

木材の圧縮強さと圧縮ヤング率の関係について キ

藤 崎 謙 次 郎 *

は じ め に

耐力部材として木材を利用する場合、その部材が力学的に適當であるかどうかを判断するのに、2つの方法が考えられる。1つは樹種毎に各種の強度値、あるいは弾性定数を多くの実験データから概数として定めておき、これに各種の欠点、その他に由来する低減係数を乗じて許容応力度とし、その値をもって部材の力学的な適否を判断する方法であり、他の1つは使用する部材の一部、あるいは類似する同種の材から試験片を作成し、これについて強度試験を実施して、必要とす強度値、あるいは弾性定数を求め、これに低減係数を乗じて許容応力、あるいは許容弾性定数として部材の力学的適性を判断する方法である。

我国では、木構造、木造船の計算規準¹⁾に前者の方法が用いられているのは衆知のことであるが、樹種毎に代表値をきめる場合、安全側にとって低い値を概定したり、低減係数も過大にとられる傾向があって、材料の節約の上からは好ましくない結果を生じ勝ちである。後者の方法は、実証的で材料の節約という面からは好ましいと考えられるが、実行は仲々困難である。何故なら、各種破壊係数の測定には試験機を必要とし、現場で手軽に測定することは難しい。弾性定数、特に力学的な意味で重要な弾性係数も、引張り、あるいは圧縮でのそれは試験機のほかには精密な歪測定装置が必要であって、これも手軽な測定は困難である。ただし、曲げ弾性係数だけは若干事情が異なっていて、ダイヤルゲージ程度の測定器具、適当な重錘、および支点を用意すれば比較的容易に曲げ撓みは測定できる。荷重が比例限度応力以下であれば、これから曲げ弾性係数は容易に求められる。さらに、弾性係数と破壊係数の間に高い相関が存在すれば、弾性係数によって破壊強さも類推しうるわけで、上述の弾性係数測定法も実用的な意味をもってくる。以上の観点から、ヒノキ、スギについて手持のデータを、圧縮強さと圧縮ヤング率の間の相関々係を中心に整理したところ若干の知見を得たので報告する。尚、この試験はすべて縦圧縮試験であるが、曲げ試験については今後実行する予定である。

材料および試験方法

(1) 材 料

- a. ヒノキ (*Chamaecyparis obtusa* Endl.)
愛媛県上浮穴郡久万町畑野川産 樹令76年
- b. スギ (*Cryptomeria japonica* D. Don)
愛媛県上浮穴郡小田町南山産 樹令27年

以上の供試木は未成熟材の力学的特性に関する実験²⁾に用いたものである。

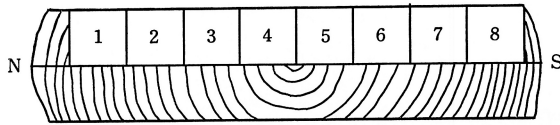
(2) 試験片の木取り

a. ヒノキの場合：供試木を、髓を含むように、南北の方向に、5 cm 厚の挽板として縦に挽き割り、第1図に示したようなブロックを、地際から0.5 m, 1 m, 2 m, 3 m……11 m³と概ね1 m 毎に採取し、図で番号を付した部分を切り離して試験片に仕上げ、試験に供した。試験片寸法は2 × 2 × 6 cmである。試験片個数は103個。

b. スギの場合：概ねヒノキの場合と同様であるが、ブロックの採取位置は地上高2 mと4 mの2ヶ所で

キ Kenjiro FUJISAKI: On the Relationship between the Compressive Strength and the Compressive Young's Modulus of Wood

* 木材理学講座 助教授



第1図 試験片の木取り法

ある。尚、ブロックからの試験片の採取はヒノキの場合、片側の1列のみであったが、スギの場合は2列共試験片として仕上げた。試験片寸法はヒノキと同じ、試験片個数は44個。

