

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1報） 原料の化学的成分の影響（I）

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、いずれの製造方式においても、原料のパルプ化、成型、熱圧乾固、熱処理（ヒートトリートニング）の基本的工程によって成板される。この工程中に原料は物理的・化学的変化をうけるが、原料中の成分がボード形成にはたす役割について従来各種の論議が行われた。メイソナイト法をはじめとするハードボード製造方式の創案者達¹⁾⁵⁾ はリグニンの活性化とリグニンプラスチック化を唱え、基礎的研究者のなかにもリグニンの効用を高く評価する人がある他方には、セルロースないしヘミセルロース特にポリウロニッド質が繊維接着の主体をなし、リグニンはボードに剛性、硬度、耐水性等を付与するにすぎないとする人²⁾³⁾ がある。今日一般には後者の説が支持されることが多いが、しかし、なお解決の域に達していない。この解明はリグニン自体の研究の困難性からきわめてむずかしいものと考えられる。しかし原料の成分に関する問題は、ファイバーボード製造の基本的事項であるので、われわれは上記の困難性を覚悟の上で本研究に着手した。

研究ははじめに、碎木パルプでハードボードを作り、これをアルコールで脱脂し、 Cl_2 ガスで Cl_2 化し、さらにピリジンで抽出して脱リグニン処理をしたのであるが、 Cl_2 化により炭水化物の損失を招き、またボードの膨潤のため結果の解析が困難になったので、より単純化した状態で検討するために木材の超薄片を用いて実験した。

（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

シラベ、久々野営林署産、樹令 53 年の材を供試した。直径 20.3~21.0 cm、含水率 28.8% の丸太から、20×6×7 cm の角材（平均年輪幅 3 mm、秋材率 6%）を取った（Fig. 1）。この角材から、小田原市内某木工所に依頼し箱根細工表面材用特殊手鉋で、柾目取り 200×60×0.1 mm のスライス削片を作製した。これは少なくとも肉眼的には裏割れが認められなかった。削片は厚

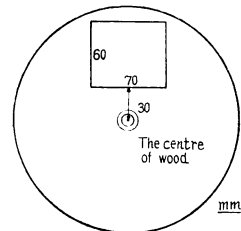


Fig. 1
使用丸太材からの角材の採取方法
Sampling method of a squared
timber from a log used

(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

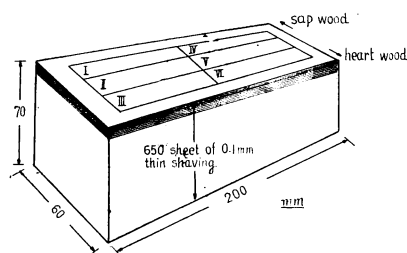


Fig. 2 角材からの極薄削片の採取方法
Sampling method of thin shaving from squared timber

りを1,000番とした。100枚ずつの10グループを作り、乱数表を使用してグループごとにランダムな序列を作り、各序列のはじめから1枚ずつを取って10枚を1組とする100組の試験片群を作り、この1組を単位として種々の条件の試験を行つた。各試験片は、原木時の互に隣接した状態と異なるから、組内の分散は、原木の隣接位置のもの10枚の分散よりは多小大きくなることが予想されるが、組間分散に有意差がなくなるので、組単位の処理をし、その平均値による比較が可能となるものと考えた。

3. 実験方法

3.1 原料成分の抽出処理

前述の100組からランダムに抜き取り、無処理区、脱樹脂区、脱リグニン区にわけ、それぞれ処理を行つた。

脱樹脂区は、無水アルコールを用いソックスレー抽出器中で15時間抽出処理をし、順次濃度をうすめたアルコールで洗浄して、最後に水で十分水洗し、金属板に張り付けて風乾した。

脱リグニン区は、前者と同様の方法で脱樹脂処理をしたのち、Wise, L. E., et al.⁷⁾ の Chlorite Holocellulose 法で脱リグニンした。氷醋酸10滴、亜塩素酸ソーダ (NaClO_2) 1.5 g、水160 ccをとった250 cc容三角フラスコに5 g量の削片を入れ、逆立てた25 cc三角フラスコで閉じ、1時間80°Cに保ちつつ約10分間ごとに軽く振とうした。さらに氷醋酸10滴を混合し NaClO_2 1.5 gを加えて1時間同様処理し、これを全部で4回まで行つた。最後にモイレ反応がなかったから大部分のリグニンは除去されたが、なお僅少のリグニンは残留するものと思われる。この処理後、氷浴で冷却し、純氷水で十分洗浄し、水中で三角フラスコより、金属板に移して張り付けてから取り出して風乾した。脱リグニン処理した削片をそのまま直接水から取り出すと、破断してしまうほど脆弱化していた。

