

〈資料〉

スギ製材品の高湿低湿処理によるドラインセットと脱水量について

小野広治・成瀬達哉*・久保 健

スギ正角材の高湿低湿処理によるドラインセット試験とスギ正角材および平角材の高湿低湿処理による脱水量試験を行い、処理時間の違いによるドラインセットならびに断面寸法と処理時間の違いによる脱水量について検討した。得られた結果は以下のとおりである。

ドラインセット試験における高湿低湿処理材と無処理材の同様な含水率での収縮率を比較すると、12時間処理の収縮率は、含水率約20%で約0.9%、含水率約12%で約1.6%、全乾時で約2.4%、無処理に比べてそれぞれ小さくなった。また、24時間処理では、含水率約18%で約1.1%、含水率約12%で約2.0%、全乾時で約3.0%、無処理に比べて小さくなった。高湿低湿処理時間の違いを全乾時の収縮率で比較すると、24時間処理は12時間処理材よりも0.6%、収縮率は小さくなった。また、12時間処理、24時間処理とも処理後、いずれの試験材にも材面割れが発生したが、割れの発生量は同様で処理時間による大きな差は認められなかった。

脱水量試験における実大材の重量の減少量は、いずれの材種においても生材重量が重いほど、処理時間が長いほど大きくなった。材種による減少率を比較すると、11.5cm、13cm、16cmの各正角材の減少率は、12時間処理で約15%、24時間処理で約23%と同様な減少率であったが、平角材では12時間処理で約10%、24時間処理で約16%と正角材に比べて減少率は小さくなった。

1. はじめに

近年、正角材や平角材等断面の大きなスギ製材品を短時間で乾燥することができる高周波・蒸気複合乾燥法（以下、複合乾燥）や高温乾燥法（以下、高温乾燥）が開発され¹⁻²⁾、各地でこれらの乾燥法により乾燥材が生産されている。複合乾燥は高周波の内部加熱により材内部を加熱して乾燥を促進させる方法であり、高温乾燥は乾燥温度を120℃程度にして乾燥を促進させる方法である。いずれも従来の乾燥法に比べて乾燥割れの発生が少ない乾燥法であり、特に高温乾燥では、95～98℃の蒸煮処理後に乾球温度120℃、乾湿球温度差30℃（以下、高湿低湿処理）の条件に短時間で変化させることが重要とされている。この高湿低湿処理により材表層にドラインセットが形成され、材面割れを抑制するといわれている。

高湿低湿処理により材面割れが抑制されるのは以下のように説明される。木材は水分が多い状態で高温ほど柔らかく、伸びやすい性質がある。この状態の材を高湿低湿処理により表層部分を短時間に乾燥すると、表層部分は引っぱられた状態で乾燥され、その後、内層の乾燥に伴い圧縮応力が形成されるためといわれている。

ドラインセットによる材面割れの抑制効果については各地で検討され³⁻⁶⁾、例えば、福岡県ではアヤスギ

系統のスギ正角材について検討されている。吉野産スギ材は他県産に比べて、年輪幅が狭く、密度も大きく、強度性能は優れているが、これらの特長が、乾燥性やドラインセットに与える影響は明らかではない。また、複合乾燥では乾燥前に材積と推定密度および仕上がり含水率等から脱水量を計算し、それに応じた電力量を推定して乾燥されているが、高湿低湿処理による脱水量は不明である。効率的な高周波・蒸気複合乾燥を行うためには、高湿低湿処理による脱水量を明らかにしておくことが必要である。

本報では、吉野産スギ製材品の高湿低湿処理によるドラインセットと脱水量について検討した。

2. 材料と方法

2.1 ドラインセット試験

県内の製材工場から購入したスギ正角材(11.5×11.5×400cm)6本を試験材とした。図1に示すようにそれぞれ材長の中央部で2等分し、切断面から30cmの部分から約10cm間隔に長さ2cmの試験体(以下、「標準試験体」という)3個と長さ3cmの含水率測定用試験体を採取した。残りの材長170cmの材は、それぞれ両木口面をエポキシ樹脂でシールして、高湿低湿処理12時間用と24時間用の試験材とした(以下、「セット試験材」という)。セット

