

大豆グラーを用いたパーティクルボードの試作とその性質

上村公浩

Kimihiko UEMURA

Trial production of particleboard using soybean glues and evaluation of it's properties

要旨：上村公浩：大豆グラーを用いたパーティクルボードの試作とその性質 兵庫森林技研報48号：11～14、2000 接着剤として安全性が高く生分解可能な大豆グラー接着剤を選び、スギ・ヒノキのプレナー屑とモルダー屑の混合物を原料としたパーティクルボードの作製条件とその性能について試験を行った。また、パーティクルボードの製造に広く用いられているユリア樹脂接着剤を用いたボードの試験を併せて行った。得られた結果は次のとおりである。(1)大豆グラー接着剤を用いることにより、製造工程の簡略化が図れる。(2)大豆グラー接着剤は、水に溶かした状態での吹き付けが困難であるため、粉末のまま塗布（散布）する方法が有効である。(3)曲げ強さ、曲げヤング係数、はく離強さについては、低密度では大豆ボードとユリアボードとの間にあまり差はみられないが、中密度においては、ユリアボードの方が優れている。(4)耐水性については、ユリアボードの方が大豆ボードに比べて優れている。(5)断熱性については、大豆ボードの方がユリアボードに比べて優れている。以上のことから、大豆ボードは、耐水性・強度においてユリアボードに比べて劣っており、建築材料に用いられているパーティクルボードの代替材としての可能性は低い。しかし、安全性や生分解性が重視される農林業用資材など建築分野以外への利用に活かせる可能性が考えられる。

I. はじめに

産業廃棄物処理法の改正にともない、木質廃棄物の処理にも規制がかかることから、製材工場から排出される鋸屑や端材を再利用する技術の開発が望まれている。平成9年9月に当センターが実施した県内の製材工場調査においても、58%の業者がこの様な研究を望んでいるとの回答があった。

木質廃棄物は、家畜の敷き料や堆肥原料などに昔から使われている。本県でも、但馬や淡路地域では、敷き料として使われた後、発酵させて堆肥として利用しているが、大規模な利用には至っていないようである。また、ラワン合板の代替材としてパーティクルボードが注目されるようになり、この原料に木質廃棄物が使われるようになったが、ボードの製造には専用の機器が必要であるため、県下の中小企業がこの技術を導入している例は見受けられない。

そこで、県下の製材工場から排出される木質廃棄物をパーティクルボードとして再利用するため、その製造工程を簡略化して導入を容易にするとともに、シックハウス症候群を引き起こす原因物質等が含まれておらず、人や環境に優しいという付加価値を持たせたボードを試作し、建築分野で用いられているパーティクルボードの代替材としての可能性について検討を行った。

II. 材料および方法

1. 供試材料

ボードの原料としては、県内の製材工場において排出されたスギ・ヒノキのプレナー屑とモルダー屑の混合物を乾燥させ、2cmメッシュのふるいにかけて、残ったものを用いた。

接着剤には、ホルムアルデヒドなどの有害物質が含まれておらず、冷圧硬化するという条件から大豆グラー〔(株)ホーネンコーポレーション社製：HOC〕を選択し、その対照としてパーティクルボードに広く用いられているユリア樹脂（同：MB-230）を選択した。通常、大豆グラーには防腐剤が混入されているが、本試験では防腐剤が混入されていないものを使用した。配合割合を表-1および表-2に示す。

2. パーティクルボードの作製

(1)大豆グラー接着剤を用いたボードの作製

ボードの寸法は、幅300×長さ300×厚さ10mmとし、目標密度を0.2、0.4および0.6g/cm³の3水準に設定した。所定量の原料をロータリーブレンダーの中に入れ、回転攪拌させながら水をチップ重量（全乾）に対し50%吹き付ける（初期含水率40%）。次いで含脂率20%になるように大豆グラーを均一にふるいかけ、十分に混ぜ合わせる。これを手撒き散布によりマット成型した後、

表-1 大豆グルー接着剤の配合比(重量比)

大豆グルー	100部
水酸化カルシウム	20部

表-2 ユリア樹脂接着剤の配合比(重量比)

