

研究資料 (Research material)

ベイヒバ製材品の強度性能 —曲げ、縦圧縮、縦引張り、せん断、めり込み—

井道裕史^{1)*}、長尾博文¹⁾、加藤英雄¹⁾

Strength of yellow cypress lumber - Bending strength, compressive strength parallel to the grain, tensile strength parallel to the grain, shear strength parallel to the grain, and compressive strength perpendicular to the grain -

Hirofumi IDO¹⁾, Hirofumi NAGAO¹⁾ and Hideo KATO¹⁾

Abstract

Recently, the use of yellow cypress (*Chamaecyparis nootkatensis*) has been increasing in constructing the foundations of a house due to its durability. However, at present, the standard strength requirements of yellow cypress that is essential for structural design have not been determined, and there is an urgent need to set rectify this. In this study, various tests were conducted on the strength of yellow cypress lumber and we collected data for use in determining its standard strength. After conducting tests on the bending strength, the compressive strength parallel to the grain, the tensile strength parallel to the grain, the shear strength parallel to the grain and the compressive strength perpendicular to the grain, we have concluded that yellow cypress should be added to the current non-graded lumber category and included among karamatsu (Japanese larch), hiba (false arborvitae), hinoki (Japanese cypress) and Port Onford cedar.

Key words : yellow cypress, strength, bending strength, compressive strength parallel to the grain, tensile strength parallel to the grain, shear strength parallel to the grain, compressive strength perpendicular to the grain

要旨

近年、耐久性が高いという利点から、住宅の土台等としてベイヒバ (*Chamaecyparis nootkatensis*) の利用が拡大している。しかし、ベイヒバは現時点では構造設計に不可欠な基準強度が設定されておらず、その設定が強くと求められている。そこで本研究ではベイヒバ製材品の強度試験を行い、基準強度を設定するための基礎データを実験的に明らかにすることを目的とした。強度試験は、曲げ、縦圧縮、縦引張り、せん断、めり込み試験を行った。実験結果から、ベイヒバを現在の無等級材の樹種群に追加する場合、からまつ、ひば、ひのき、べいひと同じ樹種群が適当であると考えた。

キーワード：ベイヒバ、強度、曲げ、縦圧縮、縦引張り、せん断、めり込み

1. はじめに

通常、建築物の設計をする場合、国土交通省が樹種あるいは樹種群ごとに定めた基準強度を用いる。近年、耐久性が高いという利点から、住宅の土台等としてベイヒバ (*Chamaecyparis nootkatensis*) の利用が拡大している。しかし、ベイヒバは Table 1 (建設省, 2000)、Table 2 (国土交通省, 2001) に示したように、現時点では基準強度が設定されておらず、その設定が強くと求められている。そこで本研究ではベイヒバ製材品を用いて強度試験を行い、基準強度を設定するための基礎データを実験的に明らかにすることを目的とした。

2. 実験

2.1 供試材

材長が 4000mm、断面寸法が 105mm × 105mm のベイヒバ製材品 200 本を供試材とした。すべての供試材は北米から輸入された丸太を国内で製材 (内地挽き) し、人工乾燥したものを購入した。なお、供試材の木取りは心持ち材と心去り材が混在していた。

2.2 各強度試験への供試材の振り分け

すべての供試材に対して縦振動法によるヤング係数を測定した。その結果、供試材の平均値は 10.3kN/mm²、変動係数は 15.2% であった。これらの供試材を、縦振

原稿受付：平成 22 年 5 月 18 日 Received 18 May 2010 原稿受理：平成 22 年 8 月 9 日 Accepted 9 August 2010

1) 森林総合研究所構造利用研究領域 Department of Wood Engineering, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI)

* 森林総合研究所構造利用研究領域 〒305-8687 茨城県つくば市松の里 1 Department of Wood Engineering, Forestry and Forest Products Research Institute (FFPRI), Ibaraki, Japan, 305-8687; e-mail: ido@ffpri.affrc.go.jp

動法によるヤング係数の平均値と変動係数がほぼ等しい2グループ各100本に分け、一方を曲げ、縦圧縮、せん断、めり込みの試験を行うグループ(曲げ・縦圧縮・せん断・めり込み試験体グループ)、もう一方を、縦引張り試験を行うグループ(縦引張り試験体グループ)とした。各グループの密度(ρ)と縦振動法によるヤング係数(E_{r-1})の平均値と変動係数をTable 3に示すとともに、供試材からの各試験体の採取位置をFig. 1に示す。

2.3 強度試験

曲げ、縦圧縮、縦引張り、めり込み試験は「構造用木材の強度試験法」(日本建築学会, 2003)に従った。せん断試験は井道ら(2004)の方法に従い、実大いす型せん断方式とした。試験体には心持ち材と心去り材とが混在していたため、各強度試験の加力方向は無作為とした。ただし、Fig. 1に示した曲げ試験の加力方向とめり込み試験の加圧方向は同じ材面になるようにし、せん断試験のせん断面も曲げ試験の中立軸と同一になるようにした。また、実大いす型せん断試験体を除くすべての試験体に対して、試験前に縦振動法によるヤング係数を測定した。

2.3.1 曲げ試験

曲げ試験に先立ち、「製材の日本農林規格」(農林水産省, 2007)に準じて、試験体全長および支点間距離における目視等級区分を行うため、節、集中節、丸身、割れを測定した。また、引掻き式の繊維走行測定器を用いて繊維走行の傾斜比を測定した。

曲げ試験は、荷重点間を材せいの6倍(630mm)、支点間距離を材せいの18倍(1890mm)とした3等分点4点荷重方式で行った。容量が10tf(約98kN)の材料試験機(NMB製、TCM-10000)で載荷した。クロスヘッド速度は10mm/minとした。試験体の側面中央部に変位計(東京測器製、CDP-100)を設置し試験体の全たわみを測定するとともに、試験体の圧縮面上に変位計(東京測器製、CDP-10)を取り付けた袴型治具(スパン400mm)を乗せ、荷重点間における曲げたわみを測定した。試験終了後、全たわみから求めた見かけの曲げヤング係数、荷重点間のたわみから求めた真の曲げヤング係数、曲げ比例限度応力および曲げ強度を算出した。破壊部近傍から含水率測定用試験体を切り出し、全乾法で含水率を測定した。半数の試験体から気乾密度測定用の試験体を切り出し、温度20℃、関係湿度65%RHの恒温恒湿室内で調湿して密度を測定した。

2.3.2 縦圧縮試験

縦圧縮試験は材長を断面の6倍(630mm)とした短柱圧縮試験体で行った。最大容量が3000kNの圧縮試験機(前川製作所製、A-300-B4)をレンジ600kNに設定して載荷し、最大荷重に達するまでの時間が約5分になるように荷重速度を調整した。試験体の長さ方向における中

央部の平行な2材面に、標点間距離が150mmで変位計(東京測器製、CDP-10)を設置して変形を測定した。両変位の平均を標点間での試験体の変位とした。試験終了後、縦圧縮ヤング係数、縦圧縮比例限度応力および縦圧縮強度を算出した。破壊部近傍から含水率測定用試験体を切り出し、全乾法で含水率を測定した。

2.3.3 縦引張り試験

縦引張り試験に先立ち、「製材の日本農林規格」に準じて、つかみ部分を除いたチャック間距離における目視等級区分を行うため、節、集中節、丸身、割れを測定した。試験終了後、チャック部分をプレーナーで平滑にして繊維傾斜を測定し、試験体の繊維傾斜と見なした。

縦引張り試験はチャック間距離を長辺の20倍(2100mm)、片側のつかみ部分の長さを950mmとした。最大容量が2000kNの横型引張り試験機(前川製作所製、HZZ-200-LB4)で試験を行った。試験体の長さ方向における中央部の平行な2材面に、標点間距離が1000mmで変位計(東京測器製、CDP-10)を設置して変形を測定した。両変位の平均を標点間での試験体の変位とした。試験終了後、縦引張りヤング係数、縦引張り比例限度応力および縦引張り強度を算出した。破壊部近傍から含水率測定用試験体を切り出し、全乾法で含水率を測定した。すべての試験体から気乾密度測定用の試験体を切り出し、温度20℃、関係湿度65%RHの恒温恒湿室内で調湿して密度を測定した。

2.3.4 せん断試験

せん断試験は実大いす型せん断治具(井道ら, 2004)を用いて行った。切り欠き部分のない側の試験体長さは150mm、切り欠き部分の長さは45mm、せん断面積は105×105mmとした。最大容量が3000kNの圧縮試験機(前川製作所製、A-300-B4)をレンジ150kNに設定して載荷し、最大荷重に達するまでの時間が約5分になるように荷重速度を調整した。試験終了後、せん断強度を算出した。破壊部近傍から含水率測定用試験体を切り出し、全乾法で含水率を測定した。

2.3.5 むり込み試験

めり込み試験は長さが断面の6倍(630mm)の試験体に対し、長さ90mmの鋼製荷重ブロックを試験体中央部の上下に設置する上下加圧方式で行った。最大容量が3000kNの圧縮試験機(前川製作所製、A-300-B4)をレンジ300kNに設定して載荷し、最大荷重に達するまでの時間が約5分になるように荷重速度を調整した。試験体の長さ方向の中央部付近両脇に2か所に変位計(東京測器製、CDP-50)を設置し、クロスヘッドの移動量を測定した。両変位計の平均をめり込み変形量とした。試験終了後、めり込み強度、めり込み降伏強度、めり込み剛性を算出した。ただし、槌本(2008)によると、「めり

込みの基準強度は、実大材に対する材幅と同じ幅の荷重ブロック（クロスヘッド）で載荷した場合に、材料が破壊した応力度または材厚の5%めり込んだときの応力度のうち、低い方の信頼水準75%の95%下側許容限界値を定めた数値である。」とあるため、5%変形時の応力も合わせて算出した。破壊部近傍から含水率測定用試験体を切り出し、全乾法で含水率を測定した。

