

エゾマツの板の乾燥について

中川 宏
遠藤 諒

吉田 直隆
武田 行夫

1. はじめに

欧米では加工材料としてかなり多くの針葉樹材が使用されているが、それらは必ず人工乾燥処理されるのが常識化されている。我国でも近年集成材として、あるいは建具、建築造作材としても針葉樹材が利用されるようになり、その人工乾燥が前提処理として需要も増大してきている。針葉樹材の人工乾燥は広葉樹材に比較して乾燥が容易であり、欧州でも100以上の過熱湿潤蒸気(湿球温度100以上)による高温乾燥が応用されていることは既に述べた。⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾本試験では主として集成材として考えられるエゾマツの板について比較的高温での乾燥試験を行ない、二三の乾燥特性値 - 乾燥速度、収縮率に及ぼす乾燥条件の影響の度合について統計的手法により解析した結果を検討した。

2. 試験方法

(1) サンプル

樹種; エゾマツ 寸法; 120 mm (巾) × 800 mm

(長) × 24, (または) 18 mm (厚)

平均比重; 0.40 初期含水率; 平均 40%

枚数; 各条件 10 枚宛

(2) 乾燥方法

内部循環型乾燥装置内に 90 (巾) × 60 (高さ) × 80 (長さ) cm に積み上げた。気流速度は 100 ~ 150 cm/sec である。

(3) 乾燥条件

下記のごとく 4 条件を設定し、温度の調節は自動的に、湿球温度の調節は排気弁は手動的に、加湿噴射は自動的に調節した。

温度 ()	平衡含水率 (%)	備考
(a) 100	8	連続運転
(d) 80	8	"
(c) 100	8	5 断続運転 (12時間) 6時間後条件変更
(b) 80	8	5 "

(4) 特性値および因子水準

特性値として平均乾燥速度および収縮率をとりあげ平均乾燥速度については平均含水率10%に至るまでの実動運転時間または延時間について一時間当りの含水率低下を求め、収縮率は含水率10%における、半径および切線方向のそれぞれの値を比較値とした。

平均乾燥速度に関して影響する因子として

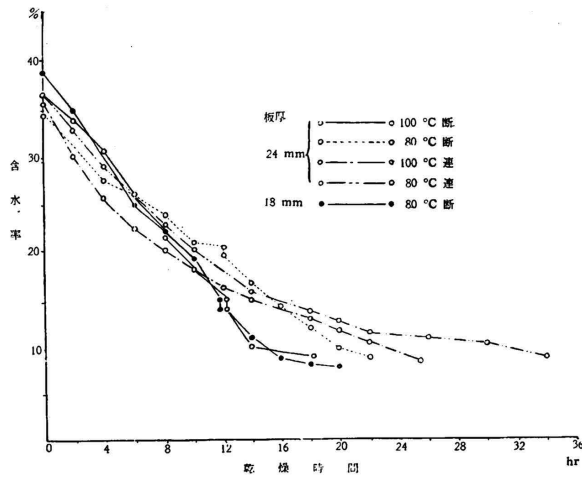
- A, 乾燥条件 (4水準)
- B, 板の厚さ (2水準)
- C, 木取り (2水準)

をとりあげ、収縮率に対しては

- A, 乾燥条件 (4水準)
- B, 板の厚さ (2水準)
- C, 同一繊維方向の板巾厚さ (2水準)

