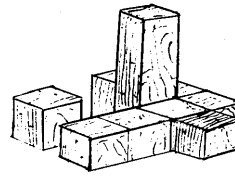


単板積層材の用途・現状と将来

- 林産試型LVLのもつ意味 -



森 泉 周

1. はじめに

北海道では、人工林間伐材の利用技術の開発とそれらの製品の需要拡大が林業・林産業にとって大きな課題であり、その解決策の一環として林産試験場ではカラマツ間伐材（現在、トドマツ間伐材も含む）を用いたLVLを製造するための試験プラントを設置しました。以来、このシステムの要素技術を確立するとともに、その開発製品の紹介を各種の実証試験などを通して広範囲におこなってきました。ここでは、林産試型LVLをベースにして用途開発に向けた方向性について述べたいと思います。

2. LVL開発の流れと林産試タイプ

LVLとよばれる材料は、その発祥や経過から2つの流れに大別できます。1つは家具、楽器製造業など、比較的小規模に用いられてきた広葉樹や良質の針葉樹単板で造られた、比較的寸法の小さい板または小角部材で、我が国では平行合板とも呼ばれています。他の1つの流れは、北米で発生しましたが、原料として比較的品質の悪い針葉樹単板を用い、主として構造用向けの厚物や角材を大量に生産しようとするものです。LVLとは、この第2の流れについての研究関係ではじめてつけられた名称ですが、日本では、便宜上広く一般化して使用しています。

2つの流れはその発生、考え方、製造技術、生産規模など、いろいろな点で根本的に違いがあり、製品の用途についても、前者が多少上質の多種少量生産品であり、後者は構造用や工業材料用途で、化粧材または中しん材としての要素はほとんどなく、規格寸法の量産品といえます。

林産試験場で開発したプラントにおけるLVLは先に記した2つの流れとは別に、長尺物が製造できることで構造用途をベースにして考えていましたが、45cm×45cmという製品の断面寸法からも化粧性を兼ねた多様な用途に利用できる可能性をひめた材料です。この林産試型LVLが木材工業の一分野として確固とした位置を確立するためには、生産されたLVLをどのように利用するかという用途の確立が必要です。

3. 用途の種類

林産試型カラマツLVLの用途開発について、全体的な方向づけを倉田ら¹⁾が示しており、其中で用途の可能性のあるものについて、木造建築物の構造部材、家具や建具と内外装材、工業材料に分けて解説をおこなっています。ここでは、用途に応じて付与されるべき必要性能をみて、現在、標準的に製造されているLVLに適用できるか、種々の文献や今まで実証された製品について、どの点を改善すればそれらが可能か検討してみました。

LVLの可能な用途と必要性能の関係を表に示します。この中で重要な性能が重複するものもあり、製品には高い付加価値を生むものや低価格のものもあり、一概にいえませんが、用途は製品価格との関連によってみる必要があると思われます。この表をみて特徴的なことは と グループと グループ（中しん材を除く）とで際立つ違いが認められることです。すなわち と グループでは、強度性能が中心で材料寸法は積層厚が比較的薄く、材長は長いこと、 グループでは強度性能も必要ですが、化粧性が中心で、材料寸法は人工柱目面

LVLの用途と必要性能

可能性のある用途		強度 a)		化粧性	寸法安定性	耐久性	耐侯性	面の仕上がり	高次加工性	材料寸法 b)		
		大	中							積層厚さ	材料長さ (cm)	
I 構造用部材	複合部材の弦材 ○各種ビーム, トラス等	◎◎				○			○		長尺	
	製材代替品 ○大引き ○柱, 土台, RC建物の根太 ○一般製材 パネル用枠材	◎ ◎ ◎ ◎		○		○ ○ △ ○					中 455程度 365~ 365 365	
II 家具・ 建具用 造作部材	箱物家具 テーブル類の天板	◎ ◎	◎ ◎	◎ ◎	△ △	◎ ◎	◎ ◎	◎ ◎	◎ ◎	厚 厚	181~ 181~	
	建具材 ○階段部材①手すり, ②ふみ板 ○扉 各種内装材 ○壁, 天井 ○床 ○幅木, 台輪, 押縁等 各種コー材 窓枠 外壁	◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎	◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎	△ △ △ △ △ △ △ △ △ △	◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎	◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎	◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎	◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎	◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎	◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎	厚 厚 厚 厚 厚 厚 中 中 厚	①365, ②181 271~365 181 365~ 181~365 181~365
III 工業材料	貨車・トラック・コンテナ等 ○デッキ用はめ板 ○根太・側板 電柱腕木・まくら木 足場板 サイロ・タンクの壁体 パレット	◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎		◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎		◎ ◎ ◎ ◎ ◎ ◎			△ △ △ △		中 中	長尺 長尺

