

## スギ心持ち柱材の乾燥材横断面に現れた内部割れの特徴

齋藤周逸・外崎真理雄 (森林総研)

要旨：スギ心持ち柱材を高温乾燥で処理した場合、表面割れの発生が少ない一方で、横断面には髓を中心とした放射状に内部割れが発生している場合がある。ここでは、栃木県産の実大材を試験材に用い、高温乾燥後に現れた内部割れの特徴を、横断面に現れた長さ、幅、面積、深さについて解析した。また、表面割れがみられない中温乾燥処理材と測定値を比較した。

この結果、高温乾燥ではすべての横断面に内部割れが現れた。スギ心持ち柱材の場合は、長さ方向5箇所の横断面に現れた長さや幅を解析することで1本に現れる内部割れの特徴を表すことが可能と思われた。また、元口側の方が内部割れの発生が多い傾向が見られた。断面に現れた長さや幅を乗じた係数は、軸方向の割れ深さを推定する指標になる可能性が見いだされた。

高品質かつ信頼性の高い乾燥材を供給するため、これらの結果は、内部割れを非破壊検知するための必要な測定条件および検知機器開発の性能設計の参考になると考えられる。

キーワード：高温乾燥、内部割れ、スギ心持ち柱材

## I はじめに

現在、住宅建築用スギ心持ち柱材の乾燥時間短縮のため、100℃以上の高温乾燥技術が普及している。100℃以上で乾燥末期まで人工乾燥を行う場合、表面割れの発生が少ない一方で、横断面には髓を中心にして放射状に内部割れが発生している等の品質的な問題が生じている(1,2,3,4)。また、高温処理による強度や耐久性等の変化が懸念されている(5,6)。ここでは、品質の高い乾燥材を供給するため、内部割れの非破壊検知をするための基礎資料となることを考えて、内部割れの特徴とらえるために、スギ心持ち柱材横断面に現れた長さ、幅、面積および軸方向の深さを測定した。

## II 方法

試験材は栃木県産のスギ心持ち実大柱材とした。断面寸法は114×114mm、材長3000mmであった。初期含水率は平均81% (61~110%)であった。

乾燥方法は、高温乾燥は85℃で12時間の初期蒸煮処理後、連続して乾球温度120℃、湿球温度90℃の条件で120時間乾燥処理し、最終的に乾球温度70℃、湿球温度65℃の条件により調湿処理を行った。比較のために行った中温域の乾燥は85℃で12時間の初期蒸煮処理後、連続して乾球温度85~95℃、湿球温度81~82℃の条件で186時間乾燥処理し、最終的に乾球温度70℃、湿球温度65℃の条件により調湿処理を行った。乾燥後の含水率は高温乾燥材8~12%、中温乾燥材は12~19%であった。

内部割れの特徴を見るために、第一に、高温乾燥処理材からランダムに選択した3本の試験材を長さ方向に10cm毎切断し、各28横断面上に現れた割れの長さ、幅、面積、軸方向の深さを測定した。第二に、同時に処理した高温乾燥材46本について、元口から次の5箇所、10cm、75cm、150cm、225cm、290cmの横断面に現れた内部割れの長さ、幅を測定した。

第三に、処理温度による比較のため、高温乾燥材と中温乾燥材の全く表面割れが現れていない各20本を選び出して内部割れの長さ、幅、面積を測定した。

測定方法は、横断面に現れた内部割れをデジタル撮影し、それらの画像をMcWIL CORPORATION社製の画像処理ソフト「INTELICON DEGICA-D1.0」を用いて、肉眼で観察可能な割れに対して、髓を中心とした長さ、幅および不定形の面積を測定した。各内部割れ面積の割合は、断面積全体における内部割れの面積率として算出した。割れ深さは試験材両横断面に現れた割れの連続性から推定した。

## III 結果と考察

1.内部割れの特徴 横断面に現れた割れの形態は髓を中心とした星状または対角線上に現れた。これは、髓部分を中心に伐倒前に引張り側の成長応力があることと、乾燥に伴う乾燥応力が作用すると考えられる(7,8)。すなわち、初期蒸煮のときには髓周辺の引張り側の成長応力が開放され髓の部分を中心に割れが生じると考えられる。その後の乾燥過程に入ると、断面表層と内層の相対的な乾燥応力が作用して表面側に引張り側の応力が生じ、内部割れの広がりを助長すると考えられる(9)。

試験材3本の84横断面に表れた内部割れ総数は826個、平均出現数は10個/面であった。それらの長さ、幅および面積の平均値はそれぞれ20.8mm (1.5~60.5mm)、1.1mm (0.1~9.0mm)、21.8mm<sup>2</sup> (0.1~167mm<sup>2</sup>)であった。各横断面の内部割れが占める割合は平均1.8% (0.3~3.7%)であった。出現を確率的にみると、図-1の割れ長さ分布のように30mm以下が73%であった。割れ幅は2mm以内が82%であった。一方、長さ30mm超は17%、幅2mm超の割れは18%であった。内部割れの面積は50mm<sup>2</sup>以上の比較的大きな割れが全断面積の55%を占めていた。

横断面の内部割れの程度は軸方向によって変化が

Shuetsu SAITO and Mario TONOSAKI (For. and Forest Prod. Res. Inst., IBARAKI 305-8687)

Characteristic of internal check in cross section of sugi square lumber with pith by kiln drying

認められる場合があり、図-2 のように末口から元口側にかけて数値が大きくなる傾向が S-1 と S-3 でみられた。これは、元口側の断面は水分移動性が辺材よりも悪いと思われる心材の比率が大きいために乾燥応力が発生しやすかったためと考えられる。

