

【研究報告】

県産スギ平角材の強度性能

(県単課題 平成16～17年度)

山田 茂隆

目 次

要 旨	40
はじめに	41
供試材と試験方法	41
1 供試材	41
2 供試材の乾燥	42
3 試験方法	42
結果および考察	45
1 供試材の外観特性	45
2 曲げ強度試験の結果	45
3 目視等級区分の曲げ強さ	46
4 機械等級区分の曲げ強さ	47
5 強度性能因子の関係	47
6 断面寸法ごとの曲げ強度試験の結果	48
7 断面寸法ごとの外観特性	49
まとめ	50
参考文献	50

要 旨

福島県の主要造林樹種であるスギの平角材について、横架材として利用することを目的に、実大材による曲げ強度試験を実施した。スギ平角材の曲げ強さの平均値は41.0N/mm²、下限値は27.7N/mm²であり、国土交通省（旧建設省）告示に定めるスギ無等級材の曲げ基準強度22.2N/mm²を上回った。また、「針葉樹の構造用製材の日本農林規格」¹⁾（以下、日本農林規格という）による強度等級区分を行った結果、目視等級区分（甲種構造）で1級と2級の出現頻度はほぼ同じであり、機械等級区分においては約80.0%の材がE70以上の等級に区分された。機械等級区分では、等級が上がると、曲げ強さも高くなる傾向を示し、非破壊的手法でヤング係数を測定することによる等級区分の有効性を示した。なお、異なる断面寸法ごとに強度性能を評価した結果は、曲げ強さ、曲げヤング係数とも、断面寸法ごとの平均値間に有意な差は認められなかった。

受理日 平成18年6月5日

はじめに

スギは福島県でも主要な造林樹種であり、民有林の人工林面積204千haのうち、約64%にあたる131千haを占めている²⁾。これらは、現在、資源の成熟化が進み、県内のスギの標準伐期齢とされる林齢45年生以上の林分面積が、52千haと、民有林スギ人工林の約40%を占め、平成10年度と比べると約22千ha増加している³⁾。今後はこれらの林分からスギ材の供給量の増加が見込まれるが、生産される素材はこれまでの柱材の木取りに適した柱適寸丸太から、径級が18～30cm程度の中目材が中心となることが予想される。このため、これまでには利用しづらい径級とされてきた中目材の利用用途を開拓し、需要の拡大を図る必要がある。その方策として、木造住宅の横架材として利用することが考えられるが、建築基準法の改正や住宅の品質確保の促進等に関する法律の制定等により、住宅の構造材に明確な性能が求められる現状において、スギ材の横架材としての利用を推進するには、部材の強度性能を把握することが重要である。

当センターでは、これまでに、県産のスギ、アカマツ、カラマツについて、実大材での強度試験を実施し、その材質特性の調査を行ってきた。しかし、スギ材については、正割材や正角材での調査であり、平角材についての調査は行われていなかった。

本研究では、スギ材を横架材として利用することを目的に、平角材の材質特性把握として、実大材による曲げ強度試験を行ったので、その結果について報告する。

供試材と試験方法

1 供試材

供試材は、福島県内の中通り・浜通り・会津の各地より産出したスギ原木から製材したスギ平角材312本で、いずれも心持ちの無背割り材である。原木を伐採した林分の林齢は概ね50～65年生である。供試材の産地を図-1に、供試材の断面寸法と供試本数を表-1に示す。断面寸法は、乾燥による収縮やモルダラーによる修正挽きを見込んで歩増しをつけた寸法であるが、一部は、乾燥材として修正挽き済みで搬入されている。なお、材長については、搬入時点で、30～200mm程度の歩増しがあったが、乾燥前にクロスカットソーで4mに長さを調整した。

