

短尺単板を利用した新しい材料 “単板積層板 (LVB)” の開発

森 泉 周

はじめに

今まで開発されてきた板材料の中で、合板は最も優れた性能を持つ材料であると言われております。しかし、近年、合板製造に適する大径優良原木の枯湯が進むとともに、北米等の針葉樹合板、南洋のラワン単・合板に対する関税問題や円高など合板業界を取り巻く情勢は厳しくなっております。一方、道内の森林資源を見てみるとカラマツ、トドマツなどの間伐材問題があり、これらの中・小径針葉樹材の有効利用は重要な課題となっております。そこで、これらの材を原料として合理的な製造技術のもとに構造用用途を目指した新しい板材料の開発が必要であります。

ここでは、短尺単板を用いた新しい板材料を製造し、性能試験を行い、必要性を満たす単板構成を決定しましたが、その結果について述べたいと思います。

開発する板の目標

ここでは、ラワン合板に替わる板材料に対する著者の考えにふれて、ロータリー単板をベースにした新たな板材料を開発するための目標について述べたいと思います。

木材をベースにした板の場合、木質セメント板のように他の無機材料と複合化した板を除くと、主要なものに合板、パーティクルボード、ハードボード（中比重ファイバーボード；MDFも含む）等があります。また近年、パーティクルボードの中で、厚さ0.5~0.7mm、大きさ25mm×40mm程度のフレークを用いたウェハーボードや細長いチップを一方向に並べた配向性ボードが新しい構造用板材料として注目されております。

原料となる原木の形状、寸法によって製造することができる板の種類が変わってきますが、その関係を概略的に表に示します。原料の形状から見

ると合板、ウェハーボード類は、丸太形状のものが必要ですが、パーティクルボード、ハードボードでは工場廃材などで十分です。表からも明らかなように使用原料の形状が小さくなると、原料の自由度が増しますが、板の成型に高圧力が必要であり、高圧力化により板の比重が大きくなります。また、製造エネルギーが増大し、製造装置の規模も大きくなりますが、自動化することが特徴的な点であります。原料を選ばな

板の種類と製造条件の比較

板の種類	合板	WB ^{b)} OSB ^{b)}	PB ^{b)}	HB ^{b)}
原料形状	太径丸太 通直	小径丸太 曲がり材	工場廃材 枝条材等	PBより 低質材化
構成エレメント	大	小	小	小
板の製造 エネルギー ^{a)}	1.0	2.0	2.5	4.0
装置の規模	小	大	大	大
自動化	小	大	大	大
板比重	0.55程度	0.65程度	0.70以上	0.80以上

a) 合板製造のエネルギーを1としたときの各板の製造エネルギー比率

b) WB：ウェハーボード OSB：配向性ボード
PB：パーティクルボード HB：ハードボード

い板ほど木材の良さを継続している度合いが少なくなく、木材の繊維方向の強度を有効に利用するためには、繊維方向をできるだけ長いままで使用することが重要であります。したがって、原料が丸太であれば構成エレメントの大きい板を製造した方が有利であると考えられます。

結局、与えられた原料の形状によって、製造する板の種類を変えることが、木材の有効利用につながるものと思われま

す。従来、合板用原木として使用できなかった径級の丸太について、末口径16cm前後以上の丸太を想定した場合、丸太から削片を取るよりも、ロータリーレースを用いて単板を切削し、それにより板を製造する方が、消費エネルギー面や板の性能面から見て有効であると考えられます。

板の用途を考えた場合、家具材料、コア材料としては、工場廃材、林地残廃材や住宅解体廃材等から自動化された装置によって、比較的省エネルギー的に大量に製造できるパーティクルボードが有望であると考えられます。しかし、強度、耐水性、加工性、施工性が要求される構造用板に使うためには、パーティクルボードでは問題があります。構造用板として、カナダ・アメリカで開発されたウェハーボードは、合板に変わる新しい構造用板として将来を期待されておりますが、これはアスペンという最適な原料が豊富に存在するためと考えられます。アスペンは従来利用が進まなかった低質・低密度の材であって、その有効利用という観点からクローズアップされたものであります。しかも、アスペンは北米大陸北東部より北西部という大消費地に近いところに大量に分布しております。日本では、このアスペンに相当する原料は存在しておらず、針葉樹間伐材ではコスト的にかなり高いものになる可能性があります。一方、合板についても原料事情の変化の中で、悪い原木からいかにして良い合板を製造するかという従来の合板製造に対する考え方から、悪い原木からいかにして合板に匹敵する性能を持つ板を製造するかというように発想を転換する必要があります。

