

## 第2回木質ボードシンポジウム

— 研究成果と新技術・プラント —

日本木材加工技術協会関西支部

昨年2月に第1回木質ボードシンポジウムが『技術の現状と今後の展開』というテーマで開催され、盛会であった。本年は2月21日、共済会館新大阪プロミネンスホールにおいて、その第2回が表記のテーマで開催され、参加者は約80名を数えた。今回は、午前中最近の研究成果と題して2件の報告があり、午後は内外の新しい製造機械・システムの紹介およびその関連討論が活発に行われた。話題提供および司会の各氏は次のとおりである。

### I. 研究成果 (講演)

- (1) 軽量ボードの製造技術と材質  
京都大学木材研究所 川井 秀一氏
- (2) パーティクルボードの耐久性  
静岡大学農学部 斉藤 藤市氏

### II. 内外の新しい製造機械・システム(パネル討論)

- (1) 海外のパーティクルボードの現状について  
ウェスタン・トレーディング (株)  
阿部 徹氏
- (2) 木質ボード成形、プレス加工設備の機械的技術的開発  
住友商事 (株) 松原 正紀氏
- (3) ビゾン社ハイドロディンプレスによる木

質ボードの連続生産システム

ニチメン (株) 河野 通孝氏

(4) 木粉直火熱源システム

— 木粉燃焼の自動制御と活用 —

太平設備機械 (株) 渡辺 仁司氏

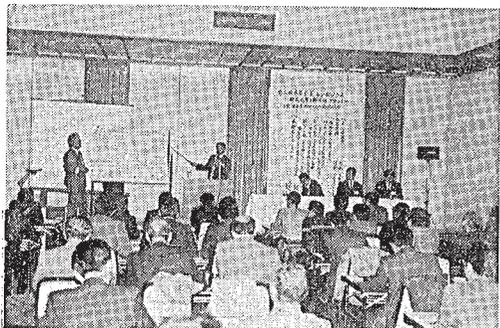
司会 京都府立大学農学部 梶田 照氏

京都大学木材研究所 佐々木 光氏

### 1. 軽量ボードの製造技術と材質

イソシアネート系接着剤を用いた低比重パーティクルボードの製造工程における種々の因子と材質との関係、ならびに耐水・耐火・遮音・断熱性能等住宅部材として使用された場合の諸性能が概説された。

軽量ボードではパーティクルの圧壊の割合が少ないため、パーティクル自体の形状や性質が直接ボードの材質に影響しやすい。したがって原料の比重、パーティクルの調製方法が重要な因子となる。たとえば、原料およびボードの比重がともに0.4のラワンパーティクルボードの曲げ強度は、調製方法により同様な形状をもつパーティクルであっても内部破壊の程度が異なるため、200 kg/cm<sup>2</sup> から 100 kg/cm<sup>2</sup> まで変動する。イソシアネート系接着剤を用いた軽量ボードの場合、8~20%、あるいはそれ以上にわたるパーティクルの含水率に対して安定した力学的性質を示す。上記接着剤の添加率は、吸水厚さ膨張率およびはく離強度に対して2~15%の範囲で一次的な関係を示すのに対し、曲げ性能は5%以上の添加率で安定する傾向を示す。熱圧成型時の二段圧縮法はボードの厚さ方向比重分布の制御を可能にするが、極端な高比重岩盤層の形成はせん断破壊を招き、曲げ強度は必ずしも改善されない。逆に、岩盤層の存在は吸水厚さ膨張率の増加をもたらし、中層



会場風景

の相対的な比重の低下によっては、離強度の低下をもたらす。

軽量ボードは高い寸法安定性を示し、長期水中浸せき試験あるいは乾湿くり返し試験に対しても、その厚さ膨張率は10%前後に過ぎない。低比重化による熱圧時のセット量の減少と接着剤の優れた耐水性が大きく寄与している。

軽量ボードの断熱性はボードの低比重性と十分な厚さの故に非常に高い。たとえば、気乾比重0.3および0.4のボードの熱伝導率は0.045および0.058 kcal/m・h・°Cであり、インシュレーションボードと同程度程度の値を示す。

