

翻譯

## 木 材 纖 維 板

その性質と試験、特にその疲労強度について

F. KOLLMANN および A. DOSOUDIL

原 著

杉原彦一・後藤輝男・福山萬次郎

共 訳

譯 者 の 言 葉

本書は

VDI-Forschungsheft 426 Sep/Okt 1949

Holzfaserplatten

Ihre Eigenschaften und Rrufung, mit besonderer Berücksichtigung der  
Dauerfestigkeit

von

F. Kollmann, Reinbek bei Hamburg

und

A. Dosoudil, München

の全訳である。

原論文は A 4 判で 32 頁、内に図表 49、数表 5 を含んでいる。

前半の 15 頁は繊維板の総論、其の性質と試験について述べたものであり、ドイツに於ける繊維板に関する研究と実際との状況を窺うに足る好資料であると信ずる。

後半 15 頁は硬質繊維板の疲労強度試験に関するもので種々の疲労試験機の説明、使用方法、検討、実験方法並びに実験結果の考察とを行つたものである。繊維板の疲労試験と言うめづらしい研究は少し先走りの感じがないではないが、繊維板も硬質、超硬質と進んで来ると諸強度は強化木にも近くなつて来るのであるから、今後の進歩改良にあつては当然その疲労強度と言うことは考慮せられなければならない。かゝる意味に於て本論文はその先駆をなし其の指針を与えるものとして高く評

価されてよいと思う。

訳文は不馴れの為生硬の所多く亦意味のよくとれない所もあつて到底完全とは言えないが出来るだけ努力した積りである。特に術語については適訳を見付けることがむつかしかつたので、勝手に我々でつけたものが多い。これ等には原語を附記して置いた。

終りに、我々に翻訳の承諾を快よく与えられた原著者 F. Kollmann 博士及び出版社である VDI 当局、亦本訳文の出版許可を与えられた G. H. Q. の C. I. E. 当局に対して厚く感謝の意を表したい。

尚、G. H. Q. C. I. E の許可番号は 073. 07-441 である。

## 内 容 目 次

## 第 1 部 繊維板總論

- 10 繊維板の構造（組織）と外觀
- 11 木繊維板の分類
- 12 製造
  - 120 原料
    - 120, 0 木材
    - 120, 1 結合剤及び其の他の添加物
  - 121 製作
    - 121, 0 繊維の解離
      - 121, 00 すりつぶし法
      - 121, 01 蒸解法
      - 121, 02 マソナイト法
      - 121, 03 ビッフア法
      - 121, 04 粉碎法
      - 121, 05 煮沸法
    - 121, 1 板成型
      - 121, 10 フィブロプラスト法
      - 121, 11 鑄込法
      - 121, 12 ファルニ法
    - 121, 2 乾燥, 圧縮, 乾枯

## 第 2 部 木繊維板の性質とその試験

- 20 概説
- 21 物理的性質
  - 210 容積重, 面積重, 厚み公差
  - 211 含水率及び平衡含水率
  - 212 吸湿及び吸水

- 213 膨潤
- 214 保温性
- 215 音響性
- 22 弾性
  - 220 弾性係数
  - 221 圧縮性
- 23 強度性質
  - 230 圧縮強度
  - 231 引張強度
  - 232 曲げ強度
  - 233 振り及び剪断強度
  - 234 硬度
  - 235 衝撃破壊仕事
- 24 動・植物害に対する抵抗性
- 25 耐火性

### 第3部 硬質木繊維板の疲労試験

- 30 概説
- 31 疲労試験機
  - 310 概説
  - 311 本実験に用いた疲労試験機械
    - 311,0 Schenck 型, 平板曲げ振り試験機
    - 311,1 Schenck, Erlinger 型繰返変動曲げ試験機
    - 311,2 DVL 型単純曲げ疲労試験機
    - 311,3 Schenck, Erlinger 型引張—圧縮—衝撃試験機
- 32 試験材料及び試験条件
  - 320 供試材料の種類及び其の性質
  - 321 実験条件の影響

321, 0 試験片の採取場所の影響

321, 1 力の加わる面による影響

321, 2 荷重時間の影響

321, 3 含水率の影響

### 33 疲労試験及び其の結果

330 試験内容

331 試験片の形状

332 繰返変動曲げ試験

332, 0 荷重の与え方

332, 1 曲げモーメントの変化過程

332, 2 Wöhler 線の作り方

333 引張疲労試験

333, 0 正引張変動試験

333, 1 初期応力の高い引張試験

334 減衰

335 破壊の形成と判定

335, 0 曲げ破壊

335, 1 引裂き破壊

## 第 4 部 結 論

## 第 5 部 文 献

50 第 1 部の文献

51 第 2 部の文献

52 第 3 部の文献

## 第1部 繊維板總論 [文献5]

### 10 繊維板の構造組織及び外觀

繊維板は木質化した植物繊維及び繊維束から作られる。その繊維及び繊維束は主として木材から得られるのであるが、麦藁 (Stroh), 砂糖黍 (Zuckerrohr), 亜麻 (Lein-und Flachsabfällen) 等からも得られる。

繊維板は繊維浮遊 (Wässrigen Faseraufschwemmung) の状態から作られ、その際、繊維それ自身のもつれ並びに自然的・人工的な糊着 (Verklebung) によつて繊維は互に結合せられる。(第1図—末尾)

水分は軟質 (Dämmplatten) 及び軽繊維板 (Leichtplatten) の場合には乾燥によつて、硬質繊維板 (Hartplatten) の場合には圧縮加熱によつて除去せられる。而して製造する際の圧縮力が大きくなるに従い、組織は密となる。その結果、板の性質が変化し、殊に容積重<sup>(註1)</sup>が著るしく増加する。

(註1) ; 容積重 (Rohwichte 或は Raumwichte) = 多孔性物体の単位容積当りの重量

眞比重 (Reinwichte) = 無孔性物体の単位体積当りの重量

その為先ず此れを繊維板分類の基準とした。更に分類の基準として結合剤含有量を採用した。尙大抵の繊維板は性質を改良するためにその他の物質 (例えばパラフィン等) を結合剤に混入する。

繊維板の種々なる大きさの孔隙 (Poren) は板面に平行で各方向に横たはつている繊維間に主として存在し、そして相互に通ずると共に表面とも通じている。此の孔隙の状態は解離方法 (Aufschlußverfahren), 叩解度 (Mahlgrad) (繊維及び繊維束の大きさ), 圧縮力, 結合剤及び其の他の添加物含有量等によつて異なる。(第2図—末尾)

大抵の硬質木繊維板の表面は、その製造法の結果、一面は平滑、他面は綱目の跡がついている。軟質繊維板及び樹脂分の多い木繊維膠着板 (Holzfaser-Leimplatten) は (11. 参照) (痕跡がなくなる迄磨かれない限り) 普通両面に多少明らかな綱目の跡が認められる。繊維板の色は製造方法及び原材料により異なる。(白色, 淡黄色, 灰色~暗褐色, 及び種々なる色調の暗灰褐色)。

## 11 木 織 維 板 の 分 類 [文献 8]

木繊維板は例えば、DIN 4076 によれば次の如く分類されている。

## (1) 木繊維軟質板 (Holzfaser-Dämmplatten)

結合剤含有量12%迄 (乾燥重量に対して)

## (a) 多孔質木繊維軟質板 (Hochporöse Holzfaser-Dämmplatten)

(容積重 230kg/m<sup>3</sup> 迄)

## (b) 孔質木繊維軟質板 (Poröse Holzfaser-Dämmplatten)

(容積重 230~400kg/m<sup>3</sup> 迄)

## (2) 木繊維硬質板 (Holzfaser-Hartplatten)

結合剤含有量12%迄 (乾燥重量に対して)

## (a) 半硬質木繊維板 (Halbharte Holzfaserplatten)

(容積重 650~850kg/m<sup>3</sup>)

## (b) 硬質木繊維板 (Harte Holzfaserplatten)

(容積重 850kg/m<sup>3</sup> 以上)

## (c) 特別な硬化表面を有する超硬質木繊維板 (Extraharte Holzfaserplatten)

(容積重 900kg/m<sup>3</sup> 以上)

(3) 木繊維膠着板<sup>(註2)</sup> (Holzfaser-Leimplatten)

結合剤含有量12%以上 (乾燥重量に対して)

## (a) 軽膠着板 (Leichtplatten)

(容積重 400kg/m<sup>3</sup> 迄)

## (b) 半硬質木繊維膠着板 (Halbharte Holzfaser-Leimplatten)

(容積重 400~800kg/m<sup>3</sup>)

## (c) 硬質木繊維膠着板 (Harte Holzfaser-Leimplatten)

(容積重 800~1000kg/m<sup>3</sup>)

## (d) 超硬質木繊維膠着板 (Extraharte Holzfaser-Leimplatten)

(容積重 1000kg/m<sup>3</sup>以上)

(註 2) 木繊維膠着板と言う概念は明瞭に説明する事は不可能で、他の繊維板との区別は明らかでない。結合剤含有量12%以上を含有する板は殆んど作られないので、1949年8月1日制定の DIN 52350 の新しい草案に於いて結合剤含有量による分類は除外された。

此の案に依れば、木繊維板は爾後、多孔質 (hochporöse) (容積重  $180\text{kg}/\text{m}^3$  迄)、孔質 (poröse) (容積重  $180\sim 400\text{kg}/\text{m}^3$ )、半硬質 (halbhart) (容積重  $400\sim 850\text{kg}/\text{m}^3$ )、硬質 (harte) (容積重  $850\text{kg}/\text{m}^3$  以上)、及び特殊硬質 (besonders gehärtete) (容積重  $850\text{kg}/\text{m}^3$  以上) の分類に整理されている。

## 12 製 造 [文献 3. 4. 7. 10. 11. 12]

### 120 原 料 (Rohstoffe)

#### 120,0 木 材 (Holz)

繊維板工業発展の初期に於ては専ら繊維工業 (Zellstoffindustrie) に於いて用いられている様なパルプ用材 (Faserholz) を使用したが稍々後になつて、特にスウェーデンに於ける繊維工業に用いられている様な製材工場の木片も使用する様になつた。しかしパルプ用材の欠乏が深まるにつれて、繊維が充分含有され且損傷を受けていない限り廃材や木屑等も用いられる様になつた。しかし切断された繊維或は非常に短い繊維 (例えば数種の潤葉樹の) は繊維板工業に於いて一般に作業能力の減少、収量の不良化、品質の低下等を齎すので此等は極く一部でしか用いられなかつたが其の後の発達の結果、損傷された繊維を有する木屑 (例えば鉋屑や鋸屑 Hobel-und Sägespäne) は抄紙機 (Holländer) の叩解機で糊着力のある粘液剤 (Schleimstoffe) となり、特別な繊維板又は鉋屑板 (Holzspanplatten) (例えば Mahlholz) に於ける添加剤或は結合剤 (Zuschlag-oder Bindemittel) として用いられる様になつた。結合剤に関しては後にのべるであろう。

原木の種類及び処理方法により性質の異なる種々の型の繊維板が作られる。その発達の大綱は次の様な順序に依り明示される。即ち木繊維軟質板 (Holzfaser-Dämmplatten) — 積層厚紙板 (Mehrschichtpappeplatten) — 木繊維硬質板 (Holzfaser-Hartplatten) — 超硬質木繊維板 (Extraharte Holzfaserplatten) — 鉋屑板 (Holzspanplatten) 結合剤含有量の多い木繊維及び鉋屑板 — Mahlholz。

獨乙ではその年代的な発達を考慮して規格 DIN 4076 によつて分類表を作つた。その分類基準の数値は 11 にあげた如きものである。残念な事には繊維板工業の重要な分野に於ける国際的に共通な術語については未だ論じ得ない状態である。それ故、国際的に規格を統一するには先ず必須的な概念の規整をする事が必要であり、



我々の此の研究もそれに寄与せんとする目的を有するものである。然し此の問題の解決にあつては次の如き困難な点を軽視する事が出来ない。即ち繊維板の個々の種類についてはその限界を明瞭に定める事は出来なくて多くの過渡的な形態（例えば木繊維板と鉋屑板との間）があり、一定の結合剤含有量による分類は唯、便宜的なものにすぎず、之れに対してはむしろ多くの相対立する見解が生ずる。結局繊維板は木材及び木片のみならず、あらゆる他の有機繊維物質からも作られると言う事を考えるべきである。

