

研究資料 (Research material)

ベイヒバ無欠点小試験体の強度性能 — 曲げ、縦圧縮、せん断、めり込み —

井道裕史^{1)*}、長尾博文¹⁾、加藤英雄¹⁾

Strength properties of the yellow cypress for small clear specimens - Bending strength, compressive strength parallel to the grain, shear strength parallel to the grain, and compressive strength perpendicular to the grain -

Hirofumi IDO^{1)*}, Hirofumi NAGAO¹⁾ and Hideo KATO¹⁾

Abstract

Recently, the yellow cypress (*Chamaecyparis nootkatensis*) has been increasingly used in constructing the foundations of homes due to its durability. However, at present, the standard strength requirements of yellow cypress, which are essential for structural design, remain unconfirmed and this must be urgently rectified. In the previous paper, we performed strength tests of bending, compression parallel to the grain, tension parallel to the grain, shear parallel to the grain and compression perpendicular to the grain. We concluded that the yellow cypress should be classed in the species group of "karamatsu, hiba, hinoki and beihi" if it were added to the present standard strength requirements for non-graded timber, whereas the present standard strength requirements for non-graded timber are supposed to be derived from the characteristic strength value of small clear specimens. In this study, we performed various strength tests using small clear specimens taken from the timber of the yellow cypress we used in the previous paper, and inspected the consistency of the standard strength requirements from the perspective of small clear specimens. The tested strength was compared with the characteristic strength value of the small clear specimens, and we concluded that yellow cypress should be classed in the species group of "karamatsu, hiba, hinoki and beihi" of the present standard strength requirements for non-graded timber as well as the result of the full-scale timber test.

Key words : yellow cypress, small clear specimen, bending strength, compressive 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、その設定が強く求められている。筆者らは既報において、ベイヒバ製材品を用いて、曲げ、縦圧縮、縦引張り、せん断、めり込みの各強度試験を行った。その結果、ベイヒバを現行の無等級材の基準強度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結論づけた。一方、現行の無等級材の基準強度は、無欠点小試験体によって得られた基準強度値に基づいて誘導されていると考えられる。そこで、本報では既報で用いたベイヒバ製材品の非破壊部分から無欠点小試験体を採取して各強度試験を行い、無欠点小試験体の観点から、基準強度の整合性を検証した。得られた各強度を、無欠点小試験体による基準強度値と比較した結果、実大試験の結果と同様に、無欠点小試験体においても、ベイヒバを、現行の無等級材の基準強度の「からまつ、ひば、ひのき、べいひ」の樹種群に含めることが適当であると考えた。

キーワード : ベイヒバ、無欠点小試験体、曲げ強度、縦圧縮強度、せん断強度、めり込み強度

原稿受付：平成 23 年 6 月 6 日 Received 6 June 2011 原稿受理：平成 23 年 6 月 24 日 Accepted 24 June 2011

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

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、その設定が強く求められている。筆者らは既報 (井道ら, 2010) において、ベイヒバ製材品を用いて曲げ、縦圧縮、縦引張り、せん断、めり込みの各試験を行った。その結果、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結論づけた。

一方、現行の無等級材の基準強度は、無欠点小試験体によって得られた基準強度値に基づいて誘導されていると考えられる。本報では既報で用いたベイヒバ製材品 (実大試験体) の非破壊部分から無欠点小試験体を採用し、各強度試験を行った。無欠点小試験体から得られた各強度を製材品から得られた各強度と比較するとともに、無欠点小試験体から算出した基準強度値を現行の樹種群の基準強度値と比較し、ベイヒバの基準強度の設定における整合性を検証した。

2. 実験

2.1 供試材

既報で示したように、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。供試材の木取りは心持ち材と心去り材が混在していた。本試験で用いたベイヒバは年輪幅が非常に狭く、肉眼では年輪の判別が困難であったため、平均年輪幅は測定しなかった。

