

原著論文

面れ部れな三産ノ材乾件確  
 — 温ット理件にい —

Establishment of the drying conditions for hinoki timber yielding fewer surface and internal checks  
 — Condition of high-temperature setting treatment —

林 充 ) 本 士 ) 中 吾

Hidemichi Kobayashi<sup>1)</sup>, Hiroshi Fukumoto<sup>1)</sup>, Shingo Nakayama<sup>1)</sup>

： 県 ノキ ち 割柱 対 して 面 と内 れ ず 発生  
 乾 ケ ール 発 的と 研 行っ 高 ット の 球 条件  
 の が る乾 理 い, 材 生し 面 及び 割 発 を比  
 そ 果 温セ 温 乾球 20 湿球 ~1 時 乾球 10  
 温 80 °C 12~ 間 った , 中 燥 温 0°C, 球温 0°C 然  
 行 とよ 面 内 れ 抑 れ こ 明 かに っ .  
 — ド ヒ 柱 , セ ト , 面 , 部割

**Abstract:** We attempted to develop a kiln-drying schedule for Hinoki timber that yielded fewer surface and internal checks. The timber was dried under a high-temperature setting treatment with different wet- and dry-bulb temperatures and treatment times. We then compared the abundance of surface checks to that of a specimen, and the abundance of internal checks to that of a test piece. After having carried out high-temperature setting treatment under conditions of 120°C dry bulb with 90°C wet bulb for 12–18 hours, it became clear that surface and internal checks were reduced by medium-temperature drying (120°C dry bulb with 90°C wet bulb) or air drying.

**Key word:** hinoki timber, high-temperature setting treatment, surface checks, internal checks

はじめに

住宅に使用する構造用製材は プレカット加工などによる建築期間の短縮や高气密化などの住宅建築工法の変化に伴い ユーザーからは心持ち無背割の乾燥材が求められている。心持ち無背割材は材の表面に割れ（表面割れ）が発生しやすく、建築施工時に施主からのクレーム原因の一つとなっている（赤堀 2010）

このことから、乾燥初期に蒸煮を行った後、高温セット処理を施すことにより木材の表面にドラインセットを形成させ、木材の表面割れを抑制する技術（高温セット法）が開発され(吉田ら 2000 ; 豆田 藤本 2001) 心持ち無背割柱材などの乾燥には一般的に使用されている この方法は高温セット処理後に高温で乾燥を続けると、外側から確認できない材の内部に割れ（内部割れ）が発生するが 乾燥温度を 100 °C 以下にすることで内部割れの発生を抑制できることが明らかとなっている（吉田, 2003, 2008 吉田ら 2004). 三重県におけるヒノキは第 86 次農林水産省統計表（平成 22~23 年）によるとその生産量は全国 5 位に位置し、林業生産上の主要樹種

<sup>1)</sup> 三重県林業研究所

Mie Prefecture Forestry Research Institute  
 E-mail : kobayh09@pref.mie.jp

ばかりでなく、ヒノキ柱材は県内の林産業における主力製品である。前述のように、建築現場における心持ち無背割柱材の乾燥が必須となっている現状から、三重県産ヒノキを用いた乾燥スケジュールの開発が急務であると考えられる。

そこで、三重県産ヒノキ心持ち無背割柱材を対象として、県内に広く普及する蒸気式乾燥機を用いて乾燥が可能である乾燥スケジュールの開発を前提として実験を行った。本研究では、135mm心持ち無背割柱材から試験材を作成し、高温セット処理（温度、時間の異なる6条件）を行った後、高温セット処理条件別に乾燥処理（中温乾燥および天然乾燥）を行った。これらの処理を行った試験材に対して、高温セット処理後、乾燥処理後にそれぞれ割れ発生状況（表面割れおよび内部割れ）を測定し、これらの結果から、表面割れと内部割れのいずれの発生も少ない高温セットおよび乾燥処理条件を考察した。

## 材料と試験方法

### 1. 試験材の調整と作成

試験材には、生材状態の135mm角心持ち無背割ヒノキ柱材長さ4000mm 45本、3000mm 45本を用い、重量や寸法、表面割れ長さを計測した後、各15本ずつに、表-1に示す高温セット処理を異なる乾球温度及び時間条件（6条件）で行った。なお、同表の高温セット処理条件のうち、乾球温度120℃（処理条件Ad~Ct）には材長4000mm柱材、乾球温度110℃（処理条件Dd~Ft）には材長3000mm柱材をそれぞれ供した。

高温セット処理後、図-1に示すように、柱材を長さ方向中央部で切断し、含水率推定用および水分傾斜計測用試験片（厚さ約3cm）を各1枚ずつ採取した。その後、中央部で切断した1本の柱材から、長さ4000mm材は長さ1800mmの試験材を2体、3000mmは長さ1400mmの試験材を2体それぞれ作成した。また、切断面の割れを防ぐため切断面のみにシール処理を行った（木口面はシール処理なし）。

### 2. 乾燥処理

1. で1本の柱材から作成した2体の試験材は、エンドマッチングとなるように1体を中温乾燥用、残りの1体を天然乾燥用とし、高温セット処理条件別（各15試験材）に表-1に示す条件で、中温乾燥および天然乾燥をそれぞれ行った。なお、1.に前述したとおり、処理条件Ad~Ctの試験材長は1800mm、処理条件Dd~Ftの試験材長は1400mmである。

各処理条件における乾燥時間の設定は、1.で採取した含水率推定用試験片から各試験材の含水率を推定し、処理条件別（Ad~Ft、各15本）の平均仕上がり含水率が同程度になるように設定した。処理条件のうち天然乾燥を行った試験材は、屋外に屋根を付けてさん積みした。乾燥期間はAtが2010年2月から6月、Bt、Ctが平成2009年12月から2010年6月、Dtが平成2010年3月から8月、Et、Ctが2010年3月から10月である。