*：奈良県南部農林振興事務所

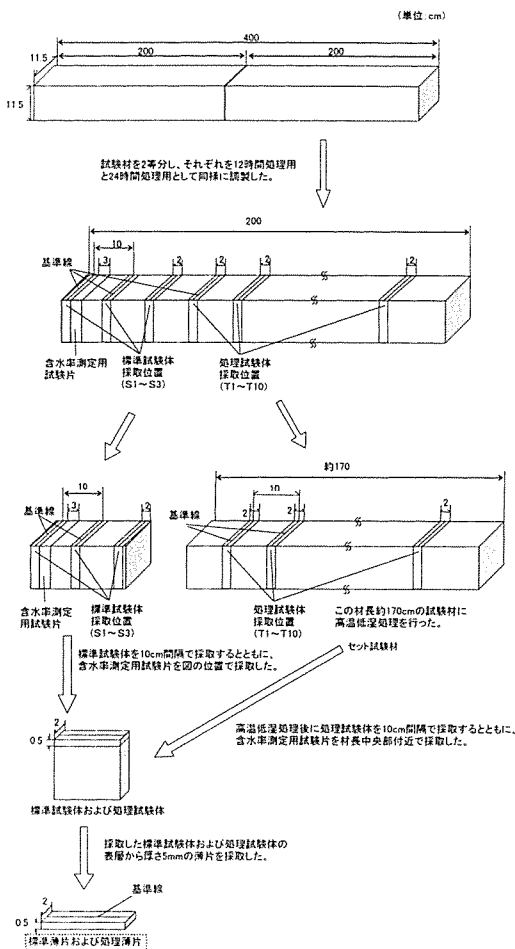


図1 ドライングセット試験方法

試験材には、高温低湿処理後に標準試験体と同様な長さの試験体（以下、「処理試験体」という）を採取するために10カ所（T1～T10）に基準線を引いた。なお、処理試験体を標準試験体よりも多く用意したのは、高温低湿処理時や測定時に割れ等が生じた場合に寸法測定ができなくなることが予想されたからである。

処理前に、セット試験材の重量、材長中央部の断面寸法、材長、および基準線の寸法を測定した。標準試験体についても重量と基準線の寸法を測定した。含水率測定用試験体の含水率は全乾法により求めた。

高温低湿処理後には処理前と同様な測定を行うとともに材面割れの長さを測定した。また、セット試験材の中央部で長さ3cmの含水率測定用試験体2個を採取し、全乾法による含水率と全乾密度を求めた。2個のうち1個を含水率分布用（25分割）とした。

高温低湿処理は、昇温6時間、95℃の蒸煮を6時間、乾球温度120℃、乾湿球温度差30℃の条件で、12時間と24時間行った。高温低湿処理12時間後に、12時間処理のセット試験材、24時間処理のセット試験材をそれぞれ乾燥機

から取り出し、重量を測定し、24時間処理のセット試験材はその後12時間処理した。乾燥装置は高周波・蒸気複合乾燥機（山本ビニター株式会社製D-WELL）を使用した。

2.2 ドライングセットの測定方法

高温低湿処理後、図1に示すように標準試験体と処理試験体それぞれから、基準線を引いた面の表層部分で厚さ5mmの薄片（以下、標準試験体から採取した薄片を「標準薄片」、処理試験体から採取した薄片を「処理薄片」という）を採取し、それぞれの重量と基準線の寸法を測定して、重量の減少が見られなくなるまで室内に静置して乾燥した。重量の減少が見られなくなった時点で温度60℃に設定した恒温乾燥器に入れ、重量が一定になるまで乾燥し、その後温度100℃で全乾まで乾燥した。この間に適時、重量と基準線の寸法を測定した。