軸方向の内部割れ深さは全体数の 88% が 10cm 未満であった。また、10cm 以上の割れ深さの推定を試みたところ、図-3 に見られるように、断面に現れた長さ (cm) と幅 (mm) を乗じた係数に対する軸方向深さの関数が式 (1) で得られた。

$$y = 24.9 \exp(-x/17.1) \quad \dots (1)$$

ここで、 $x$  は内部割れ長さ (cm) と幅 (mm) を乗じた係数、 $y$  は内部割れ深さ、である。

ここでは、(1) 式の関係を用いて軸方向の深さが推定できる可能性が見いだせたと思われる。

**2. 高温乾燥による内部割れ** 試験材 46 本、各 5 横断面の 230 面に現れた内部割れの総数は 2120 個であった。各面の平均は 9 個で最大は 30 個の例がみられた。平均的な長さは 23.1mm、(1~77mm)、幅は 1.1mm (0.1~7.0mm) であった。長さ 30mm 以下が全体の 66%、幅は 2.0mm 以下に全体の 82% が含まれた。

平均値ならびに長さ 30mm、幅 2.0mm の出現状況を 10cm 毎に測定した頻度分布と比較した結果、長さ方向 5 箇所の横断面測定は、心持ち柱材断面に現れる内部割れの特徴を捉えることが可能と思われた。

**3. 乾燥法による出現状態の比較** 試験材各 20 本の 100 横断面における内部割れの出現数は高温乾燥材が 707 個、中温乾燥材は 44 個であった。全体数の 7 割以上を占める割れ長さは高温乾燥材が 30mm、中温乾燥材では 10mm であった。割れ幅は高温乾燥材が 1.6mm、中温乾燥材では 0.4mm であった。中温乾燥材では測定横断面数の 6 割は全く内部割れが出現していなかった。このように乾燥法による内部割れ出現には明らかな違いが見られた。

#### IV まとめ

スギ心持ち柱材を乾球温度 120℃、湿球温度 90℃ の条件で 120 時間の高温乾燥処理では、表面割れはほとんど観察されないものの、すべての材に内部割れが生じていた。一方、乾球温度 85~95℃、湿球温度 81~82℃ の中温条件で 186 時間連続処理し、表面割れの無い状態では内部割れは見られたが、数は少なく小さいものであった。

試験材 46 本の各 5 面に現れた内部割れの平均数は 9 個であった。平均的な長さは 23.1mm、幅は 1.1mm であった。長さ方向の深さは 88% が 10cm 未満であった。

また、10cm 毎の横断面内部割れ測定値と材長方向 5 箇所の横断面に現れた内部割れの測定値を、平均値ならびに長さ 30mm、幅 2.0mm の出現頻度と比較した結果、材長方向で 5 箇所の横断面に現れた内部割

ることによって、実大柱材の内部割れ出現の特徴を捉えることが可能と思われた。これらの結果は、内部割れを非破壊検知する機器の性能設計条件の参考になると考えられる。

#### 引用文献

- (1) 齋藤周逸 (1995) 日林関東支部論 47:137~138
- (2) 齋藤周逸 (1999) 日林関東支部論 49:173~176
- (3) 齋藤周逸ら (2002) 日林関東支部論 53:231~232
- (4) 植原平ら (2003) 木材乾燥低コスト化技術成果報告、書、226~260、木材乾燥低コスト化技術組合、東京
- (5) 加藤英雄ら (2001) 日木学会大会要旨 54:117
- (6) 桃原郁夫ら (2001) 日木学会大会要旨 54:138
- (7) 深澤和三 (1997) 樹体の解剖、78~79、海青社、滋賀
- (8) 齋藤周逸 (1998) 木材工業 53:601~606
- (9) 寺澤真、筒本卓造 (1981) 木材の人工乾燥、39~43、日本木材加工技術協会、東京

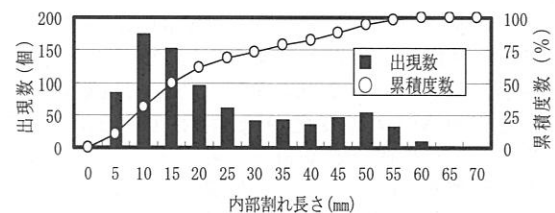


図-1. 横断面に現れた内部割れ幅

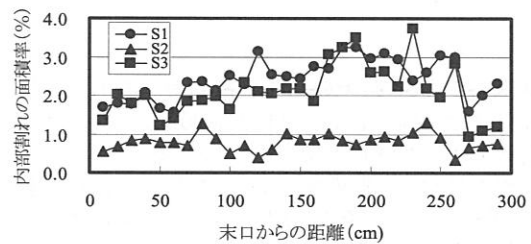


図-2. 軸方向の横断面に現れた内部割れ面積率

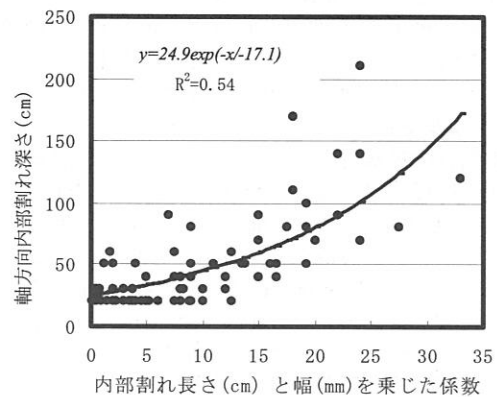


図-3. 内部割れ深さの推定曲線