

カラマツ間伐材を原料とした構造用パーティクルボードの製造(1)

- スチーム噴射プレスによる成型条件の検討 -

西川 介 二 穴 沢 忠*
松本 章 波 岡 保 夫*

1. はじめに

戦後、道内ではカラマツが大量に植栽され、その造林面積は我が国カラマツ林面積の50%に相当する51万haに達しているが、その8割までが2～5歳級の除間伐期に入っている。昭和55年度の道内でのカラマツ素材の生産量は77.9万 m^3 で、前年度比140%と大幅な増加を示しているものの、径級別では18cm以下が91%を占める中小径材主体の生産実態である。現在、カラマツは製材、梱包用材、坑木用材、パルプ用チップとして一定程度の用途は見込まれているが、今後増加する中小径材を如何に有効に利用するかは、目下、林業・林産業界の大きな課題になっている。

当场では、このカラマツ中小径材の利用技術開発として多角的に研究を進めており、ここで言う構造用パーティクルボードとしての利用もその一環である。

構造用ボードとする場合、構造用合板、製材(平切り材)などの代替材としての用途が考えられ、これまで構造用の厚物ボードの製造を可能にすると思われるスチーム噴射成型法の検討を行ってきた。

本報では、これまでの結果の中から、主として厚物ボードを製造する際の小片形状及びスチーム噴射熱圧方式に焦点をあてつつ、構造用としての材質を保持するための諸条件について報告する。なお、この報告の一部は第31回日本木材学会大会(昭和56年4月、府中市)で発表した。

2. 実験

2.1 スチーム噴射プレス

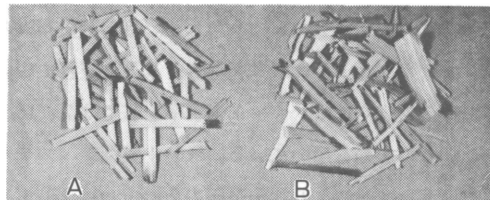
スチーム噴射プレスは既設の45cm角熱盤を加熱系

とし、その上下熱盤の間にマットに直接高圧蒸気を噴射出来る噴射熱盤を取り付けたものである。盤面には縦4cm、横1.2cm間隔に径2.4mmの噴射孔が並んでいる。

2.2 ボードの製造条件

2.2.1 小片形状の選定のための予備的検討

径8～13cm、長さ3.7mのカラマツ間伐材をパーカーで剥皮後、バンドソーで厚さ5mmに挽き割りし、その5mmを幅寸法とし、ディスク型フレイカー(MS、菊川製フレイカー)により罫引き間隔及び刃出し量を変化させて厚さ0.5、1.25、2mmの3水準、長さ40、60、80mmの3水準、合計9種類の小片を採取した。第1図-Aに小片寸法0.5×5×60mmのものを示す。



第1図 供試小片

切削小片を140℃の熱盤間に1.5～2時間静置して含水率5～6%に調整した後、レゾールシノール変性低温硬化型フェノール樹脂接着剤(HD-2045、大日本インキ化学工業製、樹脂固型分40%)をブレンダー中で小片に対して5%量噴霧塗布した(プレス前のマット含水率は接着剤塗布後において、小片含水率調整時よりほぼ7%高くなる)。なお、硬化剤としてはパラフォルムアルデヒドを樹脂固型分に対し4%添加し、

パラフィンはいっていない。接着剤塗布後の小片を31×41cm大の木枠中に手で散布してマット化し、厚さ20mm、比重0.65のボードを通常のホットプレスを用いて、温度170℃、初期圧縮35kg/cm²-2分、後期圧縮10kg/cm²-18分の条件でディスタンスパーを使用して成型した。

2.2.2 スチーム噴射プレス法における諸条件の検討

(1) フレーク小片の製造

この実験に用いた原料小片は次のように調製した。剥皮したカラマツ間伐材小径木をディスク型フレイカーにより、罫引間隔60mm、刃出し量0.5mmで平削りした後、ハンマーミル(ノボローターミル、横山工業製)で幅砕きし、細長い小片とした。その形状条件(罫引き間隔と刃出し量)は前記2.2.1試験で最適と認められたものであり、形状を第1図-Bに示す。小片寸法は0.5×1~20(x3.79)×1~60(x42.9)mmである。