### 120, 1 結合剤及びその他の添加物〔文献13〕

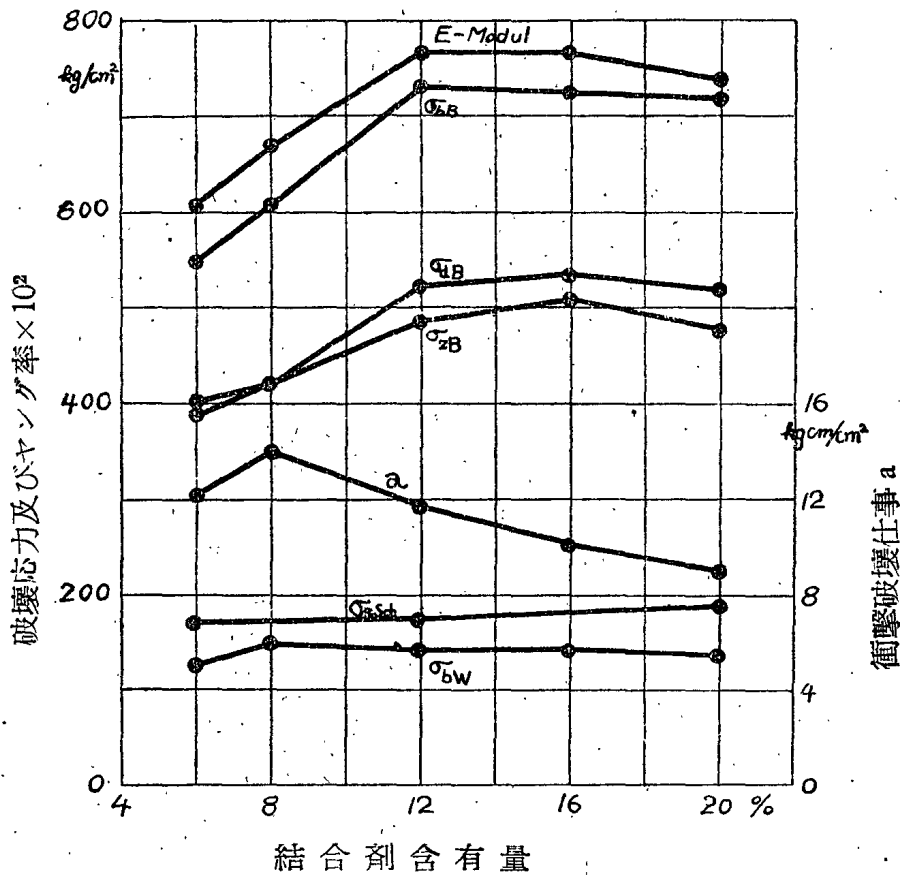
結合剤としてはフェノール或はクレゾール・フォルムアルデヒドを基体とした合成樹脂が用いられる。此等の合成樹脂はアルカリ溶液中で殆ど繊維に附着しそして酸或は塩（水素イオン濃度の変化）によつて解離される。結合剤使用の目的は次の様である。即ち繊維の合着性（Zusammenhalt）は繊維それ自身のもつれ並びに木繊維部分の粘着性に依り相当保持されているが、それを更に改善して機械的強度を高めようとするのである。又此等を含有せしめる事によつて耐水、耐湿性が改良せられ、更にパラフィン、土蠟（Erdwachs）、亦場合によつては瀝青物質（bituminösen Stoffen）等（大抵の場合は1～2%迄）の添加により耐水、耐湿性は本質的に改善せられるのである。此等を添加しない時は一般に十分な耐湿、耐水性が保持せられない。

此の物質の添加は繊維が浮遊状態の時に行われ板成型後の表面処理の時になされる事は稀である。然し他の添加物、例えば表面硬化のため用いられる乾性油の様なものは屢々後で附加せられるのである。（例えば高温度で硬化せしめられる超硬質板では）。軟質板の場合には結合剤として種々の樹脂（Harzleim）が用いられ、苛性ソーダ、明礬、硫酸礬土等の添加により繊維に固定される。樹脂の代りに屢々樹脂分のない膠着剤（Leime）例えばアスファルト（Montanwachs）或はアスファルト乳濁液（Bitumenemulsion）を基体としたものが用いられる。大抵の場合に水硝子（約2%）は繊維板の保持性（Griffigkeit）を改良するために添加せられる。DIN 4076 では軟質板及び硬質板に関する1943年の会合に於いて結合剤含有量を12

%迄とし12%以上の場合を木繊維膠着板 (Holzfaser-Leimplatten) と規定した。然し此の限界には問題はあるが合成樹脂含有量 12%迄は硬質板の剛性(弾性係数)及び静的強度は結合剤含有量に略比例して増加するが、12%以上の場合には此等の性質は改良されないか或いは却つて減少を来す。結合剤含有量が約8%の時に衝撃破壊仕事(Bruchschlagarbeit)及び曲げ振動強度 (Biegeschwingsfestigkeit) はその最高値を示した。(第3図)

第3図 硬質繊維板の機械的強度と結合剤含有量との関係  
(A種とB種との平均値)

$\sigma_{bB}$  = 曲げ強度,  $\sigma_{dB}$  = 圧縮強度,  $\sigma_{zB}$  = 引張強度,  
 $\sigma_{zSch}$  = 正引張変動強度,  $\sigma_{bW}$  = 曲げ繰返変動強度.



上述の結合剤以外に繊維板に耐朽性, 耐喰性, 及び耐火性を与えるために他の物質が加えられる。特別に軽く, 而も固い弾性のある木繊維板は泡沫剤 (Schaummitteln) の添加によつて得られる。その場合水中に浮遊せる繊維物質は発泡剤 (Schaumbildner) によつて置きかえられ, 出来た泡沫剤添加の繊維板 (Faser-

stoff-Schaumplatten) の容積重は最も軽い軽軟材 (Balsaholz, Frommage de Hollande) よりも遙かに低い。其の外部の面は特に良質の単板, 原紙, 或は軽金属板を用いて膠着して, 特に圧縮強度及び挫屈強度の強い構造の板を作るのに適している。泡沫剤添加の繊維板を芯板 (Faserstoffschaum-Mittellagen) として使うと耐圧強度は大きくて, 長柱比の大きな場合でも挫屈強度は圧縮強度の 60% 或は其れ以上にも達する。

## 121 製 作

繊維板の製作過程は本質的に次の 3 つに区分される。

即ち (1) 繊維の解離 (Zerfaserung)

(2) 成型 (Plattenbildung)

(3) 加圧, 乾燥及び乾枯 (Pressung, Trocknung und Klimatisierung)

此等の 3 つの過程が技術的に結合されて個々の方法をなしている。以上の 3 過程の特徴を簡単に述べると次の如くである。

### 121,0 繊維の解離 (Zerfaserung)

繊維板製造工場に供給されるパルプ用材が 1 m の長さのものでない時は, 振り下げ鋸 (Pendelsägen) を用いて, その長さに調製し, 太い材は大抵小割りする。特に又淡色の軟質板を作る場合は用材の皮を剥ぎ取る。解離が (たとい大きな木片でも) 粉碎機 (Mühlen), 蒸解機 (Defibratoren) 或は同様な機械で行なわれる場合, 或は材料を予備蒸解する場合は割木 (Scheitern) 棒叩き (Prügeln), 木摺 (Latten), 拡張 (Spreißen), 外皮 (Schwarten) 等に依つて繊維材料工場の場合と同様に普通の回転斧 (Hackrotor) でチップが作られる。チップは適当に選別され, 選別されたものは大抵打撃粉碎機 (Schlagkreuzmühlen) にみちびかれる。之等のチップの運搬は空気吸入或は圧縮空気を用いるか又は搔き寄せ器 (Kratzbänder), バケット運搬器 (Becherwerke) 等の如き機械的な手段で行われる。

### 121,00 Schleifverfahren (すりつぶし法)

特別な場合には板製作用の繊維はすりつぶし (Schleifen) により作られる。此の場合には比較的高価なパルプ用材のみが用いられ, 之等は冷間すりつぶし (Kaltschliff) により行なわれる。紙研磨工場 (Papierschleifereien) の粗材

(Grobstoff) が補足材料として役立つ。木材すりつぶしは唯、軟質板にのみ用いられる。

#### 121,01 Defibrator-Verfahren (蒸解法) [文献1]

8~12気圧の加圧及び 160°~180°C の湿潤加熱に於て木材中の接合物質 (Kittstoff) は軟化され、その結果叩解盤 (Mahlscheiben) の間で繊維は殆んど損傷されずに分離される。蒸解装置 (Defibrator) は給水装置 (ピストン或はスパイラルコンベヤを持つ)、予熱装置、鋼鉄製精砕機 (Stahlscheiben-Raffineur) 及びサイクロンを有する排泄装置からなっている。精砕機 (Raffineur) は垂直に相対する二つの叩解盤 (一つは固定し、他の一つは回転している) を有し、此の叩解盤は予備解離のための内部の溝と解離のための外部の溝を持っている。蒸解によつて既に十分良い性質を有しているが、尙大抵抄紙機で更に叩解されるのである。

(解離不十分な場合には選別された粗物質も処理の際の全物質をより良く解離するために行つたと同様に後期叩解が是非必要である)。

#### 121,02 Masonite-Verfahren (マソナイト法) [文献6, 9]

鋼鉄製のシリンダー (蒸気罐) 内で約 90kg のコッパ (Hackspäne) を 20~25 気圧の蒸気にて40秒間処理する。此の際凝縮水は特別な装置に依り除去される。つづいて2~3秒間で蒸気圧を70気圧迄上げ5秒間、此の圧力に保つて、下部の弁を突然開き蒸気を爆発的に放出せしめるとチップは長い繊維状に裂け下方にある二つの隙間を通り一つのサイクロン中にはき出される。

#### 121,03 Biffar-Verfahren (ビッファ法) [文献2]

細切された木材は5~6気圧の蒸気加圧下で数時間、熱化学的予備処理 (苛性ソーダで煮沸) を受け、それからビッファー粉砕盤 (Biffarmühle) 中で水を追加されて先ず羽根車により石臼 (Steinring) で圧潰せられる。此の結果繊維材料は予備的に粉砕され、それから石臼の間隙で完全に解離される。

#### 121,04 Desintegrator-Verfahren (粉砕法)

非常に硬い珪素鋼板で作られた2個の叩解板 (Schlagnasenscheiben) は其の

距離が約 0,1mm の精度で調節出来、1000~2000r. p. m. で反対方向に回転している。機械は 2 つづゝ或は 3 つづゝ重なり合っている。叩解の際の加熱により作られる蒸気の爆発作用並びに其の下部にある排出口での摩擦によつて解離は助長せられる。そして粥状の繊維はこの排出口を通つて下方にある粉碎機 (Desintegratör) 或は溜池に達する。

### 121, 05 Kochdämpfverfahren (煮沸法)

チップは回転している球状釜の中で 90~95°C のアルカリ或は酸に浸潤せられる。過剰の浸潤溶液は再び放出され、其の含有物は 1,5~2 時間、135~145°C で蒸煮される。此の処理により非常に弱化せしめられたチップは精砕機 (Raffineur) 中で叩解選別せられる。

### 121, 1 板成型 (Blattbildung)

解離装置から出て来た 1~2 % の乾燥物質を含む浮遊状態の繊維は先ず平面篩 (Plansichter) にかかけられる。この篩は繊維の大きさを正しく保ち且一様に分布する様にする役目をなす。一様に混合され、且濃縮された粥状の繊維に膠着物質が乳濁状態で添加され繊維に吸着、結合される。個々の繊維及び繊維束は膠着剤の非常に薄い層により出来るだけ広く蔽はれねばならぬ。それから粥状の繊維は再び乾燥物質 1~2 % の含有量に稀釈せられて、板の成型が行なわれる。板成型には 2 つの方法がある。即ち長い或は円い篩機械で繊維の絨氈 (Faserteppich) を作る方法と成型或は鑄型機械 (Form-bzw.Gießmaschinen) で成型する方法である。

### 121, 10 Fibroplast-Verfahren (フィブロプラスト法)

此の方法は 121, 01 でのべた繊維蒸解法に依り解離を行つた場合に用いられる。板の成型は主として枠に毛をつけた長形の篩機械で横方向に揺動している垂直に取付けられたエンドレスのゴムベルトにより行われる。此は円形の篩機械 (Rundsiebmaschine) の補助の役目をするものである。此の円形篩機械は浮遊状態の繊維が 0.5 気圧で密閉されてをり、その槽の中に円筒形の篩が装置されている。

### 121, 11 Gieß-Verfahren (鑄込法)

Ctg-法 (新らしくは Ctc-法)<sup>(註3)</sup> に於ては煮沸法に依つて得られた粥状の繊維を鑄

型機械 (Gießmaschine) の成型枠内に導き (予備成型圧縮); そして, その場合大部分量の水分を篩の底部より吸い取られる. 丁度良く合つた水圧作動の圧搾板を用いて繊維板は軽く加圧される. そして圧搾板を上昇せしめると共に, その時下部に生じた真空によつて粗繊維板を引きつけて取出しそれから此の粗繊維板は次のより高圧の圧搾, 所謂真空一格子加圧 (Vakuum-Rostpresse) にかける. かくして冷間成形された板は此の加圧に依つて脱水され, 更に減圧並びに加熱圧縮の作用で成型される. 次に板は重畳圧搾を行う前に処理装置にかける. 種々の厚さ例えば 40mm 或はそれ以上の等方性木材 (Homogenholz) の製造も此の鑄型機械でなされる. 同様にして Mahlholz (Troisdorf のダイナマイト A-G 所謂 Trohogruppe の材料も之れに数えられるのだが) も此の鑄込法により成型される.

