

のこくずを原料とした低比重ボードの製造

大 沢 清 志 高 橋 裕
森 山 実 遠 藤 展

1. はじめに

昨年、通産省がまとめた建材産業の長期ビジョンの研究によれば、省資源、省エネルギーの国民的要請に対応した建材が高い成長になると予測している。とくに木質インシュレーションボードは、住宅の省エネルギー化のすう勢により一層の伸びが期待されている。

インシュレーションボードは木質繊維の三次元的からみ合いを有効に活用し、低比重でしかもある程度の強度を保持するために、その製造方式は湿式法に限定されている。

のこくずのパルプは湿式法で成型した場合、水切れの速度が異常におそすぎるため、湿式法ボードの主原料として考えられていないのが現状である。のこくずパルプに、湿式法と比べると極く少量の水を与え、型枠成型により、低比重インシュレーションボード的な成型物を得ることができる。

本報告では、のこくずパルプから成型により低比重ボードを製造するさいの製造条件の検討の一端を紹介し、今後の検討課題に対して示唆を得たいと考えている。なお本研究の概要について第11回日本木材学会道支部研究発表会（昭和53年11月7、於旭川）において発表した。

2. 製造方法と材質

供試した原料はエゾマツのこくずである。のこくずの状態では接着剤の添加なしでボードにすることはできない。接着剤を使わずにボードにするためには、パルプにする必要がある。このためパルプ機械（ダブル・ディスク・リファイナー）で、水を添加しながらパルプをえた。パルプの水分は手でにぎったときに水がしみ出す程度を目標とした。えられたパルプについて、成型可能な水分に調整するために、攪拌機で十分攪拌

混合し成型枠（40×20cm、成型物の目標厚さに応じて枠の高さを調節）に移し成型をおこなった。成型は、小量ずつ枠に移し、セメントこてで均一にならしながら枠一杯に成型し、最後に表面にロールをかけ平滑にならず方法と、所定量を枠に移してからコールドプレスにより若干の圧力をかけて成型する方法の二者をとりあげている。後者の方法では成型に要する時間が大幅に短縮されるだけでなく、成型に要する水分比も小さく、かつ材質的にも前者と差異がないことが認められている。なお、成型に要する最低の水分比は、絶乾木粉：水比が前者では1：2.3、後者では1：1.5であった。成型後パルプマットを枠から取り外し、熱風循環式乾燥器により乾燥し、表面がち密でかつ形くずれのしないボードをえている。

2.1 成型時の水分とボードの比重

のこくずを解繊してえられたパルプを型枠成型するためには、上述のように絶乾パルプの2倍量位の水の添加を必要とする。この水はあらかじめパルプに抱水状態でもたせても、後で攪拌しながら注水しても成型性に差は生じないことが認められている。したがって注水しながら解繊することによって所定水分が与えられるならば工程の簡略化につながる。このため解繊濃度（絶乾のこくず量 / 気乾のこくず量 + 注水量）とえられるパルプの水分との関係を検討し、第1表に示した。パルプの粒度を一定にするためにパルプ機械の刃

第1表 パルプ化条件とフリーネス

解繊濃度 (%)	パルプ水分 (%)	カナディアン フリーネス (cc)
62.8	12.1	687
33.0	56.9	600
32.3	44.5	540
21.8	71.7	140

リファイナー・クリアランス 0.2mm

の間際を一定にして、えられるパルプの水分が40～80%（理論的には、100 - 解繊濃度 = パルプ水分）になるように注水量を変えたが、解繊濃度が高くなるにしたがって、解繊熱、遠心力効果により脱水現象が著るしく、かつ水分のかたよりなど水分バラツキが大きくなる。これらパルプの性質評価の指標として、カナディアン・フリーネス・テスター（C.S.F）により所定の方法にしたがって水切れ速度を測定した。この結果、解繊濃度によってC.S.Fの値が700近辺から140（cc）まで低下し、明らかにパルプの性質が異っていることを示している（材質については後述）。のこくずパルプのフリーネスの低下はよく知られていることであるが、通常の湿式法によるインシュレーションボード用パルプのフリーネスは600～700（cc）が適当といわれ、140ccのフリーネスは紙用パルプの領域である。したがって、のこくずを原料として湿式法により紙より数十倍も厚いボードをうるのは極めて困難ということになる。