ユリア樹脂	100部
塩化アンモニウム20%水溶液	3部
水(塗布濃度調整用)	16.9部

常温で25kgf/cm²、10分間圧縮した。ボードの厚さは、ディスタンスバーを用いて制御した。配合比、含脂率、圧縮条件などは、メーカー側のアドバイスをもとに予備試験を行い決定した。

(2)ユリア樹脂を用いたボードの作製

ボード寸法および目標密度は前述の大豆ボードに準拠した。

所定量の原料をロータリーブレンダーの中に入れ、回転攪拌させながら吹き付け濃度を50%に調整したユリア樹脂接着剤を含脂率12%になるように吹き付ける。これを手撒き散布によりマット成型した後、160℃で25kgf/cm²、3.5分間圧縮した。こちらもボードの厚さは、ディスタンスバーを用いて制御した。配合比、含脂率、圧縮条件は、メーカー側のボード作製例に従った。

3. 材質試験

作製したボードは20℃、相対湿度65%の恒温恒湿室内で2週間養生した後、JIS A5908 パーティクルボードに準じた曲げ試験、はく離試験、吸水厚さ膨潤試験および熱伝導率測定試験を行った。吸水厚さ膨潤試験においては、浸せきの前後で重量を測定して吸水率も算出した。また、熱伝導率測定試験については、試験体寸法を幅200×長さ200×厚さ10mmとし、熱伝導率測定装置(英弘精機株式会社製:HC-704)を用いて0-25℃、5-30℃、10-35℃の3条件における熱伝導率を測定した。

III. 結果および考察

1. ボードの作製条件

(1)原料の乾燥、加熱圧縮の省略

ユリア樹脂接着剤は、熱硬化樹脂であるためにホットプレスが必要とするのに対し、大豆グルー接着剤はアルカリ性によるたんぱく質の変成硬化(水町 浩ら監訳、

1993)を利用するので、加熱ユニットのない圧縮機械(コールドプレス、クランプ等)での使用が可能である。

また、一般的にホットプレスを用いた圧縮では、原料の含水率が約5%より高い場合、解圧時にボードが“パンク”を起こしやすいため、原料の乾燥工程が不可欠だが、加熱圧縮を行わなくても良い大豆グルー接着剤の場合この工程を省略することができる。

(2)接着剤の吹き付け

大豆グルーをパーティクルボードの作製に用いる場合には、他の接着剤とは異なり粉末状のまま使用する方法が有効である。一般的にパーティクルボードの製造に用いられるユリア樹脂などの接着剤は、原料に均一に吹き付け塗布するため低粘度の液体状をしている。一方、大豆タンパクは粉末状をしており、合板などに使用する際には水に溶かして用いる。しかし、メーカー側が提示している合板用の配合比(大豆:硬化剤:水=100:20~25:200)では、粘度が高くスプレーガンによる吹き付け塗布は不可能であった(この接着剤はパーティクルボードに用いられたことがないため、配合比、塗布法が確立されていない)。そのため、合板用配合比より水分量を多くし、粘度を下げて吹き付け塗布を行ったが、溶けきらずに玉状になった大豆がスプレーガン内部で目詰まりを起こすため適切な方法とはいえなかった。そこで、木片にあらかじめ必要量の水分を吹き付けておき、そこに大豆グルーの粉末をふるいかける方法で試作を行った。ただし、吹き付けておく水の量が少ない場合、粉末状の接着剤が残る場合があるので、吹き付ける水の量は原料の約50%(全乾重量比)が適当であった。

(3)硬化時間

ユリア樹脂は熱硬化性であるため、圧縮終了時には硬化が終了しており十分な接着力を発揮するのに対し、大豆グルーは、水分が蒸発して気乾状態になって初めて硬化が完了するため、気乾状態になるまでは十分な接着力は得られない。これにかかる期間は、初期含水率が40%(吹き付けた水の量のうち約1/5はロスとなる)の場

