

# 注入木材に関する研究

## 第 I 報：低縮合石炭酸樹脂による木材処理 — Dimensional Stability について—

後 藤 輝 男 ・ 梶 田 茂

(木材物理第 1 研究室)

Teruo GOTO and Sigeru KADITA : Studies on the Impregnated woods.

### I . Wood Treatment with Low Condensation Phenol Resins. -Dimensional Stability-

#### I 緒 言

収縮膨張並びにそれによつて起る"反り(Warping)", "割れ(Checking)", "蜂窩(Honeycombing)"は木材の最も有害な性質である。それ故に今日迄これ等の防止について、換言すれば容積変化を最小にするための多くの研究がなされた。筆者等は樹脂処理による木材容積安定の機構について考察し、低縮合石炭酸フォルムアルデヒド樹脂を木材に注入処理した場合の Dimensional Stability について実験を行つた。研究費の一部は文部省科学試験研究費によるものである。この機会に感謝の意を表する次第である。

#### II 樹脂処理による木材容積安定の機構

木材容積安定の方法としては次の三つの方法が考えられる。

- 1 水の出入を閉塞するために木材表面或は内部に被膜を作る方法。この方法は木材の吸湿性 (Hygroscopicity) を変化せしめない。
- 2 木材を膨潤状態 (Swollen-state) に保持する処の膨潤剤 (Bulking agent) の注入
- 3 Cellulose, Lignin 或はその両方の遊離の OH 基と反応する Chemical agent の使用。この方法によつて一層小さい極性基で Cellulose, Lignin の OH 基を置換する。而して木材の吸湿性を減少せしめる。

以上 3 つの方法をあげうるが樹脂処理による木材容積安定は主として(2)(3)の方法によつて与えられるものと考えられる。次にその理由について考察する。

木材に水分子の吸着は Cellulose 並に Lignin の遊離の OH 基が重要な役割を演ずる。この事は Cellulose が空気、 $H_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$  等の非極性物質は殆ど吸着せず、水蒸気、塩酸ガス、亜硫酸ガス等の極性物質をよく吸着する事から推断しうる。即ち吸着された水分子は Cellulose 或は Lignin の遊離の OH 基に結合するものと考えられる。而して膨潤現象を行う。これがため Cellulose 並に

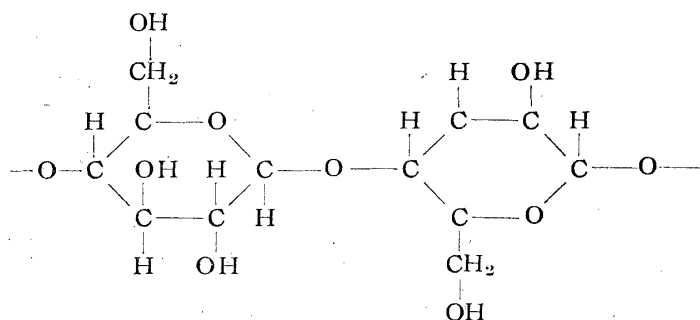
Lignin の遊離のOH基を他のOH基を有する化学成分を結合せしめてOH基の数を減少せしめるか、極性度の小さい極性基で置換せしめる時は、木材の吸湿性を減少せしめうる。而して木材中に熱硬化性初期縮合樹脂を注入処理した場合、熱硬化性樹脂は Table.1 に示す様に OH 基を有するため木材中の Cellulose 並に Lignin の遊離のOH基と化学結合をなし、樹脂硬化によつて耐湿、耐水性のある 3 次元的網状構造を示す樹脂と Cellulose 並に Lignin が結合する。即ちフェノール樹脂の  $C_6H_5-OH$  及び  $C_6H_5-CH_2OH$  基及び尿素並びにメラミン樹脂の  $N-CH_2OH$  基と木材中の Cellulose 並に Lignin の遊離のOH基と水素結合 (Hydrogenbonds.) する事が考えられる。

Table 1: 石炭酸樹脂, アミノ樹脂, 及びメラミン樹脂の極性基

	巨大分子に於ける極性基				
フェノール樹脂	-OH	=C=O	≡C—O—C≡		
アミノ樹脂	-OH	=C=O	≡C—O—C≡	=N—H	=N—C—N=    O
メラミン樹脂	-OH		≡C—O—C≡	=N—H	O

更にR.B.DEAN氏は<sup>5)</sup>H.CHO-linked Resins は硬化過程中 Cellulose と共に Carbon-to-Carbon 或はCarbon-to-Oxygen 結合即ち Covalent bond が起る可能性があり、Hydrogen bond よりも、より完全耐水性であるとのべている。高橋氏は<sup>6)</sup>Urea と Formaldehyde の初期縮合物たるMethylol-urea と  $\alpha$ -Cellulose とはメチロール基との Cellulose のヒドロキシ基間にエーテル結合が起り ELLIS 氏の言う Urea-Formaldehyde-Cellulosate なる化合物を作る事を実験的に証明している。又 R.KÖHLER 及び W.ENZENSBERGER の両氏<sup>6)</sup>はメラミン樹脂接着剤に増量剤として澱粉を用いた場合、メラミン樹脂のメチロール基と澱粉のヒドロキシ基間にエーテル形成が起り耐水性の接着フィルムを形成する事をのべているが因みに Cellulose と Starch の差異は、前者は  $\beta$ -グリコシドであるに反し後者は  $\alpha$ -グリコシドであるのみで、両者の理化学的性質の差異は分子量の大小だけである。それ故 Cellulose のヒドロキシ基とメチロール基との間には高橋氏がのべてをられる様にエーテル結合が起る事が考えられる。以上諸氏の報告から考察するに Cellulose 及び Lignin と熱硬化性樹脂間には Hydrogen bond, Covalent bond, Ether bond 等の化学結合が起り木材の吸

