

# 渡島地方産スギ造林木の材質試験

山本 宏 高橋 政治  
川口 信隆

## 1. まえがき

渡島地方のスギは長い歴史をもち、その造林面積も広く渡島支庁管内の森林蓄積の50%以上をしめているが、その需要は伸びなやみの状態にあるといわれている。

本報告は渡島支庁の依頼により、これらのスギ造林木の強度試験をおこない、本州産スギ材との材質比較および、建築用材として使用するばあいの利用適性の検討をした結果について述べるものである。

## 2. 供試材料

供試木は第1表に示す3林分より伐採した22本の立木で、渡島支庁および函館林務署より提供されたものである。

これらを3.65mに玉切り、A、B両林分については番玉と番玉を、C林分については番玉のみを下記の試験に用いた。

木材の材質はその生長状態に大きく影響されるものであるから、材質の評価をするばあいはまず供試木の

第2表 生長の指数

	A林分	B林分	C林分	渡島 (Ⅱ等地)
平均胸高径 樹令 (cm/年)	3.1	5.0	5.1	5.1
平均樹高 樹令 (cm/年)	27.0	41.0	35.0	38.0

生長状態を把握しなければならない。

ここでは胸高径と樹高を樹令で除した値を生長の指数として、各供試木および、比較のための林分収穫表<sup>1)</sup>の渡島地方 等地のばあいについて計算した結果を第2表に示した。

すなわち、渡島地方 等地の生長にくらべてA林分の生長はやや劣るが、B林分とC林分の生長は同程度の値を示している。

等地の立木の生長量が、その地方の平均的生長量を示しているものと仮定すると、渡島地方産スギ造林木の中でA林分の供試木は生長量が小さいものに属し、B林分とC林分の供試木は平均的な生長をしたものと思われる。

## 3. 試験方法の概要

### 3.1 供試丸太の形質と製材品の品質調査

供試丸太の形質を調査した後、末口径と曲りの程度に応じて10.5cm正角材と7cm正割材に製材した。

製材品の品質調査、品等格付けの後、温度200c、湿度65%R.H.の恒温恒湿室内に100日間残積して、乾燥にともなって発生する欠点の調査と品等格付けをおこなった。

### 3.2 実大材と無欠点小試片の曲げ強度試験

乾燥後、10.5cm正角材をスパン300cm、3等分点4点荷重条件で曲げ強度試験に供した。試験終了後、両材端に近い非破壊部の樹心部と外縁部から2×2×34cmの無欠点小試片をとり、スパン28cm、中央集中

第1表 供試林分と供試木の概要

林分	A 林 分	B 林 分	C 林 分
所 在	木古内町	木古内町	三森町
苗 木	秋田スギ	秋田スギ	不 明
樹 令	53年	32年	57年
下刈り	7年間実施	5年間実施	9年間実施
枝打ち	24年目実施	22年目実施	不 明
除 伐	3回実施	2回実施	不 明
供試立 木本数	10本	10本	2本
胸高径			
平均値	16.4cm	16.0cm	29.0cm
最大値	20.0cm	18.0cm	32.0cm
最小値	14.0cm	14.0cm	26.0cm
樹 高			
平均値	14.5m	13.1m	20.0m
最大値	17.0m	14.0m	21.0m
最小値	12.0m	11.0m	19.0m

荷重条件で曲げ強度試験に供した。

#### 4. 結果と考察

##### 4.1 製材用原木としての素材形質

日本農林規格では、末口径が14cm未満の丸太を小の素材、14cm以上30cm未満のものを中の素材として区分している。丸身のつかない10.5cm正角材を製材するためには中の素材が必要であるが、42本の供試丸太のうち中の素材に該当するものは8本しかなかった。また、この8本のうちで、末口径が20cmをこえるものは2本しかなく、これらはいずれもC林分のものであった。

曲りは番玉に大きくあらわれているが、径の大きいものほど曲りは小さくなっている。

林分別にみれば、C林分、B林分、A林分の順に曲りが大きくあらわれ、曲りの平均値はそれぞれ7%、20%、25%であった。

素材の表面にあらわれる節の径は10mm前後のものが多く、その数は番玉で10~20個、番玉で40~50個であった。

曲り、節の数は、供試木と同程度の径を持つ道産カラマツにくらべ、比較的すくないといえる。

品等格付けの結果、中の素材で等に該当するものは1本のみであり、品等決定因子のほとんどが曲りであった。

##### 4.2 製材品の品質

供試丸太を製材した結果、10.5cm正角材は27本、7cm正割材は16本であった。

節の数は素材にくらべて2倍以上に増加し、とくに死節の増加が目立った。

丸身は10.5cm正角材の大半につき、A林分の丸太から製材したものであるものでは丸身率が50%をこえるものもあった。

品等格付け(旧規格)の結果、役物および等に該当するものは10.5cm正角材で5本、7cm正割材で6本であった。高品等に該当するものが比較的少ない理由として、10.5cm正角材では丸身を、7cm正割材では節をあげるができる。

