

〈資 料〉

スギ製材品のスリットおよび背割り処理による曲げ性能への影響

小野広治・杉本英明・久保 健・成瀬達哉・中田欣作

スギの梁材と柱材のスリットおよび背割り処理による曲げ性能への影響について、生材時に処理前後の動的ヤング係数と静的ヤング係数を比較するとともに、熱気乾燥と天然乾燥により気乾含水率以下に乾燥した後、実大曲げ強度試験を実施して、処理材の曲げ性能について検討した。得られた結果は以下のとおりである。

- (1) 生材時における、スリットおよび背割り処理前後の動的ヤング係数と静的ヤング係数には大きな差は認められなかった。また、スリットの形状やスリット処理と背割り処理との差も認められなかった。
- (2) 梁材では、静的ヤング係数が動的ヤング係数にくらべて約3%小さくなったが、柱材では静的ヤング係数は動的ヤング係数にくらべて約4%大きくなった。これは梁材ではせん断たわみの影響が、柱材では材外周部の材質が影響していると考えられた。
- (3) 動的ヤング係数および静的ヤング係数の生材時と乾燥時の比(乾燥時/生材時)は、梁材ではそれぞれ1.15、1.11、柱材では1.14、1.17となり、生材時にくらべて乾燥時のヤング係数は約10~20%高くなった。
- (4) スリット処理材と背割り処理材の曲げ強度は、梁材、柱材ともに、機械等級区分、目視等級区分いずれの場合でも基準強度よりも大きかった。

1. はじめに

これまでに、実大スギ梁材の熱気乾燥による乾燥性や乾燥経過に伴う強度性能の変化等について検討してきたが¹⁾、80℃程度の中温域の熱気乾燥では、スギ梁材を日本農林規格に示される含水率基準の20%以下に、短時間で表面割れの発生を少なく乾燥することは困難であった。現在、県内の製材工場に導入されている乾燥装置は中温域の熱気乾燥装置が大部分であり、これらの装置でも柱材は背割り処理することにより、表面割れの発生を少なく含水率20%以下に乾燥することは可能である。しかし、含水率20%程度に乾燥した場合でも、その後含水率が減少して、背割りが拡がることにより断面が大きく変形し、建築現場でのクレームの原因となっている。また、梁材を中温域の乾燥温度で熱気乾燥する場合には、乾燥時間が長くなるとともに、長辺の中央部分に大きな表面割れが発生するケースが多くみられる。中温域の乾燥温度でスギの梁材や柱材を熱気乾燥する場合の表面割れや断面の変形を抑制する方法として、柱材のような1材面に1本の背割り処理ではなく、対面する2材面にそれぞれ2本のスリット処理する方法を考案したが²⁾、スリット処理による曲げ性能への影響は明かではない。そ

こで、スリットおよび背割り処理による曲げ性能への影響について、生材状態で処理前後の動的ヤング係数と静的ヤング係数を比較した。それとともに熱気乾燥と天然乾燥により気乾含水率以下に乾燥した後、実大曲げ強度試験を実施して処理材の動的ヤング係数、静的ヤング係数ならびに曲げ強さについて検討したので報告する。

2. 材料と方法

2.1 試験材

スギの梁材(13.5cm×25.5cm、4m)6本と柱材(13.7cm×13.7cm、3m)12本を試験材とした。梁材には図1に示すように対面する長辺の2材面に直角と30度の角度で深さ3cm、幅2mmの2本のスリットを3本ずつに処理した。柱材には梁材と同様なスリット処理を4本ずつと、残り4本には1材面に深さ約6cm、幅3mmの背割り処理をした。

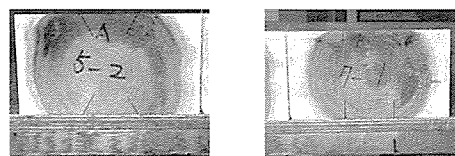


図1 スリットの形状

2.2 乾燥方法

生材時の処理前後のヤング係数を測定した後、乾球温度80℃一定で、乾湿球温度差2～8℃で14日間熱気乾燥した。熱気乾燥後、屋外に棧積みして、平成14年10月～平成15年10月までの約1年間天然乾燥した。熱気乾燥前後、天然乾燥中および乾燥終了時にそれぞれ重量、断面寸法、含水率計による含水率を測定した。乾燥終了時の強度試験時に各試験材から全乾法による含水率を測定し、それを基準に各測定時の含水率を算出した。

