

木質石こうボードの製造試験(7)

- カラマツフレーク小片の厚さ・長さ効果について -

高橋利男 北沢政幸
波岡保夫

1. まえがき

型半水石こうをバインダーとする場合、衝突型切削片では十分な曲げ強度が期待できない。衝突型切削片は製材背板や廃単板等のいわゆる廃材利用の観点からでてきた小片形態であると考えられることができる。したがってその厚さはともかくとして、長さについては相当限定されざるをえない。このことが上述の十分な曲げ強度を期待できないゆえである。

しかるに間伐材利用ということで考えると、その径級は細いながらも丸太状での切削が可能である。すなわちディスク型又はドラム型シェーピングマシン、あるいは木毛機への投入が可能になり、長さを含めて寸法形状の自由度の大きな小片を得ることができる。

前報¹⁾では小片の長さを固定した場合において、その厚さ変化の効果について考察した。本報においては長さ変化の効果及び厚さと長さの複合効果について観察する。

なお、本報告は昭和53年度林業技術研究発表大会において発表したものの詳細である。

2. 試験方法

2.1 小片の調製

径級8~13cmのカラマツ小径丸太から心持角を1丁取りする製材試験で得られた押し角(10.5×10.5cm, 含水率; 50~60%)を10mm厚に板挽きした。この厚さが切削後の小片の幅になるわけである。これを5~10枚重ね合わせてディスク型のシェーピングマシン(菊川製作所製, 円盤直径; 1000mm, 円盤回転数; 500rpm, モーター; 7.5HP 4P, ナイフ枚数; 3枚, ナイフ長さ; 350mm, けびきカッター間隔; 20mm)に装着した。けびきカッターを適宜抜きとるこ

とによって20, 40, 60, 80mmの小片長さを設定した。ナイフ刃出量は0.2~0.8mmまで0.2mmおき4段階設定した。小片へのカビの発生を防ぐため、切削後直ちに熱盤で乾燥した。風選ふるい分けにより、ナイフ刃出別グループの中で特に厚いものと薄いものを除いた。厚さ分布を測定し、分布幅の広いものについては風選ふるい分けを繰り返した。製板時においてほぼ全乾になるまで乾燥し、吸湿を防ぎ冷却したのち供試した。

2.2 石こう, 水及び遅延剤

石こうについては小野田セメントK.K.中央研究所より提供を受けた型半水石こうである。第1表にその物理的性質を示す。表中で調整前とあるのは提供を受けた石こう単体のものの試験値であり、調整後とあるのは同社より提供を受けた蛋白系の遅延剤(P-02)を半水石こう比0.12%添加となるよう混水量の水に溶かして試験した値である。なお比較のため陶磁器型材用(B級)石こうの規格値を示している。

水は水道水をイオン交換樹脂純水器に通した脱イオン水である。遅延剤については上記のP-02であり、所定量を脱イオン水に溶かして供試した。

2.3 製板方法及び材質試験方法

石こう/木質比; 3.0, ボードの設計予定比重; 0.81.1とした。水/石こう比については前報¹⁾で得られ

第1表 供試石こうの物理的性質

物理的性質 (JIS R 9112)	規格値 (JIS R 9111)	供試石こう		
		調整前	調整後	
混水量(%)	82以下	72.0	72.0	
凝結時間 (分)	始発	12.1	72.0	
	みかけの終結	—	16.1	82.0
	終結	35以下	28.3	95.0
ぬれ引張強さ(kg/cm ²)	7.5以上	12.8	13.1	

第2表 水/石こう比の設定

ボードの設計予定比重	小 片 の 厚 さ (mm)			
	0.2	0.4	0.6	0.8
0.8	0.61	0.58	0.54	0.50
1.1	0.46	0.45	0.44	0.43

