

平成3年度農林水産省補助事業
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4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。

このような背景の中で、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強度性能評価試験には（社）北海道林産技術普及協会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	有馬 孝禮	東京大学農学部	助教授
〃	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
〃	香川 紘一郎	岐阜県林業センター	林産研究部長
〃	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
〃	細谷 隆志	(財)日本合板検査会	業務課長
〃	斉藤 健	斉藤木材工業(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4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

1. 試験の目的	1
2. 供試材	1
3. 試験方法	1
3. 1 製材試験	1
3. 1. 1 供試原木の形質	1
3. 1. 2 原木径級別・木取り型別製材歩留まり	5
3. 1. 3 製材品の等級格付け調査	6
3. 2 乾燥試験	9
3. 3 加工試験	10
3. 4 ラミナの強度試験	14
3. 4. 1 原木丸太の動的ヤング係数の測定	14
3. 4. 2 ラミナの曲げ剛性試験	14
3. 4. 3 ラミナの曲げ試験	14
3. 4. 4 ラミナの引張試験	15
3. 4. 5 ラミナの強度試験結果	16
3. 5 集成材の製造試験	33
3. 6 集成材の強度試験	34
3. 6. 1 試験方法	34
3. 6. 2 集成材の曲げ試験結果	34
4. まとめ	36
付 表	38
強度等級区分ラミナを用いた集成材の強度性能評価事業実施要領	65

1. 試験の目的

近年、建築基準法の改正や木の良さが見直されるなど、木造建築に対する期待が高まり、公共建築物を中心に大規模木造建築物が増えつつある。また、「針葉樹の構造用製材の日本農林規格」が制定され、機械的等級区分が導入された。

このような背景から、機械的強度等級区分ラミナを用いた構造用大断面集成材の強度性能を検討し、断面設計法の確立を目指してこの実験を行った。

2. 供試材

試験に供した材料は、道産カラマツ材およびトドマツ材である。

3. 試験方法

試験方法および手順は、当センターが定めた「強度等級区分ラミナを用いた集成材の強度性能評価試験実施要領」に基づいて行った。

3.1 製材試験

集成材用ラミナを製材するため、カラマツ人工林材とトドマツ天然林材を選木、剥皮した後、形質調査を行い、製材、等級格付けの順で試験を実施した。製材には傾斜型全自動送材車付き帯鋸盤（鋸車径1200mm）、自動ローラ帯鋸盤（鋸車径1100mm）を使用した。

3.1.1 供試原木の形質

供試原木としてカラマツ人工林木とトドマツ天然林木を使用した。カラマツは上富良野産の45～50年（主に48年）生で、末口径級22～36cm（平均末口径27.4cm）のものを105本（材積28.749m³）を使用した。原木長は3.8mである。また、集成材を作製するにあたって上記の原木では足りなかったため、末口径級24～32cm（平均末口径26.2cm）のもの32本（材積8.003m³）を追加使用した。ただし、以下の解析には追加分を除く105本の原木データを用いている。

トドマツは猿払産で、末口径級24～44cm（平均末口径31.5cm）のもの146本（材積51.959m³）を使用した。原木長は3.65mである。

調査項目として、末口径及び元口径、材長、曲がり、材面別の節数（10mm以上）、偏心、目まわり、木口腐れなどを測定した。また、原木の動的ヤング係数とラミナの曲げヤング

係数との相関を検討するため、カラマツ、トドマツそれぞれ30本を無作為に抽出し、節（10mm以上）の位置と大きさを測定し原木の展開図を作成した。

① カラマツ

カラマツについて、原木の調査結果を表1に示す。

表1 カラマツ原木の形質調査結果

測定項目	末 口 径			全体
	22～24cm	26～28cm	30～36cm	
本数（本）	32	54	19	105
節数（個）	24.8(7～43)	19.7(3～67)	13.9(0～51)	20.2(0～67)
曲がり率(%)	12.5(3.9～20.8)	12.5(5.3～27.0)	14.1(4.9～22.6)	12.8(3.9～27.0)

注) 数値は平均値、()内の数値は範囲。

表2 有節材面数別の原木の割合（カラマツ）
(%)

	全数
4材面無節	1.0
3材面無節	3.8
隣接2材面無節	7.6
2材面無節	1.0
2材面有節	27.6
4材面有節	59.0

節数は径級の小さいものほど多い傾向となっている。

原木等級を求める際に用いられる4つの材面における節の存在について、無節材面が隣接2材面無節以上（表2の上3つ）の割合が12.4%、4材面有節材が59.0%であった。原木のJAS等級を表3に、その等級を決定した要因を表4に示す。

原木等級は28cm以下では2等が最も多く、30cm以上では3等が最も多くなっている。

等級決定要因は28cm以下では節が最も多く、次に曲がりとなっている。これに対し、30cm以上では曲がりによるものが最も多く、節に関しては28cm以下に比べて少なくなっている。等級決定要因が2つ以上のものは、すべて節と曲がりによるもので、これらの割合は28cm以下で58.1%、30cm以上で47.4%、全体で56.2%になっている。

表3 カラマツ原木のJAS等級

(%)

等級	素材区分 中(86本) 14~28cm	大(19本) 30cm以上	全体
1等	1.2		1.0
2等	94.2	5.3	78.1
3等	4.7	84.2	19.0
4等		10.5	1.9

表4 カラマツ原木の等級決定要因比率

(%)

欠点項目	素材区分 中		大			全体		
	2等	3等	2等	3等	4等	2等	3等	4等
節	90.6	1.2	5.3	57.9		75.0	11.5	
曲がり	62.4	1.2	5.3	68.4	10.5	51.9	13.5	1.9
腐れ	1.2					1.0		
割れ		1.2					1.0	
虫食い		1.2					1.0	

注) 1等を除く。重複あり。

② トドマツ

次にトドマツの原木調査結果を表5に示す。

節数は平均で23.3個で、カラマツ同様、径級の小さいものほど多い傾向が見られる。しかし、26cm以上で比較するとカラマツより数は多い。

曲がりについては、カラマツと比較して小さく、平均値はどの区分においても10%以下となっている。このことは等級の決定要因にも影響している。

原木のJAS等級を表6に、その等級を決定した要因を表7に示す。

等級決定要因は28cm以下、30cm以上ともに節が最も多く、90%を超えている。次にアテが多く、次いで曲がりとなっている。等級決定要因が2つ以上重複したものとしては、節とアテが18.3%、節と曲がり12.7%、節とアテと曲がり7.7%、節とアテと目まわりが0.7%であった。

表5 トドマツ原木の形質調査結果

測定項目	末 口 径					全体
	24cm	26~28cm	30~36cm	34~36cm	38~44cm	
本数(本)	12	44	50	21	19	146
節数(個)	25.4 (11~46)	24.7 (4~47)	24.0 (5~41)	19.5 (3~42)	20.7 (6~41)	23.3 (3~47)
最大節径 (mm)	39.0 (17~65)	39.5 (20~67)	41.4 (20~61)	47.2 (22~60)	52.6 (25~70)	43.0 (17~70)
曲がり率 (%)	9.2 (2.4~18.0)	8.6 (5.3~27.0)	8.5 (4.9~22.6)	6.9 (2.9~11.4)	8.2 (3.4~15.9)	8.3 (2.4~19.6)

注) 数値は平均値、()内の数値は範囲。

表6 トドマツ原木のJAS等級
(%)

素材区分 等級	中(56本) 14~28cm	大(90本) 30cm以上	全体
1等	5.4	1.1	2.7
2等	89.3	8.8	39.7
3等	5.4	86.7	55.5
4等		3.3	2.1

表7 トドマツ原木の等級決定要因比率

(%)

素材区分 欠点項目	中		大			全体		
	2等	3等	2等	3等	4等	2等	3等	4等
節	90.6		7.9	85.4		38.7	53.5	
アテ	26.4	3.8	1.1	25.8	2.2	11.3	17.6	1.4
曲がり	17.0		7.9	18.0		11.3	11.3	
目まわり	1.9			1.1	1.1	0.7	0.7	0.7
腐れ	1.9	1.9				0.7	0.7	

注) 1等を除く。重複あり。

3. 1. 2 原木径級別・木取り型別製材歩留まり

製材方法は、大割機械として傾斜型送材車付き帯鋸盤を用い、木取り方法はすべて枠挽きとした。ただし、等級の上で3等以上のラミナには心持ちは許されないことから、タイコ落した後、側面定規とし、心を外すように製材した。

副材として、トドマツ原木から建築用一般製材（ぬき、どうぶち、板等）を採材した。挽き立て寸法は、次のように設定した。

カラマツ

ラミナ	寸法（厚さ×幅×長さ）mm
挽き立て寸法	36×180×3800, 3650, 2730, 1820
鉋削後寸法	32×155×3800, 3600, 2700, 2100, 1800, 1100
縦継ぎ後寸法	30×150

トドマツ

ラミナ	
挽き立て寸法	40×170×3650, 2730, 1820
鉋削後寸法	32×155×3650, 2400, 1800, 1200
縦継ぎ後寸法	30×150

副材	
ぬき	18×105×3650
たるき	45×45×3650, 2730, 1820
どうぶち	18×45×3650, 2730, 1820
板類	12×75, 90, 105, 120, 150, 180, 210×3650, 2730

歩留まりの算出のための原木材積は、各々の丸太の末口の径級値を用いて末口自乗法とし、材長はカラマツ3.8m、トドマツ3.65mとした。また、ラミナの材積算出には挽き立て寸法を用いた。

① カラマツ

表8に原木径級別材積歩留まりを示す。

全原木での歩留まりは、径級による曲がり率の差があまりないのに対し、26cm以下で平均41.9%、28cm以上では50.7%と約10%の開きがある。これは180mmで枠挽きした場合、28cm以上の原木になると初期の鋸断で得られる（タイコ落しする際に出る背板）部分からも主材が採れるようになるためと思われる。

表9に径級ごとの平均製品枚数（材長3.8m換算）を示す。

表8 カラマツの径級別材積歩留まり (%)

径級cm	本試験原木 主材歩留まり
22	41.6
24	42.3
26	41.6
28	50.1
30	50.3
32以上	53.0
全 体	48.7

表9 平均製品枚数 (枚)

径級cm	製品枚数
22	3.1
24	3.8
26	4.3
28	6.1
30	7.0
32	8.0
34	9.8

② トドマツ

次にトドマツの製材直後の歩留り及び平均製品枚数を表10に示す。

表10 トドマツの径級別材積歩留まり及び平均製品枚数

径級 (cm)	主材歩留まり (%)	副材歩留まり (%)	副材込歩留まり (%)	平均製品枚数 (枚)
24	58.3	21.3	79.6	4.9
26	54.3	18.0	72.3	5.4
28	61.2	12.3	73.5	7.0
30	61.2	11.8	73.0	8.1
32	60.7	13.0	73.7	9.1
34	59.8	12.7	72.5	10.2
36	58.1	10.1	68.2	11.1
38	61.4	10.0	71.4	13.0
40	62.3	9.7	72.0	14.6
42				16.3
44				17.5
全体	59.8	12.6	72.4	8.6

3. 1. 3 製材品の等級格付け調査

製材後、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）の品質基準に基づき、ラミナの等級調査を行った。なお、集中節径比の算出には挽き立て寸法180mmを用いた。

① カラマツ

表1 1 にラミナの等級割合（材積比率）を示す。

表 1 1 カラマツラミナの等級割合 (%)

等級	全体	22～24cm	26～28cm	30～36cm
1等	2.5	1.4	2.7	3.2
2等	26.1	17.5	28.5	27.6
3等	20.2	24.1	17.5	18.4
4等	47.2	51.7	46.2	45.4
格外	4.1	5.2	2.9	5.4

4等の割合が最も大きく、次いで2等、3等の順であった。また、1等はほとんど得られなかった。なお、格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として最も多かったのは材面割れ、次に節で、他にアテや腐れであった。

径級別に見ると、径級が大きくなるほど3、4等が少なくなり、1、2等が増える傾向が見られる。この原因として、径級が大きくなるにつれて節数が減少していることが関係し、結果的に集中節径比も小さくなったためと考えられる。また、4等に限っては心の有無に影響されるため、径級が大きくなると全製品に対して心を含むものの割合が低くなることも関係していると思われる。

最終製品の等級を予測するため、ラミナ仕上がり幅150mmに対する集中節径比とした場合、節に関する等級では約35%が1段階低下する。ただし、その他の欠点を含めると25%程度の低下である。

表1 2 に等級格付け（2等以下）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節が最も多く、7割強を占めている。これは、原木の等級決定要因で節が最も多かったことに通じる。

次に多かった要因として、心持ちが15.2%であった。これは、製材する際、心の入らないよう側面定規による木取りを行ったが、心持ちが格外となるわけではないため、必ずしもすべてを除外しなかったこと、また、原木の曲がりや偏心などによって心がまっすぐ通っていなかったことによる。

表12 カラマツラミナの等級決定要因
(%)

要 因	比率
節	74.4
心持ち	15.5
ア テ	10.7
割 れ	7.9
やにつば	3.6
入り皮	1.1
腐 れ	0.8
虫あな	0.6
目まわり	0.2

② トドマツ

表13にラミナの等級割合を、表14に等級決定要因を示す。

カラマツの結果と同様、4等、2等、3等の順である。ただし、カラマツに比べ1等の割合が多くなっている。これはトドマツの方が原木径級の大きいものが多く、節数としてはカラマツより多いが、製品1枚に対する節の影響は小さかったためと考えられる。

表13 トドマツラミナの等級割合

(%)

径級	全体	24cm	26~28cm	30~32cm	34~36cm	38cm以上
1等	7.5	2.5	5.0	6.0	11.4	10.2
2等	23.6	14.8	18.1	24.7	24.2	29.1
3等	12.8	18.9	13.0	12.5	11.5	12.8
4等	54.4	60.5	62.8	54.1	50.7	47.9
格外	1.7	3.3	1.0	2.7	2.3	0.0

表14 トドマツラミナの等級決定要因

要 因	割合 (%)
節	73.1
心持ち	8.8
割 れ	7.4
ア テ	4.9
やにつぼ	3.7
入り皮	1.0
虫あな	0.5
腐 れ	0.3
目まわり	0.2

3.2 乾燥試験

ラミナの乾燥は蒸気式 I F 型乾燥室で行った。カラマツラミナの乾燥スケジュールを表 21 に、トドマツラミナの乾燥スケジュールを表 22 に示す。

乾燥は間欠運転（実働約8時間/日）で行った。乾燥に要した日数は、カラマツラミナの場合、約8日間、トドマツラミナの場合、約10日間であった。連続運転した場合には、およそ1/2の日数で乾燥が可能であるので、カラマツラミナでは約4日間、トドマツラミナでは約5日間で生材から約10%の含水率まで乾燥できることとなる。

表15 カラマツラミナの乾燥スケジュール

含水率 %	乾球温度 ℃	乾湿球温度差 ℃	備 考	
生材	～ 35	90	3	初期蒸煮100℃，RH100%で2～3時間
	～ 30	90	4	
	～ 25	90	6	
	～ 20	95	9	
	～ 15	95	11	
	～ 10	95	14, 17, 20	

注) 初期含水率は約40～50%。仕上がり含水率は約10%。

表16 トドマツラミナの乾燥スケジュール

含水率 %	乾球温度 ℃	乾湿球温度差 ℃	備 考
生材 ~ 35	80	2	初期蒸煮80℃, RH100%で2~3時間 乾湿球温度差は随時変化させる。
~ 30	80	3	
~ 25	80	5	
~ 20	80	8	
~ 15	80	11	
~ 10	80	14, 17, 20	

注) 初期含水率は約40~60%。仕上がり含水率は約10%。

3.3 加工試験

ラミナの加工には多軸鉋盤（モルダ）を用い、一度に4面を仕上げた。ただし、カラマツラミナの一部に曲がりの大きいものがあったので、それらについては事前に手押し鉋盤による調整を行った。仕上げ断面寸法は32×155mmである。

① カラマツ

表17にカラマツの最終製品歩留まりを示す。

表17 カラマツの最終製品歩留まり (%)

径級cm	鉋削後	縦継ぎ後
22	25.5	23.1
24	24.1	21.8
26	22.9	20.8
28	30.7	27.9
30	30.2	27.4
32以上	36.4	33.0
全 体	26.8	24.3

最終製品の歩留まりは製材直後の歩留まりより約20%低くなっている。この低下には乾燥による歩減り、鉋削および不良廃棄が含まれる。

次に製材直後の材積に対する集成材に利用可能な製品の材積の割合を表18に示す。ここで、理論値とは製材挽き立て寸法に対する仕上がり寸法を表わす。また、優良率は実際に作られたラミナ原板のうち集成材に利用できた割合を表わす。この優良率を見ると径級32cm以上を除いて80%程度である。これは、径級30cm以下では、丸身の残りや削り残しが多かったことによる。この他に除外された原因は割れ、節（集中節で格外）である。

表18 カラマツのラミナ残存率と優良率
(%)

径級cm	鉋削後	縦継ぎ後	優良率
理論値	76.5	69.4	
22	61.6	55.9	80.5
24	56.7	51.4	75.6
26	55.1	50.0	72.0
28	61.3	55.6	80.3
30	60.7	55.0	79.3
32以上	68.6	62.2	90.0
全体	58.7	53.3	77.2

残存率 = 鉋削後（縦継ぎ後）材積 ÷ 製材直後材積 × 100

優良率 = 縦継ぎ後残存率 ÷ 理論値 × 100

次に、最終製品の等級割合を表19に示す。ただし、格外のものを横切りして復帰させたものは除いている。

表19 カラマツラミナ最終製品の等級割合
(%)

径級 等級	全体	22～24cm	26～28cm	30～36cm
1等	3.0	1.4	3.3	3.7
2等	22.4	17.2	22.8	24.9
3等	22.0	23.0	22.3	20.7
4等	52.6	58.4	51.5	50.7

製材直後の等級割合と比較して、良くなったものと悪くなったものが径級によってまちまちである。良くなった理由としては、鉋削によりその欠点を取り除かれたことによる。

逆に悪くなった理由としては、ひとつは材幅の変化により集中節径比の許容値が小さくなるにもかかわらず、節自体は鉋削によっても変化しないためである。もうひとつは、乾燥により割れが増加したことである。このように製材直後と最終製品の等級に多少の違いがある。しかし、全体を見るとほぼ同じような割合であり、4等が5割程度、1等が数%程度、2、3等がほぼ同じで20%程度である。

また、今回、カラマツの試験では、ラミナの最終仕上がり（集成材仕上げ後）断面寸法150×30mmに対して、製材寸法の幅については30mmの歩増しを行った。これは曲がりなどの狂いを見込んだことによるが、モルダー加工の際、狂いの大きいものは横切りしてから通すため、30mmの歩増しは歩留まりを悪くする結果となっている。したがって、幅に対する歩増し量は20mm程度（製材幅170mm）が妥当と考えられる。厚さについては、試験の結果から10mm（製材厚40mm）が妥当と考えられる。

② トドマツ

表20にトドマツの最終製品歩留まりを示す。

表20 トドマツ最終製品歩留まり (%)

径級cm	鉋削後	縦継ぎ後
24	40.7	37.0
26	34.5	31.3
28	36.9	33.4
30	38.1	34.6
32	37.0	33.6
34	36.5	33.2
36	36.2	32.9
38	38.8	35.2
40以上	39.4	35.8
全 体	37.4	33.9

トドマツについては目視による選別の前に曲げヤング係数の低い（85tonf/cm²未満）もの、全体の約5%を除外した。

カラマツと比較してやや高い歩留まりとなっている。これは製材後の主材歩留まりと同様、挽き立て寸法が影響していると思われる。トドマツの試験では製品における長さの種類がカラマツに比べて少なく、このことが不良廃棄の割合を高めていることも考えられ、ラミナ長さの種類を増やすことで歩留まりを上げることが可能と思われる。

製材直後の材積に対する集成材に利用可能な製品の材積の割合を表21に示す。

表 2 1 トドマツのラミナ残存率と優良率
(%)

径級cm	鉋削後	縦継ぎ後	優良率
理論値	72.9	66.2	
24	73.3	66.5	100.5
26	64.2	58.3	88.1
28	60.4	54.8	82.7
30	64.9	58.9	89.0
32	62.9	57.1	86.2
34	63.7	57.8	87.4
36	61.7	56.0	84.6
38	64.0	58.1	87.8
40以上	63.3	57.4	86.8
全 体	64.0	58.1	87.7

残存率 = 鉋削後（縦継ぎ後）材積 ÷ 製材直後材積 × 100

優良率 = 縦継ぎ後残存率 ÷ 理論値 × 100

原木径級24cmの優良率が100%を越えたのは、製材段階で格外であったが切り使いによって短尺として利用されたものが多かったためである。

最終製品の等級割合を表 2 2 に示す。ただし、格外を横切りにより復帰させたものを除く。

表 2 2 トドマツラミナ最終製品の等級割合
(%)

径級 等級	全体	24cm	26~28cm	30~32cm	34~36cm	38cm~
1等	8.7	6.3	7.5	7.3	11.5	10.4
2等	29.7	7.6	24.7	29.0	31.5	40.0
3等	22.5	29.6	23.6	21.0	21.3	23.1
4等	39.1	56.5	44.3	42.8	35.7	26.5

トドマツはカラマツと比較して割れが多く、格外となるものも多かったが、切り使いによって復帰している。しかし、これらのものも上記の表とほぼ同じと思われる。

製材直後の等級割合との比較ではカラマツとほぼ同じことがいえる。

3.4 ラミナの強度試験

3.4.1 原木丸太の動的ヤング係数の測定

ラミナを採材する丸太のうち各30本について、カラマツは剥皮後、トドマツは剥皮前と剥皮後の両方で動的ヤング係数を測定した。つり下げた丸太の一方の木口をハンマーで打撃し、発生した打撃音を他方の木口近く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エー・アンド・デー社製AD-3524、FFTアナライザを用いて求め、次式により動的ヤング係数を算出した。

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

ここで、 E : 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)

なお、比重を求める際に用いた重量は引張型のロードセルを用いて測定し、断面積は丸太が細りのない円柱であると仮定して、中央部の直径から求めた。

3.4.2 ラミナの曲げ剛性試験

ラミナ全数について重錘載荷法による曲げ剛性試験を行い、曲げヤング係数を求めた。加力条件は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た。この曲げヤング係数の分布が同程度となるように、曲げ試験用、引張試験用、集成材製造・曲げ試験用に振り分けた。

