

落花生殻を活用した樹脂複合材料の高品質化に関する研究

日大生産工（院）○山本義和 日大生産工 高橋進 千葉県産業支援技術研究所 細谷昌裕
千葉県産業支援技術研究所 篠田清 日大生産工 邊吾一

1. 緒言

全国における落花生の生産量は年間約 16,200t (2010 年), この中で千葉県の落花生生産量は 12,300t と日本全体の約 76%を占めている. 落花生は食用として加工される過程において剥ぎ取られ殻の大半は産業廃棄物として処理されている. また, 全世界の生産量は年間約3,767万t (2010年)であり, 日本の生産量は世界の約 0.04%である. 一方, 落花生の生産量の1位は中国, 2位はインドで, その合計は約2,13.9万tにもなり, 隣国であることから, 殻の有効活用が必要と考えた.

落花生殻を有効活用する方法として, 樹脂と組み合わせた複合材料の作製が進められている^{2~4)}. 落花生殻と生分解性樹脂の複合材料を成形し, 落花生殻を用いた“パーティクルボード”の実用化を進めるために, 反りの抑制方法, 高強度化, および落花生の種類(生産地)による強度の違いについて検討したので報告する.

2. 試験方法

2.1 材料

落花生殻は日本産落花生を千葉県八街市で生産されたものを用い, 中国産落花生は山東省産の山東大花生と遼寧省産の白砂の2種類を用いた. 密度・比重測定装置(PENTA-PYCNOMETER; QUANTACHROME Co. 製)を用いた落花生殻粒子の密度の測定結果は, 今回使用した3種類とも同じ値1.42 g/cm³であった.

母材には, 完全けん化型のポリビニルアルコール(以後PVA, V-S20; 日本曹達・ポパール)樹脂の粒子を用いた. PVAは非常に親水性の強い合成高分子であり, 透明で弾力な皮膜を形成する. 前述の装置で測定をしたPVA粒子の密度は, 1.31g/cm³であった.

2.2 成形方法

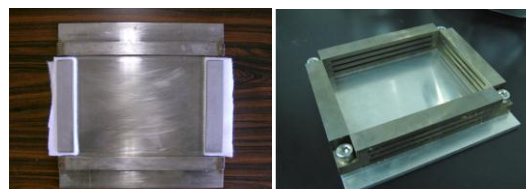
落花生殻を水で洗浄し, 天日干し(1h)した後, 電気炉内で乾燥(110℃×6h)させた. そしてそれを粉砕機で粒子化後, 目開き2.0, 1.4, 0.5mmの順に篩にかかけ, 目開き1.4mmを通過し目開き0.5mmの篩の上に残った落花生殻粒子を用いた.

この落花生殻粒子にPVAを混合した. これまでの検討結果から落花生殻粒子の質量含有率は80%(104g)と設定し, ここに落花生殻質量の75%(78g)の量の蒸留水を加えた. 蒸留水を加えたのは, PVA膜を落花生殻表面に形成させる溶媒とするためである.

そして混合物を金型に投入し, PVAの溶解から熱処理までの工程を一括して行うために, ホットプレス機によって成形を行った.

成形に用いた金型は, 3.9mmボードの成形をする両端開放型の旧金型と10mmボードの成形をする全端固定型の新金型がある. Fig.1に新旧の金型を示す. 旧金型は両端にコトンを敷いて成形時の蒸気排出している. 新金型では全端をボ

ルトで固定してあり各面には蒸気を排出するためのスリットが設けられている. また, 圧縮ジグの下降を制限するディスタンスブロックを用いることによって, 板厚の設定が可能である.



a)Old b)New

Fig.1 Dies for forming particle board

成形条件は, 成形温度:180℃, 成形時間:10minとした. 成形をした後, 徐冷し, 落花生殻/PVA材を(160×120×10mm)を, 後述の試験片形状に加工し, 密度を測定した. 高強度化は, 成形条件を, 成形温度:180℃~200℃, 成形時間:10minとした. 成形した後, 徐冷し, 落花生殻/PVA材を(160×120×10mm)を糸鋸を用いて, 後述の試験片形状に加工した. 落花生の種類による強度の違いの評価は, 成形条件を, 成形温度:180℃, 成形時間:10minとした. 成形した後, 徐冷し, 落花生殻/PVA材を(160×120×3.9mm)を糸鋸を用いて, 後述の試験片形状に加工した.

