

研 究

ラワン積層材について

I 物理的性質

On the Laminated Wood Prepared with Lauan-veneer

I. Physical Properties.

後 藤 輝 男 ・ 梶 田 茂

Teruo GOTÔ, Sigeru KADITA

(木材物理第1研究室)

I, 緒 言

積層木材は多くの改良木材中实际的に発達を見た主要なもので、単板樹種として我が国ではカバ、ブナ、ヒノキ、エゾマツ、ドイツでは Buche, Birke, Kiefer, Fichte, アメリカでは Birch, Yellow-Poplar, Red Gum 等が用いられている。然し積層木材用樹種に熱帯産材であるラワン材を用いた研究は殆ど見当たらない。ラワン材は後述する様にブナ、カバの散孔材に比し接着性能は少々劣るが、導管配列が散在的、所謂散孔材で積層材用木材として十分に使用しうるものと思われる。

又積層木材製作に用いられる接着剤は主として石炭酸系樹脂接着剤 (PF) であるが、ラワン単板を用いた場合往々にして単板表面に赤褐色或は褐色の汚染が出る惧れがある (Tegofilm を用いた場合はこの惧れがない)。

然し後述する如く近時発達を見たメラミン樹脂接着剤 (MF) は無色透明のアミノ系熱硬化性樹脂で単板積層圧縮の際滲出しても PF の様な汚染を生ずる心配はない。反つて単板表面に樹脂が滲出した場合 Overcoating した如く光沢を帯びて表面はキレイになる。MF は又尿素樹脂接着剤 (UF) より耐水性が遙かに優れ、煮沸後に於ても PF に匹敵する接着力を有する。尙 PF は一般に 150°C の高温圧縮を必要とするが、MF は 100°C の中間温度で十分に硬化する利点、並びに略々、水溶性であるため水溶性増量剤使用可能、スプレツダー水洗可能等の利点を有する。故に本実験に於ては特別な場合を除いては主としてメラミン樹脂接着剤を用いた。

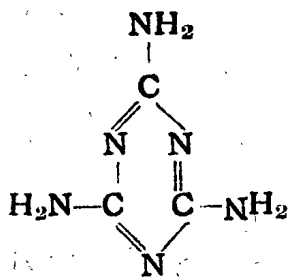
本研究をするにあたりメラミン樹脂接着剤、Tegofilm 及びラワン単板を御寄贈

下さつた住友化工材、並びに永大産業株式会社に対し厚く御礼申上げる次第である。

Ⅱ. メラミン樹脂接着剤

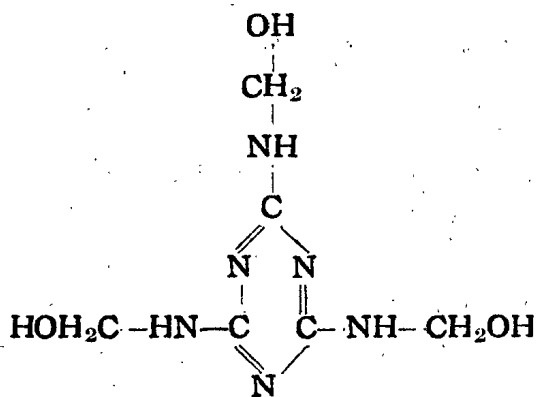
MFは化学的にはUFと類似せる無色透明の熱硬化性樹脂接着剤であるが、耐熱、耐水、耐薬品、耐老化性等に於てUFより優れてをり、煮沸後に於てもPFに匹敵せる接着力を有し、耐水性木材接着用接着剤として我が国に於ても最近注目を浴びるに至り、Ⅰ類合板用接着剤として実用化の域に達せんとしている状態である。以下その概略をのべる。

1, メラミン樹脂の化学：メラミンはここに示す様に 2:4:6-triamino-1:3:



5-triazine で3箇の活性アミド基と6箇の活性水素を有する複素環式化合物で1834年 J. Liebig 氏によつて最初に発表された。而してメラミンとフォルムアルデヒドとを用いて樹脂化する基礎的化合物は1935年W, HENTRICH 氏及び R. KÖHLER 氏より始めて発見せられた。

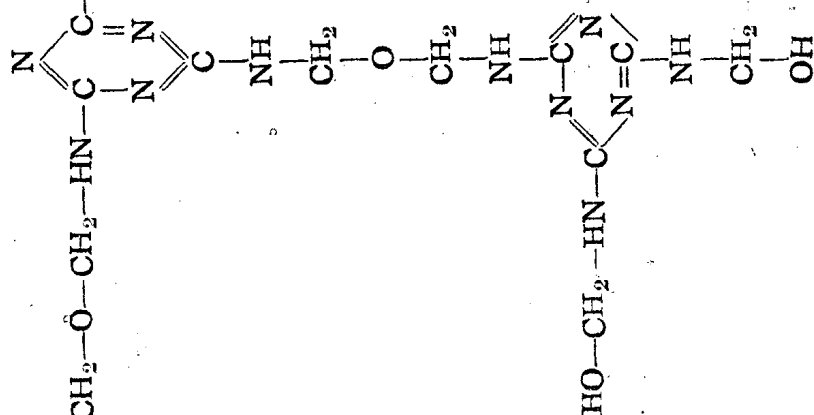
即ちメラミンとフォルムアルデヒドはここに示す如きメチロール結合が行われる。これは未だ樹脂状性質を有していない。



更に縮合を進める事によつてメチロール結合の多くの分子は水を分離して化合し、次に示す様なエーテル橋結合を形成する。これは最早樹脂状の縮合物でその分子量は1000位の大きさである。更に熱或は触媒作用によつて分子結合の現象が進み最後

後に網状組織の物質を生ずる。これは不溶不融であり且機械的に非常に固い物質である。

2, メラミン樹脂の一般的性質：初期縮合物は尿素樹脂に似て白色或は無色であるが尿素樹脂の様に完全水溶性ではない。即ち縮合度が低い程多量の水に溶解し一定以上の縮合度の時には最早水には溶解しない。



メラミン樹脂は特に硬化し易い能力を有している。即ち硬化剤の添加なしでも $90^{\circ} \sim 100^{\circ} \text{C}$ の温度で十分に硬化する。硬化剤を使用した場合に硬化時間を長くする事により硬化温度を室温迄下げる事が出来る。硬化剤としては弱酸性の物質（例えばアンモニウム塩、弱有機酸或は酸を分離する過酸化化合物等）を用いる。硬化せるメラミン樹脂は煮沸水に浸漬しても強度の低下は認められない。この速硬化力の基礎は明らかにメラミンの化学構造に存するものである。上述の如き速硬化性であるメラミン樹脂の網状構造形成の容易さは利用に際して硬化のための加熱時間が長過ぎたり、硬化温度が高過ぎた場合は非常に激しい硬化をなし脆き硬化樹脂を形成する惧れがある。即ちメラミン樹脂の使用に際しては過度の硬化(Überhärtung) はさけなければならない。