これらの試験片はデシケータ (関係湿度65%) 中で、5日間調湿したのち強度試験を行つた。

3.2 加熱処理

加熱処理は、前処理後の削片を気乾状態と含水率70%の湿潤状態でつぎのごとく行つた (それぞれを dry heat treatment, wet heat treatment と以下記述する)。

処理温度：140, 160, 180, 200, 220°C の5条件。

処理時間：各温度に達してから5分間。

Dry heat treatment の場合には、処理温度に保持した油浴中に、温度計と減圧用ガラス管をつけた試験管を立て、試験管内の温度が、処理温度に達したとき、Fig. 3のごとくセットした試験片を入れて

さ $0.10 \pm 0.05 \text{ mm}$ 、細胞高は春材部で2~3、秋材部で3~5であつた。この削片は原角材の形に並べて保存した。

予備実験の結果、Fig. 2のI~VIの部位間には分散に有意差があり、部位内の分散には差が認められなかつた。IV~VIは節の影響があり、IとIII間の分散には差が認められず、年輪幅にも大きな差がなかつたので、IとIII部位を供試した。IおよびIII部位で上から各500枚、 $90 \times 15 \text{ mm}$ の試験片をとり、Iから番号をつけIIIの終

封入後、35 mm Hg に減圧し、処理温度に達したときさらに 16 mm Hg まで吸引して5分間保持したのち取りだした。

Wet heat treatment の場合には、削片を $20 \pm 3^\circ\text{C}$ の蒸留水中に5時間浸漬し、含水率約70%に吸水させたのち、Fig. 3のごとくセットして試験管に挿入し、処理温度に達するまで（この間12～16分を要した）試験管中に多量の水滴が存在するように操作し、所定温度に達してから16 mm Hg に吸引し、5分後に取りだした。

上記の各処理後、室温で1日間放置してから関係湿度65%のデシケータ中で5日間調湿したのち強度を測定した。

3.3 強度測定

シヨツパー抗張度試験機を用い、チャック間距離を3 cm として気乾時と湿潤時の強度を測定した。

湿潤強度は、試験片を $20^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ の純水に2時間浸漬したのち10分間風乾し、余分の水分を除いて湿潤状態で試験した。

測定値はいずれも強度測定時の断面積当りの引張強度を求め、10個の試験片の平均値で表示した。

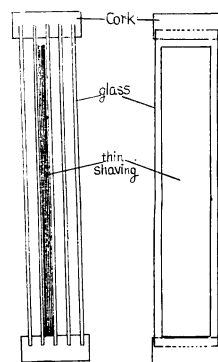


Fig. 3 熱処理装置
The heat treatment apparatus

4. 実験結果および考察

4.1 成分抽出・風乾処理

結果は、Table 1 ならびに Fig. 4 のとおりである。

気乾強度は、脱樹脂または脱リグニン処理によって単位面積当りの強度が増加した。しかし、これは乾燥による脱水と収縮によつて削片の厚さが薄くなるので、単位面積当りの強度は増加しても、無処理に比較して変化がなかったと考える方が妥当のように思う。

脱リグニン4回処理後の削片は、攪拌によつて容易に繊維化できるほど中間膜の結合は弱まっているにもかかわらず、原料の繊維の平行配列は保たれていた。この削片は乾燥の際に金属板に張り付けて無加圧下で乾燥したので、W. KLAUDITZ²⁾の報文のごとき顕著な強度増大は起らなかったが、同氏²⁾³⁾の「細

Table 1.

溶剤抽出、引き続いて脱リグニン処理後風乾した超薄削片の気乾および湿潤引張強度
Dry- and wet tensile strength of air-dried thin shaving after solvent extraction,
delignification successively [Shirabe, (Veitch fir), *Abies Veitchii* LINDL]

Treatment of shaving	(A) Dry tensile strength kg/cm ²	(B) Wet tensile strength kg/cm ²	B/A×100 %	Yield %
Original shaving (not treated)	830	735	88.5	100.0
Resinless shaving (alcohol extraction)	855	680	79.5	98.8
Shaving delignified one time	917	534	58.2	92.5
Shaving delignified two times	903	401	44.2	82.0
Shaving delignified three times	903	214	23.7	76.9
Shaving delignified four times (lignin free)	928	217	23.4	—

