

# 引張荷重下の収縮への温度依存性

藤田 晋輔<sup>\*</sup>・高橋 徹<sup>\*</sup>

Shinsuke FUJITA, Akira TAKAHASHI

Temperature Dependence of Shrinkage under Tensile Load

## はじめに

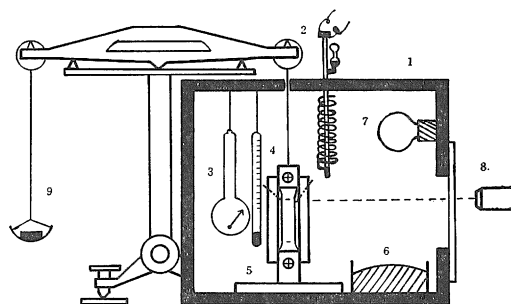
乾燥条件が収縮に影響する因子として、木材中に生ずる内部応力と組織構造とがあげられる。前者はおもに水分傾斜にもとづく応力の時間的变化によって、ひずみが発生し、木材自身のもつ自由な収縮 (Basic shrinkage) に変化をあたえる。後者は細胞膜層の構成および放射組織、木柔細胞などの各種細胞の配列とその量が収縮に影響するものと考えられている。ところで、木材を乾燥させると、前述のように、木材表面から水分が蒸発するため、水分傾斜が生じ、その結果、表面と内部とでは収縮の差ができて、板材表面に引張応力、内部に圧縮応力が起るようになる。しかも、これらの応力は乾燥がすすむにつれて変化し、一度はそれぞれ最大になるが、その後は小さくなって、表面と内部とでは応力関係が逆転して、乾燥の終るころには表面に圧縮、内部には引張応力をもったままになっている。何れにしても、木材乾燥で問題になるのは、乾燥した材に応力をもたせないようにすると同時に、乾燥中も応力をなるべく小さくして、割れや表面硬化のいわゆる乾燥障害がおきないようにすることである。

このように、人工乾燥中の木材は常に内部的にも外部的にもなんらかの応力をうけている。すなわち、板材面については組織構成要素の異状収縮、また厚さ、幅、長さについては水分傾斜による収縮の遅速などが考えられる。一方、乾燥中の木材は乾燥温度による木材構成要素の熱化学的影響および含水率変化に伴う弾性係数などの材質の変化をうけていると考えられる。この応力と材質の変化は部分的に不均質、不規則であるために、板の寸法は普通異常変形している。

本報告は板材の乾燥初期の板材表層部分を想定し、引張荷重下の収縮が温度によって、どのような挙動を示すかについて検討を加えた。

## 実験方法

実験材料はヒノキ (*Chamaecyparis obtusa* Set Z.) 正常辺材で、切片の作成方法、測定方法は既報<sup>(1)</sup>のとおりで、実験装置は Fig. 1 に示した。



1. regulated thermostat box
2. regulator
3. hygrometer
4. upper holder
5. under holder
6. drying basin
7. heat source
8. comparator
9. load

Fig. 1 Diagrammatic sketch of the extensometers used for creep test during drying.

実験条件は負荷重が 0, 10, 20 g の 3 条件、温度が 20°, 30°, 40°, 50°, 60° C の 5 条件、湿度はいずれの場合も 40% R. H. に保持された。温度の調節は水銀温度調節器で行ない、温度の読みは試験片側近の温度計で読みとった。以上の条件のもとで、ほぼ絶乾に近い状態までの負荷後 200 分まで、読み取り顕微鏡 (精度 0.001 mm) で、その収縮量を測定した。また、測定はすべて平衡条件下に達したのちおこなった。

## 実験結果と考察

1 条件について、平均 10 本の試験片について行ない、

<sup>\*</sup> 木材加工学研究室

各時間における負荷重下の収縮量を平均し、各温度別における収縮曲線を得た。それぞれの温度における負荷重下の収縮曲線を描けば、Fig. 2～Fig. 6 のようになる。

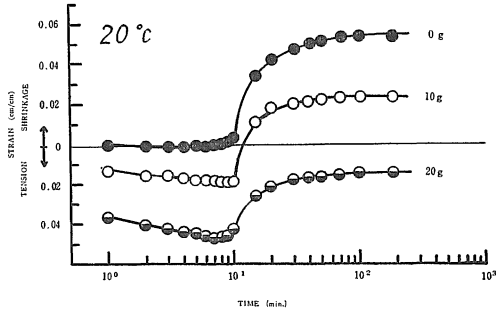


Fig. 2 Relation between shrinkage and time at 20°C under tensile loads, green specimen dried till about 2% M.C. over silica-gel.