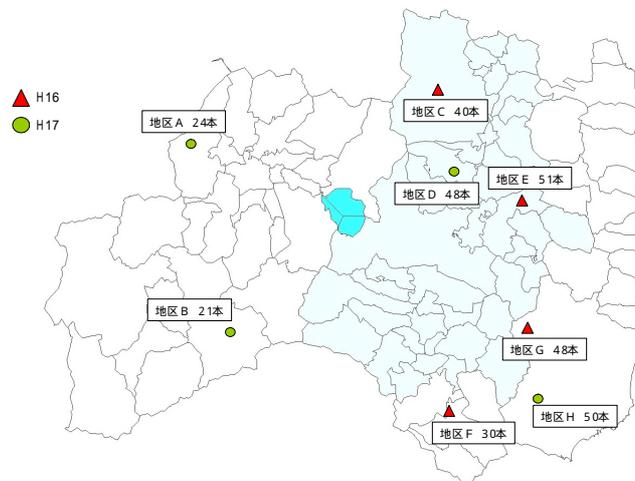


図 - 1 供試材の産地

表 - 1 断面寸法ごとの供試本数

本数 (n)	寸法(mm)		
	材幅	梁せい	材長
45	135	225	4000
219	135	255	4000
48	135	285	4000

2 供試材の乾燥

供試材は生材で搬入されたものについては、当センターの人工乾燥機による人工乾燥、または屋外資材置き場等を利用した天然乾燥により、概ね気乾状態まで乾燥・養生を行った。表 - 2 に、適用した乾燥スケジュールを示す。乾燥後は、材幅はいずれも120mmに、梁せいは225mmは210mm、255mmは240mm、285mmは270mmにそれぞれモルダーで寸法調整した。なお、地区DとHの材については、人工乾燥材として当センターに搬入されたが、乾燥スケジュールは不明である。

表 - 2 供試材の乾燥スケジュール

産地 記号	断面寸法 (mm)	供試材 本数	乾燥スケジュール
A1	135 × 285	12	95 蒸煮(8h)+120-90 (24h)+90-60 (372h)
A2		12	95 蒸煮(8h)+120-90,110-80,100-70,90-60 (200h)
B1	135 × 225	11	95 蒸煮(8h)+120-90 (24h)+90-60 (372h)
B2		8	95 蒸煮(8h)+120-90,110-80,100-70,90-60 (200h)
B3		2	天然乾燥(約5ヵ月)
C1	135 × 255	20	95 蒸煮(8h)+120-90 (36h)+90-60 (144h)
C2		20	95 蒸煮(8h)+120-90 (36h)+70-40 (144h)
D	120 × 240	48	人工乾燥(スケジュール不明)
E1	135 × 255	24	95 蒸煮(16h)+120-90 (24h)+90-60 (169h)
E2		24	95 蒸煮(20h)+95-90~75 (315h)
E3		3	天然乾燥(約8ヵ月)
F1	135 × 255	24	95 蒸煮(8h)+120-90 (24h)+90-60 (168h)
F2		6	天然乾燥(約7ヵ月)
G1	135 × 225	12	120-90 (24h)+天然乾燥
G2		12	95 蒸煮(8h)+120-90 (24h)+天然乾燥
G3	135 × 285	24	95 蒸煮(8h)+120-90 (24h)+90-60 (168h)
H	120 × 240	50	人工乾燥(スケジュール不明)

1: A1とB1、A2とB2は、それぞれ同時乾燥である。

2 断面寸法はセンター搬入時の寸法である。

3 試験方法

(1) タッピング法による動的ヤング係数の調査

供試材の木口面の一方をハンマーで打撃して材を縦振動させ、発生した音波を他方の木口面からマイクロホンで取り込み、FFTアナライザーを用いて基本振動数を求め、この結果と密度および材長から次式により動的ヤング係数(Efr)を算出した。

$$Efr \text{ (kN/mm}^2\text{)} = 4 \times L^2 \times f^2 \times \rho$$

L : 供試材の材長 (m)
f : 基本振動数 (kHz)
ρ : 試験体の密度 (g/cm³)

なお、動的ヤング係数の調査は、生材時(乾燥前)および寸法調整が終了した気乾時(乾燥後)の2回行った(地区Hの材は気乾時のみ)。

(2) 供試材の外観特性調査

供試材はモルダーによる寸法調整後、日本農林規格の目視等級区分製材における材面の品質の基準に準じ、材面に出現する最大の単独節径比(以下、節径比という)や最大の集中節径比(以下、集中節径比という)、丸身等の調査を行った。特に、節径比、集中節径比については、荷重点間について測定した。また、曲げ試験終了後の供試材の非破壊部より厚さ約2cmの試験片を3枚採取し、2枚(可能な限り元口と末口部分で各1枚採取した。)は全乾法による含水率の測定を行い、平均値を試験時の含水率とした。残りの1枚は平均年輪幅および標準密度の測定に使用した。これらの結果をもとに、甲種構造材の構造用の基準による目視等級区分を行った。なお、含水率を測定した2枚の試験片は、心材率についても測定し、平均値を材の心材率とした。