2.3 試験片および密度の測定方法

ボード中央部分(140×100mm)を20×20mmの小片に糸鋸を用いて切断し, それぞれの見掛けの密度を測定した.

2.4 3点曲げ試験片および試験方法

試験片に使用した落花生殻をTable.1に示す.

Table.1 Applied peanuts pods

Forming condition	Production area		
	Japan	China	
		Liaoning	Shandong
Forming temperature	○		
Sort of peanuts	○	○	○

高強度化の試験片寸法は, 120×20×10mmとし成形温度を変え試験を行なった. 落花生の種類(生産地)による強度の違いの試験片寸法は120×20×3.9mmとした. 3点曲げ試験には万能材料試験機(Model 5567; INSTRON 社製)を用いた. 支点間距離を100mm, 圧子の変位速度を2.5mm/minとした.

3. 結果及び考察

3.1 密度分布

ボードの密度分布をFig.2に示す. 密度分布は中央付近が高いことがわかる. これは混合物を金型に投入する際のバラツキや, 金型の側面には蒸気を外に排出するためのスリットがあり, そのスリットからPVAや微量の落花生殻粒子が流出するためと思われるが, そのバラツキは最大値と最小値の差が

0.1g/cm³以下と非常に小さかった。反りの原因とされるバラツキと温度分布と考えられ、バラツキが非常に小さいことから、今後温度分布の測定行なう予定である。

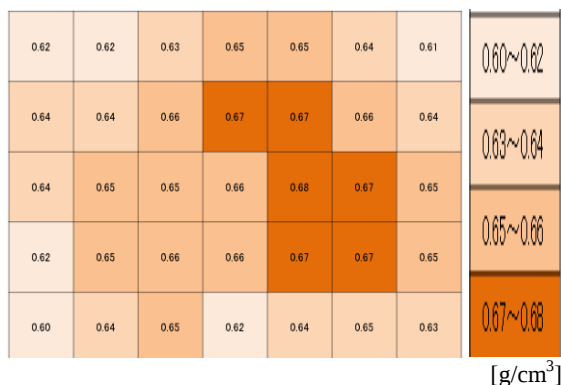


Fig.2 Density distribution of board

3.2 高強度化の評価

曲げ応力と曲げひずみの関係をFig. 3に示す。Fig. 3をより、成形温度を高くすると曲げ強度が高くなっているのがわかる。180℃が破断ひずみが大きいのにに対し190℃と200℃は小さい。成形温度を高くすると破壊の進展が早いことがわかる。これは、PVAが結晶化温度に達し結晶化が進んだためと考える。

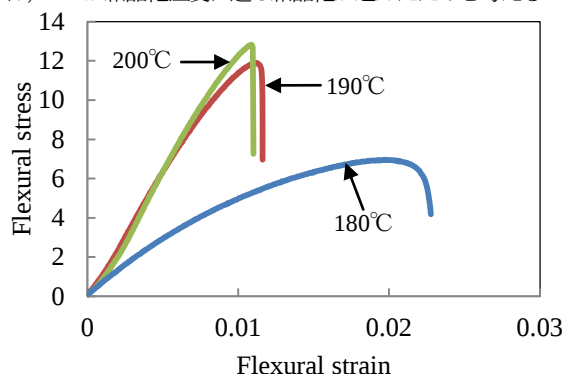


Fig.3 Typical flexural stress strain curves

曲げ弾性率分布をFig. 4 曲げ強度分布をFig. 5に示す。Fig. 4より成形温度を高くすると曲げ弾性率も大きくなることからわかる。Fig. 5をみるとこちらも成形温度を高くすると曲げ強度が高くなることからわかる。曲げ弾性率は成形温度180℃と比較して190℃は123%増加、190℃と比較して200℃は6%増加となり、200℃の場合では目標の2GPaを試験片の70%で達成した。曲げ強度は目標の8MPaを達成できた。