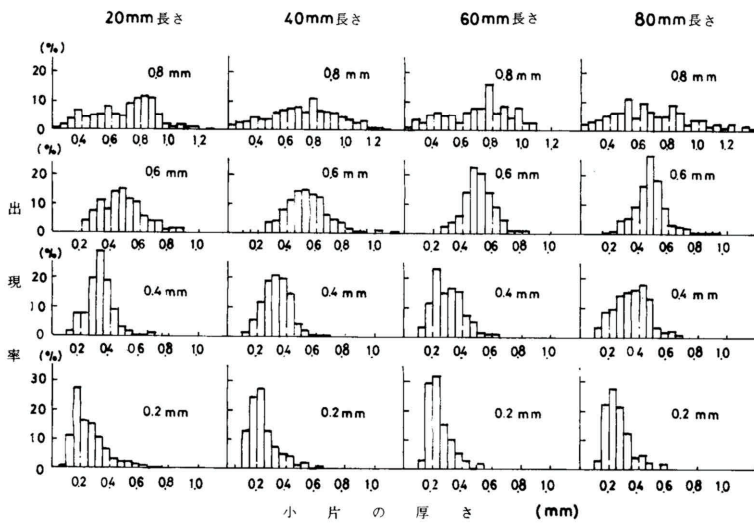
た曲げ強さに関する最適水/石こう比のデータを処理し、その内挿値を読みとって小片の厚さとボードの設計予定比重別に第2表のように設定した。すなわち小片の長さが変わった場合でも、その厚さが同じであればそれに関する最適水/石こう比は変わらないものと仮定したわけである。原料の混合は転倒式ドラム型ミキサーを用いた。先ず所定量の脱イオン水中に遅延剤を石こう対比0.12%添加となるよう溶かしたものを、所定量の木質小片に噴霧・混合した。そのあとで所定量の石こうを投入・混合した。石こう、木質所要量の決定、成型方法は前報²⁾と同じである。おおむね20hrs圧縮したのち脱型した。20℃, 65%R.H.中に約1ヵ月放置・調湿して材質試験に供試した。

材質試験は機械的性質について行った。その試験方法の詳細については既報³⁾のとおりである。

3. 試験結果と考察

3.1 小片の厚さ分布について

設定した刃出しごとに得られた小片のグループから



第1図 小片の厚さ分布図

第3表 小片の厚さ分布の統計値

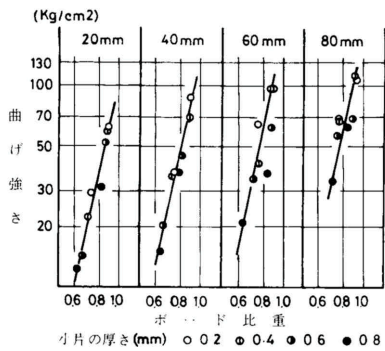
小片の厚さ —刃出し量— (mm)	統 計 値	小片の長さ (mm)			
		20	40	60	80
0.2	平均値 (mm)	0.27	0.25	0.25	0.27
	標準偏差 (mm)	0.12	0.11	0.08	0.09
	測定個数 (片)	187	306	170	122
0.4	平均値 (mm)	0.33	0.34	0.31	0.35
	標準偏差 (mm)	0.09	0.09	0.10	0.11
	測定個数 (片)	348	351	195	156
0.6	平均値 (mm)	0.48	0.54	0.51	0.48
	標準偏差 (mm)	0.15	0.15	0.10	0.11
	測定個数 (片)	173	213	273	193
0.8	平均値 (mm)	0.68	0.71	0.70	0.69
	標準偏差 (mm)	0.20	0.24	0.21	0.26
	測定個数 (片)	267	352	117	144

ランダムに抜き取ったサンプル小片の中央部の厚さを各長さ別に測定しその出現率を求めたものが第1図である。またそれぞれの平均厚さ、その標準偏差、測定個数について整理したものが第3表である。これらを見て特徴的なことは小片の長さにかかわらず、ナイフ刃出し量を0.2mmに設定した場合はやや厚めに、それ以上に設定した場合は薄めにあらわれている。また設定値が厚いもの程分布の幅が広がっている。これは板状のものを重ね合わせて固定したので、刃出しが大きくなるとナイフの材に与える接触抵抗が増し板のバタツキの程度も大きくなるためと考えられる。