(3) 実大材曲げ強度試験

実大曲げ強度試験は、(財)日本住宅・木材技術センターによる「構造用木材の強度試験法」(以下、強度試験法という)⁴⁾に従い、荷重容量50tの実大強度試験機を用いて3等分点4点荷重法により、材が破壊に至るまで加力した(図-2)。なお、梁せいが240mmと270mmの材は、標準荷重条件とされる梁せいの18倍の支点間スパンを確保できないため、強度試験法で許容される範囲内で、表-3のとおり供試材の断面寸法ごとの支点間スパン、荷重点間スパンを調整した。

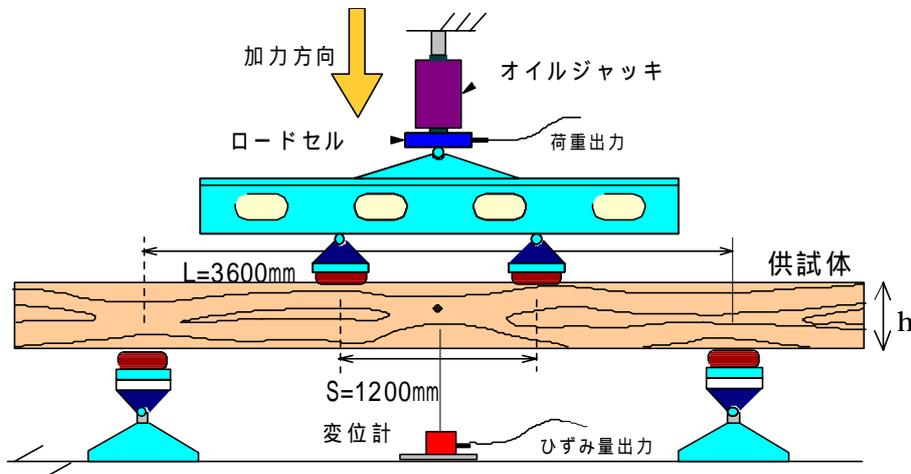


図 - 2 実大材曲げ強度試験の概略図(梁せい240mmの例)

表 - 3 断面寸法ごとのスパン

梁せい(h) (mm)	支点間スパン(L) (mm)	荷重点間スパン(S) (mm)	備考
210	3780	1260	L=18h, S=6h
240	3600	1200	L=15h, S=5h
270	3780	1350	L=14h, S=5h

注1) 材幅はいずれも120mmである。

最大荷重から曲げ強さ (MOR) を、材中央部のたわみ量からせん断の影響を含んだ支点間スパンの曲げヤング係数 (MOE_L) をそれぞれ下記の式から求めた。

$$MOR = a \times P_{max} / (2Z)$$

a : 支点・荷重点間距離

P_{max} : 最大荷重

Z : 断面係数

$$MOE_L = a(3L^2 - 4a^2)(F_2 - F_1) / \{48I(W_2 - W_1)\}$$

L : 支点間距離

I : 断面二次モーメント

F₂ - F₁ : 荷重変形曲線の直線部分の荷重の増分

W₂ - W₁ : F₂ - F₁ に対応する変形の増分

(4) 試験データの調整について

強度試験法では、必要により試験データ (強度性能) の調整を、含水率、木材の寸法及び荷重条件により行うとされる。本試験でもこれにならい試験データの調整は以下の方法により行った。

含水率による調整

強度試験法では、試験結果を含水率が15%の場合 (ただし、全供試体の含水率が15 ± 2%の範囲にある場合は補正しなくてもよい) に補正する方法がいくつか示されている。今回、スギ材の試験時の含水率は7.2 ~ 49.2%の範囲で、平均値は17.6%であった。そのため、曲げヤング係数および曲げ強さについて、ASTM D 2915の方法により含水率15%時の値に換算した。換算式を下記に示す。

$$P_2 = P_1 \{ (1 - M_2) / (1 - M_1) \}$$

P₁ : 含水率M₁%時の強度性能測定値

P₂ : 含水率M₂%時の強度性能測定値

M₁、M₂ : 含水率

、 : 含水率補正係数

曲げヤング係数の場合 = 1.44、 = 0.0200

曲げ強さの場合 = 1.75、 = 0.0333

木材の寸法および荷重条件による調整

強度試験法では、木材の標準寸法を梁せい150mmの時として、次式により算出した係数を強さ (曲げ強さ) に乗じて調整している。本試験でもこれと同様に以下の方法で行った。

$$k_1 = (h/h_0)^{0.2}$$

h : 供試材寸法

h₀ : 標準寸法 (= 150mm)