3.4.3 ラミナの曲げ試験

① 曲げ剛性試験

曲げ試験用に振り分けられたラミナを長さ110cmに鋸断し、スパン90cm、中央集中荷重条件で曲げ剛性試験を行い、スパン中央におけるたわみから曲げヤング係数を算出した。この曲げヤング係数の分布が同程度となるようにプレーン材（縦継ぎを行わないもの）とジョイント材（縦継ぎを行うもの）に振り分けた。試験体数はプレーン材100体、ジョイント材100体の計200体とした。

ジョイント材については、試験体中央で2分し、フィンガージョイントによる縦継ぎを行った。

フィンガージョイントには、ライツ社製フィンガーカッター（WF620-2、直径180mm、4枚刃、材質ハイス）を用いた。フィンガー長は20mm、ピッチ6.2mmである。使用した接着剤は大日本化学工業（株）製、レゾルシノール樹脂接着剤（プライオーフェン6000）で、接着剤100部に対して硬化剤（TD-473）20部を配合した。塗布は、刷毛を用い、かんごう時に接着剤がしみ出す程度とした。エンドプレッシャーは約80kgf/cm²である。

② 欠点調査

欠点調査項目とその方法は以下の通りである。

1) 節

稜線からの距離と接線径を測定し、中央30cm区間における集中節径比を求めた。

2) 繊維走向の傾斜比

引きかき法で行い、100cm区間で測定した。

3) 心持ち

心持ち材、心割り材、心去り材のどれに該当するかを調査した。

③ 曲げ破壊試験

曲げ破壊試験はスパン90cmの3等分点2点荷重方式で行った(図1)。試験には島津製作所製オートグラフDSS-10T-S(容量10tf)を用い、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(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、破壊部分の近傍の無欠点部分から長さ方向約2cmの試験片を2枚採取し、含水率、平均年輪幅、気乾比重を測定した。

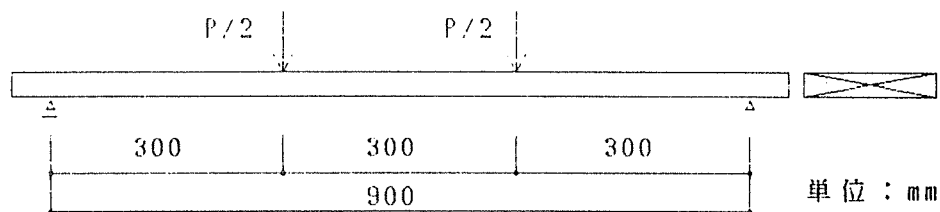


図1 ラミナの曲げ破壊試験

3.4.4 ラミナの引張試験

① 曲げ剛性試験

引張試験用に振り分けられたラミナを長さ300cmに鋸断し、3.4.2で測定した曲げヤング係数の分布が同程度となるようにプレーン材とジョイント材に振り分けた。試験体数はプレーン材100体、ジョイント材100体の計200体とした。

ジョイント材については、フィンガージョイントによる縦継ぎを行い、縦継ぎ終了後、スパン280cm、荷重点間距離100cmの2点荷重方式による曲げ剛性試験を行い、全スパンに対する中央たわみから曲げヤング係数を算出した。

フィンガージョイントについては3.4.3 ①項と同様である。

② 欠点調査

欠点調査項目とその方法は3.4.3 ②項と同様である。ただし、節の測定は中央1m区間で行った。

③ 引張破壊試験

引張破壊試験はグリップ部分の長さを100cm、引張部分の長さを100cmとして行った(図2)。試験には岩崎製油圧式引張強度試験機(容量100tf)を用い、荷重をロードセルで連続的に測定し、得られた最大荷重から引張強度を算出した。

試験終了後、破壊部分の近傍の無欠点部分から長さ方向約2cmの試験片を2枚採取し、含水率、平均年輪幅、気乾比重を測定した。

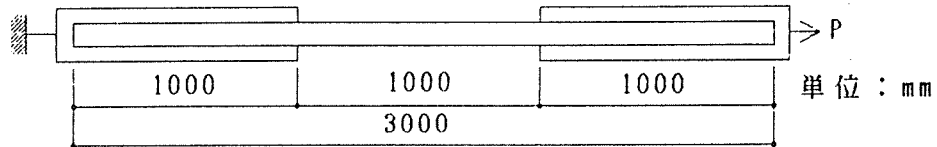


図2 ラミナの引張破壊試験

3.4.5 ラミナの強度試験結果

① 原木丸太の動的ヤング係数測定結果

カラマツ原木丸太の動的ヤング係数の測定結果を表23に、トドマツ原木丸太の動的ヤング係数の測定結果を表24に示す。表中のラミナの曲げヤング係数は乾燥後の3.4.2の剛性試験によるものである。

トドマツにおいて、剥皮前の丸太の動的ヤング係数は、剥皮後の動的ヤング係数よりも低くなっていたが、剥皮の前後で比重の大きな変化はみられず、打撃音の基本振動数が増加していることから、樹皮が丸太の縦振動に影響することが考えられる。しかし、剥皮前後の丸太の動的ヤング係数の相関は極めて高いことから(図3)、剥皮前の丸太の動的ヤング係数から剥皮後の動的ヤング係数を推定することは可能である。

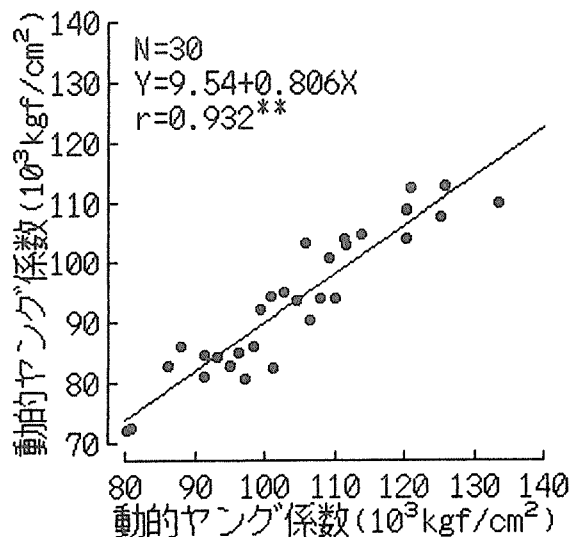


図3 剥皮前後のトドマツ丸太の動的ヤング係数

原木丸太の動的ヤング係数とその原木から採材したラミナの曲げヤング係数との間に相関は見られるが、原木内におけるラミナの曲げヤング係数のばらつきは大きい(図4、図

5)。一方、原木丸太の動的ヤング係数とその原木から採材したラミナの曲げヤング係数の平均値との相関はきわめて高い(図6、図7)ことから、原木丸太の動的ヤング係数から推定できるのはラミナの曲げヤング係数の平均値である。この試験では1本の原木から10枚以上のラミナを採材している場合もあることや、カラマツ材ではヤング係数と強度の回帰直線の傾きが他樹種よりも大きく、ラミナのヤング係数のばらつきが強度のばらつきに及ぼす影響が大きいことを考慮すると、動的ヤング係数による原木の選別は必ずしも適当ではないと考えられる。また、動的ヤング係数がきわめて低い丸太からは高ヤング係数のラミナが得られる可能性が低いいため、これを除外するという方法が考えられるが、このような選別であれば年輪幅などの視覚的指標で対応可能であると考えられる。

表23 カラマツ原木丸太の動的ヤング係数

	最小値	平均値	最大値	標準偏差
中央部直径(cm)	26.7	32.2	40.2	3.3
測定時の比重	0.61	0.73	0.82	0.04
動的ヤング係数(10 ³ kgf/cm ²)	75	95	126	12
ラミナの曲げヤング係数(10 ³ kgf/cm ²)	70.1	103.5	141.9	15.8

表24 トドマツ原木丸太の動的ヤング係数

	最小値	平均値	最大値	標準偏差
剥皮前				
中央部直径(cm)	30.5	37.1	44.0	3.6
測定時の比重	0.57	0.67	0.80	0.06
動的ヤング係数(10 ³ kgf/cm ²)	72.0	93.6	112.9	11.5
剥皮後				
中央部直径(cm)	29.0	35.0	42.0	3.4
測定時の比重	0.54	0.67	0.83	0.07
動的ヤング係数(10 ³ kgf/cm ²)	80.3	104.3	133.5	13.3
剥皮前動的ヤング係数/剥皮後動的ヤング係数	0.816	0.899	0.978	0.041
ラミナの曲げヤング係数(10 ³ kgf/cm ²)	91.3	114.4	140.2	12.6

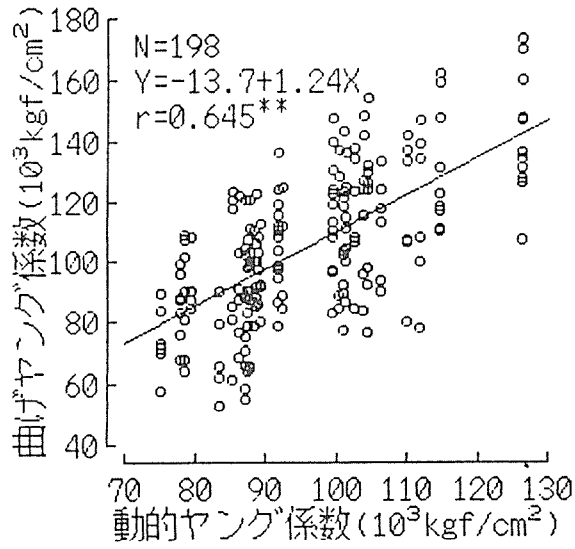


図4 カラマツ原木丸太の動的ヤング係数とラミナの曲げヤング係数との関係

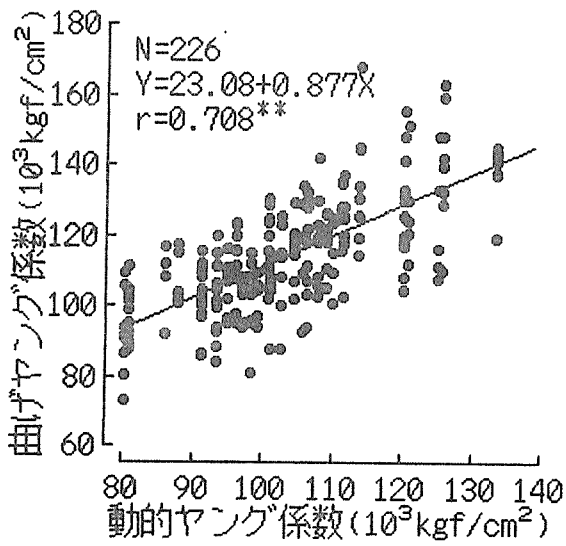


図5 剥皮後のトドマツ丸太の動的ヤング係数とラミナの曲げヤング係数の関係

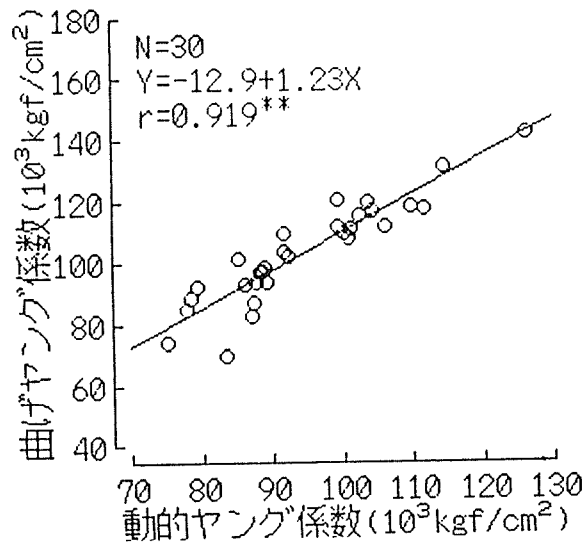


図6 カラマツ原木丸太の動的ヤング係数とラミナの曲げヤング係数の平均値との関係

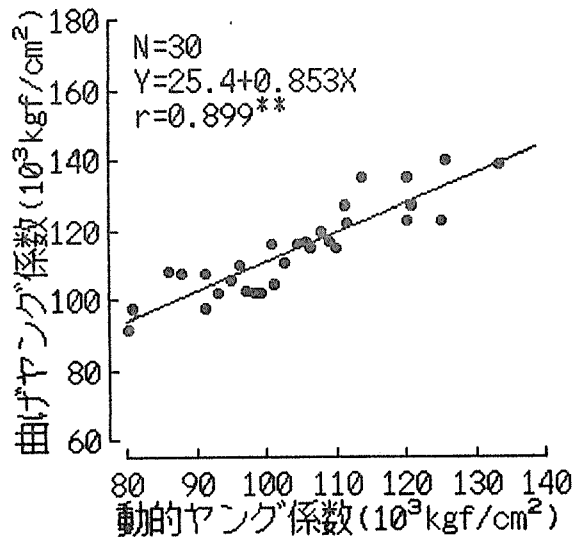


図7 剥皮後のトドマツ丸太の動的ヤング係数とラミナの曲げヤング係数の平均値との関係

② ラミナの曲げ剛性試験結果

カラマツ全ラミナの曲げヤング係数の分布を図8に、トドマツ全ラミナの曲げヤング係数の分布を図9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、曲げヤング係数についての規定がある。カラマツでは、これの1等の基準値 $115 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$ を超えたラミナが全体の約40%、最大値が約 $200 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$ 、トドマツでは、1等の基準値 $95 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$ を超えたラミナが全体の80%以上、最大値は約 $170 \times 10^3 \text{ kgf/cm}^2$ であることから、細分化したヤング係数による等級区分が必要である。

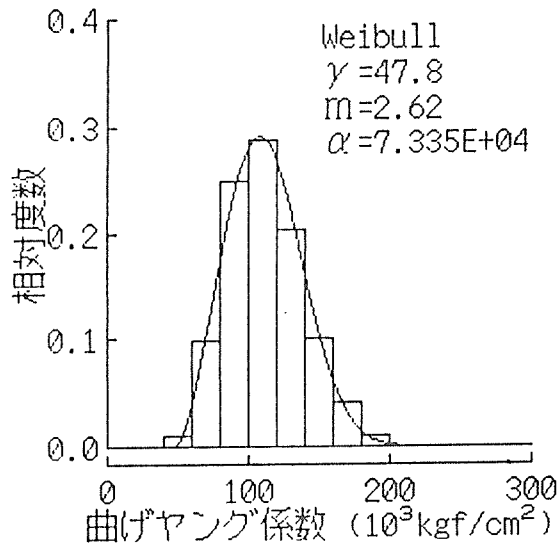


図8 カラマツ全ラミナの曲げヤング係数の分布

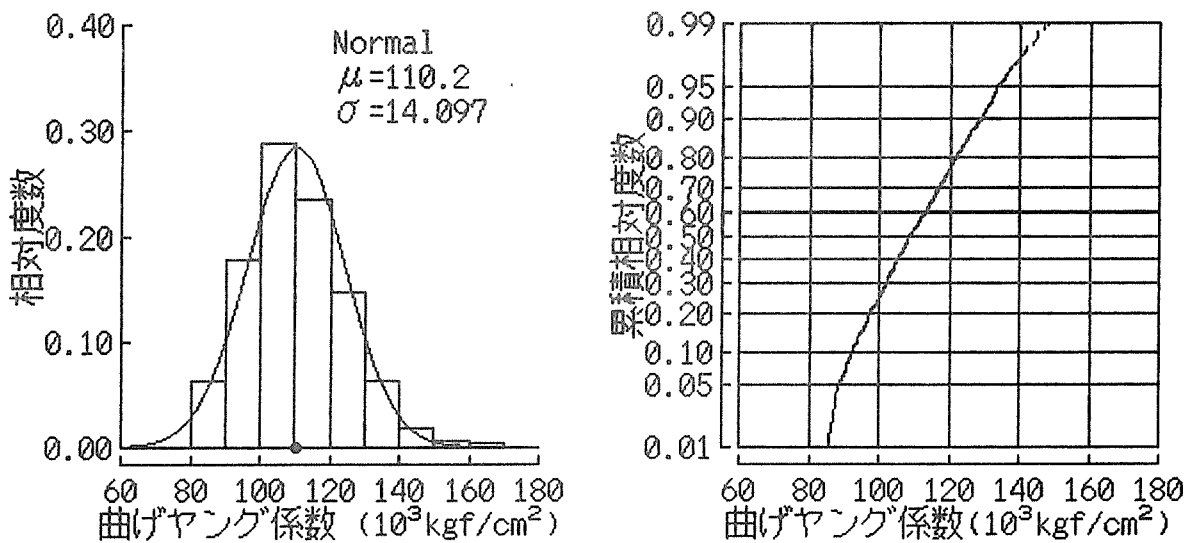


図9 トドマツ全ラミナの曲げヤング係数の分布

③ ラミナの曲げ試験結果

視覚等級区分による等級ごとの試験体数を表25、表26に、プレーン材の曲げ試験結果を表27、表28に、ジョイント材の曲げ試験結果を表29、表30に示す。

表 2 5 カラマツ曲げ試験体の等級ごとの試験体数

	1等	2等	3等	4等	格外
プレーン材	42	29	21	7	1
ジョイント材	40	30	14	13	3

表 2 6 トドマツ曲げ試験体の等級ごとの試験体数

	1等	2等	3等	4等	格外
プレーン材	43	31	20	6	0
ジョイント材	56	17	18	8	1

表 2 7 カラマツプレーン材の曲げ試験結果

	最小値	平均値	最大値	標準偏差
集中節径比(%)	0	12	35	11
繊維走向の傾斜(mm/m)	2	40	104	21
平均年輪幅(mm)	1.8	4.1	6.7	1.1
試験時の比重	0.46	0.56	0.67	0.05
含水率(%)	8.6	9.5	10.4	0.4
曲げヤング係数(10^3kgf/cm^2)	75	132	184	25
曲げ比例限度応力(kgf/cm^2)	301	500	800	123
曲げ破壊係数(kgf/cm^2)	386	727	1206	204
曲げ比例限度応力/曲げ破壊係数	0.464	0.712	1.000	0.135

表 28 トドマツプレーン材の曲げ試験結果

	最小値	平均値	最大値	標準偏差
集中節径比(%)	0	13	47	12
繊維走向の傾斜(mm/m)	5	33	92	18
平均年輪幅(mm)	1.5	4.4	6.8	1.1
試験時の比重	0.33	0.40	0.48	0.03
含水率(%)	8.7	9.9	12.5	0.6
曲げヤング係数(10^3kgf/cm^2)	79.1	107.2	141.2	14.1
曲げ比例限度応力(kgf/cm^2)	256.8	440.1	612.3	89.5
曲げ破壊係数(kgf/cm^2)	300.2	596.9	945.9	124.3
曲げ比例限度応力/曲げ破壊係数	0.452	0.745	0.998	0.096

表 29 カラマツジョイント材の曲げ試験結果

	最小値	平均値	最大値	標準偏差
集中節径比(%)	0	13	59	12
繊維走向の傾斜(mm/m)	3	51	143	28
平均年輪幅(mm)	2.3	3.9	6.2	1.0
試験時の比重	0.47	0.56	0.69	0.05
含水率(%)	8.6	9.3	10.0	0.4
縦継ぎ前曲げヤング係数(10^3kgf/cm^2)	75	128	184	24
曲げヤング係数(10^3kgf/cm^2)	75	129	186	24
曲げ比例限度応力(kgf/cm^2)	275	453	661	96
曲げ破壊係数(kgf/cm^2)	277	505	724	93
曲げ比例限度応力/曲げ破壊係数	0.697	0.921	1.000	0.066

表30 トドマツジョイント材の曲げ試験結果

	最小値	平均値	最大値	標準偏差
集中節径比(%)	0	8	41	11
繊維走向の傾斜(mm/m)	3	38	150	25
平均年輪幅(mm)	2.5	4.6	8.0	1.1
試験時の比重	0.31	0.39	0.48	0.04
含水率(%)	8.4	9.7	11.3	0.7
曲げヤング係数(10^3kgf/cm^2)	78.2	106.2	140.7	12.7
曲げ比例限度応力(kgf/cm^2)	231.8	400.1	558.6	68.6
曲げ破壊係数(kgf/cm^2)	245.4	426.6	614.2	74.7
曲げ比例限度応力／曲げ破壊係数	0.736	0.940	1.000	0.056

カラマツプレーン材では9体が荷重点間外で破壊し、ジョイント材では2体が荷重点間外で破壊した。また、荷重点間で破壊したジョイント材でも2体が節などによる縦継ぎが関与しない破壊を起こした。接合効率はおよそ0.7と推定される。

曲げ試験体の曲げヤング係数および曲げ破壊係数の分布を図10、図11に、曲げヤング係数と曲げ破壊係数との関係を図12、図13に示した。

トドマツプレーン材では1体が荷重点間外で破壊したが、ジョイント材ではすべてが荷重点間で破壊した。また、ジョイント材の荷重点間で破壊したもののうち10体は節などの縦継ぎが関与しない破壊を起こした。