### 3. 測定方法

#### 3.1 含水率および内部水分傾斜の測定

高温セット処理後および乾燥処理後に表面割れ、試験材寸法、重量を測定するとともに、材中央部から採取した含水率推定用試験片（図-1）を用いて、全乾法により含水率を測定し、その時点の試験材含水率とした。なお、高温セット処理後に採取した試験片の含水率は、乾燥処理時間を設定するための目安として用い、乾燥処理後に採取した試験片の含水率を最終的な試験材含水率とした。また、結果として用いた各試験材の高温セット処理後の含水率は、目安とした含水率

を用いず, (1) 式により算出したものを用いた. 内部水分傾斜は, 含水率推定用試験片と同様に, 高温セット処理後および乾燥処理後に材中央部から作成した試験片を, 図-2 に示すように分割し, 全乾法により含水率を求め, 乾燥処理前後の内部水分傾斜の状況を比較した.

$$W_h = \left[ \frac{M_h \cdot m_d}{M_d \cdot m_0} - 1 \right] \times 100 \quad \cdot \cdot \quad (1)$$

$W_h$  : 高温セット処理後含水率 (%)  
 $M_h$  : 高温セット処理後試験材重量 (Kg)  
 $M_d$  : 乾燥処理後試験材重量 (Kg)  
 $m_d$  : 乾燥処理後含水率試験片重量 (g)  
 $m_0$  : 乾燥処理後含水率試験片全乾重量 (g)

### 3. 2 表面割れ, 内部割れの測定

表面割れは, 高温セット処理し, 柱材から試験材を作成した後に, セット処理前にチェックした割れを除いて, 新たに 4 材面に発生した割れの長さ, 幅を全ての試験材について計測を行った. 長さについては, 1 mm 単位で計測し, 幅については, 0.05 mm 単位で, スケールルーペを用いて測定した. また, 乾燥処理後に, 4 材面の割れを同様の方法で測定し, 乾燥処理前後および処理条件別の表面割れ発生状況を比較した.

内部割れは, 乾燥処理後に, 試験材を長さ 10 cm 間隔で, 厚さ 10cm の試験片を採取した. 切断面に発生した内部割れ量 (幅および長さ) を長さについては, 1 mm 単位で計測し, 幅については, 0.05 mm 単位で, スケールルーペを用いて測定し, 処理条件別の内部割れ発生状況を比較した.

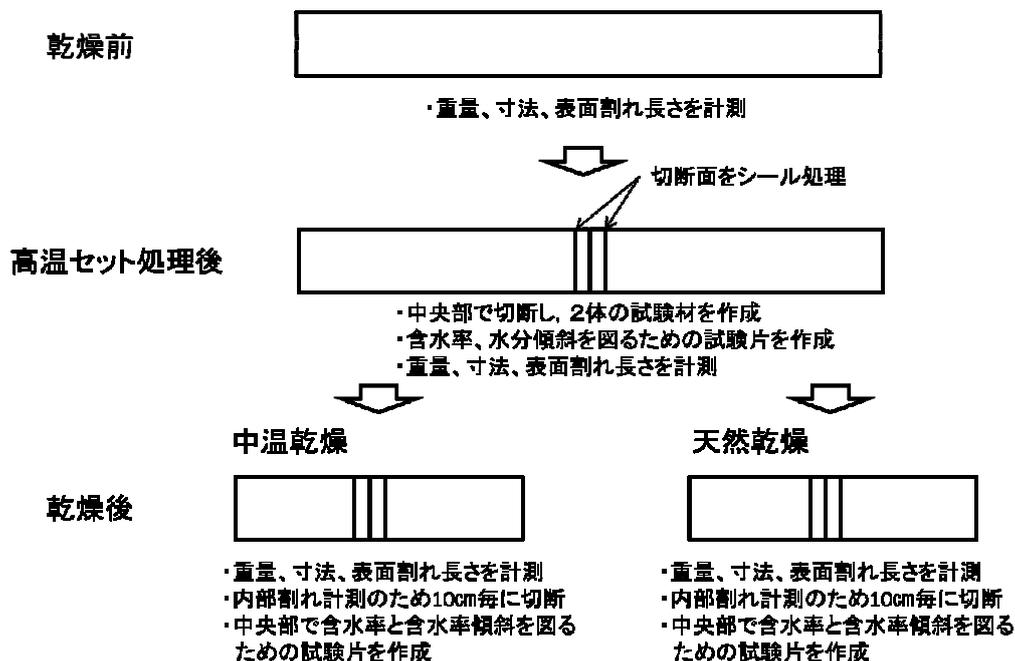


図 - 1. 試験材等作成方法

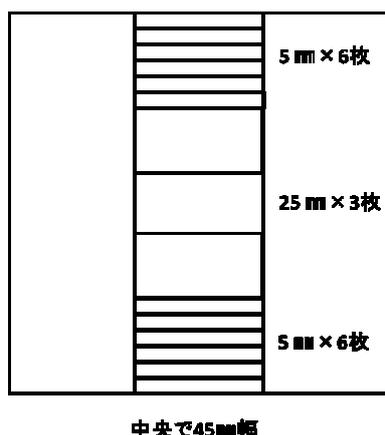


図 - 2. 含水率傾斜計測方法

表 - 1. 乾燥条件と初期含水率

乾燥条件	蒸煮 DBT/WBT	高温セット DBT/WBT	乾燥 DBT/WBT	初期含水率% (平均値±標準偏差)	
Ad	8h 95°C/95°C	12h 120°C/90°C	48h 90°C/60°C	35.6±2.73	
At			天然乾燥		
Bd		18h 120°C/90°C	24h 90°C/60°C	34.3±3.28	
Bt			天然乾燥		
Cd		24h 120°C/90°C	24h 90°C/60°C	34.3±5.06	
Ct			天然乾燥		
Dd			12h 110°C/80°C	48h 90°C/60°C	35.5±2.32
Dt				天然乾燥	
Ed			18h 110°C/80°C	48h 90°C/60°C	36.0±2.82
Et				天然乾燥	
Fd			24h 110°C/80°C	48h 90°C/60°C	36.3±1.59
Ft				天然乾燥	

