

落花生莢を活用した複合材料の成形

日大生産工(院) ○樋田 溪 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
 AXIA Materials(株) Justin Jin

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%は落花生莢であり、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。落花生莢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。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²⁾。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た。しかし、機械的特性のばらつきが見られたため様々な成形条件で成形し、成形品の品質向上が課題である。

本研究では、落花生莢を用いたパーティクルボードの実用化に向け、GF RTP による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

落花生莢には千葉県八街市産を用いた。莢は水で洗浄し、天日干しおよび電気炉での乾燥を行った。その後、粉碎機(三庄インダストリー, NR-08)で粉碎し、水平回転篩機(アズワン(株), SKH-01)により分級した、0.5~1.4mm 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。GF RTP は AXIA Material(株)の熱可塑性プリプレグ(板厚 0.4mm)を用いた。高強度・高剛性で異材との接合が可能なことから熱プレスによってパーティクルボードに含浸させ接着させることができる。

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莢粒子と 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。落花生莢粒子 104g, PVA 26g, 80℃に温めた蒸留水 78g を加えて良く攪拌し、金型に投入する。ホットプレス機に金型をセットし、成形温度 200℃, 時間 7min, 荷重 5t 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。

1 回でパーティクルボードと GF RTP を同時成形する場合は、金型上下に離型シート (FEP シート) と GF RTP を置き挟み込むようにして成形を行った。その後不要な部分を切除した後もう 1 度圧縮成形を行った。

2 回の成形で GF RTP をパーティクルボードに接着させる場合は、まず成形したパーティクルボードを金型からはずし、パーティクルボード上下に GF RTP を置き成形を行った。2 回目の成形条件を成形温度 200℃, 時間 3min, 荷重 0~5t として成形し、曲げ試験による機械的特性の比較検討を行った。

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, 支点間距離 150mm とした。

試験片形状は短冊試験片とした。成形した寸法 160×120×10mm のパーティクルボードをバンドソーで寸法 20×120×10mm に加工した。加工の際はバンドソーによりパーティクルボードの幅が短くなるため曲げ試験には中央から 6 枚の試験片を対象とした。

3 試験結果及び考察

各成形条件の曲げ弾性率及び最大曲げ応力と最小曲げ応力の差を Fig.1~3 に示す。Fig.1 はパ

Forming of Composite Materials using Peanut Husks

Kei TOYODA, Susumu TAKAHASHI, Kosuke SUZUKI,
 Hirokazu AKAMATSU and Justin JIN

ーティクルボード単体を同条件で成形した場合、Fig.2 はパーティクルボードと GFRTF を同時成形、Fig.3 は別々に成形した場合をそれぞれ示す。図の棒グラフ上のマーカーは 1 枚のパーティクルボードの最大曲げ強さおよび最小曲げ強さを示す。試験片の名称は左端からパーティクルボードと GFRTF を 1 回で成形した試験片を 1press と表記し、その他の試験片は 2 回目の成形を行った時の荷重と時間とした。

この結果から、単体のパーティクルボードと比較しどちらの成形方法でも 4 倍以上の曲げ強さ、曲げ弾性率が得られた。また、成形荷重を増加させることで機械的特性が向上した。これは、内部の空洞の有無が関係している。成形時にパーティクルボード外部から熱圧縮成形され内部で水蒸気による膨張が起こるため、2 回目の成形を行う前にパーティクルボード外部側面を切削することにより、水蒸気の排出を可能とし内部空洞を除去した。

機械的特性を向上するために、GFRTF をパーティクルボードに溶着させた場合は、試験中に剥離が発生した。そこで、剥離しないように同時成形することで GFRTF の剥離が発生しなかった。アンカー効果の向上により接着力が増加するとともに強度も向上した。2 回に分けて成形した場合は、パーティクルボード表面に PVA の膜が形成され、表面が滑らかになり、GFRTF が強固に溶着できなかったため、剥離が発生した。一方、同時成形ではパーティクルボード表面が 2 回成形より粗いために、アンカー効果が向上したので GFRTF が強固に接着し、成形したと考えられる。

