

## 乾式・半乾式速によるハードボード製造について

新 納 守

米国に於て乾式、半乾式法で始めて製られたハードボードが市場に現れたのは1951年である。この新しい方法は従来の湿式法によるハードボード製造法に較べていくつかの利点を持っている。即ちこの方法はドライ・ファイバー又はセミ・ドライ・ファイバー法とも称されていて、その最大の特徴は一言に云えばハードボード製造にあたり繊維化した木材チップを移送するにも又その抄造、成型にも全然、水を用いずその代りに空気を用いる点にあると云えよう。

湿式法によるハードボードの製造は水の使用と密接な関係があり、製造工程中で繊維は0.4%乃至4%の原質濃度で抄造されるので普通には1トンのハードボードを製造するには250m<sup>3</sup>の水が必要であると云われる。このためにハードボード工場の建設にあたってはその立地条件の一つとして多量の水が思うように十分に得られる地に於てのみ可能であるということがあげられる。普通は新水のみを常時使用することなく流亡繊維（ハードボードの約5%以下）を回収する目的で使用水の一部を製造工程に循環させているが溶出物が次第に多くなって来るのでこの使用済の白水のみで操業することは不可能である。普通木材の約2%は水溶性であり更にパルピングの際に加水分解によって生ずる水溶性物質もこれに加わるので通常の方法では10乃至12%が溶出し特にマソナイト法では木材の25%が溶出するといわれている。又溶出量は又材によっても異なり健全松材ではパルピング中に溶出する量は僅か6%であるが褐色腐朽材ではそれが20%、時には40%にも達することがあるといわれている。

これらの溶出量が大いことはハードボード製品に着色させ又、ホットプレス中に化粧板とくつき原因となるので溶出量を一定限界内におさえるために常に一定量の白水を排出し新水を使用するのである。この新水の使用量はその操業条件によって大いに異なるが、多くの場合ボード1トン当り60乃至80m<sup>3</sup>であり、更に、クラウディツ氏によると日産60トン工場では毎日3.2トンの有機物を含んだ400m<sup>3</sup>の廃水を生ずると云っている。この様な廃水では河川に放出する前に金をかけて清浄化を行わなければならない。例えば米国のマソナイト社ではその西部にあるハードボード工場の

廃水処理費として年間百万ドル以上を支出していると云われる。又防蟻剤としてP.C.P.を使用すると廃水1m<sup>3</sup>中にこの薬剤の量は10gに達し、この量は明らかに河川を汚染して魚族を死に至らしめるのである。

上記の使用水の水量及び廃水による河川の汚染の問題から早くより湿式法を適当な乾式法に代えることが考慮されていた。これが米国に於ける乾式、半乾式の完成として実を結んだのである。つまりハードボードの製造工程に於て、木材チップの繊維化及びホットプレス時に於ける熱圧成型の化学的及び物理的变化に必要な少量の水分以外の使用水は主としてパルプの移送と抄造に必要なだけであってボードの成型反応には全然関与しないという考え方が湿式法を改良して乾式・半乾式へ変る出数点になったのである。

今日の研究段階からすれば、水分量の少ない木材繊維でも猶ハードボードを製造することが可能である。又そのハードボードの性質は構成している繊維の結合度やその性質によって決定づけられ、その結合は繊維間の結合剤としてヘミセルローズの形態とその量に支配される。最近ではこれらの繊維の結合は水素結合の生成に基づくものとされている。普通の廃材中の水分量はこの繊維間の水素結合を生成させるには多過ぎるのでそれ以上の水分を添加する必要は全然ない。

この乾式、半乾式の空気を用いる方法ではデハイブレーターを出た繊維は強く塊状になろうとする傾向があり之は輸送用気流の速度を上げることによって避けることが出来る。又他方湿式法に於けるようにパルプの貯蔵にチェストを用いないので繊維の停滞は起らないがデハイブレーターよりホットプレス工程迄は必ず連続的に操業しなければならない。

乾式、半乾式法が湿式法よりも優っている点は次の通りであろう。

- 1) 水のない或は水の乏しい地方の製材工業や合板工業と結びついてハードボードの製造を行うことが出来る。
- 2) 従って廃水処理を行わなくてもすむ。
- 3) 投下資本は湿式法よりも少なくてすむ。
- 4) ピッチ・トラブルを起す樹程でも好成績を納めている。

- 5) ホットプレス時間は短縮出来る。
- 6) 蒸気、電力の消費は少い。
- 7) 厚くて高品位のハードボードが得られる。
- 8) 収率は高く98~100%に達する。

以上の他に

- 9) パーチクル・ボードの製造工程に類似しているために相当な樹種の混合使用が可能ではないか。
- 10) 製品厚みに相当な巾があり薄物はオーバーレイ用厚物はパネルに使用される。
- 11) その反面湿式法ではデハイプレーター内での加水分解で生ずるが次の工程で洗浄滌されて了ういくつかの糖、例えばグルコース、キシロース、ガラクトース、リボース等が残留しているために乾式

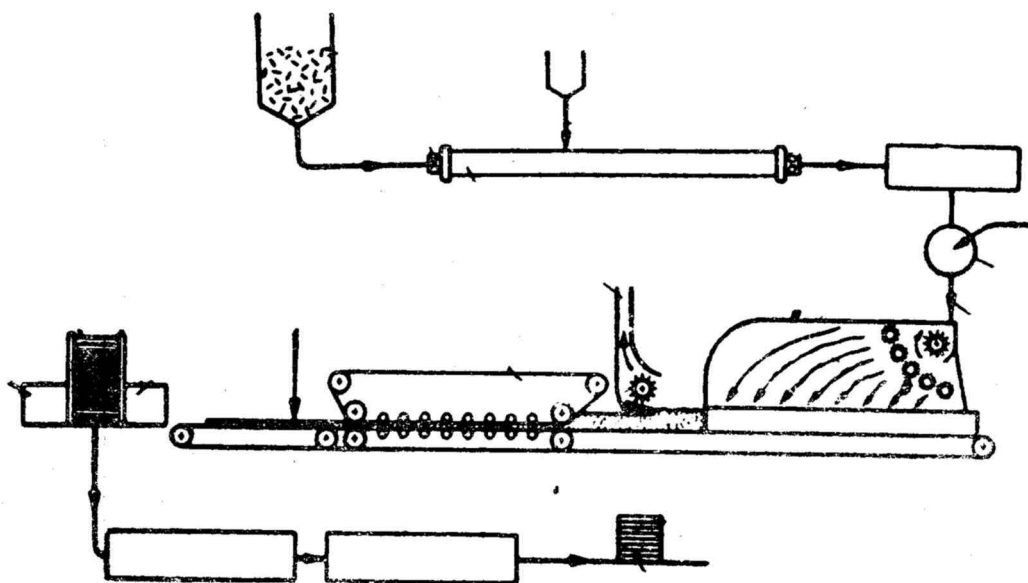
半乾式法ではこれらの糖がホット・プレス時にキャラメル化を起してワイヤーを汚損してその目をつまらせたり又製品表面に汚斑を生ずる原因になることがある。

湿式、乾式及び半乾式法の区別の由来はそれらの原室がホットプレスされる前の得水分量によるもので湿式法ではそれが100乃至120%であるが、S-2-Sボード (Smooth Two Sides: 両面平滑繊維板の意味) を製造する場合乾式法では8乃至10%であり、S-Sボード (Smooth One Side: 片面平滑片面網白繊維板の意味) を製造する場合半乾式法では22乃至35%となるのである。

