

日本産主要樹種の性質

日本産主要 35 樹種の強度的性質

中 井 孝⁽¹⁾・山井良三郎⁽²⁾Takashi NAKAI and Ryozauro YAMAI: Properties of the
Important Japanese Woods

The mechanical properties of 35 important Japanese woods

要 旨: 日本産主要樹種の利用上の基礎資料を得るため、針葉樹 11 種と広葉樹 24 種（環孔材 9 種、散孔材 12 種、放射孔材 3 種）の計 35 樹種について、気乾状態での無欠点小試験体による強度試験を行った。これらの結果をとりまとめ供試木の数、各種強度値の平均値、標準偏差、変動係数を表に示した。行った試験の種類は静的曲げ試験、縦圧縮試験、縦引張試験、せん断試験、かたさ試験、衝撃曲げ試験、部分圧縮試験で、その試験方法は日本工業規格にほぼ準拠している。試験時の気乾比重と、縦圧縮強さ、縦引張強さ、曲げ強さ、曲げヤング係数、木口かたさ、衝撃曲げ吸収エネルギー、柾目面せん断強さなどの関係を図に示し、直線式および指数曲線式を求めた。いずれの式においても気乾比重と各種強度値との間には、強い相関関係が認められた。また、各種強度値間の関係について検討を加え、柾目面せん断強さと板目面せん断強さ、柾目面かたさと板目面かたさ、縦圧縮強さと木口面かたさ、せん断強さと縦圧縮強さなどの関係を求めた。縦圧縮強さに対する曲げ強さの比は、針葉樹で 1.8~2.3、広葉樹で 1.6~2.3 の範囲を示し、それらの平均値が約 2.0、縦圧縮強さに対する縦引張強さの比も針葉樹で 2.6~3.7、広葉樹で 2.4~3.9 の範囲を示し、それらの平均値が約 3.0 であり、無欠点小試験体の曲げ破壊が引張破壊によって生じると仮定した理論式から求めた数値と、実験の結果はよく合致していた。

1. は じ め に

昭和 35 年、旧木材部および林産化学部で、日本産主要樹種の性質に関する試験計画がたてられ、関係研究室協力のもとに、それぞれ分担項目について試験が実施されてきた。強度的性質に関しては旧強度研究室の分担となり、当時の沢田 稔室長（現北大教授）を中心に実施計画が練られ、昭和 29 年に制定された JIS に準拠して試験が開始された。試験は研究室の業務として継続され、その結果の整理は当初主として近藤孝一技官（故人）が担当したが、その後筆者らがうけつぎ、とりまとめを行ったので報告する。

諸般の事情で、結果のとりまとめ時期が当初の予定より遅れたが、この試験の遂行にあたり、計画立案当初からご尽力をいただいた上記の各位、旧強度研究室に勤務され、ご協力をいただいた高見 勇氏（現岐阜大教授）、畑山 肇男氏（現木材利用部構造性能研究室長）をはじめ、研究室の各位、試験体の作成にご尽力をいただいた木工室の大尾重夫氏、椎橋宗末氏に対して心より感謝いたします。

最後に、試験結果の計算に際しては、當場電子計算機室の川端幸蔵氏、椎林俊昭氏作成のライブラリ—1⁽²⁾）を使用させていただいたことを付記し、謝意を表します。

2. 供 試 材 料

実験に供した材料は、針葉樹 11 種、広葉樹 24 種（環孔材 9 種、散孔材 12 種、放射孔材 3 種）、計 35

Table 1 供試木および採取地
Tree species tested

樹種および記号 Species and mark		学名 Scientific name	供試木本数 Number of sample trees	採取地 Locations of sampling trees
針葉樹 Softwood				
4 M	モミ MOMI	<i>Abies firma</i> Sieb. et Zucc.	1	高知県幡多郡大正町
7 D	トドマツ TODOMATSU	<i>Abies sachalinensis</i> Fr. SCHM.	5	北海道千歳市紋別
8 H	シラベ SHIRABE	<i>Abies veitchii</i> Lindl.	7	栃木県日光市
9 J	カラマツ KARAMATSU	<i>Larix leptolepis</i> Gord.	15	長野県北佐久郡御代田町
10 C	エゾマツ EZOMATSU	<i>Picea jezoensis</i> Carr.	11	北海道上川郡新得町
14 M	ツガ TSUGA	<i>Tsuga sieboldii</i> Carr.	1	高知県幡多郡大正町
15 F	アカマツ AKAMATSU	<i>Pinus densiflora</i> Sieb. et Zucc.	15	岩手県岩手郡岩手町
15 I	"	"	11	茨城県常陸太田市春友町
15 L	"	"	14	広島県甲奴郡上下町
17 N	クロマツ KURUMATSU	<i>Pinus thunbergii</i> Parl.	5	宮城県北諸郡高城町
18 G	スギ SUGI	<i>Cryptomeria japonica</i> D. Don	9	秋田県仙北郡協和村
18 I	"	"	9	茨城県東茨城郡御前山村
18 N	"	"	22	宮城県北諸郡高城町
20 J	ヒノキ HINOKI	<i>Chamaecyparis obtusa</i> Endl.	13	長野県木曽郡上松町
24 F	ヒノキアスナロ HINOKI-ASUNARO	<i>Thujopsis dolabrata</i> Sieb. et Zucc. var. <i>hondae</i>	2	青森県青森市滝沢
広葉樹 Hardwood				
25 C	ドロノキ DORONOKI	<i>Populus maximowiczii</i> A. Henry	6	北海道上川郡新得町
29 H	サワグルミ SAWAGURUMI	<i>Pterocarya rhoifolia</i> Sieb. et Zucc.	3	群馬県多野郡上野村
72 F	コバノヤマハシノキ KOBANO-YAMAHANNOKI	<i>Alnus inokumae</i> Kural et Kusaka	5	青森県三戸郡三戸町
33 D	マカンバ MAKAMBA	<i>Betula maximowicziana</i> Regel	2	北海道千歳市紋別
35 D	アサダ ASADA	<i>Ostrya japonica</i> Sarg.	3	北海道千歳市紋別
36 F	クリ KURI	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	1	青森県東津軽郡野内村
38 E	ブナ BUNA	<i>Fagus crenata</i> Bl.	16	北海道上磯郡上磯町
38 F	"	"	9	青森県上北郡十和田町

Table 1. (つづき) (Continued)

樹種および記号 Species and mark		学名 Scientific name	供試木本数 Number of sample trees	採取地 Locations of sampling trees
38H	ブナ ナ BUNA	<i>Fagus crenata</i> BL.	10	群馬県多野郡上野村
38K	"	"	16	岐阜県大野郡清見村
38L	"	"	8	鳥取県八頭郡若桜町
40N	アカガシ AKAGASHI	<i>Quercus acuta</i> THUNB.	15	宮崎県北諸県郡三股町
41N	シラカシ SHIRAKASHI	<i>Quercus myrsinaefolia</i> BL.	3	宮崎県北諸県郡高城町
43N	イチイガシ ICHIIGASHI	<i>Quercus gilva</i> BL.	5	宮崎県北諸県郡高城町
45C	ミズナラ MIZUNARA	<i>Quercus crispula</i> BL.	15	北海道上川郡新得町
45D	"	"	11	北海道千歳市紋別
45F	"	"	7	青森県上北郡十和田町
45K	"	"	12	岐阜県大野郡清見村
47C	ハルニレ HARUNIRE	<i>Ulmus davidiana</i> PLANCH. var. <i>japonica</i> NAKAI	5	北海道上川郡新得町
48H	ケヤキ KEYAKI	<i>Zelkova serrata</i> MAKINO	10	群馬県多野郡上野村
50D	カツラ KATSURA	<i>Cercidiphyllum japonicum</i> SIEB. et ZUCC.	4	北海道千歳市紋別
51D	ホノキ HONOKI	<i>Magnolia obovata</i> THUNB.	5	北海道上川郡新得町
53N	タブノキ TABUNOKI	<i>Machilus thunbergii</i> SIEB. et ZUCC.	5	宮崎県北諸県郡高城町
54N	イスノキ ISUNOKI	<i>Distylium racemosum</i> SIEB. et ZUCC.	5	宮崎県北諸県郡高城町
59D	イタヤカエデ ITAYAKAEDE	<i>Acer mono</i> MAXIM.	5	北海道千歳市紋別
61C	シナノキ SHINANOKI	<i>Tilia japonica</i> SIMK.	5	北海道上川郡新得町
64D	ハリギリ (セン) HARIGIRI (SEN)	<i>Kalopanax pictus</i> NAKAI.	6	北海道千歳市紋別
66H	シオジ SHIOJI	<i>Fraxinus spaethiana</i> LINGELSH.	4	群馬県多野郡上野村
67D	ヤチダモ YACHIDAMO	<i>Fraxinus mandshurica</i> RUPE.	18	北海道千歳市紋別
68C	アオダモ AODAMO	<i>Fraxinus sieboldiana</i> BL. var. <i>serrata</i> NAKAI	7	北海道白糠郡白糠町
69H	キリ KIRI	<i>Paulownia tomentosa</i> STEUD.	4	福島県喜多方市

樹種であった。これらの供試材料はすべて、試験計画⁹⁾にしたがって、一定の方法により、国有林からサンプリングされた。なお、分布区域がきわめて広く、蓄積も多く、広範囲に利用されていると考えられたアカマツ、スギ、ブナ、ミズナラについては、複数の地域から供試材料が入手された。

供試材料の樹種名、産地、記号、供試木本数などを Table 1 に示した。

試験体は、6 cm の厚さにだらびきされた板のなかから、髄を含む柁目板（計画書による記号で 0）に隣接した挽き板（同じく、記号で 1 または 11）をえらび、それらが気乾状態に達した後、粗木取りを行い、日本工業規格（JIS）に準じて、所定の寸法に仕上げた。

3. 試験方法

試験の種類および方法は、ほぼ JIS に準拠したので、詳細は省略する。静的曲げ試験体（JIS Z 2113）、縦引張試験体（JIS Z 2112）、衝撃曲げ試験体（JIS Z 2116）は、それぞれ別個に木取ったが、縦圧縮試験体と部分圧縮試験体（JIS Z 2111）、せん断試験体（JIS Z 2114）は、静的曲げ試験が終了後、その非破壊部分から木取った。この時、非破壊部分の一方から縦圧縮試験体と、せん断試験体を連続して木取り、他方から部分圧縮試験体を木取ったが、曲げ破損時の状況によっては試験体の木取りができない場合もあったので、試験体の数は必ずしも規則的ではなかった。かたさ試験体（JIS Z 2117）は、規定のものを作らないで、木口面かたさは縦圧縮試験体の両木口面を利用して得た 2 測定値の平均を、また、柁目面かたさと板目面かたさは部分圧縮試験体の該当面を利用して得た各 3 測定値の平均をそれぞれ試験体の代表値とした。

平均年輪幅、晩材率、含水率などは縦圧縮試験体を用いて測定した。

静的曲げ試験体の辺長は、すべて 2.5 cm としたので、それから木取られた試験体の辺長も 2.5 cm であった。縦圧縮試験体の高さは辺長の 2 倍とした。縦圧縮、縦引張試験における変形の測定には鏡式歪計を用い、曲げ試験では柁目面上に中央集中荷重を加え、精度 1/100 mm、ストローク 30 mm のダイヤルゲージでたわみを測定した。試験機は、オルセン型、アムスラー型の材料試験機を使用した。

衝撃曲げ試験は、柁目面中央を 10 kg・m のエネルギーをもつ衝撃試験機で打撃して行った。部分圧縮試験体の材長は、辺長の 5 倍（12.5 cm）とし、試験体の中央部に加圧鋼板を介して荷重を加え、めりこみ量を 1/1,000 mm 精度のダイヤルゲージで測定しながら、めりこみ量が 2 mm に達するまで試験を行った。

以上述べたすべての試験は、温度 20°C ± 1°C、関係湿度 75% ± 5% に調整された恒温恒湿室で行われた。

4. 試験結果と考察

縦方向強度の試験結果を Table 2 に、部分圧縮の試験結果を Table 3 に、それぞれ示した。

Table 2, 3 では、計画書による樹種番号の若い順に樹種を配列し、それぞれの測定結果について、試験体数、算術平均値、標準偏差、変動係数を算出して記載した。

これら一連の試験に用いた樹種の標準的な容積密度数、全乾容積重、および気乾容積重は、すでに物理的性質の報告⁴⁾⁵⁾のなかで明らかにされているが、Table 2 では、強度的性質との対応をみるために、各種試験時に測定した気乾容積重 (g/cm³) のうち、静的曲げ試験体、衝撃曲げ試験体によるものを示して

いる。なお、本論文では、容積重を、比重として記載した。

含水率は、縦圧縮試験が終了した後、全乾法で求めたもので、JIS による丸めの処理を行っていない。

Table 3 では、荷重面が柁目面、板目面の場合に分けて、めりこみ量が、比例限、1 mm、材辺の 5 % (約 1.25 mm)、1.5 mm、2.0 mm に達した時の荷重を、加圧用鋼板と試験体が接触している面積で除し、それぞれ、部分圧縮比例限度、1 mm 部分圧縮強さ、5 % 部分圧縮強さ、1.5 mm 部分圧縮強さ、2.0 mm 部分圧縮強さとして示した。なお、試験体数が 5 個以上のものについては、算術平均値、標準偏差、変動係数を算出して掲げ、4 個以下の場合は、参考値として算術平均値のみをあげている。

この一連の試験の目的は、まずこれらの表を得ることに集約されるが、つぎに各強度的性質の相互関係を、針葉樹と広葉樹の環孔材、散孔材、放射孔材とに分けて Table 4 に示した。

Table 2 に示した結果と、日本産主要樹種の強度的性質として発表されている数値⁶⁾とを平均値と比較してみると、針葉樹では、本試験に供試したヒノキが、気乾比重、曲げヤング係数、縦圧縮強さ、曲げ強さともやや低い値となっていた。広葉樹では、サワグルミ、イタヤカエデ、ブナ、ケヤキなどで、曲げヤング係数の実験値が既発表の数値に比べてやや低かった。特にサワグルミは、気乾比重が 0.33 と低かったためか、縦圧縮強さ、曲げ強さ、せん断強さなどの値が低くなっていた。

針葉樹・広葉樹とも、せん断強さがやや大きくなっている傾向が認められたが、これは、ローラを用いていた旧 JIS のせん断試験用治具から、現在の JIS による ASTM 方式のせん断試験用治具へと変更になったことに関連しているものと思われる。

このほかにも、二、三異なった点が認められたが、全体としては、著しい差異はなかったと言えよう。

変動係数の値については、試験材を採取した産地の数、立木の本数等が今回の試験では一律ではなかったため、単純に比較することは適当でないと思われる。複数の産地から試験材を入手したアカマツ、スギ、ブナ、ミズナラでは、他の樹種と比較して、やや大きい変動係数が得られたのは当然であろう。しかし、全体の傾向をながめるため、あえて樹種ごとの変動係数を、針葉樹、広葉樹に分けて比較すると得られた比重の変動係数は、針葉樹で 8 %、広葉樹で 7 %、曲げヤング係数のそれは、それぞれ 14 %、14 %、曲げ強さのそれは、それぞれ 12 %、12 %、縦圧縮強さのそれは、それぞれ 12 %、11 % でありほぼ同じ値であった。これに対し、せん断の変動係数は、針葉樹で 13 %、広葉樹で 9 %、木口かたさのそれは、それぞれ 16 %、14 % であった。また縦引張りの変動係数は、針葉樹で 20 %、広葉樹で 24 %、衝撃曲げ吸収エネルギーのそれは、それぞれ 20 %、28 % と差がみられた。