曲げ試験体の曲げヤング係数および曲げ破壊係数の分布を図14、図15に、曲げヤング係数と曲げ破壊係数との関係を図16、図17に示した。

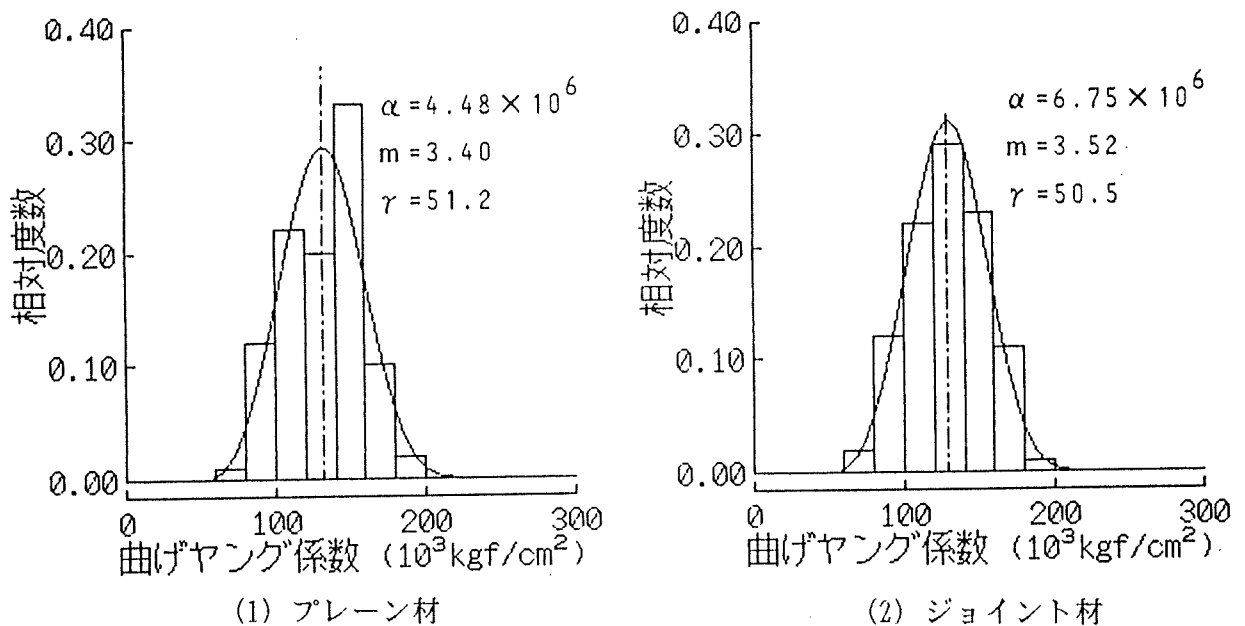
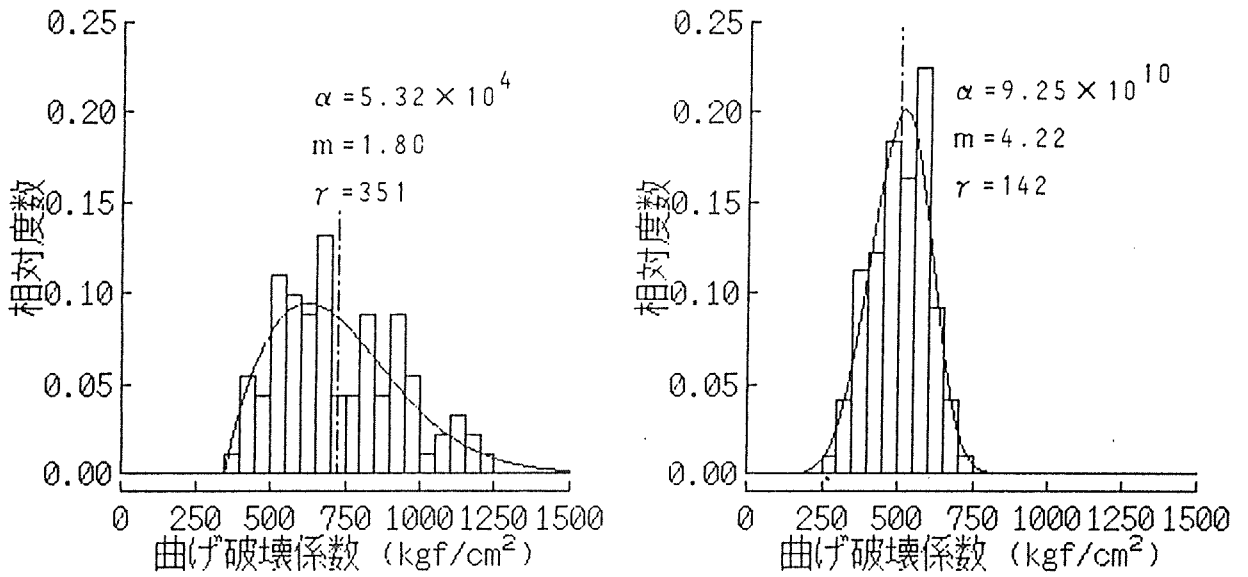


図10 カラマツ曲げ試験体の曲げヤング係数の分布



(1) プレーン材 (2) ジョイント材
 図 1 1 カラマツ曲げ試験体の曲げ破壊係数の分布

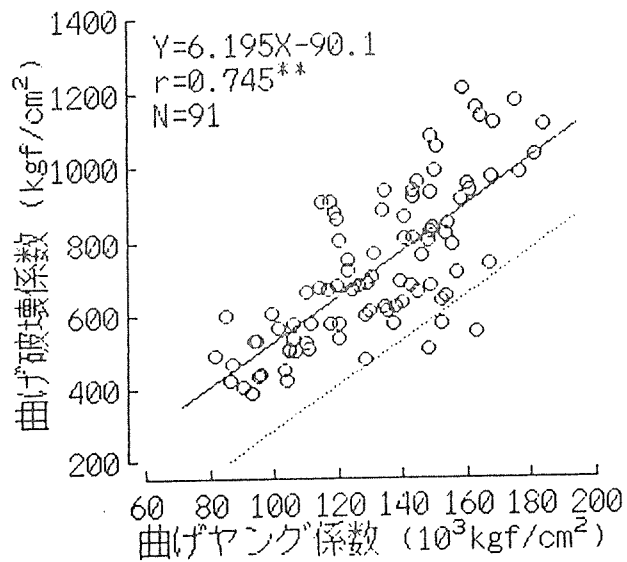


図 1 2 カラマツプレーン材の曲げヤング係数と曲げ破壊係数との関係

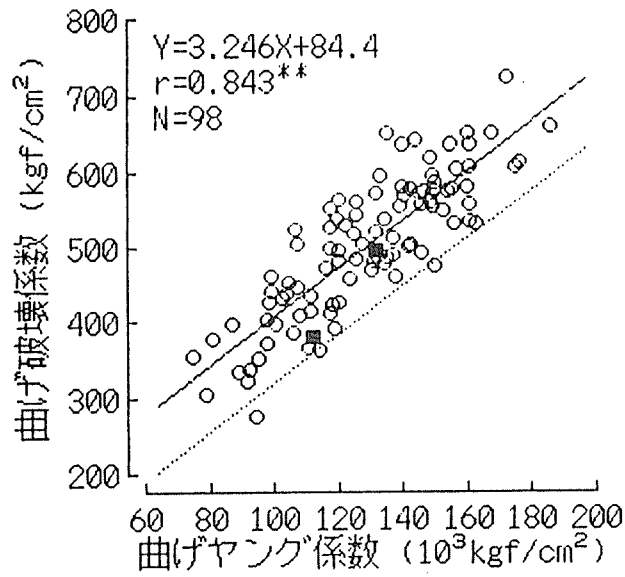
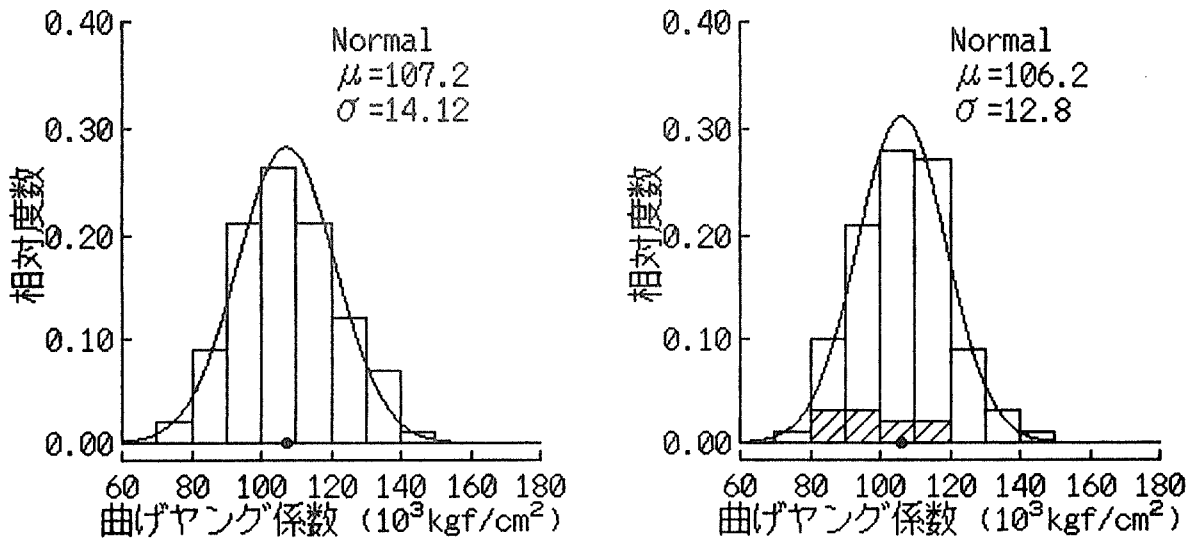


図13 カラマツジョイント材の曲げヤング係数と曲げ破壊係数との関係

注) ○：縦継ぎ部分から破壊

■：縦継ぎ以外から破壊

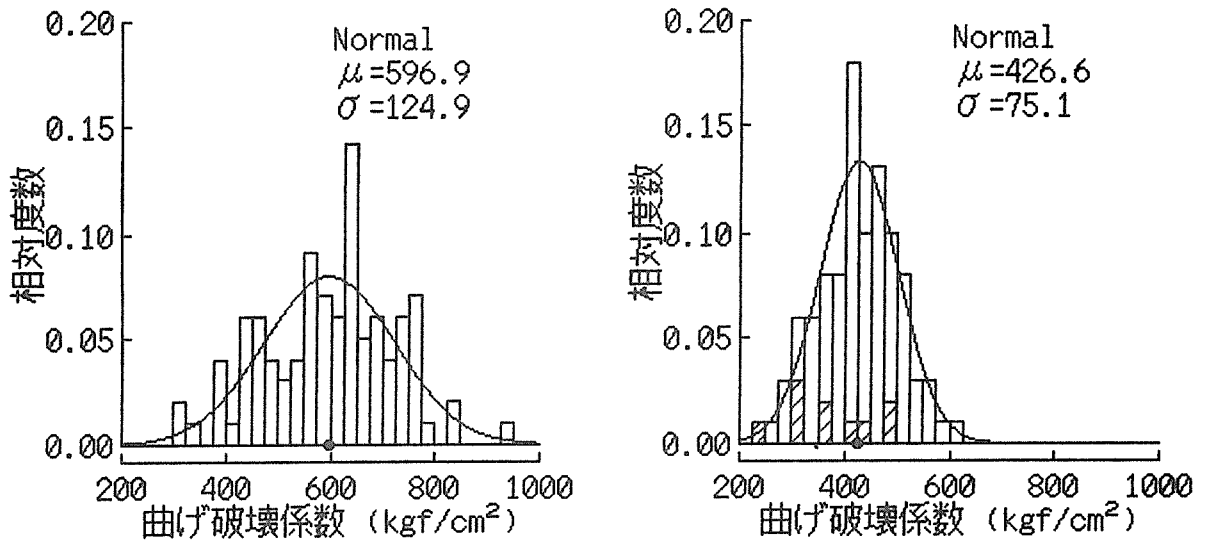


(1) プレーン材

(2) ジョイント材

図14 トドマツ曲げ試験体の曲げヤング係数の分布

注) 斜線部分は縦継ぎ以外から破壊したもの



(1) プレーン材

(2) ジョイント材

図15 トドマツ曲げ試験体の曲げ破壊係数の分布

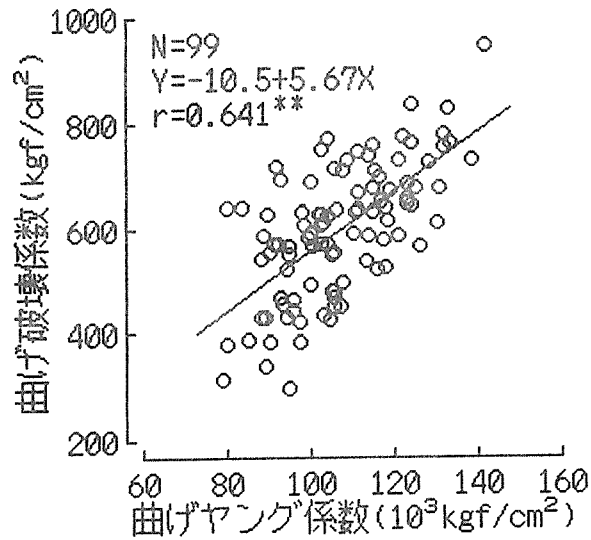


図16 トドマツプレーン材の曲げヤング係数と曲げ破壊係数との関係

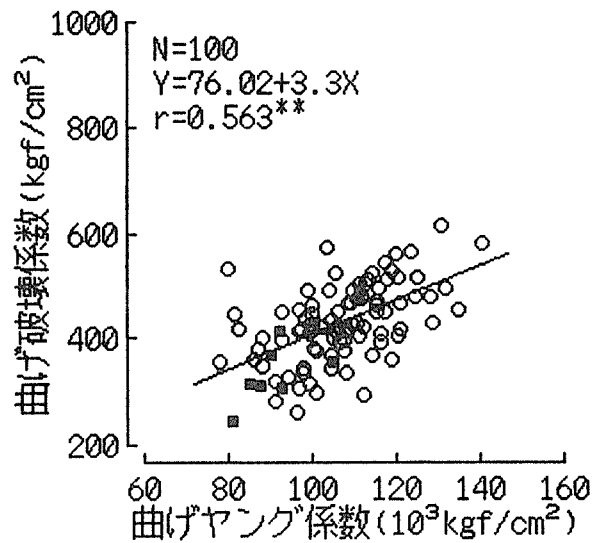


図17 トドマツジョイント材の曲げヤング係数と曲げ破壊係数との関係

注) ○：縦継ぎ部分から破壊

■：縦継ぎ以外から破壊

④ ラミナの引張試験結果

視覚等級区分による等級ごとの試験体数を表31、表32に、プレーン材の引張試験結果を表33、表34に、ジョイント材の引張試験結果を表35、表36に示す。

表31 カラマツ引張試験体の等級ごとの試験体数

	1等	2等	3等	4等	格外
プレーン材	15	30	30	22	3
ジョイント材	24	31	19	23	3

表32 トドマツ引張試験体の等級ごとの試験体数

	1等	2等	3等	4等	格外
プレーン材	43	31	20	6	0
ジョイント材	56	17	18	8	1

表 3 3 カラマツプレーン材の引張試験結果

	最小値	平均値	最大値	標準偏差
集中節径比(%)	0	25	57	13
繊維走向の傾斜(mm/m)	6	40	111	21
平均年輪幅(mm)	1.7	4.2	8.7	1.5
試験時の比重	0.43	0.55	0.70	0.05
含水率(%)	8.6	9.8	12.1	0.6
曲げヤング係数(10^3kgf/cm^2)	74	132	191	29
引張強度(kgf/cm^2)	93	368	667	153

表 3 4 トドマツプレーン材の引張試験結果

	最小値	平均値	最大値	標準偏差
集中節径比(%)	0	24	53	11
繊維走向の傾斜(mm/m)	5	34	113	18
平均年輪幅(mm)	2.4	4.6	7.5	1.1
試験時の比重	0.34	0.41	0.50	0.03
含水率(%)	8.2	9.8	11.8	0.7
曲げヤング係数(10^3kgf/cm^2)	75.7	102.4	142.5	14.1
引張強度(kgf/cm^2)	86.4	318.2	709.9	138.2

表 3 5 カラマツジョイント材の引張試験結果

	最小値	平均値	最大値	標準偏差
集中節径比(%)	0	23	63	14
繊維走向の傾斜(mm/m)	1	38	99	20
平均年輪幅(mm)	2.1	4.2	7.0	1.3
試験時の比重	0.45	0.55	0.69	0.05
含水率(%)	8.6	9.7	10.8	0.5
縦継ぎ前曲げヤング係数(10^3kgf/cm^2)	76	133	192	29
曲げヤング係数(10^3kgf/cm^2)	75	136	196	31
引張強度(kgf/cm^2)	151	236	374	51

表36 トドマツジョイント材の引張試験結果

	最小値	平均値	最大値	標準偏差
集中節径比(%)	0	21	50	12
繊維走向の傾斜(mm/m)	2	32	80	21
平均年輪幅(mm)	2.0	4.4	8.5	1.2
試験時の比重	0.32	0.40	0.48	0.03
含水率(%)	8.3	9.6	11.2	0.6
曲げヤング係数(10^3kgf/cm^2)	88.2	115.2	147.3	14.0
引張強度(kgf/cm^2)	90.1	289.2	474.7	93.0

カラマツプレーン材では10体がグリップ部分で破壊し、ジョイント材ではすべて引張部分で破壊したが、そのうち20体が節などによる縦継ぎが関与しない破壊を起こした。接合効率はおよそ0.65と推定される。

トドマツプレーン材では6体がグリップ部分で破壊し、ジョイント材では9体がグリップ部分で破壊した。引張部分で破壊したジョイント材のうち、43体が節や目切れによる縦継ぎが関与しない破壊であった。

引張試験体の曲げヤング係数、引張強度の分布を図18～21に、曲げヤング係数と引張強度との関係を図22～25に示した。

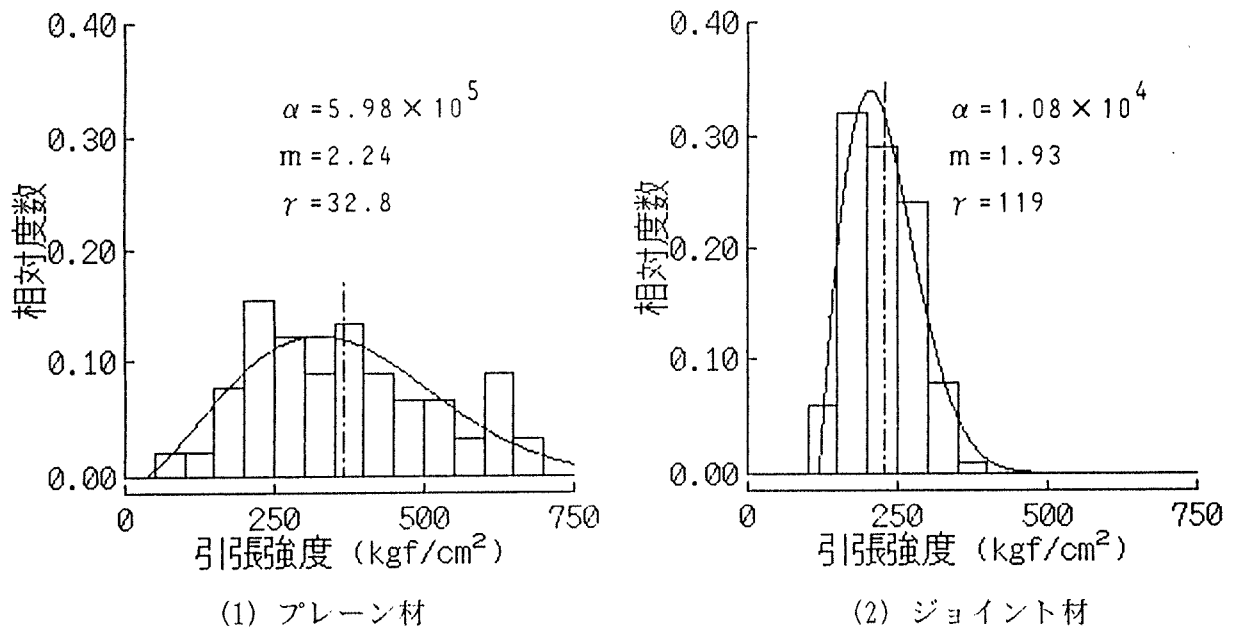
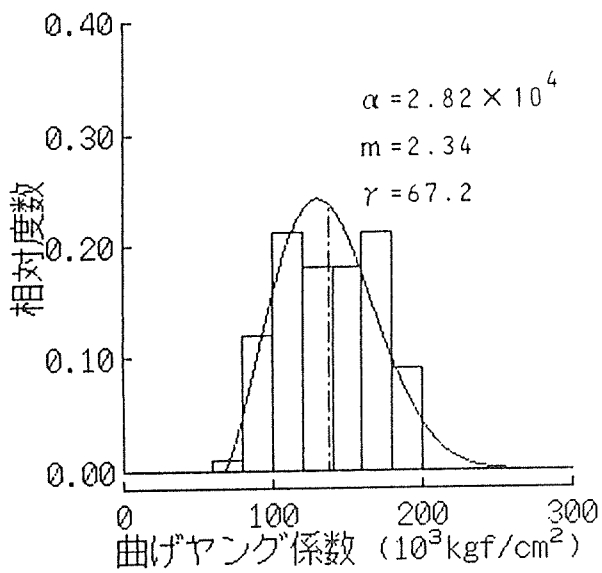
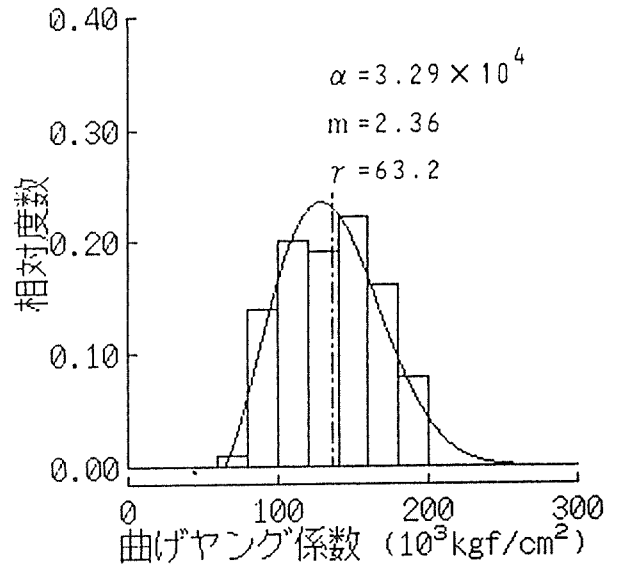