標準薄片はドライングセットされていない時の、処理薄片はドライングセットされた時の収縮率を示すものとして、同様な含水率における両者の差を、高温低湿処理によって材表面に形成されたドライングセットとした。

なお、乾燥が進むにつれて薄片にカップが生じたが、平らな面に押し付けてまっすぐな状態にして基準線の寸法を測定した。

2.3 実大材の脱水量試験

県内の製材工場から購入したスギの正角材（11.5cm×11.5cm×3m、13cm×13cm×3m、16cm×16cm×4m）と平角材（14cm×26cm×4m）それぞれ9本を試験材とした。高温低湿処理は、ドライングセット試験と同様な条件で行った。生材時、高温低湿処理12時間後および24時間後の重量をそれぞれ測定した。

3. 結果と考察

3.1 ドライングセット試験

3.1.1 含水率の減少量

図2に高温低湿処理時間別の初期含水率と処理後の含水率を示す。初期含水率は約40～100%の範囲にあった。初期含水率約40%の材では、含水率は12時間処理で約25%に、24時間処理で約18%にそれぞれ低下した。一方、初期含水率約100%の材では、含水率は12時間処理で約60%に、24時間処理で約40%にそれぞれ低下した。水分の減少量は、処理時間が長いほど、また、初期含水率が高いほど大きくなった。

