

トドマツ中径材を用いた積層材の曲げ強度試験

松本 和茂

工藤 修

Bending Test of Laminated Lumber with Todomatsu Lumber from Medium Diameter Logs

Kazushige MATSUMOTO

Osamu KUDOH

Keywords: laminated lumber, visual stress grading, lumber, bending strength, Todomatsu
積層材, 目視等級区分, ひき板, 曲げ強度, トドマツ

1. はじめに

近年、人工林の伐期が長期化し、供給される丸太のうち中径材の割合が高くなりつつある。これら国産針葉樹中径材を建築構造部材として用いるためには、製造コストの軽減とともに強度性能が要求される。また、住宅を工法別にみると在来軸組構法の着工数が多く、そのニーズも高い。さらに、高断熱・高気密化が進み、その性能を確保するためには構造部材にも乾燥材が求められている。しかし、製材品で比較的断面の大きな梁材^{はり}を乾燥材として入手することは困難である。一方、従来の構造用集成材では過剰性能であり、コストも高い。

そこで、在来軸組構法用梁材として、製材並みの性能をもった積層材を作製することとし、①中径材からのより効率的な木取り技術、②強度および設計自由度が高い積層材をできるだけ低コストで製造する条件、③得られた積層材の曲げ強度性能について検討を行った。

この研究は林野庁大型プロジェクト研究「地域産針葉樹中径材を利用した住宅用高機能性部材の開発」の一環として実施したものである。また、平成7年度（第45回）林業技術研究発表大会（北海道主催、1996年2月、札幌市）において発表した。

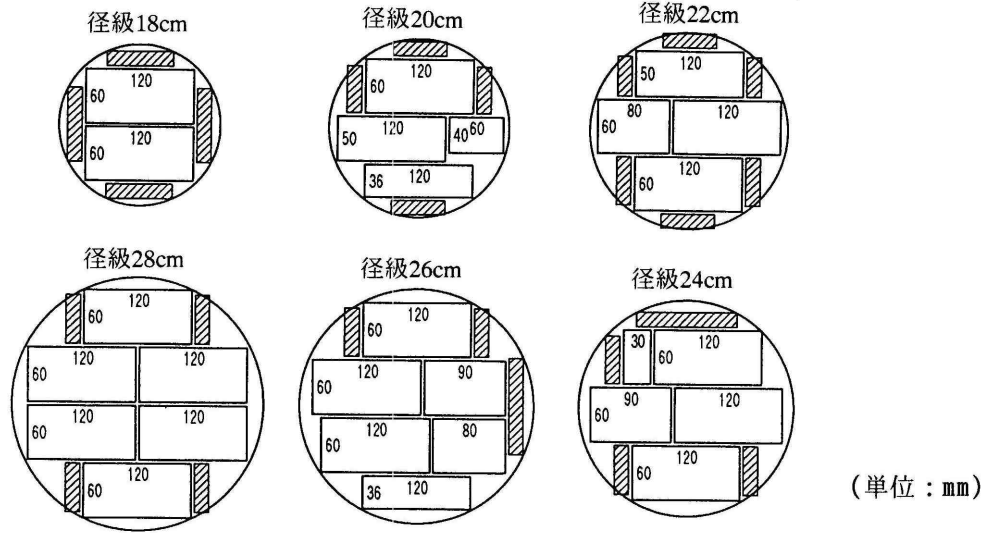
2. 試験材料および試験方法

供試原木は昭和4年に植栽されたトドマツ材で、旭川市東旭川町瑞穂、道有林旭川経営区79林班66小班から平成5年に伐採されたものを購入し使用した。原木径級は18～28cmである。

在来軸組構法で用いられる曲げ部材の材せいは、スパンおよび梁間隔によって異なるが、一般に210～300mmである。また、「住宅金融公庫融資住宅・木造住宅工事共通仕様書」において、多雪地域における土台、柱の断面寸法は105×105mm以上となっている。以上のことから、材幅105mm、材せい210、240、270、300mmの積層材を作製することとした。

コスト軽減、歩留まり向上のため、積層材を構成するひき板の厚さはできるだけ厚くすることを考え、仕上がり厚さ53mmを基本に、一部30mmおよび45mm厚さのものも木取ることとした。

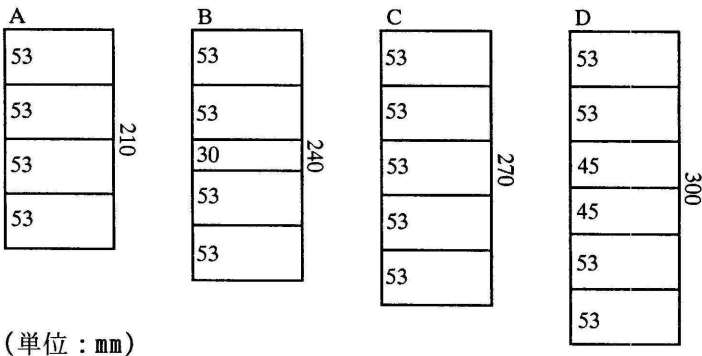
そこで、購入した原木から乾燥収縮による寸法減および切削代を考慮して、断面60×120mmを主に、50×120mm、36×120mmの原板も合わせて採取した。また、歩留まりを上げるため、幅はぎすることを前提に60×30mm、60×40mm、60×80mm、60×90mmの断面のものも採取した。第1図に製材の



