

和歌山県産スギ, ヒノキのせん断強度およびめり込み強度

山裾伸浩・岸本勇樹¹

和歌山県林業試験場

Shear Strength and Compression Strength Perpendicular to the Grain of Sugi (*Cryptomeria japonica*) and Hinoki (*Chamaecyparis obtuse*) Lumber Grown in Wakayama Prefecture

Nobuhiro Yamasuso and Yuki Kishimoto¹

Forestry Experiment Station, Wakayama Prefecture

緒 言

スギ, ヒノキに代表される和歌山県内の人工林蓄積は年々充実してきており, 木材供給能力の更なる増加が見込まれている. その一方で, 建築材料として木材を利用する際, 品質や性能に関する信頼性を確保する必要性はますます高まりつつある. しかし, 和歌山県産材について, ヤング係数や曲げ強度に関するデータはこれまでの当試験場での研究成果 (西野・山裾, 2002) により得られているが, 梁, 桁などの横架材に求められるせん断の強度性能や, 主として土台に求められるめり込みの強度性能については, これまで十分な知見が得られていないのが現状である.

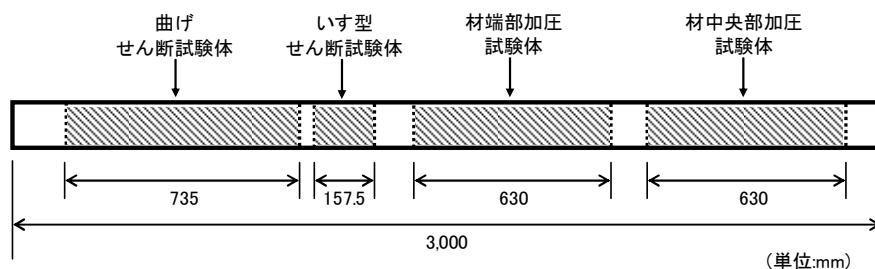
そこで, 和歌山県産スギ, ヒノキの強度性能に関するデータをさらに蓄積することで「紀州材」ブランドの推進を図ることを目的として, せん断および部分圧縮 (めり込み) 試験を実施し, その結果を取りまとめたので報告する.

材料および方法

1. 材料

和歌山県内各地で生産された径級 14~20cm, 長さ 3m のスギ原木 300 本およびヒノキ原木 150 本を用い, 動的ヤング係数 (打撃による縦振動の基本振動周波数によって算出) を測定した後, 115mm 角に製材加工し, 改めて動的ヤング係数を測定した. なお, スギについては乾燥方法の違いによる強度性能への影響について検討するため, 製材加工後に動的ヤング係数の平均値および標準偏差がほぼ等しくなるよう, 150 本ずつの 2 グループに仕分けを行った. そして, スギ 150 本およびヒノキ 150 本については屋根付きの資材置き場にて約 5 ヶ月の天然乾燥を行い, 残りのスギ 150 本については約 22 時間の表面セット処理 (乾球温度 116~120°C, 湿球温度 90~93°C) および蒸気式による約 108 時間の人工乾燥 (乾球温度 98~108°C, 湿球温度 68~78°C) を実施した後, 他の材料とともに約 5 ヶ月間養生を行った. その後, 105mm 角にモルダー仕上げを行い, 動的ヤング係数や高周波含水率計による含水率を測定してから各試験に用いる試験体を採取した (第 1 図).

¹現在: 森林整備課

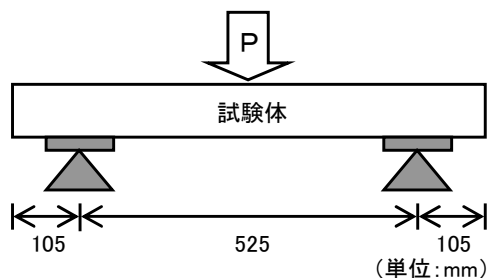


第1図 各試験体の採取方法(イメージ)

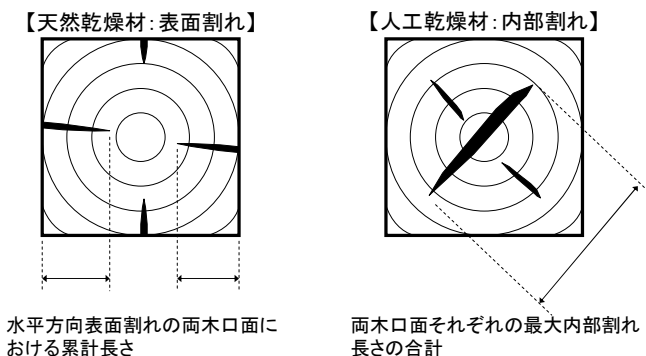
2. せん断試験

せん断試験は曲げ方式およびいす型方式による2通りの試験方法で実施した。

曲げせん断試験は、「構造用木材の強度試験法」(日本住宅・木材技術センター, 2000)に基づき, 105mm 角, 材長 735mm の試験体に対し, 独立行政法人森林総合研究所所有の東京衡機製造所製万能試験機(最大容量 200kN)によってスパン 525mm (材せいの5倍)の中央集中荷重により実施した(第2図)。また, 今回の試験では乾燥に伴う試験体の割れが及ぼす影響について検討することとしたが, 天然乾燥材と表面セット処理を施した人工乾燥材では割れの発生形態が異なるため, 天然乾燥材については表面割れを, 人工乾燥材については内部割れを, それぞれ第3図に示すとおり測定, 評価することとした。