この新しい乾式、半乾式法の発展は二、三の会社

第一表

| 方 式       | 方 法     | 特 性   |
|-----------|---------|---|
| P.R.F.法   | 乾式及び半乾式 | チップを蒸解、パウエル・ダブルディスクリナイナーで解繊、サイズ剤添加、フェルターで抄型、1/4厚みに前プレス、乾式法水分8%、半乾式法35%、ホットプレスは階段加圧 (200°C 60kg/cm <sup>2</sup> 、3~5分) |
| カスケード社法   | 乾 式 法   | 垂直レナイナーで前処理にして解繊、回転式ドライヤー中で水分8%に乾燥、6~8%の樹脂を添加する。  |
| ウエヤハウザー社法 | 乾式及び半乾式 | アスプンド・デハイプレーターで解繊、そのあとの工程は前記同様。ホットプレス、80kg/cm <sup>2</sup> 、210°C、2mm厚ボードは3分15mm厚ボードでは15分                             |



第一図

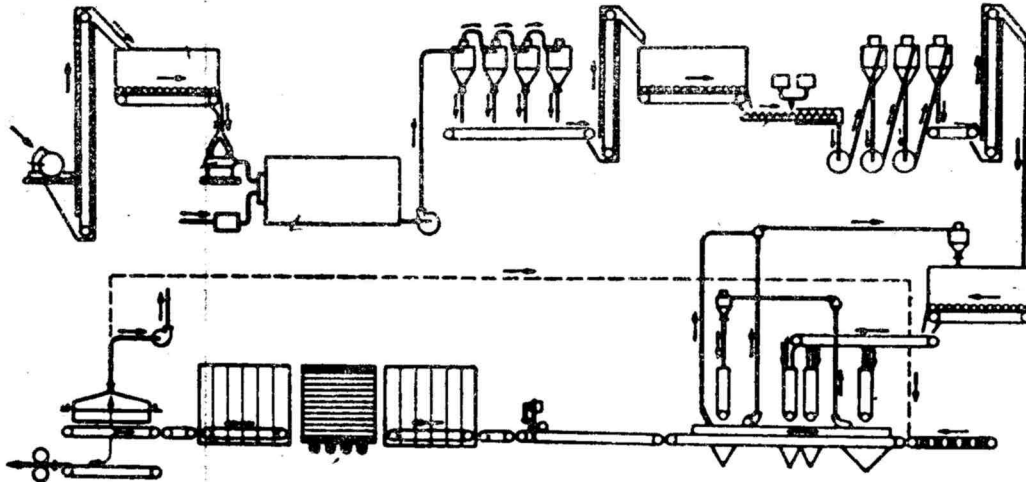
が与っている。先ずウエヤハウザー木材会社はその研究を1943年に開始した。1945年には合板研究協会（Plywood Research Foundation：略してP.E.F.）が研究を始めその後にかスケード合板会社が続いた。

最初の工場はアナコート単板会社であって半乾式のハードボード製造工場が操業を開始した。この工場は前記P.R.F.法によったものである。尚P.R.F.法による工場はその他コース・ベイ木材会社があり昨今ではマソナイト社でオーストラリアに日産30万平方呎の

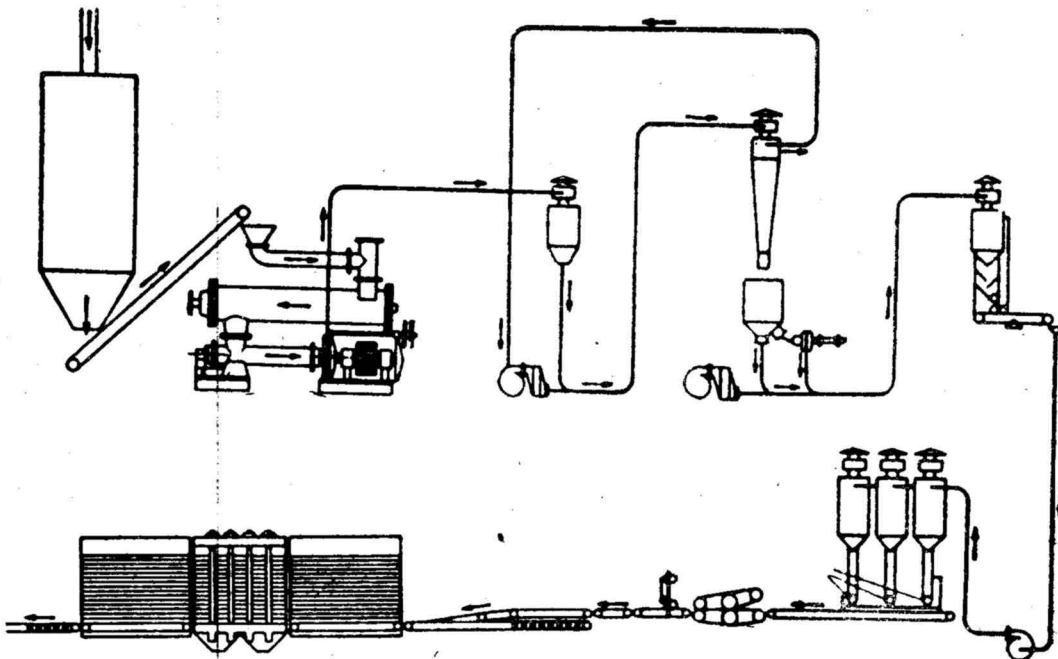
P.R.F.法による工場を建設中であると報じている。

第一表が上記三法の夫々の方式、方法、及びそれらの特性の概略を示す。

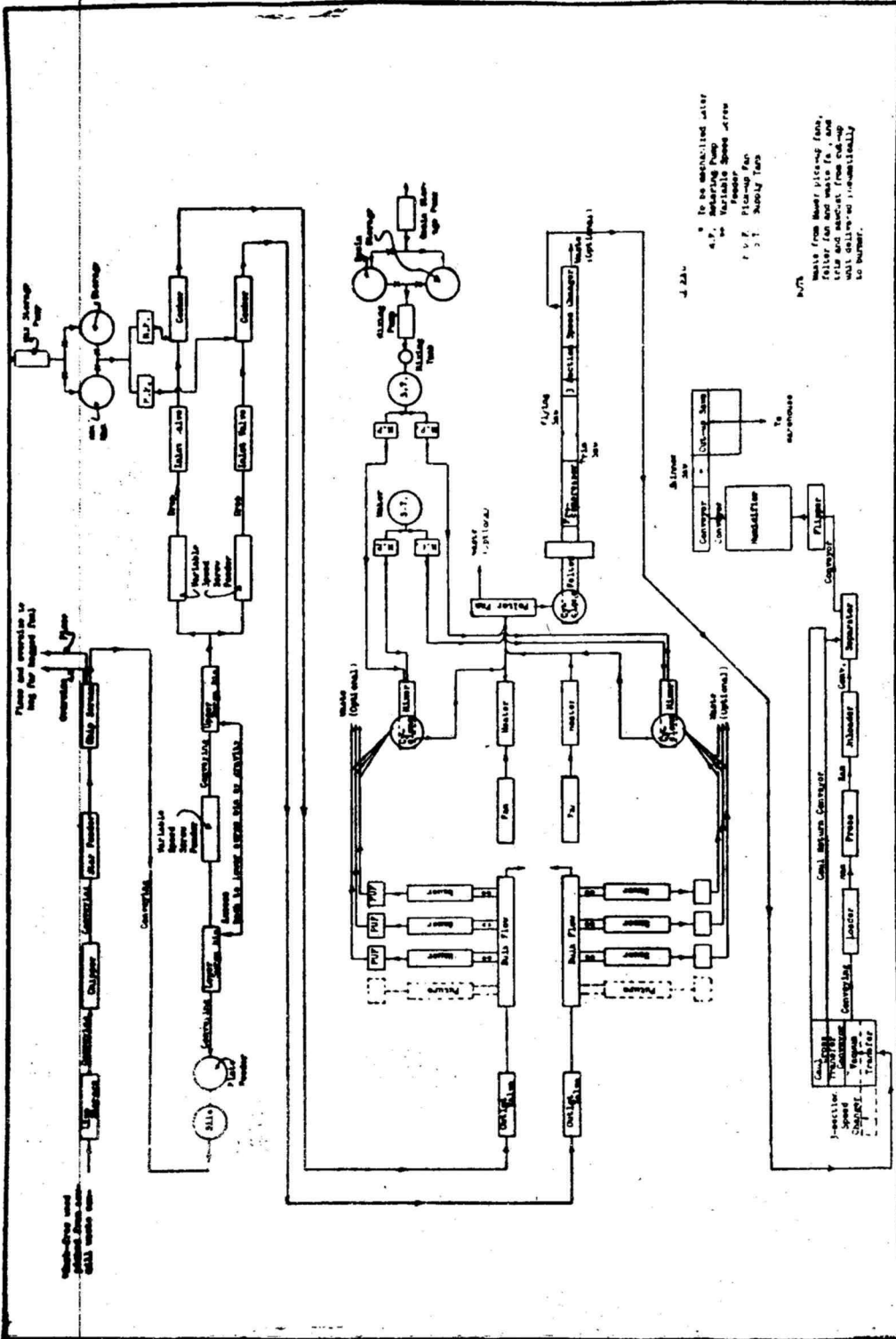
第一図はP.R.F.第二図はカスケード社法、第三図はウエヤハウザー社法による乾式、半乾式のハードボード製造工程の模式図である。代表的と思われるP.R.F.法を主にしてその工程を説明してみよう。第四図はP.R.F.法によるコース・ベイ木材会社のフローシートである。



