

湿式法繊維板ホットプレスの諸問題

長 島 隆

湿式法による繊維板製造(Wet Forming-Wet Pressing) 上ホットプレスの 果す役割が その最終工程に属するため、前工程で得られたパルプの性質、ホーミングされたウエットシートの性質により成型条件は考慮せねばならない。例えば、個々の繊維束の巨大なものが多いパルプは成型圧力を大にしなければ希望の比重を有す繊維板が得られず逆に柔軟なパルプは大なる成型圧力を必要としないし、濾水度の悪いパルプ或いは、ウエットシートの含水率の高いものは初期加圧速度を大とすることはblow out(ウエットシート内に生じた蒸気圧によつてパルプが吹出し又は亀裂を生ずる)の危険から不可能であり、又water markさける為息抜き時間も延長せられねばならない等である。

成型せられた繊維板は大なる強度を有し、耐水性が大で、且 Dimensional-stability の良い事を要求されている事からサイジング或は合成樹脂の添加等が行われて居り又強度的因子としては木材中のLignin或いはHemicelluloseが与ると論ぜられている一方生産工場の立場からみればホーミングの可否が繊維板強度に大なる影響を与える事が明らかでありひいては之が繊維形態の問題に迄発展せられねばならない。当試験工場に於けるボードマシンの操作に適切を欠いた際、或いはレハイナーの条件が変り繊維形態に変動を来たしホーミングが良く行われなかつた際は繊維板に30%以上の強度低下が現れることがある。之等の点から繊維板の強度的因子として与るものについてみれば、ホーミングに於ける繊維の交錯性、搦みあひが重要な因子ともなり、ホットプレスに於ける成型圧力によつて交錯性、搦みあひが一層強固となり、更に之に成型温度が与り添加薬品或ひは如上の木材成分によつて個々の繊維の再結合が行はれるものと考えられる。

ホットプレスに於ける成型条件について

ホットプレスに於いて繊維板の成型に与るものは成型温度、成型圧力、成型時間と考えられよう。今之等の条件が成型せられた繊維板に如何なる影響を与えるものであるか、幾つかの実験的研究結果をもととし

て述べてみたい。此の場合既述の如く前工程に於いて得られたパルプの性質、及びウエットシートの状態等により成型条件と繊維板材質との関係が異なるものであり、一般的に湿式法繊維板(Wet Forming-Wet Pressing)として考えられている成型温度約 180°C前後にて、成型時間10~15分程度のものについて考えたい。

1 成型温度、成型圧力、成型時間①②

先ずウエットシートを成型する際の成型温度及び成型圧力とシート内温度の関係についてみると、Fig. 1

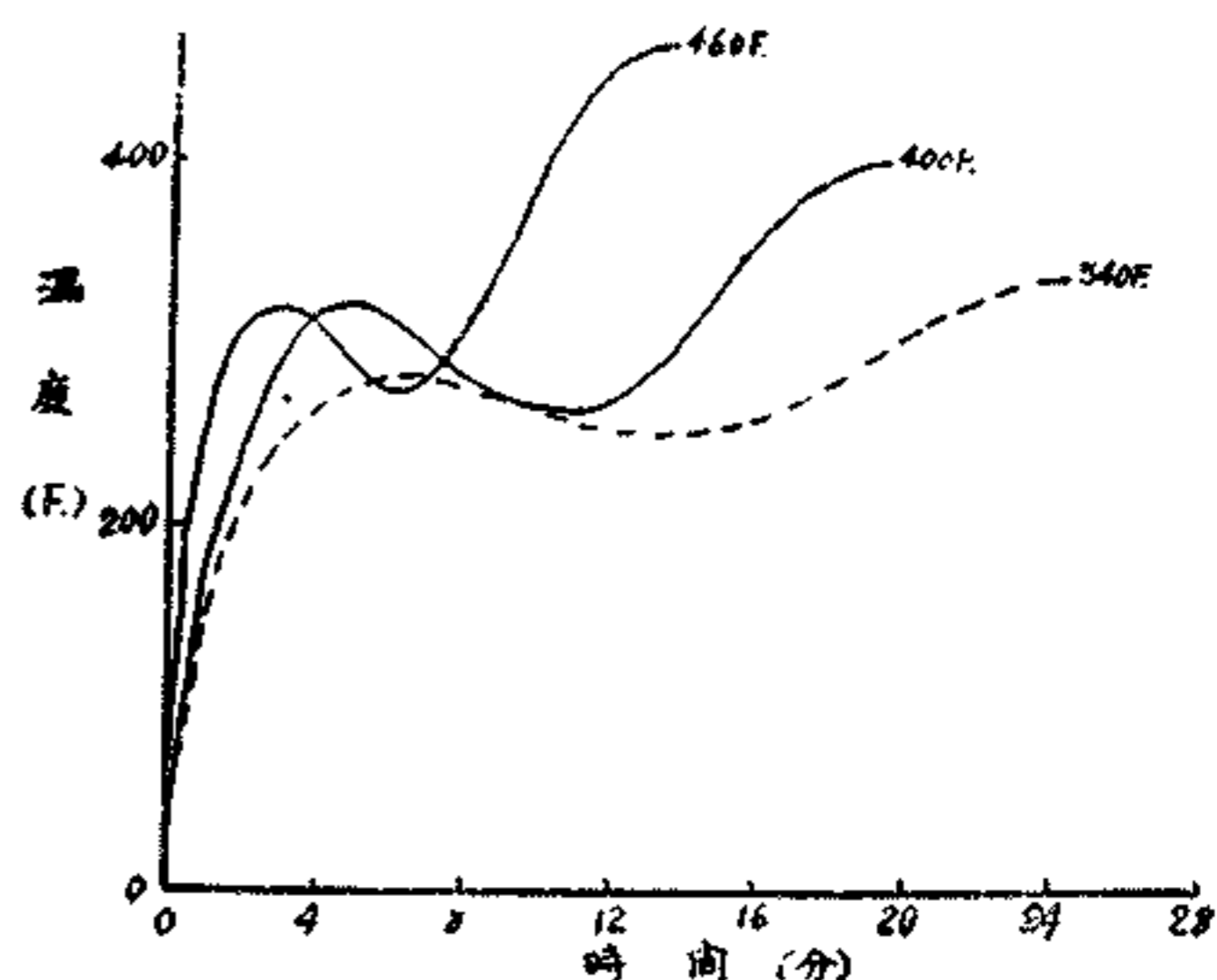


Fig 1 成型圧力 215 psiで各温度にて成型した際の繊維板内温度変化の関係

2の如くである。Fig. 1 は成型圧力を一定にして息抜きも行わず異つた熱盤温度の下にてシート内温度を測定し、成型温度との関係を示したものである。成型開始と共に何れも急激な温度上昇を示すが、後温度低下して乾燥(Pressdrying)が進むにつれて再び上昇し、熱盤温度に近づいて行く。この温度低下はウエットシートが加圧により急激に温度上昇した際シート内水分の蒸気圧が高まり平衡が破れて蒸気となつて放出される為起るものと考えられ、成型温度が高い程シート内温度の上昇は迅速であり成型時間が短いことを示している。Fig. 2は成型温度は一定にして、成型圧力をかえた際のシート内温度上昇の関係を示すものである。低圧に於てはFig. 1と同様な温度低下を示して

