

ファイバーボード原料の物理的・化学的性質 に関する研究（第2報） 原料の化学的・成分の影響（Ⅱ）

米 澤 保 正⁽¹⁾
村 田 藤 橘⁽²⁾
鈴 木 岩 雄⁽³⁾

1. 緒 言

ファイバーボードは、ウェットホーミング・ウェットプレッシング方式によつて製造する場合にはパルプ化工程で主として炭水化物の加水分解とリグニンの変異が、また乾固熱圧・熱処理工程で主として繊維結合が起ると考えられる。これらに対し原料成分がになう役割はそれぞれ異なるはずである。また、熱圧後に行われる油処理（オイルテンパリング）に対しても影響が考えられるが、原料成分の油処理に及ぼす影響についてはまだ発表を見ない。

ファイバーボードの性質におよぼす原料成分の影響を検討するために、碎木パルプを脱樹脂ならびに脱リグニンしてハードボードを作り、成型、熱圧、熱処理および油処理をおこなつて、原料成分と熱圧以降の製板条件およびボード性質の関連性を検討した。

原料はパルプ化時に化学的変化をうける程度が少なく原木の性質に近いパルプという意味で碎木パルプを用いた。

試験ハードボードは試料調整と強度試験の都合から、ハードボードは比重 1.0、仕上り厚さ 0.3 mm とし、対比用風乾ボードは上記と単位面積当たり同量のパルプを用いた。

本研究用のパルプについて特別の御配慮をいただいた日本レイヨン株式会社とジャパナイト株式会社に謝意を表します。

（注）本報は含水率をすべて湿量基準含水率で示した。

2. 供 試 材

本実験にはアカマツの碎木パルプ（GP）を用いた。これはファイバーボード工場に特に依頼し、中国・四国地方産、20～30年生、工場土場シーズニング材をポケットグラインダーにより解繊したパルプをチェストにおちる直前で採取した。これをフラット・スクリーンにかけ、16カットを通過し100メッシュの篩にとどまつたものを手で脱水し、4～6°Cの暗室中に保存して供試した。

(1) 林産化学部パルプ繊維板科長・農学博士 (2) パルプ繊維板科繊維板研究室長 (3) 繊維板研究室員

3. 実験方法

3.1 パルプの抽出処理

3.1.1 脱樹脂処理

乾物 300 g 相当の GP を遠心分離機で十分脱水したのち、広口瓶にとり約 95% のアルコールを加えて 30 分間放置し、漏斗に受けて液を除き、ふたたびアルコールを加え、以上の操作を繰り返して 15 日間抽出した。これを遠心分離機によりできるだけアルコールを除き、パルプ中になお残留するアルコール量を考慮して、1 : 1 相当のアルコール・ベンゾール混合液を作り、本液で前同様の操作を 10 日間繰り返す、引きつづきアルコール抽出を 5 日間おこなつたのち、徐々にアルコール濃度を低下させつつ、浸液脱水を 5 日間繰り返す、さらに水で十分洗浄（5 日間）したものを手で脱水して、ビニール袋に入れ 4~6°C の暗室中で保存した。

3.1.2 脱リグニン処理

脱樹脂処理パルプの 3/5 量を第 1 報同様に Chlorite Holocellulose 法³⁴⁾ で脱リグニン処理した。予備実験の結果にもとづき、処理溶液の pH が 4.5~5.5 になるよう注意してつぎのごとくおこなつた。乾物 50 g 相当のウェットパルプを 3 l 三角フラスコに取り、水 160 cc を加えて十分に振とうし、80±2°C に保つた湯浴中に入れパルプ液が 80°C に達したとき、氷醋酸 3 cc を加え十分振とうし、ついで亜塩素酸ソーダ (NaClO₂, 化学用 1 級) 15 g を加えて速やかに振とうし、その口に 30 cc 容三角フラスコを逆立てゆるく閉じた。これを 10 分間隔でかるく振とうし、1 時間後に氷醋酸 3 cc、ついで NaClO₂ 15 g を加え、1 時間同様に振とうした。これを 4 回繰り返したのち、氷浴で冷却して、ビニール濾布をひいた漏斗にうつし、純水 15 l で洗浄し、ついで室温純水で十分洗浄後、さらに 250 cc のアセトンで洗浄し、再度純水で十分に洗浄した。処理パルプは手で脱水し、ビニール袋に入れて 4~6°C の暗室中に保存した。

3.2 成板

3.2.1 ウェットホーミング

製紙用化学パルプ試験方法 JIS P-8102(1953) によるシートマシンを使用し、直径約 16 cm のウェットシートを作り、これの上下に厚濾紙 5 枚を当て、プレスで 4 kg/cm²・5 分間圧縮し、含水率 70±1% に脱水した。

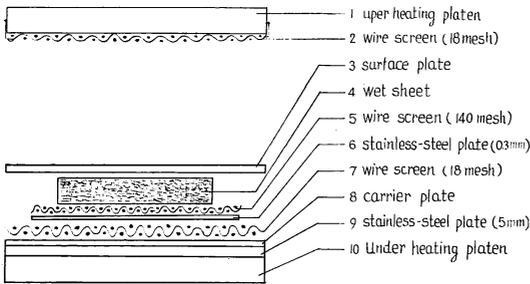


Fig. 1 表面板、ウェットシート、運搬板等の
プレスへの挿入配列図
View showing arrangement — in the press — of
surface plate, wet sheet and carrier plate etc.

3.2.2 熱圧

予備実験によつて、本研究のようなきわめて薄いボードの熱圧には、通常の熱圧条件は、そのまま適用できないことを確認し、このために実用上の熱圧効果と同じになり、しかも熱圧諸条件がよくコントロールできて再現性が期待できるような極薄ハードボード用熱圧基準の探索をした。本実験には、37 ton 電熱熱盤・油圧式手動プレスを使用した。ボード重量にくらべて、プレスの相対的熱容量があまりに大きい

Table 1. 熱圧スケジュール
Pressing schedule

Pressure kg/cm^2	Initial squeeze period		Breathing period	* Final press holding period
	Closing times	High pressure holding times		
Platen temperature $^{\circ}C$	0→30	30	10	30
	<i>sec</i>	<i>sec</i>	<i>sec</i>	<i>min</i>
	210	5	10	11
190	5	10	23	5
160	5	10	51	5

* Water content of the wet sheet, at starting point of final press holding period, is about 40% (wet basis).

