

# 針葉樹構造用柱材の乾燥試験

— 乾燥スケジュールと圧縮乾燥による品質特性 —

中 蔦 厚 菅 谷 恵美子

## Drying Tests on Sawn Softwood for Structural Squares

— Effects of the drying schedule and press on qualities of squares —

Atsushi NAKAJIMA Emiko SUGAYA

Sawn squares (10.5×10.5×365cm) of ezomatsu, *Picea jezoensis*, and todomatsu, *Abies sachalinensis*, were kiln-dried in a conventional (60–80°C) and in a high-temperature (80–90°C) schedules. Effects of the drying schedules and press were evaluated on the qualities of squares. The high-temperature schedule apparently reduced the drying time without increasing wood defects compared with the conventional one. The press-drying was efficient in preventing deformations in the squares.

建築用柱材（エゾマツ、トドマツ）の乾燥試験を、中温（60～80°C）および比較的高温（80～90°C）条件で行い、乾燥特性を検討した。また、圧縮効果についても検討を加えた。

高温乾燥は中温乾燥に比べ、乾燥時間が短く、材の品質では大差ないため、高温乾燥の方が実務面で有利である。また、圧縮乾燥は特にエゾマツのねじれ抑制に効果がみられ、狂いが発生し易い材に有効である。

### 1. はじめに

近年、人工乾燥された建築構造用柱材（エゾマツ、トドマツ）の需要が急速に伸びてきている。住宅性能の向上を図る上でも、適正な含水率に管理され、かつ、品質の良い製材品を求める声が、木材を供給する側、それを使用する側（工務店や特に最近では設計者）共通にあり、とみにその要求度の高まりをみせている。しかし、現状では木材を売る側は乾燥による割れ、狂いなどの損傷への警戒や、乾燥コストを出来るだけかけたくないことなどから、必要最小限の乾燥を行う傾向にある。

今回は、これらの建築用柱材について蒸気式 I.F.

型乾燥装置を用い、中温および比較的高温乾燥条件によって乾燥を行い、諸々の乾燥特性について比較検討した。また、狂い抑制に有効と考えられている圧縮乾燥の効果を確認し、これらにより建築用柱材の適正乾燥条件を追求したので報告する。

### 2. 試験方法

#### 2.1 乾燥装置

乾燥試験に使用した人工乾燥装置は、ヒルデブランド社製の側部送風型のもので、標準の木材収容材積は約2.2m<sup>3</sup>である。またこの装置は、自動油圧プレスを装備し、棧積み上部から最大約15トンの荷重を加えるこ

第1表 試験条件  
Table 1. Drying test conditions

条件事項 Item of condition	乾燥スケジュール Drying schedule	圧縮 Press drying
条件 1 Condition No.1	中温 Conventional schedule	無し Non-press
条件 2 Condition No.2	高温 High-temperature schedule	無し Non-press
条件 3 Condition No.3	中温 Conventional schedule	有り Press
条件 4 Condition No.4	高温 High-temperature schedule	有り Press

とができる。

## 2.2 乾燥条件

乾燥試験は、第1表に示すとおり4条件を設定した。すなわち、条件1は中温乾燥スケジュールにより圧縮を行わない。条件2は高温乾燥スケジュールで同じく圧縮を行わない。条件3は中温乾燥スケジュールにより圧縮を実施した。条件4は高温スケジュールにより圧縮を行った場合である。乾燥スケジュールは中温、高温で第2表に示すとおりである。また圧縮条件は椈木の単位面積にかかる圧力が約6kgf/cm<sup>2</sup>で、椈木間隔は30cmである。

## 2.3 供試材

乾燥試験に供試した試験材は各条件とも、10.5cm正角材（長さ365cm）のエゾマツ20本、トドマツ20本の計40本で、各樹種20本のうち、心去り材が17本、残り3本は心持ち材である。また、各条件で含水率スケジュール用コントロール材をエゾマツ、トドマツ各1本（長

