

本邦産並輸入主要樹種に於ける

木材水分の繊維飽和點に就て

林業試験場技師 泉 岩 太

目 次

I 緒 言	34
II 木材の水分繊維飽和點の意義と測定法	34
III 試 験 方 法	35
IV 試 験 材	36
V 試験の経過及結果	36
VI 結 論	48

I 緒 言

木材は其組織中に含有せる水分の減少即ち乾燥に依つて收縮を伴ひ又乾燥せる木材に吸濕せしむるときには其組織は膨脹するものであるが、之が伸縮の割合に就ては既に幾多の實驗結果の報告あるも伸縮を起す限界點、即ち木材水分の纖維飽和點に就ての試験結果は殆んどなく從て木材の含水率を知るも伸縮割合を計算上容易に且つ正確に算定し得ない不便があるので兩者の關係を明かにする爲本邦主用樹種並輸入材の一部に付いて木材の水分纖維飽和點及伸縮割合を測定すると共に又從來木材の伸縮と含有水分量との關係に就て其多くの實驗成績は水分の減少に伴つて起る收縮割合又は水分の減少による木材強度の變化割合は直線的に起るものなりと云はれるも一部にあつては曲線的なりと謂はれ、兩者の間に相違あるが故に之が關係を明かにし以て木材の利用上に便せんとするものである。

尙本試験に際し元林業試験場助手松本安夫並現林業試験場助手橋本圭二の兩氏を煩すこと少なからず茲に特記して謝意を表するものである。

II 木材の水分纖維飽和點の意義と測定法

本文首題には讀者に誤解なからしめんが爲に木材の水分纖維飽和點としたが以下は之を單に木材纖維飽和點と呼ぶこととする。

木材纖維飽和點は H. D. Tiemann 氏により始めて公表された名稱であつて木材中に含む水分は或一定の含有量に達したる場合には此點を限界として強度及收縮に變化を起すことを明かにしたるもので、此限界點が木材纖維飽和點と呼ばれる。即ち生木を乾燥したる場合含水率が或一定量に減少する迄は木材組織は收縮を伴はず、其後に於ては水分の減少するに伴つて一定の收縮を伴ひ又乾燥材に吸濕せしめた場合には水分の増加するに伴ひ木材は膨脹して最大に達し其後は水分量が増加するも膨脹現象は起らない。次に又木材の強度は水分が減少するに伴つて増加するものであるが、強度は生材の水分が或一定の含水率に達する迄は殆んど變化なく之より以下の含水率に於ては水分の減少に伴つて強度の變化が起るものである。斯の如く生材の水分が減少して收縮を起す點並乾燥材が吸濕して最大膨脹に達する點又は水分の減少に伴つて強度に變化が起る點は何れも同一含水率で此含水率を木材纖維飽和點と呼ばれる。之を換言すれば即ち木材纖維飽和點を境として之以上の水分即ち木材組織の空隙中に存在して之が増減は木材の伸縮並強度に變化を及ぼさざる水分を遊離水と稱し纖維飽和點以下の水分即ち之が増減は直ちに木材の伸縮及強度に影響を及ぼす可き水分を細胞水と稱せられ、此兩者の區分點が纖維飽和點である。次に木材纖維飽和點の測定方法は木材を乾燥せしめて組織が收縮を起す時に於ける含水率を測定するか、或は乾燥收縮した木材に吸濕せしめて最大膨脹點に達したとき

の含水率を測るか或は含水率の異なる多數の供試材に付き木材の強度を測定して強度の變化點に於ける含水率を測定するかの三方法の中何れかに依るのが普通であるが此他電氣を直接木材に通し之によつて起る電氣の抵抗によつて測定する方法もある。

III 試 驗 方 法

本試験では一樹種に付いて上記の電氣に依らない他の三方法又は二方法を採用し之が試験方法は次の如く實行したものである。

(1) 第一の方法は生材を一定の寸法に木取りして供試材とし供試材は板全體を平均に且つ徐々に水分を減少せしむる爲通風可良ならず、溫度の變化が少ない室内に縦に並べ置き供試材の重量と寸法の變化を測定し收縮開始時に於ける含水率を求めることとした。

(2) 第二の方法は(1)と同様な供試材を攝氏 100 度の溫度に保もつた乾燥器中に入れて無水に迄乾燥した後絶乾時に於ける重量及寸法を測定し之を低部に水を充たした硝子容器中に縦に並べ密閉し下方より板が吸濕し得るようにして一週間一回の割合を以て材の重量及寸法を測り最大膨脹點に達したときの含水率を以て繊維飽和點とすることとした。

(3) 上記二方法に依る供試材は同樹種より板目、及柃目木取り各 3 枚宛計 6 枚を 1 組とし各板には豫め一定の場所に印を附し常に同一場所を測定するようしたものである。

(4) 第三の方法は生材より 3 種の角材を多數木取り置き此中より毎日 3 ケ宛を採り其壓縮強度と試験時の含水率を測定して強度の變化點と其點に於ける含水率を求め繊維飽和點を決定せんとしたものである。

(5) 以上の三方法に依り木材中に含む水分の變化が組織の伸縮並に強度の増減に及ぼす影響を測り繊維飽和點を確かめんとするものである。

(6) 供試材は生木より無水状態に至る期間に於て含水率の異なるものの多數に付き測定回数を多くしたものが正確なる數値を得られることは言を要しないが、試験の都合上測定回数は豫定より減少し従て材を吸濕膨脹せしめた場合前記の理由と試験方法の關係上木材が最大膨脹に達した後に含水率を測定することとなる爲含水率が最大膨脹點のときよりも多少高含水率となり、又乾燥收縮試験の場合には前回と次の測定との間に於て收縮を開始したものと見做す可きであるから此場合には含水率は木材の收縮開始時よりも幾分少なきものと思はれるもので、之等の諸點を考慮するときには實驗誤差を相當に生じ正確を缺く虞れがあるも斯の如き誤差は之を認めることとし出來得るだけ多數の試験結果の平均を採つて繊維飽和點を求めることとした。

(7) 繊維飽和點は理論上一點で有る可きものと思はれるも實驗上の誤差又は供試材によりて多少相違あるものと思はれるが故に本試験にありては平均値を以て繊維飽和點とし更に實驗結果が示す繊維飽和點の最大最小値をも附記することとしたものである。

(8) 供試材の測定に際しては重量及寸法の變化を出來得るだけ少なくする爲容器より一枚宛取り出し短時間に測定することにした。

IV 試 驗 材

(1) 本試験に供した樹種は内地産潤葉樹 30 種、針葉樹 16 種、南洋材 5 種、朝鮮産潤葉樹及針葉樹各 1 種、アメリカ産針葉樹 5 種、計 58 種である。

(2) 各樹種共出來得るだけ伐採直後の生木より供試材を木取ることゝしたが生材を得られなかつた樹種は荒木取り後約一ヶ月間水中に浸し置き充分に吸水せしめてから一定の寸法に木取つた。

(3) 試験材の寸法は乾燥収縮試験に供したのもも乾燥後吸濕膨脹せしめたのもも無缺點材より長さを 12 糎、幅を 7.5 糎、厚さを 0.7 糎に木取りしたが勿論資材の都合上一定寸法を木取り得ないものは之よりも小さくしたものである。

(4) 各樹種共板目を幅としたるもの及柃目を幅としたるものを各 3 枚宛木取り同一状態として試験したものである。

(5) 強度變化の測定に供した試材は生木を三糎立方に木取り壓縮強度を測ることゝした。

V 試験の経過及結果

上述の方法による試験の経過即ち生材を乾燥せしめた場合に於ける収縮並乾燥材に吸濕せしめた場合に於ける膨脹及含水率と強度との關係に就ての経過は之を全樹種別に記述することは繁雜にして徒に手数を要するに過ぎないので此所にはかば、ぶな、あかまつ及すぎの四樹種に付いての試験の期間中に於ける側定數値を記載することにするが之が成績は第一表 (A) 乃至 (D) である。

