

# ブナ厚材の人工乾燥

## —— 32mm材の非圧縮での乾燥 ——

専門研究員 中野正志  
技 師 東野 正

### 要 旨

広葉樹ブナ材を対象に、32mmの厚材を板目中心に木取り、4通りの乾燥スケジュールにより厚材の乾燥経過と、その乾燥で発生した欠点の程度を板目材で調べた。

乾燥は、辺心材追柵材をスケジュール用とし含水率10%を目標に非圧縮下で行い、乾燥末期に24時間の調湿を施した。

- 1 乾燥末期には、木取り材の乾燥ムラが著しく、板目材が過乾燥になっていたが、調湿で乾燥ムラは小さくなった。
- 2 温度80℃で調湿すると、軽い逆表面硬化の現象が認められた。
- 3 収縮率は、柵目材の厚さ方向が大きく、生材と天然乾燥材の乾燥では、収縮率に差が認められた。
- 4 板目材に発生した狂いは、ねじれ、曲り、縦ぞり及び幅ぞりで、このうち幅ぞりによる欠点が大きかった。
- 5 生材は初期温度60℃、温度差3℃で乾燥すると幅ぞりが著しく、また、この条件では内部割れが発生したものがあつた。
- 6 天然乾燥を併用する人工乾燥が好ましく、初期温度50℃、温度差5℃、末期温度70℃、温度差30℃とすることが必要と思われる。
- 7 生材を人工乾燥する場合は、初期温度45℃、温度差3℃を越えない程度とする。
- 8 全乾燥時間は、生材で144～169時間、天然乾燥材で78～96時間を要した。

### 1 はじめに

本県における一般広葉樹材、特に製材用原木のなかで優良大径材が年々少なくなり、原木が小径化する傾向にある。

このような原木事情から、広葉樹材を利用する際は、一般製材用に扱われることが多いが、製品歩どまり、製材能率などの面から、通常の板類などへの採材は限られるので、板目を中心にした木取り法が有利と考えられる。

しかし、乾燥の面では、柵目材に比べて狂いなどの欠点の発生度が高く、ひいては乾燥歩どまりに影響を及ぼすことになる。

人工乾燥の時は、一般乾燥する材のなかで、乾燥の遅いものを基準に、含水率に応じて乾燥室内の温湿度を変えており、柵目材より板目材に欠点が多いことは、ある程度やむを得ないものである。

県産広葉樹材の有効利用をはかり、かつ今後の原木事情に応じた乾燥技術を検討するため、人工乾

乾燥試験を進めているが、今回は、広葉樹材のうち、特に狂い易いブナ材を対象に、厚さ32mmの厚材を板目中心に木取り、非圧縮下で乾燥を試みた。

その乾燥経過と板目材に発生した欠点の程度を試験したので参考に供したい。

なお、本試験においては、製材・乾燥作業・ボイラー保守に作業員石亀勝男氏の助力を得たことを付記する。

## 2 方 法

供試原木は、板類の柾目材の採材が最小径では、末口径30cmが限度とされるので、径30cm未満と以上のグループに区分した。

後述の4通りの乾燥スケジュール別に原木を供したが、その概要は表-1のとおりである。

原木をグラビキして樹心部に近いところや木理が著しく不整なものを除き、厚さ32mm・幅10cmにプレーナーで仕上げた。

表-1 原木の概要

スケジュール	大・小径材別	末口径 (cm)	材 長 (m)	曲 り (%)	供試本数(本)
S-1・3	小 径 材	26~30	2.1	0~29	9
	大 径 材	35	2.1	22	1
S-2	小 径 材	19~25	2.1	7~23	6
	大 径 材	31~34	2.1	10~14	2
S-4	小 径 材	25~26	2.1	6~12	3
	大 径 材	45	2.1	5	1

生材における乾燥当初の温湿度の設定は、簡易スケジュール決定法<sup>2)</sup>で行い、割れの発生程度、材の変形から導いて一段ゆるめた初期45℃・温度差(乾湿球温度差)3℃を採用した。これと初期60℃・温度差3℃を比較用に供した。

天然乾燥を併用した人工乾燥は、初期温度50℃・60℃の2通りとし、温度差はともに5℃とした。

これらの乾燥スケジュールの大要は表-2のとおりで、スケジュール1(以下S-1と呼ぶ)、スケジュール2(以下S-2)が生材、スケジュール3(以下S-3)、スケジュール4(以下S-4)が