図18 カラマツ引張試験体の曲げヤング係数の分布

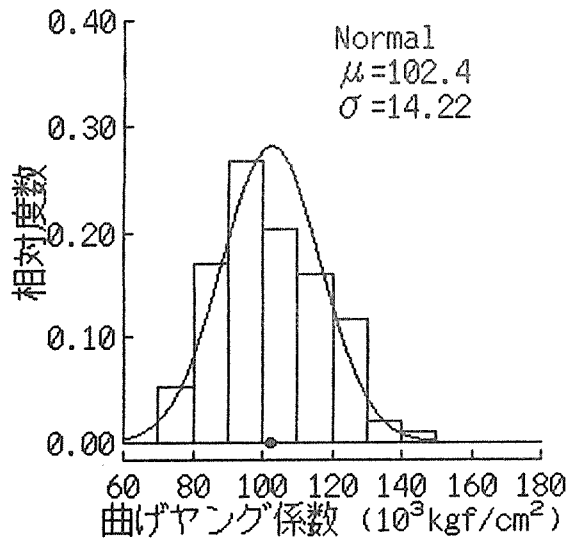


(1) プレーン材

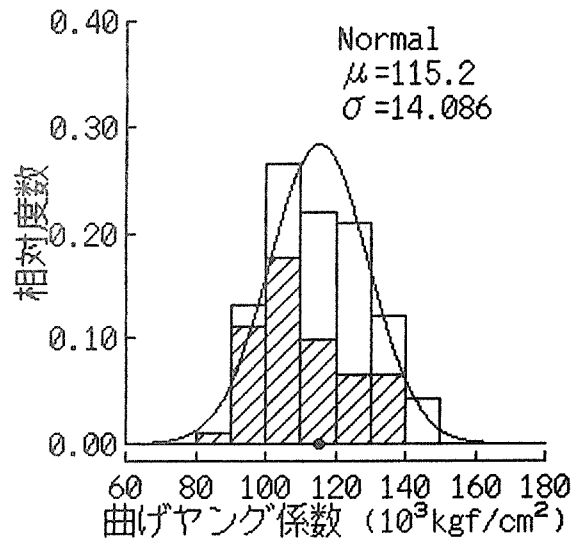


(2) ジョイント材

図19 カラマツ引張試験体の引張強度の分布

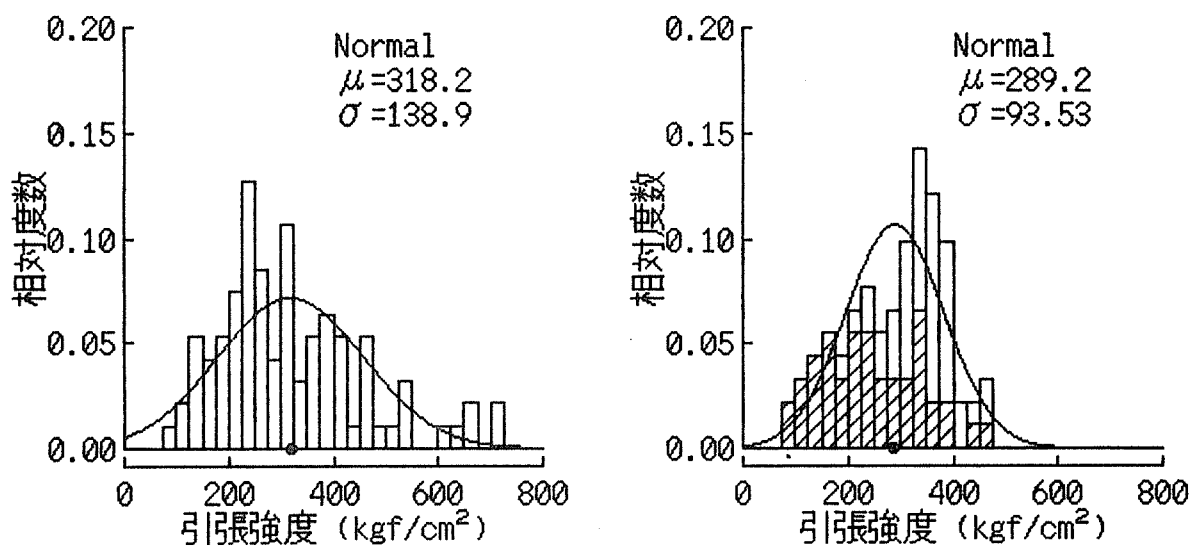


(1) プレーン材



(2) ジョイント材

図20 トドマツ引張試験体の曲げヤング係数の分布



(1) プレーン材 (2) ジョイント材

図 2 1 トドマツ引張試験体の引張強度の分布

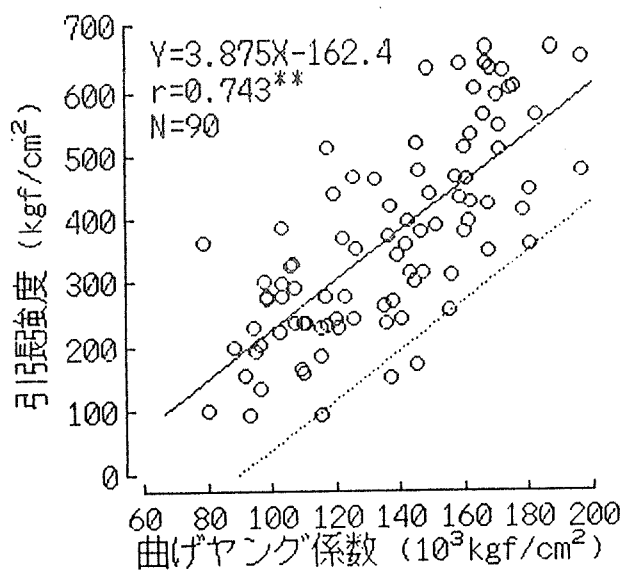


図 2 2 カラマツプレーン材の曲げヤング係数と引張強度との関係

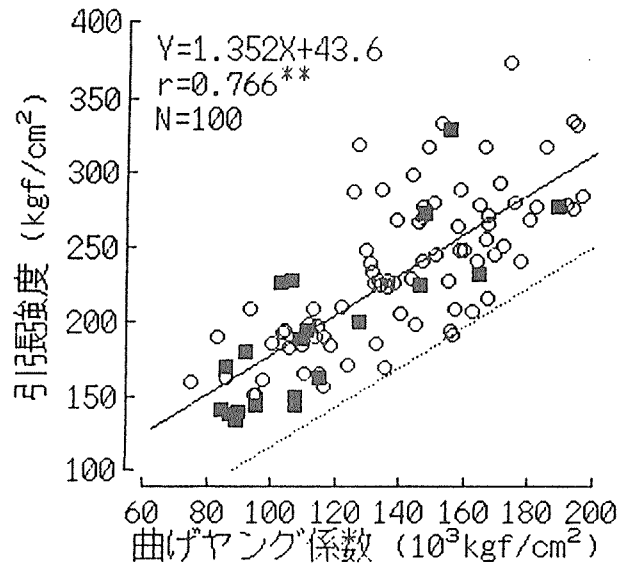


図 2 3 カラマツジョイント材の曲げヤング係数と引張強度との関係

注) ○ : 縦継ぎ部分から破壊
 ■ : 縦継ぎ以外から破壊

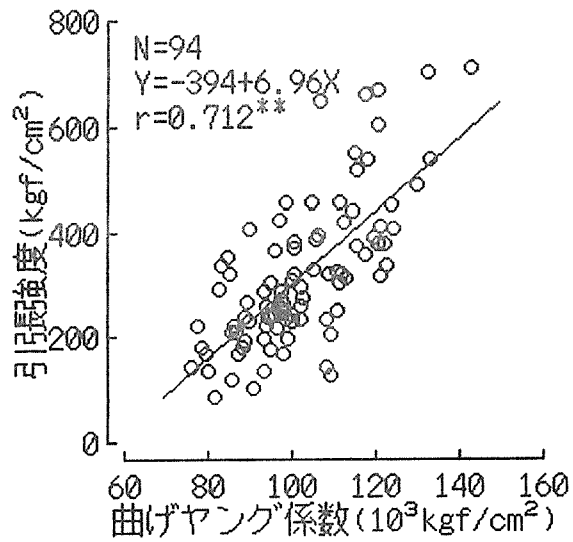


図 2 4 トドマツプレーン材の曲げヤング係数と引張強度との関係

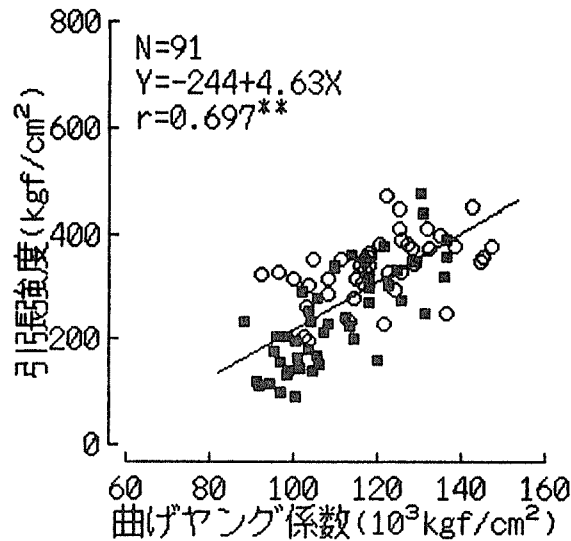


図 2 5 トドマツジョイント材の曲げヤング係数と引張強度との関係

注) ○ : 縦継ぎ部分から破壊
 ■ : 縦継ぎ以外から破壊

3. 5 集成材の製造試験

製造した集成材は150×150×3650mm (5プライ)、150×300×7000mm (10プライ)、150×600×13000mm (20プライ) の3種類で、各々5体である。

集成材ラミナの等級構成は、構造用大断面集成材の製造基準における1級の集成材を製造するものとし、外層ラミナは、節による等級区分で1～2等、中間層ラミナは1～3等、内層ラミナは1～4等で構成した。

ラミナの縦継ぎは、ヤング係数が近いものどうしで行い、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従って、直径5mm以上の節はフィンガーの底部から節径の3倍以上離れるようにし、節を切断除去する場合は節の直径以上離れた位置で切断した。縦継ぎの条件は、3. 4. 3 ① 項と同様である。

縦継ぎラミナの配置は、隣接するラミナの継ぎ手の内り距離をラミナ厚さ (3cm) の12倍 (36cm) 以上とした。

縦継ぎしたラミナを厚さ30mmに仕上げ、グルースプレッダーで接着剤を塗布し、45cm間隔で配置したねじクランプで圧縮した。接着剤は両面塗布とし、圧縮圧力はトルクレンチの読みから約8kgf/cm²になるようにした。圧縮時間は24時間以上とした。

集成材の仕上げには自動一面鉋盤を用い、幅15cmにした。

縦継ぎ、集成接着には大日本インキ化学工業 (株) 製レゾルシノール樹脂接着剤、プライオーフェン6000 (主剤100部に対し硬化剤20部) を用い、両面塗布した。塗布量は一接着層あたり約300g/m²である。

3.6 集成材の強度試験

3.6.1 試験方法

集成材の曲げ破壊試験は2点曲げで行った(図26)。試験には東京衡機製油圧式強度試験機(容量、曲げ20tf)を用い、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(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、破壊部分の近傍の無欠点部分から長さ方向約2cmの試験片を採取し、含水率を測定した。

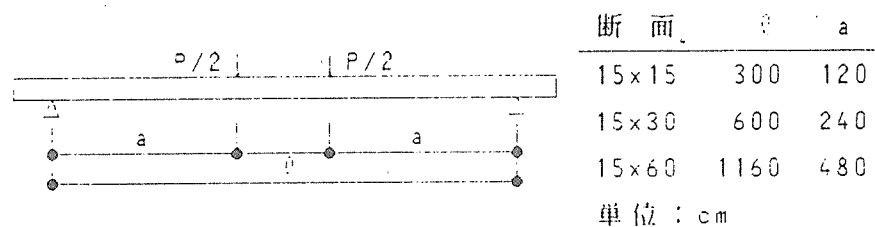


図26 集成材の曲げ破壊試験

3.6.2 集成材の曲げ試験結果

表37にカラマツ集成材の曲げ破壊試験結果を示す。C2およびC4は荷重点間外の引張側最外層の縦継ぎ部分から破壊したが、他はすべて荷重点間で破壊した。また、比例域から一気に破壊したものがほとんどで、比例限度応力/曲げ破壊係数の値はいずれも0.8以上であった。

「構造用大断面集成材の日本農林規格」(農林水産省告示第2054号)では、カラマツは樹種区分で針葉樹A-2に属し、その強度基準値は表38のようになっている。

今回の試験結果をこれらと比較してみると、材せい15cmのもの(Aグループ)は1体(A2)を除き1級に、材せい30cmのもの(Bグループ)はすべて1級に合格している。しかし、材せい60cmのもの(Cグループ)はC2が2級の値を上回っているものの、他は2級の値をも下回っている。

材せいの影響を考慮して、規格では材せいが30cmより大きなものについては低減係数を導入している。しかし、今回の試験結果(Cグループ)は、この低減よりも大きな減少を示している。ここで、ラミナの曲げヤング係数と引張強度との関係(3.4.5④項)から、最外層ラミナの引張強度を推定すると、集成材の曲げ破壊係数にほぼ一致する。したがって、Cグループの最外層ラミナは純粹引張状態にあることが想定されるが、これについては、今後の検討課題である。

表 3 7 カラマツ集成材の曲げ破壊試験結果

断面 (cm ²)	試験体 番号	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)	比例 破壊
15×15	A1	9.3	117.2	447.6	502.2	0.891
	A2	8.6	117.6	345.3	348.2	0.992
	A3	8.5	114.3	512.6	639.2	0.802
	A4	9.1	116.8	426.6	436.6	0.977
	A5	8.3	109.9	534.5	630.5	0.848
15×30	B1	8.4	139.8	435.1	509.3	0.854
	B2	9.1	131.3	509.8	530.9	0.960
	B3	8.4	130.8	406.9	463.0	0.879
	B4	8.7	129.2	465.9	548.6	0.849
	B5	9.0	130.7	402.3	411.6	0.977
15×60	C1	8.6	99.0	250.3	258.5	0.968
	C2	9.2	106.6	328.3	331.7	0.990
	C3	9.4	94.3	257.8	262.0	0.984
	C4	9.0	101.6	240.8	241.4	0.997
	C5	8.9	89.0	201.8	221.7	0.910

表 3 8 構造用大断面集成材の日本農林規格
における強度基準値

(針葉樹 A - 2)

等級	曲げヤング係数 (10 ³ kgf/cm ²)	曲げ強さ (kgf/cm ²)
特級	110	465
1 級	100	405
2 級	90	330

表 3 9 にトドマツ集成材の曲げ破壊試験結果を示す。A 5 では著しい圧縮破壊がみられたが、他は荷重点直下でわずかに見られたただけであった。材せいが 15cm、及び 30cm のものはいずれも最外層のラミナから破壊した。材せいが 60cm のもの (C グループ) では、C 2

は最外層のラミナから破壊したが、C1とC5は2層目のラミナの縦継ぎ部分から破壊した。C4は2層目の縦継ぎ部分で初期破壊を起こし、最終的な破壊は荷重点間外の最外層ラミナで起こった。なお、C3は荷重点間外の最外層ラミナから破壊した。また、A5、C4を除くと、比例域から一気に破壊したものがほとんどで、比例限度応力/曲げ破壊係数の値はいずれも0.8以上であり、特にCグループではすべて0.9以上であった。

以上のことから、集成材の曲げ強度はラミナの圧縮強度よりも引張強度に強く支配され、しかも材せいの10%程度の厚さを占める引張側のラミナの強度によって曲げ強度が決定されるといえる。

表39 トドマツ集成材の曲げ破壊試験結果

断面 (cm ²)	試験体 番号	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)	比例 破壊
15×15	A1	10.9	112.1	466.3	550.6	0.847
	A2	10.7	114.0	481.6	581.6	0.828
	A3	9.8	113.4	478.6	516.4	0.927
	A4	10.0	116.5	461.0	547.3	0.842
	A5	10.5	132.5	570.7	703.8	0.811
15×30	B1	9.8	113.7	379.0	391.8	0.967
	B2	9.8	108.9	353.1	444.5	0.794
	B3	9.6	112.0	460.8	564.6	0.816
	B4	9.4	106.4	287.3	292.5	0.982
	B5	9.5	100.6	395.9	397.7	0.995
15×60	C1	11.5	124.6	443.1	457.5	0.969
	C2	10.5	113.0	404.9	442.1	0.916
	C3	10.2	112.1	272.4	275.3	0.990
	C4	10.1	108.7	404.5	405.2	0.998
	C5	10.6	111.3	421.3	433.4	0.972

4. まとめ

道産カラマツ材およびトドマツ材から採材したラミナについて、目視等級区分とあわせて曲げヤング係数による強度等級区分を行い、それらを組み合わせて集成材を作製し、強度試験を行った。

ラミナの目視等級区分では、等級決定要因として節が最も多かった。また、等級割合では、4等が約50%、2等が約25%であり、1等は約5%程度であった。

カラマツラミナの製材寸法は、ラミナの最終（集成材仕上げ後）仕上がり断面寸法 150×30 mmに対して、170×40mmが適当であると判断された。

縦継ぎラミナの強度試験による接合効率は、曲げで約0.7、引張で約0.65であった。

大断面構造用集成材の強度試験結果から、集成材の曲げ強度はラミナの圧縮強度よりも引張強度に強く支配され、しかも材せいの10%程度の厚さを占める引張側のラミナ強度によって決定されるといえる。

付 表

付表-1 原木丸太の動的ヤング係数の測定結果

付表-2 プレーン材曲げ試験の結果

付表-3 ジョイント材曲げ試験の結果

付表-4 プレーン材引張試験の結果

付表-5 ジョイント材引張試験の結果

付表一 1 原木丸太の動的ヤング係数の測定結果(カラマツ)

原木番号	中央直径 (cm)	測定時 比	原木丸太の 動的ヤング係数 (10^3kgf/cm^2)	ラミナの曲げヤング係数 (10^3kgf/cm^2)											平均値	標準偏差		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
1	33.4	0.770	101.5	100.1	104.3	136.1	114.4	86.7	124.4	111.3							111.0	15.0
2	26.9	0.724	79.4	108.5	87.2	90.1	84.8										92.7	9.3
3	34.9	0.697	75.2	71.6	84.0	69.8	89.4	73.1	58.3								74.4	10.1
4	32.4	0.605	78.7	108.6	102.1	107.7	90.4	81.2	68.1	64.2							88.9	17.0
5	30.2	0.685	109.9	136.7	142.0	106.9	133.6	107.4	80.5								117.9	21.6
6	32.4	0.750	106.4	89.9	123.8	117.7	133.2	113.5	93.6								111.9	15.5
7	31.6	0.772	99.6	110.2	147.4	122.5	124.0	119.1	97.5								120.1	15.1
8	26.7	0.733	89.0	108.3	97.4	103.3	85.8										98.7	8.4
9	35.5	0.764	101.0	121.4	92.2	89.2	143.3	123.1	102.4	118.2	104.1	77.0					107.9	19.3
10	28.2	0.769	92.6	111.7	89.1	124.5	84.5										102.5	16.4
11	35.5	0.680	91.8	111.8	118.9	119.1	108.3	99.0	115.3	110.3	94.7						109.7	8.3
12	38.0	0.736	87.1	120.3	102.6	75.3	104.7	88.9	70.6	58.8	88.3	66.0	54.8				83.0	20.5
13	30.0	0.684	88.5	110.1	100.6	86.5	110.3	78.9									97.3	12.6
14	27.0	0.662	89.5	92.2	80.2	112.5	91.4										94.1	11.6
15	31.1	0.737	111.7	134.0	146.9	107.9	139.2	100.4	78.0								117.7	24.3
16	34.4	0.785	85.5	117.7	120.7	123.5	84.9	120.6	81.1	61.4							101.4	23.2
17	36.2	0.683	87.7	103.3	100.3	89.9	120.2	98.7	65.5	111.2	87.5	64.9					93.5	17.8
18	30.6	0.740	91.9	136.2	86.5	104.2	97.6	78.9	123.7	98.4							103.7	18.6
19	31.9	0.712	78.1	87.6	96.0	88.3	75.6	99.3	82.9	68.0							85.4	10.2
20	32.7	0.754	88.8	122.9	91.8	105.7	88.3	85.2	100.2	88.2							97.5	12.4
21	40.2	0.759	126.2	147.5	169.6	147.2	173.5	159.6	133.9	107.6	136.1	131.1	127.8	126.5			141.9	19.0
22	32.7	0.728	86.4	122.1	87.7	103.4	76.4	102.9	90.7	68.8							93.1	16.7
23	31.3	0.693	87.4	90.4	107.6	83.4	97.9	78.6	64.5								87.1	13.8
24	30.9	0.650	102.5	134.1	137.3	106.5	123.5	108.3	84.4								115.7	18.2
25	29.7	0.730	99.5	130.2	139.9	108.0	113.0	96.7	82.9								111.8	19.2
26	27.2	0.822	100.4	128.0	84.2	136.9	89.1										109.5	23.2
27	31.7	0.755	83.4	79.4	89.9	65.6	62.6	53.0									70.1	13.0
28	35.8	0.713	104.5	129.7	131.8	123.8	98.0	76.3	154.5	126.2	92.5						116.6	23.8
29	32.1	0.730	103.9	141.7	115.4	126.8	95.7	83.7	148.5	124.0							119.4	21.6
30	35.3	0.721	114.6	159.5	118.6	116.9	161.9	147.8	122.5	131.5	111.0	110.1					131.1	19.2
最小値	26.7	0.605	75.2														70.1	
平均値	32.2	0.725	94.8														103.5	
最大値	40.2	0.822	126.2														141.9	
標準偏差	3.3	0.044	11.8														15.8	
変動係数(%)	10.1	6.1	12.5														15.3	

付表-1 原木丸太の動的ヤング係数の測定結果(トドマツ)

