

県産スギ平角材の強度性能に関する研究

The study for Strength performance of Sugi produced in Gunma Prefecture

工藤康夫・町田初男・小黒正次*

要旨

- 1 スギの二番玉から製材した心持平角材の曲げ試験を行った結果、一番玉から製材した心持平角の試験結果に比べて強度等級が高い材の割合が増加しており、強度等級E70以上の割合が全体の85%以上を占めていた。
- 2 曲げヤング係数と曲げ強度の間には高い相関関係が認められ、同等の曲げヤング係数であっても、一番玉材に比べて高い曲げ強度が出現する傾向が認められた。
3. 今回の試験で得られたデータを用いて、群馬県産横架材スパン表（第2版）を作成した。

キーワード：スギ、二番玉、平角材、曲げ強度

I はじめに

「建築基準法」や「住宅の品質確保等の促進に関する法律」、また「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」により、建築物の構造材の強度性能表示が必要な機会が増えている。これまで県産スギの強度データは平成9年から13年にかけて測定したもの（以下2000年全県と呼ぶ）であるが（町田ら, 2002）、近年素材丸太の大径化が進み、その結果二番玉以上から製材される平角材が増えたことにより、スギの強度が増加している知見が得られている（町田ら, 2010）。

そこで、県産スギの二番玉材の強度性能を改めて明らかにし、併せてそこで得られたデータを使用して建築現場での活用が容易な横架材のスパン表を作成するため、本研究を行った。

II 材料と方法

県内各地域のスギの二番玉から製材したB120mm×h180mm×L4,000mmの心持平角材計106本を、SD20規格で購入した。

またこれとは別にB130mm×h200mm×L4,000mmの二番玉から製材した西毛産スギ64本を未乾燥で購入し、日本電化工機（株）製の蒸気式木材乾燥機DKSH-15HTを用いて乾球温度85℃、湿球温度65～80℃で342時間人工乾燥を行った。なお、仕上がり含水率は20%を目標とした。人工乾燥終了後、帯鋸製材機でB120mm×h180mm×L4,000mmに仕上げた。

試験体全てについて、寸法測定、重量測定、縦震動法による固有振動数測定を行った。また仕上げ後にJASの目視等級区分の製材規格に従い、節及び集中節の径比を測定することにより目視等級区分を行った。

曲げ強度試験は、インストロン製万能強度試験機5582EX/Hを使用し、構造用木材の強度試験マニュアル（日本住宅・木材技術センター, 2011）に準じて、支点間18h=324cm、荷重点間6h=108cm、載荷

* 元群馬県林業試験場

速度20mm/minで3等分点4点曲げ試験を行った。曲げヤング係数は、全区間に対する中央の変位から、せん断の影響を含んだ見かけの曲げヤング係数を算出した。曲げ試験終了後、非破壊部分を切り出してその重量を測定し、恒温器中で103±2℃で恒量になるまで静置して全乾法による含水率を求めた。

動的ヤング係数、曲げヤング係数及び曲げ強度が含水率の影響を受けるのを防ぐため、ASTM D2915の補正式を用いた。含水率10%以上20%以下の範囲について、下に示す補正係数 k_{m-f} （曲げ強度）、 k_{m-E} （曲げヤング係数）を用いて含水率15%時の値に調整を行った。なお、含水率が20%を超えるもの、及び10%未満のものは強度データの集計から除外し、曲げ試験の結果は全て県産スギとして評価を行うため、納入区分ごとのS1からS5の各ロットは全て同一の試験体として取り扱った。

$$k_{m-f} = 1.25 / (1.75 - 0.0333M)$$

$$k_{m-E} = 1.14 / (1.44 - 0.02M)$$

M：試験時の含水率（%）

III 結果及び考察

試験体の概要を表-1に示す。含水率、気乾密度、目視JASともにロットごとの数値、割合が大きく異なっていた。

表-1 試験体概要

ロット	n	含水率		気乾密度		目視JAS			
		平均 (%)	標準偏差 (%)	平均 (Kg/m ³)	標準偏差 (Kg/m ³)	1級 (%)	2級 (%)	3級 (%)	規格外 (%)
S 1	24	14.9	3.6	423.7	29.4	58.3	41.7	0.0	0.0
S 2	26	30.0	8.3	447.6	46.9	19.2	53.8	19.2	7.7
S 3	28	16.4	2.1	493.7	67.7	25.0	60.7	14.3	0.0
S 4	28	10.5	2.0	393.5	21.9	25.0	75.0	0.0	0.0
S 5	64	15.0	5.9	390.0	39.6	29.7	51.6	14.1	4.7
全県	170	16.8	7.8	418.3	65.6	30.6	55.9	10.6	2.9

