

シベリア産エゾマツ正角材の乾燥試験 (第1報)

異なる含水率レベルにおける乾燥特性

橋本 彰*, 長谷川 智*, 島崎 鶴雄*, 坂井 正孝*, 中谷 浩*

Drying Tests of Sawn Squares of Siberian Spruce I.

The Drying Characteristics at Different Moisture Content Levels

HASHIMOTO Akira*, HASEGAWA Satoshi*, SHIMAZAKI Tsuruo*,
SAKAI Tadayuki*, NAKATANI Hiroshi*

Sawn squares of Siberian spruce were kiln-dried, and examination was done on the drying characteristics such as check, shrinkage and warp at each moisture content level: D25, D20, D15 prescribed by Japanese Agricultural Standard, and the moisture content calculated by oven-dry method was compared with that measured by a high frequency moisture content meter. The results were summarized as follows:

- 1) As the results of drying test on sawn squares following the standard drying schedule, the sample with 53.9% as initial moisture content needed 3 days to be D25, 5 days to be D20, 8 days to be D15.
- 2) The number and the length of checks and the rate of occurrence of the sawn squares were increased with the lowering of moisture content.
- 3) The shrinkage of the sawn squares dried from green condition increased with the lowering of moisture content: 0.19 % to D25, 0.52 % to D20 and 1.17 % to D15.
- 4) The moisture content measured by a high frequency moisture content meter tended to be lower than moisture content calculated by oven-dry method, and measurement error tended to be larger when the moisture content was more than about 40 %.

シベリア産エゾマツ正角材を蒸気式乾燥した際、仕上がり含水率を JAS に規定されている D25, D20, D15 と変えた場合の、各含水率レベルにおける割れ、収縮、曲りなどの乾燥特性を検討した。また、全乾法により求めた含水率と、高周波式含水率計により測定した含水率を比較検討した。その結果、次のことが明らかになった。

- 1) 標準的な乾燥スケジュールで行った結果、初期含水率53.9%の正角材が D25 に低下するまで3日、D20 まで5日、D15 まで8日を要した。
- 2) 割れについては、含水率が低下するに従い、割れ本数、長さおよび発生率が増加した。

- 3) 生材からの収縮率は、D25まで0.19%、D20まで0.52%、D15まで1.17%となり、含水率が低下するに従い増大した。
- 4) 含水率計により測定した含水率は、全乾法で求めた含水率に比較して、概ね低い値を示し、約40%以上では、測定誤差が大きくなる傾向があった。

1. はじめに

本県における北洋材製材工場では、下地材などの比較的付加価値の低い製材品を中心に生産しているが、このような分野の製品では、同様な材種の米材製材品などとの競合が激しい状況から、新たな用途、とりわけ比較的断面寸法の大きい構造材（以下構造材とする）としての需要を開拓することが重要な課題となっており、建築用構造材として有効利用していくことも、今後の一つの方向と考えられる。その際、「針葉樹の構造用製材の日本農林規格」（以下JASとする）への対応およびユーザーの要求などから、人工乾燥は避けて通れない問題であり、なおかつ材質を考慮した損傷の少ない適正な乾燥条件を確立することが求められる。

そこで、構造材用途としての利用促進の基礎資料を得るため、代表的な建築用構造材である心持ち直角材を対象に、JASに規定された乾燥材の含水率基準である25%、20%、15%（以下D25、D20、D15とする）の含水率レベルにおける乾燥特性について、現在、最も広く普及している蒸気式乾燥法と比較検討を行った。