注) :特に重要, :重要, :あるほうがよい
 a) 大:針葉樹製材上級以上, 中:許容応力程度, 小:許容応力度以下
 工業材料について, 貨車等のデッキ用はめ板の場合 b=900kg/cm²
 " 根太・側板の場合 b=600~650kg/cm² } 基準値
 足場板の場合 b=650kg/cm²
 b) 必要寸法範囲または、最少寸法範囲で示してある。
 積層厚さについては、厚:30cm以上, 中:10~20cm程度
 については基本的に積層面をみせることを基準としている。

をみせるため厚物で短いこと、さらに加工性にポイントがおかれていることです。そこで、ここでは と グループと グループをわけてみることにしました。

4. 構造用部材と工業材料

工業材料の場合、強度基準値が分からないものもありますが、パレットやサイロ・タンクの壁体を除くと構造用部材より高強度が要求されており、パレットの場合でも強度性能が上げれば、良質パ

レットとして価格も高くなりますから、強度的に構造用部材として使用できないものは、工業材料としての使用もかなり難しいと考えられます。

そこで、構造用部材としての可能性を検討してみたいと思います。LVLを使用する立場からみて、構造用合板とLVLの木造建築材料としての受け入れ態勢を比較してみますと、昭和44年に「構造用合板のJIS」が制定され、荷重を受けもつ材料として構造用合板が認知されましたが、この背景には住宅という構造物を構成する場合に

は構造用板材料が必要で、しかも差し当たって合板しかその対象物になりうる材料がなかったことにあります。しかし、LVLでは木造建築物の骨組材として製材品、集成材、鉄骨製品という優れた材料が存在しており、LVLを採用するメリットが極めて大きい場合にかぎって使用される可能性があります。

採用されるための条件は何か、製材品、集成材との関係をもてみる必要があります。

- a) 乾燥製材品より安いこと。
- b) 欠点の分散、除去、積層効果などで強度値のバラツキが小さいことで許容応力度が製材より上位にあることが認定されること（この場合、製材品より高くてもよい）。
- c) 長尺物を得ることができること。しかし、この場合も集成材という高性能な製品があり、単板の裏割れ、バットジョイントなどLVLの本質的な欠点が問題とされ、集成材より価格がかなり低いと使用されない可能性があります。

上記の3点を踏まえて、林産試型LVLの強度性能から構造用部材への用途の可能性をみてみました。曲げ性能をみますと、長期荷重試験の結果から、クリープ限度が製材より高く、同時にクリープ比も製材より小さく長期荷重性能は製材よりかなり優れており、許容応力度の算定には有利だと判断されます。辺・心材単板を分離（この場合、成熟材部・未成熟材部の分離を意味します）して、辺材単板のみで製造したLVLの許容応力度は製材よりも高い値（カラマツ材の上級以上）が期待できますが、アットランダムに辺・心材単板が混合したLVLの場合は、強度値はかなり低く、製材の許容応力度程度になるものと思われます。裏割れが強度性能に関与するせん断性能については製材より弱い値しか期待されません。そこで、LVLの位置づけとしては先の3点を考慮すると、より高性能化していくか、ほぼ現在の材料性能を維持しつつコストを低減させるかの、いずれかの選択が必要になるものと思われます。

前者は上級構造材と集成材の中間かそれ以上の強度性能を有する必要があり、構造用の用途は、

各複合部材の弦材などになると思われますが、この場合は単に弦材という”材料”ではなく、複合部材としての“商品化”をする必要があります。後者は、いわゆる製材代替品やパネルの枠材などに位置づけられると思われます。ここで大断面である利点として大引き（この場合、通常の製材品より価格が高い）に利用できる可能性があります。一般にあまり付加価値のある製品にはならないと思われます。

高性能化へのアプローチとしては、品質のよい薄い単板（一般に薄くむくと単板品質は良くなり、せん断性は高くなる）を使用し、積層数を多くし、単位単板長も長くして、バットジョイント数を減らす必要があります。しかも、この場合、原木がどのようなものでもよい、というわけにはならず、また、それ以上のコストアップの要因として接着剤価格が問題になります。

現在のシステムで通常の4mm厚と2mm厚の辺材単板を用い、バットジョイント間かくは従来ものと同様にして、LVLを製造し、曲げ試験をおこなってみました。

	2mm単板	4mm単板
b (kg/cm ²)	616~670~722	399~467~537
E (ton/cm ²)	142~150~156	115~125~134

という結果を得ており、2mm単板LVLの値は4mm単板LVLに比して曲げ強さで約1.4倍、ヤング係数で1.2倍となっています。単板を長くして同一断面内のバットジョイントを半数にすれば曲げ強さはさらに10%程度上昇が見込め、下限値で650kg/cm²程度の曲げ強さが得られることが推定され、許容応力度も大幅な上昇が見込まれます。さらにここで与えられた強度値を保障する適切な非破壊等級評価手段、すなわち、ストレスグレイディングやブルーフローディングなどを採用することで安定した強度値を持つLVLを製造すれば、LVLの長尺高性能化は夢ではありません。