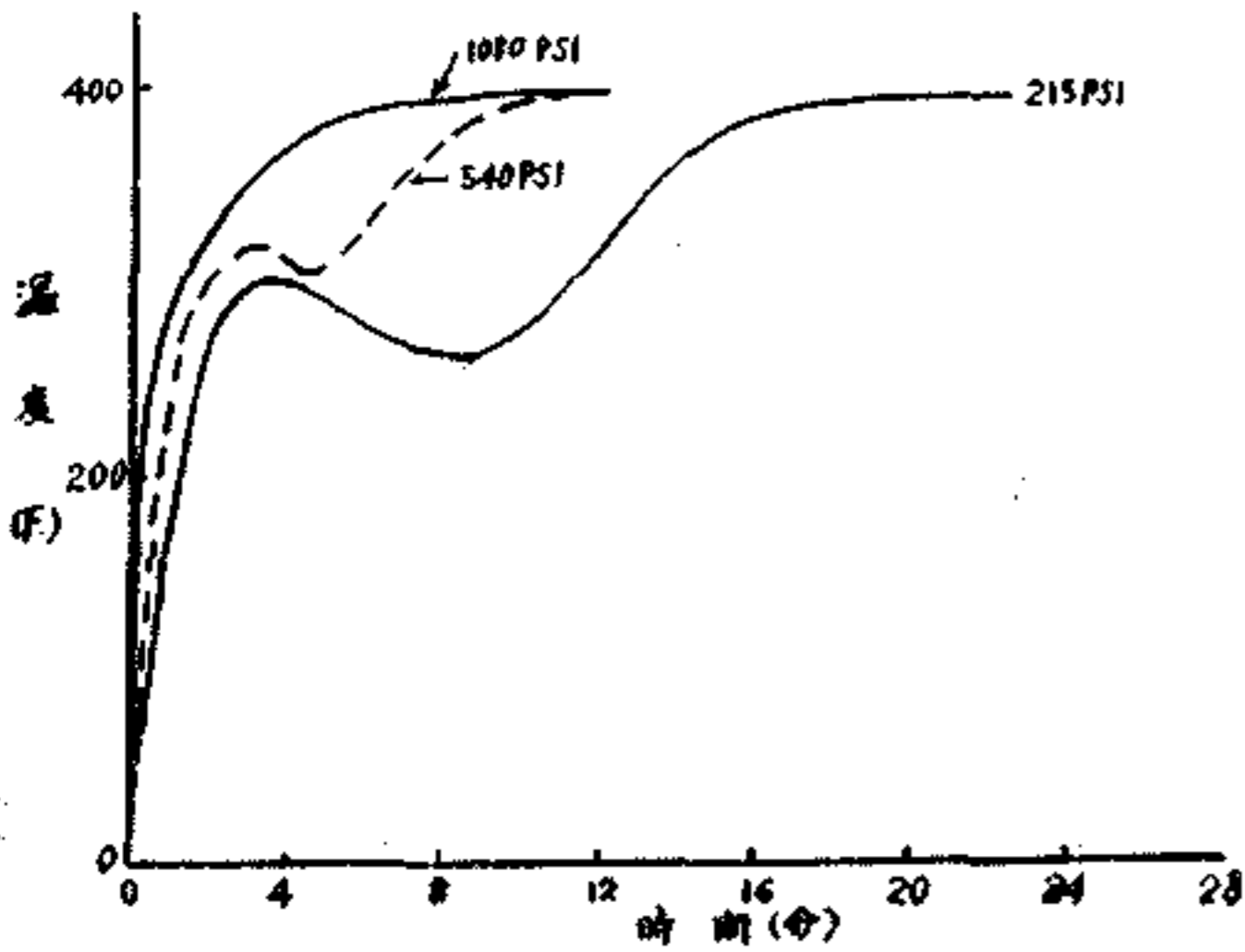


Fig. 2 成型温度400°Fで各圧力にて成型した際の繊維板内温度変化

いるが、高压に近づくにつれて温度低下は消失されて行く。この結果からもシート内温度上昇は成型圧力の高い程迅速であり、成型時間が短縮されることになる。之等の結果から高温高压力成型が工場に於ける量産の面からも成型時間が短縮されて望まれることであろう。

次に之等の諸条件が繊維板材質に如何なる影響を有するかについてみると、成型温度160°~220°C、成型圧力20~70kg/cm²の範囲に於いて、成型温度の高い程比重は高くなり、随つて繊維板の強度は増大し、耐水性及び Dimensional Stability の向上がみられ、反面衝撃曲げ強度は低下し脆くなる傾向にある。又成型圧力の増大と共に比重は大となり強度も高くなる。更に之等について成型時間を延長すると大体成型温度を高くした場合と類似の結果を示すが、その影響は顕著なものではない。但し、この成型時間の延長は繊維板のテンペリングに類似した結果を示すが、テンペリングは空気と充分な接触の下に於ける熱処理であり、この場合材質の改善には Hemicellulose が与るとされている。

③④ 2) 三段階成型 (Three Stage Pressing Cycle)

上述の如く成型条件としてシート内の温度変化又繊維板材質との関係があるが、生産工場に於いては成型時間の短縮が望まれることであり、更に繊維板表面に Water Mark を生ぜしめない為、Fig. 3に示すような初期加圧 (Initial Pressing) 息抜き (Breathing) 圧縮 (Press Holding) の三段階成型 (Three Stage Pressing cycle) 法が一般に採用されている。この場合のウエットシート内温度はFig. 3.4に示す通り初期加圧開始と共に上昇し、息抜きによつて低下し、更に圧縮に移つて再び温度が上昇するが、息抜き時間が長ければ又成型圧力が低ければシート内温度上昇は遅く