3. 結果と考察

曲げ、縦圧縮、縦引張り、せん断、めり込みのすべての試験結果を Table 4～8 に示す。また、以下に各強度試験についての結果を示す。

3.1 曲げ試験

曲げ試験結果の概要を Table 9 に示す。試験後に測定した気乾密度の平均値は 508kg/m^3 、変動係数は 7.64% であった。見かけの曲げヤング係数の平均値は 9.34kN/mm^2 であった。データ集の文献値（強度性能研究会、2005）と比較すると、ヒノキの平均値 11.01kN/mm^2 、ヒバの平均値 9.93kN/mm^2 に比べて若干低い値を示したが、「日本建築学会木質構造設計規準」普通構造材の繊維方向特性値（日本建築学会、2006）に示された基準弾性係数 E_0 と比較すると、ヒノキとヒバの値 9.0kN/mm^2 を上回った。一方、ベイヒバの曲げ強度の平均値を同様にデータ集と比較すると、ヒノキ 56.9N/mm^2 、ヒバ 47.0N/mm^2 に対してベイヒバは 49.6N/mm^2 であり、ヒノキには及ばないもののヒバの平均値を上回った。また、構造用材料の基準強度特性値は一般に 5% 下限値とされるため（日本建築学会、2006）、ノンパラメトリック法により曲げ強度の 5% 下限値を算出した。その結果、ベイヒバの曲げ強度の 5% 下限値は 26.8N/mm^2 となり、ヒノキ、ヒバが属する針葉樹 II 類の曲げ基準強度 26.7N/mm^2 と同程度であった。

「製材の日本農林規格」の甲種構造材 II の目視等級区分に従った等級ごとの曲げ強度試験結果を Table 10 に示す。全長における等級の割合は、1 級が 8 本（または %、以下同じ）、2 級が 34 本、3 級が 42 本、等級外が 16 本であった。また、Table 4 に示したように荷重点間で格付けすると等級は全体的に上がり、1 級が 28 本、2 級が 41 本、3 級が 26 本、等級外が 5 本であった。各等級の試験体数は十分ではないが、Table 10 に示した全長において 5% 下限値を算出すると、1 級 42.4N/mm^2 、2 級 35.5N/mm^2 、3 級 29.4N/mm^2 、等級外 19.2N/mm^2 であった。なお、ここでの 5% 下限値は正規分布を仮定して算出したものである。これを JAS の目視等級に対応した曲げ基準強度（建設省、2000）と比較すると、ヒノキ 1 級 38.4N/mm^2 、2 級 34.2N/mm^2 、3 級 28.8N/mm^2 、ヒバ 1 級 34.8N/mm^2 、2 級 34.8N/mm^2 、3 級 29.4N/mm^2 とほぼ同等の結果となった。また、見かけの曲げヤング係数に関しては、等級に従った段階的な値の違い

は認められなかった。

3.2 縦圧縮試験

縦圧縮試験結果の概要を Table 11 に示す。縦圧縮強度の平均値は 28.5N/mm^2 であった。データ集と比較すると、無等級材の基準強度で針葉樹 II 類に属するヒノキの平均値 33.1N/mm^2 、カラマツの平均値 32.5N/mm^2 に対して低い値を示し、さらには針葉樹 IV 類に属するスギの平均値 28.9N/mm^2 に対しても低い値を示した。また、ベイヒバの縦圧縮強度の 5% 下限値は 20.4N/mm^2 であった。これを、無等級材の基準強度と比較すると、ベイヒバはカラマツ、ヒバ、ヒノキ、ベイヒバを含む針葉樹 II 類の基準強度 20.7N/mm^2 にほぼ相当するが、わずかに下回っていた。ただし、本試験では含水率による各強度値の補正は基本的に実施していないが、縦圧縮強度は含水率の影響を大きく受けることが知られている（長尾、1996）。そのため、ASTM D-2915-98 (ASTM International, 1998) に従って縦圧縮強度を含水率 15% 時の値に補正した。その結果、縦圧縮強度の平均値は 31.9N/mm^2 となり、データ集のカラマツ相当の値となった。なお、データ集の強度は含水率を 15% に補正した値である。同様にベイヒバの 5% 下限値は 21.7N/mm^2 となり針葉樹 II 類の基準強度を満足する値となった。

3.3 縦引張り試験

縦引張り試験結果の概要を Table 12 に示す。試験後に測定した気乾密度の平均値は 506kg/m^3 、変動係数は 6.54% であった。縦引張り強度の 5% 下限値は 17.7N/mm^2 であった。これを無等級材の基準強度と比較すると、アカマツ、クロマツ、ベイマツの属する針葉樹 I 類の基準強度 17.7N/mm^2 に相当した。

「製材の日本農林規格」の甲種構造材 II の目視等級区分に従った等級ごとの縦引張り強度試験結果を Table 13 に示す。等級の割合は、1 級が 12 本、2 級が 31 本、3 級が 39 本、等級外が 18 本であった。曲げ試験体と同様、各等級の試験体数は十分ではないが、5% 下限値を算出すると、1 級 18.6N/mm^2 、2 級 18.3N/mm^2 、3 級 14.5N/mm^2 、等級外 8.79N/mm^2 であった。なお、ここでの 5% 下限値は正規分布を仮定して算出したものである。これを JAS の目視等級に対応した縦引張り基準強度（建設省、2000）と比較すると、ヒノキ 1 級 22.8N/mm^2 、2 級 20.4N/mm^2 、3 級 17.4N/mm^2 、ヒバ 1 級 21.0N/mm^2 、2 級 21.0N/mm^2 、3 級 18.0N/mm^2 であり、ヒノキとヒバの基準強度に対しては若干低い値を示したが、ヒノキ、ヒバと同じ針葉樹 II 類のカラマツ 1 級 18.0N/mm^2 、2 級 15.6N/mm^2 、3 級 13.8N/mm^2 に対してはいずれの等級も基準強度を上回った。また、曲げ試験の結果とは異なり、縦振動法のヤング係数、縦引張りヤング係数ともに等級に従った段階的な値の違いが認められた。

また、含水率による強度補正をしない状態での曲げ・縦圧縮・縦引張り強度特性値の対比は1:0.76:0.66であった。

3.4 せん断試験

せん断試験結果の概要を Table 14 に示す。せん断強度の5% 下限値は 5.21N/mm^2 であった。これを無等級材の基準強度と比較すると、無等級材の針葉樹 I 類の基準強度 2.4N/mm^2 を大きく上回っていた。また、同じ実大いす型試験方式で行った各樹種(井道ら, 2006) との比較を Table 15 に示す。なお、文献値の5% 下限値は正規分布を仮定したものである。すべての樹種で5% 下限値は各樹種の基準強度を大きく上回っていたが、ベイヒバの5% 下限値は II, III 類に属するヒノキ、ベイツガ(ともに基準強度 2.1N/mm^2) と、スギの属する IV 類(基準強度 1.8N/mm^2) の5% 下限値の間であった。

3.5 めり込み試験

めり込み試験結果の概要を Table 16 に示す。5% 変形時の応力から算出しためり込み強度の5% 下限値は 4.79N/mm^2 であった。Table 2 に示しためり込みの基準強度と比較すると、ヒバを含む樹種群の基準強度 7.8N/mm^2 を下回っていた。ただし、本試験で採用しためり込み試験方式は、ISO 13910 (ISO, 2005) の試験方式と同様のものだが、この方式では20mm めり込んだ時の応力か破壊時の応力の低い方からめり込み強度を算出することになっている。この方法によるベイヒバのめり込み強度 $f_{c,90}$ について5% 下限値を算出した。同じ試験方式で行ったカラマツ(伊東ら, 2005)、ヒバ(鈴木・松元, 2006)、スギ(田中・荒武, 2005)、ベイツガ(Do et al., 2007) の結果から下限値の値が記載されているものはその値を、下限値の値が記載されていないものは正規分布を仮定し5% 下限値を求めた。ベイヒバとの比較を Table 17 に示す。その結果、5% 変形時の応力と基準強度との比較とは異なり、ベイヒバのめり込み強度 $f_{c,90}$ の5% 下限値はヒバとほぼ同等の値となった。

4. まとめ

ベイヒバの基準強度設定の基礎データを得ることを目的として、各種強度試験を行った。曲げ、縦圧縮、縦引張り、せん断、めり込み試験の結果から総合的に判断すると、ベイヒバを現在の無等級材の樹種群に追加する場合、からまつ、ひば、ひのき、べいひと同じ樹種群に含めることが適当であると考えられた。

謝辞

本研究は国土交通省建築基準整備促進補助事業、木造建築物の基準の整備に資する検討委員会内で行った。なお、実験を行うに当たっては、国土技術政策総合研究所の樋本敬大氏のご指導を、熊本県林業研究指導所の横尾