(註3) Ctg ; Chemisch-technische Gesellschaft の略

Ctc ; Chemo-techno-Campany の略

## 121, 12 Fahrni-Verfahren (ファルニ法)

先ず繊維の絨氈が吸収房 (Saugzelle) を有する中空円鑄で作られる. 板の厚さを正確にならすには円筒上に配列されたコロ (Walze) によつて行なわれる. そしてそのコロは過剰の水分の一部をも圧出する. 次に長形篩上の繊維板は圧延コロの後部にある記録部分 (Registerpartie) にうつる. その場合, 円鑄篩と圧延コロとの間で同時に水圧で作動する圧搾器により更に脱水される. 斯様に送つている間に繊維板から圧出された水分は低圧下に於て吸収装置として作られた圧搾器の台座の下部を通じて取り出される. 自動的運転を行う場合には加圧されない部分が生ずると言う事に注意しなければならない.

## 121, 2 乾燥, 圧縮, 乾枯 (Klimatisierung)

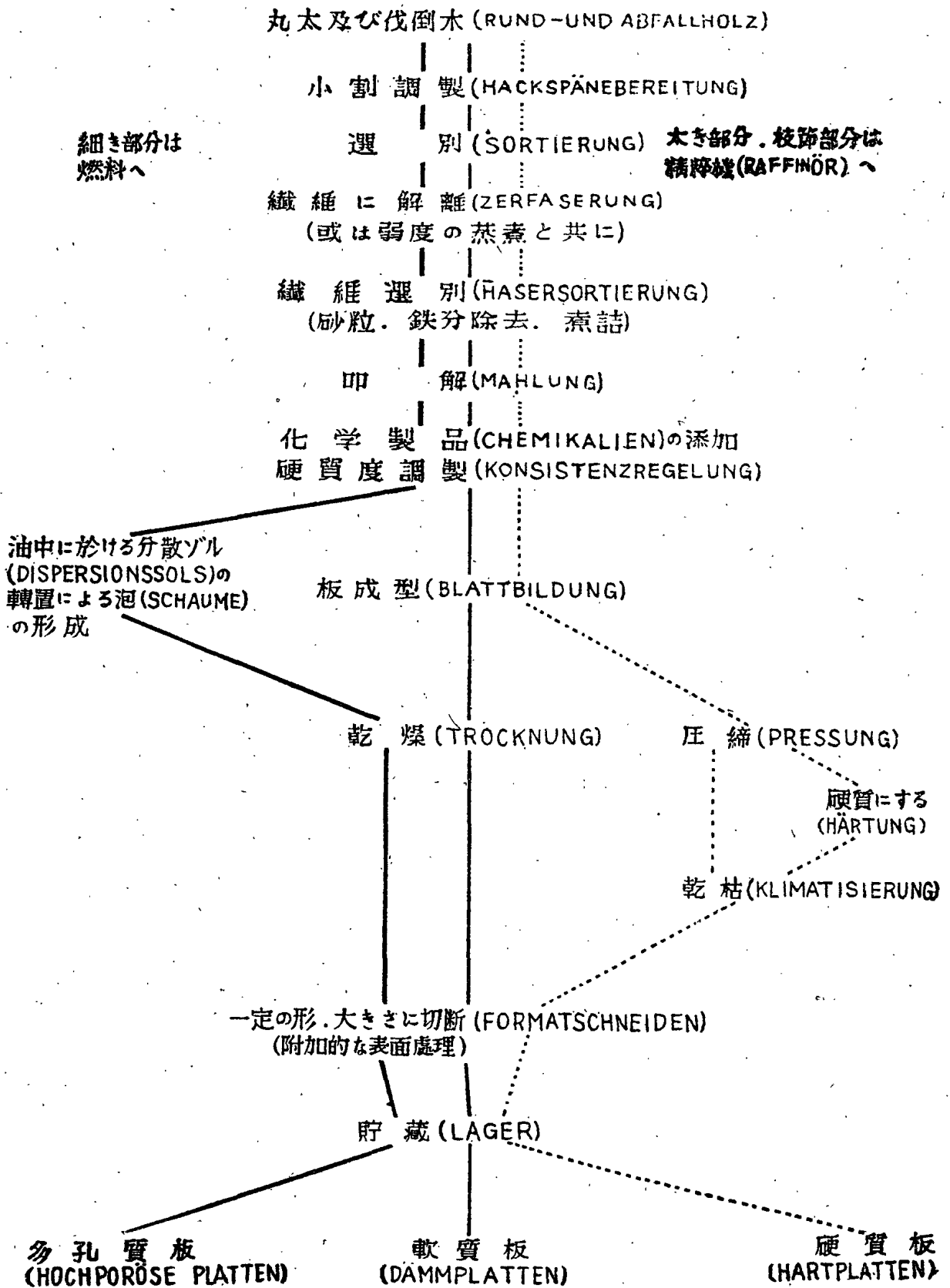
上述の方法で作られた繊維絨氈は約30~40% (例えば Fibroplast 法では) 或いは約50% (Ctc-法では) の乾燥物質を含有する. 此の段階では軟質板と硬質板との間には外観的な相異はない. 更に処理が進むと, はじめて両者に相違が表はれる. そして軟質板は非常に長い1方向にのみ進行する乾燥器或は短い階段的乾燥器中で加圧される事なしに所要の含水率迄乾燥される. 一方硬質板は加熱水圧機 (主とし

て20段よりなる)に依り圧力 30~50kg/cm<sup>2</sup> (此の圧力は半硬質板としては少々少いが), 温度 160°C 迄の或る温度で一様に圧縮されると同時に殆ど乾燥されて作られる。そして其の後の加工と反り防止のために適当に枯して法正含水率にもたせねばならない。(此の反りは例えば圧力除去後, 直ちに堆積放置すると空中の湿気が周辺にのみ吸収されて生ずるものである)。

特にスウェーデンに於て著るしい成果を上げている最も新しい発展は成型加圧硬質板の枯しを行う前に加熱室中で特別な熱気調節によつて 160°C 迄の温度で 1~6 時間処理する事である。此の結果, 機械的強度は 10~25% 改良される。適当な規整例えば激しい空気の流動等により此の進行中の収縮は防止される。挽材の高温乾燥の際にすでに認められ且用いられている膨潤防止の方法が上述の方法と共に用いられている。

(訳者註) 以上本文説明の如く繊維板は大別して多孔質板 (hochporöse Platten), 軟質板 (Dämmplatten), 硬質板 (Hartplatten) の 3 種に区分し得るが, その製造過程を図解して説明すると附図 1 の如くである。(附図 1) (Holzforschung 4Band 1949. Heft 1; E. Mörath: Die Holzfaserplatte による)

附図1





## 第 2 部 木繊維板の性質及びその試験

### 20 概 説

木繊維板は大体、木材から作られているのでその性質は木材の性質と非常に良く似ている。両者の容積重が等しい場合には其の機械的性質は一般に繊維に平行な木材のそれよりも遙かに小である。繊維板の利点は板表面での各方向に於ける強度及び膨潤が実用的には略々同一であると見做し得る事であつて、その相異は高々10%に過ぎない。尙繊維板の被加工性 (Verarbeitbarkeit) は木材と良く似ている。硬質板は穴明け、鋸挽き、釘付け、膠着、糊着、圧延 (streichen)、裂開等の加工が出来る。硬質板は又良き可撓性を有している。ボルト結合の強度 (Schraubverbindung) は木材の場合よりも低い。

軟質板は結合剤含有量が12%迄である。又結合剤のない例えばトロナール (Tro-nal) の如きものも作られる。厚さは6 mmから大体40mm迄であるが普通は13mm ( $\frac{1}{2}$ " ) である。多孔質の木繊維軟質板は厚さ6 mmの場合には面積重 (Flächengewicht) は  $1.4\text{kg/m}^2$  迄、厚さ30mmの場合は  $6.9\text{kg/m}^2$  迄、孔質木繊維軟質板では厚さ6 mmの場合には  $1.4\text{kg/m}^2$  から  $2.4\text{kg/m}^2$  迄、30mmの場合には  $6.9\text{kg/m}^2$  から  $12\text{kg/m}^2$  迄である。

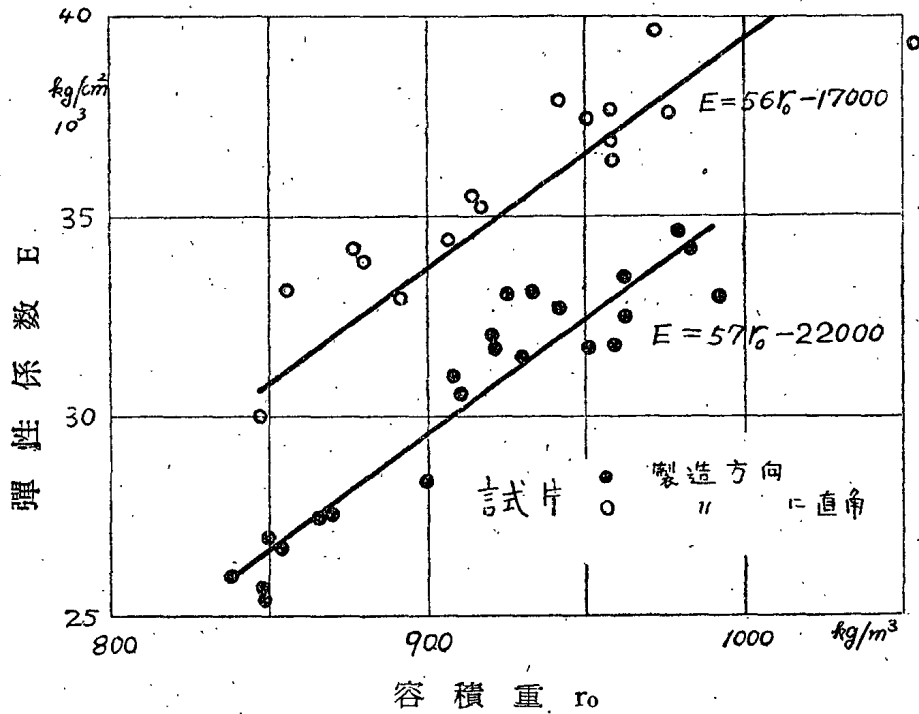
表面加工を行なわないと軟質板の強度は低い。その価値は面積重が低い場合の絶縁性の高い事にある。引張強度の大なる材料、例えば単板或はクラフト紙等の芯板 (Füllplatten) としての使用は有望である。温度  $20^\circ\text{C}$ 、関係湿度65%の大気条件における軟質板の平衡含水率は7~8%である。

木繊維膠着板の群に属する軽繊維板 (Leichtplatten) の結合剤含有量は12%以上である。それ故に軟質板に比して吸湿性 (含水率3~5%の場合に普通の湿気を有する空気と平衡する) と吸水性が小さいと云う利点がある。容積重が同じで結合剤が全然ない或は少い板に比して静的強度は幾分高く、圧縮性 (Zusammendrückbarkeit) は僅少である。

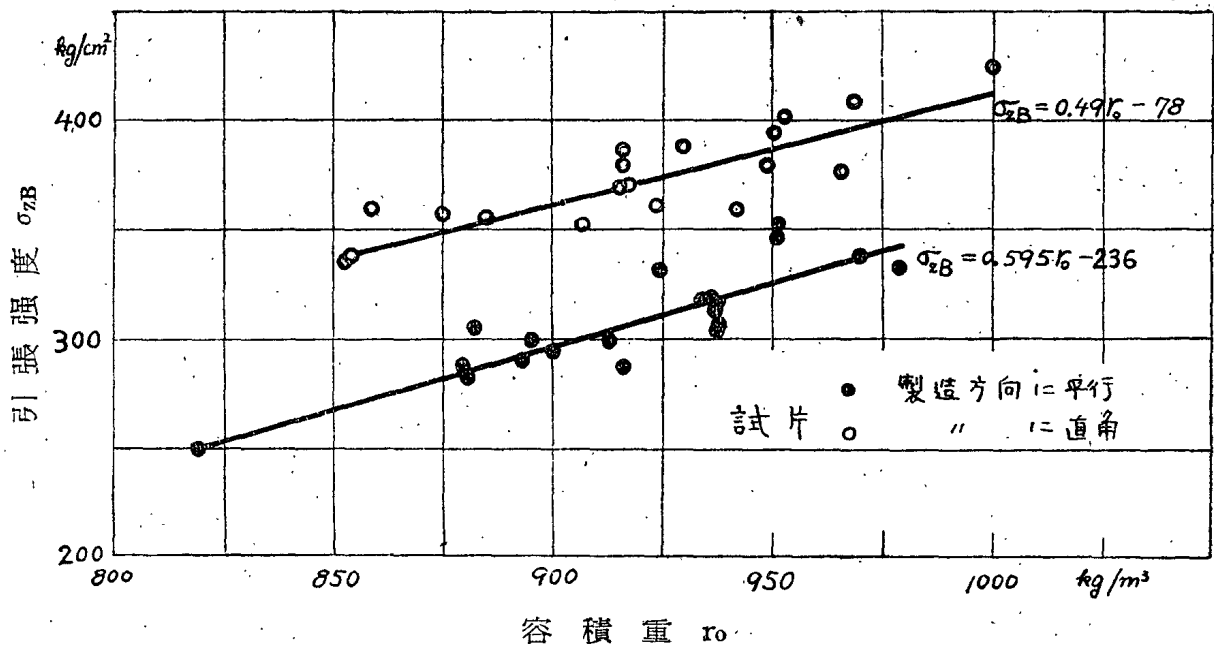
硬質木繊維板は厚さ2.5~8 mmに作られる。厚さ2.5mmの板は最小  $2.1\text{kg/m}^2$ 、厚さ8 mmの板は最小  $6.8\text{kg/m}^2$  の面積重を有する。板の容積重が大きい程、その