注)h: 時間、DBT: 乾球温度、WBT: 湿球温度

## 結果

### 1. 含水率及び断面の含水率傾斜

図-3 (a)は、高温セット処理後に中温乾燥を行った処理条件 Ad, Bd, Cd (高温セット処理温度 120°C) の処理時間と平均含水率減少経過の関係を示している。図-3(b)は、高温セット処理後に天然乾燥を行った処理条件 At, Bt, Ct (高温セット処理温度 120°C) の平均含水率減少経過を示しているが、天然乾燥時間が長いので横軸は処理時間とせず、処理項目により図示している。なお、処理時間については同図下に示した。また、図-4 (a)には、高温セット処理後に中温乾燥を行った処理条件 Dd, Ed, Fd (高温セット処理温度 110°C) の処理時間と平均含水率減少経過の関係を、図-4 (b)には高温セット処理後に天然乾燥を行った処理条件 Dt, Et, Ft (高温セット処理温度 110°C) の平均含水率減少経過を、それぞれ図-3 と同様に示している。これらの結果によれば、処理条件 Ad~Ct(図-3)では高温セット処理時間が長いほど、平均含水率が低下する傾向であったが、処理条件 Dd~Ft (図-4) では、高温セット処理後の平均含水率の低下傾向に、処理条件 Ad~Ct ほど差はみられない。また、高温セット処理後の処理条件別の平均含水率も 18.6~23.4% の範囲であり、処理条件 Ad~Ct の平均含水率の 14.8~21.9% と比べて全体的に高い傾向を示した。

これは、高温セット処理温度が 110 °C と処理条件 Ad~Ct の 120 °C に比べ低いことが影響していると推察される。

図-5 に高温セット処理後および乾燥処理後に採取した試験片により測定した内部水分傾斜の状況を示す。同図 (a)~(c) は、高温セット処理温度 120 °C (処理条件 Ad~Ct)，同図 (d)~(f) は高温セット処理温度 110 °C (処理条件 Dd~Ft) の測定結果である。いずれの処理条件においても、材断面の表層部と中央部の水分傾斜は、高温セット処理後に大きく、乾燥処理後に小さくなる傾向を示している。高温セット処理後の表層部と中央部の含水率差は、処理条件 Ad~Ct (図-5(a)) で 17~20 %，処理条件 Dd~Ft (図-5(d)) で 16~22 % とほぼ同程度であった。また、乾燥処理後の含水率差は、中温乾燥を行った処理条件 Ad, Bd, Cd (図-5(b)) で 13~17 %，処理条件 Dd, Ed, Fd (図-5(e)) で 10~13 % であり、天然乾燥を行った処理条件 At, Bt, Ct (図-5(c)) で 8~9 %，処理条件 Dt, Et, Ft (図-5(f)) で 5~8 % であった。これらの結果は、高温セット処理後に大きかった表層部と中央部の含水率差が、乾燥処理により小さくなる過程を示し、乾燥時間の長い天然乾燥で、より含水率傾斜の解消が進んだものと考えられる。

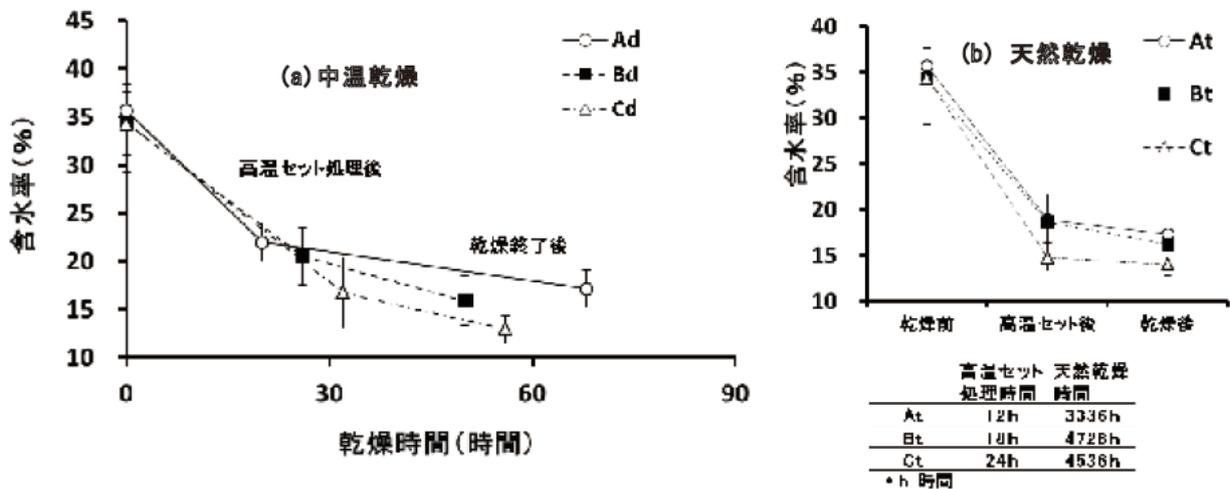


図 - 3. 高温セット処理及び乾燥処理後の平均含水率 (高温セット処理温度 120°C)