丸太番号	剥皮前		剥皮後		ラミナの曲げヤング係数 (10^3kgf/cm^2)												平均値	標準偏差	
	中央直径 (cm)	測定時の比重	丸太の動的ヤング係数 (10^3kgf/cm^2)	丸太の動的ヤング係数 (10^3kgf/cm^2)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
001	31.0	0.66	108.6	120.3	130.9	118.6	129.3	155.4	141.0									135.0	12.4
002	39.0	0.65	80.9	97.1	105.3	104.9	105.7	103.0	95.0	94.1	103.2	108.3						102.4	4.8
003	42.0	0.64	90.5	106.4	129.3	128.0	107.0	131.8	121.8	110.8	93.8	107.0	117.8	103.2				115.1	12.0
004	38.0	0.80	103.1	111.6	127.5	137.1	119.9	125.2	124.4	119.3	102.2	124.4	117.2					121.9	8.8
005	43.0	0.57	72.6	80.9	104.4	89.8	92.2	111.2	103.3	101.5	98.6	92.8	87.5	95.0				97.6	7.1
006	35.0	0.63	82.6	101.2	113.3	104.3	87.9	108.3	106.4									104.0	8.6
007	36.0	0.64	110.0	133.5	137.8	142.0	140.5	145.2	137.1	119.2	144.1	143.9						138.7	7.9
008	40.5	0.65	83.1	95.0	115.8	96.3	107.6	106.6	106.8	95.0	102.1	109.5	110.6					105.6	6.4
009	37.5	0.65	86.0	98.5	102.9	112.0	114.5	108.1	95.8	80.9	104.1	95.0						101.7	10.2
010	34.0	0.75	112.4	120.9	129.3	120.5	111.9	151.1	124.0									127.4	13.2
011	37.5	0.67	95.0	102.8	122.9	125.2	113.8	107.8	87.5	114.6	100.3							110.3	12.2
012	34.5	0.63	82.9	86.2	111.9	111.9	92.0	116.5	107.7									108.0	8.5
013	36.0	0.74	112.9	125.8	162.9	139.2	159.0	142.1	128.5	109.9	148.1	131.9						140.2	16.1
014	43.5	0.74	94.4	100.8	119.6	128.6	101.9	115.5	104.9	111.2	110.0	104.9	124.4	129.9	123.6			115.9	9.5
015	36.0	0.63	93.5	104.6	129.1	117.8	116.1	114.3	102.0	107.0	120.3	119.3						115.8	7.8
016	38.0	0.62	72.0	80.3	105.4	93.7	109.3	90.5	73.2	80.4	91.5	86.4						91.3	11.2
017	37.0	0.64	104.9	113.9	134.0	144.8	167.4	144.2	119.3	114.3	130.0	125.1						134.9	15.9
018	43.0	0.69	85.1	96.2	95.5	95.0	122.9	119.7	115.6	123.5	107.1	110.8	97.3	108.6				109.6	10.4
019	35.5	0.63	104.2	111.3	127.2	134.2	125.8	127.6	115.1	135.3	124.4							127.1	6.2
020	44.0	0.66	84.5	93.4	106.0	106.1	115.0	99.6	101.2	93.7	88.1	92.7	83.7	104.5	119.9	110.9		101.8	10.4
021	30.5	0.67	103.4	105.7	133.6	109.1	92.4	128.4	118.8									116.4	14.7
022	37.0	0.60	81.3	91.3	101.3	104.2	102.4	96.9	86.5	103.0	100.1	86.1						97.6	6.8
023	37.5	0.79	94.1	108.0	108.3	119.3	129.3	129.7	117.8	142.1	105.7	102.3	122.5					119.7	12.2
024	41.0	0.59	84.6	91.4	107.7	111.3	101.7	101.7	110.0	111.4	97.8	115.5	108.9					107.3	5.4
025	34.0	0.70	101.0	109.2	121.4	117.8	104.9	110.4	126.1	119.2								116.6	7.0
026	37.5	0.59	104.2	120.2	125.3	147.7	132.8	120.0	104.6	107.7	116.4	129.3						123.0	13.1
027	34.0	0.72	86.0	87.9	117.2	114.7	100.8	103.6	101.9									107.6	6.9
028	35.0	0.75	107.8	125.3	148.3	111.3	107.2	132.7	115.8									123.0	15.3
029	32.0	0.68	94.1	110.1	124.9	114.9	100.4	123.6	109.5									114.7	9.1
030	33.0	0.77	92.4	99.5	105.7	104.3	94.1	109.5	96.8									102.1	5.7
最小値	30.5	0.57	72.0	80.3														91.3	4.8
平均値	37.1	0.67	93.6	104.3														114.4	9.9
最大値	44.0	0.80	112.9	133.5														140.2	16.1
標準偏差	3.6	0.06	11.5	13.3														12.6	3.2

付表-2 プレーン材曲げ試験の結果(カラマツ1)

試験体番号	集中節径比(%)	繊維走向の傾斜(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}
BP001	51	26	5.6	0	0.42	8.7	75	344	385	0.896	1
BP002	19	51	6.1	0	0.47	9.5	87	357	418	0.855	0
BP003	0	13	5.4	0	0.46	10.2	82	273	492	0.555	0
BP004	29	27	5.4	0	0.48	9.3	90	326	404	0.807	0
BP005	5	68	6.2	0	0.50	8.9	85	341	601	0.567	0
BP006	7	50	4.8	0	0.52	8.8	96	421	436	0.967	0
BP007	34	39	4.8	0	0.50	9.0	87	338	465	0.727	0
BP008	0	16	3.4	0	0.59	9.5	95	391	530	0.737	0
BP009	29	20	5.5	0	0.47	8.7	95	341	432	0.788	0
BP010	15	67	6.7	0	0.47	9.3	101	464	564	0.822	0
BP011	35	68	4.1	0	0.46	9.2	94	358	532	0.674	0
BP012	21	82	5.7	0	0.55	9.8	104	396	422	0.940	0
BP013	12	54	5.6	0	0.52	9.7	106	418	501	0.835	0
BP014	27	24	5.8	0	0.49	10.0	93	327	386	0.847	0
BP015	15	29	5.0	0	0.50	9.8	99	407	564	0.723	1
BP016	14	50	5.5	0	0.52	9.4	99	327	604	0.541	0
BP017	29	35	5.7	0	0.51	8.9	106	393	538	0.730	0
BP018	0	22	4.0	0	0.52	9.4	110	484	525	0.922	0
BP019	20	41	4.6	0	0.53	9.1	111	457	508	0.900	0
BP020	10	42	4.4	0	0.54	9.3	111	490	578	0.848	0
BP021	31	29	4.4	0	0.49	10.3	110	354	662	0.535	0
BP022	0	37	5.0	0	0.52	9.7	104	458	503	0.911	0
BP023	0	24	6.3	0	0.47	9.1	104	355	451	0.786	0
BP024	5	22	4.8	0	0.53	9.7	106	339	577	0.586	0
BP025	0	48	3.9	0	0.53	9.5	115	477	909	0.525	0
BP026	25	37	4.0	0	0.50	8.8	114	483	675	0.715	0
BP027	9	46	3.4	0	0.58	9.2	123	459	719	0.638	0
BP028	21	104	5.0	0	0.46	9.6	105	475	506	0.939	0
BP029	21	53	3.3	0	0.55	10.0	117	445	576	0.774	0
BP030	12	63	5.3	0	0.57	8.7	120	581	682	0.852	0
BP031	14	47	5.2	0	0.59	9.3	120	572	804	0.712	0
BP032	16	42	3.9	0	0.56	9.3	139	636	695	0.914	0
BP033	35	22	3.7	0	0.61	9.7	117	487	908	0.536	0
BP034	0	9	3.2	0	0.61	9.6	131	500	702	0.712	0
BP035	13	31	4.8	0	0.46	9.4	124	405	672	0.603	0
BP036	0	49	3.9	0	0.50	9.9	120	422	574	0.734	0
BP037	12	75	5.2	0	0.56	9.8	119	464	859	0.540	0
BP038	9	40	2.8	0	0.54	9.2	128	462	600	0.770	0
BP039	0	10	4.3	0	0.52	9.9	117	315	667	0.472	0
BP040	11	24	5.3	0	0.53	9.2	120	500	538	0.930	0

付表-2 プレーン材曲げ試験の結果(カラマツ2)

試験体番号	集中径比 (%)	縦斜の傾斜 (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}
BP041	11	71	5.4	0	0.58	9.0	119	878	878	1.000	0
BP042	10	32	3.0	0	0.59	9.5	144	568	958	0.593	0
BP043	22	29	5.6	0	0.57	9.1	130	566	613	0.922	0
BP044	0	30	3.9	0	0.58	9.5	128	436	479	0.909	0
BP045	5	34	4.1	0	0.50	10.2	123	379	753	0.503	0
BP046	0	68	5.2	0	0.56	10.4	138	521	620	0.840	0
BP047	14	21	2.9	0	0.49	9.2	126	502	681	0.737	0
BP048	20	74	4.1	0	0.52	9.6	125	569	618	0.921	1
BP049	0	33	4.1	0	0.61	8.8	149	502	1082	0.464	0
BP050	0	70	5.8	0	0.53	9.0	135	405	623	0.650	0
BP051	0	16	3.1	0	0.57	9.4	141	459	867	0.530	0
BP052	32	66	3.5	0	0.59	10.1	131	543	771	0.705	0
BP053	13	37	3.4	0	0.58	9.3	146	590	764	0.772	0
BP054	23	30	5.0	0	0.59	9.3	137	305	575	0.529	0
BP055	45	59	5.6	0	0.57	9.3	140	486	698	0.696	1
BP056	0	56	3.2	0	0.57	9.5	153	703	823	0.854	0
BP057	24	36	5.0	0	0.56	9.3	144	594	809	0.733	0
BP058	22	55	3.0	0	0.56	9.4	151	846	846	1.000	1
BP059	0	26	3.0	0	0.59	9.6	149	539	837	0.644	0
BP060	9	33	1.8	0	0.55	9.4	134	616	884	0.697	0
BP061	10	16	4.5	0	0.58	9.1	148	569	931	0.612	0
BP062	0	74	5.2	0	0.57	10.3	148	496	505	0.981	0
BP063	13	65	5.0	0	0.56	9.3	141	518	811	0.639	0
BP064	15	52	5.0	0	0.58	9.4	149	583	828	0.704	0
BP065	15	28	3.4	0	0.59	9.8	158	481	916	0.525	0
BP066	12	76	2.9	0	0.65	10.0	163	463	552	0.840	0
BP067	27	39	2.4	0	0.58	9.3	144	502	918	0.546	0
BP068	0	20	3.0	0	0.55	9.0	134	628	937	0.670	0
BP069	35	53	3.7	0	0.56	9.1	142	460	684	0.673	0
BP070	0	25	2.5	0	0.66	9.7	175	724	1172	0.617	0
BP071	12	47	3.7	0	0.55	8.9	143	570	934	0.610	0
BP072	16	25	2.5	0	0.53	9.4	135	491	609	0.806	0
BP073	0	7	5.4	0	0.62	9.4	150	568	990	0.574	0
BP074	7	8	2.7	0	0.60	9.3	140	366	635	0.577	0
BP075	14	16	3.6	0	0.64	10.4	163	631	1156	0.546	0
BP076	28	33	3.3	0	0.60	9.6	149	400	680	0.589	0
BP077	11	59	2.8	0	0.66	10.2	151	524	1054	0.498	0
BP078	0	2	3.1	0	0.64	9.5	184	724	1112	0.651	0
BP079	0	36	3.6	0	0.55	9.7	144	490	666	0.736	0
BP080	7	81	4.2	0	0.59	9.5	152	570	643	0.886	0

付表一 2 プレーン材曲げ試験の結果 (カラマツ3)

試験体 番号	集 節 徑 比 (%)	中 の 傾 斜 (mm/m)	縦 走 向 の 傾 斜 (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}
											曲げ比例限度係数	曲げ破壊係数	
BP081	34	39	39	4.2	0	4	9.0	160	513	794	0.647	1	
BP082	0	45	45	2.7	0	1	9.5	148	615	805	0.764	0	
BP083	14	69	69	2.9	0	2	9.4	147	536	845	0.634	1	
BP084	0	50	50	4.7	0	1	9.4	144	568	675	0.843	1	
BP085	31	19	19	3.5	0	3	9.2	154	555	850	0.654	0	
BP086	5	20	20	3.4	0	1	9.5	167	752	972	0.774	0	
BP087	24	45	45	3.1	0	2	10.1	156	569	718	0.792	0	
BP088	11	28	28	3.4	0	1	9.9	152	463	577	0.802	0	
BP089	28	58	58	3.7	0	3	9.4	153	491	652	0.752	0	
BP090	0	70	70	3.7	0	2	8.6	155	585	789	0.741	0	
BP091	31	11	11	2.9	0	3	8.9	149	863	863	1.000	1	
BP092	0	21	21	3.1	0	1	9.6	161	663	935	0.709	0	
BP093	11	41	41	3.4	0	1	10.1	160	627	953	0.659	0	
BP094	8	61	61	4.7	0	1	10.0	129	427	685	0.624	0	
BP095	8	9	9	2.8	0	1	9.2	159	611	1206	0.507	0	
BP096	14	48	48	4.5	0	2	9.4	167	554	736	0.752	0	
BP097	13	58	58	2.4	0	2	8.8	164	706	1136	0.621	0	
BP098	0	22	22	2.9	0	1	9.9	177	688	983	0.700	0	
BP099	13	39	39	3.8	0	2	9.2	169	673	1117	0.603	0	
BP100	12	6	6	2.6	0	1	9.4	181	771	1031	0.748	0	
最 小 値	0	2	2	1.8			8.6	75	273	385	0.464		
平 均 値	13	40	40	4.1			9.4	132	508	724	0.722		
最 大 値	51	104	104	6.7			10.4	184	878	1206	1.000		
標 準 偏 差	12	21	21	1.1			0.4	25	126	200	0.139		
変 動 係 数 ^(%)	88.2	51.3	51.3	26.4			4.4	18.8	24.7	27.6	19.2		

注) *1 0:心去り、1:心割り、2:心持ち

*2 1~4:1~4等、5:格外

*3 0:荷重点間、1:荷重点箇外

付表—2 プレーン材曲げ試験の結果(トマト1)

試験体 番号	集中 荷重比 (%)	繊維走向 の傾斜 (mm/μ)	くされ ^{※1}	平均 年輪幅 (mm)	径 ^{※2}	目視 ^{※3} 等級	試験時 の比重	含水率 (%)	曲げヤング 係数 (10 ⁹ 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/曲げ破壊 限度応力/係数	破壊状況 ^{※4}
1 BP018	17	16	0	5.8	0	2	0.37	10.6	94.8	299.5	300.2	0.998	0
2 BP002	38	21	0	4.3	0	4	0.38	9.1	79.1	270.6	315.3	0.858	0
3 BP013	41	41	0	3.8	0	4	0.35	10.1	89.1	282.7	338.8	0.834	0
4 BP001	47	69	0	3.8	0	4	0.43	11.6	80.2	259.7	381.7	0.680	0
5 BP005	27	19	0	5.3	0	3	0.39	9.0	90.5	256.8	384.5	0.668	0
6 BP028	19	40	0	4.2	0	2	0.35	10.2	97.4	326.1	385.2	0.847	0
7 BP007	19	14	0	4.6	0	2	0.34	9.6	85.0	330.9	389.1	0.850	0
8 BP021	40	28	0	3.3	0	4	0.37	9.5	97.3	291.7	422.8	0.690	0
9 BP062	27	28	0	3.7	0	3	0.41	9.3	104.8	308.4	425.3	0.725	0
10 BP020	29	29	0	4.8	0	3	0.45	10.3	94.4	299.8	428.1	0.700	0
11 BP023	25	22	0	6.0	0	3	0.43	9.9	88.4	326.6	428.9	0.761	0
12 BP050	6	46	0	2.6	0	1	0.38	11.5	101.9	373.1	430.2	0.867	-1
13 BP009	29	25	0	4.2	0	3	0.47	10.0	89.0	332.7	430.9	0.772	0
14 BP052	29	32	0	3.7	0	3	0.39	10.4	103.2	361.1	432.6	0.835	0
15 BP027	24	48	0	4.2	0	2	0.39	9.6	96.0	326.6	440.5	0.741	0
16 BP048	28	45	0	4.4	0	3	0.43	10.1	105.8	429.7	451.1	0.953	0
17 BP038	24	10	0	4.4	0	2	0.41	9.6	107.4	318.5	451.8	0.708	0
18 BP019	27	38	0	4.8	0	3	0.44	9.8	93.2	326.2	454.5	0.718	0
19 BP015	14	41	0	4.6	0	2	0.43	9.5	95.7	327.1	464.0	0.705	0
20 BP064	18	57	0	4.6	0	2	0.37	9.9	105.5	449.8	466.6	0.964	0
21 BP016	15	78	0	4.6	0	3	0.36	10.3	92.7	362.8	467.0	0.777	0
22 BP054	25	25	0	3.4	0	3	0.38	8.9	105.1	413.5	479.3	0.863	0
23 BP042	21	9	0	3.4	0	2	0.38	9.3	105.6	386.0	479.5	0.805	0
24 BP034	23	36	0	4.0	0	2	0.36	9.9	100.2	438.3	492.0	0.891	0
25 BP058	21	10	0	4.0	0	2	0.41	11.1	107.8	429.9	496.4	0.866	0
26 BP031	17	45	0	6.0	0	2	0.42	10.1	94.3	452.7	518.4	0.873	0
27 BP078	21	20	0	4.8	0	2	0.43	9.7	115.7	361.0	518.5	0.696	0
28 BP075	33	46	0	4.0	0	3	0.44	8.9	118.1	466.7	522.7	0.893	0
29 BP074	44	28	0	3.4	0	4	0.43	9.9	113.6	440.1	536.2	0.821	0
30 BP008	11	10	0	4.2	0	1	0.41	9.6	88.0	335.1	538.7	0.622	0
31 BP033	15	23	0	4.4	0	2	0.35	9.7	95.0	438.0	548.2	0.799	0
32 BP060	15	92	0	3.7	0	4	0.41	10.7	105.1	460.2	549.5	0.837	0
33 BP061	26	47	0	2.8	0	3	0.41	9.7	105.9	473.4	550.8	0.859	0
34 BP012	0	36	0	5.0	0	1	0.46	9.6	90.3	345.0	554.1	0.623	0
35 BP086	12	38	0	3.1	0	1	0.46	12.5	126.1	439.5	563.2	0.780	0
36 BP026	0	16	0	4.3	0	1	0.33	10.2	100.5	302.8	564.8	0.536	0
37 BP025	16	59	0	3.9	0	2	0.36	10.2	94.8	370.6	565.3	0.656	0
38 BP029	15	52	0	3.4	0	2	0.35	9.9	102.6	437.8	568.2	0.770	0
39 BP030	5	39	0	5.8	0	1	0.34	10.1	91.2	441.3	569.1	0.776	0
40 BP017	12	43	0	4.8	0	1	0.36	9.8	92.5	331.4	570.1	0.581	0

付表一 2 プレーン材曲げ試験の結果 (トドマツ2)

試験体 番号	集中 節径比 (%)	縦進走向 の傾斜 (mm/m)	くされ ¹⁾ 平均 年輪幅 (mm)	目録 ²⁾ 等級	目録 ³⁾ 等級	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/係数	曲げ破壊 係数	破壊状況 ⁴⁾
41	BP065	22	28	0	2	0.38	10.5	104.1	467.1	570.1	0.819	570.1	0
42	BP076	23	60	0	2	0.42	9.9	117.5	484.0	575.5	0.841	575.5	0
43	BP032	0	25	0	1	0.36	10.3	99.4	414.2	579.7	0.715	579.7	0
44	BP090	19	57	0	2	0.40	9.2	121.2	495.6	583.8	0.849	583.8	0
45	BP070	15	29	0	2	0.38	9.4	114.1	477.4	586.1	0.814	586.1	0
46	BP006	0	26	0	1	0.36	9.9	88.9	372.9	587.3	0.635	587.3	0
47	BP043	8	9	0	1	0.38	11.1	110.1	427.9	589.2	0.726	589.2	0
48	BP024	6	51	0	1	0.37	9.9	100.0	403.2	590.7	0.683	590.7	0
49	BP040	0	45	0	1	0.36	10.1	102.4	461.7	607.3	0.760	607.3	0
50	BP022	9	42	0	1	0.39	8.9	98.2	338.0	608.2	0.556	608.2	0
51	BP081	0	13	0	1	0.47	9.8	130.1	527.4	610.4	0.864	610.4	0
52	BP055	18	37	0	2	0.37	10.3	103.0	472.8	612.2	0.772	612.2	0
53	BP080	10	17	0	1	0.39	10.3	118.6	503.2	614.2	0.819	614.2	0
54	BP046	15	19	0	2	0.43	9.8	104.0	425.6	624.5	0.681	624.5	0
55	BP010	0	72	0	3	0.38	10.1	89.6	367.2	625.0	0.587	625.0	0
56	BP044	0	19	0	1	0.38	10.6	102.8	481.0	625.5	0.769	625.5	0
57	BP053	0	35	0	3	0.40	9.7	101.8	467.9	627.3	0.746	627.3	0
58	BP039	20	20	0	2	0.38	9.4	98.1	435.5	629.8	0.691	629.8	0
59	BP066	16	64	0	2	0.43	9.8	115.0	516.5	630.9	0.819	630.9	0
60	BP056	7	13	0	1	0.40	10.3	110.7	486.7	632.0	0.770	632.0	0
61	BP045	0	30	0	1	0.38	10.8	106.4	482.3	635.1	0.760	635.1	0
62	BP047	0	18	0	1	0.41	9.0	111.5	438.3	636.0	0.689	636.0	0
63	BP004	0	68	0	2	0.48	10.3	83.7	368.9	637.5	0.579	637.5	0
64	BP003	0	51	0	1	0.39	9.1	79.8	367.5	638.6	0.576	638.6	0
65	BP068	9	15	0	1	0.41	10.0	118.1	504.4	638.8	0.790	638.8	0
66	BP072	5	28	0	1	0.39	9.7	124.0	530.6	641.9	0.827	641.9	0
67	BP092	7	27	0	1	0.41	9.6	123.1	515.9	648.2	0.796	648.2	0
68	BP082	19	10	0	2	0.45	9.4	116.7	504.8	649.5	0.777	649.5	0
69	BP089	15	32	0	3	0.43	8.7	123.3	514.7	655.1	0.786	655.1	0
70	BP057	23	24	0	2	0.43	10.0	111.2	448.0	668.3	0.670	668.3	0
71	BP041	10	31	0	1	0.39	11.6	118.9	487.3	670.3	0.727	670.3	0
72	BP088	11	17	0	1	0.46	9.1	125.0	536.2	674.3	0.795	674.3	0
73	BP069	21	50	0	2	0.42	10.2	114.7	488.5	674.6	0.724	674.6	0
74	BP098	0	29	0	3	0.43	9.9	131.0	599.3	675.7	0.887	675.7	0
75	BP067	3	31	0	1	0.38	9.9	115.0	507.3	677.3	0.749	677.3	0
76	BP084	0	20	0	1	0.38	10.1	122.9	542.1	682.9	0.794	682.9	0
77	BP035	0	44	0	1	0.43	11.0	100.2	464.9	688.7	0.675	688.7	0
78	BP014	7	7	0	1	0.46	10.1	92.7	370.4	691.2	0.536	691.2	0
79	BP083	7	52	0	1	0.39	9.5	116.5	515.7	695.4	0.742	695.4	0
80	BP079	10	5	0	1	0.37	9.0	115.4	500.8	707.0	0.708	707.0	0

付表一 2 プレレン材曲げ試験の結果(トドマツ3)