機械的性質は良い。第4図は弾性係数と容積重との関係、第5図は引張強度と容積重との関係、第6図は曲げ強度と容積重との関係を示したものである。

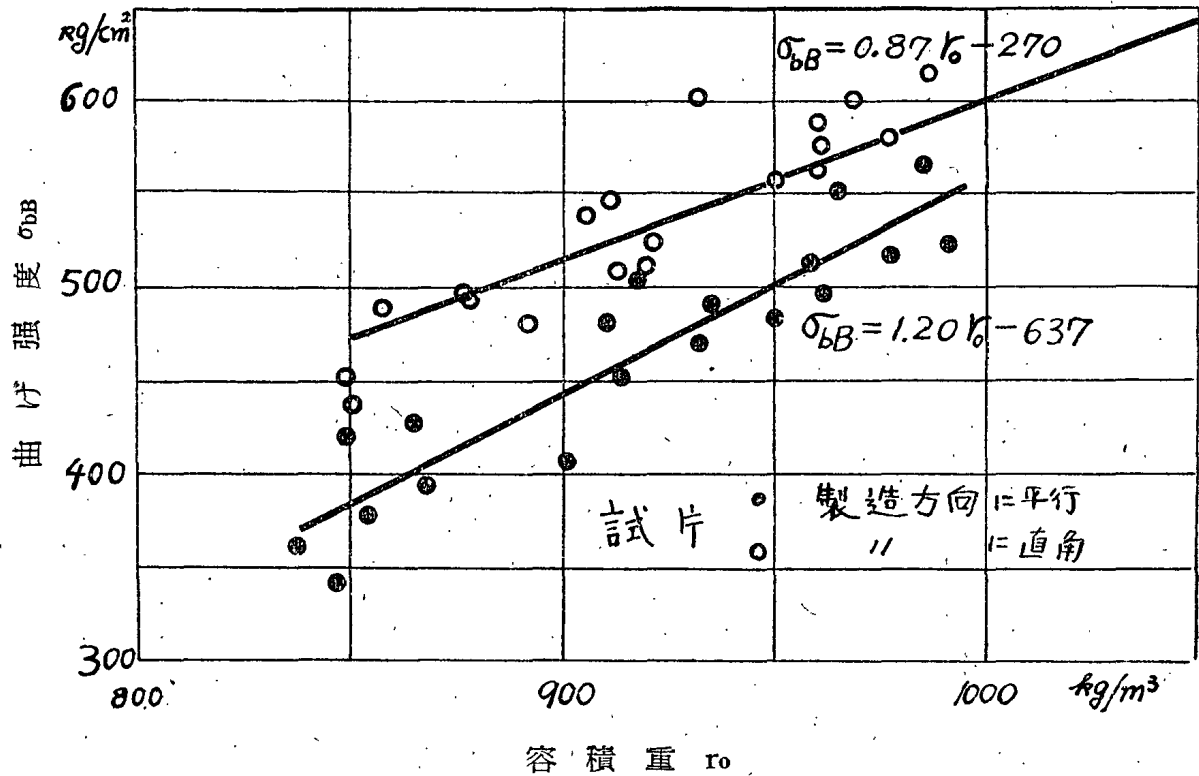
第4図 硬質木繊維板の容積重と弾性係数との関係



第5図 硬質木繊維板の容積重と引張強度との関係



第6図 硬質木繊維板の容積重と曲げ強度との関係



衝撃破壊仕事のみ容積重の増加と共に僅かに減少するが其の関係は殆ど明瞭ではない。

結合剤のない硬質繊維板例えばツェファジット(Zefasit), トロナール(Tronal)の如きものもある。叩解度(Mahlgrad)を高める事、及び板成型後の熱処理によつて例えばトロナール(Tronal)の場合には結合剤がなしでも良い性質が得られる。

硬質木繊維膠着板(harte Holzfaser-Leimplatten)は木繊維硬質板(Holzfaser-Hartplatten)よりも厚いもの、例えば厚さ10mmの如きものも作られる。

第1表は最も重要な種々の繊維板の基礎的性質に就いての一覧表である。

第 1 表 各 種 木 纖 維 板

性 質	単 位	板面並びに 製造方向と の関係方向	本纖維軟質板	Tronal L200 及び N
容 積 重 $\rho_0$	kg/m <sup>3</sup>		170~240~280	180~210~240
含 水 率 $u$	%		7.0~9.5~12.0	5.5~7.0~9.0
引 張 強 度 $zB$	kg/cm <sup>2</sup>	<sup>1)</sup>    ⊥ <sup>2)</sup>	—	17~20~22
圧 縮 強 度 $dB$	kg/cm <sup>2</sup>	⊥ <sup>3)</sup>       	— 6~12.5~19.3 7.1~13.6~20.8	— — 17~20~22
3kg/cm <sup>2</sup> に於ける圧縮 量	%	⊥	10~11~13	2.4~3.0~3.2
曲 げ 強 度 $bB$	kg/cm <sup>2</sup>	    ⊥	7~17~24 10~17~27	30~35~40
曲 げ 弾 性 係 数 $E$	kg/cm <sup>2</sup>	    ⊥	800~2000~3800 1100~1900~3900	3000~3800~4400 2900~3800~4200
衝 撃 破 壊 仕 事 $a$	cm.kg/cm <sup>2</sup>	    ⊥	0.8~1.5~2.5 0.8~1.6~2.6	1.0~1.3~1.5 1.1~1.4~1.7
繰返変動曲げ強度 $bW$	± kg/cm <sup>2</sup>	    ⊥	—	—
正引張変動強度 $\sigma_{zsch}$	kg/cm <sup>2</sup>	    ⊥	—	—

- (1) 製造方向に沿い, 板面に平行  
 (2) 製造方向に直角, 板面に平行  
 (3) 板面に直角

の 強 度 性 質

軽木繊維軟質板(結合剤含有量32%のHomogenholz)	硬質木繊維板(結合剤含有量約2%)	硬質 Tronal 板	硬質木繊維膠着板(結合剤含有量20~25%)
170~200~230	850~950~1050	900~1350	900~1000~1100
2.5~3.5~4.5	6.5~7.5~8.5	6.0~10.0	2.0~3.0~4.5
12~18~24	140~250~330	180~520	330~410~470
15~23~33	200~300~380	150~560	380~490~640
—————	—————	1550~2200	—————
16~20~26	230~240~250	90~810	450~530~540
17~22~31	230~230~240	150~830	450~550~600
1.7~2.2~2.9	—————	—————	—————
30~35~45	280~410~540	230~950	640~810~960
25~30~45	330~450~550	270~980	730~830~910
2900~3900~4700	25000~34000~40000	25000~75000	75000~95000~110000
2800~3800~5100	29000~37000~43000	30000~85000	75000~100000~125000
0.7~0.8~1.0	9.5~11.5~15.0	4.0~16.5	6.5~8.0~9.0
0.6~0.8~1.0	11.0~13.0~17.5	5.0~16.0	7.0~8.0~9.5
—————	60~90	—————	150~180
—————	110~140	—————	190

繊維板の重要な性質についての試験は DIN 52350 "繊維板及び鉋屑板 (Spanplatten) の試験法" に依つて行なわれている。此の試験規格はスウェーデンに於ける繊維板試験についての関係者と常に連絡をとつて1943年独乙で作られたものである。現在一つの新しい試みがなされている。〔文献15, 19, 20, 21, 23, 26〕 総合試験に対しては3つの異なる板或は板の切片から試験片を取るべきである。1枚の板全部を使用する場合には少くとも縁から、15cm 離れて試験片を取るべきであり又1つの板から多数の試験片を取る場合には隣接して連続的に取る事は適当でない。すべて機械的性質の試験前には試験片を  $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ 、関係湿度  $65 \pm 5\%$  で略々平衡状態に達する迄置かぬばならない。放置期間は孔質及び多孔質板の場合は48時間、他の板の場合はすべて120時間とすべきである。

## 21 物理的性質

### 210 容積重 (Rohwichte), 面積重 (Flächengewicht).

#### 厚み公差 (Dickentoleranzen)

寸法及び重量はすべて1辺15cmの5ヶの正方形試験片の平均値を以て定めた。軟質板の厚さはノギス或は同様な測定器を用い0.1mm迄精確に測定し他の繊維板はマイクロメーター或はダイヤルゲージを用いて0.01mm迄精確に測定した。ダイヤルゲージの測定面は直径約15mmの円形で平滑に研磨されるべきである。

含水率 $u$ の場合の厚さ $h_u$ は端辺より2.5cmの距離に各々1辺に平行に引いた線の交点の4ヶ所に於ける測定値の平均を以て決定した。1辺の長さ $b_u$ ,  $l_u$ はノギスを用い精度0.1mmで測定した。亦試験片は0.1grの精度で秤量、その面積は2辺の長さから ( $F_u = b_u l_u [\text{m}^2]$ )、その容積は面積と厚さから ( $V_u = F_u h_u [\text{m}^3]$ )、又容積重 $r$ は重量と容積から ( $r_u = G_u / V_u [\text{kg}/\text{m}^3]$ ), ( $r_o = G_d / V_d [\text{kg}/\text{m}^3]$ )、夫々計算して求めた。面積重 (Flächengewicht) は  $f_u = G_u / F_u [\text{kg}/\text{m}^2]$  より求めた。(添字 $u$ は与えられた含水率 $u$ の状態を、 $d$ は絶乾状態を示す)

容積重は  $5\text{kg}/\text{m}^3$ 、面積重は  $0.1\text{kg}/\text{m}^2$  に括約した。板の実際的な要求に対しては、容積重 $r_u$ は重要である。容積重 $r_o$ は其の時の含水量の影響に無関係で板の組成及び密度に依つてのみ変わる。即ち単位容積中の実質量及び素材の種類による

のである。然し板は絶乾の場合の厚さには決して戻らないから前以て膨潤しない様にすべきである。許容厚み公差は未だ規格が設けられていない。然しその上限は約 ±10% に取るべきであろう。

211 含水率 (Feuchtigkeit), 及び平衡含水率 (Feuchtegleichgewicht)

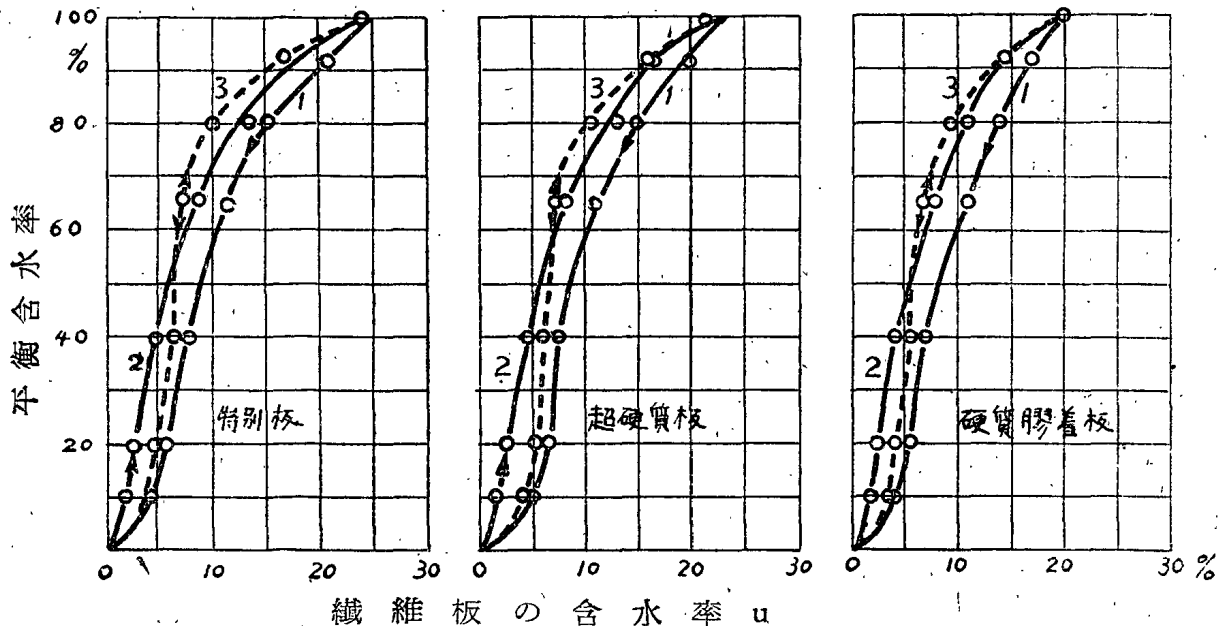
絶乾重量に対する試験片の含水率は外気温度 103° ± 2°C の絶乾法で決定した。

$$\text{含水率 } u = \frac{G_u - G_d}{G_d} \cdot 100 [\%]$$

(G<sub>u</sub>; 絶乾前の重量, G<sub>d</sub>; 絶乾後の重量)