曲げ試験条件が標準荷重条件と異なる場合は、曲げ強さに対して、以下の調整係数を乗じた。

$$k_2 = \{ (L + 5S) / (L_0 + 5S_0) \}$$

L : 試験条件における支点間スパン

S : 試験条件における荷重点間スパン

L₀ : 標準条件における支点間スパン

S₀ : 標準条件における荷重点間スパン

曲げヤング係数に対しては、標準荷重条件が異なる場合、次式により値を調整した。

$$E_m = E_b \{ 1 + 2.4h^2(E/G) / (3L^2 - 4a^2) \} / \{ 1 + 2.4h_0^2(E/G) / (3L_0^2 - 4a_0^2) \}$$

E_m : 標準条件における曲げヤング係数

E_b : 試験条件における曲げヤング係数

- E/G : 真のヤング係数とせん断弾性係数の比
- h : 試験条件における梁せい
- L : 試験条件における支点間スパン
- a : 試験条件における荷重点間スパン
- h₀ : 標準条件における梁せい、
- L₀ : 標準条件における支点間スパン
- a₀ : 標準条件における荷重点間スパン

結果および考察

1 供試材の外観特性

平均年輪幅、節径比、集中節径比等の外観特性調査の結果を表 - 4 に示す。各因子を平均値でみると、平均年輪幅が5.0mmで、「製材品の強度性能に関するデータベース」⁵⁾のデータ集 6 (以下、データ集 6 という)の、平角材の寸法に該当する構造用 Bについて、平均年輪幅 (n=1632) の平均値は5.2mmであり、今回の試験で得られた値はこれとほぼ同程度であった。最大節径比および集中節径比は、いずれの因子も材によりばらつきが大きい結果であった。曲げ試験時の含水率はばらつきはあるものの平均値は17.6%で、日本農林規格の含水率の区分である仕上げ材のSD20 (含水率20%以下) に相当する材が、全数の75.3%にあたる235本となり、概ね良好な乾燥状態であった (図 - 3)。試験時の容積密度は394kg/m³で、12%補正密度は366kg/m³であった。

表 - 4 供試材の外観特性

	平均年輪幅 mm	節径比(%)			集中節径比(%)			曲げ試験時		12%補正 密度 kg/m ³
		狭い 材面	広い材面 材縁	中央	狭い 材面	広い材面 材縁	中央	含水率 %	容積密度 kg/m ³	
Mean	5.0	13.9	7.4	8.9	6.6	5.8	17.9	17.6	394	366
平角 S.D.	1.1	10.3	7.0	3.5	14.2	10.5	9.0	6.5	43	36
n=312 M in	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2	293	274
Max	9.4	41.5	27.7	23.9	62.1	38.8	44.4	49.2	548	473

Mean :平均 S.D. :標準偏差 M in :最小値 Max :最大値

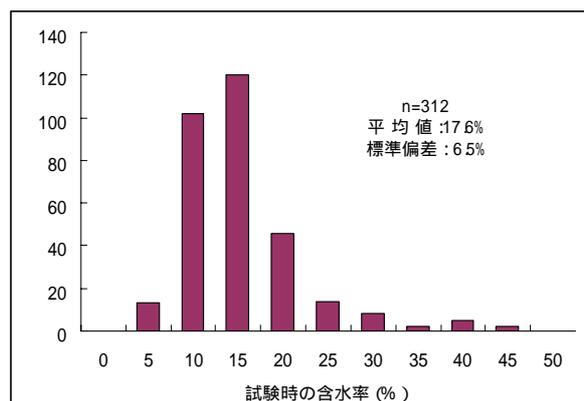


図 - 3 試験時の材の含水率の分布

2 曲げ強度試験の結果

実大材曲げ強度試験の結果を表 - 5 に示す。また、曲げ強さおよび曲げヤング係数の出現頻度の分布を図 - 4、5 に示す。

表 - 5 実大材曲げ強度試験の結果

	曲げ試験時		12%補正 密度	曲げ強さ	曲げヤング 係数	動的ヤング係数	
	含水率	密度				乾燥前	乾燥後
	%	kg/m ³	kg/m ³	N/mm ²	kN/mm ²	kN/mm ²	
Mean	17.6	394	366	41.0	7.27	6.48	7.02
S.D.	6.5	43	36	7.8	1.40	1.34	1.35
平角 n=312	C.V.	37.2	11.0	9.7	19.0	19.2	20.6
Min	7.2	293	274	17.2	3.79	2.33	3.20
Max	49.2	548	473	61.1	10.99	10.31	10.85
TL5%				27.7			