軽量ボード(比重0.4、厚さ30mm)の床衝撃音に対する透過音圧レベルは、合板より2~12dB低く、市販ボード(同0.8、20mm)に比べてもなお数dB程度低い。一方、吸音性能は特に優れ、表面に凹加工を施した比重0.3(25mm厚)のボードの吸音率は70%に達する。

軽量ボードの裏面火炎貫通時間は面密度に比例し、市販ボードのそれと同程度である。気乾比重、厚さがそれぞれ0.3、30mmおよび0.4、40mmの軽量ボードの裏面への火炎貫通時間は20分および30分に達し、火災時の避難に十分な耐火性能をもつと思われる。

以上のように、軽量ボードは気乾比重0.4程度の低比重でありながら、構造用途に要求されるタイプ150以上の力学的性能をもち、さらに優れた耐水性、断熱性、遮音性を有する材料であるということができる。これらの特性を活かす用途の一例として、コンクリート打設時の型枠材料と打設後の内装下地材を兼ねた用途への試みが挙げられる。

## 2. パーティクルボードの耐久性

インシアネート(IC)を接着剤としたパーティクルボードの水分安定性、耐久性能についての成果が紹介された。ICボードは、ホルマリン臭がなく、PFボードよりプレス時間が短く、また少量のレジンを添加量で標準ボードの性能が得られるなどの特徴がある。

ICボードは2.5%以上のレジンを添加率で十分な性能が得られ、また心層の添加率2~3%、表層2.5~3.5%で家具用(V20)の性能が、平均5~

6%の添加率で構造用(V100)の性能が得られる。ICボードの耐久性能では、2時間煮沸後の曲げ強度はPFボードと同一であり、同一のレジンを添加率では、はく離強度は従来のレジンボードのその2.5~3倍、湿潤はく離強度はPFボードの2倍であるともいわれている。またICボードの耐候性はPFボードと同一、あるいはやや優れている。

しかし、ICボードの場合、鉄板への付着、高価、レジン塗布小片の貯蔵期間が短いなどの問題がある。また、樹種によってICレジンの接着性能が異なり、ブナを原料としたボードの接着強度が低く、十分な煮沸強度を得るには比較的多量のレジンが必要である。また、ユーカリ、テーダマツ、カラマツ、ナラでも接着不良が生じ、これらは木材成分が関係すると考えられている。

小片形状は、表面積当りのレジン添加量、圧縮時の小片間の密着性、ボードの厚さ方向のスプリングバックに直接関係するため、接着剤について接着耐久性に影響を及ぼし、PFボードに匹敵する接着耐久性をICボードに与えるには、樹種、小片形状に見合うレジン添加が必要である。小片含水率は、5~25%の範囲で接着性能に影響を及ぼさないとされていたが、高含水率(18%)では良好な接着性能が得られず、また低含水率(4%)では、はく離強度が低下することが明らかとなり、現在では10%程度が適当とされている。

MDIと木材間に生ずる反応は少なくとも2段階あって、第1段階は25~50°Cの低温で開始するが、第2段階の架橋反応は200°C近い温度が必要で、普通のボード熱圧条件ではMDIは完全に硬化していない。熱板(220°C)と高周波加熱の併用で、ICボードの内部温度を150~186°Cに上昇させると、はく離強度および同煮沸強度が増大する。また、表層にPFまたはPMUFレジンを、心層にPMDIを用いたボードは構造用(V100)の性能を有し、UFなどアミノレジんにEMDIを添加すると、水分安定性、耐候性が向上する。構造用には、MUFまたはPMUFレジンを8%にEMDI1%以上添加する必要がある。

## 3. 海外のパーティクルボードの現状

木質ボードの中でPBの生産量は、年々また国

によって増えたり減ったりしているが、長い期間でみると絶対量はまだまだ増加している。特に西欧では古くから PB が使われているが、1984 年のその生産量は 17 百万  $m^3$ 、合板 2 百万  $m^3$ 、FB は 2.2 百万  $m^3$  である。これら 3 つを同じレベルでは比較できないが、西欧では木質ボードの内で PB が非常に重要な材料であることには変りない。