含水率は板の他の実験結果を与える場合には常に示すべきである。平衡含水率とは周囲の空气中に於ける蒸気分圧と其の物体の含水率との間の一定の関係である。第 7 図は種々の繊維板の温度 20°C に於ける吸湿等温線 (hygroskopische Isothermen) を示したものである。

第 7 図



硬質木繊維板及び硬質木繊維膠着板の温度 20°C の吸湿等温線

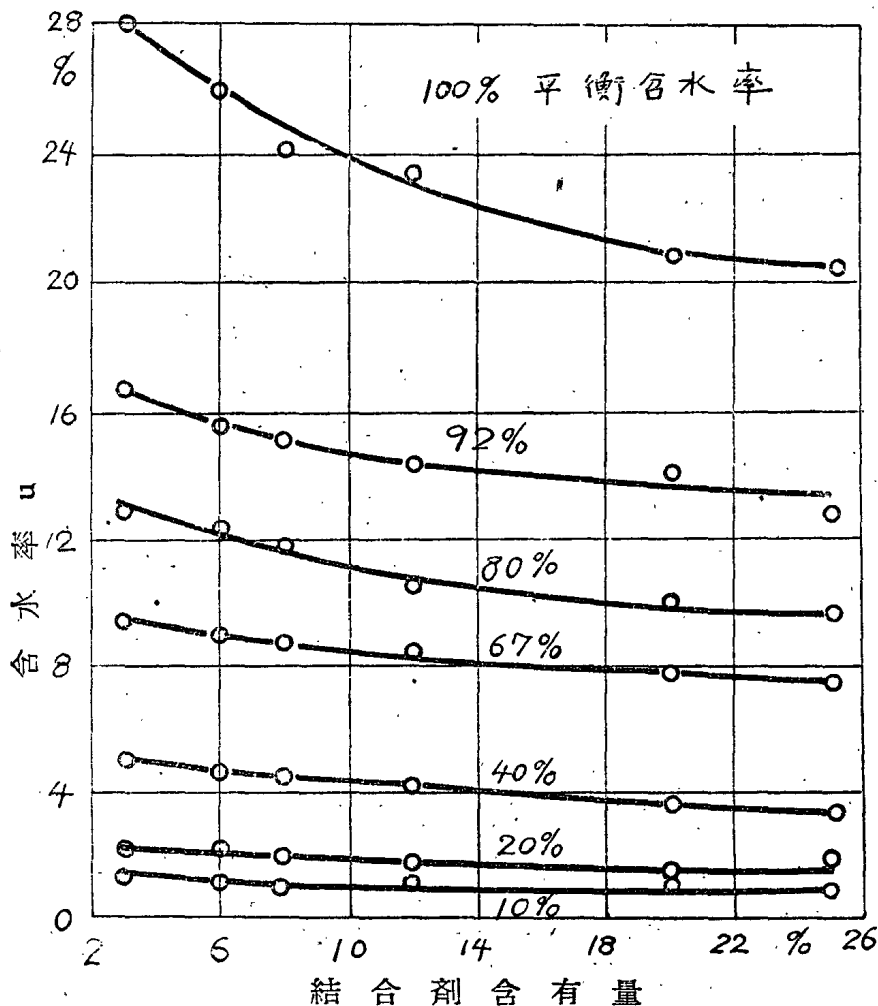
1. 飽和試験片の脱湿 (Desorption)
2. 絶乾試験片の吸湿 (Adsorption)
3. 気乾試験片の吸湿及び脱湿

等温線は 3 つの曲線に分岐する。吸湿曲線は先ず絶乾にした試験片を種々なる関係湿度の湿潤容器中に入れて平衡状態迄もたらして求めた。脱湿曲線は先ず試験片を水

面上に置き、而かる後、種々なる関係湿度の容器中に入れて平衡状態迄、もたらし  
て求めた。次に第3の曲線は与えられた初期含水率（製作及び枯し（Klimatisier-  
ung）の後に板が示す含水率）より始めて試験片のあるものを吸湿せしめ、他のあ  
るものを脱湿せしめて求めた。

曲線は木材のそれと非常に良く類似している。然し平衡点（Gleichgewichts-  
punkt）は無処理の木材に比較して低湿度の範囲では全く異なる。これは結合剤を  
含有する繊維板の勝れた性質の1つである。

平衡含水率は結合剤の含有量に依り左右される。第8図は硬質木繊維板と硬質木  
繊維膠着板（結合剤含有量12%以上）に対する結合剤含有量と吸湿の際の平衡含水  
率との関係を示したものである。



第8図 硬質木繊維板と  
硬質木繊維膠着板（結  
合剤含有量12%以上）  
に対する結合剤含有量  
と温度 20°C に於ける  
吸湿の際の平衡含水率  
との関係

即ち関係湿度が低い時は含脂量による差異は殆んど認められないが関係湿度の高い



時は含脂量による差異は大となる。

### 212 吸湿及び吸水 (Wasseraufnahme über und in Wasser)

吸水吸湿試験は DIN 52350 の新しい案によつて、すべて1辺 15cm の3ヶの正方形試験片を用いて行つた。そして平均値は絶乾重量に対する%で示した。而して吸湿試験は密閉した湿潤容器中に於て、温度  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  で、水面より5cmの高さで水平に置いて、或は同温度で関係湿度  $97 \pm 3\%$  の外気条件 (klimaschrank) にて行つた。水中 (温度  $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ) での吸水の測定に対しては周辺を保護する事なしに試験片を水面下約 5 cm の硝子格子の上に置き、浮び上らない様に錘りをのせて保持した。過剰に表面に附着した水分は試験片を水中から取出した後、吸取紙を用いて拭き去つた。此の場合、試験片を振つて水を切る事は適当でない。

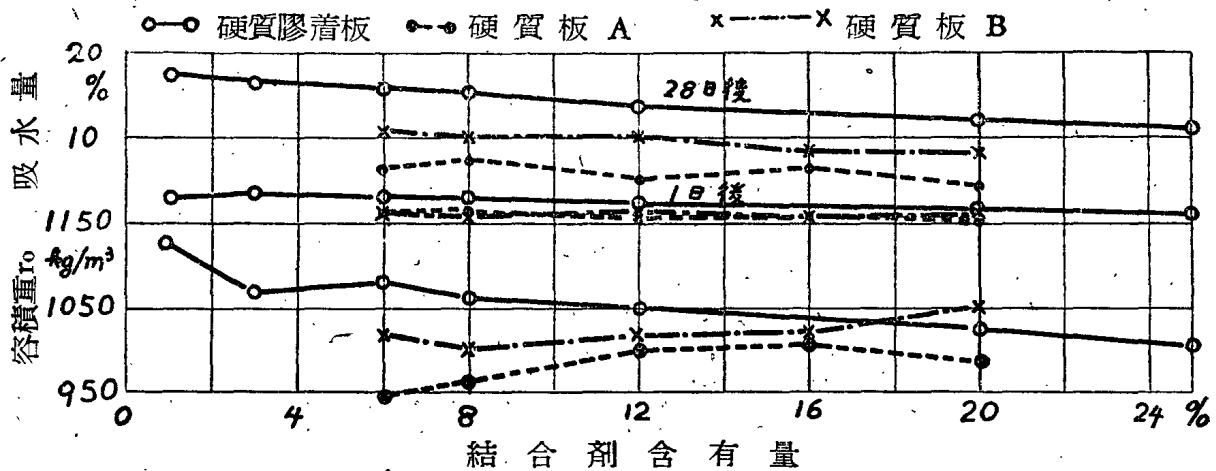
吸湿、吸水測定時間は開始 2 時間後、硬質板の場合は更に22時間後 (計24時間後) に測定した。又必要に応じ重量及び厚さの変化は 6 時間、2 日、3 日、5 日、10 日、28 日後に測定し、吸水量と厚みの膨潤量を時間の函数として示した。吸水率  $u_x$  は秤量に依り 0.1gr 迄精密に測定し絶乾重量の%で示した。

即ち

$$u_x = \frac{Gu_x - Gd}{Gd} \cdot 100 [\%]$$

前述の如く吸湿量は結合剤含有量に影響される。

第 9 図



吸湿にをける硬質木繊維板及び硬質木繊維膠着板の吸水量と結合剤含有量との関係

木繊維は飽湿空気から水分を飽和する迄吸収する。結合剤を含有しない繊維板の飽和点 (Sättigungspunkt) は木材の繊維飽和点 (Fasersättigungspunkt) に相当している。結合剤は大抵吸湿性ではない、従つて板の結合剤含有量が大きければ大なる程、飽和含水率 (Sättigungsfeuchtigkeit) は低くなる。

水中に繊維板を置いた場合、水分は孔隙中へ毛管作用により浸入する。故に孔隙量 (Porenvolumen) が大きければ大なる程吸水量は大となる。結合剤を含有しない板の吸水量と結合剤を含有する板のそれとの間には本質的な相異はない。結合剤及び防水性を持たせる為の浸潤物質は只、吸水を遅らせる効果だけしかない。

### 213 膨 潤 (Quellung)

水面上並びに水中に於ける厚みの膨潤 (Dickenquellung) は吸湿、吸水に於ける吸水量の測定に於いて用いたと同様の試験片を用いて決定した。厚みの変化は縁から 2.5cm の距離にある試験片の各辺に平行に引いた線の交点の4ヶ所に於ける測定の平均値を以つて示した。

厚みの膨潤は

$$\alpha_x = \frac{h_{ux} - h_d}{h_d} \cdot 100 [\%]$$

$h_{ux}$  ; 各測定時の含水率に於ける厚み

$h_d$  ; 絶乾試片の厚み

木繊維板の厚みは一旦、膨潤すれば完全には復元しない。板製作の場合に加圧に依り多少平に圧潰された繊維は膨潤の場合、繊維膜 (Faserwände) の原繊維構造 (Fibrillenstruktur) に起因して、その本来の円形構造に膨脹するそして其の後乾燥してもそのまゝである。同時間後に於ける厚みの膨潤は、結合剤を含有する板は、結合剤を含有しない板のそれよりも少い。第2表は種々なる繊維板の厚みの膨潤と吸水量の一覧表である。

繊維板の加工に於て大切な要素である板面 (長さ方向) に於ける膨潤の試験はドイツでは尙、今日迄規格が設けられていなかつた。その原因は一般に膨潤量が比較的小さく (1%以下) 且その測定が一般に困難なるためである。F. FRIEDRICH [文献18] は膨潤量測定に対して2個の顕微鏡からなる装置を用いた。彼は膨潤の最終

第 2 表 各種木繊維板の吸水、吸湿及び厚みの膨潤 (%)

膨 潤		木 繊 維 軟 質 板	Tronal L200及びN	軽木繊維 膠着板 (Homo- genholz)	硬質木纖 維 板	硬質 Tronal 板	硬質木纖維 膠着板 (Homo- genholz)
吸 湿	1日後	11.0~16.6	10.0~14.2	10.9	6.3~ 9.5	2.6~ 5.7	1.7~ 2.7
	28日後	26.1~33.8	23.6~28.7	17.5	19.9~22.3	16.3~20.1	10.1~12.5
吸 水	1日後	38.7~63.9	32.8~77.7	38.4	14.4~24.9	6.8~28.4	11.0~29.9
	28日後	236.4~305.6	213.4~421.0	383.5	54.5~87.3	33.2~64.0	32.7~46.1
吸湿に於ける厚みの膨潤	1日後	3.1~ 6.3	3.7~ 5.9	2.8	3.2~ 6.4	1.0~ 2.3	1.0~ 2.4
	28日後	10.6~16.1	8.7~12.6	4.8	18.8~21.8	13.4~19.3	9.7~14.3
吸水に於ける厚みの膨潤	1日後	8.6~14.4	7.0~10.8	3.9	9.2~16.8	5.6~15.0	6.8~14.9
	28日後	12.4~19.6	10.2~16.9	5.4	27.5~35.9	28.3~45.4	16.6~21.2

値に到る迄、試験をつゞける事を提言したが、之れに対し米国の Bureau of Standards は試験片を30%の關係湿度内で3日間、前以つて枯し、その後、水蒸気で飽和された大氣中で3日間膨潤せしめ、その際の長さの变化量は全長の0.7%を超えてはならないと規定している。

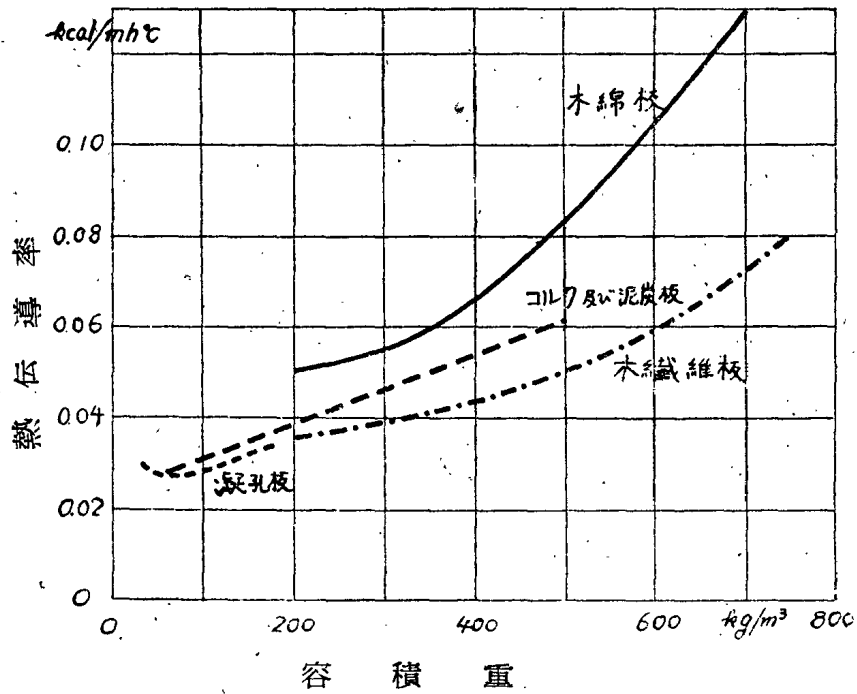
#### 214 保温性 (Wärmeschutztechnische Eigenschaften)