最後に、全樹種に対する各測定項目の変動係数を平均値で示すと、比重 8 %、曲げヤング係数 14 %、曲げ強さ 12 %、縦圧縮強さ 11 %、縦引張強さ 23 %、せん断強さ 11 %、木口面かたさ 14 %、衝撃曲げ吸収エネルギー 25 % であった。

気乾比重と、縦圧縮強さ、縦引張強さ、曲げ強さとの関係を Fig. 1, 2, 3 に、気乾比重と曲げヤング係数との関係を Fig. 4 に、曲げヤング係数と曲げ強さの関係を Fig. 5 に、気乾比重と木口かたさ、衝撃曲げ吸収エネルギー、柁目面せん断強さとの関係を、Fig. 6, 7, 8 に、木口かたさと縦圧縮強さとの関係を Fig. 9 に、それぞれ、樹種ごとの平均値をプロットして示した。

これらの実験値を、直線式 $y = a + bx$ と指数曲線式 $y = ax^b$ にあてはめた場合の定数 a 、 b と、相関係数 r を Table 5 に示した。どちらの式に対しても、ほぼ同様の相関係数が得られており、実用的には直線式を十分用いることができると考えられた。

Table 2. 強度試験
Results of several mechanical

樹種および記号 Species and mark		比 重 Specific gravity at test R_u (g/cm ³)	含水率 Mois- ture content u (%)	平 均 年輪幅 Average annual ring width W (mm)	晩材率 Late wood per- centage L (%)	静 的 曲 げ Static bending			縦 Com- to- E_c (10 ⁸ kg/cm ²)
						E_b (10 ⁸ kg/cm ²)	σ_p (kg/cm ²)	σ_b (kg/cm ²)	
針 葉 樹									
モ ミ MOMI 4 M	n $\bar{x}$ S. D. C. V.	10 0.459 0.0233 5.09	10 14.4 0.0837 0.580	10 1.81 0.448 24.8	10 25.0 5.60 22.4	10 88.3 12.9 14.6	10 350 60.3 17.2	10 633 73.7 11.6	10 95.0 11.8 12.4
ト ド マ ツ TODOMATSU 7 D	n $\bar{x}$ S. D. C. V.	10 0.398 0.0271 6.81	10 17.5 0.677 3.87	10 4.67 1.40 29.9	10 11.1 1.97 17.6	10 82.7 9.08 11.0	10 354 55.8 15.8	10 706 60.5 8.57	10 111 15.2 13.7
シ ラ ベ SHIRABE 8 H	n $\bar{x}$ S. D. C. V.	11 0.425 0.0595 14.0	11 14.3 0.151 1.06	11 1.09 0.362 33.1	11 11.7 4.31 37.0	11 103 18.7 18.2	11 385 89.3 23.2	11 776 153 19.8	11 127 22.1 17.4
カ ラ マ ツ KARAMATSU 9 J	n $\bar{x}$ S. D. C. V.	74 0.569 0.0433 7.61	64 14.9 0.583 3.92	64 3.01 0.798 26.5	64 31.1 5.13 16.5	74 114 16.2 14.2	74 520 83.4 16.0	74 952 119 12.5	64 144 24.8 17.1
エ ゾ マ ツ EZOMATSU 10 C	n $\bar{x}$ S. D. C. V.	74 0.409 0.0288 7.03	74 12.3 0.605 4.92	74 2.04 0.859 42.1	74 10.0 2.31 23.1	74 102 11.5 11.2	74 401 52.4 13.1	74 734 78.8 10.7	74 128 19.0 14.9
ツ ガ TSUGA 14 M	n $\bar{x}$ S. D. C. V.	10 0.562 0.0155 2.76	10 14.9 0.253 1.70	10 1.50 0.204 13.6	10 43.2 5.30 12.3	10 79.8 7.60 9.52	10 416 34.9 8.39	10 773 51.9 6.72	10 83.9 7.84 9.34
ア カ マ ツ AKAMATSU 15 F	n $\bar{x}$ S. D. C. V.	56 0.471 0.0663 14.1	56 13.2 0.722 5.49	56 0.317 0.202 63.7	56 21.9 11.6 53.0	56 98.2 25.0 25.4	56 386 88.3 22.9	56 758 153 20.2	56 113 31.5 27.9
ア カ マ ツ AKAMATSU 15 I	n $\bar{x}$ S. D. C. V.	54 0.573 0.0601 10.5	54 15.0 0.662 4.43	54 3.12 1.04 33.2	54 26.4 5.34 20.3	54 124 20.1 16.2	54 575 75.6 13.1	54 1,053 139 13.2	54 143 24.9 17.4
ア カ マ ツ AKAMATSU 15 L	n $\bar{x}$ S. D. C. V.	56 0.578 0.062 10.8	56 13.8 1.210 8.8	56 2.83 0.102 36.1	56 34.6 8.01 23.2	56 109 24.1 22.0	56 448 86.9 19.4	56 911 125 13.8	56 134 37.4 27.8
ア カ マ ツ AKAMATSU 総括 Over all	n $\bar{x}$ S. D. C. V.	166 0.540 0.0797 14.8	166 13.9 1.16 8.35	166 1.22 1.46 120.0	166 27.6 10.2 36.8	166 110 25.3 22.9	166 468 115 24.5	166 906 184 20.3	166 130.0 34.0 26.2
ク ロ マ ツ KUROMATSU 17 N	n $\bar{x}$ S. D. C. V.	11 0.597 0.0607 10.2	8 15.3 0.773 5.05	8 4.04 1.65 40.8	8 33.1 6.18 18.7	11 97.7 16.6 17.0	11 472 87.6 18.6	11 931 132 14.2	8 105 26.4 25.1

結 果 (気 乾 状 態)

tests (Air dry condition)

圧 縮 pression-parallel- grain		縦 引 張 Tension-parallel- to-grain			せん 断 Shear-parallel- to-grain		か た さ Hardness			衝 撃 曲 げ Impact bending	
σ_p (kg/cm ²)	σ_c (kg/cm ²)	E_t (10^8 kg/cm ²)	σ_p (kg/cm ²)	σ_t (kg/cm ²)	τ_R (kg/cm ²)	τ_T (kg/cm ²)	H_l (kg/mm ²)	H_r (kg/mm ²)	H_t (kg/mm ²)	R_u (g/cm ²)	a (kg·m/cm ²)
Softwood											
10 234 41.1 17.6	10 336 30.3 9.02	10 87.9 19.1 21.8	10 624 106 17.1	10 959 173 18.0	10 103 14.1 13.7	10 107 4.87 4.55	10 2.69 0.303 11.3	10 1.11 0.409 37.0	10 1.38 0.247 17.9	10 0.438 0.0141 3.23	10 0.553 0.135 24.4
10 259 36.5 18.4	10 353 35.4 10.0	10 99.0 12.5 12.6	10 650 104 16.1	10 945 206 21.8	10 92.9 11.6 12.5	10 85.5 10.6 12.4	10 3.92 0.593 15.1	10 0.960 0.247 25.8	10 0.901 0.162 18.0	10 0.382 0.0430 11.3	10 0.446 0.0895 20.1
11 225 38.5 17.1	11 333 63.8 19.1	10 115 23.2 20.1	10 893 228 25.6	10 1,325 383 28.9	11 74.5 14.7 19.7	11 74.1 9.79 13.2	11 3.72 0.640 17.2	11 0.720 0.149 20.6	11 0.722 0.199 27.6	10 0.412 0.0448 10.9	10 0.551 0.101 18.4
64 390 663 17.0	64 521 61.6 11.8	75 136 26.1 19.2	75 793 119 14.9	75 1,423 393 27.6	66 129 13.9 10.7	66 103 13.7 13.4	66 4.99 1.11 22.2	66 1.26 0.687 54.4	66 1.99 0.468 23.5	72 0.566 0.0502 8.88	72 0.612 0.136 22.2
74 259 30.0 11.6	74 368 34.0 9.23	57 103 16.5 16.0	14 754 187 24.8	57 1,267 228 18.0	74 85.4 6.81 7.98	74 81.4 7.55 9.27	74 3.51 0.374 10.6	74 0.698 0.210 30.0	74 0.688 0.178 25.9	60 0.413 0.0356 8.63	60 0.580 0.0798 13.8
10 282 18.2 6.45	10 411 20.6 5.01	10 97.2 13.7 14.1	10 694 64.7 9.32	10 1,111 138 12.5	5 122 8.27 6.75	5 135 30.6 2.28	5 3.33 0.311 9.35	5 1.25 0.100 8.00	5 1.87 0.0908 4.86	10 0.561 0.0263 4.68	10 0.467 0.0614 13.2
56 289 63.0 21.8	56 392 76.3 19.5	50 107 33.5 31.2	— — — —	50 1,181 430 36.4	56 103 17.2 16.7	56 98.9 10.6 10.7	56 4.58 0.578 25.2	56 1.27 0.488 38.5	56 1.39 0.459 33.1	55 0.462 0.0749 16.2	55 0.447 0.162 36.1
54 313 61.4 19.6	54 486 67.0 13.8	53 142 20.6 14.6	53 1,123 192 17.1	53 1,546 334 21.6	54 127 14.5 11.4	54 118 13.7 11.6	54 4.63 0.589 12.7	54 1.88 0.860 45.9	54 2.14 0.543 25.3	53 0.585 0.0548 9.37	53 0.726 0.125 17.3
56 338 61.1 18.1	56 477 67.1 14.1	56 123 32.9 26.8	— — — —	56 1,476 366 24.8	56 119 14.5 12.2	56 113 15.3 13.5	56 6.41 0.504 15.7	56 1.69 0.933 55.2	56 2.06 0.502 24.4	56 0.568 0.0636 11.2	56 0.579 0.157 27.2
166 313 64.6 20.6	166 451 81.8 18.1	159 124.3 32.5 26.2	53 1,123 192 17.1	159 1,407 407 28.9	166 116 18.3 15.8	166 110 15.6 14.2	166 5.21 1.28 24.6	166 1.61 0.820 51.0	166 1.86 0.604 32.5	164 0.538 0.0847 15.7	164 0.582 0.187 32.1
8 294 60.2 20.5	8 445 85.0 19.1	9 102 21.5 21.1	9 864 206 23.9	9 1,230 137 11.1	8 114 15.1 13.2	8 106 13.6 12.8	8 6.11 0.632 10.3	8 1.45 0.669 46.2	8 1.89 0.355 18.8	10 0.559 0.0725 13.0	10 0.700 0.0614 8.78

Table 2. (つづき) (Continued)

樹種および記号 Species and mark		比 重 Specific gravity at test R_u (g/cm ³)	含水率 Mois- ture content u (%)	平 均 年輪幅 Average annual ring width W (mm)	晩材率 Late wood per- centage L (%)	静 的 曲 げ Static bending			縦 Com- to-
						E_b (10 ⁸ kg/cm ²)	σ_p (kg/cm ²)	σ_b (kg/cm ²)	E_c (10 ⁸ kg/cm ²)
ス ギ SUGI 18 G	n $\bar{x}$ S. D. C. V.	54 0.375 0.0316 8.43	54 14.8 0.352 2.38	54 2.65 0.892 33.7	54 9.31 2.14 23.0	54 81.0 10.8 13.3	54 384 52.6 13.7	54 646 71.4 11.0	54 94.6 18.8 19.8
ス ギ SUGI 18 I	n $\bar{x}$ S. D. C. V.	54 0.376 0.0360 9.57	54 14.9 0.395 2.65	54 2.45 0.786 32.1	54 11.1 2.51 22.7	54 81.7 11.8 14.4	54 393 64.3 16.3	54 653 92.6 14.2	54 99.2 14.4 14.6
ス ギ SUGI 18 N	n $\bar{x}$ S. D. C. V.	49 0.413 0.0425 10.3	49 14.5 0.861 5.93	49 2.70 1.07 39.6	49 16.1 6.64 41.1	49 82.6 12.5 15.2	49 381 53.9 14.2	49 694 94.8 13.7	49 94.5 17.8 18.8
ス ギ SUGI 総括 Over all	n $\bar{x}$ S. D. C. V.	157 0.387 0.0405 10.5	157 14.8 0.594 4.02	157 2.60 0.919 35.4	157 12.0 5.05 41.9	157 81.7 11.6 14.2	157 386 57.1 14.8	157 663 88.6 13.4	157 96.1 17.1 17.8
ヒ ノ キ HINOKI 20 J	n $\bar{x}$ S. D. C. V.	62 0.380 0.0200 5.25	58 15.5 0.956 6.18	58 0.863 0.230 26.7	— — — —	62 77.7 7.10 9.14	62 368 34.2 9.29	62 666 43.9 6.59	58 90.0 12.2 13.6
ヒノキアスナロ HINOKIASUNARO 24 F	n $\bar{x}$ S. D. C. V.	10 0.442 0.0312 7.07	10 16.2 0.718 4.42	10 0.243 0.0546 22.5	10 5.82 1.82 31.2	10 82.0 10.7 13.0	10 327 34.2 10.4	10 692 52.8 7.64	10 95.0 16.1 16.9
広 葉 樹									
ド ロ ノ キ DORONOKI 25 C	n $\bar{x}$ S. D. C. V.	14 0.350 0.0256 7.31	14 13.0 0.496 3.81	14 3.73 1.45 38.8	— — — —	14 75.6 15.3 20.2	14 227 42.0 18.5	14 440 63.5 14.5	14 93.9 11.4 12.1
サ ワ グ ル ミ SAWAGURUMI 29 H	n $\bar{x}$ S. D. C. V.	11 0.334 0.0383 11.5	11 13.6 0.275 2.02	11 3.63 1.27 35.0	— — — —	11 73.4 9.26 12.6	11 293 29.7 10.2	11 523 61.7 11.8	11 91.6 17.4 19.0
コバノヤマハンノキ KOBANO- YAMAHANNOKI 72 F	n $\bar{x}$ S. D. C. V.	25 0.476 0.0179 3.77	— — — —	— — — —	— — — —	25 97.5 12.5 12.8	25 433 72.8 16.8	25 826 87.6 10.6	25 120 20.8 17.4
マ カ ン バ MAKAMBA 33 D	n $\bar{x}$ S. D. C. V.	50 0.704 0.0319 4.54	33 13.9 0.490 3.53	33 2.22 1.46 66.6	— — — —	50 125 11.6 9.29	50 556 57.1 10.3	50 1,072 92.7 8.65	33 128 19.2 15.0
ア サ ダ ASADA 35 D	n $\bar{x}$ S. D. C. V.	11 0.700 0.0200 2.86	11 10.0 0.223 2.23	11 1.24 0.778 62.8	— — — —	11 137 21.2 15.4	11 654 96.5 14.8	11 1,223 116 9.47	11 152 25.5 16.7
ク リ KURI 36 F	n $\bar{x}$ S. D. C. V.	10 0.566 0.0244 4.32	10 16.4 11.4 10.9	10 0.349 0.0561 16.1	— — — —	10 89.4 9.41 10.5	10 401 56.0 14.0	10 767 83.5 10.9	10 105 11.4 10.9