ために、通常の3段階加圧法を適用すると、ウェットシートの乾固が急激すぎて(30秒〜1分で乾固成板できる)再現性が得られなかった。また息抜き無しの場合と同様結果になるばかりでなくボードに汚染斑が出た。さらに熱圧用当板も通常使用法では、実験ボードに対して厚さむらの相対比が大きかった。このため Fig. 1 のごとき方法により、ウェットシートへの熱伝導の均一化とシートの温度上昇速度の緩慢化および厚さむら排除の点で一応満足すべき結果がえられたので、これにより Table 1 のごとく3段階加熱法で熱圧成板した。なお当板・金網は熱圧のつど室温水で冷却し、水をふきとって使用した。3段階加圧法は広く工場生産に適用され効果的な熱圧法であり、これに関する研究⁽⁶⁾²⁰⁾²⁴⁾²⁵⁾²⁷⁾³³⁾も数多く発表されているが、この加圧法は関係因子が多く解明されていない点が多い。本研究を進展するために、3段階加圧法の解明の必要性を強く感じたが、本実験の直接目的とするところでないので一応既往の条件にしたがった。ただし熱圧スケジュールの設定にあたって、後期圧縮直前の含水率を同じにするようにした。熱圧操作をウェットシートの含水率で規整することは、一般には測定がきわめて困難であるため行われていない。予備実験で熱圧中のウェットシートを任意時期に熱圧を中断して、急いで取り出し、直ちに秤量して含水率を測定し、これにもつぎ実験操作の都合上、後期圧縮直前の含水率を約40%に調整した。一般のボードの場合後期圧縮直前のウェットシートの含水率は8~10%でよいとされているが⁹⁾、本実験では水分の絶対量が僅少で急速に乾固するため、一般の場合より高含水率にする必要があった。本実験で用いた手法では、上記含水率は正確に測定できなかつたけれども、一応これを目標に息抜き時間をもつて調整した。Table 1 のごとく圧縮したときのウェットシート中心の温度履歴を Fig. 2 に示す。予備実験の結果、圧縮圧 $45 kg/cm^2$ の場合はかなりの熱圧時間の短縮をもたらしたが、これによるボードの性質は $30 kg/cm^2$ 圧縮の場合とほぼ同じ傾向を示したので $45 kg/cm^2$ 熱圧の実験を割愛した。

なお対比用の風乾ボードは、ウェットシートの上面にステンレ

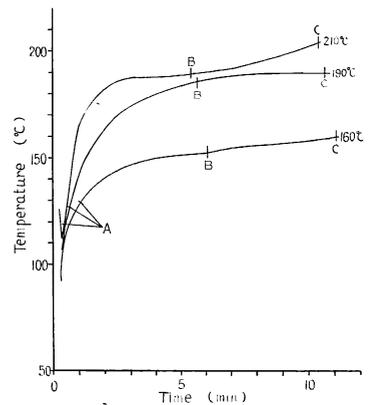


Fig. 2 各熱板温度で熱圧中のハードボードの中央における時間-温度曲線
Time-temperature relationships at mid of hardboards during pressing at several platen temperature

Legend:

- A. starting-point of final press holding period.
- B. end-point of final press holding period, press-holding time 5 min.
- C. end-point of final press holding period, press-holding time 10 min.

ス板を、また下面に濾紙 10 枚を重ねて、 30 kg/cm^2 で 5 分間常温圧縮後、紙試験用乾燥リングにはめ込んでステンレス板とともに室温下で風乾した。

以上によるボードは、関係湿度 65%、温度 20°C の恒温恒湿室で 7 日以上調湿後、一部を熱処理および油処理をした。

3.3.3 熱処理（ヒートトリートイング）

実験室型熱処理装置を用い、風速を 4.9 m/sec にし、温度を 150°C 、 180°C 各 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ になるよう新鮮空気の送入口、排気口を調節した。

予備実験で、熱処理時間を 1 時間から 5 時間まで行つたが、1 時間の熱処理により処理温度の効果の差が判然としたので、熱処理時間の長短がボード材質に及ぼす影響に関する実験は割愛した。

3.3.4 油処理（オイルテンパリング）

ボイルド亜麻仁油¹¹⁾を用い、粘度を低下させてハードボードへの浸透を良くするため 50°C に加熱し、ボード重量の 20% 量を 2 枚のステンレス板に均一に拡げ、ハードボードを両面からはさみ、油をボードに転移した。本実験のような薄いボードでは、上記量が均一塗付の最低限であつた。油を浸透させたボードは、熱処理と同様に加熱処理をした。

4. パルプおよびボードの性質測定

4.1 パルプの性質測定

パルプの篩分析には Bauer McNett 篩分析機を用いた。成分定量分析に当り無処理および脱樹脂パルプの α セルロースは、ホロセルロースを作つて測定し、リグニン、灰分量を補正した。

4.2 ボードの材質測定

材質試験はすべての製板処理後、関係湿度 65%、温度 20°C の恒温恒湿室で 7 日以上保存し調湿終了後に行つた。強度については測定上最も単純で、結果の分析が容易な引張強度を測定した。試験機は紙用ショツパー抗張度試験機を用い上下のつかみ間距離を 3 cm とした。1 条件につき 2 枚のボードから $1.2 \text{ cm} \times 8 \text{ cm}$ のたんざく形試験片を 8 個ずつ切りだし、2 分して気乾時と湿潤時の強度を測定した。湿潤強度は、 20°C 純水の水面下 2.5 cm に 24 時間浸漬後取り出して、10 分間たてかけ表面の水滴を除き、重量、寸法、強さを測定した。

吸水率および吸水厚さ膨脹率は、湿潤強度測定用試験片で同時に測定した。吸水率は、吸水前の 4 個の試験片重量に対する吸水量の比で表示し、吸水厚さ膨脹率は個々の試験片について測定し、吸水前の厚さに対する吸水後の膨脹量の比で表わし、8 個の平均値を示した。

比重は、これら試験片作成前の $9.6 \times 8 \text{ cm}$ のボードについて測定した。

比強度は、気乾引張強度を気乾比重で除した数値である。

以上の測定は、すべて 20°C 、65% の恒温恒湿室中で行つた。

5. 試験結果および考察

パルプの定量分析および篩分析結果は Table 2~Table 3 に示すとおりである。このパルプによる試験結果は Table 4 および Fig. 4~Fig. 21 に表示した。

湿潤強度、吸水率、吸水厚さ膨脹率は、試験片の大きさと水漬時間の間に問題があり、本実験のごとく

Table 2. 使用パルプの定量分析結果
Quantitative analysis of the pulp used
[Akamatsu, (Japanese red pine), *Pinus densiflora* Sieb. et Zucc.]