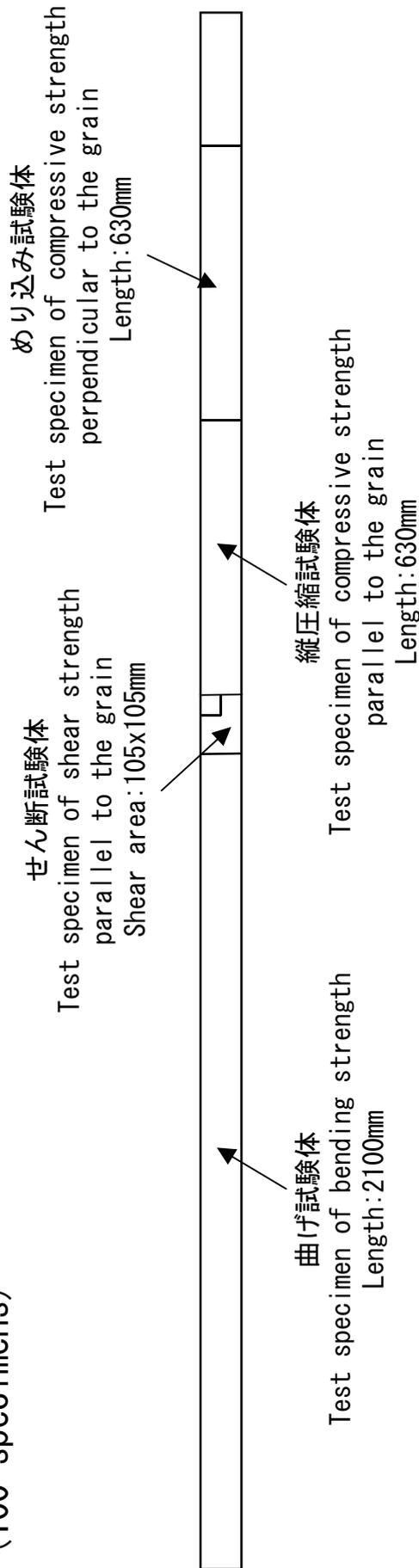
謙一郎氏のご協力を頂いた。

引用文献

- ASTM International (1998) "Standard practice for evaluating allowable properties for grades of structural lumber", ASTM D-2915-98.
- 井道裕史・長尾博文・加藤英雄 (2004) 実大いす型せん断治具を用いたスギ製材品のせん断強度の評価, 木材学会誌, 50, 220-227.
- 井道裕史・長尾博文・加藤英雄 (2006) 試験方法の違いによる製材品のせん断性能の評価, 木材学会誌, 52, 293-302.
- Ido, H., Nagao, H. and Kato, H. (2007) Comparison between compression strength perpendicular to the grain and shear strength parallel to the grain of Western hemlock lumber, Bulletin of FFPRI, 402, 71-76.
- ISO (2005) "Structural timber – Characteristic values of strength-graded timber – Sampling, full-size testing and evaluation", ISO 13910.
- 伊東嘉文・吉田孝久・橋爪丈夫 (2005) カラマツの乾燥条件別縦圧縮及びめり込み強度試験, 日本木材学会大会研究発表要旨集, 55, E70945.
- 建設省 (2000) "木材の基準強度 F_c , F_t , F_b 及び F_s を定める件", 平成12年5月31日建設省告示第1452号.
- 国土交通省 (2001) "特殊な許容応力度及び特殊な材料強度を定める件", 平成13年6月12日国土交通省告示第1024号.
- 強度性能研究会 (2005) "「製材品の強度性能に関するデータベース」データ集 <7>", 独立行政法人森林総合研究所構造利用研究領域内強度性能研究会事務局編, 56pp.
- 長尾博文 (1996) 構造材の含水率と強度性能, 木材工業, 51, 505-507.
- 日本建築学会 (2003) "木質構造限界状態設計指針(案)・同解説", 日本建築学会編, 丸善, 336-359.
- 日本建築学会 (2006) "木質構造設計規準・同解説—許容応力度・許容耐力設計法—", 日本建築学会編, 丸善, 152-154, 399.
- 農林水産省 (2007) "製材の日本農林規格", 平成19年8月29日農林水産省告示第1083号.
- 鈴木修治・松元浩 (2006) 能登ヒバのめり込み強度性能, 日本木材学会大会研究発表要旨集, 56, PE009.
- 田中洋・荒武志朗 (2005) 宮崎県産スギ正角のめり込み性能 (1), 日本木材学会大会研究発表要旨集, 55, E71015.
- 樋本敬大 (2008) 製材等のめり込みの許容応力度・材料強度の変更, 住宅と木材, 369, 4-6.

曲げ・縦圧縮・せん断・めり込み試験体グループ (100体)

Test group of bending strength, compressive strength parallel to the grain, shear strength parallel to the grain and compressive strength perpendicular to the grain (100 specimens)



縦引張り試験体グループ (100体)

Test group of tensile strength parallel to the grain (100 specimens)

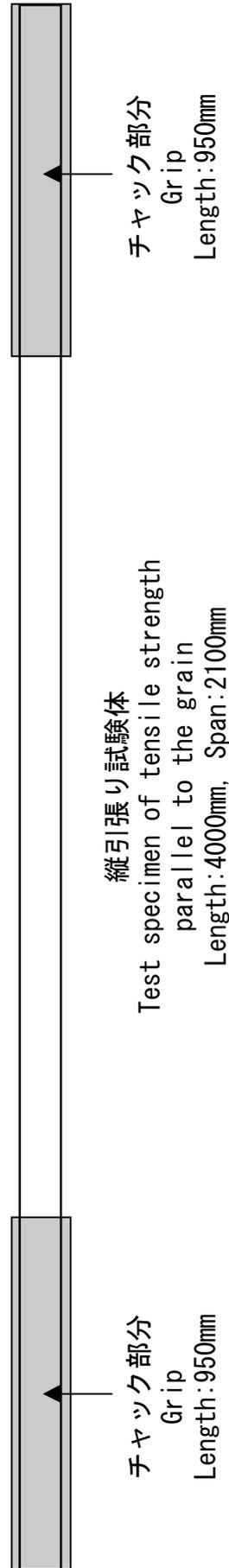


Fig. 1. 各試験体の採取位置 Test specimen collection sites

Table 1. 無等級材の基準強度

Standard strength requirements for non-graded lumber

	樹種 Species	基準強度 Standard strength requirements (N/mm ²)			
		縦圧縮 Compression parallel to the grain	縦引張り Tension parallel to the grain	曲げ Bending	せん断 Shear parallel to the grain
針葉樹 Softwood	I類 あかまつ、くろまつ、べいまつ Akamatsu, Kuromatsu, Douglas fir	22.2	17.7	28.2	2.4
	II類 からまつ、ひば、ひのき、べいひ Karamatsu, Hiba, Hinoki, Port Onford cedar	20.7	16.2	26.7	2.1
	III類 つが、べいつが Tsuga, Western hemlock	19.2	14.7	25.2	2.1
	IV類 もみ、えぞまつ、とどまつ、べにまつ、すぎ、 べいすぎ、スプルース Momi, Ezomatsu, Todomatsu, Benimatsu, Sugi, Western red cedar, Spruce	17.7	13.5	22.2	1.8
広葉樹 Hardwood	I類 かし Kashi	27.0	24.0	38.4	4.2
	II類 くり、なら、ぶな、けやき Kuri, Nara, Buna, Keyaki	21.0	18.0	29.4	3.0

Table 2. 製材のめり込みの基準強度

Standard requirements for compressive strength perpendicular to the grain for lumber

	樹種 Species	基準強度 Standard strength requirements (N/mm ²)
針葉樹 Softwood	あかまつ、くろまつ、べいまつ Akamatsu, Kuromatsu, Douglas fir	9.0
	からまつ、ひば、ひのき、べいひ Karamatsu, Hiba, Hinoki, Port Onford cedar	7.8
	つが、べいつが、もみ、えぞまつ、とどまつ、べにまつ、 すぎ、べいすぎ、スプルース Tsuga, Western hemlock, Momi, Ezomatsu, Todomatsu, Benimatsu, Sugi, Western red cedar, Spruce	6.0
広葉樹 Hardwood	かし Kashi	12.0
	くり、なら、ぶな、けやき Kuri, Nara, Buna, Keyaki	10.8

Table 3. 各グループの見かけの密度と縦振動法によるヤング係数の平均値

Average of apparent density and Young's modulus by longitudinal vibration method in each group

	見かけの密度 Apparent ρ (kg/m ³)	縦振動法のヤング係数 E_{fl-1} (kN/mm ²)
曲げ・縦圧縮・せん断・めり込み試験体グループ Test group of bending strength, compressive strength parallel to the grain, shear strength parallel to the grain and compressive strength perpendicular to the grain	523 (6.82)	10.3 (15.3)
縦引張り試験体グループ Test group of tensile strength parallel to the grain	521 (6.46)	10.3 (15.2)

 ρ : 密度 Density, E_{fl-1} : 縦振動法のヤング係数 Young's modulus by longitudinal vibration method.

カッコ内の値は変動係数 (%) を示す Value in the parentheses is coefficient of variance.

Table 4. 曲げ試験結果 Test results on bending strength

試験体番号 Test piece No.	含水率 MC (%)	見かけの密度 Apparent ρ (kg/m ³)		縦振動法のヤング係数 E_{1-1} (kN/mm ²)		見かけの曲げヤング係数 Apparent E_b (kN/mm ²)		真の曲げヤング係数 True E_b (kN/mm ²)		曲げ比 限度応力 σ_{bp} (N/mm ²)	曲げ強度 σ_b (N/mm ²)	JASの目視等級甲II (荷重点間) JAS visual grading (in loading span)		JASの目視等級甲II (全区間) JAS visual grading (in full length)	
		ρ	ρ_{1-1}	E_{1-1}	E_b	E_b	E_b	等級	等級			等級	等級		
3	16.9	590	11.7	11.1	12.1	36.7	50.1	3級	3級						
7	16.4	529	10.9	10.4	10.6	41.2	58.4	2級	2級						
9	16.4	524	12.3	11.2	12.0	43.0	59.1	3級	3級						
12	22.5	584	7.83	7.35	7.32	28.6	37.3	1級	3級						
13	19.1	548	9.32	8.19	9.49	21.7	26.5	等級外	等級外						
14	16.3	551	12.0	11.0	12.0	44.9	72.1	2級	2級						
15	17.1	503	11.4	10.3	11.6	44.9	63.5	2級	2級						
16	15.4	489	8.31	7.63	8.33	25.5	31.1	1級	2級						
17	17.4	489	9.18	8.32	8.31	35.2	39.0	等級外	等級外						
18	17.1	502	9.44	8.67	9.95	37.6	49.5	等級外	等級外						
19	18.9	560	9.52	8.58	9.39	22.8	22.8	2級	等級外						
20	17.9	590	13.6	11.6	11.9	45.2	61.8	3級	3級						
21	17.9	510	10.7	9.51	10.4	35.3	57.2	2級	2級						
23	17.3	475	10.0	9.13	9.78	40.9	56.7	1級	1級						
24	16.8	535	12.8	10.6	11.7	47.4	68.1	2級	3級						
25	18.2	528	9.35	8.50	9.16	42.2	62.0	3級	3級						
26	16.6	515	12.1	10.9	12.0	41.3	57.2	3級	3級						
27	19.2	525	12.3	10.9	12.0	40.6	53.3	2級	2級						
32	17.7	499	9.56	8.52	9.23	35.4	54.7	3級	等級外						
33	18.2	552	9.19	8.09	7.88	29.2	60.4	1級	2級						
37	17.9	533	9.42	8.32	8.21	33.2	58.4	2級	2級						
39	20.6	518	10.3	9.51	10.0	33.8	48.0	3級	3級						
40	17.6	601	11.7	11.1	11.9	39.7	58.4	2級	3級						
41	17.3	544	12.5	11.0	12.1	39.7	52.9	2級	3級						
42	16.8	485	8.07	7.15	7.72	20.9	24.7	3級	3級						
44	20.2	539	8.97	8.07	7.99	31.0	44.1	3級	3級						
48	17.4	503	10.4	9.30	9.56	32.9	42.7	等級外	等級外						
49	19.5	541	10.8	9.82	10.7	38.0	54.8	1級	3級						
50	16.3	471	10.1	9.19	10.0	38.6	42.8	2級	2級						
54	19.2	484	10.9	10.0	10.9	37.5	54.2	1級	2級						
55	19.6	504	11.8	10.2	10.9	40.4	52.3	2級	2級						
56	19.2	504	9.64	8.38	7.87	28.3	45.1	3級	3級						
57	17.7	502	11.5	10.3	10.8	44.5	51.8	2級	3級						
58	17.4	508	12.5	10.7	12.3	38.0	51.6	2級	3級						
59	17.5	494	11.2	10.4	11.1	41.7	56.2	3級	3級						
61	18.2	534	11.6	11.0	11.1	33.8	56.7	2級	2級						
63	19.8	514	9.47	8.71	9.05	36.0	55.8	3級	3級						
69	18.8	494	10.2	9.30	10.0	35.4	57.5	2級	等級外						
71	18.3	514	10.6	9.80	10.2	37.2	51.4	1級	等級外						
72	17.9	477	10.2	8.99	9.62	38.3	51.7	1級	2級						

Table 4. 曲げ試験結果 (続き) Test results on bending strength (cont.)

