

ハルブ材から造作用集成材をつくる(3)

- 加振型縦・横同時プレス装置の
開発, 積層接着工程から製品まで -

金 森 勝 義

はじめに

前回までは、材積歩留まりの向上と作業の高能率化をめざした造作用集成材の新しい製造システムによる一連の製造試験のうち、製材工程からラミナの定尺鋸断・接着剤塗布工程までについて説明してきました。今月号では引き続き、縦つぎの種類と材積歩留まり、加振型縦・横同時圧縮プレス装置の開発および積層接着工程から最終の製品までについて説明します。

縦つぎの種類と材積歩留まり

造作用集成材を製造している工場では、節や腐れなどの欠点を除去したひき板はほとんどが図1のフィンガージョイント(FJ)で縦つぎされています。FJはバットジョイント(BJ)またはスカーフジョイント(SJ)と比較して、作業能

率に優れている反面、材積歩留まりが低いのが欠点です。これは、ひき板を縦つぎしたラミナの各FJ部分に加工上避けにくい段違いが生じることから、積層接着工程の前にモルダーなどで厚さ調整を余儀なくされているためです。

そこで、FJをひき板の縦つぎとした場合、その後のラミナの厚さ調整工程で、どのくらい材積歩留まりが低下するのかを調べました。また、厚さの薄いひき板が1~2枚混在した場合の材積歩留まりも調べました。

ひき板は、厚さ21~24mm、幅95mm、長さ250mmと300mmの二レ材を用いました。ラミナは二つの長さのひき板を各々6枚ずつ交互になるように縦つぎし、ラミナ枚数は各条件につき5枚としました。刃物で削られたフィンガーチップの形状は、長さ11.5mm、ピッチ4mmとしました。厚さ調整は自動一面かんな盤を使って、ラミナの厚さ方向の両材面を0.5mmずつ削り、FJ部分に段違いがなくなるまで繰り返しました。

結果を図2に示します。厚さの等しいひき板を縦つぎしたラミナAでは、厚さ方向の両材面を合わせた切削深さは平均1.3mm、範囲1.0~2.0mmでした。薄いひき板を1~2枚混在させて縦つぎしたラミナB~Fでは、この切削深さはひき板の厚薄の差に1.0~2.0mmを加算した値でした。また、ラミナA~Dを比較しますと、ひき板の厚薄の差が大きなラミナほど材積歩留まりは低下しました。この主な原因は、厚いひき板の間に薄いひき板が混在していると、この部分では上面からの圧縮圧が不足し、材長方向に傾斜する状態で縦つ