	Ash	Alcohol-benzen (1:2) extr.	Lignin	α -cellulose*	Holocellulose*
	%	%	%	%	%
Original GP (not treated)	0.25	0.48	27.9	41.8	71.3
GP, solvent extracted (alcohol & alcohol-benzen 1:1 mixture)	0.36	0.15	26.4	42.8	71.4
GP, delignified (chlorite holocellulose)	0.59	0.45	1.7	55.7	—

* Corrected to a Lignin and Ash content*

Table 3. 使用パルプの篩分析結果
Screen analysis* of the pulp used

Mesh	>24	24~48	48~80	80~150	<150	** Freeness cc
Original GP (not treated)	8.1	27.4	34.3	16.0	14.2	615
GP, solvent extracted (alcohol & alcohol-benzen 1:1 mixture)	5.6	23.5	32.8	15.0	23.1	660
GP, delignified (chlorite holocellulose)	8.2	23.8	27.3	12.5	28.2	523

* Used Baner McNett type classifier. ** Canadian Standard, 3 g, 20°C.

極薄ボードでは水漬時間を一般ボードの試験よりも短縮すべきものと考えたが、短縮すると水漬操作上測定誤差が大きく、変動が大きくなるので、一応 24 時間水中に浸漬した。したがって、結果は一般のボードの測定値と直ちに比較できない。個々の試験片について、強度はある程度変動しているが、分散の大きさは、抽出処理別、成板条件別とも有意な差が認められなかった。

5.1 熱圧工程における原料成分の影響

木材チップを機械的に解繊する工程において、細胞間結合を弱める手段として3つの基本的な方法がある。その第1は水、アルカリ等で膨潤させること、第2は温度を上昇させること、第3は脱リグニンすることである。ファイバーボード製造においては、今日上述のうち水-熱系の効果を利用する方法が主として行われている。この水-熱系の効果は、ただ解繊時のみでなく、ハードボードの熱圧過程においても、また重要な役割を演じているものようである。ウェットホーミング・ウェットプレツシング方式でハードボードを成板するときは、ウェットシートは熱圧により、その厚さが1/5~1/10にまで圧縮される。この過程で示す変形は、木材の圧縮変形の場合にきわめて類似したものと見られる。Fig. 3は、既往の報文^{10), 20), 31)}による木材の変形域に関するデータを1図にまとめたものである。一般的に、木材は飽水下では、低圧低温で降伏点に達して塑性流動域に入り、圧縮破壊点も低くなる。絶乾木材で、降伏点の低くなる160~180°Cの温度は、抽出リグニンの軟化点と一致することが知られている。飽水木材では、その降伏点の低くなる温度範囲は80~120°Cに見られるが、これはいかなる成分の影響によるものか明らか

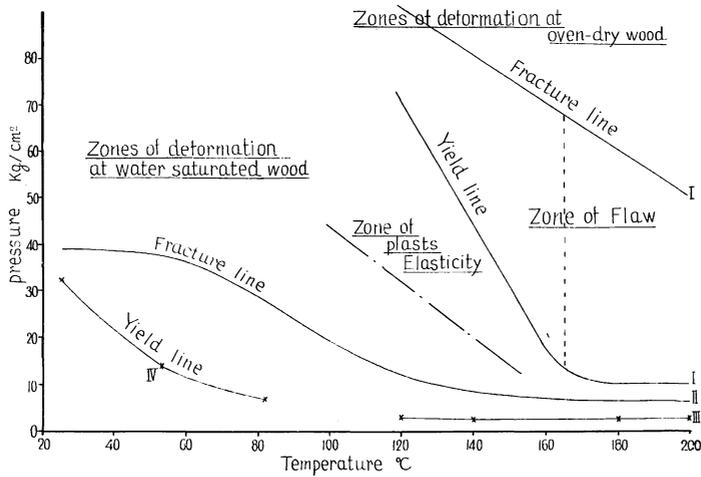


Fig. 3 絶乾木材および飽水木材の変形域

View showing zones of deformation of oven-dry wood and water saturated wood
 Note: I HIGGINS, H. G. & F. V. GRIFFIN¹⁰⁾ II STONE, J. E.²⁰⁾ III HURUYA, T.³⁾
 IV YOUNGS, R. L.³¹⁾

Table 4. 常温圧縮後風乾したファイバーボードの引張強度と比重
 Tensile strength and specific gravity of air-dried fiberboard after cold pressing

Pressure kg/cm ²	2		4		30	
	Tensile strength kg/cm ²	Tensile strength kg/cm ²	Specific gravity	Tensile strength kg/cm ²	Specific gravity	
Original GP (not treated)	16.0	—	0.25	34.0	0.48	
GP, solvent extracted (alcohol & alcohol- benzin 1 : 1 mixture)	14.5	—	0.23	33.0	0.46	
GP, delignified (chlorite holocellulose)	378	605	0.73	650	1.06	

にされていない。

Table 4 はウェットシートを種々の圧縮圧で5分間常温圧縮後、ステンレス板とともに無圧下に室温で風乾したボードの気乾引張強度と比重を示したものである。含リグニンボードは圧縮圧の増加にしたがい、比重と引張強度が増加するが、30 kg/cm² 圧縮のものでも比重、強度ともに低い値を示す。これに対して脱リグニンパルプは、2 kg/cm² 圧縮でも高い比重と強度を示している。30 kg/cm² で圧縮したボードは、このパルプを熱圧したハードボードと、同等の強度水準に達している(4 kg/cm² 圧縮で通常パルプを熱圧したハードボード以上の強度を示す)。

このことは、脱リグニンすることにより、ウェットシートの室温における降伏値がきわめて小さなものとなることを予想させるものである。これらの事実は製紙工程ですでに知られているところの知見とよく一致する²³⁾¹⁾。風乾ボードに関する原料成分の影響については、製紙の場合と同様に、リグニンは繊維細胞の表面を被覆して繊維の膨潤を抑制し、低温での可塑性を失わせて圧縮に抵抗し、脱水乾燥過程での繊維接着の生成を阻害するものと予想される。これらの点に関しては、脱樹脂パルプに樹脂分を、また脱リ

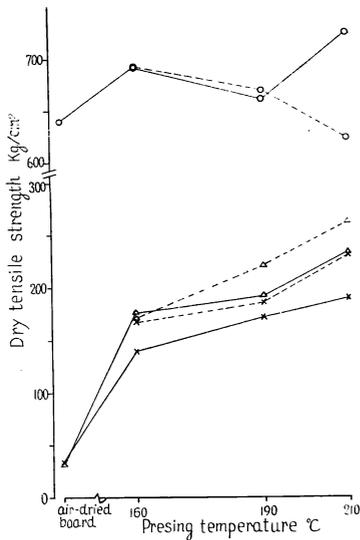


Fig. 4 ハードボードの気乾引張強度におよぼす熱圧温度の効果
The effect of pressing temperature on the dry tensile strength of hardboards

Legend: × Original GP △ GP, solvent extracted ○ GP, delignified
—— Press-holding time, 5 min. - - - - Press-holding time, 10 min.

