

加振型縦・横同時プレス装置の性能試験

金 森 勝 義 野 崎 兼 司*1
佐 藤 真*2 清 野 新 一
若 井 実

Efficiency Tests of a Vibrator - Equipped Two - Directional Press for Laminated Wood

Katsuyoshi KANAMORI Kenji NOZAKI
Makoto SATO Shinichi SEINO
Minoru WAKAI

In order to find a new system of manufacturing laminated wood for interior furnishing , we constructed an experimental vibratile press which can be used for gluing strip both longitudinally (length - wise) and rectangularly (thickness or width - wise) simultaneously by means of scarf or butt joint , and tests were performed on the efficiency of the device . The results are summarized as follows :

- (1) The vibrator in Photo 1 was found to be effective for reducing the opening in the end joint of a strip . It was also found that the springs of the flexible pressure bar had a considerable effect upon transferring the regular impact load of the vibrator upon the whole of each strip (Photo 2 and Figure 5)
- (2) Acceleration rapidly became greater when the strips began to move with vibration (Figure 7) .
- (3) The experimental press (Figure 1) caused hardly appreciable openings at the end joints of glued strip . This seemed to result from the lateral pressure from the air cylinder and the vertical pressure from the springed lid as well as from the harmonized effect of the vibrator and the flexible pressure bar (Figure 9)
- (4) More of the laminated wood glued with the vibrator - equipped press was successful in passing JAS delamination tests than the lamination manufactured otherwise (Table 2) . The scarf joint of Figure 2 can be expected one of promising methods (Table 3)

造作用集成材の新しい製造システムを確立させることを終局の目的として、ひき板の縦つぎ方法として、バットまたはスカーフジョイントなどを採用し、ひき板の縦(長さ)・横(厚さあるいは幅)方向を同時に集成接着する加振型のプレス装置を試作し、その性能について検討を加えた。結果の概要は、以下のとおりである。

- 1) ひき板の縦つぎ部分にすき間を生じにくくするには、パイププレートによる加振装置(写真1)

が有効であった。また、その規則的な衝撃力（第5図）をひき板全体に伝播させるためにはフレキシブル圧縮バー（写真2）のスプリングの効果が大きかった。

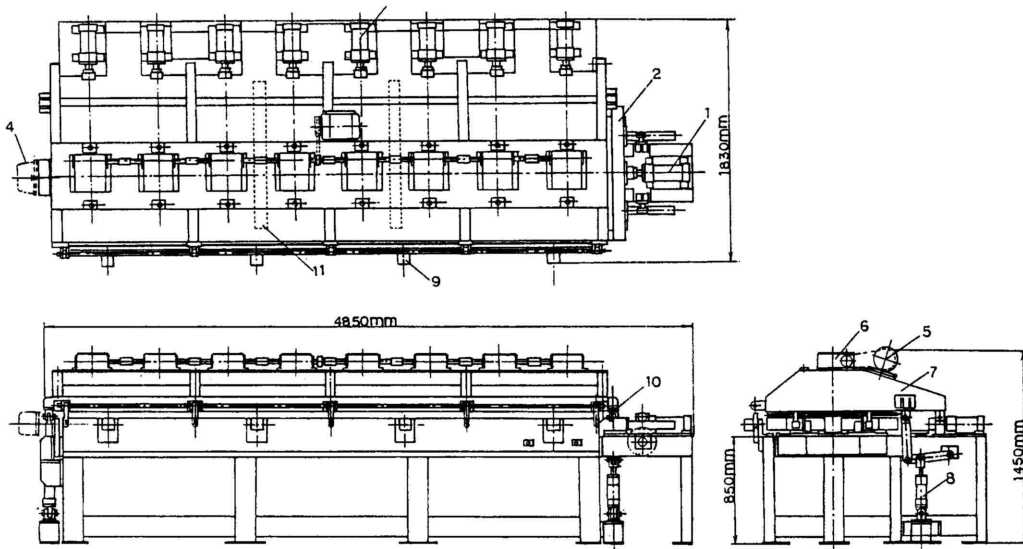
- 2) 加振によってひき板が移動を開始する（ひき板の縦つぎ部分のすき間が縮まる）とき、振動加速度が急激に大きくなった（第7図）。
- 3) 今回試作したプレス装置（第1図）を用いて、ひき板の縦つぎ部分にすき間が生じにくかったのは、パイプレータとフレキシブル圧縮バーの相乗効果のほかに、エアシリンダーによる仮側圧、スプリングによる上押し圧の効果が考えられる（第9図）。
- 4) 加振装置を稼働させて製造した集成材は、そうでない集成材よりも、JAS 規格の浸せきはくり試験で合格するものが多かった（第2表）。ひき板の縦つぎ方法としては、スカーフ比の小さなジョイントが期待される（第2図、第3表）。