第 二 図



第 三 図



第 四 图

原料。単板工場、製材工場廃材が主である。極く少量の樹皮を混入してボードを製造する場合もあるが、殆んどの場合は必ず剥皮した材を用いなければならない。

調木。サムナー社製110インチ4枚刃チップパーを用いる。ゼネラルエレクトリック社製の300馬力モーターが直結している。(第五図)単板屑を原料とする場合は矢張りサムナー社製の66インチ6枚刃のベニヤ・チップパーを用いる。この動力には40馬力のモーターが必要である。チップ・スクリーンはサムナー・社製の7フィート6インチの振動型のものを使用する。チップ・サイズは約 $\frac{5}{8}$ インチで、過大又は過小チップはベルトコンベヤーでボイラーに送られて燃料となる。チップは容量300トンのコンクリート製チップ・サイロ口に送られそこで貯えられる。チップ・サイロ下部にあるリング・ベルト・板送り込み装置とバケット・コンベヤーによりグレンコ式連続蒸解装置のホッパーに送り込まれる。こゝにあるパドル式のロータリーバルブでこの蒸解装置にチップが連続的に供給される。

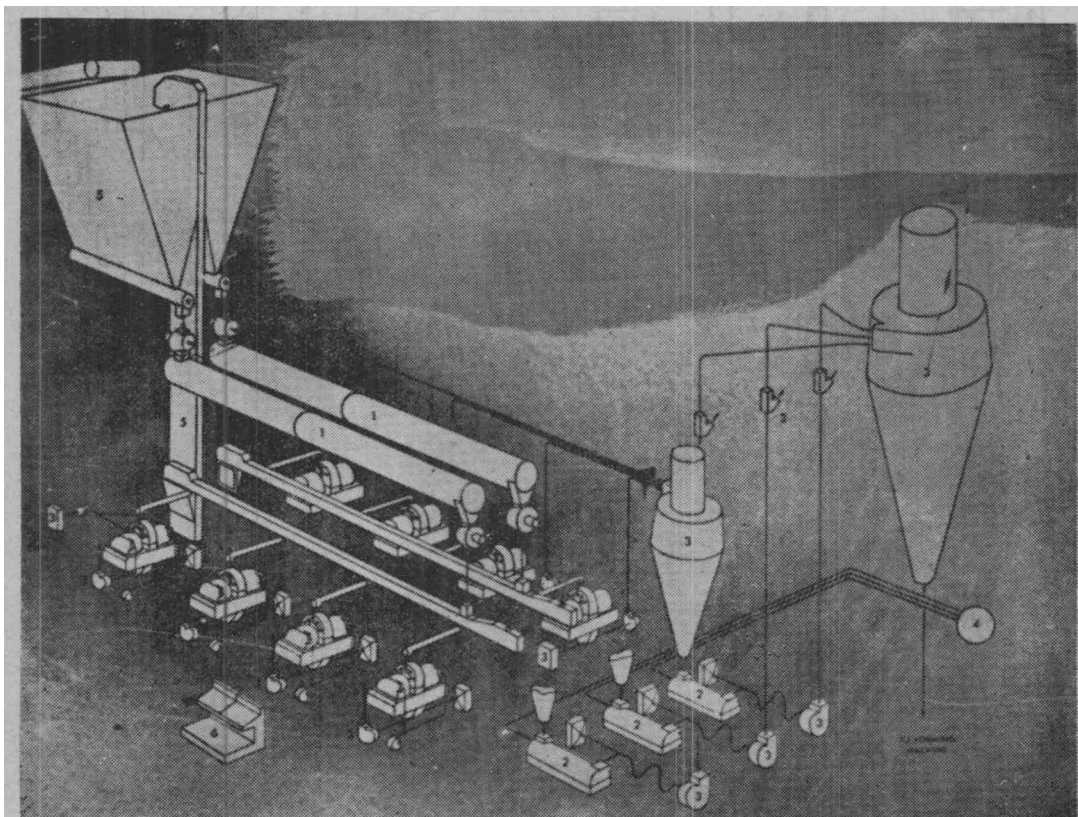
蒸解。蒸解、解織、混合、移送装置の立体的模式図



第五図

を示す。(第六図)

1がグレンコ式の横型連続蒸解装置、2が繊維と合成樹脂の混合機、3が繊維の移送及び乾燥装置、4が合成樹脂液輸送装置、5がチップの移送装置、6が調節台である。蒸解はグレンコ式模型連続蒸解装置を用いる。(第六・七・八・及び九図)横置された耐蝕性の金属筒で第八図の様に左上のロータリーバルブから連続的にチップが供給され筒の中のスクリューで右に