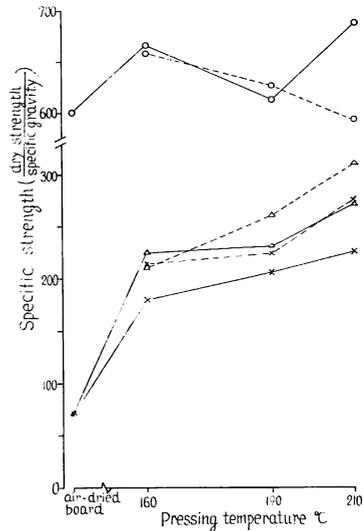


Fig. 5 ハードボードの気乾引張比強度におよぼす熱圧温度の効果
The effect of pressing temperature on the specific dry tensile strength of hardboards

グニンパルプに木材リグニンを代表するような単離リグニンを、それぞれ除去相当量加えて成板し比較するような実験を行い、さらに検討する必要がある。しかし、リグニンの阻害作用は熱圧によつて緩和されることが Fig. 4 によつて見られる。熱圧によつてウェットシートは温度の上昇とともに、水-熱系の作用により、圧縮に抵抗する力がゆるみ、より低い圧縮圧でも圧縮が進行するようになり、繊維間接触表面の増加と繊維接着を容易にして、比重を高め、かつ強度の増加をうながすものと予想される。含リグニンハードボードの気乾引張強度は、脱リグニンハードボードの強度の約 1/3 にすぎず、熱圧過程だけでは、リグニンの強度形成の阻害作用を十分に緩和するにいたらないことを示すものと考えられる。

熱圧時の温度が高くなるにつれ、また時間が長くなるにつれ、含リグニンハードボードの強度は増加し、風乾ボードの 5~8 倍になり、比強度 (Fig. 5) では約 2~4 倍になる。脱リグニンハードボードの強度は、熱圧条件により風乾ボードの達した水準線上を上下し、ある点で最高となり、熱圧条件が過度になるにつれて下降が見られる。このハードボードは褐色に変色し、温度と時間が長く、また長くなるにつれその度合は増大し、脆性破断の傾向をたどる。これは脱リグニンすることにより、 30 kg/cm^2 の常温圧縮で十分な強度を示すように接着が進行していたものが、熱圧中に起る加水分解その他の反応により繊維個有強度の低下を招いたもので、紙の場合と同様に説明されると思う。含リグニンハードボードの強度は、温度と時間の増加につれて増大するけれども、また加水分解による繊維の個有強度の低下も起つていると考えられる。その程度はハードボードの着色度などから見て、脱リグニンハードボードの方が大きいものと考えられる。同じ含リグニンハードボードでも、脱樹脂処理 GP ハードボードは、無処理 GP ハードボードよりも引張強度が高くなる。ÖGLAND, N. J.²¹⁾ はアセトン抽出処理ハードボードで同様結果を得ている。本実験では、両パルプの繊維長配分が同一にできなかったから、原料成分の相違にも

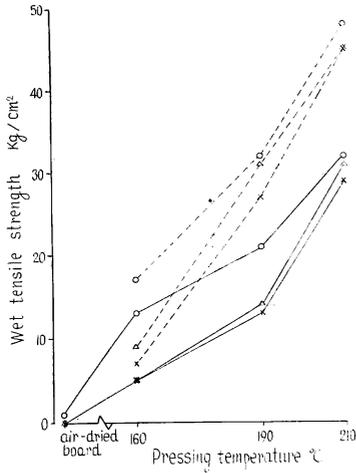


Fig. 6 ハードボードの湿潤引張強度におよぼす熱圧温度の効果
The effect of pressing temperature on the wet tensile strength of hardboards

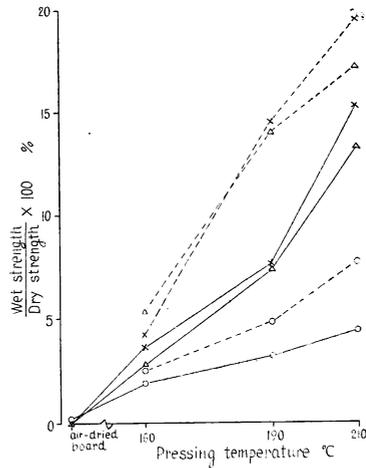


Fig. 7 ハードボードの湿潤強度—気乾強度比率におよぼす熱圧温度の効果
The effect of pressing temperature on the wet and dry strength ratio of hardboards

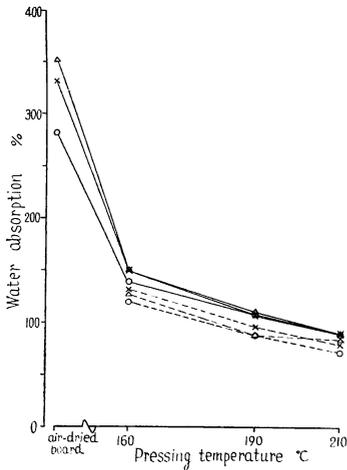


Fig. 8 ハードボードの吸水率におよぼす熱圧温度の効果
The effect of pressing temperature on the water absorption of hardboards

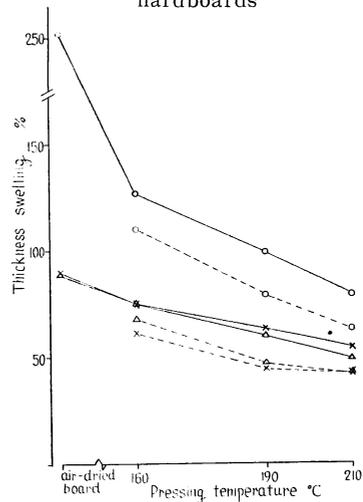


Fig. 9 ハードボードの吸水厚さ膨脹率におよぼす熱圧温度の効果
The effect of pressing temperature on the thickness swelling of hardboards in water

Legend: (This legend will be available to Fig. 6~9)

× Original GP △ GP, solvent extracted ○ GP, delignified
—— Press-holding time, 5 min. Press-holding time, 10 min.

