

## スギ構造材の乾燥法(2)

誌名	研究報告
ISSN	03889289
著者	高橋, 幹夫
巻/号	25号
掲載ページ	p. 5-8
発行年月	1995年12月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## スギ構造材の乾燥法 (II)

高温乾燥したスギ心持材の強度性能と乾燥特性

高橋 幹夫

Drying Methods of Structural Timber (II)

Bending Strength and Drying Properties of Sugi Boxed

Heart Timber Dried by High Temperature Drying

Mikio TAKAHASHI

(1995年9月29日受理)

**要旨：**高温乾燥と中温乾燥したスギの心持材の強度性能と乾燥特性の比較から、スギの心持ち材の人工乾燥に高温乾燥が利用できるかを検討した。①高温乾燥材は中温乾燥材と比較して、曲げ強さ、曲げヤング係数、曲げ仕事量のいずれにも差がなかった。②高温乾燥材は中温乾燥材の収縮率と差があり前者が大きかったが、曲り、ねじれ、割れ、歩止りにおいて両者に差がなかった。③乾燥時間は中温乾燥材が244時間に対して高温乾燥材は144時間で、後者の乾燥時間が約4割短縮になった。④高温乾燥材は中温乾燥材と比較して、曲げ強度性能と収縮率以外の形状変化に差がないことから利用上支障がなく、また、乾燥時間が約4割短縮され有利なことから、スギの心持材の乾燥に高温乾燥が利用できることとみた。

### I ま え が き

高温乾燥は通常の乾燥と比べて乾燥時間が短縮され、乾燥コストが低くなることが期待されるが、高温乾燥は温度が80℃～95℃の下で乾燥するため(寺沢ら：1983)、通常行なわれている60～80℃未満の中温乾燥材と比べて材の強度の低下や材質の変化が心配される。そこで、高温乾燥による強度性能と乾燥特性及び乾燥コストを明らかにし、スギの心持材の乾燥に高温乾燥が利用できるかを検討した。

### II 試 験 方 法

#### 1. 供試材及び乾燥方法

供試材は山形県産のスギ心持材(断面寸法120×120mm、材長4,000mm)60本で、元口側と末口側を明らかにして全数を半分に分断し、元口側と末口側の材から交互に取り出した60本を高温乾燥

(温度95℃一定、末期乾湿球温度差6℃、乾燥時間144時間)に、残りの60本を中温乾燥(温度70℃一定、末期乾湿球温度差10℃、乾燥時間244時間)にそれぞれ2回に分けて容量2.78m<sup>3</sup>(10石)のIF型蒸気乾燥装置により人工乾燥したのち、乾燥後の形状を測定し強度試験用とした。

#### 2. 強度試験

ねじれと曲がりをプレーナーで修正した乾燥材(断面寸法約113×113mm、材長2,000mm)の重量を体積で除してみかけの比重を求めたのち、10tのオートグラフでスパン1,800mmの中央集中荷重の曲げ破壊試験を行なった。試験後、破壊した近くの部位から厚さ20mmの試験片を採取し、全乾法で含水率を求めた。強度試験はJISの曲げ試験に準拠して行なった。

#### 3. 形状の測定項目と方法

①収縮率：材の中央の位置で幅と厚さをデジタルノギス(精度1/100mm)で乾燥前と乾燥後(乾燥後の測定面に割れがあったときは裏の面)

表一 1 高温乾燥材と中温乾燥材の材質と強度性能

	供試数 (本)	含水率 (%)	平均年輪幅 (mm)	みかけの 比重	曲げ強さ (MPa)	曲げヤング 係数(GPa)	曲げ仕事量 (J)	曲げたわみ 量 (mm)
高温乾燥材	60	13.2~16.1	5.3~5.9	0.41~0.43	41.8~46.4	6.59~7.19	421~508	33.6~37.0
		14.6	5.6	46.4	44.1	6.89	464	35.3
中温乾燥材	60	15.4~17.3	5.3~5.9	0.41~0.43	42.6~46.5	6.36~6.98	467~553	35.8~39.5
		16.4	5.6	0.42	44.6	6.68	510	37.6

