

速報

スギ平角材の縦圧縮・せん断強度性能*1

—内部割れが発生した高温乾燥材の強度性能—

城井秀幸*2 · 豆田俊治*2

キーワード：スギ，強度，縦圧縮，せん断，内部割れ

I. はじめに

スギ中目材の需要拡大の一策として、梁桁材等の横架材としての利用が考えられる。しかし、一般的にスギ平角材は心持で断面が大きいため、乾燥が難しいとされている。

このような背景の中で近年、短時間での乾燥が可能で、表面割れが少ない高温乾燥方法が開発され、その乾燥スケジュールや乾燥メカニズムについてのさまざまな研究が報告されている(4)。筆者らも、スギ平角材に対して、この高温乾燥方法を適用し、その乾燥特性や強度性能についての検証を行ってきた(1, 2, 3)。

今回、この高温乾燥方法をベースとした乾燥スケジュールによりスギ平角材を乾燥したところ、短期間に、また、表面割れも少なく乾燥できたが、その反面、欠点として比較的大きな内部割れが生じた。

そこで本試験では、この高温乾燥スケジュールで乾燥し、比較的大きな内部割れが生じたスギ平角材の強度性能が、中温域で乾燥されたスギ平角材と比較して、縦圧縮強度性能及びせん断強度性能上に差異があるのか、あるいは、建設省告示に定める基準強度と比較して、実用的な強度性能を有するのかを検証した。

II. 試験方法

日田市郡内の原木市場から購入したスギ原木から、5種類の断面寸法の平角試験体(短辺13cm×長辺16.0, 19.5, 22.5, 28.5, 31.5cm×材長400cm)を各10本ずつ製材し、計50本を供した。試験体は、生材の状態では縦振動法による動的ヤング係数を測定した後、各試験体断面寸法ごとの平均値と変動係数がほぼ均等になるように2区分した。その後、蒸気式の人工乾燥機を用いて、一方は中温条件(最高乾球温度85℃, 約12日間)、もう一方は高温条件(最高乾球温度120℃, 約6日間)で乾燥を行った(図-1参照)。

乾燥後、約15ヶ月間室内で養生を行った後、モルダー整形し、

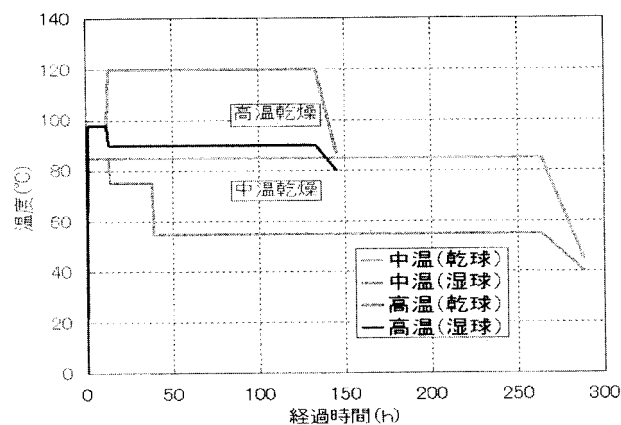


図-1. 乾燥スケジュールの概略

短辺12cm×長辺15, 18, 21, 27, 30cm×材長400cmの試験体にした。その後、1本の平角材から縦圧縮試験体、せん断試験体、並びに含水率試験体を採用し、それぞれについて試験を行った。この場合、各強度試験は鳥津製作所製の木材実大試験機を用いて、(財)日本住宅・木材技術センター発行の構造用木材の強度試験法(2000.3)(5)に準じて行った。

縦圧縮試験の試験体は、短辺12cm, 長辺15, 18, 21cmの3断面寸法とし、縦圧縮スパンは短辺の6倍の72cmとした。荷重条件は、ストローク変位一定(1mm/min)で行った。

せん断試験の試験体は、短辺12cm, 長辺15, 18, 21, 27, 30cmの5断面寸法とし、中央集中荷重方法(A法)で、支点間スパンをはりせい(長辺)の6倍、荷重条件はストローク変位一定(5mm/min)で試験を行った。

含水率は、全乾法により測定した。また、強度値は、ASTM D-2915(1984)の式(5)を用いて含水率15%時の値に補正した。

III. 結果及び考察

1. 縦圧縮強度試験結果

*1 Kii, H. and Mameda, T.: Compressive strength parallel to grain and shearing strength of sugi heavy timber -Strength properties of sugi dried high temperature which causes some inner crack-