2.3 曲げ性能試験

生材時に、スリットおよび背割り処理前後の動的ヤング係数と静的ヤング係数を測定した。動的ヤング係数は、重量、断面寸法を測定後、FFTアナライザーで固有振動周波数を測定して算出した。静的ヤング係数は、梁材ではスパン384cm、荷重点間距離96cmの4点荷重で長辺を梁せいにし、7.4N/mm²の応力度まで荷重を加え、また、柱材ではスパン270cmの3等分点4点荷重で、荷重方向がスリットおよび背割りに対して平行方向と垂直方向に7.4N/mm²の応力度まで荷重を加えて算出した。乾燥終了時には、生材時と同様に動的ヤング係数を測定するとともに曲げ破壊試験を行い、静的ヤング係数と曲げ強度を求めた。なお、乾燥終了時には各材を針葉樹材の構造用製材の日本農林規格による目視等級区分を節径比により行った。

3. 結果と考察

3.1 生材時のスリットおよび背割り処理によるヤング係数の変化

図2に梁材と柱材のスリットおよび背割り処理前後の動的ヤング係数の関係を示す。処理前後の回帰直線は、梁材では $y=1.00x-0.04$ 、 $R^2=1.00$ 、柱材では $y=1.00x-0.08$ 、 $R^2=1.00$ であった。処理前後の平均値は、梁材では

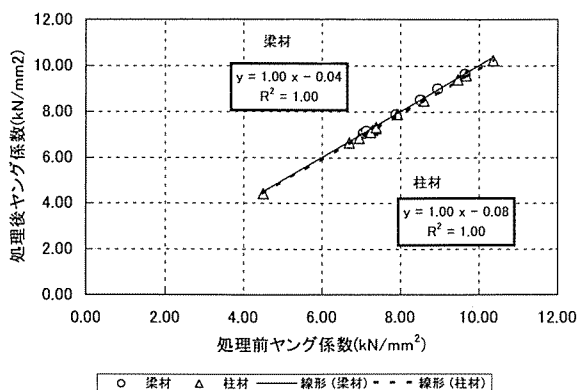


図2 処理前後の動的ヤング係数

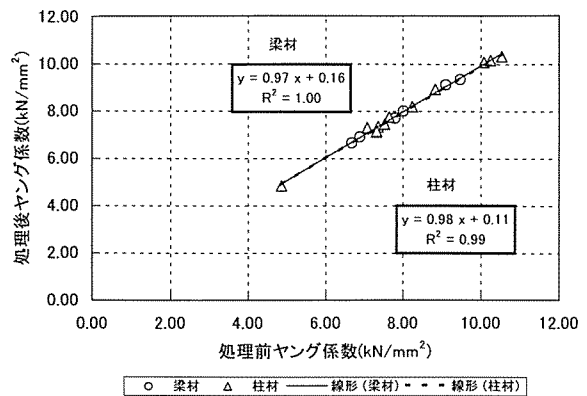


図3 処理前後の静的ヤング係数

8.20kN/mm²と8.19kN/mm²、柱材では7.79kN/mm²と7.68kN/mm²であった。処理後/処理前の比は、梁材では0.999、柱材では0.985となり、スリットおよび背割り処理による動的ヤング係数の低減はほとんどないと考えられる。また、梁材では対面する長辺の2面に形状が異なる2本のスリットをそれぞれ入れ、柱材では梁材と同様なスリットと背割りを入れたが、スリットの形状およびスリットと背割りの差はないと考えられる。

図3に梁材と柱材のスリットおよび背割り処理前後の静的ヤング係数の関係を示す。処理前後の回帰直線は、梁材では $y=0.97x+0.16$ 、 $R^2=1.00$ 、柱材では $y=0.98x+0.11$ 、 $R^2=0.99$ であった。処理前後の平均値は、梁材では7.99kN/mm²と7.93kN/mm²、柱材では8.09kN/mm²と8.02kN/mm²であった。処理後/処理前の比は、梁材、柱材ともに0.992となり、処理による静的ヤング係数の低減は動的ヤング係数と同様にほとんどないと考えられる。

動的ヤング係数と静的ヤング係数の関係について、梁材では静的ヤング係数が動的ヤング係数にくらべて処理前、処理後とも約3%小さく、柱材では逆に静的ヤング係数が動的ヤング係数にくらべて約4%大きくなった。これは、本試験の梁材の静的ヤング係数の測定は、スパン384cm、荷重点間距離96cm、支点と荷重点との距離(以下、シアスパンという)144cmで行い、梁せい(25.5cm)とシアスパン(144cm)の比(144cm/25.5cm)が5.65となり、せん断たわみが影響したためと考えられる。すなわち、せん断による歪みが影響する場合には、静的ヤング係数は実際のヤング係数よりも低くなるため³⁾と考えられる。また、柱材では静的ヤング係数の方が大きくなったが、これは、動的ヤング係数が断面全体の平均を示すのに対して、静的ヤング係数は断面の外周部の材質の影響が大きいため、すなわち、外周部の年輪幅が狭く、節等の欠点が少ない場合には、静的ヤング係数は動的ヤング係数よりも大きくなるためと考えられる。