*：目視JASの数値は、全体に占める等級の割合を示す。

表-1の試験体の内、仕上含水率が20%を超えるもの、及び10%未満のもの、目視等級が規格外のものを除外した結果を表-2に示す。

表-2 曲げ強度試験体概要

ロット	n	含水率		気乾密度		目視JAS			
		平均 (%)	標準偏差 (%)	平均 (Kg/m ³)	標準偏差 (Kg/m ³)	1級 (%)	2級 (%)	3級 (%)	規格外 (%)
全県	115	14.4	2.6	362.9	45.3	37.9	53.4	8.6	-

含水率10%以上20%以下の範囲について、含水率15%時の値に調整を行った強度試験の結果（以下、「全県」と呼ぶ）と、平成9年度から13年度に実施した強度試験の結果（以下、「2000年全県」と呼ぶ）を表-3に示す。なお、2000年全県で試験に供した試験体は、そのほとんどが一番玉から製材されたものであると推定される。また、2000年全県の強度試験結果も含水率10%以上20%以下について15%時の値に調整を行った。

全県の結果は、曲げヤング係数平均値、曲げ強度平均値のいずれも2000年全県のそれを上回っていた。また、曲げ強度の下限值についても2000年全県を上回り、かつスギ無等級材基準強度である22.2KN/mm²以上であった。

表-3 含水率補正を行った強度試験結果

	n	動的ヤング係数 (KN/mm ²)			曲げヤング係数 (KN/mm ²)			曲げ強度 (KN/mm ²)			
		平均	標準偏差	変動係数 (%)	平均	標準偏差	変動係数 (%)	平均	標準偏差	変動係数 (%)	下限値*
全 県	115	7.65	1.52	19.9	7.24	1.33	18.4	42.1	9.6	22.7	27.5
2000年全県	248	7.25	1.44	19.9	6.90	1.28	18.6	33.4	6.8	20.3	23.8

*：下限値は信頼水準75%のときの95%下側許容限界値

図-1に全県と2000年全県の強度等級別出現率を示す。2000年全県と比べて、全県はE50が24.0%から13.9%に減少した一方、E90が21.2%から32.2%に増加していた。その結果E70以上が全体の85%以上を占めていた。

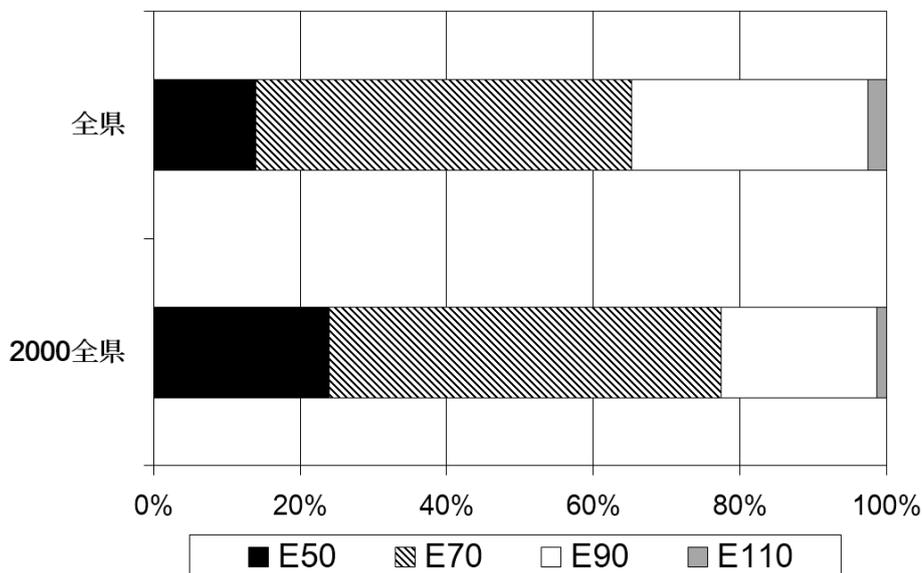


図-1 スギ平角の強度等級別出現率

図-2に、全県と2000年全県の曲げヤング係数と曲げ強度の関係を示す。いずれも曲げヤング係数と曲げ強度に高い相関関係が認められた。さらに、この比較結果から、同等のヤング係数であっても、全県は2000年全県と比べて、曲げ強度が高くなる傾向が認められた。

