

- 研究 -

カラマツ間伐材を原料とする押し出し成型 パーティクルボードの製造 (第1報)

松本 章 西川 介二*¹
穴沢 忠² 布村 昭夫*³

The Manufacture of Particleboards from Larch Thinning by Extruding Process (I)

Akira MATSUMOTO Kaiji NISHIKAWA
Tadashi ANAZAWA Akio NUNOMURA

Studies were made on the properties of particleboards manufactured with an extruding press which had a steam injection mechanism. The flakes from small larch logs were 20, 40, and 60 mm in length and 0.5mm in thickness. The pressing time were 15, 20, 25 and 30 minutes, and the pressing temperature was 175 . The density of the boards was 0.60 g/cm³ and their thickness was 40 mm. It was found that according as the flakes became longer, the bending property of the boards became improved while their internal bond became weakened. This was also seen in the boards manufactured in a flat platen method. The linear expansion of the extruded particleboards was almost as large as the thickness swelling of the flat-platen-pressed boards.

蒸気噴射機構を備えた押し出し成型プレスによりボードを製造し、得られたボード材質と製造条件との関係を検討した。カラマツ小径木から調整した原料削片の長さは20, 40及び60mmで厚さは0.5mmである。プレス時間は15, 20, 25及び30分で熱盤温度は175 である。また、ボード厚さは40mmで、目標比重は0.60である。

曲げ性能については平盤プレスボード同様に削片長の長いものほど良く、はくり強さは逆の傾向を示した。また、このボードは吸水による長さ方向の膨張が大きくその値は平盤法により得られたボードの長さ膨張率とほぼ同じであった。

1. はじめに

間伐材などの丸太形状の木材をスタートとして、パーティクルボード用の原料を製造すると、配向性パーティクルボードの製造に適した細長い削片やウェハーボードの製造に適した大型の幅広い削片が得られ、これらの削片はボード材質の向上に極めて大きな効果があることが知られている。

表題に掲げた押し出し成型法は1940年代の末に Otto Kreibaum (ドイツ)が考案したもので(Okaプロセス)、ほとんど利用不可能な木質残廃材を用いて、連続的にパーティクルボードを熱圧成型して押し出すという特徴を有している。Kreibaumの考案したものは、熱盤が垂直ないわゆる垂直型押し出し成型プレスであるが、1950年代の初め頃アメリカにおいて

Lanewoodが水平型押し出しプレスを考え出している¹⁾²⁾通常のボード製造法に比べると、全体の装置がいずれもコンパクトで生産規模も小さい。

押し出し成型法により得られるパーティクルボードの研究は非常に少なく、日本においても2,3見られるが、いずれも本来の装置の特徴である連続押し出しというイメージからはかけ離れており、いわば擬押し出し成型法といえよう³⁾⁴⁾

ところで、パーティクルボードは吸水や吸湿時の厚さ方向の膨張が大きいため、その欠点を十分認識した上で使用しなければならないといわれている。この欠点を改善するためには、いわゆる耐水剤の添加が一般に行われているが、Shenによりこの欠点の改善と接着剤の迅速硬化が同時に図られる方法が考え出された⁵⁾。「蒸気噴射プレス法」といわれるのがそれである。

そこで我々は、押し出し成型法-蒸気噴射法という既存の二つの技術を組み合わせた小型の装置を作成し、丸太から得られた細長い削片を原料とした比較的厚いパーティクルボードを製造し、押し出し成型プレスの

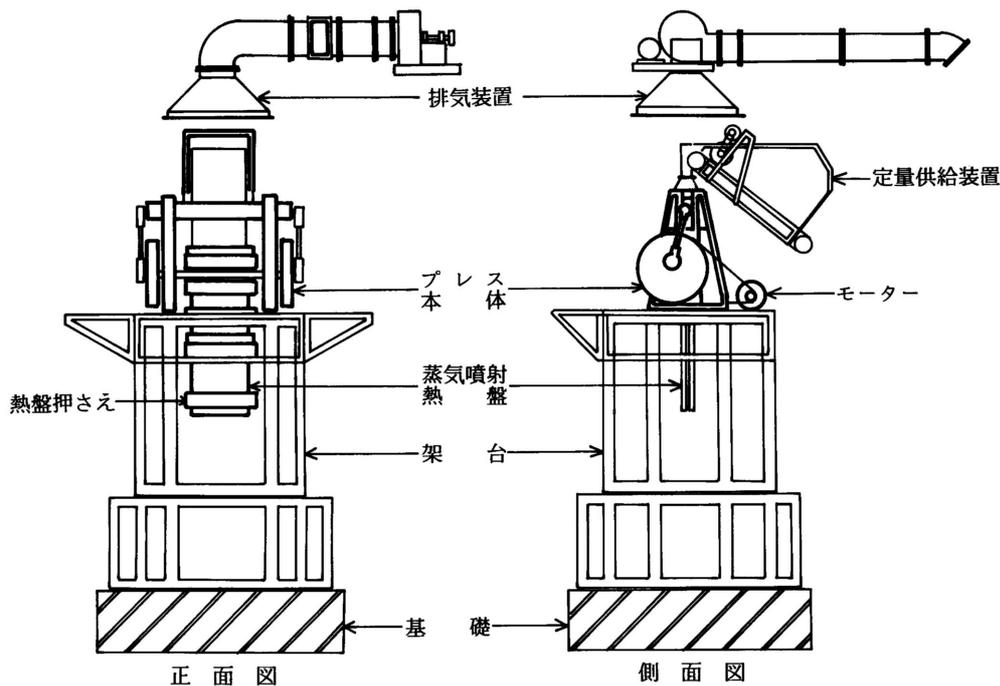
運転条件と得られるボード材質について検討した。今回は第1報として、蒸気を噴射しない場合の削片形状とプレス時間がボード材質に及ぼす影響について報告する。