3, 積層材接着にメラミン樹脂の使用: 積層材の接着に対しては分子量約1000~1200の縮合度のメラミン樹脂が適している。この状態の樹脂液を接着せられる単枚上に約100~130 g/cm²の塗布量で塗布し, 所定枚数積層した後, 90~100° Cの圧縮温度で圧縮接着せしめる時は硬化剤を用いなくても十分に接着硬化する。粉末状態に乾燥したメラミン樹脂は無期限に安定であつて使用に際しては1:0.5位の比率で冷水中に懸濁せしめるとシロツブ状の粘り気のある流動液が得られる。この状態のメラミン樹脂の可使時間は数日間であるが硬化剤を添加した時は数時間しか安定でない。積層材接着の際単板上に塗布した接着剤は圧縮前 closed assembly timeを与え樹脂フィルムを乾燥せしめてから接着する時は過度の水分の導入をさけ得て好結果をうる。然し硬化剤を使用した時は塗布後直ちに接着する心要がある。

メラミン樹脂は又 "Tegofilm" と同様 "Leimfilm" の生産に適している。即ち比較的薄い紙にメラミン樹脂を浸潤せしめたフィルムは粉末接着剤と同様無期限に安定で90~95° Cの温度で接着しうる。積層材の製造に於て接着層脆化の危険は非常に減少する。即ち積層材生産に於ては圧縮力が高いから接着層は非常に薄くなるからである。

4, メラミン樹脂接着剤の接着性: MF, PF, UF, RF (レゾルシノール樹脂接着剤) を用いた樹種別合板接着力を示すと Table.1, 2 の通りである。

Table. 1 樹種別接着剤別合板接着力 (kg/in²) 及び木破率 (%)

接 着 剤	接着力 (kg/in ²) 及び木破 率 (%)	カ バ	ブ ナ	タ モ	セ ン	ラ ワ ン	シ ナ	試験法	実 験 者
メラミン樹脂	常 態	173(78)	159(86)	157(100)	95(100)	152(100)	117(55)	輸出合板I類 試験法で試験	山 田 彦右エ門氏
接 着 剤	煮 沸	188(80)	162(70)	160(100)	104(100)	138(95)	106(32)		
石炭酸樹脂	常 態	214	170	163	184	112	146	輸出合板I類 試験法で試験	堀 岡 邦典氏
接 着 剤 (Solidite No.1)	煮 沸	187	140	161	174	119	140		
尿素樹脂	常 態	233(88)	206(87)	127(99)	164(97)	109(98)	106(61)	2 類試 験法で 試 験	"
接 着 剤	温冷水漬	119(7.7)	120(6)	81(20)	106(31)	64(9)	40(10)		

Table.2 接着剤別カバ (Yellow-birch) 合板の接着力-W. Z. OLSON氏

接 着 剤	接 着 条 件				接着力 (lb/in ²) 及び木破率 (%)		
	単 板 含水率 (%)	塗 布 量 (片面塗布) (g/ft ²)	推 積 時 間 (min.)	硬化温度 (°F)	常 態	48 時 間 浸 漬 後	3 時 間 煮 沸 後
石 炭 酸 樹 脂	11	25	26~30	160	475(100)	519(100)	482(100)
メ ラ ミ ン 樹 脂	11	24	26~30	120	454(96)	454(100)	408(99)
レゾシノール樹脂	11	19	16~28	140	471(99)	502(96)	511(93)

上表に示す通りに MF の接着力は PF のそれと略々同じ大きさである。然し湿潤処理或は温水処理した時は乾燥接着力よりも往々にして高い接着力を示す。これが原因は前述した如く純粋な MF で接着した接着層は乾燥によつて非常に著しい脆化現象を有するからである。この事は注意する必要がある。即ち接着後接着部分をあまり乾燥せしめる時は接着力を減少せしめる惧れがある。尙 W. Z. OLSON 氏の研究によれば MF は単板含水率 14~20 % の時、良好な接着性を示すのに PF は 6 % 前後の含水率の時最良の接着性を示す。即ち MF を使用する後は PF を用いる場合よりも単板含水率に関して重要な考慮を払う必要がない。

Ⅱ ラ ウ ン 材

ラワン材はリュウノウ科 (*Dipterocarpaceae*) に属する南洋材で Red-lauan 類 White-lauan 類, Yellow-lauan 類, Mayapis 類の 4 種に区別されている。

本材は組織的には次の様な特徴を有している。

i, 材中に垂直樹脂溝を有する。この樹脂溝は木材の木口面を見る時、大体断続した同心円状の弧をなしており、多くは樹脂溝の中に白色の樹脂を含み、且基礎組織に比して色調の淡い柔細胞で囲まれていて肉眼で明確に見る事が出来る。ii, 殆ど全ての材が交錯木理を有している。iii, 年輪は勿論ないが樹脂溝の列による円弧が木口面で恰かも生長輪の境界の様に見える。iv, 導管の配列は散在的で所謂散孔材に属するが、樹種により導管が数箇集合しているものもある。

容積重は普通 0.6 を超えず同料の樹種中最も輕軟な材を多く含んでいる。

ラワン材の機械的性質に関して詳細な報告はないが前述した如き積層材用他樹種のそれと比較すると、圧縮、曲げ、曲げ弾性比強度に就ては殆ど差異が認められないが、剪断比強度並びに動的形質商が悪い。特に動的形質商は $1/2 \sim 1/3$ である。

化学的成分はペントザン含有量 15% 内外、リグニン含有量が 30% 内外を示し寒温暖帯産闊葉樹材に較べてペントザンに乏しくリグニンに富み両成分の含有量に関してはむしろ針葉樹材に近い。尙針闊葉樹に比して纖維素含有量が少い。又マンナンは殆ど含有しない。

ラワン材の接着性は Table 1 に示したようにカバ、ブナ材に比し劣るが MF を用いた場合、PF 及び UF を用いた場合よりも接着力の差異は小さい。即ち良き "gap-filling" の性質を有する接着剤で接着する時はラワン材の接着性質は相当に改善されるものと思われる。換言すれば MF は PF 及び UF よりも良き "gap-filling" の性質を有するためラワン材の接着には適當であると言える。

IV ラワン積層材の製造並に試験片の採取

1. 原 材 料

i, 単板: 厚さ 1.6mm, 含水率約 16% の白ラワン単板を用いた。

ii, 接着剤: (a) 液状メラミン樹脂接着剤—住友工材工業株式会社の製品で性状は山田彦右衛門氏の研究によれば次の如くである。含脂率 70% 粘度約 10 ポイズ / 20°C , 比重約 1.3 / 20°C の水溶性微濁液状で可使時間は硬化剤 (20% 塩化アンモン水溶液) 3~5% の添加にて 30°C で 4~5hr, 20°C で 7~8hr 10°C で 12hr 以上である。圧縮温度 $90 \sim 95^{\circ}\text{C}$ を用いた時、前記硬化剤を 3% 添加した場合、最高の合板接着力を示す。故に本実験に於ての積層材製造に際してもこの条件で接着した。(b) Tegofilm—上記会社の製造で含脂率約 60% であつた。

2, 積層材の製造—接着剤は平方尺当り 15g (これに硬化剤 3% 添加) を各単板の片面のみに均一に塗布し、直ちに 4 種の積層方法 (平行, $1/10$, $1/5$, 直交各積層材) で積層し 3 種の圧縮力 ($30, 60, 100\text{kg/cm}^2$) 及び 100°C の硬化温度, 20min (厚さ 1cm の製品) 或は 30min (厚さ 2cm の製品) の硬化時間で圧縮製造した。斯くして