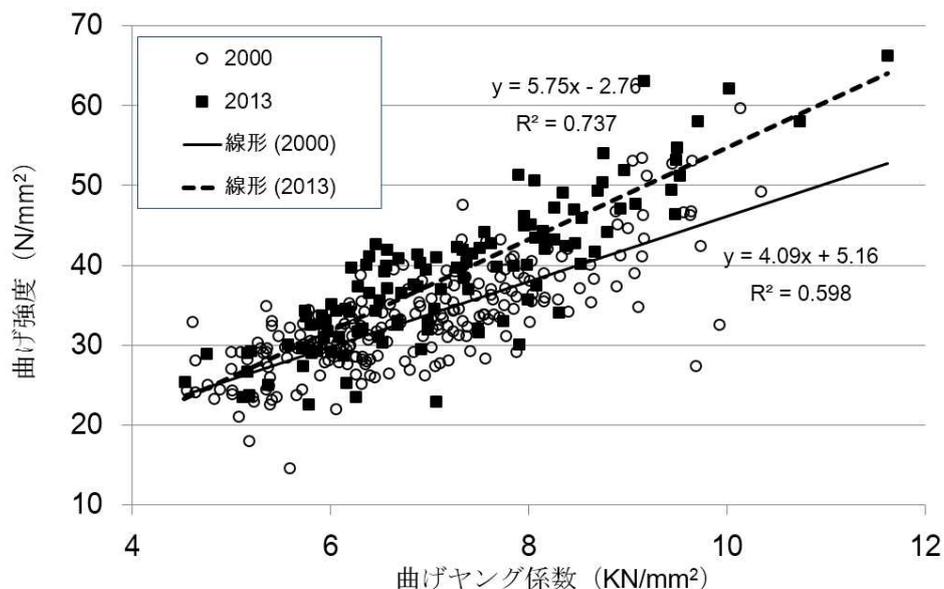


図-2 曲げヤング係数と曲げ強度の関係 (2000年全県との比較)

図-3に、目視JAS等級と曲げ強度の関係を示す。目視等級1級及び2級では、目視等級ごとに定められている基準強度を下回っているものが認められた。このうち目視等級1級は5%下限値が、 27.9N/mm^2 で基準強度の 27.0N/mm^2 を上回っていたが、目視等級2級の5%下限値は、 23.8N/mm^2 で、基準値の 25.8N/mm^2 を下回っていた。なお、全ての等級、試験体でスギの無等級材の基準強度 22.2N/mm^2 を上回っていた。

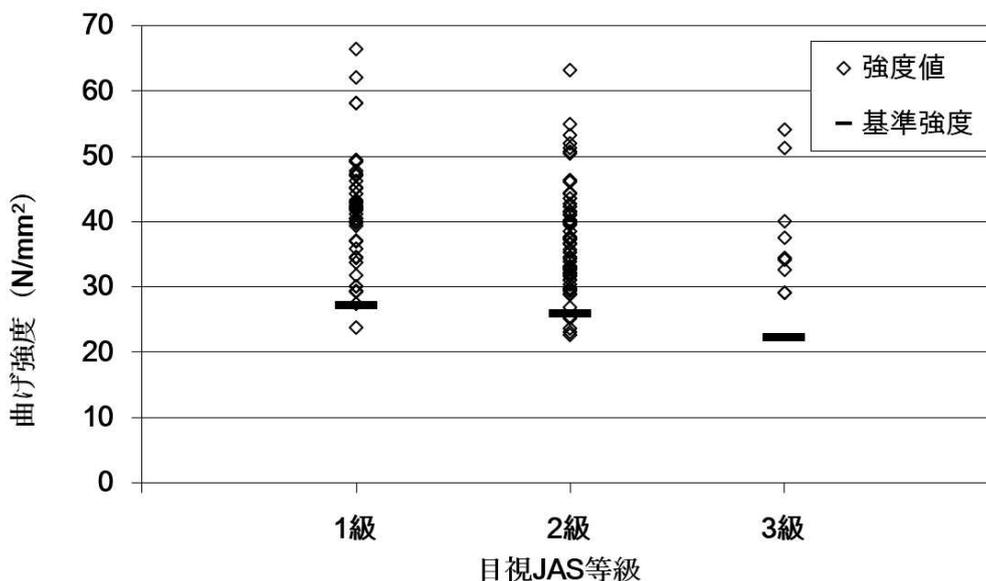


図-3 目視JAS等級と曲げ強度

図-4に、曲げヤング係数と曲げ強度の関係を機械等級区分と比較した結果を示す。またそれぞれの因子を目視等級区分ごとに示した。無等級材の基準強度 22.2N/mm^2 を下回るものは無かったものの、E50、E70、E90のそれぞれの等級で、定められた基準強度を下回るものが認められた。特に目視等級2級については基準強度を下回るものが複数存在していた。

