

スギ製材品における節の曲げ強度に及ぼす影響

福岡県森林林業技術センター 占部 達也・片桐 幸彦
 廣田 篤彦

1. はじめに

県産材の需要拡大には、信頼のおける製品の供給が第一である。質・量的な安定供給を図るためには、製品の規格が重要となる。

現在の規格、「針葉樹構造用製材の日本農林規格」では、等級区分を「目視による等級区分」、あるいは「機械による等級区分」の何れかの方法で行っている。しかしながらスギ製材品については、最大節径比、集中節径比と曲げ強度(以下MOR)の相関は、ほとんど認められないことが報告¹⁾されている。一方で過去に行ったスギ製材品の曲げ強度試験の破壊形態を見ると、中央部、特に載荷時に下(引張り側)になる面にある節での目切れ、繊維切れで破壊する例が非常に多く、曲げヤング係数(以下MOE)をもとに等級分けを行う機械等級区分についても、併せて節を考慮する必要があると思われる。

以上のことから、今回スギ正角材について、節径の計測、及び3等分4点荷重方式による曲げ破壊試験を行い、特に破壊試験時に下になる面で、荷重点間(モーメント一定区間)にある節に注目し、MORとの関係について調べた。

2. 供試体と試験方法

(1) 供試体

福岡県嘉穂町の実生スギ、38年生の林分から、胸高直径19.8~31.8(平均24.8)cmの丸太30本を購入した。それぞれの1番玉、2番玉から未成熟材の影響を除くため、できるだけ木口の中心を髓が通るように製材を行い、計60本の10.5cm正角の3m心持ち材を採取した。

(2) 試験方法

供試体は蒸気式乾燥機で12日間乾燥し、節・割れ・丸身等の欠点調査をJASの測定方法により行った。また縦振動法によりシグナルアナライザ(リオン社製のSA77)を用いて一次固有周波数を測定し、動的ヤング係数(以下Efr)を測定した。

次に、実大材強度試験機前川試験機製(荷重容量500kN)を用い、スパン270cmの3等分4点荷重方式による曲げ破壊試験を行い、MOE及びMORを測定した。荷重速度は10mm/minの定速とした。同時に破壊過程における節による目切れ、繊維切れ、亀裂等の発生箇所及び発生時の荷重を記録した。破壊後、供試体の木口から80cm附近で、厚さ2cmの含水率試験体を取り、全乾法により試験時の含水率を測定した。

3. 結果及び考察

曲げ破壊試験の結果を表-1に示す。各強度性能値は15%換算値に補正したため、補正式²⁾適用範囲外を除く53本の値である。MOE、MOR共に過去の品種毎の試験結果に比べ、バラツキが大きかった。またEfrとMOEの相関は、 $r=0.962$ と非常に高く、Efr測定によるMOE推定の有効性を示した。

次に、節がMORに及ぼす影響を破壊形態別に調べた。曲げ破壊試験での供試体が破壊するまでの経過記録から、破壊形態別にその出現数を表-2に示した。節の近傍で目切れ、繊維が切れたもの等、節が主に強度低減因子と考えられるものは、53本中36本で全体の約7割であった。その約9割が、載荷時に下になる部分(引張り側)の、荷重点間(モーメント一定区間)にある節の近傍で破壊を起こした。

そこで節が強度低減に関与したと考えられるものとそうでないものに分け、それぞれについてMOEとMOR相関を調べた。相関係数は全体で約0.705であるのに対し、節での破壊では0.542と相関が低く、それ以外の目切れ、繊維切れなど、節が破壊に影響していないものでは、0.880とかなり高い相関を示した。節が強度低減に関与した場合、ヤング率と強度との相関が低くなることが分かった。

次に、節が強度低減に及ぼす影響を確認するために、節の集計範囲をモーメント一定区間(図-1)に絞り、載荷時に下になる面及び側面の下から1/4の範囲における節について、MOR/MOEとの関係を調べた(表-3)。節