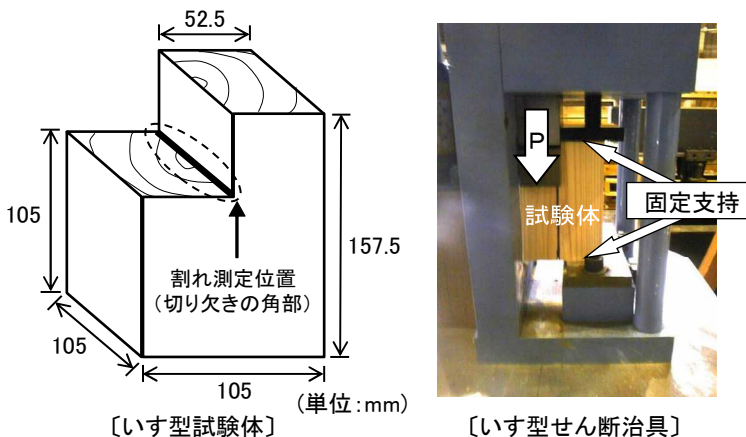


第2図 曲げせん断試験の方法
(中央集中荷重方式)



第3図 割れの測定方法

いす型せん断試験は, 105mm 角, 材長 157.5mm に加工した材料に対し, 長さ 52.5mm, 断面 52.5×105mm の切り欠きを施した試験体を用い, 独立行政法人森林総合研究所所有の実大いす型治具(井道ら, 2004)を設置した前川試験機製作所製圧縮試験機(最大容量 3,000kN)によって切り欠き断面の木口部分に載荷することにより実施した(第4図)。なお, 試験体の割れが及ぼす影響について検討するため, 試験

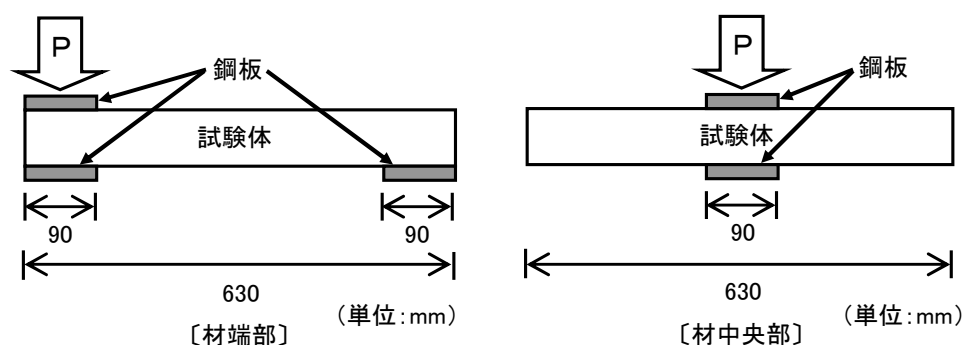


第4図 いす型せん断試験の方法

の実施前に切り欠き断面の角部分に沿って存在する割れの長さを測定した。

3. 部分圧縮（めり込み）試験

「構造用木材の強度試験法」に基づき，105mm 角，材長 630mm の試験体に対し，第 5 図に示すとおり材端部，材中央部の 2 パターンについて，鋼板（90×150mm，厚さ 20mm，材と接触する角部分に R=3mm の面取り）を用いて材の上下両面を部分的に加圧し，めり込み変形量が 20mm になるまで載荷した。なお，材端部加圧については林業試験場所有の島津製作所製万能試験機（最大容量 100kN）を用いて変形量が 20mm に達するまでの最大荷重および荷重変形曲線を，材中央部加圧については和歌山県工業技術センター所有の東京衡機製造所製万能試験機（最大容量 500kN）を用いて変形量が 20mm に達するまでの最大荷重のみを測定することとした。



第5図 部分圧縮(めり込み)試験の方法

結果および考察

1. 材料

原木および 105mm 角仕上げ後における試験体の調査結果は第 1 表のとおりであった。105mm 角仕上げの時点で，人工乾燥材の方が天然乾燥材と比べ含水率がやや低い状態であった。

第1表 原木及び105mm角仕上げ後の調査結果

材種	原木				105mm角仕上げ後			
	平均直径 (mm)	密度 (kg/m ³)	平均年輪幅 (mm)	動的ヤング係数 (kN/mm ²)	含水率 ² (%)	密度 (kg/m ³)	動的ヤング係数 (kN/mm ²)	
スギ天然乾燥材 (n=150)	平均値	197	829	3.0	8.28	22.4	441	7.50
	最大値	243	1073	4.6	12.12	51.9	561	10.27
	最小値	166	570	1.7	5.32	11.6	347	4.67
	標準偏差	15	119	0.5	1.36	7.8	45	1.19
	変動係数%	7.7	14.3	15.7	16.4	34.8	10	15.8
スギ人工乾燥材 (n=150)	平均値	197	825	3.0	8.39	16.3	429	7.80
	最大値	244	1274	4.9	12.10	41.5	528	12.22
	最小値	169	548	1.9	5.54	8.9	344	5.14
	標準偏差	16	124	0.5	1.24	6.8	35	1.39
	変動係数%	8.2	15.0	17.4	14.8	41.6	8.2	17.8
ヒノキ天然乾燥材 (n=150)	平均値	203	686	2.7	11.27	21.0	534	11.31
	最大値	244	942	4.0	14.68	28.3	643	15.31
	最小値	175	440	1.5	7.01	13.5	451	7.18
	標準偏差	15	90	0.5	1.31	2.6	39	1.33
	変動係数%	7.3	13.1	19.1	11.6	12.5	7.3	11.7

²: 高周波式含水率計(moco2)による材長方向中央部4材面の測定平均値。

2. せん断試験

せん断試験の結果を第 2 表に示す。密度は生データと含水率 15%に補正（含水率変化に伴う寸法変化を考慮せずに算出）したものを、また、せん断強度値は生データと、参考数値として旧 ASTM D-2915（現在は廃止）による含水率 15%補正を行ったものを表記した。