樹種 かば 第一表 (A) 木材水分の増減と伸縮及強度との關係

生材の乾燥に伴ふ収縮		絶乾材に吸濕せしめ之に伴ふ膨脹		含水率と壓縮應力との關係	
含水率 %	生材を 100 としての収縮率 %	含水率 %	最大膨脹を 100 としての膨脹率 %	含水率 %	壓縮應力 kg/cm
90.04	100.00			90.72	238
79.61	100.00			83.25	254
74.48	100.00			78.68	249
67.54	100.00			74.65	248
58.50	99.90			67.52	249
51.32	100.00			58.35	250
46.35	99.00			36.54	248
31.27	100.00			28.00	268
28.05	99.08	28.50	100.00	25.95	273

生材の乾燥に伴ふ収縮		絶乾材に吸湿せしめ之に伴ふ膨脹		含水率と壓縮應力との關係	
含水率 %	生材を100としての収縮率 %	含水率 %	最大膨脹を100としての膨脹率 %	含水率 %	壓縮應力 kg/cm
21.57	97.73	27.57	99.52	19.50	316
19.56	96.93	25.94	99.04	17.74	358
13.04	94.85	22.63	97.92	13.06	434
10.92	93.63	19.00	97.21	6.10	617
6.05	92.14	10.40	93.75	1.44	771
0	90.40	0	90.43	0	818

第一表 (B)

樹種 ぶな

生材の乾燥に伴ふ収縮		絶乾材に吸湿せしめ之に伴ふ膨脹		含水率と壓縮應力との關係	
含水率 %	生材を100としての収縮率 %	含水率 %	最大膨脹を100としての膨脹率 %	含水率 %	壓縮應力 kg/cm
108.42	99.95			108.42	282
98.37	99.94			91.38	298
91.45	99.97			74.40	279
74.42	100.00			66.15	279
66.04	100.00			40.52	280
43.15	99.57			34.10	292
40.09	99.13			25.41	287
34.32	98.46	26.70	100.00	22.23	298
25.37	96.55	26.37	99.59	18.44	328
22.34	95.84	25.53	99.35	16.75	353
18.15	94.84	24.48	98.72	12.72	396
15.47	93.38	23.83	98.46	10.64	427
12.65	92.52	22.46	97.55	9.50	446
9.70	91.30	19.82	96.67	6.27	609
7.32	89.93	9.50	91.97	0	801
0	87.10	0	88.03		

第一表 (C)

樹種 あかまつ

生材の乾燥に伴ふ収縮		絶乾材に吸湿せしめ之に伴ふ膨脹		含水率と壓縮應力との關係	
含水率 %	生材を100としての収縮率 %	含水率 %	最大膨脹を100としての膨脹率 %	含水率 %	壓縮應力 kg/cm
124.63	100.00			124.62	275
118.50	100.00			118.35	287
100.54	100.00			100.75	270
94.33	100.00			94.38	268
72.42	100.00			65.74	284
65.20	100.00			50.40	288
51.25	100.00			44.52	283
44.45	100.00			40.43	278

生材の乾燥に伴ふ収縮		絶乾材に吸濕せしめ之に伴ふ膨脹		含水率と壓縮應力との關係	
含 水 率 %	生材を 100 と しての収縮率 %	含 水 率 %	最大膨脹を 100 としての膨脹率 %	含 水 率 %	壓 縮 應 力 kg/cm
40.50	100.00			29.46	296
29.34	98.94			26.75	304
25.41	98.71	27.30	100.00	24.51	315
24.67	98.08	24.65	98.97	18.82	382
18.72	96.15	21.62	97.48	17.67	395
17.25	95.82	18.37	96.50	13.74	462
9.50	91.95	6.95	92.22	8.59	608
2.23	89.08	0	89.48	7.35	673
0	87.98			5.56	705
				2.24	808
				0	944

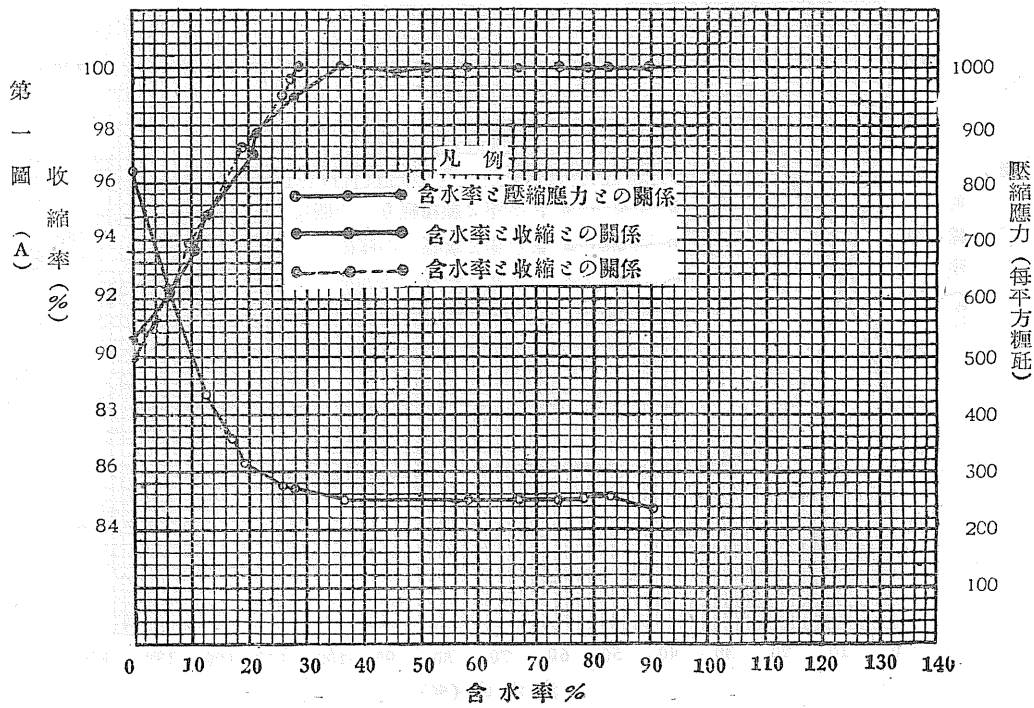
第 一 表 (D)

生材の乾燥に伴ふ収縮		絶乾材に吸濕せしめ之に伴ふ膨脹		含水率と壓縮應力との關係	
含 水 率 %	生材を 100 と しての収縮率 %	含 水 率 %	最大膨脹を 100 としての膨脹率 %	含 水 率 %	壓 縮 應 力 kg/cm
100.00	100.00			118.20	190
82.07	99.97			82.53	177
66.02	99.97			47.55	194
47.45	100.00			27.41	196
22.93	100.00	23.50	100.00	21.27	205
21.43	99.53	18.62	99.00	17.35	218
15.73	97.31	10.58	96.79	16.28	229
12.15	96.58	0	94.32	15.60	257
10.00	95.70			12.56	264
7.32	94.74			10.62	283
0	93.20			7.40	347
				0	480