(2) 小片マット含水率の検討

小片マット含水率を調整するためにまず、小片を140℃の熱盤間に約2.5時間静置してほぼ絶乾とし、レジンプレンダー中で所定の含水率(0, 3, 6, 9%の4水準)になるように水を噴霧した後、ポリエチレン袋中に密封して調湿した。次いで樹脂固形分40%のフェノール樹脂を5%塗布した。接着剤塗布後のマット含水率は小片含水率調整時よりそれぞれについてほぼ7%高くなり、マット含水率としては7, 10, 13, 16%のものをを用いている。マット成型後、スチーム噴射プレス法により加熱系圧力7kg/cm²(170℃)、噴射系圧力4.5kg/cm²(154℃)、噴射前時間(熱圧開始後噴射までの時間)12.5分、噴射時間5分〔噴射昇圧時間(噴射開始後予定噴射圧まで到達する時間)1分含む〕で17.5分間熱圧製版した。なお、ボード寸法は厚さ40mm、大きさ35×35cmの無配向ボードである。

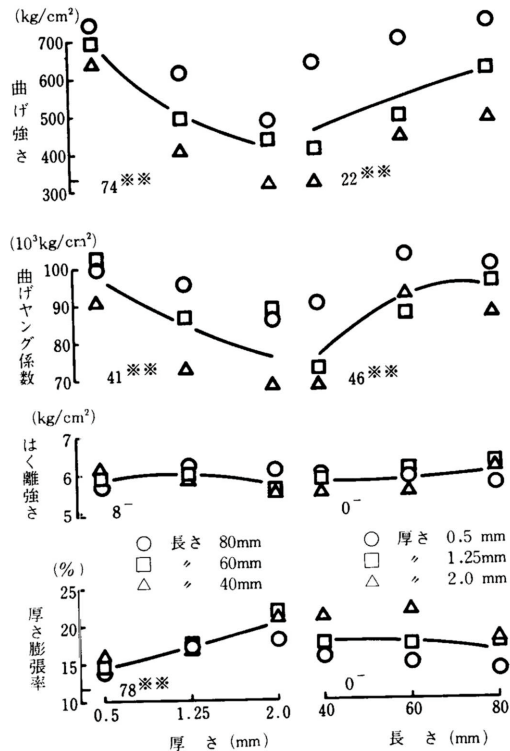
(3) 加熱系圧力と噴射系圧力の検討

加熱系圧力を7(170℃)、10.5(185℃)、12(191℃)kg/cm²、噴射系圧力を4.5(154℃)、

7, 10.5kg/cm²の各3水準としこれらを組み合わせて9条件とした。また、これ以外に、加熱系圧力7kg/cm²、噴射系圧力2.7kg/cm²(140℃)のボードも製造した。なお、噴射前時間4分、噴射時間5分(噴射昇圧時間15秒含む)、噴射後時間5分で14分間熱圧した。

(4) 噴射前時間、噴射時間、噴射後時間の検討

噴射前時間10, 12.5, 15, 17.5分、噴射時間2.5, 5, 7.5, 10分、噴射後時間0, 2.5, 5, 7.5分、全熱圧時間15, 17.5, 20分(噴射昇圧時間1分含む)の4因子、3~4水準とし、あらかじめ、全熱圧時間を設定してからそれぞれの時間を割り振る条件とした。例えば、全熱圧時間15分では、10(前)-2.5(噴)-25分(後)、10-5-0分、12.5-2.5-0の3条件がある。また、これ以外に噴射昇圧時間15秒、2分についてのボードも製造した。