(註) Celluloseの化学構造



湿性を本質的に改良せしめうる。

又前述せる如く木材に合成樹脂を注入処理した場合、膨潤剤として作用する事が考えられる。因みに Cellulose の膨潤は、膨潤液が結晶質間に浸透し×一線図に於いて結晶構造を変化せしめない処のミセル間膨潤 (Intermicellar Swelling) と、膨潤液が結晶質内部に浸透し×一線図に於いて結晶構造を変化せしめる処のミセル内膨潤 (Intramicellar Swelling) との二つに分類しうる。然し樹脂注入による膨潤は如何なる現象の膨潤であるかは未だ不明の様である。

木材組織中に於ける樹脂分布は樹脂の分子量、粘度、表面張力等によつて異なるが、G.L.CLARK 及び J.A.HOWSMON 両氏<sup>(4)</sup>の報告によれば Alcohol-Soluble Phenol Resin は Morpholine によつて最初に木材組織を膨潤せしめた場合は Water-Soluble Phenol Resin よりも木材中に均等に分布し、高き Dimensional Stability を与えるが、真空圧力注入の場合は、後者は前者よりも一層均等に木材中に分布するとのべている。

以上要するに合成樹脂は下記実験に於いてもこのべる様に水よりも遙かに親和性が大きく膨潤剤として作用する事が考えられる。

### Ⅲ 樹脂処理によつて与えられる利点並に不利な点

#### (A) 利点

- 1 木材組織 (Wood Structure) の安定即ち抗収縮能力 (Antishrink Efficiency) が大となる。
- 2 容積重の増加と共に機械的性質は改良される。就中剪断強度は急激に増加する。
- 3 木材中に樹脂の存在は Moisture Vapor の浸透を制限する効果がある。
- 4 未硬化樹脂は木材の可塑性を増加する。即ち合板接着の場合、圧縮力は低くて良い。
- 5 酸弱アルカリ及び溶剤に対する化学的抵抗力を増加せしめる。就中石炭酸系樹脂注入処理の場合はこの抵抗力は大となる。
- 6 Mold, Fungi 浸蝕に対する抵抗力を増大せしめる。
- 7 耐火性は若干改良される。

#### (B) 不利な点

- 1 衝撃強度が低下する。特に熱硬化性樹脂は熱可塑性樹脂よりも木材組織への浸透が良好なため衝撃強度の低下は著しい。
- 2 樹脂注入木材の接着は無処理木材の場合よりも困難である。
- 3 木材の樹脂処理によつて価格が高くなる。

### Ⅳ 実験に用いた材料

#### (A) 測定材料

- (1) Dimensional Stability; 完全処理の条件について実験するために厚さ 0.5cm, 断面 5.0×5.0cm

のヒノキ心材の Cross Section を用いた。<sup>(註1)</sup> 用いたヒノキ心材の平均年輪幅は 3.3mm, 秋材率は 23%, 含水率は 13~14%, 比重は 0.43 で表面を平滑するために飽カケをした。而して収縮率測定のために 4cm 距離の標線を放射方向並に切線方向に入れた。

(註1) ヒノキ仮導管の直径, 長さは従来の研究によれば Table2, の如し。

Table2. ヒノキ仮導管の直径及び長さ

仮導管の直径 (μ)				仮導管の長さ(μ)
春 材		秋 材		
半径面	切線面	半径面	切線面	2500~3200
35~50	30~50	10~25	30~35	

而して針葉樹材には容積率にて約91%の仮導管が含まれ, 主として水分通導の機能を果している。

(註2) 薄き Cross Section について得た Dimensional Stability の結果は大きな木材試料について直接応用し得ないが樹脂処理合板, 積層材, 硬化積層材等の改良木材の製造には大いに利用しようと思はれる。

(2) 樹脂形成成分並に水と木材との親利性 ; (1) に於ける場合と同じ試料を用いた。

(3) 樹脂粘度と注入量 : 2.0×2.0×2.0cm の二方柱のヒノキ心材を用いた。用いたヒノキ心材の平均年輪幅は 1.9mm, 含水率は 12~13%, 比重は 0.45 であつた。

(B) 注入樹脂—低縮合石炭酸樹脂— ; Phenol 1Mol, H.CHO 1.5Mol, 触媒として Phenol 1Mol に対し NaOH 6gr を添加したものを三ツロフラスコ中に入れ, 93°C 以上の温度で 20 分間反応せしめ, 直ちに冷却せしめた樹脂を用いた。此の樹脂を各種含脂率にするために蒸留水を用いた。注入に用いた樹脂の含脂率比, 粘度, 比重, pH を示すと Table 3 の様である。

Table 3 ; 注入樹脂の含脂率, 比粘度, 比重及び pH

(Resin Content, Sp. Viscosity, Sp. Gravity and pH of Resin\* used.)