圧 縮 pression-parallel- grain		縦 引 張 Tension-parallel- to-grain			せん 断 Shear-parallel- to-grain		か た さ Hardness			衝 撃 曲 げ Impact bending	
σ_p (kg/cm ²)	σ_c (kg/cm ²)	E_t (10 ⁸ kg/cm ²)	σ_p (kg/cm ²)	σ_t (kg/cm ²)	τ_R (kg/cm ²)	τ_T (kg/cm ²)	H_l (kg/ mm ²)	H_r (kg/ mm ²)	H_t (kg/ mm ²)	R_u (g/cm ³)	a (kg·m/ cm ²)
54	54	55	55	55	52	52	52	52	52	54	54
227	341	96.4	573	886	77.4	67.5	2.83	0.688	0.855	0.370	0.294
30.7	42.6	16.8	119	174	8.21	8.53	0.635	0.231	0.170	0.0320	0.0620
13.5	12.5	17.4	20.8	19.6	10.6	12.6	22.4	33.6	19.9	8.65	21.1
54	54	55	55	55	54	54	54	54	54	54	54
211	314	97.4	569	918	82.3	69.5	3.00	0.536	0.992	0.378	0.424
34.0	44.3	17.1	161	242	8.94	10.8	0.660	0.242	0.398	0.0401	0.0746
16.1	14.1	17.6	28.3	26.3	10.9	15.5	22.0	45.1	40.1	10.6	17.6
49	49	50	50	50	49	49	49	49	49	50	50
271	353	88.8	701	1,008	103	81.9	3.67	0.733	1.12	0.418	0.555
47.9	46.0	17.2	145	227	12.1	11.8	0.677	0.230	0.342	0.0506	0.104
17.7	13.0	19.3	20.7	22.5	11.7	14.4	18.5	31.3	30.5	12.1	18.8
157	157	160	160	160	155	155	155	155	155	158	158
235	335	94.4	611	935	87.3	72.8	3.16	0.649	0.987	0.388	0.421
45.3	47.0	17.3	154	220	14.8	12.1	0.743	0.235	0.304	0.0460	0.133
19.3	14.0	18.3	25.2	23.6	16.9	16.7	23.5	36.2	30.8	11.9	31.7
58	58	65	—	65	58	58	58	58	58	64	64
260	329	93.0	—	1,209	98.1	103	3.25	0.803	0.719	0.394	0.558
30.4	21.7	13.4	—	203	8.12	9.85	0.353	0.222	0.173	0.0261	0.0613
11.7	6.59	14.4	—	16.8	8.28	9.54	10.9	27.7	24.1	6.61	11.0
10	10	10	—	10	10	10	10	10	10	10	10
270	365	95.2	—	1,164	98.4	108	4.24	1.360	1.000	0.479	0.538
24.6	24.6	20.3	—	173	16.7	11.7	0.371	0.356	0.216	0.0296	0.109
9.2	6.74	21.4	—	14.9	16.9	10.8	17.6	26.2	21.6	6.16	20.2

Hardwood

14	14	13	—	13	14	14	14	14	14	8	8
164	250	85.8	—	745	57.9	68.4	2.45	0.498	0.399	0.358	0.323
18.6	18.9	16.4	—	325	5.63	6.61	0.332	0.0960	0.0862	0.0438	0.124
11.3	7.58	19.1	—	43.6	9.73	9.67	13.6	19.3	21.6	12.2	38.4
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
178	254	83.0	676	944	56.4	61.3	2.55	0.513	0.434	0.316	0.392
31.7	27.7	14.7	206	221	49.2	5.60	0.345	0.102	0.0733	0.0343	0.0460
17.8	10.9	17.7	30.5	23.4	8.73	9.14	13.5	19.8	16.9	10.8	11.9
25	25	15	15	15	25	25	25	25	25	13	13
222	394	120	867	1,516	93.6	110	4.50	1.216	0.960	0.488	0.662
29.1	35.5	12.3	146	300	6.54	9.16	0.577	0.276	0.200	0.0141	0.191
13.1	9.08	10.3	16.8	19.8	6.99	8.35	12.8	22.7	20.8	2.89	28.8
33	33	36	36	36	34	34	34	34	34	50	50
318	466	125	873	1,396	147	178	4.93	2.53	2.09	0.696	0.956
33.4	45.1	17.7	232	331	9.80	12.5	0.547	0.273	0.237	0.0226	0.256
10.5	9.68	14.2	26.6	23.7	6.68	7.03	11.1	10.8	11.3	3.25	26.8
11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	12	12
383	567	140	1,188	1,795	167	138	5.80	2.77	2.17	0.705	1.19
49.7	62.3	26.5	313	409	8.15	5.73	1.09	0.195	0.151	0.0319	0.280
13.0	11.0	18.9	26.3	22.8	4.88	4.15	18.9	7.02	6.96	4.53	23.6
10	10	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10
274	416	91.1	688	1,033	117	121	5.54	2.32	1.750	0.580	0.689
35.0	24.0	11.9	105	126	8.49	27.9	0.385	0.762	0.276	0.026	0.161
12.8	5.77	13.0	15.3	12.2	7.25	23.0	13.9	32.8	15.8	4.56	23.4

Table 2. (つづき) (Continued)

樹種および記号 Species and mark		比 重 Specific gravity at test R_u (g/cm ³)	含水率 Moisture content u (%)	平均 年輪幅 Average annual ring width W (mm)	晩材率 Late wood percentage L (%)	静 的 曲 げ Static bending			縦 Com- to-
						E_b (10 ⁸ kg/cm ²)	σ_p (kg/cm ²)	σ_b (kg/cm ²)	E_c (10 ⁸ kg/cm ²)
ブ ナ BUNA 38 E	$\bar{x}$	60	60	45	—	60	60	60	45
	S. D.	0.655	14.9	1.60	—	94.4	438	929	107
	C. V.	0.0384	1.448	0.590	—	10.4	54.3	91.4	19.0
		5.86	8.76	36.8	—	11.0	12.4	9.84	17.8
ブ ナ BUNA 38 F	$\bar{x}$	53	52	52	—	53	53	53	52
	S. D.	0.663	14.1	1.69	—	95.2	289	675	101
	C. V.	0.0454	0.971	0.683	—	14.9	52.0	109	17.0
		7.18	6.90	40.4	—	15.6	18.0	16.2	16.8
ブ ナ BUNA 38 H	$\bar{x}$	68	63	63	—	68	68	68	63
	S. D.	0.622	13.6	1.20	—	97.5	440	920	116
	C. V.	0.0415	0.538	0.399	—	15.1	58.3	110	24.4
		6.66	3.97	33.3	—	15.5	13.2	11.9	21.1
ブ ナ BUNA 38 K	$\bar{x}$	51	49	49	—	51	51	51	44
	S. D.	0.639	13.9	1.29	—	99.6	540	993	116
	C. V.	0.0433	0.993	0.450	—	11.6	80.8	127	15.4
		6.78	7.14	35.0	—	11.6	15.0	12.8	13.3
ブ ナ BUNA 38 L	$\bar{x}$	70	68	68	—	70	70	70	68
	S. D.	0.658	15.8	1.50	—	108	363	823	116
	C. V.	0.0679	0.755	0.736	—	22.7	74.6	163	25.1
		10.3	4.78	49.1	—	21.1	20.6	19.8	21.7
ブ ナ BUNA 総括 Over all	$\bar{x}$	302	292	277	—	302	302	302	272
	S. D.	0.642	14.4	1.45	—	99.2	412	869	111.5
	C. V.	0.0510	1.293	0.617	—	16.6	102	162	21.90
		7.94	8.97	42.6	—	16.7	24.8	18.6	19.6
ア カ ガ シ AKAGASHI 40 N	$\bar{x}$	51	46	46	—	51	51	51	46
	S. D.	0.961	13.5	1.99	—	168	758	1,426	189
	C. V.	0.0529	0.691	0.575	—	19.5	88.0	178	27.0
		5.51	5.13	28.9	—	11.6	11.6	12.5	14.3
シ ラ カ シ SHIRAKASHI 41 N	$\bar{x}$	12	12	12	—	12	12	12	12
	S. D.	0.902	13.7	1.76	—	166	744	1,343	181
	C. V.	0.0587	0.535	0.695	—	15.6	61.7	135	14.5
		6.51	3.91	39.4	—	9.40	8.30	10.1	7.99
イ チ イ ガ シ ICHIIGASHI 43 N	$\bar{x}$	13	10	10	—	13	13	13	10
	S. D.	0.827	13.7	2.09	—	150	734	1,306	163
	C. V.	0.0581	0.398	0.74	—	14.4	94.8	127	13.1
		7.03	2.91	35.4	—	9.62	12.9	9.74	8.04
ミ ズ ナ ラ MIZUNARA 45 C	$\bar{x}$	63	59	59	—	63	63	63	59
	S. D.	0.667	13.9	1.16	—	103	430	889	116
	C. V.	0.0613	0.879	0.490	—	19.8	80.5	136	26.7
		9.19	6.32	42.3	—	19.2	18.7	15.3	23.1
ミ ズ ナ ラ MIZUNARA 45 D	$\bar{x}$	51	44	44	—	51	51	51	44
	S. D.	0.717	15.3	1.55	—	102	460	999	115
	C. V.	0.0519	0.739	0.579	—	16.0	71.2	122	18.8
		7.23	4.82	37.2	—	15.7	15.5	12.2	16.4
ミ ズ ナ ラ MIZUNARA 45 F	$\bar{x}$	52	52	52	—	52	52	52	52
	S. D.	0.736	15.3	1.28	—	128	478	1,086	134
	C. V.	0.0612	0.557	0.495	—	24.1	92.2	160	31.8
		8.31	3.64	38.8	—	18.8	19.3	14.7	23.8

圧 縮 pression-parallel- grain		縦 引 張 Tension-parallel- to-grain			せん 断 Shear-parallel- to-grain		か た さ Hardness			衝 撃 曲 げ Impact bending	
σ_p (kg/cm ²)	σ_c (kg/cm ²)	E_t (10 ⁸ kg/cm ²)	σ_p (kg/cm ²)	σ_t (kg/cm ²)	τ_R (kg/cm ²)	τ_T (kg/cm ²)	H_l (kg/ mm ²)	H_r (kg/ mm ²)	H_t (kg/ mm ²)	R_u (g/cm ³)	a (kg·m/ cm ²)
45	45	56	56	56	46	46	46	46	46	64	64
280	417	94.8	752	1,258	156	126	4.75	2.18	1.77	0.663	1.217
35.4	35.6	16.8	181	318	13.4	10.1	0.429	0.271	0.283	0.0368	0.408
12.6	8.54	17.7	24.1	25.3	8.55	7.97	9.04	12.4	16.0	5.56	33.5
52	52	54	—	54	45	45	45	45	45	50	50
284	424	90.7	—	1,157	159	137	5.86	2.68	1.96	0.624	0.825
31.4	34.2	14.8	—	256	16.5	18.1	0.320	0.463	0.487	0.0414	0.216
11.1	8.07	16.3	—	22.1	10.4	13.2	10.9	17.3	24.9	6.63	26.1
63	63	56	56	56	55	55	55	55	55	55	55
264	407	96.5	824	1,349	123	146	4.61	2.60	1.85	0.627	0.913
32.3	37.7	13.1	235	382	14.4	15.8	0.540	0.350	0.428	0.0399	0.285
12.2	9.28	13.5	28.6	28.3	11.7	10.9	11.7	13.4	23.1	6.35	31.2
44	44	63	63	63	45	45	45	45	45	48	48
323	463	102	915	1,438	162	134	5.04	2.02	1.56	0.651	1.20
46.6	44.8	19.6	254	352	15.1	11.7	0.563	0.314	0.269	0.0434	0.369
14.4	9.68	19.2	27.8	24.5	9.31	8.70	11.2	15.6	17.2	6.66	30.8
68	68	59	—	59	70	70	70	70	70	61	61
319	468	98.7	—	1,209	162	135	6.30	2.78	2.16	0.661	0.917
59.1	74.4	24.1	—	373	20.1	17.2	0.600	0.616	0.484	0.080	0.311
18.5	15.9	24.4	—	30.8	12.4	12.7	19.1	22.1	22.3	12.2	33.9
272	272	288	175	288	261	261	261	261	261	278	278
294	436	96.7	834	1,286	152	136	5.37	2.49	1.89	0.647	1.017
48.9	55.7	18.5	235	353	22.2	16.3	1.04	0.421	0.400	0.0541	0.363
16.6	12.8	19.1	28.2	27.4	14.6	12.0	19.3	16.9	21.2	8.36	35.7
46	46	49	49	49	52	52	52	52	52	49	49
500	725	166	1,289	1,756	229	205	8.39	4.72	3.79	0.959	1.45
57.3	56.6	23.4	367	480	16.5	18.7	0.843	0.682	0.537	0.0576	0.448
11.5	7.81	14.1	28.5	27.4	7.20	9.16	10.0	14.5	14.2	6.01	30.8
12	12	6	6	6	12	12	12	12	12	6	6
461	658	163	1,461	2,026	209	180	7.49	3.65	3.04	0.912	1.55
44.7	51.5	25.8	415	563	14.0	4.81	0.493	0.354	0.327	0.0634	0.262
9.70	7.83	15.9	28.4	28.1	6.70	2.67	6.58	9.72	10.7	6.95	16.9
10	10	12	12	12	13	13	13	13	13	11	11
425	601	145	1,385	1,944	194	173	7.21	3.27	2.76	0.802	1.52
19.1	49.9	6.76	174	252	17.5	14.8	0.790	0.417	0.567	0.0720	0.531
4.5	8.30	4.65	12.5	13.0	9.19	8.57	11.0	12.7	20.6	8.97	34.8
59	59	43	43	43	63	63	63	63	63	44	44
281	426	103	915	1,536	138	117	4.98	2.06	1.67	0.703	0.968
54.3	61.4	27.2	298	412	17.6	12.9	0.817	0.359	0.275	0.0505	0.246
19.3	14.4	26.4	32.6	26.8	12.8	110	16.4	17.4	16.5	7.18	25.4
44	44	52	52	52	47	47	47	47	47	50	50
297	453	96.9	820	1,235	160	145	5.15	2.44	1.92	0.711	1.03
37.8	45.3	21.4	196	302	19.3	13.7	0.574	0.488	0.304	0.0681	0.312
12.7	10.0	22.0	23.9	24.4	12.1	9.46	11.1	20.0	15.9	9.57	30.3
52	52	53	53	53	52	52	52	52	52	53	53
325	537	119	921	1,479	148	157	7.36	3.30	2.68	0.749	1.18
46.7	56.3	26.7	29.1	420	14.8	15.1	0.531	0.652	0.422	0.0600	0.336
14.4	10.5	22.4	31.6	28.4	10.0	9.66	14.4	19.7	15.7	8.02	28.5

Table 2. (つづき) (Continued)