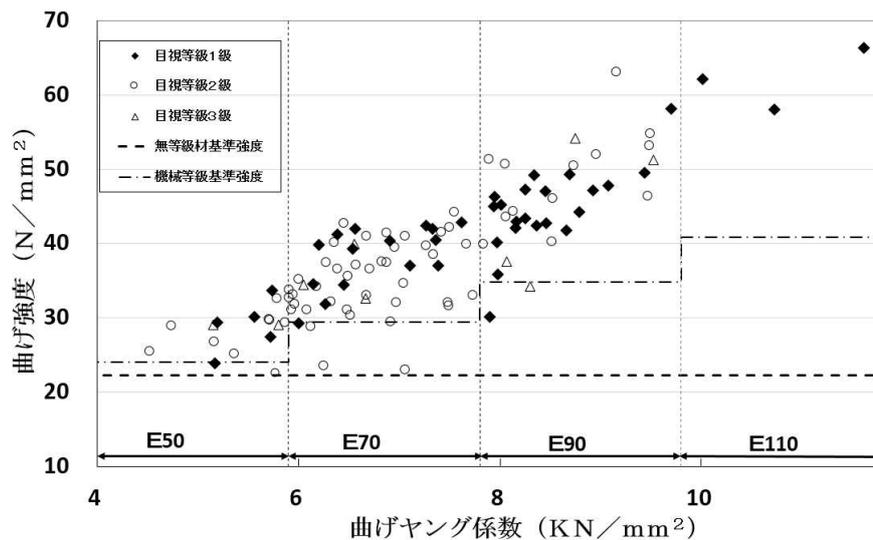


図-4 曲げヤング係数と曲げ強度の関係

IV おわりに

スギ二番玉から製材した心持材について、ヤング係数と曲げ強度の間に高い相関関係が認められ、さらに同等の曲げヤング係数でも、一番玉材に比べて高い曲げ強度が出現する傾向が認められた。

また、そのほとんどが一番玉由来と推定される2000年全県に比べて強度等級が高い材の割合が増加しており、強度等級E70以上の割合が全体の85%以上であった。

一方で目視等級区分による等級分けは、曲げ強度との間に低い相関関係しか認められなかった。さらに目視等級区分2級では、その一部が目視等級、機械等級の基準強度をいずれも下回っていた。他の研究事例でも等級別ごとの下限値が基準強度を下回る事例が報告されている(松元ら, 2014)ことから、今後のデータの蓄積を以て目視等級区分の方法を再検討する必要があると思われる。

さらに今回の試験で得られたスギ二番玉材の強度性能データ等を用いて、「群馬県産横架材スパン表(第2版)」を作成した。作成にあたっては、学識経験者、建築設計者(構造系、意匠系)、並びに木材関係者(製材業、プレカット事業)で構成された検討委員会で検討を行い、利用者にとって使いやすく、汎用性が高いスパン表とすることを心がけた。今後県内の建築関係者や木材関係者を対象とした説明会を開催し、スギ横架材の積極的な使用を通して県産材の利用拡大を図る予定である。

引用文献

- 町田初男・小黒正次・工藤康夫・斉藤英之・藤井定治(2010), 群馬県産スギ材の強度性能
 —断面寸法による強度等級出現率—, 日本木材加工技術協会第28回年次大会講演要旨集, 73-74
- 町田初男・小黒正次・中島靖雄・茂木のり恵(2002), 群馬県産スギ材の強度性能, 群馬県林業試験場研究報告第8号
- 松元浩・石田洋二(2014), 石川県産スギ心持ち平角材の曲げ強度性能, 第64回日本木材学会大会研究発表要旨集, CD-ROM
- 日本住宅・木材技術センター(2011), 構造用木材の強度試験マニュアル, <http://www.howtec.or.jp/kenkyu/m-kyoudosiken.pdf> (参照 2012.12.21)