2.2 曲げ試験

試験終了後の実大曲げ試験体のうち、非破壊部分が存在する試験体について、可能な限り JIS Z 2101 (日本規格協会, 2009) の曲げ試験に従った無欠点小試験体を採用した。試験体の採取個所は、実大試験体 (断面寸法 105mm × 105mm) の木口面における髓側、樹皮側の 2 個所とした。木口面から見た無欠点小試験体の採取位置を Fig. 1 に示す。試験体寸法は 25mm (R 方向) × 25mm (T 方向) × 400mm (L 方向) とした。曲げ試験に先立ち、すべての試験体に対して縦振動法によるヤング係数を測定した。JIS Z 2101 に従って、スパン 350mm で中央集中荷重による曲げ試験を行った。加力には最大容量が 1tf のオルセン式材料試験機 (森試験機製作所製) を用いた。また、試験体中央下部に変位計 (東京測器研究所製、CDP-50) を設置して、データロガー (東京測器研究所製、TDS-601) を介して荷重とともに加力時の

変位を測定した。

2.3 縦圧縮試験

試験終了後の曲げ無欠点小試験体の非破壊部分から、可能な限り JIS Z 2101 の縦圧縮試験に従った無欠点小試験体を採用した。試験体寸法は 25mm (R 方向) × 25mm (T 方向) × 75mm (L 方向) とした。最大容量が 5tf のオルセン式万能試験機 (森試験機製作所製) を用いて、JIS Z 2101 に従って縦圧縮試験を行った。また、両板目面の中央部分にゲージ長が 20mm のひずみゲージ (東京測器研究所製、PFL-20-11) を貼付し、データロガー (東京測器研究所製、TDS-601) を介して荷重とともに加力時のひずみを測定した。

2.4 せん断試験

試験終了後の曲げ無欠点小試験体の非破壊部分から、可能な限り JIS Z 2101 のせん断試験に従った無欠点小試験体を採用した。1 体の曲げ無欠点小試験体から、せん断面が柁目面および板目面の 2 種類の試験体を採用した。すなわち、髓側の試験体と樹皮側の試験体を含めると、1 体の実大試験体から最大 4 体のせん断無欠点小試験体を採用した。せん断面の寸法は 25mm × 25mm とした。最大容量が 5tf のオルセン式万能試験機を用いて、JIS Z 2101 に従ってせん断試験を行った。

2.5 めり込み試験

試験終了後の曲げ無欠点小試験体の非破壊部分から、可能な限り JIS Z 2101 のめり込み試験 (部分圧縮試験) に従った無欠点小試験体を採用した。試験体寸法は 25mm (R 方向) × 25mm (T 方向) × 75mm (L 方向) とした。「3. 結果と考察」の項で触れるように、曲げ試験の結果から樹皮側の試験体と髓側の試験体において各物性値の差は見られなかったため、樹皮側の試験体と髓側の試験体とを、試験体番号順に交互に 2 グループに振り分け、一方を半径方向に加力する試験体とし、他方を接線方向に加力する試験体とした。なお、試験体採取に際して、追柁に近い試験体が、半径方向に加力する試験体で 12 体 (13%)、接線方向に加力する試験体で 10 体 (11%) あった。最大容量が 5tf のオルセン式万能試験機を用いて、JIS Z 2101 に従ってめり込み試験を行った。加圧板の両端に変位計 (東京測器研究所製、CDP-50) を設置し、データロガー (東京測器研究所製、TDS-601) を介して荷重とともに加力時の変位を測定した。

3. 結果と考察

3.1 曲げ試験

曲げ試験の結果を Table 1 に示す。Table 1 に示した樹皮側の試験体と髓側の試験体におけるすべての物性値は、有意水準 95% において平均値に有意差はなかった。ただし、樹皮側の試験体と髓側の試験体は 105mm