3.2 小片の長さ効果について

前報¹⁾では小片の厚さ効果を見るため、ボード比重と機械的性質の関係を普通方眼紙上に小片厚さをパラメーターとしてプロットした。一方その後の知見としてボード比重と機械的性質のあいだには両対数方眼紙上で直線関係の認められることが明らかとなった³⁾。

〔林産誌月報 1980年1月〕



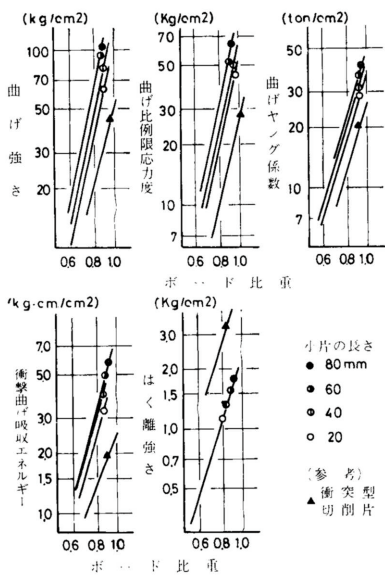
第2図 小片の長さ別のボード比重と曲げ強さ関係

ここでは後者に従いボード比重と曲げ強さの関係を小片の厚さをパラメーターとして、小片の長さ別に両対数方眼紙上にプロットしてみた。第2図がそれである。詳細に眺めると厚さの効果は明瞭である。しかしここでは小片の長さ効果のみを抽出するため、厚さの効果をいわば捨象しバラツキの範囲と仮定する。図中の直線はこれを前提として目測で引いたものである。この作業を曲げ比例応力度、曲げヤング係数、衝撃曲げ吸収エネルギー及びはく離強さそれぞれについて行う。

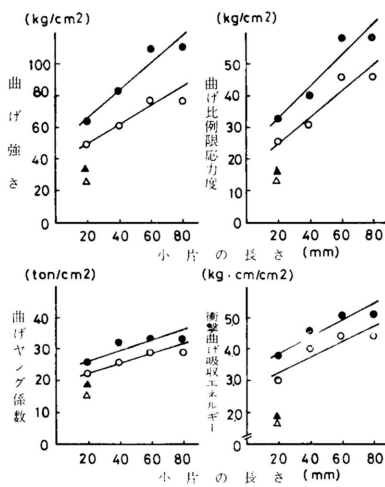
それぞれの機械的性質について小片の長さ別に得ら

れた直線群をまとめてみたものが第3図である。参考までに前報³⁾で得られた衝突型切削片のデータも入れてある。この図で見るとはく離強さを除いた4つの機械的性質において、本試験で調製したフレクタイプの小片は衝突型切削片に比べてかなり優位な位置にあるといえる。フレク小片のものははく離強さが低位なのは、ボードの厚さ方向断面における小片の配列の仕方に関係する。すなわちマットの成型を手で行っているため寸法形状の大きいフレク小片はボードの厚さ方向に層状に配列する確率が高い。ところが衝突型切削片は相対的な寸法形状も小さく、比較的大きなものから微細なものまで含む混合物であるため、小片はかならずしも層状をなさず交錯して配列する。このことが衝突型切削片においては、いわば補強効果としてあらわれるわけである¹⁾。

更に第3図についてみるとはく離強さを除いた諸材質においてフレク小片の長さ効果は明瞭に認められる。はく離強さにおいて長さの効果は認められないのは試験条件の性質上むしろ当然である。はく離強さはボードの厚さ方向、すなわち小片の厚さ方向における小片 - 「石こう層間の結合力をあらわす指標である。したがって小片の長さ効果が関与する役割はないのであ