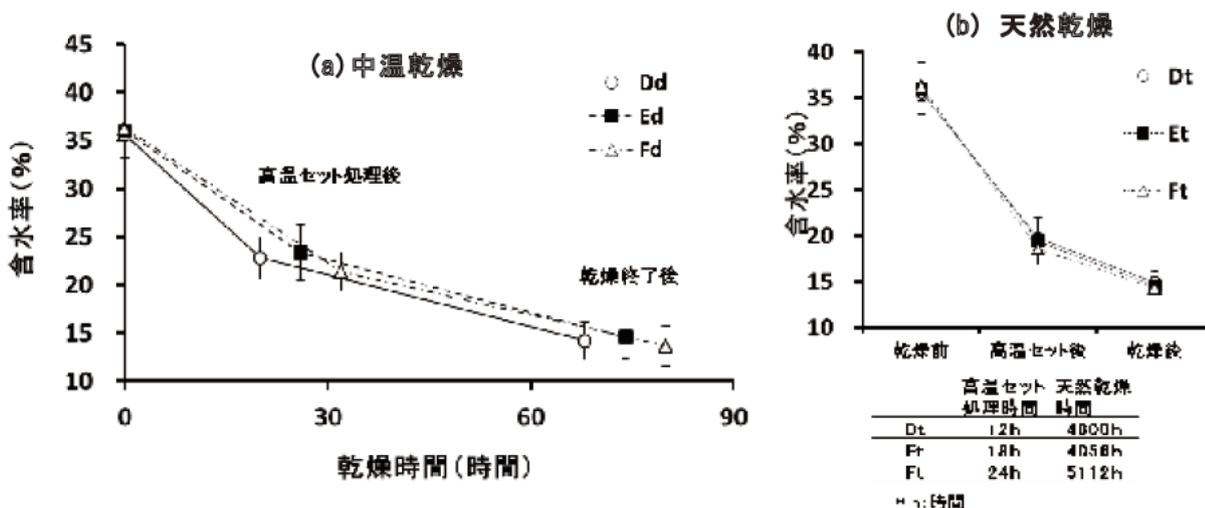


図 - 4. 高温セット処理及び乾燥処理後の平均含水率 (高温セット処理温度 110°C)

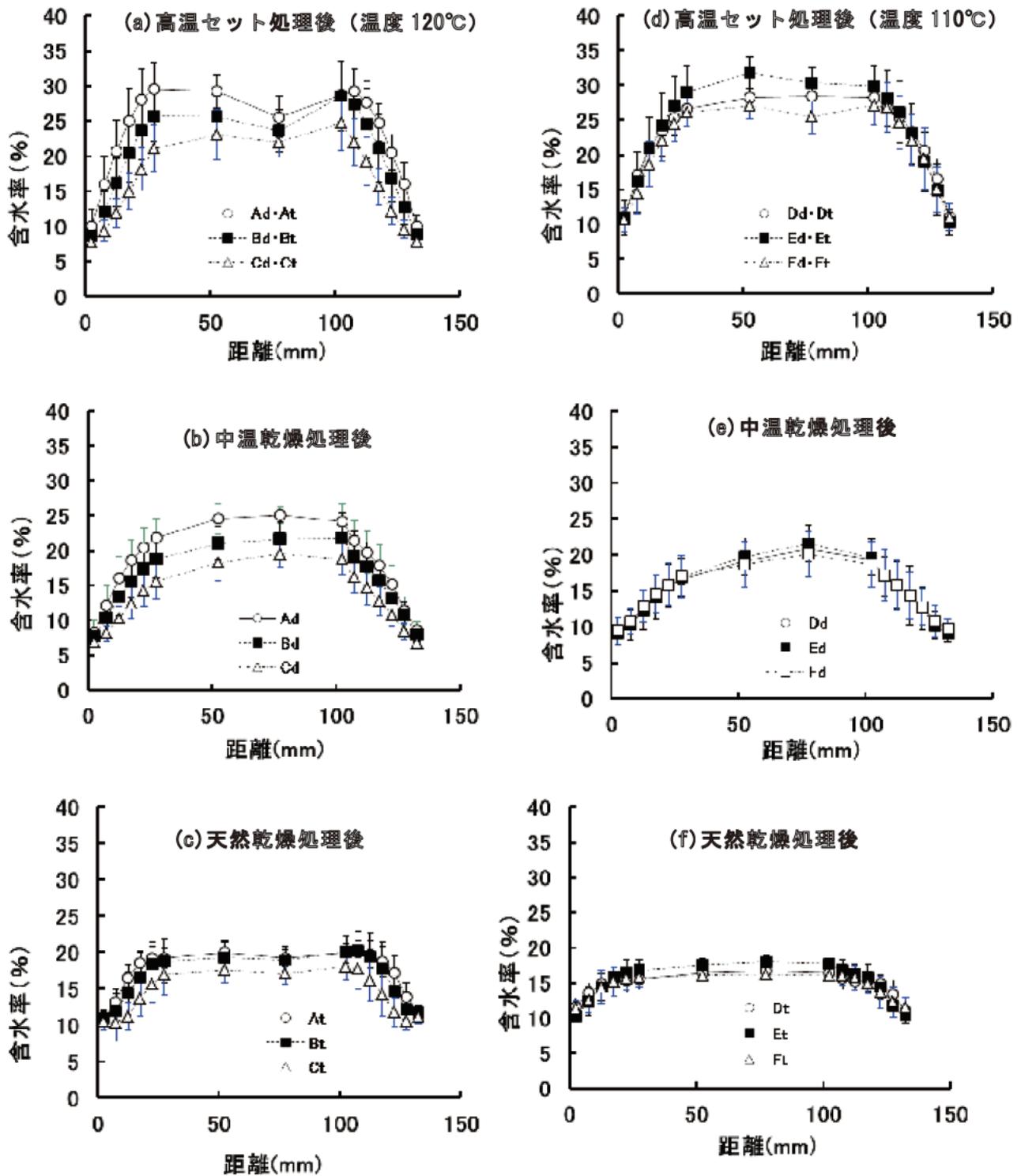


図 - 5. 高温セット処理後及び乾燥処理後の水分傾斜  
 (a)～(c) : 高温セット処理温度 120°C  
 (d)～(f) : 高温セット処理温度 110°C

2. 表面割れの発生状況

図-6, 図-7 に高温セット処理後と乾燥終了後に各試験体の 4 材面に発生した表面割れ長さの合

計を単位長さ当たりの値で示した。同図に示すように、同じ処理条件の高温セット処理後に発生した表面割れは、乾燥処理後にやや減少する傾向が見られるが、Mann-Whitneyにより統計検定を行ったところ、有意差は認められなかった。また、高温セット処理後と乾燥終了後の各々について、Ad~Ftの条件間で表面割れの発生状況を比較したところ、ともにBd, Cd, Ddの表面割れが少なかったが、Kruskal-Wallisにより統計検定を行ったところ、ともに有意差は認められなかった。以上より、いずれの処理条件においても高温セット処理により材表層部にドライグセットが形成され、乾燥処理過程における表面割れを抑制したものと推察された。

