

## 九州産構造用木材の強度試験成績(第3報) : 若杉山 産 杉及び檜

渡辺, 治人

<https://doi.org/10.15017/14939>

---

出版情報 : 九州大学農学部演習林報告. 20, pp.91-96, 1952-08-10. 九州大学農学部附属演習林  
バージョン :  
権利関係 :

# 九州産構造用木材の強度試験成績

(第3報) 若杉山産 杉及び檜

渡 辺 治 人

Haruto WATANABE: Mechanical Properties of Structural Woods from Kyūshū

## III. Sugi- and Hinoki-wood Grown at Mt. Wakasugi

### I. 緒 言

本報告は九州産構造用木材の機械的性質に関する研究<sup>(1)(2)</sup>の一部であつて、福岡県粕屋郡若杉山産のスギ及びヒノキの木材強度試験を行つた成績である。試験の種類は圧縮（繊維に平行方向）、曲げ、剪断（繊維に平行方向）、引張（繊維に平行方向）、弾性、衝撃曲げ、硬度（木口）の7種である。

本研究は文部省科学研究費により行つたもので、試験の材料は福岡営林署の寄贈を受け、試験には重松将雄氏の助力を得た。厚く感謝の意を表す。

### II. 試験体の製作と試験法

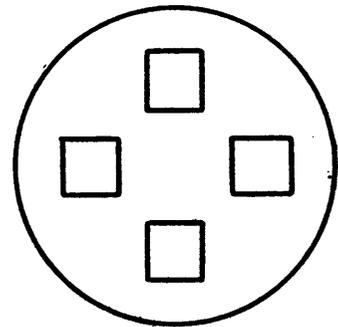
試験の材料は福岡県粕屋郡若杉山国有林からスギとヒノキを各々5本宛選んで採取した。各供試木から地上1.3~3.3mの丸太を採り、別にスギV号木及びヒノキIV号木とV号木からは地上3.3~5.3mの丸太をも採つた。各供試木の胸高直径、樹高及び枝下高を示せば第1表の通りである。木取の方法は第1図に示す様に約5.5cm角の角棒を各丸太から採り、これを気乾材に迄乾燥し、各角棒の無疵部分から各種の試験体を製作した。

試験体の形状、寸法及び試験方法は第1報<sup>(1)</sup>の場合と全く同じである。

第 1 表

樹種	供試木 番 号	胸高直径 (cm)	樹 高 (m)	枝下高 (m)
スギ	I	34.5	25.6	12.3
	II	30.0	23.9	9.6
	III	37.5	23.8	11.2
	IV	31.5	18.5	9.2
	V	37.5	28.5	10.6
ヒノキ	I	40.0	23.4	9.5
	II	32.0	21.6	12.3
	III	33.0	21.7	11.6
	IV	34.0	23.6	13.5
	V	45.0	26.9	14.6