製造した積層材の容積重，含水率は下記の如くである。

容積重：圧縮力 30 kg/cm² 平均 0.88 g/cm³

圧縮力 60 kg/cm² 平均 1.14 g/cm³

圧縮力 100 kg/cm² 平均 1.26 g/cm³

含水率；15～17%

尙 Tegofilm を用いた場合の積層材の製造は後述する。

3，試験片の採取—上記した通りに製造した積層材は製造後 5 日間放置した後，各辺から 2cm 以内の部分にて各条件に対して試験片を何れも 6～8 箇所採取した。吸水，吸湿試験には 2.0×2.0×2.0 cm の試験片を用いた。

V 研究結果並に考察

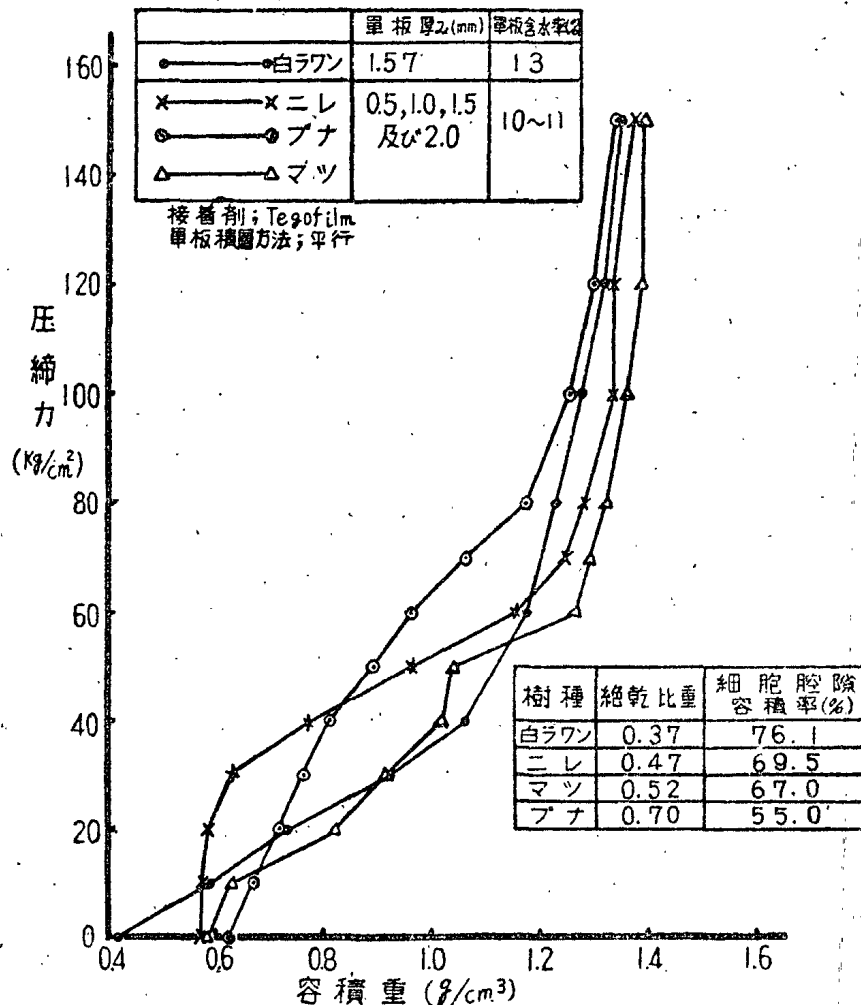
1，圧縮率及び容積重

圧縮力 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120, 150 kg/cm², 150°C の熱盤温度，Tegofilm を各単板毎に 1 枚宛挿入等の条件で製造したラワン積層材の圧縮率及び容積重は Table 3 及び Fig 1 に示す通りである。

Table 3, 白ラワン積層材の圧縮率及び容積重—Tegofilm 接着

圧 縮 力 (P) kg/cm ²	容 積 重 (r) (g/cm ³)	圧 縮 率 (註) (△dp)(%)	
10	0.58—0.59—0.60	30	1) 単板：白ラワン，厚さ1.57mm 含水率 13%
20	0.71—0.73—0.74	43	2) 積層方向：平行
30	0.88—0.92—0.95	55	3) 圧縮率 (△dp) は次式によつて計算した。
40	1.03—1.06—1.10	61	
60	1.06—1.17—1.19	65	$\Delta dp = 100 \left(1 - \frac{r_0}{r_p} \right) (\%)$
80	1.13—1.22—1.23	66	r_p : Pkg/cm ² 圧縮力での積層材の容積重 (g/cm ³)
100	1.22—1.27—1.29	67	r_0 : 圧縮しない木材の容積重 (g/cm ³)
120	1.28—1.31—1.34	68	
150	1.32—1.34—1.37	69	
白ラワン素材	0.40—0.42—0.43	0	

Fig. 1 圧縮力と容積重との関係



図表に見る様にラワン単板を用いた積層材の圧縮経過は針広葉樹単板を用いた積層材 (W. KÜCH 氏の研究による) のそれとは明瞭な差異が見られる。即ちラワン積層材の圧縮経過は2つの段階に分けうる。

(i) 約60kg/cm²の圧縮力迄—容積重は圧縮力の増大と共に急速に増大する。即ち低圧縮力でも木材組織は大いに変化し木材中の孔隙は急激に減少する。

(ii) 約60kg/cm²以上の圧縮力—容積重は圧縮力の増加と共に最早著るしく増大しない、然し1.3g/cm³の容積重に達するのに Buche と同様約120kg/cm²の高圧縮力を必要とする。

然るに針広葉樹積層材に対して W. KÜCH 氏は下記の様に分類している。即ち広葉樹類積層材に対しては

(i) 約20kg/cm²迄の低圧縮力—木材の元の組織は本質的に維持している。特

に Erle 樹種に於て明白でこの範囲の圧縮力では容積重と樹種と圧縮力とは無関係である。然し Birke 及び Buche では既に可塑性圧縮変形を起している。

(ii) 約 20~100kg/cm² の圧縮力—圧縮力の増大と共に圧縮度は著しく増大する。即ち木材組織は孔隙部分が相当除去せられ根本的に変形する。その際髓線及び箇々の厚膜細胞は折曲げられ導管は殆ど完全に消滅する。

(iii) 約 80~100kg/cm² の圧縮力—木材中の孔隙は殆ど完全に除去せられる。容積重は圧縮力の増加と共に最早著しく増大しない。即ち 1.3g/cm³ の容積重は Erle 及び Birke に於ては 80kg/cm² の圧縮力にて既に達するのに Buche に於ては 120kg/cm² の圧縮力にて漸く達する。

針葉樹類積層材に対しては

Kiefer に於ては上記の広葉樹類とは明確に異なる。即ち 10kg/cm² 以上の圧縮力では春材の圧縮限界を越え、約 40kg/cm² 以上の圧縮力で秋材の圧縮限界を越え容積重に大きな増加をもたらす。Fichte に於ては広葉樹と同様な経過曲線を示す。Kiefer 及び Fichte に於て 1.3g/cm³ の容積重に達するのに必要とする圧縮力は Erle 及び Birke と同様約 80kg/cm² である。

因みに上記樹種の細胞空隙容積率(C)を次式より求めると Fig.1 にて示した如くである。

$$C = 100 \left(1 - \frac{e}{1.56} \right) = 100 (1 - 0.64e) \quad e: \text{絶乾比重}$$