(3) 試験機、歪測定装置および試験条件

試験機はアムスラー型材料試験機（能力4ton）、およびオルセン型材料試験機（能力10ton）を用い、歪測定には鏡式歪計を用いた。標点距離は30mmとした。

試験に際しては、荷重速度毎分50Kg/cm²で軸荷重を加え、比例限度を若干超えたあたりで一旦除荷して、基本荷重（10Kg/cm²）に戻し、再び負荷してもとの荷重迄負荷する。かくして2つの応力-歪曲線が得られるが、その各々について弾性係数を求め、両者の平均をもってその試片の弾性係数とした。歪測定を終わったのち、試験片から装置を外して、破壊に到る迄、軸荷重を加え、破壊強さを求めた。

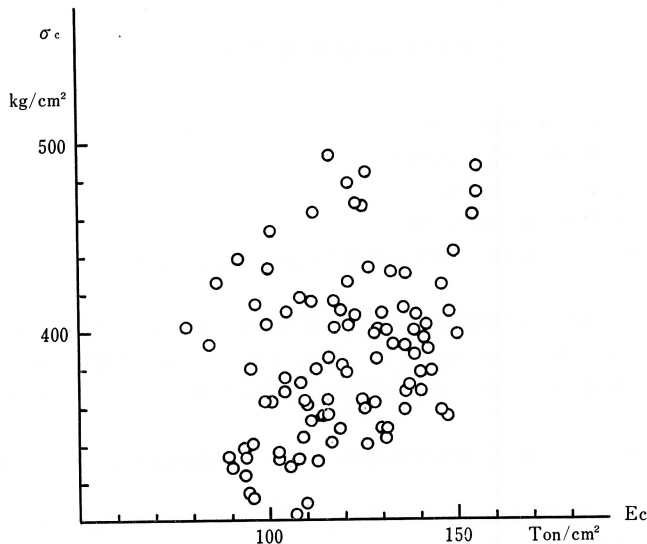
(4) 試験片含水率

試験に供した材料はヒノキ、スギとも気乾材であり、その含水率はヒノキ、スギとも15±1%、であった。

実験結果および考察

(1) ヒノキにおける縦圧縮強さ(σ_c)と縦圧縮ヤング率(E_c)との関係

得られた結果を、σ_cとE_cとの関連においてプロットすると第2図のごとくなる。図を見て判るようにσ_cとE_cの間には特に相関は認められないように思われる。試みに相関係数を計算してみると、r=0.094（5%の危険率で無意。第1表参照）となった。ここでこのヒノキについては、σ_cとE_cの間には相関は認められないことになったが、その原因について考えてみると、未成熟材の考えが入れられていないことが第1に考えられる。渡辺ら³⁾は成熟材と未成熟材を区別せずに比重との関連で力学的性質を考えると測定値のバラツキが極めて大きく、成熟材と未成熟材とは区別して別の集団として取扱うべきこと、又、未成熟材部においてはσ_c、E_cとも比重への依存性が低いことを指摘しており、太田ら⁴⁾は未成熟材部の早材部においてに比重と動的ヤング率の間には負の相関があることを認めており、筆者²⁾もこの報告に用いた供試木について未成熟材の特性の