樹脂, (Resin)	A	B	C	D	E	F	G
含脂率, (Resin Content) (%)	50.0	35.0	26.0	20.2	16.2	13.0	8.2
比粘度, (Sp. Viscosity) <sup>(1)</sup>	—	5.83	3.38	2.49	2.16	1.69	1.39
比重, (Sp. Gravity) <sup>(2)</sup>	1.155	1.099	1.076	1.060	1.049	1.036	1.026
pH <sup>(3)</sup>	8.8	8.8	8.8	8.7	8.7	8.7	8.6

(1) 粘度測定はオストワルド粘度計にて測定  
測定温度 20±5°C  
(2) 比重測定は標準比重計にて測定  
測定温度 20±5°C  
(3) pH は水素イオン濃度試験紙にて測定

\* Mol Ratio of Formaldehyde to Phenol in the Resin was 1.5 : 1.0  
Phenol Resin made with 6 gram of Sodium-hydroxide as Catalyst

## V 実 験 方 法

### (A) 容積安定性 (Dimensional Stability)

ビーカ中に試験片を入れ (各条件に対して 5 箇) 3 時間ウイット中にて 10mmHg の真空度で減圧乾燥した後, 樹脂を注入し, 24 時間樹脂中に浸漬せしめた。而して表面に附着した過剰の樹脂溶液を取除くために吸取紙上にて軽く拭い取り, 直ちに秤量並に標点間の距離を 1/100mm 精度の読取顕微鏡にて測定した。次いで 3 日間風乾後 150°C の硬化温度で 20 分間恒温室中にて樹脂を硬化せしめた後更に 100°C にて 5 時間乾燥せしめた。硬化並に乾燥終了直後秤量及び標点間距離測定

を行つた。而して樹脂の硬化した試験片はビーカー中にて水中に浸漬し、ウイト中に置き1時間 vacuum した後、更に未縮合樹脂を取除くために7日間23°C~28°Cの水中に浸漬した。水中浸漬後、同様に秤量、標点間距離測定を行つた。次いで24時間風乾後105°Cにて24時間恒温室中にて乾燥せしめた。而して Antishrink Efficiency Values は水中に浸漬膨潤せしめた状態と最終乾燥状態間の Dimensional Change を基準として下記式によつて計算した。

$$\text{Antishrink efficiency} = \frac{\left( \text{Shrinkage of untreated Sections} \right) - \left( \text{Shrinkage of treated Sections} \right)}{\left( \text{Shrinkage of untreated Sections} \right)} \cdot 100$$

(B) 樹脂形成成分並に水と木材との親和性について

親和性の大小は膨潤量の大小で表した。即ち膨潤試験には Table 3 に示した各含脂率の樹脂溶液並に蒸留水を用いた。実験方法は試験片をビーカー中に入れ、それをウイト中に置き10mmHgの真空度にて3時間減圧乾燥した後、樹脂溶液並に水を注入した。そして24時間浸漬後、試験片標点間の距離を 1/100mm 精度の読取顕微鏡にて測定した後、膨潤率を算定した。

(C) 樹脂粘度と注入量との関係

樹脂注入処理は5時間の減圧乾燥、硬化時間30分間としたそれ以外は(A)の場合と同じ。注入量は処理材の絶乾重量から標準無処理材の重量を引いた量(gr)で表した。

## Ⅵ 実 験 結 果

(A) 樹脂粘度と注入量との関係

Ⅳ(A) 3項にのべた材料、並にⅤ(C)項にのべた実験方法によつて実験した結果はTable 4, Fig.1 に示す通りである。

Table 4 ; 樹脂粘度と注入量との関係

(Relation between Viscosity and Impregnating Weight of Resin)

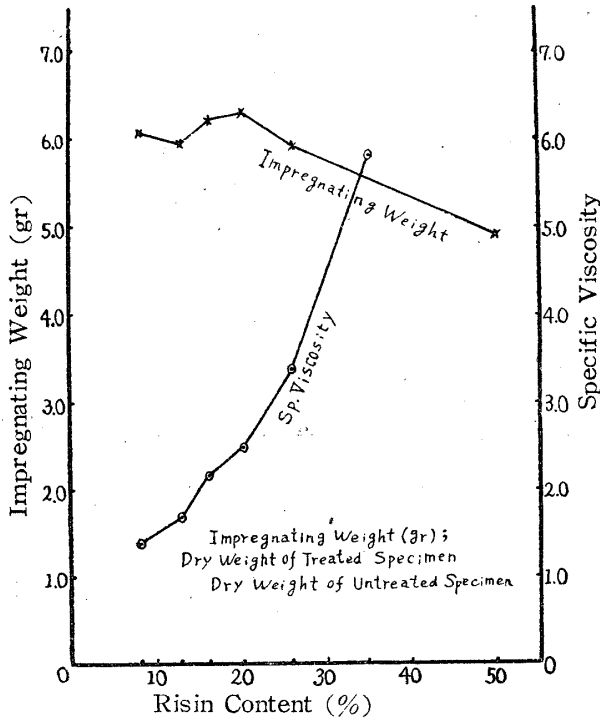
樹脂(Rsins)	A	B	C	D	E	F	G
樹脂含脂率 (Resin content)%	50.0	35.0	26.0	20.2	16.2	13.0	8.2
注入量 (gr) (Impregnating weight)	4.92	—	5.92	6.30	6.22	5.95	6.06
比粘度 (Sp. Viscosity)	—	5.83	3.38	2.49	2.16	1.69	1.39