Mean :平均 S.D. :標準偏差 Min :最小値 Max :最大値
TL5% :信頼水準75%の5%下側許容限界値(下限値)

曲げ強さの範囲は17.2~61.1N/mm²平均値は41.0N/mm²で、信頼水準75%の5%下側許容限界値(以下、下限値という)は27.7N/mm²であった。この値は、国土交通省(旧建設省)告示に定めるスギを含む針葉樹類の無等級材の曲げ基準強度22.2N/mm²を上回った。曲げヤング係数の範囲は3.79~10.99kN/mm²平均値は7.27kN/mm²であった。生材時と気乾時の動的ヤング係数の平均値は、それぞれ6.48kN/mm²、7.02kN/mm²で、気乾時の値は生材時と比較して約8%高い値となり、乾燥による動的ヤング係数の増加が見られた。データ集6のスギ構造用Bの曲げ強さ(n=1494)の平均値は38.9N/mm²、標準偏差8.9N/mm²である。これを正規分布と仮定して、下限値を算出すると約24.0N/mm²となる。今回の結果は、平均値、下限値ともにデータ集6の値を上回っており、福島県産のスギ平角材が、構造材として十分な強度性能を有していることが認められた。

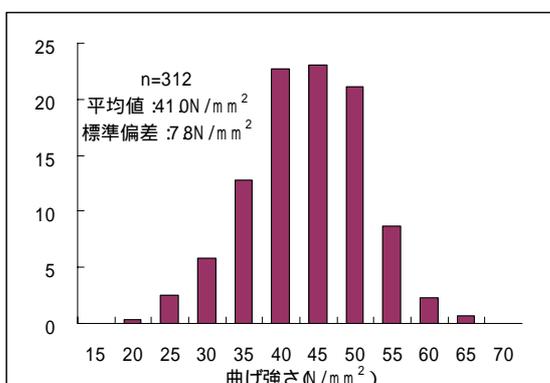


図 - 4 曲げ強さの分布

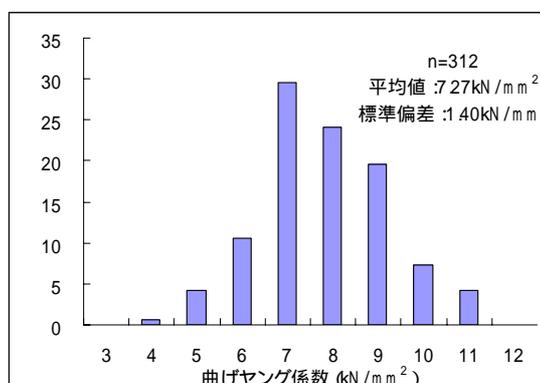


図 - 5 曲げヤング係数の分布

3 目視等級区分の曲げ強さ

外観特性調査で測定した節や丸身等から、目視等級区分製材の甲種構造材(構造用)の基準による等級区分を行った。各等級に区分された供試材の曲げ強さを表-6に示す。出現頻度は、1級、2級、3級でそれぞれ47.4%、45.5%、5.1%であり、1級と2級の出現頻度に大きな差は見られなかった。各等級の曲げ強さの平均値は、1級と2級がそれぞれ44.2N/mm²、38.3N/mm²、3級は38.5N/mm²となり、1級は他の等級と比較して高い値となったが、2級と3級は差は見られず、今回の結果では2級と3級で、強度等級区分と

しての目視等級区分の有効性は明確ではなかった。データ集 6 の甲種構造用 の曲げ強さの平均値は、1 級が43.6N/mm² (n=529)、2 級が41.8N/mm² (n=1988)、3 級が40.6N/mm² (n=811)であり、2 級と3 級の値は、本県の結果より高い値であった。なお、各等級ごとに定められる甲種基準強度未満の供試材は、1 級が1 本、2 級が6 本、等級外は6 本あった。

表 - 6 目視等級区分ごとの曲げ強さ

等級	基準強度(N/mm ²)		試験体数 (本)	出現頻度 (%)	曲げ強さ(N/mm ²)			基準値未満 本数(本)
	甲種	乙種			平均値	標準偏差	最小値	
1級	27.0	21.6	148	47.4	44.2	6.9	24.7	1
2級	25.8	20.4	142	45.5	38.3	7.2	17.2	6
3級	22.2	18.0	16	5.1	38.5	8.0	27.4	0

