

スギ平角材乾燥マニュアル

— 表面割れ・内部割れを少なくするために —



三重県林業研究所

はじめに

スギ・ヒノキ人工林では、これまでの柱材生産を中心とした施業（伐期 50 年生程度）から、省力化や付加価値向上等を目指した林齢 100 年生以上の長伐期施業へと転換する傾向にあります。とくに肥大成長の良いスギは、長伐期化によって中・大径化しつつあり、これらの中・大径丸太を梁桁材に利用することが期待されています。

また、近年、住宅の建築工法が真壁工法から大壁工法へと変わりつつあり、寸法精度の高い材、すなわち乾燥材への需要が高まっていますが、木材の表面割れや内部割れの発生はトラブルになることが多いなどの問題を抱えています。

そこで、県内産スギの梁桁材への利用拡大を図ることを目的とし、含水率が 20% 以下で表面割れと内部割れが少ない乾燥スケジュールのマニュアルを作成しました。

なお、このマニュアルは、当研究所の木材乾燥機の試験データに基づき作成しました。このため、木材乾燥機の規模や性能などにより異なる結果となる可能性があります。各々の木材乾燥機で行う際は、今回のマニュアルを参考として、乾燥スケジュールを検討してください。

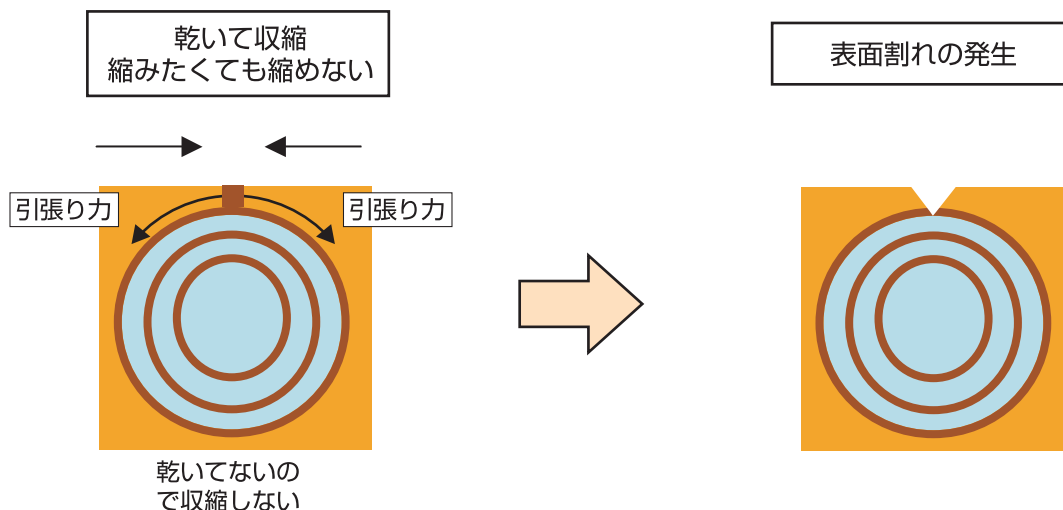
表面割れや内部割れは、なぜ発生するのか

1. 表面割れとドライグセット

一般に木材の乾燥は表層部から始まります。乾燥初期では、表層部は乾燥し収縮しますが、内部は依然乾燥されていないので収縮しません。すなわち、表層部は縮みたたくても縮めない状態になり、表層部には強い引張り力が働くこととなります。この状態が進むと、材自身の引張り強さがこの引張り力に勝てなくなり、表面が裂け、割れが発生します。