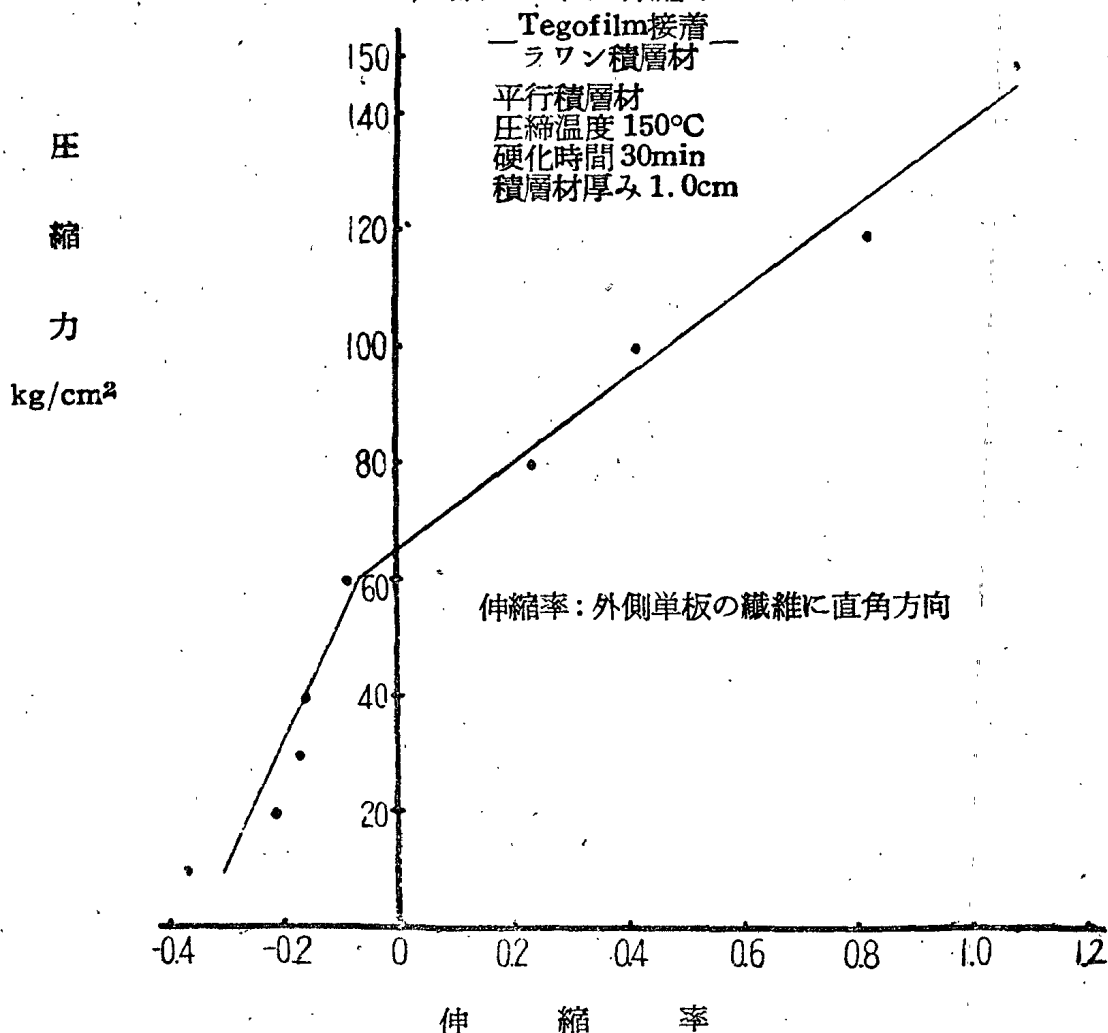
Table から見て判るように大きな細胞空隙容積率を有する Erle 樹種に於てラワン材と同様な圧縮経過をとらない事は興味のある事である。換言すれば細胞空隙容積率が大きくても低圧縮力範囲に於て容積重を増大しない場合もある。即ちこれが原因は木材組織上の差異に基因するものであろう——例えば細胞間の Displacement の問題等。上記筆者及び W.KÜCH 氏の研究によつて判る様に全ての木材種にて達しうる容積重は 1.30~1.40g/cm³ である。又圧縮力 60~80kg/cm² 以上圧縮力を増大せしめても容積重は殆ど増大しない。これよりして従来硬化積層材の製造に用いられる圧縮力は比較的高いものと思われる。尙積層材製造時に於て単板の厚みと圧縮率とには密接な関係がある。即ち単板厚みの減少と共に圧縮率は大となる。換言す

れば容積重は大となる。これは単板厚みが薄くなればなる程多くの樹脂を含有すると共に可塑性変形の割合が増大するからである。W.KÜCH 氏の研究によればこの現象は針葉樹単板に於て明瞭で 2.0mm 厚の Kiefer の単板, 20kg/cm² の圧縮力で製造した積層材の容積重は 0.64g/cm³ であるのに 0.5mm 厚の単板の場合では 1.16g/cm³ の容積重を有する。

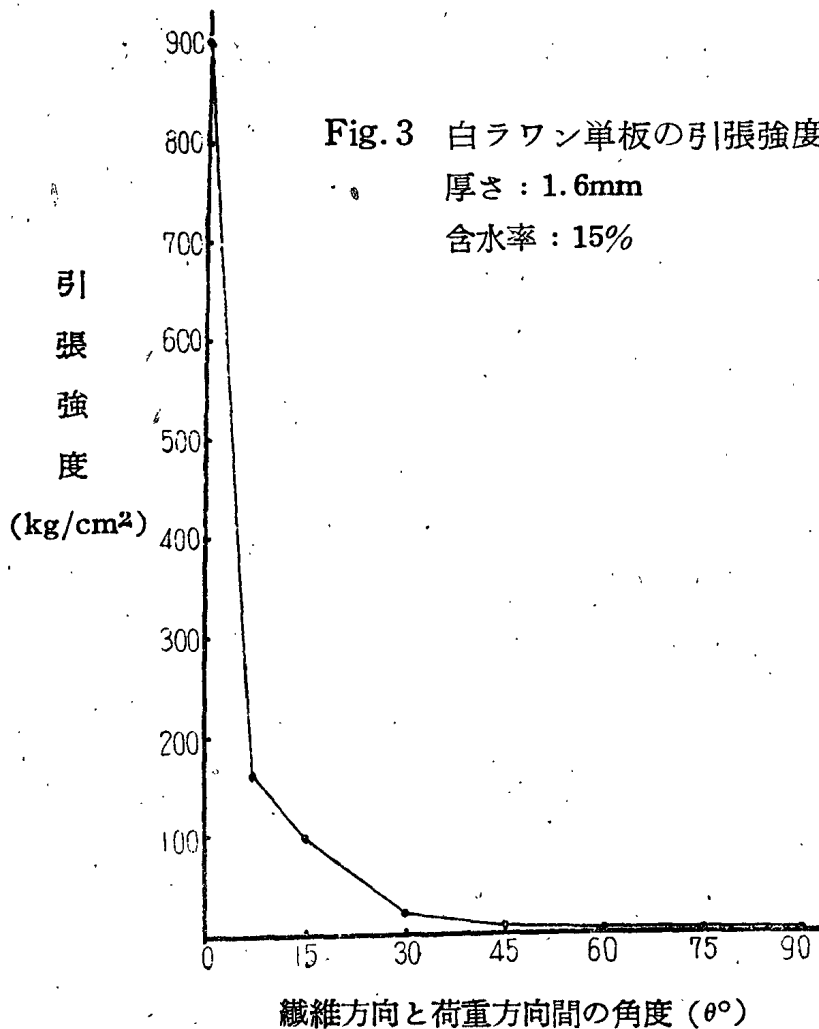
2. 積層材製造時の圧縮力と単板伸縮率

白ラワン単板厚み 1.57mm 大きさ 10×10cm² 含水率 13% を Tegofilm で積層圧縮した平行積層材について実験を行つた。即ち所定枚数積層した単板表面の繊維方向に直角に 6.0cm の標線距離を入れ、圧縮前並に圧縮後の距離を 1/100mm 精度の読取顕微鏡で測定した。結果は Fig. 2 に示す通りである。