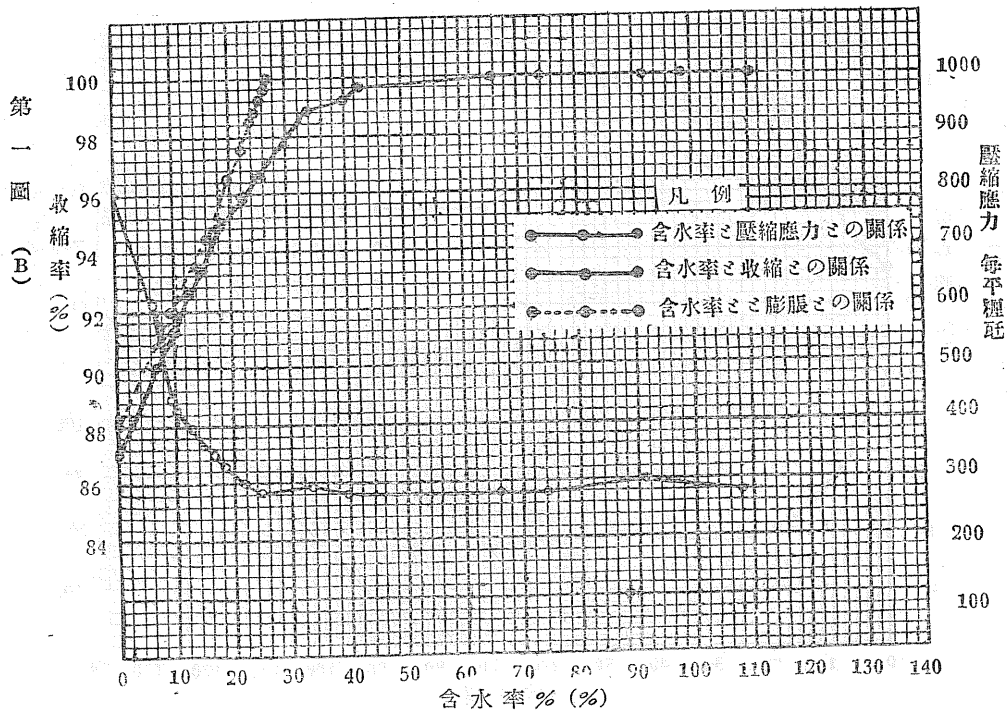
上表の數字を比較に便せんが爲に之を圖示すると第一圖 (A) 乃至 (D) の如くなる。

以上の試験結果に就いて之を觀るに先づ生材を乾燥した場合に於ける水分の減少と、収縮との關係は、すぎ材の如く含水率が 23% 附近に達する迄収縮現象を伴はず其後は水分の減少と平衡に収縮するものと、ぶな及かばの如く 36 乃至 65% の含水率に於て既に収縮を始め、収縮開始後初期にをいては水分の減少に伴ふ収縮は徐々に進行し含水率が 20% 附近以後は収縮の割合を増し直線的に其現象が進むものである。次に乾燥材に吸濕膨脹せしめたものは各樹種共水分の増加に伴れて起る膨脹割合は前者と異なり何れの樹種も最大膨脹に達する迄膨脹は同一割合を以て直線的に進行する、又水分と強度との關係は生材を乾燥した場合に於ける収縮と同様含水率が 30 乃至 40% 頃より強度に變化を生じ、其變化は徐々に進行し、含水率が 13

