

針葉樹製材の強度性能について (I)

— スギ間伐材の曲げ強度 —

大分県三重事務所 後藤 康次
大分県林業試験場 津島 俊治

1. はじめに

県産針葉樹製材の建築用構造部材としての基本的な強度性能を適確に把握し、強度性能による製材品の合理的かつ実用的な等級区分をおこなうことは、材料として木材の評価を確立する上で重要な課題である。

このような視点から実大材の曲げ試験をおこない、強度性能に影響する要因について検討した。(要因=製材品の欠点、丸太の欠点、品種間の変動など)

本報告では、県産材の材質試験(昭和59年度~61年度)の中でおこなった20~25年生の間伐林分より採取した製材品の曲げ強度性能について述べる。

2. 材料および方法

(1) 供試材料

林分の概況は表-1に示すとおりであり、直入町の林分はアヤスギ、その他の3林分はヤブクグリスギの林分であった。

間伐率は10~56%で、根曲がりが大きかったため、70~87cmの位置で伐採した。

表-1 林分の概況

林令	立木本数	樹高	胸高直径	伐採高	間伐率
九電町 23年	1950本	11.8cm	18.3cm	79cm	10.0%
天瀬町 24	2488	11.7	16.9	70	39.0
直入町 20	2225	11.0	17.9	87	56.2
大山町 25

これらの林分から合計205本の間伐木を入手し、長さ3mに玉切り後、丸太の径に応じて最大断面の正角材を製材し、以下の試験に供した。なお、大山町の試料はすべて7cm角に製材した。

(2) 試験方法

正角材は節や曲がり等の欠点調査を行った後、図-1に示すように3等分点荷重方式で曲げヤング係数(MOE)と曲げ破壊係数(MOR)の測定を行った。

試験機は島津製作所製AG-10TAを使用し、荷重速度を20mm/minにし、スパンは10.5cm角未満の製材品については210cm、10.5cm角以上については240cmにそれぞれ調整して試験をおこなった。

荷重の検出には容量10tのロードセルを用い、スト

レインゲージ式変位計(ストローク100mm)により支点間中央のたわみを測定し、見かけの曲げヤング係数(MOEL)を算出した。また、モーメント一定区間のたわみは、スパン59cmのヨークにセットしたデジタルダイヤルゲージ(ストローク20mm, 1/100mm)を用いて測定し真の曲げヤング係数(MOE1)を算出した。

なお、欠点調査、試験の詳細については、林野庁のメニュー課題「構造用製材品の等級区分」の設計書に基いておこなった。

***** 曲げ試験の理論式 *****

【中央集中荷重の場合】

$$\text{曲げ強度 } \sigma = P \cdot L / 4Z \quad (\text{kg/cm}^2)$$

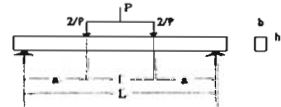
$$\text{曲げヤング率 } E = p \cdot L^3 / 48I \cdot y \quad (\text{kg/cm}^2)$$

【4点荷重の場合】

$$\text{曲げ強度 } \sigma = P \cdot a / 2Z$$

$$\text{見掛けのヤング率 } E = p \cdot a \cdot (3L^2 - 4a^2) / 48I \cdot y$$

$$\text{真のヤング率 } E = p \cdot a \cdot I^2 / 16I \cdot y$$



Z = 断面係数 (bh²/6)
I = 断面2次モーメント (bh³/12)
P = 最大荷重
a = l/2 ジェアスパン
l = ロードスパン
L = スパン
y = p に対するたわみ

図-1 曲げ試験概略図

3. 結果と考察

(1) 間伐木の形質

それぞれの林分から採取した間伐木の形質を表-2に示した。

直入町の林分は間伐率が高いため、平均的な径級の立木を主体に、他の2林分については劣勢木を主体に間伐が行われていた。

立木の根曲がり部分を伐倒時に除去したにもかかわらず、3mに採取した丸太に0~2%程度の大きな曲がり(最大矢向/長さ×100)がみられた。

(2) 強度試験結果

製材後、3ヶ月以上室内に放置して気乾状態に達し

表-2 間伐木の形状

		胸高直径	丸太末口径	丸太の曲り
九重町	N	47	47	47
	mean	15.0 cm	12.1 cm	1.10 %
	max	21.0	15.4	2.19
	min	10.5	9.4	0.58
	SD	2.35	1.41	0.349
天瀬町	N	54	54	54
	mean	14.4	11.3	0.81
	max	18.8	14.5	1.56
	min	10.6	8.9	0
	SD	1.62	1.30	0.340
直入町	N	54	54	54
	mean	17.7	13.3	0.92
	max	22.8	18.0	2.44
	min	11.0	10.0	0
	SD	2.46	1.93	0.428

た時の曲げ試験結果を表-3に示した。

製材品の寸法(D)は丸太の径に応じて製材したため6.05~8.13~10.66の大きな幅をもっていた。

また、製材品の形質のうち、比重(SG)は0.36~0.42~0.48、平均年輪(ARW)は0.25~0.59~0.99 cmで中央1/3区間の集中節径比(KD)は5.8~40.9~84.4%であった。乾燥に伴い3 mで平均2 cmの大きな曲りがみられた。

