

琉球大学学術リポジトリ

小型木材試験片の膨潤乾縮量測定(林学科)

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学農学部 公開日: 2008-02-14 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 林, 弘也, Hayashi, Hiroya メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/3865

小型木材試験片の膨潤乾縮量測定*

林 弘 也**

Hiroya HAYASHI: Measurements of swelling and shrinkage with small wood specimen

Summary

A method used wire strain gage for dimensional change in swelling and shrinkage of small wood specimen and measuring conditions are described. Conditioning time of wood specimen in some relative humidity is needed relatively long time. It is about 10 hours in this experiment. As it is measured mechanically relative humidity in the desiccator and dimensional change of the specimen remained in the conditioning desiccator by the personal computer, measurement is done precisely and readily in this method. It is measured dimensional change in swelling and shrinkage of diffuse porous woods with same history. Wood specimens are conditioned in the atmosphere from 18% R.H. to nearly 100 % R.H. at 25°C. A dimensional change is measured 1-4 cycle per one specimen in above mentioned condition. Moisture at fiber saturation point does not effect dimensional change in shrinkage but decrease dimensional change in swelling. Dimensional change in swelling and shrinkage is increased by heat treatment.

It is supposed that this increasing comes from cancellation of internal stresses in wood.

緒 言

木材は水分により膨潤乾縮するが、膨潤乾縮量の異方性、膨潤乾縮速度の異方性等の機構については種々の仮説が提案されている^{3) 4)}。これらの仮説は材を構成する細胞の性質に支配されていることに帰するものと考えられる。しかしマクロな材の挙動についても明確にされていない点がある。例えば含水率と膨潤乾縮の過程はヒステリシスがあるとされているが、Sadoh ら²⁾は薄切片を使用したフープパインの実験からヒステリシスが認められないことを報告している。またQuirk¹⁾は早晚材の構成が膨潤乾縮の異方性の機構に関与していることを示唆している。これらの実験事実から木材の膨潤乾縮の機構は

* 「広葉樹散孔材の膨潤乾縮機構に関する研究、第一報」とする。

** 琉球大学農学部林学科

必ずしも明確にはされていないと考えられる。また膨潤乾縮が材の履歴に影響されることが認められ⁵⁾、材の膨潤乾縮量は変動の大きなものとなり、細胞構造に基づいた機構の解析を難しいものになっている。しかし膨潤乾縮機構の精度の高い解析には、材の組織構造が均質化された小形の木材で得られたデータを解析する必要がある。本報告は、材の微小部分の膨潤乾縮量をストレインゲージで検出し、計測条件及び若干の測定データを検討した。

本実験の実施に当って、協力いただいた垂内朋美、宮崎竜夫両君に感謝します。

実験材料及び方法

供試材は生長輪内の細胞構成が比較的均一な材として広葉樹散孔材を選定した。散孔材の樹種は通直木理を持つ材であるハウノキ (*Magnolia obovata*)、エゴノキ (*Styrax japonicum*)、タブノキ (*Machilus thunbergii*) の3樹種を選定した。材は沖縄県名護市にある北明治山で伐採し、試験片の作製までの期間生材状態を保持した。試験片は地上高約1.2mの部位から採取した円盤の辺材から作製した。試験片は接線方向に約20mm、放射方向に約2-3mm、繊維軸方向に約60mmの直方体状の板目板であり、試験片はエンドマッチの状態、3個連続して採取した。目切れの無い試験片2個を選び供試した。放射方向の厚みはほぼ一生長輪幅に相当するようにした。

実験は試験片の履歴が一定になるように試験片の取扱いに注意した。生材状態の試験片を温度25℃、相対湿度約65%で調湿し、膨潤乾縮量測定用のストレインゲージは直角ストレインゲージの2軸が材の接線方向と繊維軸方向に一致するように接着した。実験は室温25℃、相対湿度65%の恒温恒湿室で行った。試験片の調湿は、塩の飽和溶液で調湿した空気をエアポンプを用いて試験片保存槽(デシケータ)中を循環させて行った。調湿に使用した塩の飽和溶液はTable 1に示した。調湿は、相対湿度65%から約18%まで低下させ、次に約18%から約100%まで増加させた、再び約100%から約65%まで低下させ、この繰り返しを膨潤乾縮過程の1サイクルとした。一部の試験片は4サイクル繰り返し試験をした。膨潤乾縮量は試験体の接線断面に接着した3軸の直角ストレインゲージ(共和電業製、k-10-b4-11)によりストレンメータ(新興通信工業製、DSA-601B型動ひずみ計、PS7-LT型静ひずみ計)で計測した。測定装置のブロックダイアグラムをFig. 1に示した。膨潤乾縮量は測定実験を開始した相対湿度65%の寸法を基準に測定し、計算により求めた。