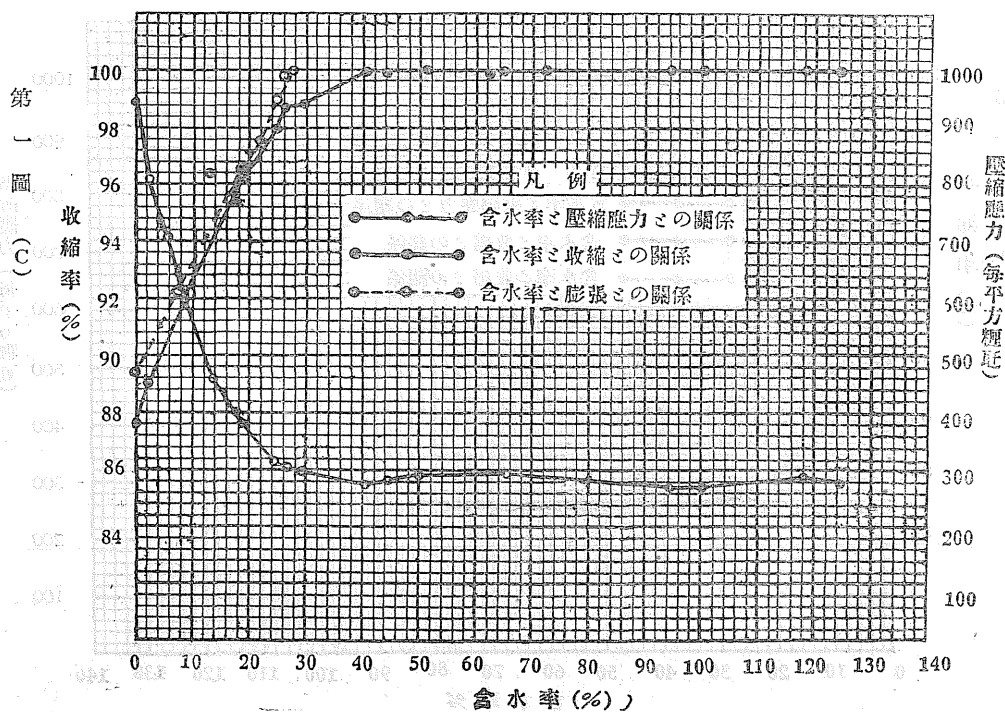
樹種 かば



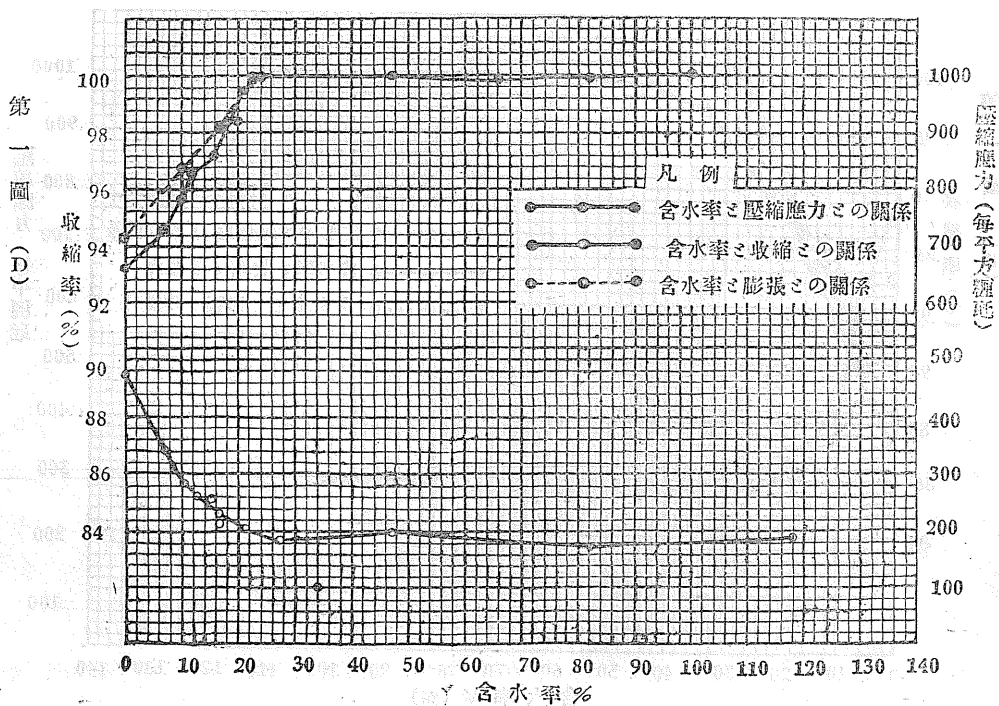
樹種 ぶな



樹種あかまつ



樹種すぎ



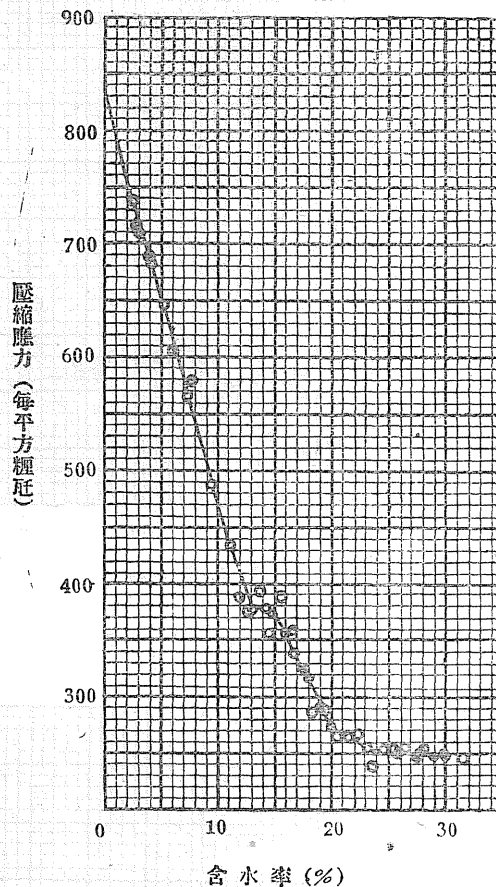
乃至 20% 附近に達した後は水分が減少するに伴れて起る強度の増加割合は初期よりも多く之を線圖にすれば強度變化の初期には曲線となり後直線を描くものである。而して之等三方法に依つての試験結果を比較すれば、收縮開始時の含水率と、最大膨脹點に於ける含水率及強度の變化點に於ける含水率は各樹種共著しく相違し何れの數値を以て繊維飽和點とすべきであるかは判斷に苦しむものであるが之が相違を生ずる原因が何處にあるやを考慮すれば容易に三者の相違を解決し得られるものである。即ち第一の場合に於ける試験結果に據れば、すぎ材にあつては 23.5% より收縮を開始して、收縮は水分の減少に伴れて終始同一割合を以て直線的に進行し、あかまつ材では含水率が 30% 以前に於て收縮が徐々に始まり含水率 26.41% 以後に於ける收縮は其れ以前と異なり直線的に進行し又かば材では含水率 36% 以後に於て收縮を開始し 21.57% 以後にあつて水分の減少に伴ふ收縮は直線的に進み更にぶな材では含水率 43% 以前に收縮を開始して 18.15% 以後に於て收縮は直線を描いてをる。斯様に何れの樹種も含水率が 20% 附近に達する迄は水分の蒸發に伴ふ木材の收縮は曲線となり其後は直線を描くもので收縮現象が收縮の全期間を通じて一樣ならざるは供試材中の水分の分布状態によつて相違するものなりと思はれるものである。即ち本試験施行中に水分の分布状態を一部の供試材に就き調査したるに收縮が含水量の多き時に開始し、加之收縮現象が水分の減少に伴はず、徐々なるもの程供試材の外部と内部との含水率の差多く、收縮が終始略ぼ同一割合を以て直線的に進行しつゝあるときは水分の分布状態は比較的一様であつた。此關係に據つて之を觀れば供試材は徐々に乾燥したとは謂へ、表部よりの蒸發する水分量が内部より表部に移動する水分量よりも多く、表部のみが早く乾燥して内部より早期に收縮を初めたことを意味するものである。従つて水分の分布状態即ち乾燥程度が材全體一樣なる場合には收縮は全材が同時に開始せられるが故に第一圖に示す如き結果を現はすことなく、收縮作用の起る全期間を通して同一状態にあるものと思はれるものである、即ち之を證明するものは第二の試験方法たる乾燥した木材の外部より徐々に吸濕せしめた場合である。此場合には供試材全部が殆んど同一程度に水分を吸収して水分の分布状態は殆んど平均を保ちつゝ水分を増加する爲吸濕による膨脹現象も前者と異なり材全體が平均に行なはれるもので第一圖 (A) 乃至 (D) にある如く木材水分の増加による膨脹は膨脹の全期間を通して同一割合を以て行なはれ其膨脹割合を圖示すると殆んど直線を描くものである、而して之等四樹種の最大膨脹點に於ける含水率は、かばは 28.5% ぶなが 26.70% あかまつが 27.30% すぎが 23.50% である。以上の關係に依り前記の如く木材を乾燥收縮せしめた場合に於ける收縮割合は水分の蒸發が全材一樣に行なわれたるものと假定すれば吸濕の場合に於けると同様收縮の全期間を通じて一樣に行なはれるものと謂ひ得られ、従て收縮開始時に於ける含水率は前記より低く含水率 20% 附近より絶乾に至る期間の收縮率を示す線を延長し更に收縮現象の起らない期間に於ける線を延長して兩線の交叉する點を收縮開始時即ち繊維飽和點と見做すべきと思はれるものである。而して之に據つて收縮開始時に於ける含水

率を求めるときにはかば、が 28.5%、ぶなが 29.0%、あかまつが 27.5%、すぎが 23% 附近となり、此數値は前記木材が吸濕によつての最大膨脹點に於ける含水率とぶなを除く他の樹種は略ぼ同一と見做し得られ、從て此點を以て纖維飽和點と見做し得るものである。次に水分と壓縮應力との試験結果は第一圖 (A) 乃至 (D) に示した如く何れの樹種にあつても強度の變化は含水率が 25 乃至 40 % 附近より起り、水分の減少に伴ふ強度の變化割合はかばにあつては含水率 19.5% より絶乾迄は壓縮應力は直線的に同一割合を以て増加し、ぶなにあつては 18.44 % 以後あかまつは 13.74% 以後又すぎにあつては 10.62% 以後絶乾迄は各樹種共壓縮應力は水分の減少に反比例して強度は直線的に増加を示し其以前即ち強度の變化が起り未だ含水量の多い期間は水分の減少に伴ふ壓縮應力の増加は前記と割合が異なり之を線圖に描くときは曲線となるものであつて、此期間に於ける強度の變化が前記乾燥收縮に依る試験の場合と同様な曲線を描くものとすれば供試材中の水分の分布状態が不平均なるが爲と思はれるも此所に疑問を生ずる點がある、即ち若し單に不平均なる水分の分布状態に依るものとすれば此部分の強度は含水量が 10% 以下に於ける強度の増加と同一割合を以て強度が増加する筈なるに事實は然らず、即ち假に纖維飽和點以後は水分の減少に伴れ強度が直線的に増加するものとすれば強度が略ぼ不變の時に於ける線と含水率 10% 以下に於ける強度の増加割合を圖示せる線を延長して兩線の重さなる點を以て纖維飽和點と見做し得るも斯くの如くするときには纖維飽和點は著しく低含水率となり前記二方法の試験結果と合致せず、從て此點を以て纖維飽和點とは見做し得ないものである。而して之を更に曲線の部分の内含水率が 12% 前後より 20% 前後の期間に於ける強度の變化を観るときは強度の増加割合は 12% 附近より絶乾迄に至る強度増加と其割合が異なり之を線圖を以て示すときは前記と多少方向を異にする直線を書くもので此線を延長し更に強度變化の起らないときの強度を表した線とを重ね合すときには此接合點はかばにあつては 25% 附近、ぶなは 23% 附近、あかまつは 27%、すぎは 23% 附近となり前記二方法に依るものと稍近似數となり、すぎ、あかまつの如きは其差極めて僅かとなるを以て此點を纖維飽和點と見なし得るものである。而して斯の如き數値の差は其測定方法の誤差に基くものにて實驗結果より觀れば此方法は前二方法よりも正確ならず、從て強度と含水率との關係のみの一試験結果を以て纖維飽和點を測定することは確實性少なきものと思はれるものである。尙木材含水率と強度との關係は本試験結果に據れば含水量の減少に伴ふ強度の増加割合は含水率が纖維飽和點より 10% 附近に至る間と 10% 附近より絶乾に至る期間とは多少其割合を異にすると思はれるもので之と同一現象は乾燥に際し水分の蒸發速度が纖維飽和點以後絶乾迄の間に於て二様に區分し得ることを實驗せしことより觀れば強度と水分との關係も亦纖維飽和點より絶乾に至る期間に於て強度の變化の割合は全期間を通じて一樣ならず纖維飽和點より 15 乃至 10 % 附近迄は強度の變化は其後に於ける變化割合よりも幾分少なく之を線圖を以て現すときは曲線にあらずして方向を異にする二線となるものと思はれるものである。而して之が原因に就