第 1 図



第 2 表

樹種	供試木番号	平均年輪幅 (mm)	圧縮 (繊維に平行方向)		曲げ			柁目剪断 (繊維に平行方向)		引張 (繊維に平行方向)		衝撃曲げ		硬 度 (木口)	
			容積重	強 度	容積重	強 度	弾性係数	容積重	強 度	容積重	強 度	容積重	吸収 エネルギー U (kg·m/cm <sup>2</sup> )	容積重	硬 度
			$r_n$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\sigma_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$r_n$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\sigma_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$E_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$r_n$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\sigma_{sr}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$r_n$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\sigma_t$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$r_n$ (g/cm <sup>3</sup> )		$r_n$ (g/cm <sup>3</sup> )	H (kg/mm <sup>2</sup> )
スギ	I	1.8	0.447(12)	412	0.443(4)	743	79286	0.432(4)	83	0.427(4)	1276	0.450(4)	0.415	0.440(4)	3.54
	II	2.0	0.476(12)	423	0.470(4)	790	81073	0.474(4)	87	0.481(4)	1534	0.432(4)	0.347	0.466(4)	3.86
	III	3.1	0.428(12)	378	0.434(4)	744	75097	0.435(4)	74	0.441(4)	1336	0.434(4)	0.342	0.429(4)	3.32
	IV	1.8	0.487(12)	421	0.492(4)	840	90591	0.484(4)	85	0.466(4)	1503	0.492(4)	0.458	0.474(4)	3.81
	V.A	2.6	0.421(12)	391	0.408(4)	652	67490	0.426(4)	74	0.438(4)	1261	0.431(4)	0.385	0.425(4)	3.24
	V.B	2.4	0.418(12)	392	0.438(4)	694	74657	0.425(4)	77	0.420(4)	1223	0.421(4)	0.346	0.429(4)	3.53
	平均	2.3	0.446	403	0.448	744	78032	0.446	80	0.446	1356	0.443	0.382	0.444	3.55
ヒノキ	I	2.0	0.468(12)	381	0.464(4)	769	76781	0.475(4)	85	0.459(4)	1429	0.469(4)	0.482	0.466(4)	3.55
	II	1.8	0.497(12)	424	0.513(4)	834	88058	0.492(4)	91	0.501(4)	1646	0.496(4)	0.561	0.497(4)	3.83
	III	1.9	0.461(12)	408	0.461(4)	773	76203	0.453(4)	82	0.458(4)	1480	0.448(4)	0.432	0.453(4)	3.49
	IV.A	1.7	0.479(12)	407	0.487(4)	794	84012	0.470(4)	86	0.474(4)	1466	0.483(4)	0.575	0.480(4)	3.85
	IV.B	1.8	0.472(12)	396	0.478(4)	821	81840	0.469(4)	87	0.468(4)	1516	0.476(4)	0.558	0.474(4)	3.49
	V.A	2.5	0.485(12)	422	0.488(4)	789	82406	0.471(4)	84	0.488(4)	1515	0.471(4)	0.482	0.478(4)	3.86
	V.B	2.8	0.465(12)	405	0.487(4)	814	81105	0.471(4)	81	0.469(4)	1438	0.469(4)	0.481	0.469(4)	3.48
平均	2.1	0.475	406	0.483	798	81486	0.472	85	0.474	1499	0.473	0.510	0.474	3.65	

木材含水率は15%、括弧内の数値は試験体の個数を示す。

第 3 表 スギ

容積重	圧縮強度 (繊維に 平行)	引張強度 (繊維に 平行)	曲げ強度	剪断強度 (繊維に 平行)	衝撃曲げ 吸収エネ ルギー	硬 度 (木口)	曲げ 弾性係数
$r_n$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\sigma_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_t$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{sr}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	U (kg·m /cm <sup>2</sup> )	H (kg/mm <sup>2</sup> )	E <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
0.55	—	1840	—	—	—	—	—
0.54	470	—	—	—	—	—	—
0.53	472	—	—	—	—	—	—
0.52	465	—	865	—	0.506	—	—
0.51	456	—	—	—	—	—	94208
0.50	443	1600	851	91	0.456	4.05	91709
0.49	—	1606	811	85	—	4.01	91347
0.48	433	1542	847	84	—	3.78	87599
0.47	420	1480	—	—	0.396	3.79	—
0.46	415	1490	777	82	0.398	3.73	81785
0.45	407	1370	734	78	0.404	3.55	78413
0.44	404	1336	744	80	0.385	3.60	76600
0.43	407	—	697	77	—	3.44	75490
0.42	385	1212	—	75	0.382	3.25	—
0.41	371	1172	648	75	0.339	3.17	69578
0.40	365	1135	638	71	0.320	3.10	65270
0.39	361	—	616	—	0.276	—	66431
0.38	343	—	—	—	—	—	—

第 4 表 ヒノキ

容積重	圧縮強度 (繊維に 平行)	引張強度 (繊維に 平行)	曲げ強度	剪断強度 (繊維に 平行)	衝撃曲げ 吸収エネ ルギー	硬 度 (木口)	曲げ 弾性係数
$r_n$ (g/cm <sup>3</sup> )	$\sigma_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_t$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )	$\sigma_{sr}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	U (kg·m /cm <sup>2</sup> )	H (kg/mm <sup>2</sup> )	E <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
0.54	468	—	—	—	—	—	—
0.53	—	1758	879	—	0.600	—	87963
0.52	457	1701	—	92	0.570	4.26	90766
0.51	425	1605	840	89	—	—	88356
0.50	430	—	834	91	0.551	—	83275
0.49	420	1538	809	88	0.543	3.79	82554
0.48	412	1531	800	86	0.512	3.77	80504
0.47	401	1423	786	86	0.511	3.61	81236
0.46	388	1476	754	82	0.492	3.49	77850
0.45	385	1393	767	80	—	—	74159
0.44	—	1357	735	—	—	—	75490
0.43	379	—	—	—	—	3.25	71438
0.42	360	1353	—	—	0.439	—	—
0.41	—	—	—	—	0.452	—	—