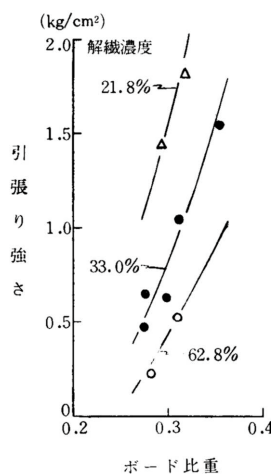
型枠成型の容易さからだけみれば、水分比の大きい方がよいが、乾燥面から考えると水分の少ない方が有利なのは当然である。さらに水分の多少が乾燥仕上りボードの比重に影響を与える。ほぼ水分比1：2.3（水分換算70%）を境にして、水分比が2.3以下のパルプで成型したボードの比重はほぼ一定（供試パルプでは比重0.25位）になるが、2.3よりも高い水分比では水分比の高まりとともに、比重が低下する傾向を認められた。しかし、水分比が2.3以上のパルプについてこれを成型し、プレスで圧縮脱水して水分を2.3以下に下げると、ボードの比重はほぼ0.25になることが確認され、水分比とボード比重とは密に関係しているといえる。したがって、マットに最終的に与えられた水分に応じて、ボードの比重が規定されることになり、成型時の水分管理が重要な因子となる。このため本実験では、解繊時に目標水分より若干少なめに水分を添加し、攪拌混合により不足水分の添加と、パルプ間の水分バラツキを均一にする操作をおこなっている。

2.2 比重と材質

上述のように成型されたマットの水分によってボー

ドの比重が規定される傾向を見出した。成型されたマットに圧力をかけて脱水しても、水分比1：1（水分50%）以下になることはないが、解圧するとマットはスプリングバックにより厚さが回復する。本実験に用いたパルプについては、乾燥仕上りボードの厚さはマット時の厚さとほぼ同等であり、乾燥による体積の減少はほとんど認められない。したがって、解圧による厚さの回復の程度はマットの内部に含まれる水分によって決定されるといえよう。

ボードの比重と引張り強さとの関係を検討するために、解繊濃度別のパルプについて、成型条件を統一した。すなわち、成型時に水分比1：3程度の水を与えてマットを作製し、これらのマットについて圧縮脱水をおこない比重の異なるボードを作製した。ボード作製後、20℃、65%R.H.の恒温恒湿室で十分調湿後のボードの比重と引張り強さとの関係を第1図に示した。この結果、解繊濃度が低くなるにしたがって、同一比重における引張り強さが大きくなる傾向が認められる。第1表に示したように、解繊濃度の違いはフリーネスの違いでもある。したがってフリーネスの低くなるパルプ化条件ほど引張りの強いボードがえられる条件ということになる。先に我々はパルプの大きさと同じであれば、フリーネスの値はからみ合い特性を表示していると報告している¹⁾。本実験のボードのように接着剤を用いしないで、水の親和力だけで形を整え、