ては木材組織内に於ける水分を含む部分即ち細胞壁又は細胞壁内部に於ける水分量に依り相違するものならんと思はれるも確實ならざるを以て本稿に於ては單に繊維飽和點以後に於ける強度の變化が水分に對し終始同一ならず二様になることのみを述べんとするものである。尙先に圖示した實驗結果は試験回数少なきを以て強度の變化點が明瞭ならず此關係を更に他の材に付多數の實驗値により含水率と壓縮應力との關係を圖示せば第二圖 (A) 乃至 (C) の如くなる。

第二圖 (A)

樹種 かば

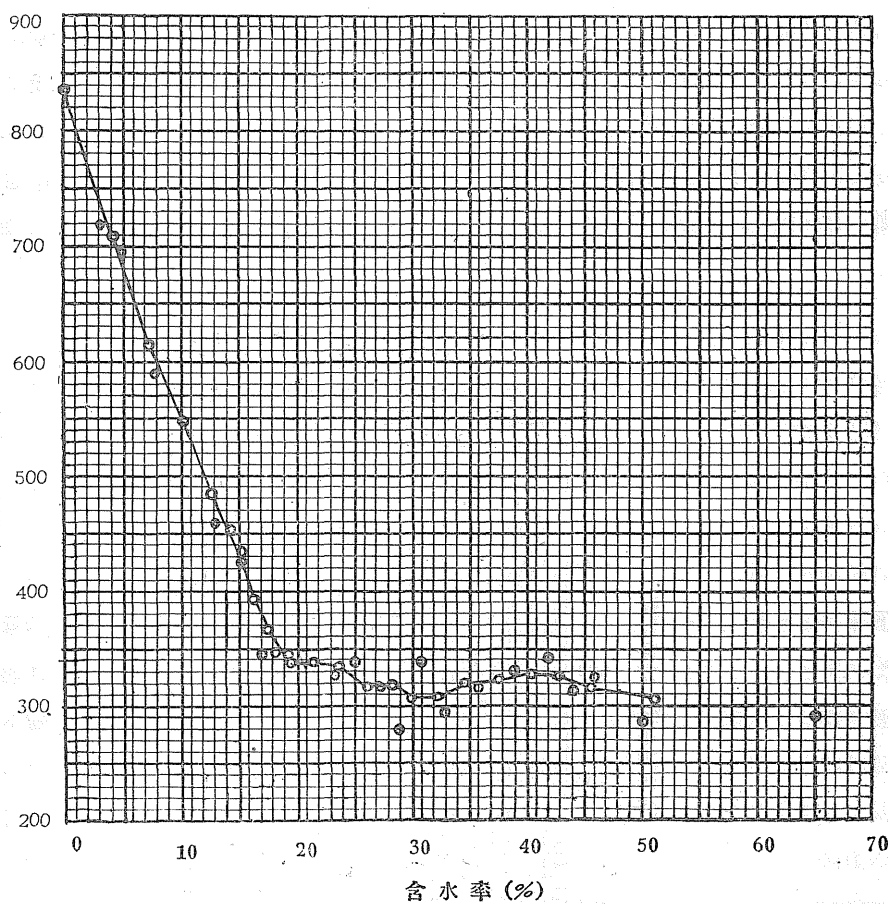


上圖に示した如く木材の壓縮應力は繊維飽和點以後に於て含水率が 10 乃至 15% 附近迄の減少に伴ひ強度は多少徐々に増加し、其後は水分の減少に伴れて強度は一時増加が停止し更に前記より幾分多き割合を以て強度は増加するものである。従て含水率と強度の變化割合は水分に對し二つの恒數に當て嵌め得られるもので一つの恒數では誤差多きものと信するものである。

以上の實驗結果により求め得たる各樹種の所謂繊維飽和點は第二表の通りである。

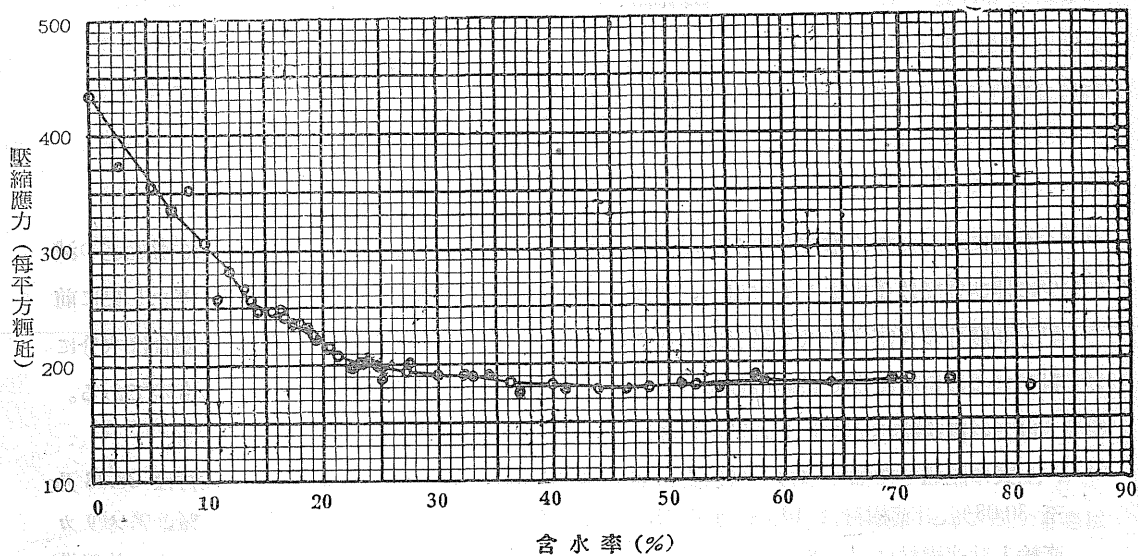
上表に記述した如く木材の繊維飽和點は樹種により多少異なるが本邦産潤葉樹材は 23.23 乃至 30.08%、針葉樹材は 19.74 乃至 31.26%、所謂輸入南洋材は 22.59 乃至 26.54%、アメリカ産輸入針葉樹材は 24.18 乃至 29.25% で大部分の樹種は 24~28% の間である。次に前記供

第二圖 (B)

壓縮應力 (每平方厘)
樹種 ぶな

第二圖 (C)

樹種 すぎ



第 二 表

樹 種	木 材 繊 維 飽 和 點			樹 種	木 材 繊 維 飽 和 點		
	最 大	最 小	平 均		最 大	最 小	平 均
はるにれ	27.09	26.13	26.61	かば	29.07	28.25	28.53
やちだも	26.90	26.85	26.83	ほほのき	27.97	28.11	28.02
いぬえんじゆ	24.79	24.16	24.40	すぎ	24.45	23.54	24.02
とねりこ	26.04	24.92	25.60	あかまつ	27.50	27.30	27.40
くわ	25.06		25.06	からまつ	26.38	24.79	25.76
しほぢ	27.58	25.21	26.00	ひめこまつ	26.59	24.45	25.87
くり	27.44	27.40	27.43	えぞまつ	29.39	28.49	28.94
くすのき	26.48	25.01	26.04	とどまつ	25.76	24.01	25.02
あかかし	26.36	26.18	26.30	ひのき	25.71	23.82	24.56
しらかし	25.53	23.51	24.86	ひば	25.78	24.26	25.04
はんでんぼく	29.92	30.23	30.08	さわら	20.18	19.29	19.74
すずかけのき	28.71		28.71	かうやまき	21.14	19.81	20.38
ぶな	27.78		27.78	いてふ	25.66	24.72	25.19
なら	27.47	26.99	27.31	つが	26.40	25.52	25.96
やまならし	23.97	22.98	23.43	かや	23.88	21.29	22.59
けやき	24.70	22.18	23.30	ねずこ	23.44	22.68	22.93
みずき	29.90	29.57	29.74	もみ	29.24		29.24
かづら	26.73		26.73	たうひ	31.27	31.24	31.26
はりぎり	25.00	23.19	24.03	べにまつ	22.91	21.04	21.88
しんじゆ	25.33	24.53	25.11	カポール	24.58		24.58
いたやかへで	28.64	27.60	28.02	ランカス	23.04	22.13	22.59
きり	23.88	22.15	23.23	レッドラワン	25.88		25.88
とち	25.68	24.79	25.09	タングール	26.54		26.54
つげ	24.54	24.27	24.45	ホワイトラワン	24.71		24.71
やまざくら	28.57	28.10	28.34	アメリカヒノキ	25.88	25.53	25.71
くぬぎ	26.58	25.45	26.09	アメリカヒバ	35.98	25.98	25.98
えご	28.54	28.29	28.37	アメリカネガ	29.48	29.02	29.25
くるみ	29.74	27.79	28.77	アメリカマツ	25.98	25.98	25.98
しな	29.23		29.23	アメリカスギ	24.92	23.13	24.18