曲げ破壊係数は223~353~469 kgf/cm²で、建築基準法施行令で定める材料強度225 kgf/cm²を下回る試験体は1本のみであり、曲げ強度については十分な強度性能をもっていると考えられた。(図-2)

曲げヤング係数は全スパンで21~37~75 kgf/cm²、モーメント一定区間で24~37~72 kgf/cm²であり、木構造設計基準で定める70 kgf/cm²を上回る供試体は、1本のみならず、低品質のスギ材の70%許容値をも下回るものが全体の92%を占める結果となった。

次に、曲げヤング係数、曲げ破壊係数と各要因間の関係を表-4に示した。曲げ破壊係数(MOR)は比重に正の、直径・断面・平均年輪幅に負の相関が認められた。また、曲げヤング係数(MOEL)は比重に正の、曲りに負の相関が認められた。

また、曲げヤング係数(MOEL)と曲げ破壊係数の間にはr=0.438(1%有意)の相関が認められた。

表-4 各要因間の相関

(九重+天瀬+直入, N=155)

	丸太の形質			製材品の形質				
	胸高直径	末口径	曲り	断面	曲り	比重	年輪幅	集中節径比
MOEL	-0.047	0.050	-0.169	-0.039	-0.199	0.209	-0.110	-0.011
MOR	-0.394	-0.349	-0.180	-0.350	-0.071	0.430	-0.357	-0.017

さらに、同一林分内では、丸太の径級と曲げ破壊係数の間に、丸太の曲がりや曲げヤング係数の間にそれぞれ負の相関が認められた。

表-3 曲げ試験結果

	製材品の断面(cm)	比重	平均年輪幅(cm)	集中節径比(中央1/3区間)(%)	製材品の曲り率(%)	MoEL(tf/cm ²)	Moel(tf/cm ²)	曲げ強度(kgf/cm ²)	
九重町	n	47	47	47	47	47	47	47	
	Mean	8.02	0.446	0.452	46.63	0.693	34.60	34.90	356.3
	Max	10.50	0.464	0.640	84.40	1.93	49.76	51.50	438.0
	Min	6.05	0.424	0.320	23.04	0.11	21.23	26.20	274.3
	SD	1.20	0.009	0.077	16.27	0.458	4.83	4.58	40.7
天瀬町	n	54	54	54	54	54	54	54	
	Mean	8.09	0.439	0.500	34.90	0.974	34.06	34.96	368.6
	Max	10.39	0.471	0.730	66.00	2.33	53.42	53.56	490.8
	Min	6.87	0.405	0.250	18.70	0	25.42	24.38	243.6
	SD	1.11	0.015	0.092	10.06	0.525	6.25	7.21	50.63
直入町	n	54	54	54	54	54	54	54	
	Mean	9.18	0.392	0.701	39.34	0.717	33.58	34.84	326.1
	Max	10.66	0.438	0.990	67.55	1.71	61.77	57.38	456.2
	Min	6.84	0.369	0.510	5.76	0	24.77	26.17	222.8
	SD	1.45	0.016	0.098	10.47	0.404	5.56	5.32	52.3
大山町	n	50	50	50	50	50	50	50	
	Mean	7.16	0.419	0.682	43.74	0.425	46.56	45.11	362.1
	Max	7.22	0.475	0.988	69.74	1.36	74.85	72.43	495.8
	Min	6.91	0.364	0.368	29.37	0.07	28.78	27.61	286.8
	SD	0.06	0.032	0.143	10.01	0.285	10.15	10.54	49.5
全体	n	205	205	205	205	205	205	205	
	Mean	8.13	0.423	0.586	40.91	0.708	37.11	37.39	353.0
	Max	10.66	0.475	0.990	84.4	2.330	74.85	72.43	495.8
	Min	6.05	0.364	0.250	5.76	0	21.23	24.38	222.8
	SD	1.32	0.029	0.151	12.58	0.468	6.79	6.46	51.2

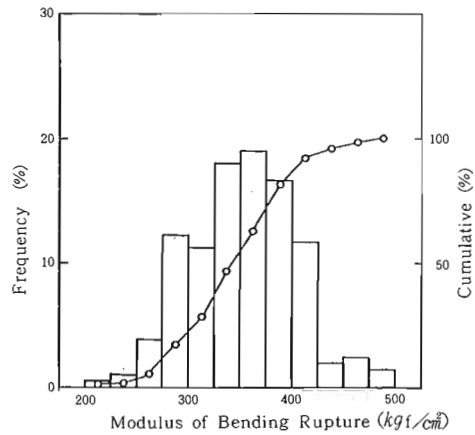


図-2 曲げ破壊係数の度数分布

4. おわりに

スギ20~25年生の間伐小径木について実大曲げ試験をおこない曲げ強度性能について検討したところ、曲げ破壊係数は建築基準法施行令に定める材料強度を十分に満足しており、未成熟材部が占める割合の多い間伐木でも十分な材料強度を備えていると考えられた。

一方、曲げヤング係数は木構造設計基準に示された値に比べてかなり低い値であった。

このような性質は間伐材等の低質スギ材に共通的な傾向であり、これらの間伐材等を構造材として利用するにあたっては製材品の節・曲り・丸身等の欠点のほかに剛性についても十分な配慮が必要である。

参考文献

- (1) 中井 孝: 木材工業, 39, 42~46, 1984
- (2) 錦織 勇: 島根林研報, 36, 9~17, 1985