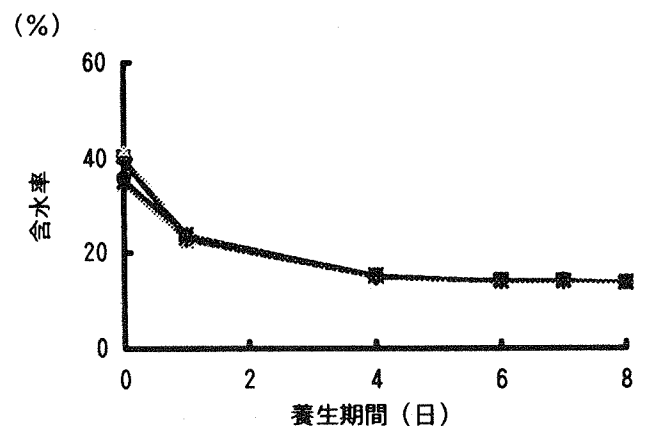


図-1 養生期間中の含水率変化

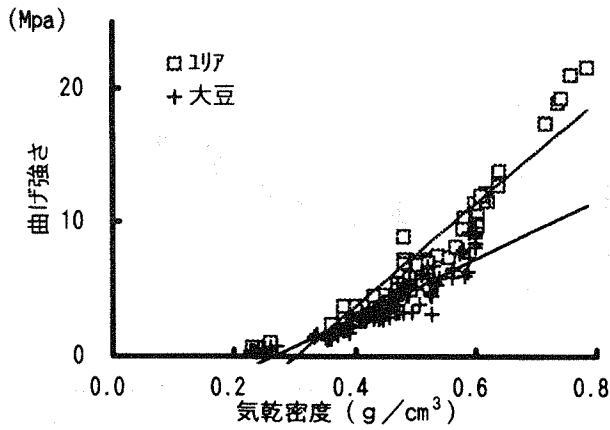


図-2 ボードの曲げ強さと気乾密度の関係

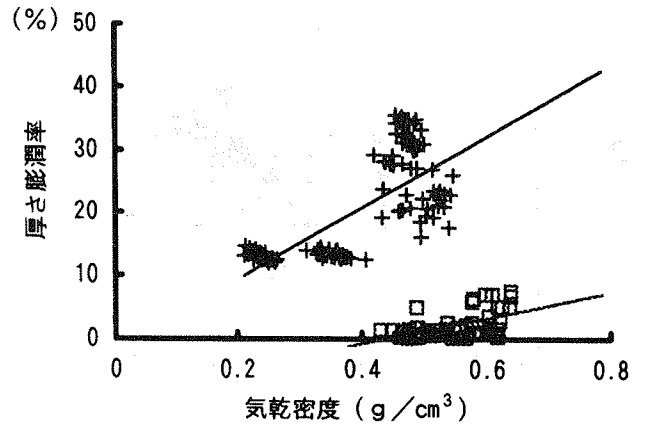


図-4 養生後の厚さ膨潤率と気乾密度の関係

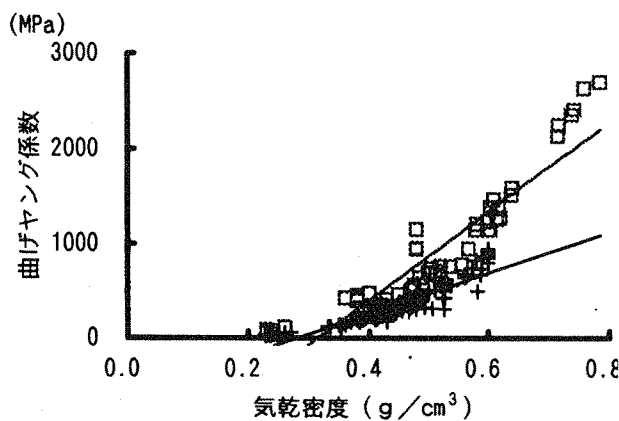


図-3 ボードの曲げヤング係数と気乾密度の関係

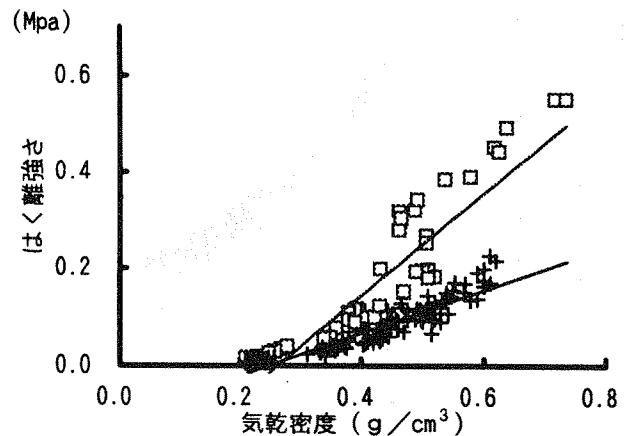


図-5 ボードの剥離強さと気乾密度の関係

合、5日以上であることを実験的に認めた。(図-1)