Table 1. List of chemicals for conditioning

Chemicals (Saturated solution)		Relative humidity at 25℃ %
Zinc chloride	ZnCl ₂	18
Potassium acetate	KCH ₃ COO	30
Magnesium chloride	MgCl ₂	40
Sodium bromide	NaBr	64
Sodium chloride	NaCl	75
Potassium chloride	KCl	90
Water	H ₂ O	100

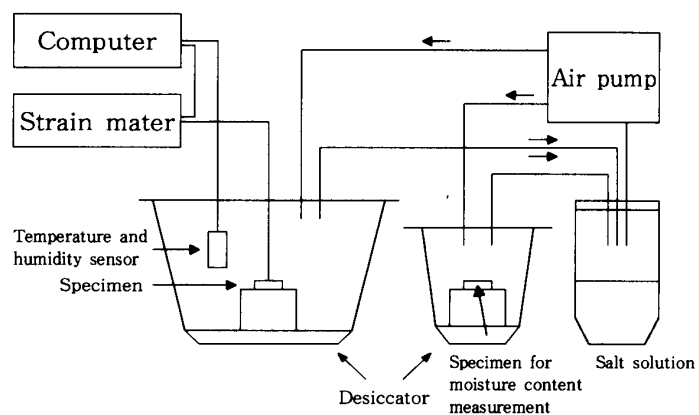


Fig. 1 Schema of measuring apparatus

実験結果及び考察

試験片がある相対湿度の環境から他の相対湿度の環境に移動された時、試験片が平衡含水率に達し、試験片の寸法変化が一定値に安定するには、ある程度の時間を必要とする。この安定に達する時間は、試験片の水分傾斜が無くなり、平衡含水率に達する時間と本実験の場合にはゲージの接着剤（シアノアクリレート）が平衡含水率になる時間を含むものと考えられる。この時間は同一の試験片であっても実験条件によって変化するので、本装置による安定時間を確認する測定を行った。接着剤の寸法安定に要する時間は、水分に対する膨潤乾縮の無いアルミニウム棒にゲージを接着し、寸法変化が安定する時間を検定した。デシケータの相対湿度変化と共に相対湿度64%と約100%との寸法変化の結果をFig. 2に示した。本実験では、デシケータ内の相対湿度が調湿液の相対湿度と平衡になるのに臭化ナトリウムと水は約100分、塩化マグネシウムは約210分の時間を要し、その他の調湿液は両者の中間にあった。この時間の差異は主に前の湿度と新たに調湿する湿度との湿度差の大小によって生じたものと考えられる。その後も測定を続け、約10時間の測定をしたが、ストレインゲージで計測した寸法変化は動ひずみ計、静ひずみ計とも 40×10^{-6} ストレイン以内であり、両ひずみ計共にひずみ計の長時間測定誤差の範囲内であった。すなわち接着剤の湿度による寸法変化は認められなかった。木材試験片の相対湿度90%の時の寸法の経時変化をFig. 3に示したが、使用した調湿液の測定結果では、試験片の寸法が安定するに要する時間は8-10時間であった。そこで以後の膨潤乾縮量の測定実験は調湿時間を10時間に設定した。