表-2 乾燥スケジュール表

スケジュール1 (S-1)			スケジュール2 (S-2)			スケジュール3 (S-3)			スケジュール4 (S-4)		
含水率 (%)	温 度 (℃)	温度差 (℃)	含水率 (%)	温 度 (℃)	温度差 (℃)	含水率 (%)	温 度 (℃)	温度差 (℃)	含水率 (%)	温 度 (℃)	温度差 (℃)
~50	45	3	~50	60	3	~30	50	6	~25	60	5
50~40	45	4	50~40	60	4	30~26	50	10	25~17	65	10
40~35	45	6	40~35	60	6	26~22	50	17	17~15	70	18
35~30	45	10	35~30	60	10	22~20	55	25	15~	80	30
30~25	50	18	30~25	65	18	20~15	60	25	調 湿	80	5
25~20	55	25	25~20	70	30	15~	70	30			
20~15	60	25	20~15	75	30	調 湿	70	5			
15~	70	30	15~	80	30						
調 湿	70	5	調 湿	80	5						

各スケジュールの試験材は辺心材追柾材

天然乾燥材の乾燥である。

乾燥経過に伴う温湿度の変化は、末口径30cm以上から採材した2～4枚の辺心追証材（材長50cm）をスケジュール用材に用いて平均含水率で行った。

乾燥は、I F型5石乾燥装置を使用し、含水率10%を目標に連続運転で行い、乾燥末期には24時間の調湿を施した。

一通りの乾燥に供した材は、スケジュール別に枚数が異なるが、グループ別原木から採材した材料の組合せが同数になるようにした。

供試材は、木口面をシールした。

試験項目は、乾燥経過・収縮率・割れ及び板目材に生じた狂いなどである。

製材はガラ挽きであるため、原木の太さによっては証目材の採材不可能なものがあった。採材できた原木でも証目材は少なく、板目材との狂い程度を比較することはできなかった。

### 3 結果及び考察

#### (1) 乾燥経過

スケジュール別における含水率の減少経過は、図-1・2に示すとおりである。

含水率を平均したスケジュール用材で乾燥当初から調湿を含めた全乾燥時間は、生材の乾燥の場合、S-1では含水率83%の材が169時間、S-2では含水率73%の材が144時間を要した。

含水率70～10%までの乾燥時間を比較するとS-1は117時間であるのに対しS-2では85時間となり27%の時間を短縮できたが、板目材8枚のうち2枚に小さな内部割れが認められた。