樹種および記号 Species and mark		比 重 Specific gravity at test R_u (g/cm ³)	含水率 Mois- ture content u (%)	平 均 年輪幅 Average annual ring width W (mm)	晩材率 Late wood per- centage L (%)	静 的 曲 げ Static bending			縦 Com- to-
						E_b (10 ⁸ kg/cm ²)	σ_p (kg/cm ²)	σ_b (kg/cm ²)	E_c (10 ⁸ kg/cm ²)
ミズナラ MIZUNARA 45 K	n	84	73	73	—	84	84	84	73
	$\bar{x}$	0.685	14.6	1.15	—	96.8	455	980	106
	S. D.	0.0648	1.568	0.474	—	19.5	87.9	172	22.3
	C. V.	9.47	10.8	41.2	—	20.2	19.3	17.5	21.0
ミズナラ MIZUNARA 総括 Over all	n	250	228	228	—	250	250	250	228
	$\bar{x}$	0.698	14.5	1.26	—	106	455	983	116.9
	S. D.	0.0659	1.71	0.524	—	23.1	85.0	165	27.4
	C. V.	9.44	11.7	41.6	—	21.8	18.7	16.8	23.5
ハルニレ HARUNIRE 47 C	n	12	14	14	—	12	12	12	12
	$\bar{x}$	0.595	13.0	2.08	—	111	430	915	128
	S. D.	0.0443	0.496	0.688	—	13.0	50.1	77.6	13.1
	C. V.	7.44	3.82	33.0	—	11.8	11.7	8.48	10.2
ケヤキ KEYAKI 48 H	n	67	67	67	—	67	67	67	67
	$\bar{x}$	0.594	13.3	1.57	—	90.6	528	1,020	102
	S. D.	0.0543	0.518	0.523	—	17.3	96.3	180	23.9
	C. V.	9.14	3.89	33.4	—	19.1	18.2	17.7	23.4
カツラ KATSURA 50 D	n	12	12	12	—	12	12	12	12
	$\bar{x}$	0.498	13.6	1.39	—	81.5	421	789	95.8
	S. D.	0.0376	0.588	0.436	—	10.5	67.4	114	21.1
	C. V.	7.56	4.33	3.14	—	12.9	16.0	14.4	22.0
ホノキ HONOKI 51 D	n	7	8	8	—	7	7	7	8
	$\bar{x}$	0.486	16.5	1.40	—	77.9	386	762	92.4
	S. D.	0.0355	1.212	0.115	—	5.59	27.0	57.3	13.0
	C. V.	7.30	7.34	8.21	—	7.17	6.99	7.52	14.1
タブノキ TABUNOKI 53 N	n	12	12	12	—	12	12	12	12
	$\bar{x}$	0.695	15.6	1.65	—	113	588	1,065	132
	S. D.	0.0359	0.554	0.856	—	12.5	76.9	113	16.4
	C. V.	5.16	3.55	51.9	—	11.0	13.1	10.6	12.4
イスノキ ISUNOKI 54 N	n	10	10	10	—	10	10	10	10
	$\bar{x}$	0.908	15.7	1.35	—	148	715	1,340	154
	S. D.	0.0971	0.641	0.501	—	23.1	158.7	236	46.0
	C. V.	10.7	4.08	37.2	—	15.6	22.2	17.6	29.9
イタヤカエデ ITAYAKAEDE 59 D	n	11	11	11	—	11	11	11	11
	$\bar{x}$	0.653	16.8	1.50	—	91.4	507	979	102
	S. D.	0.0724	1.70	0.537	—	15.7	109	117	25.2
	C. V.	11.1	10.1	35.9	—	17.1	21.4	11.9	24.7
シナノキ SHINANOKI 61 C	n	12	12	12	—	12	12	12	12
	$\bar{x}$	0.494	11.3	1.30	—	95.0	332	674	114
	S. D.	0.0584	0.540	0.390	—	17.4	61.6	104	23.6
	C. V.	11.8	4.76	30.0	—	18.3	18.5	15.4	20.8
ハリギリ(セン) HARIGIRI (SEN) 64 D	n	12	12	12	—	12	12	12	12
	$\bar{x}$	0.515	14.1	1.47	—	81.7	357	746	94.1
	S. D.	0.0452	0.672	0.729	—	10.7	45.7	88.7	11.9
	C. V.	8.77	4.75	49.5	—	13.0	12.8	11.9	12.6
シオジ SHIOJI 66 H	n	12	12	12	—	12	12	12	12
	$\bar{x}$	0.564	13.8	1.77	—	101	472	895	118
	S. D.	0.0485	1.44	0.939	—	23.1	93.5	174	30.6
	C. V.	8.60	10.4	53.1	—	22.8	19.8	19.5	26.0

圧 縮 pression-parallel- grain		縦 引 張 Tension-parallel- to-grain			せん断 Shear-parallel- to-grain		か た さ Hardness			衝 撃 曲 げ Impact bending	
σ_p (kg/cm ²)	σ_c (kg/cm ²)	E_t (10 ⁸ kg/cm ²)	σ_p (kg/cm ²)	σ_t (kg/cm ²)	τ_R (kg/cm ²)	τ_T (kg/cm ²)	H_t (kg/mm ²)	H_r (kg/mm ²)	H_t (kg/mm ²)	R_u (g/cm ³)	a (kg·m/cm ²)
73	73	63	63	63	72	72	72	72	72	71	71
317	463	91.6	798	1,182	145	155	5.28	2.33	1.99	0.772	1.01
75.1	70.1	20.0	221	294	17.9	17.6	0.902	0.497	0.410	0.0728	0.329
23.7	15.2	21.9	27.7	24.8	12.3	11.4	17.1	21.3	20.6	10.1	32.5
228	228	211	211	211	234	234	234	234	234	218	218
306	468	102	858	1,342	147	143	5.63	2.49	2.04	0.722	1.05
60.0	72.2	25.8	256	385	19.0	22.3	1.26	0.492	0.355	0.0663	0.319
19.6	15.4	25.3	29.9	28.7	12.9	15.5	22.4	19.8	17.4	9.19	30.4
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
294	446	119	1,075	1,746	126	125	4.63	1.65	1.51	0.622	1.05
35.5	34.1	9.82	157	420	11.1	14.2	0.343	0.252	0.190	0.0296	0.290
12.1	7.66	8.27	14.6	24.0	8.87	11.4	7.40	15.3	12.6	4.76	27.8
67	67	51	51	51	49	49	49	49	49	49	49
293	452	85.9	897	1,296	128	126	5.28	2.66	2.28	0.627	1.09
50.7	72.4	16.4	291	469	17.3	17.2	0.835	0.707	0.576	0.0588	0.557
17.3	16.0	19.1	32.5	36.2	13.5	13.7	15.8	26.6	25.3	9.38	51.0
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
256	375	90.9	745	1,115	117	106	3.90	1.40	1.20	0.493	0.523
42.6	55.1	16.8	222	333	12.7	9.67	0.835	0.279	0.235	0.0374	0.104
16.7	14.7	18.5	29.8	29.8	10.9	9.15	21.4	20.0	19.6	7.58	19.9
8	8	8	8	8	10	10	10	10	10	10	10
248	356	80.6	668	1,057	120	98.2	3.59	1.78	1.36	0.473	0.463
27.8	27.7	11.3	101	172	13.8	8.39	0.433	0.294	0.345	0.0339	0.180
11.2	7.79	14.1	15.1	16.3	11.5	8.54	12.1	16.5	25.4	7.18	38.8
12	12	13	13	13	12	12	12	12	12	12	12
361	525	121	942	1,347	161	148	5.89	2.56	2.20	0.712	1.068
48.8	60.6	16.6	99.6	155	10.0	10.2	0.514	0.315	0.244	0.0480	0.458
13.5	11.5	13.7	10.6	11.5	6.24	6.89	8.74	12.3	11.1	6.75	42.9
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
441	666	152	1,151	1,714	212	191	7.55	3.94	3.43	0.914	2.24
70.6	110	25.6	248	395	28.4	25.1	1.20	1.03	0.896	0.0557	0.257
16.0	16.6	16.8	21.5	23.1	13.3	13.2	15.9	26.3	26.1	6.10	11.5
11	11	9	9	9	11	11	11	11	11	10	10
280	420	96.0	893	1,383	183	153	5.05	2.75	1.88	0.665	0.730
56.8	54.6	23.1	20.2	277	12.5	13.7	0.557	0.438	0.300	0.0368	0.171
20.3	13.0	24.1	22.7	20.0	6.86	8.91	11.0	15.9	16.0	5.53	23.4
12	12	15	15	15	12	12	12	12	12	8	8
258	377	108	610	1,066	91.5	106	3.68	1.06	0.711	0.492	0.659
42.3	62.6	14.3	95.7	242	9.92	14.3	0.611	0.220	0.137	0.0573	0.168
16.4	16.6	13.2	15.7	22.7	10.8	13.5	16.6	20.8	19.2	11.6	25.5
12	12	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12
233	335	79.6	825	1,159	99.2	102	3.63	1.36	1.24	0.524	0.656
39.1	43.1	19.8	196	274	10.0	14.0	0.549	0.290	0.206	0.0460	0.312
16.8	12.9	24.9	23.8	23.6	10.1	13.8	15.1	21.4	16.6	8.77	47.5
12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	13	13
299	422	107	732	1,329	111	104	4.65	1.48	1.48	0.554	0.687
67.5	67.1	25.7	278	447	10.2	15.9	0.724	0.435	0.378	0.0507	0.106
22.6	15.9	24.0	38.0	33.7	9.20	15.2	15.6	29.4	25.6	9.14	15.5

Table 2. (つづき) (Continued)

樹種および記号 Species and mark		比 重 Specific gravity at test R_u (g/cm ³)	含水率 Moisture content u (%)	平均年輪幅 Average annual ring width W (mm)	晩材率 Late wood percentage L (%)	静 的 曲 げ Static bending			縦 Com- to-
						E_b (10 ⁸ kg/cm ²)	σ_p (kg/cm ²)	σ_b (kg/cm ²)	E_c (10 ⁸ kg/cm ²)
ヤ チ ダ モ YACHIDAMO 67 D	n	57	57	57	—	57	57	57	55
	$\bar{x}$	0.695	14.0	2.26	—	129	496	1,109	148
	S. D.	0.0378	1.17	0.762	—	11.9	70.4	96.7	25.4
	C. V.	5.44	8.21	33.7	—	9.25	14.2	8.72	17.2
ア オ ダ モ AODAMO 68 C	n	13	9	9	—	13	13	13	9
	$\bar{x}$	0.720	13.6	1.50	—	86.0	377	816	125
	S. D.	0.0347	0.403	0.473	—	14.8	56.5	85.0	20.2
	C. V.	4.82	2.98	31.5	—	17.2	15.0	10.4	16.2
キ リ KIRI 69 H	n	13	13	13	—	13	13	13	13
	$\bar{x}$	0.291	12.8	9.12	—	46.9	247	439	50.8
	S. D.	0.0192	1.05	3.78	—	5.30	35.0	42.8	8.89
	C. V.	6.59	8.15	41.5	—	11.3	14.2	9.74	17.5

n : 試 験 体 数 Number of specimens tested
 $\bar{x}$: 算 術 平 均 値 Mean value
 S. D. : 標 準 偏 差 Standard deviation
 C. V. : 変 動 係 数 Coefficient of variation (%)
 R_u : 気 乾 比 重 Specific gravity at test
 u : 含 水 率 Moisture content
 W : 平 均 年 輪 幅 Average annual ring width
 L : 晩 材 率 Latewood percentage
 E_b : 曲 げ ヤ ン グ 係 数 YOUNG's modulus in static bending
 E_c : 縦 圧 縮 ヤ ン グ 係 数 YOUNG's modulus in compression parallel to grain
 E_t : 縦 引 張 ヤ ン グ 係 数 YOUNG's modulus in tension parallel to grain

Table 3. 部 分 圧 縮 試 験
Results of local bearing

樹 種 名 お よ び 記 号 Species and mark	柁 目 面 (Tangential direction)					
	n	R_u (g/cm ³)	σ_p (kg/cm ²)	σ_{1mm} (kg/cm ²)	$\sigma_{\delta\%}$ (kg/cm ²)	$\sigma_{1.5mm}$ (kg/cm ²)
針 葉 樹						
モ ミ MOMI	4 M	5	0.446	64.0	95.3	103.2
			0.021	5.05	7.59	7.97
			4.73	7.88	7.96	7.72
ト ド マ ツ TODOMATSU	7 D	5	0.407	37.3	74.0	84.8
			0.034	7.06	11.6	13.2
			8.38	18.9	15.7	15.5
シ ラ ベ SHIRABE	8 H	6	0.435	36.1	70.6	84.0
			0.062	8.65	18.4	23.4
			14.3	24.0	26.1	27.9
カ ラ マ ツ KARAMATSU	9 J	68	0.570	75.4	145.3	160.5
			0.045	12.4	25.1	28.0
			7.97	16.5	17.2	17.5
エ ゾ マ ツ EZOMATSU	10 C	37	0.411	36.8	69.5	79.7
			0.028	4.53	8.58	9.57
			6.82	12.3	12.4	12.0

圧 縮 pression-parallel- grain		縦 引 張 Tension-parallel- to-grain			せん 断 Shear-parallel- to-grain		か た さ Hardness			衝 撃 曲 げ Impact bending	
σ_p	σ_c	E_t (10^8)	σ_p	σ_t	τ_R	τ_T	H_t	H_r	H_t	R_u	a
(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	kg/cm ²	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/mm ²)	(kg/mm ²)	(kg/mm ²)	(g/cm ³)	(kg·m/cm ²)
55	55	57	57	57	54	54	54	54	54	57	57
324	488	139	1,209	1,729	135	144	5.41	2.05	1.96	0.686	0.941
45.2	49.9	26.0	298	437	16.7	13.3	0.809	0.595	0.557	0.0392	0.238
14.0	10.2	18.7	24.7	25.3	12.3	9.20	15.0	29.0	28.4	5.71	25.3
9	9	7	7	7	9	9	9	9	9	5	5
268	423	116	981	1,649	155	162	5.08	2.56	2.35	0.721	1.11
35.8	24.5	25.3	180	380	7.97	11.6	0.307	0.221	0.296	0.0244	0.325
13.4	5.78	21.7	18.3	23.0	5.13	7.14	6.04	8.64	12.6	3.38	29.2
13	13	11	11	11	13	13	13	13	13	12	12
168	229	43.1	355	549	54.3	59.9	2.42	0.630	0.574	0.301	0.290
17.7	23.0	7.92	69.0	92.7	6.66	8.90	0.280	0.143	0.104	0.0179	0.0379
10.5	10.0	18.4	19.4	16.9	12.3	14.9	11.6	22.6	18.1	5.94	13.1

σ_p : 比 例 限 度 Stress at proportional limit
 σ_b : 曲 げ 強 さ Modulus of rupture in static bending
 σ_c : 縦 圧 縮 強 さ Maximum crushing strength in compression parallel to grain
 σ_t : 縦 引 張 強 さ Maximum strength in tension parallel to grain
 τ_R : せん断強さ (柁目面) Shearing strength (Radial surface)
 τ_T : せん断強さ (板目面) Shearing strength (Tangential surface)
 H_t : 木口面かたさ End hardness
 H_r : 板目面かたさ Side hardness (Tangential surface)
 H_t : 柁目面かたさ Side hardness (Radial surface)
 a : 吸収エネルギー Absorbed energy in impact bending

結 果 (気 乾 状 態)

tests (Air-dry condition)

板 目 面 (Radial direction)							
$\sigma_{2.0mm}$ (kg/cm ²)	n	R_u (g/cm ³)	σ_p (kg/cm ²)	σ_{1mm} (kg/cm ²)	$\sigma_{\delta\%}$ (kg/cm ²)	$\sigma_{1.5mm}$ (kg/cm ²)	$\sigma_{2.0mm}$ (kg/cm ²)
Softwood							
111.2	5	0.452	34.2	57.4	62.5	66.5	70.2
9.05		0.025	8.54	9.30	12.9	14.1	12.6
8.14		5.52	25.0	16.2	20.7	21.3	17.9
93.9	5	0.394	46.6	73.3	76.8	81.6	90.1
14.3		0.032	10.4	16.7	18.6	18.8	19.7
15.2		8.08	22.3	22.8	24.2	23.0	21.9
92.8	5	0.403	36.6	64.8	69.7	73.3	82.7
25.9		0.069	6.91	9.00	12.2	12.7	15.8
27.9		17.1	18.9	13.9	17.6	17.3	19.1
170.1	—						
30.2							
17.8							
87.5	34	0.412	37.9	63.7	68.3	72.3	80.5
10.4		0.030	5.09	9.77	8.55	9.02	10.8
11.9		7.22	13.4	15.4	12.5	12.5	13.4

Table 3. (つづき) (Continued)