試験体番号 Test piece No.	含水率 MC (%)	見かけの 密度 Apparent ρ (kg/m ³)	縦振動法の ヤング係数 E_{1-1} (kN/mm ²)	見かけの曲げ ヤング係数 Apparent E_b (kN/mm ²)	真の曲げ ヤング係数 True E_s (kN/mm ²)	曲げ比 限度応力 σ_{bp} (N/mm ²)	曲げ強度 σ_b (N/mm ²)	JASの目視等級甲II (荷重点間) JAS visual grading (in loading span)	JASの目視等級甲II (全区間) JAS visual grading (in full length)
74	17.2	525	11.2	9.42	10.5	32.6	52.0	3級	等級外
75	17.3	522	11.4	10.0	11.0	43.3	59.3	3級	3級
76	21.1	449	8.59	7.61	7.34	21.1	29.0	等級外	等級外
77	21.9	535	7.84	7.10	6.52	19.9	26.8	2級	等級外
78	20.1	538	7.88	7.07	6.90	23.6	41.2	3級	等級外
80	19.1	586	11.4	10.4	10.7	35.1	54.2	2級	2級
83	16.7	466	8.59	7.80	8.14	27.6	43.0	2級	3級
86	18.7	535	11.9	10.9	11.5	42.3	59.7	1級	1級
90	17.1	532	11.8	10.5	11.6	45.4	64.1	2級	等級外
93	18.6	558	13.8	12.1	13.0	45.3	57.6	3級	3級
94	17.6	582	10.7	9.48	8.89	30.9	42.1	3級	等級外
96	19.7	566	11.9	10.8	12.2	38.7	46.7	3級	等級外
102	17.3	493	7.56	6.84	7.33	30.9	46.2	1級	2級
107	18.3	551	8.61	7.73	7.81	33.4	50.6	1級	2級
109	17.0	458	10.9	9.65	10.6	36.8	54.0	1級	2級
111	15.4	443	10.7	9.76	10.6	40.7	56.6	2級	2級
113	16.9	488	9.16	8.56	9.26	32.0	47.5	2級	3級
115	19.1	566	9.42	8.71	8.73	29.7	42.7	3級	3級
116	17.7	469	9.86	9.29	10.2	34.0	49.2	1級	3級
118	18.0	519	10.5	9.52	6.97	34.9	47.5	1級	2級
123	18.3	488	5.53	5.10	5.39	22.7	31.0	2級	2級
126	18.0	580	13.1	11.2	11.9	43.1	60.6	2級	2級
127	16.0	456	11.3	10.3	11.4	41.6	60.0	1級	1級
129	17.2	460	7.66	7.03	8.49	20.7	30.4	3級	3級
131	16.6	511	13.9	12.7	14.4	48.5	67.6	3級	3級
133	17.5	530	10.5	10.4	10.4	40.7	63.5	3級	3級
138	17.6	556	11.1	10.1	10.4	35.6	45.0	1級	2級
143	19.9	520	10.4	9.32	11.0	29.6	39.9	2級	2級
144	18.5	514	9.28	8.55	8.50	34.9	57.7	2級	等級外
146	18.3	526	11.5	10.1	12.1	35.4	35.4	1級	3級
149	18.7	539	11.6	9.32	12.1	30.2	51.0	3級	3級
151	18.5	538	13.3	11.8	13.0	42.3	67.3	2級	2級
152	18.6	542	9.22	8.64	9.26	28.9	49.7	2級	3級
153	18.4	476	8.94	7.87	8.20	33.8	48.9	1級	1級
159	20.0	562	8.99	7.27	7.16	27.1	39.3	2級	3級
161	17.3	562	12.1	10.6	11.0	32.4	32.6	2級	3級
162	16.9	492	9.25	8.56	9.84	27.6	37.6	2級	3級
163	17.3	539	8.61	7.83	7.85	29.3	41.8	2級	3級
165	17.2	562	7.70	7.19	7.46	34.9	51.7	2級	2級
168	19.5	492	10.0	9.07	9.93	37.3	55.5	1級	2級

Table 4. 曲げ試験結果 (続き) Test results on bending strength (cont.)

試験体番号 Test piece No.	含水率 MC (%)	見かけの 密度 Apparent ρ (kg/m^3)	縦振動法の ヤング係数 E_{t-1} (kN/mm^2)	見かけの曲げ ヤング係数 Apparent E_b (kN/mm^2)	真の曲げ ヤング係数 True E_b (kN/mm^2)	曲げ比 限度応力 σ_{bp} (N/mm^2)	曲げ強度 σ_b (N/mm^2)	JASの目視等級甲II (荷重点間) JAS visual grading (in loading span)	JASの目視等級甲II (全区間) JAS visual grading (in full length)
169	18.3	489	8.13	7.78	8.14	34.2	52.0	1級	3級
170	17.4	529	9.75	8.86	8.94	35.2	52.2	2級	2級
172	17.6	470	10.6	9.33	10.2	37.0	55.2	2級	3級
173	18.5	524	9.66	8.45	8.54	30.5	48.5	3級	3級
174	18.9	497	9.90	8.77	9.32	32.0	48.1	2級	2級
176	18.7	536	12.8	10.8	12.9	44.0	50.7	1級	1級
177	17.5	538	7.89	7.14	7.47	32.7	50.9	1級	1級
178	17.9	551	10.6	9.34	9.69	34.4	49.6	2級	2級
181	18.9	549	13.8	12.4	13.9	39.9	57.1	1級	2級
182	18.1	529	9.93	9.26	10.4	32.8	41.0	3級	3級
183	20.8	603	15.1	12.8	13.7	42.7	56.6	2級	3級
187	18.1	544	7.62	6.64	7.23	28.5	42.0	1級	2級
190	17.2	507	9.33	8.88	9.33	33.8	45.1	2級	2級
191	19.4	540	13.5	11.5	12.8	44.2	59.9	1級	2級
193	18.1	469	7.02	6.76	6.58	20.4	29.6	2級	3級
195	20.8	455	10.1	8.79	10.1	29.6	39.4	2級	3級
196	18.9	527	12.8	11.0	11.6	38.3	47.5	1級	1級
197	18.4	555	13.2	11.8	12.4	42.1	61.0	1級	1級
198	18.4	467	8.60	7.37	7.55	23.4	36.9	3級	3級
199	18.6	509	9.01	8.62	8.37	29.9	43.9	1級	2級
試験体数 TP No.	100	100	100	100	100	100	100		
平均値 Mean	18.2	521	10.4	9.34	10.0	35.0	49.6		
変動係数 CV (%)	7.13	6.94	17.2	16.2	19.0	19.5	21.0		
最小値 Min.	15.4	443	5.53	5.10	5.39	19.9	22.8		
最大値 Max.	22.5	603	15.1	12.8	14.4	48.5	72.1		

MC : 含水率 Moisture content, ρ : 密度 Density, E_{t-1} : 縦振動法のヤング係数 Young's modulus by longitudinal vibration method, E_b : 曲げヤング係数 Bending Young's modulus, σ_{bp} : 曲げ比
例限度応力 Bending stress at the proportional limit, σ_b : 曲げ強度 Bending strength, JAS : 製材の日本農林規格 Japanese agricultural standards for sawn lumber, CV : 変動係数 Coefficient of
variance