試験体 番号	集中 節径比 (%)	繊維走向 の傾斜 (mm/m)	くされ*1 平均 年輪幅 (mm)	目視*3 等級	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/曲げ破壊 限度応力/係数	破壊状況**4
81 BP036	5	40	3.9	0	0.45	10.3	107.6	474.8	707.4	0.671	0
82 BP049	0	56	4.2	0	0.43	9.7	105.5	481.4	712.5	0.676	0
83 BP011	0	69	4.5	0	0.47	10.8	92.0	324.8	718.2	0.452	0
84 BP095	16	12	4.6	0	0.44	10.3	128.2	537.4	726.2	0.740	0
85 BP100	0	35	5.2	0	0.44	10.5	138.4	611.8	729.8	0.838	0
86 BP087	7	6	4.5	0	0.42	10.2	120.9	506.1	730.6	0.693	0
87 BP059	0	20	6.2	0	0.42	9.5	108.8	505.1	730.6	0.691	0
88 BP073	20	30	6.3	0	0.45	10.0	113.9	502.9	737.1	0.682	0
89 BP063	0	54	5.2	0	0.42	10.1	111.5	517.7	747.0	0.693	0
90 BP037	0	23	6.8	0	0.38	8.9	102.5	480.2	751.2	0.639	0
91 BP094	14	7	4.4	0	0.45	9.6	131.6	596.3	754.8	0.790	0
92 BP071	3	43	2.9	0	0.44	10.4	114.8	526.0	756.3	0.696	0
93 BP091	0	39	2.9	0	0.42	10.1	123.9	544.5	760.2	0.716	0
94 BP096	7	31	3.3	0	0.42	10.1	133.3	596.6	760.9	0.784	0
95 BP051	0	37	4.7	0	0.46	9.8	104.1	492.3	770.2	0.639	0
96 BP085	20	27	1.5	0	0.42	9.4	122.1	543.5	773.8	0.702	0
97 BP093	0	37	2.9	0	0.39	9.2	131.8	572.8	778.1	0.736	0
98 BP097	3	18	2.6	0	0.42	9.2	132.7	612.3	828.9	0.739	0
99 BP077	0	24	6.3	0	0.42	10.1	124.1	572.0	836.3	0.684	0
100 BP099	10	16	2.6	0	0.45	9.6	141.4	610.7	945.9	0.646	0
最小値	0	5	1.5		0.33	8.7	79.1	256.8	300.2	0.452	
平均値	13	33	4.3		0.40	9.9	107.1	439.5	595.3	0.746	
最大値	47	92	6.8		0.48	12.5	141.4	612.3	945.9	0.998	
標準偏差	12	18	1.1		0.03	0.6	14.0	89.3	124.7	0.097	

注)

*1 0:なし, 1:あり

*2 0:心去り, 1:心割り, 2:心持ち

*3 1:1等, 2:2等, 3:3等, 4:4等, 5:格外

*4 -1:荷重点間外で破壊, 0:荷重点間で破壊

付表一三 ジョイント材曲げ試験の結果(カラマツ1)

試験体番号	集中節径比 (%)	繊維走向の傾斜 (mm/m)	平均年輪幅 (mm)	髓 ^{*1} 等級 ^{*2}	試験時の比重	含水率 (%)	縦つき前曲げヤング係数 (10 ⁻³ kgf/cm ²)	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}	破壊原因 ^{*4}
											曲げ比例限度応力 (kgf/cm ²)	曲げ破壊係数		
BJ001	50	47	5.3	0	0.48	9.1	75	75	297	354	0.840	0	0	
BJ002	9	77	4.9	0	0.47	9.5	79	79	299	305	0.980	0	0	
BJ003	25	123	5.0	0	0.52	10.0	81	81	359	376	0.954	0	0	
BJ004	10	43	5.7	0	0.52	9.6	83	95	283	352	0.804	0	0	
BJ005	3	40	4.6	0	0.47	8.6	85	87	299	398	0.751	0	0	
BJ006	24	73	5.4	0	0.48	9.7	87	92	321	321	1.000	0	0	
BJ007	0	73	5.8	0	0.50	8.6	88	89	313	333	0.939	0	0	
BJ008	28	70	6.2	0	0.47	8.9	93	95	276	277	0.997	0	0	
BJ009	27	87	5.9	0	0.47	9.1	95	98	328	402	0.816	0	0	
BJ010	13	70	6.2	0	0.47	9.3	95	93	329	337	0.979	0	0	
BJ011	16	77	5.0	0	0.51	9.1	97	99	345	425	0.812	0	0	
BJ012	26	27	4.1	0	0.51	9.2	98	99	418	462	0.905	0	0	
BJ013	9	67	5.2	0	0.53	9.3	98	99	385	442	0.872	0	0	
BJ014	0	43	6.2	0	0.52	8.7	99	98	360	372	0.968	0	0	
BJ015	23	50	3.6	0	0.47	8.6	100	101	372	398	0.935	0	0	
BJ016	17	107	4.8	0	0.54	9.6	100	106	378	386	0.979	0	0	
BJ017	27	93	5.2	0	0.53	8.8	101	104	432	438	0.987	0	0	
BJ018	13	77	4.2	0	0.51	9.6	101	111	318	364	0.873	0	0	
BJ019	0	110	5.0	0	0.58	8.8	103	107	448	505	0.886	0	0	
BJ020	26	87	4.0	0	0.52	8.9	103	118	386	412	0.936	0	0	
BJ021	39	57	4.1	0	0.48	8.9	105	105	402	453	0.886	0	0	
BJ022	0	70	4.6	0	0.52	9.4	106	107	476	524	0.910	0	0	
BJ023	0	57	5.3	0	0.51	9.5	107	102	387	431	0.898	0	0	
BJ024	19	40	5.5	0	0.53	9.0	107	112	369	413	0.892	0	0	
BJ025	31	103	3.3	0	0.53	9.1	108	116	459	471	0.975	0	0	
BJ026	12	103	5.0	0	0.59	9.0	109	120	484	496	0.975	0	0	
BJ027	7	37	3.8	0	0.58	9.0	109	114	342	362	0.943	0	0	
BJ028	30	33	4.8	0	0.47	8.7	109	107	367	445	0.825	0	0	
BJ029	21	53	4.1	0	0.51	8.6	111	118	490	498	0.985	0	0	
BJ030	28	20	3.8	0	0.59	9.2	112	119	505	539	0.935	0	0	
BJ031	0	7	4.1	0	0.58	8.8	113	120	519	564	0.919	0	0	
BJ032	12	63	3.6	0	0.61	9.3	114	126	488	562	0.868	0	0	
BJ033	18	43	5.0	0	0.49	9.6	116	119	384	392	0.980	0	0	
BJ034	19	63	3.7	0	0.55	9.5	117	111	430	436	0.987	0	0	
BJ035	0	23	3.9	0	0.61	9.2	117	117	516	528	0.977	0	0	
BJ036	8	63	4.3	0	0.54	9.5	118	108	385	408	0.943	0	0	
BJ037	49	37	3.3	0	0.54	8.9	118	131	328	450	0.728	1	0	
BJ038	16	50	3.4	0	0.57	9.1	120	142	498	502	0.992	0	0	
BJ039	19	40	5.0	0	0.51	9.5	121	120	420	428	0.982	0	0	
BJ040	23	37	3.3	0	0.60	9.8	122	125	354	472	0.750	1	0	

付表一三 ジョイント材曲げ試験の結果(カラマツ2)

試験体 番号	集中 荷径比 (%)	繊維走向 の傾斜 (mm/m)	平均 年輪幅 (mm)	髓 ^{*1} 等級 ^{*2}	試験時 の比重	含水率 (%)	縦つぎ前曲げ ヤング係数 (10^3kgf/cm^2)	曲げヤン グ係数 (10^3kgf/cm^2)	曲げ比例 限度応力 (kgf/cm^2)	曲げ破 壊係数 (kgf/cm^2)	曲げ比例限度応力		破壊位置 ^{*3}	破壊原因 ^{*4}
											曲げ破壊係数	曲げ破壊係数		
BJ041	10	37	3.1	0	0.54	8.8	123	124	443	458	0.968	0	0	0
BJ042	0	30	3.9	0	0.58	9.9	123	118	488	555	0.879	0	0	0
BJ043	0	17	5.0	0	0.54	9.2	124	125	400	518	0.772	0	0	0
BJ044	19	37	3.0	0	0.55	9.1	124	132	489	495	0.989	0	0	1
BJ045	10	23	4.6	0	0.55	9.4	125	126	404	545	0.741	0	0	0
BJ046	24	40	3.3	0	0.52	9.2	125	122	489	529	0.924	0	0	0
BJ047	21	63	3.2	0	0.51	9.0	125	131	510	523	0.975	0	0	0
BJ048	11	67	3.3	0	0.66	9.9	126	137	491	514	0.956	0	0	0
BJ049	17	33	3.2	0	0.59	9.6	127	118	385	423	0.909	0	0	0
BJ050	0	40	3.4	0	0.55	9.0	128	132	475	486	0.978	0	0	0
BJ051	31	90	2.8	0	0.51	9.1	128	120	444	481	0.924	0	0	0
BJ052	23	23	3.0	0	0.58	9.5	131	112	358	379	0.943	0	0	1
BJ053	18	70	5.0	0	0.59	9.7	132	139	517	556	0.929	0	0	0
BJ054	23	30	2.9	0	0.54	9.7	133	137	415	490	0.846	0	0	0
BJ055	22	80	3.9	0	0.53	9.5	134	135	479	486	0.985	0	0	0
BJ056	15	97	3.0	0	0.60	9.8	136	156	487	533	0.914	0	0	0
BJ057	8	27	3.2	0	0.58	9.6	138	140	509	572	0.891	0	0	0
BJ058	6	20	5.8	0	0.60	9.0	139	135	531	651	0.815	0	0	0
BJ059	11	63	4.4	0	0.55	8.9	140	131	466	481	0.969	0	0	0
BJ060	12	97	3.9	0	0.59	9.2	140	130	461	471	0.979	0	0	0
BJ061	0	17	4.0	0	0.64	9.5	142	142	485	581	0.835	0	0	0
BJ062	1	10	5.4	0	0.64	9.2	143	134	532	539	0.987	0	0	0
BJ063	0	17	3.1	0	0.61	9.3	144	161	521	537	0.970	0	0	0
BJ064	17	63	3.9	0	0.53	9.3	146	150	415	475	0.874	0	0	0
BJ065	14	47	3.6	0	0.60	9.6	151	161	445	639	0.697	0	0	0
BJ066	4	27	3.2	0	0.65	9.8	155	157	531	605	0.878	0	0	0
BJ067	29	63	2.8	0	0.59	9.0	140	132	566	575	0.984	0	0	0
BJ068	0	60	4.1	0	0.57	10.0	141	133	507	596	0.851	0	0	0
BJ069	12	53	3.3	0	0.62	9.1	142	160	475	652	0.729	0	0	0
BJ070	0	60	3.5	0	0.60	9.4	147	142	461	503	0.917	0	0	0
BJ071	17	63	3.0	0	0.58	8.6	144	146	493	558	0.882	0	0	0
BJ072	16	37	3.9	0	0.57	9.2	145	138	421	461	0.913	0	0	0
BJ073	8	143	3.0	0	0.58	8.6	145	140	567	581	0.976	0	0	0
BJ074	0	57	3.1	0	0.56	9.6	146	135	423	478	0.884	0	0	0
BJ075	0	33	3.9	0	0.56	9.5	146	128	436	503	0.867	0	0	0
BJ076	14	63	3.1	0	0.56	9.5	148	155	569	580	0.980	0	0	0
BJ077	0	23	2.9	0	0.56	8.8	148	150	545	588	0.925	0	0	0
BJ078	0	17	3.2	0	0.61	9.1	149	153	531	551	0.964	0	0	0
BJ079	5	33	3.0	0	0.64	9.5	150	144	604	643	0.940	0	0	0
BJ080	14	23	2.8	0	0.62	9.5	154	154	536	577	0.930	0	0	0

付表一三 ジョイント材曲げ試験の結果(カラマツ3)

試験体番号	集中節径比 (%)	繊維走向の傾斜 (mm/m)	平均年輪幅 (mm)	髓 ^{*1} 等級 ^{*2}	試験時の比重	含水率 (%)	縦つぎ前曲げヤング係数 (10 ³ kgf/cm ²)	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}	破壊原因 ^{*4}
BJ081	0	27	3.0	0	1	0.69	151	155	568	638	0.890	0	0
BJ082	0	20	2.4	0	1	0.56	152	140	582	636	0.914	0	0
BJ083	0	37	3.0	0	1	0.56	152	149	540	557	0.970	0	0
BJ084	0	23	2.8	0	1	0.55	152	150	565	598	0.978	0	0
BJ085	9	50	2.4	0	1	0.57	153	145	566	573	0.988	0	0
BJ086	20	60	2.7	0	2	0.65	153	175	609	609	1.000	0	0
BJ087	32	53	3.0	0	3	0.63	153	149	551	620	0.888	0	0
BJ088	5	27	3.6	0	1	0.53	154	146	472	492	0.960	0	0
BJ089	0	33	3.4	0	1	0.58	154	150	548	576	0.952	0	0
BJ090	16	23	3.6	0	2	0.57	156	148	531	562	0.945	0	0
BJ091	12	17	2.3	0	1	0.56	159	161	559	560	1.000	0	0
BJ092	0	33	3.0	0	1	0.62	159	161	549	609	0.902	0	0
BJ093	12	3	3.3	0	1	0.58	161	147	528	576	0.917	0	0
BJ094	9	13	2.7	0	1	0.67	162	172	667	724	0.949	0	0
BJ095	5	37	2.9	0	1	0.56	163	160	531	581	0.914	0	0
BJ096	0	43	2.6	0	1	0.57	167	163	512	532	0.961	0	0
BJ097	0	20	2.7	0	1	0.63	169	177	602	615	0.980	0	0
BJ098	18	70	3.6	0	2	0.61	173	168	639	652	0.980	0	0
BJ099	59	117	5.0	0	5	0.51	127	126	475	483	0.983	0	0
BJ100	6	27	3.1	0	1	0.63	184	186	639	660	0.969	0	0
最小値	0	3	2.3		0.47	8.6	75	75	276	277	0.697		
平均値	13	51	3.9		0.56	9.3	128	129	461	502	0.919		
最大値	59	143	6.2		0.69	10.0	184	186	687	724	1.000		
標準偏差	12	28	1.0		0.05	0.4	24	24	90	92	0.070		
変動係数 (%)	91.6	55.6	25.5		9.0	4.0	19.0	18.5	19.5	18.3	7.6		

注) *1 0:心去り、1:心割り、2:心持ち

*2 1~4:1~4等、5:格外

*3 0:荷重点間、1:荷重点間外

*4 0:縦つぎ部分、1:縦つぎ部分以外

付表一三 ジョイント材曲げ試験の結果(トドマツ1)

試験体 番号	集中 節径比 (%)	縦維走向 の傾斜 (mm/μ)	くされ ^{※1} 平均 年輪幅 (mm)	髓 ^{※2}	目視 ^{※3} 等級	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/曲げ破壊 限度応力/係数	破壊状況 ^{※4}
1 BJ001	32	58	5.7	0	3	0.38	8.5	80.8	236.9	245.4	0.965	1
2 BJ008	5	48	4.8	0	1	0.39	9.4	96.4	253.1	262.8	0.963	0
3 BJ011	41	60	5.0	0	4	0.39	8.8	91.4	262.2	283.6	0.925	0
4 BJ063	19	103	2.6	0	4	0.39	10.1	112.5	278.8	294.0	0.948	0
5 BJ027	0	58	5.0	0	1	0.44	9.8	100.9	286.8	297.0	0.966	0
6 BJ015	0	45	5.0	0	1	0.39	10.2	97.2	265.0	304.7	0.870	0
7 BJ038	41	48	4.0	0	4	0.40	10.1	93.1	242.6	307.8	0.788	1
8 BJ013	23	100	7.3	0	4	0.39	9.4	87.5	291.5	310.7	0.938	1
9 BJ010	14	100	3.7	0	4	0.35	9.8	84.9	231.8	314.8	0.736	1
10 BJ021	0	25	4.0	0	1	0.34	10.9	99.3	309.2	316.9	0.976	0
11 BJ020	17	150	4.0	0	5	0.40	9.5	91.5	317.0	318.2	0.996	0
12 BJ014	0	30	4.0	0	1	0.35	9.8	94.2	303.8	328.6	0.925	0
13 BJ041	19	20	3.3	0	2	0.39	8.6	98.1	335.1	336.0	0.997	0
14 BJ050	0	75	4.3	0	3	0.37	9.5	108.0	312.7	337.2	0.928	0
15 BJ017	0	38	4.7	0	1	0.33	10.5	98.1	325.3	343.9	0.946	0
16 BJ048	5	83	3.8	0	3	0.38	10.9	104.4	343.9	345.3	0.996	0
17 BJ006	0	13	5.2	0	1	0.31	9.8	88.4	346.6	349.4	0.992	0
18 BJ040	23	50	4.2	0	2	0.41	8.4	105.3	348.4	354.4	0.983	1
19 BJ002	0	20	6.2	0	3	0.37	9.8	78.2	342.6	357.5	0.958	0
20 BJ075	0	35	4.4	0	1	0.40	8.8	118.8	358.7	358.8	1.000	0
21 BJ079	0	33	5.4	0	1	0.32	9.5	86.4	339.8	361.2	0.941	0
22 BJ064	4	65	4.2	0	2	0.41	10.3	104.7	355.8	366.3	0.971	0
23 BJ067	0	13	4.4	0	1	0.39	10.1	114.4	324.1	368.7	0.879	0
24 BJ019	41	48	4.8	0	4	0.47	9.6	90.4	356.2	369.1	0.965	1
25 BJ062	9	55	4.0	0	1	0.38	10.9	107.9	367.3	374.7	0.980	0
26 BJ049	0	8	3.4	0	1	0.45	10.8	101.0	377.7	378.0	0.999	0
27 BJ009	0	13	8.0	0	3	0.35	9.2	87.1	372.0	380.5	0.978	0
28 BJ036	0	48	4.8	0	1	0.35	10.3	100.6	371.0	381.3	0.973	0
29 BJ056	17	38	3.8	0	2	0.40	10.2	116.6	380.6	394.7	0.964	0
30 BJ030	0	30	4.0	0	1	0.43	8.5	106.8	361.8	394.8	0.916	0
31 BJ007	13	35	6.0	0	2	0.36	9.7	92.7	388.4	395.7	0.982	0
32 BJ016	0	35	4.2	0	1	0.39	9.7	107.9	357.5	397.3	0.900	0
33 BJ051	11	43	5.0	0	1	0.42	9.5	105.2	397.8	399.6	0.996	0
34 BJ012	13	35	6.3	0	3	0.40	8.9	88.2	393.7	401.0	0.982	0
35 BJ089	13	68	5.0	0	2	0.44	10.0	120.4	398.4	403.7	0.987	0
36 BJ066	0	55	4.6	0	1	0.38	8.7	111.3	396.1	406.8	0.974	0
37 BJ026	0	8	4.8	0	1	0.33	9.2	99.6	395.4	409.3	0.966	0
38 BJ046	0	50	3.3	0	1	0.35	9.9	106.1	381.1	409.7	0.930	0
39 BJ070	19	35	3.1	0	2	0.42	9.9	116.5	393.2	410.1	0.959	0
40 BJ069	16	80	4.4	0	3	0.43	9.3	106.4	407.7	410.7	0.993	0

付表一三 ジョイント材曲げ試験の結果(トドマツ)

試験体 番号	集中 節径比 (%)	繊維志向 の傾斜 (mm/m)	くされ ^{※1} の幅 (mm)	平均 年輪幅 (mm)	試験 ^{※2} 等級	目視 ^{※3} 等級	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/ 係数	曲げ破壊 状況 ^{※4}
41 BJ025	11	35	0	3.4	0	1	0.32	8.7	100.2	406.0	411.5	0.987	0
42 BJ032	0	28	0	5.4	0	1	0.42	9.8	108.2	411.7	411.7	1.000	0
43 BJ023	20	25	0	4.0	0	2	0.35	11.1	97.2	371.6	411.7	0.903	0
44 BJ022	26	50	0	5.0	0	3	0.40	10.4	92.3	357.3	412.3	0.867	1
45 BJ088	0	28	0	5.6	0	1	0.41	9.7	121.0	415.9	416.2	0.999	0
46 BJ005	0	93	0	4.0	0	4	0.37	9.4	82.6	355.0	417.3	0.851	0
47 BJ043	0	53	0	7.0	0	3	0.37	9.4	97.4	394.6	419.4	0.941	0
48 BJ034	0	13	0	4.4	0	1	0.33	8.9	105.9	411.1	421.3	0.976	0
49 BJ085	18	23	0	5.0	0	2	0.42	10.1	112.4	337.4	421.3	0.801	0
50 BJ053	0	30	0	5.4	0	1	0.38	8.8	102.4	409.6	422.1	0.970	0
51 BJ068	0	28	0	4.6	0	1	0.37	8.6	109.6	419.4	424.2	0.989	0
52 BJ028	0	15	0	4.2	0	1	0.38	8.9	99.4	425.2	425.2	1.000	0
53 BJ035	41	38	0	4.8	0	4	0.47	10.3	100.3	417.1	428.2	0.974	1
54 BJ094	0	35	0	2.6	0	1	0.39	9.6	128.9	428.9	429.1	1.000	0
55 BJ091	19	35	0	4.3	0	2	0.39	10.3	110.7	427.2	430.9	0.991	0
56 BJ039	4	50	0	6.8	0	3	0.38	9.0	104.6	419.0	434.6	0.964	0
57 BJ029	0	15	0	3.8	0	1	0.31	8.9	98.4	384.3	436.6	0.880	0
58 BJ033	19	55	0	4.3	0	2	0.36	9.5	100.2	412.4	445.9	0.925	0
59 BJ003	0	83	0	7.0	0	3	0.43	10.6	81.4	431.4	447.6	0.964	0
60 BJ052	5	10	0	5.2	0	1	0.39	9.7	105.9	436.9	448.3	0.975	0
61 BJ080	10	28	0	6.4	0	3	0.41	10.0	115.2	434.1	449.6	0.965	0
62 BJ087	17	38	0	5.5	0	2	0.39	9.8	117.2	400.3	450.8	0.888	0
63 BJ018	0	38	0	5.0	0	1	0.45	9.8	92.7	397.7	451.5	0.881	0
64 BJ096	0	25	0	2.8	0	1	0.42	9.1	134.6	436.2	454.3	0.960	0
65 BJ024	0	43	0	3.7	0	1	0.39	9.4	97.1	435.5	456.2	0.955	0
66 BJ037	0	10	0	4.8	0	1	0.37	9.6	99.9	451.4	462.4	0.976	0
67 BJ083	10	38	0	2.5	0	1	0.43	9.3	115.5	432.0	462.9	0.933	0
68 BJ042	21	55	0	3.4	0	2	0.38	8.7	108.8	436.4	465.7	0.937	0
69 BJ065	7	18	0	4.4	0	1	0.39	9.4	109.1	464.0	466.0	0.996	0
70 BJ098	0	40	0	4.7	0	1	0.41	9.5	121.1	466.5	466.8	0.999	0
71 BJ060	7	30	0	3.7	0	1	0.43	10.0	115.2	470.8	471.1	0.999	0
72 BJ054	4	3	0	4.3	0	1	0.35	9.3	111.9	457.2	473.0	0.967	0
73 BJ061	7	38	0	5.6	0	1	0.39	9.7	110.6	465.4	473.5	0.983	0
74 BJ059	11	18	0	3.6	0	1	0.37	8.9	110.7	464.1	474.7	0.978	0
75 BJ073	13	68	0	2.8	0	2	0.48	10.8	111.1	422.2	478.0	0.883	1
76 BJ092	15	18	0	3.4	0	2	0.41	10.1	128.0	478.5	478.5	1.000	0
77 BJ082	0	48	0	6.8	0	3	0.43	10.7	111.9	455.5	478.8	0.949	0
78 BJ084	0	35	0	4.3	0	1	0.44	9.7	124.4	462.4	480.2	0.963	0
79 BJ074	23	20	0	4.6	0	2	0.40	9.5	111.2	424.4	490.4	0.865	1
80 BJ044	10	48	0	5.0	0	1	0.39	10.0	99.1	410.0	490.6	0.836	0