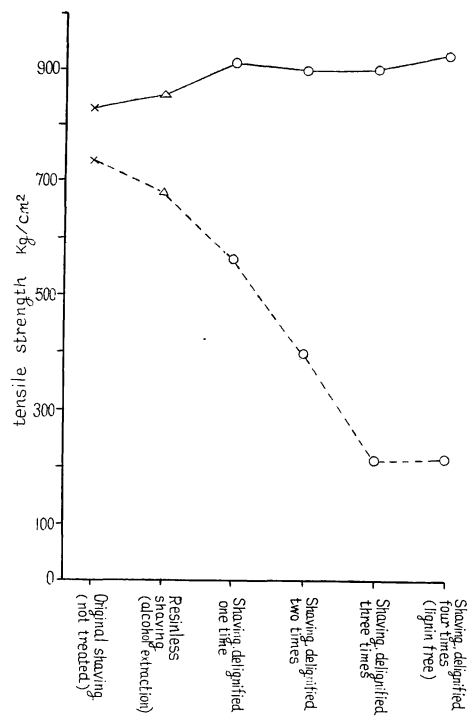


Fig. 4

溶剤抽出，引き続いて脱リグニン処理後風乾した
超薄削片の気乾および湿潤引張強度

Dry- and wet tensile strength of air-dried
thin shaving after solvent extraction,
delignification successively

Legend: — Dry tensile strength
----- Wet tensile strength

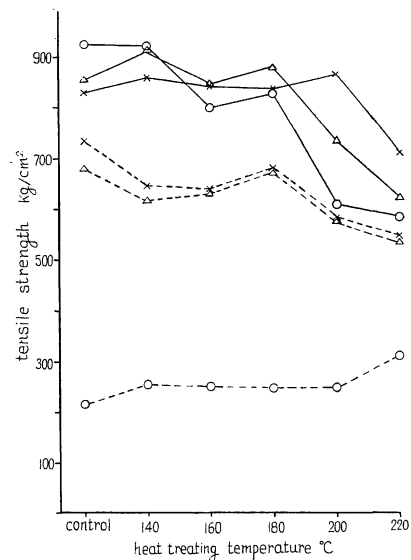


Fig. 5 超薄削片の気乾および湿潤引張強度に
およぼす dry heat treatment の効果
The effect of dry heat treatment on the
dry and wet tensile strength of thin
shavings

Legend: × Original shavings (not treated)

△ Resinless shavings (alcohol extraction)

○ Lignin free shavings (delignified four times)

— Dry strength

----- Wet strength

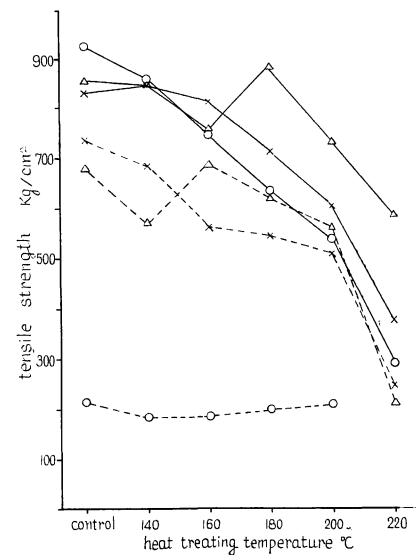


Fig. 6 超薄削片の気乾および湿潤引張強度に
およぼす wet heat treatment の効果
The effect of wet heat treatment on the
dry- and wet tensile strength of thin
shavings

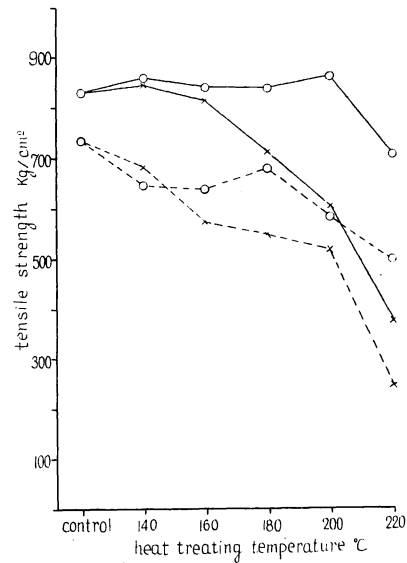


Fig. 7 無処理超薄削片の気乾および湿潤引張強度におよぼす dry- and wet heat treatment の効果

The effect of dry- and wet heat treatment on the dry- and wet tensile strength of original thin shavings (not treated)