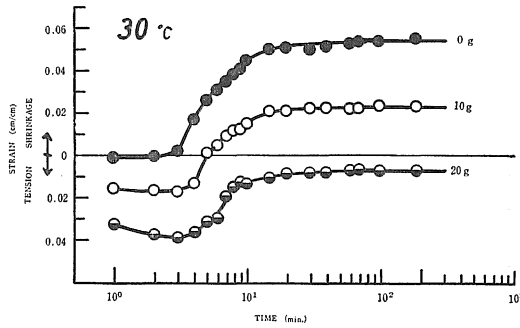


Fig. 3 Relation between shrinkage and time at 30°C under tensile loads, green specimen dried till about 2% M.C. over silica-gel.

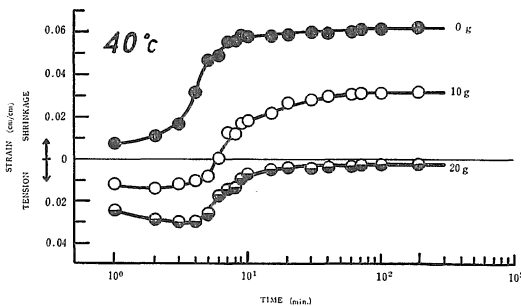


Fig. 4 Relation between shrinkage and time at 40°C under tensile loads, green specimen dried till about 2% M.C. over silica-gel.

これらの図から、次のようなことがわかる。すなわち、この程度の負荷重では、温度が高くなっても、瞬間ひずみにほとんど差がない。しかし、温度が高くなればなるほど、収縮開始の時刻が早く、また収縮が早く終了し、一定になる時刻は早くなる。低温度(20°~40°C)の収縮経路は収縮開始まで、すなわち10<sup>0</sup>~10<sup>1</sup>分の間で、引張クリープの経過が見られて、類似の傾向を示すが、高温度(50°C以上)になるに従って、収縮経過はすでに測定可能な10<sup>0</sup> min. よりすでに収縮を開始している点で、少々異なった経路を示している。ところで、その最終収縮率と温度との関係を示したのが、Fig. 7である。これから、最大収縮率は各負荷重とも温度の高低に対して、少し関係し、やや増加の傾向が認められる。一方、個々の温度条件においての負荷重差による収縮開始時刻は、大体同時に収縮を開始している。負荷重の収縮挙動は荷重が大きくなるにつれて、収縮量は少なくな

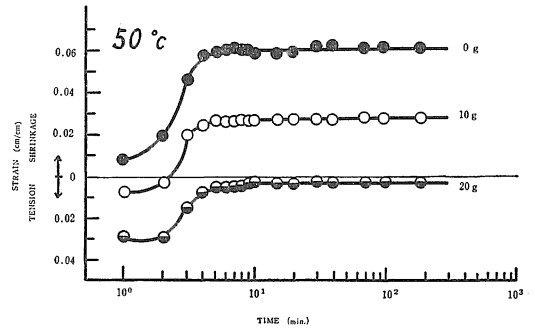


Fig. 5 Relation between shrinkage and time at 50°C under tensile loads, green specimen dried till about 2% M.C. over silica-gel.

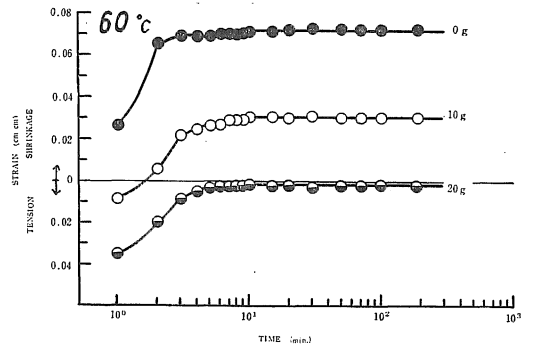


Fig. 6 Relation between shrinkage and time at 60°C under tensile loads, green specimen dried till about 2% M.C. over silica-gel.