1. はじめに

造作用集成材の需要量は年々増大しているが、道内の集成材業界にとっては広葉樹資源の質的および量的低下のほかに、需要の多様化、輸入製品の増大など、新たな転機を迎えている。このような背景から集成材工場では低質広葉樹材の有効利用とともに、製造工程

の省力化が課題となっている。

そこで低質広葉樹材を原材料（ひき板）とし、材積歩留まりの向上ならびに製造コストの低減を最終目的とした造作用集成材の新しい製造システム¹⁾を検討中である。このシステムの特徴の一つは、積層接着方式における集成接着を、従来の二工程から一工程に簡略



- | | | |
|--|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> 1 縦圧シリンダー
Hydraulic cylinder for longitudinal direction 2 フレキシブル圧縮バー
Flexible pressure-bar 3 側圧シリンダー
Hydraulic cylinder for lateral pressure | <ol style="list-style-type: none"> 4 加振装置
Equipment for vibration 5 上押し圧用モーター
Motor for vertical pressing 6 ギャボックス
Gear box for vertical pressing 7 上押し装置
Equipment for vertical pressing | <ol style="list-style-type: none"> 8 上押し装置の昇降用シリンダー
Hydraulic cylinder for lifter for vertical pressing 9 材料挿入用シリンダー
Air cylinder for strips-alignment 10 安全レバー
Safety lever 11 仮側圧用シリンダー
Air cylinder for lateral prepressing |
|--|---|--|

第1図 プレス装置
Fig.1 Pressing equipment

第1表 プレス装置の仕様

Table. 1 Specifications of equipment of the press

加工できるひき板の寸法 Size of strips possible to be worked	厚さ Thickness	20~30mm
	幅 Width	40~100mm
	長さ Length	Mini. 100mm
製品寸法 Size of woods for lamination	幅 Width	Max. 1,000mm
	長さ Length	Max. 4,000mm
圧縮圧 Total pressure	側圧 Lateral	63,000kgf
	縦圧 Longitudinal	10,000kgf
	上押し圧 Vertical	7,000kgf
油圧シリンダー Hydraulic cylinder	側圧 Lateral	$\phi 100\text{mm} \times 8$
	縦圧 Longitudinal	$\phi 100\text{mm} \times 1$
所要動力 Motor power	油圧ユニット Hydraulic unit	5.5Kw
	上押し圧 Vertical pressure	1.5Kw

化したプレス装置の導入である。

従来のプロセスでは、ひき板を長さ方向にフィンガージョイントで縦つぎ接着したのち、ラミナの厚さを調整し、回転式プレス装置などで積層接着を行っている。これに対し、今回試作したプレス装置は、ひき板の長さ（縦）と厚さ（横）方向を同時に集成接着するものである。

なお、ひき板の縦つぎとしてフィンガージョイントを採用することは、適正圧縮圧の確保と縦つぎ部分の段違いの発生などの難点が伴う。したがって本製造システムでは、ひき板の縦つぎ方法としてバットまたはスカーフジョイントなどを取り上げている。

また、接着剤を塗布したひき板の二方向を同時に圧縮する場合は、ひき板間の摩擦力とひき板の長さ方向の寸法誤差によって、ひき板の縦つぎ部分にすき間が発生しやすい。よって、ひき板の縦つぎ部分にすき間が生じにくいように、加振装置とフレキシブル圧縮バ