とづくものと単純に考えることはできない。

これらのハードボードの24時間吸水後の湿潤引張強度, 吸水率, 吸水厚さ膨脹率等に関する結果は, Fig. 6~Fig. 9に示す。含リグニン風乾ボードの湿潤強度は, ほとんど0に近いが, 熱圧時の温度が高いほど, また時間が長いほど大きくなる。脱リグニン風乾ボードは, わずかの強度を示したが, 熱圧により含リグニンハードボードの場合と同様の傾向を示している。熱圧の後期には, ボードはほとんど絶乾状

態にまで乾燥される。熱圧保持時間を一定にすれば、熱圧時の温度の高いものほど早くその状態に達するから、高温熱圧ほど高度の熱処理を受けることになり、水の侵入によつて破壊されないような結合がより促進されるものと推測される。リグニンの有無にかかわらず湿潤強度が増加することは興味深いものがある。従来の研究では、リグニンは熱圧によらぬ紙などでは湿潤強度の増加に対し阻害作用があるとされているが²²⁾ 熱圧下ではその阻害作用は緩和されているものと考えられる。耐水性も熱圧によつて大きく改善され、その程度は熱圧時の温度が高くなるほど、また時間が長くなるほど大きい。吸水率は水漬時間が長く飽和状態になつたため、成分による差は見られなかつたが、吸水進行途中では、脱リグニンした方が吸水率は大きいものと思われる。吸水厚さ膨脹率は、含リグニンのものの方が、風乾ボード、ハードボードともに低い値を示し、リグニンは効果的に作用していることがわかる。このことは湿潤強度と気乾強度の比率を示す Fig. 7 より明らかである。含リグニンハードボードは、脱リグニンハードボードの1/3~1/2の気乾強度を有するにすぎないが、湿潤強度と気乾強度の比率は、ほぼ2倍以上に達し、また一般的には、熱圧の温度が高く時間が長いほど大きくなる。含リグニンパルプは、熱圧によつて獲得できる気乾強度の水準は低い、水に対し安定な結合をする割合が大きいことを意味するものである。第1報 Table 1 に示した原木材の湿潤強度と気乾強度の比率にくらべれば、ハードボードの比率は1/4以下にすぎないが、その効果は発揮されているとみることができる。

5.2 熱処理工程における原料成分の影響

熱処理の効果について W. KLAUDITZ & G. STEGMANN¹⁴⁾ は「これの成因はヘミセルロース特にボード形成時に木材繊維の結合にあずかるポリウロニッド物質によるもので、熱処理の効果はリグニンを含

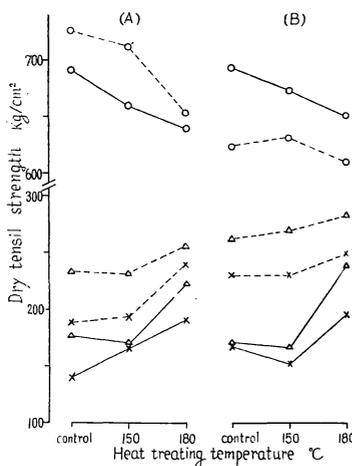


Fig. 10 種々の温度で熱圧したハードボードの気乾引張強度におよぼす熱処理温度の効果
The effect of heat treating temperature on the dry tensile strength of hardboards pressed at various temperature

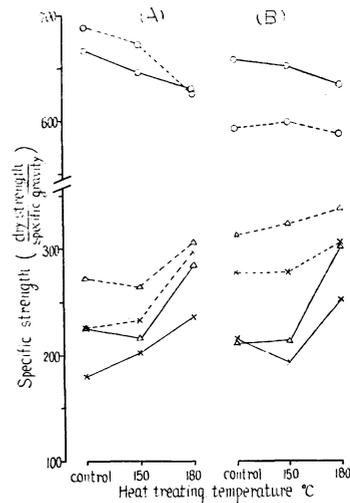


Fig. 11 種々の温度で熱圧したハードボードの気乾引張比強度におよぼす熱処理温度の効果
The effect of heat treating temperature on the specific dry tensile strength of hardboards pressed at various temperature

Legend: (A) Press-holding time, 5 min. (B) Press-holding time, 10 min.

× Original GP Δ GP, solvent extracted ○ GP, delignified
—— Hardboard pressed at 160°C - - - - Hardboard pressed at 210°C

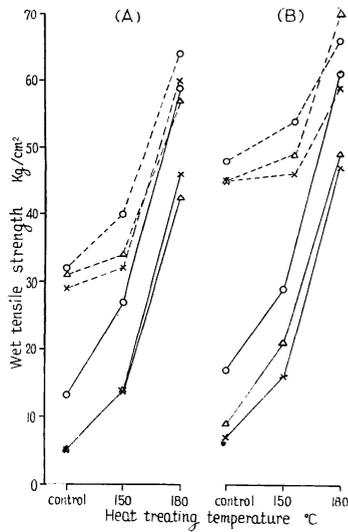


Fig. 12 種々の温度で熱圧したハードボードの
湿潤引張強度におよぼす熱処理温度の効果
The effect of heat treating temperature
on the wet tensile strength of hardboards
pressed at various temperature

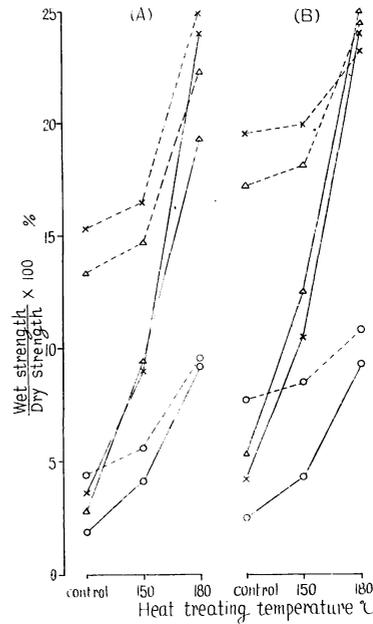


Fig. 13 ハードボードの湿潤強度—気乾強度
比率におよぼす熱処理温度の効果
The effect of heat treating temperature
on the wet and dry strength ratio
of hardboards

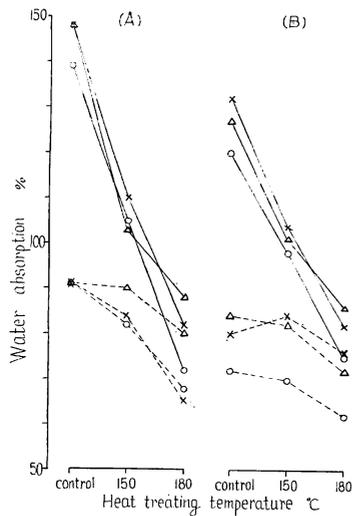


Fig. 14 種々の温度で熱圧したハードボードの
吸水率におよぼす熱処理温度の効果
The effect of heat treating temperature
on the water absorption of hardboards
pressed at various temperature

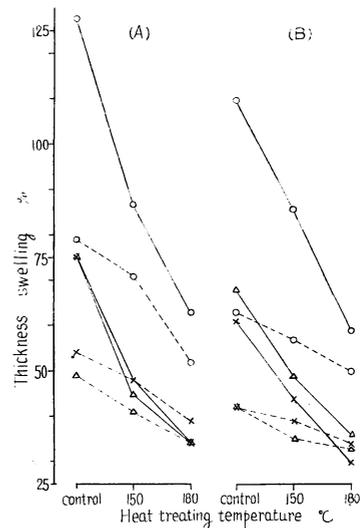


Fig. 15 種々の温度で熱圧したハードボードの
吸水厚さ膨脹率におよぼす熱処理温度の効果
The effect of heat treating temperature
on the thickness swelling in water of
hardboards pressed at various temperature

Legend: (This legend will be available to Fig. 12~15)

(A) Press-holding time, 5 min. (B) Press-holding time, 10 min.