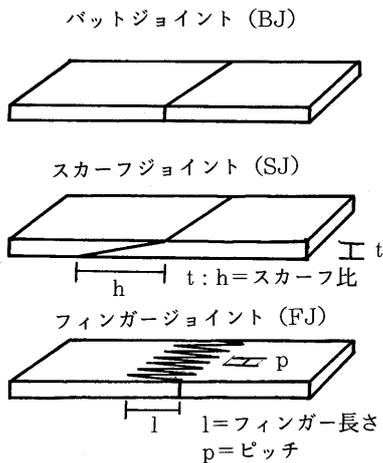


図1 ひき板の縦つぎの種類

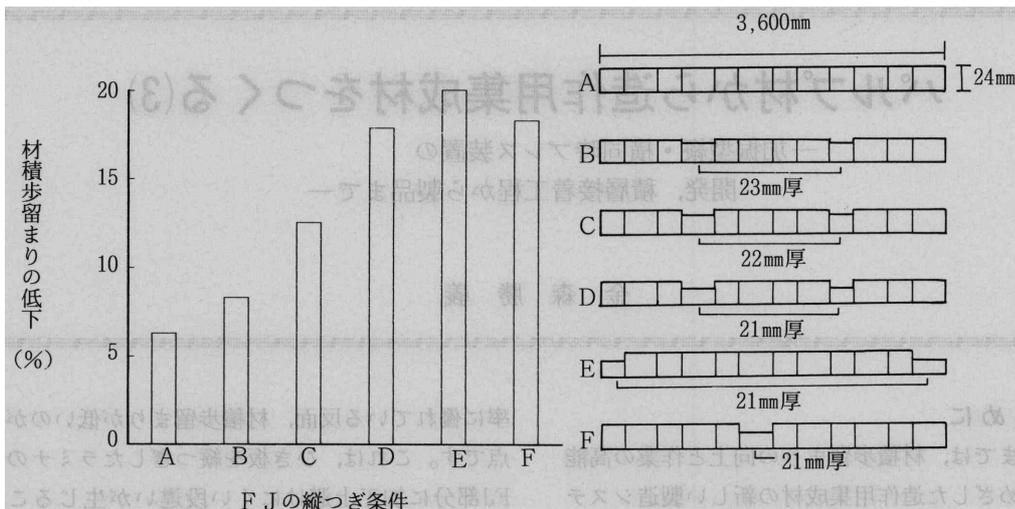


図2 ラミナのほう削工程での材積歩留まりの低下

ぎされやすくなるためと考えられます。さらに、ラミナD~Fを比較しますと、薄いひき板が中央付近に配置されているラミナよりも、それが両端に配置されている方が材積歩留まりの低下はやや大きいことが分かりました。

実際に、ひき板の縦つぎにFJを用いている既存の集成材工場では、ラミナの厚さ調整工程だけで、材積歩留まりは10%程度低下しているようです。いずれにしろ、FJ工程では削り残しが無い同じ厚さのひき板を縦つぎしたとしても、材積歩留まりは約6%低下します。そして、ひき板の四材面ほう削工程における加工精度（削り残し、厚さむら、ねじれ、幅反りなど）のチェックが不十分であれば、材積歩留まりはさらに低下します。この対策の一つとして、前回説明した「ひき板の仕上がり厚さ予測装置」を導入して、極力厚さの等しいひき板どうしを縦つぎすれば、現行の製造システムの中でも、材積歩留まりの向上と作業の高効率化が期待できます。

加振型縦・横同時圧縮プレス装置の開発

今回開発した新しい製造システムでは、ひき板の縦つぎはFJではなく、BJあるいはSJ（スカーフ比1:0.27）を取り上げています。しかし、これらの縦つぎを用いても、材積歩留まりの向上は期待できますが、作業の高効率化はFJが

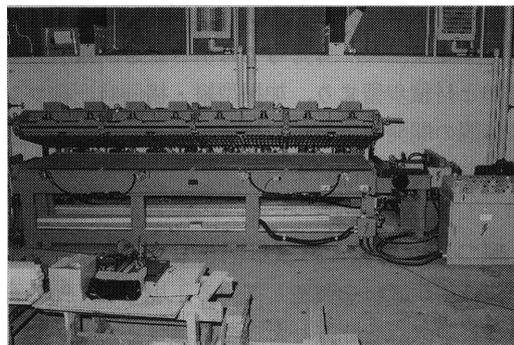


写真1 加振型縦・横同時プレス装置

普及する以前の集成接着方法を無条件に復活させるのであれば期待できません。つまり、ひき板をBJあるいはSJで縦つぎしてからラミナを積層接着する場合のように、集成接着工程を2工程で行ってはいは作業の高効率化は望めません。

そこで、集成接着工程の省力・合理化を図るために、写真1の「加振型縦・横同時プレス装置」を開発しました。このプレス装置の主な特徴は次のとおりです。

1. ひき板の長さ（縦）方向と厚さあるいは幅（横）方向を同時に集成接着します。すなわち、集成接着工程を1工程で行うことができます。

本装置の設計にあたっては、集成接着できるひき板の寸法として、厚さ20~30mm、幅40~100mm、長さ10cm以上を目標としています。

2. ひき板の縦つぎ部分にすき間が生じにくいように、主としてひき板の長さ方向に振動を与える**写真 2**の加振装置が具備されています。加振装置は、ひき板の長さ方向を加圧する油圧シリンダの反対側に取り付けたもので、振動数50 Hz、衝撃力180kgfのバイブレータを中心に構成されています。