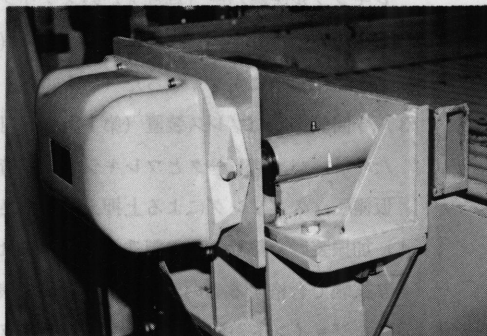


写真1 加振装置

Photo. 1 Equipment for vibration

ー（仮称）などを装備させたプレス装置を試作し、その性能について検討を行ったので報告する。

2. 加振型縦・横同時プレス装置の概要

試作したプレス装置を第1図に、その仕様を第1表にそれぞれ示す。

2.1 加振装置

この装置は縦圧シリンダーの反対側に、写真1のバイブレータ（神鋼電気V-30型、振動数50Hz、衝撃力180kgf）を取り付けたものとした。このバイブレータによる加振方法については、小型プレス装置を使った予備実験¹⁾で、その効果を確認している。なお振動を利用した機械装置としては、ネジなどの小部品の搬送に利用されている振動フィーダ²⁾、プラスチック用の振動仕上げ抜き加工機³⁾などが実用化されている。

また同じ予備実験¹⁾から、ひき板の縦つぎ部分のすき間を縮めるには、ひき板の厚さ方向に対して低い圧縮圧（0.06kgf/cm²前後、以下この圧縮圧を本文では仮側圧と呼ぶ。）で押えながら加振するのが有効であったことから、油圧式の側圧シリンダーのほかに、エアシリンダー2本によって仮側圧を働かすことができるようにした。

2.2 フレキシブル圧縮バー

この圧縮バーは油圧式の縦圧シリンダーのロッドの先端に取り付けたものであり、写真2に示すように、高さ10cm、幅約1mの圧縮面にスプリング（バネ定数

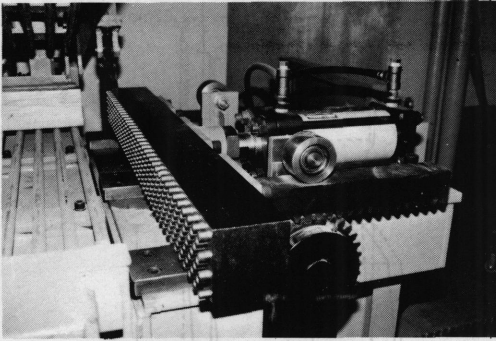


写真2 フレキシブル圧縮バー
Photo. 2 Flexible pressure-bar

2kgf/mm)を埋め込んだ直径11mmのピンを、ピッチ13mmで263本配置したものとした。

これらのピンに内蔵されているスプリングは予め10mm圧縮された状態で製作したことから、被圧縮材がピンと接触していればピン1本当たり20kgf以上の圧縮力が作用していることになる。また各ピンの働きの(有効な圧縮長さ)は13mmであることから、ひき板を縦つぎしたラミナ間の長さ方向の寸法誤差は最大13mmまで許容されることになる。なお、この圧縮バーは、ランバーコア合板のコア材の集成接着用の圧縮バーとして(株)太平製作所で開発したものを、一部改良して製作したものである。

3. 実験

3.1 供試材

実験には、厚さ21mm、幅100mm、長さ10~80cmの道産ミズナラの板目材、追まさ目材を用いた。これらの比重、含水率ならびに平均年輪幅の平均値は、それぞれ0.74、11.3%、2.0mmであった。

3.2 衝撃力と振動加速度の時間軸波形の測定

長さ40cmと80cmのひき板の縦つぎをバットジョイントとし、プレス装置に積算長4mのラミナを11プライ配置し、バイブレータ側の衝撃力の波形を測定した。また、それらのラミナを通して伝播してきたフレキシブル圧縮バー側の衝撃力と、ラミナのバイブレータ側の端から390cm離れたひき板の幅(プレス装置の上)方向の振動加速度を、同一時間軸で測定した。

衝撃力は荷重変換器を、バイブレータの振動数とラミナの間、ラミナとフレキシブル圧縮バーの間にそれぞれ設置し、動ひずみ計を介してアナライジングレコーダから求めた。振動加速度は11プライの中間層に、圧電型加速度ピックアップを両面接着テープで取り付け、チャージアンプを介してアナライジングレコーダから、衝撃力と同時に測定した。ただし、これらの実験では接着剤を用いずに、仮側圧、上押え圧(ひき板の浮き上がりをスプリングで押えるための圧縮圧であり、本実験では仮側圧と同じ0.06kgf/cm²とした。)および側圧を無負荷、縦圧を6kgf/cm²とした。