なお、本報告の一部は第34回日本木材学会大会(1984年4月、名古屋)において発表した。

2. 装置の概要と試験条件

小型押し出しプレスの外観は第1図に示したとおり、Kreibaumの考案したものと比較して大きな差はないが、製品幅は60cmで、一番小さな実装置のほぼ1/2の大きさである。

第2図には本装置の一番の特徴である熱盤の内部構造を示した。厚さ70mm、長さ1,000mmの熱盤を2枚連結したものを対にして向い合わせているが、熱盤の上(原料入口)と下(ボード出口)とは、片側で1/2500の勾配があり、入口が広くなっている。また、入口より30cmまでの部分は熱盤に対して特に削片との摩擦抵抗が大きくなるので、ハードクロムメッキ(厚さ0.25mm)を施して、摩擦に耐えるようにすると同時



第1図 押し出し成型プレス

に、入口から30cm以下の部分よりも熱盤両側で0.5mm (メッキ膜厚×2) 狭くして圧密効果を持たせるように設計してある。第2図の中央は、ほぼ平行に向い合った2枚の熱盤の断面の一部である。左側は片側の熱盤の外側 (Aの部分) を示したもので、熱盤を温めるための蒸気が通る回路である。右は同じ熱盤の内側 (Bの部分) を示したもので、プレス時間の短縮や吸水特性を改善するために考えられた蒸気を噴射するための回路で、独立した4つのセクションに分けられている。蒸気を噴射しない上下の部分も含めて、各セクションはほぼ1/6の長さに分割されているので、原料の滞留時間 (いわゆる平盤法のプレス時間に相当する) の最大4/6までの時間を蒸気噴射することが可能である。また、互いに向い合った箇所には、両側の噴射孔から同時に中央のボードに向かって蒸気を噴射させたり、あるいは一方から他方に向かって蒸気を噴射させ、次のセクションでは逆方向に噴射させることも、バルブの操作一つで簡単にできるようになっている。噴射孔の径は2mmで片側1セクション93個、合計744個の

孔がある。

試験条件として取り上げた要因は、削片形状が20, 40, 60mmの長さ (厚さはいずれも0.5mm)、プレス時間 (原料滞留時間) 15, 20, 25, 30分である。接着剤としてレゾルシノール変性のフェノール樹脂 (HD 20 45) を5% (硬化剤としてパラホルムアルデヒドを対樹脂固型分4%添加) 噴霧塗布したが、塗布後のチップ含水率は約12%である。ボードの厚さは40mmで目標比重は0.60である。

