

# 高温乾燥によるスギ材の落ち込み

山田範彦・永井 智・村上浩二

Norihiko YAMADA, Satoshi NAGAI, Koji MURAKAMI

## Anatomical Characteristics of High Temperature Drying Sugi Wood.

要旨：山田範彦・永井 智・村上浩二：高温乾燥によるスギ材の落ち込み 兵庫森林技研報 第45号：34～36, 1998 100℃以上の温度で乾燥させたスギ材について、落ち込みの発生の有無をSEMにより観察した。乾燥温度が120℃以上になると、乾燥応力をもたらした細胞の変形が早材イニシャル部付近に表層から内層にわたっている様子が、また内部割れの表面付近に水の凝集力によると考えられる細胞の変形が認められた。

### I はじめに

戦後、大量に拡大造林された針葉樹が、やがて主伐期に達しようとしており、建築用材として大量に供給されようとしている。これら人工針葉樹材の大半を占めるスギ材は、ヒノキ材と比較して、心材部分の生材含水率が高い<sup>1)</sup>、芯持ち柱材の乾燥は長時間を要し、未乾燥か乾燥不十分のまま市場に出荷される場合が多い。しかし、木造在来工法の軸組のプレカット化が進み、目標含水率に達していない製材品は、市場に流通しにくくなってきている。

一方、乾燥機の耐久性をはじめとする諸性能が向上し、従来では不可能であった100℃以上で乾燥できる蒸気式乾燥機が市販されるようになってきた。そこで、スギ材を高温で乾燥させることによる乾燥時間の短縮化が試みられてきた。しかし、乾燥スケジュール等、今後検討しなければならない問題点が数多く、従来の乾燥温度では起こり得なかった落ち込み<sup>2)</sup>と考えられる大きな収縮があるともいわれている。

そこで、本研究では高温で乾燥させたスギ材をSEMで観察し、落ち込みの有無について検討することとした。

なお、本研究は兵庫県木材利用技術研究会の共同試験として行ったものであり、御指導いただいた奈良教育大学 谷口義昭助教授、御協力いただいた(有)丸正木材 柴原久史氏に対し厚くお礼申し上げます。

### II 実験方法

#### 1. 試験体

スギ生材丸太の心材部分から、30mm (T) × 100mm (R) の追桁板材を採材した。この板材について、節が含まれないよう繊維方向に300mmに連続して横切りし、

図-1に示す試験体とした。さらに、試験体の木口面には、シリコンゴムを塗布した上にアルミ箔を貼付して、試験体の繊維方向に水分傾斜が生じないようにした。

また、追桁板材について、試験体を採取した部分に隣接する部分から、繊維方向に約100mmの板材を採取し、試験体の容積密度を求めた。

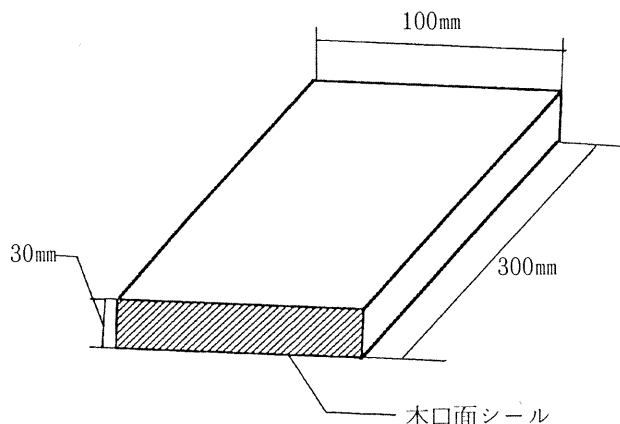


図-1 乾燥試験体の寸法

#### 2. 乾燥条件

試験体の乾燥には、小型定温乾燥機を用いた。試験体の含水率がほぼ15%になるまで、40℃、80℃、120℃、140℃の4条件の温度で乾燥させた。湿度のコントロールは行わなかった。

#### 3. 含水率および収縮率の測定

乾燥中、試験体を1時間毎に取り出し、その際試験体の重量および両桁目面の繊維方向に中央部分の幅方向の長さ(R方向)をノギスにより精度0.05mmで測定した。予め求めておいた試験体の容積密度より計算して、含水率がほぼ15%の試験体の重量になった時、乾燥を終了した。乾燥終了後、SEM用試験体を採取した残りの部分

について、全乾法により試験体のその時点での含水率を算出し、計測した試験体の重量変化から、乾燥中の含水率の経時変化を求めた。さらに、各計測時点での試験体のR方向の長さから、試験体の収縮率の経時変化を求め、各乾燥温度における含水率と収縮率の関係を検討した。

#### 4. SEM観察

乾燥終了後、直ちに、試験体の表面で波を打ったような変形が見られた部分および内部割れ付近から、5mm (T) × 5mm (R) × 20mm (L) の試験片を切り出した。この試験片を無水エチルアルコールに沈下するまで浸漬した後、試験片の木口面を剃刀で仕上げた。次に、試験片中の無水アルコールをt-ブチルアルコールで置換した後、凍結乾燥して金をコーティングした。この試験片の木口面をSEMで観察し、落ち込みが発生している細胞を探索した。

### III 結果および考察

#### 1. 収縮率

図-2に示すように、乾燥温度が高くなるに従い、全収縮率が大きくなるとともに、収縮開始時の試験体全体の含水率も高くなった。これは、乾燥温度が高くなると乾燥初期の表層と内層の水分傾斜が大きくなり、試験体全体の含水率が高い状態でも表層部分の含水率は繊維飽和点を下回って収縮を開始するためと考えられる。したがって、乾燥温度が高くなると水分傾斜による乾燥応力が大きくなり、落ち込みが発生する確率も高くなる。事実、140°Cの試験体では木口断面が糸巻き状あるいは表面が波を打ったような変形がみられ、写真-1に示すようなレンズ状の内部割れが生じていた。