3.3 ひき板全体の移動長さ、圧縮圧の測定

予備実験¹⁾から、縦圧を負荷した状態で、ラミナにバイブレータの振動を与えると、ひき板が移動して縦つぎ部分のすき間を縮めるのに有効であることが分かった。そこで、前節と同じラミナ構成にして、その中間層の1か所の縦つぎ部分だけ約10mmのすき間をあけて配置し、加振した状態で縦圧を負荷し、ひき板が動き始めるときの振動加速度の波形を観察した。この実験では接着剤を用いずに、仮側圧、上押え圧および側圧を無負荷、縦圧を2kgf/cm²とした。

次にバイブレータで加振する場合と、加振しない場合と比較して、ラミナを構成しているひき板全体の移動長さ(ひき板の縦つぎ部分の各々のすき間が見かけ上縮んだ長さの総和)がどの程度違うかを検討した。プレス装置に積算長4mのラミナを11プライ整列し、その中間層のラミナを構成しているひき板全体の移動長さを変位計(精度0.01mm)で測定した。ひき板の縦つぎ方法はバットジョイントとし、11プライのラミナはひき板の長さ(10、20、40および80cmの4水準)ごとに、縦つぎ部分に数mmのすき間をあけて構成した。なお、この実験では接着剤を用いずに、上押え圧および側圧を無負荷、仮側圧を0.06kgf/cm²とした。そして縦圧を6kgf/cm²まで徐々に上げたときのひき板全体の移動長さを基準として、その状態で加振したときのひき板全体の移動長さを2回ずつ繰り返して測定し、その平均値を求めた。

ひき板の縦つぎ方向の圧縮圧は、2シートタイプの

超低圧 ($0 \sim 25 \text{kgf/cm}^2$) 用感圧紙を、11プライの中間層のラミナを構成している長さ80cmのひき板の縦つぎ部分4か所に挿入して測定した。この実験では接着剤を用いずに、上押え圧を無負荷、仮側圧を 0.06kgf/cm^2 、縦圧を 6kgf/cm^2 とし、加振の有無による圧縮圧の分布状態を肉眼で観察した。

3.4 仮側圧と上押え圧による振動加速度の測定

長さ80cmのひき板を用いて、積算長4mのラミナを11プライ構成し、その中間層に加速度ピックアップをバイブレータから390cm離れたひき板上に取り付け、仮側圧および上押え圧が振動加速度に及ぼす影響について検討した。

振動加速度は前出の方法によって、ひき板の幅方向と、それに垂直なひき板の長さ方向の最大値を、アナライジングレコーダのリファレンスカーソル機能で2回ずつ繰り返して求めた。この実験では接着剤を用いずに、仮側圧と上押え圧を各々無負荷と 0.06kgf/cm^2 の2水準とし、縦圧を 6kgf/cm^2 とした。

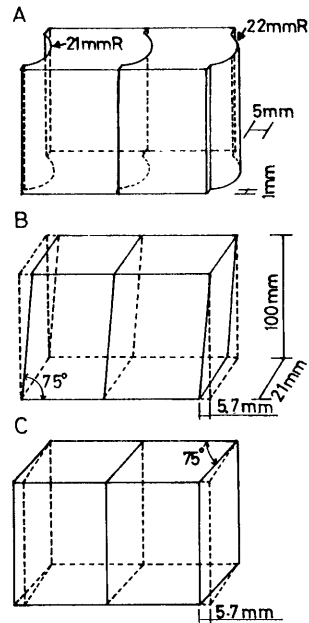
3.5 集成材の製品性能

今回試作したプレス装置で実際に造作用集成材を製造し、その接着性能をJASの浸せきはくり試験に基づいて検討した。また、ひき板の縦つぎとしてバットジョイントのほか、第2図の3種類のジョイントをとりあげた。なおBとCのスクーフ比は、現行のミニフィンガー長さよりも重なり部分が短くなるように配慮した。