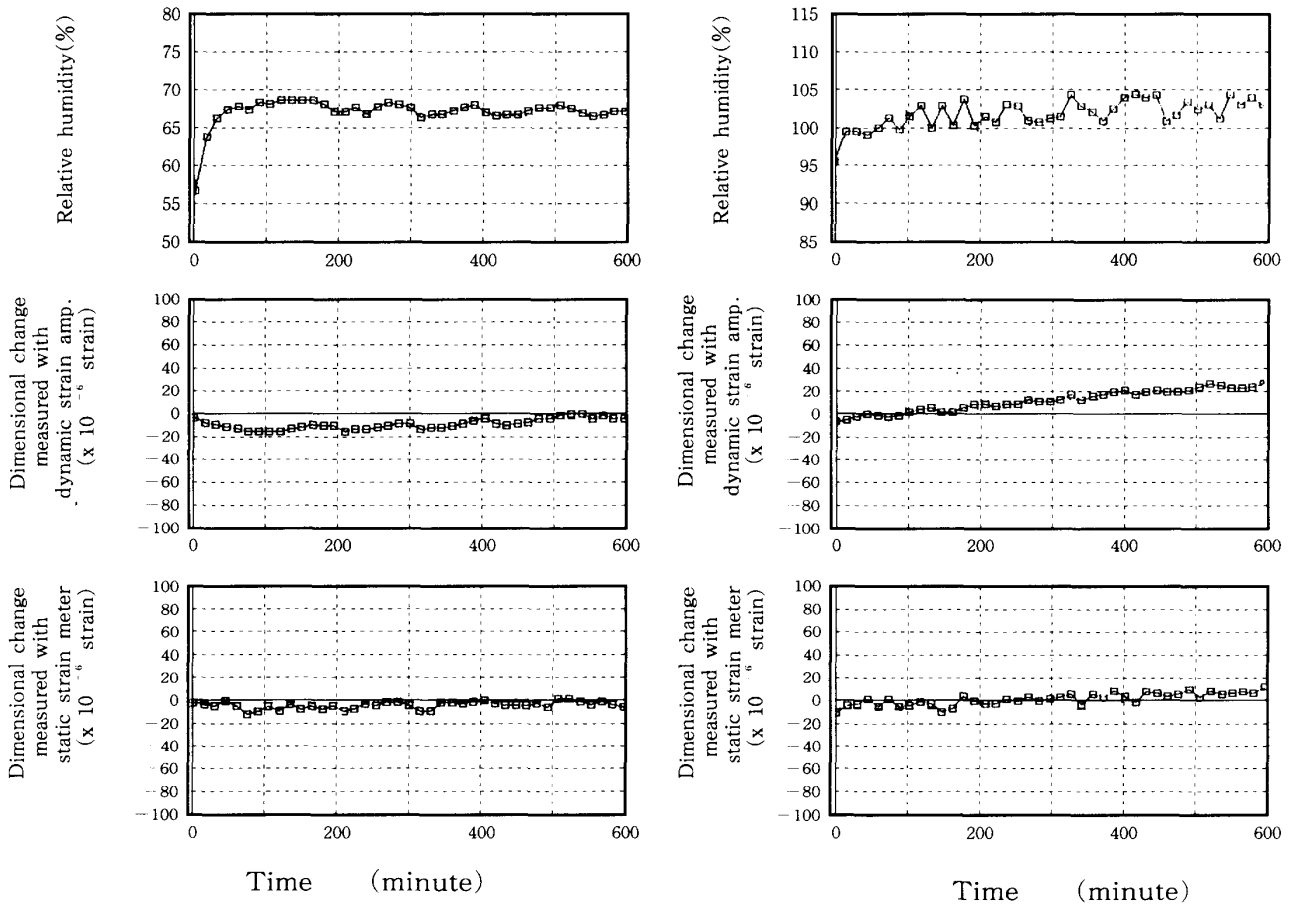


Fig.2 Dimensional change of adhesive in two relative humidity conditions (64%R.H. and 100%R.H.)

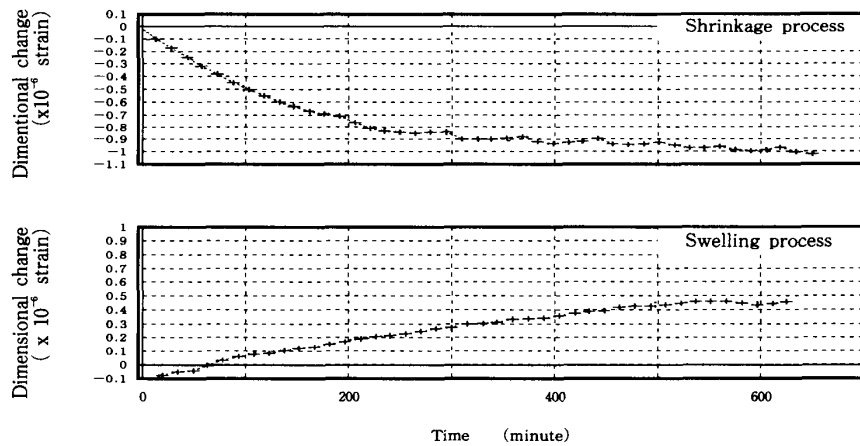


Fig.3 Tangential dimensionl change of EGONOKI from 0 to 630 minutes at 90% relative humidity