このように考えてくると開発されうる構造用板の目標は次のようなものになってきます。

間伐材を含めた国産の中・小径、短尺丸太（曲がった丸太を短尺に切断したものなど）を原木とすること。

強度、耐水性、加工性などすべての点でパーティクルボードより優れた材料を得ること。製造ラインの自動化をできるだけ進める。しかし、装置のコストは抑えること。

装置はできるだけ既存の装置を利用すること。

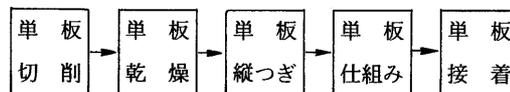
単板積層板（LVB）の特徴

前項の目標を実現する製品として小形単板を縦つぎ接合した、いわゆる平行合板をベースに、その上下あるいは中層側に繊維方向が平行でない単板を張って製造する一種のつぎはぎ合板が考えられます。このような板を東京大学の熊先生はLVB¹⁾ (Laminated veneer board) と名付けております。

LVBは合板と同様に平滑で連続した単板面を接着するものであり、圧縮圧は10kg/cm²程度で十分で、パーティクルボードのような高圧を必要としません。このことは圧縮物の圧密化を小さくすることができ、合板と同程度の低比重板が得られることを意味しており、施工性、切削、孔あけ、釘打ち等が合板と同程度に容易であることが予想されます。また、平滑な単板面の接着は構成エレメントが小形で、板面内で連続しておらず、板の強度の大部分をエレメント間の接着力に頼らなければならないパーティクルボード等とは異なり、高い接着が期待でき、その結果、高い強度と耐水性の保持が可能になると考えられます。

LVBの製造

板の製造工程の基本は



のようになり、通常の合板製造ラインと異なる点は、短尺単板を用いることによる縦つぎ工程が入

ることです。乾燥と接着工程は既存のラワン合板工場に有るもので間に合いますが、中・小径木からの単板切削と縦つぎ・仕組み工程が製造のポイントになると考えられます。

単板の切削については、近年、ロータリーレースの能力は非常に向上し、むき心径4～5cm程度まで切削可能なレースが出現しており、自動化や原木のチャージングスピード、切削スピードの向上が今後の課題と考えられます。これらの点を除けば、ロータリーレースの切削能力は限界に近づいているものと考えられ、同時に単板歩留まりの観点から見るとむき心径をこれ以上細くしてもあまり意味がないと考えられます。このことから、最近開発されたロータリーレースを用いれば、中・小径木から多量の単板を切削することが可能であると判断されます。

縦つぎ工程は、製造工程上次の工程へのハンドリングや強度性能に与える影響も大きく最も問題になる点であります。単板の縦つぎ技術についてみると、現状では効率よく強度面も十分に保障できるようなものは存在していません。したがって、縦つぎ部についてはハンドリングに必要な縦つぎ強度が確保できれば良いわけで、ホットメルト接着剤を使用する程度で良いと判断されます。仕組み工程の方法により、単板の移動量などのかねあいで、縦つぎ部は、もつぎ接合かスカーフ接合が選択されると思われます。前者では接合部の強度が弱いですが、接合スピードは速く単板の歩留まりも向上し、後者ではその逆の関係になります。縦つぎ部の強度は無いものと考えて、縦つぎ単板を仕組み時に、縦つぎ部が重ならないように隣接単板層をずらして重ねる必要があります。こうすると板の強度は縦つぎ部の隣りに存在する健全な木材繊維によって与えられることになり、製品の安定性、信頼性は確保されることになります。

LVBの製造は、基本的には個々の製造工程で今までに開発された装置を配置すればよく、その配置法や装置間のつなぎ方などを改良することによって自動化が可能になると考えられます。

LVBの性能

LVBの性能目標を以下のように定めて、それに対応する単板構成を検討しました。

- ・曲げ強度は構造用パーティクルボードを超え、曲げ強さで250kg/cm²、ヤング係数で50ton/cm²以上あること。
- ・せん断強度はラワン合板並であること。
- ・耐水性、耐膨潤性がラワン合板並であること。
- ・施工性(加工性と釘の問題)が良いこと。
- ・比重が0.6以下であること。

末口径18～24cmの造林カラマツ間伐材から図1に示したような3種類の単板積層板(すなわち表層に直交層を配置したもの、は平行層のみのも、は中心層側に直交層を配置したもの)で単板厚さや積層数を変えて、縦つぎの有るものと無いものを製造し、性能試験を行いました。以下その結果について述べたいと思います。