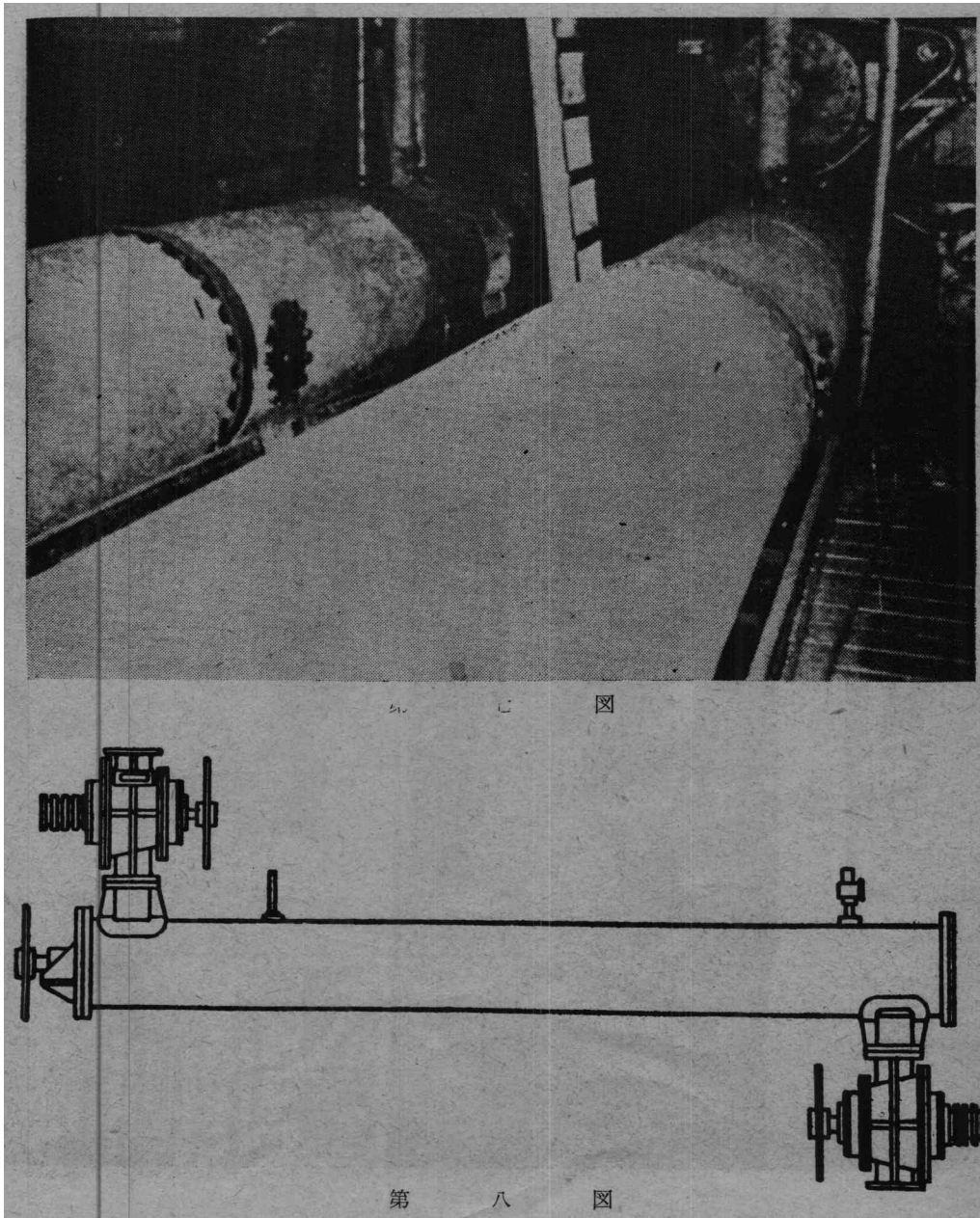


第六図

送られて右下のロータリー・バルブで次の工程に排出される。筒の上部には蒸気及びワックス添加用の導入管が附属している。第九図は横型連続蒸解装置とそれに附属するロータリー・バルブの作動要領を図層したものである。蒸解速度の変更は筒中のスクリー・フィーダーの回転速度を適当に変更する事によって得られる。蒸解速度は8乃至20分、蒸解圧力は20乃至50PSIである。又この蒸解筒の途中でチップに熔融ワックスを添加する事があるがこれは製品の耐水性を向上する為に添加されるので、実際操作は熔融ワックス

を30PSIの蒸気圧の下に計量ポンプを用いて一定量を注意深く注入する。その添加量は1乃至3%である。

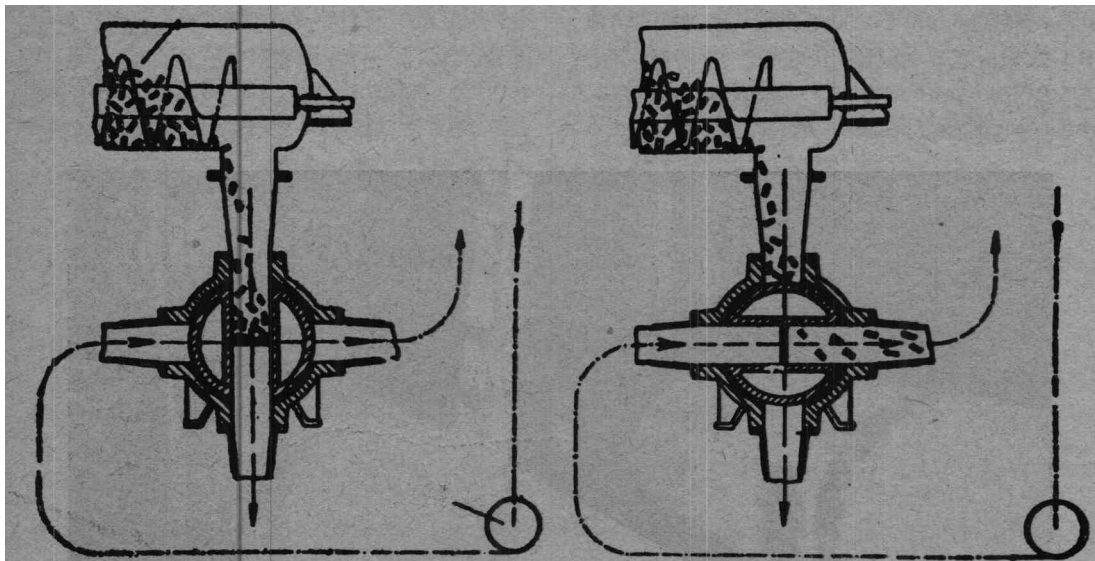
解繊。蒸解後、軟化チップは六台のNo.400型、150馬力のパウエル・ダブル・ディスク・レハイナーえ配分器で送られる。(第六図・第十図)。乾式法で操業する場合はレハイナーからサイクロン(高さ8m、径5m)迄、コンベヤーの代わりにアンダーソン式ブローパイプで繊維が送られ、そこで移送用の気流と繊維とが分離されて繊維はミキサーの中に入る。ミキサー