こうした木材の表面割れを抑制する処理としての「ドライグセット」を形成させる技術として高温低湿処理が行われるようになりました。

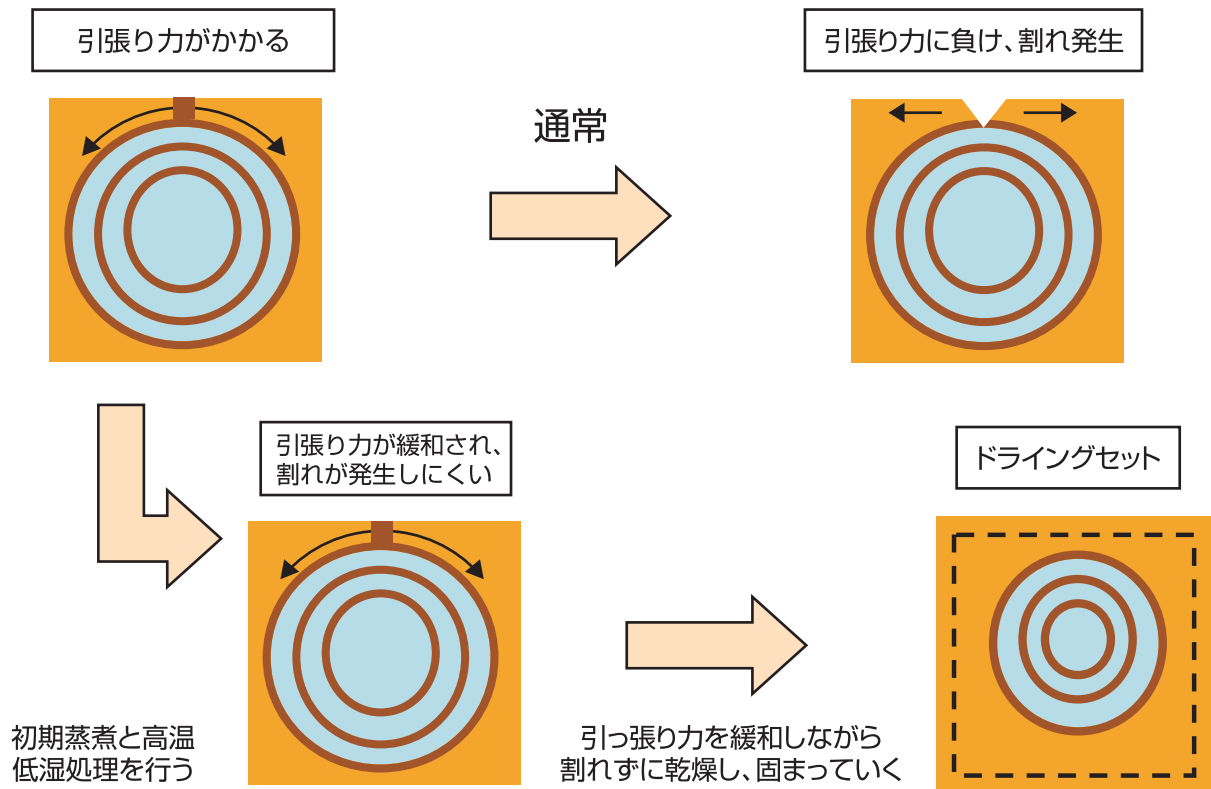
なお、このマニュアルでは「高温」を 100℃ 以上として定義しています。



2. ドライングセットとは何か

高温低湿処理は、生材状態の木材を95℃前後の蒸気で蒸して軟らかくしておき（これを初期蒸煮といいます）、その後一気に120℃ぐらいまで温度をあげ、同時に湿度をさげることで乾燥させる方法です。

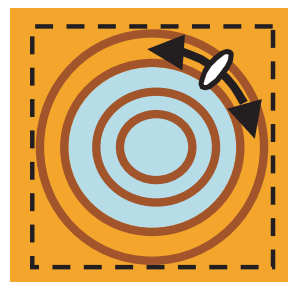
前述したとおり、木材は表層部から乾燥をはじめ、表層部には引張り力が発生します。通常であれば表面割れが発生しますが、初期蒸煮で材表層部が柔らかくなっているため通常より柔軟性があり、引張り力をうけたまま割れずに乾燥します。高温で短期間に乾燥した材表層部は硬化して固定されます。このような高温によって乾燥し、硬化・固定する現象を「ドライングセット」といいます。