曲げせん断試験における破壊形態は「せん断破壊」、「曲げ破壊」、「曲げ-せん断複合破壊」の 3 パターンが見られるが、今回の試験ではせん断破壊の前に曲げ破壊が数多く発生した。その場合は曲げ破壊時の最大荷重をもとに、みなしのせん断強度として算出した。なお、曲げ方式における各破壊形態の出現頻度は、〔スギ天然乾燥材：せん断 13, 曲げ 124, 複合 13〕, 〔スギ人工乾燥材：せん断 16, 曲げ 115, 複合 19〕, 〔ヒノキ天然乾燥材：せん断 22, 曲げ 90, 複合 38〕であり、ヒノキの方がスギに比べてせん断破壊が発生しやすい傾向が見られた。

せん断強度値は、曲げ方式、いす型方式いずれにおいてもヒノキの方がスギよりも高い値が得られた。

割れとせん断強度との関係について第 6 図に示す。曲げ方式の場合、スギ天然乾燥材では割れの影響が認められなかったのに対し、スギ人工乾燥材およびヒノキ天然乾燥材では割れの影響によるせん断強度の低下が認められた（いずれも有意水準 1%）。また、いす型方式の場合は、全ての材種において割れの影響によるせん断強度の低下が見られ、人工乾燥材よりも天然乾燥材でその傾向が顕著であった（スギ天然乾燥材およびヒノキ天然乾燥材：有意水準 1%, スギ人工乾燥材：有意水準 5%）。天然乾燥による表面割れは木口面で見た場合、材面から垂直に樹心へ向かう方向で発生しやすく、いす型試験体のせん断面と一致する場合がしばしば認められたことから、せん断強度低下に及ぼす影響が大きくなったと考えられる。また、人工乾燥による内部割れについては、割れの特徴、とくに木口面から見た場合の割れ発生方向が天然乾燥の場合と大きく異なり、いす型試験体のせん断面と重なる領域が少なかったため、せん断強度に及ぼす影響が小さくなったものと推察される。

密度（含水率 15%補正）とせん断強度との関係について第 7 図に示す。スギの場合は天然乾燥材と人工乾燥材のいずれにおいても両試験方式で有意水準 1%の正の相関関係が認められたが、ヒノキ天然乾燥材の場合は、曲げ方式で有意水準 5%の正の相関関係、また、いす型方式では相関関係が認められなかった。これは、ヒノキ天然乾燥材の方がせん断強度に対して割れの及ぼす影響が大きかったことが一因と考えられる。

なお、動的ヤング係数とせん断強度との関係について、曲げ方式ではいずれの材種においても有意水準 1%の正の相関関係（スギ天然乾燥材： $R^2=0.0497$, スギ人工乾燥材： $R^2=0.0681$, ヒノキ天然乾燥材： $R^2=0.0510$ ）が認められたが、いす型方式の場合ではほとんど相関が認められなかった。このことは、動的ヤング係数は曲げ強度と高い相関関係を有していることから、せん断破壊よりも先に曲げ破壊が生じた試験体の多かった曲げ方式において、動的ヤング係数とみなしのせん断強度との間に相関が認められたためと考えられる。

スギの乾燥方法別によるせん断強度値の違いについて、曲げ方式では天然乾燥材の方が高く、逆にいす型方式では人工乾燥材の方が高くなり、とくにいす型方式の場合において危険率 1%の有意な差が認められた。人工乾燥によって発生する内部割れは、曲げ方式、いす型方式のいずれにおいてもせん断強度に影響を及ぼすことが報告されている（井道ら, 2005）が、今回の試験では人工乾燥材の内部割れがいす型試験体の角に沿った部分で比較的少なかったため、せん断強度低下に及ぼす影響が小さくなったものと考えられる。

今回の試験で得られたせん断強度の 5%下限値（第 3 表）は、いずれも平成 12 年 5 月 31 日建設

省（現：国土交通省）告示第 1452 号に規定されるスギの基準強度 1.8N/mm^2 ，ヒノキの基準強度 2.1N/mm^2 を全ての材種で上回っていたことから，割れが発生している場合においても和歌山県産スギ，ヒノキのせん断強度が基準値を下回る可能性は極めて低いと考えられる。ただし，今回の試験体には認められなかった目まわりや貫通割れが生じている場合は，脆弱なせん断破壊が生ずることがあるため製材の日本農林規格の基準に基づきロットから除外する必要があるとされている（木構造振興，2011）ので，留意しておく必要がある。

