

スギ中径材を利用した平角材の強度性能について

熊本県林業研究指導所 岩下 幸光

1. はじめに

今後、ますます供給量増大が見込まれる熊本県産スギ中径材の需要拡大を図るため、中径材の径級に適合した製材品と考えられる心持ち平角についての強度性能を把握する必要がある。そこで、素材市場に出荷された中径材の非破壊による強度測定と、製材後の平角の曲げ破壊強度試験を行った。併せて、平角の「針葉樹の構造用製材の日本農林規格」(以下JASという)の目視及び機械による等級区分を行い、その関係を確認したので報告する。

2. 試験方法

供試木は、熊本県小国町森林組合の市場に出荷された末口径22~28cm, 材長4mのスギ(品種:ヤブクグリ)丸太40本を使用した。

供試木については、末口径, 中央径, 元口径, 材長, 重量, 矢高, 両木口面年輪数を測定後, 丸太段階でのヤング係数を非破壊的に把握するために, FFTアナライザーを用いて縦振動ヤング係数を測定した。なお, 測定器は株式会社小野測器製グレーディングマシーンGM-1200を使用した。

供試木を材幅11.5cm, 材せい19.0cmに粗挽き後, 含水率20%を目標に蒸気式乾燥機で乾燥を行い, 材幅10.5cm, 材せい18.0cmにプレーナー掛けし, 寸法, 重量, 縦振動ヤング係数を測定した。この平角を曲げ破壊供試体とした。

節, 丸み, 腐れ, 割れ等の欠点をJASに従い調査後, 荷重方向エッジワイズ, スパン3.6m, 3等分点4点荷重方式で曲げ破壊試験を行い, 曲げヤング係数及び曲げ破壊係数を測定した。試験機は, 島津製作所製の油圧型試験機UH-20A(荷重容量20ton)を使用した。荷重方法は, 最大荷重到着時間を10分前後にするために, 15mm/minの定速とした。曲げ試験終了後, 破断した

箇所近傍から繊維方向に厚さ2cmの板を連続して2枚採取し, 1枚から全乾法による曲げ破壊試験時の含水率を, 残る1枚で平均年輪幅及び気乾比重を測定した。

3. 結果と考察

曲げ破壊試験の結果を, 表-1に示す。曲げ破壊試験時の含水率が, 平均値26.9%(最小値19.4%~最大値48.8%)と一定でなかったため, 曲げ破壊試験の測定値を含水率15%時に補正¹⁾し, 曲げ強度性能の評価を行った。供試体の曲げ破壊係数の平均値は355kgf/cm²(254kgf/cm²~505kgf/cm²), 曲げヤング係数の平均値は64.1tf/cm²(32.2tf/cm²~92.6tf/cm²)であった。

表-1 平角の曲げ破壊試験の結果

項目	気乾比重 g/cm ³	平均年輪幅 mm	節 狭い面		広い面材縁部		節 広い面中央部		縦振動ヤング係数 tf/cm ²	曲破壊試験結果 (含水率15%補正)	
			Kmax %	Cmax %	Kmax %	Cmax %	Kmax %	Cmax %		ヤング係数 tf/cm ²	破壊係数 kgf/cm ²
平均値	0.41	6.2	22.4	37.0	18.7	22.2	17.7	26.5	57.8	64.6	355
最小値	0.33	3.1	12.4	15.3	10.0	10.6	10.0	15.0	26.0	32.2	254
最大値	0.47	8.7	32.6	61.0	27.8	36.7	30.6	48.5	81.0	92.9	505
標準偏差	0.03	1.3	5.3	11.1	4.5	5.7	4.7	7.7	14.7	16.9	59
変動係数(%)	7.5	20.9	23.7	30.0	24.1	25.7	26.6	29.1	25.8	26.2	16.6

備考:(1)Kmaxは節径比, Cmaxは集中節径比を示す。

次に, 供試体を, JASの目視等級区分と機械等級区分により区分した結果を表-2に示す。また, 表には, それぞれの等級区分ごとの曲げ破壊係数の統計的下限值及び目視等級区分及び機械等級区分の等級ごとの許容応力度から導いた材料強度(許容応力度の3倍)も併せて示す。なお, 目視等級の区分方法の基準は, 甲種構造用IIの区分項目のうち, 平均年輪幅と節のみを採用した。

それぞれの各等級(等級外は除く。)の曲げ破壊係数の統計的下限值を見ると, 機械等級区分では, 等級が明確に区分できているのに対し, 目視等級区分では, 1級と2級との違いが, 必ずしも明確に区分できていないことがわかる。