以上からみるとLVLを構造用部材に使用させる方法として2つの方向が見いだされてきます。

- (1) 中径間伐材から心・辺単板（未成熟材部、

成熟材部)をランダムに混合してLVLを製造する場合(いわゆる製材代替品として位置づけられる),コストを大幅に引き下げる検討が必要である。

(2)高性能化をねらう場合,2つの方法が考えられますが,1つはもう少し径級の太い原木から一定径級(2次的にむける寸法,15~18cm程度)まで良質単板をむき,それをラインに流し,残った原木からは(1)程度の性能のLVLを製造する。他の1つは,単板の段階でストレスグレーディングなどで単板分離し,上級単板で高性能なもの,他の単板で通常のを製造する方法です。

(2)の場合は現在のものよりもコスト高になることは明らかです。(1),(2)の製造でコストを低減させるポイントは共に厚物を積層する必要がないということです。

工業材料の場合,パレットについては,釘保持性能などは,現在のLVLでも製材と同程度で,現在流通しているカラマツ材のパレットに替えられる可能性はあり,サイロ・木製タンクの壁体も強度的には十分使用可能と思われませんが,これらは共に(1)の製造と同様にコスト面で大幅な引き下げが必要ではないかと思われます。他の工業材料に対しては,ここで示した高性能LVLでも基準値に達しないものがあります。接合部を他のジョイント方法に変えることによって針葉樹LVLでもそれらの強度値に到達させられる可能性もありますが,むしろこれらについては,低質広葉樹を利用したLVLの用途として位置づける方が,コスト面からみて有利ではないかと思われます。

5. 家具・建具等造作用材

外装や窓枠を除いて,用途によって積層面を見せる場合と各種の中しん材のようにLVLそのものが表面に出ない場合が考えられます。これらの用途については一定の評価基準がなく,多分に感覚的なものがその製品を評価することになり,高級感がある場合は性能以上の価値を生みだしますし,又その逆の場合もあります。中しん材を除くと新規材料として,現在のLVLでも十分である

と判断されますが,これは競合製品との関連でその評価が変わって行く可能性があり,4.で記した構造用部材と同様に,ローコスト化と高付加価値化への流れが発生して行くでしょう。

積層面を外にみせる用途の場合,家具,建具と内装一般では,その化粧性の評価も変わりますが,接合部の有無や,接合部がある場合,接合部がバット・スカーフ・フィンガー(ミニフィンガー)ジョイントのいずれであるかによって粗ブロックとしての価値が変わってきます。2次加工品,すなわち製品からみても当然接合部の無いものが最上であり,各接合法によってもその価値に差がでてくるものと思われます。ここでもう一つ重要な点は,2次加工の方法や処理技術により仕上がり製品価格が大きく変わることです。したがって,現在のLVLを使用することを前提にした場合,粗ブロックとしての価格が適切であるか否かは一概に判断できません。しかし,接合数の低減や他のジョイント方式の採用,単板の裏割れを少なくすることなどができれば,現在のものより,より高付加価値を生じる材料であるといえます。

中しん材用途を考える場合,当然表面になんらかの処理がなされるわけですが,その場合,比重と面粗れが問題になると思われます。比重についてはトドマツLVLの方がカラマツのそれより小さく,中しん材用途に適している可能性があります。面粗れについては,面が粗れていなければ薄いツキ板等をじか張りできますが,面が粗れている場合,木張りを入れる必要があります。面粗れを押えるために必要な単板品質の向上と木張りのコストを比較した場合,粗ブロックの製造コストをより低く押える方が有利であると思われます。

屋内使用を考えた場合,積層面を見せるものと中しんにするものでは当然粗ブロックへの製造コストに差があり,積層面をみせるものでも,接合部と加工性能に関する単板品質を中心にしながら幅広く評価する必要があります。結局,低コスト化だけでなく高付加価値を有する材料として高コストのLVLを製造する方向の2本化が必要であると思われます。

窓枠，外装用としては現時点では，耐候性を十分に保障すると考えられる処理が見当たらず（WPC処理があるが非常に高価で高付加価値製品にしか使用不可能），用途が開けるとしてもかなり将来の問題になると思われます。

6. まとめ

林産試型LVLとは本来種々の可能性を検討するために導入されたプラントで製造されたLVLであり，製造法および製品は固定されたものではありません。したがって，現在製造されているLVLの単板厚さや長さ，ジョイント部の接合法や可能な積層厚さも固定されたものでなく，原木径も幅があると思われます。

今までみてきたところによると，各用途により要求される性能が異なり，製品が高くても販売可能なものから，製品がその価格によって抑えられ

てしまうものまで，種々雑多な用途が浮かび上がってきますが，一つのシステムの中でそれらを十分もたらすことには，コスト面も含めて限界があると思われます。

LVLという新材料のイメージを示したことには非常に意味あるものと考えており，現状でもそれなりの製品用途が見いだされていますが，LVLを新材料としてより発展させるためには，今後，現在の製造システムをひな型にして，用途のターゲットをある程度しぼった方向でLVLの製造システムを検討し，それを実際の企業レベルで展開することが必要ではないかと思われます。

参考文献

- 1) 倉田久敬，小倉高規：林産試月報，370，7（1981）

（林産試験場 合板試験科）