とし、これ

を三元配置により解析し、F検定を行い、その差異の有無を検討し、更に寄与率(関係度指数)により、各因子の特性値に占める割合(影響の程度)を比較した。



第1図 乾燥経過図

似した乾燥経過を示しているが、100 は 80 に比較して乾燥勾配が大きい。この傾向は低含水率において大きく現われている。断続運転の場合は6時間後

第1表 平均乾燥速度(延時間)分散分析表

A; 温度条件 B; 板厚、24,18 mm C; 板目、柾目 * 危険率5% ** 危険率1%											
要因	効果	自由度	不偏分散	分散比	F 値	効果	自由度	不偏分散	分散比	F 値	寄与率
A	5368.5	3	1789.5	10.9*	$\begin{pmatrix} 0.05 \\ 0.01 \end{pmatrix}$	5368.5	3	1789.5	14.67**	$\begin{pmatrix} 0.05 \\ 0.01 \end{pmatrix}$	69.8
B	420.3	1	420.3	2.6	$\frac{3}{3} \begin{pmatrix} 9.28 \\ 29.5 \end{pmatrix}$	420.3	1	420.3	3.45	$\frac{3}{3} \begin{pmatrix} 3.86 \\ 6.99 \end{pmatrix}$	5.5
C	272.3	1	272.3	1.7		272.3	1	272.3	2.23		3.5
A×B	295.3	3	98.4	0.6	$\frac{1}{3} \begin{pmatrix} 10.1 \\ 34.1 \end{pmatrix}$					$\frac{1}{3} \begin{pmatrix} 5.12 \\ 10.6 \end{pmatrix}$	
A×C	311.3	3	103.8	0.6							
B×C	529.0	1	529.0	3.2		529.0	1	529.0	4.34		6.9
e	491.5	3	163.8	誤差	プール	1098.1	9	122.0			14.3
T	7688.2	15									100.0

第2表 平均乾燥速度(運転時間)分散分析表

A; 温度条件 B; 板厚、24,18 mm C; 板目、柾目											
要因	効果	自由度	不偏分散	分散比	F 値	効果	自由度	不偏分散	分散比	F 値	寄与率
A	25359.2	3	8453.1	26.79*	$\begin{pmatrix} 0.05 \\ 0.01 \end{pmatrix}$	25359.2	3	8453.1	35.43**	$\begin{pmatrix} 0.05 \\ 0.01 \end{pmatrix}$	75.0
B	2232.6	1	2232.6	7.06	$\frac{3}{3} \begin{pmatrix} 9.28 \\ 29.5 \end{pmatrix}$	2232.6	1	2232.6	9.36*	$\frac{3}{4} \begin{pmatrix} 6.59 \\ 16.7 \end{pmatrix}$	6.9
C	7.6	1	7.6	0.02							
A×B	1395.7	3	465.2	1.47	$\frac{1}{3} \begin{pmatrix} 10.1 \\ 34.1 \end{pmatrix}$	1395.7	3	465.2	1.95	$\frac{1}{4} \begin{pmatrix} 7.72 \\ 21.2 \end{pmatrix}$	4.1
A×C	1914.7	3	638.2	2.02		1914.7	3	638.2	2.68		5.7
B×C	1870.6	1	1870.6	5.92		1870.6	1	1870.6	7.84*		5.5
e	946.7	3	315.6	誤差	プール	954.3	4	238.6			2.8
T	33727.1	15									100.0

3. 試験結果

(1) 乾燥経過

第1図に示

すように略類

に乾燥条件を 8% より 5% にしているのですその影響が現われている。また、断続 12 時間による休止時間中にも 2~3% の含水率低下が認められる。

(2) 平均乾燥速度

平均含水率 40% より 10% までの時間当り含水率低下を運転時間または延時間について平均乾燥速度を求め三元配置により分析した結果を第 1 表、第 2 表に示す。これにより差異のある因子について平均値および 90% の信頼限界を求めると第 3、4 表を得た。

その結果の効果グラフを第 2、3 図に示す。すなわち、運転時間を基準とした場合には乾燥速度の大きい

第 3 表 平均乾燥速度 (%/h)

延 時 間	平均値	信頼限界	平均時間
③ 100 °C 連	1.24	1.35~1.13	23
③ 100 °C 断	1.10	1.21~0.99	28
③ 80 °C 断	0.93	1.04~0.82	30
③ 80 °C 連	0.75	0.86~0.64	34

③ : 主効果のあつたもの

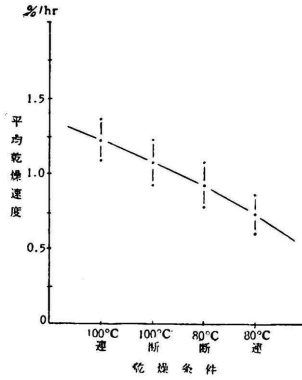
第 4 表 平均乾燥速度 (%/h)