プレス条件170℃-20分、スチーム噴射なし、ボード比重0.65
 図中の数値は寄与率(%)。**は高度に有意。
 -は有意差なし

第2図 小片の厚さおよび長さとの関係

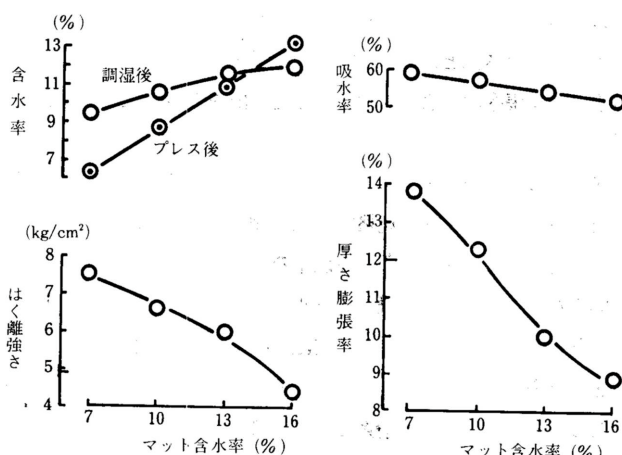
2.3 材質試験

得られたボードは20, 65%RHの恒温恒湿室で2週間以上調湿した後, JIS A 5908 - 1979パーティクルボードに準じて, 比重, 含水率, 曲げ強さ, はく離強さ, 吸水率, 吸水厚さ膨張率について測定した。なお, 試験片数はボード1枚からそれぞれ5個とした。

3. 結果と考察

3.1 小片形状の影響

小片の厚さ, 長さやボード材質との関係を第2図に示す。いずれもボード比重が0.65の場合の結果である。この実験では小片形状が揃っていること(第1図-A)と小片を配向(繊維の配列を一定方向に揃えること)させているため, すべての条件で曲げ強さは317~742kg/cm², 曲げヤング係数68~103t/cm²を示し, 曲げ性能が著しく高かった。はく離強さについては5.5~6.2kg/cm²を示し, 米国農務省林産研究所(FPL)の構造用パーティクルボードの材質目標値, 同じく米国におけるパーティクルボードの商業規格-CS-236-66のタイプ2-B-2, 日本繊維板工業会-下地用パーティクルボード, JIS A 5908-200タイプ等に合格する水準を得ている。吸水厚さ膨張率についてはパラフィンが添加されていないこともあり, JIS 200タイプ及び工業会規格にある12%の水準には至っていない。これ等の規格の一部を第1表に示した。また, この図から小片形状のボード材質



第3図 プレス前マット含水率とボード材質との関係
注) プレス条件 170°C-17.5分; スチーム噴射, ボード比重 0.65

への影響としては, 厚さが薄いほど, また, 長さが長いほど曲げ特性, はく離強さ, 吸水厚さ膨張率などの材質がよくなっていることが伺われる。そこで以下の実験では小片の厚さを0.5mm(フレイカーの刃出し量0.5mm), そして長さについては曲げヤング係数が60mmと80mmではほとんど変わらないことと, 80mmと長くなるとフォーミング等の工程上に支障が出て来るとの配慮から60mm(フレイカーの罫引き間隔60mm)とした。

3.2 小片マット含水率の影響

比重0.65の場合のスチーム噴射プレスにおける小片マット含水率とボード材質との関係を第3図に示した。まず, 成型後のボード含水率であるが, 噴射プレス成型によっても含水率はそれほど変化せず, マット含水率に近い値であり, 次にそのボードを調湿した場合の含水率は9~12%の範囲にあり, マット含水率が高いほど高くなっている。はく離強さは小片マット含水率の増加に伴って徐々に低下した。比重0.55の場合は表示していないが, 小片マット含水率7~13%間では余り変化なく, 含水率16%でかなり低下した。通常のホットプレス法でははく離強さについては小片マット含水率12~

第1表 パーティクルボード規格

	JIS-200	下地用	CS-236-B-2	FPL
曲げ強さ kg/cm ²	180	100 ~ 180 (30) ~ (12)	175	316
曲げヤング係数 t/cm ²	25	20 ~ 25 (20~30)~(12~15)	31.5	56
はく離強さ kg/cm ²	3	—	4.2	4.9
吸水厚さ膨張率 %	12以下	12以下	—	—