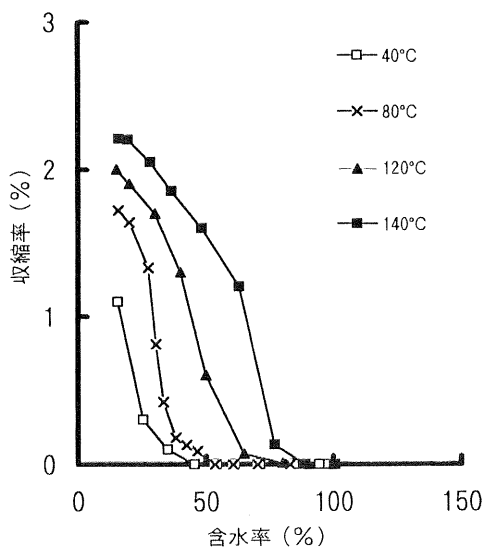


図-2 収縮率の変化

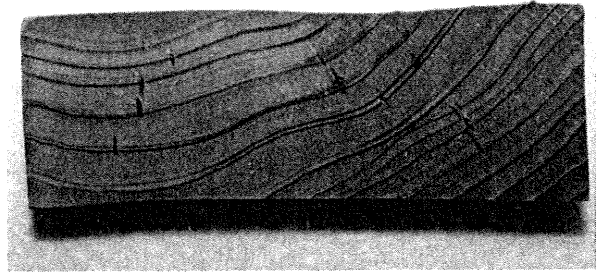


写真-1 レンズ状の内部割れ

#### 2. SEM観察

乾燥温度が120°C以上の試験体では、写真-2に見られるように、早材イニシャル部付近で接線方向に内こうがつぶれた細胞が表面(写真右側)から内部に向かって並んでいるのが認められた。この細胞の変形は、材面に筋状の凹凸をもたらしていた。このような細胞の変形は、内層まで達していないことや、早材イニシャル部付近に生じていることから、乾燥中の水分傾斜および早晚材の収縮率の差によって発生する乾燥応力の影響が大きいと考えられる。

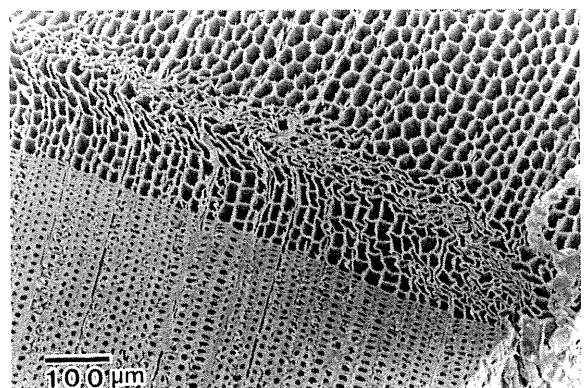


写真-2 接線方向に並ぶつぶれた細胞

また、乾燥温度が120°C以上の試験体に多く発生した内部割れの表面付近には、写真-3に見られるように、内こうがつぶれている細胞が点在する形で認められた。このような変形は、内部に点在していることから水の凝集力の影響が大きいと考えられた。

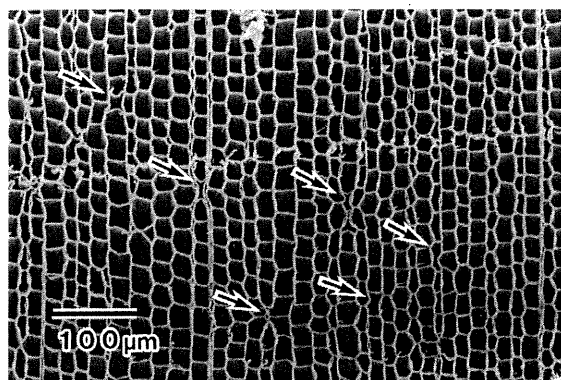


写真-3 点在するつぶれた細胞

#### 引用文献

- 1) たとえば三輪雄四郎：生材含水率 木材の科学と利用技術 5. スギ 日本木材学会研究分科会報告書 10p～13p 1991
- 2) 寺澤 真, 林 和夫：木材乾燥にみられる落ち込み, 木材工業 27 : 526～531, 1972

(平成8年8月28日受理)

#### IV まとめ

乾燥機の断熱性や耐久性が向上し、100℃以上の高温で乾燥させることも可能になり、スギ材を高温で乾燥させることによる乾燥時間の短縮化が試みられるようになってきた。しかし、従来の乾燥温度では起こり得なかった落ち込みと考えられる大きな収縮があるともいわれている。そこで、高温で乾燥させたスギ材の組織をSEMで観察し、落ち込みの有無について検討した。その結果、

1. 乾燥温度が高い試験体ほど全収縮率は大きくなり、収縮開始時の含水率も高くなった。
2. 乾燥温度が 140℃の試験体では、木口断面が糸巻き状あるいは表面が波を打ったような変形が見られ、120℃以上の試験体ではレンズ状の内部割れが生じた。
3. 乾燥温度が 120℃以上の試験体では、早材イニシャル部付近に、内こうがつぶれた細胞が表層から内層に向かって並んでいるのが認められ、この細胞の変形は、材面に筋状の凹凸をもたらし、水分傾斜および早材と晩材の収縮率の差による乾燥応力の影響が大きいと考えられた。
4. 内部割れの表面近辺には、内こうがつぶれた細胞が点在する形で認められた。このような変形は、水の凝集力の影響が大きいと考えられた。