

## 南九州産スギ材の力学的性質に關係する因子( I )

## — 細胞構造との關係について —

宮崎大学農学部 大塚 誠  
中村 徳係

## 1. まえがき

木材の強度や弾性は樹種間はもちろん、個体間、樹幹内部においても、かなりのバラツキを持っている。木材は木部細胞の集合体であり、これらのバラツキや力学的特性は、木材の細胞形態・組織構造と密接な關係を持つと考えられる。そこで、木材の力学的特性やバラツキなどが、細胞の形態とどのようにかかわっているかを明らかにするための実験を行い、相關關係を検討したので報告する。

## 2. 実験材料と実験方法

宮崎県日南市の肥沃營林署板谷国有林に生育したオビスギ(オビアカ)5本を供試木として、各供試木の地上高4m部分の樹幹から幹軸方向に厚さ20cmの円盤(直径23~26cm, 年輪数36~38)を採取した。この円盤の随から数えて20年輪目より外方の成熟材部で、 $20 \times 13 \times 200$ mmの2方まき曲げ強さ試験片を作り、目切れ、節、その他肉眼的欠点を認めない無欠点試験片80本を選び、 $20 \pm 5^\circ\text{C}$ ,  $65 \pm 5\%$  RHの恒温恒湿室内で、スパン18cm, まき目面荷重の4分点荷重方式で曲げ試験を行った(表-1)。

表-1 曲げ試験片80本の試験結果の概要

	最小-平均-最大	標準偏差	変動係数
曲げ破壊係数 $\text{Kg/cm}^2$	429-596-944	95	16.0%
曲げヤング係数 $\times 10^3 \text{Kg/cm}$	53.1-78.3-142.7	18.2	23.3
気乾比重	0.323-0.389-0.505	0.04	10.4
平均年輪幅 mm	0.62-1.86-3.26	0.73	39.0

この曲げ試験で得られた結果から曲げ破壊係数 $\sigma_b$ の値を基準にして、A( $700 \text{Kg/cm}^2$ 以上の試験片)3本、B(平均値に近い $600 \sim 650 \text{Kg/cm}^2$ の試験片)3本、C( $500 \sim 550 \text{Kg/cm}^2$ の試験片)3本の3区分で9試験片、曲げヤング係数 $E_b$ についても同様に、a( $100 \times 10^3 \text{Kg/cm}^2$ 以上の試験片)3本、b(平均値に近い $80 \sim 85 \times 10^3 \text{Kg/cm}^2$ の試験片)3本、c( $60 \times 10^3 \text{Kg/cm}^2$ 以下の試験片)3本の3区分で9試験片を選んだ(この区分を文中では3区分とよぶ)。同一の試験片で $\sigma_b$ と $E_b$

の両区分に選ばれるものもあって、試験片の総数は14本になり、これらで仮道管長、仮道管内腔径、仮道管壁厚さ、仮道管壁面積率を次の方法で求めた。

(1) 年輪幅、晩材率:14本の供試片の横断面の永久プレパラートを作り、横断面中に含まれるすべての年輪について、年輪幅と晩材幅を万能投影機によって10倍に拡大して測定した。晩材部は肉眼で濃色に認められる部分とした。

(2) 仮道管長:供試片に含まれるすべての年輪について、肉眼で早材部と晩材部とに切り離してシュルツ液で解繊したあと、50倍に拡大してそれぞれ150本ずつ測定した。

(3) 仮道管の横断面寸度と仮道管壁面積率:ビデオパターンアナライザー(レスカ社製 VPA-750)を用いて、450倍に拡大した横断面の顕微鏡像をブラウン管上に影像し、半径方向の内腔径、接線壁厚さおよび仮道管壁面積率を年輪内で連続測定した。得られた測定値は早材部と晩材部とに分けて統計処理をおこなった。測定された仮道管壁面積率の確認のために、ブラウン管上の影像をトレーシング紙に型取って、切り抜き法で測定したものと、VPA-750で測定した結果とを比較したが、大略の一致を見た。なお、接線壁厚さが急増し、かつ接線壁厚さの2倍が仮道管内腔よりも大きくなった部分を晩材とした。この方法で晩材とたところは、肉眼で濃色に認めた部分と一致している。

## 3. 結果と考察

曲げ破壊係数 $\sigma_b$ と曲げヤング係数 $E_b$ との間には正の相關關係が認められる(図-1)。

仮道管の長さ、内腔径、接線壁厚さ、横断面積に占める壁厚の面積率の平均値を、3区分の早・晩材部ごとに表-2に示す。また、 $\sigma_b$ 、 $E_b$ との間の相關係数を表-3に示す。

(1)  $\sigma_b$ 、 $E_b$ と仮道管長:3区分の早・晩材部ごとの仮道管長の平均値間には有意な差は認められない(表-2)。また $\sigma_b$ 、 $E_b$ と仮道管長との相關關係の有意性も認めることができない(表-3)。早材部の引張強度に仮道管長の影響を認めた報告<sup>1)</sup>もあるが、ここで得

た結果では、曲げ強さに仮道管長の影響を認めることはできない。

(2)  $\sigma_b$ ,  $E_b$  と仮道管内腔径：3区分における半径方向の仮道管内腔径は表-2に示すように、 $\sigma_b$ および $E_b$ の小さい区分(C, C区)の方が内腔径の平均値は大きくなっている。おのおのの平均値間に統計的な有意な差は認められない。しかし、 $E_b$ と早材部の仮道管内腔径との間には5%水準で有意な負の相関関係( $r = -0.56$ )が認められ、早材部の仮道管内腔径が大きくなれば $E_b$ が小さくなる傾向があると言える。