第2図 ヒノキにおけるσ_cとE_cの関係

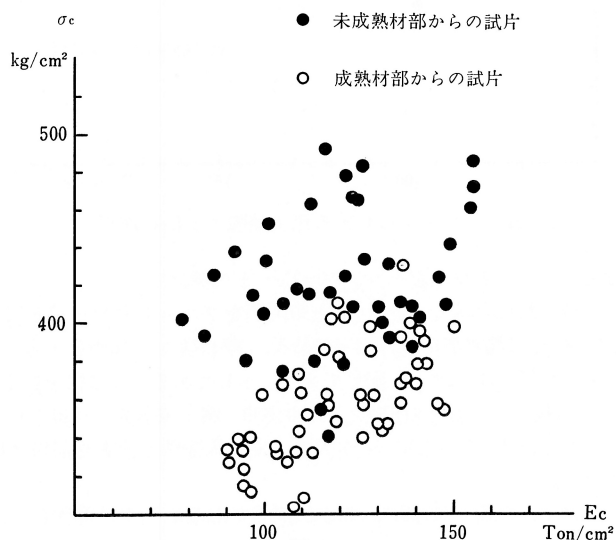
第1表 ヒノキ、スギの相関係数表

樹種	項目	試片	試験個数	相関係数	回帰式
ヒ	$\sigma_c \propto E_c$	全試片	103	0.094	
		未成熟材	39	0.279	
		成熟材	64	0.559**	$\sigma_c = 0.965E_c + 248$
ノ	Specific $\sigma_c \propto E_c$	全試片	103	0.491**	Specific $\sigma_c =$ $2.377E_c + 553$
		未成熟材	39	-0.534**	
キ	$r_0 \propto E_c$	成熟材	64	0.062	
		未成熟材	39	0.437**	
	$r_0 \propto \sigma_c$	成熟材	64	0.515**	
未成熟材		39			
ス	$\sigma_c \propto E_c$	全試片	44	0.689**	$\sigma_c = 0.824E_c + 171$
		未成熟材	32	-0.644**	
	ギ	$r_0 \propto E_c$	成熟材	12	0.622
全試片			44	0.159	

(註) **は危険率0.1%で有意であることを示す。

1つとして、未成熟材部においては、比重と E_c の間には負の相関があることを認めている。これらを要するに、 σ_c 、および E_c の比重依存性には差があって、 σ_c の比重への依存性は高く、 E_c のそれは低いものと考えてよいだろう。

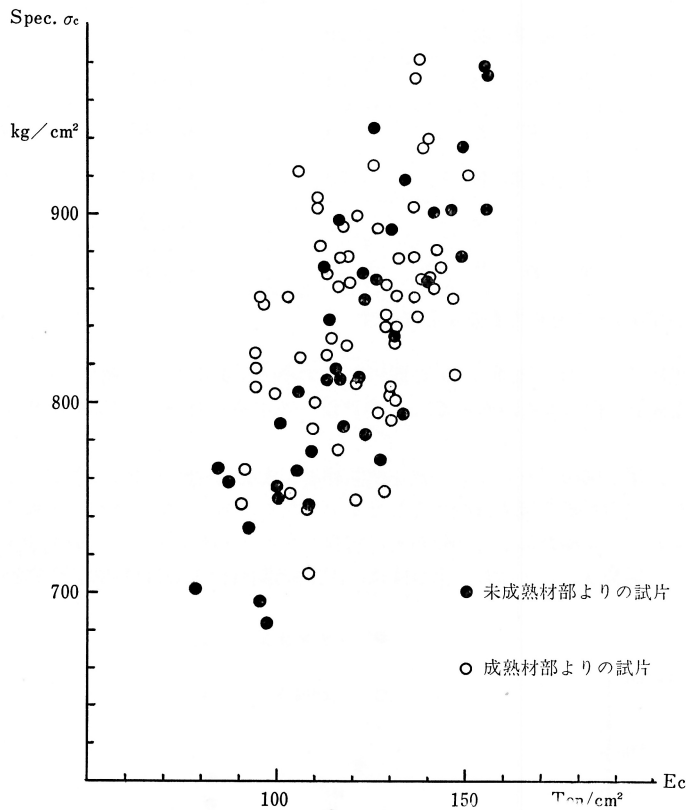
このような観点から、第1図のプロットした点を成熟材部と未成熟材部とに分けて表示すると第3図のようになる。尚、未成熟材部と成熟材部の境界は画然としたものでなく、多分にあいまいさを残しているが、このヒノキにおいては大体、髓からの年輪数にして20年がその境界であろうと考えられた²⁾ので20年以内を未成熟材、その外側を成熟材部として取扱うこととした。第3図は、(1)未成熟材部の試片は E_c の割りに高い σ_c を示し、且、



第3図 ヒノキにおける σ_c と E_c の関係

σ_c と E_c との間には相関が見られぬこと ($r=0.279$ 第1表参照), (2)成熟材部の試片では, σ_c と E_c の間には有意な相関関係が存すること ($r=0.559$) (3) この未成熟材部の試片のパラツキによって, 全体として σ_c と E_c との間には相関はないと考えられるにいたったこと, を示している。

