

持続可能な循環社会に向けたプラスチック複合材料の開発

～熱圧板の省資源工業への適用～

材料技術室 細谷 昌裕, 篠田 清, 蓮見 薫, 西村 祐二
生産技術室 花澤 明洋
プロジェクト推進室 吉田 浩之
日本大学 高橋 進, 邊 吾一
(財)千葉県産業振興センター 長瀬 尚樹

Development of Plastic Composite Material for Resource-Circulating Society with Sustainability
～ Application in Saving-Resources Industry of Heat Compression Board ～

Masahiro HOSOYA, Kiyoshi SHINODA, Kaoru HASUMI, Yuji NISHIMURA, Akihiro HANAZAWA
Hiroyuki YOSHIDA, Susumu TAKAHASHI, Goichi BEN and Naoki NAGASE

平成22年度より、ポリビニルアルコール樹脂（以下、PVA）をマトリックスとして未利用資源である落花生殻を混合し、熱圧成形した板材の実用化を目指して、高強度で反りや表面光沢のムラを抑制した高品質なパーティクルボードの開発を行ってきた。今回、加水量や樹脂等の配合比の調整や、金型や熱プレス機等の成形条件の検討に加え、成形時に発生するガスを逃がす工夫等により、加水量と使用樹脂量を半減し、且つ、強度を向上する成形方法を見いだすことができた。

1. はじめに

千葉県は国内で最大の落花生産地であり、2010年度における落花生生産量は16,200tで、国内生産量の約75%を占めている。この内むき身で流通するのは50%程度で、落花生殻の質量割合が25%程度であるから、加工工程で排出される落花生殻は、千葉県内だけで年間1,900tに上ると考えられる。落花生殻は燃料や堆肥として一部利用されているものの、そのほとんどは産業廃棄物として焼却処分されているのが現状であり、工業用として積極的に利用された例は少ない。

当研究所では、落花生殻を産業資源として有効活用するべく平成19年度より日本大学生産工学部と共同で、落花生殻を使用したパーティクルボード（以下、PHPボード）を開発してきた。平成20年度までの研究では、落花生殻を洗浄・乾燥後、粉砕して粒度を選別したものにPVAと水を加え、ホットプレスを用いて熱圧板を試作したところ、パーティクルボードのJIS規格A5908に規定される8タイプの曲げ強さ8MPaを満足できることを確認した¹⁾。

平成21年度までは板サイズを160mm×120mm×板厚4mmにて作製を行ってきたが、パーティクルボードメーカーへの調査結果から、市場に出回ってい

るボードは10mm厚以上のものが多数を占めていることが分かったため、平成22年度より開始した本研究では、160mm×120mm×板厚10mmで試作を行った。また、曲げ強さについても家具用ではJIS A5908の13タイプ（曲げ強さ13MPa以上）、建築用では18タイプ（曲げ強さ18MPa以上）が主流であることから、これをクリアすることを目標とした。

新たに導入した大型の熱プレス装置と入れ子構造の金型により、従来より高密度で高強度なPHPボードの成形方法について検討を行うとともに、コストや生産性を考慮してPVAや加水量を減じる事が可能な成形条件を検討した。

さらに、落花生殻とPVAの混合物としての安全性と機能性を確認するため、成形後のPHPボードについて残留農薬及びかび抵抗性についても確認試験を行った。

2. 実験方法

2.1 材料

落花生殻は千葉県八街市で栽培・加工されたものを用い、落花生品種の選別などは行わず、むき身加工工程で排出されたものを採取した。

土等が付着した落花生殻を水洗後、乾燥機を用いて乾燥させ、変色や腐植した殻を除いて選別を行った後、粉砕機を用いて粉末化した。この粉末を目開き2mm及び0.5mmの篩にかけ、0.5mmの篩上に残った落花生殻粒子のみを実験に用いた。

バインダーとして用いるPVAは、熱水で溶解する完全ケン化型（ケン化度：99.0mol%以上）のPVA（日本酢ビ・ボパール製V-S20）粉末を使用した。このPVAについて、理学(株)製DSC8230を用いて熱分析を行ったところ、融点は約230℃、結晶化温度は約186℃であった。このDSC線図を図1に示す。