(3)  $\sigma_b$ ,  $E_b$  と仮道管壁厚さ：3区分の仮道管壁厚さの平均値は、 $\sigma_b$ および $E_b$ の小さな区分(C, C区)の方が大きくなっており、早材部の仮道管、壁厚の平均値間には有意な差が認められる。また、 $\sigma_b$ , および $E_b$ と早材部の仮道管壁厚さにはともに1%水準で負の相関関係が認められ、早材部仮道管壁は厚くなると $\sigma_b$ ,  $E_b$ が小さくなると言える。

晩材部の仮道管壁厚さは3区分間に有意な差は認められず、また、 $\sigma_b$ ,  $E_b$ との相関関係も認められない。

(4)  $\sigma_b$ ,  $E_b$  と横断面に占める仮道管壁面積率：晩材部の仮道管が横断面に占める壁面積率と $\sigma_b$ の間には正の相関関係が認められ、晩材部仮道管の壁面積率は $\sigma_b$ に影響することがうかがえる。しかし、早材部の仮道管の面積率と $\sigma_b$ の間には有意な関係は認めなかった。

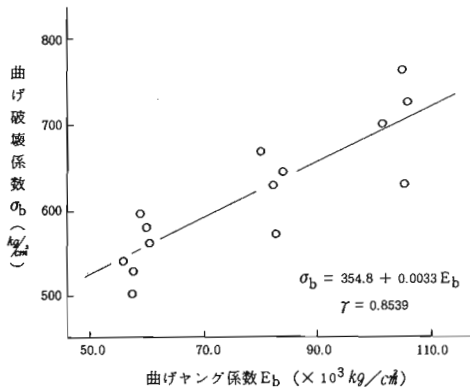


図-1 試験片14本の $\sigma_b$ と $E_b$

表-3 曲げ破壊係数, 曲げヤング係数との相関係数

	気乾比重	平均年輪幅	平均晩材率	仮道管長		仮道管内腔径		仮道管壁厚		仮道管壁面積率	
				早材部	晩材部	早材部	晩材部	早材部	晩材部	早材部	晩材部
曲げ破壊係数	0.830**	-0.584*	0.692**	0.219	0.371	-0.471	0.089	-0.706**	-0.407	0.187	0.588*
曲げヤング係数	0.853**	-0.674**	0.647**	0.329	0.454	-0.562*	-0.116	-0.809**	-0.427	-0.128	0.280
気乾比重		-0.524*	0.818**	0.167	0.341	-0.342	0.126	-0.813**	-0.301	-0.110	0.480

\*\* : 1%水準で有意 \* : 5%水準で有意

$E_b$ への早・晩材部の仮道管が横断面に占める壁面積率の影響は認められない。

#### 4. 結 論

オビスギ材の曲げ破壊係数 $\sigma_b$ および曲げヤング係数 $E_b$ が、細胞形態とどのようにかかわっているかを明らかにするため、仮道管の長さ、内腔径、接線壁厚さおよび横断面積に占める壁厚の面積率との相関関係を検討した。

(1)  $\sigma_b$ および $E_b$ と仮道管長には有意な相関関係が認められず、曲げ強さに仮道管長は影響していないと言える。

(2)  $\sigma_b$ には早材部の仮道管壁厚と負の相関関係が、また晩材部の仮道管壁面積率とは正の相関関係が認められ、早材部の仮道管壁厚さが薄くなり、晩材部の仮道管壁率が大きくなれば $\sigma_b$ は大きくなる。

(3)  $E_b$ には早材部の仮道管内腔径、および早材部の仮道管壁厚さと負の相関関係が認められ、早材部の仮道管内腔径が大きくなり、早材部の仮道管壁厚が厚くなれば $E_b$ は小さくなる。晩材部の仮道管内腔径、晩材部の仮道管壁の厚さ、 $\sigma_b$ および $E_b$ への影響は認められない。

(4) 横断面に占める壁面積率の $E_b$ への影響は認められない。

#### 引用文献

(1) 鈴木正治：材試研究報告, 212, 142~146, 1968.

表-2 区分ごとの平均値

		$\sigma_b$ (kg/cm <sup>2</sup> ) を基準			$E_b$ ( $\times 10^3$ kg/cm <sup>2</sup> ) を基準		
		A (700以上)	B (600-650)	C (500-550)	a (100以上)	b (80-85)	c (60以下)
仮道管長	早材部	2.7596	2.7872	2.7123	2.7598	2.8292	2.7033
	晩材部	2.9047	2.9452	2.7877	2.9145	2.9313	2.8427
仮道管内腔径	早材部	2.623	2.834	2.960	2.668	2.941	3.035
	晩材部	5.17	4.86	4.90	4.99	4.68	5.06
仮道管壁厚	早材部	2.43	2.50	2.86	2.43	2.53	2.80
	晩材部	4.03	4.20	4.36	4.10	4.38	4.42
仮道管壁面積率	早材部	4.76	4.78	5.01	4.79	4.92	4.87
	晩材部	8.25	8.05	7.81	8.17	8.11	8.01