

平成5年度 農林水産省補助事業

(財)日本住宅・木材技術センター事業

住宅部材安全性能向上事業報告書

集成材の強度性能評価事業

平成6年3月

財団法人 日本住宅・木材技術センター

まえがき

急速に高まる社会的要請に応じて建築基準法が見直され、準防火地域内での3階建木造住宅の建設、燃えしろ設計の考えを導入した大規模木造建築、また木造3階建共同住宅の建設が可能となった。これに呼応して全国各地で木構造による新たな建築空間の出現を見ることが出来る。

これ等、大規模木造建築物の構造部材の多くは大断面集成材が用いられるが、その大半を輸入材に依存しているのが現状である。

この様な背景の中で、当財団では国産材の利用の幅を拡大するため、大断面集成材になり得る各地域での代表的な樹種を選定し、それから得られたラミナにより大断面集成材を製造し、実大材による強度性能を明らかにする等して断面設計法の確立を図ろうとするものである。

事業の実施に当たっては、下記の委員会を設置して調査、検討を進めるとともに集成材の製造・強度性能評価試験には長野県林業総合センター・齋藤木材工業株式会社及び岡山県木材加工技術センター・銘建工業株式会社のご協力をいただいた。

委員及び関係各位に深甚なる謝意を表する次第である。

集成材の強度性能評価委員会

委員長	藤井 毅	森林総合研究所	集成加工研究室長
委員	林 知行	森林総合研究所	集成加工研究室主任研究員
〃	伊藤 勝彦	北海道立林産試験場	性能部長
〃	橋爪 丈夫	長野県林業総合センター	研究員
〃	富田 守泰	岐阜県林業センター	製材機械科長
〃	和田 博	奈良県林業試験場	総括研究員
〃	金田 利之	岡山県木材加工技術センター	技師
〃	齋藤 健	齋藤木材工業(株)	工場長
〃	安保 泰男	セブン工業(株)	構造用建材部
〃	田中 茂	奈良県集成材工業協同組合	専務理事
〃	坂本多加雄	銘建工業(株)	大断面工場 工場長

平成6年3月

(財)日本住宅・木材技術センター
理事長 下川 英雄

目 次

第1章 カラマツ構造用大断面集成材の強度性能評価	1
はじめに	1
I 材料と方法	1
1. 材料と構造用大断面集成材の製造	2
1. 1 ラミナの枚数区分	2
1. 2 ラミナの区分基準	2
1. 3 ラミナの組み合わせ	3
1. 4 構造用大断面集成材の製造	4
2. 構造用大断面集成材の非破壊によるヤング係数の測定	4
2. 1 基本振動数測定による集成材の動的ヤング係数(ELf) の測定 ..	4
2. 2 弱軸方向の曲げヤング係数(ELX) の測定	5
2. 3 構造用大断面集成材の実大曲げ破壊試験	5
II 試験結果	5
1. 曲げ破壊試験結果	5
1. 1 曲げ破壊試験結果と現行 J A S との関係	5
1. 2 種類別曲げ強さ(MOR) の分布と曲げヤング係数(ELy) との関係 ..	7
1. 3 ラミナの組み合わせとMORの関係	7
1. 4 比重とMOR、ELyの関係	7
1. 5 曲げヤング係数(ELy) の分布とラミナの組み合わせの関係 ..	8
2. 各種のヤング係数間関係	8
2. 1 曲げヤング係数(ELy) との関係	8
2. 2 弱軸方向の曲げヤング係数(ELX) との関係	10
2. 3 基本振動数測定によるELfとの関係	10
3. 理論式から算出した集成材の曲げヤング係数(ELyR)とELyの関係 ..	11
3. 1 1層ごとの平均値を用いた計算	11

Ⅲ グレーディングマシンMGFS-251によるラミナの機械的等級区分の評価	1 2
Ⅳ 総括	1 4
付表	1 5
付表-1 集成材の曲げ破壊試験結果	1 6
付表-2 各種ヤング係数	1 7
付表-3 集成材を構成するラミナの曲げヤング係数	1 8
付表-4 集成材を構成するラミナの1層ごとの曲げヤング係数	2 2
第2章 アカマツ構造用大断面集成材の強度性能評価	2 9
1. 試験の目的	2 9
2. 材料および方法	2 9
2. 1 供試材料	2 9
2. 2 試験方法	2 9
2. 1. 1 ラミナの形質調査	2 9
2. 2. 2 ラミナの等級区分	3 0
2. 2. 3 集成材の製造	3 0
2. 2. 4 集成材の強度試験	3 1
3. 結果	3 2
3. 1 ラミナの形質調査結果	3 2
3. 2 ラミナの等級区分結果	3 7
3. 3 集成材の構造	4 1
3. 4 集成材の強度試験結果	4 3
4. まとめ	4 7
付表	4 8
付表-1 集成材を構成するラミナの形質(集成材番号No.1)	4 9

付表－2	集成材を構成するラミナの形質（集成材番号No.2）	.....	5 1
付表－3	集成材を構成するラミナの形質（集成材番号No.3）	.....	5 3
付表－4	集成材を構成するラミナの形質（集成材番号No.4）	.....	5 5
付表－5	集成材を構成するラミナの形質（集成材番号No.5）	.....	5 7
付表－6	集成材を構成するラミナの形質（集成材番号No.6）	.....	5 9
付表－7	集成材を構成するラミナの形質（集成材番号No.7）	.....	6 0
付表－8	集成材を構成するラミナの形質（集成材番号No.8）	.....	6 1
付表－9	集成材を構成するラミナの形質（集成材番号No.9）	.....	6 2
付表－10	集成材を構成するラミナの形質（集成材番号No.10）	.....	6 3
付表－11	集成材を構成するラミナの形質（集成材番号No.11）	.....	6 4
付表－12	集成材を構成するラミナの形質（集成材番号No.12）	.....	6 5
付表－13	集成材を構成するラミナの形質（集成材番号No.13）	.....	6 6
追 録	.....	.....	6 9

第1章 カラマツ構造用大断面集成材の強度性能評価

－機械的強度等級区分ラミナを用いた集成材の強度性能評価－

長野県林業総合センター
斎藤木材工業株式会社

はじめに

平成5年度は「カラマツ構造用大断面集成材の強度性能評価試験計画書」に基づき、前年度調査したカラマツラミナ1165枚を用いて、構造用大断面集成材を製造し、実大材曲げ破壊試験を行った。

試験は長野県林業総合センターと斎藤木材工業株式会社が共同して進めた。試験に参加した主な職員は次のとおりである。

長野県林業総合センター： 橋爪丈夫 吉田孝久
斎藤木材工業株式会社： 斎藤 健 村井勇睦 武内剛

製造した構造用大断面集成材は表－1のとおりである。

表－1 製造した構造用大断面集成材

種類*	本数 本	厚さ (ラミ幅) cm	幅 (積層厚さ) cm	長さ cm	ラミ積層数
15cm集成材	9	15	15	310	6
30cm集成材	9	15	30	580	12
45cm集成材	9	15	45	760	18
60cm集成材	9	15	60	980	24

*：集成材の種類はせいの高さで示した。

本試験では破壊、非破壊により各種のヤング係数を求めている。本報告において用いたヤング係数の記号は次のとおりである。

Ed：荷重載荷法により求めたラミナの曲げヤング係数（非破壊）

MGFS-E：グレーディングマシンMGFS-251による曲げヤング係数の測定値、4mラミナの平均値

Ed-AVG：1体の集成材を構成するラミナのEdの総平均値

MGFS-E-AVG：1体の集成材を構成するラミナのMGFS-Eの総平均値

ELy：曲げ破壊試験の結果得られた集成材の強軸方向の曲げヤング係数

ELx：非破壊により求めた集成材の弱軸方向の曲げヤング係数

ELf：FFTサウンドアナライザーにより測定した基本振動数と比重から算出した集成材の動的ヤング係数

ELyR：ラミナの曲げヤング係数によって理論式から算出した集成材の曲げヤング係数

I 材料と方法

1 材料と構造用大断面集成材の製造

1-1 ラミナの枚数区分

前年度調査したラミナ（17.5×3×400cm）1165枚をモルダーにより2.8cmに厚さ決めをおこなった後、グレーディングマシンMGFS-251により、MGFS-Eを測定し、表-2のように区分した。

表-2 ラミナの枚数区分

区分	15cm 集成材	30cm 集成材	45cm 集成材	60cm 集成材	予備	合計	割合 %
最外層用ラミナ	18	36	45	54	16	169	14.5
外層用ラミナ	—	27	72	81	19	199	17.1
中間層用ラミナ	18	27	63	135	26	269	23.1
内層用ラミナ	9	72	135	261	51	528	45.3
計	45	162	315	531	112	1156	100.0

1-2 ラミナの区分基準

前年調査したラミナのJASに基づく視覚的等級区分の結果では1等（22枚、1.9%）、2等（178枚、15.3%）、3等（206枚、17.7%）、4等（562枚、48.2%）、格外（197枚、16.9%）であった。

視覚的等級区分の1～3等ラミナ406枚のうち、ラミナのMGFS-Eの高いものから順に169枚を最外層用ラミナとした。残りのラミナについては視覚的等級を考慮しないで、MGFS-Eの高い順番に表-2の枚数に従い外層用、中間層用、内層用と区分した。機械的等級区分はMGFS-Eによったが、荷重積載法によるEdも加えて、その結果を表-3に示した。図-1、2にその分布を示した。

表-3 ラミナの区分に応じたMGFS-E, Ed

区分	MGFS-E tf/cm ²			Ed tf/cm ²		
	最小～平均～最大	標準偏差	変動係数 %	最小～平均～最大	標準偏差	変動係数 %
最外層用	109.4～123.8～162.4	10.0	8.1	111.4～137.8～198.0	13.6	9.9
外層用	109.4～118.9～153.9	9.1	7.7	103.5～134.1～181.9	14.4	10.7
中間層用	101.1～105.3～109.3	2.4	2.3	99.4～117.7～146.8	8.1	6.9
内層用	80.1～92.5～101.1	5.8	6.3	77.5～102.4～159.1	10.3	10.0

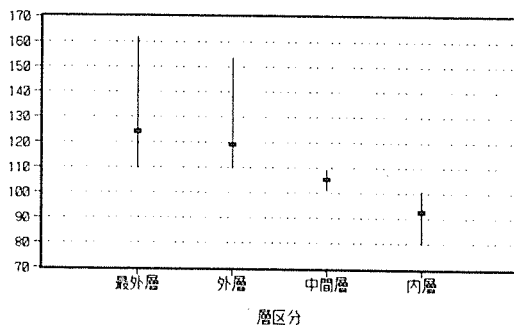


図-1 各層別に区分したラミナのMGFS-Eの分布（最大、平均、最小値）

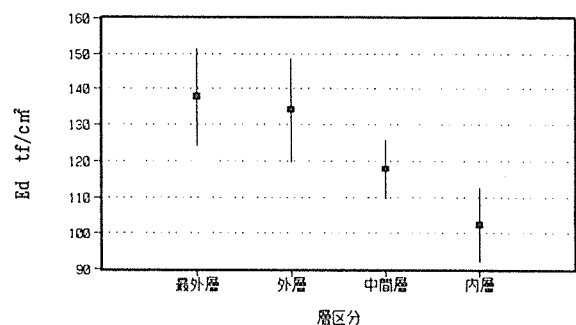
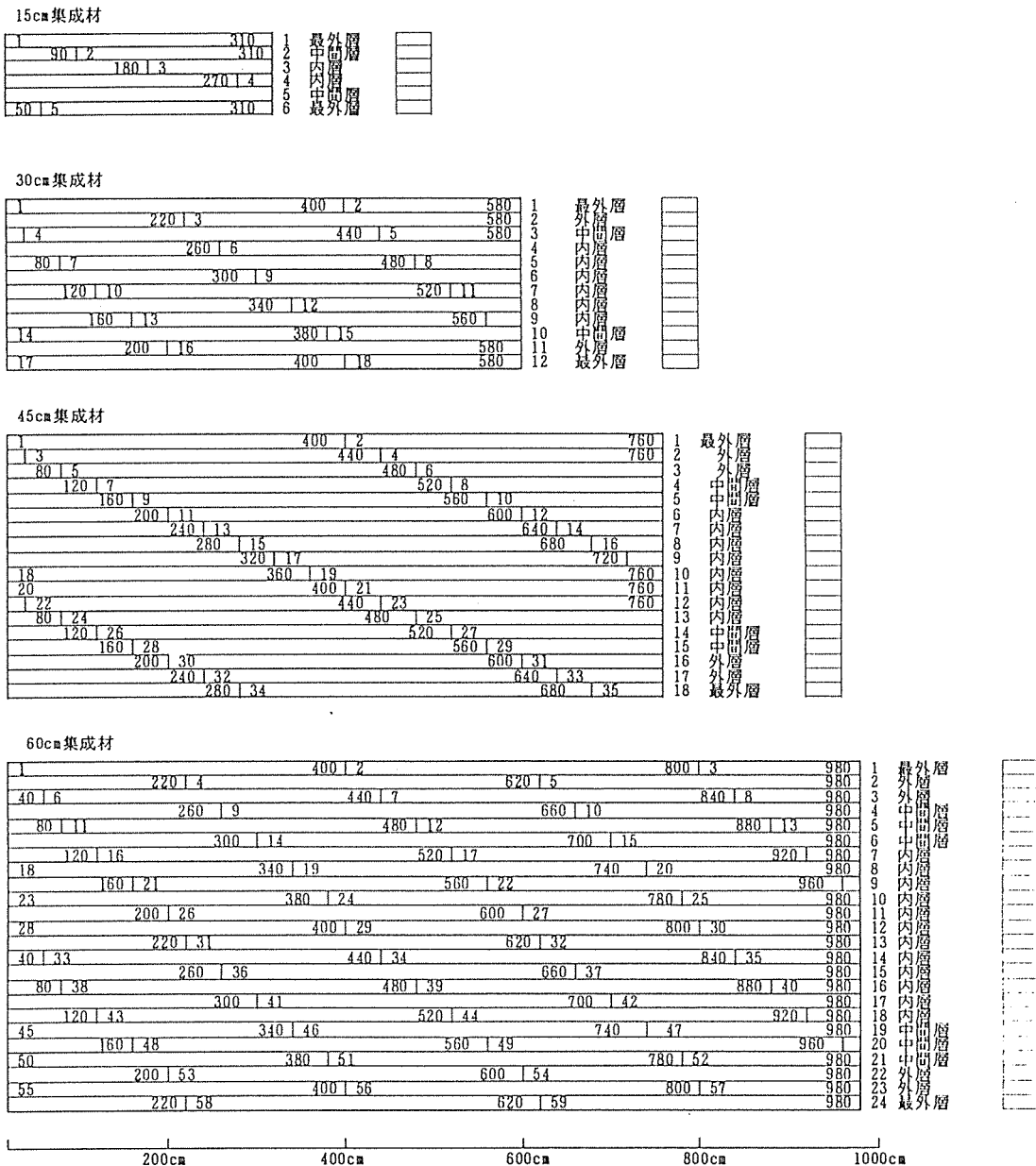


図-2 各層別に区分したラミナのEdの分布（平均値、標準偏差）

1-3 ラミナの組み合わせ

製造する構造用大断面集成材のNO.を15cm集成材の場合151~159、30cm集成材ならば301~309とし、45cm集成材、60cm集成材も同様にした。

図-3に製造した4種類の構造用大断面集成材のラミナの配置を示した。



*フィンガー継ぎて位置の左側の数値は集成材の端からの距離を、右側の数字はラミナの投入順序を示す。

図-3 製造した4種類の構造用大断面集成材のラミナの配置

4mのラミナの欠点除去はしないでそのまま用いた。準備したラミナを順に縦継ぎのラインに投入すれば自動的に所定の縦継ぎラミナとなるので、集成材の種類ごとに継ぎ手位置はほとんど同じである。

ラミナは最外層、外層、中間層、内層の区別に、ヤング係数の高いものから順位をつけ、各層の1番は601番の各層の最外層、2番を対称部分の最外層、3番をもとの最外層の続き、4番を対称部分の続きというように、601番の必要ラミナ決め、次のラミナから同様に451の集成材用ラミナを準備した。続いて301、151、602、452、302、152、302・・・・・・309、159という具合に、ラミナを割りつけた。従って同一種類の集成材については番号の若いものほど上位のラミナが用いられていることになる。また、各層の比率（最外層、外層、中間層、内層の断面に占める割合）は同一種類の集成材では各層別ではほとんど差がないと考えてよいが、種類別に異なっている。内層を除く中間層までの占める割合は準備したラミナで15cm集成材80%、30cm集成材55.6%、45cm集成材57.1%、60cm集成材50.8%である。

1-4 構造用大断面集成材の製造

構造用大断面集成材は斎藤木材工業(株)で製造した。

フィンガーは2P-180（兼房(株)）、直径180mm、2枚刃、超硬の垂直フィンガーである。諸元は次の通りである。

フィンガー長：18.63mm、ピッチ：6mm、フィンガー先端厚さ：0.8mm、フィンガー底部幅：0.6mm、かん合度：0.2mm、スカーフ傾斜比：1/8.1、フィンガー先端厚さとピッチの比：0.13

接着剤はレゾルシノール樹脂DF-2000、硬化液はパラホルムアルデヒドDL-200（大鹿振興(株)製、主剤-硬化剤の比2：1）を使用し、塗布量300g/m²、圧縮圧約50kgf/cm²とした。フィンガージョイントの接着剤の硬化は高周波を用いた。この縦継ぎラインは平成5年度になって設備したもので、したがって本事業において平成4年に縦継ぎラミナの曲げおよび引張り試験をしたものとは接着剤および高周波を使用している点で異なる。

縦継ぎラミナは厚さ25mmに調整して、積層圧縮した。接着剤はD-300を用い圧縮圧は10kg/cm²とした。できあがった構造用大断面集成材はモルダで所定の寸法に仕上げた。

2 構造用大断面集成材の非破壊によるヤング係数の測定

2-1 基本振動数測定による集成材の動的ヤング係数（ELf）の測定

動的ヤング係数（ELf）はFFTアナライザ（CF-1200 小野測器製）を用いて基本振動数を求め、次式により算出した。

$$ELf = 4L^2 f^2 \rho / g \quad \dots \dots \dots \text{(式1)}$$

ここで
ELf： 動的ヤング係数 (gf/cm²)
L： 材長 (cm)
f： 基本振動数 (Hz)
 ρ ： 比重
g： 重力加速度 (980cm/s²)

重量は45cm、60cm集成材については1tfロードセル LCA-11（デジタル指示計DLS-5011、東洋測器）を介して吊り上げ、測定した。30cm、15cm集成材はザルトリウス電子天秤151kgfにて測定した。打撃は木製の槌（通称カケヤ）を使用した。通常の製材の測定に用いるハンマーでは測定不能であった。

2-2 弱軸方向の曲げヤング係数 (ELx) の測定

15cm集成材、30cm集成材については曲げ試験機TCM-30000を用い実大材曲げ破壊試験と同じ条件で弱軸方向から荷重をかけた。15cm集成材は約1000kg、30cm集成材は約200kgまで荷重をかけその間の変位からELxを算出した。45cm集成材は荷重載荷方式で、スパン720cmの中央に約150kgの重さに乗せ、その変位から求めた。60cm集成材はスパン920cmとし、他の条件は45cm集成材と同様とした。

2-3 構造用大断面集成材の実大材曲げ破壊試験

試験機はTCM-30000 (ミネア製) を用い、荷重速度は5mm/minで行なった。試験条件を表-4および図-4に示した。得られた最大荷重から曲げ強さ (MOR) を、全スパンに対する中央部の変位から曲げ比例限度力 (MORP) と曲げヤング係数 (ELY) を算出した。

表-4 曲げ破壊試験の条件

種類	L cm	a cm	ℓ cm
15cm集成材	270	90	90
30cm集成材	540	180	180
45cm集成材	720	270	180
60cm集成材	920	370	180

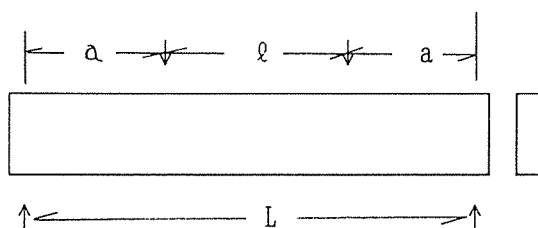


図-4 曲げ破壊試験の条件

II 試験結果

1 曲げ破壊試験結果

曲げ破壊試験の結果を表-5に示した。

1-1 曲げ破壊試験結果と現行JASとの関係

現行のJASにおける等級別基準強度 (曲げヤング係数、曲げ強さ) を表-6に、集成材の曲げ強さのJAS等級別出現頻度を表-7に示した。曲げ強さでは15cm集成材は特級主体であるが、他の種類は2級主体である。15cm集成材についてはラミナの配置上フィンガ-の影響が出ない構造のためである。表-8に曲げヤング係数のJAS等級別出現頻度を示した。曲げヤング係数については特級および1級であり、2級以下はない。

表-5 構造用大断面集成材の曲げ破壊試験結果

集成材 N.O	曲げヤング 係数 Ely tf/cm ²	曲げ強さ MOR kgf/cm ²	曲げ比例限度 MORP kgf/cm ²	MOR/MORP %	破壊箇所	備考
151	127.1(特)	592(特)	394	66.6	構造上	フィンガ-の影響無し
152	122.3(特)	626(特)	396	63.2	//	
153	117.3(特)	554(特)	407	73.4	//	
154	127.2(特)	629(特)	412	65.5	//	
155	120.2(特)	487(特)	387	79.4	//	
156	115.7(特)	550(特)	352	63.9	//	
157	112.1(特)	463(1)	361	77.9	//	
158	109.8(1)	414(1)	359	86.6	//	
159	104.6(1)	359(2)	300	83.4	//	
MIN	104.6	359	300	63.2		
AVG	117.4	519	374	73.3		
MAX	127.2	629	412	86.6		
STD	7.3	89.4	33.3	8.4		
CV	6.2	17.2	8.9	11.4		
301	126.6(特)	391(2)	335	85.7	最外層	フィンガ-
302	125.3(特)	356(2)	318	89.3	最外層	フィンガ-
303	123.0(特)	381(2)	325	85.3	最外層	フィンガ-
304	117.6(特)	437(1)	293	67.0	最外層	フィンガ-
305	114.2(特)	351(2)	324	92.3	最外層	フィンガ-
306	107.5(1)	412(1)	301	73.1	最外層	フィンガ-無関係
307	103.7(1)	334(2)	289	86.5	最外層	フィンガ-
308	104.7(1)	349(2)	292	83.7	最外層	フィンガ-
309	104.5(1)	355(2)	305	85.9	最外層	フィンガ-
MIN	103.7	334	289	67.0		
AVG	114.1	374	309	83.2		
MAX	126.6	437	355	92.3		
STD	8.9	32.0	15.9	7.6		
CV	7.8	8.5	5.1	9.1		
451	129.2(特)	368(2)	326	88.5	最外層	フィンガ-影響小
452	121.9(特)	543(特)	331	61.0	最外層	フィンガ-影響小
453	118.9(特)	348(2)	327	94.0	最外層	フィンガ-
454	116.7(特)	407(1)	339	83.3	最外層	フィンガ-影響無
455	110.1(特)	363(2)	289	79.8	最外層	フィンガ-
456	106.5(1)	351(2)	304	86.5	最外層	フィンガ-
457	114.1(1)	372(2)	324	87.1	最外層	フィンガ-
458	106.3(1)	376(2)	247	65.5	最外層	フィンガ-影響小
459	105.6(1)	396(1)	322	81.3	最外層	フィンガ-
MIN	105.6	348	247	61.0		
AVG	114.4	392	312	80.8		
MAX	129.2	543	339	94.0		
STD	8.3	56.5	27.1	10.2		
CV	7.3	14.4	8.7	12.7		
601	125.0(特)	418(1)	337	80.6	最外層	フィンガ-
602	115.5(特)	352(2)	286	81.3	2層目	フィンガ-, 3層目節
603	111.6(特)	318(2)	267	83.8	最外層	フィンガ-
604	109.0(1)	322(2)	295	91.6	最外層	フィンガ-
605	109.6(1)	397(1)	301	75.8	最外層	節
606	104.0(1)	359(2)	295	82.2	最外層	フィンガ-影響小
607	105.5(1)	293(外)	273	93.2	最外層	フィンガ-
608	101.4(1)	343(2)	291	84.4	最外層	フィンガ-
609	102.5(1)	331(2)	289	87.5	最外層	フィンガ-
MIN	101.4	293	267	75.8		
AVG	109.3	348	293	84.5		
MAX	125.0	418	337	93.2		
STD	7.0	37.0	18.7	5.2		
CV	6.4	10.6	6.4	6.1		

注) ()内はJASにおける等級を示す。(特): 特級、(1): 1級、(2): 2級、(外): 規格外

表-6 構造用大断面集成材のJASにおける基準強度（針葉樹A-2）

等級	曲げヤング係数 E _{Ly} tf/cm ²	曲げ強さ MOR kgf/cm ² *			
		15cm集成材	30cm集成材	45cm集成材	60cm集成材
特級	110	465	465	446.4	432.5
1級	100	405	405	388.8	376.7
2級	90	330	330	316.8	306.9

*：45cm集成材（寸法調整係数：0.96）、60cm集成材（同：0.93）については寸法調整係数により算出した値である。

表-7 曲げ強さ基準によるJAS等級の出現本数 (本)

種類	特級	1級	2級	格外
15cm集成材	6	2	1	0
30cm集成材	0	2	7	0
45cm集成材	1	2	6	0
60cm集成材	0	2	6	1

表-8 曲げヤング係数基準によるJAS等級の出現本数 (本)

種類	特級	1級	2級
15cm集成材	7	2	0
30cm集成材	5	4	0
45cm集成材	5	4	0
60cm集成材	3	6	0

1-2 種類別曲げ強さ（MOR）の分布と曲げヤング係数（E_{Ly}）との関係

図-5に集成材の種類別にMORの分布を最大、平均、最小値の関係で示した。45cm集成材が30cm集成材よりも値が高いのは1体が特級であり、この値が平均値を上げているからである。図-6にE_{Ly}とMORの関係を示した。15cm集成材については相関が認められるが、縦継ぎ部が大きく影響していた30、45、60cm集成材はそのような関係は認められない。

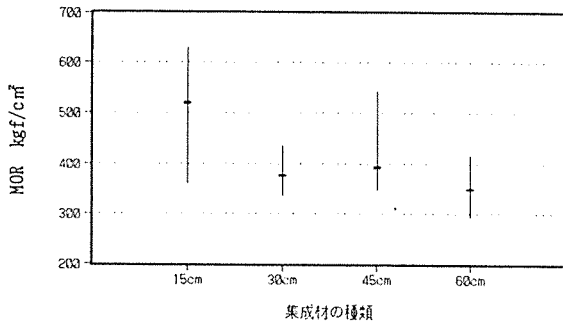


図-5 曲げ破壊試験における集成材のMORの分布（最大、平均、最小値）

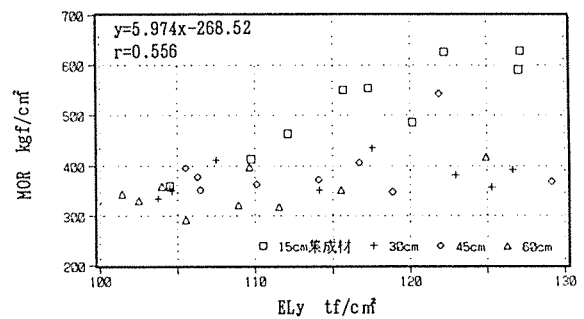


図-6 集成材のE_{Ly}とMORの関係

1-3 ラミナの組み合わせとMORの関係

本試験では機械的に等級区分されたラミナを用いており、各集成材の番号の若いものほど上位のラミナ構成になっている。図-7に示すように15cm集成材はこの関係が顕著に現れているが、他の集成材はこの関係にない。

1-4 比重とMOR、E_{Ly}の関係

比重とMORの関係は認められなかった。これに対してE_{Ly}との間には図-8に示すように比較的高い相関が認められた。

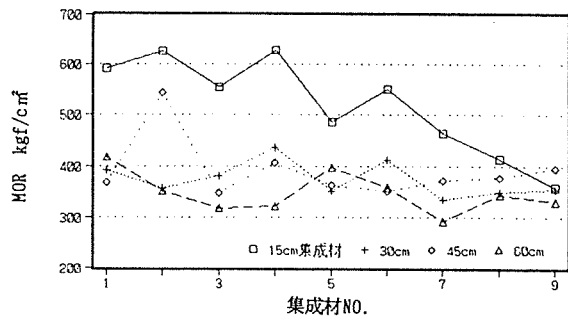


図-7 集成材NO.とMOR

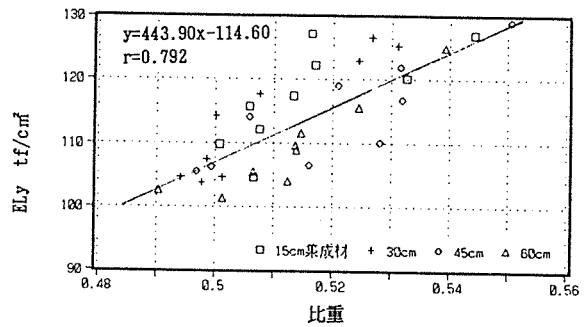


図-8 集成材の比重とElyの関係

1-5 曲げヤング係数 (Ely) の分布とラミナの組み合わせの関係

図-9にElyを集成材の種類別に最大、平均、最小値で示した。ラミナは層別(最外層、外層、中間層、内層の別)には各種類とも同等級(MGFS-E)のラミナを割り当てたが、各層の比率が異なるためにそれに対応した差が認められる。内層を除く中間層までのラミナの占める割合は用意したラミナで15cm集成材80%、30cm集成材55.6%、45cm集成材57.1%、60cm集成材50.8%である。

各集成材は番号の若いものほど上位のラミナ構成になっており、図-10に示すようにその関係は曲げヤング係数については顕著に現れている。

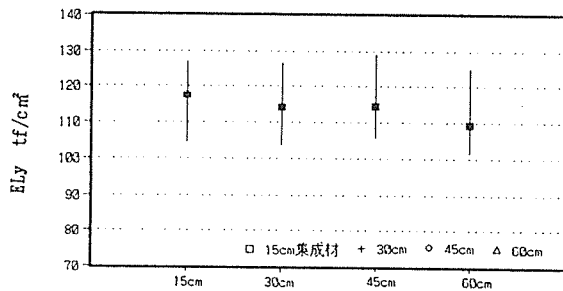


図-9 曲げ破壊試験における集成材のElyの分布
(最大、平均、最小値)

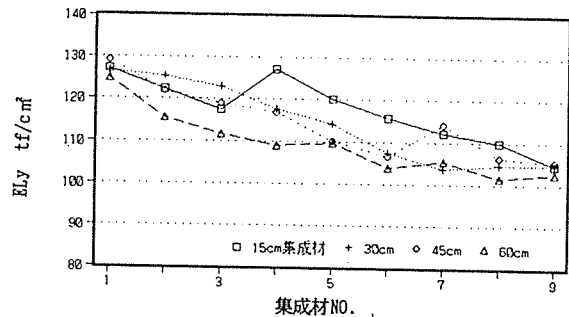


図-10 集成材NO.とEly

2 各種のヤング係数間の関係

2-1 曲げヤング係数 (Ely) との関係

本試験では集成材に対してElyの他に弱軸方向の曲げヤング係数(ELx)、基本振動数測定による(ELf)を求めている。また、それを構成するラミナの曲げヤング係数(クレディックマシソMGFS-251によるMGFS-E)の平均値(MGFS-E-AVG)および荷重载荷による曲げヤング係数(E_d)の平均値(E_d-AVG)を集成材の種類別に表-9に示した。

表-9 測定した各ヤング係数の平均値とそれを構成するラミナの曲げヤング係数の平均値

種類	ELy	ELx	ELf	MGFS-E-AVG	Ed-AVG
15cm集成材	117.4(7.3)	118.4(5.4)	122.3(5.8)	108.7(5.1)	121.1(6.7)
30cm集成材	114.1(8.9)	120.8(7.6)	118.1(7.3)	105.0(5.8)	117.6(7.6)
45cm集成材	114.4(7.6)	116.8(7.0)	118.2(7.1)	105.2(5.7)	117.7(6.1)
60cm集成材	109.3(7.0)	116.8(7.1)	116.1(7.1)	103.0(5.6)	115.0(6.4)
計	113.8(8.2)	118.2(7.1)	118.7(7.2)	105.5(5.9)	117.8(7.1)

()内は標準偏差, 集成材は種類別に各9体である。 単位: tf/cm²

弱軸方向のELxは強軸方向のELyよりも値が高い。その割合は平均で15cm集成材1.01倍、30cm集成材1.06倍、45cm集成材1.02倍、60cm集成材1.07倍となっており、内層ラミナの占める割合が高い集成材ほどその差が大きい傾向にある。

このことは次のカラマツラミナの性質から説明できよう。

カラマツラミナは20~30数cmの人工林カラマツ素材から採材されておりそのほとんどが、図-11に示す木取で製材されている。

髓から離れるほどヤング係数の高いラミナが得られるが、1枚のラミナでも図-11のY軸からaあるいはb方向に離れるに従い、ヤング係数は高くなる。この傾向は髓に近いラミナ程大きい。

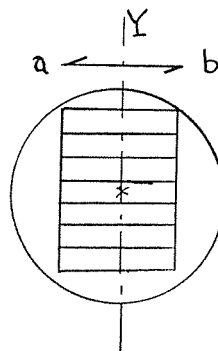


図-11 素材からラミナの一般的な木取り

したがって、集成材に弱軸方向から荷重をかけた場合、中立軸から圧縮および引張り側に離れるほど、ヤング係数は高くなり、その差は下位のラミナ(髓近傍からのもの)ほど大きいので、上記の結果が得られたものと考えられる。