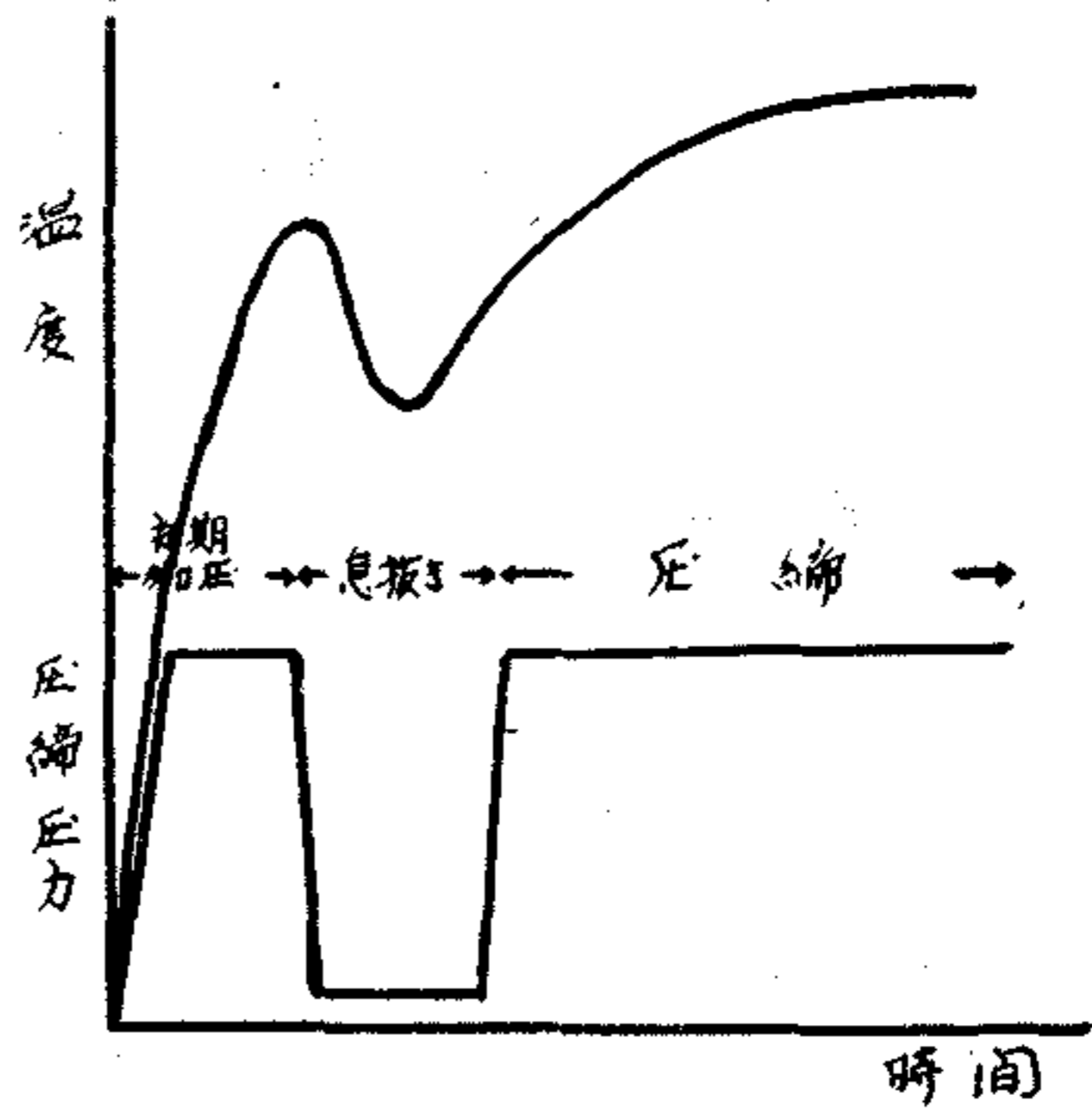


Fig. 3 三段階成型法に於ける成型圧力と繊維板内温度変化の典型的な関係

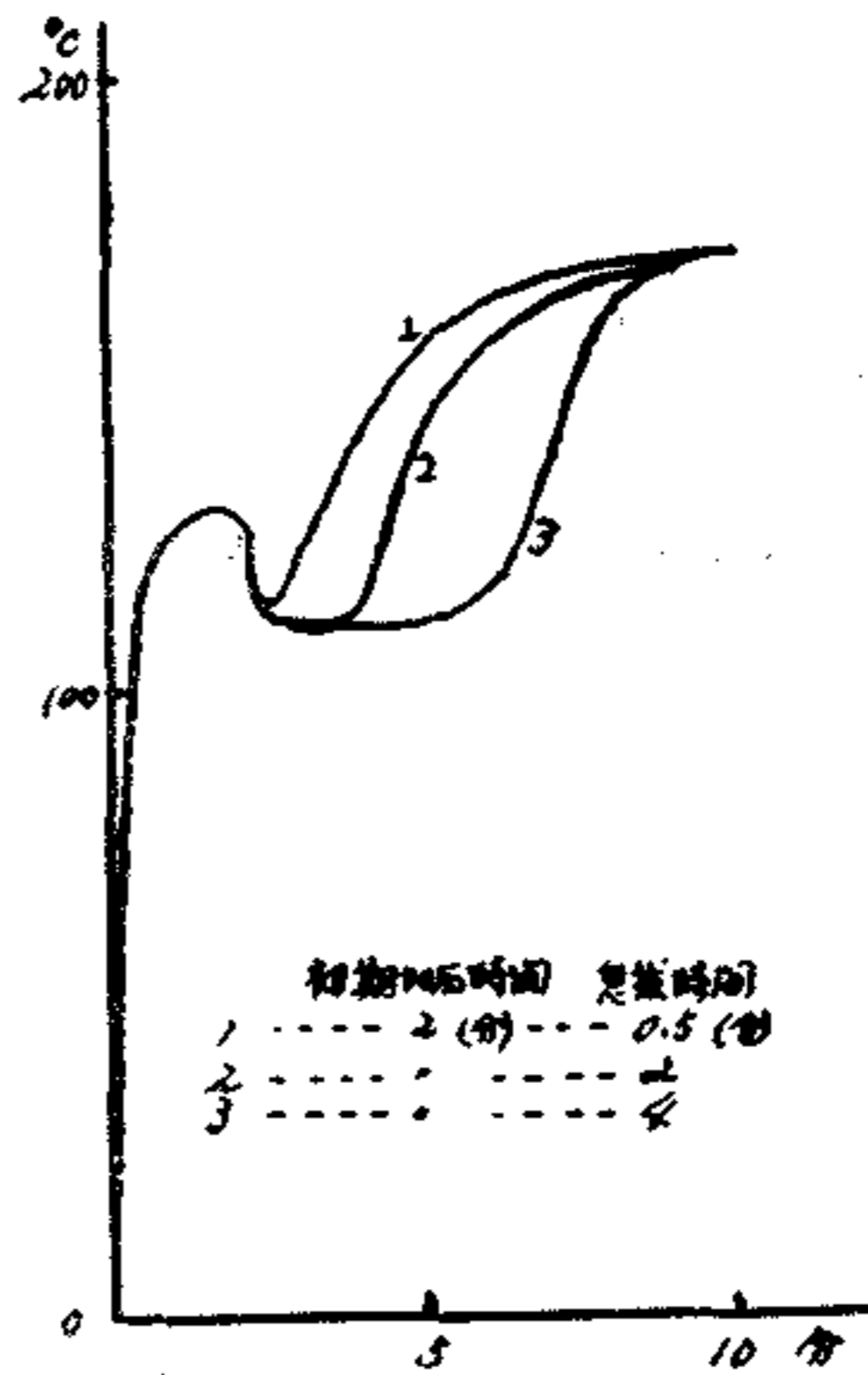


Fig. 4 三段階成型法に於ける息抜き時間と繊維板内温度変化との関係

なる。又初期加圧時の初期に於て温度低下を来す事があるが、これは加圧速度との関係及びウエットシート含水率の大なる場合等に現れる。ウエットシート内温度の上昇の程度はシート内水分量即ち乾燥程度を示す事になり、息抜き及び圧縮の指標となる。即ち瀧水度の大小に左右されるのであるが初期加圧から息抜きに入る際早過ぎれば blow out を起し、又適当な息抜き時間をへずに圧縮に移つた際は Water Mark を生ずる

