

平成21年 6月 3日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2007～2008

課題番号：19780139

研究課題名（和文） 高温高压水蒸気を用いたカラマツ材の乾燥振れの抑制

研究課題名（英文） Restraint of a twist by drying of Karamatsu wood using high temperature and high pressure water vapor

研究代表者

久保島 吉貴（KUBOJIMA YOSHITAKA）

独立行政法人森林総合研究所・木材特性研究領域・主任研究員

研究者番号：40353669

研究成果の概要：

カラマツ心持ち正角生材を高温高压水蒸気中で乾燥させて平衡に至るまでの振れの力の経時変化を得た。試作した測定系の荷重出力は試験体の振り変形と収縮の合計であった。荷重出力は、試験体の乾燥と共に増大し、含水率の安定と共に安定した。これは乾燥による収縮の終了と対応すると考えられた。荷重の最大出力は高温高压条件の方が高温常圧条件よりも大きかった。ヤング率は高温高压処理により増大し、色彩は「きわめて著しく異なる」程度に変色した。

交付額

（金額単位：円）

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 2007年度 | 1,000,000 | 0 | 1,000,000 |
| 2008年度 | 1,100,000 | 330,000 | 1,430,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 2,100,000 | 330,000 | 2,430,000 |

研究分野：農学

科研費の分科・細目：林産科学・木質工学

キーワード：乾燥・機械加工

1. 研究開始当初の背景

カラマツ材は、らせん木理が存在するため乾燥処理を行うと振れが生じる。それ故、カラマツはスギ、ヒノキと同様に主要な造林木であるが、乾燥材の品質や歩留まり等、利用上の大きな問題を抱えている。

振れを抑制する目的で、木材乾燥の際に、棧積みした試験材の上下方向から圧縮することが行われ、この方法が効果的であるとされている。しかし、圧縮力、すなわち試験材を押さえつけることを目的として試験材に積載する荷重の大きさを決めるためには、乾

燥過程における乾燥応力（振れ）をリアルタイム測定することが前提となるが、実験機器の性能が十分ではなかったため、未だそのような測定はなされていない。従って、作業者の経験に依存しているのが現状である。

研究代表者は、これまでに高温条件における木材の物性をリアルタイム測定している。すなわち、平成12-16年度森林総合研究所交付金プロジェクト「スギ材の革新的高速乾燥システムの開発」において、様々な温度、圧力条件の高温高压水蒸気中における含水率、弾性および粘弾性の経時変化を検討した。

その結果、同じ温度でも1気圧以上では常圧よりも木材中に水分が多く残存するために、木材が極めて軟化することが明らかとなった。

この高温高圧条件における木材の顕著な軟化を乾燥応力の低減に利用出来るのではないかと考えた。そこで、平成17-18年度科学研究費補助金若手研究(B)(課題番号17780142)において、1気圧より高圧の高温水蒸気中で木材を乾燥させたときの乾燥応力(曲げ)の変化を長さ150mmの小試験体を用いてリアルタイム測定した。その結果、乾燥中の曲げの力は、一度増大した後減少し、やがて安定した。この傾向は、高圧、常圧いずれの条件にも共通していたが、曲げの力の最大値は高圧条件では常圧条件より極めて減少した。例えば、115℃において設定圧力が1.25気圧(相対湿度75%)の場合、常圧の場合の約40%となった。従って、高温高圧条件での木材の軟化によって乾燥応力が減少することが明らかとなった。

以上より、乾燥による振れを抑制するための荷重は高温高圧条件では常圧条件よりも著しく低下することが予想される。

2. 研究の目的

カラマツ正角材または平角材を高温高圧水蒸気中で乾燥させて平衡に至るまでの乾燥応力(振れ)の経時変化を得る。これにより、各設定温度、圧力において乾燥による振れの抑制に有効な木材への積載荷重が推定可能となる。また、高温高圧水蒸気中で乾燥された木材は褐色化が進み、強度的に脆くなると言われているが、品質に関するデータは必ずしも十分ではない。そこで、割れ、色彩(変色)、力学特性も合わせて評価する。

3. 研究の方法

(1) 試験体には長野県産カラマツ心持ち材(*Larix leptolepis* Gord.)を用いた。断面110mm×110mm、長さ4000mmの心持ち角材より長さ1000mmの試験体を作製した。試験体は、「高温高圧条件、材温・含水率測定用」-「高温高圧条件、振れ荷重測定用」-「高温圧力非制御(常圧)条件、材温・含水率測定用」-「高温圧力非制御(常圧)条件、振れ荷重測定用」の順で繊維方向にマッチングした。