ELx、ELf、Ed-AVGは平均値において近い値を示した。MGFS-E-AVGは最も低い値であるがこれはグレーディングマシンMGFS-251がより安全側に設定されているためと思われる。

ELxとELyの関係を図-12に示した。相関係数は0.841とそれほど高くない。

ELf、MGFS-E-AVG、Ed-AVGとELyの関係を図-13~15に示した。いずれも0.925~0.933の相関係数が得られた。

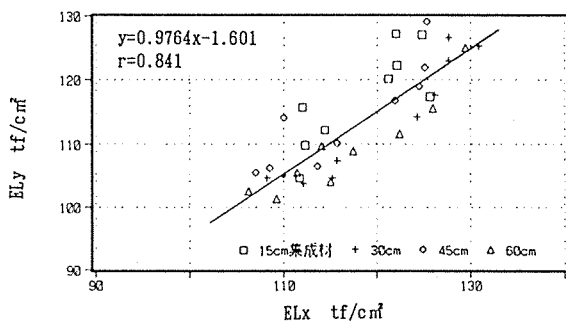


図-12 ELxとELyの関係

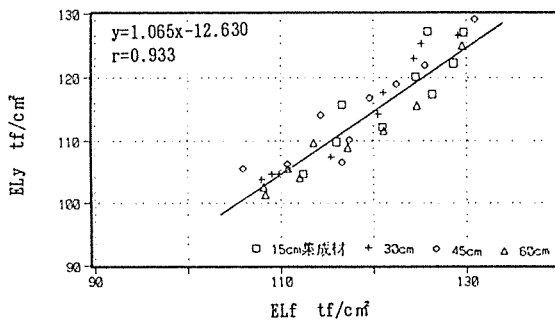


図-13 ELfとELyの関係

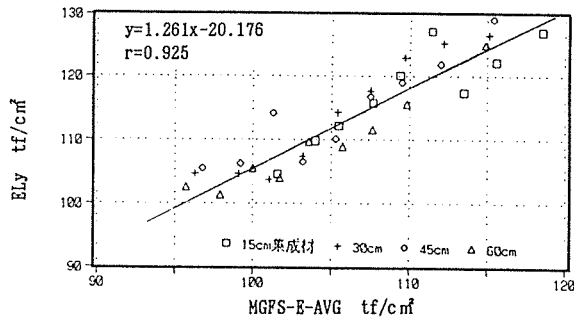


図-14 MGFS-E-AVGとElyの関係

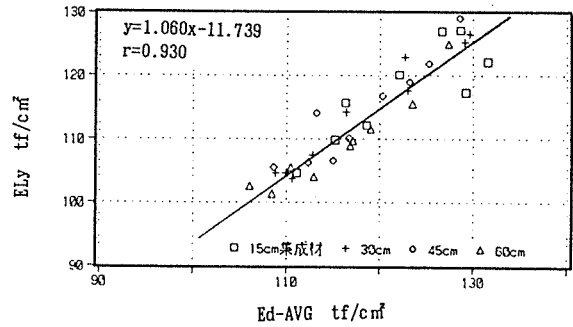


図-15 Ed-AVGとElyの関係

2-2 弱軸方向の曲げヤング係数 (ELx) との関係

Elf、MGFS-E-AVG、Ed-AVGとELxの関係を図-16~18に示した。Elyに対する関係よりも相関係数は低い。

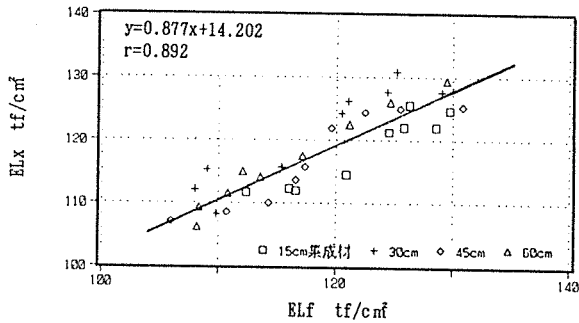


図-16 ElfとELxの関係

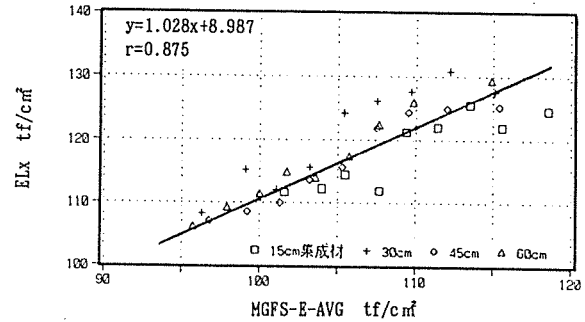


図-17 MGFS-E-AVGとELxの関係

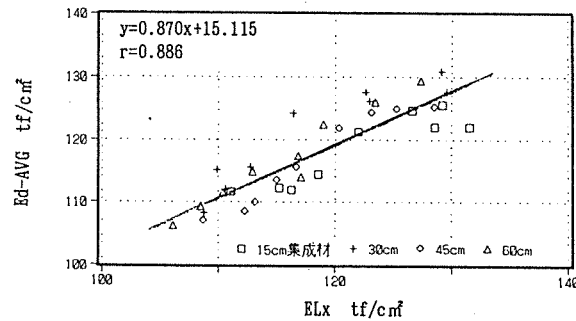


図-18 Ed-AVGとELxの関係

2-3 基本振動数測定によるElfとの関係

Ely、ELxとの関係はすでに図-13、16に示した。MGFS-E-AVGとEd-AVGとの関係を図-19、20に示した。相関係数は極めて高く、このことはElfが集成材を構成するラミナのヤング係数と最も関係が深いことを示している。

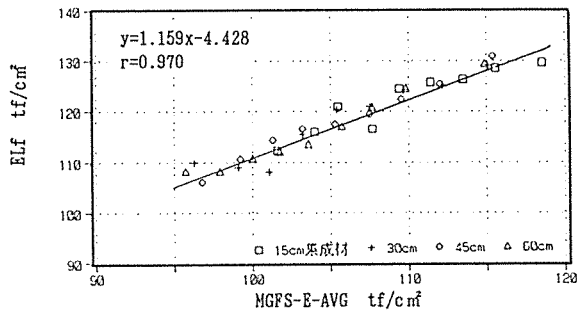


図-19 MGFS-E-AVGとElyの関係

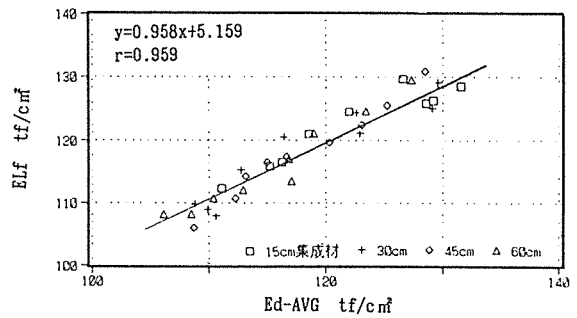


図-20 Ed-AVGとElyの関係

3 理論式から算出した集成材の曲げヤング係数 (ELyR) とELyの関係

3-1 1層ごとの平均値を用いた計算

集成材を構成するラミナの1層ごとの曲げヤング係数の平均値を用い、式2により、ELyRを算出した。

$$ELyR = \Sigma (E_i \cdot I_i) / I \quad \dots \dots \dots (式2)$$

ここで E_i : i層ラミナのヤング係数、 I_i : i層ラミナの断面2次モーメント、
 I : 集成材の断面2次モーメント

1層ごとの曲げヤング係数の平均は、層を構成するラミナの各長さを考慮した平均値とした。ラミナの曲げヤング係数としてEdを用いたものをELyR-Ed1、MGFS-Eを用いたものをELyR-Mg1とした。また、1層ずつではなく、最外層、外層、中間層、内層を一つのブロックとして各層のヤング係数の平均値を用いて同様な計算をし、ELyR-Ed2、ELyR-Mg2とした。その結果を平均値と標準偏差で表-10に示した。ラミナのグレーディングマシンMGFS-251により測定されたヤング係数を用いたELyR-Mg1、ELyR-Mg2の平均値はELyの平均値によく対応している。それに対して荷重载荷により求めたEdから計算したELyR-Ed1、ELyR-Ed2はELyよりかなり高い値を示した。ELyR-Mg1、ELyR-Ed1とELyの関係を図-21、22に示した。相関係数はELyR-Mg1との関係の方が高い。

表-10 ELyと理論式による計算値の集成材の種類別平均値

種類	ELy	ELyR-Mg1	ELyR-Ed1	ELyR-Mg2	ELyR-Ed2
15cm集成材	117.4(7.3)	117.2(6.3)	130.7(8.2)	117.4(6.5)	130.8(8.2)
30cm集成材	114.1(8.9)	116.1(6.6)	130.5(8.8)	114.9(6.4)	129.2(8.8)
45cm集成材	114.4(7.6)	115.9(6.7)	130.6(6.9)	115.3(6.5)	129.7(7.0)
60cm集成材	109.3(7.0)	111.7(7.8)	126.6(7.8)	114.3(7.4)	127.5(8.1)
計	113.8(8.2)	115.2(7.1)	129.6(8.1)	115.5(6.8)	129.3(8.1)

()内は標準偏差、集成材は種類別に各9体である。 単位: tf/cm²

表-11に理論式による計算値に対するELyの割合を集成材の種類別に平均値で示した。30cm集成材と、45cm集成材ではほとんど差がないが、せいが大きくなるにしたがい、割合が下がる傾向が認められる。

グレーディングマシンMGFS-251による測定値を用いれば、ほぼこの理論式のどおりのヤング係数の集成材ができることになる。また、日本建築学会の「木構造計算基準・同解説」によればこの計算式に0.95をかけており、0.95をかければかなりの安全をみていることになる。

一方、荷重載荷により求めたヤング係数を用いる場合は0.85程度を乗じる必要があるだろう。

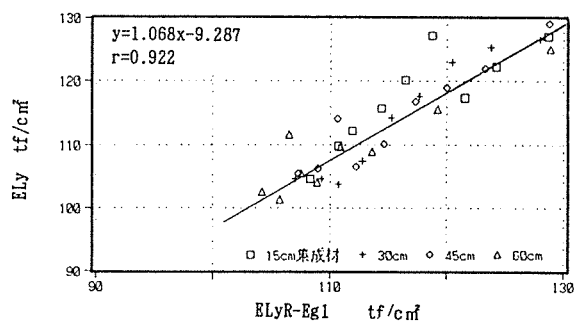


図-21 ELyR-Eg1とELyの関係

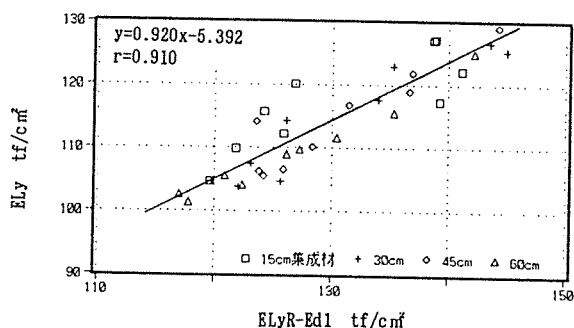


図-22 ELyR-Ed1とELyの関係

表-11 理論式による計算値に対するELyの割合の集成材の種類別平均値

種類	ELyR-Mg1	ELyR-Ed1	ELyR-Mg2	ELyR-Ed2
15cm集成材	1.001(0.032)	0.898(0.032)	1.000(0.032)	0.898(0.031)
30cm集成材	0.982(0.027)	0.874(0.023)	0.992(0.027)	0.883(0.021)
45cm集成材	0.986(0.023)	0.875(0.024)	0.991(0.023)	0.881(0.024)
60cm集成材	0.979(0.027)	0.864(0.010)	0.957(0.011)	0.857(0.009)
計	0.987(0.028)	0.878(0.027)	0.985(0.030)	0.880(0.027)

()内は標準偏差，集成材は種類別に各9体である。

III グレーディングマシンMGFS-251によるラミナの機械的等級区分の評価

表-12に平成4年度に実施したグレーディングマシンMGFS-251の性能評価（平成4年度集成材の強度性能評価事業報告書 P7、表-4）においてMGFS-251の調整後得られた各種ヤング係数の集計を示した。

表-12 グレーディングマシン調整後の各種ヤング係数の集計 tf/cm²

	Ed	Ef	MGFS-E2-AVG *1	TCM-E-AVG *2
最小値	59.7	55.5	49.6	51.3
平均値	112.4	112.7	102.2	106.1
最大値	186.3	190.6	157.0	168.9
標準偏差	27.7	29.8	24.5	27.2
変動係数	24.6	26.5	23.9	25.5

グレーディングマシン検定用ラミナ（スギ20mm，バイマツ25mm，38mm，カラマツ19mm，24mm，28mm）60枚の集計である。

*1：本報告書ではMGFS-E

*2：材料試験機TCM-5000により得られた曲げヤング係数

本試験で用いたラミナ1165枚のEdおよびMGFS-Eの度数分布を図-23、24に示した。平均値はEdのほうが11.8tf/cm²値が高い。

グレーディングマシンMGFS-251は材料試験機によるTCM-Eを基本として安全側に調整されている。表-12から明らかなように初期の設定でも10tf/cm²以上EdのほうがMGFS-Eよりも平均値が高い。したがって、平成5年度に実施したラミナ1165枚のMGFS-Eの測定は有効になされたものと判断で

きる。

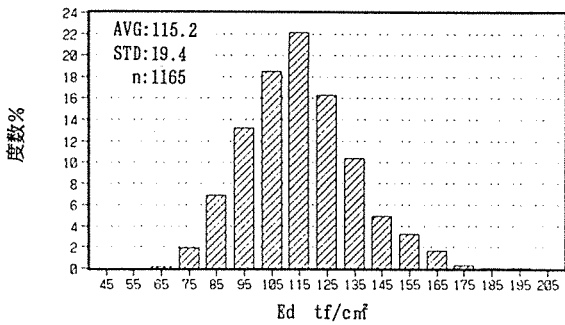


図-23 ラミナのEdの度数分布

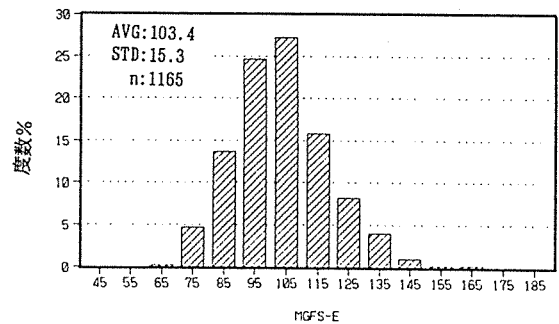


図-24 ラミナのMGFS-Eの度数分布

図-25に平成4年度の本事業で報告（平成4年度報告書 P27 図-72）した65653枚の工場におけるMGFS-Eの分布を示した。これが、現在使われている人工林カラマツからのラミナのヤング係数の分布を表わしているとするならば、本試験で用いたラミナ1165枚はそれより若干低い値の集団ということになる。

図-26にMGFS-EとEdの関係を示した。相関係数は0.905であるが、MGFS-Eの測定がラミナの厚み規制だけで、幅の規制はしていないこと（幅の規制は実用的には歩止まり等の点から不可能である）、荷重载荷によるEdの測定も、プレーナー等で仕上げてないので挽曲がり、ねじれ等の影響が考えられ、この結果は実用機としては妥当なものであろう。

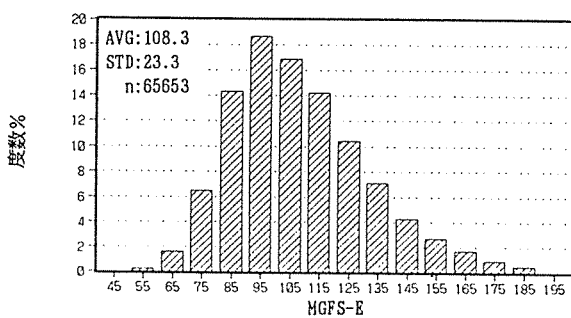


図-25 工場において測定したラミナのMGFS-Eの分布

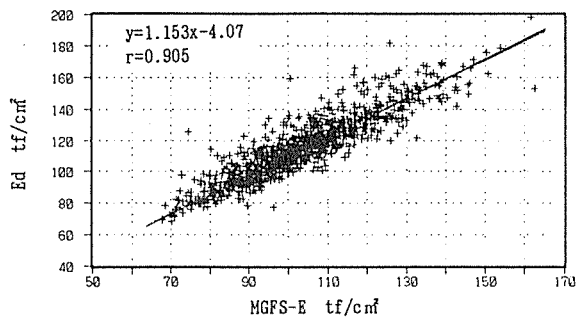


図-26 MGFS-EとEdの関係

IV 総括

本試験の主な目的はカラマツについて機械的に等級区分されたラミナを用いて集成材を製造し、ラミナとその組み合わせから予想される集成材の強度的な性能を実証することであった。あるいはラミナの性能から集成材の性能明らかにするためのデータを得ることであった。明らかになった主な点は以下のとおりである。

- 1 集成材の曲げ強さは縦継ぎ部分の影響が大きく、ラミナの性能（ヤング係数）を曲げ強さに反映させるためには縦継ぎ部の強度を安定的にする必要がある。
- 2 集成材の曲げヤング係数はラミナのヤング係数に応じた値であった。したがって、機械的等級区分されたラミナを用いれば、ある幅をもってはいるが、集成材のヤング係数を予想することは充分可能である。
- 3 本試験の結果得られた集成材の曲げヤング係数は現行JASの特級および1級であった。工場において得られたMGFS-Eの分布から判断して、この性能のカラマツ集成材を経常的に製造することは可能である。
- 4 集成材の弱軸方向の曲げヤング係数はラミナの組み合わせを考慮した強軸方向の曲げヤング係数より高い傾向にあった。このことは人工造林カラマツの材質的性質から本文のなかで説明したとおりである。
- 5 グレーディングマシンMGFS-251はラミナを有効に強度等級区分する。
- 6 FFTアナライザーによる基本振動数測定によるヤング係数は、ラミナおよび集成材のヤング係数の測定に有効なことが示された。特に機械的にヤング係数を測定することが困難な大きな形状の集成材のヤング係数の測定には実用性がある。

付 表

- 付表－1 集成材の曲げ破壊試験結果
- 付表－2 各種ヤング係数
- 付表－3 集成材を構成するラミナの曲げヤング係数
- 付表－4 集成材を構成するラミナの1層ごとの曲げヤング係数

付表-1 集成材の曲げ破壊試験結果

集成材NO.	曲げヤング 係数	曲げ強さ MOR	比例限 強さ MORP	MORP/MOR 比率	比重
	Ely tf/cm ²	kgf/cm ²	kgf/cm ²	%	
151	127.1	592	394	66.6	0.544
152	122.3	626	396	63.2	0.517
153	117.3	554	407	73.4	0.513
154	127.2	629	412	65.5	0.516
155	120.2	487	387	79.4	0.533
156	115.7	550	352	63.9	0.506
157	112.1	463	361	77.9	0.508
158	109.8	414	359	86.6	0.501
159	104.6	359	300	83.4	0.507
301	126.6	391	335	85.7	0.527
302	125.3	356	318	89.3	0.531
303	123.0	381	325	85.3	0.524
304	117.6	437	293	67.0	0.508
305	114.2	351	324	92.3	0.500
306	107.5	412	301	73.1	0.499
307	103.7	334	289	86.5	0.498
308	104.7	349	292	83.7	0.501
309	104.5	355	305	85.9	0.494
451	129.2	368	326	88.5	0.551
452	121.9	543	331	61.0	0.532
453	118.9	348	327	94.0	0.521
454	116.7	407	339	83.3	0.532
455	110.1	363	289	79.8	0.528
456	106.5	351	304	86.5	0.516
457	114.1	372	324	87.1	0.506
458	106.3	376	247	65.5	0.499
459	105.6	396	322	81.3	0.497
601	125.0	418	337	80.6	0.539
602	115.5	352	286	81.3	0.524
603	111.6	318	267	83.8	0.515
604	109.0	322	295	91.6	0.514
605	109.6	397	301	75.8	0.514
606	104.0	359	295	82.2	0.512
607	105.5	293	273	93.2	0.506
608	101.4	343	291	84.8	0.501
609	102.5	331	289	87.5	0.490

付表-2 各種ヤング係数

集成材 NO.	曲げヤング*	曲げヤング*	動的	ラミナの曲げヤング*係数		集成材を構成するラミナからの理論値			
	係数	係数	ヤング*係数	総平均		ELyR-Eg1	ELyR-Ed1	ELyR-Eg2	ELyR-Ed2
	ELy *1 tf/cm ²	ELx *2 tf/cm ²	ELf *3 tf/cm ²	Ed tf/cm ²	MGFS-E tf/cm ²	*5 tf/cm ²	* 6 tf/cm ²	*7 tf/cm ²	*8 tf/cm ²
151	127.1	124.7	129.7	124.5	117.2	128.7	138.7	129.1	139.2
152	122.3	122.0	128.6	129.9	114.3	124.3	141.2	124.6	141.6
153	117.3	125.6	126.3	128.2	112.4	121.6	139.3	121.9	139.3
154	127.2	122.0	125.8	128.3	110.3	118.7	138.9	119.0	138.4
155	120.2	121.2	124.5	121.1	108.5	116.4	126.8	116.5	127.6
156	115.7	112.0	116.6	115.0	106.8	114.4	124.2	114.5	124.6
157	112.1	114.4	120.9	118.0	104.6	111.9	125.9	111.9	124.9
158	109.8	112.3	116.0	114.7	103.2	110.7	121.8	110.7	121.6
159	104.6	111.7	112.4	110.0	100.8	108.3	119.6	108.2	119.8
301	126.6	127.6	129.1	128.8	114.4	128.0	143.6	126.4	142.8
302	125.3	130.8	125.1	128.3	111.6	123.8	145.0	122.3	143.3
303	123.0	127.6	124.3	122.3	109.1	120.5	135.2	119.2	133.1
304	117.6	126.1	121.1	122.6	107.0	117.6	134.0	116.4	133.4
305	114.2	124.2	120.5	115.8	104.9	115.2	126.1	114.0	125.7
306	107.5	115.6	115.4	112.2	102.7	112.8	123.1	111.8	122.2
307	103.7	112.1	108.0	110.3	100.6	110.7	122.1	109.6	120.3
308	104.7	115.2	109.1	109.4	98.6	109.3	119.8	108.2	119.3
309	104.5	108.2	109.9	108.4	95.8	107.1	125.6	106.0	123.0
451	129.2	125.3	130.9	127.5	114.8	128.8	144.3	127.8	143.6
452	121.9	125.0	125.5	124.8	111.5	123.3	136.9	122.6	136.0
453	118.9	124.4	122.5	122.6	109.1	120.0	136.7	119.3	135.7
454	116.7	121.9	119.6	120.3	107.0	117.3	131.4	116.7	130.5
455	110.1	115.6	117.4	116.1	104.9	114.6	128.3	114.2	128.0
456	106.5	113.6	116.6	114.6	102.8	112.2	125.9	111.8	125.3
457	114.1	110.1	114.3	112.6	101.0	110.6	123.6	110.2	122.7
458	106.3	108.5	110.7	112.2	98.9	109.0	123.8	108.6	122.9
459	105.6	107.0	106.0	108.4	96.4	107.3	124.2	106.9	122.5
601	125.0	129.4	129.5	126.3	113.6	128.9	142.2	130.7	143.7
602	115.5	126.0	124.6	122.5	108.6	119.2	135.3	120.8	136.5
603	111.6	122.4	121.1	118.2	106.5	106.5	130.4	117.6	131.7
604	109.0	117.4	117.2	116.1	104.6	113.6	126.1	115.1	126.9
605	109.6	114.0	113.6	116.5	102.5	110.9	127.2	112.4	128.2
606	104.0	115.0	112.1	112.3	100.7	108.9	122.4	110.4	122.7
607	105.5	111.5	110.8	109.8	99.0	107.5	120.9	108.9	121.5
608	101.4	109.3	108.3	107.9	96.9	105.7	117.8	107.2	118.8
609	102.5	106.2	108.2	105.5	94.7	104.2	117.0	105.7	117.8

*1：実大材曲げ破壊試験における強軸方向の曲げヤング係数

*2：非破壊剛性試験における弱軸方向の曲げヤング係数

*3：集成材の動的ヤング係数

*4：ラミナの曲げヤング係数（Ed:荷重戦荷により測定、MGFS-E:グレーディングマシンMGFS-251での測定値）
の集成材ごとの総平均

*5：集成材の1層ごとの区分でラミナのMGFS-Eの平均値を用い、理論式により算出した曲げヤング係数

*6：集成材の1層ごとの区分でラミナのEdの平均値を用い、理論式により算出した曲げヤング係数

*7：最外層、外層、中間層、内層の区分でラミナのMGFS-Eの平均値を用い理論式により算出した曲げヤング係数

*8：最外層、外層、中間層、内層の区分でラミナのEdの平均値を用い理論式により算出した曲げヤング係数

付表-3 集成材を構成するラミナの層別曲げヤング係数

(その1)

集成材NO.	層区分	各層の位置 cm	*1	*2	集成材NO.	層区分	各層の位置 cm	*1	*2
			MGFS-E tf/cm ²	Ed tf/cm ²				MGFS-E tf/cm ²	Ed tf/cm ²
151	最外層	0.0~ 2.5	138.3	150.4	156	最外層	0.0~ 2.5	119.5	129.7
	中間層	2.5~ 5.0	108.5	113.9		中間層	2.5~ 5.0	104.5	115.5
	内層1	5.0~ 7.5	99.6	104.6		内層1	5.0~ 7.5	90.4	91.2
	内層2	7.5~10.0	99.6	104.6		内層2	7.5~10.0	90.4	91.2
	中間層	10.0~12.5	108.5	113.9		中間層	10.0~12.5	104.5	115.5
	最外層	12.5~15.0	138.3	150.4		最外層	12.5~15.0	119.5	129.7
152	最外層	0.0~ 2.5	132.3	149.9	157	最外層	0.0~ 2.5	116.3	128.6
	中間層	2.5~ 5.0	107.6	123.3		中間層	2.5~ 5.0	103.4	118.6
	内層1	5.0~ 7.5	98.2	111.8		内層1	5.0~ 7.5	87.9	98.5
	内層2	7.5~10.0	98.2	111.8		内層2	7.5~10.0	87.9	98.5
	中間層	10.0~12.5	107.6	123.3		中間層	10.0~12.5	103.4	118.6
	最外層	12.5~15.0	132.3	149.9		最外層	12.5~15.0	116.3	128.6
153	最外層	0.0~ 2.5	128.7	145.6	158	最外層	0.0~ 2.5	115.1	126.3
	中間層	2.5~ 5.0	107	128.1		中間層	2.5~ 5.0	102.5	111.9
	内層1	5.0~ 7.5	96.3	98.4		内層1	5.0~ 7.5	84.9	99.8
	内層2	7.5~10.0	96.3	98.4		内層2	7.5~10.0	84.9	99.8
	中間層	10.0~12.5	107	128.1		中間層	10.0~12.5	102.5	111.9
	最外層	12.5~15.0	128.7	145.6		最外層	12.5~15.0	115.1	126.3
154	最外層	0.0~ 2.5	124.9	146.2	159	最外層	0.0~ 2.5	112.1	125.9
	中間層	2.5~ 5.0	106.3	121.8		中間層	2.5~ 5.0	101.5	107.6
	内層1	5.0~ 7.5	94.6	106.9		内層1	5.0~ 7.5	80.7	88.7
	内層2	7.5~10.0	94.6	106.9		内層2	7.5~10.0	80.7	88.7
	中間層	10.0~12.5	106.3	121.8		中間層	10.0~12.5	101.5	107.6
	最外層	12.5~15.0	124.9	146.2		最外層	12.5~15.0	112.1	125.9
155	最外層	0.0~ 2.5	121.8	130.2					
	中間層	2.5~ 5.0	105.5	124.4					
	内層1	5.0~ 7.5	92.6	100.9					
	内層2	7.5~10.0	92.6	100.9					
	中間層	10.0~12.5	105.5	124.4					
	最外層	12.5~15.0	121.8	130.2					

*1: グレディングマシンMGFS-251により測定した曲げヤング係数MGFS-Eの各層の平均(層別に準備した4m²の単純平均)*2: 荷重載荷法により測定した曲げヤング係数Edの各層の平均(層別に準備した4m²の単純平均)

付表-3 集成材を構成する材の層別曲げヤング係数

(その2)

集成材NO.	層区分	各層の位置 cm	*1	*2	集成材NO.	層区分	各層の位置 cm	*1	*2
			MGFS-E tf/cm ²	Ed tf/cm ²				MGFS-E tf/cm ²	Ed tf/cm ²
301	最外層	0.0~2.5	138.7	153.7	306	最外層	0.0~2.5	119.7	131.3
	外層	2.5~5.0	130.8	149.3		外層	2.5~5.0	113.6	123.7
	中間層	5.0~7.5	108.5	128.6		中間層	5.0~7.5	104.7	114.2
	内層1	7.5~15.0	99.8	110.5		内層1	7.5~15.0	90.6	99
	内層2	15.0~22.5	99.8	110.5		内層2	15.0~22.5	90.6	99
	中間層	22.5~25.0	108.5	128.6		中間層	22.5~25.0	104.7	114.2
	外層	25.0~27.5	130.8	149.3		外層	25.0~27.5	113.6	123.7
	最外層	27.5~30.0	138.7	153.7		最外層	27.5~30.0	119.7	131.3
302	最外層	0.0~2.5	133	152.9	307	最外層	0.0~2.5	116.8	130.7
	外層	2.5~5.0	125.9	157.2		外層	2.5~5.0	112.1	120.2
	中間層	5.0~7.5	107.7	121.1		中間層	5.0~7.5	103.4	112.6
	内層1	7.5~15.0	98.3	109.7		内層1	7.5~15.0	88.2	96.3
	内層2	15.0~22.5	98.3	109.7		内層2	15.0~22.5	88.2	96.3
	中間層	22.5~25.0	107.7	121.1		中間層	22.5~25.0	103.4	112.6
	外層	25.0~27.5	125.9	157.2		外層	25.0~27.5	112.1	120.2
	最外層	27.5~30.0	133	152.9		最外層	27.5~30.0	116.8	130.7
303	最外層	0.0~2.5	129.1	141	308	最外層	0.0~2.5	115.4	121.8
	外層	2.5~5.0	121.9	143.5		外層	2.5~5.0	111.2	127.8
	中間層	5.0~7.5	107	113.9		中間層	5.0~7.5	102.6	117.3
	内層1	7.5~15.0	96.4	108.9		内層1	7.5~15.0	85.1	94.4
	内層2	15.0~22.5	96.4	108.9		内層2	15.0~22.5	85.1	94.4
	中間層	22.5~25.0	107	113.9		中間層	22.5~25.0	102.6	117.3
	外層	25.0~27.5	121.9	143.5		外層	25.0~27.5	111.2	127.8
	最外層	27.5~30.0	129.1	141		最外層	27.5~30.0	115.4	121.8
304	最外層	0.0~2.5	125.3	137	309	最外層	0.0~2.5	112.5	131.9
	外層	2.5~5.0	118.8	145.2		外層	2.5~5.0	110.2	130.5
	中間層	5.0~7.5	106.3	124.4		中間層	5.0~7.5	101.6	114.9
	内層1	7.5~15.0	94.8	107		内層1	7.5~15.0	81	86.9
	内層2	15.0~22.5	94.8	107		内層2	15.0~22.5	81	86.9
	中間層	22.5~25.0	106.3	124.4		中間層	22.5~25.0	101.6	114.9
	外層	25.0~27.5	118.8	145.2		外層	25.0~27.5	110.2	130.5
	最外層	27.5~30.0	125.3	137		最外層	27.5~30.0	112.5	131.9
305	最外層	0.0~2.5	122.3	132.8					
	外層	2.5~5.0	116.1	125.4					
	中間層	5.0~7.5	105.6	126.5					
	内層1	7.5~15.0	92.8	101.2					
	内層2	15.0~22.5	92.8	101.2					
	中間層	22.5~25.0	105.6	126.5					
	外層	25.0~27.5	116.1	125.4					
最外層	27.5~30.0	122.3	132.8						

*1: クレーティングマシンMGFS-251により測定した曲げヤング係数MGFS-Eの各層の平均(層別に準備した4m²材の単純平均)*2: 荷重載荷法により測定した曲げヤング係数Edの各層の平均(層別に準備した4m²材の単純平均)

付表-3 集成材を構成する材の層別曲げヤング係数

(その3)