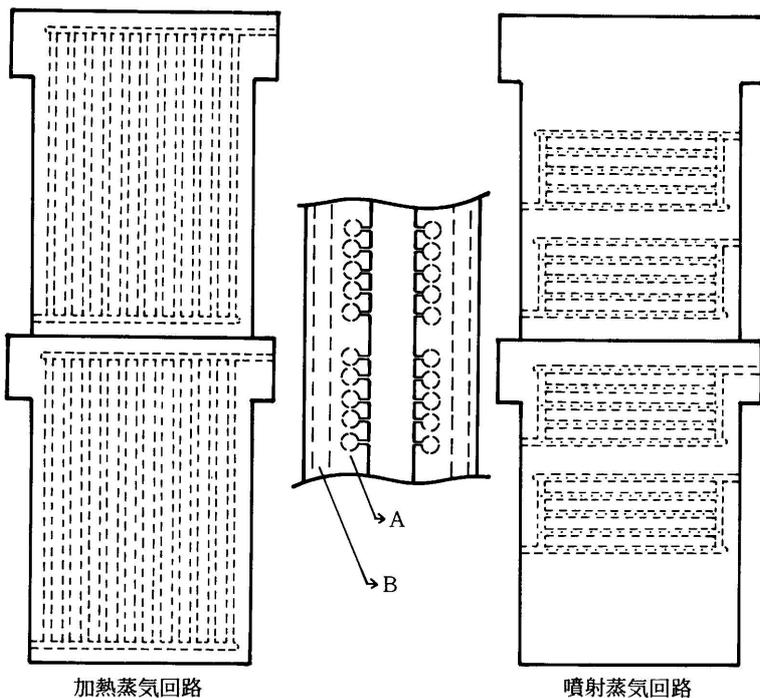
プレスの運転条件として、プランジャーの1分当たりの突き数は100回、ストローク140mm、押し込み深さは約45mmである。熱盤の加熱温度は175 (8kg/cm²) である。なお、原料の供給量はプレス時間により異なり、15分のプレス時間で毎分1,9209、以下20, 25, 30分でそれぞれ1,440, 1,152, 9609で、ベルトコンベアーの速度をコントロールすることにより調整した。

3. 試験結果と考察

3.1 押し出し成型パーティクルボードの基礎的な性質

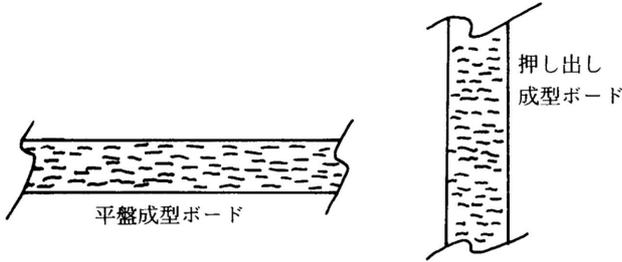
前述のように押し出し方式により得られたパーティクルボードに関するデータは極めて少ない。また、装置運転条件とボードの材質 (特に比重) との関係については、安定した製品を得るためには非常に重要なことが判明したので、まず本装置で得られた押し出し成型パーティクルボードの基礎的な性質について二、三ふれる。

平盤プレス法と押し出し成型プレス法とは、熱盤の間で接着剤を塗布した削片を熱圧固化してボードにするという基本原理は同じであるが、前者では成

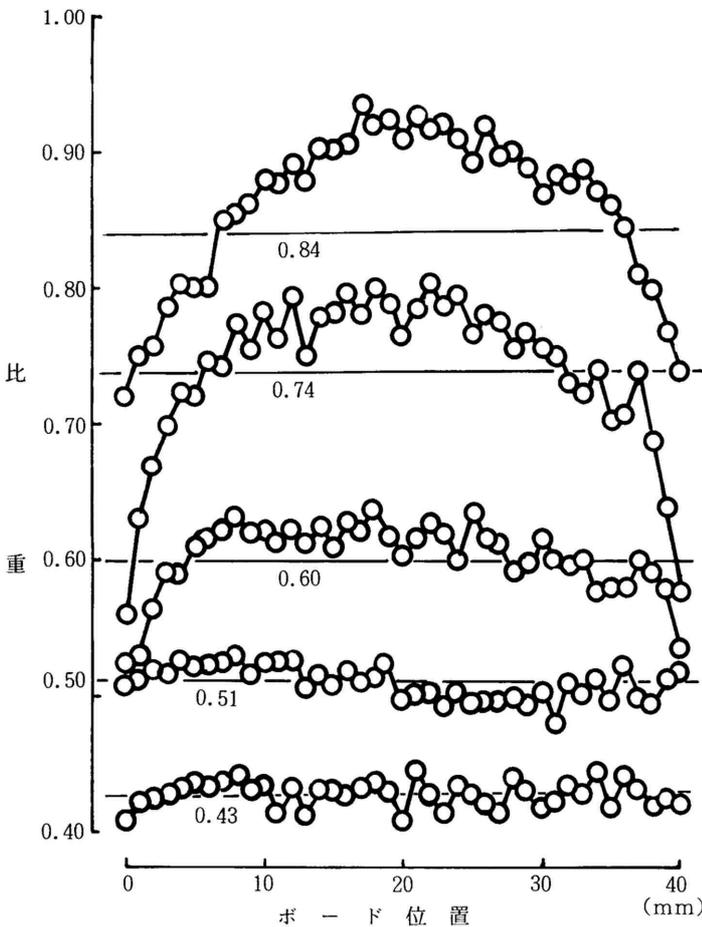


第2図 押し出し成型プレス熱盤 (A: 噴射蒸気回路, B: 加熱蒸気回路)