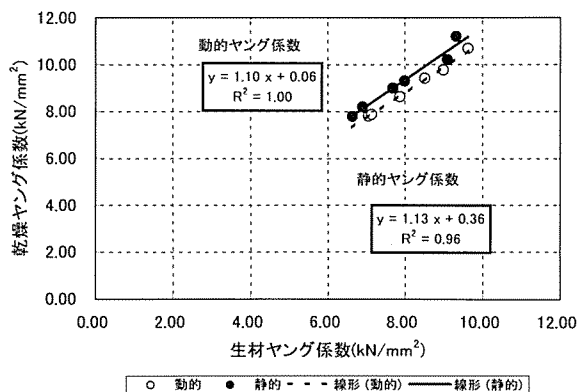


図4 梁材の乾燥前後のヤング係数

3.2 乾燥によるヤング係数の変化

図4に梁材の生材時と乾燥終了時の動的ヤング係数と静的ヤング係数の関係を示す。乾燥前後の回帰直線は、動的ヤング係数では $y=1.10x+0.06$ 、 $R^2=1.00$ 、静的ヤング係数では $y=1.13x+0.36$ 、 $R^2=0.96$ であった。動的ヤング係数の平均値は、生材時8.19kN/mm²、乾燥時9.03kN/mm²であった。また、静的ヤング係数の平均値はそれぞれ7.93kN/mm²、9.28kN/mm²であった。動的ヤング係数と静的ヤング係数の乾燥時/生材時の比は、動的ヤング係数では1.10、静的ヤング係数では1.17となり、気乾含水率以下に乾燥することにより動的ヤング係数と静的ヤング係数はそれぞれ10%、17%大きくなった。

図5に柱材の生材時と乾燥終了時の動的ヤング係数と静的ヤング係数の関係を示す。乾燥前後の回帰直線は、動的ヤング係数では $y=1.03x+0.73$ 、 $R^2=0.98$ 、静的ヤング係数では $y=1.03x+0.30$ 、 $R^2=0.89$ であった。動的ヤング係数の平均値は、生材時7.68kN/mm²、乾燥時8.64kN/mm²であった。また、静的ヤング係数の平均値は、それぞれ8.02kN/mm²と8.53kN/mm²であった。動的ヤング係数と静的ヤング係数の乾燥時/生材時の比は、動的ヤング係数では1.13、静的ヤング係数では1.07となり、梁材と同様に

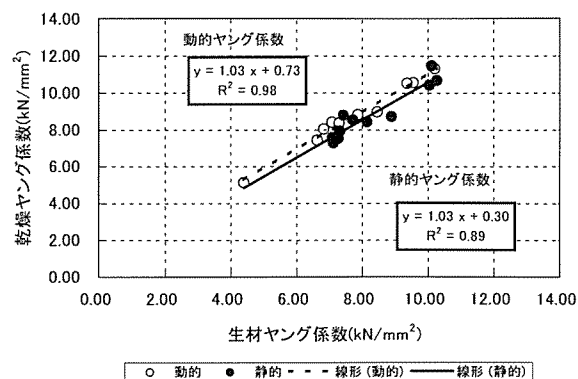


図5 柱材の乾燥前後のヤング係数

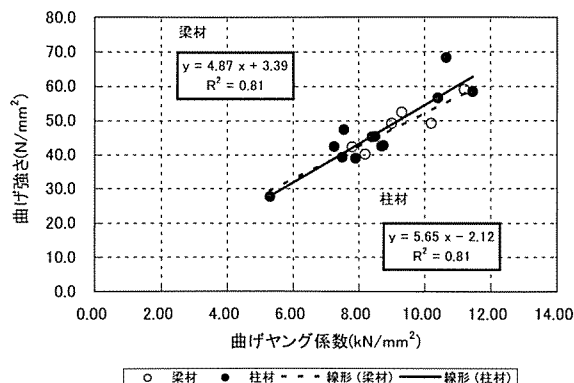


図6 ヤング係数と曲げ強さ

乾燥することにより、動的ヤング係数と静的ヤング係数はそれぞれ13%、7%大きくなった。木材は乾燥することにより曲げ性能が増加し、「構造用木材の強度試験法」で示される含水率による補正式では含水率15%時のヤング係数は、含水率22%以上の未乾燥時にくらべて1.14倍高くなる⁴⁾といわれているが、類似した結果となった。