第1図 ボード比重と引張り強さ

その水を除去した後のパルプ間のつながりを、そのからみ合いにもとずく接合に求める場合には、のこくずを単に粉碎することではないといえる。

3. 厚さと乾性燥

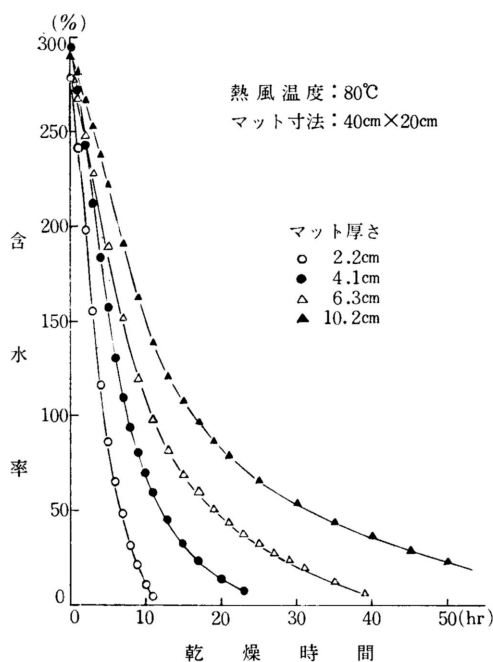
木実験の型枠成型では、従来の湿式法では望みえない厚さのボードを作り出すことができ、強度が不足であれば厚さによって耐力を増すことも考えられる。

湿式法では通常2%のスラリーを抄造機により20~30%濃度程度に脱水濃縮するため、大量の廃水処理を必要とする。本実験の成型方式ではマットに成型するのに必要な水分だけであるので(濃度に換算すると30%以上)廃水処理の必要性はないとの利点はあるものの、ボード化に当って水分を乾燥除去しなければならぬのは湿式法と同じである。このため厚さと乾燥条件との関係について検討をおこなった。

3.1 厚さと乾燥時間

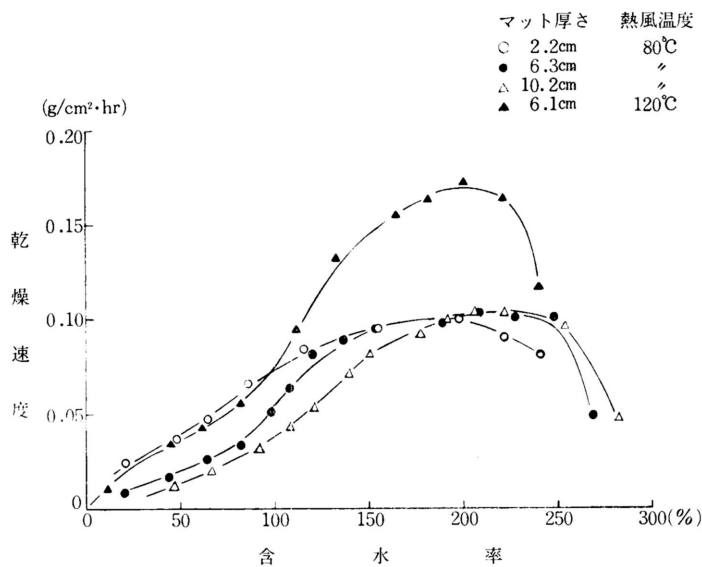
水分比1:2.8, 大きさ20×40cm, 厚さが異なるマットについて、乾燥器温度80 で乾燥したときのマット含水率の経時変化を第2図に、第2図をもとにしてえられる乾燥速度と含水率との関係を第3図に示した。乾燥中における水分の除去は第2図では明確ではないが第3図では、水分の挙動を明らかにすることができる。すなわち、第3図から

知れるとうりマットは乾燥熱風にさらされた直後に急激に乾燥速度が増大する区間(予熱期間)、次いで一定の乾燥速度で含水率が減少する区間(恒率乾燥期間)、さらに徐々に乾燥速度が低下しつつ含水率の減少を伴う区間(減率乾燥期間)とが明確に認められている。乾燥温度が高い場合にはいずれの区間においても、乾燥速度は大きいですが、恒率乾燥から減率乾燥に入る含水率は、乾燥温度、マットの厚さなどに関係なくほぼ200



第2図 乾燥時間と含水率

%であることが認められる。したがって、初期含水率が200%以下の場合にはほとんど恒率期間がなく直ちに減率乾燥間速度で水分の蒸発が進んだことが考えられる。減率乾燥期間では同一含水率に到達したときの乾燥速度はマットの厚さによって違いが認められる。本実験