基準値未満本数は、甲種基準強度による。

等級外 6本 (19%)

4 機械等級区分の曲げ強さ

タッピング法により算出した気乾時の動的ヤング係数を用い、機械等級区分を行った結果を表 - 7 に示す。出現した等級の範囲はE50～E110で、出現頻度はE50が15.7%、E70が54.8%、E90が22.8%、E110が3.2%となり、全体としてE70以上の等級に区分された材が約80%となった。各等級の曲げ強さの平均値は、E50～E110の順に、35.4N/mm²、40.3N/mm²、46.7N/mm²、50.8N/mm²で、等級が上がると平均値も高くなっており、今回の結果では強度等級区分としての機械等級区分の有効性が認められた。データ集 6 の機械による等級区分の曲げ強さの平均値は、E50～E110の順に、34.1N/mm² (n=1697)、39.5N/mm² (n=3324)、46.0N/mm² (n=2008)、52.3N/mm² (n=476)で、各等級とも本県の値と大きな差は見られなかった。なお、各等級ごとに定められる基準強度未満の供試材はE70で11本、その他の等級では各1本で、等級外本数は11本あった。

表 - 7 機械等級区分ごとの曲げ強さ

等級	基準強度 (N/mm ²)	試験体数 (本)	出現頻度 (%)	曲げ強さ(N/mm ²)			基準値未満 本数(本)
				平均値	標準偏差	最小値	
E50	24.0	49	15.7	35.4	5.7	17.2	1
E70	29.4	171	54.8	40.3	6.7	21.8	11
E90	34.8	71	22.8	46.7	6.0	34.2	1
E110	40.8	10	3.2	50.8	6.9	35.8	1

等級外 :11本 (3.5%)

5 強度性能因子の関係

曲げ試験で得られた曲げ強さと曲げヤング係数および気乾時の動的ヤング係数の関係を図 - 6～8 に示す。曲げ強さと曲げヤング係数の相関係数は0.722、曲げ強さと動的ヤング係数の相関係数は0.611、曲げヤング係数と気乾時の動的ヤング係数の関係についても、相関係数は0.811といずれも強い相関が認められた。いずれの関係も1%水準で有意であった。これらの関係は、既往の文献でも強い相関が認められることが報告されており⁶⁾、当センターで行ったスギ正角材の試験でも、同様の結果が得られている。今回の結果は、スギ平角材でも曲げ強さと曲げヤング係数、動的ヤング係数の有意な相関が示され、機械等級区分の結果から見ても、非破壊的に材の強度を推定する方法として、タッピング法などにより動的ヤング係数を測定することは、品質管理上有効な方法であることを示す結果となった。