2. 実験方法

2.1 供試材

供試材として、末口径級14~17cmのシベリア産エゾマツから採材した心持ち直角材（10.5×10.5×

380cm）50本を用いた。

2.2 乾燥条件

乾燥条件として、表1に示す標準的な温湿度スケジュールを採用し、目標仕上がり含水率はD15とした。

乾燥装置は当センターのI F型蒸気式木材乾燥装置（15石入）を使用し、所定の含水率まで1日8時間の間欠運転で乾燥した。3本の含水率スケジュール用コントロール材（長さ1m）を用い、これを乾燥経過の含水率測定用とし、スケジュール操作は3本のうち、最も乾燥の遅れた材を基準に行った。なお、狂いの発生を抑制するため、棧積み上部にコンクリートブロック（重量約55kg）8個を均等に並べ圧縮した。棧木は25mm角のものを各段に6本（棧木間隔約70cm）使用したので、棧木単位面積当たりの圧力は約0.24kg/cm²であった。

2.3 乾燥特性の測定

含水率については、乾燥試験前および各含水率レベルにおいて試験材の重量を測定し、乾燥試験終了後、材長方向中央部から採取した含水率試片により算出した。割れについては、木口割れ（木口から材面に伸びた割れ）と表面割れ（材面に独立して発生した割れ）とに分けて、4材面において長さ和本数を測定した。ただし、表面割れについては隣接した割れの間隔が5mm以下の場合、同一な割れとみなし、その延長値を測定値とした。収縮率は、直交する2材面について、材長方向の2ヶ所（両木口より各150cm）において、材縁から40mm離れた地点の寸法により算出し、4ヶ所の平均値を求めた。計器による含水率は、高周波式含水率計（エーデス機械産業 DELTA-5）を用いて、寸法測定と同様の4ヶ所近辺において、節などの欠点が無い位置を測定し平均値を求めた。曲りは、直交する2材面について、材長380cmに対する内曲面の最大矢高を0.5mm単位でスケールにより測定した。

表一1 乾燥スケジュール

含水率 (%)	乾球温度 (°C)	乾湿球温度差 (°C)
生~35	60	2
35~30	60	3
30~25	65	5
25~20	70	8
20~15	75	12
調湿処理	75	2

表一 含水率測定値の比較

		全乾法 (%)	含水率計 (%)
生材	\bar{X}	53.9	38.5
	R	25.5~150.1	20.0~115.0
D25	\bar{X}	32.8	26.7
	R	20.5~92.6	16.0~74.5
D20	\bar{X}	23.2	19.3
	R	17.8~45.7	13.0~40.0
D15	\bar{X}	16.9	15.9
	R	14.2~19.1	12.0~22.3

\bar{X} : 平均, R: 範囲

3. 結果と考察

3.1 初期含水率・仕上がり含水率

各含水率レベルにおける全乾法と含水率計による含水率の測定値を表一に示す。1日8時間の間欠運転により、D25まで3日、D20まで5日、D15まで8日の所要日数で平均16.9%（全乾法）まで乾燥した。全乾法による供試材50本の初期含水率は平均53.9%、範囲は25.5~150.1%とかなりのばらつきがあり、D25においても、最大と最小の含水率の差が72.1%と依然ばらつきは大きかったが、D15では、その差が4.9%と小さくなった。次に、全乾法により測定した初期含水率と各レベルの含水率の関係を図一に示す。D25およびD20の段階では、両者の間には高い相関が認められ、各レベルの含水率は、初期含水率に大きく影響されていることがわかるが、D15の段階では相関関係はみられなかった。これは、乾燥末期に調湿処理を4時間行ったことで、供試材

表三 乾燥による割れ

含水率	木口割れ			表面割れ		
	本数 (本)	長さ (cm)	発生率 (%)	本数 (本)	長さ (cm)	発生率 (%)
生材	11.3	54	100	0.2	2	14
D25	12.4	79	100	2.4	50	51
D20	12.7	100	100	4.1	120	70
D15	12.9	117	100	5.3	185	84