集成材NO.	層区分	各層の位置 cm	*1	*2	集成材NO.	層区分	各層の位置 cm	*1	*2
			MGFS-E tf/cm ²	Ed tf/cm ²				MGFS-E tf/cm ²	Ed tf/cm ²
451	最外層	0.0~2.5	140.1	155.7	456	最外層	0.0~2.5	119.9	131.6
	外層	2.5~7.5	134.6	154.3		外層	2.5~7.5	113.9	130.1
	中間層	7.5~12.5	108.7	120		中間層	7.5~12.5	104.8	117.7
	内層1	12.5~22.5	100.1	109.6		内層1	12.5~22.5	91.2	100
	内層2	22.5~32.5	100.1	109.6		内層2	22.5~32.5	91.2	100
	中間層	32.5~37.5	108.7	120		中間層	32.5~37.5	104.8	117.7
	外層	37.5~42.5	134.6	154.3		外層	37.5~42.5	113.9	130.1
	最外層	42.5~45.0	140.1	155.7		最外層	42.5~45.0	119.9	131.6
452	最外層	0.0~2.5	134.2	152.4	457	最外層	0.0~2.5	117.9	134.1
	外層	2.5~7.5	126.8	138.8		外層	2.5~7.5	112.6	123.2
	中間層	7.5~12.5	107.8	117.2		中間層	7.5~12.5	103.8	115.1
	内層1	12.5~22.5	98.6	112.6		内層1	12.5~22.5	88.7	100.1
	内層2	22.5~32.5	98.6	112.6		内層2	22.5~32.5	88.7	100.1
	中間層	32.5~37.5	107.8	117.2		中間層	32.5~37.5	103.8	115.1
	外層	37.5~42.5	126.8	138.8		外層	37.5~42.5	112.6	123.2
	最外層	42.5~45.0	134.2	152.4		最外層	42.5~45.0	117.9	134.1
453	最外層	0.0~2.5	130	144.5	458	最外層	0.0~2.5	115.7	127.8
	外層	2.5~7.5	122.6	142.8		外層	2.5~7.5	111.4	125.9
	中間層	7.5~12.5	107.1	121.9		中間層	7.5~12.5	102.7	121.7
	内層1	12.5~22.5	96.9	105.9		内層1	12.5~22.5	85.7	95.5
	内層2	22.5~32.5	96.9	105.9		内層2	22.5~32.5	85.7	95.5
	中間層	32.5~37.5	107.1	121.9		中間層	32.5~37.5	102.7	121.7
	外層	37.5~42.5	122.6	142.8		外層	37.5~42.5	111.4	125.9
	最外層	42.5~45.0	130	144.5		最外層	42.5~45.0	115.7	127.8
454	最外層	0.0~2.5	126.5	136.6	459	最外層	0.0~2.5	113.3	135.2
	外層	2.5~7.5	119.5	137.3		外層	2.5~7.5	110.4	126.9
	中間層	7.5~12.5	106.4	118.8		中間層	7.5~12.5	101.7	109.6
	内層1	12.5~22.5	95.2	106.6		内層1	12.5~22.5	81.8	89.9
	内層2	22.5~32.5	95.2	106.6		内層2	22.5~32.5	81.8	89.9
	中間層	32.5~37.5	106.4	118.8		中間層	32.5~37.5	101.7	109.6
	外層	37.5~42.5	119.5	137.3		外層	37.5~42.5	110.4	126.9
	最外層	42.5~45.0	126.5	136.6		最外層	42.5~45.0	113.3	135.2
455	最外層	0.0~2.5	122.8	136.7	455	最外層	0.0~2.5	122.8	136.7
	外層	2.5~7.5	116.7	131.9		外層	2.5~7.5	116.7	131.9
	中間層	7.5~12.5	105.7	119.4		中間層	7.5~12.5	105.7	119.4
	内層1	12.5~22.5	93.1	100.7		内層1	12.5~22.5	93.1	100.7
	内層2	22.5~32.5	93.1	100.7		内層2	22.5~32.5	93.1	100.7
	中間層	32.5~37.5	105.7	119.4		中間層	32.5~37.5	105.7	119.4
	外層	37.5~42.5	116.7	131.9		外層	37.5~42.5	116.7	131.9
	最外層	42.5~45.0	122.8	136.7		最外層	42.5~45.0	122.8	136.7

*1: クレーディングマシンMGFS-2511により測定した曲げヤング係数MGFS-Eの各層の平均(層別に準備した4m²材の単純平均)*2: 荷重載荷法により測定した曲げヤング係数Edの各層の平均(層別に準備した4m²材の単純平均)

付表-3 集成材を構成する材の層別曲げヤング係数

(その4)

集成材NO.	層区分	各層の位置 cm	*1	*2	集成材NO.	層区分	各層の位置 cm	*1	*2
			MGFS-E tf/cm ²	Ed tf/cm ²				MGFS-E tf/cm ²	Ed tf/cm ²
601	最外層	0.0~ 2.5	151.8	163.7	606	最外層	0.0~ 2.5	120.3	137.2
	外層	2.5~ 7.5	146	161.7		外層	2.5~ 7.5	114.7	125.4
	中間層	7.5~15.0	109	120		中間層	7.5~15.0	105.4	117.1
	内層1	15.0~30.0	100.6	112.9		内層1	15.0~30.0	92.1	101.9
	内層2	30.0~45.0	100.6	112.9		内層2	30.0~45.0	92.1	101.9
	中間層	45.0~52.5	109	120		中間層	45.0~52.5	105.4	117.1
	外層	52.5~57.5	146	161.7		外層	52.5~57.5	114.7	125.4
	最外層	57.5~60.0	151.8	163.7		最外層	57.5~60.0	120.3	137.2
602	最外層	0.0~ 2.5	136.8	155.8	607	最外層	0.0~ 2.5	118.9	131.9
	外層	2.5~ 7.5	128.8	145.4		外層	2.5~ 7.5	113.2	125.8
	中間層	7.5~15.0	108.2	122		中間層	7.5~15.0	104.3	118.8
	内層1	15.0~30.0	99.1	110.7		内層1	15.0~30.0	89.8	96.7
	内層2	30.0~45.0	99.1	110.7		内層2	30.0~45.0	89.8	96.7
	中間層	45.0~52.5	108.2	122		中間層	45.0~52.5	104.3	118.8
	外層	52.5~57.5	128.8	145.4		外層	52.5~57.5	113.2	125.8
	最外層	57.5~60.0	136.8	155.8		最外層	57.5~60.0	118.9	131.9
603	最外層	0.0~ 2.5	131.1	145.8	608	最外層	0.0~ 2.5	116.2	127.5
	外層	2.5~ 7.5	124.5	143.3		外層	2.5~ 7.5	111.9	126.4
	中間層	7.5~15.0	107.4	117.6		中間層	7.5~15.0	103.1	112.3
	内層1	15.0~30.0	97.6	106.6		内層1	15.0~30.0	87	97.1
	内層2	30.0~45.0	97.6	106.6		内層2	30.0~45.0	87	97.1
	中間層	45.0~52.5	107.4	117.6		中間層	45.0~52.5	103.1	112.3
	外層	52.5~57.5	124.5	143.3		外層	52.5~57.5	111.9	126.4
	最外層	57.5~60.0	131.1	145.8		最外層	57.5~60.0	116.2	127.5
604	最外層	0.0~ 2.5	127.7	142	609	最外層	0.0~ 2.5	114.3	127.8
	外層	2.5~ 7.5	121	129.6		外層	2.5~ 7.5	110.8	124.5
	中間層	7.5~15.0	106.6	121.3		中間層	7.5~15.0	102.2	113.1
	内層1	15.0~30.0	95.9	105.2		内層1	15.0~30.0	83.7	92.2
	内層2	30.0~45.0	95.9	105.2		内層2	30.0~45.0	83.7	92.2
	中間層	45.0~52.5	106.6	121.3		中間層	45.0~52.5	102.2	113.1
	外層	52.5~57.5	121	129.6		外層	52.5~57.5	110.8	124.5
	最外層	57.5~60.0	127.7	142		最外層	57.5~60.0	114.3	127.8
605	最外層	0.0~ 2.5	123.3	138.3					
	外層	2.5~ 7.5	117.2	137.7					
	中間層	7.5~15.0	106.1	119					
	内層1	15.0~30.0	93.9	105.4					
	内層2	30.0~45.0	93.9	105.4					
	中間層	45.0~52.5	106.1	119					
	外層	52.5~57.5	117.2	137.7					
最外層	57.5~60.0	123.3	138.3						

*1: クレーティングマシンMGFS-2511により測定した曲げヤング係数MGFS-Eの各層の平均(層別に準備した4m²材の単純平均)*2: 荷重載荷法により測定した曲げヤング係数Edの各層の平均(層別に準備した4m²材の単純平均)

付表-4 集成材を構成するラミナの1層ごとの曲げヤング係数

(その1)

集成材NO.	*1	*2	層NO.	層区分	集成材NO.	*1	*2	層NO.	層区分
	MGFS-E tf/cm ²	Ed tf/cm ²				MGFS-E tf/cm ²	Ed tf/cm ²		
151	138.3	146.2	1	最外層	156	119.5	125.5	1	最外層
	117.2	119.7	2	中間層		108.9	118.8	2	中間層
	104.8	107.0	3	内層		98.6	105.6	3	内層
	100.7	106.4	4	内層		92.2	94.2	4	内層
	108.5	119.0	5	中間層		104.5	114.8	5	中間層
	133.5	148.9	6	最外層		117.0	130.8	6	最外層
152	132.3	145.5	1	最外層	157	116.3	131.3	1	最外層
	114.8	126.4	2	中間層		107.1	116.3	2	中間層
	103.7	115.7	3	内層		96.9	105.3	3	内層
	99.4	113.9	4	内層		89.9	102.1	4	内層
	107.6	128.0	5	中間層		103.4	127.0	5	中間層
	128.2	150.0	6	最外層		114.2	126.0	6	最外層
153	128.7	149.5	1	最外層	158	115.2	130.2	1	最外層
	113.3	137.8	2	中間層		106.2	117.4	2	中間層
	102.5	118.5	3	内層		95.1	107.0	3	内層
	97.7	101.6	4	内層		87.2	101.3	4	内層
	106.9	123.2	5	中間層		102.5	111.6	5	中間層
	125.1	138.8	6	最外層		112.9	120.6	6	最外層
154	124.9	160.8	1	最外層	159	112.2	126.5	1	最外層
	111.7	138.2	2	中間層		104.6	113.7	2	中間層
	101.4	119.7	3	内層		92.8	100.2	3	内層
	96.1	107.9	4	内層		83.4	91.0	4	内層
	106.2	114.6	5	中間層		101.4	106.6	5	中間層
	121.8	128.9	6	最外層		110.3	122.3	6	最外層
155	121.9	126.8	1	最外層					
	110.3	130.7	2	中間層					
	100.1	119.1	3	内層					
	94.3	102.9	4	内層					
	105.5	116.5	5	中間層					
	119.1	130.8	6	最外層					

*1: 1層ごとのラミナのMGFS-Eの平均値

*2: 1層ごとのラミナのEdの平均値.

付表-4 集成材を構成するラミナの1層ごとの曲げヤング係数

(その2)

集成材NO.	*1	*2	層NO.	層区分	集成材NO.	*1	*2	層NO.	層区分
	MGFS-E tf/cm ²	Ed tf/cm ²				MGFS-E tf/cm ²	Ed tf/cm ²		
301	138.8	145.1	1	最外層	306	119.7	132.7	1	最外層
	134.3	148.4	2	外層		115.9	121.7	2	外層
	110.2	125.3	3	中間層		105.3	110.4	3	中間層
	103.8	127.8	4	内層		96.9	111.4	4	内層
	99.8	113.4	5	内層		90.7	97.5	5	内層
	99.7	114.9	6	内層		90.5	94.8	6	内層
	99.6	114.1	7	内層		90.4	104.4	7	内層
	96.3	102.0	8	内層		87.4	92.8	8	内層
	103.9	108.1	9	内層		94.8	103.4	9	内層
	116.7	134.7	10	中間層		108.1	121.0	10	中間層
	130.4	147.7	11	外層		113.6	127.6	11	外層
	138.7	164.1	12	最外層		119.7	129.0	12	最外層
302	133.3	151.9	1	最外層	307	117.0	136.0	1	最外層
	128.7	153.5	2	外層		113.9	124.0	2	外層
	109.0	119.5	3	中間層		104.0	114.3	3	中間層
	102.6	105.8	4	内層		95.1	99.9	4	内層
	98.3	104.1	5	内層		88.2	94.7	5	内層
	98.3	113.7	6	内層		88.2	89.6	6	内層
	98.2	108.2	7	内層		88.0	99.6	7	内層
	94.9	111.5	8	内層		85.1	102.8	8	内層
	102.4	119.9	9	内層		92.4	98.5	9	内層
	114.6	130.8	10	中間層		106.7	114.1	10	中間層
	125.9	167.4	11	外層		112.1	123.8	11	外層
	132.9	153.6	12	最外層		116.8	126.1	12	最外層
303	129.3	150.9	1	最外層	308	115.4	115.2	1	最外層
	124.7	152.1	2	外層		112.8	125.6	2	外層
	108.0	113.7	3	中間層		103.2	114.8	3	中間層
	101.2	113.9	4	内層		93.0	107.8	4	内層
	96.5	106.4	5	内層		85.1	94.8	5	内層
	96.4	112.0	6	内層		85.1	90.7	6	内層
	96.3	103.5	7	内層		84.9	92.5	7	内層
	93.0	102.6	8	内層		82.2	98.3	8	内層
	100.5	117.7	9	内層		89.3	95.2	9	内層
	112.6	125.3	10	中間層		105.9	120.2	10	中間層
	121.9	135.4	11	外層		111.2	131.5	11	外層
	129.0	134.4	12	最外層		115.4	126.3	12	最外層
304	125.3	136.7	1	最外層	309	112.6	127.7	1	最外層
	121.4	152.0	2	外層		111.1	131.4	2	外層
	107.2	131.0	3	中間層		102.2	112.9	3	中間層
	100.0	110.6	4	内層		90.3	100.8	4	内層
	94.8	106.4	5	内層		81.1	86.8	5	内層
	94.8	107.8	6	内層		80.9	84.8	6	内層
	94.7	112.7	7	内層		80.7	86.3	7	内層
	91.5	97.5	8	内層		78.1	83.0	8	内層
	98.9	114.2	9	内層		85.3	93.4	9	内層
	110.9	132.0	10	中間層		104.9	119.6	10	中間層
	118.8	135.1	11	外層		110.2	133.6	11	外層
	125.3	135.3	12	最外層		112.5	141.0	12	最外層
305	122.4	123.8	1	最外層					
	118.5	125.9	2	外層					
	106.3	123.4	3	中間層					
	98.6	108.9	4	内層					
	92.9	101.3	5	内層					
	92.7	103.7	6	内層					
	92.6	104.8	7	内層					
	89.5	91.6	8	内層					
	97.0	110.8	9	内層					
	109.5	129.8	10	中間層					
	116.0	125.3	11	外層					
	122.3	140.5	12	最外層					

*1: 1層ごとのラミナのMGFS-Eの平均値

*2: 1層ごとのラミナのEdの平均値

付表-4 集成材を構成するラミナの1層ごとの曲げヤング係数

(その3)

集成材NO.	*1	*2	層NO.	層区分	集成材NO.	*1	*2	層NO.	層区分
	MGFS-E tf/cm ²	Ed tf/cm ²				MGFS-E tf/cm ²	Ed tf/cm ²		
451	141.1	156.3	1	最外層	454	126.8	140.5	1	最外層
	137.4	167.6	2	外層		120.2	130.5	2	外層
	133.2	156.4	3	外層		119.4	142.2	3	外層
	112.6	124.2	4	中間層		108.4	130.0	4	中間層
	108.6	118.8	5	中間層		106.4	123.7	5	中間層
	102.4	105.2	6	内層		98.3	112.9	6	内層
	100.2	113.1	7	内層		95.3	99.4	7	内層
	100.0	108.7	8	内層		95.1	104.2	8	内層
	99.9	109.5	9	内層		95.0	126.7	9	内層
	99.9	102.0	10	内層		95.0	102.5	10	内層
	100.0	123.1	11	内層		95.1	108.5	11	内層
	100.1	110.1	12	内層		95.1	103.4	12	内層
	100.2	107.2	13	内層		95.3	102.2	13	内層
	107.3	120.7	14	中間層		104.6	112.2	14	中間層
	115.0	122.8	15	中間層		109.8	115.2	15	中間層
	133.2	141.7	16	外層		119.3	133.8	16	外層
	136.2	158.1	17	外層		120.7	138.5	17	外層
	139.8	150.2	18	最外層		126.5	139.6	18	最外層
452	134.7	148.9	1	最外層	455	122.9	138.0	1	最外層
	127.8	131.5	2	外層		117.1	140.4	2	外層
	126.6	140.6	3	外層		116.6	132.9	3	外層
	110.8	114.5	4	中間層		107.5	119.3	4	中間層
	107.8	112.0	5	中間層		105.7	124.6	5	中間層
	101.1	110.6	6	内層		96.5	98.5	6	内層
	98.6	111.4	7	内層		93.2	90.7	7	内層
	98.6	119.0	8	内層		93.1	103.6	8	内層
	98.5	118.2	9	内層		93.0	100.4	9	内層
	98.5	114.2	10	内層		93.0	95.2	10	内層
	98.5	112.6	11	内層		93.0	109.0	11	内層
	98.6	111.9	12	内層		93.1	101.3	12	内層
	98.7	104.4	13	内層		93.2	109.4	13	内層
	106.4	124.6	14	中間層		103.7	118.7	14	中間層
	112.7	127.4	15	中間層		108.5	116.3	15	中間層
	126.4	141.2	16	外層		116.6	130.0	16	外層
	128.2	142.7	17	外層		117.7	128.0	17	外層
	134.0	159.6	18	最外層		122.9	134.2	18	最外層
453	130.3	139.8	1	最外層	456	119.9	134.1	1	最外層
	123.3	147.2	2	外層		114.3	130.8	2	外層
	122.4	144.1	3	外層		113.9	132.2	3	外層
	109.6	120.8	4	中間層		106.2	127.0	4	中間層
	107.0	126.9	5	中間層		104.8	114.0	5	中間層
	99.8	113.1	6	内層		95.0	104.0	6	内層
	97.0	113.2	7	内層		91.4	114.4	7	内層
	96.8	104.1	8	内層		91.2	99.5	8	内層
	96.7	99.5	9	内層		90.9	92.1	9	内層
	96.6	96.4	10	内層		90.8	97.4	10	内層
	96.7	105.9	11	内層		90.9	94.9	11	内層
	96.9	107.5	12	内層		91.2	109.2	12	内層
	97.1	108.7	13	内層		91.4	92.9	13	内層
	105.5	118.5	14	中間層		102.6	112.5	14	中間層
	111.1	130.5	15	中間層		107.1	123.0	15	中間層
	122.3	143.1	16	外層		113.8	128.9	16	外層
	123.9	137.6	17	外層		114.9	125.6	17	外層
	130.0	149.4	18	最外層		119.9	130.5	18	最外層

*1: 1層ごとのラミナのMGFS-Eの平均値

*2: 1層ごとのラミナのEdの平均値

付表-4 集成材を構成するラミナの1層ごとの曲げヤング係数

(その4)

集成材NO.	*1	*2	層NO.	層区分	集成材NO.	*1	*2	層NO.	層区分
	MGFS-E tf/cm ²	Ed tf/cm ²				MGFS-E tf/cm ²	Ed tf/cm ²		
457	118.2	136.3	1	最外層	459	113.6	139.7	1	最外層
	113.1	128.3	2	外層		110.6	123.2	2	外層
	112.5	116.9	3	外層		110.3	121.1	3	外層
	105.3	111.4	4	中間層		103.1	111.8	4	中間層
	103.7	113.8	5	中間層		101.7	108.6	5	中間層
	92.9	106.2	6	内層		87.5	91.0	6	内層
	88.9	109.8	7	内層		82.0	84.5	7	内層
	88.7	112.8	8	内層		81.7	90.2	8	内層
	88.5	97.1	9	内層		81.4	81.6	9	内層
	88.4	85.9	10	内層		81.3	94.0	10	内層
	88.5	92.2	11	内層		81.5	92.3	11	内層
	88.7	94.7	12	内層		81.8	89.7	12	内層
	89.0	104.4	13	内層		82.1	99.9	13	内層
	101.4	117.3	14	中間層		98.6	110.7	14	中間層
	106.1	117.4	15	中間層		104.0	108.8	15	中間層
	112.4	122.3	16	外層		110.3	133.4	16	外層
	113.4	130.0	17	外層		110.8	133.7	17	外層
	117.8	130.7	18	最外層		113.3	137.0	18	最外層
458	115.8	130.8	1	最外層					
	111.8	120.9	2	外層					
	111.3	131.0	3	外層					
	104.1	129.0	4	中間層					
	102.7	114.5	5	中間層					
	90.4	95.5	6	内層					
	85.8	94.5	7	内層					
	85.7	96.7	8	内層					
	85.4	99.0	9	内層					
	85.3	93.3	10	内層					
	85.5	98.3	11	内層					
	85.7	97.3	12	内層					
	85.8	91.2	13	内層					
	100.0	123.8	14	中間層					
	105.0	121.5	15	中間層					
	111.3	122.7	16	外層					
	112.2	129.4	17	外層					
	115.7	129.8	18	最外層					

*1: 1層ごとのラミナのMGFS-Eの平均値

*2: 1層ごとのラミナのEdの平均値

付表-4 集成材を構成するラミナの1層ごとの曲げヤング係数

(その5)

集成材NO.	*1 MGFS-E tf/cm ² Eg	*2 Ed tf/cm ² Ed	層NO.	層区分	集成材NO.	*1 MGFS-E tf/cm ²	*2 Ed tf/cm ²	層NO.	層区分
601	154.1	156.5	1	最外層	603	131.4	147.9	1	最外層
	148.6	167.9	2	外層		126.7	142.5	2	外層
	140.0	151.9	3	外層		121.8	139.0	3	外層
	109.2	115.5	4	中間層		107.5	111.5	4	中間層
	109.0	127.9	5	中間層		107.5	130.3	5	中間層
	108.8	119.2	6	中間層		107.3	115.8	6	中間層
	102.0	106.9	7	内層		99.2	109.0	7	内層
	100.9	116.4	8	内層		97.8	107.0	8	内層
	100.7	110.1	9	内層		97.7	115.3	9	内層
	100.6	113.8	10	内層		97.5	100.7	10	内層
	100.4	108.9	11	内層		97.4	107.6	11	内層
	100.3	116.5	12	内層		97.3	104.6	12	内層
	100.3	108.3	13	内層		97.3	102.0	13	内層
	100.3	107.9	14	内層		97.3	109.6	14	内層
	100.5	108.8	15	内層		97.5	109.5	15	内層
	100.7	137.8	16	内層		97.6	105.5	16	内層
	100.9	107.5	17	内層		97.8	102.9	17	内層
	101.5	112.8	18	内層		98.6	107.1	18	内層
	108.8	120.7	19	中間層		107.4	118.6	19	中間層
	109.0	123.9	20	中間層		107.5	111.9	20	中間層
	115.9	120.2	21	中間層		110.7	124.7	21	中間層
	114.7	136.4	22	外層		98.5	121.2	22	外層
	145.9	159.5	23	外層		126.3	148.3	23	外層
	152.7	176.3	24	最外層		131.1	143.4	24	最外層
602	137.3	155.7	1	最外層	604	127.8	140.6	1	最外層
	131.0	139.7	2	外層		122.7	137.8	2	外層
	125.8	140.1	3	外層		119.1	129.2	3	外層
	108.4	126.1	4	中間層		106.8	124.4	4	中間層
	108.2	118.4	5	中間層		106.6	113.9	5	中間層
	108.0	120.4	6	中間層		106.5	122.3	6	中間層
	100.6	109.9	7	内層		97.4	94.4	7	内層
	99.4	106.3	8	内層		96.1	103.0	8	内層
	99.1	109.6	9	内層		96.1	111.8	9	内層
	99.0	111.0	10	内層		96.0	111.8	10	内層
	98.9	107.1	11	内層		95.8	105.4	11	内層
	98.8	105.2	12	内層		95.6	109.6	12	内層
	98.7	114.2	13	内層		95.5	99.9	13	内層
	98.8	120.1	14	内層		95.7	108.3	14	内層
	99.0	115.1	15	内層		95.9	101.0	15	内層
	99.1	109.6	16	内層		96.1	104.7	16	内層
	99.3	110.3	17	内層		96.1	107.0	17	内層
	100.1	113.0	18	内層		96.8	107.8	18	内層
	108.1	120.9	19	中間層		106.5	123.2	19	中間層
	108.3	119.9	20	中間層		106.6	127.9	20	中間層
	112.3	131.8	21	中間層		109.6	117.5	21	中間層
	102.1	133.8	22	外層		96.3	119.0	22	外層
	130.4	145.7	23	外層		122.3	129.5	23	外層
	136.8	157.2	24	最外層		127.6	137.4	24	最外層

*1: 1層ごとのラミナのMGFS-Eの平均値

*2: 1層ごとのラミナのEdの平均値

付表-4 集成材を構成するラミナの1層ごとの曲げヤング係数

(その6)

集成材NO.	*1	*2	層NO.	層区分	集成材NO.	*1	*2	層NO.	層区分
	MGFS-E tf/cm ²	Ed tf/cm ²				MGFS-E tf/cm ²	Ed tf/cm ²		
605	123.4	139.2	1	最外層	607	119.0	133.6	1	最外層
	118.8	139.3	2	外層		114.6	126.2	2	外層
	115.5	131.3	3	外層		111.9	125.8	3	外層
	106.2	116.6	4	中間層		104.4	114.9	4	中間層
	106.0	116.5	5	中間層		104.3	117.9	5	中間層
	105.9	119.3	6	中間層		104.1	120.9	6	中間層
	95.9	103.5	7	内層		92.0	97.8	7	内層
	94.3	107.4	8	内層		90.2	98.8	8	内層
	94.1	107.6	9	内層		90.0	98.4	9	内層
	93.9	98.9	10	内層		89.7	98.0	10	内層
	93.6	107.7	11	内層		89.5	93.7	11	内層
	93.5	94.7	12	内層		89.3	94.3	12	内層
	93.4	102.1	13	内層		89.3	101.5	13	内層
	93.6	105.8	14	内層		89.5	94.3	14	内層
	93.8	110.1	15	内層		89.7	92.7	15	内層
	94.1	120.0	16	内層		89.9	102.0	16	内層
	94.3	100.3	17	内層		90.1	94.5	17	内層
	95.2	110.0	18	内層		91.1	98.5	18	内層
	105.9	123.8	19	中間層		104.2	121.8	19	中間層
	106.1	121.2	20	中間層		104.3	120.0	20	中間層
	108.3	116.7	21	中間層		106.1	118.4	21	中間層
	93.0	132.9	22	外層		90.0	107.2	22	外層
	118.5	129.7	23	外層		114.3	131.2	23	外層
	123.2	140.4	24	最外層		118.8	132.3	24	最外層
606	120.5	133.8	1	最外層	608	116.2	127.9	1	最外層
	116.5	131.0	2	外層		112.9	126.7	2	外層
	113.1	125.4	3	外層		110.7	122.9	3	外層
	105.4	119.8	4	中間層		103.3	113.6	4	中間層
	105.1	119.1	5	中間層		103.1	107.5	5	中間層
	104.9	112.6	6	中間層		103.0	108.4	6	中間層
	94.0	107.9	7	内層		89.7	108.3	7	内層
	92.4	108.3	8	内層		87.5	93.4	8	内層
	92.3	101.2	9	内層		87.3	95.0	9	内層
	92.1	98.3	10	内層		87.0	105.5	10	内層
	91.8	101.9	11	内層		86.6	95.9	11	内層
	91.6	106.3	12	内層		86.1	95.3	12	内層
	91.6	102.3	13	内層		86.1	98.5	13	内層
	91.8	96.7	14	内層		86.5	99.3	14	内層
	92.0	104.4	15	内層		86.9	100.6	15	内層
	92.2	98.1	16	内層		87.2	90.6	16	内層
	92.3	99.3	17	内層		87.5	92.8	17	内層
	93.2	99.5	18	内層		88.6	93.2	18	内層
	105.0	114.6	19	中間層		103.0	115.5	19	中間層
	105.1	123.0	20	中間層		103.1	112.5	20	中間層
	107.1	115.6	21	中間層		105.0	116.8	21	中間層
	90.9	109.7	22	外層		89.0	114.8	22	外層
	116.0	123.9	23	外層		112.7	126.6	23	外層
	120.3	142.6	24	最外層		116.2	127.2	24	最外層

*1: 1層ごとのラミナのMGFS-Eの平均値

*2: 1層ごとのラミナのEdの平均値

付表-4 集成材を構成するラミナの1層ごとの曲げヤング係数

(その7)

集成材NO.	*1	*2	層NO.	層区分	集成材NO.	*1	*2	層NO.	層区分
	MGFS-E	Ed				MGFS-E	Ed		
	tf/cm ²	tf/cm ²				tf/cm ²	tf/cm ²		
609	114.5	127.0	1	最外層					
	111.7	124.5	2	外層					
	109.6	126.0	3	外層					
	102.4	112.8	4	中間層					
	102.2	108.1	5	中間層					
	102.0	115.7	6	中間層					
	86.9	93.7	7	内層					
	84.5	93.0	8	内層					
	84.0	90.8	9	内層					
	83.5	97.7	10	内層					
	83.0	86.6	11	内層					
	82.8	87.3	12	内層					
	82.8	92.9	13	内層					
	83.0	99.5	14	内層					
	83.3	90.8	15	内層					
	83.8	94.4	16	内層					
	84.4	88.8	17	内層					
	85.8	94.8	18	内層					
	102.1	119.1	19	中間層					
	102.2	115.5	20	中間層					
	104.0	109.1	21	中間層					
	88.1	103.9	22	外層					
	111.5	129.4	23	外層					
	114.2	130.0	24	最外層					

*1: 1層ごとのラミナのMGFS-Eの平均値

*2: 1層ごとのラミナのEdの平均値

第2章 アカマツ構造用大断面集成材の強度性能評価

岡山県木材加工技術センター
銘建工業株式会社

1. 試験の目的

近年、木材の復権、木造建築の見直し機運の中で建築基準法が改正され、各地で大規模木造建築物が建設されるようになった。これらの建築物の躯体を支える主要な構造部材の多くは、構造用大断面集成材が用いられている。しかし、現在流通している構造用大断面集成材の原料は、ほとんどがベイマツ等の外材に依存しているのが現状である。

このような背景から、国産材の利用拡大をはかるために、将来構造用大断面集成材の原料となり得ると考えられる国産材を選定し、そこから得られるラミナの強度等級区分を行い、これらのラミナを用いて集成材を作製し強度性能の評価を行った。

2. 材料および方法

2. 1 供試材料

供試材料は、アカマツを使用した。昨年度のラミナの試験で、集成材製造用に振り分けた523枚のラミナと今回新たに追加した225枚の合計748枚のラミナを用いた。

2. 2 試験方法

2. 2. 1 ラミナの形質調査

ラミナの基本的な材質と集成材製造のための視覚的及び強度等級区分を行うために形質調査を行った。

① 比重

ラミナの寸法および重量を測定し、比重を求めた。

② 平均年輪幅

両木口面の年輪数と長さから平均年輪幅を求めた。

③ 節径比

ラミナ表面の節の接線径を測定し、最大節径比と集中節径比を求めた。最大節径比は、幅広2材面における最大単独節径の大きい方(1材面)を測定し、径比の算出は常法によった。集中節径比は、15cm区間に存在する節を集中節とし、幅広2材面に存在する節は2材面の径の平均とし、幅広1材面だけに存在する節は測定値の1/2とし、ラミナの幅で除して集中節径比とした。

④ 繊維走向の傾斜比

繊維方向の傾斜を測定し、繊維走向の傾斜比を求めた。

⑤ 動的ヤング係数

全ラミナの動的ヤング係数を測定した。台秤(メトラー製)上のラミナの一方の木口面をハンマーで打撃し、発生した打撃音を他方の木口面付近に設置したマイクロホンを用いて測定した。この打撃音の基本振動数をアナライジングレコーダ(横河電機製Model3655E)を用いて求め、次式により動的ヤング係数

を算出した。

$$E f = \frac{4 \cdot L^2 \cdot f^2 \cdot \rho}{g}$$

ここで、 $E f$: 動的ヤング係数 (g/cm^2)

L : 材長 (cm)

f : 基本振動数 (Hz)

ρ : 比重

g : 重力加速度 ($980cm/s^2$)

⑥ 曲げヤング係数

ラミナ全数について重錘載荷法により、曲げヤング係数を求めた。加力条件は、スパン270cm、3等分点2点荷重方式とし、スパン中央における全スパンに対するたわみを測定し、曲げヤング係数を算出した。

2. 2. 2 ラミナの等級区分

① 視覚的等級区分

ラミナの形質調査結果から、構造用大断面集成材の日本農林規格に準拠して視覚的等級区分を行った。

② 強度等級区分

ラミナの形質調査で測定した曲げヤング係数により、強度等級区分を行った。等級別の曲げヤング係数の制限値を表-1に示す。

表-1 等級別の曲げヤング係数の制限値

等級	曲げヤング係数 ($\times 10^3 kgf/cm^2$)
1 等	1 2 5 ~
2 等	1 1 5 ~ 1 2 5
3 等	1 0 5 ~ 1 1 5
4 等	9 5 ~ 1 0 5
等級外	~ 9 5

③ 視覚及び強度等級区分

視覚的等級区分と強度等級区分の両方を行い、悪い方の等級をラミナの等級とした。

2. 2. 3 集成材の製造

① 集成材の等級

製造する集成材の等級は、1級および2級とした。

② 寸法及び数量

1) 寸法

製造する集成材の寸法は、次の2種類とした。

a) 60 (T) × 15 (W) × 1200 (L) cm . . . 20 プライ

b) 30 (T) × 15 (W) × 600 (L) cm . . . 10 プライ

2) 数量

数量は、a)については5体、b)については8体とした。なお、a)の集成材にはNo. 1～5をb)の集成材にはNo. 6～13の番号をつけた。

③ ラミナの等級構成

構造用大断面集成材の製造基準に準拠して、表-2のようにラミナを構成した。ラミナの等級は視覚及び強度等級区分による等級を原則として用いた。ただし、各等級のラミナの出現頻度により表のように等級構成できない集成材もあった。

表-2 ラミナの等級構成

ラミナの構成	1 級	2 級
外 層	2 等 以上	3 等 以上
中 間 層	3 等 〃	4 等 〃
内 層	4 等 〃	4 等 〃
中 間 層	3 等 〃	4 等 〃
外 層	2 等 〃	3 等 〃

④ 縦継ぎ

構造用大断面集成材用ラミナのフィンガージョイントの技術基準に準拠してフィンガージョイント加工し、縦継ぎを行った。接着剤は、レゾルシノール系樹脂接着剤（田岡化学工業㈱製、テクノプライ150E）を用いた。