事になり、極度に長い初期加圧も同様な結果を来す。又初期加圧条件は比重に対する影響が大であり、その圧力、温度、時間は夫々相関関係を有するものであるから、製品の比重及び成型温度より圧力と時間を決定すべきである。加圧開始後所定の初期加圧圧力に達する速度はパルプの滲水度に左右されるが迅速な程シート内温度上昇も早く熱量消費も減少することになり、成型時間を短縮し得る。息抜き時間の延長は比重及び強度を低下せしめる傾向が大である、そしてその低下率は初期加圧条件により異り、又初期加圧条件は成型時間の短縮に影響があるが、息抜き時間は余り影響がないようである。

工場に於けるホットプレスの諸問題

工場装置としてのホットプレスは如上の如き実験結果を満足するものでなければ均一な而も品質の良い繊維板の成型は不可能であり、之等の諸結果を基として加圧方式加熱方式が考慮にされねばならないが、更に時間当りの生産量の増加は製品コスト低下の有力な因子となることから、プレスワンサイクルの成型量を大にする為多段式、大形熱盤の採用が要求され、此処に工場装置としての諸問題が生れてくる。

1. 加熱方式⑤⑥

このような工場装置としてのホットプレスに対して加熱方式の問題があるが、この問題は主としてホットプレスに於ては熱盤であり又之に熱量を供給する供給源の問題となる。実験的結果からホットプレスの熱盤に要求されることは、①成型には 200°C 前後の成型温度が必要とされ、②熱盤のあらゆる部分に於てウエットシートに対する熱伝導率が均一でなければならない③ウエットシートのあらゆる部分に於いて時間的に同温度でなければならない。又熱供給源に対しては、成型に要する熱量はプレス時間を最小にする為その供給が充分でなければならないことであろう。

之等の要求が満足されるような熱盤であり、熱供給源であることが望まれるが先づ熱供給源についてみれば、電熱方式が過去に於て用いられたこともある、併し生産コストの点から又操作上の点から之は不良であり、現在はボイラーを使用するのが普通となっている。

熱供給源としてボイラーを使用する際はFig. 5に示すような蒸気消費を示す。之は当所に於ける 8×6 尺繊維板成型用15段ホットプレスで、成型時間18分であった。この図から明らかなように成型開始とともに急激な蒸気消費を行い、その際の最大流量は 1 ton/h を超え、而も初期5分以内に必要な蒸気の大半を使い、

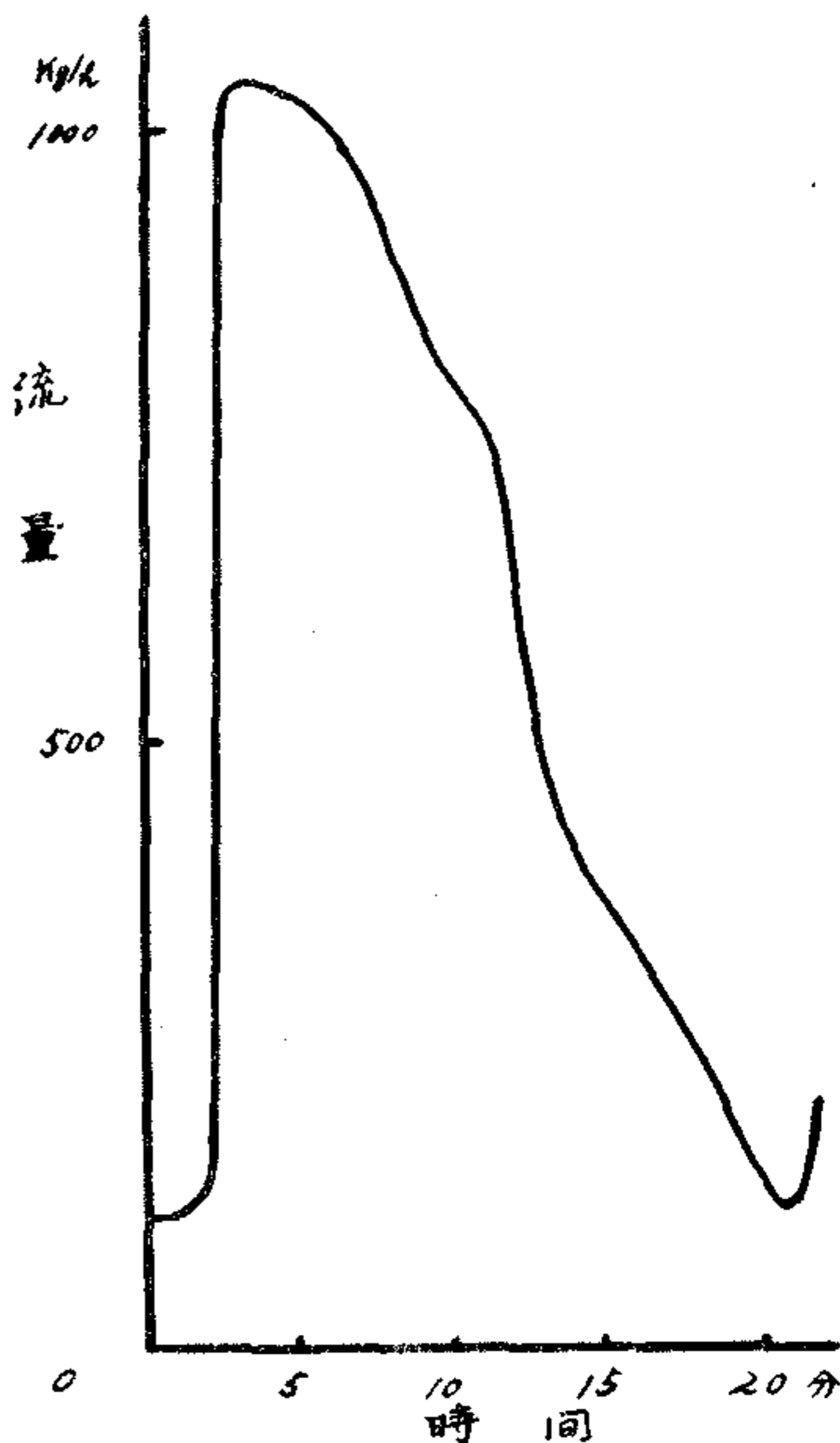


Fig. 5 15段式 3×6 尺成型用ホットプレスにて 4mm 繊維板成型中の蒸気消費曲線

以後前者に比しゆるやかであるが急速に消費が低下する。この現象は後述する蒸気消費割合の点から当然なことであるが、このようなピークの存在はプレス能力が更に大となつた時増々大となり、この短時間のピークの為に大容量のボイラーでなければ充分な蒸気供給は困難となる。このためボイラー・ホットプレス間にスチームアキユムレーターを設置して瞬間的ピークの緩和をはかることが考へられるが、このアキユムレーターを活用して充分な蒸気の供給を行うには、 5 kg/cm^2 以上の圧力差が必要とされ良策とは云へない。