第1図 製材木取り図

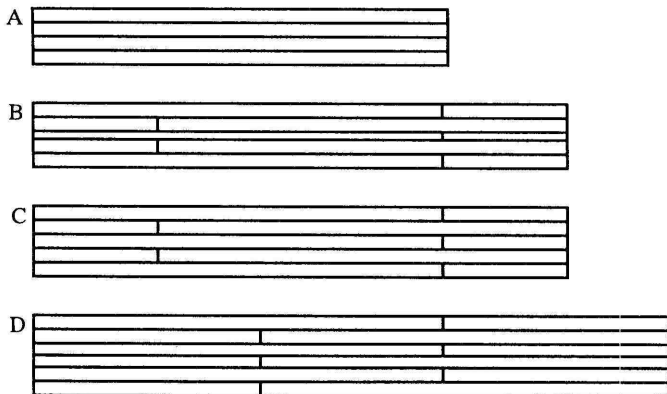
第1表 ひき板の組み合わせ

試験体記号	材せい (mm)	材長 (m)	厚さ方向組み合わせ	長さ方向組み合わせ
A	210	3.65	53mm × 4 枚	3.65m
B	240	4.7	53mm × 4 枚 + 30mm × 1 枚	3.6m + 1.1m
C	270	4.7	53mm × 5 枚	3.6m + 1.1m
D	300	5.6	53mm × 4 枚 + 45mm × 2 枚	3.6m + 2.0m



(単位：mm)

第2図 積層材の断面構成



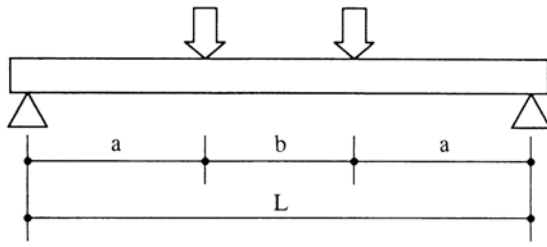
第3図 ラミナのたてつき位置

木取り図を示す。斜線部分は副材として採材した16mm厚の小幅板を表わす。

原板は含水率10～15%まで乾燥した。

乾燥後、「針葉樹の構造用製材の日本農林規格」に基づいて目視等級区分を行うとともに重錘法（スパン3m，中央集中荷重）および打撃音法によって原板のヤング係数を求めた。目視等級区分によって外層用に1～3級材を，内層用に3級材および歩留まりを上げるため格外材も使用し，積層材の組み合わせを行った。幅はぎの必要なものは幅はぎを，長さが不足する場合にはフィンガージョイント（フィンガー長12mm）によるたてつきを行った後，プレーナーにより所定厚さに仕上げ，レゾルシノール樹脂接着剤を用いて積層接着を行い，材せい210，240，270，300mmの積層材を各10体作製し，プレーナーで幅105mmに仕上げ，試験体とした。ひき板の組み合わせを第1表に，その断面構成を第2図に，ラミナのたてつき位置を第3図に示す。

曲げ強度試験は，油圧式強度試験機（曲げ容量20tf）を用いて行った。試験方法を第4図に，各試験体ごとの試験条件を第2表に示した。中央たわみ－荷重曲線および最大荷重から曲げヤング係数，比例限曲げ応力度，曲げ強さを求めた。曲げ試験後，健全部から長さ方向2～3cmの含水率測定用試験片を採取し，含水率を求めた。



第4図 積層材の曲げ試験方法

注： a: 支点-荷重点間距離
b: モーメント一定区間
L: スパン

第2表 積層材の曲げ試験条件

試験体記号	材せい (mm)	材長 (m)	L (m)	a (m)	b (m)
A	210	3.65	3.5	1.25	1.0
B	240	4.7	4.4	1.6	1.2
C	270	4.7	4.4	1.6	1.2
D	300	5.6	5.3	1.9	1.5