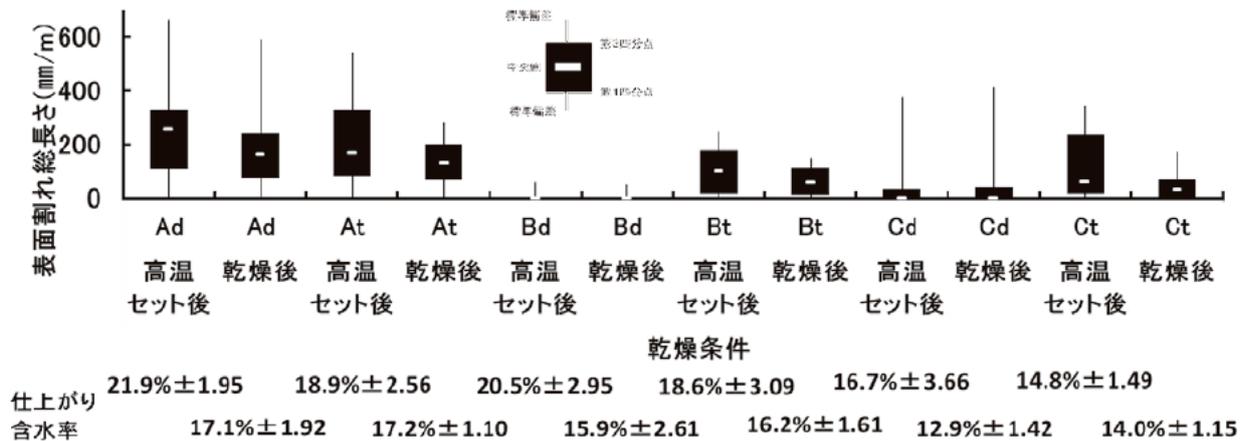


図 - 6. 仕上がり含水率と表面割れ総長さ  
(乾球温度 120℃湿球温度 90℃の高温セット処理)

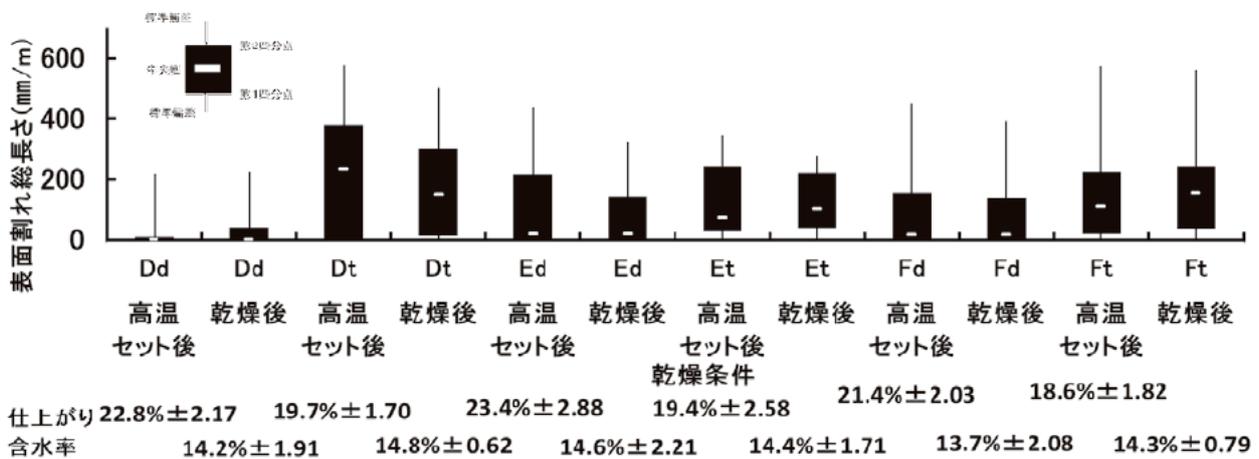


図 - 7. 仕上がり含水率と表面割れ総長さ  
(乾球温度 110℃湿球温度 80℃の高温セット処理)

### 3. 内部割れの発生状況

図-8, 図-9に、乾燥処理後に長さ方向 10 cm 間隔で採取した試験片の切断面に発生した内部割れ長さを木口からの距離別に示した。これらの図に示すように、木口面に近いほど内部割れが多く発生し、木口から距離をとると減少する傾向を示した。これは、試験材作成時に切断面にシール処理を行ったが、木口面はその処理を行っていないことから、木口面が切断面より先行して乾

燥したためであろう。

処理条件 Ad, Bd, Cd の各切断面の合計内部割れ発生長さを比較したところ、処理条件 Cd に他の条件よりも内部割れが多く発生している傾向がみられた。このため、一元配置または Kruskal-Wallis により統計検定を行ったところ、木口からの距離が 20 cm の箇所では Bd と Cd, 30 cm で Ad, Bd と Cd, 40 cm で Ad, Bd と Cd, 160 cm で Bd と Cd に有意差がみられた。処理条件 At, Bt, Ct の比較では、処理条件 Ct に他の条件よりも内部割れが多く発生している傾向がみられた。このため、同様に検定を行ったところ、30 cm で At, Bt と Ct, 40 cm で At と Ct, 50 cm で At, Bt と Ct, 90 cm で At と Ct, 100 cm で At と Ct に有意差がみられた。

次に処理条件 Dd, Ed, Fd の比較では、処理条件 Fd に他の条件よりも内部割れが多く発生している傾向がみられた。このため、同様に検定を行ったところ、10 cm で Dd と Fd, 20 cm で Dd, Ed と Fd, 30 cm で Dd, Ed と Fd に有意差がみられた。また、条件 Dt, Et, Ft の比較では、処理条件 Dt に他の条件よりも内部割れの発生が少ない傾向がみられた。このため、同様に検定を行ったところ、10 cm で Dt と Ft, 20 cm で Dt, Et と Ft, 30 cm で Dt と Ft, 40 cm で Dt と Et, Ft, 50 cm で Dt と Ft, 70 cm で Dt と Et, Ft, 80 cm で Dt と Et, Ft, 130 cm で Dt と Et に有意差がみられた。