図3に生材重量と重量減少率の関係を示す。生材重量が重いほど重量減少率は大きくなるが、ある一定重量以上での重量減少率は同様となる傾向が認められる。生材

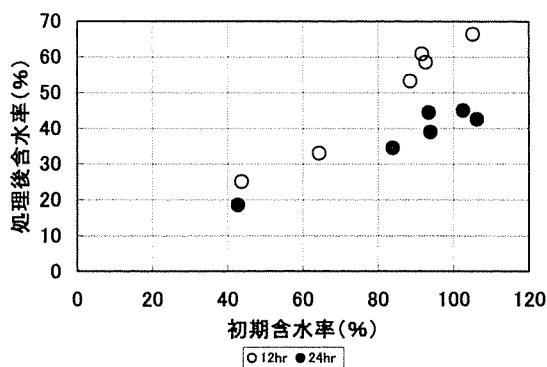


図2 高温低湿処理前後の含水率

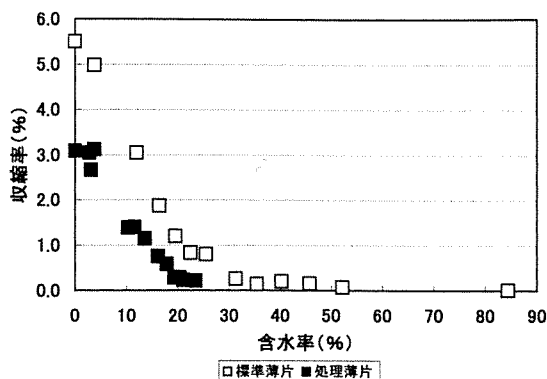


図4 12時間処理材と無処理材の収縮率

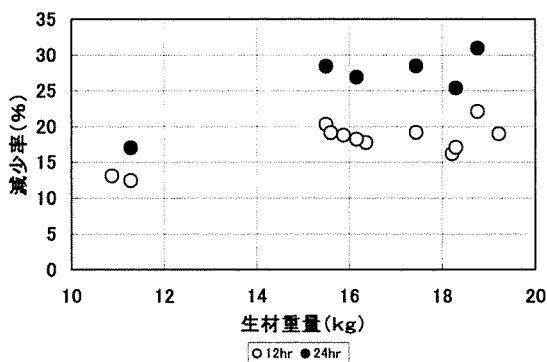


図3 生材重量と重量減少率

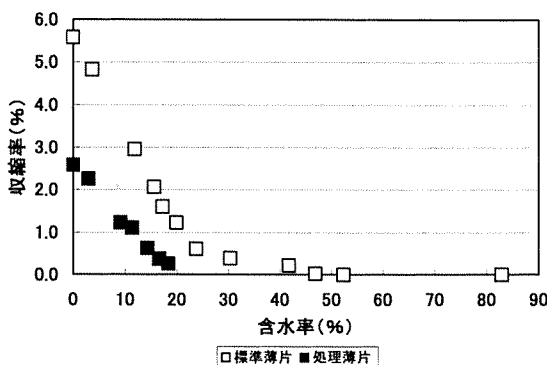


図5 24時間処理材と無処理材の収縮率

重量が15~19kgの試験材の重量減少率は、12時間処理では15~20%、24時間処理では25~30%であった。なお、以下に示す実大材の結果では、12時間処理で約15%、24時間処理で約23%であり、それらに比べると本試験の重量減少率は少し大きかった。

3.1.2 時間別のドラインゲット

図4と図5に標準薄片と12時間および24時間処理した処理薄片の含水率と収縮率の関係を示す。標準薄片はドラインゲット処理がされていない状態で生材から緩やかな乾燥条件により乾燥されたため、含水率30%付近から含水率の低下に伴い収縮率は直線的に増大した。一方、高温低湿処理後の処理薄片の含水率は、12時間処理では約24%、24時間処理では約18%であった。いずれもその時点で寸法は生材時に比べて小さく若干収縮していたが、いずれもその後含水率の減少に伴い収縮率は直線的に増大した。

ここで、同等な含水率における標準薄片と処理薄片の収縮率の差(ドラインゲット)を比較すると、12時間処理では、含水率約20%では約0.9%、含水率約12%では約1.6%、全乾時には約2.4%であった。一方、24時間処理した時では、含水率約18%で約1.1%、含水率約12%

では約2.0%、全乾時には約3.0%であった。全乾時と比較すると、24時間処理の方が12時間処理よりも0.6%、ドラインゲットが大きくなったが、処理時間による大きな差はないと考えられる。従来、高温低湿処理は24時間程度必要とされていたが、12時間処理でもドラインゲットは形成されており、処理時間については、材色変化や内部割れの発生の点から検討することが必要と考えられる。

3.1.3 材面割れ

高温低湿処理後、12時間処理、24時間処理のいずれの試験材にも、長さ数cmから数十cmの材面割れが発生した。4材面の割れ長さの合計は、12時間処理では平均103.4(21.9~258.3)cm、24時間処理では平均122.0(2.8~273.4)cmとなり、材面割れの平均長さは24時間処理の方がすこし長くなった。高温乾燥では乾燥終了時の材面割れが少ないといわれているが、これは高温低湿処理直後に材表面に引っ張りの応力が形成され、その後内部の乾燥に伴い材表面に圧縮応力が形成されることと断面寸法が収縮することにより、発生した割れが閉じるためである。