注：L, a, bは第4図参照。

また、積層材を構成するラミナの曲げヤング係数を用いて、積層材全体の曲げヤング係数を算出し、実測曲げヤング係数と比較した。ここで、幅はぎラミナのヤング係数は幅はぎ前ひき板のヤング係数を幅の割合に応じて加重平均し、たてつぎラミナのヤング係数はたてつぎ前ひき板のヤング係数を長さの割合に応じて加重平均して求めた。計算ヤング係数の算出式は次のとおりである。

$$E = \{ \sum E_i I_i + b \sum E_i t_i (\lambda - d_i) \} / I$$

$$\lambda = \sum E_i t_i d_i / \sum E_i t_i$$

E: 積層材全体の曲げヤング係数

I: 積層材全体の中立軸に関する断面二次モーメント

E_i : i番目ラミナの曲げヤング係数

I_i : i番目ラミナのその中立軸に対する断面二次モーメント

b: 積層材の幅

t_i : i番目ラミナの厚さ

d_i : 積層材の底面からi番目ラミナの中立軸までの距離

λ : 積層材の底面からその中立軸までの距離

3. 結果および考察

原木からの製材歩留まりは主材50.8%, 副材12.6%, 全体として63.4%であった。

目視等級区分の結果、ひき板の約3割が格外となった。等級決定因子はほとんど節(他に丸身4本、曲がり1本)であった。ひき板の打撃音法による動的ヤング係数 E_d および重錘法による曲げヤング係数 E_w 測定結果は、 $E_d \geq 72.3 \times 10^3 \text{kgf/cm}^2$, $E_w \geq 62.2 \times 10^3 \text{kgf/cm}^2$ となり、 E_w で $70 \times 10^3 \text{kgf/cm}^2$ 未満はおおよそ380本中3本(1本は3級, 2本は格外)であった。ヤング係数が比較的高かったのは、樹齢約60年の割には径が小さく、年輪幅が狭かったためと考えられる。

第3表 積層材の曲げ試験結果

試験体記号	材幅 (cm)	材せい (cm)	比例限曲げ応力度 (kgf/cm ²)	曲げ強さ (kgf/cm ²)	計算ヤング係数 (10 ³ kgf/cm ²)	実測ヤング係数 (kgf/cm ²)	実測ヤング/計算ヤング	含水率 (%)	
A	最小値	10.492	21.070	214.7	242.3	74.1	77.4	0.96	9.7
	平均値	10.508	21.134	244.9	298.4	91.9	91.6	1.00	10.0
	最大値	10.519	21.178	296.3	376.1	102.9	101.0	1.04	10.3
B	最小値	10.472	24.173	163.2	229.4	78.7	84.8	0.89	9.2
	平均値	10.484	24.189	210.4	277.1	92.4	93.4	1.01	9.6
	最大値	10.517	24.265	265.3	422.7	102.3	104.0	1.11	10.1
C	最小値	10.480	26.425	185.4	202.5	80.2	84.1	0.96	9.4
	平均値	10.488	26.454	213.0	287.2	92.5	94.1	1.02	9.8
	最大値	10.491	26.475	262.9	408.2	102.3	100.8	1.08	10.0
D	最小値	10.502	30.190	175.7	220.4	82.5	85.3	0.92	9.4
	平均値	10.514	30.216	214.4	257.5	93.4	92.7	0.99	9.7
	最大値	10.523	30.245	264.0	329.0	102.8	101.8	1.06	9.9

積層材の曲げ試験結果を第3表に示す。積層材の曲げヤング係数はそれを構成するラミナの曲げヤング係数から算出した計算ヤング係数とほぼ一致した。曲げ破壊係数では、材せい1270mmおよび300mmのものでそれぞれ2体が建築基準法施行令に示された材料強度（トドマツ：225kgf/cm²）を若干下回った。破壊はほとんど引張り側最下層ラミナの節が原因となっている。今回の積層材作製にあたっては、得られた原板をすべて使用することを考え、格外材も内層（2～3層）に用いた。また、1～2級材は数が少なかったため、3級材も外層に用いた。その際、3級材の中で、より節径比の小さいものを選別して外層に配置することはしなかった。したがって、外層用ひき板として、より優良なひき板を選別することによって、建築基準法施行令に示された材料強度をクリアし、在来軸組構法用梁材として使用可能であると考えられる。

4. ま と め

トドマツ中径材から比較的厚いひき板を採取し、それを積層接着して、材幅10.5cm、材せい1210、240、270および300mmの製材並みの強度を有する在来軸組構法用梁材を作製し、曲げ強度試験を行っ

た。

針葉樹の構造用製材の日本農林規格に基づく目視等級区分では約3割のひき板が格外となった。しかし、歩留まり向上、コスト軽減のため、格外材も積層材の内層に用いた。ひき板の曲げヤング係数は比較的高く、 $70 \times 10^3 \text{kgf/cm}^2$ 未満は3枚のみであった。また、積層材全体の曲げヤング係数はそれを構成するラミナの曲げヤング係数から算出されたものとほぼ一致した。破壊は引張り側最下層ラミナの節が主要原因となり、一部に建築基準法施行令に示された材料強度を若干下回るものがあつた。しかし、外層用ひき板を選別配置することによって、これをクリアでき、在来軸組構法用梁材として使用可能と考える。

なお、平成8年1月29日「構造用集成材の日本農林規格」が公布され、7月29日から施行されている。これは従来の「集成材の日本農林規格」中の構造用集成材の項と、「構造用大断面集成材の日本農林規格」とを整理・統合し、内容を一新したものである。今後、この新規格との整合性を確認する試験を実施する予定である。

- 性能部 材料性能科 -
(原稿受理：1996.7.19)