西独の PB 生産量は 6 百万  $m^3$ 、イタリア 2 百万  $m^3$ 、フランス 190 万  $m^3$ 、ベルギー 160 万  $m^3$ 、その他の地域では、ソ連 680 万  $m^3$ 、米国 520 万  $m^3$ 、カナダ 84 万  $m^3$  である。西欧では陸続きのため、東欧から西欧へのように PB の隣国への輸送が容易であり、非常に激しい状態で競争して生産されている。

年間 1 人当りの PB 消費量は、従来 1 位が西独、2 位がスイスであったが、1982 年ではノルウェーが 1 位で 61 kg、西独 60 kg、フィンランド、スウェーデン、デンマーク、スイスの順となり、日本は 5.6 kg である。使用量の多いノルウェーと西独について、その用途をみるとノルウェーでは家具関係 25%、建築関係 65%、その他 10%、西独ではそれぞれ 52%、37%、11% である。ノルウェーの“その他”の内訳は梱包 1%、造船 1%、DIY 3%、その他 5%、西独のそれは DIY 6%、梱包 2%、その他 3% である。何をどれくらいの規模で、どのように製造するかによって製造システムがいろいろ分かれてくるが、特にカナダで重要な動きがある。1984 年のカナダでのウェハーボード (WB) の生産量は 120 万  $m^3$  (前年比 38% 増、11 工場)、普通 PB 84 万  $m^3$  (同 17% 増、11 工場) であるが、自国での消費が少なく、主として米国向の輸出が多い。WB の輸出量は 1983 年 37 万 6 千  $m^3$  (生産量の 43%)、84 年は 62 万  $m^3$  (51%) と年々増加の傾向がみられる。WB は 20 数年前に開発されたもので、厚さ 0.4~0.6 mm、長さ 37.5~75 mm のアスペン (全乾比重 0.35) のフレックを用い、フェノール樹脂粉末を 2.0~3.5% 添加して熱圧した比重 0.65 程度のボードで、耐久性、くぎ引抜き抵抗などの性能が大きいことから、壁材、床や屋根下地など合板の代替品として使われている。西欧でも WB が生産され始めているが、アスペン以外の広

葉樹を混ぜて使う傾向にある。

#### 4. ジンベルカンブ社の木質ボード成形、プレス加工設備

ジンベルカンブ社では、現在までに 90 ラインのベルトシステムの実績があり、ますます増加の傾向にある。ベルトシステムは、ホームよりプレスまで全域でマットがベルトで保持され、当板を使わないので冷却ラインや当板加熱エネルギーも不要、製品厚さの精度も向上するなどの特徴をもつ。現在最も生産能力の高い多段設備は、プリプレスと多段油圧プレスを装備したベルトシステムで、最高速度 600 mm/sec、熱圧時間 8 sec/mm である。特に圧力ロールの数を増して圧力を高めたプリプレスをを用いる傾向にあり、各線圧 1000~2500 N/cm の 4 対の主圧ロールから成るプリプレスが、この 2 年間で約 20 基納入されている。このプリプレスをを用いることにより、高速プレス閉鎖、熱盤間隔の減少と熱圧時間の短縮、ホーミングラインのスピードアップなど生産性の向上、予備圧縮により表面の樹脂が前硬化する危険性が少なく、サンディング量も少なくて済み、マットのくずれが少なく、厚さ精度が向上するなど製品品質が向上する。

ジンベルカンブ社では、長年にわたる開発研究の結果、連続ホットプレス「コンチロール」を完成し、現在 7 基のプラントを受注し、順次建設されつつある。プレス部は、油圧シリンダ、プレスフレーム、テーブル、ガーター、ホットプレートから成り、マットへのプレス圧は、ムービングベルト (厚さ 2 mm) と固定されているホットプレートとの間の連続バーで与えられる。連続バーの直径は 15 mm、ピッチ 17 mm で、マット全長、全幅にわたりコンスタントに回転している。生産スピードは 30 m/min、ボード厚の範囲は 5~40 mm である。温度は 200°C まで上げられるが、連続バーがあるため、これより約 15~20°C 低くなる。メカニズムはきわめて簡単で、部品交換も容易であり、また均一な比重のボードが得られ、サンディングも 0.2~0.3 mm ですむ。

