

農作物を使用した複合材料の曲げ特性

日大生産工(院)○本間 崇寛 日大生産工 高橋進 日大生産工 鈴木康介

1. 緒言

令和元年度の落花生の生産量は約 12,400t¹⁾であるのに対し、小麦は約 1,025,000t²⁾であった。そして、実を取り除いたのが落花生莢と小麦外皮になるが、落花生莢は約 1700t、小麦外皮は約 120 万 t 排出される。落花生莢は堆肥して落花生の栽培に利用しているが、そのほとんどが産業廃棄物として処理される。また、小麦外皮は家畜飼料として用いられるのみで有効活用法が見いだされていない。

これまでに、先行研究により落花生莢と小麦外皮の各単体の板材の成形に関する検討が報告されている。そこで、本研究では、2 種類の材料の配合比を変えながら複合させた板材の成形と評価を行なったので、報告する。

2. 使用材料

本研究では落花生莢と小麦外皮、その他に PVA、水を材料として選定した。落花生莢と小麦外皮は、Fig.1 および Fig.2 に示す様にミキサーで粉末にして使用した。PVA(ポリビニルアルコール)は、非常に親水性が強い合成高分子であり、水や湯水に可溶という性質を持っている。その他の特徴としては、無機物等の接着性が高く、透明で強靱な被膜を形成する。



Fig.1 Peanut husk powder



Fig.2 Wheat bran powder

3. 成形装置

成形には、成形用金型 (Fig.3) とホットプレス機 (Fig.4) を使用した。成形用金型は、寸法が 160×120×10mm の板を成形可能とした。材料は水分を含んでいるので、金型はスリットがある構造とした。材料を圧縮するためにパンチを設け、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.3 Die



Fig.4 Hot press

4. 成形方法

成形方法は、成形温度に加熱された金型内に、材料を入れる。この時、下層に落花生莢、上層に小麦外皮を敷き、その上にパンチをのせる。そして、材料が投入された金型をホットプレス機に設置して、高温圧縮を行なう。この時には、落花生莢と小麦外皮の混合物はそれぞれ 5:5、6:4 になるように金型に投入し、Fig.5 に示す様に 2 層構造で成形した。

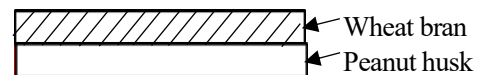


Fig.5 2-layer structure board

5. 成形条件

2 種類の材料を積層させた材料の成形条件を Table1 に示す。Table1 は、小麦外皮と落花生莢の重量比と成形時間を変化させて成形を行なった。落花生莢または小麦外皮と PVA 及び水の重量比は、落花生莢の場合は 4:3:1、小麦外皮の場合は 3.3:3:1 が最適だったので、これらの比で材料を混合した。落花生莢と小麦外皮の粒径は、各粒径ごとのふるいにかけた時の量が最も多かった 1.0~1.4mm を使用した。

Table1 Forming conditions of 2-layer structure board

Forming condition		①	②	③	④	⑤	⑥
Wheat bran powder	Particle size (mm)	0.5~1.0					
	Weight (g)	50			60		
peanut husk powder	Particle size (mm)	0.5~1.0					
	Weight (g)	50			40		
PVA (g)		27.5			27		
Water (g)		82.5			81		
Time (min)		10	20	30	10	20	30
Temperature (°C)		180					
Load (kN)		49					

6. 計測結果

6.1 板厚分布

Fig.6 と Fig.7 は成形条件③と⑥の板厚分布を表している。6 つの成形条件の内、板厚の誤差が比較しやすく時間を揃えるために③と⑥を選択した。また、Fig.8 は各条件の板厚平均値を中心に板厚最大値と最小値をエラーバーで示している。①から③は成形時間を変えても誤差は少なかったが、④から⑥は誤差が大きかつ 10mm を超えていることが考えられる。これは小麦外皮の材料の特性によるものと考えられる。小麦外皮は落花生莢と比べて、柔らかい。また、水分を含みやすいことから成形して水分を抜くまでに時間がかかるため、板厚の誤差に影響した

Bending characteristics of composite material using crops

Takahiro HONMA, Susumu TAKAHASHI and Kosuke SUZUKI

と考えられる。さらに③は各箇所均等に並んでいるのに対し、⑥は板材の端部近傍で板厚がバラついている。このことから、小麦外皮の増加によって材料の特性が板厚の誤差に影響していると考えられる。