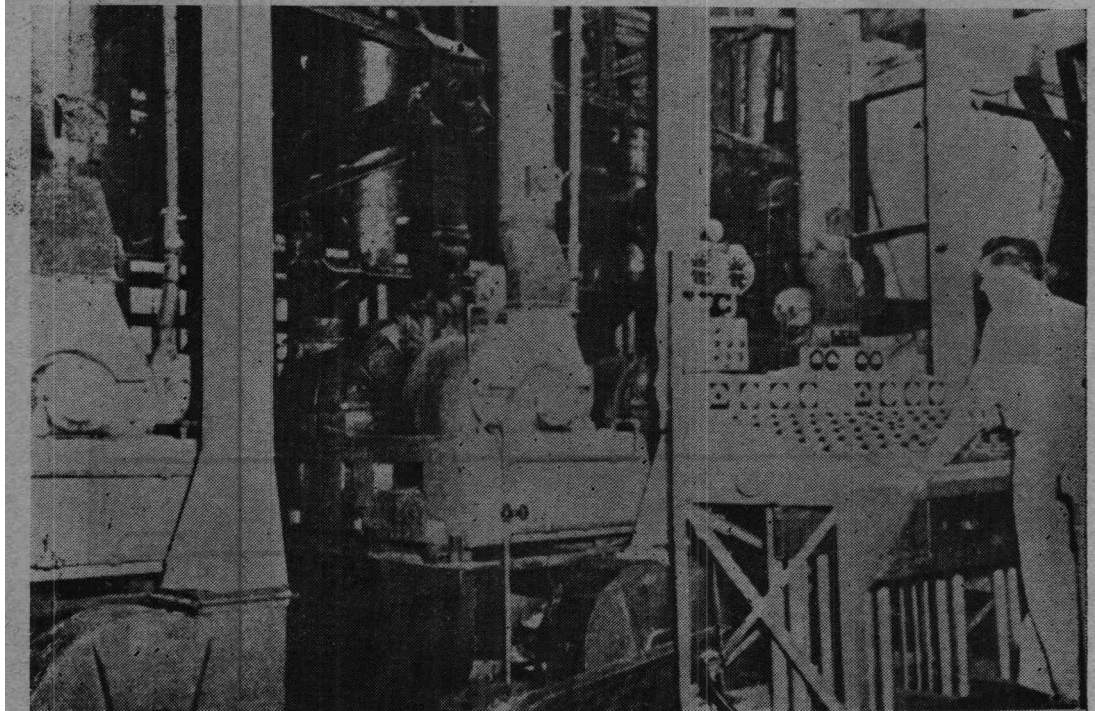
第八図

の中で製品に強度を与える為に繊維に適当な熱硬化性合成樹脂(フェノール・フォルムアルデヒド樹脂)の1乃至3%が添加・混合され更に2箇のヒーターが繊維を乾燥させる。(第十一図はアンダーソンのブロー・パイプ)。抄型される前の繊維のもつ水分は

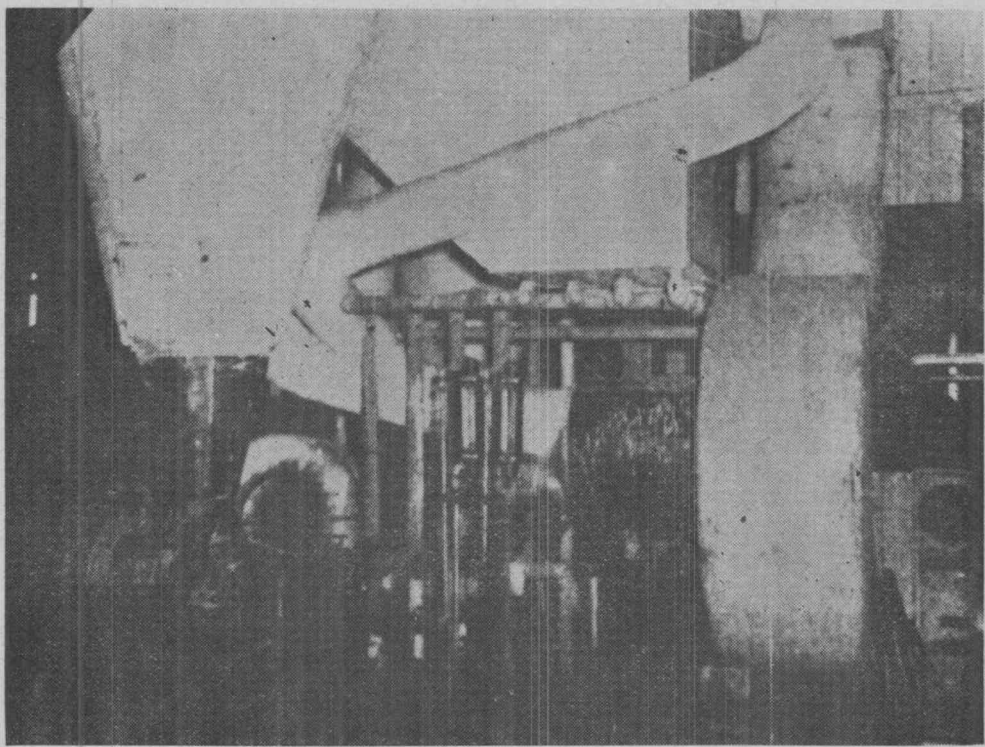
約8%であって、この乾燥に要する熱量はグレンコの蒸解筒及びバウエル・レハイナーに於ける繊維化の仕事により生ずる熱量の80%によるのである。サイズされた繊維は第二集織器に送られそこから抄型機(フェルター)へ更に移送される。