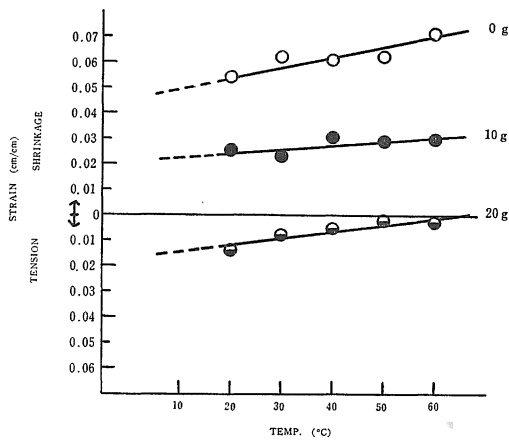


Fig. 7 Relation between temperature and final shrinkage under each tensile load. (after 220 min.).

っているが、このことは引張荷重下にあるために、乾燥初期のクリープと乾燥中の負荷のために、すべりを生じて、いわゆる *drying set* したものであろう。

実際の乾燥にあつては、乾燥の初期に生ずる引張応力は乾燥条件によりかなり異なり、あまりにも苛酷な条件ではその応力は横引張強さより大きくなり、割れを生ずる。したがって、乾燥条件を適当に調節して、応力の生じないようにするのが通常であり、ここに乾燥操作の技術が必要となる。いろいろの温度で実験した乾燥実験では最大ひずみ量は大体同じであることが報告されてい

(2)(3)る。低い温度と高い温度で水分平衡状態での弾性係数を比較してみると、温度だけの点については低温では高温より大きくなるが、含水率では反対の結果となっている。一方、水分非平衡下での温度が高く含水率が多い場合は異常な応力緩和現象が生ずるものと想像され、その大きさが検討されている。木材乾燥の実験結果からは表面層の引張ひずみが最大になったあと、次第に減少するのは水分こう配などで応力が発生しても、ある程度になると、クリープが生じて、しかも応力が緩和されるものと考えられる。

### 結 論

1. 引張荷重下の収縮への温度の影響は温度が高くなればなるほど、その収縮開始時刻は早くなるが、その収縮経過は大体類似の傾向をたどる。

2. それぞれの負荷重における最大収縮率との関係はあまり温度に依存していないが、しかし、温度が低いほど、その最大収縮率は低くあらわれる。これは低温度で乾燥した場合、高温度で行なった場合よりも若干最終の含水率が高いことが推定される。

### 文 献

1. 藤田晋輔・中戸莞二：木材誌 11, 36~40, 1965
2. 小倉武夫：木材工業 15, 425~428, 1960
3. 大沼加茂也・斎藤寿義：林業試験場研究報告, 第116号, 75~83, 1959

### Summary

As the primary factor of the shrinkage during drying, it has been considered the internal stresses and the difference of the structure. The former is the time-changes of the stresses due to the moisture gradients which occurs the strain, and it gives the change of the basic shrinkage of wood itself. On the other hand, the latter is influenced to the structure of cell-wall or its arrangement and amounts of any tissues, for instance, medullary ray tissue or wood parenchyma cell.

Now, when the wood is dried, the water is evaporated from the surface of a board. Consequently, it raises the difference of the shrinkage between the surface and the inside of a board, therefore, it raises the tensile stresses on the surface of a board and compressive stresses into a board.

Thus, the wood during drying always are given the stresses internally and externally. It is seemed that drying wood suffer the thermochemical change of the wood structure components, and the elastic change of the quality of the materials are partly nonhomogeneity and irregularity, the dimension of the board changes phenominally.

This report was discussed how to show some behavior of the shrinkage due to the temperatures under the tensile loads, on the assumption that is the surface of a board through the initial stage of drying. The experimental apparatus is shown in Fig. 1, and the experimental results are shown in Fig. 2—7.

Experimental results are summarized as follows;

1. As regards the effects of the temperature for the shrinkage under the constant load, the time of the start of shrinkage become early increasing the temperature.
2. The relation between the maximum shrinkage and the temperature under each constant tensile load are hardly dependence on the temperature.