注：上段は平均値の95%信頼区間、下段は平均値

に測定し、幅と厚さ方向で収縮の大きい値を収縮率とした。②ねじれ：スパン1,500mmの平行な丸棒の一方に材の一端を固定し、他端の材と丸棒の隙間をデジタルノギスで測定し、四材面で最も大きい値をねじれの値とした。③割れ：四材面の割れの長さを測定し、総和を割れの長さとした。④曲がり：材面に水糸を張り最大矢高を測定し、四材面での最大値を曲がりの値とした。⑤歩止り：乾燥前にプレーナー加工した材の断面積に対する乾燥後に修正挽きした材の断面積の割合で求めた。

### III 結果および考察

#### 1. 高温乾燥材の曲げ強度性能

表一 1 に高温乾燥材と中温乾燥材の材質と曲げ強度性能を示した。

高温乾燥材と中温乾燥材の含水率の平均値はそれぞれ14.6%と16.4%で、高温乾燥材の含水率が低く高温乾燥材の乾燥が進行しているが、両者に有意な差はなかった。初期含水率の平均値は高温乾燥材が64.0% (95%信頼区間48.2~79.8%) と中温乾燥材が66.5% (95%信頼区間48.3~84.7%) で、初期の含水率の条件はほぼ同一とみられた。高温乾燥材と中温乾燥材の平均年輪幅とみかけの比重はそれぞれ平均値が等しく有意な差がなかったことから、高温乾燥材と中温乾燥材の材質的な条件は同一とみられた。

高温乾燥材と中温乾燥材の強度性能の平均値を比較すると、曲げ強さは高温乾燥材が44.1MPaと

中温乾燥材が44.6MPaで高温乾燥材がやや小さく、曲げヤング係数は高温乾燥材が6.89GPaと中温乾燥材が6.68GPaで高温乾燥材がやや大きかった。同様に、曲げ仕事量は高温乾燥材が464Jと中温乾燥材が510Jで高温乾燥材が小さく、たわみ量は高温乾燥材が35.3mmと中温乾燥材が37.6mmで高温乾燥材がやや小さかった。カラマツの高温乾燥材と中温乾燥材の間には曲げヤング係数に差はないが、曲げ強さとたわみ量は中温乾燥材が有意に大きいことが認められたとする報告があるが(吉田:1993)、本研究では、高温乾燥材が中温乾燥材の曲げ仕事量より約9%低く、曲げヤング係数がやや大きいことから、高温乾燥材は材質が脆くなる傾向がみられたが、高温乾燥材と中温乾燥材の間には曲げ強さ、曲げヤング係数、曲げ仕事量及び曲げたわみ量のいずれにも有意な差はな

表一 2 高温乾燥材と中温乾燥材の材質と強度性能の相関係数

項目	相 関 係 数
含 水 率	0.658***
平 均 年 輪 幅	0.791***
み かけ の 比 重	0.923***
曲 げ 強 さ	0.671***
曲 げ ヤ ン グ 係 数	0.863***
曲 げ 仕 事 量	0.519***

注：\*\*\*は0.1%水準で有意

表一 3 高温乾燥材と中温乾燥材の乾燥特性

	供試数 (本)	収縮率 (%)	曲り (mm)	ねじれ (mm)	割れ (cm)	歩止り (%)
高温乾燥材	60	2.732~3.128	2.5~3.4	3.2~4.6	143~201	82.7~84.1
		2.930	2.9	3.9	172	83.4
中温乾燥材	60	1.955~2.290	1.8~2.8	2.4~3.6	172~232	84.0~86.0
		2.122	2.3	3.0	202	85.0

注：上段は平均値の95%信頼区間、下段は平均値

かった。したがって、高温乾燥材は中温乾燥材と曲げ強度性能において差がないことから、高温による強度への影響が少ないとみられ、利用上支障がないものとする。

表一 2 に高温乾燥材と中温乾燥材の材質と曲げ強度性能の関係を示した。

高温乾燥材と中温乾燥材の含水率、平均年輪幅、みかけの比重、曲げ強さ、曲げヤング係数及び曲げ仕事量の間にはいずれの項目においても0.1%水準で正の相関があった。特に、高温乾燥材と中温乾燥材のみかけの比重と曲げヤング係数の間には0.8以上の高い正の相関がみられた。