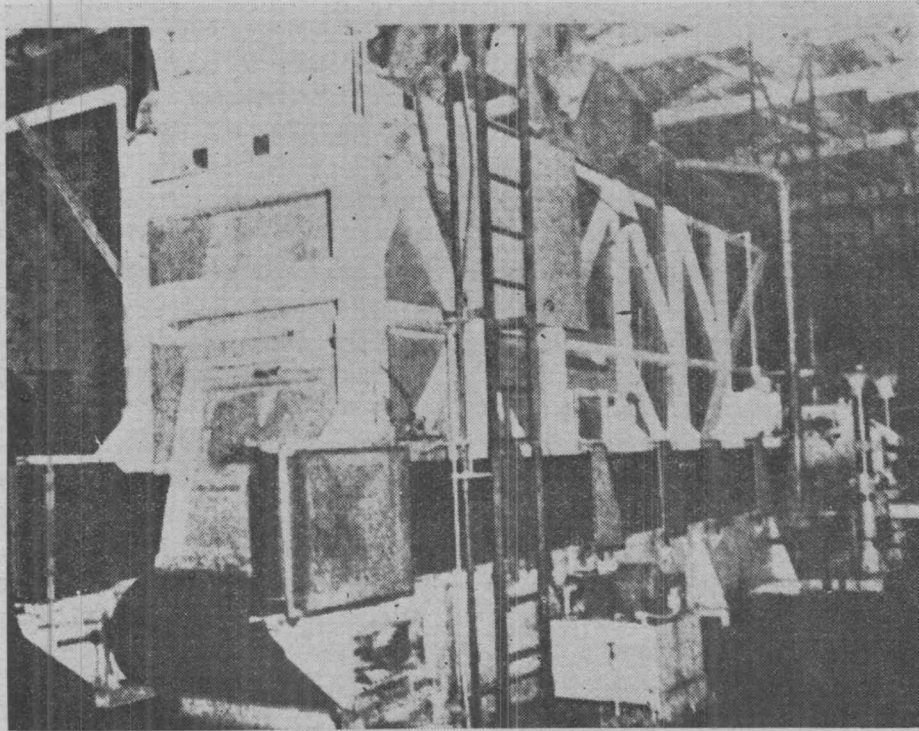
第九 図



第十 図

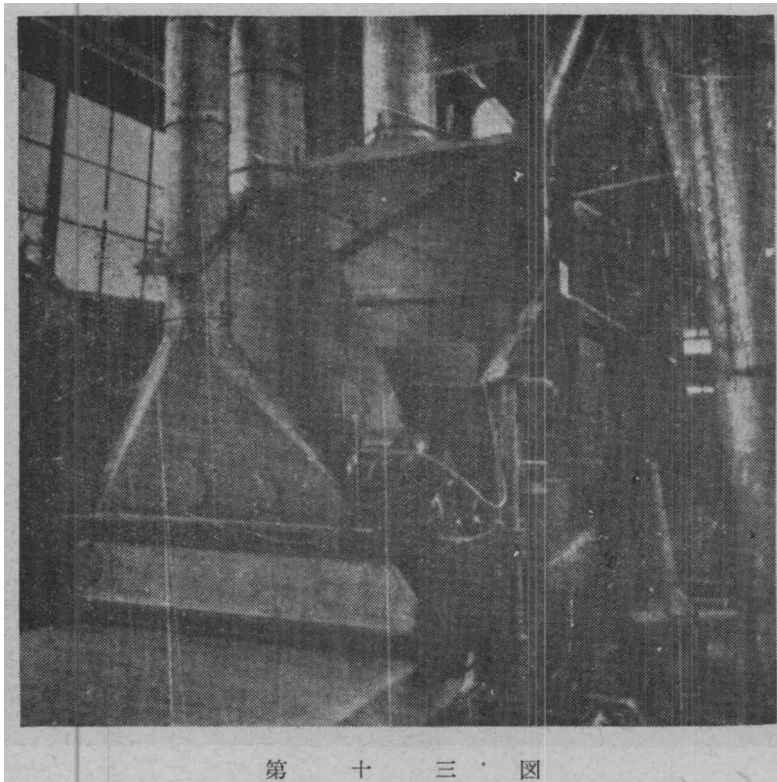


第 十 一 图



第 十 二 图





第十三図

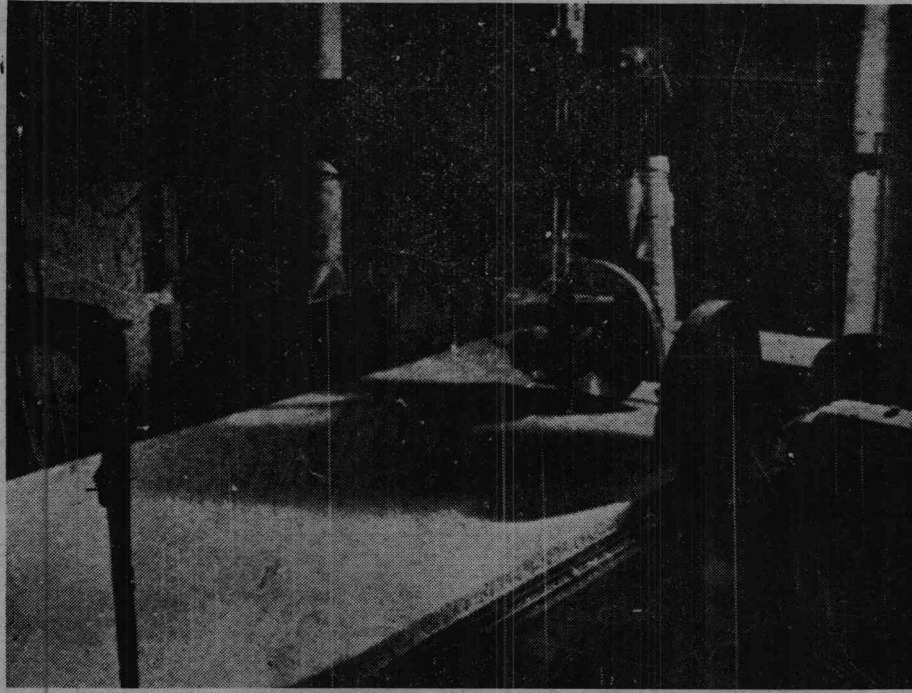
抄型。フェルターと呼ばれる特別な装置で繊維のマットが連続的に型作られる。抄型機の上部に装着されている高速回転のローターえ前記第二集織器からの繊維が移送されるとあたかも吹雪のように繊維自体の自重で抄型機の床に繊維が降り下りるのである。この吹雪効果がマットの成型に関与していて製品の材質に大なる影響を与えるのである。抄型機の床は巾4フィートのグッドイヤー社製のエンドレスのゴムベルトで出来ていてゆっくりと回転している。その回転速度は解織機から出る繊維の量に同調させてある。抄型機的作用の模式図は第一図を参照されたい。又第十二図はこの抄型機を前方から見たもので床のベルト、左右両側のエンドレス・デッケル・ベルトの状態が良く判る。この抄型機で作られたマットは決して均一の厚みのものではないので抄型機を離れてすぐに厚みの調整機がありこゝで余分の繊維を吸引してマットの厚みを一定のものにする。第十三図がその調整機で後方に抄型機の出口が見える。第十六図および第十七図は予備連続プレスとその操作台を示す。この予備連続プレスはグッドイヤー社製の鋼線入りゴムベルトで出来ていて、抄型機で8インチ厚みのマットを3インチに予備圧縮して了うのである。この時の製品の厚みは $1\frac{1}{4}$ インチであ

る。予備圧縮前のマットの厚みが3インチならば製品の厚みは $3\frac{1}{32}$ インチであり、同様にしてマット厚 $16\frac{1}{2}$ インチであれば製品は $3\frac{1}{8}$ インチである。これらのマットを大体1乃至3インチの厚みに圧縮して了うのが予備連続プレスの役目である。

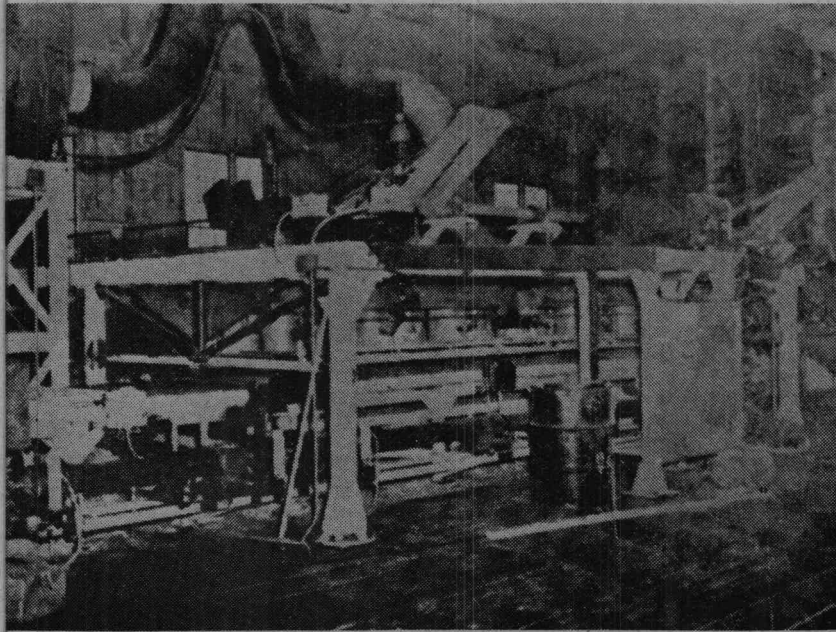
第十四図は予備圧縮されたマットのカット・ソーでマットを巾4フィート、長さ16フィートに切断する。切断されたマットが4フィート運ばれると光電管的作用でマットを運搬しているベルトの速度変更機構が自動的に作動し急速にマットはこのベルトに直角に移動し第十五図の大型真空積載器の下に入り、自動的に化粧板の上に乗る。

熱圧。ホットプレスは4フィート×16フィート×20段の蒸汽加熱ホットプレスである。プレスに附属しているローダー及びアンローダーは全自動式である。プレス温度は約380°F、圧縮時間は3乃至15分。初期加圧は500乃至1000PSI、次いで125乃至200PSIで息抜きを用う。 $1\frac{1}{4}$ インチのボードをプレスするには8乃至12升を要する。(第十八図を参照のこと)