*2 大分県林業試験場 Oita Pref. Forest Exp. Stn., Hita, Oita 877-1363

表-1. 縦圧縮強度試験結果

試験体 サイズ cm	乾燥 条件	試験 体数 個	含水率 %	気乾密度 (15%) kg/m ³	動的ヤング 係数 実験値 KN/mm ²	比例限度 強さ 実験値 N/mm ²	縦圧縮 強さ 実験値 N/mm ²	縦圧縮 強さ 補正 N/mm ²
12×15	高温	5	8.1	444	9.39	27.4	35.7	25.8
	中温	5	11.4	467	9.21	25.1	34.8	29.1
12×18	高温	5	8.3	428	8.43	22.5	32.1	23.4
	中温	5	12.3	451	8.14	22.1	31.7	27.6
12×21	高温	5	9.8	420	7.89	23.4	31.7	24.6
	中温	5	13.1	436	7.63	20.5	29.9	26.9

縦圧縮強度試験結果を表-1に示す。

縦圧縮強さは、高温乾燥と中央乾燥の実験値の平均値では、両者間に統計的な差は認められず、ほぼ同じ値を示した。一方、含水率の補正後の値では5%の危険率で統計的な差が認められ、高温乾燥材の方が低い値となった。ただし、高温処理により平衡含水率が低下することを考慮すると、高温乾燥材と中温乾燥材を同じ含水率に補正して強度比較することの妥当性については、検討の必要がある。

破壊形態は、乾燥方法で明らかな違いが認められた。すなわち、中温乾燥材では、節近辺からの圧縮破壊の進行に伴い荷重が徐々に減少したのに対し、高温乾燥材では、全試験体の2/3が最大荷重を超えた後、一気に破壊が進み、荷重が急激に低下した。この破壊状況を観察すると、材の内部割れに沿って繊維がはく離しており、乾燥過程で発生した内部割れが最終的な破壊に関与したことが推測された(写真-1)、(写真-2)。

また、全ての試験体の含水率補正後の縦圧縮強さは、5%下限値で20.1N/mm²となり、建設省告示に定める無等級材の基準強度(17.7N/mm²)を上回った。したがって、スギ平角材に今回行った高温乾燥処理を施しても利用上問題となるような縦圧縮強度の低下を生じることはないと考えられた。

2. せん断強度試験結果

今回の試験条件でせん断破壊を起こしたものは全試験体数50本中29本で、内訳は、高温乾燥材13本、中温乾燥材16本であった。

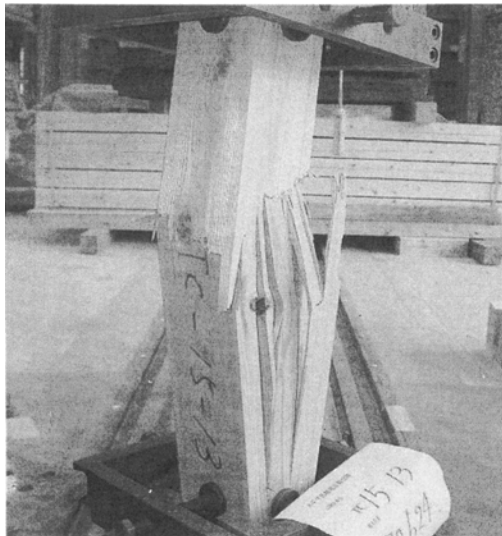


写真-1. 縦圧縮破壊状況 (高温乾燥材)



写真-2. 内部割れに沿った破壊状況 (高温乾燥材)

また、せん断破壊以外での破壊は、全て曲げ破壊であった。さらに、はりせい寸法が27cm, 30cmの試験体では、荷重点に大きなめりこみが観察され、破壊形態やせん断強さなど、試験結果への影響が危惧された(写真-3)。今後は、試験体へのめりこみが少なく、かつ、せん断破壊する試験方法の検討が必要である。

表-2にせん断破壊した試験体の試験結果を示す。せん断破壊したものは、中温乾燥材の方が多かった。また、せん断強さについても、実験値、含水率補正值とも中温乾燥材の方が高い値を示した。しかし、せん断破壊した試験体の動的ヤング係数や密度は、乾燥区分内ではばらつきがあり、せん断強さの差が乾燥方法による違いに起因するのか材質の差に起因するのかは、明確にはできなかった。

次にせん断以外で破壊した試験体の試験結果を表-3に示す。

これらの試験体は、せん断破壊する前に曲げ破壊しており、真のせん断強さを求めることができなかった。しかし、実用的な意味があるので、これらもせん断破壊したと仮定して、最大荷重からせん断強さを求め、公称せん断強さとして記載した。