フィンガージョイントの配置は、隣接するラミナの間でラミナ厚さの12倍以上離れるように考慮した。

⑤ 積層接着

積層接着は、レゾルシノール系樹脂接着剤（田岡化学工業㈱製、テクノプライ815）を用い、グルースプレッダーにより塗布量280g/m²以上で片面塗布し、圧縮圧力10kgf/cm²以上で一昼夜圧縮して行った。解圧後、所定の寸法に仕上げ、1週間以上の養生を行った。

2. 2. 4 集成材の強度試験

① 動的ヤング係数の測定

集成材の寸法及び形状を測定した後、動的ヤング係数を測定した。吊り下げた集成材の一方の木口断面をハンマーで打撃し、発生した打撃音を他方の木口断面付近に設置したマイクロホンを用いて測定した。この打撃音の基本振動数をアナライジングレコーダ（横川電機製Model3655E）を用いて求め、2. 2. 1

⑤項の式により動的ヤング係数を算出した。

なお、比重を求める際に用いた重量は、引張型ロードセル（共和電業製）を

用いて測定した。

②ラミナのMOEから集成材のヤング係数の算出

各集成材の製造のために分類した最外層用、外層用、中間層用、内層用のラミナのMOEの平均値を各層に当てはめ、集成材のヤング係数の計算値(Ecal)を次式により算出した。

$$E_{cal} = 0.95 \times \frac{\sum (E_i I_i)}{I}$$

ここで、E_i : i番目のラミナの曲げヤング係数

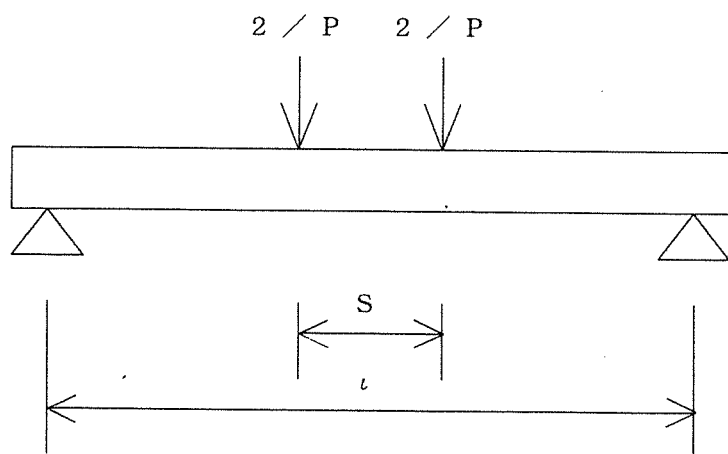
I_i : i番目のラミナの中立軸に関する断面2次モーメント

I : 中立軸に関する断面2次モーメント

③曲げ破壊試験

集成材の曲げ破壊試験は、図-1のように2点载荷方式で行った。試験は、電気油圧サーボ式万能試験機(東京衡機製作所製RUEⅢ-100、容量:100tf)を用い、テストスピード6mm/min(平均荷重速度:毎分150kgf/cm²以内)で行った。この時、荷重をロードセルで連続的に測定し、全スパンに対する中央たわみをひずみゲージ式変位計(共和電業製DTP-05MDS、精度1/100mm)で測定した。得られた最大荷重から曲げ破壊係数を算出し、荷重-たわみ曲線から曲げ比例限度応力と曲げヤング係数を算出した。

試験終了後、破壊部分近傍の無欠点部分から長さ約3cmの試験片を採取し、含水率を測定した。



断面	S	l
15 × 30	120	540
15 × 60	240	1060

単位 : cm

図-1 集成材の曲げ破壊試験

3. 結果

3. 1 ラミナの形質調査結果

集成材製造用ラミナの形質調査結果を表-3に示す。

表-3 ラミナの形質調査結果

項目	集成材製造用	強度試験用	
	ラミナ	曲げ試験用	引張試験用
比重	0.527 (0.047)	0.524 (0.039)	0.526 (0.041)
平均年輪幅 (mm)	3.7 (1.3)	3.6 (1.2)	3.7 (1.3)
最大節径比 (%)	27.5 (9.8)	25.3 (7.0)	25.5 (7.1)
集中節径比 (%)	36.3 (14.2)	35.3 (11.0)	34.8 (10.7)
繊維走向の傾斜比 (mm/m)	25.0 (14.3)	24.0 (12.9)	25.3 (13.9)
動的ヤング係数 (10^3 kgf/cm^2)	120.9 (23.5)	123.1 (21.2)	123.4 (21.7)
曲げヤング係数 (10^3 kgf/cm^2)	111.9 (22.5)	115.1 (19.9)	115.2 (19.9)

注) 数値は平均値、() は標準偏差を表す。

① 比重

集成材製造用ラミナの比重は、平均値が0.527、標準偏差が0.047であり、強度試験用のラミナと同様の値であった。比重の分布を図-2に示す。

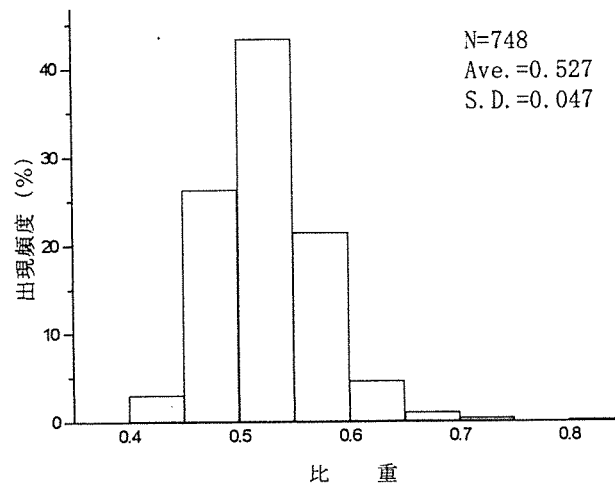


図-2 集成材製造用ラミナの比重の分布

② 平均年輪幅

平均年輪幅は、平均値が3.7mm、標準偏差が1.3mmであった。比重と同様、強度試験用ラミナと同程度の値であった。図-3に平均年輪幅の分布を示す。

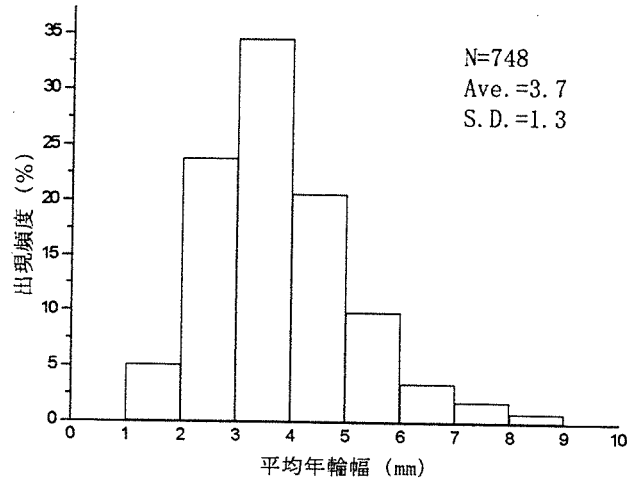


図-3 集成材製造用ラミナの平均年輪幅の分布

③ 節径比

集成材製造用ラミナの最大節径比は、平均値が27.5%、標準偏差が9.8%であった。また集中節径比は、平均値が36.3%、標準偏差が14.2%であった。最大節径比、集中節径比ともに強度試験用ラミナよりも若干高い値を示した。最大節径比の分布を図-4に、集中節径比の分布を図-5に示す。

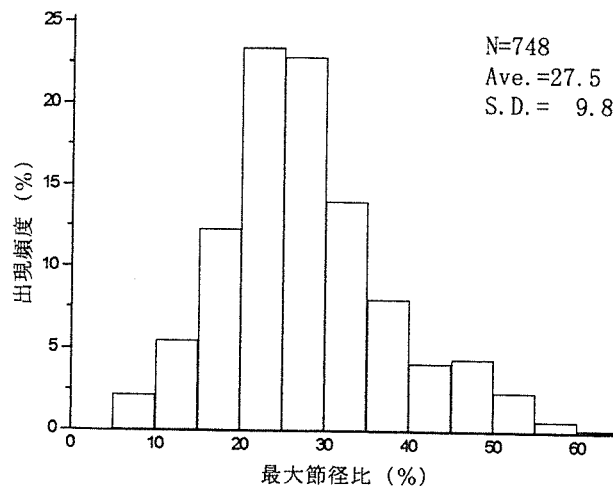


図-4 集成材製造用ラミナの最大節径比の分布

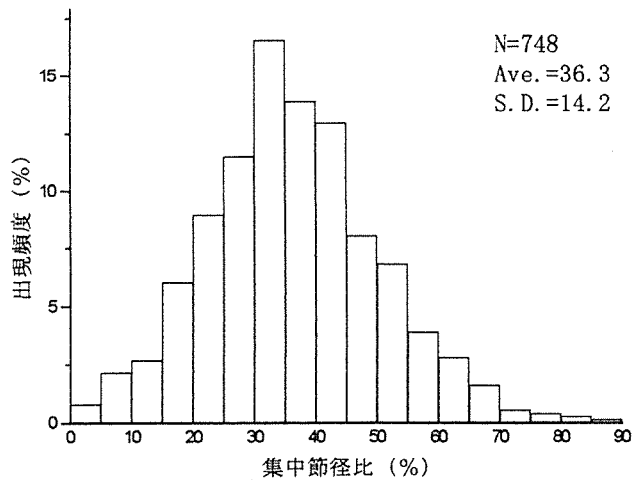


図-5 集成材製造用ラミナの集中節径比の分布

④ 繊維走向の傾斜比

繊維走向の傾斜比は、平均値が25.0mm/m、標準偏差が14.3mm/mであった。繊維走向の傾斜比の分布を図-6に示す。

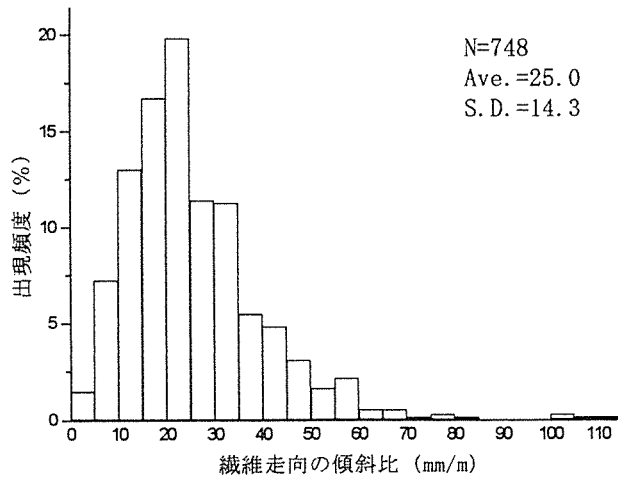
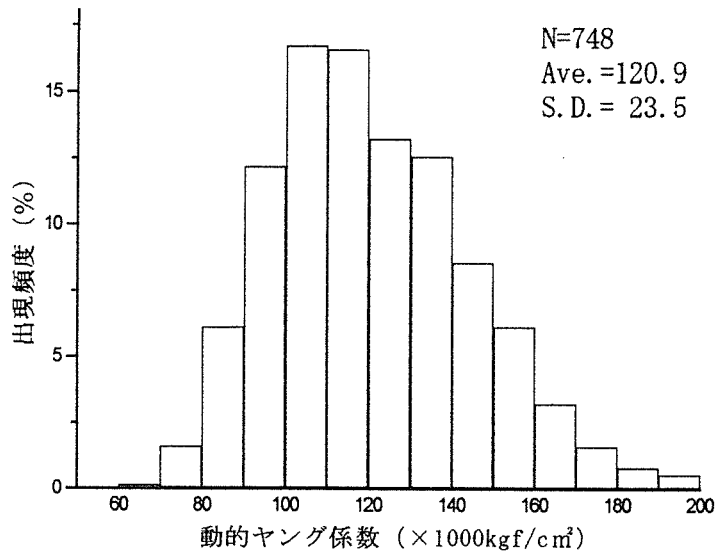


図-6 集成材製造用ラミナの繊維走向の傾斜比の分布

⑤ 動的ヤング係数

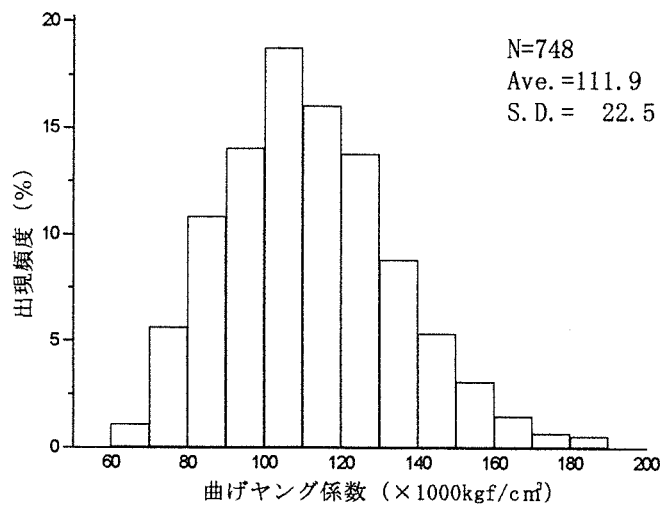
集成材製造用ラミナの動的ヤング係数は、平均値が $120.9 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$ 、標準偏差が $23.5 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$ であり、強度試験用ラミナよりも若干低い値を示した。動的ヤング係数の分布を図-7に示す。



図一七 集成材製造用ラミナの動的ヤング係数の分布

⑥ 曲げヤング係数

集成材製造用ラミナの曲げヤング係数は、平均値が $111.9 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$ 、標準偏差が $22.5 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$ であった。さらに5%下限値を計算してみたところ $74.9 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$ であった。強度試験用ラミナの5%下限値は、曲げ試験用が $82.4 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$ 、引張試験用が $82.5 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$ であることから、集成材製造用ラミナの曲げヤング係数は、平均値、5%下限値とも強度試験用ラミナより低い値であった。図一八に曲げヤング係数の分布を示す。



図一八 集成材製造用ラミナの曲げヤング係数の分布

3. 2 ラミナの等級区分結果

集成材製造用ラミナを各種の等級区分法により等級区分した結果を表-4に示す。

表-4 集成材製造用ラミナの等級区分結果

等級区分法	等級				
	1	2	3	4	等級外
視覚	32	96	117	381	122
	4.3	12.8	15.7	50.9	16.3
強度	196	112	138	121	181
	26.2	15.0	18.4	16.2	24.2
視覚・強度	19	78	96	307	248
	2.5	10.4	12.8	41.1	33.2

注) 上段は枚数を、下段は枚数割合を表す。

① 視覚的等級区分

視覚的等級区分の結果、4等ラミナの出現頻度が最も高く50.9%であり、次いで等級外、3等、2等、1等の順であった。特に、1級および2級集成材の外層用ラミナに用いられる1~3等ラミナの出現頻度は32.8%であった。この時の等級決定要因は、節が最も高く91.1% (表-5) を占め、アカマツラミナの等級決定には節の影響が最も大きいことがわかる。

表-5 視覚的等級区分における等級決定要因

要因	枚数 (枚)	枚数割合 (%)
節	681	91.1
心持ち	66	8.8
繊維走向 の傾斜比	1	0.1

注) 2つ以上の要因で等級が決定した場合、表中上位のものを優先した。

次に視覚的等級区分したラミナの曲げヤング係数の統計量を表-6に示す。また、等級別のラミナの曲げヤング係数の分布を図-9に示す。

1等および2等ラミナの曲げヤング係数の平均値には差はないが、3等以降は等級に対応して低下していた。

以上のことから、集成材を製造する場合には、視覚的等級区分により80%以上のラミナが使用できるが、2級集成材の製造が主体となると考えられる。

表-6 視覚的等級区分したラミナの曲げヤング係数の統計量

項目	等級				
	1	2	3	4	等級外
最小値	86.7	85.2	67.4	64.9	67.5
平均値	130.1	130.0	116.6	108.4	99.2
最大値	180.4	187.3	175.1	166.5	166.0
標準偏差	23.6	21.0	23.3	19.9	17.1
変動係数 (%)	18.1	16.1	20.0	18.3	17.2
5%下限値	86.8	101.2	77.4	75.0	75.5

注) 5%下限値は、順位法により求めた。

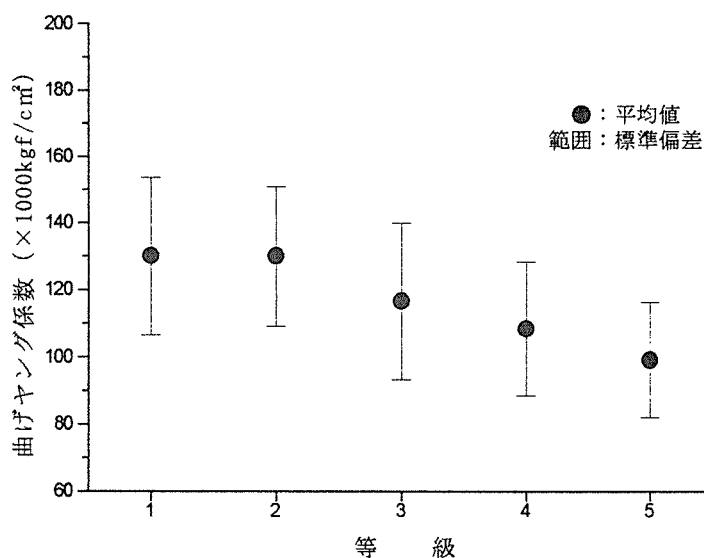


図-9 視覚的等級区分したラミナの曲げヤング係数の分布

② 強度等級区分

1級および2級集成材の外層用に用いられる1等、2等、3等ラミナの出現頻度はそれぞれ26.2%、15.0%、18.4%と1~3等ラミナが約60%を占めた。しかし、等級外ラミナも24.2%と視覚的等級区分よりも多く出現していた。

次に強度等級区分したラミナの曲げヤング係数の統計量を表-7に示す。また、等級別のラミナの曲げヤング係数の分布を図-10に示す。

曲げヤング係数の平均値は、等級に対応して低下していた。

以上のことから、強度等級区分により1級集成材主体の製造が期待できる。アカマツを利用する場合、強度等級区分は視覚的等級区分よりも有利である。

表-7 強度等級区分したラミナの曲げヤング係数の統計量

項目	等級				
	1	2	3	4	等級外
最小値	125.0	115.0	105.0	95.3	64.9
平均値	141.2	119.9	109.9	100.2	84.5
最大値	187.3	124.9	114.9	104.6	94.9
標準偏差	13.7	3.0	2.8	2.7	7.4
変動係数 (%)	9.7	2.5	2.6	2.7	8.7
5%下限値	125.8	115.2	105.3	95.7	69.4

注) 5%下限値は、順位法により求めた。

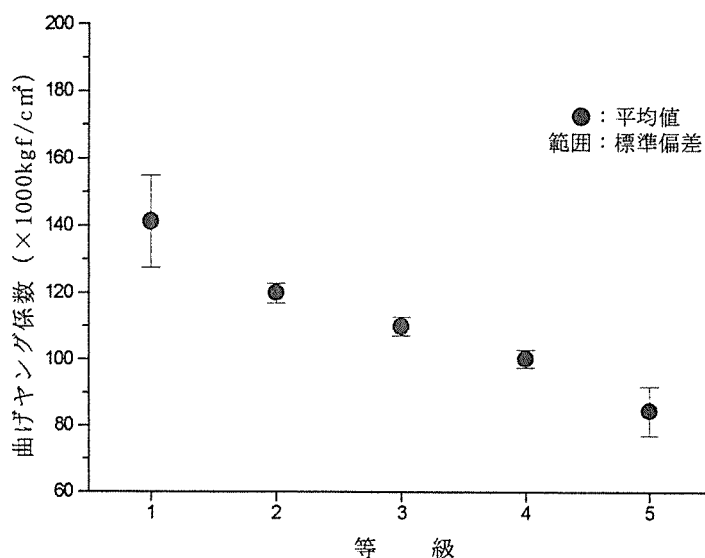


図-10 強度等級区分したラミナの曲げヤング係数の分布

③ 視覚及び強度等級区分

視覚的等級区分と強度等級区分を組み合わせると各等級のラミナの出現頻度は、1等が2.5%、2等が10.4%、3等が12.8%、4等が41.1%、等級外が33.2%となった。この時の等級決定要因を見るとM O Eにより等級が決定したものが47.9%、節により決定したものが46.1%とほぼこの2つの要因により等級が決定されていることがわかる(表-8)。

次に視覚及び強度等級区分したラミナの曲げヤング係数の統計量を表-9に示す。また、等級別のラミナの曲げヤング係数の分布を図-11に示す。

曲げヤング係数の平均値は、等級に対応して低下していた。

表 - 8 視覚及び強度等級区分のよる等級決定要因

要 因	枚 数 (枚)	枚数割合 (%)
M O E	3 5 8	4 7 . 9
節	3 4 5	4 6 . 1
心持ち	4 4	5 . 9
繊維走向 の傾斜比	1	0 . 1

注) 2つ以上の要因で等級が決定した場合、
表中上位のものを優先した。

表 - 9 視覚及び強度等級区分したラミナの曲げヤング係数の統計量

項 目	等 級				
	1	2	3	4	等級外
最小値	133.8	115.3	105.3	95.3	64.9
平均値	146.9	136.5	125.1	115.8	91.5
最大値	180.4	187.3	175.1	166.5	166.0
標準偏差	12.4	17.5	18.0	15.0	15.2
変動係数 (%)	8.4	12.8	14.4	12.9	16.6
5%下限値	133.8	115.9	105.8	96.8	70.8

注) 5%下限値は、順位法により求めた。

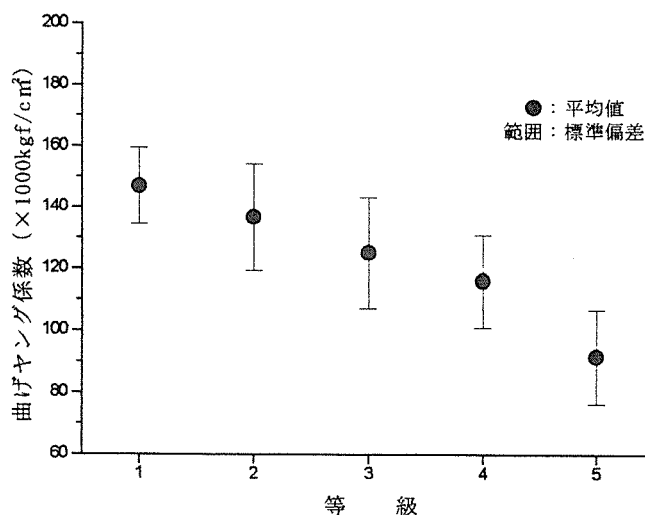


図-11 視覚及び強度等級区分したラミナの
曲げヤング係数の分布

3. 3 集成材の製造

① 製造した集成材のラミナ等級構成

視覚及び強度等級区分によるラミナ等級で1級集成材の等級構成（表-2）をした試験体をAグループとし、視覚的等級区分による等級が4等で強度等級区分による等級で2級集成材の等級構成（表-2）をした試験体をBグループとした。また、視覚的等級区分による等級が5等で強度等級区分による等級で2級集成材の等級構成（表-2）をした試験体をCグループとした。

1) 断面60(T)×15(W)cmの集成材（No. 1～5）

各集成材のラミナ等級構成を図-12に示す。

【Aグループ】

	No. 1	No. 2	No. 3
最外層	V:2 M:1 G:2	V:2 M:1 G:2	V:2 M:1 G:2
外層	V:2 M:2 G:2	V:2 M:2 G:2	V:2 M:2 G:2
中間層	V:3 M:3 G:3	V:3 M:3 G:3	V:3 M:3 G:3
内層	V:4 M:4 G:4	V:4 M:4 G:4	V:4 M:4 G:4

【Bグループ】

	No. 4	No. 5
最外層	V:4 M:3 G:4	V:4 M:3 G:4
外層	V:4 M:2 G:4	V:4 M:2 G:4
中間層	V:4 M:4 G:4	V:4 M:4 G:4
内層	V:4 M:5 G:5	V:4 M:5 G:5

図-12 製造した集成材（断面60(T)×15(W)cm）のラミナ等級構成

注) 記号の説明

V:視覚的等級区分、M:強度等級区分、G:視覚及び強度等級区分
数字は等級を表す。ただし、5等級は等級外である。

2) 断面30(T)×15(W)cmの集成材

各集成材のラミナ等級構成を図-13に示す。

【Aグループ】

	N o. 6	N o. 7	N o. 8
最外層	V:2 M:1 G:2	V:2 M:1 G:2	V:2 M:1 G:2
外層	V:2 M:2 G:2	V:2 M:2 G:2	V:2 M:2 G:2
中間層	V:3 M:2 G:3	V:3 M:3 G:3	V:3 M:3 G:3
内層	V:4 M:2 G:4	V:4 M:2 G:4	V:4 M:2 G:4

【Bグループ】

	N o. 9	N o. 10
最外層	V:4 M:2 G:4	V:4 M:2 G:4
外層	V:4 M:1 G:4	V:4 M:2 G:4
中間層	V:4 M:3 G:4	V:4 M:3 G:4
内層	V:4 M:5 G:5	V:4 M:5 G:5

【Cグループ】

	N o. 11	N o. 12	N o. 13
最外層	V:5 M:2 G:5	V:5 M:2 G:5	V:5 M:2 G:5
外層	V:5 M:3 G:5	V:5 M:3 G:5	V:5 M:3 G:5
中間層	V:5 M:3 G:5	V:5 M:4 G:5	V:5 M:4 G:5
内層	V:5 M:4 G:5	V:5 M:4 G:5	V:5 M:5 G:5

図-13 製造した集成材（断面30(T)×15(W)cm）のラミナ等級構成

注) 記号の説明

V:視覚的等級区分、M:強度等級区分、G:視覚及び強度等級区分
数字は等級を表す。ただし、5等級は等級外である。

② 製造した集成材のラミナのM O Eの構成

製造した集成材の各層におけるM O Eの平均値を図-14に示す。

	N o . 1	N o . 2	N o . 3	N o . 4	N o . 5
最外層	169.2	149.8	142.9	129.3	117.0
外層	136.5	133.2	135.7	128.6	127.9
中間層	122.2	119.0	116.3	105.9	104.6
内層	112.9	112.6	112.3	90.3	90.1

	N o . 6	N o . 7	N o . 8	N o . 9	N o . 10
最外層	139.0	155.1	159.3	120.2	136.4
外層	128.6	127.6	126.0	132.8	130.6
中間層	139.3	132.6	124.7	116.7	115.5
内層	129.8	128.9	128.5	97.2	97.0

	N o . 11	N o . 12	N o . 13
最外層	137.4	130.7	128.7
外層	111.3	110.9	110.1
中間層	105.8	105.6	105.3
内層	98.2	97.9	97.5

単位：10³kgf/cm²

図-14 製造した集成材のM O Eの構成

3. 4 集成材の強度試験結果

表-10に集成材の強度試験結果を示す。また、構造用大断面集成材の日本農林規格の曲げA試験の適合基準（A-1類）を表-11に示す。

表-10 集成材の強度試験結果

断面 (cm)	グループ	試験体 番号	含水率 (%)	比例限度 応力 (kgf/cm ²)	曲げ破壊 係数 (kgf/cm ²)	曲げヤング 係数 (10 ³ kgf/cm ²)	動的ヤング 係数 (10 ³ kgf/cm ²)	Ecal (10 ³ kgf/cm ²)	破壊位置
60×15	A	1	12.0	270.8	361.9	132.0	133.0	132.3	S
		2	12.6	—	399.4	121.4	133.9	125.4	K
		3	12.9	379.9	379.9	116.4	129.3	124.0	F J
	B	4	11.8	322.7	322.7	113.3	119.2	113.1	K
		5	11.6	314.7	331.1	110.8	115.6	109.3	F J
30×15	A	6	12.8	322.8	433.6	126.8	146.4	128.6	F J
		7	12.5	297.8	444.2	132.1	142.9	134.8	K
		8	11.9	335.9	356.7	128.5	144.6	135.1	K
	B	9	12.7	307.8	451.7	114.9	131.6	115.8	F J
		10	12.0	325.8	325.8	111.5	142.9	122.6	F J
	C	11	11.7	336.4	412.7	111.0	120.0	116.3	F J
		12	11.5	341.6	393.3	111.1	121.4	113.0	F J
		13	11.7	288.2	329.8	105.8	126.1	111.7	K

注) 破壊位置の記号の説明

S: 素材, K: 節, F J: フィンガージョイント

表-11 曲げA試験の適合基準 (A-1類)

せい (cm)	曲げヤング係数 (10 ³ kgf/cm ²)		曲げ強さ (kgf/cm ²)	
	1 級	2 級	1 級	2 級
60	110	100	405	340
30	110	100	435	365

注) なお、せい60cmの集成材の曲げ強さは、寸法調整係数により補正した値である。

① 断面60(T)×15(W)cmの集成材について

破壊は、No. 2を除いてすべて荷重点間内で発生していた。また破壊位置は、No. 1を除いてフィンガージョイント部および節であった。さらに比例限度荷重付近でほとんどの試験体が破壊していた。

次に曲げヤング係数と曲げ破壊係数の関係を図-15に示す。

強度試験による曲げヤング係数は、すべての試験体が1級の適合基準値を上回っていた。しかし曲げ破壊係数は、Aグループの試験体はすべて1級の基準

値を下回った。さらに、Bグループの試験体もすべて2級の基準値を下回っていた。

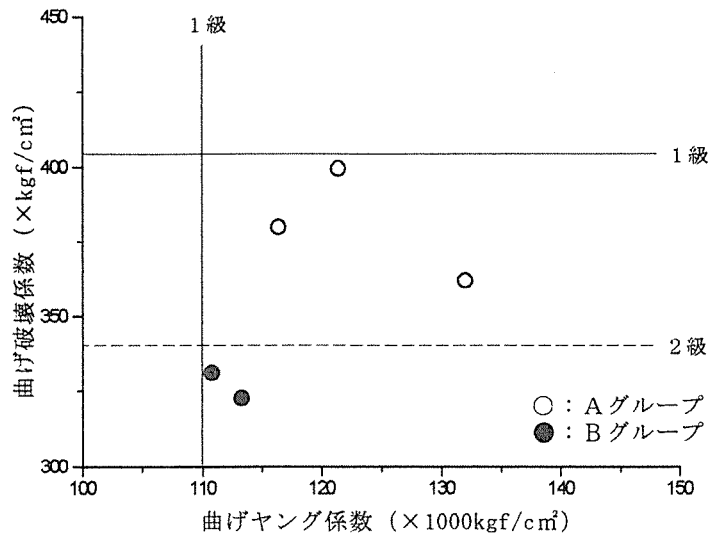


図-15 曲げヤング係数と曲げ破壊係数の関係
(断面60×15cm)

② 断面30(T)×15(W)cmの集成材について

図-16に曲げヤング係数と曲げ破壊係数の関係を示す。

強度試験による曲げヤング係数は、Cグループの1体を除いてすべての試験体が1級の適合基準値を上回っていた。曲げ破壊係数は、Aグループでは1体のみが1級の基準値を上回っていたが、2級の基準値に満たないものも1体あった。Bグループでは、1体が1級の基準値を上回っていたが、もう1体は2級の基準値を満たしていなかった。Cグループでは、3体の内、2体が2級の基準値を上回っていた。

破壊は、すべての試験体で荷重点間内のフィンガージョイント部と節から発生していた。

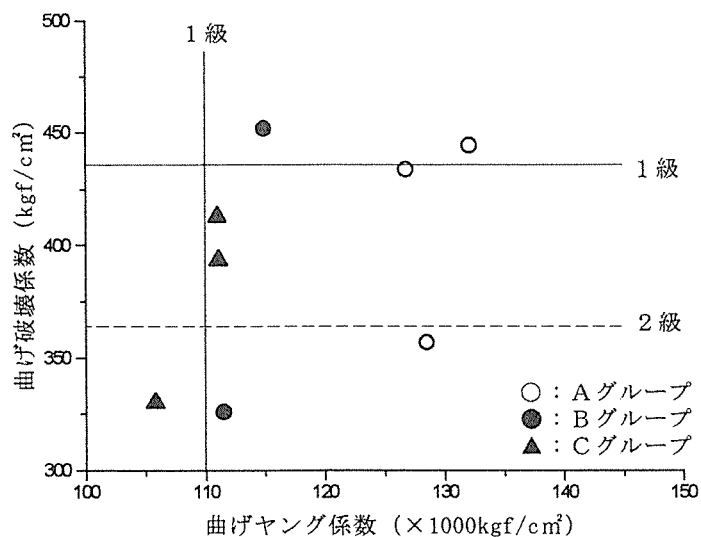


図-16 曲げヤング係数と曲げ破壊係数の関係
(断面30×15cm)

③ 動的ヤング係数と曲げヤング係数の関係

動的ヤング係数と曲げヤング係数の関係を図-17に示す。

各断面の試験体において、動的ヤング係数と曲げヤング係数の間に高い相関関係（断面60×15cm： $r=0.809$ 、断面30×15cm： $r=0.760$ ）が認められた。また動的ヤング係数は、曲げヤング係数に比べて若干高い値になった。さらに断面の大きい試験体の方が動的ヤング係数は低くなる傾向が認められた。