3. 内部割れとドライングセット

高温で乾燥を続けると、内部割れが発生しやすくなるといわれています。これには、ドライングセットが関係しています。乾燥が進んで柱材内部の含水率が下がると、内部の乾燥収縮がはじまります。しかし、ドライングセットによって既に表層部は固まっていることから縮みません。このため、内部が縮みたくても縮めない状態になります。さらにこの状態が進むと材内部に割れが発生します。

一般に高温低湿処理を長時間行うと内部割れが発生しやすくなります。



表層部が固まって動かないため、内部が縮みたくても縮めない状態となり、引張り力が発生します。

乾燥スケジュール

1. 試験材等条件

試験材：心持ち無背割りスギ平角材（寸法 125 mm × 250mm × 3,500mm）

乾燥方法：高温蒸気式乾燥

乾燥装置：エノ産業株式会社製EZ-20型（収容量はおおよそ 5.5m³）

2. 全工程を人工乾燥で実施した場合

(1) 乾燥条件

スケジュールA、Bともに蒸煮処理～高温低湿処理までは同じですが、その後の乾燥を、Aは中温乾燥（90℃）、Bは高温乾燥（120℃）としています。

A. 高温低湿処理 + 中温乾燥
（表面・内部割れの少ない）
スケジュール例

工程	乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	乾燥時間 (時間)
昇温	95	93	2
蒸煮処理	95	93	6
昇温	120	90	2
高温低湿処理	120	90	12～24
降温	90	60	2
中温乾燥	90	60	384
合計			408～420

B. 高温低湿処理 + 高温乾燥
（内部割れの多い）
スケジュール例（良くない例）

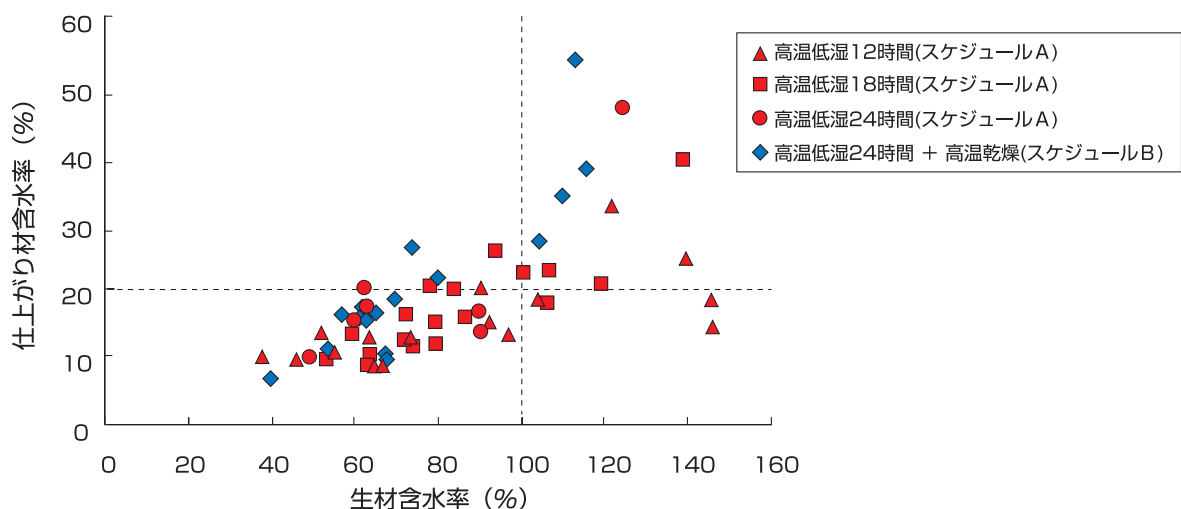
工程	乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	乾燥時間 (時間)
昇温	95	93	2
蒸煮処理	95	93	6
昇温	120	90	2
高温低湿処理	120	90	24
高温乾燥	120	90	66
合計			100