また、天然乾燥材の場合、S-3では含水率33%の材が96時間、S-4では含水率28%の材が78時間を要した。

含水率25～10%までの乾燥時間を比較するとS

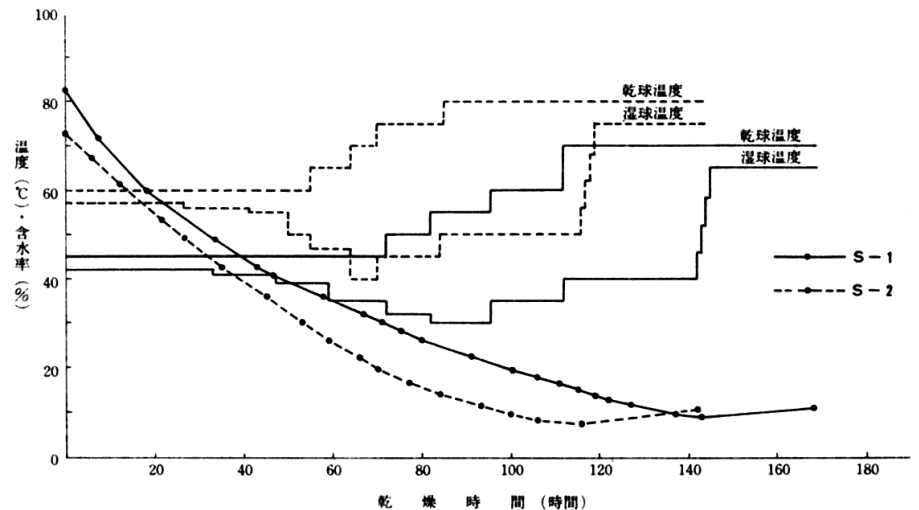


図-1 含水率の減少経過

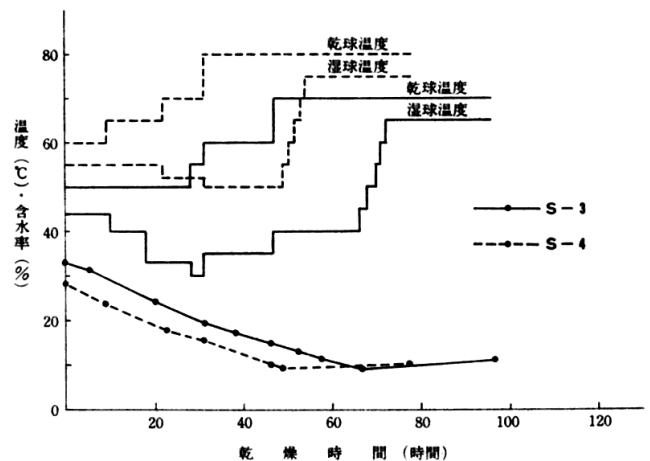


図-2 含水率の減少経過

－ 3 が46時間であるのに対し、S－ 4 は41時間となり11%の時間短縮であった。

スケジュール用材、柁目材（辺心材込み）及び板目材（辺心材込み、辺材）の仕上り含水率は、表－ 3 に示すとおりである。

表－ 3 乾燥条件別における木取り材の仕上り含水率

スケジュール別	木取り材	※1) 全乾燥時間(hr)	初期含水率 (%)	終了時含水率 (%)	調湿後含水率 (%)	供試材数 (枚)
S－ 1	※2) 追柁材	169	82.7	8.9	11.1	3
	板目材		84.8	7.5	10.3	8
	柁目材		82.1	10.9	11.8	2
	総平均		83.9 67.4—101.8	8.3 4.9—10.9	11.8 9.5—11.9	13
	変動係数		0.116	0.250	0.075	
S－ 2	追柁材	144	73.2	7.2	10.7	2
	板目材		85.6	5.7	10.1	8
	柁目材		65.2	9.4	11.1	2
	総平均		80.2 57.4—101.4	6.5 4.0—10.7	10.3 9.4—11.8	12
	変動係数		0.187	0.362	0.068	
S－ 3	追柁材	96	33.1	9.6	11.7	2
	板目材		32.6	9.1	11.4	6
	柁目材		36.3	12.4	13.2	1
	総平均		33.1 30.4—36.3	9.6 7.7—12.4	11.6 10.4—13.2	9
	変動係数		0.063	0.153	0.067	
S－ 4	追柁材	78	28.1	9.8	10.3	4
	板目材		26.6	8.9	10.3	4
	柁目材		28.1	11.2	11.9	2
	総平均		22.6 <sup>27.5</sup> 30.5	7.8 <sup>9.7</sup> 11.6	9.7 <sup>10.6</sup> 12.2	10
	変動係数		0.088	0.122	0.067	

○ ※1) は調湿24時間を含めた時間

○ 追柁材はスケジュール用試験材

乾燥末期では、木取り材別の乾燥ムラが著しく、特に板目材は目標の含水率に早く達して過乾燥になっていたが、調湿を施すことで逐次乾燥ムラは小さくなった。

調湿は、末期温度を一定にして温度差を徐々につめて行ったが、調湿後、楯型試片によって観察したところ、温度70℃では楯がやや内側にそる程度であった。温度80℃では、表面の楯が外側にそり、軽い逆表面硬化の現象が認められた。

## (2) 収縮率

スケジュール別における仕上り材の収縮率を平均値で示すとその値は、図－ 3 のとおりである。

収縮率は、木取り材の仕上り含水率が異なっているため、全乾収縮率から比例して含水率10%に換算し求めた。

スケジュール別の収縮率は、全体的には柾目材の厚さ方向が大きい傾向を示した。

柾目材の厚さ方向の収縮率は、スケジュール間に差異が認められ、生材のS-2の乾燥による収縮率が大きく、天然乾燥材のS-3の収縮率が小さい。

また幅方向では、スケジュール間の差が1%以下で、温度に対する影響はみられなかった。

板目材の幅方向の収縮率は、スケジュール間では柾目材の厚さ方向と傾向が似かよっていた。しかし、後述の幅そりの発生量と関係があり、収縮率にこの量が影響しているとみられるので、収縮率の差異を導きだすことはできなかった。