### III. 試験結果の整理

試験時の木材含水率に対して得たる容積重及び各種の機械的性質を表わす数値は第1報<sup>(1)</sup>の場合と同様の方法により、法正含水率15%に対する数値に換算した。法正含水率15%に対する容積重及び各種の機械的性質を表示すれば第2表の通りである。又容積重を等しくする同種の機械的性質の数値を平均して示せばスギは第3表、ヒノキは第4表となる。

### IV. 容積重と機械的性質との関係

第3表と第4表に示す容積重と機械的性質との関係を概観すればほぼ直線関係を有することが判る。依つて直角座標軸を設け、容積重を横軸にとり、機械的性質を表わす数値を縦軸にとつて、直線方程式を求めれば次の様になる。

- (1) 容積重  $r_n$ (g/cm<sup>3</sup>) と圧縮強度  $\sigma_c$ (kg/cm<sup>2</sup>) の関係式.

$$\text{スギ} \quad \sigma_c = 789r_n + 52 \quad (1)$$

$$\text{ヒノキ} \quad \sigma_c = 864r_n - 2 \quad (1)'$$

- (2). 容積重  $r_n$ (g/cm<sup>3</sup>) と曲げ強度  $\sigma_b$ (kg/cm<sup>2</sup>) の関係式.

$$\text{スギ} \quad \sigma_b = 2073r_n - 188 \quad (2)$$

$$\text{ヒノキ} \quad \sigma_b = 1535r_n + 62 \quad (2)'$$

- (3). 容積重  $r_n$ (g/cm<sup>3</sup>) と柁目剪断強度  $\sigma_{ar}$ (kg/cm<sup>2</sup>) の関係式.

$$\text{スギ} \quad \sigma_{ar} = 165r_n + 6 \quad (3)$$

$$\text{ヒノキ} \quad \sigma_{ar} = 162r_n + 8 \quad (3)'$$

- (4). 容積重  $r_n$ (g/cm<sup>3</sup>) と引張強度  $\sigma_t$ (kg/cm<sup>2</sup>) の関係式.

$$\text{スギ} \quad \sigma_t = 4852r_n - 801 \quad (4)$$

$$\text{ヒノキ} \quad \sigma_t = 3785r_n - 292 \quad (4)'$$

- (5). 容積重  $r_n$ (g/cm<sup>3</sup>) と曲げ弾性係数  $E_b$ (kg/cm<sup>2</sup>) の関係式.

$$\text{スギ} \quad E_b = 250876r_n - 33265 \quad (5)$$

$$\text{ヒノキ} \quad E_b = 180824r_n - 5560 \quad (5)'$$

- (6). 容積重  $r_n$ (g/cm<sup>3</sup>) と衝撃曲げ吸収エネルギー  $U$ (kg.m/cm<sup>2</sup>) の関係式.

$$\text{スギ} \quad U = 1.740r_n - 0.390 \quad (6)$$

$$\text{ヒノキ} \quad U = 1.275r_n - 0.087 \quad (6)'$$

- (7). 容積重  $r_n$ (g/cm<sup>3</sup>) と硬度  $H$ (kg/mm<sup>2</sup>) の関係式.