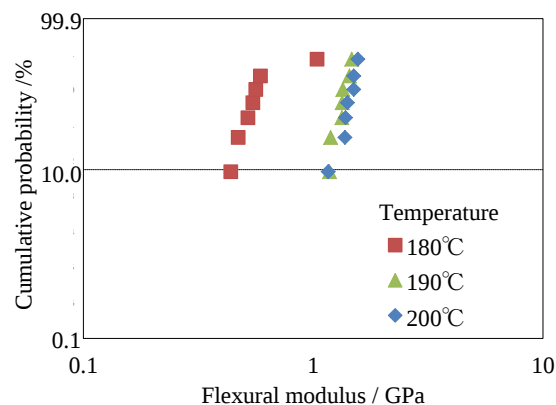


Fig.4 Distribution of flexural modulus of reinforced boards with different temperature

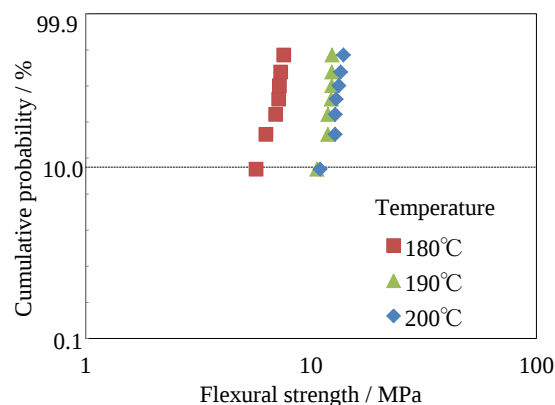


Fig.5 Distribution of flexural strength of reinforced boards with different temperature

3.3 落花生の種類が強度におよぼす影響

曲げ強度と曲げひずみの関係をFig. 6に示す。日本産落花生と遼寧省産落花生 (Liaoning) は、同様な結果になった。一方、山東省産落花生 (Shandong) は非常に高い曲げ強度を示したが、破断ひずみは、他と比較して小さいことがわかる。今後、繊維層の成分の違いを調査する予定である。

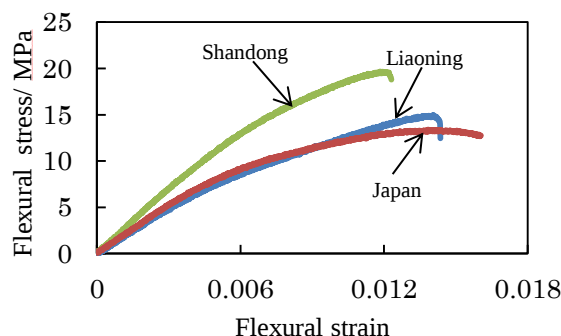


Fig.6 Typical flexural stress strain curves

4. 結言

1. 成形後のボードの反りの原因の一つは、密度のバラツキによる可能性がある。
2. 成形温度を高くすると、PVAの結晶化温度によりボードの高強度化が可能である。
3. 日本産落花生莢を用いた複合材料と比較して、中国産落花生莢の材料の方が、曲げ特性が高い種類があることが分かった。今後、繊維層の違いを調査予定。

「参考文献」

- 1) 財団法人全国落花生協会ホームページ「統計」
<<http://www.jpf.or.jp/index.html>> (2012年1月現在)
- 2) 西川康博, 長瀬尚樹, 福島清: 日本機械学会誌A編, 73巻, 71号 (2007), 782-787
- 3) 中台拓輝, 高橋進, 西川康博, 邊吾一: 成形加工シンポジウム '09, (2009), 203-204
- 4) 中台拓輝, 高橋進, 西川康博, 長瀬尚樹, 邊吾一: 成形加工シンポジウム '10, (2010), 17-18