第2表 せん断試験の結果

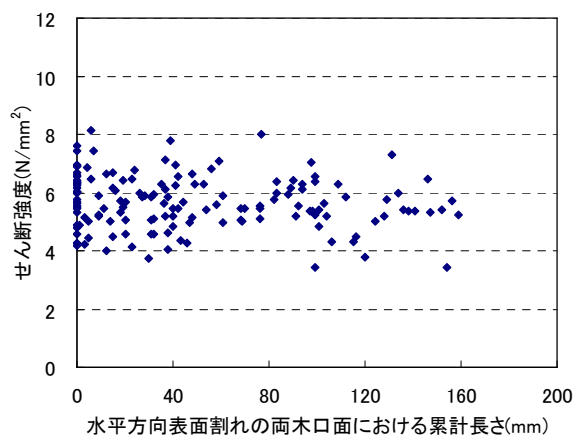
【曲げ方式】

材種	含水率 ^z (%)	密度 (kg/m^3)	(含水率15% 補正密度)	せん断強度 (N/mm^2)	(含水率15% 補正強度)	
スギ天然乾燥材 (n=150)	平均値	21.7	442	(418)	5.67	(6.03)
	最大値	51.8	568	(521)	8.15	(8.67)
	最小値	14.1	351	(343)	3.44	(3.65)
	標準偏差	6.6	46	(34)	0.91	(0.94)
	変動係数%	30.5	10.4	(8.2)	16.1	(15.7)
スギ人工乾燥材 (n=150)	平均値	16.2	432	(428)	5.47	(5.48)
	最大値	41.0	531	(540)	8.15	(7.63)
	最小値	9.4	350	(364)	3.35	(3.21)
	標準偏差	5.6	36	(34)	0.96	(0.87)
	変動係数%	34.2	8.4	(8.0)	17.6	(15.9)
ヒノキ天然乾燥材 (n=150)	平均値	20.1	538	(515)	7.84	(8.41)
	最大値	27.5	670	(631)	10.70	(11.5)
	最小値	17.0	450	(437)	4.71	(4.97)
	標準偏差	1.9	40	(35)	1.16	(1.27)
	変動係数%	9.7	7.5	(6.8)	14.9	(15.1)

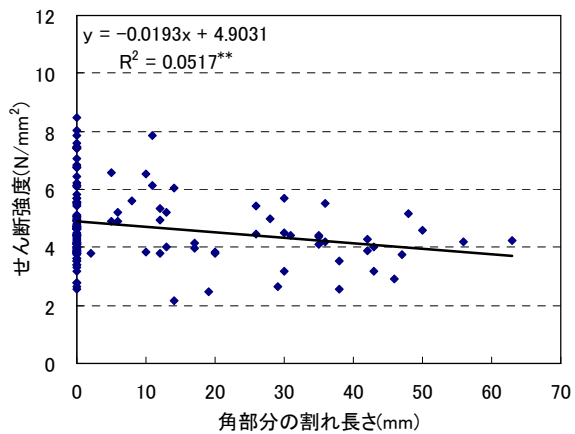
【いす型方式】

材種	含水率 ^z (%)	密度 (kg/m^3)	(含水率15% 補正密度)	せん断強度 (N/mm^2)	(含水率15% 補正強度)	
スギ天然乾燥材 (n=150)	平均値	21.7	435	(412)	4.75	(5.05)
	最大値	51.8	555	(531)	8.46	(9.16)
	最小値	14.1	351	(340)	2.16	(2.34)
	標準偏差	6.6	42	(37)	1.26	(1.35)
	変動係数%	30.5	9.7	(9.1)	26.5	(26.7)
スギ人工乾燥材 (n=150)	平均値	16.2	429	(425)	5.51	(5.51)
	最大値	41.0	538	(545)	10.65	(9.93)
	最小値	9.4	339	(333)	2.47	(2.49)
	標準偏差	5.6	38	(39)	1.38	(1.24)
	変動係数%	34.2	8.9	(9.1)	25.1	(22.5)
ヒノキ天然乾燥材 (n=150)	平均値	20.1	537	(514)	6.18	(6.62)
	最大値	27.5	697	(656)	9.75	(10.33)
	最小値	17.0	444	(431)	2.55	(2.76)
	標準偏差	1.9	44	(38)	1.54	(1.63)
	変動係数%	9.7	8.2	(7.5)	24.9	(24.6)

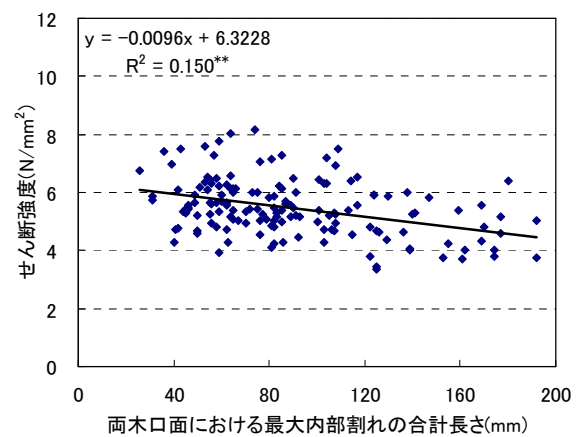
^z: 3m正角材から両方式の試験体作製時に併せて採取した含水率測定用試験片を用いて全乾法により算出。