さ1m、心去り材）用い、これを含水率測定用とした。初期含水率は50%前後の生材で、目標仕上げ含水率を15%として乾燥した。

## 2.4 測定事項

乾燥経過中は、コントロール材の含水率（重量法）と収縮（寸法）を一定時間ごとに測定した。寸法の測定箇所は材幅を1材面4点（幅方向の端部2点と、その内側を等間隔で2点）、直交する2方向で計8点を1/100mm精度のデジタルノギスで計測し、2方向のうち大きな収縮量を示した幅方向4点の平均値を検討の対象とした。

また乾燥終了後、各条件で材の品質を比較するため、供試材全数についてねじれ、曲がり、割れの損傷を測定した。ねじれは末口・元口の角度差をデジタル角度計で隣合う2材面につき測定し、この平均値を材長365cm当たりのねじれ角とした。曲がりは同じく長さ方向の中央矢高を0.5mm単位で4材面測定し、この4材面のうちの最大値を材長当たりの曲がり量とした。割れは木口から伸びた木口割れと材面に現れた表面割れを区別し、それぞれ10mm以上の割れ長さについて4材面測定し、その割れ長さ合計を材1本当たりの割れ長さ量とした。

## 3. 結果

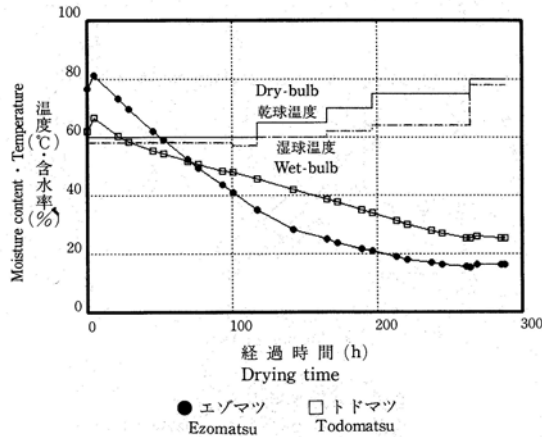
### 3.1 乾燥速度

各条件の乾燥経過図を第1~4図に示す。各条件・樹種で初期含水率に違いがあり、厳密には比較検討は

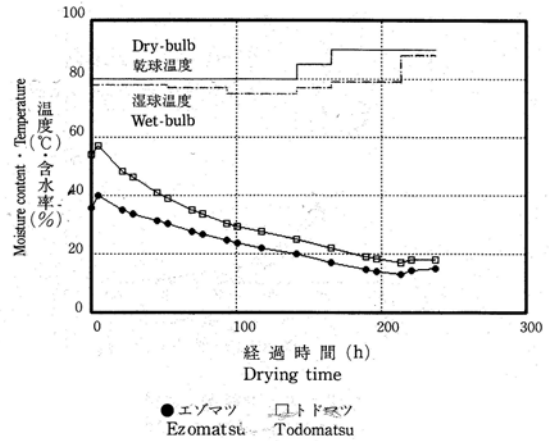
第2表 乾燥スケジュール  
Table 2. Drying schedule

含水率 Moisture content (%)	中温スケジュール (°C) Conventional schedule		高温スケジュール (°C) High-temperature schedule	
	乾球温度 Dry-bulb	乾湿球温度差 Wet-bulb depression	乾球温度 Dry-bulb	乾湿球温度差 Wet-bulb depression
生材 Green wood	~35 60	2	80	2
	~30 "	3	"	3
	~25 65	5	"	5
	~20 70	8	85	8
	~15 75	11	90	11
調湿処理※ Conditioning	80	2	"	2