試材を生材より絶對乾燥状態迄にした場合に於ける各樹種の木目別による全收縮割合を示すと第三表の通りである。

第 三 表

樹 種	産 地	試験開始時の含水率 %	絶乾の收縮率平均 (%)			絶乾時の比重
			板 目	桁 目	長 さ	
はるにれ	内地	109.44	8.02	3.71	0.52	0.467
やちだも	朝鮮	62.74	7.82	5.04	0.17	0.627
いぬえんじゆ	内地	66.36	5.09	2.27	0.54	0.506
とねりこ	"	90.95	9.08	4.86	0.62	0.540
くわ	"	71.30	9.98	5.36	0.49	0.657
しほぢ	"	132.88	5.78	3.37	0.29	0.403

樹 種	産 地	試験開始時 の含水率 %	絶乾の収縮率平均 (%)			絶乾時の 比 重
			板 目	柱 目	長 サ	
く り	内 地	76.09	8.84	4.61	0.34	0.491
く す の き	"	96.50	6.83	2.03	0.17	0.443
あ か か し	"	49.36	8.37	3.50	0.48	0.764
し ら か し	"	48.55	9.15	5.48	0.66	0.770
は ん て ん ぼ く	"	91.45	8.51	6.40	0.47	0.479
す ず か け の き	"	83.88	10.56	7.98	0.40	0.657
ぶ な	"	80.67	10.30	4.73	0.39	0.551
な ら	"	58.06	10.33	5.05	0.42	0.706
や ま な ら し	"	168.16	7.20	4.31	0.28	0.366
け や き	"	78.51	5.72	3.43	0.11	0.542
み ず き	"	89.23	8.45	5.01	0.46	0.494
か つ ら	"	60.99	6.31	4.52	0.21	0.425
は り ぎ り	"	125.45	5.41	3.96	0.40	0.312
し ん じ ゅ	"	72.71	9.63	5.51	0.26	0.676
いた や か へ で	"	88.51	8.26	4.47	0.29	0.626
き り	"	136.97	6.31	3.16	0.28	0.205
と ち	"	204.51	7.20	4.50	0.36	0.325
つ げ ら	"	67.52	6.98	4.85	0.23	0.706
や ま ざ く ら	"	61.72	11.83	5.51	—	0.649
く む ぎ	"	59.70	8.25	4.95	0.27	0.705
え ご	"	68.83	10.39	4.63	0.56	0.655
く る み	"	43.49	6.34	4.36	0.34	0.519
し な	"	91.63	8.99	5.71	0.34	0.472
か ば き	"	46.63	8.59	4.58	0.38	0.589
ほ ほ の き	"	39.38	5.55	3.73	0.14	0.452
す ぎ	"	129.66	5.13	2.64	0.34	0.290
あ か ま つ	"	124.63	7.25	3.72	0.32	0.38
か ら ま つ	"	56.80	6.89	4.75	0.78	0.569
ひ め こ ま つ	"	80.96	7.81	3.11	0.68	0.379
え ぞ ま つ	"	92.50	7.47	3.67	0.21	0.380
と ど ま つ	"	101.09	9.13	3.25	0.35	0.344
ひ の き	"	105.20	4.87	2.10	0.37	0.312
ひ ば	"	81.34	6.28	3.22	0.36	0.368
さ わ ら	"	111.32	4.43	2.48	0.19	0.247
か う や ま き	"	44.88	4.74	2.64	0.24	0.419
い て ふ	"	72.86	4.92	3.00	0.39	0.561
つ が	"	82.16	8.31	4.39	0.22	0.468
か や	"	59.60	5.14	2.22	0.56	0.437
ね ず こ	"	86.74	4.42	2.35	0.24	0.353
も み	"	75.99	5.16	2.95	0.53	0.357
た う ひ	"	71.27	7.63	4.52	0.19	0.407
べ に ま つ	朝 鮮	72.91	6.30	2.27	0.19	0.399
カ ボ ー ル	南 洋	53.56	7.22	5.80	0.23	0.607
ラ ン ガ ス	"	46.65	4.82	2.83	0.25	0.648
レ ッ ド ラ ウ ン	"	44.19	6.94	3.19	0.25	0.596

樹 種	産 地	試験開始時 の含水率 %	絶乾の収縮率平均 (%)			絶乾時の 比 重
			板 目	柁 目	長 さ	
タ ン ギ ー ル	南 洋	51.60	6.89	4.31	0.26	0.610
ホワイトトラワン	"	61.63	8.37	4.53	0.33	0.559
アメリカヒノキ	北米合衆國	71.03	5.53	3.13	0.25	0.438
アメリカヒバ	"	85.66	6.77	2.46	0.20	0.368
アメリカツガ	"	82.88	8.83	4.67	0.14	0.4505
アメリカマツ	"	58.25	9.18	5.28	0.16	0.528
アメリカスギ	"	146.47	4.68	1.77	0.27	0.251

上記の収縮率を比較に便せんが爲に木目別収縮率の多少を其順序に圖示すれば第3圖A及Bの如くなる。

以上第三表に示す如く木材の乾燥による収縮は板目が最大で柁目之に次ぎ長さの方向に於て最も少なく本邦産潤葉樹材では板目の収縮平均最少がいぬえんじゆの 5.09%、最大がやまざくらの 11.83%、柁目では最少がくすのきの 2.03%、最大がすすかけのきの 7.98%、長さでは最少がけやきの 0.11%、最大がしらかしの 0.66%、で針葉樹材では板目の収縮は最少がねすこの 4.42%、最大がとどまつの 9.13%、柁目の最少はひのきの 2.10%、最大はからまつの 47.5%、長さでは最少べにまつ及さわらの 0.19%、最大がからまつの 0.78%で、収縮割合の多い潤葉樹材でも針葉樹材と大差のないものがある、しかし大部分の潤葉樹材は針葉樹材よりも収縮割合は大で各樹種の木目別の収縮割合は板目を 100 とすれば其比は柁目が 50 乃至 60 長さが 4 乃至 10 である。

以上の如く木材は繊維飽和點を基點として乾燥により収縮を伴ふものであるから實用上使用に便せんが爲各樹種の木目別に水分 1% の減少に對する収縮割合を上記第二表の繊維飽和點と第三表の収縮率を以て算出すれば第4表の如くなる。尙第三表の収縮率は平均値である。