で破壊したものでは、下面の節径の合計との間に $r = 0.607$ の負の相関を示した(図-2)。全体については 0.352 であった(図-3)。全体について相関が低かったのは、今回用いたスギ正角材では節径の合計が $50\sim 80\text{mm}$ の狭い範囲に分布したためであると思われる。しかし、モーメント一定区間の節径の合計が 100mm を超すものについては、節径の合計が大きいほど、MOE に対して MOR が小さくなる傾向があり、節が強度低減に関与していることが認められた。

そこで、下面の節径の合計及び MOE を従属変数、MOR を目的変数として重相関を求めた。重相関係数は、MOE との単相関係数 0.705 から 0.745 になり、節を考慮することで、より正確な曲げ強度の推定ができる

表-1 曲げ破壊試験結果
($10.5 \times 10.5 \times 300\text{cm}$ 正角材)

	含水率 15% 換算値			平均含水率 (%)	年輪幅 (cm)	気乾比重
	Efr (GPa)	MOE (GPa)	MOR (MPa)			
平均値	8.17	8.10	40.3	14.19	5.20	0.42
最大値	10.96	10.91	63.1	18.80	7.62	0.50
最小値	5.66	5.46	24.0	11.70	3.47	0.36
標準偏差	1.15	1.12	7.6	1.74	0.47	0.03
変動係数	14%	14%	19%	12%	14%	12%

表-3 MOR/MOE と各因子との相関係数
(破壊形態毎)

破壊形態	節で破壊 節以外で破壊	モーメント一定区間内	
		節径の合計	
		下面	下面中央部
破壊形態	節で破壊	0.607	0.366
	節以外で破壊	0.032	0.265
全体		0.352	0.333

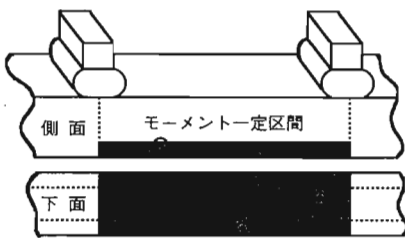


図-1 節の集計範囲

可能性が示唆された。

4. まとめ

今回のスギ正角材を用いた試験では、機械等級区分でのヤング率の計測と合わせて、材長の中心 $1/3$ 程度の範囲にある節を考慮することで、強度の推定をより高い精度で行える可能性が見出された。また構造物の安全性から、曲げ強度性能を要する使用条件では、材面の節を考慮することが必要と思われる。

引用文献

- (1) 日本木材学会強度・木質構造研究会：構造用木材—強度データの収集と分析—, 2, 8, 1988

表-2 破壊形態別の出現数(53本中)

節		節以外			
36		17			
モーメント一定区間	破断	繊維切れ	目切れ	脆性破壊	腐れ
	区間内	区間外	切れ	破壊	
	32	4	5	5	1

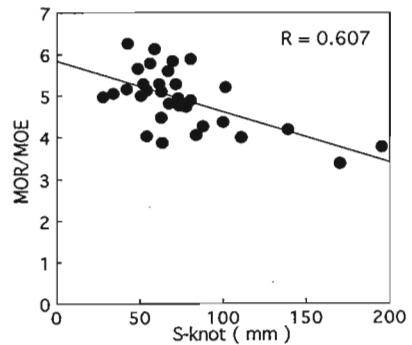


図-2 下面の節径合計と MOR/MOE の関係
(モーメント一定区間の節による破壊)

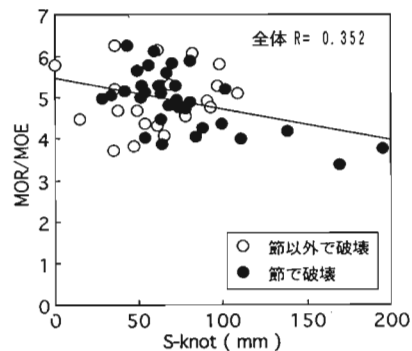


図-3 下面の節径合計と MOR/MOE の関係
(全体)