3.3 曲げ強度試験結果

図6に梁材と柱材の乾燥時の静的ヤング係数と曲げ強さの関係を示す。ヤング係数と曲げ強さの回帰直線は、梁材では $y=4.87x+3.39$ 、 $R^2=0.81$ 、柱材では $y=5.65x-2.12$ 、 $R^2=0.81$ であった。表1に梁材と柱材の含水率、密度、ヤング係数、比例限度力、曲げ強さ等の結果を示す。梁材と柱材の曲げ強さおよび静的ヤング係数の平均値はそれぞれ48.6N/mm²、46.1N/mm²、9.28kN/mm²、8.53kN/mm²であった。図7と図8に梁材と柱材のヤング係数が最大値、平均値に近似した材ならびに最小値の荷重と中央たわみの関係を示す。荷重と中央たわみの関係には梁材、柱材ともにスリットおよび背割り処理による特異な現象は見られず、比例限度(比例限度力/曲げ強さ)の平均値は梁材、柱材ともに0.71であった。なお、梁材では図9に示すようなスリット部分から水平剪断による破壊を示す材

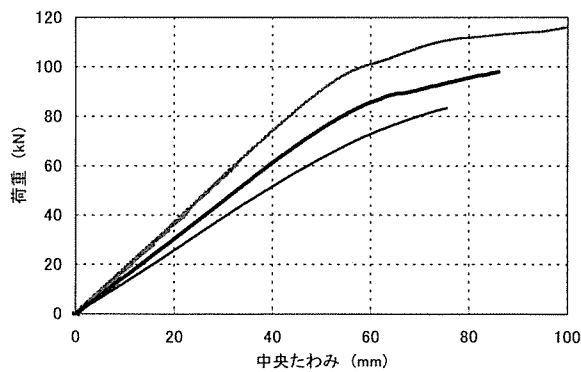


図7 梁材の荷重と中央たわみの関係

表1 含水率および曲げ性能等の結果

材種		含水率 (%)		全乾密度 (mm/年)	平均年輪幅 (kN/mm ²)	動的ヤング係数 (kN/mm ²)		静的ヤング係数 (N/mm ²)		曲げ強度	
		生材時	仕上がり時			生材時	仕上がり時	生材時	仕上がり時	比例限度	曲げ強さ
梁材	平均値	44.1	12.5	0.36	2.6	8.19	9.03	7.93	9.28	34.4	48.6
	標準偏差	16.8	0.8	0.04	0.3	1.03	1.13	1.10	1.26	5.9	6.8
柱材	平均値	80.3	12.7	0.36	3.5	7.68	8.64	8.02	8.53	33.3	46.1
	標準偏差	27.4	1.3	0.04	1.6	1.57	1.63	1.59	1.68	6.5	10.6

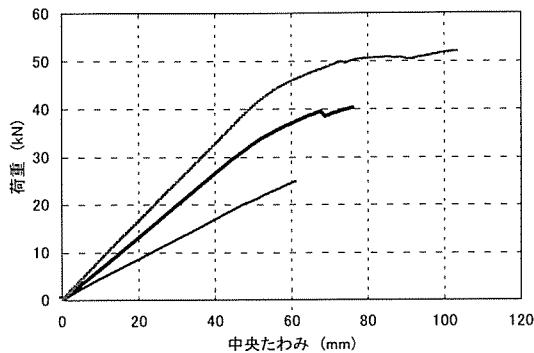


図8 柱材の荷重と中央たわみの関係



図9 梁材の水平せん断による破壊

があったが、これは引張面に節等の大きな欠点がなく、曲げヤング係数、曲げ強さともに最大値を示した材であった。大部分の材は引張面の節部分を起因とする破壊形態を示した。

日本農林規格には機械等級区分と目視等級区分により基準強度が示されている。本試験の結果をそれらと比較した。本試験の梁材、柱材ともに乾燥時の静的曲げヤング係数はE50～E110の範囲にあった。スギの機械等級区分におけるE50およびE110の基準強度は、それぞれ24.0N/mm²、40.8N/mm²である。また、目視等級区分においては、甲種構造材の構造用Ⅱの1級および2級の基準強度は、それぞれ27.0N/mm²、25.8N/mm²であり、乙種構造材

の1級および2級の基準強度はそれぞれ21.6N/mm²、20.4N/mm²である。これらの基準強度と本試験の結果を比較すると、機械等級区分、目視等級区分いずれにおいても、曲げ強さは基準強度を大きく上回っており、スリットおよび背割り処理の曲げ性能への影響はほとんどないと考えられる。

引用文献

- 1) 小野広治ほか：地域産材の低コスト乾燥技術の開発(Ⅱ). 奈良県森林セ木材加工資料. 30, 7-11 (2001)
- 2) 小野広治ほか：スリット処理によるスギの柱材と梁材の乾燥割れと断面変形の抑制効果. 奈良県森林技術センター研究報告. 32, 103-107 (2003)
- 3) 中田欣作ほか：川上村産スギ製材品の曲げ強度試験. 奈良県林試木材加工資料. 28, 41-49 (1999)
- 4) 日本住宅・木材技術センター：構造木材の強度試験法. 東京, 日本住宅・木材技術センター, 1999.

(2003年12月16日受理)