$$\text{スギ} \quad H = 9.581r_n - 0.723 \quad (7)$$

$$\text{ヒノキ} \quad H = 11.131r_n - 1.592 \quad (7)'$$

### V. 結 言

福岡県粕屋郡若杉山産のスギ及びヒノキを各々5本宛選び、法正含水率15%を有する木材の各種の機械的性質を試験して求めた結果を要約すれば次の通りである。

- (1). 機械的性質の範囲と平均値を第5表に示す。

第 5 表

性 質	ス ギ	ヒ ノ キ	
		範 囲	平 均
含 水 率 (%)	15	15	15
年 輪 幅 (mm)	1.2~3.6	2.3	1.2~4.0
容 積 重 (g/cm <sup>3</sup> )	0.378~0.545	0.446	0.399~0.538
圧縮強度(繊維に平行方向) (kg/cm <sup>2</sup> )	324~474	403	343~503
曲 げ 強 度 (kg/cm <sup>2</sup> )	616~868	744	711~879
剪断強度(繊維に平行方向) (kg/cm <sup>2</sup> ) (剪断面は柱目)	65~100	80	72~95
引張強度(繊維に平行方向) (kg/cm <sup>2</sup> )	1078~1840	1356	1203~1758
曲げ弾性係数 (kg/cm <sup>2</sup> )	62935~91766	78032	70671~93072
衝撃曲げ吸収エネルギー (kg·m/cm <sup>2</sup> )	0.253~0.506	0.382	0.414~0.601
硬 度 (木口) (kg/mm <sup>2</sup> )	2.98~4.21	3.55	3.16~4.26

(2). 機械的性質を表わす数値を容積重で除した形質商の平均値は第6表の通りである。

第 6 表

形 質 商	ス ギ	ヒ ノ キ
圧 縮 形 質 商	904	855
曲 げ 形 質 商	1668	1680
剪 断 形 質 商	179	179
引 張 形 質 商	3040	3156
曲 げ 弾 性 形 質 商	174960	171549
衝 撃 曲 げ 形 質 商	0.857	1.074
硬 度 形 質 商	7.96	7.68

(3). 各種の機械的性質はその容積重にほぼ比例して増減し、その関係式はスギでは(1)~(7)式、ヒノキでは(1)'~(7)'式で表わすことが出来た。

### 引用文献

- (1) 渡辺治人：九州産構造用木材の強度試験成績 第1報 霧島赤松 木材工業 第1巻 第2号 1946
- (2) 渡辺治人：九州産構造用木材の強度試験成績 第2報 金峯山産檜 木材工業 第2巻 第1号 1947

## MECHANICAL PROPERTIES OF STRUCTURAL WOODS FROM KYŪSHŪ III. SUGI- AND HINOKI-WOODS GROWN AT MT. WAKASUGI

(Résumé)

Haruto WATANABE

The writer tested on the mechanical properties of Sugi- and Hinoki-woods (*Cryptomeria japonica* D. Don. and *Chamaecyparis obtusa* S. et Z.)

grown at Mt. Wakasugi, Fukuoka Prefecture, Kyūshū.

The following tables show the results of this test.

Ranges and average values of mechanical properties

Property		<i>Cryptomeria japonica</i>		<i>Chamaecyparis obtusa</i>	
		Range	Average	Range	Average
Moisture content	u(%)	15	15	15	15
Width of annual ring	(mm)	1.2-3.6	2.3	1.2-4.0	2.1
Density	$r_n$ (g/cm <sup>3</sup> )	0.378-0.545	0.446	0.399-0.538	0.475
Compressive strength, parallel to grain	$\sigma_c$ (kg/cm <sup>2</sup> )	324-474	403	343-503	406
Bending strength	$\sigma_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )	616-868	744	711-879	798
Shearing strength, parallel to grain, on radial surface	$\sigma_{sr}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	65-100	80	72-95	85
Tensile strength, parallel to grain	$\sigma_t$ (kg/cm <sup>2</sup> )	1078-1840	1356	1203-1758	1499
Modulus of elasticity in bending	$E_b$ (kg/cm <sup>2</sup> )	62935-91766	78032	70676-93072	81486
Absorbed energy in impact bending	U(kg.m/cm <sup>2</sup> )	0.253-0.506	0.382	0.414-0.601	0.510
Brinell hardness on end surface	H(kg/mm <sup>2</sup> )	2.98-4.21	3.55	3.16-4.26	3.65

Average ratios of mechanical properties to density

Ratio	<i>Cryptomeria japonica</i>	<i>Chamaecyparis obtusa</i>
$\sigma_c/r_n$	904	855
$\sigma_b/r_n$	1668	1680
$\sigma_{sr}/r_n$	179	179
$\sigma_t/r_n$	3040	3156
$E_b/r_n$	174960	171549
U/ $r_n$	0.857	1.074
H/ $r_n$	7.96	7.68

Mechanical properties were generally in direct proportion to the density, and their relations could be expressed by the equations (1)-(7) with Sugi-wood and (1)'-(7)' with Hinoki-wood.