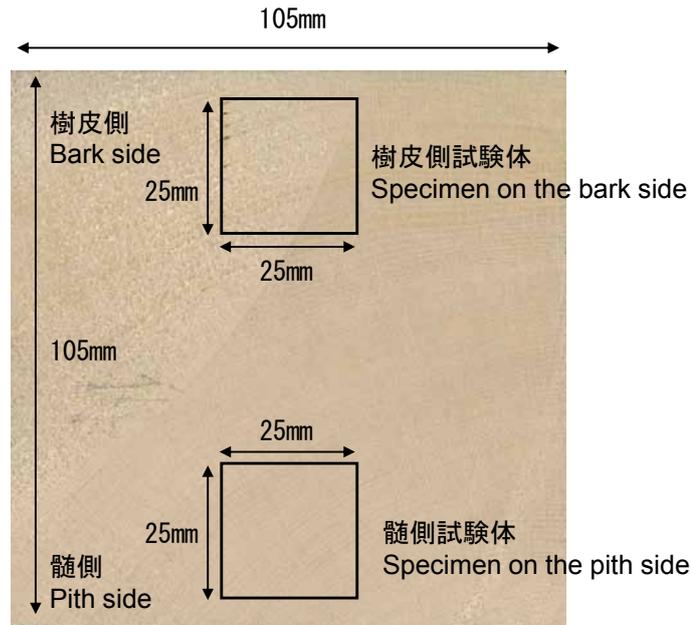


Fig.1. 製材品の木口面から見た無欠点小試験体の採取位置
Collecting places of the small clear specimens from the view on the cross section of timber

Table 1. 曲げ試験の結果 Results of bending tests

		MC	ρ	E_{fl}	$E_{\text{b-ap}}$	σ_{bp}	σ_{b}
		(%)	(kg/m ³)	(kN/mm ²)	(kN/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
全試験体	n	136	136	136	136	136	136
All specimens	Mean	11.6	505	11.6	10.5	44.7	86.2
	Min.	10.5	420	4.33	3.87	23.0	60.1
	Max.	12.5	633	16.6	15.0	62.2	117
	S.D.	0.449	42.0	2.23	1.88	7.10	10.6
	C.V.(%)	3.87	8.30	19.2	17.9	15.9	12.3
樹皮側試験体	n	68	68	68	68	68	68
Specimens on the bark side	Mean	11.6	503	11.7	10.7	44.7	86.6
	Min.	10.6	420	4.33	3.87	23.0	60.1
	Max.	12.5	633	16.6	15.0	62.2	117
	S.D.	0.448	43.2	2.40	2.02	7.96	11.8
	C.V.(%)	3.87	8.58	20.5	18.9	17.8	13.6
髄側試験体	n	68	68	68	68	68	68
Specimens on the pith side	Mean	11.6	508	11.4	10.4	44.6	85.8
	Min.	10.5	421	4.62	4.13	29.5	61.6
	Max.	12.5	623	15.5	13.7	57.0	109
	S.D.	0.452	40.9	2.04	1.74	6.18	9.40
	C.V.(%)	3.90	8.06	17.9	16.7	13.8	11.0

n: 試験体数 Number of specimens, S.D.: 標準偏差 Standard deviation, C.V.: 変動係数 Coefficient of variation, MC: 含水率 Moisture content, ρ : 気乾密度 Density, E_{fl} : 縦振動法のヤング係数 Young's modulus by longitudinal vibration method, $E_{\text{b-ap}}$: みかけの曲げヤング係数 Apparent Young's modulus in static bending, σ_{bp} : 曲げ比例限度応力 Bending stress at the proportional limit, σ_{b} : 曲げ強度 Bending strength