## 2. 高温乾燥材の乾燥特性

表一 3 に高温乾燥材と中温乾燥材の乾燥特性を示した。

収縮率は高温乾燥材が2.930%と中温乾燥材が2.122%で高温乾燥材が0.808%大きく、平均値の95%信頼区間でみると両者に差があり高温乾燥材の収縮率が有意に大きかった。一方、前述したとおり高温乾燥材は中温乾燥材の含水率の平均値より低いことから、高温乾燥材の収縮率が大きくなったとみられる。そこで、含水率30%から高温乾燥材の含水率の平均値14.6%と中温乾燥材の含水率の平均値16.4%までの含水率1%当たりの平均収縮率をそれぞれ求めてみたところ、平均収縮率は高温乾燥材が0.190%で中温乾燥材が0.156%であり、高温乾燥材が中温乾燥材の平均収縮率より大きいことから、高温乾燥材と中温乾燥材の含水率の違いにかかわらず、高温乾燥材の収縮率が大きいといえた。高温乾燥材と中温乾燥材の乾燥

特性を比較すると、曲りの平均値は高温乾燥材が2.9mmと中温乾燥材が2.3mmで高温乾燥材が約3割大きく、ねじれの平均値は高温乾燥材が3.9mmと中温乾燥材が3.0mmで高温乾燥材が3割大きかった。同様に、割れの平均値は高温乾燥材が172cmと中温乾燥材が202cmで高温乾燥材が約15%小さく、歩止りの平均値は高温乾燥材が83.4%と中温乾燥材が85.0%で高温乾燥材がやや小さかった。高温乾燥材は中温乾燥材と比較して、曲りとねじれが大きく、割れ、歩止りが小さくなる傾向があるものの、両者に有意な差はなかった。したがって、高温による形状への影響は、収縮率を除いて曲り、ねじれ、割れ、歩止りにおいて少ないと考えた。

以上の結果は末期の乾燥温度が95℃で乾燥した場合で、これより高い温度で乾燥した場合の曲げ強度性能と乾燥特性については不明である。

表一 4 高温乾燥材と中温乾燥材の乾燥コスト

	灯油	水	電気	計
高温乾燥材	14,606	509	4,228	19,343
中温乾燥材	12,333	364	9,003	21,700

注：灯油は43円/ℓ、水は165円/m<sup>3</sup>、電気は23円/kwで算出

### 3. 高温乾燥材の乾燥コスト

表-4に高温乾燥材と中温乾燥材の乾燥コストを示した。

乾燥コストには、乾燥設備などの償却費と棧積みおろしなどの人件費と水光熱の直接費があるが(寺沢ら:1983)、直接費で試算したところ、高温乾燥材は19,343円で中温乾燥材は21,700円となり、高温乾燥材が10.9%のコストの低減となった。高温乾燥材と中温乾燥材の乾燥コストの中で人件費は変わらないが、高温の乾燥は乾燥室内を痛め易いので耐用年数が短くなり、償却費は高くなると考えられるが、本研究では乾燥コストを算出することができなかった。乾燥時間を比較すると、中温乾燥材が244時間に対して高温乾燥材は144時間で、高温乾燥の乾燥時間が約4割短縮になった。乾燥時間の短縮は、乾燥装置一台当たりの乾燥総量が増え、投資資金の回収が早くなることから、高温乾燥は中温乾燥に比べて有利であると考える。

### IV あとがき

高温乾燥したスギ心持材の強度性能と乾燥特性について検討した。その結果、高温乾燥材は中温乾燥材と比較して曲げ強度性能に差がなく、収縮率は大きいものの、曲り、ねじれ、割れ及び歩止りに差がないことから利用上支障がなく、また、乾燥時間が約4割短縮され有利なことから、スギの心持材の乾燥に高温乾燥が利用できると考える。今後は乾燥による割れなどの損傷の少ない高温乾燥スケジュールを検討する必要がある。

### V 引用文献

- 寺沢 真、筒本卓造(1983) 木材の人工乾燥、日本木材加工技術協会:107, 131-134  
吉田孝久(1993) IXカラマツ材の乾燥温度別による強度特性、長野林総セ研報7:131-136