の成形時に金型から取り外す必要があるが、これは手間がかかり改善方法が求められている。そこで、パーティクルボードの中央から成形する方法が検討されている。圧子を分割することで中央部から逐次成形し、金型から取り外す工程無く品質の良いパーティクルボードが成形できると考えている。



Fig.2 Particle board and the sectional view of the second press using mold

3.2 曲げ試験結果

2回目の成形時間が1min, 3minの時の機械的特性をFig.3, Fig.4に示す。試験片名称は1回成形品を1press, それ以外は2回成形時の圧力と時間を表記した。曲げ試験の結果、どの条件であっても2回成形品は1回成形品と比べて曲げ強さ及び曲げ弾性率共に高くなった。最も高い機械的特性を示した20MPa, 3minの成形条件でのパーティクルボードは、1回成形品と比べ機械的特性が約1.5倍も向上した。これは、2回成形時におけるパーティクルボード中央内部の空洞の消滅によって荷重を受ける断面積が増えたためだと考えられる。Fig.2に示すように1回成形品では内部がうまく成形できてなく、外側だけで曲げ強度を測定してい

る。2回成形時の圧力と成形時間の増加によって、内部も成形され均一な成形品が完成した。

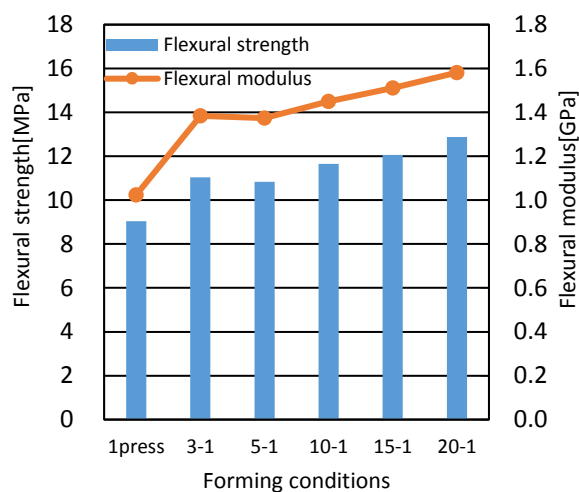


Fig.3 Flexural strength and flexural modulus 1 min of the second press time

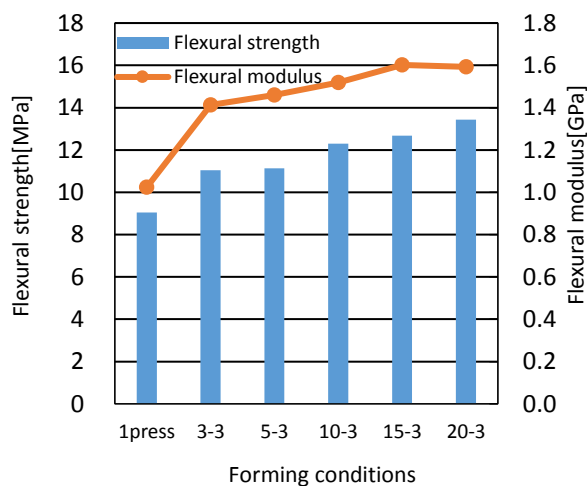


Fig.4 Flexural strength and flexural modulus 3 min of the second press time

4 結論

- 1) 2回成形によりパーティクルボード中央内部の空洞が消滅し、1回成形と比較して機械的特性を約1.5倍向上させることができた。
- 2) 2回目の成形には金型から取り外し、不要な部分を切断する必要がある。
- 3) 2回の成形により短時間で強度を大きく向上させることができた。

「参考文献」

- 1) 一般財団法人全国落花生協会HP
<http://www.jpfr.or.jp/index.html>
- 2) 岩沢健人ほか：落花生莢を活用した樹脂複合材料の射出成形，プラスチック成形加工学会(2016)B-108