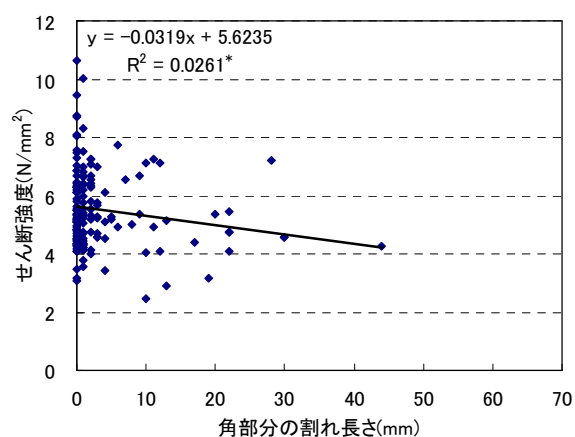
【スギ天然乾燥材, 曲げ方式】



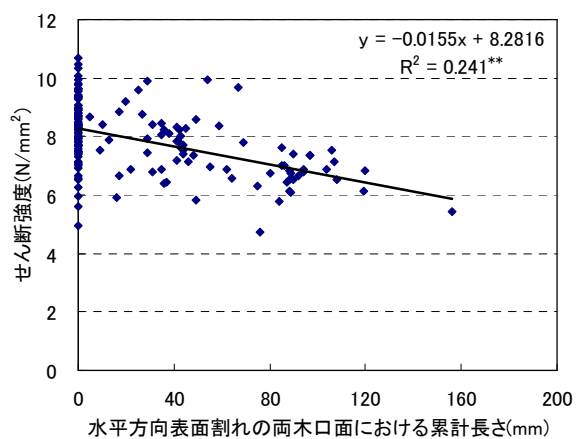
【スギ天然乾燥材, いす型方式】



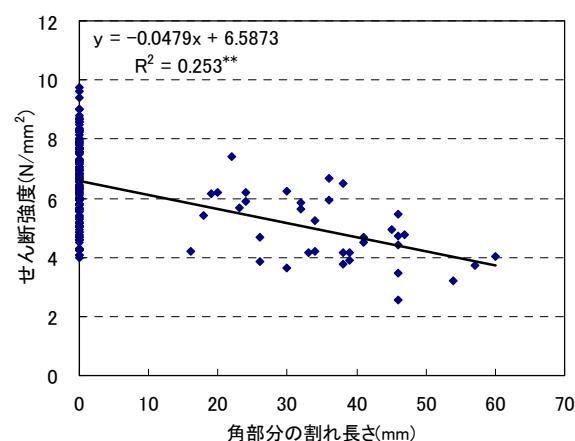
【スギ人工乾燥材, 曲げ方式】



【スギ人工乾燥材, いす型方式】

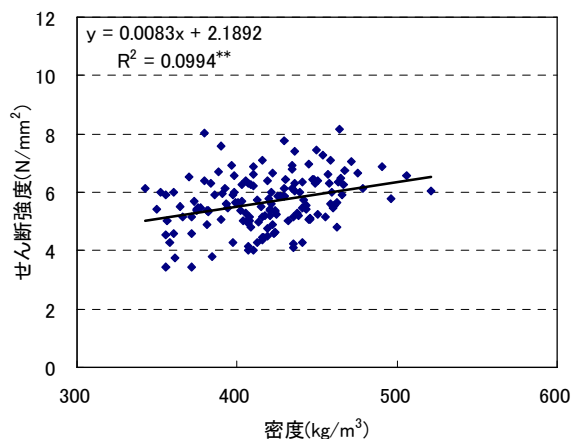


【ヒノキ天然乾燥材, 曲げ方式】

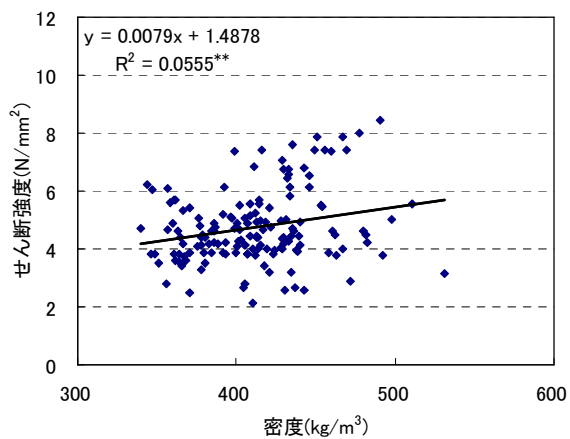


【ヒノキ天然乾燥材, いす型方式】

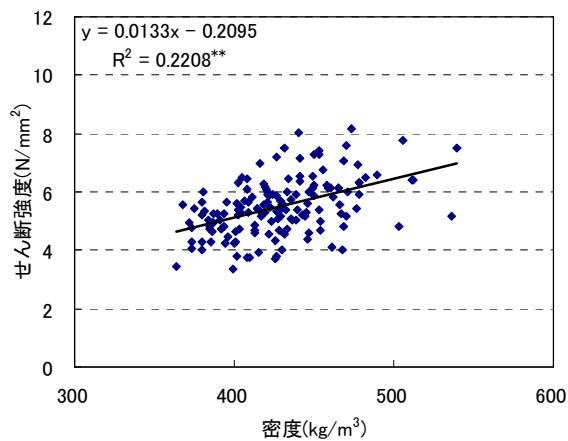
第6図 割れとせん断強度との関係



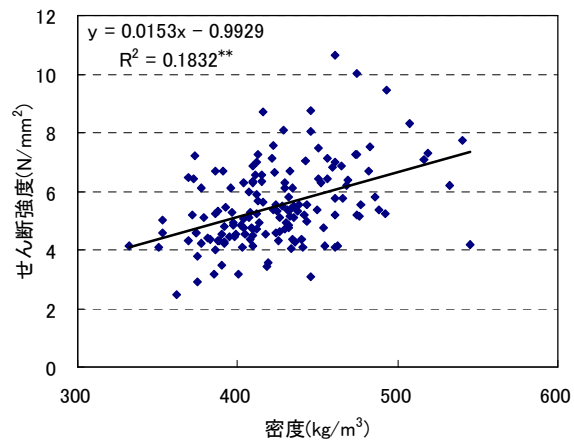
【スギ天然乾燥材, 曲げ方式】



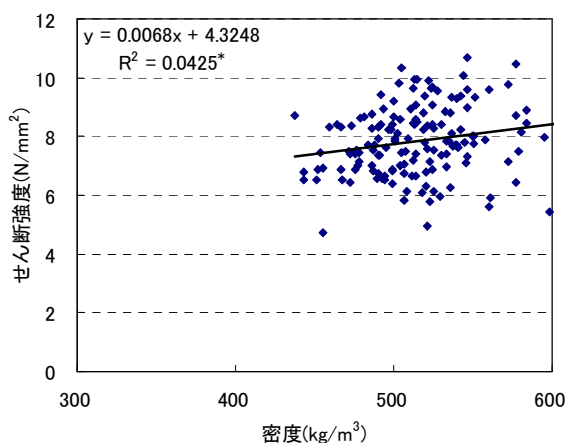
【スギ天然乾燥材, いす型方式】



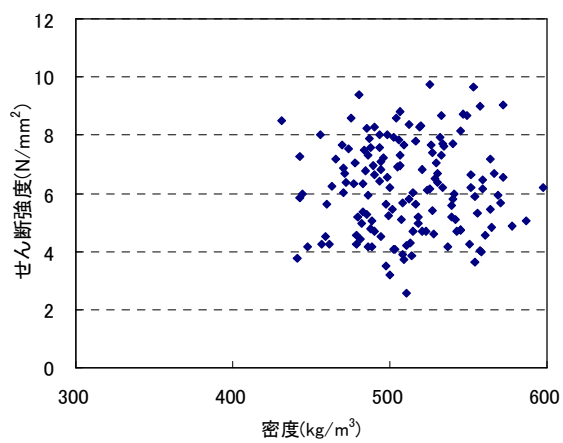
【スギ人工乾燥材, 曲げ方式】



【スギ人工乾燥材, いす型方式】



【ヒノキ天然乾燥材, 曲げ方式】



【ヒノキ天然乾燥材, いす型方式】

第7図 密度(含水率15%補正)とせん断強度との関係

第3表 せん断強度の5%下限値

材種	せん断強度(N/mm ²)	
	曲げ	いす型
スギ天然乾燥材 (n=150)	4.04	2.67
スギ人工乾燥材 (n=150)	3.79	3.44
ヒノキ天然乾燥材 (n=150)	5.82	3.77

注)順位統計に基づく信頼水準75%の5%下限値。

3. 部分圧縮（めり込み）試験

部分圧縮（めり込み）試験の結果を第4表に示す。なお、密度はせん断試験の場合と同様に、生データと含水率15%に補正したものを、また、めり込み強度値は旧ASTM D-2915では含水率によって数値が補正されないため、生データのみを表記した。めり込み強度と、めり込み降伏強さおよびめり込み剛性（材端部加圧の場合のみ）についてはISO13910に基づき算出した。

めり込み強度の平均値は、材端部、材中央部いずれの場合もヒノキの方がスギに比べてかなり高い値が得られた。また、いずれの材種においても、密度（含水率15%補正）とめり込み強度との間で、正の相関関係（有意水準1%）が認められた（第8図）。ヒノキの方がスギに比べてかなり高いめり込み強度値を示したのは、密度が高いことに加え、早材、晩材の間で密度や強度性能の差が著しいスギと比べて均質に近い構造を有していることによるものと推察される。

なお、動的ヤング係数とめり込み強度との関係について、スギ天然乾燥材の材端部加圧で有意水準5%（ $R^2=0.0416$ ）の正の相関関係が認められたのを除いて相関関係は認められなかった。