樹種名および記号 Species and mark		材 目 面 (Tangential direction)					
		n	R_u (g/cm ³)	σ_p (kg/cm ²)	σ_{1mm} (kg/cm ²)	$\sigma_{8\%}$ (kg/cm ²)	$\sigma_{1.8mm}$ (kg/cm ²)
ツ ガ TSUGA	14 M	4	0.543 — —	84.1 — —	128.2 — —	134.3 — —	143.1 — —
ア カ マ ツ AKAMATSU	15 F	55	0.471 0.068 14.4	47.9 11.5 24.0	89.1 23.6 26.5	96.0 26.1 27.2	102.0 27.6 27.0
ア カ マ ツ AKAMATSU	15 I	27	0.575 0.057 9.97	73.4 12.3 16.8	131.0 20.1 15.4	142.4 22.3 15.6	151.7 23.5 15.5
ア カ マ ツ AKAMATSU	15 L	56	0.573 0.064 11.1	67.6 11.3 16.8	131.0 24.2 18.5	142.6 23.4 16.4	152.6 25.3 16.6
ア カ マ ツ AKAMATSU	Over all	138	0.533 0.081 15.3	60.9 15.8 25.9	114.3 30.9 27.0	124.0 33.3 26.8	132.3 35.7 27.0
ク ロ マ ツ KUROMATSU	17 N	8	0.567 0.047 8.37	66.8 10.3 15.4	130.8 15.6 12.0	142.1 17.9 12.6	152.5 20.1 13.2
ス ギ SUGI	18 G	28	0.372 0.032 8.69	36.2 6.28 17.4	67.8 11.3 16.6	72.1 10.7 14.8	76.9 11.4 14.8
ス ギ SUGI	18 I	27	0.375 0.036 9.48	38.6 7.35 19.0	69.4 13.3 19.1	73.7 13.8 18.8	78.0 14.2 18.2
ス ギ SUGI	18 N	48	0.409 0.041 10.1	47.8 8.53 17.8	84.7 19.0 22.4	89.7 18.5 20.6	95.6 18.4 19.2
ス ギ SUGI	Over all	103	0.390 0.041 10.6	42.3 9.27 21.9	76.1 17.6 23.1	80.7 17.5 21.7	85.9 18.0 21.0
ヒ ノ キ HINOKI	20 J	31	0.386 0.022 5.56	37.4 4.23 11.3	68.0 8.50 12.5	71.2 8.85 12.4	74.5 9.42 12.6
ヒノキアスナロ HINOKIASUNARO	24 F	10	0.426 0.028 6.62	44.0 7.70 17.5	75.5 13.2 17.5	80.1 14.7 18.4	83.4 15.4 18.5
広 葉 樹							
ド ロ ノ キ DORONOKI	25 C	7	0.361 0.018 4.97	20.7 2.07 10.0	35.5 3.28 9.23	38.3 3.62 9.44	41.4 3.96 9.54
サワグルミ SAWAGURUMI	29 H	6	0.325 0.035 10.7	21.4 2.97 13.9	36.0 5.50 15.3	38.5 5.74 14.9	40.6 6.03 14.9
コバノヤマ ハンノキ KOBANOYAMA HANNOKI	72 F	15	0.473 0.021 4.40	38.1 5.13 13.5	68.2 8.40 12.3	73.4 8.98 12.2	77.8 9.36 12.0

$\sigma_{2.0mm}$ (kg/cm ²)	板 目 面 (Radial direction)						
	"	R_u (g/cm ³)	σ_p (kg/cm ²)	σ_{1mm} (kg/cm ²)	$\sigma_k\%$ (kg/cm ²)	$\sigma_{1.5mm}$ (kg/cm ²)	$\sigma_{2.0mm}$ (kg/cm ²)
157.9 — —	3	0.552 — —	62.0 — —	87.6 — —	93.7 — —	97.6 — —	107.7 — —
112.9 31.3 27.8	—						
169.9 27.6 16.3	26	0.566 0.062 11.0	55.8 6.87 12.3	98.7 12.6 12.7	105.6 13.8 13.1	114.8 17.4 15.1	123.4 15.5 12.6
168.8 28.7 17.0	—						
146.7 40.3 27.5	26	0.566 0.062 11.0	55.8 6.87 12.3	98.7 12.6 12.7	105.6 13.8 13.1	114.8 17.4 15.1	123.4 15.5 12.6
171.4 23.5 13.7	—						
83.6 15.0 18.0	26	0.372 0.031 8.29	27.8 5.36 19.3	50.6 8.83 17.5	54.5 9.59 17.6	57.9 10.7 18.5	66.1 11.1 16.8
85.6 15.2 17.8	27	0.376 0.037 9.72	27.4 6.40 23.3	50.9 9.77 19.2	52.7 8.94 17.0	55.9 8.96 16.0	62.8 10.4 16.6
104.0 20.1 19.4	—						
93.6 20.0 21.4	53	0.374 0.034 8.98	27.6 5.86 21.2	50.7 9.23 18.2	53.6 9.23 17.2	56.9 9.82 17.3	64.4 10.8 16.7
80.0 10.5 13.1	31	0.382 0.020 5.20	43.0 6.07 14.2	73.1 9.95 13.6	77.1 9.97 12.9	81.3 10.4 12.8	89.3 11.5 12.9
89.5 15.8 17.6	—						

Hardwood

46.5 4.52 9.71	7	0.341 0.002 0.51	26.6 4.03 15.2	46.4 6.76 14.6	49.7 6.77 13.6	53.6 6.85 12.8	58.7 7.80 13.3
44.5 6.98 15.7	5	0.323 0.031 9.71	24.7 5.13 20.7	44.9 6.86 15.3	47.7 8.10 17.0	50.6 9.23 18.3	52.2 14.1 27.0
86.8 10.5 12.1	8	0.493 0.015 3.02	55.1 3.46 6.28	99.4 4.38 4.41	107.1 5.63 5.26	113.3 6.59 5.81	124.1 7.39 5.95

Table 3. (つづき) (Continued)

樹種名および記号 Species and mark		目 面 (Tangential direction)					
		n	R_u (g/cm ²)	σ_p (kg/cm ²)	σ_{1mm} (kg/cm ²)	$\sigma_{8\%}$ (kg/cm ²)	$\sigma_{1.5mm}$ (kg/cm ²)
マ カ ン バ MAKAMBA	33 D	34	0.692 0.032 4.63	81.6 9.18 11.3	149.7 14.2 9.46	161.7 15.1 9.37	172.8 16.1 9.30
ア サ ダ ASADA	35 D	4	0.711 — —	81.1 — —	144.3 — —	157.9 — —	171.5 — —
ク リ KURI	36 F	10	0.561 0.033 5.82	51.6 3.32 6.43	94.9 5.10 5.38	102.2 5.35 5.24	109.2 5.84 5.35
ブ ナ BUNA	38 E	22	0.654 0.034 5.19	62.8 9.36 14.9	119.4 14.6 12.3	129.7 15.6 12.1	139.8 16.5 11.8
ブ ナ BUNA	38 F	22	0.622 0.055 8.77	64.5 10.9 16.9	108.9 14.6 13.4	118.1 15.8 13.4	126.7 16.7 13.2
ブ ナ BUNA	38 H	25	0.620 0.044 7.09	59.4 8.55 14.4	111.0 14.2 12.8	120.7 15.7 13.0	129.4 17.2 13.3
ブ ナ BUNA	38 K	45	0.641 0.045 6.95	64.5 7.89 12.2	117.9 13.8 11.7	127.5 14.6 11.5	137.0 15.6 11.4
ブ ナ BUNA	38 L	33	0.660 0.070 10.6	76.2 13.4 17.6	126.8 19.7 15.5	137.9 21.3 15.5	148.8 23.7 15.9
ブ ナ BUNA	Over all	147	0.641 0.053 8.26	66.0 11.6 17.5	117.6 16.6 14.1	127.6 17.9 14.1	137.2 19.6 14.3
ア カ ガ シ AKAGASHI	40 N	50	0.962 0.055 5.68	137.2 17.1 12.5	244.6 27.6 11.3	271.9 32.0 11.8	296.4 34.5 11.6
シ ラ カ シ SHIRAKASHI	41 N	12	0.899 0.058 6.49	104.8 11.5 10.9	213.3 17.0 7.95	238.9 22.3 9.35	257.3 26.3 10.2
イ チ イ ガ シ ICHIIGASHI	43 N	13	0.823 0.065 7.90	98.2 17.4 17.7	192.8 23.2 12.0	213.5 26.6 12.5	228.9 29.3 12.8
ミ ズ ナ ラ MIZUNARA	45 C	32	0.663 0.058 8.71	63.3 9.46 14.9	119.7 16.8 14.0	130.3 18.9 14.5	141.2 20.9 14.8
ミ ズ ナ ラ MIZUNARA	45 D	25	0.724 0.054 7.46	70.5 11.0 15.6	132.1 15.9 12.0	143.9 15.4 10.7	157.0 17.4 11.1
ミ ズ ナ ラ MIZUNARA	45 F	53	0.732 0.064 8.75	73.5 9.70 13.2	134.1 22.7 16.9	147.0 22.9 15.6	159.7 24.6 15.4
ミ ズ ナ ラ MIZUNARA	45 K	72	0.693 0.067 9.71	74.3 11.1 15.0	135.4 19.7 14.6	146.7 21.6 14.7	158.5 23.7 14.9

$\sigma_{2.0mm}$ (kg/cm ²)	板 目 面 (Radial direction)						
	n	R_u (g/cm ³)	σ_p (kg/cm ²)	σ_{1mm} (kg/cm ²)	$\sigma_{5\%}$ (kg/cm ²)	$\sigma_{1.5mm}$ (kg/cm ²)	$\sigma_{2.0mm}$ (kg/cm ²)
192.7 17.6 9.14	—						
194.5 — —	5	0.700 0.002 0.24	126.0 8.64 6.86	209.8 16.7 7.97	226.9 19.7 8.69	241.9 22.4 9.27	264.7 25.5 9.62
122.0 6.59 5.41	—						
157.1 18.1 11.5	24	0.654 0.038 5.88	92.8 11.3 12.2	163.9 15.5 9.47	176.3 16.5 9.39	193.7 23.2 12.0	210.5 18.5 8.80
142.8 17.7 12.4	22	0.631 0.044 7.03	98.9 14.8 15.0	153.1 20.2 13.2	164.4 21.6 13.1	174.6 23.1 13.2	192.5 24.9 12.9
144.8 18.4 12.7	34	0.626 0.043 6.85	88.0 9.90 11.3	157.5 14.9 9.47	169.4 16.7 9.87	179.2 17.0 9.49	196.9 19.1 9.69
153.3 17.5 11.4	—						
167.2 27.1 16.2	34	0.649 0.066 10.1	96.5 11.0 11.4	159.8 23.9 14.9	172.3 25.0 14.5	181.8 27.6 15.2	200.3 31.7 15.8
154.0 21.8 14.2	113	0.640 0.051 7.98	93.2 11.2 12.0	158.2 18.6 11.8	170.3 20.0 11.7	181.6 23.1 12.7	199.4 24.3 12.2
338.6 38.6 11.4	—						
292.0 29.9 10.2	—						
259.2 34.1 13.2	—						
159.1 23.9 15.0	29	0.675 0.058 8.60	98.5 15.6 15.8	167.7 21.6 12.9	180.2 22.9 12.7	192.5 25.1 13.0	214.0 29.1 13.6
178.5 20.2 11.3	22	0.712 0.055 7.70	99.1 16.4 16.6	173.0 26.0 15.0	187.1 28.4 15.2	201.4 30.1 15.0	224.7 33.1 14.7
183.8 33.7 18.3	—						
177.6 26.8 15.1	—						

Table 3. (つづき) (Continued)

樹種名および記号 Species and mark		柢 目 面 (Tangential direction)					
		n	R_u (g/cm ³)	σ_p (kg/cm ²)	σ_{1mm} (kg/cm ²)	$\sigma_{5\%}$ (kg/cm ²)	$\sigma_{1.5mm}$ (kg/cm ²)
ミズナラ MIZUNARA	Over all	182	0.703 0.068 9.59	71.6 11.1 15.5	131.8 20.4 15.5	143.5 21.5 15.0	155.6 23.6 15.1
ハルニレ HARUNIRE	47 C	6	0.577 0.041 7.02	58.6 8.17 13.9	113.9 11.3 9.91	123.6 12.5 10.1	132.9 13.9 10.4
ケヤキ KEYAKI	48 H	27	0.590 0.054 9.19	76.1 17.9 23.5	138.9 26.9 19.4	149.6 28.3 18.9	160.4 29.2 18.2
カツラ KATSURA	50 D	6	0.496 0.039 7.89	48.4 6.67 13.8	88.9 12.2 13.7	95.0 12.9 13.6	101.8 13.9 13.7
ホノキ HONOKI	51 D	3	0.462 — —	48.1 — —	87.5 — —	92.9 — —	99.1 — —
タブノキ TABUNOKI	53 N	11	0.698 0.049 7.01	91.2 15.7 17.2	175.4 20.7 11.8	189.3 22.7 12.0	201.5 25.2 12.5
イスノキ ISUNOKI	54 N	9	0.907 0.097 10.6	126.2 38.0 30.1	240.0 65.2 27.2	266.3 75.2 28.2	286.2 83.7 29.3
イタヤカエデ ITAYAKAEDE	59 D	—					
シナノキ SHINANOKI	61 C	5	0.510 0.516 3.12	36.5 5.38 14.8	69.5 10.7 15.4	74.8 11.2 15.0	80.3 11.7 14.6
ハリギリ(セン) HARIGIRI (SEN)	64 D	6	0.513 0.049 9.44	42.3 4.37 10.3	79.3 8.75 11.0	85.8 9.70 11.3	92.4 10.8 11.7
シオジ SHIOJI	66 H	5	0.567 0.070 12.3	78.5 16.4 20.9	136.4 27.4 20.1	145.6 30.8 21.2	154.4 33.2 21.5
ヤチダモ YACHIDAMO	67 D	27	0.693 0.037 5.27	73.0 12.4 17.1	137.4 19.8 14.4	148.7 21.0 14.2	160.9 22.4 13.9
アオダモ AODAMO	68 C	5	0.745 0.016 2.09	103.1 15.7 15.2	188.7 22.5 11.9	202.9 24.0 11.8	216.6 24.9 11.5
キリ KIRI	69 H	7	0.286 0.020 7.10	23.9 4.20 17.5	43.4 9.19 21.2	46.2 9.61 20.8	48.1 9.89 20.6

 n : 試験体数

Number of specimens tested

 R_u : 気乾比重

Specific gravity at test

 σ_p : 部分圧縮比例限度

Stress at proportional limit

 σ_{1mm} : 1mm 部分圧縮強さ

Compressive strength when compressed to 1mm of side length

 $\sigma_{5\%}$: 5% 部分圧縮強さ

Compressive strength when compressed to 5% of side length

板 目 面 (Radial direction)							
$\sigma_{2.0mm}$ (kg/cm ²)	<i>n</i>	R_u (g/cm ³)	σ_p (kg/cm ²)	σ_{1mm} (kg/cm ²)	$\sigma_{\delta\%}$ (kg/cm ²)	$\sigma_{1.5mm}$ (kg/cm ²)	$\sigma_{2.0mm}$ (kg/cm ²)
176.3 28.8 16.3	51	0.691 0.059 8.54	98.7 15.8 16.0	170.0 23.5 13.8	183.2 25.4 13.9	196.3 27.5 14.0	218.6 31.0 14.2
149.0 16.3 11.0	6	0.610 0.049 7.96	74.9 8.91 11.9	134.9 18.2 13.5	143.2 19.4 13.5	153.8 21.2 13.8	171.0 24.1 14.1
178.6 33.6 18.8	25	0.600 0.068 11.4	101.4 21.6 21.3	167.0 29.1 17.5	179.2 33.4 18.6	190.6 36.3 19.1	209.7 39.7 18.9
113.3 15.5 13.7	6	0.493 0.031 6.35	55.0 6.68 12.1	99.1 11.2 11.3	106.7 12.1 11.4	113.3 12.8 11.3	125.1 14.2 11.4
109.2 — —	3	0.484 — —	79.4 — —	141.0 — —	147.3 — —	154.0 — —	166.3 — —
223.0 27.4 12.3	—						
327.2 97.1 29.7	—						
88.8 12.9 14.5	6	0.521 0.015 2.92	55.9 6.66 11.9	100.4 7.47 7.44	107.1 8.26 7.72	113.2 7.47 6.60	123.2 7.33 5.95
103.8 12.4 12.0	6	0.509 0.043 8.51	47.7 8.91 18.7	87.4 11.6 13.2	94.5 10.7 11.3	100.6 11.5 11.5	112.1 14.3 12.8
169.9 36.8 21.7	6	0.562 0.053 9.49	61.4 16.2 26.4	98.5 21.5 21.9	106.3 19.4 18.3	115.7 26.1 22.6	132.4 28.1 21.3
181.4 24.2 13.4	28	0.689 0.039 5.60	76.4 14.8 19.4	122.4 14.0 11.5	136.2 16.3 12.0	147.7 17.9 12.1	168.2 20.8 12.3
247.0 35.6 14.4	4	0.718 — —	98.7 — —	182.4 — —	198.4 — —	212.8 — —	237.8 — —
51.3 10.4 20.3	6	0.294 0.017 5.84	26.5 2.91 11.0	45.6 9.90 21.7	49.4 10.5 21.3	52.8 10.6 20.1	58.5 9.96 17.0