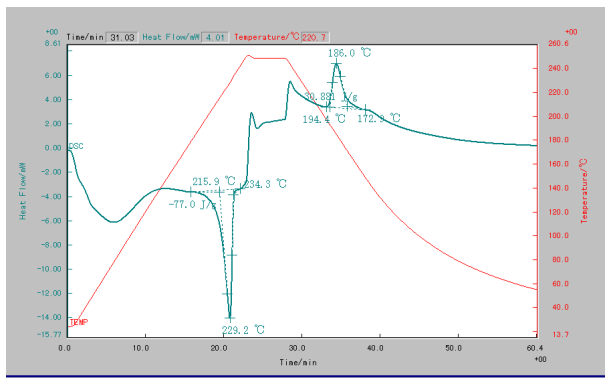


図1 PVAのDSC線図

PVAを熱プレスにて溶解して落花生殻をコーティングするために、適当な量の蒸留水を添加し、水蒸気を発生させてPVAを溶解する。このとき、落花生殻、PVA、蒸留水の混合比率は100：25：75であり¹⁾、10mm厚のパーティクルボードでは落花生殻106g、PVA26.6g、蒸留水80gである。

2.2 成形方法その1

成形に用いる金型は入れ子構造の上型ブロックと、水平方向に水蒸気を排出するためのスリットをもつ下型からなり、スリットの位置や大きさを変更できるよう型枠を積層構造とした。下型の展開図を図2に示す。

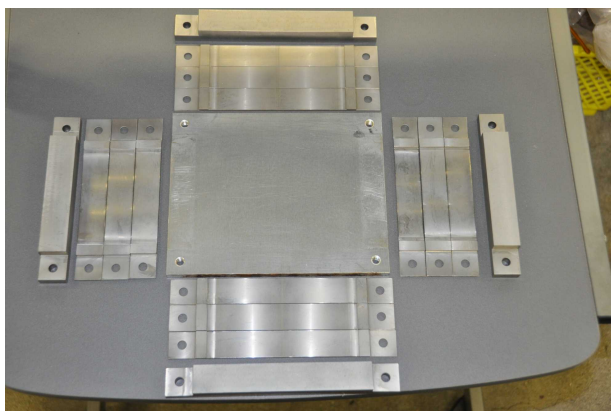


図2 下型の展開図

また、熱プレス機については、型締め力340kN、盤面サイズ350mm×350mmの河中産業(株)製SP340-3535を用いた。本装置は油圧サーボ機構による盤面位置制御が可能であり、本研究において板厚の制御は、ディスタンスブロックを用いずに熱プレス機の盤面位置制御により行い、成形時間については10～30分の間で試作を行った。

2.3 成形方法その2

今後、ボードが大型化するにつれボード中央部からの水蒸気の排出が困難となることが予想されるため、加水量を減らし、且つ、水蒸気の排出を促進することを目的として、ボード中間層を落花生殻のみとし、表面層のみ落花生殻・PVA・蒸留水の混合物を配置する三層構造の成形方法を考案した。なお、表面層では落花生殻・PVA・蒸留水の混合比率は従来とおりとした。

また、曲げ強度13MPaの目標値を達成するため、落花生殻を重量比で30%増量し高密度化したパーティクルボード（以下、SHD-PHPボード）の試作を行った。

このときの各材料使用量は、落花生殻140g、PV A17.5g、蒸留水52.5gで、成形時間は10分とした。

3. 結果及び考察

3.1 成形時間による強度差

2.2の成形方法により、成形時間600秒、1200秒、1800秒の3種類でボードを試作し、その曲げ強さ及び曲げ弾性率を測定したところ、成形時間が長いほど強度も高くなることが分かった。これは、落花生殻の熱電伝導率が低いことにより、板表面から内部に熱が伝わりにくく、板表面に比べて内部の温度上昇が緩やかで、PVAの結晶化が起こりにくいことが影響していると考えられる。

表1 成形時間と機械的特性

成形時間 (sec.)	曲げ荷重 (N)	曲げ強さ (MPa)	曲げ弾性率 (GPa)
600	144.94	10.26	0.96
1200	174.53	12.88	1.33
1800	172.37	13.00	1.37