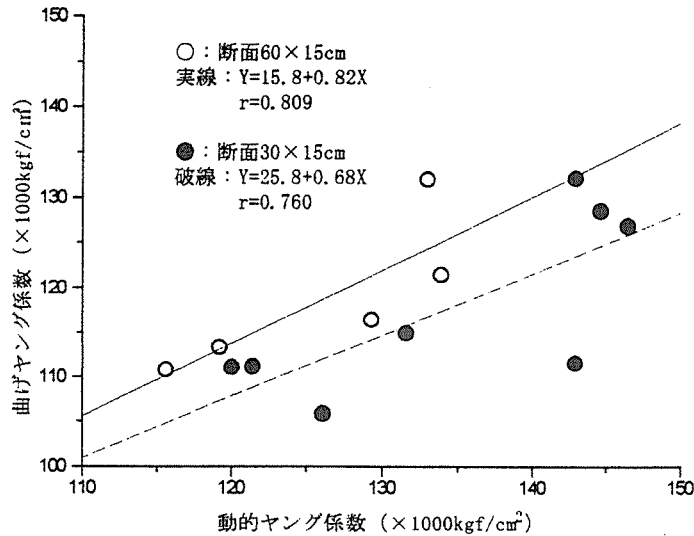


図-17 動的ヤング係数と曲げヤング係数の関係

④ ラミナのMOEから算出した集成材のヤング係数と曲げヤング係数の関係

構成ラミナのMOEから算出した集成材のヤング係数の計算値（ E_{cal} ）と強度試験により求めた曲げヤング係数の関係を図-18に示す。

断面の大きさに関係なく、 E_{cal} と曲げヤング係数の間には高い相関関係（断面60×15cm： $r=0.919$ 、断面30×15cm： $r=0.939$ ）が認められた。また、すべての試験体で E_{cal} の方が実際の曲げヤング係数よりも若干高い値を示した。

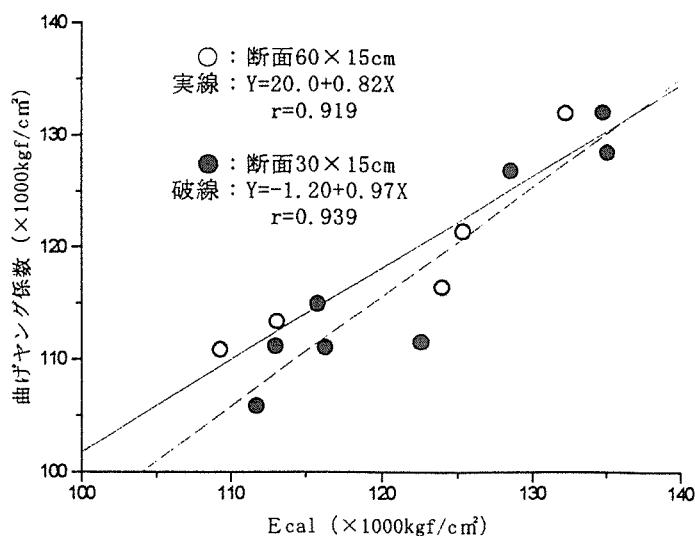


図-18 ヤング係数の計算値と曲げヤング係数の関係

4. まとめ

岡山県産のアカマツ材から採材したラミナについて視覚及び強度等級区分を行い、これらのラミナから集成材を作製し強度試験を行った。その結果、以下のことが明らかとなった。

① 視覚的等級区分による各等級のラミナの出現頻度は、1等が4.3%、2等が12.8%、3等が15.7%、4等が50.9%、等級外が16.3%であった。この時の等級決定には節の影響が最も大きかった。

② 強度等級区分による各等級のラミナの出現頻度は、1等が26.2%、2等が15.0%、3等が18.4%、4等が16.2%、等級外が24.2%となり、1級および2級集成材の外層用として使用できる1～3等のラミナが約60%を占めた。このことから、アカマツを利用する場合、強度等級区分は視覚的等級区分よりも有利である。

③ 視覚及び強度等級区分ラミナにより構成した1級集成材（Aグループ）の強度性能について、曲げヤング係数はすべての試験体が構造用大断面集成材のJAS1級の適合基準値を上回った。しかし、曲げ破壊係数は1体しかJAS1級の適合基準値を上回らなかった。

④ 強度等級区分ラミナ（視覚的等級区分：4等）により構成した2級集成材（Bグループ）の強度性能については、曲げヤング係数がすべての試験体でJAS1級の適合基準値を上回った。しかし、曲げ破壊係数は1体しかJAS2級の適合基準値をクリアしなかった。

⑤ 強度等級区分ラミナ（視覚的等級区分：等級外）により構成した2級集成材（Cグループ）の強度性能について、曲げヤング係数はすべての試験体がJAS2級の適合基準値を上回り、特に2体がJAS1級の基準値を上回った。曲げ破壊係数は、2体がJAS2級の適合基準値を上回ったが、1体が基準値を満たさなかった。

⑥ 動的ヤング係数および構成ラミナのMOEから算出した集成材のヤング係数は、強度試験により求めた曲げヤング係数と高い相関関係が認められ、集成材の曲げヤング係数の推定には有効である。

付 表

付表-1

集成材を構成するラミナの形質

~13

付表-1 集成材を構成するラミナの形質 (集成材番号: No. 1) その1

○最外層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	動的曲げ ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
26	2	0.599	2.7	18.8	22.4	16	180.8	161.5
76	1	0.579	1.9	7.3	6.1	12	175.9	175.1
78	1	0.632	1.8	12.7	21.2	26	193.6	187.3
78	2	0.612	1.9	13.9	23.9	21	193.8	187.2
81	3	0.575	1.8	11.5	10.6	12	185.3	180.4
98	2	0.556	2.7	5.5	2.7	13	151.5	152.6
101	3	0.617	1.6	15.1	23.3	20	183.3	166.1
159	1	0.616	4.3	5.4	2.7	25	175.0	159.2
159	5	0.624	5.3	12.2	10.7	23	172.2	153.4
最小値		0.556	1.6	5.4	2.7	12.0	151.5	152.6
平均値		0.601	2.7	11.4	13.7	18.7	179.1	169.2
最大値		0.632	5.3	18.8	23.9	26.0	193.8	187.3
標準偏差		0.024	1.2	4.3	8.5	5.2	12.1	12.9
変動係数		4.0	45.7	37.6	61.7	28.1	6.8	7.6

○外層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	動的曲げ ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
1	3	0.508	3.3	25.4	23.9	47	137.9	131.4
12	2	0.567	2.7	20.6	29.4	17	164.8	163.2
23	1	0.474	2.2	29.7	20.8	26	129.1	121.1
25	4	0.584	2.6	29.1	29.1	10	168.7	162.5
26	3	0.597	2.2	17.6	25.5	30	169.9	163.2
57	2	0.526	4.8	9.1	7.0	33	126.3	120.9
58	2	0.515	3.5	26.4	20.5	18	129.1	121.0
65	2	0.578	2.3	21.1	24.3	27	149.5	138.1
81	1	0.545	3.0	15.8	20.9	8	132.7	121.3
110	2	0.563	3.9	12.7	22.4	18	145.1	129.3
131	2	0.532	3.1	7.9	12.1	32	128.7	120.8
150	1	0.626	3.2	20.6	26.3	20	181.5	162.5
211	1	0.501	2.6	21.8	21.4	46	146.9	138.1
216	5	0.492	3.6	18.8	15.6	19	133.5	129.4
225	5	0.591	2.8	21.2	13.9	27	134.6	130.2
230	1	0.546	2.6	11.0	14.3	8	139.9	136.9
252	1	0.511	4.5	15.2	22.7	20	143.7	131.3
277	7	0.537	2.8	12.1	16.7	33	160.9	136.5
最小値		0.474	2.2	7.9	7.0	8.0	126.3	120.8
平均値		0.544	3.1	18.7	20.4	24.4	145.7	136.5
最大値		0.626	4.8	29.7	29.4	47.0	181.5	163.2
標準偏差		0.040	0.7	6.4	5.9	11.0	16.3	15.2
変動係数		7.3	23.3	34.2	28.8	45.1	11.2	11.2

○中間層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	動的曲げ ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
13	3	0.569	2.7	16.9	26.9	2	157.9	138.5
36	1	0.560	5.1	15.1	29.7	42	113.1	111.2
42	3	0.529	4.1	21.2	31.1	43	133.1	121.6
51	2	0.519	3.6	26.0	27.8	14	148.8	140.8
66	4	0.529	1.6	10.9	5.4	12	113.9	114.3
73	1	0.503	3.7	17.0	27.3	33	118.7	114.2
111	1	0.530	3.4	24.2	32.8	20	125.9	122.4
146	3	0.640	1.9	18.5	25.8	15	133.4	139.9
171	2	0.526	2.9	13.6	16.6	20	116.6	112.4
174	1	0.586	3.5	27.9	33.0	22	137.9	123.5
176	1	0.477	3.4	25.5	33.0	20	115.6	111.7
203	3	0.509	4.4	18.7	26.3	30	118.6	111.7
204	4	0.551	3.2	39.9	31.0	40	115.8	113.6
209	3	0.511	4.9	27.2	24.7	17	118.3	111.3
221	3	0.507	1.4	19.4	28.8	48	142.1	137.9
227	2	0.566	2.9	21.2	16.7	53	119.0	113.3
273	5	0.555	2.2	22.3	30.9	14	149.0	122.2
278	1	0.535	4.2	21.2	25.4	30	161.6	138.6
最小値		0.477	1.4	10.9	5.4	2.0	113.1	111.2
平均値		0.539	3.3	21.5	26.3	26.4	130.0	122.2
最大値		0.640	5.1	39.9	33.0	53.0	161.6	140.8
標準偏差		0.036	1.0	6.4	6.8	13.8	15.6	11.2
変動係数		6.7	31.3	29.8	26.1	52.2	12.0	9.2

付表-1 集成材を構成するラミナの形質 (集成材番号: No. 1) その2

○内層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	曲げ ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
1	1	0.532	3.5	30.3	41.7	20	118.0	112.3
8	3	0.437	7.7	30.9	40.5	42	102.2	97.0
8	4	0.462	6.9	30.2	38.7	17	121.8	119.1
33	1	0.484	5.7	26.6	48.7	17	110.2	102.6
34	3	0.574	3.3	31.4	39.4	27	122.3	110.7
34	2	0.596	2.6	18.2	47.0	15	163.8	158.3
35	4	0.514	5.4	35.2	36.6	13	120.1	113.9
37	2	0.483	2.7	20.0	36.1	21	131.0	126.9
40	1	0.498	2.9	48.4	41.8	15	110.9	104.0
47	4	0.547	2.7	35.7	47.9	63	121.9	106.2
50	5	0.528	4.5	22.4	37.2	29	119.8	118.6
55	4	0.516	6.8	24.2	37.5	36	120.7	113.2
61	2	0.471	5.0	25.3	47.2	10	106.4	101.3
64	4	0.478	7.6	38.1	46.3	15	97.7	96.4
75	4	0.571	2.7	24.2	39.3	34	131.2	124.2
79	3	0.532	4.6	33.9	42.6	31	112.1	102.1
80	4	0.542	5.1	20.0	43.8	32	120.4	114.5
84	1	0.502	8.2	26.6	37.5	17	119.3	109.9
86	2	0.516	4.3	35.1	38.7	25	108.2	101.7
89	1	0.479	7.3	30.3	38.3	25	106.9	100.2
97	2	0.558	4.2	19.4	38.4	20	145.7	137.3
104	5	0.491	4.0	25.9	48.5	10	126.0	109.4
112	3	0.586	6.8	20.6	42.3	37	118.7	108.2
114	2	0.551	2.5	23.8	38.8	29	143.3	129.3
115	3	0.523	3.7	44.2	44.2	15	135.6	105.7
117	1	0.560	2.7	26.0	39.3	33	127.6	117.5
117	3	0.553	4.0	33.8	39.4	25	113.9	108.8
127	2	0.535	2.9	23.0	46.2	8	110.8	115.6
144	3	0.506	2.5	25.4	40.6	14	121.7	120.7
146	2	0.500	4.2	22.4	38.6	27	109.7	99.7
148	2	0.523	5.7	26.6	40.4	25	108.9	97.8
173	2	0.589	2.9	26.7	39.2	15	136.2	125.1
173	3	0.559	4.4	29.2	36.8	20	112.6	107.8
184	5	0.469	5.6	30.9	37.8	26	108.0	101.7
205	4	0.493	4.0	27.1	47.9	47	118.5	111.7
215	2	0.555	3.7	25.4	49.6	10	120.3	111.3
218	3	0.556	5.1	28.5	37.1	16	133.6	132.9
252	2	0.480	5.1	35.8	46.2	22	114.4	99.4
259	2	0.458	3.4	37.4	45.6	18	111.8	106.5
277	4	0.537	4.3	52.5	48.2	34	129.7	123.1
278	4	0.571	2.8	54.4	44.4	18	114.5	108.5
278	5	0.567	2.1	42.4	50.0	33	147.0	142.2
283	6	0.511	3.7	28.4	42.2	100	124.5	111.4
284	2	0.584	3.2	44.6	36.5	28	119.9	116.9
284	3	0.541	4.0	43.5	38.1	58	106.2	98.7
最小値		0.437	2.1	18.2	36.1	8.0	97.7	96.4
平均値		0.525	4.4	30.8	41.8	26.5	120.5	112.9
最大値		0.596	8.2	54.4	50.0	100.0	163.8	158.3
標準偏差		0.039	1.6	8.7	4.2	16.1	12.9	12.8
変動係数		7.5	36.2	28.3	10.1	60.9	10.7	11.3

付表-2 集成材を構成するラミナの形質 (集成材番号: N. 2) その1

○最外層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	動的曲げ ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
13	2	0.540	3.0	9.1	6.7	32	148.2	146.2
16	1	0.666	3.4	20.0	22.8	29	168.2	152.9
57	3	0.577	4.6	13.3	22.4	37	160.6	158.4
75	2	0.607	2.5	8.5	10.9	31	150.3	146.2
77	2	0.523	3.3	9.1	9.1	40	155.1	143.9
146	1	0.669	1.5	9.7	10.3	40	150.6	147.3
160	3	0.560	2.4	18.1	17.5	42	156.3	153.1
257	5	0.578	2.9	14.5	16.6	22	172.7	157.8
276	6	0.608	3.2	13.9	10.9	25	152.3	142.4
最小値		0.523	1.5	8.5	6.7	22.0	148.2	142.4
平均値		0.592	3.0	12.9	14.1	33.1	157.1	149.8
最大値		0.669	4.6	20.0	22.8	42.0	172.7	158.4
標準偏差		0.048	0.8	3.9	5.6	6.7	8.0	5.6
変動係数		8.1	26.8	30.6	39.3	20.2	5.1	3.7

○外層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	動的曲げ ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
5	2	0.597	4.4	13.3	17.8	38	144.1	136.4
75	3	0.599	2.8	23.0	18.5	32	179.5	128.5
76	2	0.567	2.8	21.1	17.1	13	135.4	128.6
105	4	0.518	3.9	15.7	15.1	24	139.8	136.2
114	4	0.623	2.5	12.2	29.5	35	178.8	157.2
123	1	0.516	2.3	24.2	23.9	24	115.5	116.3
175	5	0.539	5.3	15.1	21.2	16	125.1	115.9
183	5	0.502	2.1	18.2	18.2	37	119.6	116.6
196	1	0.571	2.8	24.2	21.2	14	132.8	135.7
210	1	0.537	2.4	13.9	20.3	14	107.7	135.6
218	5	0.605	3.8	23.6	29.4	19	160.6	155.6
223	5	0.595	2.4	28.4	24.5	20	137.6	128.7
224	1	0.609	2.0	20.0	27.9	38	160.8	159.4
233	3	0.497	3.1	21.7	15.3	23	120.3	116.3
254	1	0.688	2.6	24.8	16.6	17	136.6	118.8
276	1	0.568	2.9	24.2	29.7	31	167.5	154.6
282	5	0.487	2.5	15.1	20.2	60	147.0	128.4
295	5	0.503	2.5	24.2	19.6	17	138.9	128.9
最小値		0.487	2.0	12.2	15.1	13.0	107.7	115.9
平均値		0.562	2.9	20.2	21.4	26.2	141.5	133.2
最大値		0.688	5.3	28.4	29.7	60.0	179.5	159.4
標準偏差		0.052	0.9	4.7	4.8	11.8	20.4	14.4
変動係数		9.3	28.9	23.5	22.3	45.2	14.4	10.8

○中間層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	動的曲げ ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
42	5	0.528	3.5	20.6	27.2	50	128.7	119.1
43	1	0.556	4.3	21.1	30.1	37	140.3	128.6
45	3	0.505	4.1	20.3	25.7	16	124.0	113.1
50	3	0.541	5.9	10.9	1.1	20	129.6	110.2
63	2	0.514	2.4	28.5	28.4	17	134.7	127.3
121	4	0.532	2.0	24.8	24.5	35	118.2	113.2
140	1	0.521	1.9	17.6	27.8	13	147.8	133.9
151	5	0.586	4.1	26.0	28.9	30	142.5	135.6
165	1	0.538	2.0	27.8	30.8	11	124.8	120.8
171	3	0.517	5.2	25.4	29.4	26	117.2	109.7
192	5	0.513	3.3	23.1	33.2	39	116.9	110.8
223	2	0.616	2.8	32.1	28.8	10	131.8	121.5
233	1	0.492	1.8	20.6	25.1	15	129.3	131.6
256	6	0.607	3.5	19.9	31.9	55	134.0	113.0
281	5	0.569	1.7	10.3	5.2	22	126.3	113.3
282	2	0.509	2.8	28.4	24.5	75	130.3	120.1
290	1	0.495	2.8	36.8	30.2	26	116.5	110.5
299	3	0.520	2.9	23.6	27.6	8	121.2	109.7
最小値		0.492	1.7	10.3	1.1	8.0	116.5	109.7
平均値		0.537	3.2	23.2	25.6	28.1	128.6	119.0
最大値		0.616	5.9	36.8	33.2	75.0	147.8	135.6
標準偏差		0.035	1.2	6.4	8.3	17.4	8.8	8.7
変動係数		6.6	36.7	27.7	32.5	62.1	6.8	7.3

付表-2 集成材を構成するラミナの形質 (集成材番号: N o. 2) その2

○内層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	曲げ ヤング係数
番号	番 号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
11	2	0.524	3.9	35.6	43.9	11	116.7	106.4
13	5	0.534	2.4	24.2	43.0	18	136.8	114.2
20	2	0.555	2.7	26.0	45.7	21	126.2	124.1
22	4	0.591	1.9	18.8	42.3	34	147.9	141.3
23	5	0.504	2.8	29.0	38.4	53	119.3	99.7
23	4	0.511	3.1	29.0	40.2	29	106.3	106.2
40	5	0.488	4.9	30.8	48.7	18	129.3	112.2
47	1	0.516	3.7	23.6	45.2	59	117.4	109.7
65	3	0.551	3.0	22.3	47.1	21	122.1	107.2
66	3	0.515	2.9	21.8	46.6	30	126.1	113.7
70	1	0.526	5.0	28.0	44.8	57	109.4	105.2
74	3	0.567	1.7	24.3	36.9	43	124.6	125.0
96	2	0.496	3.5	30.3	41.9	13	108.4	102.6
99	4	0.536	2.5	21.2	38.3	20	118.4	107.9
109	3	0.656	3.7	16.9	44.6	10	154.3	156.1
112	2	0.601	6.9	27.9	39.0	14	113.5	108.8
115	1	0.504	4.0	32.0	48.7	34	118.2	111.7
115	2	0.513	2.9	34.5	41.6	47	120.3	119.0
120	2	0.560	3.5	26.0	40.7	49	147.4	129.2
124	1	0.441	2.4	29.0	45.4	52	104.6	100.0
125	3	0.561	2.3	20.6	36.0	19	150.5	136.1
130	1	0.505	4.6	28.5	43.6	48	107.9	98.3
155	2	0.500	6.3	24.2	42.9	15	111.2	101.2
156	4	0.525	3.4	26.7	45.4	31	130.9	116.6
181	3	0.529	6.2	49.6	39.2	7	106.0	99.3
184	2	0.465	4.5	33.3	46.3	23	104.5	101.9
186	1	0.531	3.1	27.2	37.9	17	115.0	108.5
192	4	0.500	3.9	29.8	42.5	46	116.9	112.5
209	2	0.508	3.7	24.8	38.3	5	108.8	97.6
215	1	0.604	1.7	26.0	45.1	21	120.7	110.9
218	2	0.571	3.7	25.4	38.6	20	137.4	132.7
233	2	0.501	2.4	34.4	38.7	36	123.6	117.7
258	2	0.552	3.0	40.6	39.4	9	133.8	126.6
266	1	0.568	3.8	30.8	42.4	21	136.4	116.9
267	3	0.486	3.8	26.0	44.7	20	118.6	96.9
270	5	0.466	3.8	23.0	43.3	16	112.0	101.7
273	3	0.518	3.0	25.3	39.6	17	114.5	103.4
277	2	0.544	3.2	35.1	49.3	30	135.1	114.9
278	2	0.530	4.2	30.8	47.5	17	130.2	120.7
282	3	0.485	2.5	38.1	37.8	40	112.5	111.3
284	5	0.538	3.6	36.2	47.2	50	124.5	110.7
289	2	0.518	4.1	31.5	40.9	24	104.3	101.6
290	6	0.520	3.0	27.8	39.2	8	104.2	95.6
294	4	0.559	2.8	30.2	46.3	7	139.4	122.9
299	4	0.523	2.7	30.3	41.3	18	137.9	109.3
最小値		0.441	1.7	16.9	36.0	5.0	104.2	95.6
平均値		0.529	3.5	28.6	42.6	26.6	122.3	112.6
最大値		0.656	6.9	49.6	49.3	59.0	154.3	156.1
標準偏差		0.039	1.1	5.9	3.5	15.0	13.3	12.6
変動係数		7.4	31.8	20.7	8.3	56.4	10.9	11.2

付表-3 集材を構成するラミナの形質 (集材番号: No. 3) その1

○最外層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	曲げ ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
32	3	0.497	2.7	7.3	4.8	30	145.3	140.8
75	1	0.594	1.9	7.3	3.6	26	143.0	138.6
167	2	0.568	3.0	20.0	21.2	42	154.6	150.6
171	1	0.531	4.8	21.2	15.4	20	147.1	144.7
172	3	0.565	4.2	9.7	6.7	0	137.9	138.6
201	1	0.563	2.0	21.1	18.9	24	153.3	144.6
227	5	0.539	2.2	6.7	2.4	40	163.8	140.7
277	1	0.543	1.8	19.3	24.4	27	158.9	145.7
281	6	0.541	1.6	12.1	6.0	13	151.0	141.4
最小値		0.497	1.6	6.7	2.4	0.0	137.9	138.6
平均値		0.549	2.7	13.8	11.5	24.7	150.6	142.9
最大値		0.594	4.8	21.2	24.4	42.0	163.8	150.6
標準偏差		0.026	1.0	6.1	8.0	12.2	7.6	3.7
変動係数		4.8	38.8	43.9	69.3	49.4	5.1	2.6

○外層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	曲げ ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
14	1	0.589	2.3	16.9	29.2	12	175.1	165.5
19	3	0.540	1.7	28.4	20.7	23	128.7	115.3
28	1	0.595	1.8	16.4	27.3	16	174.5	175.1
29	4	0.549	2.3	18.2	16.1	29	137.4	126.5
29	3	0.552	2.5	22.5	29.5	38	164.8	142.8
66	1	0.538	2.4	17.6	20.6	45	135.0	127.6
98	4	0.549	3.0	15.5	25.7	31	159.2	143.3
99	1	0.544	2.3	29.1	27.2	17	147.5	143.0
105	1	0.514	2.9	24.2	24.2	21	136.7	135.0
109	1	0.647	3.3	18.2	28.5	6	154.1	151.5
112	1	0.568	6.3	24.3	21.6	31	137.5	126.7
140	3	0.526	2.9	13.3	13.0	15	148.7	135.1
192	6	0.506	2.9	21.8	17.7	56	122.7	115.9
259	1	0.485	1.8	25.4	24.1	30	144.1	127.9
263	3	0.609	3.1	29.0	20.6	20	157.7	134.4
281	4	0.551	2.0	13.9	24.5	29	149.9	135.3
282	1	0.530	3.0	10.9	5.5	21	119.8	115.6
296	2	0.603	2.1	8.5	16.4	35	140.3	126.6
最小値		0.485	1.7	8.5	5.5	6.0	119.8	115.3
平均値		0.555	2.7	19.7	21.8	26.4	146.3	135.7
最大値		0.647	6.3	29.1	29.5	56.0	175.1	175.1
標準偏差		0.039	1.0	6.1	6.1	11.9	15.5	15.7
変動係数		7.1	36.8	30.8	28.2	45.2	10.6	11.6

○中間層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	曲げ ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
21	1	0.520	2.4	23.0	33.3	22	130.9	126.4
46	1	0.482	2.1	23.6	31.9	42	117.9	112.8
48	2	0.475	3.5	21.8	30.8	18	115.8	112.8
64	1	0.481	5.3	22.4	30.0	42	114.7	112.7
79	1	0.541	3.3	26.0	33.1	17	122.9	112.4
105	2	0.501	4.1	16.3	16.5	13	117.6	109.4
139	3	0.502	2.0	24.2	26.4	45	127.0	116.6
149	3	0.548	1.9	22.4	29.9	29	138.3	125.9
184	4	0.471	4.1	28.5	26.2	20	120.2	116.7
226	3	0.551	3.6	25.4	25.4	55	133.0	125.9
257	1	0.580	1.7	17.0	14.9	12	130.4	109.5
271	1	0.512	3.1	25.3	26.5	3	135.4	124.8
273	2	0.540	2.3	19.9	33.1	21	135.9	118.2
276	5	0.644	3.2	15.1	26.9	9	146.0	125.8
282	4	0.526	2.9	41.1	28.8	65	128.6	108.9
283	5	0.522	3.7	33.8	31.4	43	120.9	109.1
290	2	0.512	3.4	27.2	26.6	9	123.3	117.2
299	1	0.499	3.2	17.0	25.4	28	126.1	108.3
最小値		0.471	1.7	15.1	14.9	3.0	114.7	108.3
平均値		0.523	3.1	23.9	27.6	27.4	126.9	116.3
最大値		0.644	5.3	41.1	33.3	65.0	146.0	126.4
標準偏差		0.041	0.9	6.2	5.0	17.0	8.4	6.5
変動係数		7.9	28.2	25.9	18.1	62.0	6.6	5.6

付表-3 集成材を構成するラミナの形質 (集成材番号: No. 3) その2

○内層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的 ヤング係数	曲げ ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
3	2	0.537	4.2	19.7	38.1	4	130.6	114.7
6	2	0.531	3.3	24.2	45.9	40	106.4	101.0
6	5	0.569	3.6	21.8	44.2	39	97.5	95.5
12	4	0.562	3.1	42.4	37.5	23	159.3	154.9
21	2	0.489	3.1	27.2	41.6	13	114.2	106.6
23	3	0.469	3.5	27.2	44.2	32	110.4	98.7
32	2	0.471	3.2	24.2	40.8	25	121.5	112.2
43	3	0.498	5.3	19.3	48.6	18	116.2	107.9
51	4	0.508	3.5	19.3	39.4	19	107.4	102.7
54	3	0.481	3.0	29.7	45.5	43	104.2	97.9
55	1	0.508	5.4	28.9	43.9	20	102.6	102.3
84	2	0.497	5.1	30.3	38.1	17	121.6	110.9
87	1	0.481	3.6	23.6	38.7	17	128.6	109.7
90	1	0.519	4.0	27.8	45.9	27	133.5	116.9
97	3	0.532	3.6	24.2	36.9	16	134.7	128.6
126	4	0.569	4.2	35.7	41.4	19	118.6	111.3
127	3	0.578	2.8	19.3	40.5	15	116.6	114.1
134	4	0.518	2.8	29.1	38.1	13	141.9	126.6
149	2	0.526	2.6	28.4	36.9	19	126.4	118.6
157	2	0.534	2.6	25.4	38.4	32	109.4	104.5
159	4	0.647	6.0	17.1	44.5	42	140.7	136.0
163	2	0.512	2.3	24.8	40.8	31	115.8	108.4
174	3	0.559	4.9	24.2	44.5	15	112.7	101.4
174	2	0.570	6.0	21.8	48.4	9	114.7	113.2
176	2	0.485	3.3	21.7	39.6	32	120.3	112.5
177	4	0.502	3.1	18.7	45.7	28	126.7	120.7
180	5	0.496	2.5	30.4	43.7	12	116.8	110.2
180	1	0.496	5.3	30.9	41.4	21	127.0	117.7
180	4	0.474	3.9	35.1	47.6	16	104.9	99.5
185	1	0.489	5.3	43.0	36.2	20	105.3	106.3
194	4	0.494	2.6	24.2	41.2	24	107.6	111.7
201	4	0.522	7.0	24.1	42.9	28	101.3	97.3
205	3	0.524	2.9	28.4	44.5	51	116.9	105.7
219	2	0.518	4.0	23.6	40.3	32	126.3	122.0
221	5	0.507	1.6	33.9	38.7	42	132.4	124.9
222	2	0.479	3.4	27.2	37.3	16	106.1	96.8
254	3	0.708	3.6	30.8	42.0	21	158.7	140.8
257	2	0.572	1.8	19.3	37.2	9	131.4	116.0
261	3	0.493	4.2	30.2	41.7	11	133.7	123.9
265	1	0.583	2.0	26.6	39.9	16	105.7	99.8
266	3	0.566	3.2	33.8	39.6	9	120.3	109.2
271	2	0.518	3.4	25.4	38.7	40	124.5	108.6
276	4	0.640	3.9	35.6	37.8	14	155.8	131.5
280	2	0.546	3.6	34.3	38.3	28	118.0	101.7
285	6	0.524	3.7	23.0	42.9	9	120.0	101.8
最小値		0.469	1.6	17.1	36.2	4.0	97.5	95.5
平均値		0.529	3.7	27.0	41.3	22.8	121.0	112.3
最大値		0.708	7.0	43.0	48.6	51.0	159.3	154.9
標準偏差		0.048	1.1	5.9	3.3	11.0	14.6	12.4
変動係数		9.2	31.1	21.9	8.0	48.0	12.1	11.1

付表-4 集成材を構成するラミナの形質 (集成材番号: No. 4) その1

○最外層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	動的曲げ ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
21	4	0.554	2.7	23.7	33.7	18	148.1	137.2
26	4	0.573	2.9	24.2	34.5	34	158.6	154.7
126	2	0.563	3.4	41.1	33.1	18	119.8	108.1
135	3	0.527	3.1	22.5	30.4	20	115.0	107.3
172	2	0.521	4.4	12.7	23.0	16	117.8	107.4
254	4	0.704	3.2	17.5	25.3	11	168.7	157.8
258	1	0.560	2.5	40.1	34.0	18	156.6	140.8
261	1	0.505	1.7	24.2	35.7	16	157.4	142.9
266	4	0.565	3.8	23.5	20.2	15	129.2	107.8
最小値		0.505	1.7	12.7	20.2	11.0	115.0	107.3
平均値		0.564	3.1	25.5	30.0	18.4	141.2	129.3
最大値		0.704	4.4	41.1	35.7	34.0	168.7	157.8
標準偏差		0.054	0.7	8.8	5.4	6.0	19.6	20.3
変動係数		9.6	23.2	34.7	17.9	32.5	13.9	15.7

○外層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	動的曲げ ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
7	3	0.464	5.5	34.5	32.7	16	105.1	107.3
30	3	0.554	4.1	16.9	25.7	25	157.5	134.7
31	1	0.593	2.8	23.0	33.8	3	137.3	134.6
57	1	0.532	3.8	13.9	33.6	23	149.4	134.7
69	4	0.554	2.4	15.9	23.5	45	122.2	116.9
73	4	0.502	4.4	24.2	35.0	14	121.6	116.5
110	1	0.548	5.6	21.2	34.2	21	131.5	122.4
131	1	0.524	3.2	37.8	33.3	16	130.1	120.1
136	1	0.545	2.5	21.2	26.2	10	163.7	150.0
167	3	0.557	2.9	18.8	20.4	22	134.3	123.8
167	1	0.552	2.4	30.8	27.0	22	132.3	123.3
189	3	0.509	3.8	26.6	28.7	50	124.7	116.1
196	3	0.548	3.5	20.6	20.9	23	151.1	152.5
215	4	0.537	3.6	32.1	34.9	7	145.5	134.7
228	4	0.624	2.4	29.6	34.2	24	150.4	138.1
230	4	0.504	3.4	22.1	34.8	13	126.7	121.7
258	3	0.569	2.6	24.2	23.6	23	163.1	151.8
259	4	0.483	3.9	23.6	25.7	24	126.6	116.4
最小値		0.464	2.4	13.9	20.4	3.0	105.1	107.3
平均値		0.539	3.5	24.3	29.3	21.2	137.4	128.6
最大値		0.624	5.6	37.8	35.0	50.0	163.7	152.5
標準偏差		0.037	1.0	6.4	5.1	11.2	15.6	13.0
変動係数		6.9	27.5	26.2	17.3	53.0	11.3	10.1

○中間層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	動的曲げ ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
9	5	0.487	4.4	21.2	31.1	21	101.7	102.6
15	3	0.508	5.4	25.5	31.5	14	107.0	103.9
50	2	0.572	5.5	12.1	20.9	33	127.4	109.2
83	2	0.445	3.5	29.3	19.7	31	113.4	106.8
151	4	0.556	3.6	24.3	35.9	114	107.7	102.4
168	3	0.481	2.3	28.5	28.0	18	125.4	112.2
211	3	0.520	4.4	22.4	28.2	27	112.1	102.2
214	1	0.524	2.5	30.2	34.7	36	110.2	112.1
219	3	0.503	5.3	15.7	21.2	22	107.2	105.7
219	4	0.514	3.0	20.0	34.2	40	113.1	106.6
223	4	0.597	3.4	29.1	27.0	18	113.1	105.3
225	4	0.559	3.8	17.0	6.1	36	114.1	103.7
285	2	0.565	3.7	33.0	34.2	18	111.2	103.8
287	2	0.516	3.4	23.0	35.9	28	115.0	109.9
287	3	0.512	4.4	29.6	34.7	16	117.4	109.8
290	10	0.508	2.2	35.7	34.2	16	103.6	102.6
290	3	0.502	3.3	26.0	31.1	9	121.6	104.2
295	4	0.488	3.7	27.8	33.5	38	110.7	102.8
最小値		0.445	2.2	12.1	6.1	9.0	101.7	102.2
平均値		0.520	3.8	25.0	29.0	29.7	112.9	105.9
最大値		0.597	5.5	35.7	35.9	114.0	127.4	112.2
標準偏差		0.036	1.0	6.0	7.5	22.3	6.6	3.3
変動係数		7.0	25.6	24.1	26.0	75.1	5.9	3.1