スギの乾燥方法別によるめり込み強度値の違いについて、いずれの加圧方式でも天然乾燥材の方が高い値が得られ、とくに材端部加圧では危険率1%の有意な差が認められた。このことについて明確な原因は不明であるが、100℃以上の高温域を含んだ人工乾燥の工程で横圧縮強度性能が低下した可能性が考えられる。

今回の試験で得られためり込み強度の5%下限値は第5表のとおりである。「構造用木材の強度試験法」に基づく両面加圧方式での部分圧縮（めり込み）試験によるめり込み強度の基準となる値は現在のところ存在しない。よって、試験条件が異なる場合には一概に比較できないが、参考として「木質構造設計基準・同解説」（日本建築学会、2002）に掲載されている片面加圧方式の基準強度と比較した場合、材端部、材中央部いずれの場合においてもヒノキは基準強度（材端部6.2N/mm²、材中央部7.8N/mm²）を上回っていたのに対し、スギは基準強度（材端部4.8N/mm²、材中央部6.0N/mm²）に満たなかった。なお、「構造用木材の強度試験法」に基づくスギのめり込み強度が「木質構造設計基準・同解説」の基準強度を下回ることは、他地域産材においても報告されている（岩崎ら、2006）。このことについて、明確な破壊が発生しにくい部分圧縮（めり込み）試験では、加圧方式やめり込み深さといった試験条件の設定によってめり込み強度値が変化することも、少なからず影響しているのではないかと推察される。

第4表 部分圧縮(めり込み)試験の結果

【材端部加圧】

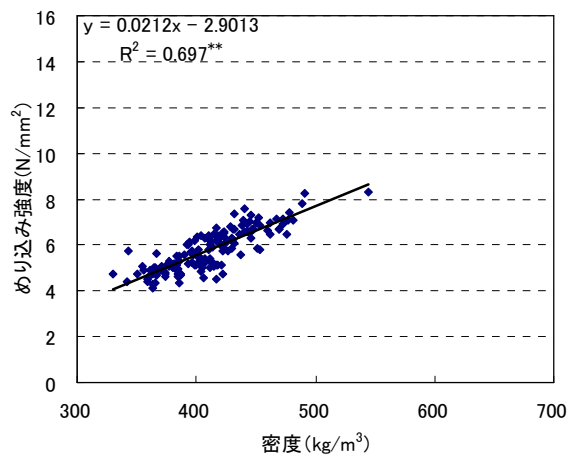
材種		含水率 ²	密度(kg/m ³)		めり込み強度	めり込み降伏強さ	めり込み剛性
		(%)	(含水率15%調整)		(N/mm ²)	(N/mm ²)	(N/mm ³)
スギ天然乾燥材 (n=150)	平均値	22.2	436	(411)	5.78	3.73	2.51
	最大値	64.0	581	(545)	8.31	5.94	3.43
	最小値	14.5	336	(330)	4.11	2.32	1.62
	標準偏差	8.0	43	(35)	0.89	0.59	0.39
	変動係数%	36.1	10.0	(8.6)	15.5	15.7	15.71
スギ人工乾燥材 (n=150)	平均値	16.4	426	(422)	5.49	3.77	2.27
	最大値	46.6	528	(525)	9.66	6.08	3.47
	最小値	8.4	346	(357)	3.52	2.50	0.80
	標準偏差	5.7	35	(33)	1.07	0.69	0.49
	変動係数%	35.1	8.1	(7.8)	19.4	18.3	21.7
ヒノキ天然乾燥材 (n=150)	平均値	19.3	530	(511)	> 9.20	6.59	3.52
	最大値	24.6	641	(601)	> 10.58	9.16	4.33
	最小値	16.7	445	(432)	6.51	4.37	2.42
	標準偏差	1.3	40	(35)	> 1.04	0.95	0.41
	変動係数%	6.8	7.5	(6.9)	> 11.3	14.4	11.7

