

スギ中径材による平角材の強度性能について

大分県林業試験場 城井 秀幸
大分大学工学部 井上 正文

1. はじめに

大分県では、県産スギ中径材の需要拡大を図るため、県産スギ中径材から製材される平角材について、梁、桁材等の横架材として利用するため、その強度性能を明らかにすることを目的に、実大材強度試験を実施している。

今回、曲げ強度試験結果と針葉樹の構造用製材の日本農林規格 (JAS) による等級区分や丸太及び平角材における静的曲げヤング係数 (Es) と動的ヤング係数 (Ed) の関係について検討したので報告する。

2. 試験方法

供試材は、日田市内の原木市場から購入した末口径26~28cmの4mスギ中径材で、元玉を除いた50本である。

まず、丸太の状態でEd (Ed_lとする) を測定した後、12cm×24cm×400cmの心持ち平角材に製材して試験体とした。なお、Edの測定は、リオン社製FFTシグナルアナライザー (SA-77) を用い、縦振動法により求めた。

平角試験体は、生材の状態Ed (Ed_gとする) を測定した後、蒸気式乾燥機で人工乾燥し、JASによる節等の欠点調査を行い、乾燥した平角試験体のEd (Ed_dとする) を測定後ただちに実大曲げ強度試験を行った。

実大曲げ強度試験は、島津製UH-100型を用い、20tfロードセルから荷重を測定した。試験条件は、3等分4点加重方式で、スパン360cm (ロードスパン120cm)、定速ラムストローク (5mm/min) 制御で行った。なお、Esは全スパン中央部のたわみから算出した。

曲げ試験終了後、破壊箇所近傍の両サイドから繊維方向に厚さ約2cmの平板2枚を採取し、全乾法により含水率を測定した。平均年輪幅は両木口面の高さ方向の年輪幅を測定して平均した。比重は曲げ強度試験時の比重とし、平角試験体の重量と体積から算出した。

3. 結果及び考察

実大曲げ強度試験結果を表-1に示す。

平角試験体のEsの平均値は、85tf/cm² (標準偏差9.9, 変動係数11.7%), 曲げ破壊係数 (MOR) の平均値は、413Kg/cm² (標準偏差77.7, 変動係数18.8%) となった。建築基準法施行令に定めるスギの曲げ材料強度である225Kg/cm²はすべての平角試験体で上回った。

表-1 実大曲げ強度試験結果

	試験時 比重	平均 年輪幅 mm	試験時 含水率 %	単独節径比 (%)				集中節径比 (%)				動的 ヤング 係数 スパン 係数	ヤング 係数全 スパン	比 例 度 力 係 数	曲 げ 破 壊 係 数
				狭い		広い		狭い		広い					
				材面	材縁部	材面	材縁部	材面	材縁部	材面	材縁部				
試験体数	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
平均値	0.40	4.35	21.79	19.18	14.66	12.19	11.70	8.74	26.64	78.90	84.95	285	413		
標準偏差	0.03	0.69	5.24	7.98	4.77	2.65	16.20	11.61	7.03	9.13	9.92	34	78		
変動係数	7.99	15.95	24.05	41.60	32.56	21.72	138.46	132.85	26.39	11.58	11.68	12.05	18.82		
最小値	0.34	3.20	13.59	0.00	0.00	7.50	0.00	0.00	11.67	55.07	62.92	220	284		
最大値	0.50	6.58	31.84	36.67	23.75	18.75	51.67	42.50	46.67	114.73	123.75	392	640		

次に、目視等級区分 (本試験では、節と平均年輪幅だけで区分) におけるEsとMORの関係を、図-1に示す。

平角試験体は、1級 (16本)、2級 (32本)、3級 (2本) に等級区分され、建築基準法施行令に定める目視等級区分製材 (甲種構造材) の長期応力に対する許容応力度に期待される材料強度 (長期許容応力度×3) は、すべての等級で上回った。しかし、Es, MORはかなりのバラツキがあり、1級, 2級の等級間には差は認められなかった。本試験において節径比 (単独節, 集中節) 及び年輪幅とMORの間に相関関係は認められなかった。

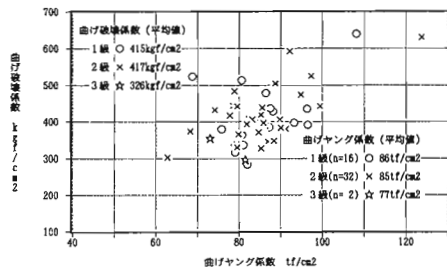


図-1 目視等級区分におけるEsとMORの関係

機械等級区分におけるEsとMORの関係を図-2に示す。

平角試験体の機械等級区分ではE-70 (16本), E-90 (32本), E-110 (1本), E-130 (1本) に等級区分され, 各等級における繊維方向の長期応力に対する許容応力度に期待される材料強度はE-90で4本下回った他は全て基準を上回った。

