

押し出し成型法でパーティクルボードを造る

- 蒸気噴射を使って -

松本 章

ボードの規格

日本では、ほとんどの工業製品に対して、「日本工業規格」が適用されており、格付けや試験方法が統一されています。通常 J I S (Japanese Industrial Standard) と呼ばれているのがそれです。

パーティクルボードもその例にもれず、J I S A5908 - 1983で、適用範囲、種類および呼び方、形状・寸法、外観・品質、試験方法などが規定されています。

パーティクルボードを分類する場合、「種類および呼び方」の項の記述に従いますと、表・裏面の状態による区分（素地のまま、単板等のオーバーレイの状態など）、曲げ強さによる区分（200, 150, 100タイプ）、接着剤・ホルムアルデヒド放出量による区分（ユリア樹脂系、ユリア・メラミン共縮合樹脂系、フェノール樹脂系あるいはホルムアルデヒド放出量が 0.5mg / l以下, 5mg / l以下など）、難燃性による区分があります。

現在、日本で製造されているパーティクルボードは、原料小片の成型工程と熱圧工程が分かれている、いわゆる「平盤成型熱圧法」により得られるボードであり、ここで述べようとする「押し出し成型パーティクルボード」とは成型と加熱方式が大きく異なっています。したがって「平盤成型ボード」と「押し出し成型ボード」とは、種類の違うボードとして区分する必要があります。

パーティクルボードの製造技術などに関して世界のトップレベルにあるドイツでは、D I N - 68764 - 1 で押し出し成型パーティクルボード（素板）の定義、格付け、試験方法などについて

規定しており、さらに D I N - 68764 - 2では、その素板に単板等をオーバーレイした製品に関して定義、格付け、試験方法を統一するなど、通常のパーティクルボード（平盤成型ボードは D I N - 68761）と区別して製品の規格化を行っています。しかし、日本ではこのボードに関して、これまで研究例や生産実績が少なかったこともあって、残念ながら十分に認められた製品とはなっていないようです。

押し出し成型法の歴史と特徴

1940年代後半、Otto Kreibbaumにより考案された押し出し成型法（Okal Process）は、プレスの熱圧方式に関して平盤法と根本的な相違のあるほか、通常の平盤成型法に必要な多くの装置がカットされた、非常にコンパクトな製造方式と言えます。この Okal Process は「垂直押し出し」方式ですが、1950年代の初め頃アメリカにおいて、Lanewood が「水平押し出し」プレスを考え出しています。

当初、この方式により小麦や大麦のワラを原料とする製品が製造され、断熱材や間仕切り壁に用いられていたようです（商品名ストラミット。比重0.34。厚さは38, 50および76mm）。イギリスやオランダの穀倉地帯には、このような原料を用いる工場が操業されていたという記録も残っていません。

これらの押し出し方式は、当初種々の廃材を主原料として用いてきたこともあり、製品の性能面から、どちらかと言えば比較的低品位パーティクルボードの生産にもっぱら用いられてきたと言え

ます。この方式により生産されるボードは1972年頃の統計によると、全パーティクルボード生産のわずか4%（25万 m^3 ）と記されています。現在ではデータがないので詳細は分かりませんが、ボード研究で有名なDr. Otto Suchslandが1983年10月道立林産試験場を訪れた際に、「アメリカの家具工場などでは自社廃材を原料としてボードを製造し、その製品を家具工場で再び使うという方式で5工場が稼働されている」と話されていました。