高温高圧水蒸気中において実大材の乾燥応力(振れ)をリアルタイム測定するための測定系を試作した(図1)。そして、高温高圧水蒸気中でカラマツ生材の正角材を乾燥し、乾燥応力(振れ)の経時変化を試作した測定系を用いて測定した。すなわち、正方形断面の試験体の下面全体を装置に接触させ、片端を完全に固定し、もう片端の上面は自由

な状態にした。その上面の角の位置に荷重計を接触させた。

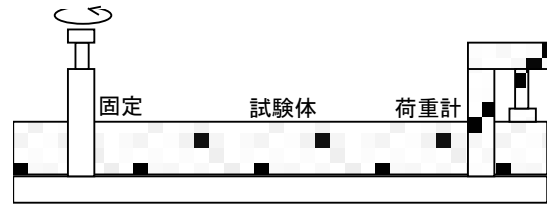


図1 乾燥応力測定系

このようにして装置に試験体を設置し、温度115℃、ゲージ圧力0.03MPa(相対湿度78%)の条件で試験体を乾燥させ、荷重出力を記録した。同時に小口および表面から約50mmの位置の材内部の温度も計測した。乾燥処理は重量が安定するまで行った。繊維方向にマッチングした試験体を用いて同様の測定を同じ設定温度において常圧においても行い、高温高圧条件の結果と比較検討した。

(2) (1)と同様に、長野県産カラマツ心持ち材より、断面110mm×110mm、長さ4000mmの心持ち角材より長さ1000mmの試験体を採用した。試験体は、高温高圧処理用と高温高圧処理せず温度20℃、相対湿度65%で調湿するものを繊維方向にマッチングした。乾燥装置から取り出した試験体を温度20℃、相対湿度65%の恒温恒湿室で調湿した後、縦振動試験ならびに色彩試験を行った。

4. 研究成果

(1) 乾燥振り力測定用試験体を加熱装置から取り出した時に観察すると、試験体に振り変形が生じていた(図2)。加熱前に試験

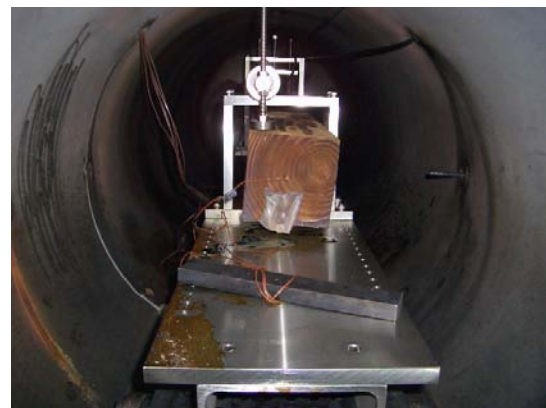


図2 乾燥による試験体の振れ

体は治具にしっかりと固定されていたので、これは試験体が収縮したことによる。よって得られた乾燥振り力には試験体の収縮の影響が含まれると言える。

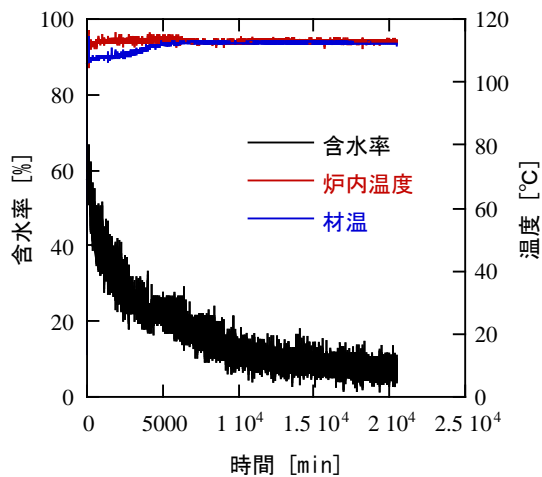


図3 材温と含水率の経時変化
(115°C, 0.03MPa)

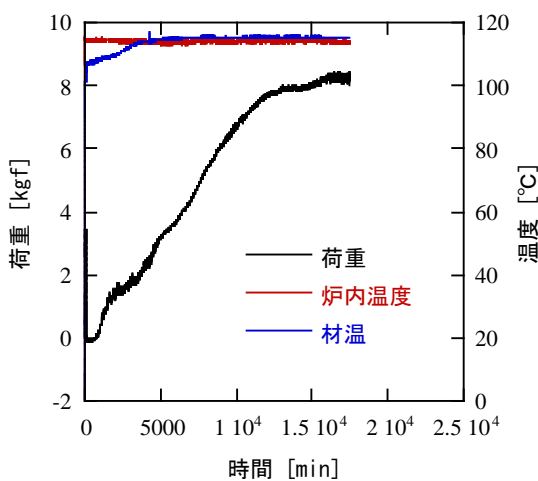


図4 荷重の経時変化
(115°C, 0.03MPa)