Table 4, Fig.1に見る様に樹脂粘度は含脂率の減少と共に急激に低下するが注入量は含脂率25%以下は殆ど同じ様である。換言すれば比粘度約3.5以下では注入量は殆ど同じである。

(B) 樹脂形成成分並に水と木材との親和性について

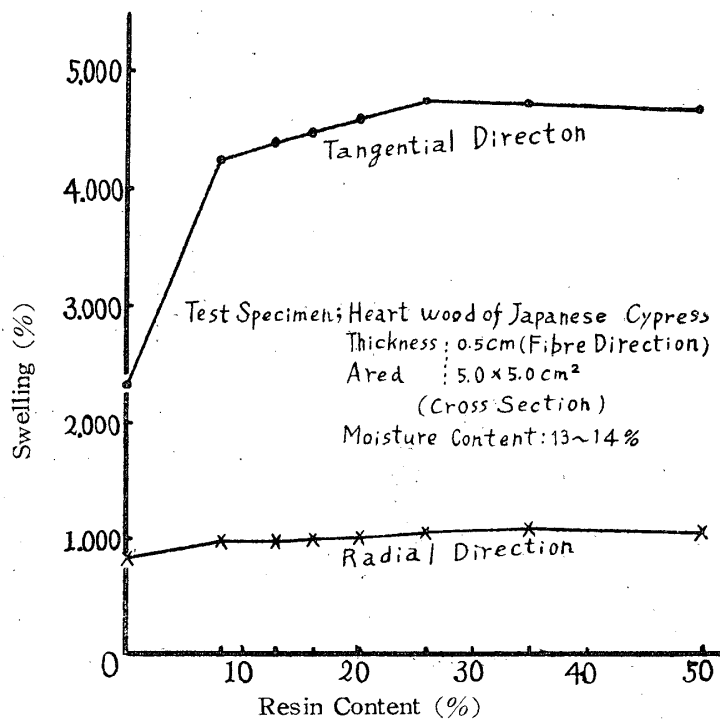
上述の如き実験方法によつて実験した結果は Table 5, Fig.2. に示す如くである。

Fig. 1 ; Relation between Viscosity of Resin and Impregnating Weight.  
Test Specimen ; Heart Wood of Japanese Cypress  
2.0×2.0×2.0cm<sup>3</sup>



即ち図表に見る様に本実験に用いた樹脂形成成分は水溶性低縮合石炭酸フォルムアルデヒド樹脂溶液で水よりも粘度，分子量が大である。それにも拘らず上記樹脂溶液による木材膨潤量は水単独によるそれよりも Tangential 方向に於いて約 2 倍大である。これが原因は Cellulose Fiber に対する種々の液体の滲透及び膨潤力に於ける相違は主として液体の極性に於ける相異であるとのべられている様に，樹脂溶液と水との極性の差異によるもので前者は後者よりも極性が大であるためである。又最近 Hydrogen bonds を形成する能力の大なる成分はその能力の小さい成分よりも纖維素をより大きく膨潤せしめると STAMM 氏がのべているが，樹脂形成成分は水よりも大きな Hydrogen bonds を形成する能力を有する事実は木材をより大きく膨潤せしめると思われる。

Fig. 2 ; Swelling by Resin Forming Agent and water.



(1)  
Table 5 樹脂形成成分並に水と木材膨潤率  
(Swelling by Resin Forming Agent<sup>(1)</sup> and Water)

樹脂形成成分並に水		H <sub>2</sub> O	A-resin	B-resin	C-resin	D-resin	E-resin	F-resin	G-resin
含脂率 (Resin Content), (%)		0	50.0	35.0	26.0	20.2	16.2	13.0	8.2
膨潤率 (Swelling) (%)	R <sup>(2)</sup>	0.839	1.051	1.076	1.045	1.014	0.984	0.972	0.983
	T <sup>(3)</sup>	2.336	4.660	4.695	4.740	4.575	4.457	4.365	4.231

(1) 低縮合石炭酸ホルムアルデヒド樹脂 See. Table 3

(2) R : Radial Direction. (3) T : Tangential Direction.