比重は製造したすべての板で0.48～0.58の範囲にありました。の板の場合、他の種類のものに

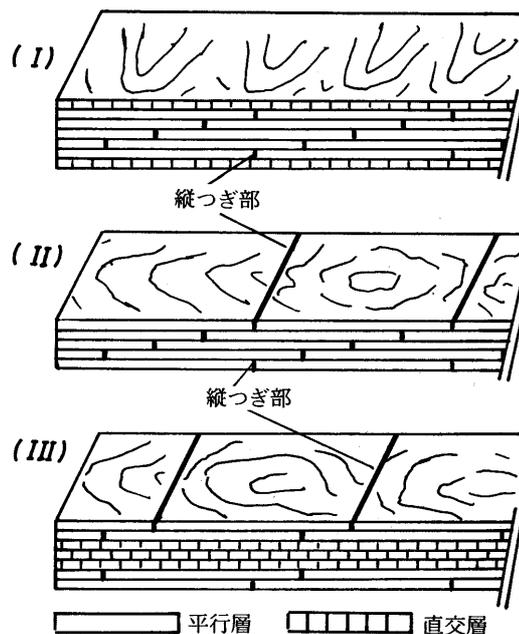


図1 単板積層板の単板構成例

- () 表層直交層 () 平行層のみ
- () 中層側直交層

比べて、板の狂いが5～10倍程度大きく、いずれかの層に直交層を入れなければ使用に耐えられないことが明らかになりました。

曲げ強度は、縦つぎの有無によって異なりました。縦つぎ部による強度低下の割合は、曲げ強さで大きく、ヤング係数ではあまり大きくありませんでした。そこで、板厚に対する縦つぎ部の深さの比率(欠損比)と曲げ強さの低下割合を検討してみました。ここで、曲げ強さで平行層に対して $1/10$ 以下しかない直交層が表層にあるの板では、表層の直交層も欠損比として考えました。その結果、目標強度値を満足するには、欠損比を0.23程度以下にする必要があることが分かりました。この条件を満たすには、表層に直交層があるの場合、単板構成は表層と平行層の第1層めを薄くした非等厚7プライ構成にする必要があります。中層側に直交層を入れたの場合、等厚5プライでも欠損比が0.2であり、上記の条件を満足しています。

板の製造工程をできるだけ単純化することを考えれば、同一単板厚のみの単板を切削することが最も合理的であり、縦つぎ部を階段状にずらした2層の平行層の内側に直交層を配した等厚5プライ構成が板の基本になるものと判断されました。その構成を図2に示します。

せん断性能について、せん断弾性係数は、単板構成にかかわらずほぼ同一で構造用ラワン合板より大きく、せん断強さについてもの板を除くとラワン合板より強く、また、ローリングシアもラワン合板より強い値でありました。釘の保持力

もラワン合板より大きい値で、2種類の促進試験後の厚さ膨張率はラワン合板並みでパーティクルボードの半分以下でありました。

これらの性能試験結果の値は目標とした性能を一応満足したものであると考えられます。なお、性能試験についての詳しい内容は文献2)を参照してください。

末口径20cmの原木を基準として、むき心径6cmまで切削できるロータリーレースを使用すれば、製品歩留まりとして計算上65%弱の高歩留まりが期待できます。

ラワン原木とは異なり、中・小径針葉樹では、外周部と内周部の切削位置や節および年輪の有無などによって単板の強度値に差があります。製造工程中に単板を分離して、板の強度を主に受け持つ層(第2層目)に強い単板が配置できるようになると強度値のバラツキが少ない板を得ることができます。今後の問題として、製造工程内での単板の強度等級区分方法を確立することは重要なことであると思われます。

おわりに

短尺単板をベースにした新しい構造用板材料・単板積層板(LVB)について、その材料性能を検討してみました。板としての性能はパーティクルボードより非常に優れており、曲げ強さを除けば、構造用ラワン合板と同等かそれ以上の性能を有していることが明らかになりました。本材料は性能面からみて十分使用可能であると考えられますが、今後、生産コストの関係を検討する必要があります。

文献

- 1) 大熊幹章：木工機械，No.109，12(1981)
- 2) 森泉 周，高橋利男：林産試月報，No.418
1，13(1986)

(林産試験場 合板試験科)

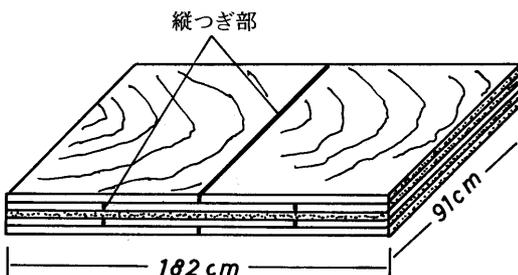


図2 単板積層板の最適単板構成