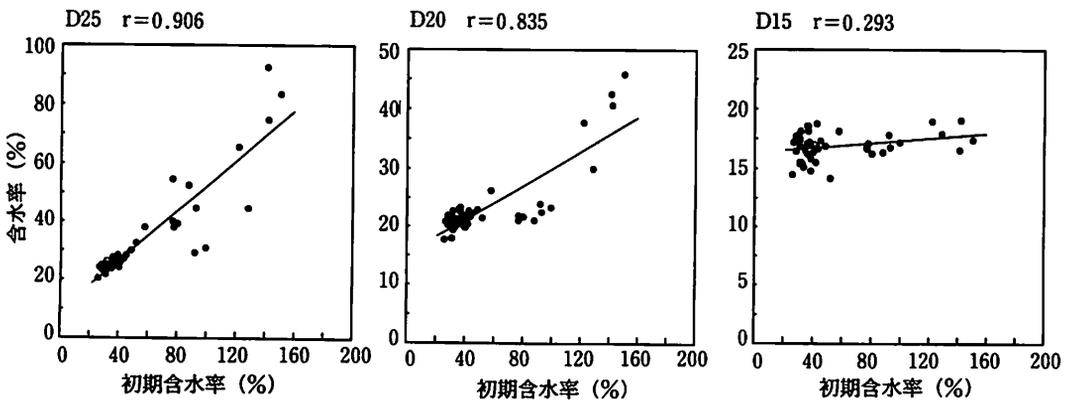
割れ本数、長さは試験材1本当たりの平均値

発生率は、割れが発生した材の全供試材に対する本数比率

全体の含水率が均一化されたことによるものと考えられる。これらのことを考えあわせると、含水率のばらつきを小さくするためには、乾燥前に含水率の高い材と低い材を分離、仕分けして乾燥することが考えられ、その結果として乾燥時間も大幅に短縮されると思われる。

3.2 割れ

乾燥過程における割れの発生について表三に示す。割れの本数、長さについては、試験材1本あたりの平均値として示し、また、実用的な割れの指標として、供試材のなかで割れが発生した材の本数比率（割れ発生率）を示した。木口割れについては乾燥前からすべての試験材に発生しており、また、含水率の低下に従い、新たに発生した割れの本数は少ないが、すでに生じている割れが伸長する傾向が認められた。表面割れについては、乾燥試験前には短い割れがわずかに発生していたが、含水率の低下に従い、本数、長さいずれも増加した。これは、心持ち直角は、比較的断面寸法が大きいため水分傾斜が



図一 初期含水率と各レベルの含水率の関係（全乾法測定）

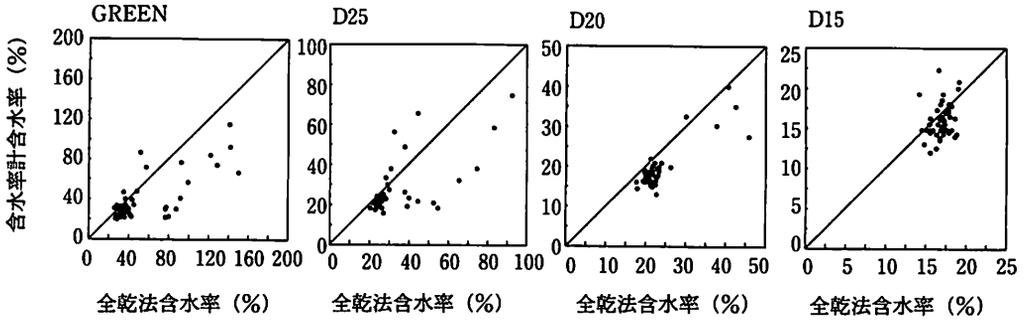


図-2 全乾法と含水率計による含水率測定値の比較

大きく、さらに接線方向、半径方向の収縮異方性が関与するため、乾燥経過中に応力が発生し、表面割れが生じやすくなったと考えられる。割れを減少させるには、水分傾斜を小さくすることが必要であり、そのためには、乾湿球温度差を調整するなどして、表層の急速な乾燥を防ぐことが必要と考えられる。一般に、多量の材を間欠運転で乾燥すると、運転休止中は乾燥室内が低温高湿状態となり、材に発生した応力などが緩和され、損傷が生じにくいとされている¹⁾。しかし、本試験ではD25、D20の時点でその都度、試験材を出炉したことにより、装置内と外気との温湿度差に起因する表面割れが入ったことを考慮する必要がある。