そこで, σ_c と E_c の比重依存性のちがいが, すなわち, σ_c の方が比重によって大きく影響されることに着目し, σ_c を比重 (この場合, 絶乾比重) で除した比圧縮強さ (Specific σ_c) を考え, これと E_c との関係をプロットしたものが第4図である。この図を見ると, 第3図で見たような未成熟材部の試片と成熟材部の試片の分離は認められず, 又, 相関の程度も, 余程改善されて, 全試片を一括して取扱っても有意の相関 ($r=0.491$) を得ている。然しながら, E_c をもって σ_c を推定するという目的には比重の因子が更に加わることとなり, 実用的な意義は薄くなる。また, E_c と Specific σ_c との間の相関は有意とはいえ, 実用的には未だ不十分のうらみがある。今後, 更に研究, 調査を要するものと考えられる。

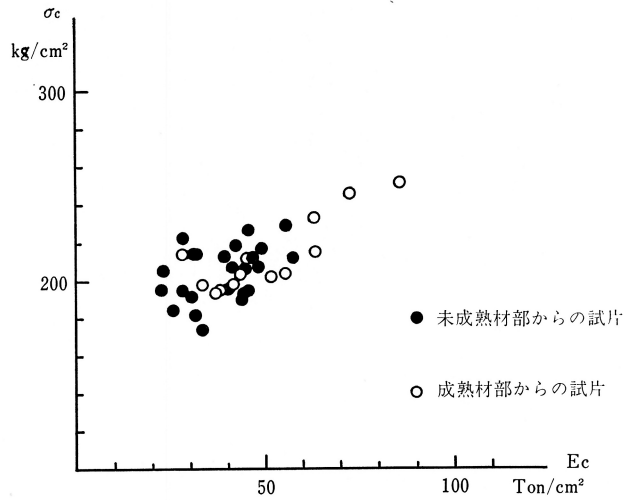


第4図 ヒノキにおける比圧縮強さと E_c の関係

(2) スギにおける縦圧縮強さ (σ_c) と縦圧縮ヤング率 (E_c) との関係

ヒノキの場合と同様に, 得られた結果を σ_c と E_c との関係をプロットすると第5図を得る。このスギも前に行なった試験²⁾で未成熟材部と成熟材部の境界判定の結果, 概ね髓より10年位と考えられたので, この年数を基準にして未成熟材部と成熟材部とに分け, 区別してプロットしてある。この図を見ると, 前のヒノキの場合と異なり, 全試片を一括して取扱っても有意の相関 ($r=0.689$ 第1表参照) が得られている。また, ヒノキで見たように, 未成熟材部の試片が E_c の割りに σ_c が大で, 未成熟材部と成熟材部の試片が互に分離した形をとるような現象も認められない。

このようにスギにおいては σ_c と E_c との間に, 材が未成熟であるか否かに関係なく, 有意の相関が得られたことは E_c をもって σ_c の推測を行なうという目的には適うことはいうまでもないが, 供試個体数が少ないため普遍的な結論をうるには今後, 更に, 多くの試験が必要であろう。



第5図 スギにおける σ_c と E_c との関係

結 論

- (1) ヒノキおよびスギについて縦圧縮強さと縦圧縮ヤング率との間の関係を調べた。
- (2) ヒノキにおいては、縦圧縮強さと縦圧縮ヤング率との間には試片を未成熟材部と成熟材部とに分けずに取り扱ったと、相関関係は認められない。また、未成熟部の試片は、縦圧縮ヤング率の割には大きい縦圧縮強さを示した。
- (3) ヒノキにおいては比縦圧縮強さ（縦圧縮強さを比重で除したもの）をとり縦圧縮ヤング率との間の相関を調べると、未成熟材部と成熟材部を一括して取扱っても良い相関を示した。
- (4) スギにおいては縦圧縮強さと縦圧縮ヤング率とは、未成熟材部と成熟材部を一括して取扱っても、良い相関を示した。
- (5) ヒノキ、スギ何れの場合も、供試個体数が少ないので普遍的な結論を導くには、更に、多くの調査が必要である。

引 用 文 献

- (1) 林業試験場編 木材工業ハンドブック 丸善
- (2) 藤崎謙次郎 第17回木材学会研究発表要旨 (1967)
- (3) 渡辺治人, 堤寿一, 松本島, 太田貞明 木材誌 Vol. 10 No. 4 (1964)
- (4) 太田貞明, 渡辺治人, 松本島, 堤寿一 第17回木材学会研究発表要旨 (1967)

(1970年12月26日受理)