(2) 生材含水率と仕上がり材含水率の関係

生材含水率が100%以下の材については、仕上がり材含水率をおおよそ20%程度以下にすることが出来ます。

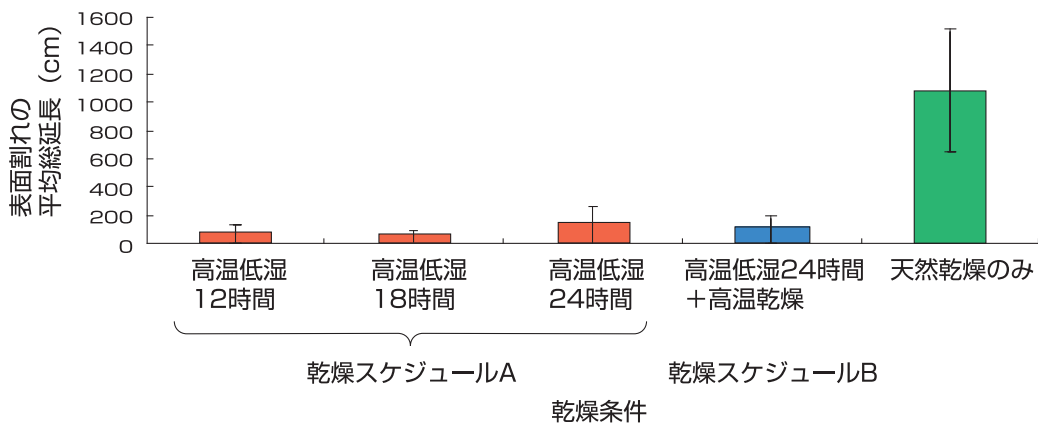
100%を越えるものについては、以下の方法を用いることが考えられます。

- 1) 高周波を複合した乾燥機により材内部を加熱することで乾燥時間の短縮を図る。
- 2) 中温乾燥の工程を天然乾燥に切り替える。



(3) 乾燥条件の違いによる表面割れ発生状況

天然乾燥と比較すると、高温低湿処理を行うことで、いずれの条件でも表面割れは少なくて済みます。

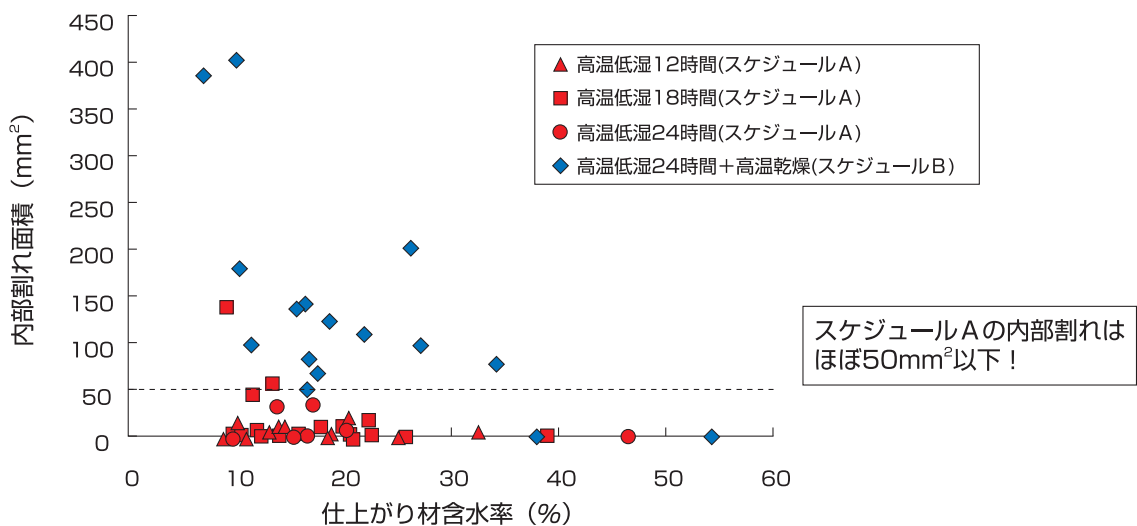


(4) 乾燥条件の違いによる内面割れ発生状況

スケジュールAとスケジュールBを比較するとスケジュールAの内部割れは少ないことがわかります。