ところで、この押し出し成型法には次のような特徴があると言われています。

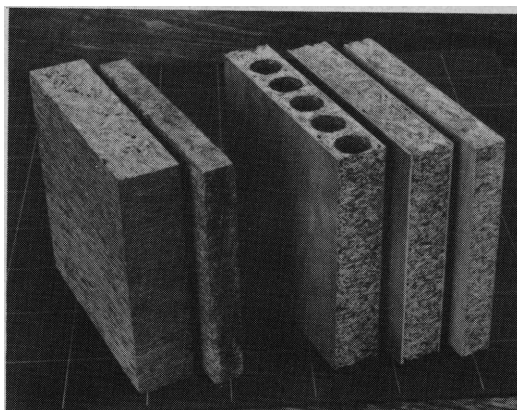
1. フォーミング、ローダー、ホットプレス、アンローダー、下敷鉄板回流コンベヤの諸設備が押し出し成型プレス一式で済む。したがって設備投資額が節減され、小規模で採算ベースにのりやすい。
2. 小規模で企業化が可能のため、原料集荷圏が狭く、原料を安く入手できる。
3. 設備がシンプルのため故障が少ない。
4. 連続成型のため、平盤プレス法のような熱盤の開閉がなく、プレス部分におけるヒートロスが少ない。
5. 平盤プレスの場合のように、厚さ規制用のスペースバーを用いないので、全圧縮時間を通じて、実際の圧縮圧力がボードに作用し材質が向上する。したがって、接着剤の節減が可能になる。
6. ボードの厚さ精度が高い。平盤プレスでは厚さ規制のため、スペースバーが用いられるが、この時のボード仕上がり厚さはスペースバーの高さとは一致せず、一般的にボード厚さはスペースバーの高さより小さくなる。
7. 成型後、ボードのトリミングを必要としないので、製品の歩留まりが高くなる。
8. 原料を少しずつ落とし込みながら押し出しに行く方式のため、原料が一定方向に並び過ぎ、材質の異方性が極めて大きくなる。

押し出し成型パーティクルボードが、ボード業界においてなかなか市民権を得ることができなかつ

たのは、特徴の項に示した8番目の「異方性が大きい」という理由に尽きると思います。押し出し成型パーティクルボードについてはDINにも示されているように、単板やボード（薄いハードボード）類をオーバーレイした製品の規格が作られていることから、ドイツにおいてはこの種のボードは、コア材として十分認識されていると同時に、広く市民権を得た製品と言えます。一方、日本においてはJIS - A - 5908の「解説」の項を読みますと、その「適用範囲」の中で「本規格では特に規定していないが、この規格の適用される製品は規格値の内容からして（中略）、平盤プレス方式による平盤タイプのパーティクルボードに限定され、エクストルージョンプレスによる押し出し方式ボード（中略）は対象外としている」と述べられています。要するに、日本の規格では押し出し成型パーティクルボードの入り込む所がないとも言えます。

蒸気噴射併用押し出し成型プレスの特徴

通常の押し出し成型プレスにより得られるパーティクルボードは、写真にも示したように、20~25mm程度の厚さでは穴のない製品が得られます。30mm以上のものでは成型時間を早めるため、内部



押し出し成型パーティクルボード

左側 2枚 蒸気噴射併用押し出し成型プレスにより製造したボード。ボード厚さは40, 20mm

右側 3枚 市販製品。厚さは右より20, 25, 30mm。単板によるオーバーレイ製品。

いずれも写真の上下方向が押し出し方向。

加熱の方式が併用されます。2枚の熱盤の間に加熱用のバーが挿入されているため、その部分は空洞になります。この有孔パーティクルボードは厚さの割には軽いという特長があり、その特長を生かした用途が考えられています。

我々は厚いボードでも穴のないものを製造できる装置として、蒸気噴射併用の押し出し成型プレスを試作し、ボードの製造試験を行ってきました。

この蒸気噴射法というのは、平盤プレス法におけるプレス時間の短縮と、パーティクルボードの欠点である寸度安定性の低さを改善するために考えられた方法です。熱盤に多数あけられた穴からプレス中に飽和蒸気をマットに吹き付け、熱盤表面からの熱の伝導よりも早くマットの内部を加熱し、接着剤の硬化を促進する方法です。

蒸気噴射法を併用した押し出し成型プレスの熱盤の内部構造は図1のようになっています。図の中央は、ほぼ平行に向かい合った2枚の熱盤の断面の一部です。左側は片側の熱盤の外側（Bの部分）を示したもので、熱盤を温めるための蒸気が