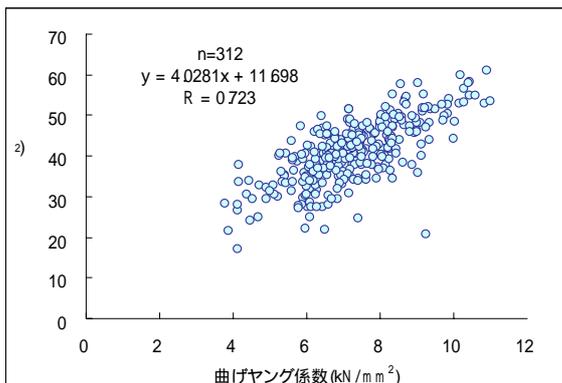


図 - 6 曲げ強さと曲げヤング係数の関係

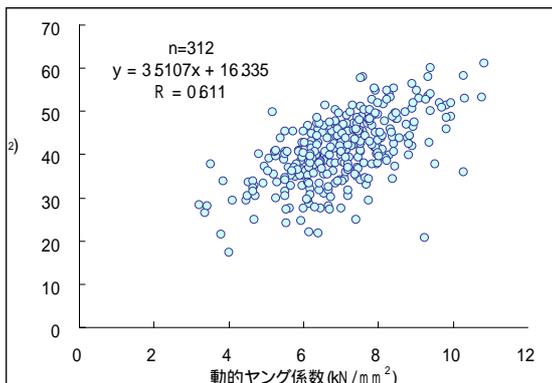


図 - 7 曲げ強さと動的ヤング係数の関係

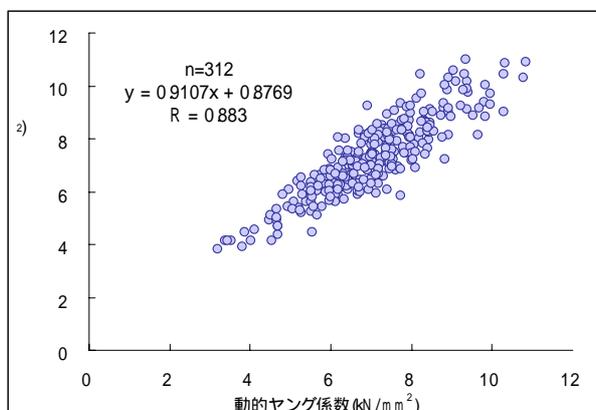


図 - 8 曲げヤング係数と動的ヤング係数の関係

6 強度性能と材質因子の関係

曲げ強さと曲げヤング係数について、外観特性で調査した材質因子との単相関係数を表 - 8 に示す。曲げ強さは、各因子との間に1%水準で有意な相関がみられた。曲げヤング係数は、平均年輪幅、12%補正密度との関係に、曲げ強さと平均年輪幅、12%補正密度との関係より強い相関が見られたが、節径比、集中節径比については、曲げ強さより概ね弱い相関となった。平均年輪幅や節径比、集中節径比は、日本農林規格の目視等級区分製材に示される材面の品質にあたるもので、これら因子と曲げ強さとの相関の強さは、強度等級区分としての目視等級区分の有効性があることを示すともいえる。しかし、いずれの因子も曲げ強さとの相関は、曲げ強さと曲げヤング係数との相関 ($r=0.723$) よりも弱く、目視等級区分の結果と併せて見ても、スギ材の場合、目視のみの品質管理では強度等級区分の有効性を十分に発揮しえない可能性があることが示唆された。

表 - 8 強度性能と材質因子の関係

	平均年輪幅	12%補正密度	最大節径比			集中節径比		
			狭い材面	材縁	中央	狭い材面	材縁	中央
曲げ強さ	-0.391 **	0.374 **	-0.310 **	-0.176 **	-0.148 **	-0.181 **	-0.285 **	-0.311 **
曲げヤング係数	-0.511 **	0.443 **	-0.152 **	-0.177 **	-0.029	-0.120 *	-0.218 **	-0.202 **

注) 有意水準 ** .1%、* 5%

7 断面寸法ごとの曲げ強度試験の結果

今回の平角材の、曲げ強度試験では、供試材の梁せいが210、240、270mmと異なる断面寸法の材を供試した。一般的に、木材が応力を受ける場合、断面の大きな部材の強度（単位面積当たりの強度）は、断面の小さな部材の強度に比べて小さくなる傾向が認められるため、部材の強度を考えるうえではその影響を考慮することが必要とされ、その影響を勘案する係数を寸法効果係数としている⁷⁾。そこで、試験結果を断面寸法ごとに整理し、強度性能の比較を行った。なお、断面ごとの強度性能の差を考察するため、試験データの調整は含水率、荷重条件について行い、寸法による補正は行っていない（表 - 9）。

表 - 9 断面寸法ごとの曲げ強度試験の結果

梁せい	曲げ試験時		12%補正 密度 kg/m ³	曲げ 強さ N/mm ²	曲げヤン グ係数 kN/mm ²
	含水率 %	容積密度 kg/m ³			
210mm n=45	Mean	16.9	400	374	37.1
	S.D.	8.2	46.7	42.0	7.5
	C.V.	48.4	11.7	11.2	20.2
240mm n=219	Mean	17.6	394	366	37.8
	S.D.	5.6	39.9	33.9	7.3
	C.V.	31.9	10.1	9.3	19.3
270mm n=48	Mean	18.1	390	359	35.1
	S.D.	8.6	54.1	35.5	5.5
	C.V.	47.4	13.9	9.9	15.6

Mean :平均 S.D :標準偏差 C.V :変動係数

曲げ強さ、曲げヤング係数は、標準含水率、標準試験条件に調整した値（寸法調整なし）。

曲げ強さの平均値は、梁せい1210mmの材が37.1N/mm²、240mmが37.8N/mm²、270mmが35.1N/mm²となり、210mmと240mmの値には大きな差は見られず、270mmの値が幾分低かったものの、一元配置分散分析の結果では、各梁せいの平均値に差は認められなかった（F=2.93、P=0.055）。寸法効果係数は構造用集成材の場合、一般に梁せいが300mmを越える場合に適用される。今回は、梁せいが210～270mmまでと300mm以下であることを考えると、今回試験した梁せいの範囲では、寸法効果係数の考えと同様に寸法による強度性能の差を考慮する必要がないことが伺えた。また、曲げヤング係数も曲げ強さと同様の傾向を示し、平均値に差は認められなかった（F=1.21、P=0.298）。