##### 4.3 乾燥ともなって発生する欠点

10.5cm正角材には長く通直な割れが目立ち、出現個数は角材1本あたり5~10本、長さは1m前後のものが最も多かったが、3m位のものもかなり出現していた。そり、ねじれはかなり小さかった。

一方、7cm正割材では割れは少ないが、そりとねじれはやや大きく、そりの平均値は0.4%、ねじれの平均値は1.2%/mとなったが、カラマツ心持ち正角材<sup>2)</sup>にくらべてかなり小さく、実用上支障のないものが多い。

乾燥後の品等格付けの結果、10.5cm正角材、7cm正割材のどちらも、等以下の低品等のものが大半をしめていた。品等低下の原因は、10.5cm正角材では割れ、7cm正割材ではそりとねじれであった。

以上の結果から考察すると、供試木の素材形質も、製材直後および乾燥後の品質もさほど良いものとはいえない。これは供試木の径が小さいことが一つの要因になっていると思われる。すなわち、径が小さい供試木ほど曲りが大きく、製材品には丸身がついて品等を下げ、また、心持ち材しかとれないため、ねじれ、割れが大きくなる。

したがって、伐期を長くして大径の材を生産することが、当然のことではあるが、製材用原木として価値を高める方法の一つであろう。

また、製材品には死節が多いことから、枝打ちの時期を早め、枯れ枝をなるべく早く落してやる必要があるであろう。

##### 4.4 強度性能

構造部材としてスギ材は、柱および梁に使用されることが多い。これらの用途に対する強度性能を評価するために、10.5cm正角実大材と無欠点小試片の曲げヤング係数E、曲げ比例限度力  $b_p$ 、曲げ強さ  $b$  を調べた。強度性能の評価方法として、本試験では次のようにおこなった。

供試木の無欠点材部の強度性能を、本邦産スギ材の強度性能の標準値と比較し、供試木の基礎材質を評価する。

。実大材の強度性能と、木構造設計規準<sup>3)</sup>によるスギ

第3表 無欠点小型試験体の曲げ試験結果

林分		気乾比重 (g/cm <sup>3</sup> )		平均年輪巾 (mm)		ヤング係数 E (ton/cm <sup>2</sup> )		曲げ比例限度 力σ <sub>bp</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )		曲げ強さσ <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )		$\frac{\sigma_{bp}}{\sigma_b}$		$\frac{\sigma_b}{E}$ (×10 <sup>-4</sup> )	
		(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
A 林分材	平均値	0.42	0.44	1.7	3.0	70	45	330	235	630	550	0.52	0.43	89	127
	最大値	0.49	0.50	2.3	3.8	110	50	480	280	830	660	0.59	0.48	101	155
	最小値	0.37	0.40	1.4	2.3	55	40	270	175	495	500	0.47	0.32	79	111
B 林分材	平均値	0.34	0.37	3.8	4.7	60	45	265	220	475	490	0.56	0.46	83	113
	最大値	0.36	0.40	5.4	5.5	70	50	295	265	550	555	0.60	0.51	90	137
	最小値	0.30	0.32	3.0	3.8	50	40	240	185	425	370	0.51	0.39	76	99
C 林分材	平均値	0.36	0.41	4.1	5.2	50	35	245	180	495	490	0.49	0.36	106	136
	最大値	0.40	0.41	4.8	6.3	60	45	295	220	545	500	0.54	0.44	121	148
	最小値	0.34	0.40	3.4	2.5	40	30	195	145	455	480	0.39	0.30	93	119

(1)：外縁部材，(2)：芯周辺部材，

供試本数：A林分材 (1)16本，(2)16本，B林分材(1)12本，(2)12本，C林分材(1)8本，(2)5本，

構造材の強度性能の推奨値との比較、現実に市販されているスギ材の強度性能との比較、無欠点小試片の実験結果から許容応力度の試算などをおこない、構造用材としての適性を検討する。

#### 4.4.1 無欠点材部の感度性能

無欠点小試片の曲げ強度試験結果を概略的に第3表に示した。

試験に用いた試片の平均年輪巾の範囲は1.4~3.9~6.3mmであった。これは一般的なスギ造林木に出現する年輪巾の範囲をほぼ満足していると考えてよいであろう。

本邦産スギ材の強度性能の標準値として、木材工業ハンドブック<sup>4)</sup>による「日本産主要木材の性質」の値を用いることにした。

これによれば、スギ気乾材の比重は0.30~0.38~0.4う、曲げヤング係数は55~75~100ton/cm<sup>2</sup>、曲げ強さは500~650~850kg/cm<sup>2</sup>となっている。