以上から、木口面近くは多くの内部割れが発生し、処理条件 Ad, Bd, Cd と処理条件 At, Bt, Ct, 処理条件 Dd, Ed, Fd では、高温セット処理時間が 12~18 時間、処理条件 Dt, Et, Ft では、12 時間のものについて、内部割れの発生が少ない傾向がみられた。

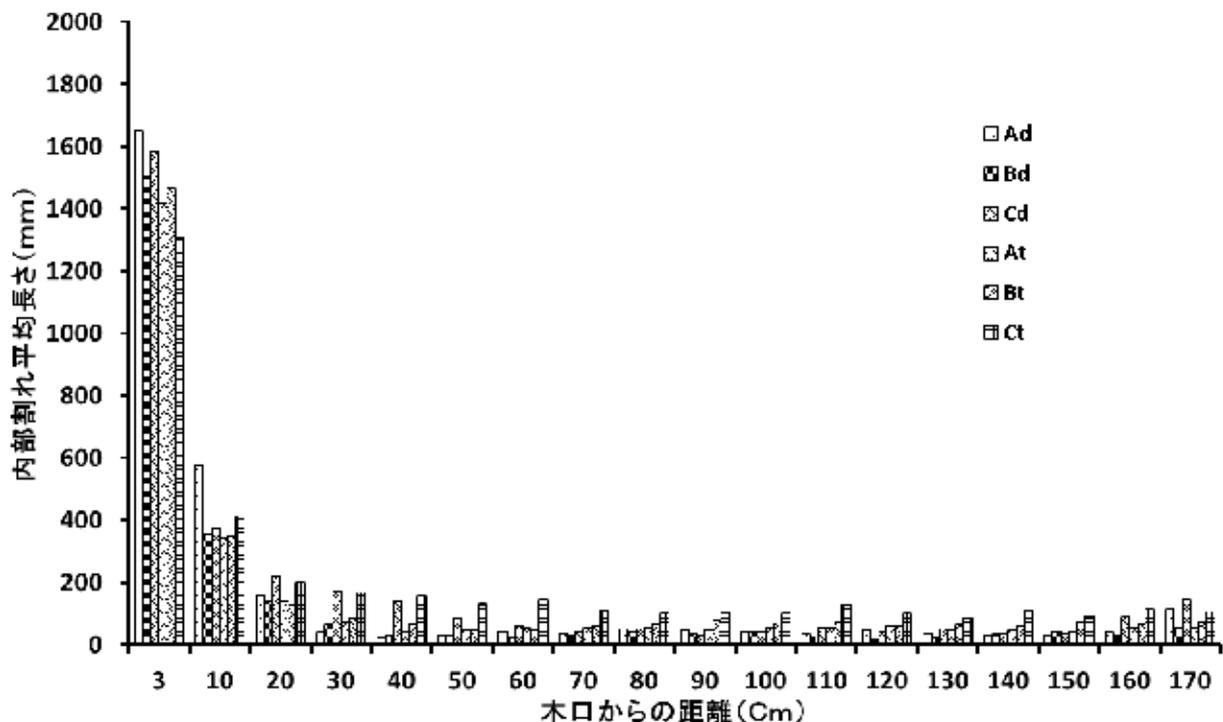


図 - 8. 内部割れ平均長さの長さ方向の分布  
(乾球温度 120°C 湿球温度 90°C の高温セット処理)

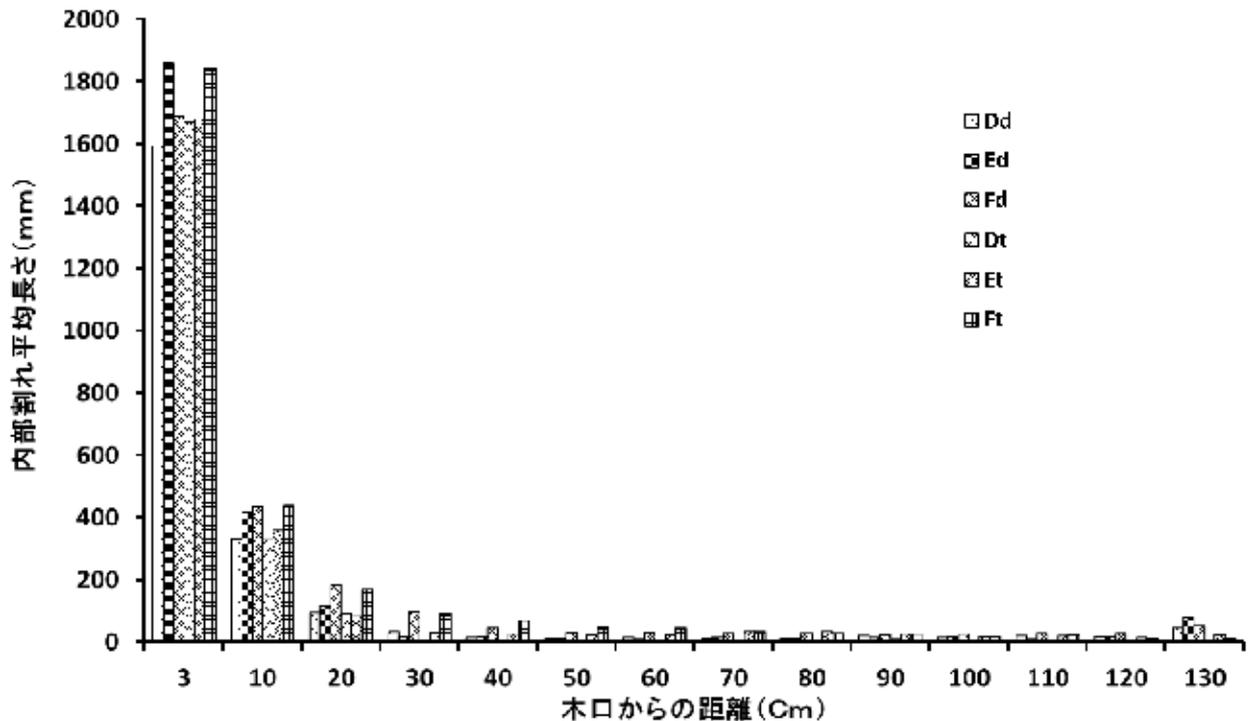


図 - 9. 内部割れ平均長さの長さ方向の分布  
(乾球温度 110°C 湿球温度 80°C の高温セット処理)