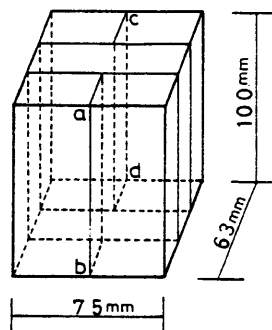
ひき板の長さ10, 20, 40および80cmごとに、4mの長さのラミナを3プライ構成にして、加振して製造した集成材と、そうでないものをそれぞれ1体ずつ製造した。ただし、各集成材の奇数プライのラミナは縦つぎ位置が重ならないように、それぞれ半分の長さのひき板を用いた。縦つぎ方法がバットジョイント以外のものについては、加振の条件のみとした。

接着剤は水性高分子イソシアネート樹脂系（主剤KR-134L、架橋剤AJ-1、固形分 $59 \pm 3\%$ 、粘度60p.）を用い、ひき板の積層面と木口面に 300g/m^2 をそれぞれ両面塗布した。

プレス装置の操作手順は、ラミナの整列ののち、ま



第2図 ひき板の縦つぎの種類
Fig. 2 End-joint types



第3図 浸せきはくり試験片
Fig. 3 Pieces for delamination test

ず仮側圧 0.06kgf/cm^2 を負荷し、引き続いて上押え圧 0.06kgf/cm^2 と縦圧 6kgf/cm^2 を負荷し、その状態でバイブレータによって40秒間加振した。その後縦圧を解除して、側圧 12kgf/cm^2 を1時間加えた。

浸せきはくり試験片は第3図に示すように、試験片の長さ方向の中央に縦つぎ部分が2か所含まれるように、各集成材から3個ずつ採取した。浸せきはくり試験は、試験片を室温の水中に6時間浸せきし、約 40°C

の恒温乾燥器で18時間乾燥し、各試験片の両木口のはくり率を測定した。また縦つぎ部分のはくり率として第3図の線 a b および線 c d の接着層について、両木口面の場合と同様にはくり率を測定した。

4. 結果と考察

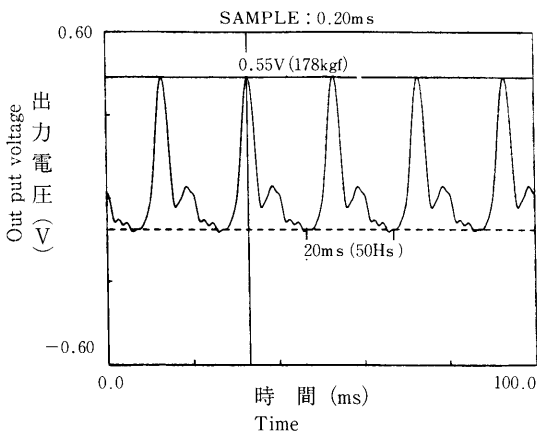
4.1 バイブレータの衝撃力

第4図にバイブレータ側の衝撃力の時間軸波形を示す。バイブレータのカタログの仕様のとおり、周期50Hz、振幅約180kgfの交流半波が観察された。

第5図にフレキシブル圧縮バー側の衝撃力と、バイブレータから390cm離れたラミナ上の振動加速度を同じ時間軸で示す。衝撃力は積算長4mのラミナを伝播することによって、第4図のバイブレータ側の値の約半分に減衰した。しかし、時間軸波形は規則的な正弦波が観察された。これは、フレキシブル圧縮バーのピンに内蔵されているスプリングが、衝撃力を吸収するためと考えられる。

このように、フレキシブル圧縮バーは各ラミナの長さ方向の寸法誤差に対処するだけでなく、衝撃力を吸収して規則的な波形をつくりだす役目を果たしていると考えられる。

一方、バイブレータから390cm離れたラミナ上の振動加速度の時間軸波形は予想されたとおり、衝撃力の



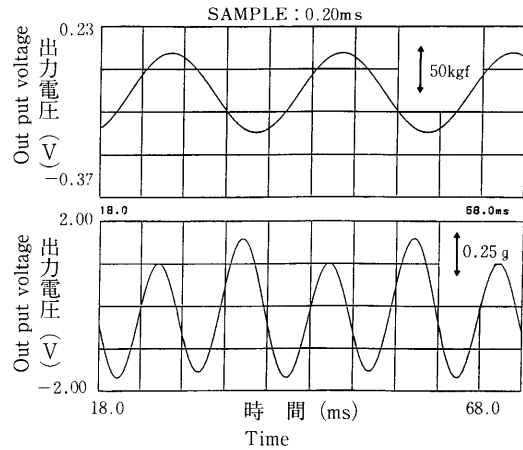
第4図 バイブレータによる衝撃力の時間軸波形
Fig. 4 Typical example of impact load-wave generated from the vibrator