× 105mm 角の製材品から採取したため、両試験体間の半径方向の距離が比較的近く、その影響が小さかった可能性も考えられる。

全試験体の曲げ強度の平均値 86.2N/mm^2 を用いて、無等級材の基準強度との比較を行った。Table 2 に無等級材の基準強度を定める際の基礎データとなった、無欠点小試験体による基準強度値（木質構造研究会, 1988）を示す。各基準強度値は平均値であると考えられる。本実験により得られた曲げ強度の平均値を KGS 単位に換算すると、 880kgf/cm^2 となる。この値は、針葉樹 I 群の「あかまつ、くろまつ、べいまつ」の樹種群の基準強度値である 800kgf/cm^2 を上回った。

次に、実大試験体と実大試験体と同一の試験体から採取した無欠点小試験体について、実大試験体の等級区分ごとに強度比（実大試験体の強度 / 無欠点小試験体の強度）を算出した。実大試験体の等級区分は「製材の日本農林規格」（農林水産省, 2007）の甲種構造材 II の目視等級区分に従った。実大試験体の全長における等級区分に対する強度比、実大試験体の荷重点間における等級区分に対する強度比をそれぞれ Table 3、Table 4 に示す。各等級の試験体数は異なり、かつ試験体数も少ないものの、全長における等級区分および荷重点間における等級区分に対して、おおむね等級が低下するのに従って強度

比も低下することがわかった。等級に係わらず全試験体で見ると、強度比は 0.59 となり、無等級材（普通構造材）における曲げの強度比 0.45 よりも大きかった。

3.2 縦圧縮試験

縦圧縮試験の結果を Table 5 に示す。縦圧縮ヤング係数、縦圧縮比例限度応力、縦圧縮強度について、樹皮側の試験体と髄側の試験体との平均値には、有意水準 95% において有意差はなかった。現行の無等級材の基準強度の基礎データとなった樹種群の基準強度値と、本試験体の平均値とを比較した。本試験の全試験体の平均値 45.7N/mm^2 を KGS 単位に変換すると 466kgf/cm^2 となる。この値は、針葉樹 I 群「あかまつ、くろまつ、べいまつ」の縦圧縮強度 450kgf/cm^2 をやや上回っていた。

次に、実大試験体と、実大試験体と同一の試験体から採取した無欠点小試験体について、強度比を算出した。全試験体で見ると、強度比の平均値は 0.63 となり、無等級材（普通構造材）における縦圧縮の強度比 0.62 とほぼ同程度であった。

3.3 せん断試験

せん断試験の結果を Table 6 に示す。せん断強度について、柁目面試験体、板目面試験体、樹皮側の試験体、

Table 2. 樹種群の基準強度値 Characteristic strength value of the small clear specimens (単位 unit: kgf/cm^2)

	樹種 Species	縦圧縮強度 Compressive strength parallel to the grain	曲げ強度 Bending strength	せん断強度 Shear strength parallel to the grain
針葉樹 Softwood	I あかまつ、くろまつ、べいまつ Akamatsu, Kuromatsu, Douglas fir	450	800	90
	II からまつ、ひば、ひのき、べいひ Karamatsu, Hiba, Hinoki, Port Onford cedar	425	750	80
	III つが、べいつが Tsuga, Western hemlock	400	700	80
	IV 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, Yezomatsu, Todomatsu, Benimatsu, Sugi, Western red cedar, Spruce	350	650	70
広葉樹 Hardwood	I かし Kashi	550	1100	160
	II くり、なら、ぶな、けやき Kuri, Nara, Buna, Keyaki	430	850	110

Table 3. 実大試験体の全長における等級区分に対する強度比 (実大試験体 / 無欠点小試験体)
Strength ratio (full-scale specimens / small clear specimens) of full-scale specimens in full-length by visual grading according to the Japanese agricultural standards for sawn lumber

実大試験体の等級 Visual grade of full-scale specimens	試験体数 Number of specimens (割合 (%))	強度比 (無欠点小試験体樹皮側) Strength ratio (bark side of small clear specimens)	強度比 (無欠点小試験体髄側) Strength ratio (pith side of small clear specimens)
1 級 1st	7 (10)	0.62	0.67
2 級 2nd	25 (38)	0.62	0.62
3 級 3rd	25 (38)	0.56	0.57
格外 Out of grade	11 (16)	0.54	0.51
全試験体 All specimens	68 (100)	0.58	0.59