Fig. 2 圧縮力と単板伸縮率との関係



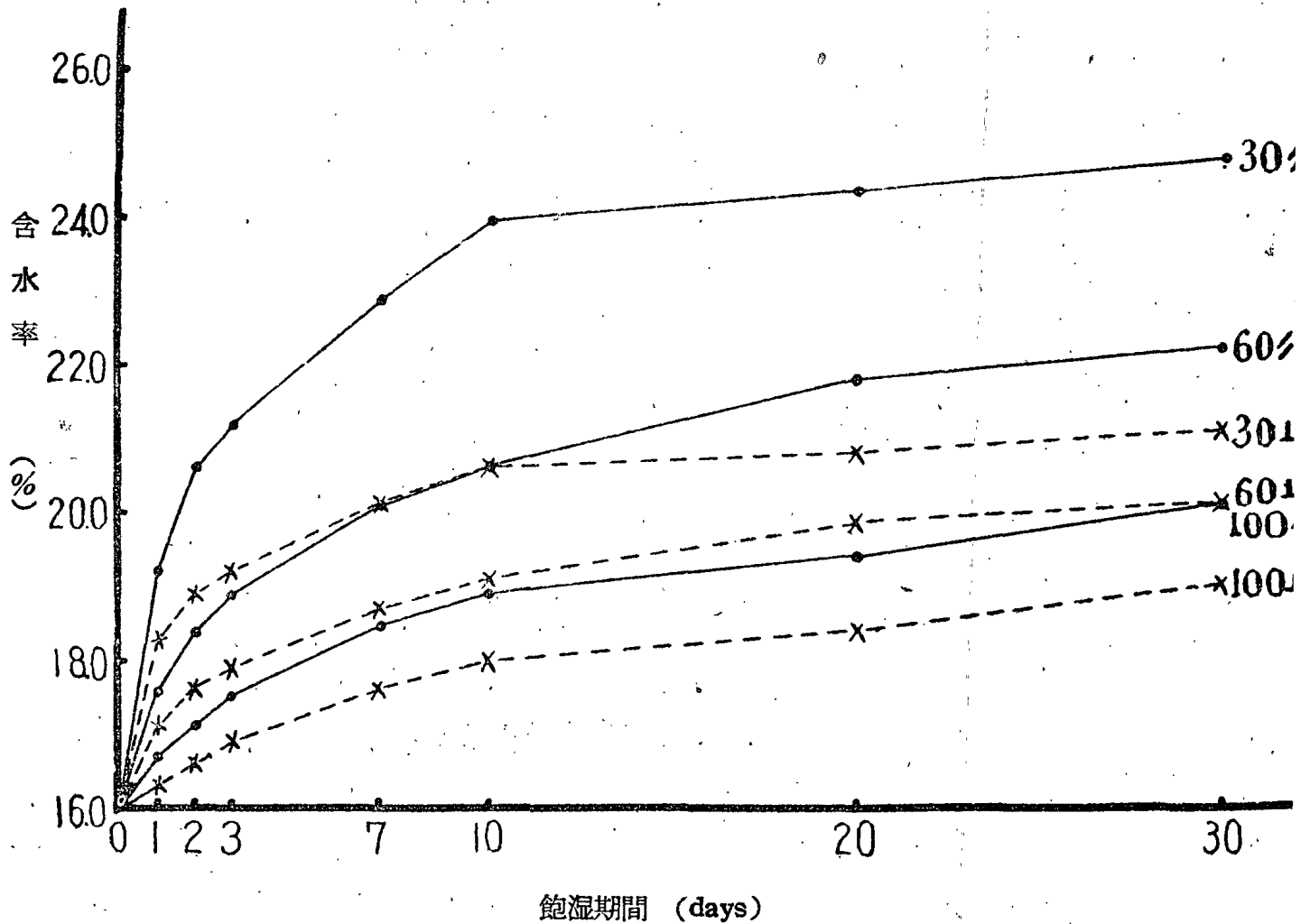
即ち圧縮力約 60kg/cm² 以上増大すると繊維に直角方向に単板は略々直線的に伸びる。因みに繊維方向—荷重方向間の角度と引張強度との関係を示すと Fig. 3 に示す通りで 90° の時の引張強度は僅かに約 1.3kg/cm² である。



換言すればラワン単板の繊維横相互間の結合力は非常に小さい。即ち繊維横相互間の結合力に於て、非常に小さい伸びによつて比例限度を越え破壊するものと推察せられる。例えば厚さ1.0mmのカバ単板について満久崇磨氏の研究によれば繊維方向の距離が約0.1%伸びると引張破壊を起す。然るにFig.2に見る様に 150kg/cm^2 の圧縮力では繊維に直角方向に於て約1.1%伸張する。これからして熔融樹脂による単板への可塑性附与を考慮しても高圧縮力でのラワン積層材の製造は単板繊維相互間の結合力の比例限度を越した状態で接着製造しているものと推察せられる。尙この現象はⅡ報に於てのべるラワン積層材の機械的性質に於て高圧縮力で製造した場合弾性的性質の改良は殆ど見られなかつた事と何等かの関係があるものと思われる。尙樹脂による木材への可塑性附与に関しては今後詳細なる研究を行つて明らかにしたいと思つてゐる。

Fig. 4 メラミン樹脂接着ラワン積層材の吸湿経過

30// : 圧縮力30kg/cm²で製造した平行積層材
 30⊥ : 圧縮力30kg/cm²で製造した直交積層材
 試験片 : 2.0×2.0×2.0cm³



3, メラミン樹脂接着ラワン積層材の吸湿性

飽湿デシケーター中にて30日間放置した試験片の含水率増加曲線, 吸湿速度は Fig.4, Fig.5 及び Fig.8 に示した通りであつて高い圧縮力で製造した積層材程吸湿性が小さい。即ち圧縮力の増大と共に吸湿性は平行直交積層材でも略々直線的に減少する。

然し Fig. 4,5 及び Table.4 から判る様に直交積層材は平行積層材よりも吸湿性が小さい事は注目すべきである。即ち単板積層方向が異なるが同じ木口断面積を有するのにこの様な現象がある事は次の様な理由によるものであろう。

