

散孔材の吸湿脱湿の繰り返しと膨潤乾縮量

琉球大学農学部 林 弘也・宮崎 竜夫

1. はじめに

木材は周囲の相対湿度変化に応じ吸湿や脱湿を繰り返し、吸着脱着等温線を描き、膨潤乾縮を生じる。また異方性を生じることが知られている。木材が使用されている状態では膨潤乾縮を繰り返し起こすことが多いので、現実的な材の膨潤乾縮状態を把握するために、吸湿過程と脱湿過程を繰り返すことによる膨潤乾縮を実験的に確かめた。本報告では広葉樹材を使用し、変化量が3方向中最大である接線方向を対象とした。

2. 実験材料及び方法

2-1 実験材料

供試材は、カツラ (*Cercidiphyllum japonicum*), エゴノキ (*Styrax japonica*), タブノキ (*Machilus thunbergii*) の3樹種とした。これらの材は組織構造が比較的均一な広葉樹散孔材である。直径が20~25cmの丸太の辺材部から、半径(R)方向に2~3mm、繊維軸(L)方向に60mm、接線(T)方向に30mmの試験片を作成した。供試材の飽水容積に対する全乾重量の容積密度は、カツラ0.47、タブノキ0.56、エゴノキ0.60であった。

2-2 実験方法

膨潤量と乾縮量は、25℃、相対湿度55%の恒温恒湿室に設置したデシケータに試験片を入れ、デシケータの相対湿度を調整して測定した。湿度の調整はデシケータ内に塩の飽和溶液で調湿した空気を空気ポンプで循環させて行い、温湿度を測定して確認した。調湿液は7種類(相対湿度30~100%)を使用した。相対湿度を100%から30%まで低下させる過程を乾縮過程、相対湿度を30%から100%まで上昇させる過程を膨潤過程とし、同一試験片について両過程を3回以上繰り返した。最初の乾縮過程の場合は恒温恒湿室の気乾状態から調湿したため、相対湿度約55%から30%までを最初の乾縮過程とした。膨潤量と乾縮量は試験片の接線断面にストレインゲージ(共和電業製)を接着し、動

ひずみ計(新興通信工業製)で測定した。予備実験の結果から膨潤量と乾縮量がほぼ一定になる処理時間は10時間以上とし、測定は15分間隔で記録し、確認した。試験片の平衡含水率は、別のデシケータに同一樹種の重量測定用対照試験片を入れ、各調湿段階の調整終了時に重量を測定し、実験終了後全乾重量を求め算出した。

実験は、エゴノキ3試験片、タブノキ3試験片、カツラ2試験片のエンドマッチペア試験片を使用した。

3. 実験結果及び考察

平衡含水率に対する膨潤過程と乾縮過程の模式図を図-1に示した。平衡含水率に対する膨潤量と乾縮量のそれぞれについて2次式で表される実験式が求められた。式の相関係数は0.90から0.99となり、高い相関を示した。以降の検討はこの実験式を用いた。

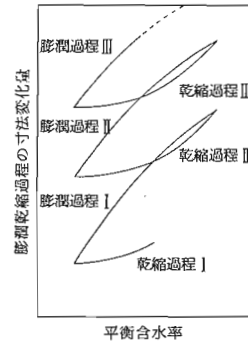


図-1 膨潤乾縮の模式図

最初の乾縮過程を乾縮過程 I

とし図-1に示した。佐道¹⁾は生材からの乾縮過程 I において、ある平衡含水率範囲で膨潤しており他の乾縮過程の現象と異なっていることを認めている。また、本報告において乾縮過程 I の乾縮量に対する乾縮過程 II の乾縮量の比は、約0.80から2.50となり、同一樹種内でも樹種間でも、ばらついていた。従って乾縮過程 I は樹種や試験片による測定値への影響があると考えられるので、以降の考察では除いた。

3-1 膨潤乾縮各過程の繰り返しと寸法変化量

膨潤と乾縮過程で、直線的な寸法変化をする約8~14%の平衡含水率範囲の膨潤量と乾縮量を比較検討した。各膨潤過程の膨潤量、または各乾縮過程の乾縮量の交

表-1 膨潤過程 I と乾縮過程 II に対する変化量の比

	膨潤過程			乾縮過程		
	II	III	IV	III	IV	V
エゴノキ	0.59	0.55		0.81		
	1.04	1.02		1.24		
	1.80	1.77	1.75	1.00	0.92	0.89
タブノキ	1.00	0.84	0.83	1.11	0.90	
	0.86	0.73	0.83	0.92	0.76	
	0.60	0.61	0.59	1.12	1.10	
カツラ	0.85	1.03	0.94	1.81	1.62	
	1.00	1.12	1.08	1.23	1.19	