付表-4 集成材を構成するラミナの形質 (集成材番号: No. 4) その2

○内層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	曲げ ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
7	1	0.445	8.2	22.4	34.3	12	99.1	100.3
11	3	0.510	3.2	35.0	32.4	31	104.4	101.0
17	4	0.456	3.7	12.2	6.7	14	108.0	87.6
17	2	0.460	5.0	14.6	17.3	12	89.8	85.2
33	5	0.490	4.8	21.1	35.6	26	87.5	84.1
39	3	0.540	3.0	30.8	25.6	23	95.4	88.1
41	4	0.814	7.5	20.5	48.3	35	67.3	92.3
44	4	0.495	3.1	24.8	29.6	15	105.1	90.3
49	4	0.545	3.4	30.0	43.9	35	91.1	86.0
52	3	0.475	4.8	33.3	49.8	40	91.7	89.3
53	4	0.505	3.5	30.3	27.8	18	102.5	96.4
54	2	0.466	2.7	30.2	42.0	29	104.1	94.6
56	1	0.545	3.1	32.1	40.6	17	111.0	93.1
62	4	0.480	4.0	27.5	47.3	27	97.9	91.1
69	3	0.546	4.0	12.1	20.0	25	90.9	87.2
77	5	0.487	2.0	36.3	20.9	57	101.9	91.6
84	3	0.471	6.9	24.8	41.2	26	98.4	93.2
89	3	0.512	4.5	29.1	35.5	36	90.6	86.1
124	5	0.477	4.9	19.3	45.9	14	97.9	88.6
178	4	0.473	5.0	28.2	48.2	26	98.1	92.2
178	2	0.451	6.5	21.8	44.2	30	93.8	90.4
190	3	0.503	2.3	33.3	19.3	26	99.0	90.2
190	1	0.492	4.1	37.0	37.9	18	107.6	94.0
208	2	0.468	3.9	49.0	30.9	29	93.7	82.9
212	3	0.540	5.0	32.6	44.2	55	98.2	89.7
212	1	0.578	4.4	25.4	28.8	67	104.8	96.7
213	3	0.482	2.7	39.1	32.3	34	99.5	91.7
214	2	0.516	2.6	31.4	20.8	35	105.5	97.8
222	4	0.505	3.8	24.2	39.3	22	93.2	86.6
251	2	0.483	5.4	51.5	43.6	22	95.7	84.5
256	4	0.566	4.9	45.8	41.7	36	98.0	84.7
264	4	0.447	5.0	25.5	41.8	10	118.8	95.3
270	3	0.470	4.4	51.3	39.6	9	102.5	85.1
270	4	0.470	4.2	54.5	33.9	19	100.1	83.3
279	7	0.511	3.5	55.5	47.9	22	94.9	86.4
279	4	0.496	3.5	33.2	44.7	7	98.5	85.4
279	6	0.509	3.6	25.9	34.1	7	107.2	100.0
279	3	0.475	2.6	30.2	45.0	9	105.2	92.5
291	2	0.467	3.1	36.2	33.5	15	108.9	99.6
291	3	0.451	4.8	50.1	36.8	14	96.8	86.7
291	1	0.493	3.3	34.6	40.3	19	93.9	87.3
293	3	0.499	4.0	48.0	36.1	6	101.7	90.6
295	2	0.490	6.0	33.2	43.6	2	94.2	88.7
298	7	0.464	1.6	25.4	44.8	20	95.5	83.6
298	1	0.471	2.6	13.3	8.5	22	107.2	89.9
最小値		0.445	1.6	12.1	6.7	2.0	67.3	82.9
平均値		0.500	4.1	31.6	35.7	23.8	98.8	90.3
最大値		0.814	8.2	55.5	49.8	67.0	118.8	101.0
標準偏差		0.057	1.4	11.0	10.4	13.4	7.9	4.9
変動係数		11.4	33.7	34.8	29.2	56.1	8.0	5.4

付表-5 集材を構成するラミナの形質 (集材番号: No. 5) その1

○最外層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
35	1	0.535	2.3	27.5	32.0	22	113.1	106.7
99	2	0.552	3.9	30.2	35.3	33	132.1	127.6
119	4	0.542	2.5	23.0	34.8	5	146.2	136.4
161	3	0.525	3.1	38.7	34.5	13	128.3	127.5
182	3	0.487	4.8	26.0	30.2	18	119.2	105.8
270	1	0.449	4.3	29.0	26.6	28	113.7	105.8
273	6	0.545	2.0	24.1	27.9	22	120.5	106.0
274	5	0.521	3.1	24.3	33.7	24	136.2	130.2
290	11	0.485	3.2	24.2	20.6	23	114.5	107.2
最小値		0.449	2.0	23.0	20.6	5.0	113.1	105.8
平均値		0.515	3.3	27.4	30.6	20.9	124.9	117.0
最大値		0.552	4.8	38.7	35.3	33.0	146.2	136.4
標準偏差		0.033	0.9	4.6	4.6	7.7	10.9	12.2
変動係数		6.3	26.9	16.8	15.0	37.0	8.7	10.5

○外層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
26	5	0.538	2.7	22.4	25.6	14	138.0	132.8
28	4	0.547	2.7	26.0	30.5	21	161.0	146.0
38	3	0.541	4.4	27.2	33.1	3	123.7	114.8
73	3	0.511	3.8	31.5	33.9	32	132.7	127.6
97	5	0.534	2.7	26.6	34.4	20	132.0	118.9
126	3	0.561	3.5	34.1	33.8	20	143.0	120.0
135	2	0.532	3.7	9.7	23.1	12	128.9	115.0
146	4	0.511	5.0	17.6	31.5	13	151.6	129.3
150	3	0.644	3.5	36.3	34.8	10	141.5	134.0
157	4	0.529	3.4	15.7	27.5	8	157.0	147.8
162	1	0.579	1.5	18.8	22.4	20	160.6	150.0
199	4	0.535	3.8	21.1	30.6	58	130.1	119.4
206	4	0.536	3.2	26.0	34.2	24	121.7	115.0
216	1	0.499	4.1	28.1	36.0	8	123.5	115.2
216	2	0.514	3.9	20.0	21.2	9	142.5	119.5
258	4	0.559	2.0	18.1	22.7	21	141.7	119.9
276	2	0.585	2.6	22.4	25.4	17	159.6	127.4
296	4	0.618	2.7	16.9	25.4	42	170.2	148.9
最小値		0.499	1.5	9.7	21.2	3.0	121.7	114.8
平均値		0.549	3.3	23.3	29.2	19.6	142.2	127.9
最大値		0.644	5.0	36.3	36.0	58.0	170.2	150.0
標準偏差		0.037	0.8	6.6	4.9	13.0	14.4	12.3
変動係数		6.7	25.5	28.6	16.7	66.5	10.1	9.6

○中間層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
4	4	0.484	4.4	30.2	40.5	28	107.5	104.6
39	2	0.551	3.0	29.0	27.8	28	116.2	108.2
41	2	0.561	3.6	29.2	25.2	40	109.4	103.6
46	4	0.494	4.0	24.8	25.4	36	106.1	101.2
51	3	0.501	3.6	27.2	33.3	24	111.7	108.4
73	2	0.502	4.1	27.9	32.4	32	109.3	101.3
83	1	0.445	1.9	25.3	29.3	26	108.5	102.9
90	3	0.506	5.5	24.1	33.6	23	109.8	108.2
102	3	0.539	4.5	14.0	16.7	37	110.3	104.6
123	2	0.495	4.8	27.3	26.4	28	106.5	104.6
138	3	0.527	3.7	29.1	29.0	44	109.9	101.8
145	4	0.552	4.5	27.9	29.6	30	115.5	108.6
175	4	0.535	6.2	15.1	36.3	14	108.3	101.8
178	3	0.483	4.9	20.6	21.9	16	105.6	103.3
213	4	0.487	3.4	23.2	34.4	26	112.1	104.5
213	1	0.495	2.5	38.0	28.1	38	119.6	103.7
286	3	0.509	4.7	41.7	36.2	19	109.9	102.1
291	4	0.469	5.0	41.6	33.6	16	114.1	108.8
最小値		0.445	1.9	14.0	16.7	14.0	105.6	101.2
平均値		0.508	4.1	27.6	30.0	28.1	110.6	104.6
最大値		0.561	6.2	41.7	40.5	44.0	119.6	108.8
標準偏差		0.030	1.0	7.3	5.6	8.4	3.6	2.6
変動係数		5.9	24.8	26.4	18.6	30.0	3.3	2.5

付表-5 集成材を構成するラミナの形質 (集成材番号: No. 5) その2

○内層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	曲げ ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
2	1	0.518	3.7	32.1	38.3	23	96.7	88.6
2	2	0.493	3.9	29.9	33.1	30	93.3	93.1
4	1	0.469	6.1	27.2	42.7	28	93.8	87.5
7	4	0.458	5.6	25.0	28.1	18	91.9	90.2
10	3	0.471	7.3	24.8	49.9	15	87.0	83.6
17	1	0.447	4.7	32.6	30.1	12	99.4	84.9
24	2	0.576	6.7	23.6	29.8	20	100.9	92.4
32	4	0.503	2.8	30.4	38.5	24	91.2	85.3
40	3	0.486	5.2	46.6	39.7	12	99.8	93.8
43	2	0.497	5.3	13.9	33.3	22	100.8	96.3
48	3	0.474	4.3	25.4	33.1	23	108.0	97.3
49	5	0.526	3.8	30.3	42.1	26	100.8	94.9
60	1	0.517	3.6	41.7	39.0	46	94.9	91.2
61	3	0.458	4.5	21.7	45.3	22	100.8	92.2
72	4	0.431	4.2	27.8	30.7	24	93.5	84.0
72	3	0.437	5.5	21.8	21.9	22	97.0	91.9
77	1	0.478	3.6	23.6	39.2	53	108.4	94.2
85	1	0.527	3.4	22.4	15.0	20	100.4	89.7
89	2	0.485	5.9	37.0	29.5	9	89.1	86.5
124	3	0.469	4.7	27.9	17.6	22	90.1	84.6
130	2	0.485	7.4	42.3	40.1	26	89.0	83.0
130	3	0.476	5.8	26.6	31.5	25	93.3	87.2
134	5	0.518	2.1	25.1	21.3	46	110.0	100.3
153	1	0.543	5.6	31.5	34.9	15	103.4	96.7
153	4	0.558	4.6	30.9	44.3	8	94.3	90.4
156	1	0.516	3.1	15.1	7.9	41	99.0	86.7
172	1	0.501	3.4	12.8	11.9	34	109.9	100.9
183	1	0.546	2.6	31.4	44.5	45	98.4	91.7
185	2	0.480	5.1	32.1	34.8	18	92.7	88.4
188	1	0.463	4.7	47.2	47.0	20	88.6	86.1
191	3	0.489	2.5	29.7	31.3	32	97.9	91.0
203	5	0.476	4.5	21.7	37.9	22	96.5	85.2
222	3	0.503	3.2	36.3	41.6	5	92.5	87.6
256	1	0.596	3.6	21.7	19.0	17	115.5	98.7
256	2	0.588	4.3	43.5	46.5	41	104.4	90.6
260	1	0.491	3.4	39.9	34.9	44	94.4	86.3
267	1	0.477	3.7	35.0	45.0	20	109.3	92.7
268	4	0.472	2.5	27.8	49.9	11	96.5	85.9
279	1	0.513	3.0	32.6	31.7	8	96.2	89.1
279	8	0.511	3.8	48.3	43.8	20	92.0	89.4
283	4	0.519	3.8	44.6	41.9	75	100.8	90.1
290	4	0.480	3.8	50.9	29.7	9	107.7	82.7
290	7	0.523	3.1	36.3	41.1	14	90.4	87.1
293	4	0.516	3.1	30.3	35.7	13	114.6	99.7
298	2	0.509	2.8	30.3	34.9	10	103.9	84.1
最小値		0.431	2.1	12.8	7.9	5.0	87.0	82.7
平均値		0.499	4.2	30.9	34.7	24.2	98.4	90.1
最大値		0.596	7.4	50.9	49.9	75.0	115.5	100.9
標準偏差		0.036	1.3	8.9	9.8	13.9	7.1	4.8
変動係数		7.2	29.8	28.9	28.3	57.2	7.2	5.3

付表-6 集材材を構成するラミナの形質 (集材材番号: No. 6)

○最外層ラミナ

丸太ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	動的曲げ ヤング係数	
番号	番号	mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²	
45	1	0.534	4.0	17.5	8.8	20	161.3	137.4
135	1	0.544	4.1	12.1	14.7	21	148.3	142.3
202	1	0.559	5.2	13.3	9.7	32	144.0	137.3
274	6	0.525	3.7	18.2	21.2	28	157.6	142.6
296	1	0.620	2.0	7.3	5.5	30	154.5	135.0
最小値		0.525	2.0	7.3	5.5	20.0	144.0	135.0
平均値		0.556	3.8	13.7	12.0	26.2	153.1	139.0
最大値		0.525	2.0	7.3	5.5	20.0	144.0	135.0
標準偏差		0.034	1.0	4.0	5.5	4.8	6.2	3.0
変動係数		6.1	26.8	29.0	45.9	18.4	4.1	2.2

○外層ラミナ

丸太ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	動的曲げ ヤング係数	
番号	番号	mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²	
38	1	0.544	4.5	26.6	22.6	8	145.5	133.6
65	4	0.557	2.9	24.2	23.0	19	150.8	134.1
179	3	0.500	3.6	13.9	14.0	26	134.2	125.1
220	1	0.485	3.3	16.9	13.0	9	130.0	124.8
280	1	0.592	3.1	16.9	14.5	49	145.2	125.3
最小値		0.485	2.9	13.9	13.0	8.0	130.0	124.8
平均値		0.536	3.5	19.7	17.4	22.2	141.2	128.6
最大値		0.485	2.9	13.9	13.0	8.0	130.0	124.8
標準偏差		0.039	0.6	4.8	4.4	15.0	7.8	4.3
変動係数		7.2	16.1	24.5	25.4	67.4	5.5	3.4

○中間層ラミナ

丸太ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	動的曲げ ヤング係数	
番号	番号	mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²	
42	4	0.518	2.5	16.9	31.4	29	155.1	149.9
108	1	0.569	3.2	16.3	32.1	8	160.2	148.6
115	5	0.496	3.2	22.4	25.5	23	125.3	116.1
281	1	0.585	1.6	21.2	31.5	33.0	179.5	165.9
299	2	0.521	3.0	21.8	27.0	31.0	132.3	116.3
最小値		0.496	1.6	16.3	25.5	8.0	125.3	116.1
平均値		0.538	2.7	19.7	29.5	24.8	150.5	139.3
最大値		0.496	1.6	16.3	25.5	8.0	125.3	116.1
標準偏差		0.034	0.6	2.6	2.7	9.0	19.6	19.9
変動係数		6.2	21.8	13.0	9.1	36.5	13.0	14.3

○内層ラミナ

丸太ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	動的曲げ ヤング係数	
番号	番号	mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²	
16	3	0.584	3.5	31.5	36.6	5	146.6	139.9
20	1	0.572	5.2	27.9	36.7	27	151.0	134.7
79	4	0.547	5.7	30.3	41.4	33	121.7	120.1
112	4	0.586	4.6	23.1	41.3	25	131.0	121.7
113	2	0.600	3.1	22.4	43.3	15	137.8	126.6
143	4	0.506	3.6	29.6	49.5	39	130.1	123.5
172	4	0.551	5.4	17.8	36.0	6	139.2	129.8
224	2	0.549	3.4	25.7	43.6	31	132.1	124.8
263	1	0.598	2.0	31.4	39.3	36.0	162.6	148.8
274	2	0.517	3.4	27.9	46.9	22.0	135.1	128.4
最小値		0.506	2.0	17.8	36.0	5.0	121.7	120.1
平均値		0.561	4.0	26.8	41.5	23.9	138.7	129.8
最大値		0.600	5.7	31.5	49.5	39.0	162.6	148.8
標準偏差		0.031	1.1	4.3	4.3	11.3	11.2	8.5
変動係数		5.5	28.0	15.9	10.3	47.3	8.1	6.6

付表-7 集成材を構成するラミナの形質 (集成材番号: No. 7)

○最外層ラミナ

丸太ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	ヤング係数	
番号 番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²	
28	3	0.592	1.6	16.9	18.1	22	186.4	179.4
103	3	0.636	2.6	17.6	16.0	21	196.0	183.9
110	4	0.573	5.1	20.6	15.7	24	154.4	139.7
221	1	0.496	1.7	18.2	23.8	21	142.6	138.9
273	1	0.553	2.2	18.7	10.9	11	153.3	133.8
最小値		0.496	1.6	16.9	10.9	11.0	142.6	133.8
平均値		0.570	2.7	18.4	16.9	19.8	166.5	155.1
最大値		0.636	5.1	20.6	23.8	24.0	196.0	183.9
標準偏差		0.046	1.3	1.2	4.2	4.5	20.8	21.8
変動係数		8.1	48.2	6.8	24.7	22.9	12.5	14.0

○外層ラミナ

丸太ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	ヤング係数	
番号 番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²	
57	4	0.530	4.4	13.3	15.4	30	137.8	124.1
225	6	0.533	3.1	24.8	17.8	57	132.7	124.8
230	2	0.543	2.7	21.2	23.9	31	148.6	132.5
254	2	0.703	3.4	25.4	24.8	20	138.0	123.3
277	6	0.540	3.3	17.5	15.7	15	140.2	133.2
最小値		0.530	2.7	13.3	15.4	15.0	132.7	123.3
平均値		0.570	3.4	20.4	19.5	30.6	139.5	127.6
最大値		0.703	4.4	25.4	24.8	57.0	148.6	133.2
標準偏差		0.067	0.6	4.5	4.0	14.5	5.2	4.4
変動係数		11.7	16.5	22.3	20.7	47.4	3.7	3.4

○中間層ラミナ

丸太ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	ヤング係数	
番号 番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²	
26	1	0.557	2.6	18.2	30.6	15	151.8	148.3
77	3	0.484	3.8	10.9	16.3	32	129.8	114.7
163	1	0.539	2.7	18.8	32.9	21	146.0	143.9
221	2	0.517	2.3	27.2	30.7	33	148.8	141.2
226	1	0.541	2.3	26.0	27.8	31	127.5	114.8
最小値		0.484	2.3	10.9	16.3	15.0	127.5	114.7
平均値		0.528	2.7	20.2	27.7	26.4	140.8	132.6
最大値		0.557	3.8	27.2	32.9	33.0	151.8	148.3
標準偏差		0.025	0.6	5.9	5.9	7.1	10.1	14.7
変動係数		4.8	20.7	29.4	21.3	27.1	7.2	11.1

○内層ラミナ

丸太ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	ヤング係数	
番号 番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²	
11	1	0.527	2.8	28.5	38.1	6	146.0	127.7
58	5	0.518	2.3	37.5	44.1	29	128.6	124.8
130	4	0.559	2.7	27.3	44.9	33	130.9	121.2
162	3	0.544	2.9	26.6	37.9	10	139.9	125.9
207	1	0.584	1.9	35.7	39.4	27	133.6	129.7
261	2	0.495	2.7	37.5	43.9	11	124.3	120.0
261	4	0.518	3.1	27.2	39.0	10	161.4	144.0
265	3	0.527	3.1	45.4	47.5	9	134.2	123.3
287	4	0.536	5.1	53.3	43.3	14	144.3	133.8
296	3	0.602	2.4	27.3	36.4	47	147.4	138.3
最小値		0.495	1.9	26.6	36.4	6.0	124.3	120.0
平均値		0.541	2.9	34.6	41.4	19.6	139.0	128.9
最大値		0.602	5.1	53.3	47.5	47.0	161.4	144.0
標準偏差		0.031	0.8	8.6	3.5	12.9	10.5	7.3
変動係数		5.7	27.9	25.0	8.5	65.7	7.5	5.7

付表-8 集成材を構成するラミナの形質 (集成材番号: N o. 8)

○最外層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	動的曲げ ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
12	1	0.594	1.7	18.2	17.9	21	188.1	175.4
81	2	0.599	1.8	17.0	16.7	10	149.2	138.4
199	3	0.583	2.7	16.4	16.1	42	152.9	165.8
228	5	0.654	2.1	18.2	17.9	33	192.5	178.5
274	1	0.552	3.7	16.4	19.5	26	150.4	138.4
最小値		0.552	1.7	16.4	16.1	10.0	149.2	138.4
平均値		0.596	2.4	17.2	17.6	26.4	166.6	159.3
最大値		0.654	3.7	18.2	19.5	42.0	192.5	178.5
標準偏差		0.033	0.7	0.8	1.2	10.8	19.4	17.5
変動係数		5.6	30.6	4.6	6.6	41.0	11.7	11.0

○外層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	動的曲げ ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
155	1	0.544	4.6	14.5	16.5	15	151.0	131.6
177	3	0.510	2.9	23.0	13.7	21	137.8	121.7
227	4	0.530	3.0	18.8	16.3	43	140.1	131.7
284	1	0.562	2.5	27.8	22.7	14	133.4	122.1
287	1	0.551	3.2	15.1	15.1	23	136.3	122.9
最小値		0.510	2.5	14.5	13.7	14.0	133.4	121.7
平均値		0.539	3.2	19.8	16.9	23.2	139.7	126.0
最大値		0.562	4.6	27.8	22.7	43.0	151.0	131.7
標準偏差		0.018	0.7	5.0	3.1	10.5	6.0	4.6
変動係数		3.4	22.6	25.2	18.2	45.2	4.3	3.7

○中間層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	動的曲げ ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
128	2	0.568	4.1	15.8	32.7	21	139.0	131.9
159	3	0.649	5.1	19.4	31.8	48	140.2	132.6
161	1	0.519	3.2	29.0	30.8	14	142.3	130.4
194	3	0.493	3.4	20.0	22.7	39	119.1	114.3
270	6	0.443	3.2	17.5	17.2	21	121.4	114.5
最小値		0.443	3.2	15.8	17.2	14.0	119.1	114.3
平均値		0.534	3.8	20.3	27.0	28.6	132.4	124.7
最大値		0.649	5.1	29.0	32.7	48.0	142.3	132.6
標準偏差		0.070	0.7	4.6	6.1	12.8	10.0	8.5
変動係数		13.1	19.6	22.6	22.5	44.6	7.6	6.8

○内層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	動的曲げ ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
1	4	0.534	4.5	24.2	37.5	50	130.0	121.1
14	2	0.543	3.1	25.0	40.3	11	147.4	138.1
34	1	0.562	3.9	24.8	42.9	14	139.9	133.6
80	2	0.551	4.1	20.6	40.8	32	129.0	123.2
104	3	0.514	4.2	31.4	43.2	16	122.8	119.5
155	4	0.523	4.7	23.0	46.2	11	141.1	129.7
187	5	0.654	4.4	33.3	45.1	6	161.8	143.0
218	4	0.572	5.6	24.8	38.1	24	146.6	127.2
277	5	0.546	4.0	26.0	42.9	31	131.6	125.3
294	1	0.614	3.0	27.8	45.4	10	130.5	124.2
最小値		0.514	3.0	20.6	37.5	6.0	122.8	119.5
平均値		0.561	4.1	26.1	42.2	20.5	138.1	128.5
最大値		0.654	5.6	33.3	46.2	50.0	161.8	143.0
標準偏差		0.041	0.7	3.6	2.9	13.0	11.0	7.2
変動係数		7.3	17.3	13.9	6.8	63.4	8.0	5.6

付表-9 集成材を構成するラミナの形質 (集成材番号: No. 9)

○最外層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
1	5	0.511	3.8	37.1	33.5	38	124.1	122.4
45	4	0.503	4.4	24.5	35.4	14	136.0	127.3
187	2	0.684	2.9	24.3	40.8	21	119.0	123.5
216	3	0.513	4.7	18.1	33.3	12	130.9	122.3
219	1	0.530	4.1	19.4	30.6	17	120.0	105.7
最小値		0.503	2.9	18.1	30.6	12.0	119.0	105.7
平均値		0.548	4.0	24.7	34.7	20.4	126.0	120.2
最大値		0.684	4.7	37.1	40.8	38.0	136.0	127.3
標準偏差		0.069	0.6	6.7	3.4	9.3	6.5	7.5
変動係数		12.5	15.4	27.2	9.8	45.6	5.2	6.2

○外層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
18	2	0.516	3.2	21.7	24.7	23	141.7	125.6
120	1	0.580	4.2	17.7	29.8	21	141.0	125.8
160	4	0.574	2.8	18.2	16.7	24	130.5	127.2
265	4	0.544	3.0	14.5	23.6	21	157.6	144.0
287	5	0.551	4.7	16.3	20.4	14	161.6	141.6
最小値		0.516	2.8	14.5	16.7	14.0	130.5	125.6
平均値		0.553	3.6	17.7	23.0	20.6	146.5	132.8
最大値		0.580	4.7	21.7	29.8	24.0	161.6	144.0
標準偏差		0.023	0.7	2.4	4.4	3.5	11.5	8.2
変動係数		4.1	20.9	13.5	19.0	17.0	7.8	6.2

○中間層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
58	4	0.483	3.8	35.0	31.0	22	119.9	113.7
122	1	0.512	4.8	25.4	34.2	58	116.1	114.7
186	2	0.570	5.6	27.2	30.5	8	128.3	117.8
195	1	0.503	4.0	26.0	27.9	26	129.7	118.8
222	1	0.470	2.8	22.9	15.5	12	121.8	118.3
最小値		0.470	2.8	22.9	15.5	8.0	116.1	113.7
平均値		0.507	4.2	27.3	27.8	25.2	123.2	116.7
最大値		0.570	5.6	35.0	34.2	58.0	129.7	118.8
標準偏差		0.035	0.9	4.1	6.5	17.6	5.1	2.1
変動係数		6.8	22.5	15.0	23.3	70.0	4.2	1.8

○内層ラミナ

丸太	ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	ヤング係数
番号	番号		mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²
10	1	0.483	4.6	26.6	49.7	20	100.2	94.8
63	1	0.509	3.1	24.2	29.7	13	98.4	93.8
86	1	0.538	3.8	40.0	26.0	57	103.9	100.9
187	3	0.558	5.0	24.8	43.1	27	96.3	94.2
212	2	0.559	4.6	25.5	28.2	55	98.3	96.5
270	2	0.468	3.7	26.6	32.4	13	104.7	100.3
279	2	0.508	3.2	30.2	36.3	13	105.3	98.7
283	7	0.493	1.9	32.0	25.9	70	102.8	95.7
292	1	0.486	4.6	26.6	32.9	17	99.7	99.6
293	1	0.512	2.6	27.3	27.0	17	113.5	97.3
最小値		0.468	1.9	24.2	25.9	13.0	96.3	93.8
平均値		0.511	3.7	28.4	33.1	30.2	102.3	97.2
最大値		0.559	5.0	40.0	49.7	70.0	113.5	100.9
標準偏差		0.030	1.0	4.5	7.5	20.7	4.7	2.4
変動係数		5.8	25.9	15.8	22.6	68.4	4.6	2.5

付表-10 集成材を構成するラミナの形質 (集成材番号: No. 10)

○最外層ラミナ

丸太ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的 ヤング係数	曲げ ヤング係数	
番号	番号	mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²	
108	3	0.561	2.8	26.0	34.0	18	132.0	120.3
109	4	0.651	3.9	26.7	33.4	39	172.1	166.5
132	3	0.482	7.0	22.9	35.7	32	120.9	119.6
143	1	0.530	4.0	28.4	34.5	14	156.6	155.3
189	2	0.506	4.3	18.2	34.3	82	127.3	120.2
最小値		0.482	2.8	18.2	33.4	14.0	120.9	119.6
平均値		0.546	4.4	24.5	34.4	37.0	141.8	136.4
最大値		0.651	7.0	28.4	35.7	82.0	172.1	166.5
標準偏差		0.059	1.4	3.6	0.8	24.3	19.4	20.3
変動係数		10.8	31.4	14.7	2.2	65.6	13.7	14.9

○外層ラミナ

丸太ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的 ヤング係数	曲げ ヤング係数	
番号	番号	mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²	
42	2	0.520	3.5	24.2	20.5	31	131.3	124.1
50	1	0.543	7.3	12.1	10.0	20	127.4	124.8
257	4	0.543	3.8	38.1	33.6	10	155.6	138.8
263	2	0.586	2.1	32.6	34.4	31	152.0	141.2
276	3	0.574	4.4	47.0	32.6	16	135.7	124.3
最小値		0.520	2.1	12.1	10.0	10.0	127.4	124.1
平均値		0.553	4.2	30.8	26.2	21.6	140.4	130.6
最大値		0.586	7.3	47.0	34.4	31.0	155.6	141.2
標準偏差		0.024	1.7	11.9	9.6	8.3	11.3	7.7
変動係数		4.3	41.1	38.8	36.6	38.5	8.0	5.9

○中間層ラミナ

丸太ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的 ヤング係数	曲げ ヤング係数	
番号	番号	mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²	
100	2	0.519	4.3	18.2	20.6	26	126.5	112.9
121	2	0.502	4.6	21.1	29.3	47	117.5	117.1
182	2	0.498	5.8	24.8	33.8	23	124.2	117.7
189	1	0.527	3.0	35.2	35.2	44	145.9	117.0
200	3	0.514	4.7	22.4	27.0	30	131.8	112.9
最小値		0.498	3.0	18.2	20.6	23.0	117.5	112.9
平均値		0.512	4.5	24.3	29.2	34.0	129.2	115.5
最大値		0.527	5.8	35.2	35.2	47.0	145.9	117.7
標準偏差		0.011	0.9	5.8	5.2	9.7	9.6	2.1
変動係数		2.1	20.4	24.0	17.9	28.5	7.4	1.9

○内層ラミナ

丸太ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的 ヤング係数	曲げ ヤング係数	
番号	番号	mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²	
41	3	0.533	6.2	37.5	36.7	30	100.1	94.1
82	2	0.522	6.1	33.8	32.6	16	104.7	96.5
83	3	0.436	2.5	25.4	21.7	18	106.1	95.4
94	3	0.490	3.6	15.8	26.7	25	107.2	100.3
118	2	0.461	3.1	20.6	29.7	7	103.4	97.8
122	2	0.493	3.7	24.1	33.8	39	103.2	93.7
179	4	0.524	3.8	25.5	31.8	9	99.5	94.8
191	1	0.495	2.7	32.6	31.4	16	109.1	99.6
285	7	0.595	2.7	29.2	30.8	25	105.3	97.1
295	1	0.509	3.8	33.8	35.0	8	102.9	100.4
最小値		0.436	2.5	15.8	21.7	7.0	99.5	93.7
平均値		0.506	3.8	27.8	31.0	19.3	104.1	97.0
最大値		0.595	6.2	37.5	36.7	39.0	109.1	100.4
標準偏差		0.041	1.2	6.4	4.1	9.9	2.8	2.4
変動係数		8.1	32.9	23.1	13.1	51.2	2.7	2.5

付表-11 集成材を構成するラミナの形質 (集成材番号: No. 11)

○最外層ラミナ

丸太ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	動的曲げ ヤング係数	
番号	番号	mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²	
12	3	0.518	3.3	36.8	79.5	20	123.3	118.4
14	3	0.570	2.5	18.1	51.0	12	151.5	146.2
80	1	0.578	3.3	29.1	61.2	33	146.0	139.5
113	3	0.617	3.8	23.3	52.2	15	175.7	166.0
265	2	0.552	3.2	46.6	56.0	38	118.0	116.9
最小値		0.518	2.5	18.1	51.0	12.0	118.0	116.9
平均値		0.567	3.2	30.8	60.0	23.6	142.9	137.4
最大値		0.617	3.8	46.6	79.5	38.0	175.7	166.0
標準偏差		0.033	0.4	10.1	10.4	10.2	20.8	18.3
変動係数		5.7	12.7	32.7	17.3	43.1	14.6	13.3

○外層ラミナ

丸太ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	動的曲げ ヤング係数	
番号	番号	mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²	
5	3	0.556	4.1	21.8	52.7	107	128.0	115.5
52	4	0.490	4.9	37.5	60.0	28	109.9	109.8
111	3	0.504	4.1	24.8	61.3	20	110.3	109.2
198	2	0.503	3.1	21.8	53.5	13	113.6	110.2
257	3	0.543	2.8	48.3	52.0	11	131.9	111.9
最小値		0.490	2.8	21.8	52.0	11.0	109.9	109.2
平均値		0.519	3.8	30.8	55.9	35.8	118.8	111.3
最大値		0.556	4.9	48.3	61.3	107.0	131.9	115.5
標準偏差		0.026	0.8	10.5	3.9	36.1	9.3	2.3
変動係数		5.0	20.3	34.0	7.0	100.8	7.9	2.0

○中間層ラミナ

丸太ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	動的曲げ ヤング係数	
番号	番号	mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²	
91	2	0.492	4.5	24.1	52.5	30	117.6	106.5
175	2	0.498	5.4	16.6	55.9	15	112.6	105.3
253	1	0.485	4.5	30.9	50.8	2	129.3	107.8
279	5	0.526	3.2	33.2	52.0	19	110.2	105.0
286	2	0.533	3.2	29.6	84.5	30	114.9	104.2
最小値		0.485	3.2	16.6	50.8	2.0	110.2	104.2
平均値		0.507	4.2	26.9	59.1	19.2	116.9	105.8
最大値		0.533	5.4	33.2	84.5	30.0	129.3	107.8
標準偏差		0.019	0.8	5.9	12.8	10.5	6.7	1.3
変動係数		3.8	20.0	22.1	21.6	54.5	5.7	1.2