### (3) 割れの損傷

スケジュール別における割れの発生比率と、割れの発生した材について1枚当りの割れ本数及び総長さは、表-4のとおりである。

表-4 板目材における割れの出現

スケジュール別	木 取 り 材	材面割れの発生比率(%)	※) 1本当りの材面割れ		内 部 割 れ		供試材数(枚)
			本 数(本)	長 さ(mm)	本 数(本)	長 さ(mm)	
S-1	板 目 材	38	5.7	57	0	0	8
S-2	板 目 材	25	11.5	756	2.0	17	8
S-3	板 目 材	67	2.8	234	0	0	6
S-4	板 目 材	60	11.7	357	0	0	5
	追 柾 材	50	9.0	53	0	0	4

※) 割れの発生した材の1本当りの平均値

材面割れは、板目材とスケジュール用材の一部に現われた。

生材の乾燥による材面割れの発生比率は、S-1が38%、S-2が25%であった。

天然乾燥材は、割れない材を選んで供試し、かつ、人工乾燥前に応力を考慮して温度差を求めたが、人工乾燥で生じた割れの発生比率は、S-3が67%、S-4が60%で過半数を占め、大部分が木口から生じた割れ幅1mm以下のものであった。

また、生材のS-2の乾燥で樹心に近い板目材には、内部割れが現われた。この材は含水率30%あたりで小さな表面割れが材の木裏に多数発生し、その後、含水率の減少とともに割れが消えつつあったが、乾燥末期ぎわに一部分の表面割れを残して消滅した。消滅した割れは材内に残り内部割れとし

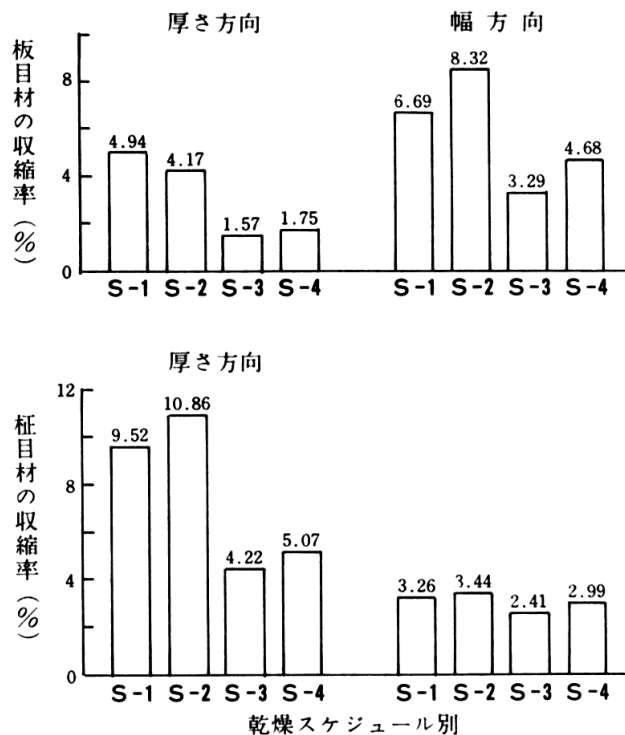


図-3 乾燥スケジュール別における収縮率

て発生したと考えられる。

生材のS-2のスケジュールは、この厚さの板材には酷な条件であった。

(4) 板目材に発生した狂いの損傷

板目材に発生した狂いは、ねじれ・曲り・縦ぞり及び幅そりである。

グループ別の原木から採材した板目材は、狂いの発生量には差が認められなかった。

狂いを一括してスケジュール別に平均値で示すとその値は、図-4のとおりである。

天然乾燥を併用した乾燥は、人工乾燥前と後の狂い発生量の差で表わした。

調湿前と調湿後の狂い発生量には、ほとんど変化が認められなかった。

板目材の狂いは、各種欠点間を組合せると相関関係がみられず、単独の欠点として発生していた。

ねじれは、スケジュール別では多少の増減があったものの温度による影響は小さい。

曲りは、生材の乾燥で曲りの大きい傾向が認められ、その平均値はS-1が0.99mm、S-2が1.04mmを示し、天然乾燥を併用した乾燥の2~3倍程度の発生量であった。