之等の問題の解決策としてスチームアキユムレーターの代りにホットウォーターアキユムレーター (Hot Water Accumulator) が考へられた訳である。この方法は1945年北欧に於いて発明され、以来ヨーロッパ各地に普及されているが、その原理を簡単に述べるとボイラー、ホットプレス間にこのアキユムレーターを設置し、その上部に設けられた Cascade を使用してアキユムレーター下部よりポンピングされた低温ホ

ツトウオーターを蒸気加熱して貯え、之が更にポンプによつて各熱盤に供給され、熱盤を通過し冷却されたホットウオーターはアキユムレーター下部に戻されるこの際アキユムレーター内の水位は絶えず一定となるよう自動的にコントロールされ、上層、下層の高温、低温ホットウオーターの境界面は熱消費のピークにより上下され、一種の Layer-Accumulator の機能を果しスチームアキユムレーターの如く蒸気の圧力差を必要としない。このホットウオーターアキユムレーターを使用した際の利点は、①ボイラーの容量を低下し得る、②熱盤の温度差を蒸気の場合より低下し得る。③配管関係よりの漏洩のトラブルが蒸気の場合より少くなる④繊維板成型に直接蒸気を使用した際は、大抵成型板重量の約3倍の蒸気量を必要とするが、ホットウオーターを用いた際は蒸気消費が約2倍程度に節約出来る等である。

但しウェットシート水分58%の際の成型に必要とされる蒸気の理論量は1.75倍であることから繊維板成型用に蒸気を直接使用することは不利であることを物語っている。このように現在に於いてはホットウオーター方式が蒸気方式にあらゆる点で優れているようであるが、その難点とされるのには設備が複雑となり、施設費が大となることであろう、又このようなホットウオーター方式もそれ程の効果もないという意見もあるが、これはボイラーの製作技術等の全般的立場より検

討されねばならないことであろう。

次に熱盤についてみるとホットウオーター或は蒸気の熱盤内通路孔等の熱盤構造の問題となり、之等は温度分布が何時も均一であること、伝熱面積が充分であること等が要求される。ホットウオーターの熱盤入出温度は205.197°Cとなつて居り、当所試験工場に於ける繊維板成型中2点の温度変化はFig. 6の如くであるこの問題については何れ詳細報告の予定であるが、蒸気圧の高い方が熱盤温度差を減少し得ることが明らかであり、この事から蒸気加熱に於いて熱盤温度差を生ずる最大の原因はドレンによるものであると考えられる。

繊維板の成型に於いて消費される各熱量の割合は次表の如くであると報告されている。

| | 熱消費割合 | |
|--------------------|-------|-----|
| | 理論値 | 測定値 |
| ウェットシート水分の蒸発 | 62% | 59% |
| ウェットシートより圧出される水の加熱 | 2.5 | 2 |
| パルプ繊維の加熱 | 5.8 | 4 |
| トランスポーターの加熱 | 11.5 | 9 |
| ロス | 18.2 | 26 |

生産工場の熱管理の面よりみても貴重なデータであろう。ロスの占める割合が非常に多いが、巨大なホットプレスを高温に保持する点からみればうなづけることで、この放熱量を何等かの形で低下せしめること或いは利用することが必要であろう。更にFig. 5及びFig. 6にて明らかな如く蒸気圧が約6 kg/cm² から約9 kg/cm² に上昇した為に製品厚さ4 mmにて約3分成型時間が短縮され、現在ではボイラーの改造により蒸気圧10 kg/cm² で成型時間12分程度に短縮されている。このような成型温度の上昇によりロスは明らかに大となるが、単位時間当りの生産量の増加よりみれば遙かに有利となるものである。ロスがホットプレス運転中常時存在するものであり、時間当りの生産量が増加すれば生産量に対するロスの比率も低下し、コストに影響することも少くない。ウェットシートのトランスポーターである送り鉄板の比率が割合大きい、若し之がホットプレスに付属したワイヤー・チャージ式にかへても、シートのトランスポートが可能ならばこの消費が節約されるのみならず、この送り鉄板のコンベア等機械設備も不用となろう、但しこの場合は金網の消耗率の比較検討が必要である又初期加圧時に蒸発してなしに液状の形で圧出された熱水(80~90 °C)の蒸気消費は少いがウェットシートの含水率に左右される