動を検討するために、膨潤量は膨潤過程 I の膨潤量を基準として膨潤量の比を求め、乾縮量は乾縮過程 II を基準として乾縮量の比を求めた。その結果は表-1 に示した。

以降の考察では測定装置の精度を考慮することにより、膨潤量に対する乾縮量の比で、±0.10 は測定誤差以内と考えて検討した。

膨潤量において、エゴノキは、過程 I に対する過程 II の比が、各試験片で約 0.59, 1.04, 1.80 となり、比は一定ではないが、過程 II 以降では試験片ごとの比の変化は約 0.02~0.05 となりほぼ一定であった。タブノキは過程 I に対する以降の過程の比は、各試験片で約 0.59~1.00 となり減少した。カツラは過程 I に対する比は、各試験片で約 0.85~1.12 の範囲内にあり、ほぼ一定となり差異はなかった。

乾縮量において、エゴノキは過程 II に対する過程 III の比は、各試験片で約 0.81, 1.24, 1.00 となり一定ではないが、過程 IV 以降は 1 試験片のみの実験であるが、比の変動は約 0.08~0.11 となりほぼ一定である。タブノキは、過程 II に対する過程 III の比が各試験片で約 0.90~1.12 であり、一定で差異はなかったが、過程 IV の比は、それぞれ 0.20, 0.16, 0.02 減少した。カツラは過程 II に対する以降の過程の比は、各試験片で 1.10 よりも大きくなり乾縮量は増加した。

繰返しを経験することにより、エゴノキは各試験片ごとに傾向が異なり一定ではなかった。変化量が減少傾向にあるものはタブノキの膨潤過程と乾縮過程、増加傾向にあるものはカツラの乾縮過程、差異がないものはカツラの膨潤過程となった。従って、膨潤量と乾縮量は、3 樹種間でそれぞれ傾向が異なり、また膨潤過程と乾縮過程でその変動が、同じ傾向になる樹種と異なる樹種が認められた。

3-2 膨潤量と乾縮量との比較

膨潤過程と乾縮過程との一定範囲の平衡含水率にお

表-2 乾縮量に対する膨潤量の比

	乾縮過程 / 膨潤過程			
	II / I	III / II	IV / III	V / IV
エゴノキ	0.41	0.58		
	0.85	1.01		
	1.69	0.94	0.88	0.86
タブノキ	0.85	0.94	0.90	
	0.79	0.84	0.81	
	0.56	1.03	1.00	
カツラ	0.48	1.02	0.76	
	0.83	1.02	0.89	

ける、膨潤量と乾縮量の大きさを比較した。

膨潤量と乾縮量は、膨潤過程 I の膨潤量に対する乾縮過程 II の乾縮量の比をとり比較した。以降の過程も同様の方法で比較した。その結果を表-2 に示した。

エゴノキの 1 試験

片において、膨潤過程 I の膨潤量 ($1136.6 \times 10^{-6} \text{m/m}$) は同過程 II 以降の膨潤量と比較すると約 60% と非常に小さくなり異常性を示したので、過程 I の比は異常値として除き検討した。

エゴノキの各過程の比は、0.41~1.01 となり一定ではないが、膨潤量は乾縮量と等しいかまたは大きいと考えられる。各過程の比が、タブノキは、0.56~1.03 となり、またカツラは 0.48~1.02 となり、エゴノキの結果と同様になった。

従って、膨潤過程と乾縮過程の繰返しに関係なく、3 樹種とも膨潤量の方が大きいと考えられる。

膨潤過程と乾縮過程の繰返しを経験することにより、試験片の接線方向の寸法も変化すると考えられるので、膨潤過程 I の膨潤量から繰返しした最後の乾縮過程の乾縮量までの寸法の変化量を求めた。変化量は、エゴノキで $96.4 \sim 1847.7 \times 10^{-6} \text{m/m}$ 、タブノキで $401.7 \sim 1670.3 \times 10^{-6} \text{m/m}$ 、カツラで $159.9 \sim 808.9 \times 10^{-6} \text{m/m}$ の増加となった。各樹種ともその変化量は一定ではないが、一様に寸法は増加する結果となった。

4. まとめ

3 樹種の測定から得られた結果を以下にまとめた。

- 1) 膨潤量と乾縮量の変化量は、膨潤と乾縮を繰返し経験することにより、エゴノキは両過程で各試験片ごとの傾向が異なり一定でなかった。タブノキは両過程で減少した。カツラは膨潤過程で一定となり差異がなく、乾縮過程で増加した。
- 2) 膨潤量は 3 樹種とも乾縮量より大きかった。
- 3) 膨潤乾縮の繰返しにより、3 樹種とも寸法が増加した。

引用文献

1) T. SADO., G. N. CHRISTENSEN: Wood sci. tech., 1, 26~44, 1967