× Original GP △ GP, solvent extracted ○ GP, delignified
— Hardboard pressed at 160°C Hardboard pressed at 210°C

まないハードボードにおいても起ることから、リグニンは関係しない」と述べている。

本実験では、Fig. 10, Fig. 11 に示すごとく、脱リグニンハードボードの気乾引張強度は、熱処理により低下し、高温処理ほど低い値を示す。これに反し、含リグニンハードボードでは強度が増加し、その程度は不十分な熱圧条件（比較的低い温度かつ短時間）で熱圧し、180°C で熱処理したものが大きく、高温でかつ長時間熱圧したボードを熱圧温度より低温度で熱処理したときが小さく、または熱処理によつて若干強度が低下した。以上のことから気乾強度に関するかぎり、熱処理により強度の改善が起るのは、熱圧工程において十分な熱処理を受けていないハードボードであるということが出来る。また熱圧操作の最終段階は熱処理の一部と見なすことができる。

湿潤引張強度、吸水率、吸水厚さ膨脹率等に対する熱処理の影響は Fig. 12~Fig. 15 に示すごとく、いずれも熱処理の効果が認められ、比較的低い熱圧条件のハードボードのとき顕著に改善され、その程度は180°C 処理では特に大きい。これは湿潤強度と気乾強度の比率（Fig. 13）からも知ることが出来る。熱処理効果においても、含リグニンハードボードと脱リグニンハードボードの間には差があり、リグニンが寸度安定に貢献しているようである。

5.3 油処理における原料成分の影響

油処理により気乾引張強度は、脱リグニンハードボードでは低下し、含リグニンハードボードでは著しく向上した（Fig. 16）。しかし油の浸透によつてボードの比重が高くなるので比強度では、熱処理したハードボードに対して20~40%の改善にすぎないものとなつた（Fig. 17）。湿潤強度、吸水率、吸水厚さ膨脹率等は、Fig. 18~Fig. 21 に示すごとくで、耐水性が熱処理のいずれの条件のものよりも著しく改善され、寸度安定化にも効果の大きいことを示している。脱リグニンハードボードの油処理効果は、同温度の熱処理にまさるが、より高温の熱処理にはおよばない。脱リグニンハードボードは密度が高いため

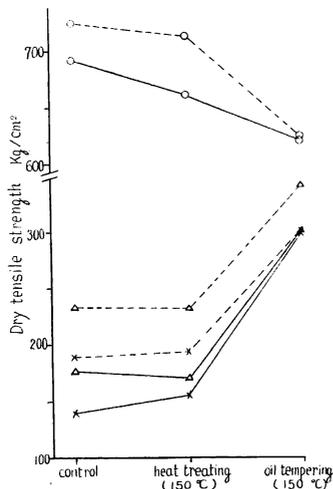


Fig. 16 ハードボードの気乾引張強度におよぼす油処理の効果

The effect of oil tempering on the dry tensile strength of hardboards

Legend: × Original GP Δ GP, solvent extracted ○ GP, delignified
 — Hardboard pressed at 160°C --- Hardboard pressed at 210°C

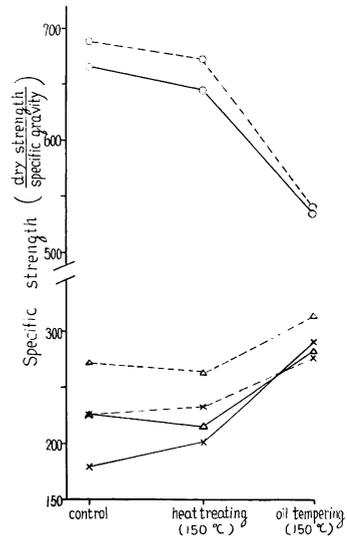


Fig. 17 ハードボードの気乾引張比強度におよぼす油処理の効果

The effect of oil tempering on the specific dry tensile strength of hardboards

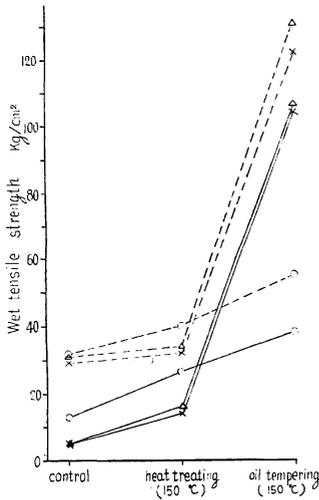


Fig. 18 ハードボードの湿潤引張強度におよぼす油処理の効果
The effect of oil tempering on the wet tensile strength of hardboards

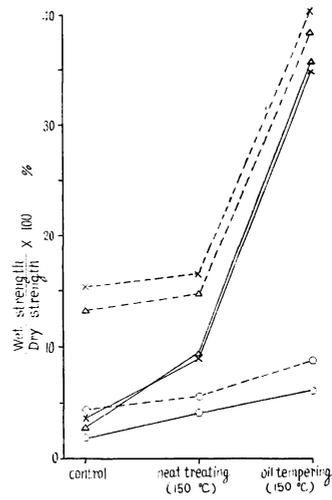


Fig. 19 ハードボードの湿潤強度—気乾強度比率におよぼす油処理の効果
The effect of oil tempering on the wet and dry strength ratio of hardboards

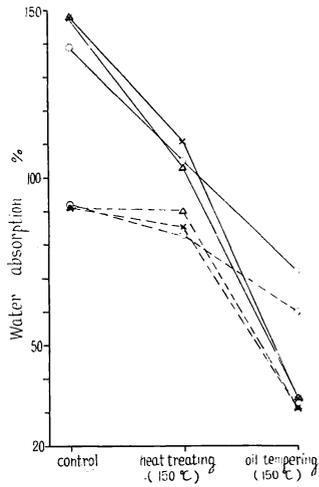


Fig. 20
ハードボードの吸水率におよぼす油処理の効果
The effect of oil tempering on the water absorption of hardboards