ゲージの接着剤は湿度に対して不安定であることも懸念されたので、以下の確認の実験を行った。上述した約10時間の測定時間で、各調湿条件下の膨潤乾縮量を測定した。膨潤乾縮量は繊維軸方向と接線方向、繊維軸に対して45度方向の3方向であるので、膨潤乾縮による寸法変化の主軸の方向をロゼット解析計算によって求めた。エゴノキとハウノキの各含水率に於ける寸法変化の主軸方向と測定ゲージの方向のずれ角を Table 2 に示した。試験片によって角度は異なるが、同一試験片の各含水率におけるゲ

Table 2. Angle between principal axis of dimensional change and strain gage axis at some moisture of specimen

Name of specimen	Moisture content					% R.H.			
	22	40	75	90	100	90	75	40	22
EGONOKI	4.9	4.8	5.2	3.8	5.4	4.9	6.3	7.4	8.4
HOUNOKI	-5.8	0.0	0.0	0.1	0.4	0.2	0.1	0.0	0.1

ジの方向と主寸法変化軸とのずれ角は各測定含水率ではほぼ一定の値を与えた。このことは測定の過程に於てゲージの剝離や接着異常が起こっていないことを示している。本測定の範囲内では、接着剤の湿度による影響は測定に支障がないものと考えられる。

以上述べた点からストレインゲージによる膨潤乾縮量の測定は可能なものであると考えられる。

材の膨潤乾縮量は材の生長応力や履歴に影響されることが明らかにされている⁵⁾。生材から採取した試験片を恒温恒湿室に保存し、材の履歴をできるだけ一定に揃え、履歴の影響を判断するために繰り返しサイクル試験を実施した。Fig. 4 にタブノキの測定結果を示した。第1サイクルの乾縮過程と第2サイクルの乾縮過程とは乾縮量が異なっていた。測定のサイクルを基準にデータを比較すると、乾縮過程では、第2サイクルに対する第3サイクルの比は1.1、第4サイクルの比は0.9となる結果を得た。また、膨潤過程では第2サイクルの比は0.8、第4サイクルの比は0.8となり、寸法変化量にサイクルによる差異が膨潤、乾縮の両過程で認められた。これは木材の応力緩和やドライイングセットの解除が飽湿状態で行なわれることから考ええると、材が飽湿状態を経験することにより材中にあった生長応力や乾燥応

力等諸種の応力が解放され、材の寸法が乾縮または膨潤したために、過剰な乾縮または膨潤を発生したものと考えられる。上述した比の値が変動しているのは、試験片により解除される応力の種類や大きさ、新たに発生する乾燥応力等に差異があるためであろう。そこで試験片内に残留する諸種の応力を解除して無応力状態と考えられる試験片の膨潤乾縮量を測定した。すなわち、生材から採取した試験片を60℃の温水中に約20日間浸漬した後に、上述した条件下で膨潤乾縮量を測定した。先ず無処理試験片に対する処理試験片の乾縮量、膨潤量の比を各サイクルごとに示めすと、タブノキでは、乾縮量の比は第2サイクルが1.8、第3サイクルが1.9、第4サイクルが2.1であり、膨潤量の比は第2サイクルが2.1、第3サイクルが2.0、第4サイクルが2.6であった。処理試験片の膨潤、乾縮量が增大した。処理試験片のサイクルの影響は、第2サイクルを基準にした比の値から判定される。乾縮過程では、第3サイクルが1.0、第4サイクルが1.0であり、膨潤過程では、第3サイクルが0.97、第4サイクルが1.22であった。第2、第3サイクルの乾縮量、膨潤量はほぼ同じであった。サイクルによる新たな応力の発生はないものと考えられる。第4サイクルの膨潤過程で比の値が変化したことから多数回の繰り返しによる新たな応力の発生したことが推測される。膨潤乾縮量は生長応力や乾燥応力等の応力による影響もあることが示された。測定結果はFig.5に示した。