本試験の結果では、気乾比重は0.30~0.39~0.50、曲げヤング係数は30~51~110ton/cm<sup>2</sup>、曲げ強さは370~530~830kg/cm<sup>2</sup>であった。

したがって、供試材の気乾比重の範囲は標準値の範囲とほぼ一致しているが、曲げヤング係数と曲げ残さの下限值と平均値は、標準値のそれよりも20~30%程低い値を示している。

林分別にみれば、無欠点材部の曲げヤング係数と曲

げ強さが標準値の平均以上の値を示す供試木は、B林分とC林分には出現せず、A林分でも平均年輪巾が2mm以下の供試木のみであった。

部位別にみれば、樹心部の材は曲げヤング係数の低いものが多い。

#### 4.4.2 実大材の強度性能

木構造設計規程では構造用木材を2階級に区分し、市販木材の下限強さに相当するものを普通材、平均強さに相当するものを上級材として、それぞれに許容しうる欠点の条件と許容応力度とヤング係数の推奨値を与えている。これによれば、スギ材の短期許容応力度sfbは上級材で180kg/cm<sup>2</sup>、普通材で140kg/cm<sup>2</sup>、ヤング係数Esは上級材で80ton/cm<sup>2</sup>、普通材で70ton/cm<sup>2</sup>である。そして実大材のヤング係数がEs以上、曲げ強さがsfbの2倍以上あればよいとされている。

実大材の曲げ強度試験結果の概要を第4表に示す。

これによれば、曲げヤング係数が上級材のEs以上の実大材はA林分で5本、B林分で1本、また普通材のEs以上の実大材はA林分で7本、B林分で3本であり、それ以外の7本はすべて普通材のEs以下であった。

しかし、曲げ強さが上級材のsfbの2倍以上ある実大材はA林分で8本、B林分で3本、普通材のsfbの2倍以上あるものは、C林分の1本を除くすべてであった。

第4表 実大材(10.5cm正角材)の曲げ試験結果

林分	気乾比重 (g/cm <sup>3</sup> )	平均年輪巾 (mm)	ヤング係数E (ton/cm <sup>2</sup> )	曲げ比例限度力σ <sub>bp</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	曲げ強さσ <sub>b</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )	$\frac{\sigma_{bp}}{\sigma_b}$	$\frac{\sigma_b}{E}$ (×10 <sup>-4</sup> )	
A林分材	平均値	0.45	2.2	90	300	450	0.67	53
	最大値	0.50	3.1	120	410	530	0.78	60
	最小値	0.40	1.5	70	250	390	0.61	44
B林分材	平均値	0.36	4.1	70	270	360	0.73	55
	最大値	0.39	4.7	80	330	420	0.84	68
	最小値	0.34	3.8	50	200	300	0.61	50
C林分材	平均値	0.39	4.2	60	230	290	0.77	57
	最大値	0.40	4.5	60	290	330	0.92	75
	最小値	0.38	3.8	40	170	260	0.52	45

供試本数：A林分材 8本，B林分材 6本，C林分材 3本，合計 17本

第5表 実大材の等級別合格率と本数

	上級構造材			普通構造材			供試本数
	ヤング係数	曲げ強さ	ヤング係数 曲げ強さ	ヤング係数	曲げ強さ	ヤング係数 曲げ強さ	
A林分材	5本 63%	8本 100%	5本 63%	7本 88%	8本 100%	7本 88%	8本
B林分材	2 33	3 50	2 33	3 50	6 100	3 50	6本
C林分材	0 0	0 0	0 0	0 0	2 66	0 0	3本

曲げヤング係数と曲げ強さの両方で上級材の条件に合格するものはA林分で5本，B林分で2本，普通材の条件に合格するものはA林分で7本，B林分で3本であった。

以上の結果をまとめて第5表に示す。

曲げ強さでは，ほとんどすべての実大材が普通材の条件に合格するが，曲げヤング係数では約半数が不合格になっている。

この結果と同様な傾向は，カラマツ造林木のばあいにも認められる<sup>2)</sup>。

一方，現実に国内の市場で販売されているスギ10.5cm正角材の中から等材のみ31本を無作為に抽出して強度性能を調査した杉山らの報告<sup>5)</sup>によると，曲げヤング係数，曲げ強さなどの値は本試験の結果とよく一致している。すなわち杉山らの結果では，実大材の曲げヤング係数は35～75～115ton/cm<sup>2</sup>，曲げ強さは230～350～520kg/cm<sup>2</sup>となり，本試験の結果では，曲げヤング係数は44～75～122ton/cm<sup>2</sup>，曲げ強さは260～390～532kg/cm<sup>2</sup>となっている。