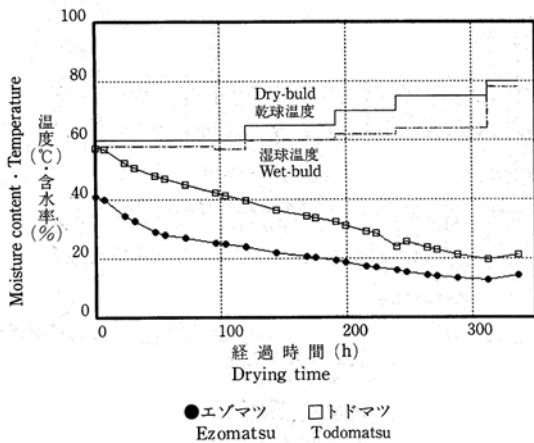
※：調湿処理は約24時間行う。  
conditioning for 24 h



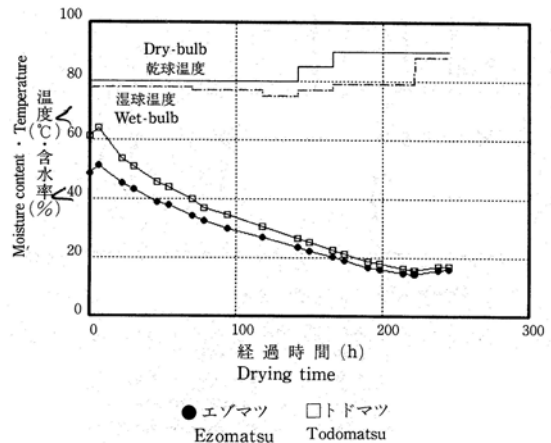
第1図 含水率経過 (条件1)  
Fig. 1. Kiln schedule and drying curve for samples (Condition No.1)



第2図 含水率経過 (条件2)  
Fig. 2. Kiln schedule and drying curve for samples (Condition No.2)



第3図 含水率経過 (条件3)  
Fig. 3. Kiln schedule and drying curve for samples (Condition No.3)

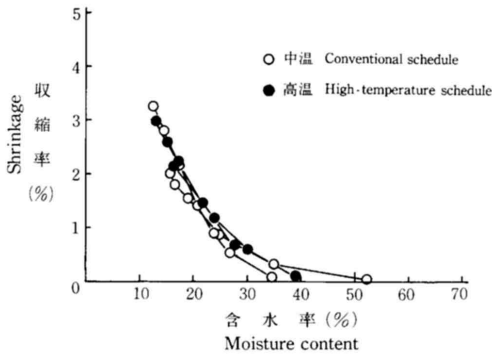


第4図 含水率経過 (条件4)  
Fig. 4. Kiln schedule and drying curve for samples (Condition No.4)

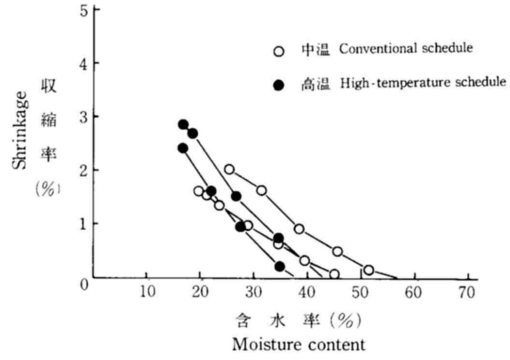
できないが、中温乾燥の条件1と3の乾燥日数は調湿処理時間(1日)を含め12~14日、高温乾燥の条件2と4の場合約10日未満となり、高温スケジュールは中温に比べ、約25%短縮された。また、中温乾燥条件では高温に比べ、トドマツの乾燥性が悪い結果となった。これは材質・水分むら等による影響と考えられるが、いずれにしろ高温乾燥の方が時間短縮が図られ有利と考えられる。ただし、この問題は材の品質と合わせて考える必要があり、このことについては後半で触れることとする。