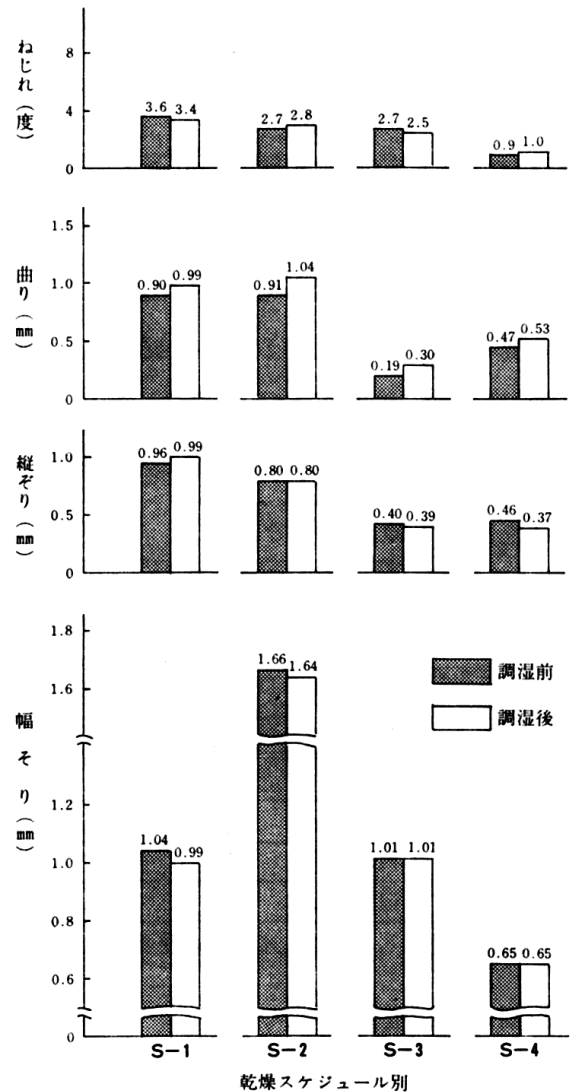
生材のS-1とS-2の間、及び天然乾燥材のS-3とS-4の間には、この欠点の発生量に差が認められなかった。

縦ぞりは、曲りの欠点と同じ傾向で、生材の乾燥にこの欠点が大きく認められた。その平均値はS-1が0.99mm、S-2が0.80mmを示し、天然乾燥との併用による乾燥の2~2.5倍の発生量であった。

幅そりは、天然乾燥材のS-4に発生量が比較的少なく、その平均値が0.65mmであった。これに対し、生材のS-2では1.64mmとなり2.5倍の増加であった。

生材のS-1と天然乾燥材のS-3は、幅そりの発生量が類似していた。

板の幅そりは、原木の木取り位置と関係があるといわれ、樹心からの距離に比例して、また、半径



注) 材長50cmに対する狂い発生量である

図-4 板目材における狂いの発生量

方向と接線方向の収縮率差に反比例して大きくなると報告<sup>3)</sup>されているが、本試験ではこのような傾向がみられなかった。

#### 4 ま と め

県産広葉樹材が小径化しつつある現在、人工乾燥は、木取り材別に仕分けて乾燥することが好ましいが、実際には、量の確保、労力の面から困難である。

ブナ材の人工乾燥でフローリング材など一般材に関する報告は、数多くあり実際に活用されているが、32mm材の厚板の報告<sup>1)</sup>は少ない。

この試験は材厚32mmの厚材の乾燥経過と板目材に発生した欠点の程度を調べた。

表に示す乾燥スケジュールのなかでは、天然乾燥との併用による乾燥が、板目材の狂いを少なくするためにも望ましく、初期温度50℃・温度差5℃が適当と思われた。

直接に生材から人工乾燥する場合は、初期温度45℃・温度差3℃を越えない程度とする必要がある。

乾燥は非圧縮下で行った結果で、実際に棧積すれば被乾燥材の荷重が加わって拘束され、いくらか狂いの発生量は少なくなるが、それにも限度がある。

狂いを少なくする方法としては、機械的な圧縮が一般に知られている。今後は、これを利用して広葉樹材の小径化に対応した乾燥スケジュールと材厚別、特に板目材の狂い防止を検討する必要がある。

#### 5 文 献

- 1) 木材工業 VOL. 19 No. 9, P29~32, (1964). 七沢喜男：ブナ材の人工乾燥の一例
- 2) 木材工業 VOL. 20 No. 5, P 2~7, (1965). 寺沢真：木材乾燥スケジュールの簡易決定法
- 3) 林業試験場研究報告 第97号, P73~82, (1957). 井阪三郎：木材の狂いに関する研究 板の反りを考慮した木取法