本試験の, EsとMORの単相関係数は $r=0.54$ (1%危険率で有意) でEsから, MORを推定する機械等級区分の有効性が確認された。

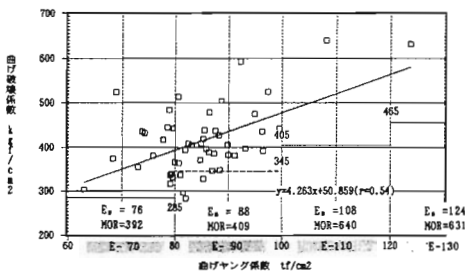


図-2 機械等級区分におけるEsとMORの関係

丸太のEdと乾燥した平角試験体のEsの関係を図-3に示す。

両者の間には, 正の相関関係が認められ ($r=0.69$, 1%危険率で有意) 丸太段階でEdによるグレーディングを行うことにより目的の強度性能を持つ平角材を効率的に生産できるものと考えられる。

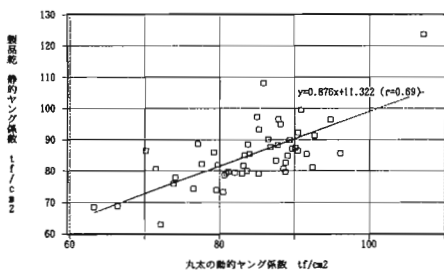


図-3 丸太のEdと乾燥平角試験体のEsとの関係

図-4に, 乾燥した平角試験体のEddとEsの関係を示す。

一般に, スギ材ではEdはEsより5%ほど高い値を示すことが知られている¹⁾が, スギ心持実大材では, ヤング率の低い未成熟材の含まれた方により, Edの方がEsより低い値を示すことが報告^{1,2,3)}されている。

今回の試験でも, 大部分がEddの方がEsより小さい値を示し, Es/Eddの平均値は1.08 (標準偏差0.08, 変動係数7.03%, 最大値1.27, 最小値0.91) となった。これは, 一般にスギ心持ち平角材では, 中央部にヤング係数の小さな未成熟材が, 外層部にヤング係数の大きい成熟材が分布する構成となるためEsが断面の平均剛性

の指標であるEdを上回ることになったと思われる。

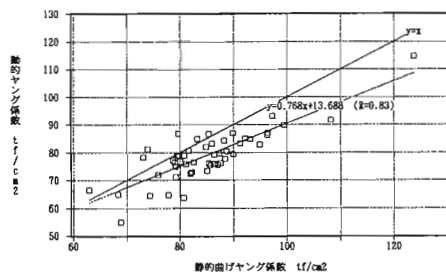


図-4 乾燥平角試験体のEddとEsとの関係

次に, 幅方向の平均年輪幅とEs/Eddの関係を図-5に示す。両者の間には正の相関が認められ ($r=0.66$, 1%危険率で有意), 幅方向の平均年輪幅がEs/Eddの推定に有効であることがわかった。

これは, 幅方向の平均年輪幅が平角材に占める未成熟材の割合をよく表わしているためと考えられる。

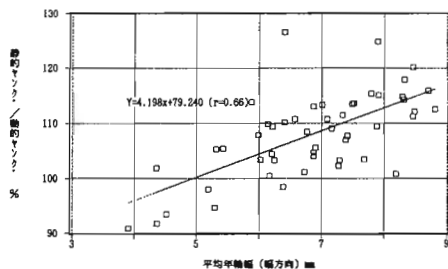


図-5 幅方向の平均年輪幅とEs/Eddとの関係

4. まとめ

県産スギ中径材から製材された平角材を試験した結果, 以下のことが明らかになった。

- ① 建築基準法施行令に定めるスギの曲げ材料強度である225Kgf/cm²を全ての試験体が上回った。
- ② JASによる等級区分において, 目視等級区分より機械等級区分の方がより正確に強度を示すことができ, 機械等級区分することで, 信頼性の高い製品が供給できる。
- ③ 丸太の段階でEdのグレーディングを行うことにより目的の強度性能を有する平角材をより効率的に生産できる。
- ④ 幅方向の平均年輪幅がEs/Eddの推定に有効である。

引用文献

- (1) 池田元吉: 第41回日本木材学会大会研究発表要旨集, 102, 1991
- (2) 井上正文ほか: 日林九支研論集, 47, 233~234, 1994
- (3) 城井秀幸ほか: 日林九支研論集, 45, 217~218, 1992
- (4) 北原覚一: 木材物理, 117~118, 森北出版, 東京1977