Table 4. 実大試験体の荷重点間における等級区分に対する強度比 (実大試験体 / 無欠点小試験体)
Strength ratio (full-scale specimens / small clear specimens) of full-scale specimens in loading span by visual grading according to the Japanese agricultural standards for sawn lumber

実大試験体の等級 Visual grade of full-scale specimens	試験体数 Number of specimens (割合 (%))	強度比 (無欠点小試験体樹皮側) Strength ratio (bark side of small clear specimens)	強度比 (無欠点小試験体髄側) Strength ratio (pith side of small clear specimens)
1 級 1st	21 (31)	0.58	0.62
2 級 2nd	27 (40)	0.60	0.61
3 級 3rd	17 (25)	0.57	0.54
格外 Out of grade	3 (4)	0.50	0.45
全試験体 All specimens	68 (100)	0.58	0.59

髄側の試験体のすべての組み合わせに対して、有意水準 95% において平均値に有意差はなかった。現行の無等級材の基準強度の基礎データとなった樹种群の基準強度値と、本試験体の平均値とを比較した。本試験の全試験体の平均値 10.8N/mm^2 を KGS 単位に変換すると 110kgf/cm^2 となる。この値は、針葉樹 I 群「あかまつ、くろまつ、べいまつ」のせん断強度 90kgf/cm^2 を上回っていた。せん断強度に対しては、密度が大きな影響を及ぼすが、密度においても、すべての組み合わせで平均値に優位差はなかった。中井ら (1982) は、密度と柵目面せん断強度との実験式 $\tau_R = -19.3 + 252R_u$ を示している。ここで、 τ_R は柵目面せん断強度、 R_u は比重である。この式に、本柵目面試験体の比重の平均値 0.496 を代入すると、 $\tau_R = 106\text{kgf/cm}^2$ となり、本試験体の平均値 110kgf/cm^2 にほぼ適合した。

本試験および既報において、いす型せん断試験による全試験体から得られた強度比は 0.64 であった。この値

を、実大試験体および同一の試験体から採取した無欠点小試験体を用いていす型せん断試験を行った、他樹種の結果 (井道ら, 2006) と比較した。ただし、無欠点小試験体の採取位置やせん断面積は若干異なる。その結果、強度比はスギが 0.85、ベイマツが 0.80、ベイツガが 0.79 であり、ベイヒバの強度比は他樹種に比べて小さかった。

3.4 むり込み試験

むり込み試験の結果を Table 7 に示す。むり込み比例限度応力は、有意水準 95% において、半径方向加力の平均値と接線方向加力の平均値との間には有意差はなかった。辺長の 5% むり込み強度は、有意水準 95% において、半径方向加力の平均値が接線方向加力の平均値よりも大きかった。むり込み強度は、曲げ、縦圧縮、せん断強度とは異なり、現行の無等級材の基準強度の基礎データとなった無欠点小試験体による樹种群の基準強度値

は示されていない。ただし、現行のめり込み基準強度は、無欠点小試験体によって得られた比例限度応力の平均値を1.5倍した値であると考えられる(長尾, 2010)。製材のめり込みの基準強度(国土交通省, 2001)をTable 8に示す。本試験における、半径方向加力と接線方向加力とのめり込み比例限度応力の平均値は 5.75N/mm^2 であり、これを1.5倍して有効数字3桁に四捨五入すると 8.63N/mm^2 となる。この値は、「からまつ、ひば、ひのき、べいひ」の樹種群のめり込みの基準強度 7.8N/mm^2 を上回り、より上位の「あかまつ、くろまつ、べいまつ」の樹種群の基準強度 9.0N/mm^2 は下回った。