型されたマット (ボード) は静止したままであるのに対し、後者では一定の速度で連続的に押し出されるという大きな違いがある。また、後者の場合、2枚の熱盤の間に細長い削片を落とし込むと、ボードの幅方向にこの削片が配列し、細かな原料を用いた場合に比べて曲げ強さが大幅に向上するという特徴がある。



第3図 製造法による削片の積層のされ方の差



第4図 押し出し成型ボードの比重パターン

削片の積層のされ方は平盤法では第3図のように、ボードの板面に平行に、押し出し法ではボードの板面に垂直になる。削片同志が何枚か重なって圧縮されると、吸水した場合には圧縮方向とは逆方向に大きく膨張するので、平盤法ボードの厚さ方向と押し出し法ボードの最さ方向は似たような挙動を示すことになる。

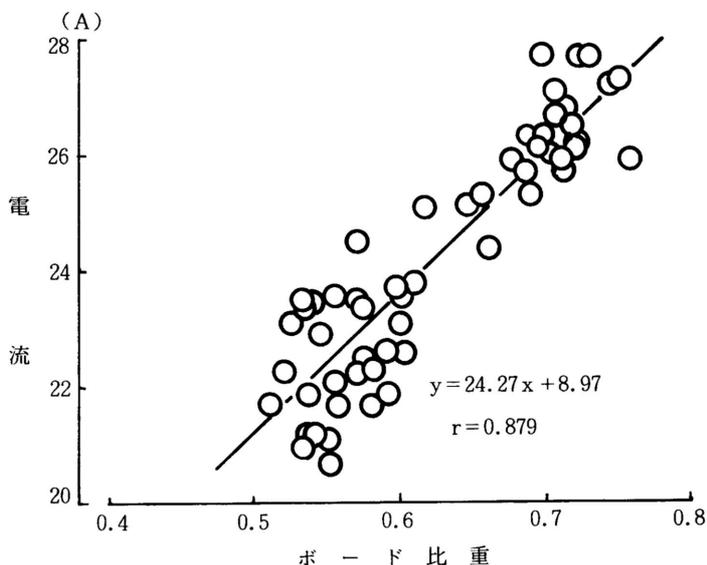
第4図には得られたボードの厚さ方向の比重パターンを示した。このような比重パターンは平盤法で得られるボードについてはよく報告されているが、このパターンは通常よく採られている方法により求めた。すなわち、表面から一定の厚さの部分の研削し、その時の重量減少から研削部分の比重を求め、以下この操作を繰り返してパターン図としたものである。図中の0.43~0.84という数値は比重パターンを求めたボードの平均比重である。なお、このボードの製造条件は削片長さ60mmプレス時間30分である。図からも明らかなように、平均比重の小さなボードほど、厚さ方向の比重が均一なパターンを示し、逆に平均比重の高いものは中心部の比重が大きくなるのが分かる。これは今回の試験に用いた原料のかさ比重が60mmの削片長のもので0.05 (20mm長さで約0.07) と極めて小さく、熱盤間隙40mmの間にこのようなかさ比重の小さな削片原料を連続的に落とし込むと、どうしても中央部が密になり、熱盤に近い部分 (ボードの表面側) が粗な状態になりやすい。そのため圧縮の度合の大きな高比重のものほど、その影響を大きく受けて図のような結果になったものと考えられる。

ところで、一定比重のボードを連続的に押し出そうとする場合、まず、一定量の原料を熱盤の間に連続的に落込まなければならない。プランジャー

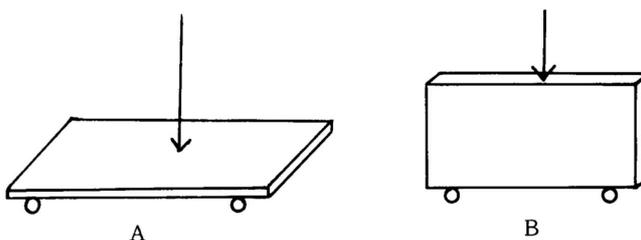
が上の位置にある間に一定量の原料が落ち込み、次にブランジャーでこの削片を圧縮して、目標とする比重になるような容積にする必要がある。この操作により、上部で圧縮された容積とほぼ等しい分だけ、熱盤の下から製品となってボードが押し出されることになる。この操作を連続的に行うことにより、一定比重のボードが連続的に押し出されるようになるのである。これよりも比重の高いボードを得ようとする場合、原料の供給量を増して、ブランジャーによる一回当たりの圧縮される削片重量を増してやる必要がある。この時、熱盤と削片との摩擦抵抗が前述の比重の時と同じならば、削片重量にほぼ比例した容積に相当する分だけ多く押し出されることになり、目標とする高比重のボードは得られないことになる。したがって、原料の供給量を増して高比重のボードを得ようとする場合、熱盤と削片(ボード)との摩擦抵抗を増して、押し出されるボードの量を調節(少なくする)してやる必要が生じて来る。このためには熱盤の間隔をせばめて(実際には熱盤を圧縮しているボルトをわずかに締める)、ボードが押し出されにくくすれば良いことになる。こうすることによりブランジャーの圧縮しようとする力がより大きなものとなり、動力源であるモーターに対しても大きな抵抗がかかるようになる。この時の抵抗を電流(アンペア)として取り出して、得られたボードの比重との相関性を調べたところ、第5図のように高度に有意な相関性が認められ、電流をボード比重コントロールの指標とすることができることが分かった。