(c) A.B.C.D.E.F.G. 各樹脂と Dimensional Stability との関係

上述の如き試料を用いて実験を行つた結果は Tabl 6. Fig. 3~6 に示す如くである。

Table 6. ヒノキ試片<sup>(1)</sup>の抗収縮能力に及ぼす樹脂含脂率の影響  
(Effect of Varying Resin Contents upon the Antishrink Efficiency of Japanese Cypress)<sup>(1)</sup>

樹脂(Resins) <sup>(2)</sup>		Untreated	A	B	C	D	E	F	G
樹脂含脂率 (Resin Content) (%)		0	50.0	35.0	26.0	20.2	16.2	13.0	8.2
試片樹脂含脂率 (Resin content of Treated Samples) <sup>(3)</sup> (%)		0	49.4	38.0	31.4	27.9	22.4	17.7	11.9
試片樹脂含脂率 (Resin Content of Treated Samples after leaching) <sup>(4)</sup> (%)		0	48.6	37.0	30.0	26.7	21.6	16.5	9.5
含水率 (Moisture Content) <sup>(5)</sup> (%)		176.7	58.8	85.8	101.9	106.1	115.9	127.2	134.9
重量増加率 (Rate of Weight Increase) (%)		0	79.1	48.3	30.0	22.9	17.8	13.6	6.6
収縮率 % (Rate of Shrinkage)	R <sup>(6)</sup>	2.82	1.98	1.62	1.50	1.33	1.25	1.27	1.32
	T <sup>(7)</sup>	6.39	3.03	3.10	3.09	3.01	2.68	3.01	3.43
抗収縮能力 (%) (Antishrink Efficiency)	R	—	30	43	47	53	56	55	53
	T	—	53	52	52	53	58	53	46

(1) ヒノキ試片 ; The measurement were made on cross sections of Japanese cypress prepared from air-dry stock. Specimens 5×5cm in cross section were cut from 100cm. long planks. These were cut into thin cross sections 0.5cm. in the fiber direction. All edges were lightly sanded to remove any loose fibers.

(2) 樹脂 (Resins) : See Table. 3.

(3) 150°Cで20分間硬化, 100°Cで5時間乾燥後

(4) 7日間蒸溜水中に浸漬後, 24時間100°Cにて乾燥後.

(5) 7日間蒸溜水中に浸漬後.

(6) R : Radial Direction. (7) T : Tangential Direction.

Fig. 3. Effect of Varying Resin Contents upon the Antishrink Efficiency of Japanese Cypress

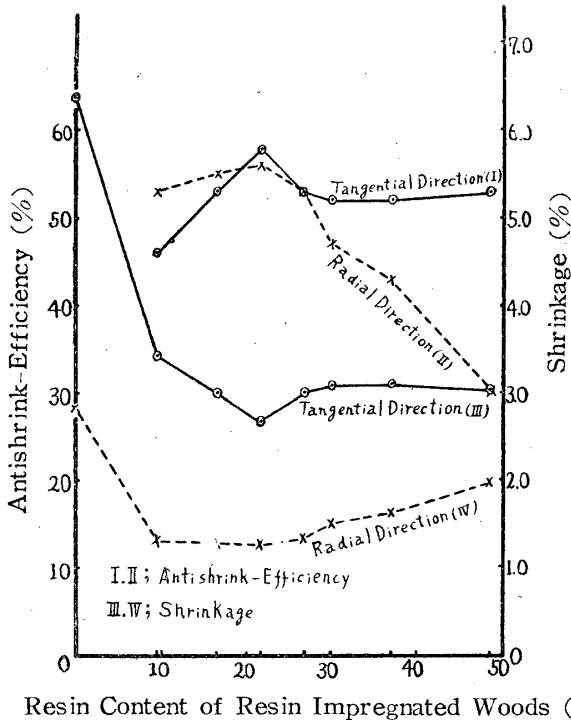


Fig. 3. に示す様に試片樹脂含脂率15~20%にて最も高い抗収縮能力値を示した。然るにA. B 樹脂の様に樹脂形成成分の大なる換言すれば粘度の高い樹脂を用いる時は Tangential 方向に於けるその値には殆ど差異がないが Radial 方向に於けるその値は非常に低い。これが原因は顕微鏡的方法による木材組織中の樹脂分布状況を観察しなければ判然としないが多分 Radial 方向の細胞のpit の径が小さく粘度の高い樹脂を用いた場合は細胞膜内迄透過し難く、収縮、膨脹の抑止に効果のない孔隙部分のみ入りうるのではないかと思はれる。それ故前述せる様に細胞膜内に於ける纖維素との Chemical bonds 並に Bulking agent の作用の行はれるのが小さいのではないかと思はれる。

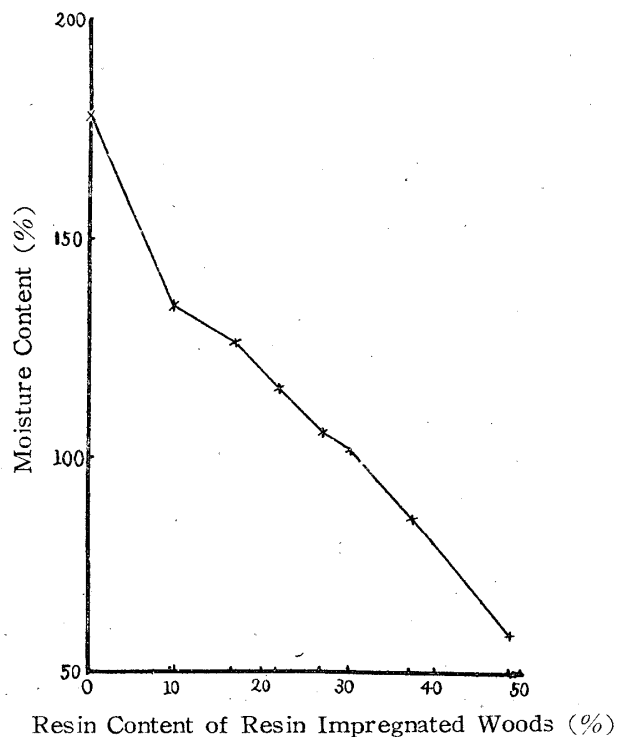
以上要するに含脂率 15~20%の Phenol Resin を注入樹脂として用いた場合最も高い抗収縮能力値をうる。尙 Dimethylolurea 並に Urea-Formalinを注入樹脂として用いたSTAMM 氏の研究によれば矢張り試片樹脂含脂率約20%にて最高の抗収縮能力値を得ている。