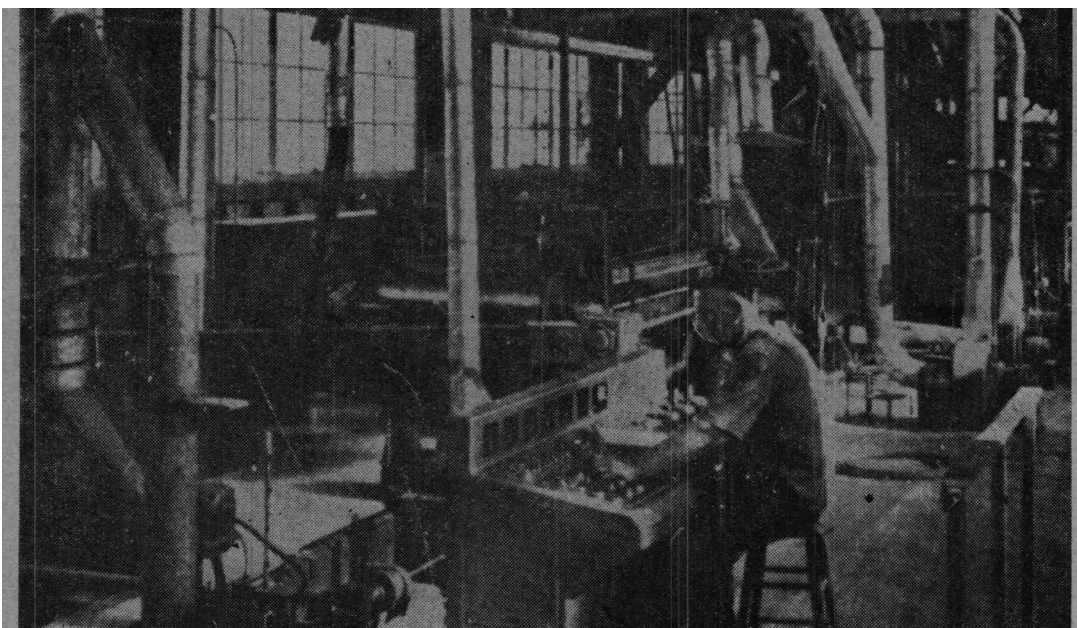
調湿。ホットプレスから出た直後のボードは非常に乾燥しているので巾172フィート×長さ300フィートの連続式調湿装置に入れて5乃至6%の水分を保持さ



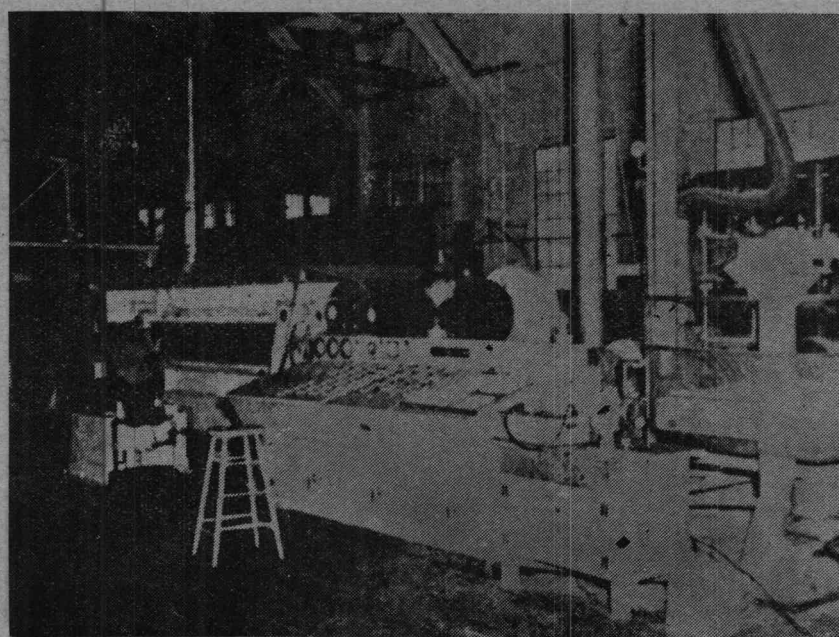
第十四图



第十五图



第 十 六 图



第 十 七 图



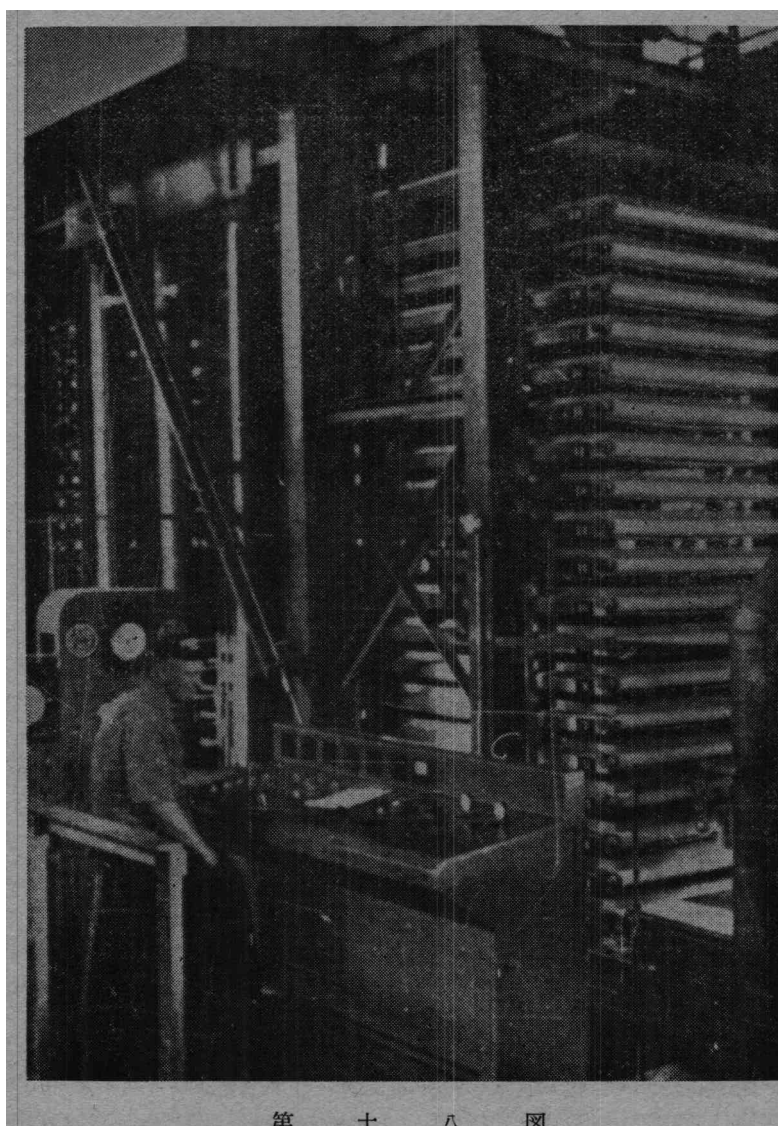
せる。(第十九図)

調湿後のボードはリフト・トラックでメリン・ジョンソンのトリマーに送られそこで普通は4フィート×8フィートの大きさに切り落される。特別な希望があればそれ以外の大きさのボードに切断することが出来る。(第二十図)

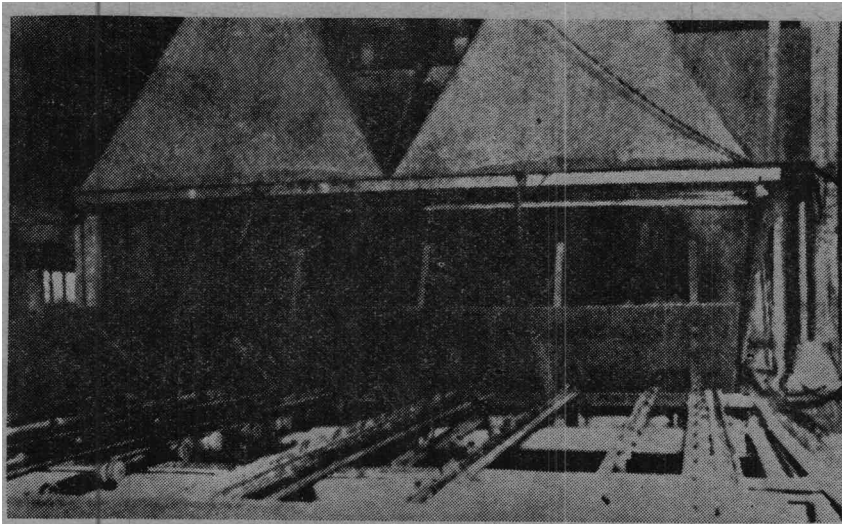
製品は淡色でその厚み3/32インチより $3/8$ インチまで種々ありこのうちの薄物は合板のオーバーレイ用に又厚物はパネルとして用いられる。乾式、半乾式法によると厚み、大きさ、密度の異ったボードを製造することが出来るのがその特色である。曲げ強さは比重1の場合に5000乃至6000PSI、24時間の吸水試験の