パーティクルボードを面材として使用する場合、荷重は板面に対して垂直にかかることが多い(第6図A)。しかし、例えばベッドの側板のようにボードを垂直に立てて用いるような場合、荷重が板面に平行にかかるような状態

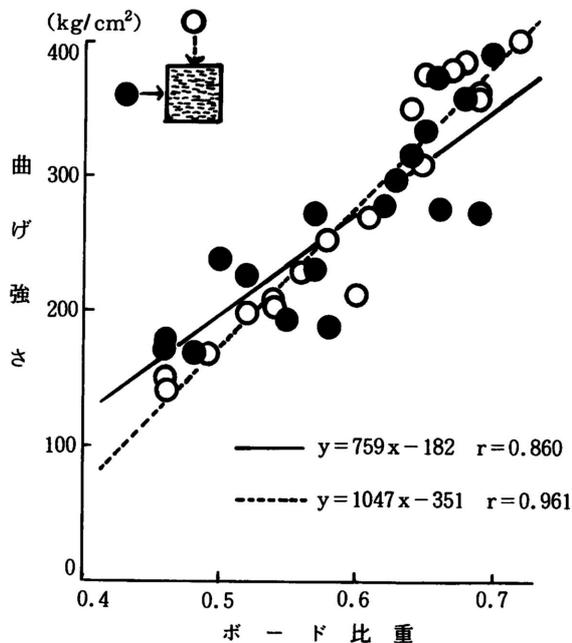
も想定される(同図B)。平盤法で得られるボードに対してA, B両方向から荷重をかけた時の曲げ性能はP. Gresselによると、ボード厚さ7.9~38.4mmの範囲のボード6種類について、曲げ強さ、曲げヤング係数共にAの場合の方がBよりも40%程度強くなると報告されている。同様のことを押し出し成型パーティクルボードについても考察してみた(第7, 8図)。削片の積層状態からみて、図中印は上述のAに、印はBに相当するものと考えられる。ただし、押し出し成型パーティクルボードを面材として用いる場合を想定すれば、平盤法で得られたボードとは逆にBが一般的であろうと思われる(以下の曲げ試験はBによった)。図よりも明らかなように曲げ強さの場合、通常のボード比重(0.5~0.7)の範囲では、両方法に大きな差はみられない。一方、曲げヤング係数では試験し



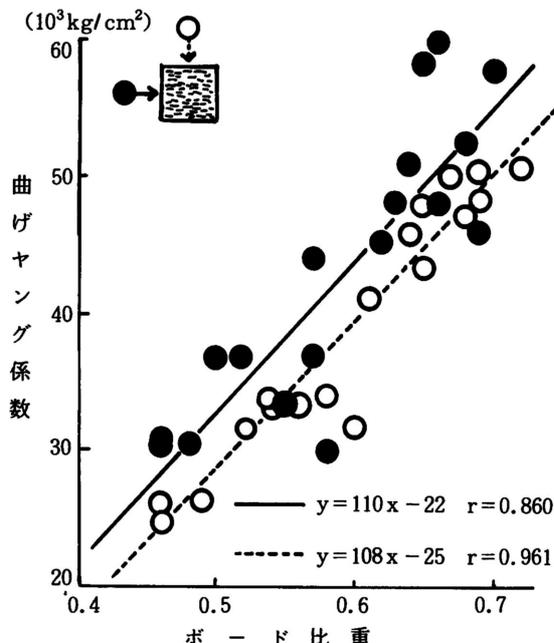
第5図 ボード比重と電流との関係



第6図 曲げ荷重のかかり方



第7図 荷重方向と曲げ稀さ



第8図 荷重方向と曲げヤング係数

た全比重の範囲内でBが $3 \times 10 \text{ kg/cm}^2$ ほど大きな値を示した。この場合のボード製造条件はプレス時間が30分、削片長が60mmである。