第3図 小片長さをパラメーターとした時のボード比重と諸材質の関係



● ボード比重 0.90 (ほとんどのものが外挿値である)
○ " 0.85 (" " 内挿値 ")
参 { " 0.90 } 衝突型切削片のデータ
考 { Δ " 0.85 } (ほとんどのものが内挿値である)

第4図 小片の長さ効果

る。次に小片の長さ効果をより直截的に観察するため、第3図におけるボード比重0.85と0.90のところまで切った材質値を小片の長さに対してプロットしてみる。それが第4図である。比較のため衝突型切削片のデータを20mmのところプロットしている。衝突型切削片については長さ分布をもっており20mmはむしろ上限側である。高野らの報告によればセメントを結合剤としたエゾマツ木毛板において、強度の増加に対して木毛長さが100mmまでは寄与するとしている⁴⁾。石こうを結合剤とした本試験結果ではどうか。パラツキはあるものの曲げに関する機械的性質はボード比重をパラメーターとし、小片の長さの増加とともに直線的に増加する傾向が認められる。すなわち曲げの性質に関しては、この範囲で小片長さの長い程有利であることが見出されたことになる。

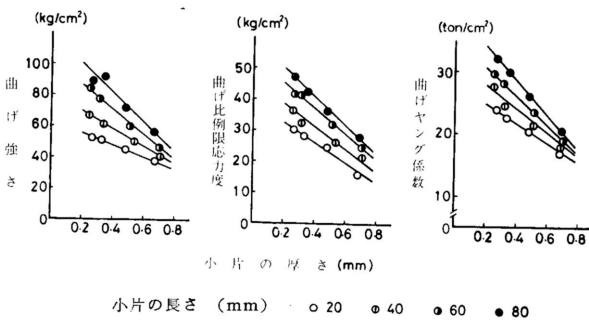
3.3 小片の長さおよび厚さの複合効果について

ところで小片厚さと小片長さの両因子にかかわる複合効果についてはどうか。そのため曲げ強さに関する比重依存性の第2図に戻って、小片の長さごとその厚さ別に比重の異なる2点を直線で結ぶ。次にボード比重0.85における内挿値又は外挿値を読みとる。その値を第3表に示した実際に測定された厚さの平均値に対してプロットする。この場合小片長さがパラメーターとなる。この作業を曲げ比例限度、曲げヤング係数、衝撃曲げ吸収エネルギーについて行う。すなわち小片の厚さ効果についてみるわけである。それが第5図である。曲げ強さ、曲げ比例限度、曲げヤング係数に関して、小片厚さへの依存性が明瞭に認められる。この傾向については前報¹⁾でも報告している。

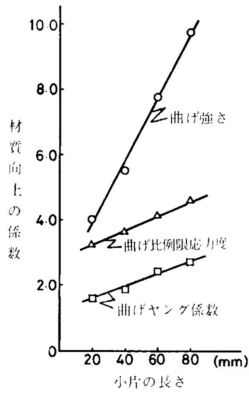
衝撃曲げ吸収エネルギーの図を省略しているのは、小片の厚さ効果が明瞭でないためである。これについてはボードのはく離強さが相対的に小さいことから試験体の幅(12.5mm)方向の木取りの際、鋸刃の回転衝撃力で試験体の表面付近の小片がむしり取られるなどしてまともな試験体ではなくなっていることを考慮に入れる必要がある。したがって衝撃曲げ吸収エネルギーに関して、小片の厚さ効果を無視できると一概に結論するわけにはいかない¹⁾。

なお、はく離強さについては前述したように小片-石こう層間の界面における結合力に支配されると考えることができる。本試験の方法で製造されるボードにおいて、小片厚さの薄いものは結合剤である石こう層も薄くなる。逆に小片厚さの厚いものを用いた場合は石こう層も厚くなる。はく離試験後の破壊形態を観察すると、小片それ自体の厚さ方向の破壊でもなければ、石こう層そのもののそれでもない。すなわち小片と石こう層の界面における破壊が圧倒的である。したがって小片厚さの効果はあらわれにくいのである¹⁾。