3.3 収縮率、曲り

乾燥過程における収縮率、曲りの発生について表-4に示す。本試験の収縮率については、材幅方向のほぼ中央部(40/105mm地点)を測定しているため、概ね半径方向の測定値と考えられ、その平均値はD25で0.19%、D20で0.52%、D15で1.17%となり、含水率の低下に伴い増加する傾向を示した。この結果を、板目の平割材(4.5×10.5cm)において厚

さ方向収縮率1.7%(含水率15.4%時)となった既往の結果²⁾と比較すると、やや小さい値となった。これは、供試材が心持ち角であることから、材の表層と中心部に水分傾斜が生じ、幅の大きい表面割れがさらに広がったことにより、みかけの寸法収縮が小さくなったためであると考えられる。

曲りについては、材長3.8mあたり、生材時2.4mm、D25で3.1mm、D15で2.9mmと、含水率の低下に伴い増加する傾向がみられた。実用的な基準による判定として、JASにおける甲種構造用IIの曲りの等級区分(1級は0.2%以下)³⁾に準じて判定すると、92%の材が1級にランクされた。したがって、構造材用途としての利用には支障がないと判断される。

3.4 全乾法と含水率計による測定値

次に、含水率計の特性を知るため、各含水率レベルで全乾法と含水率計による含水率測定値の比較を行った。その結果を図-2に示す。両者の測定値を比較すると、概ね含水率計による含水率測定値は全乾法による含水率よりも低く出る傾向が認められた。これは、供試材の断面寸法が大きく、表層と中心部の水分傾斜が大きいのにも拘らず、含水率計が表層付近のみの含水率を計測していることによると考えられる。これをさらに供試材ごとに詳細に比較してみると、図-2に示したとおり30%以下の含水率では、全乾法と含水率計の含水率測定値が、比較的近い値を示す傾向がみられたのに対し、含水率約40%以上では相関が低くなる傾向があった。これは、含水率が高い段階では、供試材の高含水率部分の分布が位置により様々で、含水率計の電極がどこにあてられるかによって測定値が大きく変動する⁴⁾ためと考え

表-4 乾燥による形質変化

含水率	収縮率		曲り	
	平均 (%)	平均 (mm)	平均 (mm)	範囲 (mm)
生材	—	2.4	2.4	0~6.5
D25	0.19	3.1	3.1	0~6.8
D20	0.52	3.1	3.1	0~7.0
D15	1.17	2.9	2.9	0.5~9.0

られる。

4. おわりに

以上の結果をまとめると、仕上がり含水率を高くとった場合、総体的に発生する損傷は当然少なくなるが、乾燥の不十分な材は、その後寸法および形質

変化が生じると考えられる。仕上がり含水率をどの程度にするかは、用途によって決定されるべきであり、一概には言えないが、正角材の場合 D25 程度では不十分であり、経済性および品質などを勘案すると D20 程度が得策であろうと考えられる。

文 献

- 1) 西尾 茂：木材の間欠運転乾燥, 木材工業, Vol. 23, p.434 (1968)
- 2) 武田和正, 島崎鶴雄, 吉田直隆：シベリア産針葉樹材によるドレスドランバー製造試験 (第 3 報), 木材と技術, No70, 12 (1987)
- 3) 全国木材組合連合会：針葉樹の構造用製材の日本農林規格並びに解説, 1992. p.10
- 4) 久田卓興：高周波式含水率計の測定精度調査, 木材工業, Vol.41, p.24~27 (1986)