3.2 曲げ性能

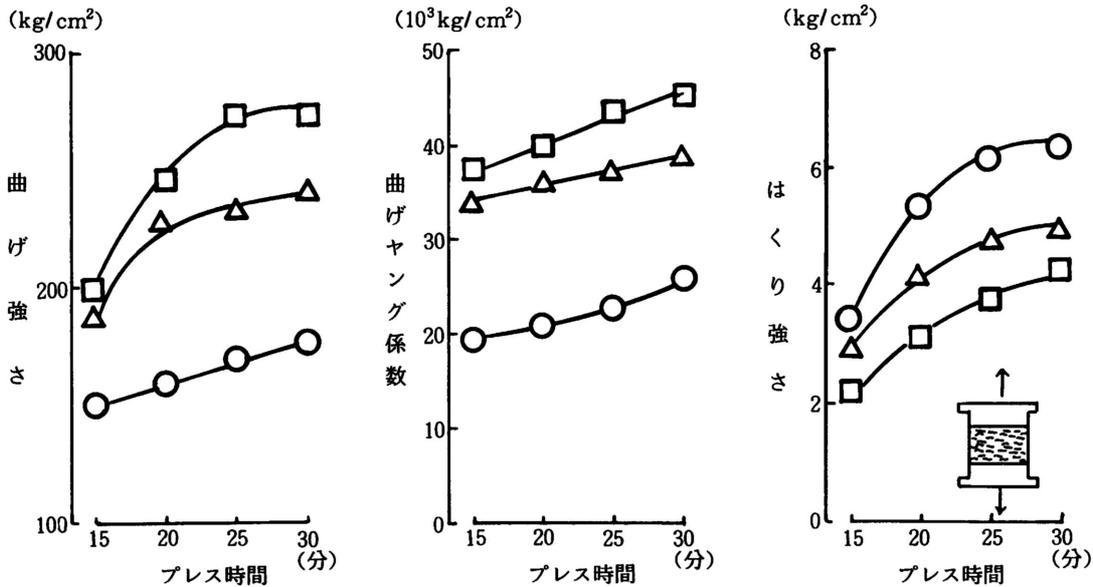
今回の供試削片を平盤法パーティクルボードの原料として用いた場合の、削片形状がボード材質に及ぼす影響については、既に報告した⁷⁾。この中で、ボード材質全般にわたって良好な結果をもたらしたのは、削片厚さ0.5mm、同長さ60mmという原料形状のものであった。押し出し成型プレスに対して、このようなかさ比重の小さな原料を用いることは、熱盤入口からの原料の供給に困難が予想されたため、この部分を改良すると同時に、もっと短い削片長(40, 20mm)のものについても検討を加えた。以下その結果について記述する。

曲げ強さ及び曲げヤング係数に対する削片長及びプレス時間の効果については第9図に示した。削片長が曲げ強さに及ぼす影響は、平盤法で得られるボードに対するものと同様で、当然のことながら長いものは高い値を示した。また、プレス時間はほぼ25分で一定の強度値を示すようになるが、15分でも低い値な

が十分製板可能なことが分かった。平盤プレス法で同じ40mm厚さのボード(比重, 接着剤添加率同じ)を製造しようとする場合、20分ではバンクして製品とはならず、25分以上のプレス時間を必要とすること⁸⁾からも、製板可能なプレス時間にかなりの差があることが分かる。我々の設計した押し出し成型プレスは、通常の押し出しプレスとは違って蒸気噴射機構をそなえており、たとえ蒸気を噴射しない場合でも、第2図に示したように、蒸気噴射回路のドレン抜きを開放して大気圧下にしておくことにより、ボード中の水分が加熱されて噴射孔から水蒸気となって逃げやすくなり、バンクがしにくくなったものと考えられる。

曲げヤング係数についても同様の傾向を示したが、削片長さの効果は曲げ強さ以上に大きく、60mm長さのものは20mmのものに比べると平均1.8倍(曲げ強さで1.5倍)ほども大きいことが分かった。

ところで、押し出し成型プレスにより得られたボードの最大の欠点は、なんといっても異方性が大きいことである。押し出し方向に直角に荷重をかけた場合(曲げ試験片の長さ方向が押し出し方向と平行、//)の曲げ強さは、次に示すように逆方向(試験片の長さ



第9図 製造条件とボード材質 (○: 20mm △: 40mm □: 60mm) (第10~11図の記号に共通)

方向が押し出し方向と直角,)の1/26, 同じく曲げヤング係数は1/44であり, いずれも極めて大きな異方性である (この場合のボード比重は0.68である)。

係数113 × 10³kg / cm², 厚さ2.6mm : 同137 × 10³kg / cm²を表裏面に各一枚オーバーレイした時の曲げ性能試験結果を次に示す。