流れる回路です。右側は同じ熱盤の内側（Aの部分。ボードに接する側）を示したもので、プレス時間の短縮や吸水特性を改善するために考えられた蒸気を噴射するための回路で、独立した4個のセクションに分けられています。蒸気を噴射しない熱盤の入口と出口の部分も含めて、各セクションはほぼ1/6の長さに分割されていますので、原料の滞留時間（いわゆる平盤法のプレス時間に相当する）の最大4/6までの時間を蒸気噴射に当てることができます。また、互いに向かい合った箇所においては、両側の噴射孔から同時に中央のボードに向かって蒸気を噴射させたり、あるいは一方の熱盤から他方の熱盤に向かって蒸気を噴射させ、次のセクションでは逆方向に噴射させることも、バルブの操作一つで簡単にできるようになっています。なお、噴射孔の径は2mmで、孔数は片側1セクション 93個、合計 744個です。

蒸気噴射の効果は！

ボード厚さ40mm、比重0.60、フェノール樹脂接

着剤添加率 5%という、押し出し成型パーティクルボード製造と同じ条件で、平盤法によりボードを熱圧成型すると、20分ではパンクして製品とはならず、最低でも25分前後のプレス時間を必要とします。一方、押し出し成型法では15分でも十分製品を得ることが出来ます。

平盤法と押し出し成型法とでは、成型可能な最低時間に差がありますから、両方法間で蒸気噴射の効果を単純に比較できません。しかし、平盤法では25分前後のプレス時間を必要としたものが、