パーティクルボード単体は、最大曲げ強さ 13MPa、曲げ弾性率 1.6GPa であるのに対し、最も高い強度のパーティクルボードと GFRTF の同時成形品は、成形荷重が 15MPa の時に曲げ強さ 61MPa、曲げ弾性率 5.6GPa となり、JIS A 5908:2015 18 タイプの曲げ特性(曲げ強さ:18MPa 以上、曲げ弾性率: 3GPa 以上)を満たした。

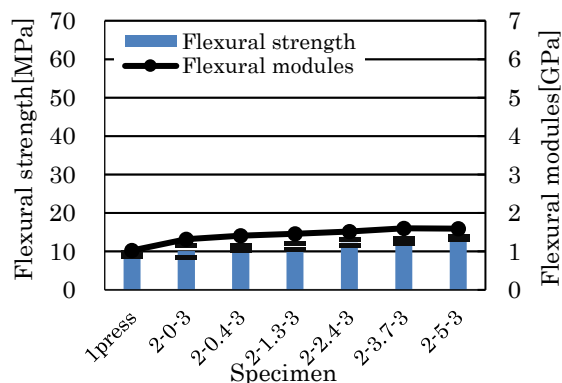


Fig.1 Flexural strength and flexural modulus of particle board after second forming without GFRTF

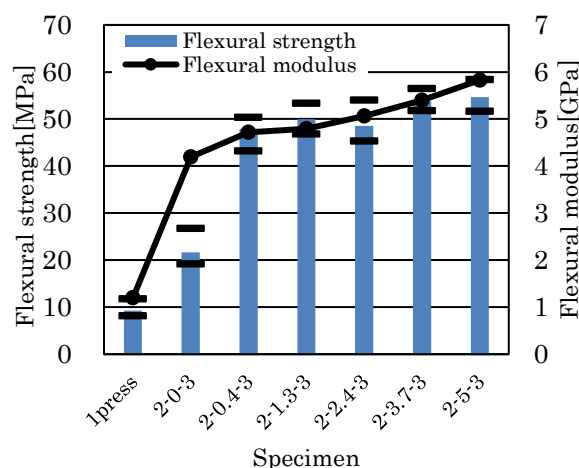


Fig.2 Flexural strength and flexural modulus of separate forming of particle board and GFRTF

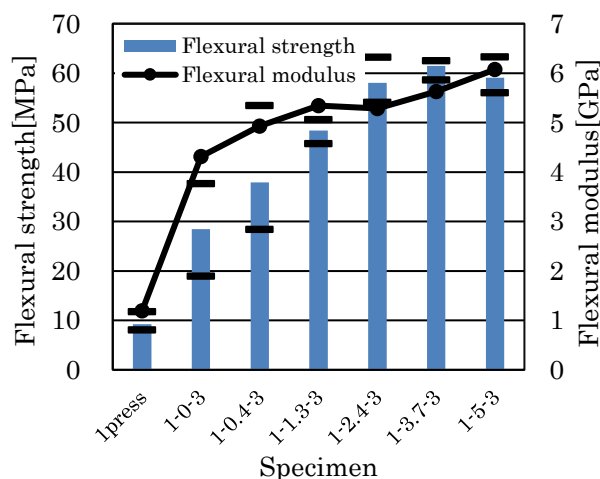


Fig.3 Flexural strength and flexural modulus of Simultaneous forming of particle board and GFRTF

4 結言

- 1) 成形後金型から取り外し 2 回目の成形を行うことによって内部空洞を除去でき、強度が向上した。
- 2) GFRTF を用いた成形品はパーティクルボード単体と比較し曲げ強さおよび曲げ弾性率が 4 倍以上向上した。
- 3) パーティクルボードと GFRTF を同時成形することで 2 回に分けた成形と比較して高い曲げ強さおよび曲げ弾性率を得た。

「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) 樋田ほか：日本設計工学会 H29 年度
季研究発表講演会講演論文集，(2017)，117。