注) ()内はボード厚さ
a) 参考値として表示
b) 下地用規格では曲げ破壊荷重で表示されているが, 本表では曲げ強さに換算した
c) ボード厚さにより異なる

14%にピーク値を持ったマキシマムカーブを描きスチーム噴射プレス法とは異なった傾向を示す¹⁾。一方、吸水厚さ膨張率は含水率増加に伴って、ほぼ直線的に低下した。

FPLの構造用パーティクルボードの目標値及び下地用パーティクルボード規格でははく離強さ4.9kg/cm²以上、吸水厚さ膨張率12%以下の基準が掲げられているが、この図のはく離強さと吸水厚さ膨張率の結果から、小片マット含水率としては12~13%が望ましいと考えられる。

3.3 加熱系圧力と噴射系圧力の影響

スチーム噴射プレスにおける加熱系、噴射系の圧力について検討した結果を第4図に示す。図をみると、プレス後の含水率は9~28%を示し、噴射圧力の低い

4.5kg/cm²で低い傾向にあり、加熱系よりも噴射系の圧力を低くすることによって凝縮水分を少なくすることが可能であることが伺える。調湿後の含水率についても同様の傾向を示し、加熱系圧力が高く、噴射系圧力の低い場合に含水率も低く現れる。

はく離強さについては、加熱系圧力7kg/cm²、噴射系圧力4.5kg/cm²の低い条件がわずかであるが高い値を示した。本実験では噴射前時間及び噴射昇圧時間が短いために小片に塗布された接着剤が小片に浸透したためか全般的にはく離強さが低く示された。

吸水率については噴射圧力4.5kg/cm²でわずかながら低い値を示した。

吸水厚さ膨張率については加熱系及び噴射系圧力の高い12-10.5kg/cm²の条件が低い値を示した。

これらの結果を総合すると主として加熱系圧力はボード含水率に、噴射系圧力はボード含水率のほか、はく離強さ、吸水厚さ膨張率に寄与しており、スチーム噴射プレスにおける噴射圧力は低い方の4.5kg/cm²、加熱系圧力は7kg/cm²(温度で170)が全般的に良いと考えられる。

噴射圧力2.7kg/cm²については噴射圧力4.5kg/cm²の場合より、はく離強さ、吸水厚さ膨張率が共に1割高くなる。

3.4 噴射前時間、噴射時間、噴射後時間、全熱圧時間の影響

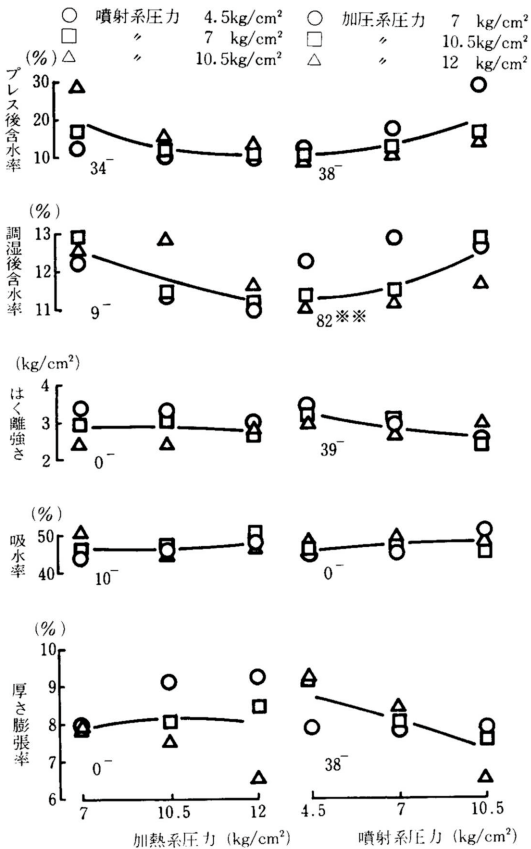
スチーム噴射プレスにおける噴射前時間、噴射時間、噴射後時間、全熱圧時間のボード材質に及ぼす影響を第5図の効果グラフで示した。

噴射前時間についてみると、それが短い場合にははく離強さが減少し、長い場合(全熱圧時間が決まっているので噴射時間は短くなる)には吸水厚さ膨張率が増加する傾向を示している。