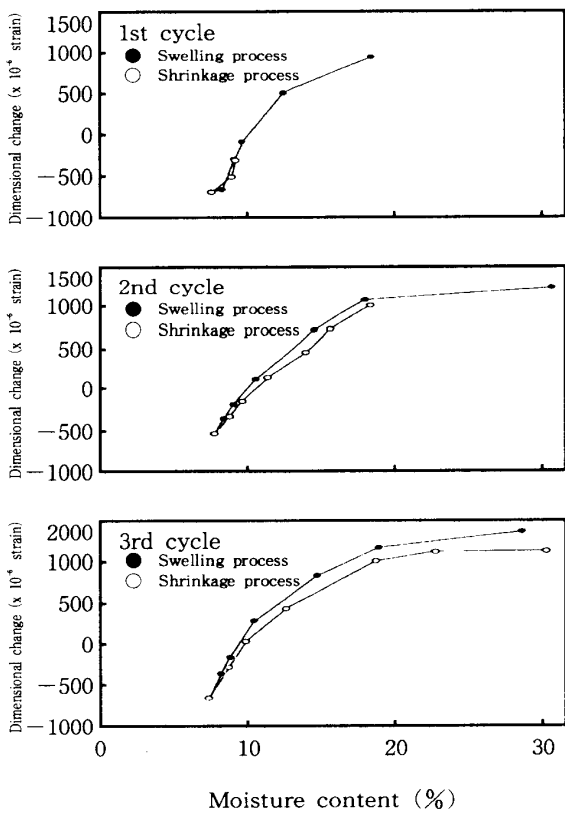


Fig.4 Tangential shrinkage and tangential swelling of TABUNOKI versus moisture contents

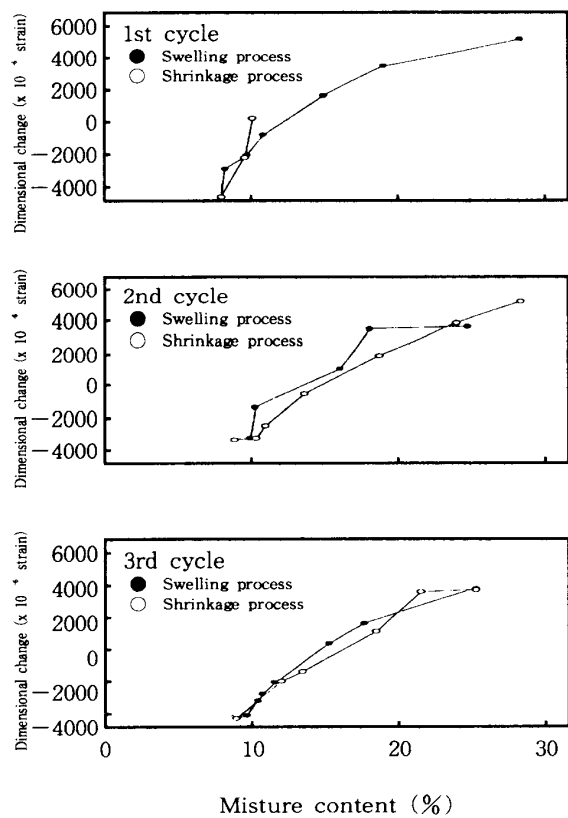


Fig.5 Tangential shrinkage and tangential swelling of TABUNOKI versus moisture contents
Legend: Specimen was heated at 60℃ in a water bath for 20 days

結 論

ストレインゲージに依る膨潤乾縮測定から次のような結果を得た。

- 1、膨潤乾縮量はストレインゲージにより十分な精度で測定検出できる。

- 2、試験片が平衡含水率に達し、膨潤乾縮量が一定値になるには約10時間を要した。
- 3、材の乾縮量は飽湿状態を経験しても変動が大きく、一定の傾向はないが、膨潤量は減少する。
- 4、材の熱処理によって乾縮量と膨潤量とも増大し、この傾向は材の内部的な応力の解除によると推測された。

引用文献

1. Quirk, T. J. 1984 Shrinkage and related properties of douglas—fir cell wall, Wood fiber, 16: 115—133
2. Sadoh, T. and Christensen, G. N. 1967 Longitudinal shrinkage of wood Part 1, Wood Sci. Tech., 1: 26—44
3. Skaar, C. 1988 Wood—Water relations, pp 140—164, Springer Verlag, Berlin
4. 渡辺治人 1978 木材理学総論, pp 234—272, 東京、農林出版
5. 渡辺治人 1978 木材理学総論, p 238, 東京、農林出版

摘 要

小型木材試験片の膨潤乾縮量をストレインゲージで計測し、測定条件を検討した。試験片の調湿にかなりの時間を要するが、ストレインゲージによる測定は自動的に実施することが可能であり、かつ調湿した雰囲気の中で計測できるので比較的精度よく、かつ容易であった。

単一の履歴を持つ広葉樹散孔材の試験材で膨潤乾縮量を測定した。相対湿度18—100%の範囲で膨潤乾縮を1—4回繰り返した。実験結果では、材の乾縮量は飽湿状態を経験しても変動が大きく一定の傾向はないが、膨潤量は減少する。材を熱処理すると、乾縮量と膨潤量とも増大し、これは材の内部的な応力の解除によると推測された。