○内層ラミナ

丸太ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	動的曲げ ヤング係数	
番号	番号	mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²	
32	1	0.509	3.0	28.5	57.7	28	96.9	93.8
41	5	0.567	6.0	21.2	51.6	21	107.2	97.3
94	4	0.501	4.2	30.9	53.3	21	101.2	94.4
134	3	0.495	4.3	29.6	56.7	62	109.1	98.6
147	1	0.493	3.8	38.2	60.6	23	104.1	103.9
152	2	0.499	7.2	39.9	59.6	16	111.0	101.0
154	2	0.486	3.5	29.0	68.9	26	102.6	96.0
200	2	0.552	4.9	22.9	52.4	39	106.9	98.2
207	2	0.536	3.3	28.6	56.9	9	110.4	103.3
284	4	0.526	4.6	41.0	61.5	24	102.2	95.8
最小値		0.486	3.0	21.2	51.6	9.0	96.9	93.8
平均値		0.517	4.5	31.0	57.9	26.9	105.2	98.2
最大値		0.567	7.2	41.0	68.9	62.0	111.0	103.9
標準偏差		0.026	1.2	6.4	4.9	13.8	4.3	3.4
変動係数		5.0	27.4	20.7	8.4	51.4	4.1	3.4

付表-12 集成材を構成するラミナの形質 (集成材番号: No. 12)

○最外層ラミナ

丸太ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	動的曲げ ヤング係数	
番号	番号	mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²	
101	1	0.606	1.9	16.4	51.0	10	158.3	144.3
144	1	0.496	4.6	30.2	62.9	25	138.3	118.3
201	5	0.606	3.0	22.4	63.0	47	141.6	147.0
226	4	0.548	2.8	32.7	64.5	50	129.4	116.3
281	2	0.540	2.4	46.0	70.3	20	146.9	127.6
最小値		0.496	1.9	16.4	51.0	10.0	129.4	116.3
平均値		0.559	3.0	29.5	62.3	30.4	142.9	130.7
最大値		0.606	4.6	46.0	70.3	50.0	158.3	147.0
標準偏差		0.042	0.9	10.1	6.3	15.6	9.6	12.8
変動係数		7.5	30.9	34.1	10.1	51.2	6.7	9.8

○外層ラミナ

丸太ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	動的曲げ ヤング係数	
番号	番号	mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²	
53	1	0.530	5.5	29.6	50.5	28	110.5	108.8
87	4	0.497	3.3	33.2	64.3	15	116.6	111.3
92	3	0.517	2.5	23.1	58.2	20	115.5	110.2
220	3	0.468	4.7	27.2	52.7	38	125.3	115.2
266	2	0.508	3.5	32.6	56.2	22	113.9	109.3
最小値		0.468	2.5	23.1	50.5	15.0	110.5	108.8
平均値		0.504	3.9	29.2	56.4	24.6	116.4	110.9
最大値		0.530	5.5	33.2	64.3	38.0	125.3	115.2
標準偏差		0.021	1.1	3.7	4.8	7.9	4.9	2.3
変動係数		4.1	27.3	12.7	8.5	32.1	4.2	2.1

○中間層ラミナ

丸太ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	動的曲げ ヤング係数	
番号	番号	mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²	
91	4	0.521	2.6	35.1	54.5	19	114.9	107.8
151	2	0.563	3.1	30.3	61.3	104	115.8	106.3
192	2	0.473	7.0	26.6	52.6	66	110.7	104.0
277	3	0.515	4.7	54.9	58.4	55	109.0	104.6
278	3	0.541	2.6	30.2	50.6	23	111.3	105.2
最小値		0.473	2.6	26.6	50.6	19.0	109.0	104.0
平均値		0.522	4.0	35.4	55.5	53.4	112.3	105.6
最大値		0.563	7.0	54.9	61.3	104.0	115.8	107.8
標準偏差		0.030	1.7	10.1	3.9	31.1	2.6	1.3
変動係数		5.7	42.3	28.6	7.0	58.2	2.3	1.3

○内層ラミナ

丸太ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向 の傾斜比	動的曲げ ヤング係数	動的曲げ ヤング係数	
番号	番号	mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²	
84	5	0.476	8.8	23.0	53.3	14	102.3	97.4
107	3	0.486	4.3	26.0	50.7	22	107.5	96.0
207	3	0.544	3.6	32.1	67.2	19	112.3	102.4
253	2	0.470	4.4	55.2	66.4	12	106.0	97.2
253	3	0.491	2.9	33.3	61.4	2	107.8	94.3
268	1	0.467	2.5	36.2	56.7	8	99.1	98.6
274	4	0.490	3.9	27.3	53.9	8	110.7	95.7
274	3	0.485	4.6	31.3	55.7	26	112.3	103.7
275	1	0.516	3.2	31.4	64.5	15	106.7	99.7
280	3	0.525	4.2	47.0	57.8	32	104.6	93.8
最小値		0.467	2.5	23.0	50.7	2.0	99.1	93.8
平均値		0.495	4.2	34.3	58.8	15.8	106.9	97.9
最大値		0.544	8.8	55.2	67.2	32.0	112.3	103.7
標準偏差		0.024	1.6	9.3	5.5	8.6	4.0	3.1
変動係数		4.9	38.8	27.2	9.3	54.7	3.8	3.2

付表-13 集成材を構成するラミナの形質 (集成材番号: No. 13)

○最外層ラミナ

丸太ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向の傾斜比	動的曲げヤング係数	曲げヤング係数	
番号	番号	mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²	
28	2	0.556	2.6	24.8	52.0	20	149.1	146.3
74	2	0.567	2.7	30.2	58.7	23	126.1	124.9
166	2	0.567	2.4	27.9	51.4	13	131.9	115.6
193	1	0.549	3.9	22.4	59.0	22	157.4	139.6
210	3	0.524	3.9	27.2	80.9	10	119.4	117.0
最小値		0.524	2.4	22.4	51.4	10.0	119.4	115.6
平均値		0.553	3.1	26.5	60.4	17.6	136.8	128.7
最大値		0.567	3.9	30.2	80.9	23.0	157.4	146.3
標準偏差		0.016	0.7	2.7	10.7	5.2	14.3	12.2
変動係数		2.9	21.0	10.2	17.7	29.3	10.4	9.5

○外層ラミナ

丸太ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向の傾斜比	動的曲げヤング係数	曲げヤング係数	
番号	番号	mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²	
79	2	0.537	4.5	30.2	57.2	40	122.0	110.9
111	2	0.513	4.0	28.4	52.0	20	123.5	110.1
144	2	0.497	4.3	24.2	52.8	46	118.4	109.3
193	5	0.531	1.8	28.0	51.7	26	117.3	112.2
286	1	0.526	2.4	26.2	63.0	14	117.7	108.0
最小値		0.497	1.8	24.2	51.7	14.0	117.3	108.0
平均値		0.521	3.4	27.4	55.4	29.2	119.8	110.1
最大値		0.537	4.5	30.2	63.0	46.0	123.5	112.2
標準偏差		0.014	1.1	2.1	4.3	12.0	2.5	1.4
変動係数		2.7	31.9	7.5	7.8	41.2	2.1	1.3

○中間層ラミナ

丸太ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向の傾斜比	動的曲げヤング係数	曲げヤング係数	
番号	番号	mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²	
33	2	0.505	5.6	30.4	51.2	17	109.0	105.1
55	2	0.504	6.5	37.4	59.4	42	106.6	104.0
104	2	0.521	2.2	46.0	51.4	19	109.6	107.3
286	4	0.509	5.3	51.1	73.1	18	115.4	105.5
294	3	0.545	3.2	33.9	56.7	18	118.8	104.4
最小値		0.504	2.2	30.4	51.2	17.0	106.6	104.0
平均値		0.517	4.5	39.8	58.3	22.8	111.8	105.3
最大値		0.545	6.5	51.1	73.1	42.0	118.8	107.3
標準偏差		0.015	1.6	7.7	8.0	9.6	4.5	1.2
変動係数		3.0	35.3	19.3	13.7	42.2	4.0	1.1

○内層ラミナ

丸太ラミナ	比重	平均年輪幅	最大節径比	集中節径比	繊維走向の傾斜比	動的曲げヤング係数	曲げヤング係数	
番号	番号	mm	%	%	mm/m	tf/cm ²	tf/cm ²	
40	2	0.497	4.0	41.1	54.7	30	105.0	96.9
47	3	0.522	4.7	20.6	54.1	28	100.5	94.7
56	4	0.528	3.4	45.4	72.9	18	109.8	98.6
129	3	0.498	4.5	31.5	68.0	34	109.8	95.9
170	1	0.531	2.7	51.0	62.3	34	105.0	97.3
192	3	0.465	6.3	26.6	65.8	32	103.5	93.9
251	1	0.476	4.5	47.2	53.1	24	102.2	93.6
275	3	0.492	3.7	43.5	52.9	33	109.2	103.5
290	9	0.511	3.3	31.5	32.7	6	104.8	99.2
294	2	0.593	3.8	25.5	58.2	15	119.3	101.7
最小値		0.465	2.7	20.6	32.7	6.0	100.5	93.6
平均値		0.511	4.1	36.4	57.5	25.4	106.9	97.5
最大値		0.593	6.3	51.0	72.9	34.0	119.3	103.5
標準偏差		0.034	0.9	10.0	10.5	9.0	5.1	3.1
変動係数		6.6	22.8	27.5	18.4	35.6	4.8	3.2

追 録

アカマツ構造用大断面集成材の強度性能評価事業については、平成4年度からの2カ年事業としてきたところであるが、昨年度（平成5年3月）報告の一部に誤りがあったので訂正した頁のみを追録として巻末に編集しました。

編集に当たっては、昨年度の頁を（ ）書き併記するとともに訂正箇所には＝を付した。

表中の訂正箇所は、表4～6、9以外は集中節径比欄のみである。

① 丸太の径級

使用した原木丸太の径級の分布を図-1に示す。

丸太の径級は20~30cmの間に分布しており、径級24cmの丸太が最も多かった。

② 年輪数

年輪数の平均値は49.6で、21~115の範囲に分布していた。また、径級が大きくなると年輪数が多くなる傾向がみられた。

③ 節

材面に表れた節数の平均値は8.8個であり、径級30cmの丸太が6.7個と最も少なく、径級22cmの丸太が11.6個と最も多かった。

④ 曲がり

曲がりの平均値は、15.1%であった。

⑤ 動的ヤング係数

全原木丸太の平均値は $114.3 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$ で、変動係数は14.2%であった。

3. 2 製材歩止まり

表-2に径級別製材歩止まりと平均ラミナ採取枚数を示す。

製材歩止まりの全体の平均値は42.5%で、ラミナの平均採取枚数は4.2枚であった。径級別にみると、径級が大きくなるにつれてラミナの採取枚数は多くなったが、製材歩止まりは逆に減少していた。

3. 3 ラミナの形質調査

ラミナの形質調査結果を表-3に示す。

① 比重

比重は平均値が0.53で、変動係数が8.2%であった。

② 平均年輪幅

平均年輪幅は平均値が3.8mmで、変動係数が35.8%であった。

③ 節径比

最大節径比は平均値が25.3%で、変動係数が29.7%であった。集中節径比は平均値が35.1%で、変動係数が36.1%であった。

④ 繊維走向の傾斜比

繊維走向の傾斜比は平均値が25.4mm/mで、変動係数が54.3%とかなりバラツキが大きかった。

⑤ ヤング係数

曲げヤング係数は平均値が $115.1 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$ 、変動係数が18.3%で、 $65.3 \sim 187.3 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$ の範囲に分布していた。この値は、原木丸太の動的ヤング係数と近似している。そこで、原木丸太の動的ヤング係数とラミナの曲げヤング係数の関係を図-2に示す。両者の間に相関関係 ($r=0.65$) が認められた。し

表-3 ラ ミ ナ の 形 質 調 査 結 果

測定項目	丸 太 の 径 級 (cm)							全 体
	20	22	24	26	28	30		
枚数 (枚)	3	122	250	269	215	68	927	
比 重	0.48 (0.48~0.49)	0.56 (0.46~0.60)	0.53 (0.44~0.68)	0.53 (0.44~0.81)	0.53 (0.43~0.65)	0.53 (0.44~0.66)	0.53 (0.43~0.81)	
平均年輪幅 (mm)	2.0 (1.7~2.3)	3.5 (1.4~7.3)	3.6 (1.3~7.0)	3.8 (1.4~8.8)	4.0 (1.4~8.3)	4.0 (1.3~8.0)	3.8 (1.3~8.8)	
最大節径比 (%)	23.8 (16.3~28.5)	24.7 (9.1~49.6)	25.1 (7.3~51.0)	24.6 (5.4~49.0)	26.3 (5.4~48.6)	26.6 (10.3~49.0)	25.3 (5.4~51.0)	
集中節径比 (%)	32.1 (23.4~44.9)	34.5 (7.0~80.9)	35.2 (6.1~65.9)	34.8 (1.1~89.0)	36.5 (2.4~79.5)	32.9 (6.7~56.1)	35.1 (1.1~89.0)	
繊維走向の傾斜 (mm/m)	25.7 (8~51)	22.1 (3~82)	21.7 (0~62)	27.3 (3~107)	28.6 (2~114)	27.4 (6~58)	25.4 (0~114)	
動的ヤング係数 (10 ³ kgf/cm ²)	129.1 (116~146)	123.2 (85~185)	126.1 (82~196)	123.7 (67~194)	120.0 (74~193)	117.1 (71~178)	123.0 (67~196)	
曲げヤング係数 (10 ³ kgf/cm ²)	117.7 (112~126)	115.0 (78~180)	117.9 (84~184)	115.9 (72~187)	112.0 (74~179)	111.8 (65~167)	115.1 (65~187)	

注) 数値は平均値、()内の数値は範囲を示す

次に、ラミナの曲げヤング係数とラミナの動的ヤング係数の関係を図-4に示す。曲げヤング係数と動的ヤング係数の間には、きわめて高い相関関係 ($r=0.96$) が認められた。

3. 4 ラミナの等級区分

ラミナの形質調査結果を基にして、視覚的等級区分と機械的等級区分を行った。

① 視覚的等級区分

構造用大断面集成材の日本農林規格における挽き板（ラミナ）の品質基準に準拠して等級区分した結果を表-4に示す。等級ごとの出現頻度は、4等が最も高く、3等、2等、等級外、1等の順であった。等級外は欠点により規格からはずれたものであるが、この原因となる欠点は節であった。径級別にみると径級の大きいものほど1、2等が増える傾向にある。

表-5に等級区分の際に最も影響した欠点の出現率を示す。等級を決定する要因としては、節が最も多く、89.2%を占めていた。

② 機械的等級区分

ラミナの曲げヤング係数の分布を図-5に示す。

構造用大断面集成材の日本農林規格では、外層用ラミナの曲げ性能として、曲げヤング係数を規定している。この規定に従ってラミナの等級区分を行うと、1等ラミナ ($125 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$ 以上)の割合が28.9%、2等ラミナ ($115 \sim 125 \times$

表-4 ラミナの視覚的等級区分結果
単位:%

等級	丸太の径級 (cm)						全体
	20	22	24	26	28	30	
1等	0.0	1.6	2.0	4.1	3.7	4.4	3.1
2等	33.3	17.2	11.2	13.4	9.3	22.1	13.1
3等	0.0	11.5	22.8	21.5	20.0	11.8	18.3
4等	66.7	59.0	59.2	50.2	49.8	54.4	54.1
等級外	0.0	10.7	8.8	10.8	17.2	7.3	11.4

表-5 等級決定要因

要因	比率 (%)
節	89.2
心持ち	10.7
平均年輪幅	0.1
縦維走向の傾斜比	0.0

表-6 曲げ試験体の等級ごとの試験体数

	等級					等級外
	1等	2等	3等	4等	等級外	
通しラミナ	46	16	9	30	1	
縦継ぎラミナ	50	11	4	33	2	

表-7 通しラミナの曲げ試験結果

測定項目	最小値	平均値	最大値	標準偏差
試験時の比重	0.42	0.52	0.66	0.05
平均年輪幅 (mm)	1.2	3.4	8.3	1.2
最大節径比 (%)	0.0	8.3	38.1	9.3
集中節径比 (%)	0.0	9.5	50.6	12.3
繊維走向の傾斜比 (mm/m)	0	21	106	18
含水率 (%)	9.7	11.0	13.9	0.8
曲げヤング係数 (10^3kgf/cm^2)	78.6	124.3	185.6	19.8
曲げ比例応力 (kgf/cm^2)	215.8	340.4	590.6	67.8
曲げ破壊係数 (kgf/cm^2)	335.5	608.4	1042.2	137.7
曲げ比例応力/曲げ破壊係数	0.399	0.571	0.878	0.097

表-8 縦継ぎラミナの曲げ試験結果

測定項目	最小値	平均値	最大値	標準偏差
試験時の比重	0.44	0.51	0.61	0.04
平均年輪幅 (mm)	1.3	3.5	8.3	1.2
最大節径比 (%)	0.0	11.0	56.3	13.3
集中節径比 (%)	0.0	11.9	73.1	16.0
繊維走向の傾斜比 (mm/m)	0	16	57	12
含水率 (%)	9.4	10.8	13.3	0.7
曲げヤング係数 (10^3kgf/cm^2)	66.6	121.6	169.9	22.1
曲げ比例応力 (kgf/cm^2)	212.9	330.2	539.2	72.1
曲げ破壊係数 (kgf/cm^2)	250.0	472.5	681.2	98.9
曲げ比例応力/曲げ破壊係数	0.470	0.710	1.000	0.119

(74)

174

表-9 引張試験体の等級ごとの試験体数

	1等	2等	3等	4等	等級外
通しラミナ	15	23	19	39	4
縦織ぎラミナ	26	11	12	48	4

表-10 通しラミナの引張試験結果

測定項目	最小値	平均値	最大値	標準偏差
試験時の比重	0.43	0.52	0.62	0.04
平均年輪幅 (mm)	1.2	3.5	8.3	1.3
最大節径比 (%)	0.0	17.4	51.3	10.0
集中節径比 (%)	0.0	23.7	60.0	14.8
繊維走向の傾斜比 (mm/m)	0	18	74	13
含水率 (%)	9.7	11.2	13.2	0.7
曲げヤング係数 (10^3kgf/cm^2)	71.2	108.0	154.1	20.5
引張強度 (kgf/cm^2)	121.8	342.6	775.0	137.6

表-11 縦織ぎラミナの引張試験結果

測定項目	最小値	平均値	最大値	標準偏差
試験時の比重	0.38	0.51	0.85	0.07
平均年輪幅 (mm)	1.2	3.6	7.8	1.3
最大節径比 (%)	0.0	18.7	53.1	13.7
集中節径比 (%)	0.0	23.4	96.3	18.7
繊維走向の傾斜比 (mm/m)	0	16	56	13
含水率 (%)	9.9	10.9	13.2	0.7
曲げヤング係数 (10^3kgf/cm^2)	71.8	108.8	158.9	20.6
引張強度 (kgf/cm^2)	105.8	290.3	644.2	108.5

付表-2 通しラミナの曲げ試験結果

試験体番号	最大 断径比 (%)	集 断径比 (%)	縦 断 の 傾 斜 比 (mm/m)	平均 年 輪 幅 (mm)	試 験 時 の 比 重	等 級 ^{*2}	含 水 率 (%)	曲 げ ヤ ン 係 数 (10^3kgf/cm^2)	曲 げ 比 例 限 度 応 力 (kgf/cm^2)	曲 げ 破 壊 係 数 (kgf/cm^2)	曲げ比例限度力		破壊位置 ^{*3}
											曲げ比例限度力 (kgf/cm^2)	曲げ破壊係数	
BP-001	13.8	14.1	5	1.8	0.600	0	12.2	154.9	503.1	663.4	0.758	1	
2	0.0	0.0	30	1.2	0.610	0	11.6	161.1	590.6	1042.2	0.567	0	
3	8.8	4.4	11	2.4	0.540	0	11.2	140.9	415.6	637.6	0.652	0	
4	13.8	17.5	0	1.7	0.592	0	11.6	150.3	399.8	811.9	0.492	0	
5	11.3	5.6	3	2.0	0.604	0	12.8	150.0	529.4	744.2	0.711	1	
6	0.0	0.0	22	2.3	0.602	0	12.5	149.8	372.4	724.2	0.514	0	
7	0.0	0.0	29	3.4	0.655	1	13.9	143.9	398.8	890.3	0.448	0	
8	20.6	19.1	29	4.9	0.494	0	11.0	124.3	371.6	680.6	0.546	0	
9	13.1	13.1	17	1.5	0.534	0	11.4	139.2	442.8	696.0	0.636	0	
10	18.8	19.7	15	1.4	0.587	0	10.9	185.6	366.1	884.8	0.414	0	
11	11.3	14.7	19	4.0	0.557	0	10.4	150.7	402.2	800.8	0.502	0	
12	0.0	0.0	20	2.7	0.585	0	12.1	163.0	508.1	904.6	0.562	0	
13	20.0	25.9	30	3.5	0.521	3	11.4	130.0	348.9	568.9	0.613	0	
14	0.0	0.0	49	3.5	0.572	0	11.5	144.0	380.4	708.3	0.537	1	
15	13.8	13.4	18	2.9	0.611	1	12.1	140.0	346.2	682.0	0.508	0	
16	11.9	11.6	8	2.7	0.566	0	13.1	150.0	401.1	641.1	0.626	0	
17	0.0	0.0	22	2.3	0.531	1	11.5	134.2	360.9	617.4	0.585	1	
18	10.6	10.0	12	1.9	0.606	0	11.3	144.9	421.4	764.7	0.551	0	
19	16.9	14.1	47	2.7	0.583	0	11.7	141.5	374.0	737.4	0.507	0	
20	0.0	0.0	35	2.3	0.488	0	10.3	146.4	324.1	636.3	0.509	1	
21	14.4	13.8	20	3.6	0.509	2	11.8	120.0	328.5	665.7	0.493	0	
22	0.0	0.0	27	2.4	0.525	0	11.0	121.3	362.5	446.0	0.813	0	
23	0.0	0.0	5	5.1	0.532	0	10.6	109.4	355.4	615.7	0.577	0	
24	0.0	0.0	5	4.3	0.478	0	11.5	138.3	399.8	660.7	0.605	0	
25	15.0	13.4	23	3.1	0.518	1	10.9	123.4	316.9	595.5	0.532	0	
26	0.0	0.0	25	2.3	0.532	0	10.4	164.7	370.7	797.0	0.465	0	
27	0.0	0.0	6	2.2	0.492	0	10.7	128.7	318.5	668.1	0.477	0	
28	0.0	0.0	9	2.6	0.503	1	10.5	137.9	398.6	623.6	0.639	1	
29	0.0	0.0	7	3.6	0.524	0	11.0	140.3	318.6	555.9	0.573	0	
30	13.1	12.2	19	2.8	0.482	1	11.1	119.4	295.3	440.6	0.670	0	
31	11.9	5.9	9	5.3	0.430	0	10.4	105.8	271.6	447.3	0.607	0	
32	18.8	28.4	7	2.0	0.533	0	11.8	134.2	329.2	606.6	0.543	0	
33	0.0	0.0	16	2.2	0.499	0	10.7	121.6	355.2	713.0	0.498	1	
34	23.1	21.6	4	2.1	0.529	0	11.6	126.5	400.7	652.9	0.614	0	
35	0.0	0.0	26	3.6	0.538	1	11.6	141.6	391.3	599.2	0.653	1	
36	0.0	0.0	23	3.3	0.555	1	11.5	113.8	357.6	510.0	0.701	0	
37	8.1	15.6	6	3.6	0.575	1	12.6	129.4	339.7	614.5	0.553	0	
38	0.0	0.0	36	1.9	0.508	0	11.1	144.4	431.1	697.2	0.618	1	
39	0.0	0.0	30	2.3	0.567	0	11.0	151.5	426.8	640.2	0.667	0	
40	21.6	45.3	25	2.1	0.552	0	10.7	139.9	390.2	704.9	0.554	0	
41	15.6	28.4	47	3.2	0.538	0	11.0	123.0	354.8	548.6	0.647	0	
42	13.1	10.6	0	1.6	0.537	0	11.0	142.2	449.3	589.6	0.762	0	
43	0.0	0.0	4	3.1	0.514	0	11.0	136.8	340.6	674.9	0.505	0	
44	0.0	0.0	23	2.2	0.511	0	10.6	123.2	358.8	660.1	0.544	1	
45	10.6	5.3	22	3.4	0.447	0	10.9	126.0	317.9	616.8	0.515	0	

付表一 2 通しラミナの曲げ試験結果

試験体番号	最大節径比 (%)	集節比 (%)	繊維走向の傾斜比 (mm/m)	平均年輪幅 (mm)	髓 ^{*1} 等級 ^{*2}	試験時の比重	含水率 (%)	曲げヤング係数 (10 ³ kgf/cm ²)	曲げ比例限度応力 (kgf/cm ²)	曲げ破壊係数 (kgf/cm ²)	曲げ比例限度応力 / 曲げ破壊係数	破壊位置 ^{*3}
BP-046	7.5	3.8	9	2.9	0	0.464	10.6	108.0	247.4	432.3	0.572	0
47	0.0	0.0	16	4.5	1	0.577	11.8	118.9	381.9	435.1	0.878	1
48	11.3	5.6	15	2.6	1	0.493	10.1	130.4	402.7	771.4	0.522	0
49	0.0	0.0	24	3.9	0	0.481	10.1	107.9	247.0	618.7	0.399	0
50	13.1	16.9	35	2.3	0	0.536	11.5	150.1	399.3	791.2	0.505	0
51	0.0	0.0	19	1.9	0	0.507	10.7	140.2	354.5	840.2	0.422	0
52	0.0	0.0	11	4.2	0	0.565	11.7	155.1	402.4	933.0	0.431	0
53	8.8	6.6	14	3.1	0	0.479	10.4	124.9	318.7	543.9	0.586	0
54	0.0	0.0	9	2.9	0	0.487	10.7	118.6	343.4	741.0	0.463	0
55	0.0	0.0	41	5.0	0	0.516	11.1	105.9	312.7	671.1	0.466	0
56	20.6	22.5	4	3.8	0	0.500	10.7	121.3	311.6	590.4	0.528	0
57	16.3	25.3	17	4.1	0	0.531	11.0	111.4	279.2	453.1	0.616	0
58	0.0	0.0	20	4.1	0	0.502	10.5	133.6	324.8	705.2	0.461	0
59	0.0	0.0	21	3.4	0	0.559	11.8	127.9	261.7	487.1	0.537	1
60	12.5	24.1	5	2.8	1	0.511	10.3	110.6	259.6	345.0	0.753	0
61	0.0	0.0	20	3.2	1	0.493	10.7	120.8	393.4	673.2	0.584	1
62	0.0	0.0	22	3.7	0	0.517	11.5	130.0	340.6	679.9	0.501	1
63	16.9	17.2	5	4.6	0	0.470	11.3	134.5	388.2	518.4	0.749	0
64	0.0	0.0	13	3.9	1	0.507	10.4	127.3	327.3	753.2	0.435	0
65	0.0	0.0	4	3.2	0	0.439	10.3	115.6	252.7	543.3	0.465	0
66	13.1	8.4	10	4.0	0	0.493	10.6	119.1	339.0	586.4	0.578	0
67	0.0	0.0	19	5.2	0	0.526	10.0	111.6	334.6	704.6	0.475	1
68	0.0	0.0	25	5.7	1	0.491	9.7	110.3	332.6	665.2	0.500	0
69	10.0	13.4	30	3.9	0	0.530	11.9	123.6	253.6	537.4	0.472	0
70	31.3	50.6	21	4.8	1	0.467	10.1	105.1	272.1	375.1	0.725	0
71	15.6	25.9	0	5.2	0	0.530	9.9	105.1	246.1	578.2	0.426	0
72	13.1	20.3	6	2.4	0	0.495	9.8	108.4	347.8	527.7	0.659	0
73	0.0	0.0	0	4.6	1	0.428	11.0	112.6	308.2	593.3	0.519	1
74	0.0	0.0	22	3.7	0	0.526	10.6	143.9	412.2	716.7	0.575	1
75	18.1	30.9	33	3.9	0	0.592	12.0	123.2	279.2	425.4	0.656	0
76	0.0	0.0	9	4.4	1	0.522	10.9	103.3	270.9	471.4	0.575	0
77	18.1	9.1	15	4.3	0	0.437	10.8	112.6	369.3	447.2	0.826	0
78	20.0	24.7	4	3.1	0	0.461	10.0	107.1	273.3	466.6	0.586	1
79	0.0	0.0	12	6.3	0	0.488	10.5	116.6	363.3	643.9	0.564	0
80	0.0	0.0	26	3.6	0	0.547	10.6	97.6	298.2	593.7	0.502	0
81	16.3	12.2	15	2.7	0	0.419	9.9	100.6	295.3	503.5	0.586	0
82	18.1	16.6	36	3.8	0	0.541	10.3	136.3	307.5	594.1	0.518	0
83	0.0	0.0	7	5.9	1	0.544	13.3	109.3	347.8	515.6	0.675	0
84	0.0	0.0	40	4.0	0	0.499	10.6	112.7	334.1	607.6	0.550	1
85	26.9	36.3	38	2.8	0	0.484	10.4	104.3	253.9	454.3	0.559	0
86	0.0	0.0	8	3.2	1	0.525	11.1	104.7	327.8	483.7	0.678	0
87	0.0	0.0	5	2.6	0	0.568	9.8	122.4	353.5	663.6	0.533	1
88	0.0	0.0	7	5.5	1	0.458	10.1	105.8	253.5	499.3	0.508	0
89	0.0	0.0	86	3.1	0	0.492	10.7	124.1	328.8	647.1	0.508	0
90	20.6	35.0	48	4.6	1	0.421	9.8	91.8	222.3	454.3	0.489	0

(87)

付表一 2 通しラミナの曲げ言式験系結果

試験体番号	最大節径比 (%)	集節径比 (%)	繊維走向の傾斜比 (mm/m)	平均年輪幅 (mm)	髓*1 等級*2 の比重	試験時の含水率 (%)	曲げヤング係数 (10 ³ kgf/cm ²)	曲げ比例限度応力* (kgf/cm ²)	曲げ破壊係数 (kgf/cm ²)	曲げ比例限度応力 / 曲げ破壊係数	破壊位置**3		
BP-091	23.1	41.9	11	1.5	0	4	0.521	11.6	97.2	218.0	343.0	0.636	0
92	13.8	6.9	61	3.2	1	4	0.454	9.9	97.7	235.5	442.8	0.532	0
93	14.4	13.8	38	5.3	1	4	0.517	10.3	113.5	291.8	547.3	0.533	0
94	0.0	0.0	17	5.8	1	4	0.485	10.5	124.8	246.6	447.9	0.551	0
95	5.6	2.8	82	4.6	0	1	0.519	11.4	93.5	299.5	576.6	0.519	0
96	0.0	0.0	106	4.7	0	4	0.557	11.0	90.8	316.7	456.1	0.694	0
97	5.0	2.5	21	4.1	0	1	0.537	11.2	91.8	318.9	717.8	0.444	0
98	38.1	44.7	20	3.1	0	4	0.466	10.2	111.1	253.1	446.7	0.567	0
99	27.5	26.9	31	1.5	0	3	0.496	10.7	96.8	215.8	359.1	0.601	0
100	31.9	27.8	25	2.7	0	3	0.492	10.2	78.6	280.8	335.5	0.837	0
101	9.4	8.1	29	4.4	0	1	0.485	9.7	83.8	230.5	406.4	0.567	0
102	0.0	0.0	12	8.3	1	4	0.429	10.1	90.6	307.5	509.1	0.604	0
最小値	0.0	0.0	0	1.2			0.419	9.7	78.6	215.8	335.5	0.399	
平均値	8.3	9.5	21	3.4			0.519	11.0	124.3	340.4	608.4	0.571	
最大値	38.1	50.6	106	8.3			0.655	13.9	185.6	590.6	1042.2	0.878	
標準偏差	9.3	12.3	18	1.2			0.047	0.8	19.8	67.8	137.7	0.097	
変動係数	111.8	130.0	83.5	36.8			9.0	7.3	15.9	19.9	22.6	17.0	