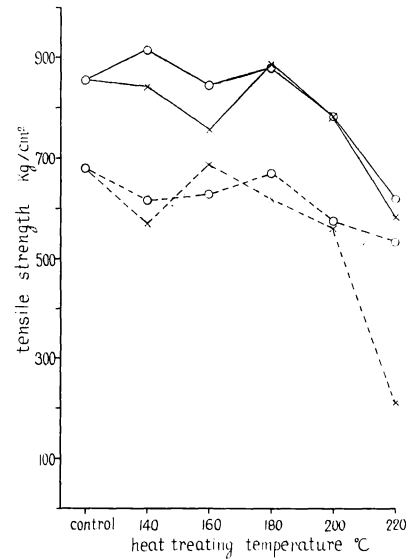


Fig. 8 脱樹脂超薄削片の気乾および湿潤引張強度におよぼす dry- and wet heat treatment の効果

The effect of dry- and wet heat treatment on the dry- and wet tensile strength of resinless thin shavings

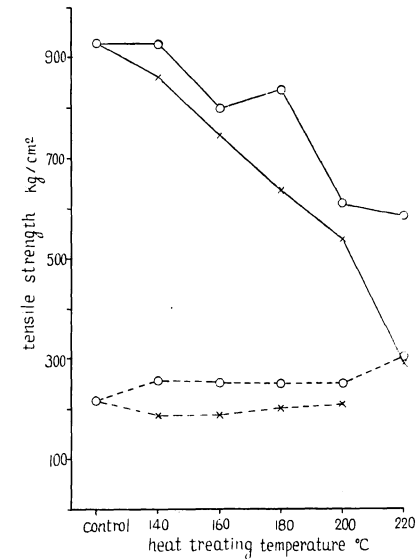


Fig. 9 脱リグニン超薄削片の気乾および湿潤引張強度におよぼす dry- and wet heat treatment の効果

The effect of dry- and wet heat treatment on the dry- and wet tensile strength of lignin free thin shavings

Legend: ○ Dry heat treatment × Wet heat treatment --- Dry tensile strength ---- Wet tensile strength

胞膜特に中間膜のリグニンがたとえ溶解しても、細胞膜中に残留するヘミセルロース等にポリウロニツドのような物質が、繊維の平行配列の全表面において膠着にあずかる」とする説を支持できるように思う。

湿潤強度においては、脱樹脂、脱リグニン処理がすすむにつれて強度が減少している。「リグニン以外のは耐水性が乏しく、これらの膠着力その他がリグニンの疎水性効果によつて保護されている」とする既往の研究と同一結果を得たが、リグニンの疎水性機構については今後の研究にまたねばならない。

4.2 成分抽出・加熱処理

結果は、Fig. 5～9 に示すとおりである。

加熱処理の効果は dry heat treatment と wet heat treatment 間で、すなわち加熱処理時の削片の含有水分量によつて差異が認められた。これは STONE, J. E.⁴⁾, S. LAGERGREM et al.⁴⁾ 諸氏の飽水木材と絶乾木材を加熱して強度測定をした結果と類似性が見られた。同氏らによれば、木材を加熱後室温に冷却して強度を測定すると、絶乾木材を加熱した場合には無加熱材と同程度の強度を示し、加熱に対して復元性が見られるが、飽水木材を加熱したときはこの復元性が認められず、また常に前者より低い強度を示す。

これと同様に加熱処理後室温下で強度測定を行つた本実験でも、気乾強度については、無処理削片では同じ傾向が認められ、dry heat treatment では加熱処理温度が 200°C までは強度の漸増がみられ、220°C 処理でも無加熱材にくらべ 15% 程度の強度低下にすぎないのに、wet heat treatment では加熱処理温度の増加にともない強度が急激に低減し 220°C 処理では無加熱材の 1/2 以下の強度になつた。しかるに脱樹脂および脱リグニン削片では異なり、dry heat treatment でも加熱温度の増加にともない強度の漸減傾向が見られ、180°C に変移点が現われた。さらに wet heat treatment では脱リグニン削片は無処理削片と同様加熱温度の増加にともない強度の急激な低下が認められ、脱樹脂削片は無処理および脱リグニン削片と異なる変化を示し、特に 180°C で顕著な変化が現われた。この脱樹脂削片の変化は湿潤強度の 160°C 処理のものとともに再試験によつても確認したが、これらの原因については解明できなかった。

湿潤強度においても加熱処理によつて無処理および脱樹脂削片は強度が低下し、処理温度の増加にともない強度の漸減傾向を示し 160～180°C に変移点が見られ、強度変化は dry heat treatment では小さく wet heat treatment で大きい。これに対し脱リグニン削片ではほとんど変化がなく処理温度が高くなるにしたがい強度の増加が認められ、気乾強度が急激な低下を起すのと対象的な結果が得られた。