本試験においても、高温低湿処理後に、12時間処理と

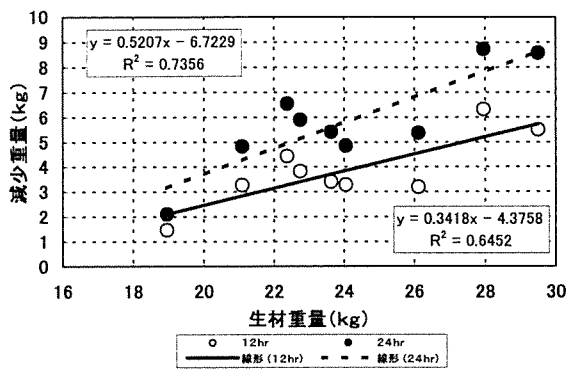


図6 11.5cm角材の減少重量

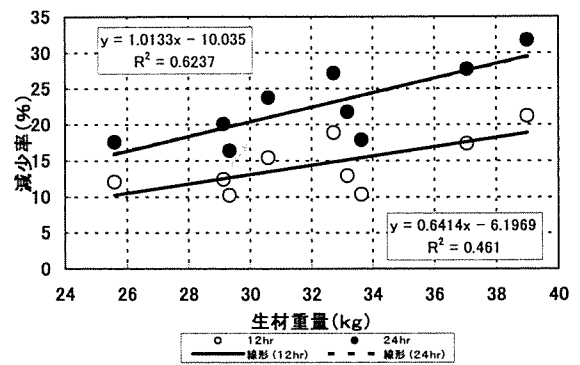


図9 13.0cm角材の重量減少率

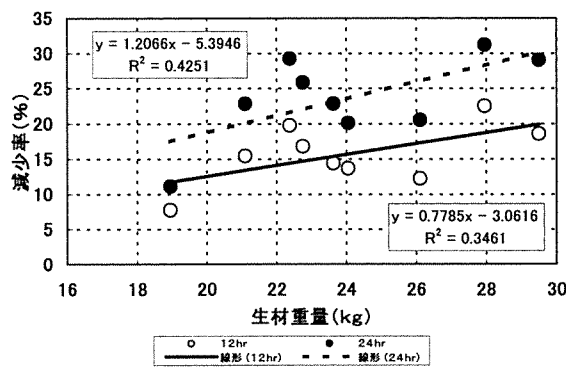


図7 11.5cm角材の重量減少率

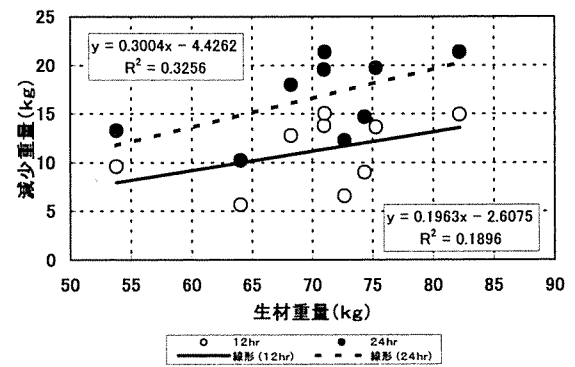


図10 16.0cm角材の減少重量

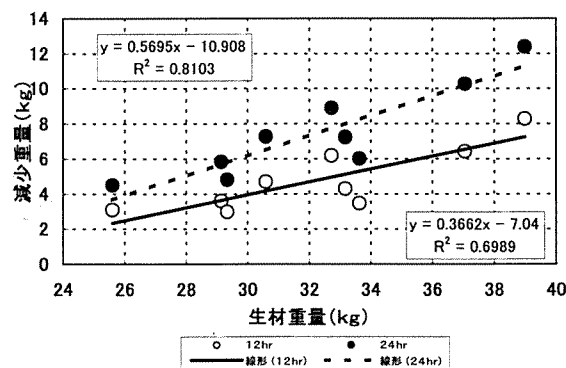


図8 13.0cm角材の減少重量

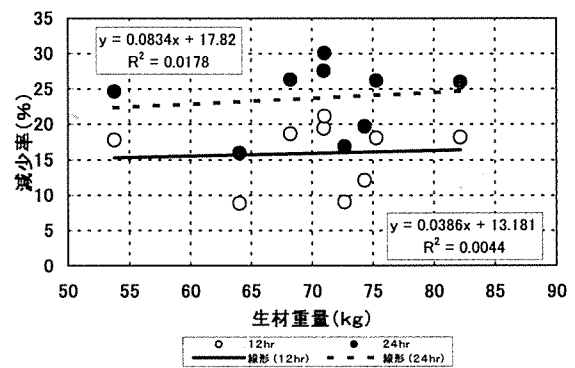


図11 16.0cm角材の重量減少率

24時間処理の試験材にいずれも材面割れが発生したが、ドライグセットと同様に両者の差は小さく、高温低湿処理時間による割れの抑制効果に差はないと考えられる。

3.2 実大材の高温低湿処理による脱水量

図6～図13に、11.5cm、13cm、16cmの各正角材と平角材の生材重量と減少した重量(以下、「減少重量」という)ならびに生材重量と減少した重量/生材重量×100(%) (以下、「重量減少率」という)の関係を示す。減少重