スケジュールBの内部割れが多いのは、高温での乾燥時間が長いためと考えられます。

高温での乾燥時間をなるべく短くすることが、内部割れを少なくするポイントです。



(5) 内部割れ発生の様子

A. 高温低湿処理 24 時間



B. 高温低湿処理 24 時間 + 高温乾燥



多くの内部割れが発生しています。

3. 高温低湿処理と天然乾燥を組み合わせた場合

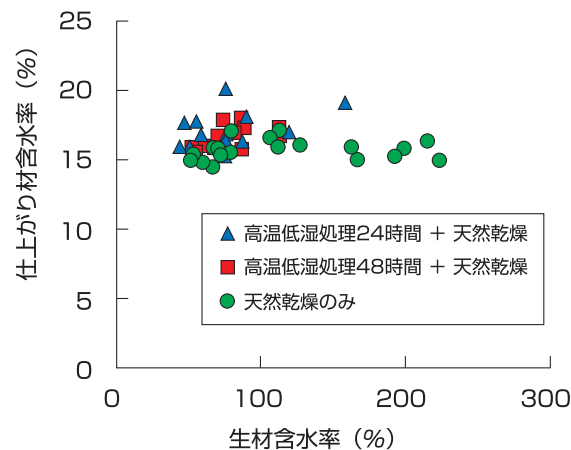
(1) 乾燥条件

C. 表面・内部割れの少ない高温低湿処理 + 天然乾燥スケジュール例

工程	乾球温度 (°C)	湿球温度 (°C)	乾燥時間 (時間)
昇温	95	93	2
蒸煮処理	95	93	6
昇温	120	90	2
高温低湿処理	120	90	24～48
		小計	34～58
天然乾燥	—	—	10～11ヶ月