第3図 乾燥速度と含水率

では厚さに関係なく初期含水率を一定にしていることで、厚さの違いは含有する水分の絶対量の違いでもある。したがって、減率期間における乾燥速度はマットの内部組織が、蒸気の通過に対して示す抵抗の大きさを直接表現しているものではないことになる。しかし、成型に要する水分に下限値（濃度30%位）のある本実験の成型方法では、厚さの増加は水の絶対量の増加にならざるをえないので、第2図に示されているように厚さとともに乾燥所要時間が長くなり、厚さと乾燥時間とはほぼ比例的な関係になる。このため乾燥時間の短縮には、乾燥温度を高くして乾燥速度を大きくするか、初期水分が少なくとも成型可能な方法の考案などが重要な課題となる。

3.2 乾燥条件と内部われ

乾燥によってえられたボードは、乾燥器に收容されたときのマットの体積とほとんど同じ体積を示し、乾燥収縮はほとんど認められない。乾燥器中でマットは金あみの上に置き、金あみごとターンテーブル方式によりゆっくり回転させながら乾燥するので、熱風にさらされている全表面から乾燥固化が始まる。第3図に示されている恒率乾燥期間は表面の自由水が蒸発している期間に相当し、表面から内部の方に乾燥固化が進行していく状況が減率乾燥期間に相当するため、中心部に乾燥が進行するほど乾燥速度は低下する。したがって、表面が最初に強固な層となるため表面われなどの欠陥は現われにくい、最終的に乾燥固化すると考えられる中心部にわれなどの発生が考えられる。たしかに乾燥仕上り厚物ボードを切断してみると中心部に内部われによる空洞が認められている。しかし第3図の乾燥速度曲線を見る限りでは、内部われによって内部蒸気が放出しやすくなるといった現象は現われていない。したがって、内部われは急激に発生するものではないと考えられるので、乾燥を途中で中止し、ボードを切断して内部われの発生状況を観察した。この結果乾燥温度（80 以上）、マットの初期含水率（水比1：1.5以上）には関係なく、厚さが3cm以上のボードについて内部われが認められた。また内部われ発生が顕著に観察されるのは、厚さが3cm以上であ

れば厚さに関係なく、含水率が30～40%程度に乾燥が進んだ時点であることが確認された。このように厚物で、乾燥がある程度進行した状態で内部われが観察されることから、内部われは表面と中心部との水分差すなわち水分傾斜によって発生するものと考えられる。

4. むすび

のこくずパルプを原料とした型枠成型法による厚物インシュレーションボードの製造条件について検討をおこなった。本来インシュレーションボードは湿式法により製造されるものであるが、本実験は湿式法では対象原料としていないのこくずパルプを使用したり、常識外の厚物を作り出そうとするなど（インシュレーションブロックと呼称すべきかも知れない）、資源有効利用の効果はあるものの材質、乾燥性、内部われなど検討を要する問題点も多い。本報告ではこれら検討課題の中から成型、材質、乾燥などについて、これまでにえられた知見と検討結果について述べているが、さらにこれらの結果をふまえて今後の展開をはかりたい。本実験の結果を要約するとつぎのとおりである。

1) 成型方法により、パルプ乾物重量と成型必要水分量との比に差が認められ、圧縮押し込み方式を採用すれば、必要水分量を減少しうる。

2) 成型時の水分量によって、乾燥仕上りボードの比重が規定される傾向を見出したが、本実験の供試パルプでは、水分比1：1.5～2.3までは比重が0.25で、2.3以上の水分比では0.25以下の比重になる。ボードの引張り強さは比重とパルプ化条件の影響を受け、注水解繊によるパルプの方がすぐれた材質を示している

3) 含水率200%以上の試料の乾燥では、厚さに関係なくほぼ200%を境にして恒率乾燥から減率乾燥に移行し、厚さ3cm以上の試料では、含水率40%近辺まで乾燥が進むと中心部にわれが顕著に認められるようになる。

文献

- 1) 高橋ら：木材誌，20，435（1974）

- 試験部 繊維板試験科 -
（原稿受理 昭54.4.10）