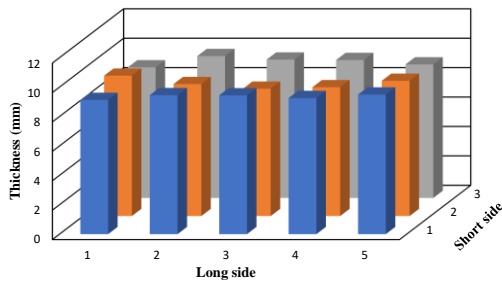


Fig.6 Thickness distribution of forming condition ③

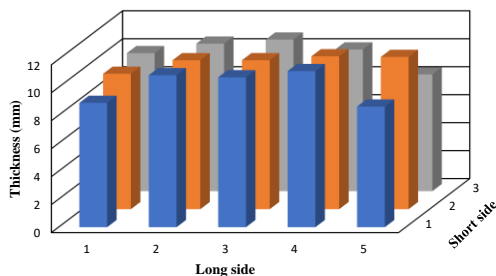


Fig.7 Thickness distribution of forming condition ⑥

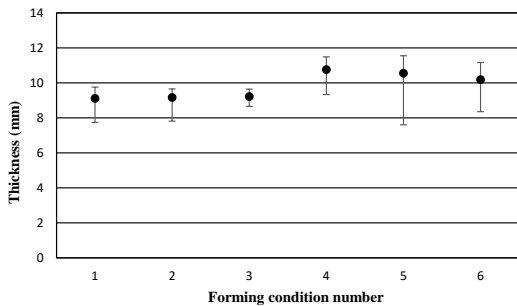


Fig.8 Thickness distribution for each forming condition

6.2 曲げ試験

曲げ試験の条件として、試験片寸法は 160×20×10mm とした。曲げ試験速度は 2mm/min、支点間距離を 100mm で行なった。また、試験では引張応力が発生する側を小麦外皮でした。曲げ試験結果の荷重と変位の関係を Fig.9 に示す。変位の増加に伴って、荷重が増加していることが分かる。Fig.9 で得られた荷重-変位線図から、最大荷重での応力を曲げ強度とした。各条件 3 本ずつ試験を行い、曲げ強度の平均を示したのが Fig.10 である。なお、各条件での曲げ強度の最大値と最小値をエラーバーで示している。配

合の条件に関わらず、成形時間が長くなるに伴って曲げ強度が大きくなっていることが分かる。これは水分が抜けると中の材料が固化して密度が高くなるため、強度が上がったと考えられる。また、①から③は④から⑥と比べて、曲げ強度が高いため、小麦外皮の割合が増加すると曲げ強度が減少することが考えられる。曲げ強度のばらつきでは、成形時間を変えても影響が少ないことが Fig.10 から言える。そして、③が最も曲げ強度が大きい条件で 12.2MPa であった。板厚分布と曲げ試験の結果から成形条件中で③が最適であることが分かった。

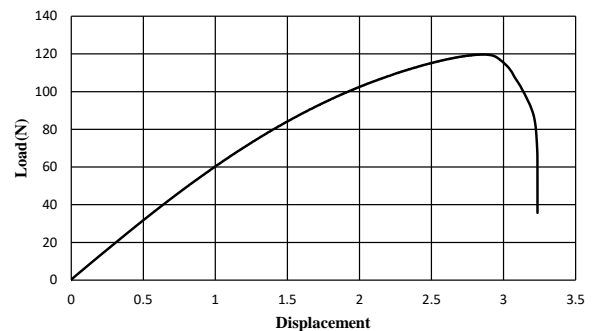


Fig.9 Load displacement diagram of forming condition ③

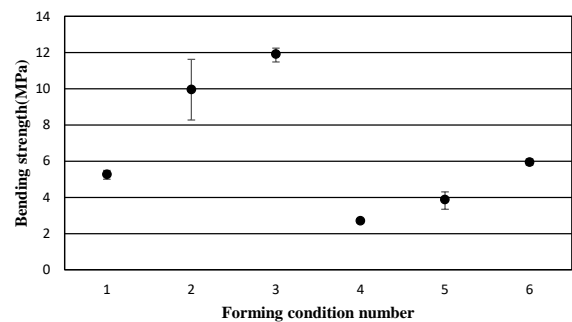


Fig.10 Bending strength for each forming condition

7 結言

- 1) 小麦外皮の割合が増加すると板厚のばらつきが大きくなることが分かった。
- 2) 曲げ強度は成形時間が長くなるに伴って、曲げ強度が大きくなることが分かった。
- 2) 成形時間を変えても、曲げ強度とばらつきには関係性が少ないことが分かった。

参考文献

- 1) 農林水産省「作物統計」 2019 年
<https://region-case.com/rank-r1-product-peanut>
- 2) 農林水産省「作物統計」 2019 年
https://www.maff.go.jp/j/seisan/boueki/mugi_zyukyu/attach/pdf/index-90.pdf