注) *1 0:心去り、1:心持ち
 *2 1~4:1~4等、5:等級外
 *3 0:荷重点間、1:荷重点間外

付表-3 縦向きミナノの曲げ試験結果

試験体番号	最大節径比 (%)	集中節径比 (%)	繊維走向の傾斜比 (mm/m)	平均年輪幅 (mm)	髓 ^{*1}	等級 ^{*2}	試験時の比重	含水率 (%)	曲げヤン グ係数 (10 ³ kgf/cm ²)	曲げ比例 限度応力 (kgf/cm ²)	曲げ破壊 係数 (kgf/cm ²)	曲げ比例限度応力 曲げ破壊係数	破壊位置 ^{*3}
BF-001	0.0	0.0	6	1.6	0	1	0.597	12.4	168.0	488.6	641.9	0.761	0
2	12.5	21.6	13	2.3	0	2	0.584	13.0	164.9	351.1	647.3	0.542	0
3	0.0	0.0	27	2.7	0	1	0.563	11.5	169.9	528.1	528.1	1.000	0
4	17.5	25.6	5	3.3	0	3	0.574	11.2	155.9	351.6	555.6	0.633	0
5	0.0	0.0	6	3.3	0	1	0.562	12.1	145.9	539.2	637.8	0.845	0
6	16.9	22.8	27	3.1	0	2	0.589	11.7	136.1	348.9	432.5	0.807	1
7	0.0	0.0	11	2.4	0	1	0.571	11.1	145.8	430.8	486.9	0.885	0
8	0.0	0.0	17	3.1	0	1	0.566	13.3	159.0	482.2	681.2	0.708	0
9	0.0	0.0	27	2.0	0	1	0.498	10.8	153.4	464.2	532.3	0.872	0
10	13.8	8.4	0	3.4	0	1	0.523	11.3	143.4	484.2	600.9	0.806	0
11	0.0	0.0	6	3.5	0	1	0.587	9.7	140.5	488.0	625.8	0.780	0
12	15.6	30.9	11	3.7	1	4	0.558	11.1	140.4	370.7	493.4	0.751	0
13	0.0	0.0	1	2.7	1	4	0.535	11.1	147.1	419.3	622.1	0.674	0
14	7.5	9.1	20	3.2	0	1	0.551	11.8	147.2	333.7	610.5	0.547	0
15	13.8	10.0	23	2.4	1	4	0.501	11.2	143.0	460.9	529.6	0.870	0
16	37.5	45.6	11	2.8	1	4	0.518	11.2	111.9	264.3	378.1	0.699	0
17	0.0	0.0	8	2.3	0	1	0.511	10.7	136.1	458.2	527.4	0.869	0
18	16.3	10.3	25	2.8	0	1	0.500	10.4	139.2	387.8	458.9	0.845	0
19	0.0	0.0	19	2.9	1	4	0.523	10.8	162.7	356.2	543.9	0.655	0
20	33.1	31.6	15	2.1	0	3	0.513	10.7	133.4	273.6	428.6	0.638	1
21	26.9	33.8	4	3.9	0	4	0.508	10.2	127.5	278.2	397.1	0.700	0
22	11.3	11.3	9	4.9	0	1	0.550	10.7	147.5	505.1	670.2	0.754	0
23	11.9	17.8	9	3.1	1	4	0.529	11.0	141.8	354.3	456.8	0.776	0
24	10.6	5.3	17	1.3	0	1	0.569	11.5	139.0	328.8	637.2	0.516	0
25	8.8	10.3	8	3.5	0	1	0.529	10.7	128.1	377.2	430.7	0.876	1
26	0.0	0.0	1	3.9	1	4	0.527	11.3	131.8	417.3	457.7	0.912	0
27	0.0	0.0	5	1.5	0	1	0.588	11.2	158.6	387.8	547.1	0.709	1
28	32.5	46.6	16	3.5	0	4	0.516	11.5	131.9	358.8	501.9	0.715	1
29	0.0	0.0	20	3.8	0	1	0.501	11.2	136.3	463.8	587.6	0.789	0
30	0.0	0.0	10	3.0	0	1	0.471	10.7	132.0	399.0	578.1	0.690	0
31	0.0	0.0	8	2.7	0	1	0.549	11.2	146.3	458.7	635.4	0.722	0
32	0.0	0.0	5	2.6	0	1	0.475	10.6	135.9	313.4	559.5	0.560	0
33	0.0	0.0	42	3.1	0	1	0.551	10.8	136.6	293.1	624.1	0.470	0
34	0.0	0.0	10	3.5	0	1	0.539	11.3	151.9	340.4	463.7	0.734	0
35	20.0	17.5	5	1.8	0	2	0.485	10.8	122.1	277.1	546.1	0.507	0
36	5.6	5.0	16	5.3	0	1	0.551	11.0	113.4	280.1	466.8	0.600	0
37	0.0	0.0	27	3.9	0	1	0.469	10.8	128.1	292.9	441.2	0.664	0
38	21.3	20.0	14	2.7	0	2	0.499	11.0	121.5	282.2	395.3	0.714	0
39	18.8	9.4	51	3.3	1	4	0.516	10.9	131.4	318.8	547.1	0.583	0
40	0.0	0.0	2	3.7	0	1	0.503	11.1	131.4	403.7	450.2	0.897	0
41	0.0	0.0	7	3.4	1	4	0.534	12.2	134.3	357.5	538.1	0.664	0
42	18.8	13.4	11	1.9	0	2	0.510	11.5	134.2	290.6	542.8	0.535	0
43	20.0	43.8	25	3.5	0	4	0.521	11.6	119.4	290.9	330.0	0.881	0
44	10.0	11.9	23	3.5	0	1	0.445	10.1	126.5	404.4	500.8	0.808	0
45	18.8	27.5	49	2.4	0	3	0.528	11.1	125.0	319.9	395.0	0.810	0

付表一3 続継ぎラミナの曲げ言式験結果

試験体番号	最大節徑比 (%)	集節徑比 (%)	纖維走向の傾斜比 (mm/m)	平均年輪幅 (mm)	髓 ¹ 等級 ² の比重	試験時の含水率 (%)	曲げヤンゲ係数 (10 ³ kgf/cm ²)	曲げ比例限度応力 (kgf/cm ²)	曲げ破壊係数 (kgf/cm ²)	曲げ比例限度応力		破壊位置 ³
										曲げ比例限度係数	曲げ破壊係数	
BF-046	21.3	10.6	16	2.5	4	0.445	11.2	119.5	291.7	443.1	0.658	0
47	0.0	0.0	3	2.3	0	0.500	11.0	124.0	281.3	470.8	0.597	1
48	13.8	16.3	30	3.1	0	0.551	10.5	134.9	293.9	562.1	0.523	0
49	15.6	15.0	5	1.8	2	0.465	10.7	120.4	283.6	541.4	0.524	0
50	0.0	0.0	27	3.8	0	0.478	10.0	127.1	335.6	569.3	0.590	0
51	21.9	6.6	2	2.9	0	0.483	10.3	111.7	314.3	420.8	0.747	1
52	0.0	0.0	19	4.0	0	0.495	10.4	145.4	411.5	517.9	0.795	0
53	0.0	0.0	1	3.0	0	0.484	9.8	124.2	357.4	622.8	0.574	0
54	22.5	42.2	9	2.7	0	0.514	10.4	124.4	283.4	471.8	0.601	1
56	23.1	10.6	6	4.2	0	0.477	10.1	108.1	287.3	462.0	0.622	1
57	0.0	0.0	10	2.2	0	0.492	10.7	129.3	342.4	640.8	0.534	0
58	25.0	23.4	8	3.4	1	0.495	11.3	113.3	261.2	505.4	0.517	0
59	0.0	0.0	26	4.3	0	0.452	10.7	127.4	287.9	452.6	0.636	0
60	43.8	21.3	20	2.9	1	0.558	11.4	115.5	280.6	387.1	0.725	1
61	14.4	7.2	23	2.4	0	0.470	10.5	112.5	313.9	428.4	0.733	1
62	39.4	19.7	15	3.4	0	0.518	11.0	104.0	277.0	404.7	0.684	0
63	11.9	29.7	22	2.7	0	0.497	10.9	127.6	295.6	445.9	0.663	0
64	0.0	0.0	3	5.6	0	0.494	10.3	130.6	352.9	466.2	0.757	0
65	0.0	0.0	32	8.3	1	0.491	10.2	110.8	316.9	440.5	0.719	1
66	0.0	0.0	10	4.0	0	0.461	10.5	97.0	268.4	304.0	0.883	1
67	29.4	59.4	11	5.1	0	0.465	9.8	80.8	259.9	279.9	0.928	1
68	0.0	0.0	8	4.6	1	0.480	11.6	115.1	256.4	353.6	0.725	0
69	0.0	0.0	15	2.1	0	0.469	10.1	115.6	306.1	544.2	0.562	0
70	0.0	0.0	27	6.7	1	0.465	10.6	109.5	262.2	357.9	0.733	0
71	0.0	0.0	19	3.3	0	0.542	10.4	110.9	294.2	564.2	0.521	0
72	0.0	0.0	57	4.0	0	0.479	10.2	120.9	276.6	386.2	0.716	0
73	39.4	36.3	34	4.8	1	0.470	10.8	100.8	276.1	426.1	0.648	0
74	0.0	0.0	0	2.5	0	0.476	10.4	108.9	279.4	468.3	0.597	1
75	29.4	37.5	29	3.8	1	0.510	11.2	125.5	285.6	506.1	0.564	1
76	0.0	0.0	7	4.9	0	0.445	11.2	101.4	293.4	440.6	0.666	0
77	25.6	22.8	4	2.5	0	0.529	11.2	109.9	318.0	396.6	0.802	0
78	28.8	14.4	3	5.1	0	0.488	10.2	99.0	278.0	311.1	0.894	1
79	25.6	38.8	1	2.5	0	0.478	10.0	87.7	258.0	344.3	0.749	0
80	56.3	49.1	23	3.4	1	0.458	10.5	92.9	288.8	377.3	0.765	1
81	0.0	0.0	4	2.2	0	0.479	10.3	108.4	292.2	457.9	0.638	1
82	0.0	0.0	25	3.6	0	0.465	10.1	109.7	318.9	550.0	0.580	0
83	0.0	0.0	5	3.1	0	0.473	10.6	105.7	262.0	445.9	0.588	1
84	0.0	0.0	42	3.1	1	0.490	10.5	90.4	279.0	365.0	0.764	1
85	0.0	0.0	46	3.3	0	0.487	10.5	108.9	291.2	456.6	0.638	0
86	0.0	0.0	15	3.9	1	0.446	10.2	95.7	278.2	352.9	0.789	0
87	21.9	39.4	34	3.0	0	0.473	9.5	95.2	306.8	444.2	0.691	0
88	0.0	0.0	20	4.6	1	0.446	10.3	110.8	293.5	394.6	0.744	0
89	15.6	20.6	7	4.8	1	0.491	10.6	102.0	274.4	438.3	0.626	0
91	0.0	0.0	3	5.4	0	0.437	10.4	97.0	276.2	335.3	0.824	0
92	0.0	0.0	29	2.3	1	0.605	10.6	97.3	259.3	381.1	0.680	1



付表-3 縦継ぎラミナの曲げ試験結果

試験体番号	最大節径比 (%)	集中節径比 (%)	繊維走向の傾斜比 (mm/m)	平均年輪幅 (mm)	髓*1	等級*2	試験時の比重	含水率 (%)	曲げヤング係数 (10 ³ kgf/cm ²)	曲げ比例限度応力 (kgf/cm ²)	曲げ破壊係数 (kgf/cm ²)	曲げ比例限度応力		破壊位置**3
												曲げ破壊係数	曲げ破壊係数	
BF-093	13.8	6.9	18	6.0	1	4	0.476	10.6	88.0	273.4	372.7	0.734	1	
94	32.5	18.1	27	4.6	1	4	0.467	10.2	75.4	279.3	393.6	0.710	0	
95	25.6	12.8	1	3.1	0	2	0.496	10.1	104.0	318.3	437.5	0.728	1	
96	13.8	24.7	4	6.2	1	4	0.452	10.2	84.1	275.5	362.0	0.761	1	
97	39.4	73.1	23	4.6	0	5	0.454	11.2	66.6	212.9	254.8	0.836	1	
98	0.0	0.0	35	4.0	0	1	0.472	9.6	87.0	324.5	388.7	0.835	1	
99	0.0	0.0	5	5.7	0	1	0.483	9.4	86.5	280.5	280.5	1.000	1	
100	0.0	0.0	2	4.4	0	1	0.456	10.5	112.1	274.9	432.4	0.636	0	
101	0.0	0.0	20	3.9	1	4	0.466	10.0	93.5	276.3	475.3	0.581	1	
102	35.6	43.4	19	3.0	0	4	0.533	9.9	78.5	228.6	250.0	0.914	1	
最小値	0.0	0.0	0	1.3			0.437	9.4	66.6	212.9	250.0	0.470		
平均値	11.0	11.9	16	3.5			0.505	10.8	121.6	330.2	472.5	0.710		
最大値	56.3	73.1	57	8.3			0.605	13.3	169.9	539.2	681.2	1.000		
標準偏差	13.3	16.0	12	1.2			0.040	0.7	22.1	72.1	98.9	0.119		
変動係数	120.6	134.8	78.4	34.0			8.0	6.2	18.2	21.8	20.9	16.8		

注) *1 0:心去り、1:心持ち

*2 1~4:1~4等、5:等級外

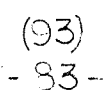
*3 0:縦継ぎ部分から破壊、1:縦継ぎ以外から破壊

付表一 4 通しラミナの引張試験結果

試験体番号	最大節径比 (%)	集中節径比 (%)	繊維走向の傾斜比 (mm/m)	平均年輪幅 (mm)	髓 ^{*1}	等級 ^{*2}	試験時の比重	含水率 (%)	曲げヤング係数 (10 ⁹ kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)	破壊位置 ^{*3}
TP-001	6.9	3.4	14	3.6	0	1	0.601	10.5	146.1	682.3	0
2	51.3	44.7	10	2.4	1	4	0.587	11.9	154.1	483.7	1
3	25.0	26.9	14	2.6	1	3	0.596	11.4	140.0	482.4	0
4	17.5	23.4	35	3.3	0	2	0.559	11.7	118.0	393.3	1
5	12.5	13.1	26	3.2	0	2	0.549	12.4	140.7	606.7	0
6	16.3	25.0	12	4.1	0	2	0.573	12.2	126.0	558.5	0
7	15.6	20.0	13	2.0	0	2	0.618	12.7	148.3	438.1	1
8	0.0	0.0	2	2.6	0	1	0.577	11.6	140.5	340.0	1
9	0.0	0.0	47	1.2	0	1	0.612	12.2	146.3	416.1	0
10	11.9	16.3	3	2.2	0	2	0.618	12.4	119.4	473.2	0
11	0.0	0.0	9	3.2	0	1	0.531	11.6	144.8	525.3	1
12	0.0	0.0	56	1.2	0	1	0.591	12.2	150.3	538.5	1
13	15.6	28.1	19	3.9	0	3	0.556	11.2	125.2	349.0	0
14	11.9	21.9	33	1.8	0	2	0.616	11.3	126.8	260.0	0
15	25.0	21.9	14	2.4	1	4	0.623	11.9	136.4	436.8	0
16	13.1	30.3	3	2.8	0	3	0.527	12.9	126.2	517.8	0
17	17.5	15.9	28	1.2	0	2	0.546	11.3	132.4	409.2	0
18	8.1	7.5	15	4.9	1	4	0.543	12.2	131.0	775.0	1
19	30.0	41.2	28	2.8	1	4	0.554	11.3	126.9	342.1	0
20	0.0	0.0	22	3.5	0	1	0.546	11.6	114.9	578.5	0
21	12.5	18.4	26	1.8	0	2	0.574	12.1	153.4	497.0	0
22	0.0	0.0	13	4.2	0	1	0.564	11.3	124.3	698.1	0
23	0.0	0.0	4	4.7	1	4	0.498	10.9	122.7	282.9	1
24	24.4	45.0	8	4.3	1	4	0.547	11.1	123.2	397.5	0
25	21.3	31.9	30	3.2	0	3	0.553	12.1	113.7	183.6	0
26	17.5	18.8	23	2.8	0	2	0.522	11.1	121.4	379.2	0
27	13.8	35.0	4	3.3	0	4	0.528	11.0	110.5	268.5	0
28	34.4	44.4	27	2.8	1	4	0.545	11.2	114.6	360.6	0
29	10.6	15.0	27	1.9	0	2	0.496	11.1	116.6	285.7	0
30	15.6	21.2	15	2.6	0	2	0.541	10.9	131.5	449.1	0
31	22.5	28.4	19	2.9	0	3	0.528	10.9	136.1	371.8	0
32	14.4	24.1	8	4.6	0	2	0.486	12.3	117.7	353.6	0
33	21.3	35.0	4	3.4	1	4	0.549	11.9	119.6	354.4	0
34	23.1	18.8	33	3.3	1	4	0.527	11.5	99.7	292.7	0
35	8.8	7.8	38	2.4	0	1	0.521	11.4	114.3	413.8	1
36	13.8	19.1	12	3.1	1	4	0.529	11.2	119.6	463.0	0
37	15.6	18.8	19	1.5	0	2	0.564	11.5	129.9	395.1	0
38	15.6	19.4	7	2.5	1	4	0.490	11.5	124.9	351.6	0
39	25.0	26.3	19	3.6	1	4	0.498	11.3	108.5	349.2	0
40	0.0	0.0	20	2.8	0	1	0.497	11.0	115.8	592.9	1
41	32.5	32.5	14	2.2	0	3	0.485	11.0	105.3	260.7	0
42	23.1	31.2	29	3.4	0	3	0.534	11.5	115.5	383.6	0
43	26.3	36.9	10	1.6	1	4	0.518	11.2	134.2	437.2	1
44	20.6	40.0	24	3.3	0	4	0.541	11.8	112.9	231.4	1
45	20.0	23.7	12	1.8	0	2	0.494	10.8	102.4	292.2	0

付表-4 通しラミナの引張試験結果

試験体番号	最大径比 (%)	集中径比 (%)	繊維走向の傾斜比 (mm/m)	平均年輪幅 (mm)	髓 ^{*1}	等級 ^{*2}	試験時の比重	含水率 (%)	曲げヤング係数 (10 ³ kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)	破壊位置 ^{*3}
TP-046	3.8	1.9	0	4.7	0	1	0.551	10.9	85.5	513.3	1
47	17.5	48.1	15	3.2	0	4	0.562	11.2	107.6	250.9	0
48	17.5	32.2	12	3.6	0	3	0.502	10.0	99.3	326.9	0
49	18.1	32.5	9	3.8	0	3	0.493	10.5	98.8	275.5	0
50	24.4	42.5	30	2.8	1	4	0.512	11.6	109.9	263.8	0
51	20.0	32.8	33	3.6	0	3	0.443	10.6	106.4	270.8	0
52	16.3	26.9	14	3.6	0	3	0.470	11.1	102.7	353.7	0
54	11.3	5.6	29	2.0	0	1	0.463	11.7	87.0	382.0	0
56	13.1	25.9	14	2.9	1	4	0.509	11.3	109.5	418.4	1
57	20.0	45.3	22	2.6	1	4	0.497	11.2	108.9	250.8	1
58	6.9	6.6	5	5.1	1	4	0.509	11.6	102.3	557.9	1
59	19.4	33.8	10	3.8	0	4	0.497	10.7	95.5	251.1	0
60	23.1	22.8	8	4.2	0	2	0.537	11.1	94.0	188.4	0
61	30.6	28.7	12	4.2	0	3	0.473	10.2	99.0	308.7	0
62	10.6	5.3	7	3.5	0	1	0.446	11.2	99.1	440.8	1
63	16.3	15.6	4	2.8	0	2	0.483	12.0	102.4	429.7	1
64	22.5	30.0	26	3.1	0	3	0.494	11.2	100.9	169.8	0
65	0.0	0.0	42	3.5	0	1	0.509	10.6	76.0	427.2	1
66	0.0	0.0	13	3.5	1	4	0.496	11.4	99.3	211.2	1
67	21.3	31.9	14	2.8	0	3	0.558	10.0	82.7	288.1	0
68	16.9	21.6	24	4.8	0	2	0.512	10.9	125.1	318.8	0
69	20.6	19.7	19	2.0	0	2	0.477	12.1	109.2	267.1	0
70	28.8	28.1	15	1.9	0	3	0.525	10.3	91.0	150.8	0
71	10.0	13.4	8	3.8	1	4	0.513	11.0	92.5	139.3	0
72	28.8	50.9	33	3.3	1	5	0.461	10.5	85.6	141.3	0
73	18.8	23.4	4	5.5	1	4	0.506	13.2	91.3	290.5	0
74	21.3	20.0	8	2.7	1	4	0.462	10.9	99.0	280.1	0
75	21.9	24.1	5	3.6	0	2	0.542	10.7	94.5	276.2	0
76	26.9	31.2	11	3.0	0	3	0.492	11.1	101.4	317.0	0
77	30.6	60.0	1	4.5	0	5	0.517	10.6	86.9	160.5	0
78	18.1	25.0	14	4.0	0	2	0.500	10.2	90.3	296.1	0
79	30.0	44.4	15	5.3	0	4	0.453	10.6	87.7	236.3	0
80	13.8	27.5	17	4.2	1	4	0.455	10.8	103.0	274.7	1
81	27.5	44.1	2	3.3	0	4	0.494	11.3	88.5	291.1	0
82	15.6	15.3	23	2.8	0	2	0.501	10.9	88.9	395.0	0
83	29.4	31.9	27	4.5	0	3	0.497	12.6	86.2	228.6	0
84	15.6	23.4	42	3.8	1	4	0.464	11.0	97.6	282.5	1
85	27.5	50.9	22	3.2	1	5	0.524	10.4	90.5	173.5	0
86	7.5	14.7	20	3.7	1	4	0.478	10.9	110.0	380.8	1
87	25.6	41.9	38	3.6	0	4	0.481	11.1	91.3	151.6	0
88	6.9	8.4	37	5.5	0	1	0.519	10.2	91.7	325.0	0
89	20.0	16.9	14	5.1	0	2	0.510	10.6	87.8	193.4	1
90	28.1	30.6	8	5.7	0	3	0.467	10.6	88.3	217.2	0
91	36.9	41.9	30	4.6	1	4	0.479	9.7	87.1	191.1	0
92	0.0	0.0	20	8.3	0	3	0.459	10.9	77.2	273.6	0



付表—4 通しラミナの引張試験結果

試験体 番号	最大 節径比 (%)	集中 節径比 (%)	繊維走向 の傾斜比 (mm/m)	平均 年輪幅 (mm)	髓 ^{*1}	等級 ^{**2}	試験時 の比重	含水率 (%)	曲げヤン グ係数 (10 ³ kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)	破壊位置 ^{**3}
TP-093	20.6	41.6	15	4.1	0	4	0.476	10.6	88.5	188.1	0
94	14.4	21.2	5	5.8	1	4	0.479	11.2	90.0	264.8	1
95	19.4	28.4	18	3.8	1	4	0.460	11.0	78.0	167.0	1
96	0.0	0.0	12	5.6	1	4	0.494	10.6	95.0	194.7	1
97	21.9	41.2	19	5.6	0	4	0.469	11.6	77.8	291.6	1
98	30.6	35.6	13	5.8	1	4	0.440	10.8	78.0	192.1	0
99	35.6	58.8	0	7.4	1	5	0.459	10.7	78.7	138.0	0
100	21.9	29.1	74	4.9	1	4	0.426	11.4	74.9	121.8	0
101	0.0	0.0	6	4.6	0	1	0.457	11.8	71.2	691.3	0
102	23.1	16.9	8	4.4	0	2	0.486	11.2	78.0	232.1	1
最小値	0.0	0.0	0	1.2			0.426	9.7	71.2	121.8	
平均値	17.4	23.7	18	3.5			0.516	11.2	108.0	342.6	
最大値	51.3	60.0	74	8.3			0.623	13.2	154.1	775.0	
標準偏差	10.0	14.8	13	1.3			0.044	0.7	20.5	137.6	
変動係数	57.4	62.2	70.1	35.9			8.61	5.8	19.0	40.2	

注) 1* 0:心去り, 1:心持ち
 2* 1~4:1~4等, 5:等級外
 3* 0:引張部分で破壊, 1:チャック部分で破壊

付表-5 糸継ぎラミナの弓引長式試験結果

試験番号	最大節径比 (%)	集中節径比 (%)	繊維走向の傾斜比 (mm/m)	平均年輪幅 (mm)	髓 ¹	等級 ²	試験時の比重	含水率 (%)	曲げヤング係数 (10 ³ kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)	破壊位置 ³
TF-001	38.1	51.9	8	3.3	0	5	0.468	10.3	92.3	151.6	1
2	10.6	10.0	49	1.7	0	1	0.595	11.9	158.9	456.1	0
3	18.1	22.2	13	2.6	0	2	0.656	11.7	151.2	342.3	1
4	41.3	38.8	33	2.6	1	4	0.460	11.6	147.6	443.7	0
5	0.0	0.0	19	1.6	0	1	0.571	11.6	157.1	644.2	0
6	11.9	13.1	5	2.9	0	2	0.555	12.0	146.5	303.8	0
7	15.0	25.6	17	4.3	0	3	0.478	12.1	151.6	404.3	0
8	0.0	0.0	4	1.8	0	1	0.504	10.9	136.4	228.3	1
9	19.4	15.9	9	2.6	0	2	0.525	10.7	131.1	419.7	0
10	19.4	6.6	31	5.0	0	1	0.613	11.0	147.7	624.4	0
11	35.6	43.1	9	1.8	1	4	0.461	11.8	140.5	342.3	0
12	0.0	0.0	12	2.0	0	1	0.528	10.9	136.4	454.0	0
13	8.8	4.4	26	2.6	0	1	0.854	11.6	151.4	396.4	0
14	7.5	8.1	18	2.4	0	1	0.498	11.0	135.3	491.6	0
15	0.0	0.0	36	1.9	0	1	0.482	11.1	128.4	415.5	0
16	18.1	23.1	21	2.0	1	4	0.511	11.7	127.0	245.8	0
17	7.5	10.0	18	2.7	1	4	0.664	12.2	137.3	333.9	0
18	34.4	37.5	0	2.8	0	4	0.560	12.9	116.4	258.8	1
19	26.9	41.2	1	3.0	0	4	0.493	11.4	122.1	387.8	1
20	9.4	4.7	8	3.0	0	1	0.705	11.7	135.3	418.2	0
21	9.4	4.7	26	1.9	0	1	0.704	10.8	126.0	471.7	0
22	30.0	48.1	15	2.1	0	4	0.527	10.5	129.3	211.5	0
23	0.0	0.0	31	1.6	0	1	0.504	10.7	136.4	390.7	1
24	20.0	35.3	17	3.5	1	4	0.518	11.5	123.3	240.5	1
25	0.0	0.0	19	2.6	1	4	0.694	11.6	126.3	496.7	0
26	21.3	36.9	9	4.6	0	4	0.473	11.0	112.0	407.7	0
27	15.6	33.4	30	5.3	0	4	0.571	11.3	124.1	315.5	1
28	11.3	5.6	19	2.9	0	1	0.492	10.7	111.0	331.7	0
29	13.1	19.7	3	6.7	0	3	0.565	13.2	103.5	310.0	0
30	16.9	27.8	5	1.2	0	3	0.567	11.1	140.4	326.9	1
31	13.8	6.9	9	2.6	0	1	0.519	10.8	109.8	293.7	1
32	13.1	20.9	16	3.5	0	2	0.469	10.1	125.4	416.0	0
33	26.3	39.7	7	3.4	0	4	0.649	11.1	106.8	249.6	1
34	22.5	34.4	2	3.4	0	4	0.487	10.7	116.4	366.5	1
35	36.3	43.8	31	4.3	0	4	0.566	10.2	101.0	263.4	0
36	0.0	0.0	11	2.3	0	1	0.490	10.4	118.9	354.3	0
37	18.8	24.4	2	4.0	0	2	0.588	11.9	118.1	310.1	0
38	9.4	7.5	15	3.5	0	1	0.516	10.7	99.4	523.5	0
39	21.9	23.4	3	2.9	0	2	0.519	11.0	107.8	273.5	1
40	28.1	50.0	13	2.4	1	4	0.482	11.1	103.6	237.5	1
41	50.6	31.9	15	3.6	0	3	0.399	11.8	110.5	298.8	1
42	0.0	0.0	15	4.7	0	1	0.494	10.1	96.6	316.3	1
43	43.8	96.3	1	2.5	0	5	0.538	11.1	110.9	174.1	1
44	11.3	27.5	1	3.2	1	4	0.379	10.3	115.1	394.2	0
45	0.0	0.0	8	4.2	0	1	0.447	10.2	106.9	129.2	1

付表—5 統括継ぎミナの弓引長式懸鈴結果

試験体 番号	最大 節径比 (%)	集中 節径比 (%)	纖維走向 の傾斜比 (mm/m)	平均 年輪幅 (mm)	髓 ^{*1}	等級 ^{*2}	試験時 の比重	含水率 (%)	曲げヤン グ係数 (10 ³ kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)	破壊位置 ^{*3}
TF-046	23.1	45.3	14	5.2	0	4	0.420	10.5	116.4	379.8	0
47	28.8	34.7	7	3.1	1	4	0.576	12.2	112.8	316.2	1
48	26.3	23.4	31	4.8	1	4	0.528	12.1	104.5	235.8	1
49	20.0	23.4	56	2.4	0	2	0.504	10.9	131.9	346.5	0
50	0.0	0.0	11	4.0	0	1	0.503	10.5	99.3	398.7	0
51	7.5	3.8	28	1.8	0	1	0.528	11.1	128.7	377.5	0
52	31.9	58.8	29	3.3	0	5	0.459	10.7	97.6	205.9	1
53	23.8	34.7	7	3.6	0	4	0.498	10.7	96.0	220.7	1
54	16.9	25.0	3	4.7	0	2	0.470	11.0	95.9	295.6	1
55	31.3	55.3	0	2.7	0	5	0.508	10.5	109.0	206.8	1
56	15.0	20.9	44	2.4	0	2	0.534	10.5	108.3	350.2	0
57	13.8	13.8	16	3.5	0	3	0.451	10.0	107.0	352.1	1
58	5.6	2.8	14	5.4	0	1	0.403	10.0	93.9	274.4	0
59	27.5	45.3	9	3.6	1	4	0.496	10.6	97.0	154.0	1
60	15.6	15.3	2	2.2	1	4	0.485	10.7	105.0	326.6	1
61	45.6	28.7	45	2.8	1	4	0.513	11.6	104.9	266.5	1
62	15.6	7.8	9	3.6	1	4	0.477	11.8	104.5	255.5	0
63	53.1	34.7	5	3.8	1	4	0.492	10.4	105.9	280.4	1
64	20.6	33.1	14	4.5	0	3	0.498	11.8	102.4	270.8	0
65	33.8	46.3	21	2.1	0	4	0.543	10.7	84.5	200.5	0
66	0.0	0.0	29	3.2	1	4	0.488	10.8	98.8	279.4	1
67	42.5	46.9	30	3.7	0	4	0.507	10.3	101.2	121.5	0
68	32.5	30.6	13	3.2	0	3	0.472	10.4	104.8	170.7	1
69	25.6	30.0	14	3.5	0	3	0.514	11.4	96.9	193.7	1
70	16.9	30.6	23	6.4	0	3	0.459	10.4	85.2	142.5	1
71	5.6	5.6	36	3.8	0	1	0.488	10.8	91.0	261.0	0
72	0.0	0.0	18	3.3	0	1	0.472	11.1	88.8	176.3	1
74	31.3	45.9	2	3.9	0	4	0.514	10.4	96.8	126.1	1
75	20.6	49.7	15	4.3	0	4	0.513	10.3	91.6	227.4	1
76	16.9	29.7	2	3.9	1	4	0.465	10.0	84.2	171.8	1
77	19.4	9.7	10	3.9	0	1	0.466	10.8	98.6	273.9	0
78	27.5	27.2	2	3.9	0	3	0.489	10.4	89.9	233.0	1
79	20.0	27.5	31	4.9	1	4	0.519	10.0	89.0	213.4	1
80	0.0	0.0	36	5.3	1	4	0.466	10.5	101.1	271.5	1
81	46.3	46.3	16	3.5	1	4	0.483	10.5	89.0	180.5	1
82	28.8	49.1	12	4.2	0	4	0.462	10.1	87.6	213.6	0
83	8.1	17.5	11	5.4	0	2	0.495	10.5	88.9	120.8	1
84	13.8	15.9	21	2.4	1	4	0.476	10.0	103.1	338.7	0
85	0.0	0.0	19	5.6	1	4	0.479	11.4	90.8	337.0	0
86	0.0	0.0	2	3.7	1	4	0.477	11.1	95.6	372.6	0
87	14.4	29.1	0	5.3	1	4	0.439	10.2	83.9	139.7	1
88	0.0	0.0	6	6.3	0	3	0.476	12.0	103.6	230.8	1
89	43.8	39.7	4	2.2	0	4	0.494	11.7	86.7	112.7	1
90	5.0	6.2	8	5.1	0	1	0.483	10.6	98.3	174.9	1
91	3.1	1.6	3	5.3	0	1	0.484	10.5	92.0	264.9	0

1000

付表—5 縦継ぎラミナの引張試験結果

試験体番号	最大節径比 (%)	集中節径比 (%)	繊維走向の傾斜比 (mm/m)	平均年輪幅 (mm)	髓 ^{*1}	等級 ^{*2}	試験時の比重	含水率 (%)	曲げヤング係数 (10 ⁻³ kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)	破壊位置 ^{*3}
TF-092	36.9	32.8	46	4.0	0	3	0.489	10.1	82.4	246.8	0
93	30.6	33.8	2	3.2	0	4	0.461	10.1	75.9	203.5	1
94	17.5	40.6	7	7.8	1	4	0.417	10.6	79.5	124.2	1
95	13.1	15.9	44	3.9	0	2	0.487	10.3	97.3	213.5	1
96	29.4	40.0	26	4.2	1	4	0.508	9.9	105.9	262.9	1
97	8.1	4.1	16	5.3	1	4	0.533	10.0	80.2	212.4	1
98	31.3	35.3	19	6.4	0	4	0.621	13.0	75.0	204.8	1
99	6.3	3.1	21	2.9	0	1	0.510	9.9	93.7	348.1	1
100	0.0	0.0	14	6.0	1	4	0.438	11.3	83.1	282.3	0
101	31.3	45.0	36	2.3	0	4	0.425	10.1	76.3	187.8	1
102	46.9	50.0	9	6.8	1	4	0.496	11.9	71.8	105.8	1
最小値	0.0	0.0	0	1.2			0.379	9.9	71.8	105.8	
平均値	18.7	23.4	16	3.6			0.512	10.9	108.8	290.3	
最大値	53.1	96.3	56	7.8			0.854	13.2	158.9	644.2	
標準偏差	13.7	18.7	13	1.3			0.070	0.7	20.6	108.5	
変動係数	73.6	79.9	78.0	37.0			13.6	6.6	18.9	37.4	

注) *1 0:心去り, 1:心持ち

*2 1~4:1~4等, 5:等級外

*3 0:縦継ぎ部分で破壊, 1:縦継ぎ部分以外で破壊