### 考察

#### 1. 含水率及び材断面の水分傾斜

高温セット処理後の含水率は、処理条件 Ad~Ct よりも Dd~Ft の方が高い傾向にあった。これは、乾湿球温度差が同じで乾球温度が高くなれば早く乾燥することから(寺沢・筒本, 1976), より乾球温度条件の高い処理条件 Ad~Ct が速く乾燥したと考えられる。

仕上りの含水率は、いずれの条件においても 15% 前後となった。これは JAS の目視等級区分構造用製材の規格に定められている含水率の基準を満たすものである。しかし、水分傾斜についての試験結果では、図-5 に示すように乾燥処理後の材表面層部と中央部の含水率に処理条件 Ad, Bd, Cd で 13~17%, Dd, Ed, Fd で 10~13% の差がみられた。吉田ら (1993) は、具体的な数値は示していないが、材内部に水分の残る水分傾斜の大きな材はその後の寸法安定性は期待できないことを報告している。今回の試験では、乾燥処理時間を長くかけた天然乾燥において、処理条件 At, Bt, Ct および Dt, Et, Ft の乾燥処理後の含水率差がそれぞれ 5~8%, 8~9% と中温乾燥後の含水率差より小さかったことから、高温セット処理後の中温乾燥では、より水分傾斜を小さくすることを念頭に、乾燥時間を今回より延長して検討する必要があると考えられる。

#### 2. 表面割れの発生状況

結果の 2 で前述したように、同じ処理条件における高温セット処理後と乾燥処理後の表面割れの発生状況に有意差はみられず、乾燥処理後の表面割れが高温セット処理後に同等もしくは少なくなっていることから、いずれの条件においても、材表面にドラインセットが形成されていることが考えられる。また、高温セット処理後と乾燥処理後の各々について、Ad~Ft の条件間で、ともに有意差はみられなかったことから、いずれの条件においても表面割れの発生状況は変わら

なかったと考えられる。

吉田ら (2004) はスギ心持ち正角材 (132×132×3000 mm) 1 本あたりの表面割れ総延長 (4 面の合計) について、1500 mm を一つの基準値としている。これを m あたりに換算すると 500 mm/m となる。今回の結果では、乾燥処理後の表面割れの中央値が最大で 162 mm/m であったことから、この基準値と比較して、表面割れは抑制されていると考えられる。したがって、高温セット処理を乾球温度 120℃－湿球温度 90℃、もしくは乾球温度 110℃－湿球温度 80℃で 12～24 時間行うことで、表面割れを抑制することが可能であると考えられる。

### 3. 内部割れの発生状況

内部割れについて、処理条件 Ad, Bd, Cd 及び処理条件 At, Bt, Ct の各 3 処理条件間の比較では、Cd と Ct に他の 2 条件よりも内部割れが多く発生している傾向がみられた。また、検定の結果、処理条件 Ad, Bd, Cd では、Ad, Bd と Cd、処理条件 At, Bt, Ct では、At, Bt と Ct の間に有意差がみられる切断面が複数箇所存在した。このことから、今回試験を行った条件では、処理条件 Ad, Bd, At, Bt, すなわち、高温セット処理を 12～18 時間行った条件のものが、24 時間の条件のものより、内部割れが抑制されていると考えられる。また、処理条件 Dd, Ed, Fd では、Fd に他の 2 条件よりも内部割れが多く発生している傾向がみられ、検定の結果、Dd, Ed と Fd の間に有意差がみられる切断面が複数箇所存在した。このことから、処理条件 Dd, Ed, Fd では、高温セット処理を 12～18 時間行ったものが、24 時間の処理のものより、内部割れが抑制されていると考えられる。次に処理条件 Dt, Et, Ft では、処理条件 Dt に他の条件よりも内部割れの発生が少ない傾向がみられ、検定の結果、Dt と Et, Ft の間に有意差がみられる切断面が複数箇所存在した。このことから、処理条件 Dt, Et, Ft では、高温セット処理を 12 時間行った条件のものが、18～24 時間の条件のものより、内部割れが抑制されていると考えられる。

木材内部で生じる応力の大きさは、表層の引張セットと内層の圧縮セットの差に依存することが報告されている (徳本ら, 2005)。また、内部割れは、高温セット処理後の高温乾燥において多く発生する (吉田ら, 2004)。これは、外部からの熱により内層の木材が乾燥し収縮することで、材内部の引っ張り応力が大きくなるが、材表層部にはドライグセットが形成され、形状が固定されているため、内部から割れが発生すると推察される。したがって、高温で急激な収縮が発生する処理条件ほど多くの内部割れが発生すると考えられる。今回の試験における処理条件 Ad, Bd, Cd と処理条件 At, Bt, Ct, 処理条件 Dd, Ed, Fd の結果においても、高温セット処理時に高温での乾燥が長いものとなる 24 時間のものに内部割れが多く発生していることから、内層で急激な収縮が発生したことが考えられ、この推察と一致する。また、処理条件 Dt, Et, Ft の結果についても、高温での乾燥時間が 12 時間のものより 18～24 時間のものに内部割れが発生している。しかし、高温セット処理が同じでその後の乾燥処理が異なる Ed と Et を比較するとより熱を受けていない Et の方に内部割れが多く発生しており、前述の推察と一致しない。この原因については、材質や天然乾燥時の状況、高温セット処理温度が考えられたが特定には至らなかった。だが、内部割れ少ない処理条件 Ad, Bd, At, Bt, Dd, Ed, Dt の木口から 10 cm までに発生した内部割れ長さを除く平均値が 39.8 mm、内部割れの多い処理条件 Cd, Ct, Fd, Ft の平均値が 74.0 mm であり、処理条件 Et の平均値が 29.0 mm と大きくないため、処理時間を 12～18 時間としても差し支えないと考えられた。