多孔質の木繊維板は主として、其の保温性が優秀なために構築材料として用いられる。此の保温性と言う点に関しては繊維板は他の多くの構築材料を凌駕している。容積重の同じ材料と比較する場合、繊維板は勿論、優秀な絶縁材である。容積重と木繊維板の熱伝導率 (Wärmeleitahl) との關係を凝孔板 (Matt), コルク板 (Korkplatt), 泥炭板 (Torfplatt), 木綿板 (Holzwolleplatt) のそれとを第10図に於いて比較して示した。

試験は一般に Poensgen 装置で行つた。含水率を一定にすると熱伝導率の測定結果の分散は非常に小さいので装置の点については等閑に附しても良い。容積重と含水率の分布状態とが、此に影響を及ぼすので含水率の影響は様々である。J. S. CAMMERER [文献14] は有機材料、繊維板及び鉋屑板 (Holzspanplatt) に対する

平均値として第3表に示す如き数値を与えている。

第10図 気乾状態に於ける保温板(Wärmeschutzplatt) 及び軽繊維板の熱伝導率と容積重との関係 (CAMMERER による)



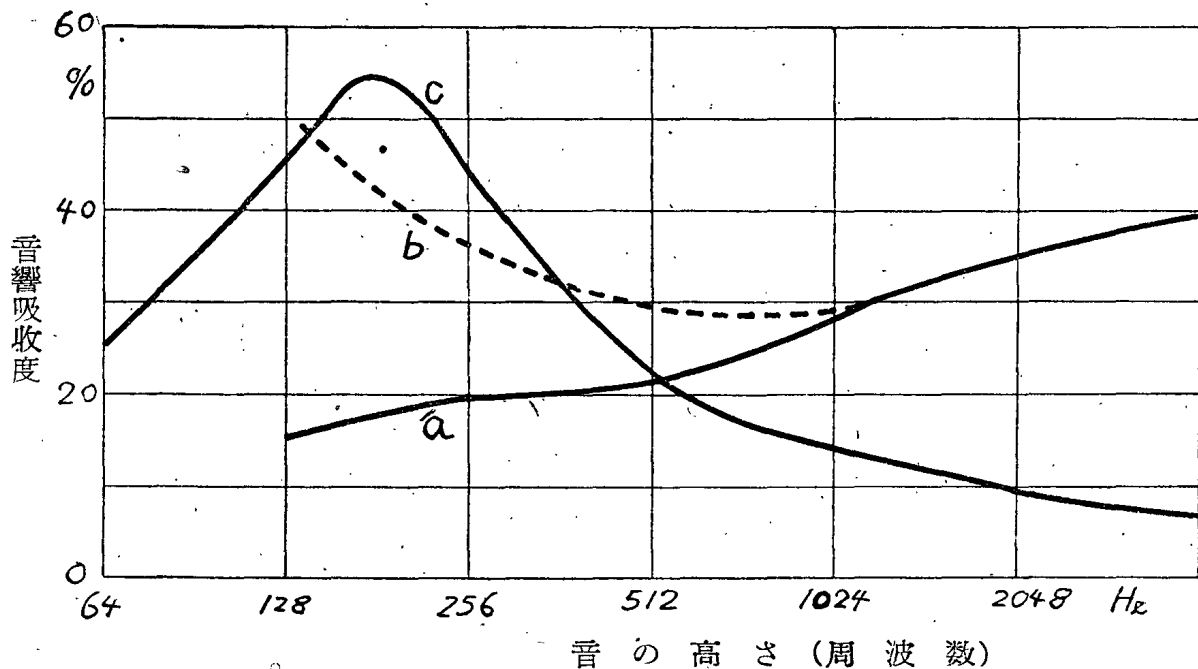
第3表 種々なる容積重の有機材料に於ける含水率増加と熱伝導率増加との関係

容積重 (絶乾) (kg/m³)	含水率 1% 当りの乾燥 状態に於ける熱伝導率 の増加 (%)
100	12.5
150	8.3
200	6.3
300	4.2
400	3.1
500	2.5
600	2.1
700	1.8
800	1.6
1000	1.25

## 215 音響性 (Schalltechnische Eigenschaften)

軟質繊維板は弾性が高いから負担力 (Tragfähigkeit) が充分ある場合には (そしてこれは一般には充分あるが) 防音に用いられる。例えばリノリウム (Linoleum) の下地 (Unterlage) として用いられる。勿論、此の目的に対しては薄い板 (6mm 以下) が問題となる。何故なればリノリウムには此れ迄、亀裂及び裂け目が入る危険があつたからである。更に音響吸収 (Schallschluckung) のために軟質板の使用は拡まつた。第11図は種々なる密度、及び種々なる構造附加物としての繊維板の音響吸収度 (Schallschluckgrad) の関係を周波数の変数として示したものである。

第 11 図



種々なる繊維板の音響吸収度 (ZELLER による)

- (a) 固い壁につけた厚さ 13mm の軟質板
- (b) 壁から 5cm の距離に置いた厚さ 13mm の軟質板
- (c) 壁から 5cm の距離に置いた厚さ 3mm の硬質板

特別に軟い板並びに多孔質の板の場合には著るしく高い音響吸収値に達するが、実際に於ては吾々は繊維板の音響吸収を平均 20~30 % と見做している。W.Zeller [文献27] は防音に対する軟質繊維板の最も重要な使用領域として次のものを挙げている。音響効果を良くするために、大きな室内で床及び壁の部分的備付、特に室

内部の構造が滑らかな単一面である場合、操音源例えば喧操なる機械に防音性の装備をなす時の内張りに用いる。硬質繊維板は共振吸音面を構成するのに合板と共に用いる時は大変良い結果を齎す。音響の透過 (Schalldurchgang) を減少せしめるために壁面に軟質板 (如何なる音響吸収物質でも同様であるが) をはる事は適当でない。何故なれば壁の比重は著るしく変化するものではなく、そのため防音性 (Lüftschallisolation) は実際的には同様であるからである。

## 22 弾 性 (Elastizität)

### 220 弾性係数 (Elastizitätsmodul)

弾性係数は曲げ試験と関連して決定するのが適当である。そのために試験の初めに試験片の中央に於ける撓みを 0.01mm 迄正確に測定し、各荷重に達した時、速に読みとつた。その結果を荷重—撓み図 (Belastungs-Durchbiegungs-Schaubild) で表わし、且弾性限界内にある荷重 P [kg] に対する撓み f [cm] を図から求めた。弾性係数 E は

$$E = \frac{PL^3}{4bh^3f} \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

L ; スパン (支点間距離).....cm

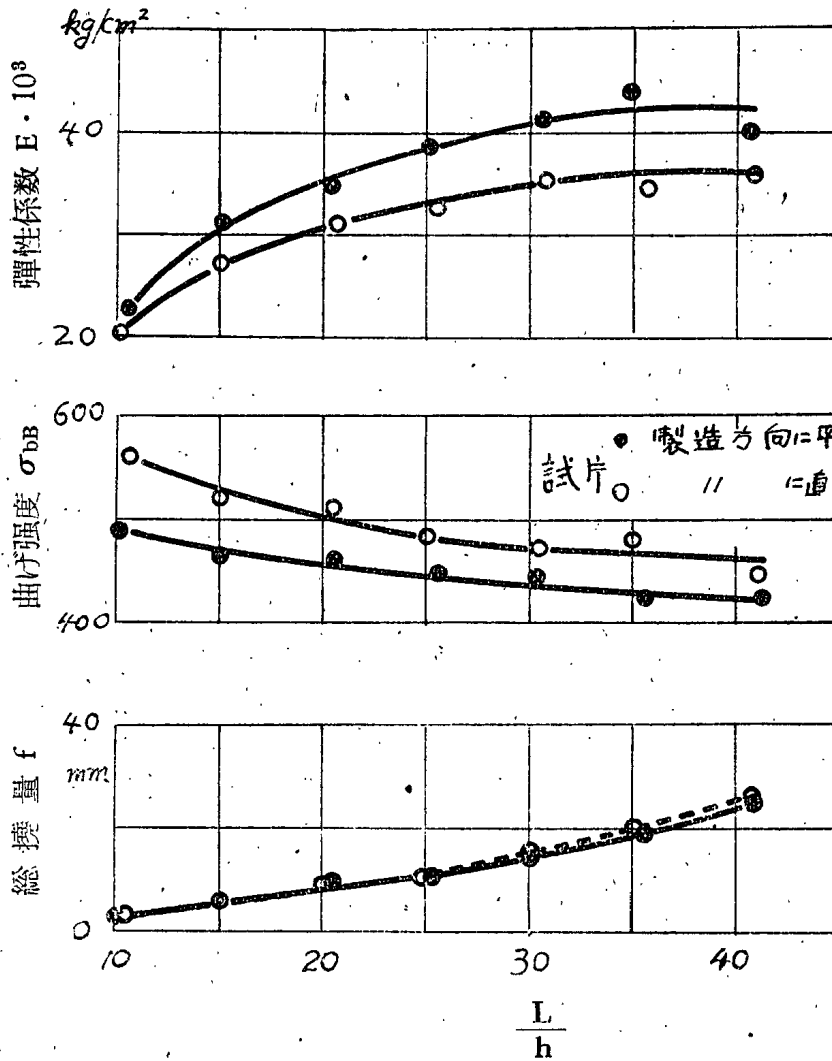
b ; 試験片の幅 .....cm

h ; 試験片の厚み (試験片の中央にて測定).....cm

第12図は撓み、弾性係数、曲げ強度の各値とスパンとの関係を示したものである。

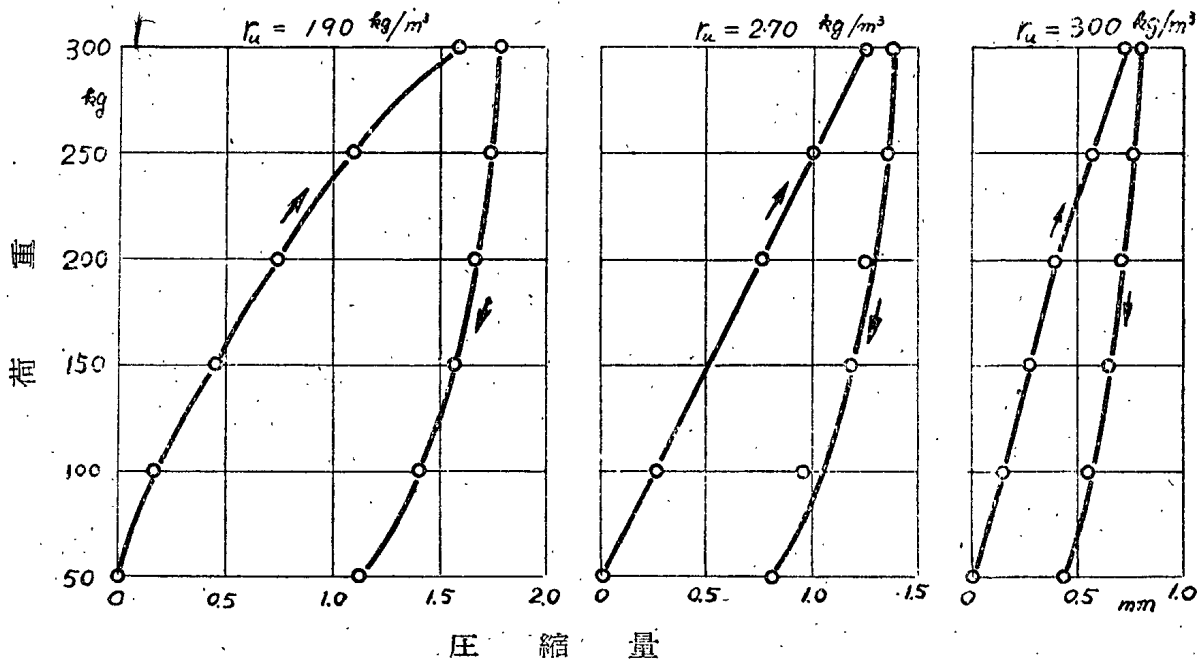
### 221 圧 縮 性 (Zusammendrückbarkeit)