半分の周期のものが観察された。

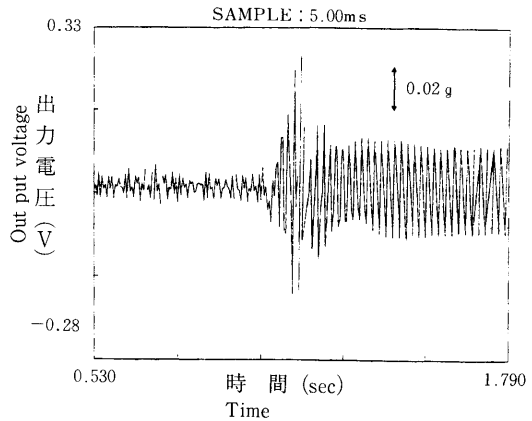
4.2 ひき板全体の移動長さ、ひき板の縦つぎ方向の圧縮圧に及ぼす加振の影響

第6図にひき板の縦つぎ部分のすき間が縮まるときの振動加速度の時間軸波形を示す。ひき板が移動を始めるときの振動加速度は予想されたように、急激に大きくなるのが分かった。

このように、ひき板が滑りやすくなる現象に対しては、ボルトやナットなどの振動移送の原理⁴⁾が応用で



第5図 衝撃力と振動加速度の時間軸波形
Fig. 5 Typical example of impact load-wave (upper) and acceleration wave (lower) from the vibrator

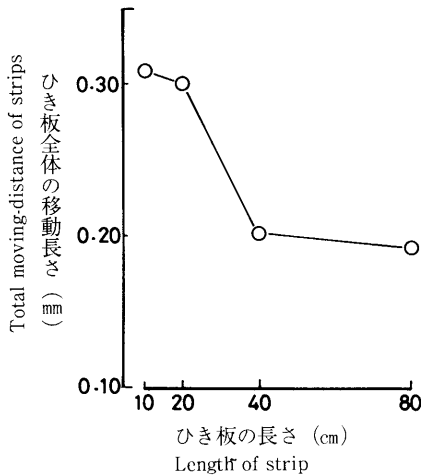


第6図 ひき板が移動を開始するときの振動加速度の波形
Fig. 6 Typical example of acceleration wave when strips were moving

きる。すなわち、ひき板に振動（加速度の向きを交互に変えて繰り返すこと）を与えると、見かけの振動摩擦係数が減少し、ひき板とプレス装置のテーブル間ならびにひき板とひき板間に間欠的にすべり（スティック・スリップ現象）が起こりやすくなり、このような状態で縦圧を加えると、ひき板は縦圧の向きに移動しやすくなるためと考えられる。

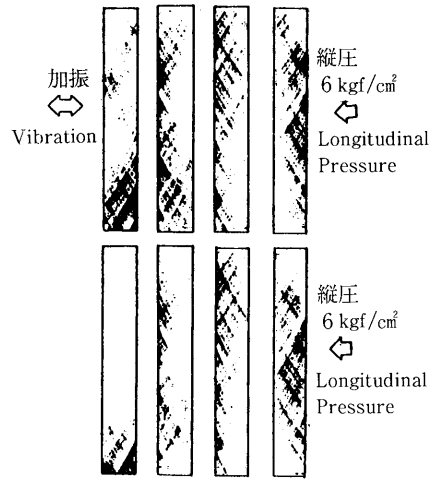
第7図にラミナを構成するひき板の長さ、ひき板全体の移動長さの関係を示す。ひき板の長さが短いほど、ひき板全体の移動量が大きかった。これは、短いひき板ほど縦つき箇所が多く、直径20mmの丸鋼を45mmピッチで配置しているプレス装置のテーブル面をスムーズに滑りにくくなるためと考えられる。