以上より、内部割れについては、高温セット処理を乾球温度 120℃－湿球温度 90℃、もしくは乾球温度 110℃－湿球温度 80℃で 12～18 時間行うことが適当と考えられる。

#### 4. 表面割れと内部割れを抑制する処理条件

考察 2 より, 表面割れは, 高温セット処理を乾球温度 120°C - 湿球温度 90°C, もしくは乾球温度 110°C - 湿球温度 80°C で 12~24 時間行うことで抑制することが可能であると考えられた。また, 考察 3 より, 内部割れは, 高温セット処理時間を乾球温度 120°C - 湿球温度 90°C, もしくは乾球温度 110°C - 湿球温度 80°C で 12~18 時間行うことが適当と考えられた。

以上のことから, 表面割れと内部割れをともに抑制する高温セット処理条件としては, 乾球温度 120°C - 湿球温度 90°C, もしくは乾球温度 110°C - 湿球温度 80°C で 12~18 時間行うことが適当と考えられた。この 2 つの高温セット処理条件の内, 考察 1 で述べた高温セット処理後の含水率の結果から, 乾球温度の高い乾球温度 120°C - 湿球温度 90°C の条件の方が高温セット処理後の含水率が低くなるため, 乾燥速度の点では有利であることが考えられる。しかし, 中温乾燥後の内部水分傾斜で表層部と中央部の含水率差が大きかったことから, 中温乾燥時間の延長など高温セット処理後の乾燥スケジュールの検討が必要であり, この中温乾燥時間の延長が表面割れ, 内部割れに及ぼす影響がわからないため, どちらを有利とするかは今後の検討課題である。

#### おわりに

今回の検討により, 三重県産ヒノキ心持ち無背割柱材について, 表面割れ・内部割れが少ない高温セット処理にかかる乾湿球温度条件およびその時間が明らかとなった。しかし, 材木口付近には, 多くの内部割れ発生がみられた。このことについては, 今回の試験により木口から離れると割れが少なくなる傾向がみられたことから, 木口断面の乾燥が原因と考えられるので対応策としては木口面に樹脂などを塗布することや伐採時に製品として使用する長さよりも 20 cm 程度長く造材することが挙げられるが, 今後実験を行い確認する必要がある。

また, 市場に受け入れられる乾燥材を生産するには, 高温セット処理後に目標含水率まで乾燥させる必要がある。今回の試験では, いずれの処理条件においても高温セット処理後に中温乾燥または, 天然乾燥を行うことにより, 仕上がり含水率は JAS の規格基準を満たすまで下げることが出来た。しかし, 中温乾燥後の材断面の水分傾斜を見ると, 表層部と中央部の含水率差が大きく, 乾燥時間の延長など乾燥スケジュールの検討が必要であり, 今後の検討課題である。

最後に, 本研究は農林水産省「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」の課題「21029 安全・安心な乾燥材生産技術の開発 (実施年度: 平成 21 年度~23 年度)」の一課題として実施したものである。この事業推進にあたり, 取りまとめ責任者の石川県林業試験場石川ウッドセンター 松元 浩氏, 乾燥分野責任者の奈良県森林技術センター 寺西 康浩氏, 強度分野責任者の独立行政法人森林総合研究所 加藤 英雄氏にご尽力及び助言をいただいたので, ここに感謝の意を示します。

#### 引用文献

- 赤堀楠尾 (2010) 変わる住宅建築と国産材流通. 243pp, 全国林業普及協会, 東京.
- 豆田俊治・藤本登留 (2001) スギ心持ち材の高温蒸気処理による表面割れ抑制効果について. 日林九支研論文集 54:195 - 196.
- 成瀬達哉・小野広治・久保健(2008)ヒノキ柱材の高温乾燥特性. 奈良県森技セ研報 33 : 83 - 86
- 徳本守彦・武田孝志・吉田孝久 (2005) スギ心持ち無背割り柱材における高温セット処理後の乾燥スケジュールが内部応力に及ぼす影響. 材料 54:365 - 370.
- 小田久人・蛭原啓文・迫田忠芳・藤本登留・村瀬安英 (2004) 宮崎県産スギ心持ち柱材の高温低

湿乾燥における乾燥性. 木材工業 59:255-259.

吉田孝久 (2003) スギ材の乾燥 上. スギ構造材の乾燥法—特に高温セット法という高温乾燥について. 林業技術 736:14 - 20.

吉田孝久 (2008) 木材の高温乾燥研究の変遷—高温高湿スケジュールから高温低湿スケジュールへ—. 木材工業 63:400-405.

吉田孝久・橋爪丈夫 (1993) 国産針葉樹材の高付加価値化技術の高度化 IV カラマツ建築材の乾燥に伴う寸法変化について. 長野県林総セ研報 7:93-96.

吉田孝久・橋爪丈夫・徳本守彦・武田孝志・印出 晃 (2004) スギ心持ち無背割り柱材の高温乾燥における高温セット法の割れ防止効果について. 長野県林総セ研報 18:125-139.

吉田孝久・橋爪丈夫・藤本登留 (2000) カラマツ及びスギ心持ち正角材の高温乾燥特性—高温低湿乾燥条件が乾燥特性に及ぼす影響—. 木材工業 55:357 - 362.

寺沢真・筒本卓造(1976) 木材の人工乾燥. 2.1 乾球温度. 32-33, 日本木材加工技術協会, 東京.