2. ボードの性質

作製したボードの曲げ強さおよび曲げヤング係数と気乾密度の関係を図-2、3に示す。双方とも気乾密度と相関がある。低密度(0.4g/cm³以下)では、大豆ボードとユリアボードの間にあまり差はみられないが、中密度(0.4~0.6g/cm³)においては、ユリアボードの方が大豆ボードより優れている。この原因としては、①接着力の差、②ボードの密度低下が考えられる。前者は、大豆ボードの方が含脂率が高いにもかかわらず、等しい密度において大豆ボードの方が低い強度を示していることから推察される。後者は、通常パーティクルボードは表層の密度が高い構造をしているが(川井秀一・佐々木光、1986)、本試験では、10分間の圧縮後圧力を解放した状態で養生を行ったため、プレナー層などカールしている原料がバネのように戻り、密度低下が起こったと思われる。これにより表層部の密度も下がったため強度が低下したのではないかと考えられる。この密度低下は、大豆ボードが養生期間中に厚さ膨潤を起こしていることから推察できる(図-4)。

はく離強さと気乾密度の関係を図-5に示す。低密度(0.4g/cm³以下)では、大豆ボードとユリアボードの間にあまり差はみられないが、中密度(0.4~0.6g/cm³)においては、ユリアボードの方が大豆ボードより優れている。これも曲げ強さのところで前述した様に、接着力と密度低下が原因であると思われる。

大豆ボードの強度性能は、総じてユリアボードに比べて劣っている。これは加熱圧縮による迅速な硬化や接着剤量の増加などにより改善は可能であると考えられるが(齊藤藤市・国末直嗣、1975)、ボイラーなど熱源の設備費がかかりコストアップにつながる恐れがある。

次に、吸水厚さ膨潤率および吸水率と気乾密度の関係を図-6、7に示す。吸水厚さ膨潤率は、双方とも気乾密度との相関は認められず、大豆ボードで16%前後、ユリアボードで10%前後とおおむね一定であった。しかし、吸水率には、気乾密度と負の相関が認められた。大豆ボードとユリアボードの吸水率の差は、平均して約20%であり、大豆ボードの方が高い吸水率を示した。このことから大豆グルー接着剤は、ユリア樹脂接着剤に比べて耐水性に劣ることが確認できた。大豆ボードの耐水性の向上については、今後の検討課題としたい。