### 3.2 収縮

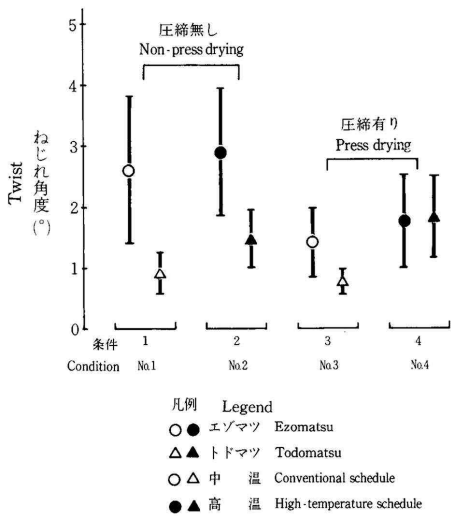
エゾマツ、トドマツの生材寸法を基準とした収縮率経過を、第5,6図に示す。これらの収縮率は、厳密にはそれぞれ測定断面の方向性に違いがあるがほぼ心行き材の追い桁方向の収縮を表し、一般的には心持ち材に比べ大きく<sup>1)</sup>、標準的か、やや大きめの数値として考えられる。これらの結果から、中温・高温乾燥による違いを見ることはできないが、エゾマツでは平均含水率40~50%付近から収縮が始まり、両条件ともほぼ類似した傾向で推移し、気乾含水率(15%)時で約



第5図 収縮率経過(エゾマツ)  
Fig. 5. Relationship between moisture content and shrinkage (Ezomatsu)



第6図 収縮率経過(トドマツ)  
Fig. 6. Relationship between moisture content and shrinkage (Todomatsu)



第7図 ねじれ角度の平均値とその区間推定 (信頼度95%)

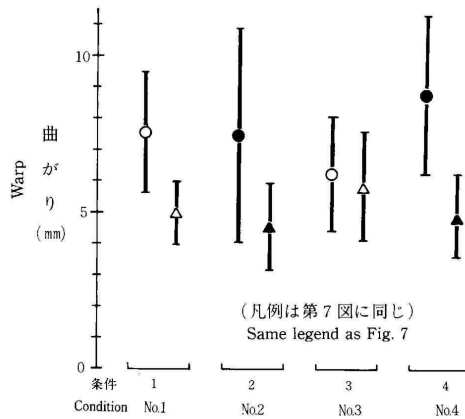
Fig. 7. Interval estimation of twist (Confidence coefficient : 95%)

2.8%の収縮率を示した。また、含水率20%までの収縮量(率)は、エゾマツが1.6~2.3mm (1.5~2.1%)、トドマツが1.8~2.8mm (1.7~2.6%)の範囲であった。

### 3.3 材の損傷

材の狂いについて、条件別にねじれ角度、曲がり量の平均値と危険率5%でその信頼区間を求めた結果を、それぞれ第7, 8図に示す。

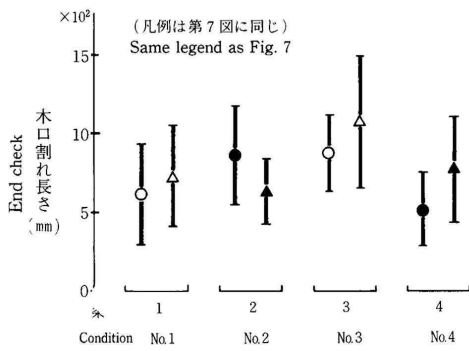
図で明らかなように、ねじれ、曲がりともエゾマツの方が大きな値を示し、今回供試した試験材では、エ



第8図 曲がりの平均値とその区間推定 (信頼度95%)

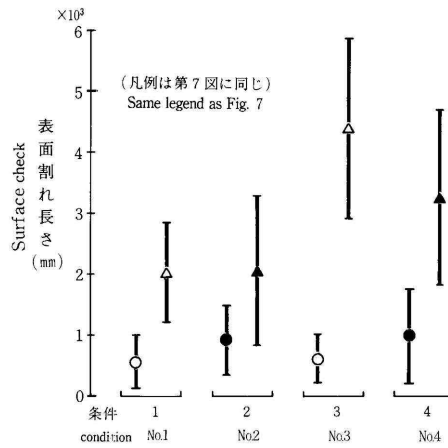
Fig. 8. Interval estimation of warp (Confidence coefficient : 95%)