量は、いずれの材種においても生材重量が重いほど、処理時間が長いほど大きくなった。重量減少率について各材種の平均値と比較すると、12時間処理では、11.5cm角は15.7%、13cm角は14.5%、16cm角は15.9%となり、24時間処理ではそれぞれ、23.6%、22.7%、23.7%と同様な減少率であった。しかし、平角材では、12時間処理で10.3%、24時間処理で16.4%と正角材に比べていずれの処理時間においても正角材に比べて重量減少率は小さくなった。平角材の減少率が正角材に比べて小さくなった

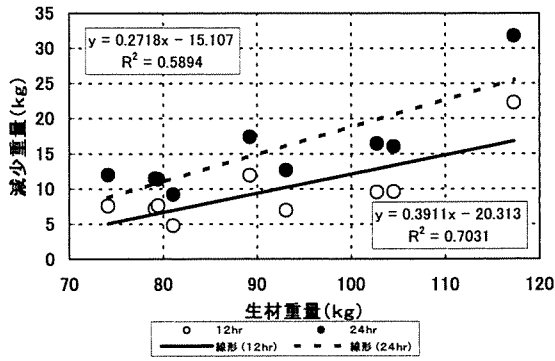


図12 平角材の減少重量

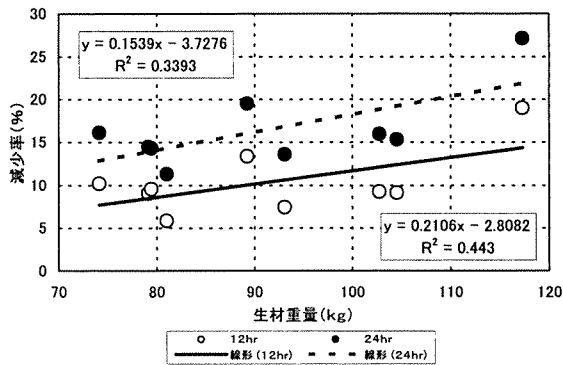


図13 平角材の重量減少率

のは、断面の形状や平角材の長辺部分には心材が多く現れるためと考えられる。また、各材の12時間処理と24時間処理による重量減少率の比(24時間処理/12時間処理)は、11.5cm、13cm、16cmの各正角材ではそれぞれ1.51、1.58、1.54、平角材では1.64となり、平角材の方が正角

材に比べて処理時間が長くなっても、重量減少率の低減は少なかった。

高温低湿処理時間については、ドラインゲットによる表面割れの抑制効果や内部割れの発生量の観点から適正な処理時間が検討されているが⁶⁾、重量減少量の観点からの検討も必要と考えられる。

引用文献

- 1) 小野広治,寺西康浩,大前善則：地域産材の低コスト乾燥技術の開発(Ⅲ). 奈良県森技セ木材加工資料, 31,21-24 (2002)
- 2) 吉田孝久,橋爪丈夫：カラマツ及びスギ心持ち柱材の高温乾燥特性. 長野県林業総合センター研究報告, 44, 3-18 (2000)
- 3) 片桐幸彦ほか：性能規定化に向けた県産材の材質評価. 平成13年度福岡県森林林業技術センター年報, 94-95 (2002)
- 4) 吉田孝久ほか：スギ材の革新的高速乾燥システムの開発. 平成12年度長野県林業総合センター業務報告, 66-67 (2001)
- 5) 豆田俊治ほか：スギ柱材の蒸煮・高温低湿処理による表面割れ抑制効果. 第52回日本木材学会大会研究発表要旨集, 134 (2002)
- 6) 檜原正規ほか：内部割れ防止のための新乾燥技術. 平成13年度農林水産省補助事業木材産業技術実用化促進緊急対策事業. 日本住宅・木材技術センター・ヒルデブランド株式会社. (2002)

(2004年12月28日受理)