4. まとめ

ベイヒバを現行の無等級材の基準強度に追加することを想定し、ベイヒバ製材品から採取した無欠点小試験体を用いて、各強度試験を行った。得られた各強度を、現

行の無等級材の基準強度の基礎データとなった無欠点小試験体による各樹種群の基準強度値と比較した結果、曲げ、縦圧縮、せん断強度は「あかまつ、くろまつ、べいまつ」の樹種群相当であった。めり込み強度は「からまつ、ひば、ひのき、べいひ」の樹種群相当であった。各強度で相当する樹種群は異なったが、安全側に判断して基準強度の小さい樹種群に揃えることを考えると、ベイヒバは、無欠点小試験体においても、実大試験の結果と同様、「からまつ、ひば、ひのき、べいひ」樹種群に含めることが適当であると考えられる。

謝辞

本研究は、国土交通省「平成22年度 木のまち・木のいえ整備促進事業 木造長期優良住宅の総合的検証委員会 材料分科会」の一部として行った。

Table 5. 縦圧縮試験の結果 Results of compressive tests parallel to the grain

		MC (%)	ρ (kg/m^3)	E_c (kN/mm^2)	σ_{cp} (N/mm^2)	σ_c (N/mm^2)
全試験体	n	179	179	179	179	179
All specimens	Mean	12.2	500	11.5	31.5	45.7
	Min.	11.1	410	4.80	12.0	26.5
	Max.	13.1	689	17.2	52.6	63.0
	S.D.	0.337	46.0	2.42	7.18	5.80
	C.V.(%)	2.75	9.19	21.1	22.8	12.7
樹皮側試験体	n	90	90	90	90	90
Specimens on the bark side	Mean	12.2	495	11.8	32.0	46.0
	Min.	11.2	411	4.91	12.0	26.5
	Max.	13.1	623	17.2	52.6	63.0
	S.D.	0.353	42.5	2.46	7.13	6.33
	C.V.(%)	2.89	8.59	20.9	22.3	13.8
髓側試験体	n	89	89	89	89	89
Specimens on the pith side	Mean	12.3	504	11.1	31.0	45.5
	Min.	11.1	410	4.80	15.6	33.0
	Max.	13.0	689	15.7	50.3	59.1
	S.D.	0.318	49.0	2.34	7.24	5.23
	C.V.(%)	2.59	9.72	21.0	23.4	11.5

n: 試験体数 Number of specimens, S.D.: 標準偏差 Standard deviation, C.V.: 変動係数 Coefficient of variation, MC: 含水率 Moisture content, ρ : 気乾密度 Density, E_c : 縦圧縮ヤング係数 Compressive Young's modulus parallel to the grain, σ_{cp} : 縦圧縮比例限度応力 Compressive stress parallel to the grain at the proportional limit, σ_c : 縦圧縮強度 Compressive strength parallel to the grain

Table 6. せん断試験の結果 Results of shear tests parallel to the grain

			MC	ρ	τ
			(%)	(kg/m ³)	(N/mm ²)
柁目面	全試験体	n	166	166	166
Radial surface	All specimens	Mean	12.3	496	10.7
		Min.	11.5	404	5.79
		Max.	13.2	635	17.5
		S.D.	0.374	43.4	1.94
		C.V.(%)	3.04	8.75	18.2
		樹皮側試験体	n	86	86
Specimens on the bark side	Specimens on the bark side	Mean	12.3	493	10.5
		Min.	11.5	407	6.98
		Max.	13.1	621	15.5
		S.D.	0.391	42.0	1.74
		C.V.(%)	3.18	8.51	16.5
		髓側試験体	n	80	80
Specimens on the pith side	Specimens on the pith side	Mean	12.4	499	10.8
		Min.	11.5	404	5.79
		Max.	13.2	635	17.5
		S.D.	0.351	44.7	2.12
		C.V.(%)	2.83	8.96	19.6
		板目面	全試験体	n	177
Tangential surface	All specimens	Mean	12.2	497	10.8
		Min.	11.3	399	7.41
		Max.	13.1	663	15.8
		S.D.	0.356	44.9	1.72
		C.V.(%)	2.90	9.03	15.9
		樹皮側試験体	n	89	89
Specimens on the bark side	Specimens on the bark side	Mean	12.2	493	10.7
		Min.	11.3	408	7.41
		Max.	13.1	625	15.6
		S.D.	0.366	42.5	1.69
		C.V.(%)	2.99	8.61	15.8
		髓側試験体	n	88	88
Specimens on the pith side	Specimens on the pith side	Mean	12.3	501	11.0
		Min.	11.3	399	7.97
		Max.	13.0	663	15.8
		S.D.	0.344	46.9	1.73
		C.V.(%)	2.81	9.36	15.7