なぜ加振すると、縦つぎ部分にすき間が生じにくくなるのかは、次の理由があげられます。それは、ネジなどの振動移送のように、ひき板に振動を与えると、見かけの摩擦係数が減少し、この状態でひき板の厚さあるいは幅方向などを軽く押えながら、ひき板の長さ方向を加圧すると、その方向へひき板が加振しない場合よりもすべりやすくなるため、と考えられます。

3. ひき板の長さ方向を加圧する油圧シリンダのロッドに、**写真 3**のフレキシブル圧縮バーが具備されています。

フレキシブル圧縮バーの圧縮面には、直径11mm、バネ定数2kgf/mmのスプリングをピッチ13mmで

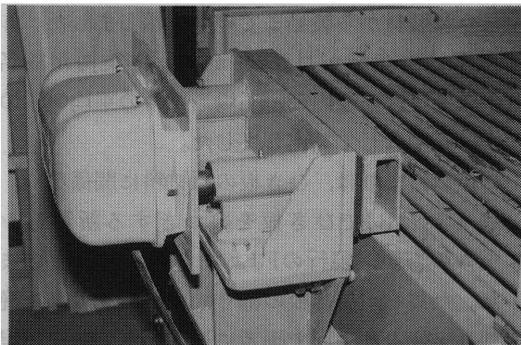


写真 2 加振装置

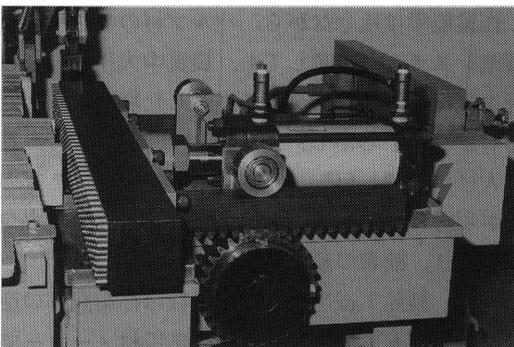


写真 3 フレキシブル圧縮バー

配置しています。この圧縮バーは、ひき板の長さ方向に振動を伝えやすいように、またスプリングの縮み量(働き)13mmがラミナ長さの寸法誤差に対応できるようになっています。

4. ひき板の厚さあるいは幅方向には油圧シリンダとともに、ひき板の長さ方向に振動が伝わりやすいように、軽く加圧できるエアースリリンダが具備されています。

5. プレス装置で製造可能な集成材の最大寸法は、縦(長さ)4m、横(幅)1m、厚さ10cmです。

積層接着工程

前工程で接着剤を塗布したひき板は、人手でプレス装置のテーブル上に載せました。このテーブルは短いひき板も載せられるように、直径20mmの丸鋼を45mmピッチで配置したものです。なお、接着剤は水性高分子イソシアネート樹脂系のものを用い、その塗布量は片面塗布で約300g/m²、圧縮時間は1時間としました。

プレス装置の操作手順は、次のように行いました。まずエアースリリンダでひき板の厚さあるいは幅方向を加圧します。その状態で、ひき板の浮き上がりを抑えるために、ひき板の上部からモーターでスプリングを圧縮させて約0.06kgf/cm²で加圧し、さらにひき板の長さ方向を油圧シリンダで6kgf/cm²に加圧します。そして、加振装置で約40秒間ひき板に振動を与え、それが終わると、ひき板の長さ方向の油圧シリンダを少しずつ解圧しながら、ひき板の厚さあるいは幅方向の油圧シリンダで各樹種の適正圧縮圧によって積層接着を行います。

ひき割り・仕上げ工程

積層接着工程を終えた集成材のうち、いわゆる2丁取り以上のものは、走材車付き帯のご盤などで適当な断面寸法に挽き割りします。今回の製造試験では断面寸法が厚さ100mm×幅253mmの集成材から、厚さ45mm×幅240mmの踏み板2枚を採材しました。挽き割りは走材車付き帯のご盤で行

い、この身の厚さは19番ゲージのものを用品した。その後、挽き割った集成材の材面は自動一面かんな盤と手押しかんな盤で仕上げました。ただし、階段材の集成材工場では、挽き割った集成材の四材面を多軸かんな盤で切削したのち、ベルトサンダーで仕上げているのが一般的です。