木取り方向	曲げ強さ	曲げヤング係数
	333kg / cm ²	53 × 10 ³ kg / cm ²
"	13 "	1.2 "
/ "	26	44

単板厚	コア材方向	曲げ強さ	曲げヤング係数
1.6		410kg / cm ²	50 × 10 ³ kg / cm ²
"	"	221 "	29 "
/ "	1.8	1.8	1.7
2.6		354 "	47 "
"	"	268 "	47 "
/ "	1.3	1.3	1.0

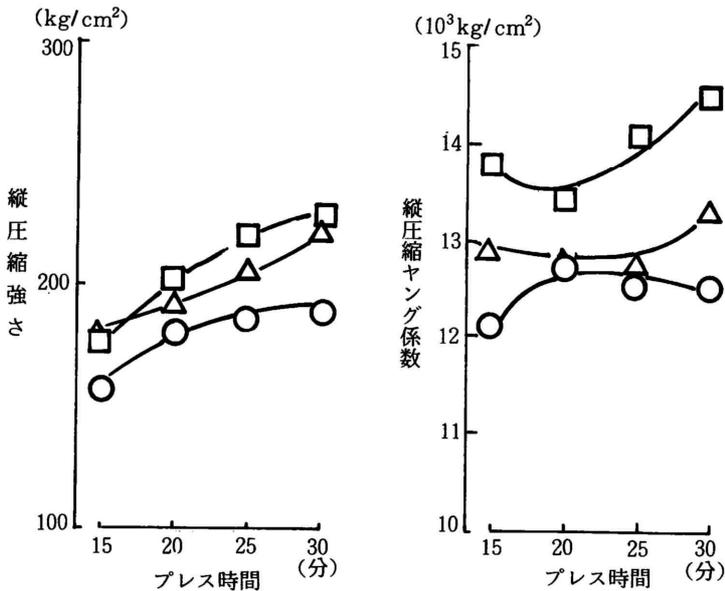
押し出し成型パーティクルボードはもともとコア材として位置づけられており, 表裏面には何らかのオーバーレイ加工が必要とされている。この種のボードの発生の地であるドイツにはDIN68764 (1974) という規格があり, 押し出し成型の素材ボードや単板等オーバーレイ製品の格付けが記されている。通常の工場廃材のような小さな原料を用いた場合には, 曲げ強さはせいぜい150 ~ 100kg / cm²程度であり, DINでの格付も10 ~ 50kg / cm²の範囲内であることを考えると, 大きな削片を用いることの効果が大きいことが分かる。

本試験で得られた異方性の大きなボードをコア材として, 2種類のラワン単板 (厚さ1.6mm : 曲げヤング

1.6mm厚単板をオーバーレイする場合はコアを36.8mmに, 2.6mm厚単板をオーバーレイする場合はコアを34.8mmとし, いずれも40mm厚さに仕上がるようにした。1.6mm厚単板では曲げ強さで1.8, 曲げヤング係数で1.7の異方度であるが, 2.6mm厚単板を張るとそれぞれ1.3, 1.0となり, 実用上問題とはならない異方性であろう。

3.3 はくり強さ

削片同志の接着力を評価するため, はくり強さ (内



第10図 製造条件とボード材質

は大きくないことが分かった。厚さ0.5mm,長さ60mmの削片を原料とした40mm厚さの配向パーティクルボード(平盤プレス法,接着剤添加率,ボード比重共に同じ)の縦圧縮強さは200~250kg/cm²であることを考えると⁸⁾,20mm長さの削片ではやや弱いだが,40~60mm長さの削片を用いると,押し出し成型プレスによるパーティクルボードでも,削片の配向効果が現れるためか,ほぼ同じ強さを示した。同ヤング係数については平盤配向パーティクルボードで14~15×10³kg/cm²であるから,押し出し成型パーティクルボードでは60mm長さ

部結合力を第7図示したように,押し出し方向とは逆の方向に引張り荷重をかけて測定した。この測定方法は削片の積層のされ方(第3図)からみると,平盤法で得られたボードに当てはめた場合,板面に垂直な引張り強さに相当する。