Table 5. 縦圧縮試験結果 Test results on compressive strength parallel to the grain

試験体番号 Test piece No.	含水率 MC (%)	見かけの 密度 Apparent ρ (kg/m ³)	縦振動法の ヤング係数 E_{H-I} (kN/mm ²)	縦圧縮 ヤング係数 E_c (kN/mm ²)	縦圧縮比例 限度応力 σ_{sp} (N/mm ²)	縦圧縮強度 σ_c (N/mm ²)
3	16.0	579	14.2	15.9	19.7	39.1
7	16.5	539	10.0	9.26	14.5	28.7
9	15.8	496	11.9	11.4	23.7	34.4
12	16.9	554	7.76	5.90	13.7	26.0
13	16.5	540	9.94	10.7	9.93	25.0
14	17.6	548	11.2	13.2	19.4	30.9
15	16.9	517	12.2	12.2	17.0	34.9
16	15.8	534	7.41	5.96	13.0	27.1
17	15.7	494	9.78	9.14	16.6	30.4
18	16.3	515	10.4	10.7	16.7	29.7
19	16.5	545	9.46	8.80	14.9	27.7
20	16.6	590	13.0	11.6	32.0	34.4
21	16.1	505	10.7	10.3	16.0	32.0
23	17.7	468	9.78	8.88	15.2	29.1
24	16.9	533	11.4	10.9	14.4	32.0
25	16.6	507	9.07	8.65	18.9	28.6
26	15.8	510	9.59	8.31	25.9	31.5
27	15.8	521	10.4	9.53	13.4	28.7
32	16.4	477	8.92	7.96	20.9	27.1
33	17.3	561	10.9	8.84	15.2	26.3
37	17.5	520	10.3	8.97	14.9	30.5
39	16.6	484	9.52	7.78	10.4	24.9
40	18.5	570	12.3	11.4	13.7	32.1
41	17.8	526	11.7	10.5	13.6	31.3
42	18.2	505	7.31	6.73	17.6	20.8
44	18.0	511	9.83	9.19	14.9	25.3
48	17.7	503	9.52	7.11	13.3	22.8
49	17.0	515	11.7	11.3	20.8	33.2
50	17.6	495	9.16	9.29	11.0	27.0
54	16.5	498	10.0	9.66	12.1	24.4
55	17.2	520	11.8	12.0	14.9	29.4
56	17.7	481	9.93	10.4	13.0	27.7
57	16.9	505	11.5	10.8	18.8	33.5
58	17.4	496	11.6	14.2	15.6	28.6
59	16.7	513	9.95	9.51	13.8	23.7
61	17.4	518	10.9	-	-	25.2
63	17.0	521	8.10	7.35	12.7	24.9
69	16.7	481	7.85	7.43	12.2	25.1
71	17.0	510	10.9	10.5	21.9	30.9
72	16.7	478	10.6	8.34	16.4	28.4
74	16.2	499	9.38	8.17	14.1	23.5
75	15.9	477	9.78	8.77	20.2	25.8
76	17.5	429	9.91	10.0	9.67	22.5
77	17.4	522	8.65	7.88	8.21	18.9
78	16.9	523	9.29	11.2	12.8	22.3
80	16.6	564	9.41	9.14	14.6	32.3
83	16.5	444	8.59	7.50	12.1	23.1
86	17.5	525	11.9	10.6	33.3	33.8
90	17.9	547	12.2	13.0	24.2	34.6
93	17.0	545	11.5	14.5	12.6	29.2
94	16.1	567	12.2	10.2	24.5	34.4
96	17.3	547	9.91	12.2	14.8	27.3
102	16.4	488	8.12	6.89	13.3	26.2
107	16.8	557	9.33	8.41	14.4	29.5
109	17.7	468	11.3	10.5	16.6	31.8
111	17.5	449	9.83	8.69	25.1	28.3
113	16.3	500	8.54	8.35	19.7	23.3
115	17.1	562	11.0	10.8	14.1	31.3
116	17.2	468	11.4	10.1	17.5	30.0
118	17.5	522	9.56	6.85	11.0	23.5
123	17.2	454	6.24	5.01	14.2	21.7
126	17.3	543	7.86	6.89	16.9	29.5
127	16.4	482	12.4	11.4	18.2	33.8
129	16.1	464	7.72	5.48	8.58	20.4
131	15.4	506	13.1	12.3	28.7	39.2
133	15.5	495	11.5	10.7	17.9	34.3
138	17.5	542	11.7	10.8	17.3	30.8
143	17.3	511	8.70	8.40	16.8	22.8
144	17.5	513	10.2	8.92	23.6	28.6
146	17.5	531	10.4	14.7	10.4	24.0
149	18.0	539	11.7	11.5	13.2	27.5
151	18.1	546	12.7	12.5	19.8	38.1
152	18.0	528	8.96	9.34	10.4	25.4
153	16.9	446	8.52	7.10	13.1	25.2
159	17.4	519	10.5	9.72	19.1	25.9
161	16.7	563	11.1	11.8	12.7	28.0
162	16.9	479	10.4	10.9	13.5	26.8
163	16.7	534	9.69	8.64	17.8	31.0
165	16.3	545	8.90	8.65	19.9	27.8
168	16.3	472	10.5	9.48	28.1	31.0

Table 5. 縦圧縮試験結果 (続き) Test results on compressive strength parallel to the grain (cont.)

試験体番号 Test piece No.	含水率 MC (%)	見かけの 密度 Apparent ρ (kg/m ³)	縦振動法の ヤング係数 E_{H-L} (kN/mm ²)	縦圧縮 ヤング係数 E_c (kN/mm ²)	縦圧縮比例 限度応力 σ_{cp} (N/mm ²)	縦圧縮強度 σ_c (N/mm ²)
169	16.9	497	6.94	6.62	13.1	27.2
170	16.7	509	9.92	9.79	14.7	28.3
172	16.2	487	11.3	9.83	20.3	31.6
173	16.9	543	8.59	7.70	11.3	24.9
174	17.6	486	9.76	9.47	18.3	26.4
176	16.4	521	11.7	10.3	13.9	27.2
177	17.1	537	11.2	10.2	11.3	29.1
178	16.8	564	9.06	8.90	20.4	29.9
181	17.2	530	13.2	15.2	18.8	35.8
182	16.7	510	10.3	11.5	24.7	30.5
183	18.8	628	15.9	14.9	25.8	41.4
187	16.0	532	7.95	7.57	11.6	27.1
190	17.2	510	9.04	8.20	12.3	25.5
191	17.5	519	12.5	13.0	16.5	31.2
193	16.9	444	8.29	4.88	8.70	19.9
195	17.8	452	9.33	7.70	12.3	21.1
196	17.0	516	13.4	18.5	15.3	37.8
197	17.4	542	12.3	11.0	20.2	34.1
198	16.6	440	9.05	7.57	15.5	24.4
199	17.2	515	8.93	11.6	9.36	19.7
試験体数 TP No.	100	100	100	99	99	100
平均値 Mean	16.9	514	10.3	9.81	16.4	28.5
変動係数 CV (%)	3.99	6.90	16.3	24.6	30.5	16.1
最小値 Min.	15.4	429	6.24	4.88	8.21	18.9
最大値 Max.	18.8	628	15.9	18.5	33.3	41.4

MC : 含水率 Moisture content, ρ : 密度 Density, E_{H-L} : 縦振動法のヤング係数 Young's modulus by longitudinal vibration method, E_c : 縦圧縮ヤング係数 Compressive Young's modulus, σ_{cp} : 縦圧縮比例限度応力 Compressive stress at the proportional limit, σ_c : 縦圧縮強度 Compressive strength parallel to the grain, CV : 変動係数 Coefficient of variance

Table 6. 縦引張り試験結果 Test results on tensile strength parallel to the grain

試験体番号 Test piece No.	含水率 MC (%)	見かけの 密度 Apparent ρ (kg/m ³)		縦振動法の ヤング係数 E_{vib} (kN/mm ²)		縦引張り ヤング係数 E_t (kN/mm ²)	縦引張り比例 限度応力 σ_p (N/mm ²)	縦引張り強度 σ_t (N/mm ²)	JASの目視等級甲II (チャック間) JAS visual grading (between the grips)
1	17.6	556	13.9	12.9	66.9	67.5	2級		
2	16.3	526	12.2	12.4	37.7	37.7	1級		
4	17.7	491	9.54	9.03	30.3	30.6	3級		
5	18.1	462	9.65	9.55	36.1	36.1	3級		
6	16.6	496	9.22	8.98	16.8	20.1	等級外		
8	16.0	489	10.5	10.1	33.8	35.1	3級		
10	15.6	493	8.54	9.93	10.4	15.5	等級外		
11	17.9	484	9.68	8.95	40.0	40.9	2級		
22	18.9	524	9.36	8.68	29.6	33.2	2級		
28	19.1	564	8.35	7.63	20.4	20.7	3級		
29	18.4	532	9.85	8.67	25.2	25.2	3級		
30	17.7	520	7.03	6.81	21.1	21.1	2級		
31	18.2	476	8.63	7.88	38.6	38.6	2級		
34	-	548	8.81	7.89	31.9	32.2	3級		
35	18.6	516	11.4	10.9	28.8	30.8	2級		
36	19.6	570	11.1	10.0	35.9	37.4	1級		
38	18.2	547	9.58	9.12	21.5	31.6	等級外		
43	19.9	615	9.84	9.58	27.2	28.5	3級		
45	19.3	524	10.1	10.9	33.5	49.0	2級		
46	18.7	565	12.4	12.2	39.5	39.5	3級		
47	16.8	514	10.8	10.2	42.9	43.3	3級		
51	17.5	502	11.6	10.9	29.8	30.3	3級		
52	19.0	521	10.9	9.52	22.0	27.5	等級外		
53	19.2	506	11.7	11.4	44.0	44.0	1級		
60	16.9	475	10.6	10.4	29.6	29.6	2級		
62	19.4	474	7.99	6.98	14.3	17.0	3級		
64	17.5	530	7.99	7.39	30.1	30.2	3級		
65	20.1	542	12.5	11.6	47.7	48.3	2級		
66	21.3	590	7.64	7.03	25.8	25.8	2級		
67	19.0	541	7.70	6.69	19.1	19.1	3級		
68	17.9	514	10.4	10.2	25.7	26.4	3級		
70	18.2	523	10.2	9.41	9.55	23.9	3級		
73	17.8	477	11.5	10.8	51.6	51.6	1級		
79	19.3	505	10.7	9.34	9.05	22.5	3級		
81	17.8	544	11.3	11.2	54.9	54.9	1級		
82	17.7	475	9.87	8.79	29.2	29.2	等級外		
84	21.6	498	8.93	8.23	28.6	41.2	等級外		
85	22.0	542	10.7	10.4	34.1	38.7	1級		
87	19.1	539	10.2	10.2	45.8	50.5	2級		
88	17.3	533	9.32	9.62	9.14	19.2	等級外		

Table 6. 縦引張り試験結果 (続き) Test results on tensile strength parallel to the grain (cont.)

試験体番号 Test piece No.	含水率 MC (%)	見かけの密度 Apparent ρ (kg/m^3)		縦振動法のヤング係数 E_{tr} (kN/mm^2)		縦引張りヤング係数 E_t (kN/mm^2)	縦引張り比例限度応力 σ_p (N/mm^2)		縦引張り強度 σ_1 (N/mm^2)	JASの目視等級甲II (チャック間) JAS visual grading (between the grips)
89	17.8	493	12.6	11.4	19.4	48.7	33.9	3級		
91	16.5	447	8.19	8.95	25.6	28.2	28.2	等級外		
92	17.4	483	6.34	6.16	28.2	28.5	19.6	3級		
95	18.3	586	11.4	10.4	18.1	65.1	17.5	等級外		
97	18.6	547	10.8	12.9	16.6	22.2	23.3	1級		
98	18.7	549	13.5	11.8	11.2	19.4	42.7	2級		
99	21.4	565	11.8	9.34	12.0	30.4	18.0	等級外		
100	20.4	556	11.5	10.4	37.2	45.0	31.4	2級		
101	17.4	524	12.6	11.0	31.4	40.7	21.5	3級		
103	18.0	543	12.2	11.0	37.0	25.6	30.4	2級		
104	17.9	522	11.7	9.40	18.9	29.9	27.7	3級		
105	16.7	542	9.09	7.80	26.1	49.0	50.0	2級		
106	18.3	479	10.8	11.7	48.4	49.7	49.7	2級		
108	17.2	482	9.19	11.4	19.0	27.6	49.8	等級外		
110	17.6	480	11.3	9.17	49.3	38.6	43.0	2級		
111	17.2	529	10.3	8.51	33.1	18.1	23.8	等級外		
114	17.2	475	8.92	8.97	40.1	34.4	53.1	1級		
117	17.8	512	10.4	8.51	16.2	35.5	32.0	3級		
119	17.8	516	9.68	8.87	18.8	37.7	37.7	1級		
120	18.0	515	12.3	11.7	29.8	37.3	40.5	2級		
121	18.2	556	11.2	11.4	35.6	31.1	26.3	3級		
122	19.6	526	9.63	9.17	22.4	43.9	36.4	3級		
124	19.2	564	12.3	12.9	15.1	17.7				
125	19.0	559	8.90	8.51						
128	16.9	480	8.75	8.97						
130	17.8	506	8.94	8.51						
132	17.2	485	9.52	8.59						
134	20.8	558	8.59	7.72						
135	17.5	470	9.45	9.74						
136	16.7	481	9.81	8.20						
137	17.0	502	10.7	10.2						
139	18.8	511	9.93	9.62						
140	18.4	544	12.8	12.3						
141	19.3	508	10.5	9.89						
142	20.3	544	10.9	10.4						
145	18.0	487	9.10	8.60						
147	18.2	588	10.8	10.2						
148	18.9	555	12.8	12.3						
150	18.3	571	13.6	13.3						
154	18.7	522	8.44	7.42						

Table 6. 縦引張り試験結果 (続き) Test results on tensile strength parallel to the grain (cont.)