これら2工程の踏み板の材積歩留まりは、約85%でした。参考までに、同様なひき板をFJで縦つぎし、それらを積層接着した踏み板はBJまたはSJよりも5mm薄い厚さに仕上がりました。これを材積歩留まりに換算しますと、約10%の低下になりました。この歩留まりの低下は、ひき板の幅寸法にかなり余裕があれば、それらの縦つぎがFJであってもさほど影響は受けませんが、そうでない場合はFJの影響が大きく現れます。

製品性能試験

本試験で製造された踏み板の接着性能、含水率などを調べました。この結果、浸せきはくり試験による接着性能では、BJの踏み板のはくり率は5%、SJの踏み板のはくり率は3%で、すべてが適合基準の10%未満でした。含水率も平均9%で、すべての試験体が適合基準の15%以下でした。

なお、パルプ材を原材料とした集成材の予備試験結果では、約10cmの短いひき板どうしをBJで縦つぎして積層接着した集成材は、浸せきはくり試験で不合格となったものがありました。これに対してSJを用いた集成材はBJのものよりもはくり率が低く、しかも見付け材面の縦つぎ部分のはくりも出現しづらいことが分かりました。したがって、より安全側を選択すれば、ひき板の縦つぎはBJよりもSJの方が望ましいと考えられます。

また、ひき板の接着力に対して、加振がどのような影響を及ぼすのか、ニレ材の踏み板について調べました。この結果、BJおよびSJで縦つぎした踏み板とも、加振の有無によるせん断接着力と木破率の有意差は認められませんでした。ただし、パルプ材の集成材による接着力試験では、加振した方がせん断接着力の分散が小さくなる結果

も得られました。ともあれ現状では、加振の主効果はひき板のすべりを助長させ、すき間を生じにくくさせることと考えられます。

パルプ材を原材料としたときの問題点

造作用集成材のひき板として、カンパ類に次いで蓄積のあるナラ類のパルプ材を用いる場合の問題点は、現在集成材工場で使われている原材料と比較して、次のように要約されます。

1. 小径で、曲がりの大きなパルプ材の製材工程では材積歩留まりが低く、作業能率が悪い。
2. 欠点除去工程では腐れなどが多いために、材積歩留まりが低く、作業能率が悪い。
3. 欠点除去工程では良好な品質のひき板が得られにくい。

材積歩留まりと作業能率の比較

二つの製造システムによる材積歩留まりと作業能率について、今回の製造試験結果などから大まかに比較したものを表に示します。なお、材積歩留まりは製材から製品までの値を示しました。作業能率は生産量が月産150m³で、従業員が32名（平成3年度の道内の一工場当たりの平均値）の工場を基準にして算出しました。

材積歩留まりは、ひき板の原材料に関係なく、SJあるいはBJでひき板を縦つぎする新製造システムの方が、現行のFJよりも約18%向上しました。ただし、ひき板の幅寸法などの制約上、挽き割り・仕上げ工程で両者に違いがみられない場合はその差が約13%と考えられます。

作業能率は残念ながら、パルプ材のひき板を新製造システムで生産しても、良質中大径材のひき板を現行の製造システムで生産した場合よりも低下しました。しかし、パルプ材では2.2倍、良質中大径材では1.5倍、それぞれ新製造システムの方が現行の製造システムの場合よりも作業能率が高くなり、前者の優位性が認められました。

なお、製品1m³当たりの人工数は作業能率の逆数を示したものであり、既存の階段材メーカーでは40時・人/m³前後といわれています。

表 二つの製造システムの対比(積層接着の場合)

原 材 料	現行の製造システム		新しい製造システム	
	良質中大径材	低質・小径材	良質中大径材	低質・小径材
材積歩留まり (%)	42.8 (100)	16.0 (37)	60.8 (142)	34.0 (79)
従業員(名)	32	35	31	34
作業能率 ($\times 10^{-3} \text{ m}^3/\text{時}\cdot\text{人}$)	23.4 (100)	21.4 (91)	24.2 (103)	22.1 (94)
製品1 m^3 当たりの人工数 (時 \cdot 人/ m^3)	42.7	46.7	41.3	45.2