この結果は,平盤法で得られたボードのはかり強さに及ぼす削片形状の効果とほとんど同じ傾向を示

の削片を用いた場合にはほぼ同程度の値となり,20あるいは40mm長さの削片ではやや小さな値を示した。

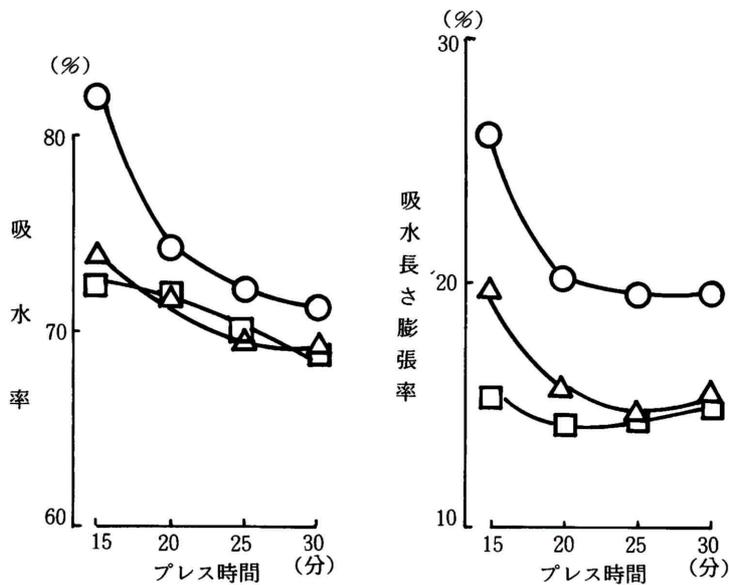
3.5 吸水性能

吸水特性については第11図に示した。通常ボードの耐水性向上のために添加されるパラフィンエマルジョンなどのサイズ剤は一切添加していないので,吸水率の絶対値は高い。プレス時間が十分長ければ70%前後

し⁷⁾,20mm長さの削片を用いたものが一番強く,以下削片長が40,60mmと長くなるに従って,20mm長さのものを原料とした時の80および63%程度の値に低下した(全プレス時間平均)。

3.4 縦圧縮性能

ところで,押し出し方向に対して直角に木取った細長い材料については,圧縮荷重がかかるような使用方法も想定されるので,縦圧縮試験を試みた(第10図)。その結果,圧縮強さ,同ヤング係数共に削片長さの長いものほど大きな値を示すが,曲げ性能ほどその影響



第11図 製造条件とボード材質

の値になるが、前述の平盤法で得られたボードではこれよりも若干低い値であった。削片形状の影響については、次の吸水による長さ方向の膨張率と同じく、20mm長さの削片を原料としたボードが一番高い(悪い)値を示した。

本試験で得られたボードの長さ方向の膨張率は前述のように平盤プレス法で得られたボードの厚さ方向の膨張率と同じと考えられ、その絶対値も近似する値を示す。これも吸水率同様にプレス時間の効果が大きく、削片形状は長いものほど良い値を示した。吸水時の膨張が大きいことは、この種のボードの最大の欠点とされているが、この膨張率はほぼボード比重に比例して大きくなることが分かっている。したがってこれを改良するには比重の小さなボードを作ればよいが、強度性能を考慮すると安易にボード比重を小さくすることはできない(強度はボード比重に比例して高くなる)。本試験では20mm長さの削片を用い、20~30分のプレスを行うと、長さ膨張率はボード比重が0.5で15%、0.7では約25%となり、40あるいは60mm長さの削片を用いてもボード比重0.5で11%、0.7では19%となり、比重を小さくすることの効果は大きい。蒸気噴射機構を兼ね備えた本装置によるこのような欠点の改良については次報で詳述する。

4. おわりに

押し出し成型プレスによるパーティクルボードの製造について、これまでに発表されている報告は非常に少ない。平盤プレスで得られたボードの性質から類推できるものもあるが、製造方法や装置に大きな違いがあるので、やはり多くの性質は異なっているものと考えた方が無難であろう。

押し出し成型法では、得られるボードは確かに異方

性が大きいという欠点こそあるものの、厚い板を比較的容易に作ることができるという特長もある。厚いパーティクルボードは断熱、遮音という見地からみると、その特長を発揮できる分野でもある。省エネルギーあるいはプライバシーの保護ということからも、このような要求性能は今後益々高まって来るものと思われる。

なお、押し出し成型プレスの設計に当たっては池内ベニヤ株式会社の若山一比古、関崎哲矢及び相馬剛の三氏の有益な御助言をいただきました。ここに感謝の意を表します。

文 献

- 1) T.M. Maloney : Modern Particleboard & Dry-process Fiberboard Manufacturing , Miller Freeman Publications (1977)
- 2) F.P. Kollmann : Principle of Wood Science and Technology II , Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York (1975)
- 3) 渡辺治夫ら : 木材工業 14, 6 (1959)
- 4) 浜田良三ら : 材料 28, 8 (1979)
- 5) K.C. Shen : F.P.J 23, 3 (1973)
- 6) P.Gressel : Holz als Roh-und Werkstoff 39, 2 (1981)
- 7) 松本 章ら : 林産試月報 366 (1982)
- 8) 西川介二ら : 同 上 380 (1983)

— 林産化学部 繊維化学科 —
 —*1 指導部 技術科—
 —*2 木材部 改良木材科—
 —*3 北海道東海大学—
 (前林産化学部長)
 (原稿受理 昭59. 6. 7)