削片の成分に対する加熱処理方法と強度測定方法の面からみると、脱リグニン削片は dry, wet 両 heat treatment において 140°C 加熱の気乾強度で最高強度を示したのみで、他の場合はすべて含リグニン削片に劣り、特に湿潤強度は dry, wet 両 heat treatment ともに非常に低い強度を示した。

いずれの場合も加熱処理の温度が高くなるにつれて削片は茶褐色に変色し、220°C においてははなはだしく、特に wet heat treatment は変色度が強い、この変化は引張強度の減少と相関関係にあつた。

加熱処理によつて原料の成分にかかわらず加熱前にくらべてほとんどのものが気乾強度・湿潤強度ともに大幅に低下し、1, 2 の強度増加するものもわずかの増加にとどまつたことは、紙やファイバーボードの熱処理効果にくらべて特異な現象であつた。

各削片を通じて見られる dry, wet 両 heat treatment における加熱処理温度に対する強度低下率の相違、160～180°C の変異現象、脱リグニン削片に見られる気乾強度と湿潤強度間における絶対値の大差

ならびに加熱処理温度に対する変移の一連の結果はそれぞれに特異なものであるが、これの解明は今後の研究にまたねばならぬ。

摘 要

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、超薄(0.1 mm 厚)木材削片を脱樹脂、脱リグニンし、さらに加熱等の処理をして原料成分と引張強さの関係を求めた。

脱樹脂・脱リグニンによつて単位面積当りの気乾強度は漸増するが、湿潤強度は脱樹脂により、またリグニンの除去がすすむにしたがい急速に低下する。

加熱処理することによつて無抽出および脱樹脂処理した含リグニン削片は、一般に強度が低下し、その程度は処理温度が高いほど大きい。飽水状態のものを加熱した場合は気乾状態のものを加熱するのにくらべて強度が低下し、また低い温度から強度低下が見られ処理温度の増加にともなう強度低減率が大きく、高温処理による低下も著しい。この変化は気乾強度よりも湿潤強度に強く現われる。しかし脱リグニンすると気乾強度では上記と同一結果になるが、湿潤強度は加熱処理に対して変化が少なく高温になるにしたがい強度が上昇する。脱樹脂したものは 160~180°C 加熱で異状な変化が認められた。

文 献

- 1) ASPLUND, A.: Preparation and Characteristics of Fiberpulp for hardboard. "Wall-board Production and Use" Northern Wood Utilization Council (1950) p. 24~42
- 2) KLAUDITZ, W.: Beitrag zur chemischen und physikalischen Technologie des Holz und der Holzfaserstoff. Holzforschung, 5, 3, (1951) p. 58~67
- 3) KLAUDITZ, W.: Zur biologisch-mechanischen Wirkung des Lignins im Stammholz der Nadel- und Laubhölzer, Holzforschung, 6, 3, (1952) p. 70~82
- 4) LAGERGREM, S., S RYDHOLM, and L. STOCKMAN: Studies on the interfiber bond of wood, Part I, Svensk Papperstidning, 60, 17, (1957) p. 632~644
Part II, ibid., 60, 18, (1957) p. 664~670
- 5) MASON, W. H., BOEHM, R. M., and SIMPSON, G. G.: "Double-activation" process of marking hard fiber board, U. S. Patent, No. 2317394, April 27, 1943
- 6) STONE, J. E.: The Rheology of Cooked Wood, II. Effect of Temperature, Tappi, 38, 8, (1955) p. 452~459
- 7) 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, Paper Trade J., 122, 2, (1946) Tappi sec. p. 11~19

**The Fundamental Physical and Chemical Research on Raw Materials for Fiberboard
(1st Report)**

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

Yasumasa YONEZAWA, Tōkitsu MURATA and Iwao SUZUKI

(Résumé)

To acquire knowledge about the relationships between the chemical components in the raw materials and the properties of fiberboard, we have done several experiments using thin wood shavings which were obtained by alcohol extraction, delignification, and heat-treatment, and are able to report the following results.

The dry tensile strength of the test shavings increased gradually by the alcohol extraction and delignification, but the wet tensile strength fell in both treatments, especially rapidly with more delignification.

The tensile strength of the original and the extracted shaving fell generally by the heat-treatment, and its degree of falling became larger with higher temperature.

In the case of the wet heat-treatment, this falling began already even at low temperature, and the rate of falling was larger than in the dry heat-treatment, phenomena which changed more remarkably in the wet tensile strength.

However, in the case of the heat-treatment using delignified shavings, the same phenomena relating to the change of the dry tensile strength was noted, but the wet tensile strength was almost unchanged, and increased slightly during the high temperature.

Moreover, in the heat-treatment of the resinless shavings, we recognized the abnormal increase of strength between 160°C and 180°C.