第 四 表

樹 種	含水率 1% 當り収縮割合%			樹 種	含水率 1% 當り収縮割合%		
	板 目	柁 目	長 さ		板 目	柁 目	長 さ
は る に れ	0.301	0.139	0.020	ぶ な	0.371	0.170	0.014
や ち だ も	0.291	0.188	0.006	な ら	0.378	0.185	0.015
いぬえんじゆ	0.209	0.093	0.022	や ま な ら し	0.307	0.184	0.012
と ね り こ	0.355	0.190	0.024	け や き	0.245	0.147	0.005
く わ	0.398	0.214	0.020	み ず き	0.284	0.168	0.015
し ほ ぢ	0.222	0.130	0.011	か つ ら	0.236	0.169	0.008
く り	0.322	0.168	0.012	は り ぎ り	0.225	0.165	0.017
く す の き	0.262	0.078	0.007	し ん じ ゆ	0.384	0.219	0.010
あ か か し	0.318	0.133	0.018	い た や か へ で	0.295	0.160	0.010
し ら か し	0.368	0.220	0.027	き り	0.272	0.136	0.012
は ん で ん ぽ く	0.283	0.213	0.016	と ち	0.287	0.179	0.014
すすかけのき	0.368	0.278	0.014	つ げ	0.285	0.198	—

樹 種	含水率 1% 當り收縮割合%			樹 種	含水率 1% 當り收縮割合%		
	板 目	桁 目	長 サ		板 目	桁 目	長 サ
やまざくら	0.417	0.194	0.008	い て ふ	0.195	0.119	0.015
く ん ぎ	0.316	0.190	0.010	つ が	0.320	0.169	0.038
え ん ぎ	0.366	0.163	0.020	か や	0.228	0.098	0.025
く る み	0.220	0.152	0.012	ね ず こ	0.193	0.102	0.010
し な	0.308	0.195	0.012	も み	0.176	0.101	0.018
か ば	0.301	0.161	0.013	た う ひ	0.244	0.145	0.006
ほ ほ の き	0.198	0.133	0.005	べ に ま つ	0.288	0.104	0.009
す ぎ	0.214	0.110	0.014	カ ボ ー ル	0.294	0.236	0.009
あ か ま つ	0.264	0.136	0.012	ラ ン ガ ス	0.213	0.125	0.011
か ら ま つ	0.267	0.184	0.030	レ ッ ド ラ ウ ン	0.268	0.123	0.010
ひ め こ ま つ	0.302	0.120	0.026	タ ン ギ ー ル	0.260	0.162	0.010
え ぞ ま つ	0.258	0.127	0.007	ホ ワ イ ト ラ ウ ン	0.339	0.183	0.013
と ど ま つ	0.365	0.130	0.014	ア メ リ カ ヒ ノ キ	0.215	0.122	0.010
ひ の き	0.198	0.086	0.015	ア メ リ カ ヒ バ	0.261	0.095	0.008
ひ ば	0.251	0.129	0.014	ア メ リ カ ツ ガ	0.302	0.160	0.005
さ わ ら	0.224	0.126	0.010	ア メ リ カ マ ツ	0.353	0.203	0.006
か り や ま き	0.233	0.130	0.012	ア メ リ カ ス ギ	0.194	0.073	0.011

第四表は生材を乾燥して起る收縮割合を水分 1% 當りの割合に換算したものであるから此表を以て任意の含水率に於ける收縮を算出するにひのき材に其一例を採れば含水率 12% 迄乾燥したる場合板目に於ける收縮は幾%なるかを算出せんには先づひのきの繊維飽和點は 24.56% であるから含水率 12% 迄に乾燥すれば $24.56 - 12.0 = 12.56\%$ 即ち除去した水分 12.56% に對し 0.198 を乗すれば 2.49% が求めんとする含水率 12% に於ける板目の收縮率である。次に乾燥した木材が吸濕により膨脹した場合の割合を求めるには前者の場合と反對に計算すべきであるが一度絶乾にしたもの或は幾回も乾燥吸濕を繰り返した木材には缺陷現象により多少伸縮割合が生木の收縮割合に比して減少するものであるから收縮と同一割合を以て膨脹するものと謂ひ得ないものであるが實際的應用に際しては著しき差がない爲上表を應用するも差支ないものと謂ひ得られる。

VI 結 論

以上試験の結果に依り下の如く結論し得るものである。

(1) 木材繊維飽和點は樹種に依り異なり、20% 附近より 31% の間で其多くは 24% 乃至 28% 程度である。

(2) 木材の乾燥收縮によつて木材繊維飽和點を測定する場合厚板を使用したものは外部より乾燥する爲外部は繊維飽和點以下の水分となるも内部は未だそれ以上の水分を含む爲、供試材全體の平均含水率が繊維飽和點に達する以前より收縮を開始されるが故に此場合に於ける收縮開始時に於ける含水率を以て繊維飽和點となし得ないが、遊離水の蒸發後に於て徐々に乾燥

收縮する場合は水分減少割合に對し絶對乾燥状態に達する迄同一割合を以て收縮現象を伴ふが故に兩者の關係を線圖を以て示すときには直線となり、從て此線と收縮開始以前に於ける水分と收縮の關係を示す線とを延長して兩線の相重なり會ふ點を以て繊維飽和點となし得られる。

(3) 木材は其組織内に含む水分が常に一樣に蒸發して部分によりての水分分布状態が平均なりとすれば收縮は繊維飽和點を起點として起るものであるから薄板を供試材として水分の減少程度を同一になし得るよう試験を實行したる場合には收縮開始點の含水率を以て繊維飽和點と見做し得る。

(4) 從て木材水分の減少と收縮割合との關係は一つの直線を以て示すことが出来る。

(5) 板材等を實際に天然又は人工乾燥する場合には表面のみが急激に乾燥して收縮を始むる爲木材全體としての含水率は未だ多い時に於て收縮を開始するので乾燥の中途に於ては水分の減少と收縮との關係は曲線的に進行する。

(6) 乾燥した木材に吸濕せしめて之に伴ふ膨脹によつて繊維飽和點を測定する場合は木材表面よりの吸濕速度は徐々に行なはれ供試材中に含む水分量は略ぼ全體一樣に増加するを以て最大膨脹點に達したときの含水率を以て繊維飽和點と見做し得られる。

(7) 木材含水率と壓縮應力との關係は繊維飽和點を境として之より水分が減少するときには強度を増加するものであるから此強度の變化點を以て繊維飽和點となし得る。然し強度の増加割合は前記水分の減少と收縮との關係の如く繊維飽和點より絶乾に達する迄同一割合を以て收縮現象を伴ふ如く繊維飽和點を境として絶乾迄同一割合の下に於て強度を増加するにあらずして繊維飽和點より含水率が 13 乃至 15% 迄は其増加の割合幾分少なく其以後に於て一時強度の増加が止り更に水分が減少するに伴れて強度は其れ以前に於ける場合よりも多き割合を以て増加するもので、繊維飽和點以後に於ける水分の減少と壓縮應力との關係は之を線圖を以て描くと方向を多少異にした二つの直線の型を以て表すことが出来るものである。從て水分の減少に伴ふ壓縮應力の増加割合は二つの恒數を以て示し得られるものである。

(8) 若し供試材が一樣に水分を含まず且部分的に遊離水を含む場合には含水率と壓縮應力との關係は曲線的の結果を現すものである。

(9) 以上の三方法によつて測定した上表の木材繊維飽和點は測定の誤差等により多少其値に相違を生じたものと思はれるが實際の應用には差支ないものと思はれるものである。

(10) 木材の乾燥に伴ふ木目別の收縮は樹種或は生育状態により相違があるも其多くは板目の收縮割合を 100 とすれば其比は柾目が 50 乃至 60 長さが 4 乃至 10 である。