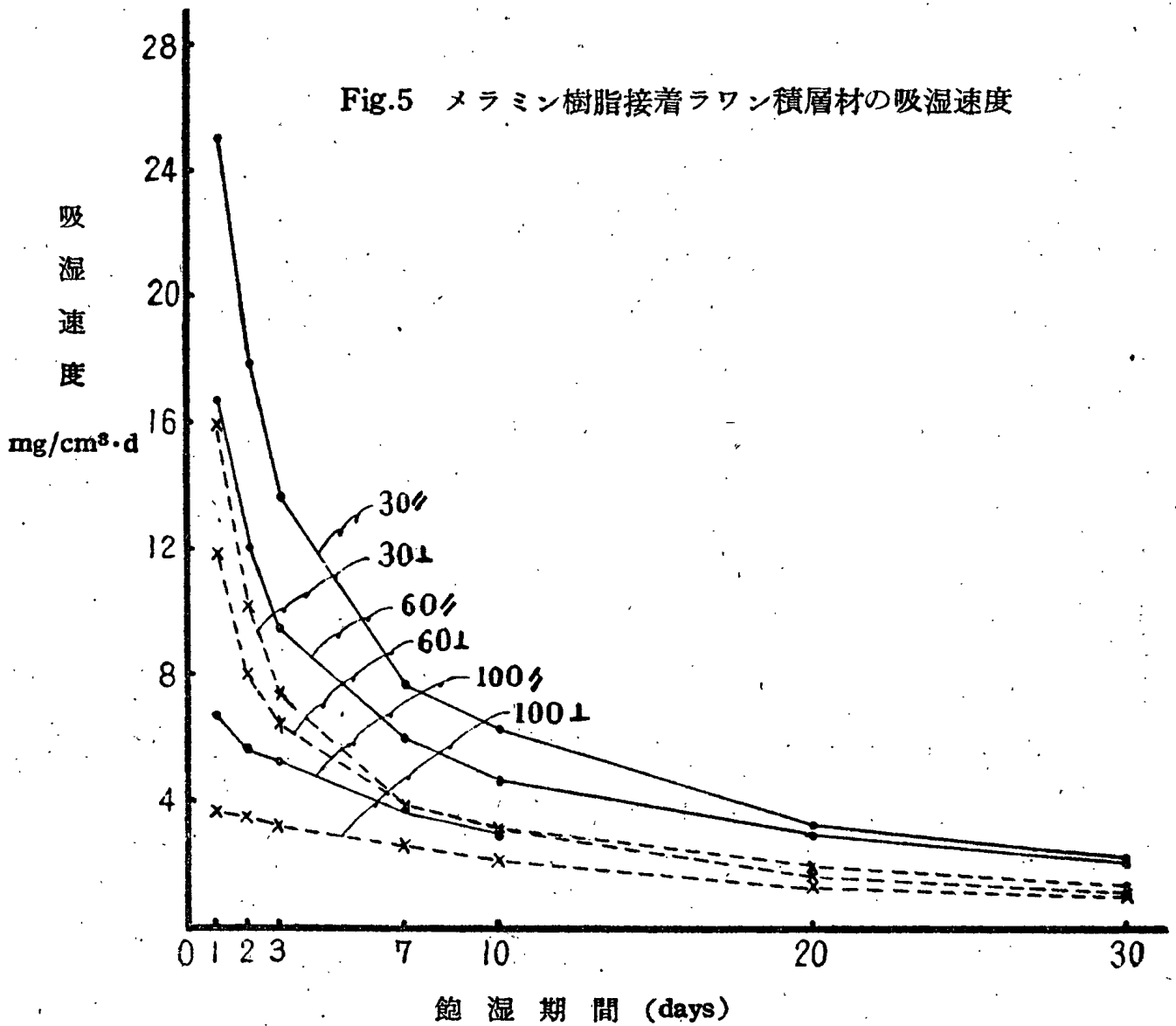


Table 4 吸湿速度比

圧 締 力 (kg/cm ²)	積層方法	1 日	2 日	3 日	7 日	10日	20日	30日
30	／	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	⊥	0.64	0.57	0.54	0.50	0.51	0.51	0.52
60	／	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	⊥	0.71	0.67	0.68	0.65	0.66	0.65	0.67
100	／	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	⊥	0.54	0.60	0.60	0.71	0.73	0.75	0.78

Fig. 6 メラミン樹脂接着ラワン積層材の吸水経過
(水温7~10°C)