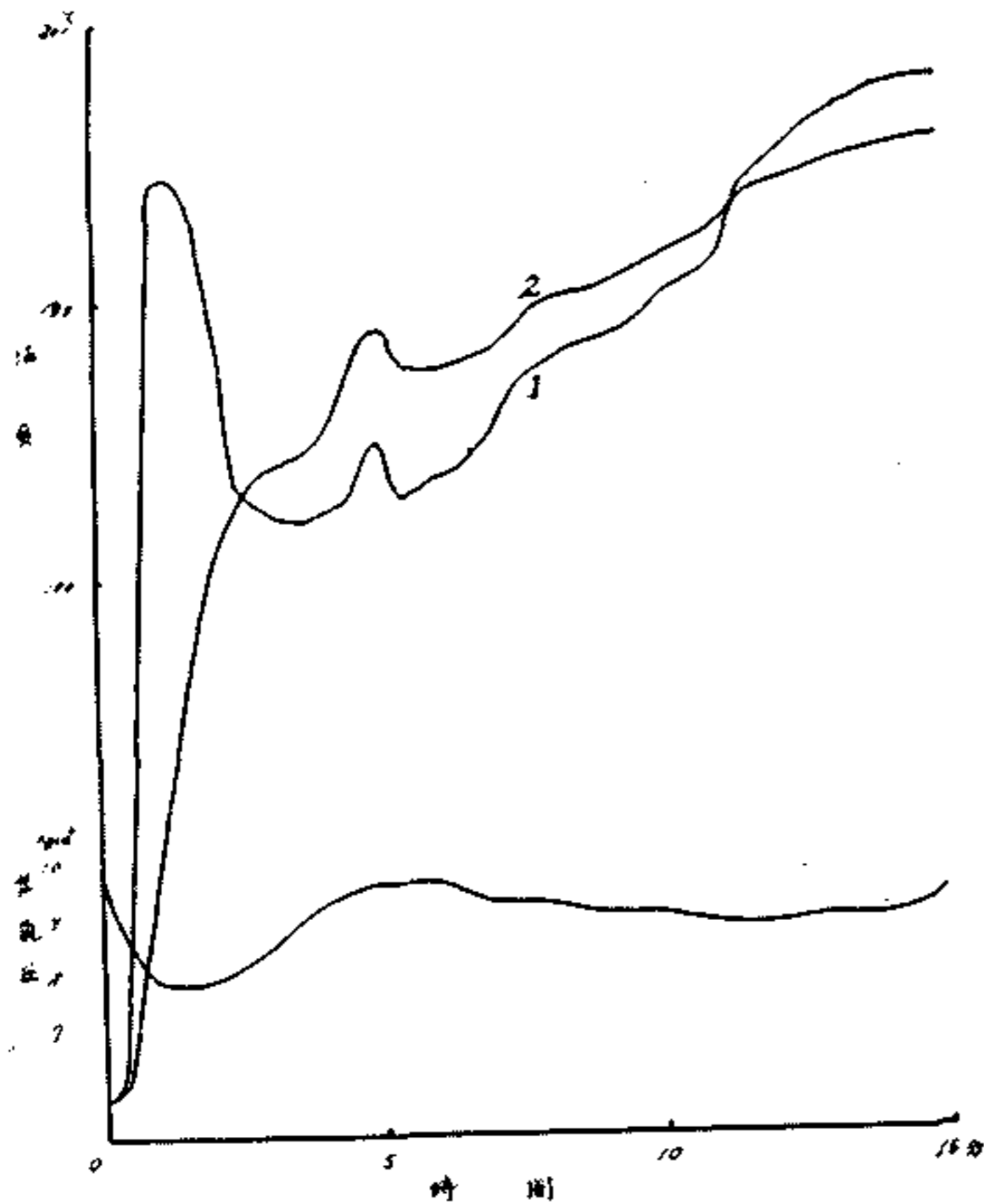


Fig. 6 15段式3×6尺成型用ホットプレスにて成型中の同一繊維板内2点の温度変化及び蒸気圧変化

ものであり、シートの脱水率の高いことが望ましい。蒸気加熱の場合はスチームトラップの良否が蒸気消費に大きな影響を有しドレンの処置はこの方式の最も重要な問題であろう。

2) 加圧方式⑦

均質な製品を得る為には成型板のあらゆる部分に均一な圧力がかからねばならないことは明らかであり、之は熱盤の厚さの精度、可動盤の構造、少数ラム或いは多数ラムの何れが良いか機械製作上の問題となる。又一方生産工場よりの要求はプレス時間の短縮でありウエットシートのチャージ、成型板のデイスチャージは勿論、加圧によるラムの上昇及び下降の速度までも大きな因子となる。プレス、ワンサイクルを15分とした場合、30秒の短縮は24時間作業に於てプレス8回の生産増加にもなるのである。多段式ホットプレスの採用はウエットシートのチャージ後も、その操作の便なる為熱盤間隔に相当の余裕をもたせてあり、又初期加圧時にもウエットシートの圧縮には低圧力にて充分な領域があり、之等が多段式となつて集積されると低圧可動範囲が著しく拡大されることになる。この為加圧系路に吐出量の大なる低圧ポンプ或いはアキュムレーターを高圧ポンプと併用し、更にはジャツキラム方式の採用となつている。そしてその優劣は一概に云えないまでも、低圧ポンプ使用の際は低圧力にて大量の油を（油圧の為の）シリンダーラムに送らねばならない時間は初期加圧に際する1～2分の短時間であり、低圧ポンプの運転時間は極めて短く、成型中残余の時間は遊ぶことになり不利であることを免れない。（この事は高圧ポンプでも同様で、成型中油圧の為に急速に大量の油を必要とするのは初期加圧の際であり、息抜き後の圧縮の際は量的にも遙かに小となる。油圧装置はこの両者のために短時間の動きをするに過ぎず、大型ポンプの使用はどうしても電力の空費を大とすることになる。）又アキュムレーターの採用は設備費の大となる欠陥を有して居り、ジャツキラムの場合についてみても、その圧力限度、メインラム、オイルタンクとの関係に於いて矢張り充分でないようである。このように夫々の欠陥はあると考へられるが、その可否は之等相互の単独な比較でなしに、個々の立場に於ける

パルプの性質、ホーミングされたウエットシートの状態及び熱盤間隔、高圧ポンプ能力等の問題とあわせて検討すべきであろう。

参 考 文 献

- ① Turner, H. D. Hoef, J. P. Schwartz, S. L.
Effect of some Manufacturing Variables on the properties of Fiberboard Prepared from Milled Douglas—Fir
Forest Products Research Society Proceedings 2:100—112 (1948)
- ② Schwartz, S. L., & Baird, P. K.
Effect of Molding Temperature on the Strength and Dimensional Stability of Harboards from Fiberized Water—Soaked Douglas—Fir Chips
Forest Products Research Society Proceedings 4:322—326 (1950)
- ③ Hugh Wilcox
Interrelationships of Temperature, Pressure, and Pressing Time in the Production of Harboard from Douglas—Fir
Tappi volume 36, No. 2, Feb. 1953
- ④ 長島隆 他
湿式法による繊維板製造試験（第4報）
北海道立林業指導所研究報告第6号（1954）
- ⑤ K. Kieland
Hot Water Serving Wallboard Presses
- ⑥ 長島隆 他
湿式法による繊維板製造試験（第3報）
北海道立林業指導所月報No.20. Sep. 1953
- ⑦ 加治慶之助
ホットプレートプレスについて
木材工業 Vol. 9. No.10. 1954

湿式法による繊維板製造（Wet Forming-Wet Pressing）上ホットプレスの果す役割がその最終工程に属するため、前工程で得られたパルプの性質、ホーミングされたウェットシートの性質により成型条件は考慮せねばならない。例えば、個々の繊維束の巨大なものが多いパルプは成型圧力を大にしなければ希望の比重を有す繊維板が得られず逆に柔軟なパルプは大なる成型圧力を必要としないし、濾水度の悪いパルプ或は、ウェットシートの含水率の高いものは初期加圧速度を大とすることは blow out（ウェットシート内に生じた蒸気圧によってパルプが吹出し又は亀裂を生ずる）の危険から不可能であり、又 water mark をさける為息抜き時間も延長せられねばならない等である。

成型せられた繊維板は大なる強度を有し、耐水性が大で、且 Dimensional stability の良い事を要求されている事からサイズイング或は合成樹脂の添加等が行われて居り又強度的因子としては木材中の Lignin 或は Hemicellulose が与える論ぜられている一方生産工場の立場からみればホーミングの可否が繊維板強度に大なる影響を与える事が明らかでありひいてはこれが繊維形態の問題に迄発展せられねばならない。当試験工場に於けるボードマシンの操作に適切を欠いた際、或はレハイナーの条件が変わり繊維形態に変動を来しホーミングが良く行われなかった際は繊維板に 30%以上の強度低下が現れることがある。これらの点から繊維板の強度的因子として与えるものについてみれば、ホーミングに於ける繊維の交錯性、搦みあいが必要な因子ともなり、ホットプレスに於ける成型圧力によって交錯性、搦みあいが一層強固となり、更にこれに成型温度が与り添加薬品或は如上の木材成分によって個々の繊維の再結合が行われるものと考えられる。

ホットプレスに於ける成型条件について

ホットプレスに於いて繊維板の成型に与えるものは成型温度、成型圧力、成型時間と考えられよう。今これらの条件が成型せられた繊維板に如何なる影響を与えるものであるか、幾つかの実験的研究結果をもととして述べてみたい。この場合既述の如く前工程に於いて得られたパルプの性質、及びウェットシートの状態等により成型条件と繊維板材質との関係が異なるものであり、一般的に湿式法繊維板（Wet Forming-Wet Pressing）として考えられている成型温度約 180 前後にて、成型時間 10～15 分程度のものについて考えたい。

1) 成型温度、成型圧力、成型時間

先ずウェットシートを成型する際の成型温度及び成型圧力とシート内温度の関係についてみると、Fig .