また、試験体に振り変形が生じていたので、試作した測定系で振り変形に伴う力の経時変化の傾向を測定出来るようになったと考えられる。

材温、含水率および乾燥による振れ荷重の出力の経時変化を図3-6に示す。荷重出力は試験体が乾燥すると共に増大し、含水率が安定し始めた時点で荷重出力も安定し始めた。これは乾燥による収縮の終了と対応すると考えられる。

なお、カラマツは乾燥の比較的后期に、ヒバは乾燥の比較的前期に振れると言われている。このような特徴的な傾向には繊維傾斜角の半径方向の変動の相違、すなわちカラマツでは樹心付近で最大となった後に減少するのに対して、ヒバでは樹心付近で最大となった後にあまり減少しないことが考えられる。

また、荷重の最大出力は高温高压条件の方が高温圧力非制御（常圧）条件よりも大きかった。振れ角度は、高压条件が 5.11° 、常圧

条件が 8.22° であった。収縮率(T方向)は、高压条件が 2.96%、常圧条件が 5.72%であった。よって、振りと収縮の影響を合わせて検討することが必要である。あるいは乾燥過程において木材の細胞が変形する時の応力はあまり変わらないのかもしれない。

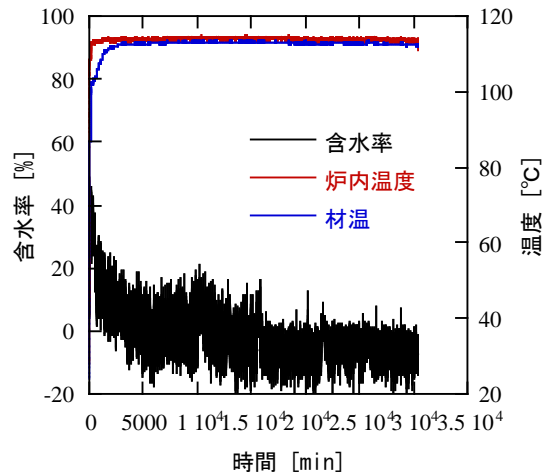


図5 材温と含水率の経時変化
(115°C, 圧力非制御)

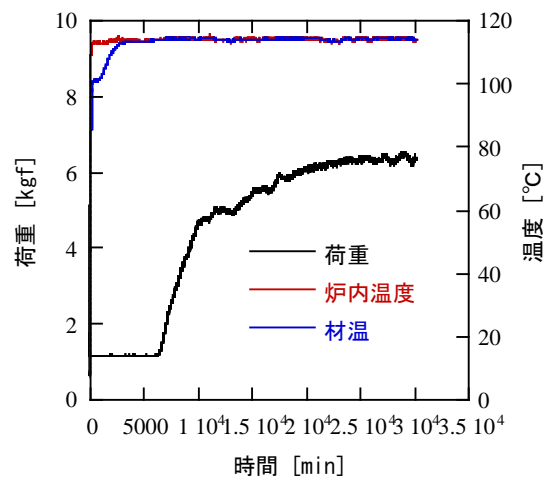


図6 荷重の経時変化
(115°C, 圧力非制御)

(2) ヤング率は高温高压処理された材の方が温度 20°C 、相対湿度 65%で調湿された材よりも約 34%大きかった。このことには乾燥処理による平衡含水率の低下だけではなく材質の変化も影響していると考えられる。色彩に関しては、 $L^*a^*b^*$ 表色系で表すと、高温高压処理された材は(19.7, 14.0, 17.7)であった。それに対して温度 20°C 、相対湿度 65%で調湿された材は(26.6, 21.7, 22.1)で、色差が 11.2 であったため両者には、「きわめて著しく異なる」差が認められた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者に

は下線)

〔雑誌論文〕(計 0件)

〔学会発表〕(計 1件)

①久保島吉貴, 小林功, 鈴木養樹, 外崎真理雄: 高温高湿水蒸気中におけるカラマツ材の乾燥振り力の変化. 第26回日本木材加工技術協会年次大会, 2008年10月23, 24日, 東京

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計 0件)

○取得状況(計 0件)

〔その他〕

なし

6. 研究組織

(1) 研究代表者

久保島 吉貴 (KUBOJIMA YOSHITAKA)

独立行政法人森林総合研究所・木材特性研究領域・主任研究員

研究者番号: 40353669

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

なし