表-2 JASの機械及び目視等級区分の比較

等級	機械等級区分					目視等級区分 (節と平均年輪幅)				
	曲げヤング係数 lf/cm ²	本数 本	割合 %	破壊係数の 下限値 kgf/cm ²	与えられる 材料強度 kgf/cm ²	等級 級	本数 本	割合 %	破壊係数の 下限値 kgf/cm ²	与えられる 材料強度 kgf/cm ²
E90	80以上100未満	8	20	349	345					
E70	60以上 80未満	17	42	292	285	1	4	10	278	270
E50	40以上 60未満	12	30	261	225	2	30	75	270	255
等級外	40未満	3	8	264		3	6	15	230	-
計		40	100			計	40	100		

また、材料強度が与えられている等級区分の本数割合を見ると、機械等級区分が92%、目視等級区分が85%と大きな差はないことがわかる。しかし、与えられた材料強度の値で見ると、材料強度345kgf/cm²以上では、機械等級区分が20%、目視等級区分が0%、同じく材料強度270kgf/cm²以上では62%、10%と機械等級区分の方がより上位の材料強度に該当する割合が高いことがわかる。

以上の2つのことから、機械等級区分が、目視等級区分に比べて、より明確で有利な強度等級区分方法であることが、平角の場合も正角⁹⁾ 同様に言える。

次に、測定項目間の単相関係数を表-3に示す。曲げ破壊係数を推定する因子としては、曲げヤング係数をもっとも有効であり、ついで気乾比重、平均年輪幅となっている。目視等級区分の区分因子として重要視され、細かく区分し測定した節は、いずれの測定項目についても相関関係が見られなかった。このことは、平角においても正角同様の測定基準でよいのではないかとこの疑問がでてくる。そこで、平均年輪幅、節、曲げヤング係数を説明変数、曲げ破壊係数を目的変数として、重回帰分析を行った。

なお、節についての測定方法は、①現行JASによる区分に従って測定する方法、②平角の狭い面と広い面の2区分で測定する方法、③正角同様に4面全体を1区分として測定する3種の方法を取った。結果を、表-4に示す。


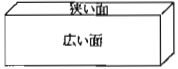
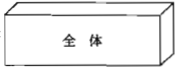
表-3 測定項目間の単相関表

項目	気乾比重 r15	平均年輪幅 ARW	狭い面		広い面材縁		広い面中央		ヤング係数 MOE	破壊係数 MOR
			Kmax L. Kmax	Cmax L. Cmax	Kmax HE. Kmax	Cmax HE. Cmax	Kmax HC. Kmax	Cmax HC. Cmax		
r15	1	-0.337	0.092	0.143	-0.046	0.007	0.038	0.003	0.458	0.617
ARW		1	0.157	0.107	0.500	0.499	0.109	0.227	-0.443	-0.601
L. Kmax			1	0.508	0.530	0.314	0.396	0.344	0.050	-0.068
L. Cmax				1	0.062	0.264	0.213	0.104	-0.027	0.046
HE. Kmax		**			1	0.566	0.184	0.411	0.042	-0.157
HE. Cmax		**			**	1	0.302	0.291	-0.049	-0.160
HC. Kmax							1	0.548	-0.057	-0.175
HC. Cmax					**	**	**	1	-0.164	-0.152
MOE	**	**							1	0.798
MOR	**	**							**	1

備考:**は99%、*は95%の有意差を表す。

表からわかるように、平均年輪幅と節による曲げ破壊係数の予測においては、重相関関係が最大で0.669、最小で0.603と殆ど差がなかった。この結果は、平角の節区分について、今後検討する余地があることを示している。

表-4 曲げ破壊係数を目的変数とした重回帰分析

目視等級区分	説明変数	決定変数	重相関係
目視等級区分	平均年輪幅+節 	0.488	0.669
	平均年輪幅+節 	0.376	0.613
	平均年輪幅+節 	0.368	0.603
	平均年輪幅のみ	0.361	0.601
機械等級区分	曲げヤング係数のみ	0.637	0.798

4. まとめ

今回の試験結果から、

(1) 主要な構造部材である平角の等級区分の方法としては、機械等級区分が、目視等級区分に比べ正確で有利な等級区分である。

(2) 平角の目視等級区分で重要視され、細分化された節の測定方法については検討の余地がある。

とすることがわかった。

特に、節の測定方法については、

品種、木取りその他の因子を変えながら今後とも検討を進めて行きたい。

引用文献

- (1) 中井 孝：森総研平成5年度研究成果発表会要旨集，19~24，1993
- (2) 池田元吉：熊本県林研業報，27，47~52，1988
- (3) ————：熊本県林研業報，25，49~53，1986