n: 試験体数 Number of specimens, S.D.: 標準偏差 Standard deviation, C.V.: 変動係数 Coefficient of variation, MC: 含水率 Moisture content, ρ : 気乾密度 Density, τ : せん断強度 Shear strength parallel to the grain

Table 7. めり込み試験の結果 Results of compressive tests perpendicular to the grain

		MC	ρ	σ_{ep}	$\sigma_{e5\%}$
		(%)	(kg/m ³)	(N/mm ²)	(N/mm ²)
半径方向加力	n	90	90	90	90
Loading in the radial direction	Mean	12.4	501	5.84	11.1
	Min.	11.4	409	3.58	5.98
	Max.	13.5	644	14.3	24.3
	S.D.	0.452	45.4	1.60	2.67
	C.V.(%)	3.66	9.06	27.4	24.0
接線方向加力	n	90	90	89	90
Loading in the tangential direction	Mean	12.4	500	5.66	10.3
	Min.	11.2	405	2.94	5.06
	Max.	13.5	624	12.7	20.9
	S.D.	0.431	44.6	1.93	2.61
	C.V.(%)	3.48	8.92	34.0	25.3

n: 試験体数 Number of specimens, S.D.: 標準偏差 Standard deviation, C.V.: 変動係数 Coefficient of variation, MC: 含水率 Moisture content, ρ : 気乾密度 Density, σ_{ep} : めり込み比例限度応力 Compressive stress parallel to the grain at the proportional limit, $\sigma_{e5\%}$: 辺長の5% めり込み強度 Compressive strength when compressed to 5% of side length

Table 8. 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		基準強度
Species		Standard strength requirements (N/mm ²)
	あかまつ、くろまつ、べいまつ Akamatsu, Kuromatsu, Douglas fir	9.0
針葉樹	からまつ、ひば、ひのき、べいひ Karamatsu, Hiba, Hinoki, Port Onford cedar	7.8
Softwood	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, Yezomatsu, Todomatsu Benimatsu, Sugi, Western red cedar, Spruce	6.0
広葉樹	かし Kashi	12.0
Hardwood	くり、なら、ぶな、けやき Kuri, Nara, Buna, Keyaki	10.8

引用文献

- 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強度の評価, 木材学会誌, 52(5), 293-302.
- 井道裕史・長尾博文・加藤英雄 (2010) 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―, 森林総合研究所研究報告, 9(3), 125-148.
- 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.
- 木質構造研究会 (1988) “木質構造建築読本 ティンバーエンジニアリングのすべて”, 木質構造研究会, 井上書院, 119.
- 長尾博文 (2010) 製材のせん断及びめり込み基準強度の誘導根拠についての検討, “木造長期優良住宅の総合的検証事業 材料分科会 平成 21 年度 報告書” 50-53.
- 中井孝・山井良三郎 (1982) 日本産主要樹種の性質 日本産主要 35 樹種の強度的性質, 林業試験場報告, 319, 13-46.
- 日本規格協会 (2009) “JIS Z 2101 木材の試験方法”, 日本規格協会, 66pp.
- 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.