最近、マットに高圧蒸気を注入するスチームインジェクションプレスが開発された。このプレスはシングルで、ホットプレートは蒸気で加温され

ており、さらにプレート表面に多数の蒸気穴(3 mmφ)があげられ、そこからマット中に蒸気が噴射される。蒸気の拡散を良くするため、マットは2枚の金属シーブの間でプレスされ、下のシーブは搬送用、上のシーブはプレスに固定されている。接着剤が完全に硬化した後、蒸気の供給が止められ蒸気取だしバルブが開かれて、バキュームによりボードから蒸気が除去される。この方法により加熱時間が短縮され(3~4 sec/mm)、小さなプレス面積で非常に高い生産能力を上げることができる。PB用、幅1830、300 m<sup>3</sup>/dayで、プリプレスとコンチロール(16 m)で約8億円(工事費別)。

### 5. ハイドロディンプレス

連続プレスとしては、20年前よりキャタピラタイプのもの、オカール(クライバウム)、ビゾンのカレンダープレス(メンデシステム、この15年間で60プラント設置)などがあったが、1974年ビゾン社は平板式連続プレスを開発、81年には全く新しいこのハイドロダイナミックプレス(通称ハイドロディンプレス)を開発した。

特に、過去の連続プレスの経験から、構造上非常にシンプルで、機能上複雑でなく、メンテナンスコストが低く、経済的でありかつ多くの製品に適用できることを基本として開発された。構造的には単段式でベルトが駆動ドラムで駆動し、ベルトが熱盤上をすべって移動する。このとき摩擦が生じるが、熱盤の穴から潤滑油を押しこんで熱盤とスチールベルトの間に潤滑油の油膜(厚さ1~2.5 mm)を形成して摩擦をなくしている。油は回収して熱交換機で熱して再度循環使用される。圧縮については従来のもので変わらない。圧縮と同時にベルトがスライドしていくが、上から25 kg/cm<sup>2</sup>の圧力をかけた場合、油膜の厚さが1~2.5 mmとなるように潤滑油に25 kg/cm<sup>2</sup>の圧力を加え、バランスをとっている。油は蒸発なしで210°Cまで加熱可能であるが、潤滑の働きと同時に熱盤の加熱にも使われている。また、ボードの厚み規制はシリンダーをコントロールすることにより行われ、厚み精度が向上し、±0.2 mmである。油圧は動圧なので小さい圧力で充分である。マットがプレスに入って直ちに圧力と熱が同時に

加わるので前硬化が少なく、ボード表面がきれいで平滑であるので、サンディングしないですむ。ローディング、アンローディングがないので、生産のデッドタイムがなく、また連続製造なのでcutting lossが少ない。ボードの厚さ方向の比重むらがない。構造上放熱が少ないので、他の平板プレス法に比べて5%熱消費が少ない。ボードに直接ペーパーなどをワンショットラミネートが可能などの特徴を有している。このプレスは、PB、OSB、MDF、WBあるいは木質系以外の他のパネルの生産用としても利用可能である。450 m<sup>3</sup>/dayのプラントで、フォーミング・プレスラインで、概算9億5000万円である。

### 6. 小片配向装置

北米を中心としてOSBやWBの生産が活発であるが、これらはStructural composition board(SCB)といわれ、また合板、OSB、WBを含めてStructural panelとも呼ばれている。1984年の米国でのStructural panelの工場数は180工場、その内18工場がOSBまたはWBの工場、18億5000万ft<sup>2</sup>(3/8"換算)生産され、これはStructural panelの生産量の約8.6%であった。1985年の米国のOSBとWBの工場数は、建設中を含めて25工場、能力は年間約40億ft<sup>2</sup>、カナダでは12工場15億ft<sup>2</sup>、その他、スウェーデン、スコットランド、ソ連、フィリピン(停止中)に1工場、フランスに2工場ある。