 $\sigma_{1.5mm}$: 1.5mm 部分圧縮強さ $\sigma_{2.0mm}$: 2.0mm 部分圧縮強さ

上段の数値 : 平均値

中段の数値 : 標準偏差

下段の数値 : 変動係数(%)

Compressive strength when compressed to 1.5mm of side length

Compressive strength when compressed to 2.0mm of side length

top line's figure : mean value

middle line's figure : standard deviation

bottom line's figure : coefficient of variation (%)

Table 4. 各強度的性質の
Relation among mechanical

樹 種 名 Species			記 号 Mark	静 的 曲 げ Static bending			縦 圧 縮 Compression parallel to grain		
				σ_p/σ_b	σ_b/R_u (km)	σ_b/E_b 10 ⁻²	σ_p/σ_c	σ_c/R_u (km)	σ_c/E_c 10 ⁻²
針 葉 樹									
モ	ミ	MOMI	4 M	0.55	13.8	0.72	0.70	7.4	0.35
ト	ド マ ツ	TODOMATSU	7 D	0.50	17.7	0.85	0.73	8.5	0.32
シ	ラ ベ	SHIRABE	8 H	0.50	18.3	0.75	0.68	7.9	0.26
カ	ラ マ ツ	KARAMATSU	9 J	0.55	16.7	0.84	0.75	9.2	0.36
エ	ゾ マ ツ	EZOMATSU	10 C	0.55	18.0	0.72	0.70	9.0	0.29
ツ	ガ	TSUGA	14 M	0.54	13.8	0.97	0.69	7.3	0.49
ア	カ マ ツ	AKAMATSU	15 L	0.49	15.8	0.84	0.71	8.4	0.36
	"	"	15 F	0.51	16.1	0.77	0.74	8.4	0.35
	"	"	15 I	0.55	18.4	0.85	0.64	8.4	0.34
	"	"	Over all	0.52	16.8	0.82	0.69	8.4	0.35
ク	ロ マ ツ	KUROMATSU	17 N	0.51	15.6	0.95	0.66	7.8	0.42
ス	ギ	SUGI	18 I	0.60	17.4	0.80	0.67	8.4	0.32
	"	"	18 G	0.59	17.2	0.80	0.67	9.2	0.36
	"	"	18 N	0.55	16.8	0.84	0.77	8.6	0.37
	"	"	Over all	0.58	17.1	0.81	0.70	8.7	0.35
ヒ	ノ キ	HINOKI	20 J	0.55	17.5	0.86	0.79	8.7	0.37
ヒノキアスナロ		HINOKIASUNARO	24 F	0.47	15.7	0.84	0.74	8.5	0.38
Over all (n=11)			$\bar{x}$ S. D.	0.53 0.030	16.5 1.49	0.83 0.078	0.71 0.035	8.3 0.60	0.36 0.059
広 葉 樹 (散 孔 材)									
ド	ロ ノ キ	DORONOKI	25 C	0.52	12.6	0.58	0.66	7.2	0.27
サ	ワ グ ル ミ	SAWAGURUMI	29 H	0.56	15.7	0.71	0.70	7.8	0.28
コバノヤマハシノキ		KOBANOYAMAHANNOKI	72 F	0.52	17.4	0.85	0.56	8.3	0.33
マ	カ ン バ	MAKAMBA	33 D	0.52	15.2	0.86	0.68	6.7	0.36
ア	サ ダ	ASADA		0.54	17.5	0.89	0.68	8.1	0.37
ブ	ナ	BUNA	38 E	0.47	14.2	0.98	0.67	6.5	0.39
	"	"	38 F	0.43	10.2	0.71	0.67	6.9	0.42
	"	"	38 H	0.48	14.8	0.94	0.65	6.6	0.35
	"	"	38 K	0.54	15.5	1.00	0.70	7.3	0.40
	"	"	38 L	0.44	12.5	0.76	0.68	7.2	0.40
	"	"	Over all	0.47	13.5	0.88	0.67	6.8	0.39
カ	ツ ラ	KATSURA	50 J	0.53	15.8	0.97	0.68	7.6	0.39
ホ	オ ノ キ	HONOKI	51 D	0.51	15.7	0.98	0.70	7.2	0.39
タ	ブ ノ キ	TABUNOKI	53 N	0.55	15.3	0.94	0.69	7.4	0.40
イ	ス ノ キ	ISUNOKI	54 N	0.53	14.8	0.91	0.66	7.4	0.43
イタヤカエデ		ITAYAKAEDE	59 D	0.52	15.0	1.07	0.67	6.2	0.41
シ	ナ ノ キ	SHINANOKI	61 C	0.49	13.6	0.71	0.68	7.6	0.33

相互関係 (気乾状態)

properties (Air-dry condition)

縦引張 Tension parallel to grain		せん断 Shear parallel to grain		かたさ Hard- ness	衝撃曲げ Impact bending	相 互 関 係 Relation					
σ_p/σ_t	σ_t/E_t 10 ⁻²	τ_R/R_u (km)	τ_T/τ_R	H_t/H_r	a/r_u^2	σ_c/H_t	σ_c/τ_R	$r=\sigma_t/\sigma_c$	ϕ $=\frac{3r-1}{r+1}$	ϕ_{ob} $=\sigma_b/\sigma_c$	ϕ_{ob}/ϕ
Softwood											
0.65	1.09	2.2	1.04	1.24	2.9	125	3.3	2.85	1.96	1.88	0.96
0.69	0.95	2.3	0.92	0.94	3.1	90	3.8	2.68	1.91	2.00	1.05
0.67	1.15	1.8	1.00	1.00	3.3	90	4.5	3.98	2.20	2.33	1.06
0.56	1.05	2.3	0.80	1.58	1.9	104	4.0	2.73	1.93	1.83	0.95
0.60	1.23	2.1	0.95	0.99	3.4	105	4.3	3.44	2.10	1.99	0.95
0.63	1.14	2.2	1.11	1.50	1.5	123	3.4	2.70	1.92	1.88	0.98
—	1.20	2.1	0.95	1.22	1.8	74	4.0	3.09	2.02	1.91	0.94
—	1.10	2.2	0.96	1.09	2.1	86	3.8	3.01	2.00	1.93	0.97
0.73	1.09	2.2	0.93	1.14	2.1	105	3.8	2.95	1.99	2.17	1.09
0.73	1.13	2.1	0.95	1.16	2.0	87	3.9	3.12	2.03	2.00	0.99
0.70	1.21	1.9	0.93	1.30	2.2	73	3.9	2.76	1.94	2.09	1.08
0.62	0.94	2.2	0.84	1.85	3.0	105	3.8	2.92	1.98	2.08	1.05
0.65	0.92	2.1	0.87	1.24	2.2	121	4.4	2.60	1.89	1.89	1.00
0.70	1.14	2.5	0.80	1.53	3.2	96	3.4	2.86	1.96	1.97	1.00
0.65	0.99	2.3	0.83	1.46	2.8	106	3.8	2.79	1.94	1.98	1.02
—	1.30	2.6	1.05	0.90	3.6	101	3.4	3.67	2.14	2.02	0.94
—	1.22	2.2	1.10	0.74	2.3	86	3.7	3.19	2.05	1.90	0.93
0.65	1.13	2.2	0.97	1.18	2.6	99	3.8	3.08	2.01	1.99	0.99
0.049	0.10	0.20	0.096	0.27	0.66	15	0.35	0.42	0.095	0.13	0.050
Hardwood (Diffuse porous wood)											
—	0.87	1.7	1.18	0.80	2.5	102	4.3	2.98	1.99	1.76	0.88
0.72	1.14	1.7	1.09	0.85	3.9	100	4.5	3.72	2.15	2.06	0.96
0.57	1.26	2.0	1.18	0.79	2.8	88	4.2	3.85	2.18	2.10	0.96
0.63	1.12	2.1	1.21	0.83	2.0	95	3.2	3.00	2.00	2.30	1.15
0.66	1.28	2.4	0.83	0.78	2.4	98	3.4	3.17	2.04	2.16	1.06
0.59	1.33	2.4	0.81	0.81	2.8	88	2.7	3.05	2.01	2.23	1.11
—	1.28	2.4	0.86	0.73	2.1	72	2.7	2.73	1.93	1.59	0.82
0.61	1.40	2.0	1.19	0.71	2.3	88	3.3	3.31	2.07	2.26	1.09
0.64	1.41	2.5	0.83	0.77	2.8	92	2.9	3.11	2.03	2.14	1.05
—	1.19	2.5	0.83	0.78	2.1	74	2.9	2.58	1.88	1.76	0.94
0.61	1.33	2.4	0.89	0.77	2.4	81	2.9	2.95	1.99	1.99	1.00
0.67	1.23	2.4	0.91	0.86	2.2	96	3.2	2.97	1.99	2.10	1.06
0.63	1.31	2.5	0.82	0.76	2.1	99	3.0	2.97	1.99	2.14	1.08
0.70	1.11	2.3	0.92	0.86	2.1	89	3.3	2.57	1.88	2.03	1.08
0.67	1.13	2.3	0.90	0.87	2.7	88	3.1	2.57	1.88	2.01	1.07
0.65	1.44	2.8	0.84	0.68	1.7	83	2.3	3.29	2.07	2.33	1.13
0.57	0.99	1.9	1.16	0.67	3.1	102	4.1	2.83	1.96	1.79	0.91

Table 4. (つづき) (Continued)

樹 種 名 Species	記 号 Mark	静 的 曲 げ Static bending			縦 圧 縮 Compression parallel to grain		
		σ_p/σ_b	σ_b/R_u (km)	σ_b/E_b 10^{-2}	σ_p/σ_c	σ_c/R_u (km)	σ_c/E_c 10^{-2}
Over all (n=12)	$\bar{x}$ S. D.	0.52 0.023	15.2 1.40	0.86 0.13	0.67 0.035	7.4 0.57	0.36 0.048

広 葉 樹 (環 孔 材)

ク リ KURI	36F	0.52	13.6	0.86	0.66	7.3	0.40
ミ ズ ナ ラ MIZUNARA	45C	0.48	13.3	0.86	0.66	6.4	0.37
" " "	45D	0.46	13.9	0.98	0.66	6.3	0.39
" " "	45F	0.44	14.8	0.85	0.61	7.3	0.40
" " "	45K	0.46	14.3	1.01	0.69	6.8	0.44
" " "	Over all	0.46	14.1	0.93	0.65	6.7	0.40
ハ ル ニ レ HARUNIRE	47C	0.47	15.4	0.82	0.66	7.5	0.35
ケ ヤ キ KEYAKI	48H	0.52	17.2	1.13	0.65	7.6	0.44
ハ リ ギ リ (セ ン) HARIGIRI(SEN)	64D	0.48	14.5	0.91	0.70	6.7	0.36
シ オ ジ SHIOJI	66H	0.53	15.9	0.89	0.71	7.6	0.36
ヤ チ ダ モ YACHIDAMO	67D	0.45	16.0	0.86	0.66	7.1	0.33
ア オ ダ モ AODAMO	68C	0.46	11.3	0.95	0.63	5.8	0.34
キ リ KIRI	69H	0.56	15.1	0.94	0.73	7.8	0.45
Over all (n=9)	$\bar{x}$ S. D.	0.49 0.037	14.8 1.60	0.92 0.084	0.67 0.031	7.1 0.60	0.38 0.041

広 葉 樹 (放 射 孔 材)

ア カ ガ シ AKAGASHI	40N	0.53	14.8	0.85	0.69	7.6	0.38
シ ラ カ シ SHIRAKASHI	41N	0.55	14.9	0.81	0.70	7.3	0.36
イ チ イ ガ シ ICHIIGASHI	43N	0.56	15.8	0.91	0.71	7.5	0.37
Over all (n=3)	$\bar{x}$	0.55	15.2	0.86	0.70	7.5	0.37

See footnote in Table 2.

縦 引 張 Tension parallel to grain		せん 断 Shear parallel to grain		かたさ Hard- ness	衝撃曲げ Impact bending	相 互 関 係 Relation					
σ_p/σ_t	σ_t/E_t 10^{-2}	τ_R/R_u (km)	τ_T/τ_R	H_t/H_r	a/r_u^2	σ_c/H_t	σ_c/τ_R	$r=\sigma_t/\sigma_c$	ϕ $=\frac{3r-1}{r+1}$	ϕ_{ob} $=\sigma_b/\sigma_c$	ϕ_{ob}/ϕ
0.64	1.18	2.2	0.99	0.79	2.5	93	3.5	3.07	2.01	2.06	1.03
0.046	0.15	0.32	0.15	0.064	0.56	7.0	0.64	0.38	0.087	0.16	0.082

Hardwood (Ring porous wood)

0.67	1.13	2.1	1.03	0.75	2.1	75	3.6	2.48	1.85	1.84	0.99
0.60	1.49	2.1	0.85	0.81	2.0	86	3.1	3.61	2.13	2.09	0.98
0.66	1.27	2.2	0.91	0.79	2.0	88	2.8	2.73	1.93	2.21	1.15
0.62	1.24	2.0	1.06	0.81	2.1	73	3.6	2.75	1.93	2.02	1.05
0.68	1.29	2.1	1.07	0.85	1.4	88	3.2	2.55	1.87	2.12	1.13
0.64	1.32	2.1	0.97	0.82	2.0	83	3.2	2.87	1.97	2.10	1.07
0.62	1.47	2.1	0.99	0.92	1.7	96	3.5	3.91	2.19	2.05	0.94
0.69	1.51	2.2	0.98	0.86	2.8	86	3.5	2.87	1.97	2.26	1.15
0.71	1.46	1.9	1.03	0.91	2.4	92	3.4	3.46	2.10	2.23	1.06
0.55	1.24	2.0	0.94	1.00	2.2	91	3.8	3.15	2.04	2.12	1.04
0.70	1.24	1.9	1.07	0.96	2.0	90	3.6	3.54	2.12	2.27	1.07
0.60	1.42	2.2	1.05	0.92	2.1	83	2.7	3.90	2.18	1.93	0.89
0.65	1.27	1.9	1.10	0.91	3.2	95	4.2	2.40	1.82	1.92	1.05
0.65	1.34	2.0	1.02	0.89	2.3	88	3.5	3.18	2.03	2.08	1.03
0.049	0.12	0.12	0.049	0.071	0.43	6.4	0.39	0.53	0.13	0.15	0.073

Hardwood (Radial porous wood)