Fig . 1 成型圧力 215psi で各温度にて成型した際の繊維板内温度変化の関係

2 の如くである。Fig . 1 は成型圧力を一定にして息抜きも行わず異なった熱盤温度の下にてシート内温度を測定し、成型温度との関係を示したものである。成型開始と共に何れも急激な温度上昇も示すが、後温度低下して乾燥（Pressdrying）が進むにつれて再び上昇し、熱盤温度に近づいて行く。この温度低下はウェットシートが加圧により急激に温度上昇した際シート内水分の蒸気圧が高まり平衡が破れて蒸気となって放出される為に起るものと考えられ、成型温度が高い程シート内温度の上昇は迅速であり成型時間が短いことを示している。Fig . 2 は成型温度は一定にして、成型圧力をかえた際のシート内温度上昇の関係を示すものである。低圧に於いては Fig . 1 と同様な温度低下を示して

Fig . 2 成型温度 400 ° F で各圧力にて成型した際の繊維板内温度変化

いるが、高圧に近づくにつれて温度低下は消失されて行く。この結果からもシート内温度上昇は成型圧力の高い程迅速であり、成型時間が短縮されることになる。これらの結果から高温高圧力成型が工場に於ける量産の面からも成型時間が短縮されて望まれることであろう。

次にこれ等の諸条件が繊維板材質に如何なる影響を有するかについてみると、成型温度 160 ~ 220 、成型圧力 20 ~ 70kg / cm² の範囲に於いて、成型温度の高い程比重は高くなり、随って繊維板の強度は増大し、耐久性及び Dimensional Stability の向上がみられ、反面衝撃曲げ強度は低下し脆くなる傾向にある。又成型圧力の増大と共に比重は大となり強度も高くなる。更にこれ等について成型時間を延長すると大体成型温度を高くした場合と類似の結果を示すが、その影響は顕著なものではない。但し、この成型時間の延長は繊維板の繊維板のテンペリングに類似した結果を示すが、テンペリングは空気と十分な接触の下に於ける熱処理であり、この場合材質の改善には Hemicellulose が与えるとされている。

2) 三段階成型 (Three Stage Pressing Cycle)

上述の如く成型条件としてシート内の温度変化又繊維板材質との関係があるが、生産工場に於いては成型時間の短縮が望まれることであり、更に繊維板表面に Water Mark を生ぜしめない為、Fig . 3 に示すような初期加圧 (Initial Pressing) 息抜き (Breathing) 圧縮 (Press Holding) の三段階成型 (Three Stage Pressing Cycle) 法が一般に採用されている。この場合のウェットシート内温度は Fig . 3.4 に示す通り初期加圧開始と共に上昇し、息抜きによって低下し、更に圧縮に移って再び温度が上昇するが、息抜き時間が長ければ又成型圧力が低ければシート内温度上昇は遅く

Fig . 3 三段階成型法に於ける成型圧力と繊維板内温度変化の典型的な関係

Fig . 4 三段階成型法に於ける息抜き時間と繊維板内温度変化との関係

なる。又初期加圧時間の初期に於いて温度変化を来す事があるが、これは加圧速度との関係及びウェットシート含水率の大なる場合等に現れる。ウェットシート内温度の上昇の程度はシート内水分量即ち乾燥程度を示す事になり、息抜き及び圧縮の指標となる。即ち濾水度の大小に左右されるのであるが初期加圧から息抜きに入る際早過ぎれば blow out を起し、又適当な息抜き時間をへずに圧縮に移った際は Water Mark を生ずる

事になり、極度に長い初期加圧も同様な結果を来す。又初期加圧条件は比重に対する影響が大であり、その圧力、温度、時間は夫々相関関係を有するものであるから、製品の比重及び成型温度より圧力と時間を決定すべきである。加圧開始後所定の初期加圧圧力に達する速度はパルプの濾水度に左右されるが迅速な程シート内温度上昇も早く熱量消費も減少することになり、成型時間を短縮し得る。息抜き時間の延長は比重及び強度を低下せしめる傾向が大である、そしてその低下率は初期加圧条件により異なり、又初期加圧条件は成型時間の短縮に影響があるが、息抜き時間は余り影響がないようである。

工場に於けるホットプレスの諸問題

工場装置としてのホットプレスは如上の如き実験結果を満足するものでなければ均一な而も品質の良い繊維板の成型は不可能であり、これ等の諸結果を基として加圧方式加熱方式が考慮にされねばならないが、更に時間当たりの生産量の増加は製品コスト低下の有力な因子となることから、プレスワンサイクルの成型量を大にする為多段式、大形熱盤の採用が要求され、此処に工場装置としての諸問題が生れてくる。

1. 加熱方式

このような工場装置としてのホットプレスに対して加熱方式の問題があるが、この問題は主としてホットプレスに於いては熱盤であり又これに熱量を供給する供給源の問題となる。実験の結果からホットプレスの熱盤に要求されることは、成型には 200 前後の成型温度が必要とされ、熱盤のあらゆる部分に於いてウェットシートに対する熱伝導率が均一でなければならぬ ウェットシートのあらゆる部分に於いて時間的に同温度でなければならぬ。又熱供給源に対しては、成型に要する熱量はプレス時間を最小にする為その供給が充分でなければならぬことであろう。

これ等の要求が満足されるような熱盤であり、熱供給源であることが望まれるが先ず熱供給源についてみれば、電熱方式が過去に於いて用いられたこともある、併し生産コストの点から又操作上の点からこれは不良であり、現在はボイラーを使用するのが普通となっている。

熱供給源としてボイラーを使用する際は Fig . 5 に示すような蒸気消費を示す。之は当所に於ける 3×6 尺繊維板成型用 15 段ホットプレスで、成型時間 18 分であった。この図から明らかなように成型開始とともに急激な蒸気消費を行い、その際の最大流量は 1 トン/h を超え、而も初期 5 分以内に必要な蒸気の大半を使い、

Fig . 5 15 段式 3×6 尺成型用ホットプレスにて 4mm 繊維板成型中の蒸気消費曲線

以後前者に比しゆるやかであるが急速に消費が低下する。この現象は後述する蒸気消費割合の点から当然なことであるが、このようなピークが存在はプレス能力が更に大となった時益々大となり、この短時間のピークの為に大容量のボイラーでなければ充分な蒸気供給は困難となる。このためボイラー・ホットプレス間にスチームアキュムレーターを設置して瞬間的ピークの緩和をはかることが考えられるが、このアキュムレーターを活用して充分な蒸気の供給を行うには、 5kg/cm^2 以上の圧力差が必要とされ良策とは云えない。