Fig. 4 に於いては試片樹脂含脂率と7日間蒸溜水中に浸漬後の含水率との関係を示したもので、含脂率の増大と共に含水率は直線的に減少する。

これは曲線から見て判る様に自由水の多寡によるもので含脂率の大なる即ち粘度の高い樹脂は、木材組織中に主として自由水の存在する木材孔隙中に含脂率の低い樹脂よりも、より多く Resin が deposit 硬化しているため自由水の含有しうる量が小さいのである。

Fig. 5 に於いては試片樹脂含脂率と重量増加率との関係を示した。即ち硬化した Phenol Resin の比重は略1.40で用いたヒノキ心材の

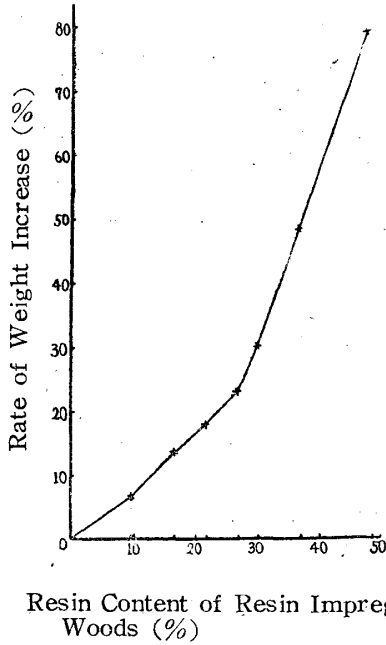
Fig. 4. Moisture Content absorbed during the soaking period. -after immersion into distilled water for 7 days-





比重は0.43であるため、当然樹脂含脂率の増大と共に重量は増大する。

Fig. 5. ; Rate of Weight Increase by Resin Treatment

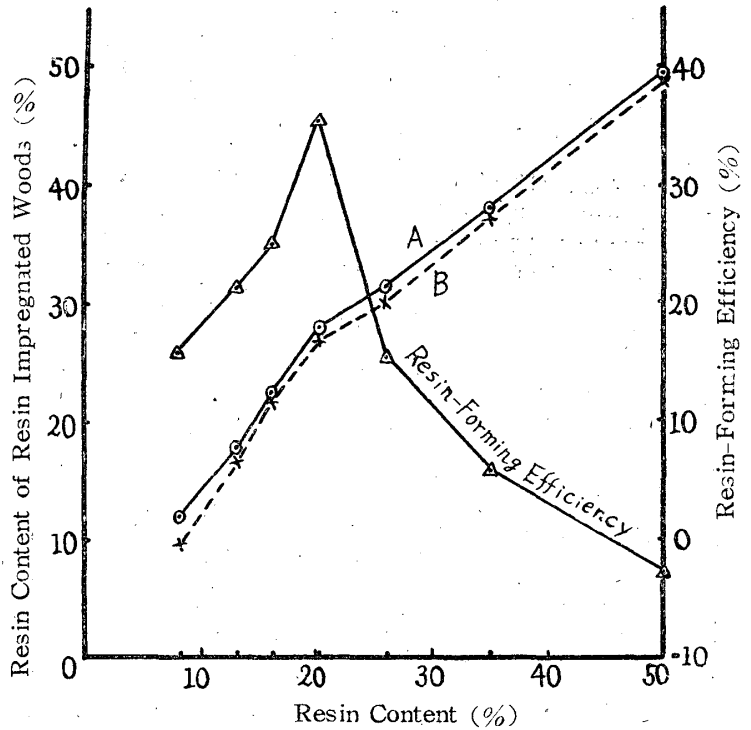


脂含脂率と樹脂形成能率との曲線から見る様に含脂率20%の場合、木材中にて最も樹脂形成能力が大きい。(D) E-Resin を用いた場合、樹脂含脂率と Dimensional Stability との関係；E-Resin を用いて樹脂注入方法——真空注入，常態注入——，注入時間を変えて試片樹脂含脂率を変えた場合、抗収縮能力に如何に影響するかを実験した。その結果は Table.7, Fig.7, に示す如くである。

Fig. 6 に於いては樹脂含脂率と試片樹脂含脂率との関係を示した。即ち曲線A, Bに見る様に試片中で硬化せしめた石炭酸樹脂は7日間蒸溜水中に浸漬する事によつて約1%含脂率は減少する。これは未縮合樹脂並に遊離フォルムアルデヒドの流去によるものであらう。然し樹脂含脂率が異つても減少量は略一定である事から含脂率の低い樹脂、換言すれば樹脂形成成分が分散しても木材中に於いて十分にC-状態の樹脂を形成する事が判る。又樹

Fig. 6.