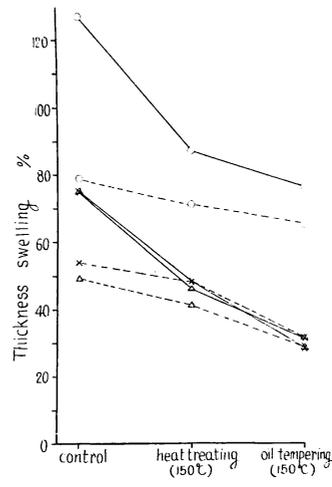


Fig. 21 ハードボードの吸水厚さ膨脹率におよぼす油処理の効果
The effect of oil tempering on the thickness swelling of hardboards in water

Legend: (This legend will be available to Fig. 18~21)

× Original GP △ GP, solvent extracted ○ GP, delignified
—— Hardboard pressed at 160°C Hardboard pressed at 210°C

あるが、油の浸透に対し強い抵抗性を示し、またリグニンの存在によつて示されるところのボイルド亜麻仁油の熱重合の進展が見られないのではないかということなどが考えられる。

これらに関しては、油のボードへの浸透と加熱処理による繊維質への結合、油の皮膜強度等一連の研究を追加し検討する必要がある。

摘 要

ファイバーボード原料成分とウェットホーミング・ウェットプレツシング方式によるボード製造工程、特に熱圧、熱処理、油処理工程との関連性、さらにボードの性質におよぼす原料成分の影響を知るために、碎木パルプを脱樹脂、脱リグニンして成板し検討をおこなつた。

1. ウェットシートを常温で圧縮脱水し、無圧下に室温で風乾したボードを気乾引張強度で比較すると、含リグニンボードは 30 kg/cm^2 圧縮したものでも低い比重と強度を示すが、脱リグニンパルプでは 4 kg/cm^2 圧縮で、通常のパルプを熱圧したハードボードと同等の強度に達する。湿潤引張強度はいずれのパルプもほとんど0に近い。

2. 熱圧によつて、気乾引張強度は、含リグニンボードは風乾ボードの5～8倍にまでなるが、脱リグニンボードの強度の約1/3にすぎない。脱リグニンボードでは風乾ボードの達した水準からわずかの強度増加より見られない。脱樹脂によつては無処理との間に大きな差が認められなかつた。

湿潤強度はいずれのパルプも（風乾ボードではほとんど強度が認められないのに）熱圧によつて相当の強度をもち、熱圧時の温度と時間が増加するほど高い強度を示す。

吸水率、吸水厚さ膨脹率は含リグニンパルプの方が低い値を示しリグニンの耐水性効果が認められ、これは各ボードの湿潤強度と気乾強度の比率を比較することによつても理解できる。

3. 熱処理によつて、気乾引張強度は、脱リグニンボードは低下し、含リグニンボードは増加する。湿潤強度、吸水率、吸水厚さ膨脹率ではいずれのパルプにも熱処理効果が認められた。しかし、リグニンはボードに疎水性および水分に関連する寸度安定性に与える点では効果的な作用をしている。

4. 油処理により気乾引張強度は、含リグニンボードで著しく向上するのに脱リグニンボードでは逆に低下した。

湿潤引張強度、吸水率、吸水厚さ膨脹率ではいずれのパルプにも油処理効果が認められ、この効果は特に含リグニンボードに強く現われた。

5. 以上の結果から、リグニンはボード中の接着性物質、特にヘミセルロースの接着効果をさまたげるが、疎水性または寸度安定には貢献する働きをもつものとする。

しかしさらに、明確な結論をうるまでには今後の研究にまたねばならない。

文 献

- 1) 荒木綱男：繊維素化学，産業図書，(1952，昭．27)
- 2) ASPLUND, A.: Water problems affecting the wallboard industry, Svensk Paperstidning, 52, 4, (1949) p. 79~86
Preparation and characteristics of fiberpulp for hardboard, "Wallboard Production and Use" Northern Wood Utilization Council, (1950) p. 24~42
- 3) BAILEY, A. J.: Adhesive Properties of Lignin & Cellulose, Paper Industry, (Feb. 1938) p. 1273~1276
- 4) BASLER, H.: Ursachen und Wirkungsweise der den Faserstoffen inkärenten Bindekraft im Rahmen der Hartplattenfabrikation, Holz als Rou u. Werkstoff, 11, (1953) p.277~302
- 5) EDWIN, C. T., and C. V. HOLMBERG: Relation of Lignin Content to the Strength of Paper and Paperboard, III, P. T. J., 23, (1942) Tappi sect. p. 203~208