これ等の問題の解決策としてスチームアキュムレーターの代わりにホットウォーターアキュムレーター (Hot Water Accumulator) が考えられた訳である。この方法は 1945 年北欧に於いて発明され、以来ヨーロッパ各地に普及されているが、その原理を簡単に述べるとボイラー、ホットプレス間にこのアキュムレーターを設置し、その上部に設けられた Cascade を使用してアキュムレーター下部よりポンピングされた低温水

ットウォーターを蒸気加熱して貯え、これが更にポンプによって各熱盤に供給され、熱盤を通過して冷却されたホットウォーターはアキュムレーター下部に戻されるこの際アキュムレーター内の水位は絶えず一定となるよう自動的にコントロールされ、上層、下層の高温、低温ホットウォーターの境界面は熱消費のピークにより上下され、一種の Layer - Accumlator の機能を果しスチームアキュムレーターの如く蒸気の圧力差を必要としない。このホットウォーターアキュムレーターを使用した際の利点は、ボイラーの容量を低下し得る、熱盤の温度差を蒸気の場合より低下し得る、配管関係よりの漏洩のトラブルが蒸気の場合より少なくなる 繊維板成型に直接蒸気を使用した際は、大体成型板重量の約 3 倍の蒸気量を必要とするが、ホットウォーターを用いた際は蒸気消費が約 2 倍程度に節約出来る等である。

但しウェットシート水分 58% の際の成型に必要とされる蒸気の理想論は 1.75 倍であることから繊維板成型用に蒸気を直接使用することは不利であることを物語っている。この様に現在に於いてはホットウォーター方式が蒸気方式にあらゆる点で優れているようであるが、その難点とされるのには設備が複雑となり、施設費が大となることであろう、又このようなホットウォーター方式もそれ程の効果もないという意見もあるが、これはボイラーの製作技術等の全般的立場より検

Fig . 6 15 段式 3×6 尺成型用ホットプレスにて成型中の同一繊維板内 2 点の温度変化及び蒸気圧変化

討されねばならないことであろう。

次に熱盤についてみるとホットウォーター或は蒸気の熱盤内通路孔等の熱盤構造の問題となり、これ等は温度分布が何時も均一であること、伝熱面積が充分であること等が要求される。ホットウォーターの熱盤入出温度は 205.197 となっており、当所試験工場に於ける繊維板成型中 2 点の温度変化は Fig . 6 の如くである。この問題については何れ詳細報告の予定であるが、蒸気圧の高い方が熱盤温度差を減少し得ることが明らかであり、この事から蒸気加圧に於いて熱盤温度差を生ずる最大の原因はドレンによるものであると考えられる。

繊維板の成型に於いて消費される各熱量の割合は次表の如くであると報告されている。

生産工場の熱管理の面よりみても貴重なデータであろう。ロスの占める割合が非常に高いが、巨大なホットプレスを高温に保持する点からみればうなずけることで、この放熱量を何等かの形で低下せしめること或は利用することが必要であろう。更に Fig . 5 及び Fig . 6 にて明らかな如く蒸気圧が約 6kg/cm^2 から約 9kg/cm^2 に上昇した為に製品厚さ 4mm にて約 3 分成型時間が短縮され、現在ではボイラーの改造により蒸気圧 10kg/cm^2 で成型時間 12 分程度に短縮されている。このような成型温度の上昇によりロスは明らかに大となるが、単位時間当りの生産量の増加よりみれば遥かに有利となるものである。ロスはホットプレス運転中常時存在するものであり、時間当たりの生産量が増加すれば生産量に対するロスの比率も低下し、コストに影響することも少なくない。ウェットシートのトランスポーターである送り鉄板の比率が割合大きい、若しこれがホットプレスに付属したワイヤー・チャージ式にかえても、シートのトランスポートが可能ならばこの消費が節約されるのみならず、この送り鉄板のコンベア等機械設備も不用となろう、但しこの場合は金網の消耗率の比較検討が必要である又初期加圧時に蒸発でなしに液状の形で圧出された熱水 (80~90) の蒸気消費は少ないがウェットシートの含水率に左右される。

ものであり、シート脱水率の高いことが望ましい。蒸気加熱の場合はスチームトラップの良否が蒸気消費に大きな影響を有しドレンの処置はこの方式の最も重要な問題であろう。

2) 加圧方式

均質な製品を得る為には成型板のあらゆる部分に均一な圧力がかけねばならないことは明らかであり、これは熱盤の厚さの精度、可動盤の構造、少数ラム或は多数ラムの何れが良いか機械製作上の問題となる。又一方生産工場よりの要求はプレス時間の短縮でありウェットシートのチャージ、成型板のディスチャージは勿論、加圧によるラムの上昇及び下降の速度までも大きな因子となる。プレス、ワンサイクルを 15 分とした場合、30 秒の短縮は 24 時間作業に於いてプレス 3 回の生産増加にもなるのである。多段式ホットプレスの採用はウェットシートのチャージ後も、その操作の便なる為熱盤間隔に相当の余裕をもたせてあり、又初期加圧時にもウェットシートの圧縮には低圧力にて充分な領域があり、これ等が多段式となって集積されると低圧可動範囲が著しく拡大されることになる。この為加圧系路に吐出量の異なる低圧ポンプ或はアキュムレーターを高圧ポンプと併用し、更にはジャッキラム方式の採用となっている。そしてその優劣は一概に云えないまでも、低圧ポンプ使用の際は低圧力にて大量の油を（油圧の為の）シリンダーラムに送らねばならない時間は初期加圧に際する 1~2 分の短時間であり、低圧ポンプの運転時間は極めて短く、成型中残余の時間は遊ぶことになり不利であることは免れない。（この事は高圧ポンプでも同様で、成型中油圧の為に急速に大量の油を必要とするのは初期加圧の際であり、息抜き後の圧縮の際は量的にも遥かに小となる。油圧装置はこの両者のために短時間の動きをするに過ぎず、大型ポンプの使用はどうしても電力の空費を大とすることになる。）又アキュムレーターの採用は設備費の大となる欠陥を有して居り、ジャッキラムの場合についても、その圧力限度、メインラム、オイルタンクとの関係に於いて矢張り充分でないようである。このように夫々の欠陥はあると考えられるが、その可否はこれ等相互の単独な比較でなしに、個々の立場に於けるパルプの性質、ホーミングされたウェットシートの状態及び熱盤間隔、高圧ポンプ能力等の問題とあわせて検討すべきであろう。

参考文献

長島隆 他

湿式法による繊維板製造試験（第 4 報）

北海道立林業指導所研究報告第 6 号（1954）

長島隆 他

湿式法による繊維板製造試験（第 3 報）

北海道立林業指導所月報 No.20 . Sep . 1953

加治慶之助

ホットプレートプレスについて

木材工業 Vol.9 . No.10 . 1954