【材中央部加圧】

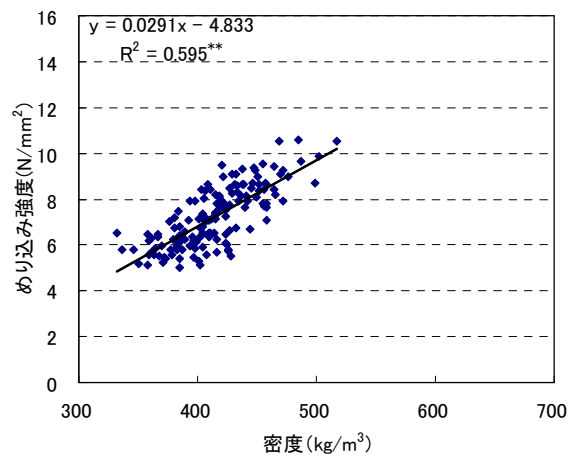
材種		含水率 ²	密度(kg/m ³)		めり込み強度
		(%)	(含水率15%調整)		(N/mm ²)
スギ天然乾燥材 (n=150)	平均値	20.8	434	(414)	7.22
	最大値	51.4	545	(517)	10.58
	最小値	14.2	337	(332)	5.01
	標準偏差	6.0	41	(35)	1.31
	変動係数%	28.8	9.5	(8.4)	18.1
スギ人工乾燥材 (n=150)	平均値	15.4	423	(422)	7.05
	最大値	26.1	519	(528)	10.73
	最小値	8.2	342	(360)	4.56
	標準偏差	4.5	33	(33)	1.35
	変動係数%	29.5	7.8	(7.9)	19.2
ヒノキ天然乾燥材 (n=150)	平均値	18.9	529	(511)	11.57
	最大値	27.5	662	(599)	16.17
	最小値	16.3	444	(436)	7.44
	標準偏差	1.6	39	(33)	1.79
	変動係数%	8.6	7.4	(6.5)	15.4

注) 材端部加圧方式によるヒノキ天然乾燥試験体150体のうち26体について、圧縮変形が20mmに達するまでに試験機の容量(100kN)をオーバーしたため、当該試験体については最大荷重を100kNとしてめり込み強度を算出。

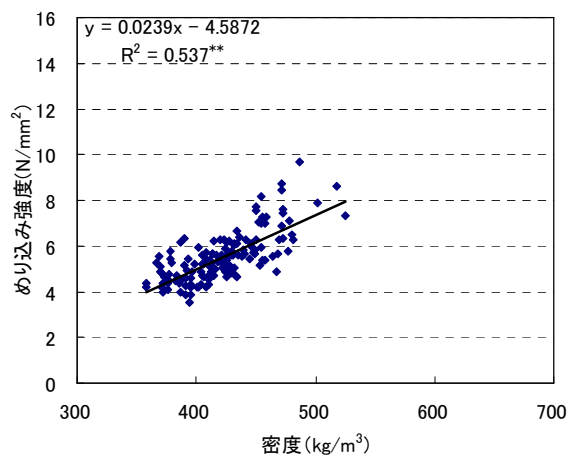
²: 試験体の破壊部位近傍より採取した含水率測定用試験片を用いて全乾法により算出。