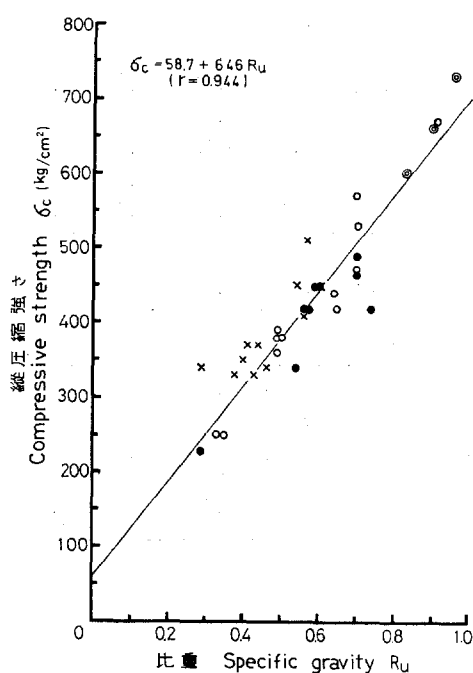
0.73	1.06	2.4	0.90	0.80	1.6	86	3.2	2.42	1.83	1.97	1.08
0.72	1.24	2.3	0.86	0.83	1.9	88	3.2	3.08	2.02	2.04	1.01
0.71	1.34	2.4	0.89	0.84	2.4	83	3.1	3.23	2.05	2.17	1.06
0.72	1.21	2.4	0.88	0.82	2.0	86	3.2	2.91	1.97	2.06	1.05

Table 5. 回帰分析結果
Results of regression analysis

Linea regression equation	(r)	Exponential regression equation	(r)
$\sigma_c = 58.7 + 646R_u$	(0.944)	$\sigma_c = 688R_u^{0.846}$	(0.940)
$\sigma_t = 354 + 1673R_u$	(0.832)	$\sigma_t = 2023R_u^{0.781}$	(0.835)
$\sigma_b = 83.1 + 1390R_u$	(0.940)	$\sigma_b = 1462R_u^{0.915}$	(0.933)
$E_b = 21.4 \cdot 10^8 + 140 \cdot 10^8 R_u$	(0.866)	$E_b = 154 \cdot 10^8 R_u^{0.747}$	(0.842)
$\sigma_b = 19.3 + 8.45 \cdot 10^{-8} E_b$	(0.926)	$\sigma_b = 8.78 \cdot 10^{-8} E_b^{0.995}$	(0.900)
$H_t = -0.0756 + 8.35R_u$	(0.931)	$H_t = 8.21R_u^{1.012}$	(0.915)
$a = -0.484 + 2.25R_u$	(0.909)	$a = 1.75R_u^{1.48}$	(0.931)
$\tau_R = -19.3 + 252R_u$	(0.961)	$\tau_R = 238R_u^{1.171}$	(0.954)
$\sigma_c = 88.4 + 72.2H_t$	(0.947)	$\sigma_c = 131H_t^{0.767}$	(0.942)

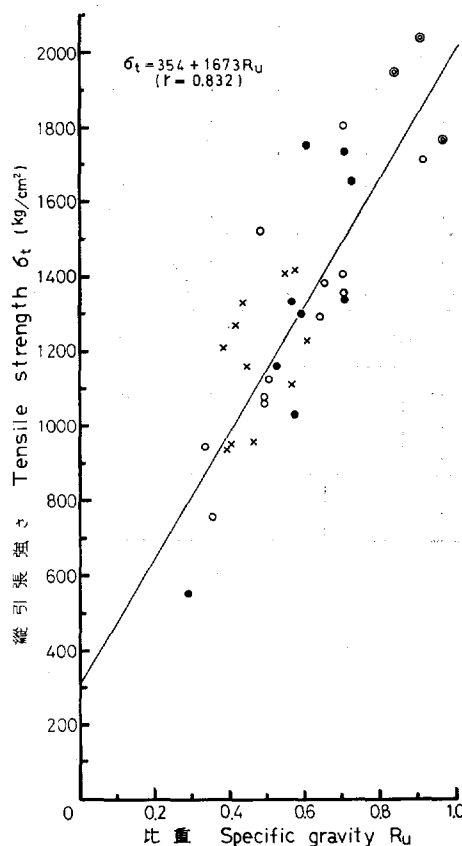
See footnote in Table 2.

r: 相関係数 Correlation coefficient



× 針葉樹材: soft wood
 ○ 散孔材: diffuse porous wood
 ● 環孔材: ring porous wood
 ⊙ 放射孔材: radial porous wood

Fig. 1 から 12 まで、同じ凡例が用いられている。
 From figure 1 to 12, the same legend is used.

Fig. 1 比重 (R_u) と縦圧縮強さ (σ_c) との関係
Relationship between specific gravity (R_u) and compressive strength (σ_c).Fig. 2 比重 (R_u) と縦引張強さ (σ_t) との関係
Relationship between specific gravity (R_u) and tensile strength (σ_t).

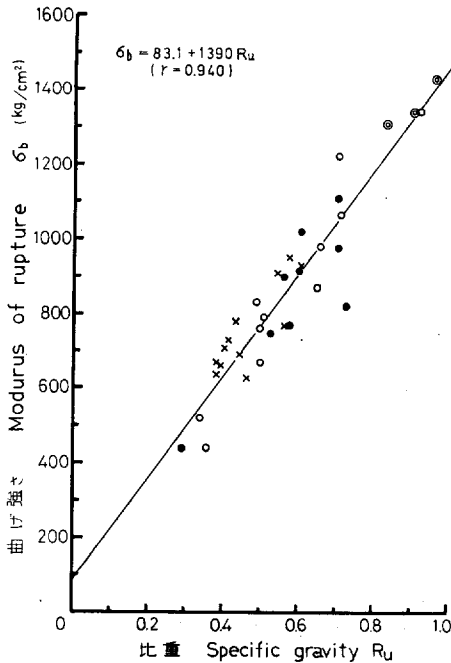


Fig. 3 比重 (R_u) と曲げ強さ (σ_b) との関係
Relationship between specific gravity (R_u) and modulus of rupture (σ_b).

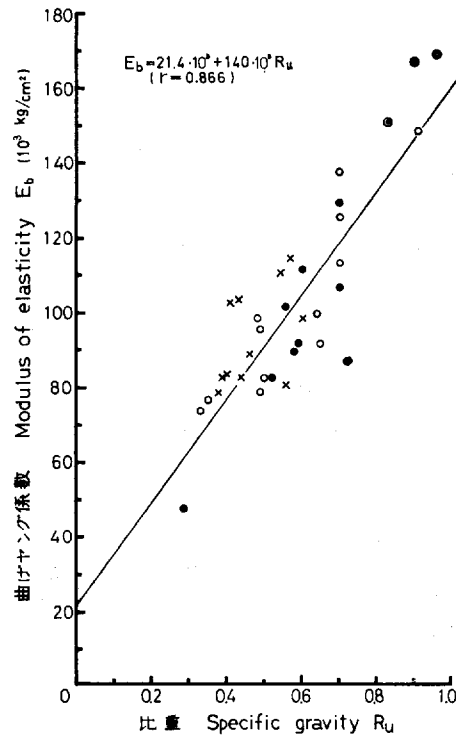


Fig. 4 比重 (R_u) と曲げヤング係数 (E_b) との関係
Relationship between specific gravity (R_u) and modulus of elasticity (E_b).

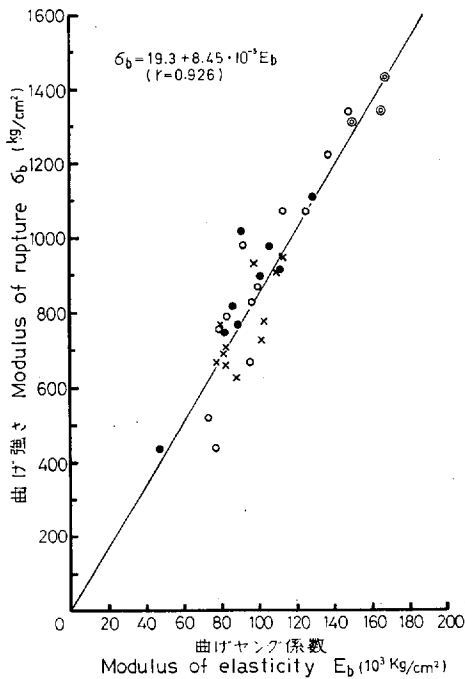


Fig. 5 曲げヤング係数 (E_b) と曲げ強さ (σ_b) との関係
Relationship between modulus of elasticity (E_b) and modulus of rupture (σ_b).

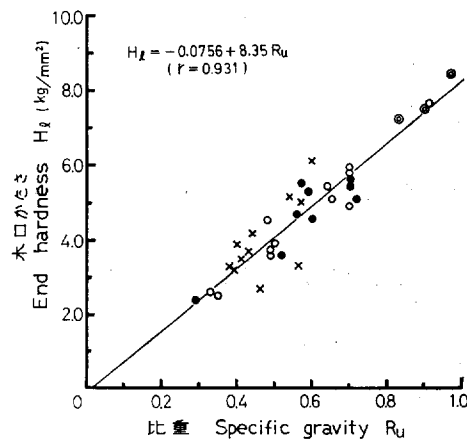


Fig. 6 比重 (R_u) と木口かたさ (H_t) との関係
Relationship between specific gravity (R_u) and end hardness (H_t).

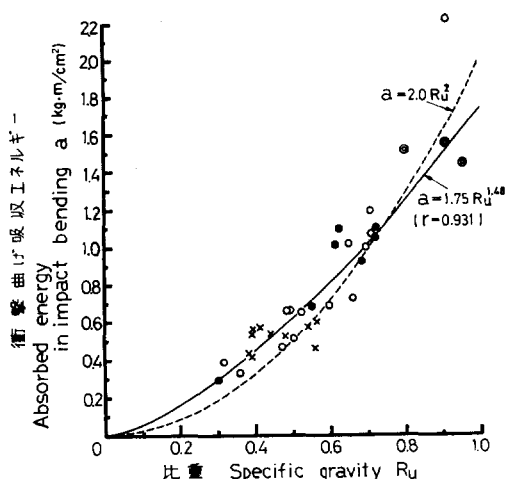


Fig. 7 比重 (R_u) と衝撃曲げ吸収エネルギー (a) との関係

Relationship between specific gravity (R_u) and absorbed energy in impact bending (a).

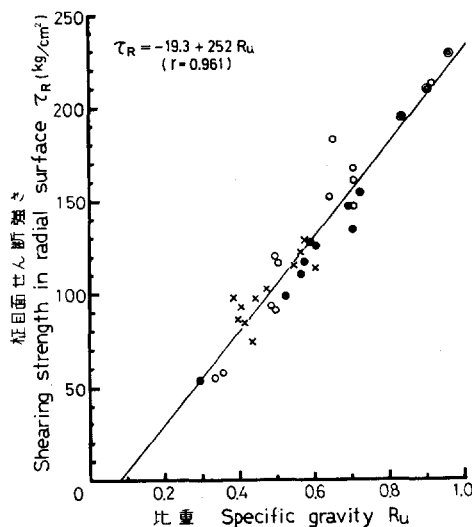


Fig. 8 比重 (R_u) と柱目面せん断強さ (τ_R) との関係

Relationship between specific gravity (R_u) and shearing strength in radial surface (τ_R).

かえないように思われた。

部分圧縮強さとめりこみ量との関係を見ると、応力ひずみ曲線⁹⁾の初期の部分は、ゆるやかなS字型を示し、部分圧縮比例限度時のめりこみ量は、およそ1.2~1.6% (0.3~0.4mm)の範囲であった。また、部分圧縮比例限度と5%部分圧縮強さとの間には、Fig. 10に示したように、前者は後者の約1/2の

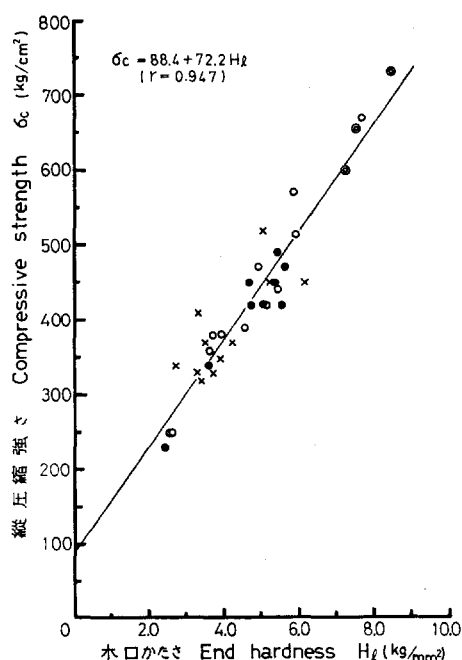


Fig. 9 木口かたさ (H_t) と縦圧縮強さ (σ_c) との関係

Relationship between end hardness (H_t) and compressive strength (σ_c).

針葉樹材と広葉樹材とでは、詳細にみると、異なる関係にあるとも言えようが、ここでは、全樹種をまとめて上記の関係を求めた。

衝撃曲げ吸収エネルギー (a) と気乾比重 (R_u) との関係は、 $a = 1.75 R_u^{1.48}$ で、相関係数 0.93 が得られた。この結果は、従来言われている⁷⁾ $a = 2.0 R_u^2$ の関係とは異なり、A. TAKAHASHI⁸⁾ らが、日本産針葉樹 11 種、広葉樹 27 種、合計 38 樹種について、 $a = 1.54 R_u^{1.69}$ の結果を相関係数 0.83 で得ているのと類似していた。しかし、Fig. 7 に $a = 2.0 R_u^2$ の式より求めた値を破線で示したが、実用的には、2乗の式を利用しても差しつ

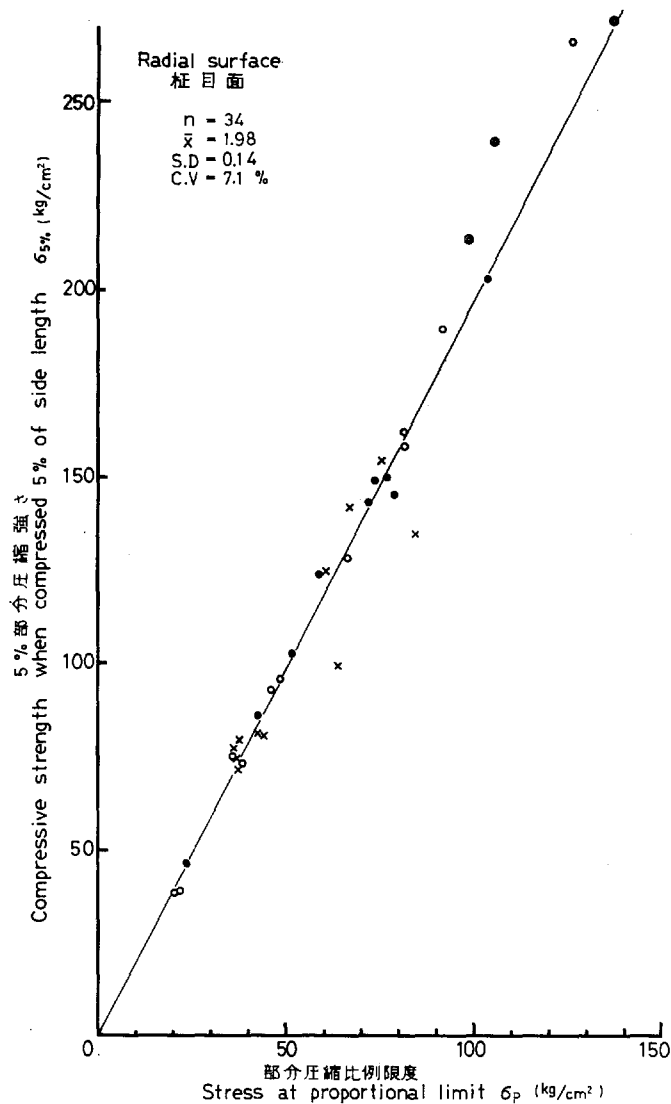


Fig. 10 柱目面での部分圧縮比例限度応力 (σ_p) と 5% 部分圧縮強さとの関係

Relationship between stress at proportional limit and compressive strength when compressed 5% of side length in local bearing test on radial surface.