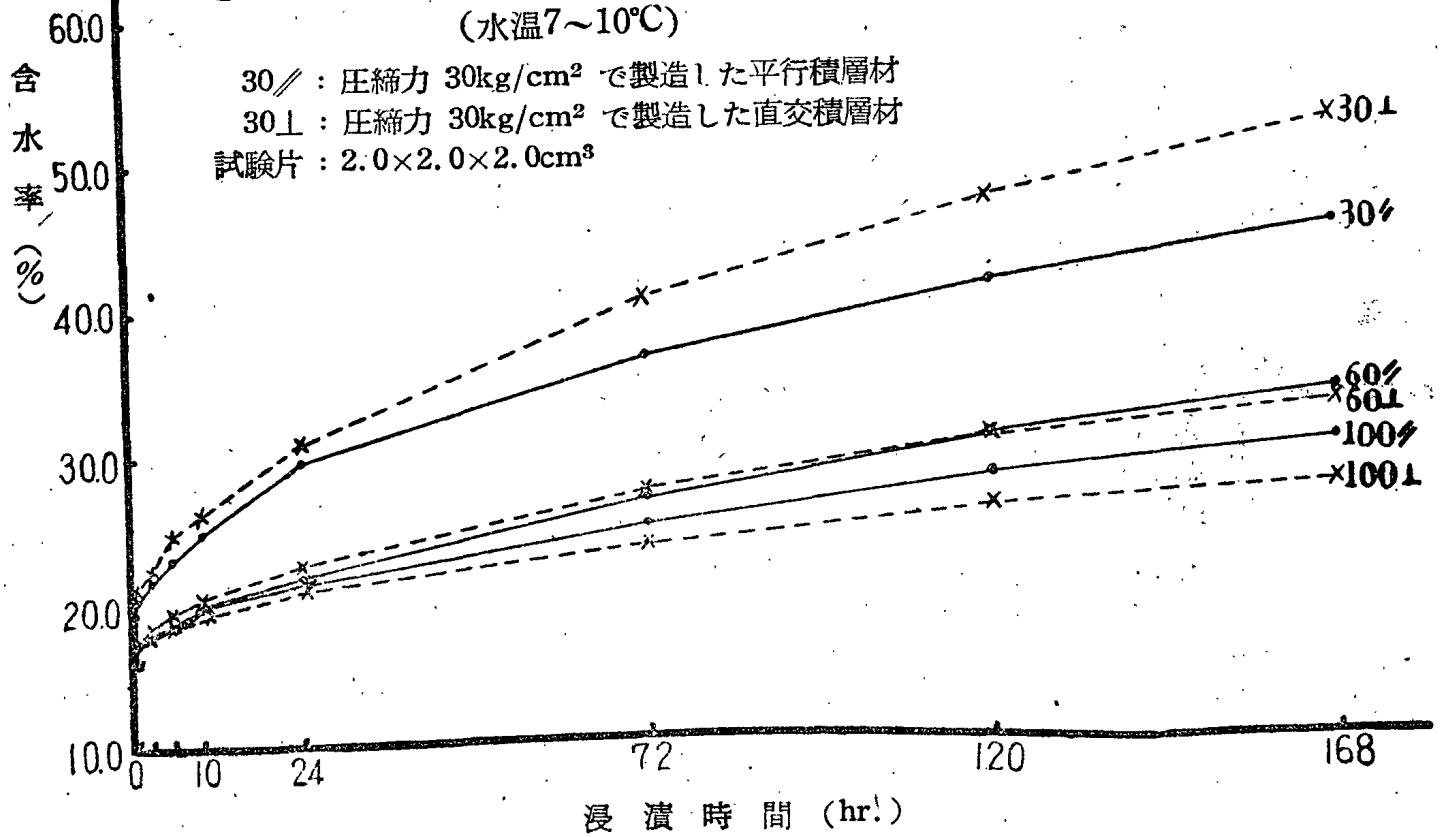


Fig. 7 ; メラミン樹脂接着ラワン積層材の吸水速度

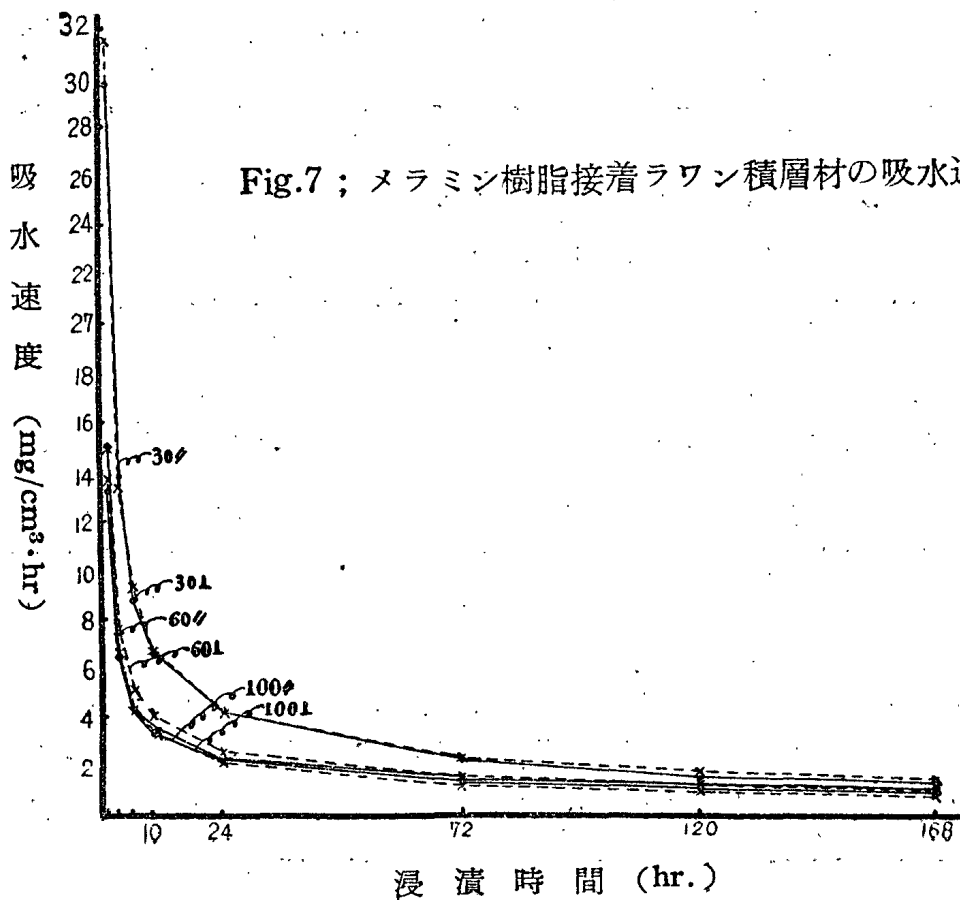
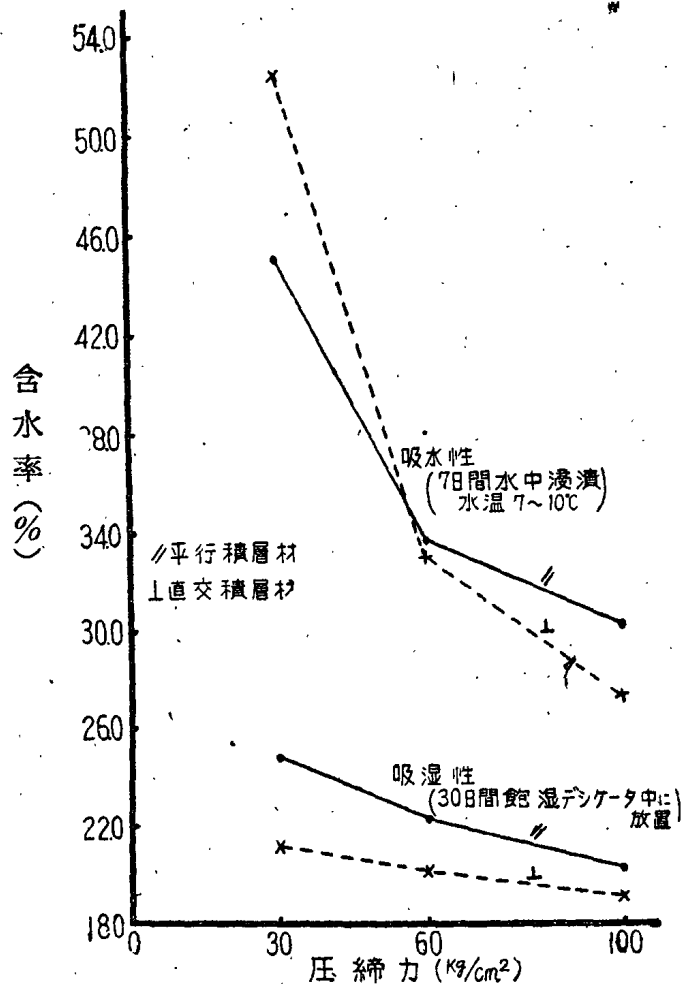


Fig. 8 圧縮力と吸湿・吸水性との関係



平行積層材の場合、毛管方向が平行しているが、直交積層材の場合は各単板の毛管方向が全て直交しているため“毛管のクビレ”が後者は前者よりも大きい。これがため各面（木口、板目、柃目）からの吸湿があつた場合、毛管のクビレの大きい直交積層材に於ては湿気の拡散速度が平行積層材のそれよりも小さい事は考えられる。この際問題となるのは積層材に於て板目面即ち接着層に直角方向の水分吸湿があるか否かであるが、W.KÜCH, R. A.G. KNIGHT, 堀岡邦典氏等が水分吸湿がある事を実験的に証明している。故に吸湿速度は直交積層材の方が小さい。然し圧縮力の大きな積層材は木材組織が相当に混乱し、毛管部分は殆どなくなる。故に平行直交両積層材に於ける吸湿速度の差異は Table 4 に見る如く小さくなる。尚 30 日後の吸湿量は Table 5 に示す通りである。

Table 5 吸湿量 (g/cm³) (30日後)

圧縮力(kg/cm ²)	積層方法	吸 湿 量
30	／	0.141
	⊥	0.036
60	／	0.064
	⊥	0.042
100	／	0.043
	⊥	0.039

(註) ／；平行積層材

⊥；直行積層材

4. メラミン樹脂接着ラワン積層材の吸水性

7~10°C の常温水に7日間浸漬した場合の含水率増加曲線, 吸水速度は Fig. 6, Fig. 7, 及び Fig. 8, に示した如く吸水性は圧縮力 60kg/cm² 迄は相当急激に減少するがそれ以上の圧縮力では緩に減少する。尙 Fig. 8 に見る様に圧縮力 30kg/cm² で製造した積層材の場合では吸湿の場合と反対に直交積層材は平行積層材より吸水性が大きく圧縮力 60kg/cm² で略々両者同じくなり, 100kg/cm² の場合では吸湿の場合と同様に平行積層材は直交積層材より吸水性が大きい。