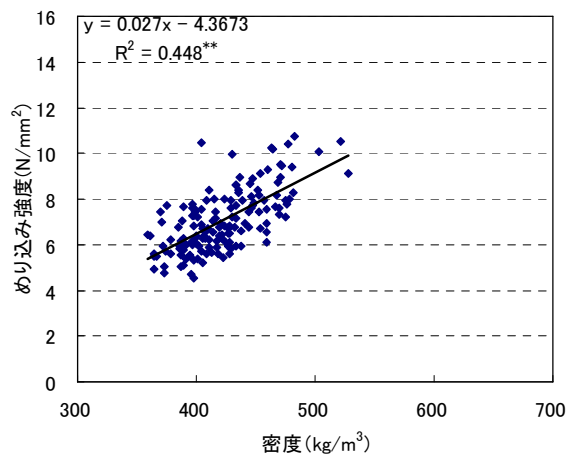
【スギ天然乾燥材, 材端部】



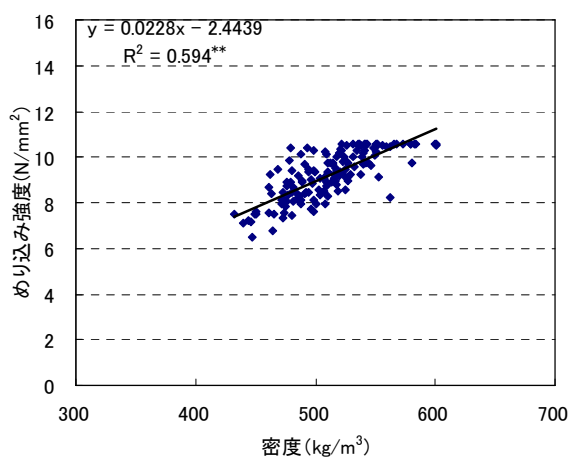
【スギ天然乾燥材, 材中央部】



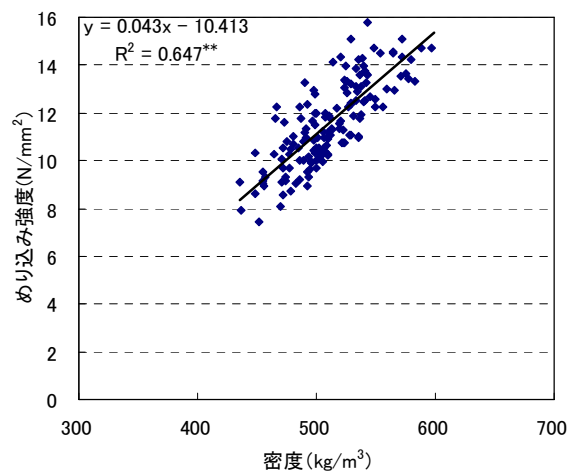
【スギ人工乾燥材, 材端部】



【スギ人工乾燥材, 材中央部】



【ヒノキ天然乾燥材, 材端部】



【ヒノキ天然乾燥材, 材中央部】

第8図 密度(含水率15%補正)とめり込み強度との関係

第5表 めり込み強度の5%下限値

材種	めり込み強度(N/mm ²)	
	材端部	材中央部
スギ天然乾燥材 (n=150)	4.42	5.29
スギ人工乾燥材 (n=150)	4.08	5.06
ヒノキ天然乾燥材 (n=150)	7.36	8.76

注)順位統計に基づく信頼水準75%の5%下限値.

摘 要

和歌山県産スギ，ヒノキを用いてせん断試験および部分圧縮（めり込み）試験を行い，以下の知見を得た．

- せん断試験について，曲げ方式およびいす型方式の2通りの方法で行った結果，せん断強度の平均値は曲げ方式の場合，スギ天然乾燥材 5.67N/mm²，スギ人工乾燥材 5.47 N/mm²，ヒノキ天然乾燥材 7.84 N/mm²，また，いす型方式の場合，スギ天然乾燥材 4.75 N/mm²，スギ人工乾燥材 5.51 N/mm²，ヒノキ天然乾燥材 6.18N/mm²であり，ヒノキの方がスギに比べて高い値が得られた．
- 曲げ方式によるせん断試験では，ヒノキの方がスギに比べてせん断破壊が発生しやすい傾向にあった．
- いす型方式によるせん断試験では，天然乾燥材の方が人工乾燥材に比べて割れの影響によるせん断強度の低下が認められた．
- 密度とせん断強度との関係について，スギの方がヒノキに比べ相関が高かった．これは，ヒノキの方がせん断強度に対して割れの及ぼす影響が大きかったことが一因と考えられる．
- スギの乾燥方法別によるせん断強度値の違いについて，曲げ方式では天然乾燥材の方が，いす型方式では逆に人工乾燥材の方が高い値が得られ，とくにいす型方式では危険率1%の有意な差が認められた．
- 今回のせん断試験における5%下限値は，全ての材種および試験方法において旧建設省の告示に規定される基準強度値（スギ1.8N/mm²，ヒノキ2.1N/mm²）を上回っていた．
- 部分圧縮（めり込み）試験について，材端部加圧及び材中央部加圧の2通りの方法で行った結果，めり込み強度の平均値は材端部加圧の場合でスギ天然乾燥材 5.78 N/mm²，スギ人工乾燥材 5.49 N/mm²，ヒノキ天然乾燥材 9.20 N/mm²超，また，材中央部加圧の場合で，スギ天然乾燥材 7.22N/mm²，スギ人工乾燥材 7.05 N/mm²，ヒノキ天然乾燥材 11.57N/mm²であり，ヒノキの方がスギに比べて大幅に高い値が得られた．
- 密度とめり込み強度との関係について，いずれの材種および加圧方式においても有意水準1%の高い相関関係が認められた．
- スギの乾燥方法別によるめり込み強度値の違いについて，材端部加圧および材中央部加圧いずれの場合も天然乾燥材の方が高い値が得られ，とくに材端部加圧の場合，危険率1%の有意な差が認められた．
- 今回の部分圧縮（めり込み）試験における5%下限値について，試験条件が異なる場合には一

概に比較できないが、参考として日本建築学会「木質構造設計基準・同解説」に掲載されている片面加圧方式の基準強度と比較した場合、ヒノキは材端部、材中央部ともに基準強度（材端部 6.2N/mm²、材中央部 7.8N/mm²）を上回っていたのに対し、スギはいずれも基準強度（材端部 4.8N/mm²、材中央部 6.0N/mm²）に満たなかった。

謝 辞

本研究の実施にあたり、独立行政法人森林総合研究所材料接合研究室の長尾博文室長、加藤英雄主任研究員、井道裕史主任研究員には多くのご指導、ご助言を賜った。ここに深甚の謝意を表す。

引用文献

- 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. 2005. 乾燥に伴う内部割れがスギ製材品のせん断強度に及ぼす影響. 木材工業. 60:170-174.
- 岩崎昌一・菅原弥寿夫・青木孝宏. 2006. 新潟県産スギ材の強度特性(Ⅲ) -正角材の縦圧縮強度とめり込み強度-. 新潟県森林研究所研究報告. 47:35-42
- 池田潔彦. 2011. 最新データによる木材・木造住宅のQ&A. P.73. 木構造振興. 東京
- 日本住宅・木材技術センター. 2000. 住宅資材性能規定化対策事業 地域材性能評価事業・報告書〈構造用木材の強度試験法〉: P.13-16. 日本住宅・木材技術センター. 東京
- 日本建築学会. 2002. 木質構造設計基準・同解説 -許容応力度・許容体力設計法-. P.340-341. 日本建築学会. 東京
- 西野芳樹・山裾伸浩. 2003. 県産柱・横架材の強度性能に関する研究. 和歌山県農林水産総合技術センター研究報告. 4:1-10.