この公称せん断強さも、せん断で破壊した試験体と同様に実験値、含水率補正值とも中温乾燥の方が大きな値を示した。

せん断試験全数(n=50)から、せん断強さの5%下限値を求

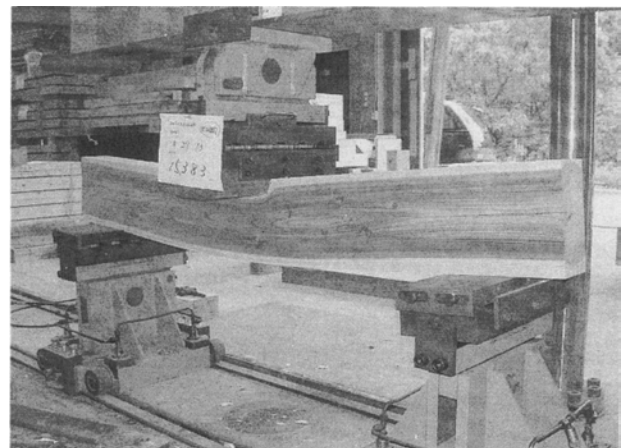


写真-3. 荷重点の試験体へのめりこみ状況

表-2. せん断試験結果 (せん断)

試験体 サイズ	乾燥 区分	試験 体数 個	含水率 %	気乾密度 (15%) kg/m ³	動的ヤング係数 実験値 KN/mm ²	せん断強さ	せん断強さ
						実験値 N/mm ²	補正
12×15	高温	2	8.2	477	10.46	4.4	4.0
	中温	5	10.8	485	9.89	5.2	4.9
12×18	高温	4	8.1	445	8.84	3.5	3.2
	中温	3	10.5	451	9.49	4.6	4.3
12×21	高温	2	10.1	428	7.73	3.0	2.8
	中温	2	12.8	474	9.56	4.4	4.2
12×27	高温	3	9.1	414	5.74	3.4	3.1
	中温	3	13.4	444	7.28	3.6	3.5
12×30	高温	2	9.5	451	8.21	3.2	2.9
	中温	3	13.8	419	7.78	3.3	3.2

表-3. せん断試験結果 (せん断以外)

試験体 サイズ cm	乾燥 区分	試験 体数 個	含水率 %	気乾密度 (15%) kg/m ³	動的ヤング係数 実験値 KN/mm ²	公称せん断強さ	公称せん断強さ
						実験値 N/mm ²	補正 N/mm ²
12×15	高温	3	8.3	455	9.39	3.4	3.1
	中温	0	-	-	-	-	-
12×18	高温	1	8.2	451	8.77	3.5	3.1
	中温	2	12.3	468	7.84	4.7	4.5
12×21	高温	3	8.8	448	9.05	3.6	3.3
	中温	3	12.4	437	7.70	4.1	3.9
12×27	高温	2	9.1	438	7.45	3.2	2.9
	中温	2	13.1	435	6.05	3.4	3.3
12×30	高温	3	13.4	399	6.22	2.6	2.5
	中温	2	13.6	412	5.38	3.1	3.0

めると2.3N/mm²となった。この値は、公称せん断強さを含み、実際のせん断強さより低い値と考えられるが、建設省告示に定める無等級材のせん断強さの基準強度 (1.8N/mm²) を上回っていた。この結果は、スギ平角材を、今回の高温乾燥スケジュールで乾燥しても、せん断強さにおいて利用上の問題となるほどの大きな強度低下を生じさせないことを示している。しかし、せん断破壊の形態を見ると、内部割れの大きな高温乾燥材では、負荷の初期段階から、材内部での破壊音発生や、内部割れに沿ったと思われるせん断破壊が観察されており、今後は、内部割れの大きさや形状が、強度性能に与える影響について検討する必要がある (写真-4)。



写真-4. 内部割れに沿ったせん断破壊の状況

IV. まとめ

今回の高温乾燥及び中温乾燥スケジュールで乾燥したスギ平角材の縦圧縮強さ、せん断強さは、いずれも建設省告示に定める基準強度を上回った。また、今回の高温乾燥スケジュールでは、材に比較的大きな内部割れが発生したが、縦圧縮強度、及びせん断強度の上では、利用上問題となるような大きな強度低下は生じなかった。しかし、高温乾燥材では、縦圧縮試験や、せん断試験で、内部割れに沿った破壊が観察されたので、今後は、内部割れの大きさや形状が強度性能に与える影響について検討する必要がある。

引用文献

- (1) 城井秀幸・豆田俊治 (2001) 木科学情報 8(1):53-54.
- (2) 城井秀幸・豆田俊治 (2002) 木科学情報 9(1):45-46.
- (3) 豆田俊治ら (2000) 日本木材学会要旨集 50:p.147.
- (4) 日本木材学会レオロジー研究会・木材と水研究会 (2001) 木材乾燥シンポジウム講演集:3-105.
- (5) (財) 日本住宅・木材技術センター (2000) 住宅資材性能規定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):6-82.

(2002年12月24日 受理)