A ; Curing at 150°C for 20mm, Drying at 100°C for 5hr.  
B ; Immersion into Distilled Water for 7 Days, Oven Drying at 100°C for 24hr.



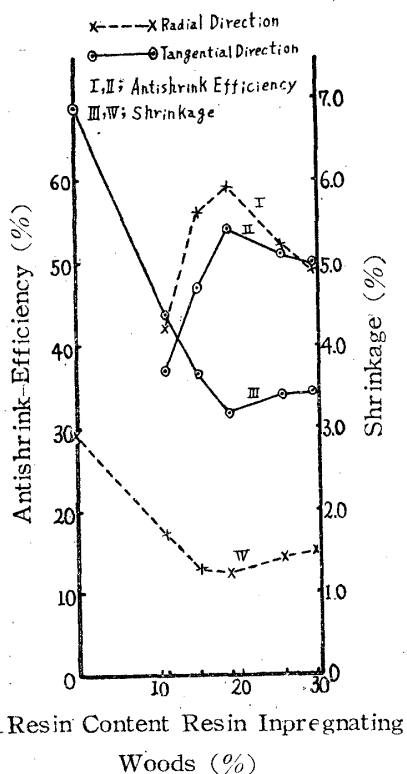
即ち(C)項に於いてのべた場合と同様、試片含脂率15~20%にて最も高い抗収縮能力値を示した。以上要するに強化木、積層材製造に於いて単板含浸用樹脂として約20%の石炭酸樹脂が製品の諸強度等の点から考慮して最も多く用いられるが、本実験に於いて示せる様に単板への樹脂の親和性、抗収縮能力、C状態樹脂形成能力等の点から考慮しても妥当である事が判明する。

Table.7 ; ヒノキ試片<sup>(1)</sup>の抗収縮能力に及ぼす樹脂含脂率の影響 (E-Resin-)  
(Effect of Varying Resin Contents upon the Antishrink Efficiency of Japanese Cypress)<sup>(1)</sup>  
(Resin Used ; E-Resin)<sup>(2)</sup>

試片樹脂含脂率 (Resin Content of Treated Samples) (%) <sup>(3)</sup>		0	13.2	17.8	20.6	27.6	31.1
試片樹脂含脂率 (Resin Content of Treated Samples (%) <sup>(4)</sup> (after leaching)		0	11.0	15.0	18.8	25.5	29.4
重量増加率 (Rate of Weight Increase) (%)		0	0.7	5.6	9.7	21.4	29.4
収 縮 率 (Rate of Shrinkage) (%)	R	2.94	1.72	1.28	1.22	1.42	1.50
	T	6.88	4.37	3.66	3.19	3.40	3.45
抗 収 縮 能 力 (Antishrink Efficiency) (%)	R		42	56	59	52	49
	T		37	47	54	51	50

(1) See. footnote (1) of Table.6  
(2) E-Resin See. Tabl.3.  
(3) (4) See. footnote (3)(4) of Table.6.

Fig.7. ; Effect of Varying Resin Contents upon the Antishrink Efficiency of Japanese Cypress  
(Resin Used ; E-Resin)



(E) E-Resinを用いた場合,硬化条件(Cure Condition)と Dimensional Stability との関係下表に示す様な3つの Cure Conditions と抗収縮能力との関係について実験した結果は Table.8 に示す如くである。

Table.8 ; ヒノキ試片<sup>(1)</sup>の抗収縮能力に及ぼす硬化条件の影響  
(Effect of Varying Curing Conditions upon the Antishrink Efficiency of Japanese Cypress)<sup>(1)</sup> (Resin Used ; E-Resin)<sup>(2)</sup>

硬化条件 (Cure Conditions)		20min. at 150°C	40min. at 125°C	60min. at 100°C
試片樹脂含脂率 (Resin Content of Treated Samples) <sup>(3)</sup> (%)		24.0	21.7	21.1
抗収縮能力 (Antishrink Efficiency) (%)	R	47	46	51
	T	46	49	48

(1) See. footnote (1) of Table.6. (2) E-Resin See. Table.3. (3) See. footnote (4) of Table.6.