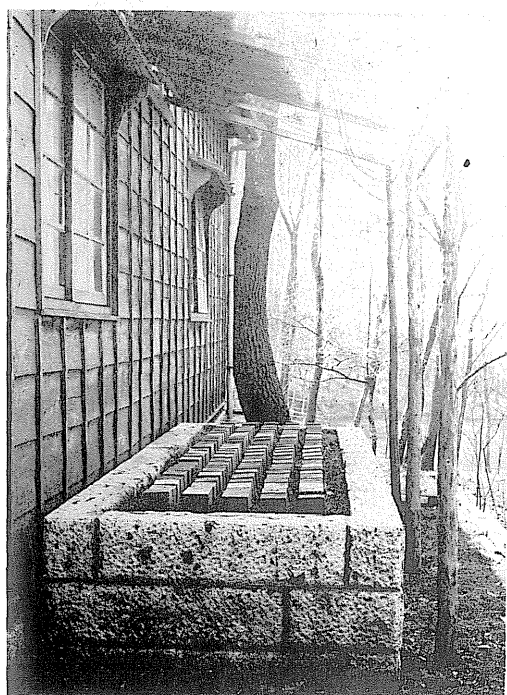
(11) 乾燥に伴ふ木目別の水分 1% に對する收縮割合は收縮率の多少及繊維飽和點の相違により異なるが繊維飽和點を基點として水分 1% の減少に對し内地産潤葉樹材では板目の最小 0.198 最大 0.417% で、其多くは 0.22 乃至 0.3 % であり、柾目は最小が 0.093 % で最大が 0.278% を示し、大部分の樹種は 0.13 乃至 0.2 以下で、長さは最小が 0.005% 最大は 0.027%

である。又内地産針葉樹材では板目の最小は 0.176 最大が 0.32% で其多くは 0.20 乃至 0.26 % で又柃目の最小は 0.086 最大は 0.184% で大部分の樹種は 0.10 乃至 0.13% 程度で、長さは最少が 0.006 最大が 0.03% で之等の内多くは 0.015% 附近である。

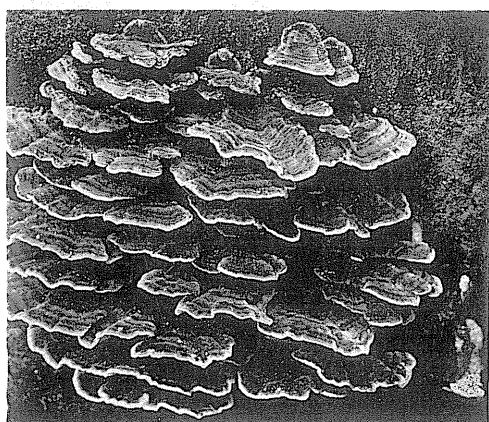
(12) 乾燥に伴ふ木材の収縮割合は闊葉樹材が針葉樹材よりも多いが闊葉樹中にも針葉樹より収縮率の少ないものがある。

(13) 木材の収縮率は同一樹種でも産地、生育状態伐採後の経過日数等の關係で多少異なる爲前記の収縮率は絶対的のものでは無いが大體の標準となり得るものであるから乾燥に伴ふ収縮割合の大體は前記水分 1% 當りの乾燥に伴ふ収縮率を以て算出し得られる。

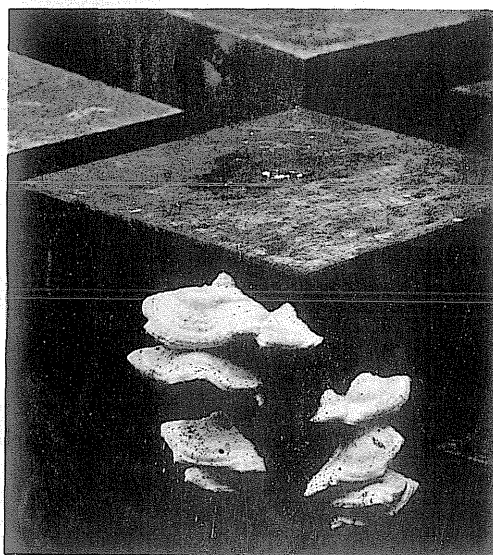
(14) 乾燥した木材が吸濕した場合に於ける膨脹は乾燥収縮の場合と反對の現象で水分 1% 當りの膨脹割合は乾燥吸濕を繰り返した回数又は乾燥後の経過日數に依り相違を生ずるが一度乾燥した木材は缺陷現象を伴ふので水分 1% の増加に伴ふ膨脹は水分 1% 減少による収縮割合よりも幾分少ないが伐採後特別の處理を施さらい材は著しい相違はないから其大體の數値は前記水分 1% の減少に對する収縮率の應用によつて求め得られるものである。



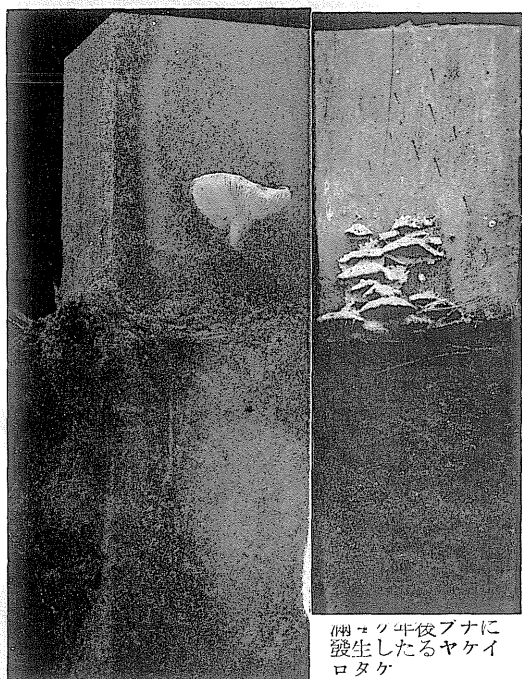
耐朽試験設備（昭和元年開始）



満3ケ年後シラカバに発生したるクロクモタケ

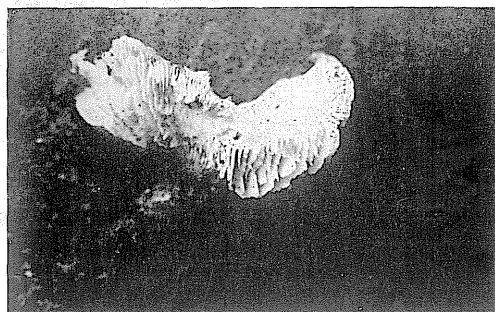


満3ケ年後フナに発生したるカハラタケ



満4ケ年後フナに発生したるヤケイロタケ

満4ケ年後テウセシアカマツに発生したるマツオフジ（下部に土粒の附着せるは本菌菌絲の發育に因つて纏絡せられたるに依る）



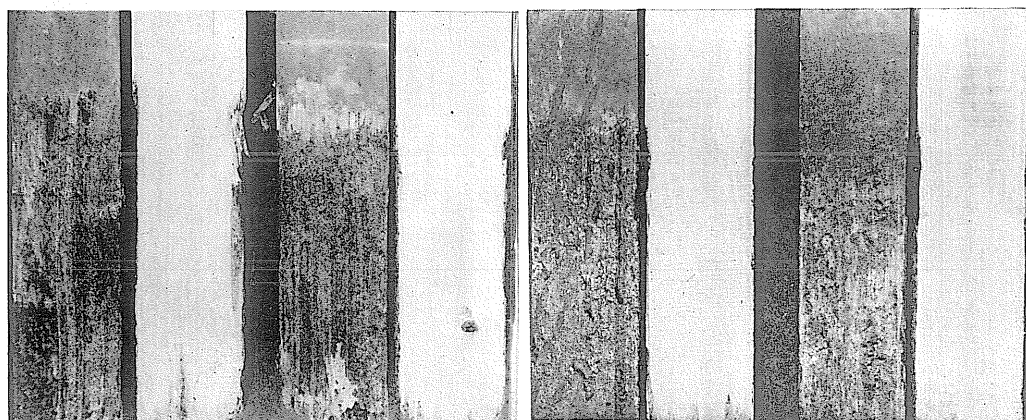
満4ケ年後エゾマツに発生したるマツオフジ

満9ヶ年経過後に於ける耐朽性大なる各材の状態にて外側に多少の腐朽を見るも内部は殆ど腐朽せず
(イは外側、ロは内側)



スギ(満9年)

ヒバ(同)



タイワンヒノキ (同)

ベニヒ (同)

耐朽性大ならざるもの満6ヶ年後の状態 (腐朽の痕め元形を留めず)



テウセンアカマツ