第8図に感圧紙によるひき板の縦つき方向の圧縮圧を示す（ただし、この感圧紙は実際には赤く発色するが、この図は感圧紙をコピーしたため、黒いほど圧縮圧が高いことになる）。加振することによって、発色面積はやや増える傾向が認められた。このことは、ひき板の縦つき部分のすき間はバイブレータで加振した方が、そうでないよりも縮まりやすいことを示唆していると考えられる。しかし、発色濃度そのものにはほとんど差異はなかった。



第7図 縦つきするひき板の長さ、加振に伴うひき板全体の移動長さの関係

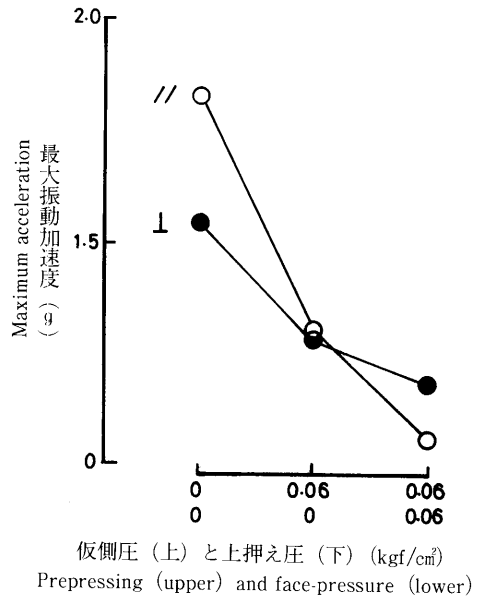
Fig. 7 Relationships between total moving-distance of strips and length of them in vibration



第8図 感圧紙によるひき板の木口面の圧縮圧分布
Fig. 8 Pressure distribution over the end of strips shown on the pressure-sensitive-paper

注) 上段は加振した場合、下段は加振しない場合の圧縮圧分布を示す。

Note: Pressure distributions obtained from the use of the vibrator (upper) and those from no use (lower)



第9図 仮側圧と上押え圧が振動加速度に及ぼす影響
Fig. 9 Effects of lateral pressure or vertical pressure on maximum acceleration

//: Parallel to the direction of fiber.

⊥: Perpendicular to the direction of fiber.

4.3 仮側圧および上押え圧が振動加速度に及ぼす影響

第9図に仮側圧と上押え圧が振動加速度に及ぼす影響について示す。仮側圧と上押え圧の両方が無負荷の場合は、ひき板の幅方向、すなわちひき板がプレス装置の上下方向に動きやすいことが分かる。この状態で仮側圧を作用させると、ひき板の幅方向と長さ方向の値はほぼ均衡した。さらに、仮側圧と上押え圧の両方を作用させると、これまでの両者の関係が逆転した。つまり、ひき板の縦つぎ部分のすき間を縮める方向の振動加速度が大きくなった。

このように、仮側圧と上押え圧は、バイブレータによる振動をひき板の移動に都合の良いように作用させる役割を果たしている。ただし、これらの圧縮圧の適正条件は、ひき板の断面形状やプライ数などによって変化することが予想される。この点については今後の課題である。

4.4 集成材の製品性能

第2表にバットジョイントで縦つぎした集成材の浸せきはくり試験結果を示す。木口面からの観察では、はくり率が10%以上あるいは同一接着層におけるはくり長さがそれぞれの長さの1/3を超えて不合格となったものは、ひき板の長さが10および20cmの試験片であった。一体の試験体で加振の効果を言及するのは早計に過ぎるが、加振したもののほうが、そうでないものよりも不合格になった試験片の数は少なく、はくり率も低かった。

ひき板の接着強度に及ぼす加振の影響については予

備実験の結果¹⁾から、せん断接着力値のバラツキの減少に対して有効であることが分かった。したがって、加振した方がはくり率が低かったのは、加振によって接着面に均一な圧縮圧力が伝えられているためと考えられる。しかし、この理由については、接着剤のチキソトロピックな現象なども含めた今後の検討に待たれる。

積層面からの観察による縦つぎ部分では、はくり率が不合格になったものは木口面からの観察の場合とは反対に、長いひき板の方が短いものよりも多かった。これは、縦つぎ部分のすき間が、ひき板が長いほど加工精度（バットジョイントの直角度など）ならびにひき板の曲がりなどの影響を受けやすいためと考えられる。また、ひき板の縦つぎ部分のはくり率は一部を除いて、加振したもののほうが、そうでないものよりも良好であった。