噴射時間は長いほど吸水厚さ膨張率が直線的に減少する。

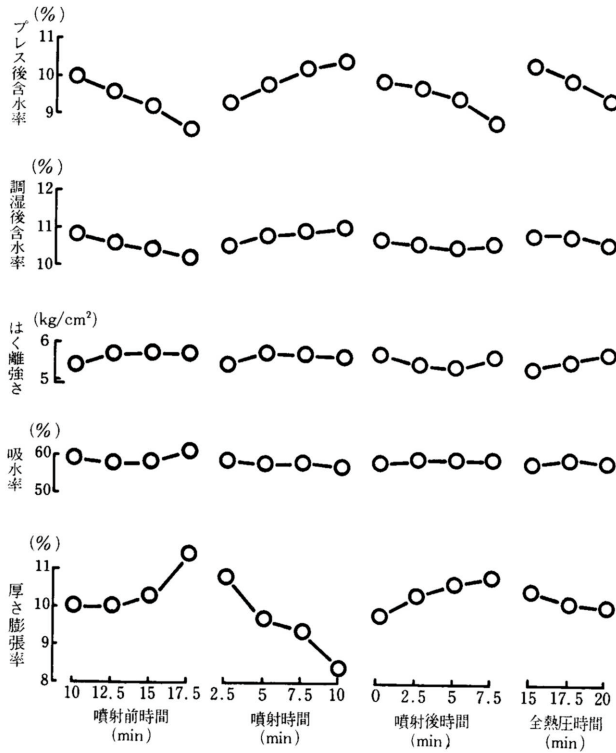
次に、噴射後時間については、はく離強さ及び吸水厚さ膨張率に対しては、明確な影響は認められない。

全熱圧時間はこの実験の範囲では長いほどはく離強さは増加すると共に吸水厚さ膨張率は減少する。



図中の数値は寄与率(%)。***は高度に有意。
—は有意差なし

第4図 加熱系及び噴射系蒸気圧力のボード材質への影響



第5図 スチーム噴射プレス法におけるプレススケジュールの影響

この結果から、噴射前時間は中位の水準すなわち12.5分程度、噴射時間は5分程度、後時間は省いてもよいなどの条件が適正と考えられる。なお、図示はしていないが、噴射昇圧時間について調べた結果では、15秒、1分、2分と時間が長くなるほどはく離強さはわずかに高くなる。

4. まとめ

カラマツ間伐材からの小片を用いた構造用パーティクルボードの製造条件をスチーム噴射プレスによって検討した。結果を次のように要約する。

1) 厚さ(0.5, 1.25, 2mm)及び長さ(40, 60, 80mm)の異なる各種小片を用いて、通常のホットプレス法により小片形状の曲げ性能、はく離強さなどへの影響を調べた結果、小片の厚さ0.5mm、長さ60mmを用いたボード材質がすぐれていた。

2) スチーム噴射プレスにおける小片マット含水率の影響では、含水率を7, 10, 13, 16%と4段階に変えた場合、はく離強さは含水率13%までは余り変化を示さないが16%になるとかなり低下した。一方、吸水厚さ膨張率はマット含水率の増大に伴って減少した。

3) スチーム噴射プレスにおける加熱系、噴射系蒸気圧力は両者ともに比較的低い方が良好であり、それぞれ7kg/cm²、4.5kg/cm²が最適であった。

4) スチーム噴射に際し、熱圧開始後噴射までの時間(前時間)、噴射時間、噴射後解圧までの時間(後時間)の影響を調べた結果、噴射前時間の短い場合にはその影響が大きく、ある程度の前時間が必要である。一方、噴射時間については長いほどわずかながら材質は向上し、他方、噴射後時間の影響は小さかった。

5) 以上、^{2)~4)}の結果より、構造用の厚物パーティクルボードの製造にスチーム噴射プレス法が、成型時間の短縮、ボード材質の向上に寄与できると判断された。

なお、本研究を遂行するに当たり、鈴木弘前場長、新納守指導部長、布村昭夫林産化学部長、高橋裕試験部長のご指導と助言を得た。記して謝意を表します。

文献

1) 波岡保夫, 穴沢忠: 林産試月報, 351, 4 (1981)

- 林産化学部 繊維化学科 -
- * 木材部 改良木材料 -
(原稿受理 昭56.10.5)