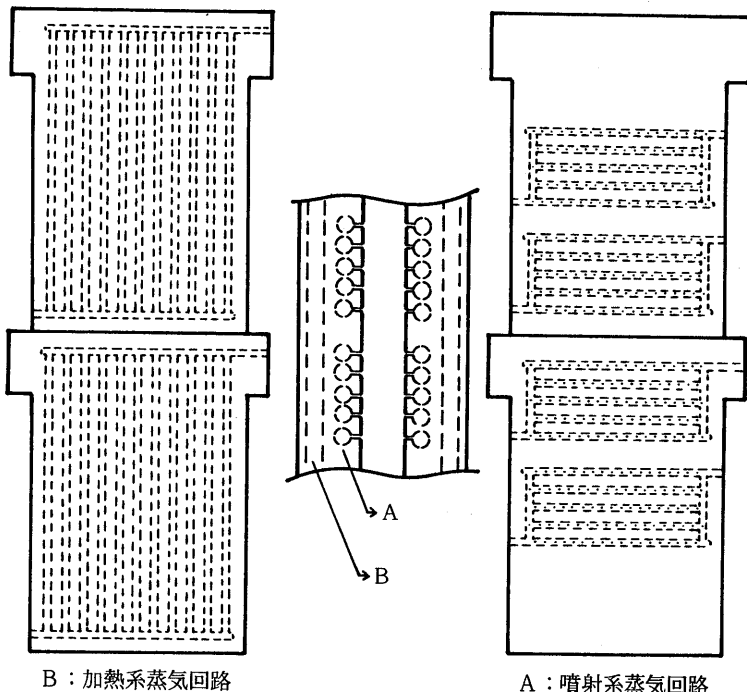


図1 蒸気噴射熱盤の内部構造

押し出し成型法でパーティクルボードを造る

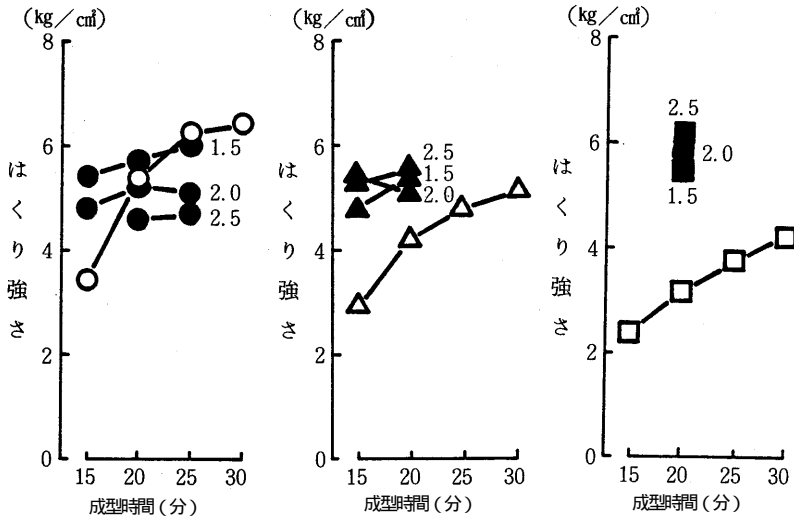


図2 成型条件とはくり強さの関係
削片長20mm, 削片長40mm, 削片長60mm,
黒塗りは蒸気噴射をしたもの。図中の数字は噴射蒸気圧力 (kg/cm²)
(以下の図の記号は同じ)

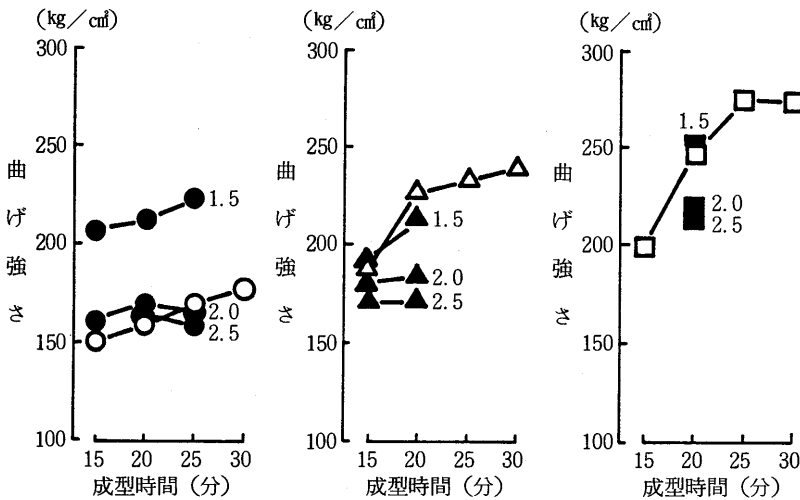


図3 成型条件と曲げ強さの関係

蒸気噴射を併用することにより10分程度まで短縮できます。一方、押し出し成型法では同じ成型時間でも、蒸気を噴射することにより接着剤の迅速硬化が進み、はくり強さが大きくなるのが分かります(図2)。成型時間については15分の水準までしか試験していませんが、この時のはくり強さから推定して、10分以下の成型時間でも製品を

得ることができると思います。図からも分かる通り、はくり強さは同じ成型時間でも原料削片の長さにより異なり、短いものほど強くなります。これは平盤成型パーティクルボードについても観察される現象です。蒸気噴射を行うと、接着剤の硬化が促進されるため、いずれの長さの原料を用いても、短い成型時間で5kg/cm²以上のはくり強さになります。

この蒸気噴射の効果を曲げ強さについてみると図3のようになります。曲げ強さに対しては、はくり強さとは逆に長い削片がより効果的です。これも平盤成型パーティクルボードに見られる傾向と同じものです。図からも分かる通り、蒸気噴射の効果は20mm長さの原料を用いた時に一番大きく、40あるいは60mmの削片ではどちらかと言えばプラスの効果は認められませんでした。

次に、パーティクルボードの大きな欠点の一つで

ある寸度安定性の低さについて、吸水時におけるボードの長さ方向の膨張で評価してみました(図4)。押し出し成型法では、薄い削片が重なるように積層され、連続的に押し出されて良い板になります。一方、平盤成型法では削片が積層されてボードの厚さ方向を形成します。したがって押し出し成型法で得られるボードの長さ方向と、平盤