さて、第5図においてそれぞれの直線群の傾きをみると小片の長さが長くなるほど傾斜が急激になっている。この傾斜を目測で読みとり小片厚さ0.1mm当りの材質低下値として計算した。第5図における傾斜の符号は負であるがそれを逆にし、小片の長さに対してプロットしたものが第6図である。したがってその意味するところは小片厚さを0.1mm薄くすることによる材質向上の係数となるわけである。ここで係数と表現しているが無次元を意味するものではない。曲げ強さと曲げ比例限度に関しては〔(kg/cm²)/mm〕また曲げヤング係数においては〔(ton/cm²)/mm〕なる単位をもっている。この図によればいずれの材質においても、小片の長さに対して直線的に増加する傾向が認められる。ところで前述したように小片の長さ効果として木毛セメントの場合100mmまでが限度で、それ以上長くしても強度の増加に寄与しない⁴⁾とされている。その意味で本試験における傾向についても、この範囲でという限定付きで



第5図 小片の厚さ効果(ボード比重;0.85)



第6図 小片厚さを0.1mm薄くすることによる材質向上の係数と小片長さの関係

考えるのが妥当である。

これまでみてきたように、一部の機械的性質を除けば小片の厚さと長さはそれぞれ独立してその効果を発揮してきた。今ここで小片の厚さと長さのあいだに相互的複合効果がないとすれば第6図の傾向は認めら

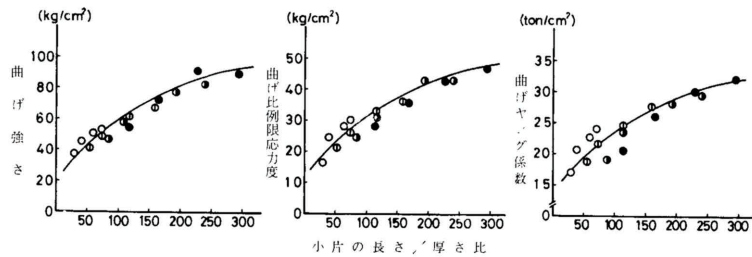
れないと考えられる。すなわち小片の厚さにかかわる材質向上の係数は、小片の長さにかかわりなく一定となるはずである。しかるに第6図の示すところはこれを否定している。つまり「小片の厚さと長さの効果は互いに影響を与えあって材質向上に寄与している」と考えることができる。すなわち両因子のあいだに複合効果はあると結論されるのである。

3.4 小片の長さ/厚さ比について

ところで合成樹脂を結合剤とするパーティクルボードにおいては、小片の長さ/厚さ比がボード材質を決定する重要なパラメーターになる^{5)~7)}と報告されている。そこで小片の長さを第3表における実際に測定されたそれぞれの平均厚さで除したものを横軸にとり、それに対して第5図でプロットした強度値を入れてみる。これらの強度値は実測値ではなく、比重依存性に関する両対数方眼紙上0.85のところを読み取った内挿値または外挿値であることは既に述べた。区分けのた

めに長さ別の記号であらわしている。それが第7図である。長さ/厚さ比の小さいところでバラツキは認められるもののおおむね1本の曲線のまわりに散布しているものとみることができる。すなわちパーティクルボードにおける長さ/厚さ比の概念が、石こうを結合剤とする場合においても、この範囲で適用されることになる。

ボード材質の最適値を与える長さ/厚さ比として、J. Brumbaugh は200程度であり、それ以上大きくしてもあまり効果はないとしている⁶⁾。またP. W. Postはその値が少くとも300までは強度の増加が期待でき



小片の長さ(mm) : ○ 20 ● 40 ● 60 ● 80

第7図 小片の長さ/厚さ比とボード材質の関係

るとしている⁵⁾。本試験結果における第7図によれば長さ/厚さ比が300程度のところまで材質は向上しており、P. W. Postの結論と類似している。

4. おわりに

木質石こうボードの材質向上を目的として、小片の厚さ; 0.2~0.8mmの4水準、長さ; 20~80mmの4水準、幅10mmのフレック小片を調製した。次に石こう/木質比; 3.0、ボードの設計予定比重; 0.8及び1.1、水/石こう比; 小片の厚さ別に推定した最適水/石こう比、の条件で製板し、ボード材質を観察した。本試験結果を要約すると次のように結論される。