このように、バットジョイントでひき板を縦つぎする場合、最も懸念されるのは縦つぎ部分のすき間の発生であるが、バイブレータの加振装置などを採用することによって、かなり改善できることが分かった。

この実験では3プライの集成材（JASでは4プライ以上のものを集成材と定義している。）を対象にしたが、今後はプライ数を増やすとともに、長さの異なるひき板をランダムに配置したラミナの集成材について検討する予定である。

第3表にバットジョイント以外の縦つぎによる浸せきはくり試験結果を示す。いずれの試験片とも、すべて合格した。ただし、第2図のAの縦つぎによる試験

第2表 浸せきはくり試験結果（バットジョイント）
Table. 2 Result of delamination test of laminated woods (Butt joint)

ひき板の長さ Length of strips (cm)	木口面のはくり率(%) Delamination ratio on cross section			バットジョイント部分のはくり率(%) Delamination ratio about butt joint								
	No-vibration	Vibration		No-vibration	Vibration							
10	5.2	13.5*	2.2	6.7	0	13.5*	0	0	6.0	0	0	10.0
20	18.8	24.3*	1.3	6.2	7.0	0	4.0	0	7.5	11.0	0	0
40	2.3	3.5	4.8	1.8	6.0	2.2	3.0	11.0*	10.0*	12.5	0	0
80	4.3	6.5	0	0.6	1.7	7.5	7.5*	48.5*	0	6.5	0	0

*：同一接着層におけるはくり長さがそれぞれの長さの1/3を超えたもの。

*：This is the portion of length of delamination more than one third on the same glue line.

第3表 浸せきはくり試験結果
Table 3. Result of delamination test of laminated woods

縦つぎの種類* End joint types	木口面のはくり率 Delamination ratio on cross section (%)			縦つぎ部分のはくり率 Delamination ratio about butt joint (%)		
A	9.8	4.2	1.0	3.0	0	0
B	4.7	4.8	0	0	0	0
C	1.7	0	4.7	0	0	0

* : A, BおよびCは第2図参照。

A, B and C : See Fig. 2

片では、ひき板の木端(エッジ)面にすき間が発生した。同じ第2図のBとCのスカーフジョイントの縦つぎは優劣をつけ難いが、縦つぎ部分のすき間を縮めるためには前者は上押え圧、後者は側圧が主要な働きをする。したがって、圧縮面積の狭い側圧を有効に働かすCの方が、そうでないBよりも有利と考えられる。

5. まとめ

ひき板の縦つぎ方法として、バットまたはスカーフジョイントなどを採用し、ひき板の縦(長さ)・横(厚さあるいは幅)方向を同時に集成接着する加振型のプレス装置を試作し、その性能などを検討した。

その結果、本装置の試作にあたって、最も懸念されたひき板の縦つぎ部分のすき間を生じにくくすることができたのは、パイププレートによる加振装置とスプリングによるフレキシブル圧縮バーの相乗的な効果のほかに、エアシリンダーによる仮側圧、スプリングに

よる上押え圧が有効に働いたためと考えられる。

また、加振装置を稼働させて製造した集成材は、そうでない集成材よりも、JASの浸せきはくり試験に合格するものが多かった。このように、2方向を同時に集成接着するときのひき板の縦つぎ方法としては、スカーフジョイント(スカーフ比1:0.27)が期待できる。

謝 辞

フレキシブル圧縮バーなどの製作にあたり、ご指導とご助言をいただいた(株)太平製作所木工機械事業部チーフリーダ中原滋也氏ならびに開発部リーダ林勝利氏に対して、ここに謝意を表します。

文 献

- 1) 金森勝義ほか2名：木材産業新技術開発促進事業報告書，日本木材加工技術協会，1(1990)
- 2) 横山恭男：不二越技報，27，3，11(1971)
- 3) 西本栄二ほか2名：不二越技報，43，1，25(1987)
- 4) 小林公：応用機械工学，4月号，115(1989)

-技術部 加工科-

-*1技術部 成形科-

-*2技術部 機械科-

(原稿受理 平3.5.23)