また，実大材の破壊形態をみると割れが破壊の直接原因になることはなかった。

そこで節，繊維傾斜，丸身が強度におよぼす影響をみるために，実大材と無欠点小試片の強度性能の比を求めると，曲げヤング係数では0.8～1.1～1.3，曲げ強さでは0.5～0.7～0.8となっている。これらの数値は一種の欠点係数とみなすことができる。

したがって、

平均的にみると実大材の曲げヤング係数は無欠点小試片のそれとほぼ同じ，曲げ強さは無欠点小試片のその70%程度ということになる。

これも杉山らの結果とよく一致しており，本試験に用いた実大材の各種欠点による強度性能の低減は，市販等材のそれと同程度であり，欠点の影響はかなり少ないものと思われる。

しかし，現実には本試験で用いたものより欠点の多い材が出現する危険性があるし，木構造設計規準では許容応力度の算定にさいして，節；繊維傾斜，丸身の欠点が最も不利にあらわれたばあいの曲げ材における低減係数を，上級材では0.56，普通材で0.43とし，本試験における欠点係数の値よりもかなり低い値を与えている。

したがって供試材より欠点の多いものでは，強度性能が本試験の結果より低いことが考えられる。

そこで欠点の状態が最も不利なばあいの短期曲げ許容応力度を試算してみた。

短期曲げ許容応力度は次式により求められる。

$$sf_b = oF \times \frac{2}{3} \times \alpha$$

ただし、 $\sigma_F$ ：無欠点材の曲げ強さ（上級材に対しては平均値、普通材に対しては平均値の3/4）

：欠点係数

本試験の結果では無欠点小試片の曲げ強さの平均値は530kg/cm<sup>2</sup>である。

したがって、欠点の条件が上級材のそれに合格するものの $\sigma_{fb}$ は148kg/cm<sup>2</sup>、普通材の条件に合格するものの $\sigma_{fb}$ は114kg/cm<sup>2</sup>となり、木構造設計標準の推奨値よりやや低い値となる。

もちろん、これは限られた資料から試算したものであり、あくまで大まかな目安にしすぎないことはいうまでもない。

以上の結果をまとめると以下ようになる。

供試木の無欠点材部の曲げヤング係数と曲げ強さは、本邦産スギ材の標準値にくらべて20～30%程低い値を示している。とくに渡島地方産スギの一般的な生長量を示すと思われるB林分とC林分の供試木では、標準値の平均以下の値を示すものが多い。

実大材の強度性能からみて、曲げ強さの面のみではほとんどの供試材は構造用材として適当といえるが、強さ以外に変形が小さいことが要求される床梁などの部材には、ヤング係数が低いためB・C林分の材はやや不適なものが多いということになる。

また、本試験に用いた実大材の強度性能は、市販のスギ10.5cm正角等材のそれとほとんど同程度であり、欠点の影響はかなり少ないといえるが、供試実大材よりも欠点の多いものでは強度性能の低下が予想される。そこで欠点の状態が最も不利なばあいの短期曲げ許容応力度を試算してみると、木構造設計標準の推奨値よりもやや低目の値になる。

さらに年輪巾が広がると強度性能は一層低下するので、強度部材としては生長量はB林分の生長量程度におさえること、平均年輪巾では3～4mm程度となる。

## 5. まとめ

以上の結果をまとめて、以下に示す。

1) 供試丸太の素材形質および、製材品の品質調査の結果、高品質のものが比較的少なかったが、これは供試丸太の径が小さいことに一つの要因があると思われる。

2) 供試木の無欠点材部の強度性能は、本邦産スギ材の強度性能の標準値にくらべて、20～30%低目の値を示していた。

実大材の強度性能から、供試材の構造材適性はすべてのものに認められ、A林分のものはかなり高い性能を示しているが、B・C林分のもはヤング係数が低いいため、梁などの用途にはやや不適であると思われる。

## 6. 文献

- 1) 森林計画研究会：「北海道の主要樹種林分収獲表」1960
- 2) 半沢道郎，沢田稔編：「カラマツ材の材質と利用」1968
- 3) 日本建築学会：「木構造設計標準」1973
- 4) 林業試験場編：「木材工業ハンドブック」1972
- 5) 杉山英男，辻井静二：「市販木材の強さと許容応力度について」明治大学工学部研究報告 No. 15

- 木材部 材質科 -  
(原稿受理 49.7.21)