実 働 時 間	平均値	信頼限界	平均時間
③ 100 °C 断	1.84	2.00~1.68	17
③ 80 °C 断	1.54	1.67~1.35	20
③ 100 °C 連	1.23	1.39~1.07	23
③ 80 °C 連	0.75	0.91~0.59	34
③ 板厚 18 mm	1.45	1.57~1.33	—
③ 板厚 24 mm	1.21	1.33~1.09	—
③ 18 mm 板目	1.55	—	—
③ 18 mm 柃目	1.35	—	—
③ 24 mm 柃目	1.33	—	—
③ 24 mm 板目	1.10	—	—

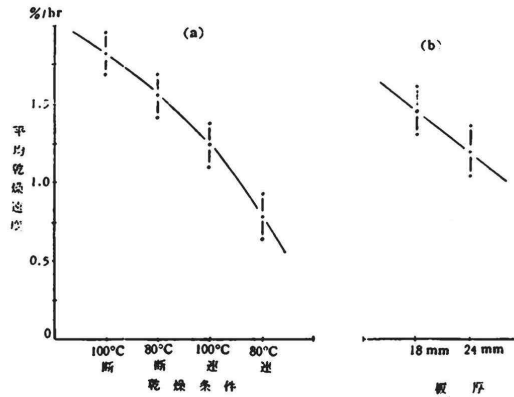
③ : 主効果

⊗ : 交互作用があつたもの

順序は 100 (断)
> 80 (断) >
100 (連) >
80 (連) とな
って乾燥条件による差異が認められ断続運転が何れも大きい値を示したまた、板の厚さについても差異が認められ、18 mm > 24 mm と薄い板が大きい値を示した

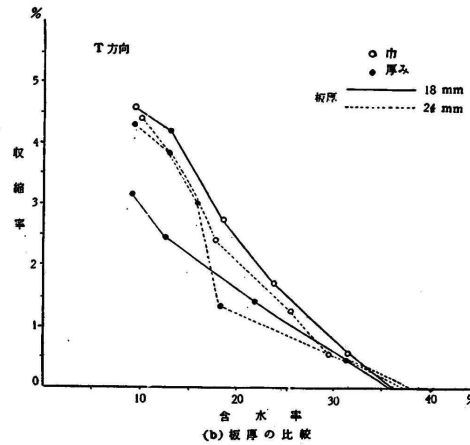
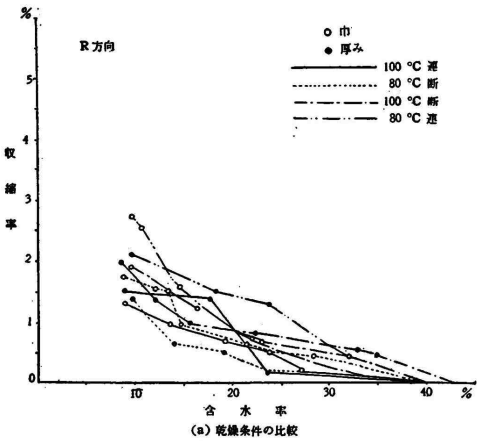


第 2 図 平均乾燥速度効果グラフ (延時間)

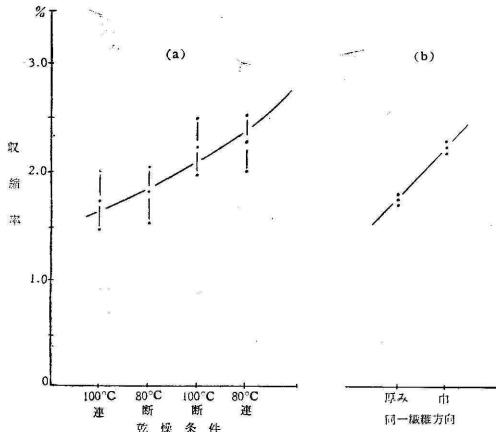


第 3 図 平均乾燥速度効果グラフ (運転時間)