- 6) FARMER, R. H., D.F. PACKMAN: The Production of Hardboard from Toropical Timbers, Colonial Plant and Animal Products, 4, 4, (1954) p. 293~309, 5, 1, (1954) p. 39~50
- 7) FINEMAN, M. N.: The Role of the Hemicellulose in the Mechanism of Wet Strength, Tappi, 35, 7, (1952) p. 320~324
- 8) 古谷 剛: 第 6 回日本木材学会大会発表, (1958, 昭. 33)
- 9) HEDIN, B. V.: Press designs, Pressing technique and Pressing diagrams in the Manufacture of Hardboard, FAO/ECE/BOARD/CONS/PAPAR, 5.13, (1957)
- 10) HIGGINS, H. G. and F. V. GRIFFIN.: The Nature of Plastic Deformation in Wood at Elavated Temperatures, J. of Council for Sci. and Ind. Res., 20, 3, (1947) p. 361~
- 11) 岩井信次: 塗料ハンドブック, 産業図書, (1954, 昭. 29)
- 12) KING, F. W. and H. SCHWARTZ: The Effect of Physical Form of Raw Material in Fiberboard Manufacture, FAO/ECE/BOARD/CONS/PAPAR, 4.6, (1957)
- 13) KLAUDITZ, W.: Beitrage zur chemischen und physikalischen Technologie des Holzes und der Holzfaserstoff, Holzforschung, 5, 3, (1951) p. 58~67
- 14) KLAUDITZ, W. and G. STEGMANN: Über die grundlegenden chemischen und physikalischen Vorgänge bei der Wärmvergutung von Holzfaserplatten, Holz-forechung, 5, 3, (1951) p. 68~74
- 15) KLAUDITZ, W.: Zur biologisch-mechanischen Wirkung des Lignins in Stammholz der Nadel-und Laubhölzer, Holzforschung, 6, 3, (1952) p. 70~82
 Zur biologisch-mechanischen Wirkung der Cellulose und Hemicellulose im Festigungsgewebe der Laubhölzer, Holzforschung, 11, 2, (1957) p. 110~116
 Zur biologisch-mechanischen Wirkung der Acetylgruppen im Festigungogewebe der Laubhölzer, Holzforschung, 11, 2, (1957) p. 47~551
- 16) LAGERGREM, S., S. RYDHOLM and L. STOCKMAN: Studies on the interfibre bonds of Wood, Part I, Tensile strength of Wood after heating, swelling and deligninification, Svensk Papperstidning, 60, 17, (1957) p. 632~644
- 17) MITHEL, B. B., G. H. WEBSTER and W. H. RAPSON: The Action of water on cellulose between 100 and 225°C., Tappi, 40, 1, (1957) p. 1~4
- 18) 西山篤徳・朝見 毅: 湿式法硬質繊維板のオイルテンパリングについて, 第 3 回木材工業技術研究発表会発表, (1955, 昭. 30)
- 19) 農林省林業試験場: 木材工業ハンドブック, 丸善, (1958, 昭. 33)
- 20) ÖGLAND, N. J.: Om Varmebehandling av Hårda Trafiberskivor, Norsk Skogsinctnstri, 2, (1948) p. 301~
 *Hemicellulose och ligninets roll vid framstallning av hårda trafiberskivor, Svensk Papperstidning, 58, 2, (1955) p. 50~51
 Inverkan av några tillverkningstekniska faktorer på hårda trafiberskivors egenskaper, Svensk Papperstidning, 61, 5, (1958)p. 128~132
- 21) RAPSON, W. H.: A Comparison of Processes for the Generation of Chlorine Dioxide in pulp Mills, Tappi, 37, 4, (1954) p. 129~137
- 22) RUNKEL, R. O. H.: Zur Kenntnis des thermoplastischen Verhaltens von Holz, Holz als Roh-u. Werkstoff, 9, 2, (1951) p. 41~53
- 23) SEBORG, R. M., M. A. MILLETT and A. J. STAMM: Heat Stabilized Compressed Wood, F. P. L. F. S., U. S. D. A. Rep. No. 1580, (Revised)
- 24) SCHWARTZ, S. L. and Barid, D. K.: Effect of Molding Temperature on the Strength and Dimensional Stability of Hardboard From Fiberized Water-Soaked Douglas-Fir

- Chips, F. P. S. Proceeding, 4, (1950) p. 322~326
- 25) SEGRING, B.: Die Pressing von Hartfaserplatten, Holz als Roh- u. Werkstoff, 15, 1, (1957) p. 1~9
- 26) STONE, J. E.: The Rheology of Cooked Wood,
I. Introduction and Discussion, Tappi, 38, 8, (1955) p. 449~451
II. Effect of Temperature, Tappi, 38, 8, (1955) p. 452~459
III. Effect of Mild Delignifying Agents, P. P. M. of Canada, 40, 7, (1957) p. 191~196
- 27) TURNER, H. D., HOHF, J. P. and SCHWARTZ, S. L.: Effect of Some Manufacturing Variables on the Properties of Fiberboard Prepared From Milled Douglas-Fir, F. P. R. S. Proceeding, 2, (1948) p. 100~112
- 28) 上野桂助: 紙の強度, 丸善, (1954, 昭. 29)
- 29) 米沢保正: 繊維板について, 日本林学会誌, 35, (1953, 昭. 28) p. 149~153
- 30) 米沢保正: 繊維板用パルプについて, 木材工業, 10, 2, (1955) p. 5~9
- 31) YOUNGS, R. L.: Mechanical Properties of Red Oak Related to drying, F. P. J., 7, 10, (1957) p. 315~324
- 32) 吉野 勇・仙田正三: 湿潤強力紙に関する研究
第 4 報, 繊維学会誌, 8, (1952) p. 281~285
第 5 報, " , 8, (1952) p. 381~384
第 6 報, " , 8, (1952) p. 384~387
第 7 報, " , 9, (1953) p. 104~111
第 8 報, " , 9, (1953) p. 229~233
第 9 報, " , 10, (1954) p. 8~14
第 10 報, " , 10, (1954) p. 97~101
第 11 報, " , 10, (1954) p. 249~257
*第 12 報, " , 11, (1955) p. 330~335
第 13 報, " , 11, (1955) p. 732~736
- 33) WILCOX, H.: Interrelationships of Temperature, Pressure, and Pressing time in the production of Hardboard from Douglas-Fir Fiber, Tappi, 36, 2, (1953) p. 89~94
- 34) WISE, L. E., M. MURPHY and A. A. D'ADDIECO: Chlorite Holocellulose, Its Fractionation and Bearing on Summative Wood Analysis and on Studies on the Hemicellulose, P. T. J., 122, 2, (1946) Tappi sect, p. 11~19

**The Fundamental Physical and Chemical Research on Raw Materials for Fiberboard
(2nd Report)**

Effect of the chemical components in the raw material (II)

Yasumasa YONEZAWA, Tôkitsu MURATA and Iwao SUZUKI

(Résumé)

To study the relationships of chemical components in the raw materials to the properties of fiberboard and various steps in manufacture for making board by wet-felting and wet-pressing method, especially hot-pressing, heat treatment and oil tempering, we carried out several experiments, using mechanical pulp which had been produced by alcohol extraction and delignification, and obtained the following results.

1) Firstly, by air drying, the dry tensile strength of the ligneous board, even if it was compressed at 30 kg/cm^2 pressure, had only lower density and weaker strength, but in the delignified board, already at 4 kg/cm^2 pressure, they were the same as in the hot pressed board.

The wet tensile strength was nearly naught in both cases.

2) By the hot pressing of wet sheet, the dry tensile strength of the ligneous board rose to about 5~8 fold in amount, whereas that of the delignified board remained almost unchanged, but still the former was not yet one-third of the later.

There was not much difference between the resinless board (solvent extracted) and the standard board (not treated).

Moreover, the wet tensile strength increased considerably, and had become larger with higher temperature and longer time.

The value of water absorption (absorption time was 24 hrs.) and swelling of the ligneous board were lower than those of the delignified board.

3) The heat treatment decreased the dry tensile strength of the delignified board, but increased conversely that of the ligneous board. From this result, we well recognized that the heat treatment effect improved the wet tensile strength, water absorption, and swelling of all the boards.

4) By the oil tempering, the dry tensile strength of the ligneous board increased largely, but that of the delignified board fell conversely. The wet tensile strength, water absorption, and swelling of all the boards have been improved by this treatment, especially in the case of the ligneous board.

5) From the above facts, we recognize that lignin hinders development of the full bonding effect of the bonding substances, especially hemicellulose, but contributes to the hydrophobing effect or dimensional stability of the boards. But, further investigations to obtain clearly the conclusion shall be carried through.