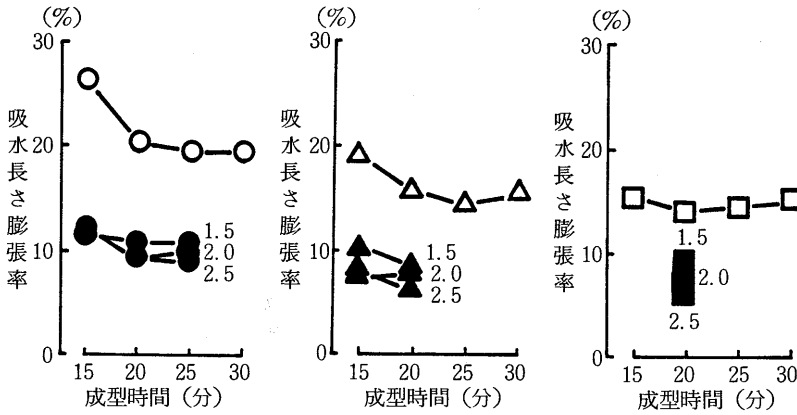


図4 成型条件と吸水長さ膨張率の関係

成型法で得られるボードの厚さ方向とは、削片の積層のされ方がほぼ同じと考えられます。そのため、例えば水に浸漬してボードを膨張させると、押し出し成型ボードでは長さ方向に、平盤成型ボードでは厚さ方向に大きく膨張し、しかもその値は近似しています。図からも分かる通り、削片の長さによっても膨張の程度が異なり、短いものほど大きくなる傾向が認められます。また、蒸気噴射をしない場合には14~26%程度あった膨張が、蒸気を噴射することにより6~12%前後まで低下(良く)することが分かります。

いずれにしても、押し出し成型法において蒸気噴射を併用すると、平盤法同様に接着剤の迅速硬化と寸度安定性向上に対して極めて有効であることが認められました。

やはり大きかった異方性……その改善策

試験に用いた原料は、カラマツ間伐材を円盤型フレーカーで薄く(0.5mm)削り、その後粉碎した長さ20, 40および60mmのいわゆるフレークと呼ばれるものです。通常のボード用原料と比較すると、薄くて長いという特徴があり、このことは曲げ性能に対して大きな効果があると言われています。

平盤法で実験室的に製造した配向性パーティクルボード(細長い削片を一方方向に並ぶようにしてマットを成型後熱圧したもの)の削片の配向方向と、それに直角な方向の曲げ性能の比はせいぜい

3倍前後です。ところが押し出し成型パーティクルボードでは、押し出し方向に平行に荷重をかけた場合(曲げ試験片の長さ方向が押し出し方向と直角)の曲げ強さは逆方向(試験片の長さ方向が押し出し方向に平行)の26倍(原料長さ60mm)もあり、曲げヤング係数に至っては実に44倍もの差

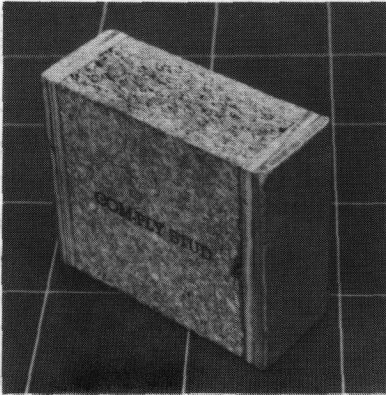
がありました。工場廃材等を原料とする通常の押し出し成型パーティクルボードでは、強い方の曲げ強さでもせいぜい100kg/cm²程度(ドイツ製品の試験結果によると82kg/cm²。厚さ20mm。比重0.62)ですから、これほどの強度差(同。4.7倍)はありません。

薄くて細長い原料を2枚の熱盤の間に連続的に落とし込むと、削片が積層される形でボードができ上がって行きます。しかも熱盤間隔40mmの間に60mm長さの原料が入ると、一定の方向に並ぶのも当然と言えますから、強い方向の強度はより強く、弱い方向の強度はより弱くなり、前述のように異方性の大きなボードになったものと考えられます。

しかし、このように異方性の大きなボードでも薄い単板(1.6~2.6mm厚)を表裏面に各1枚オーバーレイすることにより、両方向の強度差をほとんど(強い方向で350~410kg/cm²、弱い方向で220~270kg/cm²。1.3~1.8倍)なくすることができます。

厚物パーティクルボードの用途は?