試験体番号 Test piece No.	含水率 MC (%)	見かけの		縦振動法の		縦引張り ヤング係数 E_t (kN/mm^2)	縦引張り比例 限度応力 σ_p (N/mm^2)	縦引張り強度 σ_1 (N/mm^2)	JASの目視等級甲II (チャック間) JAS visual grading (between the grips)
		密度 Apparent ρ (kg/m^3)	ヤング係数 E_{tr-1} (kN/mm^2)	ヤング係数 E_{tr-1} (kN/mm^2)	ヤング係数 E_t (kN/mm^2)				
155	18.6	571	11.7	10.3	14.4	36.5	3級		
156	19.0	505	11.1	11.6	14.4	30.3	2級		
157	20.1	575	10.4	9.29	24.3	35.5	等級外		
158	20.2	572	14.6	13.7	50.0	54.8	3級		
160	18.5	537	10.0	10.3	26.1	26.1	2級		
164	17.8	501	9.18	8.57	21.0	21.0	3級		
166	19.2	514	8.35	7.59	31.9	35.1	等級外		
167	17.8	478	10.4	10.1	24.6	29.2	2級		
171	17.2	497	9.66	9.34	29.8	30.2	1級		
175	18.1	504	9.00	8.27	23.2	27.2	3級		
179	17.8	542	12.0	11.4	47.0	48.8	1級		
180	18.1	508	8.98	9.21	31.0	31.2	2級		
184	18.4	541	8.06	7.56	28.1	35.0	3級		
185	19.3	555	12.0	11.7	35.5	50.1	2級		
186	18.1	478	9.20	9.09	37.2	37.2	3級		
188	19.2	496	9.60	9.48	38.3	40.0	2級		
189	18.9	518	10.0	9.57	35.2	49.3	3級		
192	18.5	515	10.0	10.1	23.7	23.7	3級		
194	18.3	485	9.47	9.06	34.7	34.7	3級		
200	19.4	542	10.3	10.6	33.4	33.7	等級外		
試験体数 TP No.	99	100	100	100	100	100			
平均値 Mean	18.4	521	10.3	9.80	30.5	34.3			
変動係数 CV (%)	6.45	6.46	15.2	16.1	38.3	32.8			
最小値 Min.	15.6	447	6.34	6.16	9.05	15.5			
最大値 Max.	22.0	615	14.6	13.7	66.9	69.2			

MC : 含水率 Moisture content, ρ : 密度 Density, E_{tr-1} : 縦振動法のヤング係数 Young's modulus by longitudinal vibration method, E_t : 縦引張りヤング係数 Tensile Young's modulus, σ_p : 縦引張り比例限度応力 Tensile stress at the proportional limit, σ_1 : 縦引張り強度 Tensile strength parallel to the grain, JAS : 製材の日本農林規格 Japanese agricultural standards for sawn lumber, CV : 変動係数 Coefficient of variance

Table 7. せん断試験結果 Test results on shear strength parallel to the grain

試験体番号 Test piece No.	含水率 MC (%)	見かけの 密度 Apparent ρ (kg/m ³)	せん断強度 σ_s (N/mm ²)	試験体番号 Test piece No.	含水率 MC (%)	見かけの 密度 Apparent ρ (kg/m ³)	せん断強度 σ_s (N/mm ²)	試験体番号 Test piece No.	含水率 MC (%)	見かけの 密度 Apparent ρ (kg/m ³)	せん断強度 σ_s (N/mm ²)
3	15.6	597	6.98	74	15.9	496	6.53	169	16.3	489	8.22
7	16.0	535	8.37	75	15.9	456	5.13	170	15.7	518	8.06
9	15.9	541	6.54	76	15.9	432	5.33	172	15.5	487	6.93
12	16.6	600	8.08	77	16.0	525	7.29	173	16.6	534	4.68
13	16.2	558	5.38	78	15.5	501	6.30	174	16.6	507	6.01
14	16.6	532	6.67	80	16.1	558	6.75	176	16.1	494	6.29
15	15.8	518	7.76	83	16.0	425	5.27	177	15.9	538	7.22
16	15.8	568	7.41	86	15.5	521	7.30	178	16.4	558	7.76
17	15.6	496	6.78	90	16.2	540	6.93	181	16.4	540	6.04
18	15.7	513	5.48	93	15.5	554	6.54	182	15.8	526	8.40
19	15.9	529	7.19	94	15.6	593	5.97	183	17.2	635	8.40
20	15.9	600	7.36	96	15.6	521	6.36	187	15.9	512	7.03
21	16.0	492	6.19	102	16.1	471	7.25	190	16.6	494	8.07
23	16.3	484	6.27	107	16.0	559	7.32	191	16.0	514	6.50
24	16.3	527	5.28	109	15.8	470	5.79	193	16.0	491	7.90
25	15.2	509	6.74	111	15.3	436	5.96	195	16.1	446	5.64
26	15.9	516	6.44	113	16.2	494	5.93	196	16.5	512	6.79
27	16.2	509	5.33	115	15.9	540	6.48	197	16.4	537	8.18
32	16.2	462	7.04	116	16.1	467	5.95	198	16.0	425	5.03
33	16.7	544	7.83	118	16.4	509	7.39	199	16.5	494	6.56
37	15.8	513	6.54	123	15.5	447	7.80	試験体数 TP No. 100			
39	16.3	478	6.10	126	16.3	534	8.53	平均値 Mean	16.1	514	6.66
40	16.8	537	7.23	127	15.8	473	5.61	変動係数 CV (%)	2.59	7.71	13.9
41	16.3	525	6.85	129	16.1	436	6.10	最小値 Min.	15.2	425	4.68
42	17.1	525	5.36	131	15.3	518	7.11	最大値 Max.	17.2	635	9.00
44	16.7	520	5.90	133	15.3	484	5.98	MC : 含水率 Moisture content, ρ : 密度 Density,			
48	16.2	503	5.34	138	16.3	522	7.76	σ_s : せん断強度 Shear strength parallel to the grain, CV : 変動係数			
49	16.6	529	6.52	143	16.4	498	6.50	Coefficient of variance			
50	16.6	512	6.23	144	16.3	513	6.21				
54	16.4	505	7.21	146	16.0	529	5.95				
55	15.9	503	7.02	149	16.2	534	8.36				
56	16.2	483	6.56	151	16.9	550	7.95				
57	15.6	531	6.79	152	17.2	529	6.24				
58	16.1	490	6.43	153	16.9	452	6.27				
59	15.8	517	6.64	159	16.0	572	5.22				
61	15.9	526	6.50	161	16.6	565	5.93				
63	16.2	537	6.41	162	15.9	487	5.94				
69	16.3	476	6.13	163	15.6	571	9.00				
71	16.1	514	7.54	165	15.8	544	6.61				
72	15.9	464	5.57	168	15.5	466	5.93				

Table 8. めり込み試験結果 Test results on compressive strength perpendicular to the grain

試験体番号 Test piece No.	含水率 MC (%)	見かけの 密度 Apparent ρ (kg/m ³)	縦振動法の ヤング係数 E_{fc1} (kN/mm ²)	5% 変形時の応力 $\sigma_{0.5\%}$ (N/mm ²)	めり込み強度 f_{c90} (N/mm ²)	めり込み降伏強度 f_{c90v} (N/mm ²)	めり込み剛性 K_{c90} (N/mm ³)
3	15.6	577	12.2	7.83	10.8	7.52	3.91
7	14.7	542	8.70	9.31	13.8	8.95	5.44
9	14.4	519	10.8	7.79	9.90	7.47	3.63
12	16.4	540	10.0	7.76	10.4	7.46	3.78
13	15.7	550	8.70	10.2	13.8	9.80	5.42
14	16.4	548	11.9	7.90	10.5	7.33	5.73
15	15.1	510	11.7	6.43	8.93	6.19	2.77
16	15.0	510	8.07	7.82	9.95	7.53	3.43
17	15.2	494	9.85	7.85	10.6	7.45	4.11
18	15.1	498	9.85	6.54	8.31	6.40	2.75
19	15.8	564	9.56	8.38	11.0	7.96	4.28
20	15.5	591	12.6	11.9	14.5	11.3	5.85
21	16.1	510	10.5	7.25	8.38	7.14	2.69
23	15.5	473	9.77	6.22	7.85	5.98	2.65
24	15.6	530	12.4	7.91	8.99	7.50	4.16
25	15.8	502	8.78	7.40	9.87	7.20	2.94
26	14.9	506	9.91	6.92	9.14	6.69	2.85
27	15.4	517	11.2	7.07	8.42	6.87	3.44
32	15.6	486	9.59	8.05	10.2	7.68	4.24
33	16.1	575	11.3	8.82	12.2	8.57	3.73
37	16.4	513	10.4	8.43	9.74	7.98	4.39
39	15.2	488	10.3	6.58	8.27	6.70	2.66
40	16.6	588	12.0	9.33	12.5	8.96	4.34
41	16.4	542	11.3	6.93	9.05	6.48	3.44
42	17.1	472	8.32	5.89	8.10	5.76	2.59
44	16.4	509	9.52	-	-	-	-
48	16.1	502	10.3	8.54	11.4	8.02	5.48
49	15.8	541	12.0	7.43	10.0	7.32	3.14
50	16.4	476	9.48	5.93	8.72	5.75	2.64
54	15.9	488	10.6	5.41	8.08	5.36	2.50
55	15.7	508	12.2	6.94	9.78	6.61	3.42
56	16.5	497	9.90	6.19	8.22	5.89	3.90
57	15.7	501	11.5	7.53	9.22	7.35	3.46
58	16.3	490	11.4	6.06	8.41	5.89	2.92
59	14.9	505	9.17	7.63	9.68	7.20	4.61
61	16.1	521	11.8	6.24	8.18	6.02	3.35
63	16.6	514	9.40	7.17	10.5	6.81	3.77
69	16.0	487	9.78	6.75	9.17	6.40	3.33
71	15.4	511	11.1	7.24	9.79	6.91	3.33
72	15.3	476	10.7	6.69	8.73	6.30	3.27

Table 8. めり込み試験結果 (続き) Test results on compressive strength perpendicular to the grain (cont.)