圧縮性は軟質板の場合には DIN 52350 の新しい草案に依り 1 辺 15cm の正方形の試験片を用いて決定した。圧縮量は 2 つの相対する辺に於て少なくとも 17×17 [cm<sup>2</sup>] の平滑な鋼鉄板の間にはさみ、加圧力が 3 kg/cm<sup>2</sup> になる迄一様に荷重を増加せしめつゝ 0.1mm 迄精確に測定した。荷重速度は 100kg/min とすべきである。最大の圧縮量は最高荷重をもたらした後、1 分経過後読んだ。最高荷重の場合の圧縮性は始めの厚さに対する圧縮量の % で表はしその平均値で示すべきである。本実験を完全にするには荷重増加及び除去の場合の圧縮図 (Zusammendrückungs-Schaubild) 即ち第13図を画く事が必要である。



第12図 硬質木繊維板の弾性係数, 曲げ強度, 最大撓み量とスパンとの関係

第13図 厚さ13mmの種々なる比重の木繊維軟質板に就いて負荷及び除荷の場合の圧縮性



## 23 強度性質 (Festigkeitseigenschaften)

### 230 壓縮強度 (Drückfestigkeit)

壓縮強度の試験法は未だ規格が設けられていない。然し試験を行う場合には試験片の大きさは一般に木材の試験としてのドイツ或はフランスの規格（例えば  $2 \times 2 \times 3 \text{ cm}^3$  の立方体）を適当に選ぶべきである。それ故多くの場合は数枚の板を膠着して適当の大きさのものとせねばならない。板面に平行な壓縮強度と板面に直角な壓縮強度との間には大きな相異が認められた。板面に平行に壓縮した場合破壊応力は軟質板では繊維方向に平行な木材の壓縮強度よりも遙かに小であるが硬質板の場合にはいくらか小さい程度である。板面に直角な応力の場合には軟質板に於ては破壊を明示する最高荷重を現わさない。試験片は漸次、壓縮応力が上昇する場合は初めより略々  $100 \text{ kg/cm}^2$  迄は非常に強く変形するが、それ以後、壓縮量の増加は次第に小さくなる。硬質板の板面に垂直な壓縮は、板面に平行な壓縮応力の場合の約 8 倍にも及ぶ大きな荷重に耐え得る。

壓縮強度  $\sigma_{AB}$  は

$$\sigma_{AB} = \frac{P}{bh} [\text{kg/cm}^2]$$

P ; 破壊荷重.....kg  
 b ; 試験片の幅.....cm  
 h ; 試験片の厚さ（中央に於いて測定）..... cm

### 231 引張強度 (Zugfestigkeit)

引張強度は DIN 52350 (1943) の元の草案に依れば硬質及び膠着板 (Hart- und Leimplatten) の場合に幅 5 cm, 長さ 20 cm の試験片で握み部の長さ 7 cm のものについて行うべきであると定めている。全ての試験片について 5 箇所は板の長さの方向に平行に、又 5 箇所はそれに直角に取つて此の両者の平均値を示す事になっている。荷重は応力が多くとも  $500 \text{ kg/cm}^2/\text{min}$  の割合で一様に破壊迄上昇せしめた。

引張強度  $\sigma_{zB}$  は

$$\sigma_{zB} = \frac{P}{bh} [\text{kg/cm}^2]$$

P ; 破壊荷重.....kg  
 b ; 試験片の幅.....cm



h ; 試験片の厚み (中央にて  
測定) .....cm

軟質板の場合も亦、引張強度が決定される。荷重をかけている時に試験片が抜ける事を防ぐためにフライス (Fräsen) によつて製作せられた引張試験片を用いた。之れは亦、膠着板の場合にも推奨出来る。新らしくは Wisconsin の Madison にある米国林産試験場に於ける総合比較実験の結果に依ればすべて繊維板及び鈎屑板に於ては摺み部のある試験片 (geschützte Zugprobe) を用うべきであるとしている。

### 232 曲 げ 強 度 (Biegefestigkeit)

曲げ強度の測定に対しては DIN 52350 の新しい草案に依れば次の様にのべられている。曲げ試験は全て板の長さの方向に平行な 5 枚の試験片とそれに直角な方向の 5 枚の試験片を用い、規定の大気条件にて放置した後、試験を行うべきである。必要ならば同数の試験片を湿潤状態に於いて—24時間水中に浸漬をなした後すぐに—試験すべきである。

試験片は厚さ 6 mm 迄の板に於ては幅 50mm、それより厚い場合には幅 75mm に、長さはどの場合もスパンに 50mm を加えた長さ取るべきである。スパン (Stützweite) は  $24 \times h$  ( $h$  ; 試験片の厚さ) の長さで少なくとも 100mm に取るべきである。試験片は平滑な面を上にして直径約 30mm の丸味のある支点の上に置き、直径 30mm のコロ (Walze) により試験片の幅全部に亘つて直線的に荷重を加えた。そして荷重は一様に破壊迄上昇せしめた。其の場合荷重の速度は大凡、次の様にした。

試験片の厚さ	送り速度 (Vorschub)
6 mm 迄.....	3 mm/min
6 ~ 13mm 迄.....	6 mm/min
13 ~ 19mm 迄.....	9 mm/min
19mm 以上.....	12mm/min

曲げ強度  $\sigma_{bB}$  は

$$\sigma_{bB} = \frac{3PL}{2bh^2} \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

P ; 破壊荷重.....kg

L ; スパン.....cm

h ; 試験片の厚さ (試験片の中央にて測定) ... cm

実験の規格や、条件が異なる時は、異なつた値を示す。

### 233 振り及び剪断強度 (Verdreh-und Scherfestigkeit)

木繊維板の振り及び剪断強度の試験には未だ規格が設けられていない。硬質板の振り強度は此迄、木材に関するドイツの試験法 (DIN DVM 2190) を適用して断面  $2 \times 2 \text{ cm}^2$ 、長さ 40cm の試験片で決定した。(そのため多数の板を積層膠着した) 振り強度は次式で計算される。

$$\tau_{tB} = \frac{9Mt}{2s^3} \text{ [kg/cm}^2\text{]}$$

Mt ; 振りモーメント (Drehmoment) ... cmkg

s ; 断面の辺の長さ.....cm

製造方向 (Arbeitsrichtung) に平行に試験片を取つた場合には  $\tau_{tB} = 59 \text{ kg cm}^2$ 、製造方向に直角な場合には  $65 \text{ kg/cm}^2$  であつた。純粹な剪断試験に就ては我々が繊維方向に正確に平行な剪断試験を行つた場合の木材についてのみ論ずる意味がある。試験片を或る他の方向例えば繊維方向に直角に剪断する場合には、破壊応力は多少とも附随して来る引張或は圧縮応力により、又曲げモーメント及び摩擦によつて影響される。

繊維板の剪断強度に於いては剪断面 (Scherfläche) が板面 (Plattenebene) に平行な場合についてのみ論ずる意味がある。其の他の場合について論ずる事は困難であるが、其の結果は興味あるに違いない。木繊維板の剪断強度は第4表に、此れ迄行つた3種の測定値を示した。

1. 単面剪断試験 (Einschnittiger Scherversuch) (Blockscherversuch) 試験片は2ヶの材面を膠着して作つた。(第14図—末尾)、剪断面は板面に平行となる。
2. ボルトに依る剪断試験 (Scherversuch mit Bolzen) (第15図a—末尾)、剪断面は板面に垂直な場合で、大抵は純剪断ではなくボルトが不規則に引き裂く。

(第15図b—末尾) 破壊応力はボルトの太いさ、及び試験片の1端からの距離に影響される。

### 3. 剪断装置による試験 (Versuch mit Schereisen)

角柱試験片の場合には板面に垂直に2面の剪断を起す(第16図 a—末尾)、此の場合、繊維が引張り応力を受ける事が避け得られないのできれいな剪断面を生じない。(第16図 b—末尾)、

## 234 硬 度 (Härte)


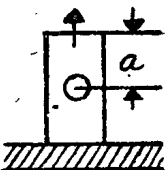
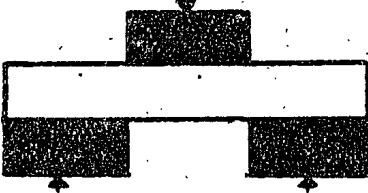
繊維板の硬度試験法は未だ規格が設けられていない。F. KOLLMANN によればブリネル硬度試験 (Brinellhärteprüfung) による硬度は満足な値を与えないと述べている。〔文献21〕。K. FRIEDRICH が提起した方法も同様に根本的な缺点を持つている。〔文献15〕。H. D. OTTO は新しく "軟さ" (Weiche) と云う概念を導入した。それは直径約 20mm で曲率半径を 1mm にした円形の平坦なスタンプを試験片に押し込み、その凹みの深さをロックウェル硬度試験機 (Rockwell-Härteprüfmaschine) を用いて 0,001mm 迄の精度にて読んだものである。〔文献24〕

以上何れの方法にも缺点はあるが、それはさて置いて、板が多孔性且不等方性組織であるためにその値の分布は非常に大きいから、数多くの実験を行う時のみ、始めて良い結果が期待されるものと考えらるべきである。

## 235 衝撃破壊仕事 (Bruchschlagarbeit)

衝撃曲げ試験は DIN 52350 (1943) に依れば厚さ 0.7cm 迄の板については長さ 12cm, 幅 2cm, スパン 7cm で行うべきである事を規定している。本試験片には 60cmkg の仕事量 (Arbeitenergie) を有する振り試験機 (Pendelhammer) を用うれば十分である。又厚い板の場合にはスパンは略々  $12 \times h$  [cm], 試験片の長さは  $12 \times h + 5$  [cm] にすべきである。必要に応じて大きな振り試験機を使用しても良い。常に5個の試験片は板の長さの方向と平行に、5個はそれに直角に取り両者の平均値を以つて示すべきである。振り試験機は試験片の平滑な面、或いは篩い目のある面の中央を打撃した。又、支点 (Auflager) 及びハンマーの打撃面の刃先 (Ham-

第 4 表 二 三 種 の 木 織 維

性 質	実 験 装 置	単 位	板面に対する 剪断面の方向	板面に対する 応力の方向
剪 断 强 度 $\tau_{aB}$	单面剪断 强度 	$kg/cm^2$		
剪 断 强 度 $\tau_{aB}$	ボルト剪断 試験 	$kg/cm^2$	⊥	
容 積 重 $r_0$		$kg/m^3$		
含 水 率 $u$		%		
剪 断 强 度 $\tau_{aB}$	剪断装置に依る剪断 	$kg/cm^2$	⊥	
容 積 重 $r_0$		$kg/m^3$		
含 水 率 $u$		%		

(1) 製造方向は長篩機械に依り製作された硬質木繊維板の場合のみ明らかに決定出来る。

板 の 剪 断 強 度

製造方向に対する関係	Tronal L200	軽木纖維膠着板 (Homogenholz)	硬質木纖維板												
D     ⊥	3.5~4.0~5.0	5.5~6.5~7.0	31~37~42												
	3.5~4.5~5.0	4.5~6.0~7.5	31~36~39												
  ⊥	7.0~10.0~12.5 5.5~9.0~13.0 a=10mm	11.5~12.5~13.5 8.5~10.5~12.0 a=10mm	<table border="1"> <tr> <td><math>\tau_{aB}</math></td> <td>170</td> <td>130</td> <td>100</td> <td>80</td> <td>70</td> </tr> <tr> <td>a</td> <td>10</td> <td>15</td> <td>20</td> <td>25</td> <td>30</td> </tr> </table>	$\tau_{aB}$	170	130	100	80	70	a	10	15	20	25	30
	$\tau_{aB}$	170	130	100	80	70									
a	10	15	20	25	30										
	206	220	1000												
	7	6	8												
 ⊥    ⊥	53~56~58 49~56~62	35~45~55 38~45~51	350~360~400 350~370~390 300~320~360 310~340~360												
	215	190	1000												
	11	4	8												