8 断面寸法ごとの外観特性

表 - 10に、断面寸法ごとの外観特性を示した。今回の結果では、断面寸法ごとの各外観特性因子に大きな差は見られなかった。心材率についても断面寸法ごとに差は見られない。今回の試験ですべての原木径級を調査していないが、一部の供試材の調査では、製材断面が大きくなれば、利用した原木径級も大きくなっている。スギの場合、胸高直径と心材率の間には強い正の相関が認められており⁸⁾、原木径級が大きくなれば胸高直径も大きくなるものと考え、このことにより断面寸法ごとの心材率に差が出なかったことが推測される。節径比や集中節径比も、断面寸法ごとの各因子に目立った傾向や差は見られず、材によるばらつきが大きいことが示唆された。

表 - 10 断面寸法ごとの外観特性

梁せい		平均 年輪幅 mm	心材率 %	節径比(%)			集中節径比(%)			
				狭い 材面	広い材面 材縁	中央	狭い 材面	広い材面 材縁	中央	
210mm	Mean	5.0	94.1	17.9	8.8	11.3	9.0	5.3	20.9	
	n=45	S.D.	1.1	3.4	6.5	7.2	4.1	16.1	11.4	9.0
240mm	Mean	5.1	92.5	12.4	6.7	8.6	5.6	5.6	17.2	
	n=219	S.D.	1.1	5.9	10.3	6.7	3.3	13.5	10.5	8.9
270mm	Mean	4.9	92.2	18.9	8.2	9.0	9.0	3.9	18.9	
	n=48	S.D.	0.9	4.9	11.5	7.6	2.8	15.1	9.7	8.8

Mean :平均 S.D. 標準偏差

心材率について、梁せい240mm はn=121の値である。

まとめ

本県の主要造林樹種であるスギの平角材について、材質特性を把握するため、実大材の曲げ強度試験を実施した。その結果、スギ平角材は、供試材全数で、下限値が国土交通省（旧建設省）告示に定められる無等級材の曲げ基準強度を上回り、これまでに行われたスギ正角材の曲げ強度試験の結果で得られた、曲げ強さの平均値 42.9N/mm^2 、標準偏差 8.5N/mm^2 、下限値 28.6N/mm^2 と同様に、構造材として十分な強度性能を有していることが認められた。また、目視等級区分に比べ機械等級区分では、その等級区分の有効性が高いことが認められた。曲げ強さは、曲げヤング係数や動的ヤング係数との相関が、年輪幅や節といった材質因子よりも強く、このことから、構造用製材の等級区分は、非破壊的に測定可能な曲げヤング係数による指標が信頼できるといえる。県産スギ材について、構造材として利用拡大を図るには、これらを配慮した適切な等級区分を行い、品質要求に応えられる信頼性のある等級区分製材として市場に流通させることが重要である。

なお、本研究の試験結果をもとに、福島県産スギ平角材を木造軸組構法住宅の横架材として利用するためのスパン表を作成したことを報告する。

最後に、本研究にあたり、阿武隈川、奥久慈、磐城の各流域林業活性化センターには、試験材の提供をいただきました。この場を借りて厚く御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 全国木材協同組合連合会編：「針葉樹の構造用製材の日本農林規格」，(2002)
- 2) 福島県農林水産部：「平成16年福島県森林・林業統計書（平成15年度）」
- 3) 福島県農林水産部：「平成11年福島県森林・林業統計書（平成10年度）」
- 4) 日本住宅・木材技術センター：「構造用木材の強度試験法」，(2000)
- 5) 強度性能研究会：「製材品の強度性能に関するデータベース・データ集 6」(2002)
- 6) 西浦政隆，武智正典：愛媛県林業試験場研究報告，104-107，第19号（1998）
- 7) 日本建築学会：「木質構造設計基準・同解説」，(社)日本建築学会，152，(2003)
- 8) 森林総合研究所監修：「木材工業ハンドブック改訂4版」，丸善，56，(2004)
- 9) 安田茂隆，高橋宏成：福島県林業研究センター研究報告，2-57，第37号（2004）