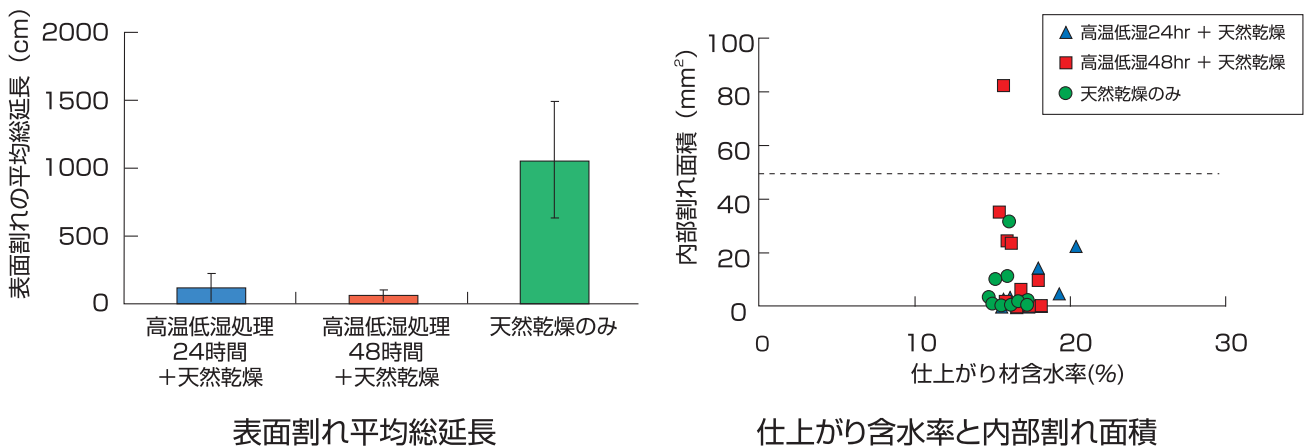
(2) 生材含水率と仕上がり材含水率の関係

いずれの条件においても、仕上がり材含水率 15～20%にすることが出来ます。



(3) 表面・内部割れ発生の状況

天然乾燥のみの条件と比べ、天然乾燥の前に高温低湿処理を行うことで表面割れを少なくできます。また、内部割れも前述のスケジュールAと同程度 (50mm²) で収まります。



(4) 表面割れ発生の様子

高温低湿処理と天然乾燥を行った材



天然乾燥のみを行った材



天然乾燥のみで乾燥を行った材には、幅の大きな表面割れが多く発生しています。

(5) 内部割れ発生の様子

高温低湿処理 24 時間



内部割れ無し

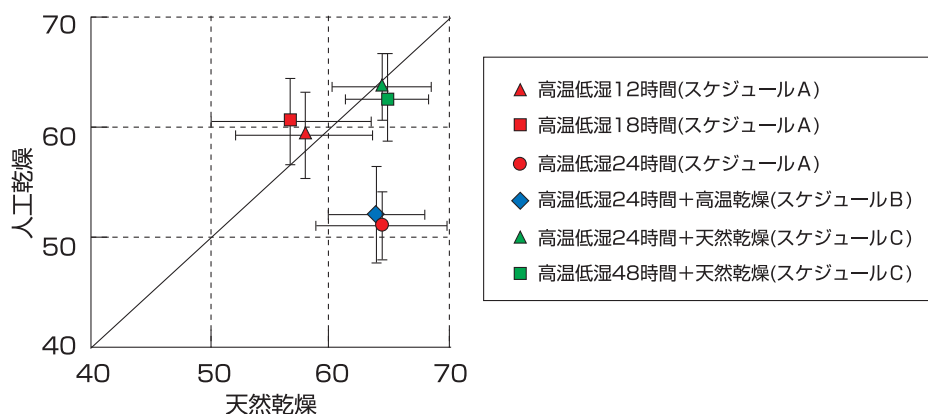
高温低湿処理 48 時間



4. 材色（天然乾燥との明るさの違い）

下記のグラフは、スケジュールA、B、Cでそれぞれ乾燥を行った場合（縦軸）と、天然乾燥のみ（A、B、Cのスケジュールで乾燥を行う前に生材を一部切断し乾燥したもの）を行った場合（横軸）の材色（明度）の違いを示しています。グラフの見方は、直線（1：1）に近いほど人工乾燥と天然乾燥のみを行った際の色に違いが少ないことを示します。

明るさは、スケジュールAの一部とスケジュールBで天然乾燥のみを行ったものより暗くなりますが、他には大きな違いはみられませんでした。



【参考文献】

- 赤堀楠雄（2010）変わる住宅建築と国産材流通。243pp, 全国林業改良普及協会，東京。
- 福本浩士・中山伸吾・宮本正行（2011）表面割れと内部割れの少ない三重県産スギ平角材の乾燥スケジュールの開発。三重県林業研報。3：1-12
- 吉田孝久（2002）今日からの木材乾燥—乾燥マニュアル（改訂版）—。長野県木材協同組合連合会 長野県林業総合センター：15
- 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。



スギ平角材乾燥マニュアル

2011年3月発行

〒515-2602 三重県津市白山町二本木3769-1
TEL 059-262-0110 FAX 059-262-0960
E-mail: ringi@pref.mie.jp
<http://www.mpstpc.pref.mie.lg.jp/RIN>