他の場合は縁の方向を製造方向として採用した。

merschneide) の丸み半径 (Rundungshalbmesser) を 3mm とした。衝撃曲げ試験に際しては打撃ハンマー (Hammerfinne) の刃先が試験片の全幅上に一様にあたる様に、その厚さを均等にすべきである。衝撃破壊仕事  $a$  は次式に依り与えられる。

$$a = \frac{A}{F} [\text{cmkg/cm}^2]$$

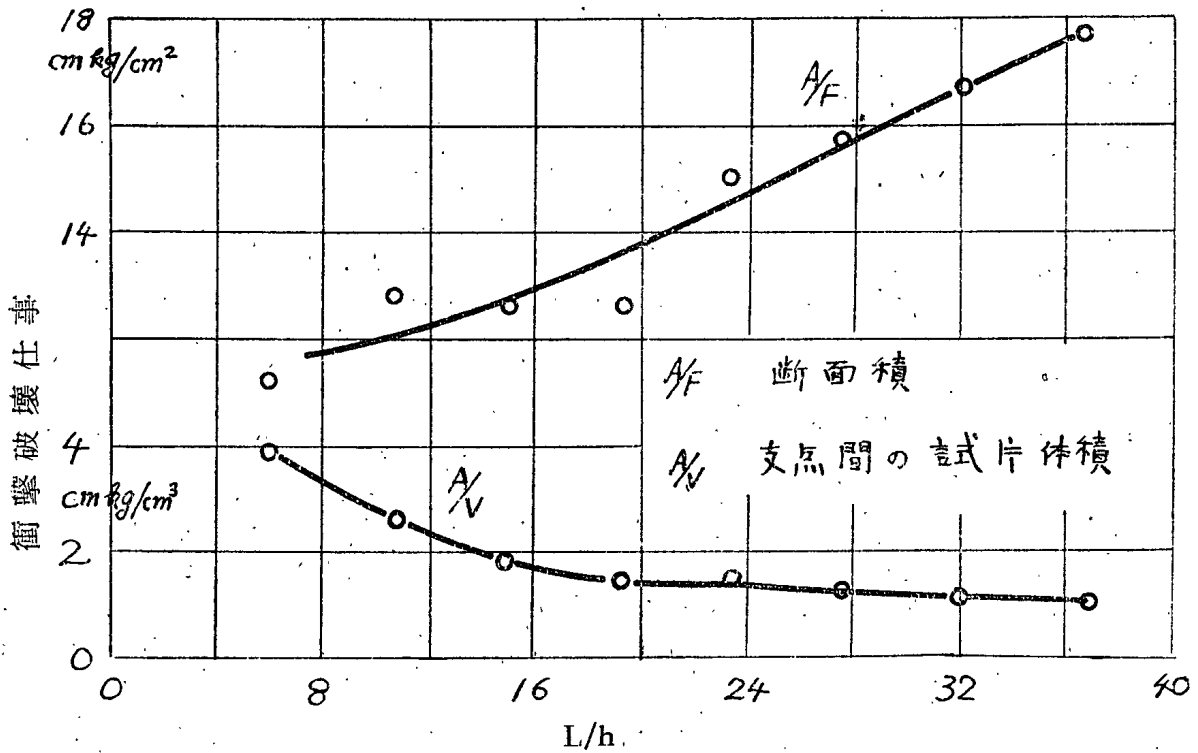
A ; 振子の仕事量.....cmkg  
F ; bh

b = 試験片の幅.....cm

h = 試験片の厚さ (試験片の中央にて測定) ... cm

試験条件が規格と一致しない場合には非常に異なる値を示す。(第17図)

第 17 図



硬質木繊維板の衝撃破壊仕事量と支点距離との関係  
(各10ヶの平均値を示し、その内、5ヶは製造方向に平行、5ヶはそれに直角に取つたものである。)

## 24 動植物害に対する抵抗性

(Widerstand gegen pflanzliche und tierische Schädlinge)

木材腐朽菌に対する木繊維板の耐朽性については、板を適当に且正しく使用する

場合は、充分乾燥されるから、普通の腐朽菌に浸される事はない。殊に木材よりも平衡含水率が低いのでその危険は少ない。板の構造上の損傷、及び構成上に欠点ある場合には外部より遊離水（亦、凝縮水）の浸入が始り、板の含水率は非常に高くなるので糸状菌（Schimmelpilz）及び木材分解菌（Holzzerstörenden Pilzen）の定住が可能となる。此の場合には分解は進み特に軟質板の場合には急速に進行する。〔文献17〕 B. SCHULZE〔文献25〕は *Merulius lacrimans*, *Poria vaporaria* 及び *Coniophora cerebella* を試験菌として軟質板及び半硬質板の分解試験を行つた。板の分解は事実上、板の粗材料の分解に相応する。重量及び強度の減少は腐朽の進行と共に進む。予め適当な条件に於て繊維物質が特別に保護されていないならばやがて起る侵害の進行は大體予言出来る。K. FRIEDRICH〔文献19〕は高湿度の状態に置かれている繊維板は木材分解菌（赤色腐朽菌〔Rotfäule〕にしても白色腐朽菌〔Weißfäule〕にしても）によつて強く浸害される事を確めた。繊維板は種々の菌に対して一様な耐朽性を有するものではない。1.0g/cm<sup>3</sup> 以上の容積重を有する繊維板は一般に木材よりも幾分、強く浸害される。糸状菌は湿気、飽和大気中では好んで繊維板に定住するが板を浸害しない。

動物の害に対する軟質板及び硬質板の抵抗性(Beständigkeit)は同様にB. SCHULZE〔文献25〕により詳細に実験された。実験動物としては *Anobium punctatum*, *DeGeer* (Totenuhr), 及び *Hausbockkäfers* の適当な幼虫を用いた。即ち板は *Anobium* の幼虫が生活するに対して限界のある可能を示した。板の容積重は何等影響を及ぼさない事が認められた、即ち容積重 1.02g/cm<sup>3</sup> のマソナイト硬質板(Masonite-Hartplatte)も 0.29g/cm<sup>3</sup> の軟質板も同程度に喰害されるのである。硬質板の白蟻による喰害も亦、認められている。〔文献19〕, 二三の国では白蟻の害に対して強い、特に砒素を基体とした保護剤を含有する軟質板を製作している。然し乍ら此の様な物質を使用する場合には有害な砒素化合物 (Arsenverbindung) で構成されるので重大なる考慮が必要である。

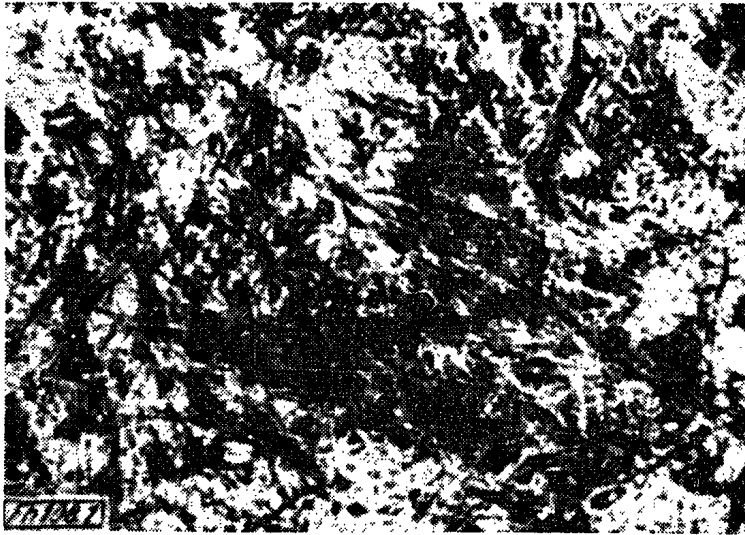
## 25 耐火性 (Widerstand gegen Entflammung)

繊維板は勿論、繰り返して言う如く元來燃性のものである。耐火剤 (Feuerschutzmittel) を板製造前に繊維粥状 (Faserbrei) の時に与えるか、或は完成した

板に浸潤せしめるか、又は塗布する事により耐火性は向上する。〔文献16〕、燃性 (Brennbarkeit) を測定するために種々なる方法が提案されている。而して L. METZ 及び H. SEEKAMP〔文献22〕、の方法が最も良く用いられている。その方法は  $30 \times 75 \text{cm}^2$  の板を鉄の枠中に垂直に張り、その下部全体に亘つて、一様にガス焰 (Gasflamme) を与え、そして板の発火 (Entflammung)、高温面上の火の伝達 (Weiterleitung)、燃焼速度 (Brenngeschwindigkeit) 及び反対面に於ける温度の変化 (Temperaturverlauf)、熱源除去後の燃焼 (Nachbrennen) 及び発火 (Nachglimmen)、更に全部の分解の程度 (Grad der Gesamtzerstörung) を測定するのである。此の方法による試験にては激しい弱火焰 (heftige Stichflamme) で (温度  $720^\circ\text{C}$ ) 無処理の硬質板にては著るしく高い燃焼速度を示す事が認められた。耐火剤を塗布した軟質板は無処理のそれよりも燃焼速度は僅に小さい。火焰の除去後、焰は直ちに消えるが然し強い延焼が認められた。此の除去後の燃焼は耐火剤を浸潤せしめた軟質板の場合にも認められた。然し以上の実験に用いた実験材料は個々の板について樹種、孔隙量、板の厚み、表面の状態、板製造の方法、及び保護剤による処理等の関係について尙十分に示していなかつた。

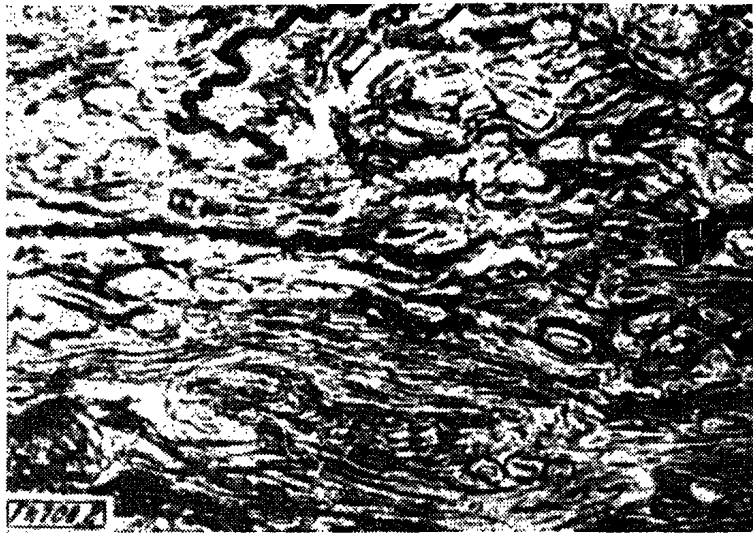
(以下第3部は次号)





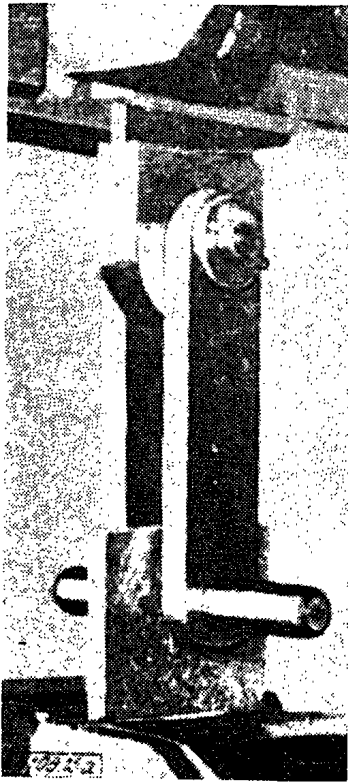
第 1 図  
 結合剤 (Bindemittel) 含有  
 量20%の硬質繊維板 (Holz-  
 faser-Ha tplatte) の平滑面  
 15倍拡大

第 2 図  
 結合剤含有量6%の硬質纖  
 維板の組織150倍拡大, 切片  
 ; 板面に直角に取った。



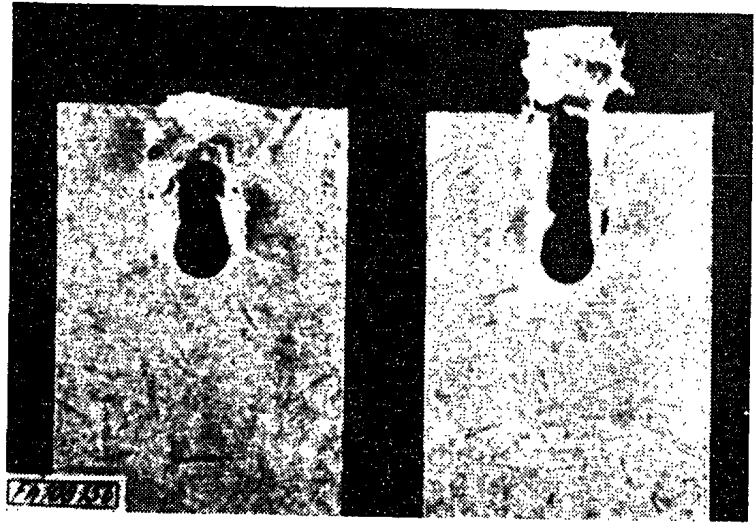
第 14 図  
 単面剪断試験用の硬質木纖維板試験片





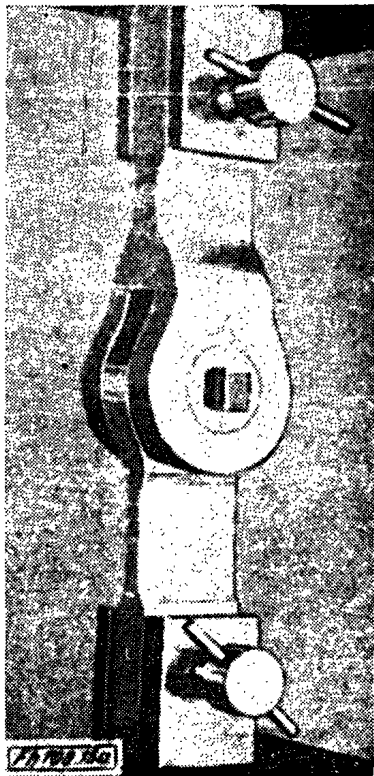
(a)

剪断装置に試験片を取付けた図



(b) 破壊を生ぜしめた硬質木繊維板試験片

第15図 ボルトに依る剪断試験



(a)

剪断装置(Schervorrichtung)に試験片を取付けた図



(b) 破壊を生ぜしめた硬質木繊維板試験片  
(多くの層を膠着したもの)

第16図 剪断装置による試験