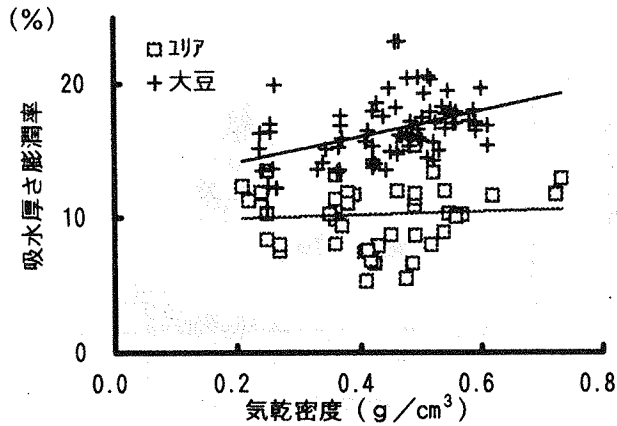


図-6 ボードの吸水厚さ膨潤率と気乾密度の関係

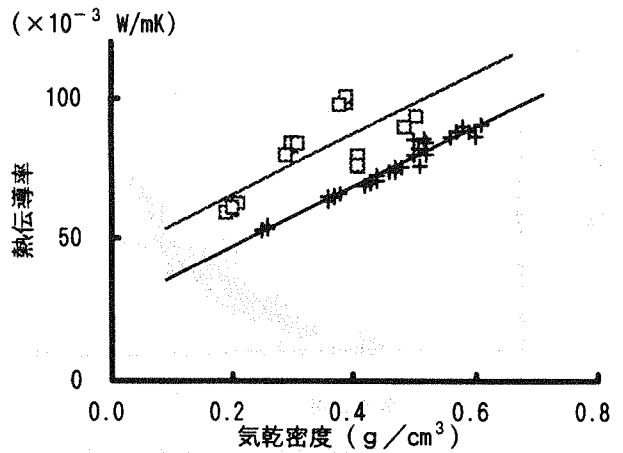


図-8 ボードの熱伝導率と気乾密度の関係

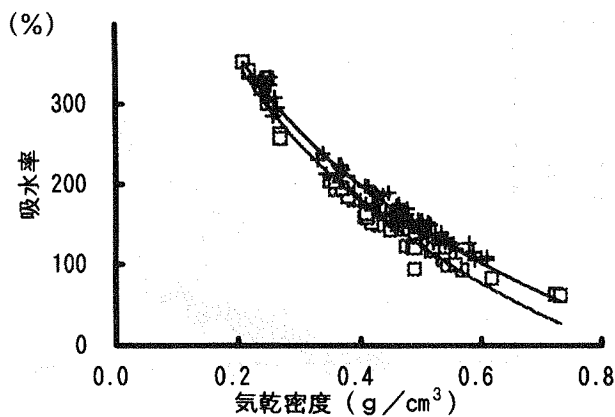


図-7 ボードの吸水率と気乾密度の関係

熱伝導率と気乾密度の関係を図-8に示す。大豆ボードはユリアボードに比べて熱伝導率が低いいため、断熱性が優れているといえる。これは、養生期間中に接着層のはく離が起りボード内部の空隙が多くなるためであると思われる。

以上の結果をもとに、本報告の大豆ボードについて、現在建築分野で用いられているパーティクルボードの代替材としての可能性について検討してみたが、その可能性は低いと思われる。その理由としては、①強度性能がユリアボードに比べて劣っており、また、その改善についてもメリットが少ないこと、②耐水性の改善が困難であることが挙げられる。

本試験で作製した大豆ボードは、建築材料としては適していなかったが、自然循環可能で安全性が高い材料であるため建築分野以外への利用に活かせる可能性が十分考えられる。そこで、今後は、強度がそれほど必要でなく、生分解性や安全性が重要視される農林業用の資材(土壌被覆材など)への利用について検討を行っていく予定である。

IV. ま と め

スギ・ヒノキのプレナー屑とモルダ屑の混合物を原

料とし、接着剤として大豆グラーを用いたパーティクルボードの作製条件を検討するとともに、そのボードの曲げ強さ、はく離強さ、耐水性、断熱性について試験を行い、ユリア樹脂接着剤を用いたパーティクルボードとの比較を行った。得られた結果は次のとおりである。

- (1)大豆ボードは、原料の乾燥工程を省くことができ、また常温圧縮が可能のため、製造工程の簡略化が図れる。
- (2)大豆グラーは、水に溶かした状態での吹き付けが困難なため、粉末のまま塗布する方法が有効である。塗布する際には、原料の約50%の水をあらかじめ吹き付けておく。また、硬化には5日間以上の養生期間を必要とする。
- (3)曲げ強さ、曲げヤング係数、はく離強さについては、低密度(0.4g/cm³以下)では、大豆ボードとユリアボードとの間にあまり差はみられないが、中密度(0.4~0.6g/cm³)においては、ユリアボードの方が優れていた。
- (4)耐水性については、大豆ボードの厚さ膨潤率が約16%なのに対し、ユリアボードは約10%と優れている結果となった。また、吸水率は、大豆ボードの方が約20%多く吸収することがわかった。
- (5)断熱性については、大豆ボードの方が優れている。

本研究を進めるにあたり、原料を提供していただいた(株)柴原木材および接着剤の提供と接着に関するアドバイスをいただいた(株)ホーネンコーポレーションに深く感謝いたします。

引用文献

水町 浩・福沢敬司・若林一民・杉井新治 監訳 (1993)接着大百科. 96-107, 朝倉書店, 東京.
 川井秀一・佐々木光(1986)低比重パーティクルボードの製造技術(第1報). 木材学会誌 132:324-330
 齊藤藤市・国末直嗣(1975)鋸屑パーティクルボードの材質(第1報). 木材工業 30:295-297