試験体番号 Test piece No.	含水率 MC (%)	見かけの 密度 Apparent ρ (kg/m ³)	縦振動法の ヤング係数 E_{V-1} (kN/mm ²)	5% 変形時の応力 $\sigma_{0.05}$ (N/mm ²)	めり込み強度 $f_{c,90}$ (N/mm ²)	めり込み降伏強度 $f_{c,90V}$ (N/mm ²)	めり込み剛性 $K_{c,90}$ (N/mm ³)
74	15.7	482	10.4	6.27	8.71	5.80	3.57
75	15.4	502	10.4	6.23	8.79	5.91	2.75
76	16.0	436	8.93	4.62	6.79	4.34	2.09
77	16.0	504	11.0	6.11	7.09	5.81	3.17
78	15.5	504	9.98	6.39	8.59	6.33	2.62
80	15.8	564	9.93	8.21	11.5	8.30	3.81
83	16.2	447	9.02	6.05	7.52	5.90	2.70
86	16.1	517	11.6	6.49	8.71	6.45	2.57
90	16.3	552	9.58	10.4	14.2	9.82	6.50
93	16.4	551	10.7	7.98	10.8	7.44	5.82
94	15.8	578	10.9	8.27	11.2	7.80	4.50
96	15.8	546	10.2	6.53	7.96	6.43	2.43
102	16.2	475	8.97	5.97	7.94	5.80	2.73
107	16.8	546	9.49	8.02	10.7	7.77	3.48
109	17.1	474	12.1	5.48	7.88	5.19	2.60
111	16.5	439	9.37	6.23	8.33	5.76	3.77
113	16.8	490	9.56	6.64	8.41	6.28	3.91
115	16.7	567	8.07	7.74	10.7	7.24	4.06
116	16.9	469	10.7	5.65	7.46	5.44	2.43
118	16.8	512	11.2	6.74	8.88	6.39	3.21
123	16.2	444	6.80	5.86	8.05	5.55	3.11
126	16.4	575	11.1	8.82	11.8	8.41	4.68
127	15.9	466	12.1	5.87	7.42	5.62	2.67
129	16.8	474	9.16	6.74	8.60	6.41	4.15
131	14.6	503	13.4	7.05	9.38	6.71	3.89
133	14.9	504	10.7	8.73	11.3	8.14	4.95
138	16.8	539	12.4	8.36	11.4	7.91	5.38
143	16.8	509	9.00	6.46	8.44	6.24	3.62
144	16.8	494	9.96	7.55	10.1	6.93	5.32
146	16.6	527	10.4	7.41	10.1	7.22	3.16
149	16.8	539	10.5	7.13	8.93	6.80	3.27
151	17.4	541	13.3	6.84	9.66	6.77	3.39
152	16.6	519	9.62	6.73	9.33	6.51	3.05
153	16.7	451	8.80	5.65	7.86	5.43	3.83
159	15.9	523	10.1	6.09	7.99	5.85	2.75
161	16.1	572	10.9	7.62	9.96	7.16	4.22
162	15.9	477	9.84	7.02	8.94	6.67	3.50
163	15.9	542	9.78	8.25	10.6	8.04	4.78
165	15.4	544	9.58	9.16	11.2	8.82	4.28
168	15.9	483	9.62	5.80	7.54	5.66	2.51

Table 8. りり込み試験結果 (続き) Test results on compressive strength perpendicular to the grain (cont.)

試験体番号 Test piece No.	含水率 MC (%)	見かけの 密度 Apparent ρ (kg/m ³)	縦振動法の ヤング係数 E_{fc-1} (kN/mm ²)	5% 変形時の応力 $\sigma_{cv-5\%}$ (N/mm ²)	りり込み強度 f_{c-90} (N/mm ²)	りり込み降伏強度 $f_{c-90,Y}$ (N/mm ²)	りり込み剛性 K_{c-90} (N/mm ³)
169	16.5	492	6.83	7.02	9.36	6.73	3.19
170	15.9	511	9.59	7.43	9.59	7.13	3.51
172	15.7	476	11.2	5.69	7.12	5.48	2.81
173	16.2	535	9.72	7.44	11.0	6.99	4.54
174	16.3	488	10.2	6.50	8.86	6.20	2.98
176	16.1	521	12.6	6.63	9.43	6.45	2.93
177	15.7	534	9.26	7.04	9.96	6.97	2.86
178	16.1	560	10.9	8.48	12.5	8.11	4.57
181	16.1	541	13.5	5.96	8.83	5.90	2.28
182	16.4	529	10.4	6.39	9.44	6.14	3.13
183	17.6	631	15.1	8.71	12.0	8.67	3.94
187	15.6	527	8.08	8.47	11.1	8.09	4.31
190	16.7	508	9.53	7.17	9.98	6.97	3.53
191	16.4	524	13.0	6.46	8.10	6.32	2.78
193	16.0	456	7.01	4.79	6.67	4.50	2.29
195	15.8	450	9.42	4.75	5.94	4.65	2.00
196	16.3	514	12.6	6.35	8.00	6.03	3.30
197	17.1	558	12.3	8.51	10.9	8.05	4.68
198	16.3	438	9.35	4.32	6.08	4.21	1.74
199	16.5	505	9.45	6.01	8.43	5.61	3.05
試験体数 TP No.	100	100	100	99	99	99	99
平均値 Mean	16.1	513	10.4	7.13	9.48	6.84	3.58
変動係数 CV (%)	3.86	7.30	14.2	17.7	17.8	17.5	26.8
最小値 Min.	14.4	436	6.80	4.32	5.94	4.21	1.74
最大値 Max.	17.6	631	15.1	11.9	14.5	11.3	6.50

MC : 含水率 Moisture content, ρ : 密度 Density, E_{fc-1} : 縦振動法のヤング係数 Young's modulus by longitudinal vibration method, $\sigma_{cv-5\%}$: 5% 変形時の応力 Compressive stress perpendicular to the grain at 5% deflection, f_{c-90} : りり込み強度 Compressive strength perpendicular to the grain, $f_{c-90,Y}$: りり込み降伏強度 Yield strength of compression perpendicular to the grain, K_{c-90} : りり込み剛性 Stiffness of compression perpendicular to the grain, CV : 変動係数 Coefficient of variance

Table 9. 曲げ試験結果の概要 Summary of test results on bending strength

含水率 MC (%)	見かけの 密度 Apparent ρ (kg/m ³)	縦振動法の ヤング係数 E_{fl} (kN/mm ²)	見かけの曲げ ヤング係数 Apparent E_b (kN/mm ²)	真の曲げ ヤング係数 True E_b (kN/mm ²)	曲げ強度 σ_b (N/mm ²)	5% 下限値 5% lower limit (N/mm ²)
試験体数 TP No.	100	100	100	100	100	100
平均値 Mean	18.2	521	10.4	9.34	10.0	49.6
変動係数 CV (%)	7.13	6.94	17.2	16.2	19.0	21.0
最小値 Min.	15.4	443	5.53	5.10	5.39	22.8
最大値 Max.	22.5	603	15.1	12.8	14.4	72.1

MC : 含水率 Moisture content, ρ : 密度 Density, E_{fl} : 縦振動法のヤング係数 Young's modulus by longitudinal vibration method, E_b : 曲げヤング係数 Bending Young's modulus, σ_b : 曲げ強度 Bending strength, CV : 変動係数 Coefficient of variance

Table 10. 目視等級区分ごとに見た曲げ試験結果

Test results on bending strength by visual grading according to Japanese agricultural standards for sawn lumber

甲種構造材 II 1 級 For bending member II 1st grade	含水率 MC (%)	見かけの 密度 Apparent ρ (kg/m ³)	縦振動法の ヤング係数 $E_{\text{fr-1}}$ (kN/mm ²)	見かけの曲げ ヤング係数 Apparent E_b (kN/mm ²)	曲げ強度 σ_b (N/mm ²)	5% 下限値 5% lower limit (N/mm ²)
試験体数 TP No.	8	8	8	8	8	8
平均値 Mean	18.0	512	11.1	9.87	54.4	
変動係数 CV (%)	5.54	7.25	17.7	16.8	10.1	
最小値 Min.	16.0	456	7.89	7.14	47.5	42.4
最大値 Max.	18.9	555	13.2	11.8	61.0	
甲種構造材 II 2 級 For bending member II 2nd grade	含水率 MC (%)	見かけの 密度 Apparent ρ (kg/m ³)	縦振動法の ヤング係数 $E_{\text{fr-1}}$ (kN/mm ²)	見かけの曲げ ヤング係数 Apparent E_b (kN/mm ²)	曲げ強度 σ_b (N/mm ²)	5% 下限値 5% lower limit (N/mm ²)
試験体数 TP No.	34	34	34	34	34	34
平均値 Mean	17.9	520	10.4	9.35	52.1	
変動係数 CV (%)	6.38	6.52	17.6	16.8	17.2	
最小値 Min.	15.4	443	5.53	5.10	31.0	35.5
最大値 Max.	19.9	586	13.8	12.4	72.1	
甲種構造材 II 3 級 For bending member II 3rd grade	含水率 MC (%)	見かけの 密度 Apparent ρ (kg/m ³)	縦振動法の ヤング係数 $E_{\text{fr-1}}$ (kN/mm ²)	見かけの曲げ ヤング係数 Apparent E_b (kN/mm ²)	曲げ強度 σ_b (N/mm ²)	5% 下限値 5% lower limit (N/mm ²)
試験体数 TP No.	42	42	42	42	42	42
平均値 Mean	18.2	523	10.5	9.42	48.7	
変動係数 CV (%)	7.61	7.56	18.0	16.8	21.6	
最小値 Min.	16.4	455	7.02	6.76	24.7	29.4
最大値 Max.	22.5	603	15.1	12.8	68.1	
甲種構造材 II 等級外 For bending member II out of grade	含水率 MC (%)	見かけの 密度 Apparent ρ (kg/m ³)	縦振動法の ヤング係数 $E_{\text{fr-1}}$ (kN/mm ²)	見かけの曲げ ヤング係数 Apparent E_b (kN/mm ²)	曲げ強度 σ_b (N/mm ²)	5% 下限値 5% lower limit (N/mm ²)
試験体数 TP No.	16	16	16	16	16	16
平均値 Mean	18.6	522	9.85	8.83	44.0	
変動係数 CV (%)	7.81	6.41	12.5	12.2	28.5	
最小値 Min.	17.1	449	7.84	7.07	22.8	19.2
最大値 Max.	21.9	582	11.9	10.8	64.1	