然し吸水速度比は Table 6 に示す如くで吸湿の場合程, 両積層材の差異は大きくはない。以上の現象は次の様な理由によるものであろう。即ち低圧縮力範囲に於て直交積層材の大きな吸水性はⅡ報の機械的性質に於てのべる様に接着力が平行積層材のそれに比し約 1/2 である。換言すれば接着層は平行積層材に比してルーズである。故に水中浸漬した場合接着層からの吸水分け前が大きい。然し吸湿の場合と同様毛管を通つての吸水は平行積層材の方が大であるが, 低圧縮力範囲に於ては前者の事由による吸水分け前が後者の場合より大きいから吸水率は直交積層材が大である。

而して圧縮力が大となるに従つて直交積層材の接着力が平行積層材のそれに接近する故, この因子による吸水は小となり圧縮力 60kg/cm² に於て接着層からの吸水

因子と毛管からの吸水因子が略々相等しくなり吸水率は両積層材に於て大体等しくなる。圧縮力 100kg/cm^2 の場合では接着力は殆ど両積層材に於て等しいため接着層からの吸水因子は非常に小さく且略々等しいため毛管からの吸水因子のみが問題となり、吸湿の場合と同様に直交積層材の吸水率は平行積層材のそれよりも小さくなるものと考えられる。

積層方向に於ける膨潤量は Table 7 に示す通りに、各圧縮力に於て直交積層材の方が僅かに大である。

Table 6 吸 水 速 度 比

圧縮力 kg/cm^2	積層方法	1hr.	3hr.	6hr.	10hr.	24hr.	72hr.	120hr.	168hr.
30	／	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	⊥	1.06	0.97	1.06	1.01	0.99	1.03	1.16	1.10
60	／	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	⊥	0.99	1.22	1.20	1.19	1.15	1.05	1.00	0.98
100	／	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
	⊥	1.03	1.02	1.01	0.94	0.95	0.88	0.85	0.83

Table 8 膨 潤 量 (168hr. 後)

圧縮力 kg/cm^2	積層方法	膨 潤 量 (%)
30	／	5.4
	⊥	6.1
60	／	5.0
	⊥	5.3
100	／	4.8
	⊥	5.3

尚平行積層材に於て積層方向の膨脹は幅方向の約 2 倍である。尚吸水量を W.KÜCH 氏の研究によるブナ積層材のそれと比較して示すと Table 9 の通りである。

Table 9 吸水量 -120 時間水中浸漬

圧縮力 kg/cm ²	積層方法	吸水量(g/cm ³)
30	／	0.20
	⊥	0.21
	TVBu 15※	0.46
	TVBu 45※	0.37
60	／	0.14
	⊥	0.14
100	／	0.13
	⊥	0.11

(註) ※W.KÜCH 氏の研究による
ブナ積層材

(1) 試験片は何れも 2.0×2.0×2.0
cm³

(2) TVBu15, TVBu45 の吸水試験
は何れは絶乾状態から行つてい
る。

以上メラミン樹脂接着ラワン積層材の吸湿吸水性についてのべたが、単板厚みを異にする Tegofilm 接着ブナ積層材について W.KÜCH 氏の興味ある実験報告がある。即ち薄い単板構成の積層材 (TVBu45) は厚い単板構成の積層材 (TVBu15) よりも吸湿性は大きいが吸水性は小さい。因みに積層材は素材に比して圧縮せられた木材組織を有するため強き Saugkraft がある。他方樹脂浸潤した接着層のため水分流動を阻止する処の Feuchtigkeitsbeständigkeitがある。TVBu 15 にてはこの2つの影響が殆ど等しいため素材と同様な吸湿性を示すが TVBu45 にては、F.S.P, 以下の湿潤空気に於ける Saugkraft の影響が大きいため TVBu15 及び素材よりも大きな吸湿性を示す。然し水中浸漬による含水率増加は本質的に細胞間隙に浸潤した水分量によるものである。非常に薄い単板構成の積層材にては樹脂でみたされた多くの細胞と圧縮せられた導管がある。他方比較的厚い単板から構成せられた積層材は未だルーズな木材組織と概して自由な孔隙がある。故に水中浸漬にては TVBu 15 はTVBu45 よりも多くの水分を吸収する。

VI 要 約

- 1, 圧縮力と容積重との関係に於て南方材であるラワン材は針広葉樹と明瞭な特異性を示す。即ち圧縮力 $60\text{kg}/\text{cm}^2$ 迄は圧縮力の増大と共に容積重は急激に上昇するが、それ以上の圧縮力では殆ど上昇しない。
- 2, ラワン積層材の製造の際、高圧縮力の使用は繊維間結合強度の比例限度を越える惧れがある。
- 3, メラミン樹脂接着ラワン積層材の吸湿性は圧縮力の増大と共に略々直線的に減少するが、直交積層材は平行積層材よりも吸湿性が小さい。吸水性は圧縮力 $60\text{kg}/\text{cm}^2$ 迄は相当急激に減少するが、それ以上の圧縮力では緩に減少する。尙 $60\text{kg}/\text{cm}^2$ より低圧縮力範囲にては直交積層材は平行積層材より吸水性が大きく、高圧縮力範囲にては吸湿の場合と同様後者は前者より吸水性が大きい。

文 献

- 1) W.KÜCH: Untersuchungen an Holz, Sperrholz und Schichthölzern im Hinblick auf ihre Verwendung in Flugzeugbau. Holz als Roh-und Werkstoff, 2 Jg : 257—272 (1939)
- 2) W.KÜCH: Über die Vergütung des Holzes durch Verdichtung seines Gefüges. Holz als Roh-und Werkstoff, 9Jg : 305—317 (1951)
- 3) R.KÖHLER u.W.ENZENSBERGER: Melaminharze in der Holztechnik, Holz als Roh-und Werkstoff, 10Jg : 51—56 (1952)
- 4) E.PLATH: Die Holzverleimung : 156—158 (1951)
- 5) J.DELMONTE: Technology of Adhesives : 69—75 (1948)
- 6) W.Z.OLSON: Effect of Moisture Content of Wood on Joint Strength in Gluing Birch Veneer and Maple Lumber with Room-temperature-Setting and Intermediate-temperature Setting Phenol, Resorcinol, and Melamine Glues. F.P.-L., No. R. 1534, May 1945.
- 7) 堀岡邦典・海藤精一郎: 強化木及積層材の理化学的研究, 第3報 其の湿潤現象に就て, 日林誌 25..1 : 13—19 (1942).
- 8) 梶田 茂・中戸莞二: 本邦産キリ材の吸湿・吸水性について, 木材研究 2 : 22—29 (1949)
- 9) 西沢き二郎: 積層材及び強化木の回顧(1)積層材, 木材工業 5.8 : 13—19 (1951)
- 10) 右田伸彦: 木材化学基礎篇 : 13—14

木材研究資料

- 11) 山田彦右衛門：メラミン樹脂接着剤，合板検査ノート． 39：16—18 (1952)
- 12) 杉浦庸一：南洋材の種類と性質，木材工業． 6．3—8 (1951)
- 13) 堀岡邦典：ラワン合板に就て，木材工業． 6．：33—39 (1951)
- 14) 森 三郎：化粧床板理学的性質試験成績，林試彙報 51—81 (1937)