値を示す関係が認められた。気乾比重と柱目面の部分圧縮比例限度、5%部分圧縮強さとの関係を Fig. 11, 12 に示した。試験体を採取できなかったイタヤカエデを除く 34 樹種について、いずれも高い相関が認められた。しかし、ここでも、詳細にみると、針葉樹材と広葉樹材では、やや異なる直線回帰式が得られている。

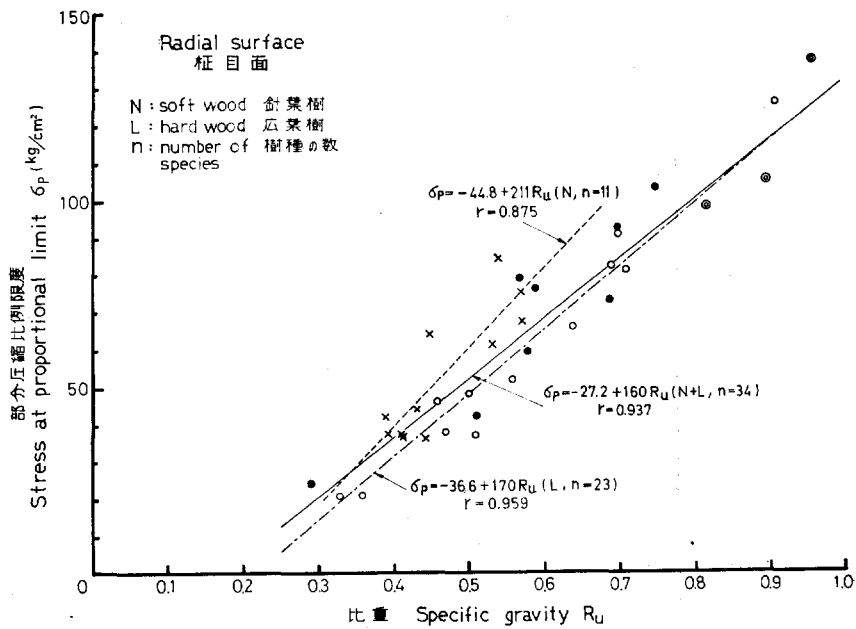


Fig. 11 比重と柱目面における部分圧縮比例限度との関係

Relationship between specific gravity (R_u) and stress at proportional limit (σ_p) in local bearing test on radial surface.

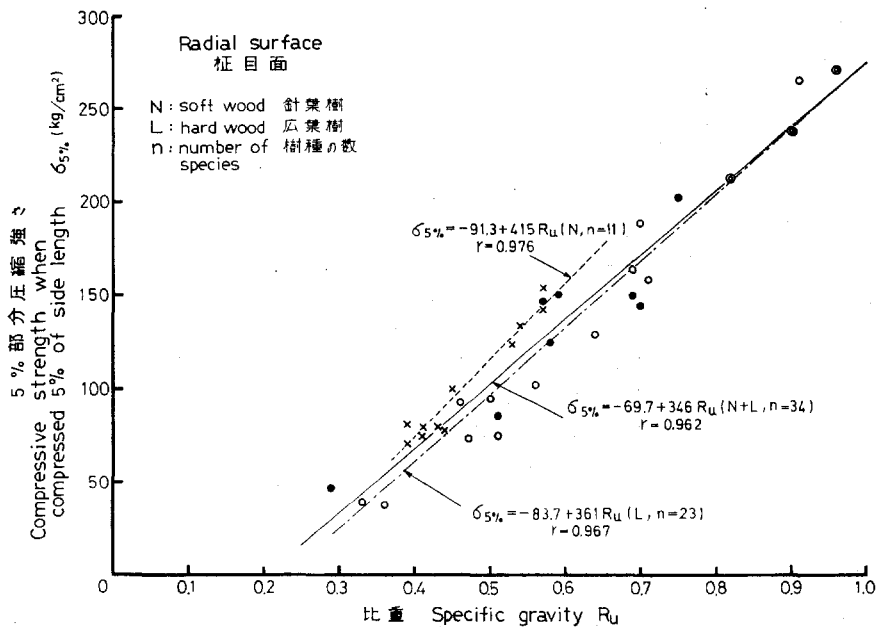


Fig. 12 比重と、柱目面における5%部分圧縮強さとの関係

Relationship between specific gravity (R_u) and compressive strength ($\sigma_{5\%}$) when compressed 5% of side length in local bearing test on radial surface.

次に Table 4 の結果について、まとめてみると、以下のようであった。

a. 比例限度の最大強さに対する比

静的曲げでは、平均値で、針葉樹が 0.53, 広葉樹が 0.51 (散孔材 0.52, 環孔材 0.49, 放射孔材 0.55) であった。

縦圧縮では、同様に、針葉樹が 0.71, 広葉樹が 0.67 (散孔材 0.67, 環孔材 0.67, 放射孔材 0.70), 縦引張では、針葉樹が 0.65, 広葉樹が 0.65 (散孔材 0.64, 環孔材 0.65, 放射孔材 0.72) となっており、縦圧縮, 縦引張は、従来から言われている最大強さの $\frac{2}{3}$ の値とはほぼ同じ結果であった。これに対し、静的曲げの場合は、 $\frac{1}{2}$ 強であり、縦圧縮, 縦引張に比してやや低くなっていた。

b. 形 質 商

曲げ強さ, 縦圧縮強さ, せん断強さをそれぞれ気乾比重で除した形質商を比較してみると、曲げの場合、針葉樹が 16.5 km, 広葉樹が 15.1 km (散孔材 15.2 km, 環孔材 14.8 km, 放射孔材 15.2 km), 縦圧縮の場合、針葉樹が 8.3 km, 広葉樹が 7.3 km (散孔材 7.4 km, 環孔材 7.1 km, 放射孔材 7.5 km), せん断の場合、針葉樹, 広葉樹とも 2.2 km (散孔材 2.2 km, 環孔材 2.0 km, 放射孔材 2.4 km) であった。せん断を除いて、いずれも広葉樹材の値が、針葉樹材の値よりやや低くなっていた。また圧縮の形質商を 1.00 とみると、曲げで、針葉樹が 1.99, 広葉樹が 2.07 と、ほぼ 2 倍となり、せん断では、針葉樹が 0.26, 広葉樹が 0.30 とそれぞれ約 $\frac{1}{4}$ から、 $\frac{1}{3}$ 程度の値であった。

c. 仮 想 ひ ず み

最大強さを、ヤング係数で除して得られる仮想のひずみの値を比較してみると、曲げの場合、針葉樹で 0.83%, 広葉樹で 0.88% (散孔材 0.86%, 環孔材 0.92%, 放射孔材 0.86%), 縦圧縮の場合、針葉樹で 0.36%, 広葉樹で 0.37% (散孔材 0.36%, 環孔材 0.38%, 放射孔材 0.37%), 縦引張の場合、針葉樹で 1.13%, 広葉樹で 1.24% (散孔材 1.18%, 環孔材 1.34%, 放射孔材 1.21%) と、いずれの場合も、広葉樹の方が、やや大きな値を示していた。縦圧縮の仮想ひずみを 1.00 として、他と比較してみると、針葉樹では、縦圧縮の値に対して、曲げが 2.3 倍, 縦引張が 3.1 倍となっており、広葉樹では、曲げが 2.4 倍, 縦引張が 3.4 倍であった。

d. 柁目面せん断強さと板目面せん断強さとの関係

柁目面せん断強さと板目面せん断強さの間には、ほとんど差がなく、柁目面せん断強さに対する板目面せん断強さの比は、針葉樹で 0.97, 広葉樹で 0.99 (散孔材 0.99, 環孔材 1.02, 放射孔材 0.88) であった。

e. 柁目面かたさと板目面かたさとの関係

板目面かたさ (H_r) に対する柁目面かたさ (H_t) の比は、針葉樹と広葉樹で異なり前者が 1.18, 後者が 0.83 (散孔材 0.79, 環孔材 0.89, 放射孔材 0.82) であった。

f. 縦圧縮強さと木口面かたさとの関係

縦圧縮強さを木口面かたさで除した値を、単位を無視して示すと、針葉樹で 99, 広葉樹で 90 (散孔材 93, 環孔材 88, 放射孔材 86) となり、広葉樹では、沢田ら¹⁰⁾ がすでに発表している 90 ± 5 の値と類似した結果が得られた。針葉樹では、この値をほぼ 100 とみて木口面かたさより縦圧縮強さを推定できよう。

g. せん断強さと、縦圧縮強さとの関係

縦圧縮強さをせん断強さで除した値¹¹⁾は針葉樹で 3.8, 広葉樹で 3.5 (散孔材 3.5, 環孔材 3.5, 放射孔

材3.2)であった。

h. 縦圧縮強さ、曲げ強さ、縦引張強さの関係

最後に縦圧縮強さ、曲げ強さ、縦引張強さの相互関係をみるため、 $r = \sigma_t / \sigma_c$ として計算した $\phi = (3r - 1) / (r + 1)$ の値¹²⁾と、実測値から求めた $\phi_{00} = \sigma_b / \sigma_c$ との比を Table 4 に示した。縦圧縮強さに対する曲げ強さの比は、二、三の樹種でやや異なるものがあるが、針葉樹材 (1.83~2.33)、広葉樹材 (1.59~2.33) とともに平均値は約2倍であり、縦圧縮強さに対する縦引張強さの比も、針葉樹材 (2.60~3.67)、広葉樹材 (2.42~3.85) とともに平均値は約3倍であった。また、 r を用いて計算した ϕ の値と実測値 ϕ_{00} は全樹種ともかなりよく一致していた。

引用文献

- 1) 川端幸蔵：林業試験場電算機プログラミング報告 (1)，重回帰分析，林試研報，266，61~114，(1974)
- 2) 椎林俊昭：林業試験場電算機プログラミング報告 (3)，相関係数行列と散布図，林試研報，281，(1976)
- 3) 上村 武・梅原 誠：日本産主要樹種の性質，試験計画，林試研報，153，2~14，(1963)
- 4) 蕨木自輔・中野達夫・葉石猛夫：同，物理的性質 (Ⅲ)，東北・中部・中国および四国地方産材の収縮性試験，林試研報，220，199~230，(1969)
- 5) 葉石猛夫・中野達夫：同，同 (Ⅴ)，木材の吸水量，林試研報，291，117~167，(1977)
- 6) 林業試験場編：木材工業ハンドブック，p. 234~235，(1973)
- 7) KOLLMANN F. F. P. and W. A. Côté：Principles of Wood Science and Technology, Vol. I, Springer-Verlag, p. 388, (1968)
- 8) TAKAHASHI A., Y. MURAKAMI, A. P. SCHNIEWIND：Relationship between Specific Gravity and Absorbed Energy in Impact Bending, 木材誌，19，521~532，(1973)
- 9) 山井良三郎：木材の応力一歪曲線 (第2報) 部分圧縮応力一歪曲線 (1)，林試研報，78，101~147，(1955)
- 10) 沢田 稔・辻 完司・近藤孝一：木材のカタサと圧縮強度との関係 (第1報)，林試研報，78，149~174，(1955)
- 11) 沢田 稔：木材の強度特性に関する研究，主として，その木材梁への適用，林試研報，108，116~224，(1958)
- 12) 沢田 稔：木材梁に関する研究 (第1報)，矩形断面梁の破壊条件と曲げ破壊係数，林試研報，71，39~79，(1954)

Properties of the Important Japanese Woods
The mechanical properties of 35 important Japanese woods

Takashi NAKAI⁽¹⁾ and Ryozauro YAMAI⁽²⁾

Summary

The mechanical properties of 35 important Japanese woods were tabulated.

The common names and botanical names of the test materials are shown in Table 1 with the number of sample trees and their location. The methods of testing were conducted in accordance with the Japanese Industrial Standards on small clear wood as follows :

JIS Z 2101-57 General Rules for Testing Wood

JIS Z 2111-57 Method of Compression Test for Wood

JIS Z 2112-57 Method of Tension Test for Wood

JIS Z 2113-57 Method of Bending Test for Wood

JIS Z 2114-57 Method of Shear Test for Wood

JIS Z 2116-57 Method of Impact Bending Test for Wood

JIS Z 2117-57 Method of Test for Hardness of Wood

The selected dimension of side length for the bending test was 25 mm and then the length of compression parallel to the grain specimen was 50 mm, and the partial compression specimen's length was 125 mm, i. e. five times the side length. The moisture condition of the specimens was the air dry condition and all tests were carried out in a controlled room at a temperature of $20^{\circ} \pm 1^{\circ}\text{C}$ and R. H. of $75\% \pm 5\%$.

The results of the mechanical tests were tabulated in Table 2 with the number of specimens tested, mean value, standard deviation and coefficient of variation. The values of specific gravity at the test were calculated from the figures of volume and weight at the air dry condition for the bending specimen. In the case of the impact bending test the values of specific gravity were also tabulated with the absorbed energy to derive the relationship between them.

The results of the partial compression test, which may be called a "local bearing test", were tabulated in Table 3. Then the relation among the mechanical properties were tabulated in Table 4.

In Table 5, the results of the regression analysis on some properties were given. The main results obtained from these tests may be summarized as follows :

(1) The range of the specific gravity of specimens was from 0.38 to 0.57 in softwood and from 0.29 to 0.96 in hardwood. The close relationships between specific gravity at the test and various mechanical properties were observed. Some results were shown in Figs 1 through 4, Figs 6 through 8 and Figs 11 and 12. Regression analysis showed no significant difference between the linear regression equation and the exponential regression equation for the relationship between specific gravity and mechanical properties.

(2) The relationship between specific gravity (R_u) and absorbed energy (a) was expressed

Received January 19, 1982

(1) (2) Wood Utilization Division

as

$$a = 1.75R_u^{1.48}$$

(3) The compressive strength when compressed to 5% of the side length was about two times the stress at the proportional limit in the local bearing test. Also the strain at the proportional limit was from 0.012 to 0.016, which was about 0.3 to 0.4 mm in the 25 mm side length.

(4) The value of specific strength (σ_m/R_u) were given in Table 4. In bending, 16.5 km for softwood and 15.1 km for hardwood were observed. In compression, 8.3 km for softwood and 7.3 km for hardwood were given. In shear 2.2 km for both soft- and hardwood was obtained.

(5) The values of σ_m/E in various tests were given in Table 4. In bending, 0.83% and 0.88% for softwood and hardwood respectively, in compression 0.36% and 0.37% for the same order mentioned above. And in tension parallel to the grain, 1.13% for softwood and 1.24% for hardwood were obtained.

(6) There was no difference between shear strength in the radial surface and in the tangential surface.

(7) The ratio of H_t/H_r was 1.18 for softwood and 0.83 for hardwood.

(8) The relationship $\sigma_c = \alpha H_t$ was confirmed between end surface hardness (H_t) and the compressive strength parallel to the grain (σ_c), and the value of α was 99 for softwood and 90 for hardwood.

(9) The value of the compressive strength (σ_c) divided by the shearing strength (τ_R) was 3.8 for softwood and 3.5 for hardwood.

(10) The ratios among compressive strength, modulus of rupture in bending and tensile strength were about 1 : 2 : 3 for both softwood and hardwood. The observed value $\phi_{ob} = \sigma_b/\sigma_c$ showed good agreement with the calculated value $\phi = (3r-1)/(r+1)$, where $r = \sigma_t/\sigma_c$.