パルプ材を原材料として有効活用するには

パルプ材のひき板を製造ラインに流し、その製品を採算ベースに載せるためには、現在使われている良質中大径材のひき板の価格よりも、パルプ材の方が安いことが大前提になります。そうでなければ、手間をかけて製造する理由がなくなります。この点では製材工場を併設している工場が有利な立場にあるといえます。

そこで、ナラ類パルプ材のひき板の価格を製材工程の作業能率を参考にして55,000円/ m^3 (乾燥費を含む)、ミズナラの良質中大径材の同価格を80,000円/ m^3 として、これらを新しい製造システムと現行の製造システムで生産したときの製品1 m^3 当たりの製造原価を試算しました。生産量、材積歩留まり、人工数などは表の条件と同じにし、労務費、副資材および経費は平成2年度における道内工場の統計資料を参考にしました。

結果を図3に示します。パルプ材のひき板を現行の製造システムに流すと採算割れの危険性が高いのに対して、これを新しい製造システムに流すと充分採算のとれる値を示しました。参考までに現行の製造システムでパルプ材のひき板を活用するには、その材価が良質中大径材の場合の約37%以下でなければならない計算になります。また、新しい製造システムでパルプ材のひき板を採算ベースに載せるには、その材価が良質中大径材の場合の約79%以下であれば良いことになります。

現行の製造システムの課題

ひき板の縦つぎ工程の材積歩留まりの向上が今後の課題の一つにあげられます。そのためには、

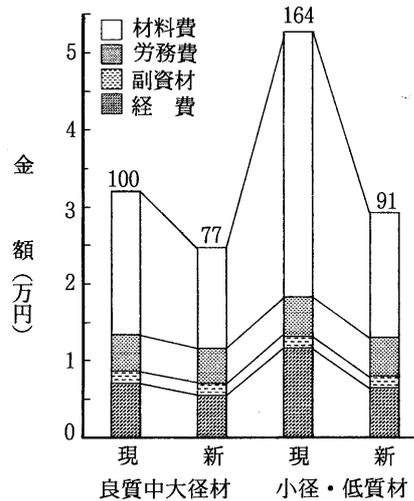


図3 製造原価とその内訳

注) 現: 現行の製造システム
新: 新しい製造システム

ひき板の四材面ほう削工程で削り残しを極力なくして、等厚のひき板どうしを縦つぎすることが重要と考えられます。このほかに、欠点除去工程の高効率化接着工程の省力化などがあげられます。また、これは現行の製造システムに限定した課題ではありませんが、今後は多品種少量生産と即納体制に対応した的確な資材(原板)管理が求められていると考えます。

おわりに

パルプ材を造作用集成材の原材料として有効活用するキーポイントは二つあげられます。一つはいかに効率良く製材および乾燥をするかです。特に製材では、小径・低質材の作業能率の向上が望まれます。もう一つは、現行の製造システムの改

善あるいは今回説明した新しい製造システムの導入などによって、いかに材積歩留まりを高め、作業能率を向上させるかです。これらのポイントを解決するための判断材料の一つとして、この拙文が一助になれば本望です。なお、このシリーズではパルプ材というフィルターを通して造作用集成材の新しい製造システムなどについて検討してきましたが、今後は逆に製品開発というフィルターを通した樹種、品質および集成接着方法などについて見直す必要もあるのではないのでしょうか。

最後に、今回の一連の製造試験については野崎兼司前機械科長をはじめ、加工科、機械科、製材科および乾燥科の方々のご協力で実施しました。

また、本試験の計画にあたり倉田久敬前技術部長（現高岡短期大学教授）からご指導いただきました。ここに記して深謝いたします。

参考資料

- 1) 金森勝義ほか4名：加振型縦・横同時プレス装置の性能試験，林産試験報，5，6（1991）
- 2) 藤井毅：木材加工業の技術戦略ビジョン，全国木材組合連合会（1990）
- 3) 道林務部林産振興課：平成2年度北海道集成材生産実態調査報告書（1991）

（林産試験場 デザイン科）