付表一三 ジョイント材曲げ試験の結果(トドマツ)

試験体 番号	集中 荷重比 (%)	縦進走向 の傾斜 (mm/φ)	くされ ^{*1}	平均 半径幅 (mm)	目視 ^{*3} 等級	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/ 係数	曲げ破壊 係数	破壊状況 ^{*4}
81 BJ045	31	35	0	3.3	0	0.42	10.8	104.2	412.4	492.1	0.838	492.1	0
82 BJ055	5	8	0	4.6	0	0.38	10.7	109.6	487.4	492.6	0.989	492.6	0
83 BJ099	0	50	0	5.4	0	0.46	11.3	131.7	492.3	496.4	0.992	496.4	0
84 BJ072	11	35	0	5.5	0	0.45	9.4	115.8	425.7	496.4	0.858	496.4	0
85 BJ071	9	5	0	4.0	0	0.38	10.5	112.6	439.3	503.2	0.873	503.2	0
86 BJ076	0	30	0	5.8	0	0.38	9.9	111.2	434.7	503.7	0.863	503.7	0
87 BJ086	27	8	0	3.8	0	0.39	9.1	113.3	509.3	510.8	0.997	510.8	0
88 BJ078	0	58	0	7.3	0	0.39	9.7	118.0	433.6	513.2	0.845	513.2	0
89 BJ093	0	8	0	5.0	0	0.41	10.2	125.3	516.6	516.6	1.000	516.6	0
90 BJ081	0	43	0	3.8	0	0.39	9.4	120.5	478.3	516.9	0.925	516.9	0
91 BJ058	0	15	0	4.8	0	0.38	10.0	114.2	467.7	522.6	0.895	522.6	0
92 BJ031	0	25	0	3.7	0	0.37	9.8	105.4	450.2	523.3	0.860	523.3	0
93 BJ077	13	8	0	7.0	0	0.43	9.5	119.1	449.7	528.7	0.851	528.7	0
94 BJ004	0	78	0	5.0	0	0.48	9.7	80.2	486.3	531.0	0.916	531.0	0
95 BJ057	14	18	0	3.3	0	0.42	9.9	117.6	482.7	545.5	0.885	545.5	0
96 BJ095	0	10	0	3.6	0	0.37	10.6	119.9	481.5	559.6	0.860	559.6	0
97 BJ090	0	5	0	2.8	0	0.40	9.5	123.7	494.9	566.8	0.873	566.8	0
98 BJ047	0	35	0	6.0	0	0.44	10.0	103.7	520.3	571.9	0.910	571.9	0
99 BJ100	0	5	0	2.9	0	0.44	9.0	140.7	545.2	582.8	0.936	582.8	0
100 BJ097	0	13	0	3.6	0	0.42	8.6	130.7	558.8	614.2	0.910	614.2	0
最小値	0	3		2.5		0.31	8.4	78.2	231.8	245.4	0.736	245.4	
平均値	8	38		4.6		0.39	9.7	106.2	400.1	426.6	0.940	426.6	
最大値	41	150		8.0		0.48	11.3	140.7	558.8	614.2	1.000	614.2	
標準偏差	11	25		1.1		0.04	0.7	12.7	68.6	74.7	0.056	74.7	

注)

*1 0:なし, 1:あり

*2 0:心去り, 1:心割り, 2:心持ち

*3 1:1等, 2:2等, 3:3等, 4:4等, 5:格外

*4 -1:荷重点間外で破壊, 0:縦つき部分から破壊, 1:縦つき以外から破壊

付表一 4 プレーン材弓張試験の結果(カラマツ1)

試験体 番号	集中 節径比 (%)	縦走向 の傾斜 (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
TP001	49	65	8.7	0	4	9.1	80	100	0
TP002	0	26	6.2	0	3	9.6	79	361	0
TP003	53	24	3.5	0	5	9.9	96	203	0
TP004	20	37	7.9	0	3	8.7	89	201	0
TP005	40	41	5.1	0	4	10.0	98	273	0
TP006	30	10	6.0	2	4	10.4	92	157	0
TP007	37	14	7.5	0	4	9.6	93	242	1
TP008	28	72	5.6	0	3	9.5	93	94	0
TP009	25	39	4.3	0	3	9.3	94	230	0
TP010	31	25	4.9	0	3	9.0	95	193	0
TP011	31	28	6.6	0	3	9.2	96	135	0
TP012	43	31	3.2	0	4	9.8	98	300	0
TP013	31	28	6.0	0	3	10.1	99	278	0
TP014	25	43	5.6	0	2	9.9	103	299	0
TP015	13	37	3.5	0	2	10.4	103	385	0
TP016	15	40	4.2	0	2	9.6	107	328	0
TP017	29	33	6.8	0	3	9.4	106	325	0
TP018	35	20	4.8	0	4	10.1	103	278	0
TP019	33	44	6.4	0	3	9.5	107	290	0
TP020	47	78	4.1	0	4	10.0	109	165	0
TP021	25	6	3.9	0	2	9.4	110	160	0
TP022	57	24	5.8	0	5	9.0	107	235	0
TP023	41	17	5.5	1	4	9.1	103	222	0
TP024	33	48	5.8	1	4	9.8	110	236	0
TP025	41	92	4.9	0	4	9.4	115	187	0
TP026	30	63	8.3	0	3	10.5	110	237	0
TP027	27	37	6.2	0	3	10.2	107	427	1
TP028	23	60	3.7	0	2	9.6	114	241	1
TP029	29	40	3.9	0	3	10.2	117	279	0
TP030	35	56	3.1	0	4	9.2	116	229	0
TP031	27	24	5.0	0	3	8.7	121	232	0
TP032	50	58	2.1	0	4	9.4	116	93	0
TP033	40	42	5.8	1	4	10.4	118	232	0
TP034	33	59	5.9	0	3	9.6	120	242	0
TP035	15	18	3.8	0	2	10.0	117	513	0
TP036	19	38	2.7	0	2	10.0	123	277	0
TP037	24	47	8.3	0	3	9.6	122	368	0
TP038	21	38	4.2	0	2	10.0	119	438	0
TP039	21	44	6.2	0	3	9.6	130	386	1
TP040	33	56	4.6	0	3	9.3	125	242	0

付表一4 プレーン材弓引張試験の結果(カラマツ2)

試験体番号	集中節径比 (%)	縦進走向の傾斜 (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
TP041	22	10	4.5	0	2	0.53	126	465	0
TP042	33	40	3.8	0	3	0.55	126	353	0
TP043	35	49	4.4	0	4	0.56	139	341	0
TP044	31	11	2.1	0	3	0.57	145	301	0
TP045	19	74	2.0	0	3	0.50	132	310	1
TP046	43	73	5.0	0	4	0.55	140	243	0
TP047	19	53	1.7	0	2	0.55	137	152	0
TP048	18	28	4.3	0	2	0.55	137	371	0
TP049	0	53	4.1	0	1	0.57	135	443	1
TP050	12	8	3.8	0	1	0.50	132	462	0
TP051	30	46	4.3	0	3	0.52	143	313	0
TP052	29	65	2.2	0	3	0.55	135	263	0
TP053	25	108	3.4	0	4	0.55	137	418	0
TP054	27	78	3.8	0	3	0.59	136	236	0
TP055	45	18	3.8	0	4	0.54	143	397	0
TP056	20	24	5.0	0	2	0.54	138	271	0
TP057	33	23	3.8	0	3	0.58	142	358	0
TP058	11	40	4.1	0	1	0.60	150	439	0
TP059	39	64	2.8	0	4	0.56	145	171	0
TP060	37	66	2.9	0	4	0.58	147	377	0
TP061	25	53	5.0	0	3	0.59	145	521	0
TP062	29	41	4.9	0	3	0.55	147	315	0
TP063	24	51	2.5	0	2	0.58	151	391	0
TP064	32	17	3.0	0	3	0.54	146	475	0
TP065	32	49	4.3	0	3	0.52	155	256	0
TP066	15	43	1.9	0	2	0.50	149	636	0
TP067	37	35	2.5	0	4	0.57	156	312	0
TP068	56	18	3.6	0	5	0.58	159	432	0
TP069	21	71	2.6	0	2	0.54	160	378	0
TP070	18	37	3.9	0	2	0.53	162	536	0
TP071	22	27	3.3	0	2	0.65	157	468	0
TP072	23	54	3.1	0	2	0.56	159	644	0
TP073	22	17	2.4	0	2	0.54	167	422	0
TP074	35	58	3.3	0	4	0.58	160	516	0
TP075	27	111	4.3	0	4	0.63	167	379	1
TP076	19	20	4.3	0	2	0.58	161	395	0
TP077	21	22	2.7	0	2	0.61	161	462	0
TP078	8	40	3.1	0	1	0.56	168	636	0
TP079	0	24	3.6	0	1	0.70	166	566	0
TP080	25	21	3.4	0	3	0.58	167	349	0

付表-4 プレーン材引張試験の結果(カラマツ3)

試験体番号	集中節径比 (%)	繊維走向の傾斜 (mm/m)	平均年輪幅 (mm)	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
TP081	22	20	3.4	0	2	0.55	163	605	0
TP082	9	13	3.7	0	1	0.54	170	595	0
TP083	0	34	2.8	0	1	0.56	171	511	0
TP084	13	14	3.2	0	2	0.58	167	642	0
TP085	18	50	3.2	0	2	0.57	162	427	0
TP086	22	30	3.4	0	2	0.56	172	632	0
TP087	0	41	3.1	0	1	0.61	167	667	0
TP088	0	39	2.6	0	1	0.66	171	547	0
TP089	23	16	4.5	0	2	0.61	178	412	0
TP090	23	35	2.7	0	2	0.62	180	447	0
TP091	9	59	3.3	0	1	0.60	174	605	0
TP092	11	39	3.7	0	1	0.62	176	610	0
TP093	32	69	3.7	0	3	0.63	181	357	0
TP094	22	64	2.9	0	2	0.58	183	565	0
TP095	0	11	3.4	0	1	0.63	189	626	1
TP096	7	57	3.1	0	1	0.60	185	588	1
TP097	7	26	2.7	0	1	0.60	187	666	0
TP098	19	20	4.1	0	2	0.62	197	654	0
TP099	8	14	3.3	0	1	0.59	186	568	1
TP100	17	45	2.7	0	2	0.62	197	475	0
最小値	0	6	1.7	0	0.43	8.6	79	93	
平均値	25	40	4.2	0	0.55	9.8	137	373	
最大値	57	111	8.7	0	0.70	12.1	197	667	
標準偏差	13	21	1.5	0	0.05	0.6	30	152	
変動係数 (%)	50.4	52.7	35.5	9.0		6.0	21.7	40.6	

注) *1 0:心去り、1:心割り、2:心持ち

*2 1~4:1~4等、5:格外

*3 0:引張部分、1:グリッパ部分

付表一 4 プレレンン材弓引張試験の結果(トドマツ1)

試験体 番号	集中 節径比 (%)	縦直向 の傾斜 (mm/μ)	くされ ¹⁾	平均 年輪幅 (mm)	欠 ²⁾	目視 ³⁾ 等級	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)	破壊状況 ⁴⁾
1 TP009	27	18	0	5.6	2	4	0.39	10.0	81.6	86.4	0
2 TP021	39	31	0	5.3	0	4	0.42	9.2	90.7	102.3	0
3 TP013	28	53	0	3.6	0	3	0.39	8.9	85.4	119.0	0
4 TP064	37	45	0	3.7	0	4	0.43	9.3	109.2	125.2	0
5 TP007	23	17	0	4.9	2	4	0.37	9.6	79.8	135.0	0
6 TP030	32	40	0	4.3	0	3	0.44	10.1	93.4	136.8	0
7 TP066	53	37	0	4.6	0	5	0.43	8.8	108.1	142.6	0
8 TP005	23	12	0	4.2	1	4	0.40	9.1	75.7	145.4	0
9 TP017	31	27	0	7.5	0	3	0.44	9.1	87.4	167.6	0
10 TP040	29	26	0	3.1	0	3	0.42	8.7	97.7	168.6	0
11 TP011	39	39	0	5.0	0	4	0.35	9.6	79.3	169.4	0
12 TP018	41	46	0	2.4	0	4	0.46	10.2	94.8	174.5	0
13 TP001	36	37	0	5.8	0	4	0.38	9.7	78.7	179.5	0
14 TP022	26	23	0	6.9	0	3	0.39	9.2	88.1	180.2	0
15 TP020	45	32	0	4.8	0	4	0.41	10.2	88.7	192.6	0
16 TP033	24	37	0	4.8	0	2	0.40	10.8	99.0	195.5	0
17 TP026	41	41	0	5.3	0	4	0.39	8.6	93.1	198.8	0
18 TP067	21	55	0	4.4	0	2	0.43	9.9	109.2	206.9	0
19 TP012	19	17	0	5.7	0	2	0.38	8.8	85.6	207.5	0
20 TP014	27	25	0	4.6	0	3	0.37	8.2	86.7	211.3	0
21 TP031	26	56	0	4.6	0	3	0.47	9.6	96.2	215.5	0
22 TP008	25	62	0	4.0	0	3	0.34	8.5	77.3	219.5	0
23 TP028	50	33	0	4.5	0	4	0.45	10.7	93.9	220.5	0
24 TP010	24	32	0	3.5	0	2	0.35	10.2	86.3	223.5	0
25 TP029	31	55	0	4.8	0	3	0.38	9.9	89.9	229.5	0
26 TP035	23	24	0	4.3	0	2	0.39	10.8	99.9	231.8	0
27 TP052	17	35	0	6.7	0	3	0.40	9.7	101.9	234.4	0
28 TP058	26	59	0	4.6	0	3	0.39	9.9	98.7	234.8	0
29 TP070	33	28	0	4.4	0	3	0.46	10.6	108.1	235.5	0
30 TP015	31	21	0	5.1	0	3	0.41	8.9	88.9	236.7	0
31 TP027	28	33	0	6.1	0	3	0.38	10.0	94.2	237.6	0
32 TP042	17	20	0	4.6	0	2	0.38	10.1	94.7	240.5	0
33 TP041	25	29	0	5.0	0	3	0.39	10.1	95.9	241.4	0
34 TP046	29	50	0	6.2	0	3	0.40	10.0	100.1	243.0	0
35 TP050	21	113	0	5.0	0	4	0.46	9.7	98.0	246.1	0
36 TP077	33	42	0	4.6	0	3	0.43	8.7	110.9	249.7	0
37 TP038	30	14	0	4.4	0	3	0.36	9.9	97.4	254.2	0
38 TP037	53	14	0	2.5	1	5	0.42	10.0	93.7	257.1	0
39 TP024	32	41	0	5.4	0	3	0.45	11.1	94.0	259.3	0
40 TP062	17	5	0	4.2	0	2	0.37	10.0	102.0	259.6	0

付表—4 プレーン材引張試験の結果(トドマツ2)

試験体 番号	集中 節径比 (%)	繊維走向 の傾斜 (mm/μ)	くされ ^{※1}	平均 年輪幅 (mm)	髄 ^{※2}	目視 ^{※3} 等級	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)	破壊状況 ^{※4}
41	TP053	29	0	5.2	0	3	0.39	10.0	98.2	264.6	0
42	TP023	50	0	3.7	1	4	0.40	9.4	89.4	266.0	0
43	TP043	30	0	6.4	0	3	0.38	9.2	97.6	270.8	0
44	TP039	27	0	6.0	0	3	0.42	10.3	102.4	273.2	0
45	TP025	12	0	3.8	0	1	0.41	10.6	97.5	287.9	0
46	TP016	27	0	3.6	0	3	0.39	9.2	93.6	288.2	0
47	TP003	42	0	2.5	2	4	0.41	9.7	82.4	292.7	0
48	TP034	49	0	5.9	1	4	0.43	11.8	101.9	294.4	0
49	TP069	9	0	5.1	0	1	0.43	10.3	111.1	302.0	0
50	TP044	16	0	4.6	0	2	0.37	10.4	94.7	304.3	0
51	TP036	28	0	5.0	0	3	0.38	9.4	100.0	308.5	0
52	TP080	30	0	3.3	0	3	0.38	9.5	112.9	311.0	0
53	TP094	27	0	3.4	0	3	0.48	9.1	120.8	314.6	0
54	TP056	18	0	4.0	1	4	0.42	10.2	108.8	318.3	0
55	TP063	25	0	4.8	0	2	0.44	10.6	111.7	319.3	0
56	TP048	32	0	3.4	0	3	0.38	10.1	100.4	320.5	0
57	TP004	20	0	5.2	0	2	0.43	9.7	85.2	321.0	0
58	TP073	18	0	6.8	0	3	0.41	9.6	110.8	324.9	0
59	TP051	24	0	4.0	0	2	0.38	10.7	105.2	327.2	0
60	TP002	13	0	5.8	0	2	0.43	9.9	82.9	335.8	0
61	TP093	40	0	4.3	0	4	0.48	8.8	122.5	338.3	0
62	TP006	18	0	4.7	1	4	0.36	9.8	84.8	354.2	0
63	TP074	19	0	4.8	0	2	0.44	9.5	117.5	356.0	0
64	TP060	18	0	5.7	0	2	0.40	8.9	96.0	363.2	0
65	TP055	7	0	6.3	0	3	0.40	8.7	100.3	367.7	0
66	TP081	15	0	5.3	0	2	0.41	9.0	115.2	371.6	0
67	TP092	27	0	3.3	0	3	0.43	9.8	120.4	375.9	0
68	TP087	28	0	3.0	0	3	0.50	9.9	122.0	376.4	0
69	TP045	28	0	3.6	0	3	0.36	9.8	100.6	382.7	0
70	TP054	18	0	5.3	0	2	0.39	10.5	105.8	386.6	0
71	TP079	15	0	5.4	0	2	0.43	9.1	119.5	389.4	0
72	TP063	23	0	3.8	0	3	0.40	8.5	106.3	393.5	0
73	TP096	15	0	2.9	0	2	0.40	8.8	124.3	404.2	0
74	TP019	11	0	5.8	0	1	0.36	8.9	89.8	408.1	0
75	TP088	7	0	4.7	0	1	0.46	10.6	121.0	412.3	0
76	TP082	15	0	3.7	0	2	0.42	11.2	112.3	418.1	0
77	TP047	17	0	5.5	0	2	0.40	10.1	97.1	424.4	0
78	TP075	25	0	4.3	0	3	0.41	9.8	114.3	440.1	0
79	TP095	15	0	5.0	0	2	0.44	10.5	123.6	450.2	0
80	TP091	15	0	3.0	0	2	0.46	8.6	123.4	452.8	0

付表一4 プレーン材引張試験の結果(トドマツ3)

試験体 番号	集中 荷重比 (%)	繊維走向 の傾斜 (mm/m)	くされ ^{*1}	平均 年輪幅 (mm)	目視 ^{*3} 等級	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)	破壊状況 ^{*4}		
81	TP065	10	65	0	7.0	0	3	0.42	10.8	111.5	453.7	0
82	TP061	23	52	0	2.6	0	2	0.39	9.8	104.9	454.3	0
83	TP032	15	35	0	4.2	0	2	0.38	10.4	98.2	457.4	0
84	TP098	15	30	0	2.9	0	2	0.43	10.2	129.9	487.2	0
85	TP071	6	7	0	3.8	0	1	0.44	10.9	112.0	488.1	-1
86	TP049	7	55	0	6.5	0	3	0.44	10.1	102.7	501.6	-1
87	TP072	10	9	0	4.2	0	1	0.40	9.6	111.9	503.2	-1
88	TP068	8	34	0	5.8	0	1	0.39	9.4	116.1	516.5	-1
89	TP076	11	37	0	3.3	0	1	0.38	9.2	115.4	517.9	0
90	TP086	9	62	0	5.0	0	1	0.40	10.4	117.9	536.3	0
91	TP099	9	28	0	3.7	0	1	0.43	10.0	133.0	538.0	0
92	TP089	6	24	0	4.2	0	1	0.40	10.0	124.2	540.4	-1
93	TP078	5	45	0	5.6	0	1	0.40	9.7	114.9	548.3	0
94	TP085	0	47	0	4.8	0	1	0.42	10.3	120.3	604.2	0
95	TP057	3	10	0	5.6	0	1	0.37	8.9	99.6	619.2	-1
96	TP059	0	66	0	2.4	0	2	0.37	10.4	106.6	649.5	0
97	TP084	7	14	0	4.0	0	1	0.39	9.6	117.6	661.2	0
98	TP090	8	12	0	5.3	0	1	0.39	9.1	120.3	668.7	0
99	TP097	10	5	0	3.8	0	1	0.45	9.7	132.2	702.5	0
100	TP100	9	28	0	3.8	0	1	0.44	10.5	142.5	709.9	0
最小値												
平均値												
最大値												
標準偏差												
0	5	23	33	2.4	0.34	8.2	75.7	86.4	330.8	0		
53	113	7.5	0.50	11.8	142.5	709.9	143.4	143.4	143.4	0		
12	18	1.1	0.03	0.7	14.0	143.4	143.4	143.4	143.4	0		

注) *1 0:なし, 1:あり

*2 0:心去り, 1:心割り, 2:心持ち

*3 1:1等, 2:2等, 3:3等, 4:4等, 5:格外

*4 -1:荷重点間外で破壊, 0:荷重点間で破壊

付表—5 ジョイント材弓引長試験の結果(カラマツ1)