結果は約16%でその厚みの膨潤は約8%であった。

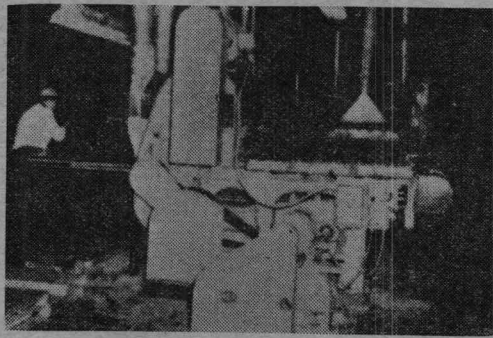
カスケード社法。之は(第一表及び第二図)に示すように木材チップの繊維化には垂直型の特殊なレハイナーを用いている。その原料は回転ドラム式のドライヤ内で水分を8%迄下した鉋屑を用いている。抄型はパーティクル・ボード製造工程に似ているが前記のP.R.F.法とは異り予備圧縮は行っていない。ホット・プレスの際熱板間の乾燥高温な空気がマットを崩すのでプレスは均一に出来しかもあらゆる厚みのボードが製造出来るように特別な装置を備えている。木材チップは此の方式によると全然前処理を受けていないのでレハイナー中で繊維がひどく破断されるので、従



第 十 八 図



第十九 図



第二十 図

って十分な強度を与えるには6乃至8%の合成樹脂を添加しなければならない。この方式により製造されたボードは比較的反りやすいと云われている。

ウエヤハウザー社法。この方式はP.R.F.法と同じく乾式及び半乾式で行うことが出来る。木材チップの繊維化転はアスプルンドのデハイブレータを用いているので乾式法でも良好な繊維が得られるはずである。従って他の方式に較べて使用する合成樹脂の量は少なくてすむ。然しアスプルンドデハイブレータで製った繊維の中には幾らかのスプリッターが入っていることが知られているので繊維原料の選別の必要が生じて来よう。この選別には、気の流動力学的方法が利用されている。解繊時の温度のが高いので繊維の乾燥は移送管を空気で送っているうちに行われる。

重さや強さを出来るだけ均一にするために、流入する前に繊維原料は抄型機内で連続秤量が行われている。連続的に移送される繊維はホーミング・マシンの上にあるサイクロンの中で移送用の空気と分離されて下に落ちそこで繊維は回転ブラシ付の分離用ローラーにかゝって穿孔ブリキ板を通して長いマシン上に投下される。マシン部は減圧されているので繊維は自重と吸引力の為に下にたゞきつげられて厚いマットになる。

このマットは予備圧縮されてホットプレスに入る。成型圧力 $80\text{kg}/\text{cm}^2$ 温度 $210^\circ\text{C}$ で2mm厚のボードは3分間、15mm厚のそれは15分間かゝる。

米国では乾式、半乾式法によるハードボード製造の原料となる材種はダグラス・ファー、ホワイト・パイン、ヘムロック、等である。ブナも適当であるがカロ

メル化を起しやすいので余り好ましくないといわれている。

第二表は製造方式別に資本、生産量、原木、賃金、その他を比較した貴重なデータである。

又木材繊維間に水素結合を生じる最適条件は繊維飽和点附近に存在するようである。繊維飽和点以上の繊維水分はサイズ効果の向上を意味せず、又以下ではボ

ードの著しい強度低下を来たすようである。常に同じ方法で製られた乾式(8乃至10%水分)法によるボードは半乾式法で製られた水分22乃至35%のものよりも倍量の合成樹脂を必要とする理由はこういった所にあるのではなからうか。

以上米国に於ける乾式、半乾式法によるハードボード製造法の概略を紹介した。

第 二 表

| 製 造 方 式                    | チャップマン法    | 湿 式 法      | 半乾式法        | 乾 式 法 (I)  | 乾 式 法 (II) |
|----------------------------|------------|------------|-------------|------------|------------|
| 資 本 金 (ドル)                 | 70万        | 230万       | 100万        | 300万       | 200万       |
| 生 産 量 (トン/24時間)            | 34         | 65         | 35          | 100        | 60         |
| 製 品 (硬質)                   | 1/8"       | 1/8"       | 1/8"        | 1/8"       | 1/8"       |
| 原 木                        | 皮付きの製材工場廃材 | 剥皮した製材工場廃材 | 剥皮した単合板工場廃材 | 皮付きの製材工場廃材 | 剥皮した削片+削片屑 |
| 1時間当りの賃金 (ドル)              | 2          | 2          | 2           | 2          | 2          |
| 原木の乾燥率 (%)                 | 40~55      | 40~55      | 60~65       | 40~55      | 80~85      |
| プレス時間(分;但し製品は片面平滑)         | 10         | 10         | 8           | 5~6        | 5~6        |
| プレスの大きさ (フィート)             | 4×8        | 4×16       | 4×8         | 4×16       | 4×8        |
| 乾物トン当りの原木価格 (ドル)           | 6          | 6          | 5           | 6          | 5          |
| 原木収率 (%)                   | 86         | 86         | 98          | 98         | 98         |
| 作業人員(梱包要員を除く)              | 23         | 66         | 23          | 85         | 55         |
| 1/8"厚製品トン当りに要する作業時間        | 5.0~5.5    | 8.5~9.0    | 5.25        | 6.8        | 7.0        |
| 製品トン当りに要する蒸気量 (トン)         | 4.1        | 3.6        | 2.5         | 3.4        | 2.0        |
| 製品トン当りに要する電力量 (KWH)        | 350        | 625        | 530         | 350        | 250        |
| サイズ剤添加率 (%; フェノール樹脂+パラフィン) | 1.5+1.0    | 1.0+1.0    | 2.5+1.25    | 4.0+1.0    | 5.5+1.0    |
| (A) 製品トン当りに要する原料価格(ドル)     |            |            |             |            |            |
| 原木代                        | 7.00       | 7.00       | 5.10        | 6.10       | 5.10       |
| フェノール樹脂(kg当り44セント)         | 6.60       | 4.40       | 11.00       | 18.60      | 24.20      |
| パラフィン(kg当り10セント)           | 1.00       | 1.00       | 1.00        | 1.00       | 1.00       |
|                            | 14.60      | 12.40      | 17.10       | 25.70      | 30.30      |
| (B) 製品トン当りに要する操業費用(ドル)     |            |            |             |            |            |
| 賃 金                        | 11.00      | 18.00      | 10.50       | 13.60      | 14.00      |
| 蒸 汽                        | 3.30       | 2.90       | 2.00        | 2.72       | 1.20       |
| 電 力                        | 2.10       | 3.75       | 3.20        | 2.10       | 1.50       |
|                            | 16.40      | 24.65      | 15.70       | 18.42      | 17.30      |
| (A) + (B)                  | 31.00      | 37.05      | 32.80       | 44.12      | 47.60      |
| 原価中フェノール樹脂の占める百分率(%)       | 21.0       | 11.9       | 33.5        | 42.0       | 51.0       |