(1) ボードの機械的性質(曲げ強さ、曲げ比例限度、曲げヤング係数、衝撃曲げ吸収エネルギー及びはく離強さ)をボード比重との関係で両対数方眼紙上にプロットするとはく離強さを除き、小片の長さをパラメーターとする直線関係が求められる。

(2) はく離強さを除き、機械的性質は小片の長さの増加とともにほぼ直線的に増加する。はく離強さの向上に対して小片の長さは寄与しない。

(3) 曲げ強さ、曲げ比例限度、曲げヤング係数を小片の長さに対してプロットすると小片の長さをパラメーターとする直線関係がえられ、厚さの増加とともに材質は低下する。

(4) 曲げ強さ、曲げ比例限度、曲げヤング係数に関して、小片の厚さを単位厚さだけ薄くすることによる材質向上の係数を小片の長さに対してプロットすると直線的に増加する。このことから小片の厚さと長さのあいだには相互的な複合効果のあることが結論される。

(5) 小片の長さ/厚さ比に対して曲げ強さ、曲げ比

例限度、曲げヤング係数をプロットすると少くともその値が300程度までは増加する傾向が認められる。

文献

- 1) 高橋利男ほか2名：林産試月報，318，1（1978）
- 2) 同上：同上，309，11（1977）
- 3) 同上：同上，335，7（1979）
- 4) 高野了一ほか2名：木材と技術，13，10（1973）
- 5) P. W. Post：F. P. J.，8，317（1958）
- 6) J. Brumbaugh：F. P. J.，10，243（1960）
- 7) P. W. Post：F. P. J.，11，34（1961）

—木材部 改良木材料—

（原稿受理 昭和54.12.17）

—研究—

耐湿性防炎剤の性能について（第3報）

—接着中に添加した防炎剤の防火性能と接着力—

山岸 宏一 葛西 章 駒沢 克己
伊東 英武 布村 昭夫*

1. はじめに

難燃処理合板が防火内装材料の規格に合格するためには、極めて高度な処理技術が必要となってきている。更に昭和52年度からは、今までの規格に生物テスト（マウステスト）が加えられ、使用する防炎剤によっては表面試験に合格しても生物テストで不合格となることも考えられる。そのため、例えば、燃焼時に有害なガスを多く発生するような防炎剤は、使用量をできるだけ制限しなければならないようになった。一方、防火内装材料の現況は石こうボード等、難燃合板より低廉な無機質ボードが主であり、難燃合板はほとんど特注生産という現状にあり、難燃合板を取りまく情勢は大変厳しいものとなっている。しかしながら、現在多く使用されている無機質内装材料にない強度があり、加工しやすい等の木質の良さを生かした防火内装材料の開発を行うためには、更に難燃処理技術の向

上のための研究を進めていく必要がある。その点で重要なのは、難燃化処理によって材料価格があまり高くなり、処理によって生じやすい釘の腐食、かびの発生、接着力低下等の欠点を克服することである。これらの欠点を無くするには耐湿性防炎剤の使用が有効であると考えられる。

今まで開発された耐湿性防炎剤は主としてプラスチック材料用のもので木質材料には向かない。そこで、以上の諸条件から木質用の耐湿性防炎剤の開発とそれによる難燃処理合板の製造を試み、各種の性能試験を行ってきた^{1)~3)}。

今回は心板に尿素・第1りん酸アンモニウムの縮合物をホルマリンと反応させたものを注入処理し、接着剤中にも防炎剤（ポリりん酸アンモニウム、尿素・第1りん酸アンモニウム縮合物）を加え合板を製造し、処理合板の防火性能及び各種性能について試験したの