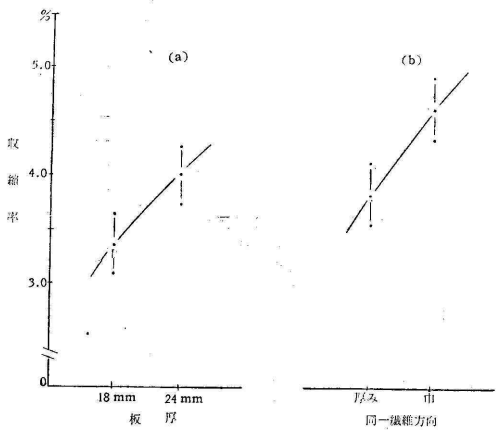
更に厚さと木取りの両因子の組合せに交互作用として差異があり 18 mm × 板目 が最も大きく、24 mm × 板目が最小値を示した。これは厚さのみでなく、また木取りのみでなく、両因子の組合せにより同一の乾燥速度をとらないことを示すものである。



第 4 図 収 縮 経 過 図



第 5 図 収縮率の効果グラフ・半径方向



第 6 図 収縮率の効果グラフ・切線方向

100 (連) > 80 (断) > 100 (断) > 80 (連) の順を示し、巾と厚み方向でも差異があり、巾 > 厚みを示し、さらに板厚と巾、厚みが組合せになった交互作用に差異があり 18mm・厚みが最小で 18mm・巾が最大値を示した。切線方向の収縮率に対しては板の厚さに差異があり、18mm > 24mm を示すとともに、巾・厚みも巾・厚みと半径方向と同様のことが認められた。また、板厚と巾厚みが交互作用を示し、18mm・厚みが最小で 18mm・巾が最大値を示した。

4. 考 察

(1) 乾燥速度

運転時間を基準にすると乾燥速度に及ぼす乾燥温度の影響はむしろ、中間で平衡含水率を変えたことと、12時間の運転休止期間中にも 2~3% の水分蒸発が認められたことに直接関係すると考えられる。乾燥熱気の平衡含水率は蒸発能力を大きくすることであり、休

止期間中には水分拡散の促進と水分傾斜の緩和をもたらしたものと考えられる。これに対して延時間基準ではむしろ温度の影響が認められ、100 の適用により逆比例的に乾燥時間も短くなることが明らかである。ここで生産工場における乾燥装置および乾燥操作を検討する。すなわち、ここで企業内の他の要因をさておけば、乾燥処理能力として算出するに、延時間、つまり乾燥装置を占有する時間は初期含水率が、40% 前後であれば 100 の連続運転で月間 24回、100 断続運転で、夜間休止の場合は月間 16回、80 ではそれぞれ月間 16回および、12回となる。なお、乾燥操作時間にコンディショニング、イコーライジング、クーリング時間を考慮に入れる場合は月間生産量は当然少なくなる。

更に乾燥条件を 100 以上の過熱蒸気乾燥の試験例と比較すると乾燥時間の短縮の余地が充分あると考えられる。しかし、過熱蒸気乾燥には他の制約もあるので必ずしも得策とは判定し難い。

装置の点からみると最高温度を 100 にする場合と 80 にとどめる場合では加熱管の容量、材質、構造体の構成、熱絶縁材料の組合せ等に問題があるので装置の設計に当ってはこれらの点からの考慮を見逃がすわけにはゆかない。

(2) 収縮率

収縮率はミズナラ、ハルニレ、カバ類の広葉樹材に比較して小さいのは明らかであるが、乾燥条件による影響は有意差があったとはいえ、僅少であった。また常温乾燥処理材との比較においても 1.1倍以内にあるか逆に小さい値を示した。これに対して板厚、又は巾と厚み、および板厚・巾と厚みの組合せにおいて有意差があったことは、板のディメンジョンのあり方によって収縮率が異なる結果を示した。特に広葉樹材では板厚 > 板巾となって現われるに対して、本試験では板巾 > 板厚となって現われた点については更に検討すべき問題と考えられる。

(3) その他

乾燥材を評価するには品質の欠陥の発生如何が問題になるが、本試験でも巾反り、狂い等について検討したが傾向を得ることが出来なかった。針葉樹では多くの場合、樹脂の流出をみるが、本試験でも流出は認められたがその程度は小さく、100 の場合は特に硬化していることが観察された。

本試験の実行に当り、終始、測定、計算に協力を頂いた伊藤組木材 K・K の高井平三氏に厚く謝意を表します。

参考文献

(3) 中川 宏：林業指導所研究報告 No. 11. 1956