即ち低縮合石炭酸樹脂を用いた場合でも 100°C にて 1 時間Curingし,更に乾燥のために100°Cで5時間Oven Drying を行う時は150°Cで短時間 Curingした場合と同じ程度の抗収縮能力値を得る事が出来る。

## Ⅶ 要 約

- 1, 樹脂処理による Dimensional Stability の機構は主として Cellulose, Lignin と樹脂との Hydrogen bonds, Covalent bonds, Ether bonds 等の化学結合による木材吸湿性の減少, 並に木材を一定膨潤状態に保持せしめる膨潤剤としての作用等によるものであると考察する。
- 2, 低縮合石炭酸フォルムアルデヒド樹脂で木材組織中—ヒノキ心材—に注入処理した場合次の様な結果が得られた。
  - (i) 樹脂粘度の増大と共に樹脂注入量は減少するが樹脂含脂率25%以下, 換言すれば比粘度約3.5以下では樹脂注入量は殆ど一定である。
  - (ii) 低縮合石炭酸樹脂は水よりも約2倍木材を大きく膨潤せしめる。
  - (iii) 含脂率の異なる樹脂を用いた場合, 含脂率16.2%試片樹脂含脂率21.6%にて最も高い抗収縮能力—切線方向にて55%放射方向にて53%—を示した。
  - (iv) 含脂率16.2%の同一樹脂を用いた場合でも試片含脂率約20%にて最も高い抗収縮能力を示した。
  - (v) 抗収縮能力に及ぼす硬化温度(100°C~150°C)の影響は認められなかつた。
  - (vi) 木材組織中で硬化した樹脂は水によつて流去される量は極めて少なく, 且その量は用いた樹脂含脂率の大小に拘らず殆ど一定である。
  - (vii) 含脂率20%の樹脂を用いた場合, 木材組織中で最も樹脂形成能力が大きい。

## Résumé

The chief object of impregnated wood with synthetic resin-forming chemicals is to give it stability against swelling and shrinking. This is effectively accomplished only when the wood is treated with chemically active resin-forming constituents that penetrate the cell-wall structure and become bonded to the active groups in the wood upon formation of the resin. It appears that the dimensional stabilization of wood obtained by forming the resin within the wood is due to both a bulking effect and a chemical combination. All data presented in this report have been obtained by using prepolymerized phenol-formaldehyde resin (water soluble resin) and Japanese cypress.

The method of resin treatment was conducted as follows ;

Five cross sections of air-dry Japanese cypress were placed in a beaker. The beaker were placed in a vacuum desiccator and evacuated for 3 hrs. with a vacuum pump to remove entrapped air. Following this the sections were allowed to stand in the treating solution overnight to allow for thorough diffusion into the cell-wall structure. The treated sections

were placed on paper towelling for about 5 min. to remove surplus solution. They were then weighed and the radial and tangential dimensions measured with a reading microscope. Five adjacent control sections were treated in the same manner, using a distilled water for the sections matching those treated with treating solutions. Curing accomplished by air drying for 72hrs., heating for 20min. at 150°C., and oven drying for 5hrs. at 100°C. The cured sections, after weighing and measuring, were placed in a vacuum desiccator partly filled with water. A vacuum was pulled for 1hrs. with a vacuum pump. The sections were then allowed to soak for a period of 7days in distilled water to remove any unpolymerezed resin-forming chemicals. The section were again weighed and measured, then air dried for 24hrs. and oven dried for 24hrs at 105°C. All the antishrink efficiency values were calculated on the basis of the dimensional change between the leached swollen condition and the final oven-dry condition.

The results of experiments obtained was summarized as follows ;

1. The variation of antishrink efficiency with resin content is shown in Table 6~7 and Fig 3 or 7. A resin having resin content of 16% (resin content of resin impregnated woods : about 20%) gave the highest antishrink efficiency.
2. A resin having resin content of 20% gave the highest resin-forming efficiency. (Fig.6)
3. Antishrink efficiency is no appreciable difference in the cure condition tested. (Table.8)
4. Unpolymerized phenol-formaldehyde resin are selectively absorbed by wood and, as a result, swell wood in their aqueous solutions more than wood is swollen by water alone. (Table.5 Fig.2)
5. Swelling tests on treated specimens by unpolymerezed phenol-formaldehyde resin indicated that a small proportion of the resin-forming solids were leached out during the soaking period. (Fig.6)

## 文 献

- (1) A. J. Stamm, R. M. Seborg ; Resin-Treated Wood (Impreg). F. P. L. Report No. 1380. (1950).
- (2) M. A. M. Ilett, A. J. Stamm ; Wood Treatment with Urea Resin-Forming Systems (Dimensional Stability), Modern plastics 150.202 (1946)
- (3) A. J. Stamm, R. M. Seborg ; Minimizing Wood Shrinkage and Swelling-Treating with Synthetic Resin-Forming Materials-. Ind. Eng. Chem. 28. No.10. 1164 (1936)
- (4) G. L. Clark, J. A. Howsmon ; Swollen, Impregnated, and Compressed wood Samples. -X-Ray Diffraction Studies.-. Ind. Eng. Chem. 38. No.12.1257 (Dec.1946)
- (5) A. J. Stamm, H. Tarkow ; Dimensional Stabilization of Wood. J. Phy. & Coll. Chem. 51. No.2. 493. (Mar. 1947.)

- (6) 高橋彰；尿素・フォルアルデヒド反応に関する研究第11報パルプとメチロール尿素について  
高分子化学9(第87号) 173 (1952)
- (7) H. Stäger ; Über das Vorwärmen warmhärtender Formpre  $\beta$  stoffe. VDI. 93. Nr31.965. (1951)
- (8) R. Köhler, W. Enzensberger ; Melaminharze in der Technik. Holz als Roh und Werkstoffe(1952)
- (9) R. B. Dean ; Waterproof Adhesives for Cellulose. J. of Coll. Sci. 6. No.4 348 (1951).