3.2 高密度パーティクルボードの成形

2.3の成形方法により、三層構造で、且つ、落花生殻を従来比30%高密度化して成形したSHD-PHPボードを長さ120mm×幅20mmに切り出し、インストロン社製万能試験機5567型を用いて3点曲げ試験を行い、曲げ強さを測定した。曲げ強さの分布を図3に示す。

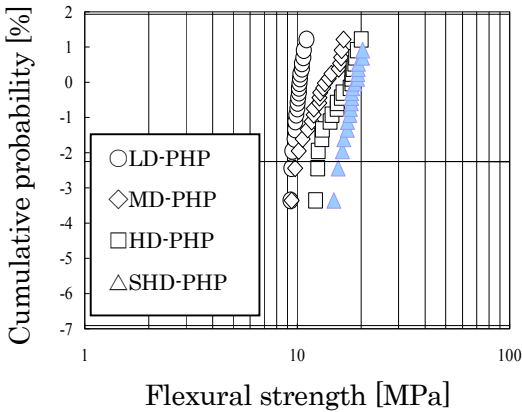


図3 SHD-PHPボードの曲げ強さ

従来型のLD・MD・HD-PHPボード¹⁾に比べ全体的に強度が向上しており、曲げ強さは平均18.0MPa、最小値14.87MPa、最大値20.32MPa、標準偏差は1.49であり、目標とした13タイプの曲げ強さ13MPaをクリアすることができた。

また、SHD-PHPボードの見かけ密度は0.78g/cm³でJIS A 5908に定める上限値0.9g/cm³以下であった。SHD-PHPボードの断面写真を図4に示す。



図4 SHD-PHPボードの断面

緻密な表面層に比べボード中央部は空隙が多く、熱プレスによって発生した水蒸気が中央部を通

て金型外へ排出されたと考えられる。

3.3 残留農薬試験

落花生栽培時には防虫・防疫のため一般的に農薬が使用されているが、落花生殻を家具用または建材用パーティクルボードに使用する場合、乳幼児等への安全性の観点から残留農薬が問題になると考えられる。

この残留農薬について、三菱化学メディエンス(株)に委託し、食品衛生法第11条第3項の残留農薬等に関するポジティブリスト制度に規定される指定農薬の内307種類の項目について検査を行ったところ、全ての項目について不検出であった。

3.4 かび抵抗性試験

PHPボードの抗かび性を確認するため、(財)日本食品分析センターに委託し、JIS Z 2911に規定されるかび抵抗性試験を実施した。

比較検体として一般のパーティクルボードを用い、規定される5種類のかびについて培養試験を行った結果を表2及び表3に示す。

表2 かび抵抗性試験結果

検体	かび抵抗性			
	1週間後	2週間後	3週間後	4週間後
1)	1	1	1	1~2
2)	1	1	1	1

※1) PHPボード 2) パーティクルボード

表3 試験結果の表示方法

菌糸の発育	かび抵抗性
試料の接種した部分に菌糸の発育が認められない。	0
試料の接種した部分に認められる菌糸の発育部分の面積は、全面積の1/3を越えない。	1
試料の接種した部分に認められる菌糸の発育部分の面積は、全面積の1/3を越える。	2

PHPボードでは4週間後の菌糸発育状況においてかび抵抗性がやや劣るものの、一般のパーティクルボードとほぼ同等の結果となった。

4. まとめ

本研究では、従来比で落花生殻使用量を30%増加したSHD-PHPボードを開発した。以下に本研究によ

り得られた結果を示す。

- 1) SHD-PHPボードの曲げ強さは平均18.0MPaで、最小値においても目標値である13MPaを達成した。
- 2) PHPボードの残留農薬検査を行ったところ、307項目の化学物質について不検出であった。
- 3) PHPボードのかび抵抗性試験を行ったところ、一般のパーティクルボードとほぼ同等のかび抵抗性を示した。
- 4) PHPボードの曲げ強さは、成形時間が長いほど向上した。

次年度は300mm×300mmの金型を用いてボードの大型化に取り組む。

なお、本研究を遂行するに当たり、千葉県八街市の有限会社ますだ様に落花生殻を提供していただきました。記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 西川康博 他：複合材料の適用技術に関する研究，千葉県産業支援技術研究所研究報告，No. 7, 34, 2009