ゾマツの方がトドマツより狂い易かった。一方、圧縮の効果は特にエゾマツのねじれ抑制に認められ、条件1と3(中温条件)、条件2と4(高温条件)の間で分散分析を行ない、ねじれ抑制効果を評価した結果、ともに危険率5%で有意であった。しかし、トドマツのねじれ、および両樹種の曲がりについては、中温・高温条件いずれも有意差は認められず、ほぼ同様な狂い量と考えられる。また、トドマツのねじれに関しては、条件1と2あるいは条件3と4との間、すなわち乾燥スケジュールの違いにより、危険率5%で有意差が認められ、中温乾燥より高温乾燥でねじれが大きくなる傾向となった。しかし、エゾマツに比べればその



第9図 木口割れ長さの平均値とその区間推定 (信頼度95%)

Fig. 9. Interval estimation of end check (Confidence coefficient : 95%)



第10図 表面割れ長さの平均値とその区間推定 (信頼度95%)

Fig. 10. Interval estimation of surface check. (Confidence coefficient : 95%)

相対量は小さく、混材で乾燥する場合は、乾燥時間の短い高温乾燥が有利と予想できる。

次に割れの積算長さを木口割れ、表面割れに分け、それぞれ第9, 10図に示す。丸印と三角印は同じく、エゾマツとトドマツを表す。木口割れは両樹種に違いはあまりみられないが、表面割れは全般的にトドマツで多く発生し、エゾマツはいずれの条件でも低位であり、品質の面ではトドマツの表面割れに対し注意を要するという結果となった。

また、これらの結果について、乾燥スケジュールの違い(中温・高温)、圧縮の有無によって差があるかどうかを検討するため、狂い同様に、これらを2因子として、木口割れ長さ、表面割れ長さごとに分散分析を行い評価してみた。

その結果、木口割れについてはエゾマツの条件3と4、すなわち乾燥スケジュールの違いにより危険率5%で有意となった。その他の条件の比較では、乾燥スケジュールの違い、圧縮の有無で差は認められず、木口割れを抑制する上ではむしろ両樹種とも高温乾燥が有効と考えられる。一方、表面割れについては、トドマツの条件1と3、すなわち中温乾燥条件で圧縮の有無により高度に有意と認められたが、エゾマツでは中温・高温条件とも差がない。これは条件3に供試したトドマツ材の内、心持ち材3本に割れが多発したことが影響したものと考えられ、特に割れの発生が予想さ

れる心持ち材あるいは節の多い材では圧縮乾燥は狂いを抑制する反面、割れを増大させると考えられる。

#### 4. まとめ

建築用針葉樹エゾマツ、トドマツ正角材を中温乾燥および高温乾燥の2つの乾燥スケジュールにより、上部荷重による圧縮をかけた場合とかけない場合の2条件で人工乾燥試験を行い、両樹種の乾燥性を比較検討した。結果を要約すると次のとおりである。

- (1) 乾燥時間は中温スケジュールに比べ、高温で2~3割短縮できる。
- (2) 含水率約20%までの心去り材の収縮量(率)は、中温・高温条件の乾燥スケジュールによる差は明らかでなく、エゾマツで1.6~2.3mm(1.5~2.1%)、トドマツが1.8~2.8mm(1.7~2.6%)の範囲であった。
- (3) 圧縮乾燥は特にエゾマツのねじれ抑制に有効であった。トドマツのねじれは、高温乾燥条件の方が大きくなるが、その量は僅かである。また、曲がりについては乾燥スケジュール、圧縮による有意差は両樹種とも確認できなかった。
- (4) 材の割れは、エゾマツと比較するとトドマツの表面割れが大きい。また、スケジュールによる差は小

さく、高温乾燥の方が時間短縮の意味で有効と考えられる。トドマツの場合、圧縮乾燥により表面割れの発生が懸念される。

文 献

- 1) 信田 聡, 千葉宗昭, 奈良直哉: 林産試験場月報, No. 403, 1~9 (1985)

- 技術部 乾燥科 -

(原稿受理 H4・4・14)