試験体 番号	集中 節径比 (%)	縦走 向の傾斜 (mm/m)	平均 年輪幅 (mm)	髓 ^{*1} 等級 ^{*2}	試験時 の比重	含水率 (%)	縦つぎ前曲げ ヤング係数 (10^3kgf/cm^2)	曲げヤン グ係数 (10^3kgf/cm^2)	引張強度 (kgf/cm^2)	破壊位置 ^{*3}	破壊原因 ^{*4}
TJ001	50	30	6.8	2	4	9.8	76	75	160	0	0
TJ002	36	99	6.4	0	4	9.0	82	85	140	0	1
TJ003	28	62	6.2	0	3	9.4	84	86	163	0	0
TJ004	20	26	5.0	2	4	9.8	84	83	190	0	0
TJ005	21	41	7.0	0	3	10.4	86	87	138	0	1
TJ006	20	86	5.5	0	4	9.9	88	86	169	0	1
TJ007	19	48	4.9	0	2	9.5	90	89	139	0	1
TJ008	20	34	5.0	0	2	10.0	92	95	151	0	0
TJ009	27	22	5.6	0	3	9.9	93	95	151	0	0
TJ010	48	49	5.4	0	4	9.5	93	89	133	0	1
TJ011	37	33	5.1	2	4	9.0	94	92	180	0	1
TJ012	38	27	6.1	0	4	9.7	96	93	208	0	0
TJ013	53	21	5.3	1	5	9.7	97	97	161	0	0
TJ014	41	14	5.5	0	4	9.2	99	95	143	0	1
TJ015	25	17	6.5	0	3	9.5	101	100	186	0	0
TJ016	34	57	7.0	0	4	9.2	101	103	192	0	0
TJ017	26	58	6.7	0	3	8.9	103	103	226	0	1
TJ018	25	26	4.5	0	3	9.7	103	110	183	0	0
TJ019	31	32	6.0	0	3	10.0	104	104	194	0	0
TJ020	32	82	5.8	0	3	8.6	105	107	144	0	1
TJ021	35	54	6.2	0	4	8.9	106	105	182	0	0
TJ022	39	13	5.2	0	4	9.5	106	106	227	0	1
TJ023	33	31	7.0	0	3	9.4	107	107	150	0	1
TJ024	24	40	3.9	0	2	9.2	108	110	165	0	0
TJ025	22	3	3.9	0	2	10.1	109	113	209	0	0
TJ026	37	28	6.4	0	4	10.6	110	109	189	0	1
TJ027	21	12	3.9	0	2	9.1	111	112	198	0	0
TJ028	31	37	5.0	0	3	9.7	111	113	190	0	0
TJ029	50	59	5.8	0	4	9.8	111	111	194	0	1
TJ030	16	62	5.4	0	2	9.7	112	114	198	0	0
TJ031	34	59	4.3	0	4	9.0	113	114	162	0	1
TJ032	20	15	5.4	0	2	9.4	114	115	166	0	0
TJ033	13	16	4.7	0	2	9.9	115	118	184	0	0
TJ034	0	18	4.3	0	1	9.1	116	116	190	0	0
TJ035	63	41	5.5	0	5	9.2	117	116	157	0	0
TJ036	24	36	4.9	0	2	10.6	118	121	209	0	0
TJ037	32	35	4.5	0	3	9.8	120	127	200	0	1
TJ038	33	29	3.2	0	3	9.3	124	139	269	0	0
TJ039	19	23	4.1	0	2	8.7	125	126	319	0	0
TJ040	0	11	3.1	0	1	10.3	125	125	287	0	0

付表一五 ジョイント材料引張試験の結果(カラマツ2)

試験番号	集中節径比 (%)	縦斜の傾斜 (mm/m)	平均年輪幅 (mm)	等級 ¹	等級 ²	試験時の比重	含水率 (%)	縦つぎ前曲げヤング係数 (10 ³ kgf/cm ²)	曲げヤング係数 (10 ³ kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)	破壊位置 ³	破壊原因 ⁴
TJ041	54	47	4.1	0	5	0.53	8.8	125	123	171	0	0
TJ042	24	36	4.3	0	2	0.51	9.9	126	133	228	0	0
TJ043	27	66	4.1	0	3	0.51	9.7	127	132	225	0	0
TJ044	33	77	3.8	0	3	0.54	9.4	128	130	239	0	0
TJ045	24	25	4.4	0	2	0.56	9.9	129	134	288	0	0
TJ046	9	21	4.1	0	1	0.55	9.4	129	138	226	0	0
TJ047	29	56	4.1	0	3	0.51	9.8	129	136	224	0	0
TJ048	14	83	3.1	0	3	0.54	9.5	130	129	248	0	0
TJ049	21	67	3.5	0	2	0.54	10.1	131	135	169	0	0
TJ050	11	43	3.6	0	1	0.51	9.4	132	131	233	0	0
TJ051	22	44	5.0	0	2	0.52	10.3	132	133	185	0	0
TJ052	48	57	4.7	0	4	0.53	9.5	132	143	229	0	0
TJ053	21	52	3.5	0	2	0.54	9.3	133	136	228	0	0
TJ054	35	22	4.7	0	4	0.54	9.2	134	134	225	0	0
TJ055	35	12	4.0	0	4	0.57	9.6	135	140	206	0	0
TJ056	22	40	3.8	0	2	0.57	9.7	136	145	199	0	0
TJ057	7	40	3.4	0	1	0.55	10.1	136	143	299	0	0
TJ058	48	54	3.9	0	4	0.61	9.5	137	146	225	0	1
TJ059	30	32	2.4	0	3	0.56	10.1	138	146	277	0	0
TJ060	0	10	3.1	0	1	0.52	10.1	140	146	241	0	0
TJ061	20	50	2.4	0	2	0.55	9.4	140	145	266	0	0
TJ062	11	4	2.7	0	1	0.53	9.8	142	147	270	0	0
TJ063	5	45	2.7	0	1	0.56	10.3	143	148	317	0	0
TJ064	8	67	3.3	0	2	0.57	8.8	145	156	191	0	0
TJ065	0	20	2.9	0	1	0.60	9.4	146	152	334	0	0
TJ066	20	84	3.5	0	4	0.57	10.2	147	151	245	0	0
TJ067	10	32	3.9	0	1	0.57	9.7	149	158	248	0	0
TJ068	28	27	3.2	0	3	0.59	9.6	150	163	241	0	0
TJ069	49	63	3.6	0	4	0.62	10.2	150	147	272	0	1
TJ070	49	3	4.0	0	4	0.56	9.8	151	155	194	0	0
TJ071	0	7	5.1	0	1	0.59	10.2	152	150	280	0	0
TJ072	12	48	4.3	0	1	0.58	9.8	154	157	208	0	0
TJ073	17	17	3.1	0	2	0.57	9.5	154	162	207	0	0
TJ074	24	51	2.4	0	2	0.62	10.4	156	155	227	0	0
TJ075	0	54	2.8	0	1	0.57	10.4	157	158	289	0	0
TJ076	29	45	4.7	0	3	0.56	9.4	157	154	328	0	1
TJ077	0	23	2.5	0	1	0.62	10.0	159	167	265	0	0
TJ078	35	32	3.0	0	4	0.57	10.1	159	170	293	0	0
TJ079	0	13	3.3	0	1	0.56	9.4	160	159	248	0	0
TJ080	0	35	3.2	0	1	0.56	10.3	160	158	264	0	0

付表一五 ジョイント材料引張試験の結果(カラマツ3)

試験体番号	集中節径比 (%)	縦軸走向の傾斜 (mm/m)	平均年輪幅 (mm)	髓 ^{*1} 等級 ^{*2}	試験時の比重	含水率 (%)	縦つぎ曲げヤング係数 (10 ³ kgf/cm ²)	曲げヤング係数 (10 ³ kgf/cm ²)	引張強度 (kgf/cm ²)	破壊位置 ^{*3}	破壊原因 ^{*4}
TJ081	19	46	2.4	0	2	9.8	161	164	278	0	0
TJ082	20	42	2.9	0	2	9.9	162	165	317	0	0
TJ083	22	42	2.5	0	2	9.3	163	167	216	0	0
TJ084	23	52	2.6	0	2	9.9	163	167	272	0	0
TJ085	0	32	3.6	0	1	9.8	164	164	232	0	1
TJ086	42	46	4.1	0	4	10.0	165	169	244	0	0
TJ087	16	25	2.7	0	2	9.8	166	173	374	0	0
TJ088	19	37	3.3	0	2	9.6	167	171	250	0	0
TJ089	0	39	3.6	0	1	9.0	168	166	255	0	0
TJ090	21	53	3.9	0	2	9.6	170	182	277	0	0
TJ091	7	19	3.0	0	1	9.7	172	175	279	0	0
TJ092	18	17	3.0	0	2	10.7	174	177	240	0	0
TJ093	19	1	2.7	0	2	10.1	177	191	278	0	0
TJ094	12	28	3.4	0	1	10.6	178	180	268	0	0
TJ095	5	53	3.5	0	1	9.6	179	188	277	0	1
TJ096	16	13	2.6	0	2	10.6	183	185	318	0	0
TJ097	10	30	2.1	0	1	10.5	184	196	284	0	0
TJ098	12	32	3.2	0	1	10.0	189	194	331	0	0
TJ099	10	36	2.6	0	1	10.6	190	193	335	0	0
TJ100	16	52	2.6	0	2	10.8	192	193	276	0	0
最小値	0	1	2.1	0	2	8.6	76	75	133		
平均値	23	38	4.2			9.7	133	136	228		
最大値	63	99	7.0			10.8	192	196	374		
標準偏差	14	20	1.3			0.5	29	31	54		
変動係数(%)	62.0	53.4	30.3			4.9	21.6	22.5	23.8		

注) *1 0:心去り、1:心割り、2:心持ち

*2 1~4: 1~4等、5:格外

*3 0:引張部分、1:グリッパ部分

*4 0:縦つぎ部分、1:縦つぎ部分以外

付表—5 ジョイント材引張試験の結果(トドマツ1)

試験体 番号	集中 節径比 (%)	繊維走向 の傾斜 (mm/m)	くされ*1	平均 年輪幅 (mm)	髓*2	目視*3 等級	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)	破壊状況*4
1 TJ009	36	61	1	4.5	2	5	0.42	8.9	100.4	90.1	1
2 TJ008	33	23	0	8.5	0	3	0.44	9.5	96.7	98.8	1
3 TJ002	39	31	0	7.0	0	4	0.44	9.0	91.9	110.9	1
4 TJ006	36	57	0	3.6	0	4	0.39	8.4	94.4	115.6	1
5 TJ004	32	8	0	7.4	0	3	0.40	9.2	91.4	118.8	1
6 TJ011	34	41	0	4.6	0	4	0.41	9.2	98.2	133.2	1
7 TJ028	24	44	0	4.3	0	2	0.41	8.9	104.4	141.2	1
8 TJ019	41	65	0	6.8	0	4	0.40	9.8	99.2	141.2	1
9 TJ018	48	40	0	4.3	0	4	0.39	10.1	101.8	145.4	1
10 TJ024	47	70	0	4.0	0	4	0.44	10.3	106.4	151.2	1
11 TJ012	29	7	0	5.9	0	3	0.40	9.9	96.8	154.4	1
12 TJ075	13	80	0	5.2	0	3	0.40	9.5	119.8	160.9	1
13 TJ022	47	56	0	6.0	0	4	0.39	9.3	100.8	165.6	1
14 TJ027	35	26	0	4.5	0	4	0.39	8.7	105.6	166.8	1
15 TJ007	43	34	0	4.0	0	4	0.37	8.4	95.4	175.6	1
16 TJ040	19	75	0	5.0	0	3	0.37	10.0	103.6	180.1	1
17 TJ025	25	19	0	4.4	0	2	0.42	10.1	103.7	195.8	0
18 TJ013	23	74	0	5.8	0	3	0.42	10.9	100.7	198.8	1
19 TJ047	24	53	0	3.6	0	2	0.41	9.8	114.4	201.1	1
20 TJ005	50	13	0	6.3	0	4	0.44	9.2	96.1	205.6	1
21 TJ015	13	33	0	5.5	0	2	0.36	8.9	102.5	206.6	0
22 TJ014	48	7	0	6.0	0	4	0.41	10.0	98.4	206.7	1
23 TJ043	24	32	0	5.6	0	2	0.40	8.4	107.3	214.6	1
24 TJ017	13	69	0	5.6	0	2	0.44	9.6	107.1	219.9	-1
25 TJ039	29	21	0	4.3	0	3	0.44	9.3	113.2	224.4	1
26 TJ045	36	9	0	3.0	0	4	0.42	9.7	108.2	227.7	1
27 TJ065	17	12	0	3.0	0	2	0.38	10.3	121.6	230.2	0
28 TJ032	33	51	0	3.4	0	3	0.38	9.5	104.3	232.1	1
29 TJ037	12	32	0	6.3	0	3	0.42	9.6	113.6	233.4	0
30 TJ003	30	23	0	4.2	0	3	0.34	9.0	88.2	235.6	1
31 TJ033	33	14	1	3.6	0	5	0.43	9.7	112.5	243.4	1
32 TJ069	10	43	0	4.0	0	1	0.47	9.1	121.4	245.6	-1
33 TJ083	27	24	0	3.7	0	3	0.45	10.0	131.4	249.3	1
34 TJ096	11	79	0	3.0	0	3	0.41	10.6	136.3	250.8	0
35 TJ016	13	19	0	5.8	0	2	0.41	10.1	103.7	253.7	1
36 TJ021	31	30	0	4.6	0	3	0.39	10.0	102.9	262.7	0
37 TJ058	26	5	0	3.3	0	3	0.40	9.8	118.2	270.1	1
38 TJ070	33	46	0	4.7	0	3	0.45	9.4	125.6	274.6	1
39 TJ046	5	26	0	4.7	0	1	0.37	9.0	114.5	278.8	0
40 TJ030	31	4	1	3.6	0	5	0.40	9.8	105.6	279.1	1

付表—5 ジョイント材引張試験の結果(トマト2)

試験体 番号	集中 節径比 (%)	縦推定向 の傾斜 (mm/μ)	くされ ^{*1}	平均 年輪幅 (mm)	髓 ^{*2}	目視 ^{*3} 等級	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)	破壊状況 ^{*4}
41 TJ026	24	32	0	5.4	0	2	0.39	8.8	108.4	285.6	0
42 TJ080	5	37	0	3.6	0	1	0.40	8.5	125.3	289.9	-1
43 TJ023	29	29	0	3.4	0	3	0.35	9.7	102.2	292.7	1
44 TJ059	31	23	0	4.8	0	3	0.43	10.3	124.2	293.8	0
45 TJ048	23	21	0	4.3	0	2	0.38	9.8	118.1	297.9	1
46 TJ034	25	21	0	3.4	1	4	0.36	8.7	103.7	303.4	0
47 TJ064	21	43	0	4.2	0	2	0.40	8.9	122.4	304.4	1
48 TJ076	23	61	0	4.5	0	2	0.46	10.4	130.8	307.7	-1
49 TJ050	23	51	0	4.8	0	2	0.38	8.9	116.5	309.6	0
50 TJ041	13	47	0	5.2	0	2	0.39	9.5	108.1	314.3	0
51 TJ020	12	70	0	3.7	0	2	0.37	8.3	100.1	314.6	0
52 TJ042	17	8	0	5.8	0	2	0.40	8.6	114.8	315.6	0
53 TJ089	17	32	0	4.4	0	2	0.42	9.5	135.8	318.6	1
54 TJ051	11	76	0	4.5	0	3	0.39	10.2	117.9	318.9	1
55 TJ001	12	13	0	2.4	0	1	0.32	8.6	92.3	324.3	0
56 TJ010	31	53	0	3.6	2	4	0.37	10.0	96.5	327.4	0
57 TJ078	13	10	0	3.4	0	2	0.39	9.5	122.7	327.8	0
58 TJ067	15	45	0	6.8	0	3	0.39	8.5	125.4	328.7	0
59 TJ082	9	25	0	4.8	0	1	0.40	9.8	124.8	330.5	1
60 TJ062	0	34	0	4.2	0	1	0.38	9.1	116.8	331.2	0
61 TJ031	10	8	0	5.6	0	1	0.40	9.5	109.6	334.8	1
62 TJ044	16	18	0	2.0	0	2	0.40	10.1	117.8	340.1	0
63 TJ038	28	16	0	4.2	0	3	0.41	10.1	109.6	341.6	1
64 TJ057	9	69	0	3.4	0	2	0.37	9.8	115.7	342.4	0
65 TJ094	0	25	0	4.6	0	1	0.38	9.2	128.5	344.0	0
66 TJ087	19	17	0	2.9	0	2	0.44	11.0	136.1	345.2	-1
67 TJ079	19	38	0	4.2	0	2	0.45	9.8	128.0	347.8	1
68 TJ073	7	51	0	4.4	0	1	0.42	8.3	129.0	348.3	1
69 TJ052	31	63	0	2.3	0	3	0.39	9.3	117.1	349.1	1
70 TJ093	24	30	0	2.7	0	2	0.48	8.6	144.7	350.8	0
71 TJ049	9	4	0	4.3	0	1	0.39	10.5	116.8	351.3	0
72 TJ035	21	18	0	3.5	1	4	0.43	9.6	111.3	353.2	0
73 TJ029	9	38	0	4.9	0	1	0.37	9.9	104.4	353.5	0
74 TJ055	10	18	0	4.3	0	1	0.39	9.8	119.1	355.7	-1
75 TJ092	9	75	0	3.3	0	3	0.41	8.6	136.5	355.8	1
76 TJ099	20	17	0	2.9	0	2	0.42	9.6	145.4	356.9	0
77 TJ056	10	30	0	3.5	0	1	0.48	11.2	118.0	358.0	0
78 TJ074	18	50	0	3.3	0	2	0.41	10.0	114.0	359.3	1
79 TJ053	0	48	0	4.2	0	1	0.42	10.1	117.9	363.3	0
80 TJ036	0	25	0	6.6	0	3	0.46	9.8	111.4	372.5	-1

付表一五 ジョイント材引張試験の結果(トドマツ3)

試験体 番号	集中 節径比 (%)	繊維走向 の傾斜 (mm/面)	くされ ^{*1} 平均 年輪幅 (mm)	目視 ^{*3} 等級	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)	破壊状況 ^{*4}
81	TJ090	10	3.3	0	1	0.38	132.1	373.9	0
82	TJ072	13	4.0	0	2	0.37	128.0	374.5	0
83	TJ066	10	2.7	0	1	0.38	121.3	376.7	1
84	TJ098	5	2.6	0	1	0.44	138.7	376.9	0
85	TJ100	5	2.9	0	1	0.47	147.3	378.2	0
86	TJ060	11	4.5	0	1	0.38	120.3	380.0	0
87	TJ077	7	4.4	0	1	0.40	127.2	380.1	0
88	TJ063	0	3.9	0	1	0.37	120.5	381.4	0
89	TJ054	15	4.2	0	2	0.42	117.9	382.3	-1
90	TJ084	25	2.4	0	3	0.41	125.8	389.3	0
91	TJ091	33	5.4	0	3	0.45	136.5	390.6	1
92	TJ095	19	5.2	0	2	0.45	135.1	398.6	0
93	TJ071	17	2.1	0	2	0.37	125.4	410.1	0
94	TJ088	17	4.2	0	2	0.40	131.6	410.7	0
95	TJ085	14	5.8	0	2	0.44	127.6	418.3	-1
96	TJ081	17	3.7	0	2	0.41	131.0	439.9	1
97	TJ068	27	6.7	0	3	0.38	125.4	447.3	0
98	TJ097	0	4.0	0	1	0.43	142.7	450.2	0
99	TJ061	10	5.7	0	1	0.41	122.0	471.7	0
100	TJ086	14	4.8	0	2	0.44	130.1	474.7	1
最小値									
平均値									
最大値									
標準偏差									
0 2.0 8.3 88.2 90.1									
20 4.4 9.6 115.8 292.6									
50 8.5 11.2 147.3 474.7									
12 1.2 0.6 13.7 91.3									

注) *1 0:なし, 1:あり
 *2 0:心去り, 1:心割り, 2:心持ち
 *3 1:1等, 2:2等, 3:3等, 4:4等, 5:格外
 *4 -1:荷重点間外で破壊, 0:縦つぎ部分から破壊, 1:縦つぎ以外から破壊

強度等級区分ラミナを用いた集成材の 強度性能評価事業実施要領

1. 目的

国産材による機械的強度等級区分を用いた構造用大断面集成材の強度性能を検討し、断面設計法の確立を目指す。そのため以下の試験を行う。

2. 供試木の選定

北海道における資源の状況から樹種はカラマツ及びトドマツとし、供試木は、原則として同一ロットから選定する。

3. 原木丸太のヤング係数の測定

縦振動法により原木丸太の動的ヤング係数を測定し、ヤング係数の分布を把握する。

4. ラミナの製造及び強度等級区分

- (1) ラミナの寸法は幅150mm、厚さ30mmとし仕上がり含水率は10%とする。
- (2) ラミナは全数についてスパン3 m 3等分点2点荷重方式でヤング係数を測定し、目視を併用して等級区分（以下等級区分法は同じ）を行う。
- (3) 等級区分されたラミナには、一連番号を付し以後の流れを把握するとともにラミナの仕上り寸法により材積を求め製材歩止りを算定する。
- (4) 各等級区分別に、それぞれヤング係数の分布が同程度となるよう①曲げ試験用、②引張り試験用、③集成材製造試験用に振り分ける。

5. ラミナの曲げ試験

- (1) 試験体数は、縦継ぎ材用100体、プレーン材用100体の計200体とし、長さは1 mとする。
- (2) 1 mに裁断されたラミナのヤング係数をスパン90cmの中央集中荷重条件で測定し、再度等級区分を行う。
- (3) 等級区分された試験体を、それぞれヤング係数の分布が同程度となるよう縦継ぎ材用とプレーン材用に振り分ける。
- (4) 縦継ぎは、日本木材加工技術協会が定める「構造用大断面集成材の製造基準」別記1のフィンガージョイントの技術基準により試験体を半分に切断して行う。
- (5) 曲げ試験は、スパン90cm 3等分点2点荷重方式で行う。

6. ラミナの引張り試験

- (1) 試験体数は、曲げ試験と同様縦継ぎ材用100体、プレーン材用100体とし、長さは3 mとする。
- (2) 4のヤング係数の区分により、それぞれヤング係数の分布が同程度となるよう、縦継ぎ材用とプレーン材用に振り分ける。
- (3) 縦継ぎは、曲げ試験と同様、日本木材加工技術協会が定める「構造用大断面集成材の製造基準」別記1のフィンガージョイントの技術基準により、試験体を半分にして行う。
- (4) 引張り試験は、つかみ部分1 m、引張り部分1 mで行う。

7. 集成材の製造試験

- (1) 製造する集成材は、150mm×300mm×7,000mm 及び 150mm×600mm×13,000mm の2種類とし、それぞれ5体とする。
- (2) 集成材の製造は、日本木材加工技術協会が定める「構造用大断面集成材の製造基準」による。

8. 集成材の強度試験

- (1) 集成材の曲げ強度試験は、スパンを材せいの20倍、2点荷重方式で行う。
- (2) 荷重点間距離は、材せいの4倍とする。

財団法人日本住宅・木材技術センターより委託された「強度等級区分ラミナを用いた集成材の強度性能試験」について、以下の通り報告します。

社団法人北海道林産技術普及協会

副会長 高橋 弘行