アメリカでは厚さ38mm(1.5インチ)のパーティクルボードを4, 6, 8……インチ幅に細長く切り、その木口面に4mm厚単板を2枚張った「コンプライ」という製品(写真)が、製材品に匹敵する経済性と性能を持っているということで、盛んに研究され、実用化試験もされています。しかし、日本では製材とパーティクルボードとは価

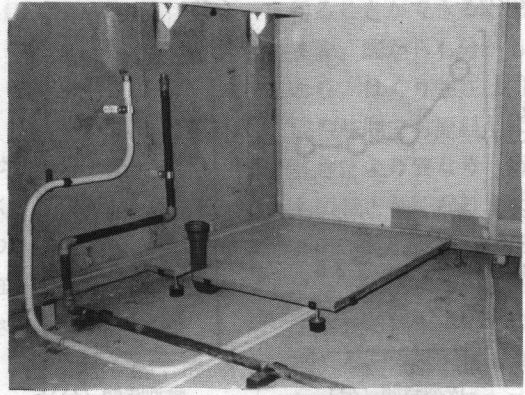


② 厚物パーティクルボードの用途
コンプライ

写真のパーティクルボードは平盤
成型ボードです。

格の差が大きく、とても太刀打ちできる状況には
ありません。やはり日本では今のところ、面材と
しての用途(写真③)を考えた方が良さそうです。

現在、日本で生産されているパーティクルボード
の厚さは、2~3mmの超薄物(ロータリープレ
スによるエンドレスパーティクルボード)から45
mm程度の厚物まで、実に20種類程もあります。し
たがって、ここで得られる40mm厚の押し出し成型
パーティクルボードは最も厚い方のグループに属



③ 厚物パーティクルボードの用途例 乾式遮音置
床工法用床材ボード

写真のパーティクルボードは平盤成型ボードに
単板をオーバーレイしたものです。

することになります。

押し出し成型プレスでは、2枚の熱盤の間隔を
広くすることにより、もっと厚いボードの製造が
可能になります。さらに、熱盤間隔を微妙に調整
することにより、ボード比重を0.4程度の比較的
軽いものから0.8前後のどっしりとした重量感の
あるものまで作ることができます。このような特
徴を生かした用途開発が、今後の課題の一つと言
えるでしょう。(林産試験場 調査科)

内外の話題

木製窓の

道有実用新案出願中実施契約について

林産試が昭和59年出願し、現在審査中の「交差
重ね合せ工法によるウッドサッシ」(実用新案登
録願59年度第154853号)の実施契約が道と久保木
工株式会社(旭川市)との間で交わされ、昭和61
年4月1日からこの契約に基づき、木製窓が製造・
販売されている。また、旭川市内の建具メーカー
でも同新案を用いるドアの開発のために契約希望
があり、現在手続き中である。

道有実用新案出願中実施契約は、道職員が発明
し審査請求中の実用新案でも道有財産とみなし、

民間企業がその技術を用いて製造を行う場合、道
が技術指導を行い、企業が実施料の支払いを行う
等の契約を結ばなければならない、というもので
久保木工(株)は、本新案出願中実施契約の第1号で
ある。

上記実施料は、本新案を使用して製造した木製
窓の売上金額と実施料率をかけたものである。今
回の場合、実施料率は0.15%と見なされた。しか
し、今後同様の契約を結ぶ場合、それぞれの企業
の状況に応じて実施料率が決定されるため、必ず
しも今回決定された0.15%が適用される訳ではな
い。

本新案は、技術移転が容易で、中小家具・建具
メーカーでも十分実用化できるため、今後も同様
の契約が結ばれるケースが増えてくることが予想
されている。(林産試験場 加工科)