MC: 含水率 Moisture content, ρ : 密度 Density, $E_{\text{fr-1}}$: 縦振動法のヤング係数 Young's modulus by longitudinal vibration method, E_b : 曲げヤング係数 Bending Young's modulus, σ_b : 曲げ強度 Bending strength, CV: 変動係数 Coefficient of variance

Table 11. 縦圧縮試験結果の概要

Summary of test results on compressive strength parallel to the grain

	含水率 MC (%)	見かけの 密度 Apparent ρ (kg/m ³)	縦振動法の ヤング係数 E_{fl-1} (kN/mm ²)	縦圧縮 ヤング係数 E_c (kN/mm ²)	縦圧縮強度 σ_c (N/mm ²)	5% 下限値 5% lower limit (N/mm ²)
試験体数 TP No.	100	100	100	99	100	100
平均値 Mean	16.9	514	10.3	9.81	28.5	
変動係数 CV (%)	3.99	6.90	16.3	24.6	16.1	20.4
最小値 Min.	15.4	429	6.24	4.88	18.9	
最大値 Max.	18.8	628	15.9	18.5	41.4	

MC : 含水率 Moisture content, ρ : 密度 Density, E_{fl-1} : 縦振動法のヤング係数 Young's modulus by longitudinal vibration method, E_c : 縦圧縮ヤング係数 Compressive Young's modulus, σ_c : 縦圧縮強度 Compressive strength parallel to the grain, CV : 変動係数 Coefficient of variance

Table 12. 縦引張り試験結果の概要

Summary of test results on tensile strength parallel to the grain

	含水率 MC (%)	見かけの 密度 Apparent ρ (kg/m ³)	縦振動法の ヤング係数 E_{fl-1} (kN/mm ²)	縦引張り ヤング係数 E_t (kN/mm ²)	縦引張り強度 σ_t (N/mm ²)	5% 下限値 5% lower limit (N/mm ²)
試験体数 TP No.	99	100	100	100	100	100
平均値 Mean	18.4	521	10.3	9.80	34.3	
変動係数 CV (%)	6.45	6.46	15.2	16.1	32.8	17.7
最小値 Min.	15.6	447	6.34	6.16	15.5	
最大値 Max.	22.0	615	14.6	13.7	69.2	

MC : 含水率 Moisture content, ρ : 密度 Density, E_{fl-1} : 縦振動法のヤング係数 Young's modulus by longitudinal vibration method, E_t : 縦引張りヤング係数 Tensile Young's modulus, σ_t : 縦引張り強度 Tensile strength parallel to the grain, CV : 変動係数 Coefficient of variance

Table 13. 目視等級区分ごとに見た縦引張り試験結果

Test results on tensile strength parallel to the grain by visual grading according to Japanese agricultural standards for sawn lumber

甲種構造材 II 1 級 For bending member II 1st grade	含水率 MC (%)	見かけの 密度 Apparent ρ (kg/m ³)	縦振動法の ヤング係数 E_{fi-1} (kN/mm ²)	縦引張り ヤング係数 Apparent E_t (kN/mm ²)	縦引張り強度 σ_t (N/mm ²)	5% 下限値 5% lower limit (N/mm ²)
試験体数 TP No.	12	12	12	12	12	12
平均値 Mean	18.3	524	11.5	11.2	43.9	
変動係数 CV (%)	8.00	5.86	10.4	10.1	28.2	
最小値 Min.	16.3	470	9.45	9.34	23.3	18.6
最大値 Max.	22.0	570	13.5	12.9	69.2	
甲種構造材 II 2 級 For bending member II 2nd grade	含水率 MC (%)	見かけの 密度 Apparent ρ (kg/m ³)	縦振動法の ヤング係数 E_{fi-1} (kN/mm ²)	縦引張り ヤング係数 Apparent E_t (kN/mm ²)	縦引張り強度 σ_t (N/mm ²)	5% 下限値 5% lower limit (N/mm ²)
試験体数 TP No.	31	31	31	31	31	31
平均値 Mean	18.5	517	10.3	10.0	38.3	
変動係数 CV (%)	5.22	6.00	15.3	15.6	28.1	
最小値 Min.	16.9	475	7.03	6.81	21.1	18.3
最大値 Max.	21.3	590	13.9	12.9	67.5	
甲種構造材 II 3 級 For bending member II 3rd grade	含水率 MC (%)	見かけの 密度 Apparent ρ (kg/m ³)	縦振動法の ヤング係数 E_{fi-1} (kN/mm ²)	縦引張り ヤング係数 Apparent E_t (kN/mm ²)	縦引張り強度 σ_t (N/mm ²)	5% 下限値 5% lower limit (N/mm ²)
試験体数 TP No.	38	39	39	39	39	39
平均値 Mean	18.3	524	10.1	9.54	30.5	
変動係数 CV (%)	5.48	7.24	14.6	15.8	28.5	
最小値 Min.	16.0	447	7.70	6.69	17.0	14.5
最大値 Max.	20.4	615	14.6	13.7	54.8	
甲種構造材 II 等級外 For bending member II out of grade	含水率 MC (%)	見かけの 密度 Apparent ρ (kg/m ³)	縦振動法の ヤング係数 E_{fi-1} (kN/mm ²)	縦引張り ヤング係数 Apparent E_t (kN/mm ²)	縦引張り強度 σ_t (N/mm ²)	5% 下限値 5% lower limit (N/mm ²)
試験体数 TP No.	18	18	18	18	18	18
平均値 Mean	18.6	523	9.67	9.14	29.3	
変動係数 CV (%)	9.06	6.11	15.9	16.7	35.9	
最小値 Min.	15.6	475	6.34	6.16	15.5	8.79
最大値 Max.	21.6	575	12.6	12.9	49.8	

MC: 含水率 Moisture content, ρ : 密度 Density, E_{fi-1} : 縦振動法のヤング係数 Young's modulus by longitudinal vibration method, E_t : 縦引張りヤング係数 Tensile Young's modulus, σ_t : 縦引張り強度 Tensile strength parallel to the grain, CV: 変動係数 Coefficient of variance

Table 14. せん断試験結果の概要
 Summary of test results on shear strength parallel to the grain

	含水率 MC (%)	見かけの 密度 Apparent ρ (kg/m^3)	せん断強度 σ_s (N/mm^2)	5% 下限値 5% lower limit (N/mm^2)
試験体数 TP No.	100	100	100	100
平均値 Mean	16.1	514	6.66	
変動係数 CV (%)	2.59	7.71	13.9	5.21
最小値 Min.	15.2	425	4.68	
最大値 Max.	17.2	635	9.00	

MC : 含水率 Moisture content, ρ : 密度 Density, σ_s : せん断強度 Shear strength parallel to the grain, CV : 変動係数 Coefficient of variance

Table 15. 実大いす型せん断試験による他樹種との比較
 Comparison with other species using the full-scale block shear test

樹種 Species	密度の 平均値 Mean ρ (kg/m^3)	せん断強度 σ_s			基準強度 Standard strength requirements (N/mm^2)
		平均値 Mean (N/mm^2)	5% 下限値 5% lower limit (N/mm^2)	変動係数 CV (%)	
ベイマツ Douglas fir	519	7.62	5.79	13.3	2.4
ヒノキ Hinoki	515	8.74	5.73	18.8	2.1
ベイツガ Western hemlock	477	7.50	5.42	15.3	2.1
ベイヒバ Yellow cypress	514	6.66	5.21	13.9	-
スギ Sugi	414	6.41	4.82	13.8	1.8

ρ : 密度 Density, σ_s : せん断強度 Shear strength parallel to the grain, CV : 変動係数 Coefficient of variance

Table 16. 盛り込み試験結果の概要
Summary of test results on compressive strength perpendicular to the grain

	含水率 MC (%)	見かけの 密度 Apparent ρ (kg/m ³)	縦振動法の ヤング係数 E_{fl-1} (kN/mm ²)	5% 変形時の 応力 $\sigma_{cv-5\%}$ (N/mm ²)	5% 下限値 5% lower limit (N/mm ²)
試験体数 TP No.	100	100	100	99	100
平均値 Mean	16.1	513	10.4	7.13	
変動係数 CV (%)	3.86	7.30	14.2	17.7	
最小値 Min.	14.4	436	6.80	4.32	4.79
最大値 Max.	17.6	631	15.1	11.9	

MC : 含水率 Moisture content, ρ : 密度 Density, E_{fl-1} : 縦振動法のヤング係数 Young's modulus by longitudinal vibration method, $\sigma_{cv-5\%}$: 5% 変形時の応力 Compressive stress perpendicular to the grain at 5% deflection, CV : 変動係数 Coefficient of variance

Table 17. ISO 盛り込み試験方式による他樹種との比較
Comparison with other species by ISO test method

樹種 Species	試験体数 TP number	密度の 平均値 Mean ρ (kg/m ³)	盛り込み強度 $f_{c,90}$			基準強度 Standard strength requirements (N/mm ²)
			平均値 Mean (N/mm ²)	5% 下限値 5% lower limit (N/mm ²)	変動係数 CV (%)	
カラマツ Karamatsu	15	-	9.28	7.77	8.2	7.8
ヒバ Hiba	31	500	11.1	6.52	17.3	7.8
ベイヒバ Yellow cypress	100	513	9.48	6.51	17.8	-
スギ Sugi	38	400	8.22	6.37	-	6.0
ベイツガ Western hemlock	50	483	9.37	5.03	25.6	6.0

ρ : 密度 Density, $f_{c,90}$: 盛り込み強度 Compressive strength perpendicular to the grain, CV : 変動係数 Coefficient of variance