小片の配向装置としては、機械的方法と電気的方法とがあるが、前者にはElmendorf-Bison、Jeffrey-cross orienter(Potlatch)、Siempelkamp、Fahrni institute、Schenkなどが、後者には、Morrison-Knudsen For. Prod. Co.、Bison、京大木研などがある。ジンペルカンブ社の配向装置には、ストランドをベルトの運動方向に沿って長手方向にそろえるMD-headとベルトに直交してそろえるCD-headとがある。MD-headはディスクを多数備えたもので、回転しているディスク上に小片を散布すると、配向と同時に分級も行われ、粗大小片がボードの表面に、また形状の小さいものは内部に堆積するようになっている。また、ベルトの移動方向を逆にするとこれと逆の構成を得ることが可能である。CD-headは、三層構

成ボードの心層用小片を配向させるもので、ベルトに直角方向に多数のプレートを平行に備え、その上から小片を散布すると、プレートを通過するときに配向して、表層マット上に直交配向したフレックが堆積される。ジンベルカンパ社が初めて納入した OSB マットフォーマーは、すでに 10 年近くスウェーデンで稼動しており、ユリア樹脂を使用して棚板を製造している。最近でもスコットランドに大型の OSB プラントを納入している。

ビゾン社では、表層ストランドを機械的に配向させ、心層小片を直交配向させるために電気的方法を採用したこともあるが、後者の方法では 200~500 m<sup>3</sup>/day という生産スピードについていけないので、電気的方法は現在用いられていない。機械的配向装置は、帯鋸のような形状のフィンを多数平行にある間隔で配列し、それを交互に往復運動させるもので、メンテナンスも容易で、騒音も小さい。また、カールセンク社では、1982 年から 1985 年にかけて G-P 社の 5 工場、昨年はウェアハウザー社に 1 工場の OSB プラントを設置している。

## 7. 木粉直火熱源システム

石油系燃料と同様に、木質廃材を自動制御により燃焼して熱エネルギー化し、効率を考慮して熱交換をせずに直接熱ガスを利用すること、燃焼ガスをクリーンにし、熱ガス中の問題成分をできる限り少なくして、公害規則に合格するような排ガスとすることを目標にして、本システムが開発された。これらの目標を達成するため、燃料として乾燥木粉を用いている。すなわち、粉末であると集塵、篩分け、輸送、貯蔵が容易であり、貯蔵したものの取出し量の規制、燃焼炉への吹込み、燃焼の制御も容易であることによる。従来、粉末の燃料をボイラー燃焼室に吹込む方式もあったが、常時火種または補助燃料が必要であり、本システムのように自動制御により、100% 木粉のみで燃焼させた例はなかった。また、従来の方式では燃焼

効率が悪くてカーボン化しやすい等の問題があったが、新しい構造の低 NO<sub>x</sub> バーナーの開発で改善されている。

本システムは、基本的には、工場廃材を集めて篩分け、荒いものは微粉碎機にかけて粒度 10~12 メッシュとしたものを貯蔵する燃料工程、燃焼装置へ燃料として輸送し、燃焼の制御をする燃焼工程、できた燃焼ガスを有効に利用して単板やパーティクル、ファイバーなどを乾燥する工程、使用後の廃ガスを処理または再利用のため燃焼装置に戻す工程から成っている。ある PB 工場ではサンダーおよびソーダスト、ラインから出るダストを主燃料としてチップの乾燥とホットプレスの全熱量に、また MDF 工場ではサンダーダストによりファイバーの乾燥が行われている。

木粉に旋回を与えながら、ノズル先端から燃焼炉に木粉を吹出させる。燃焼炉は円筒横置二重ケーシング形で内部は耐火物施工されているが、外殻には空気を通して冷却しながら炉内へ三次空気として吹き込む構造となっている。特に炉負荷が高すぎると、灰分中のアルカリ土類金属が溶け、耐火物中の珪素を溶かし、寿命が短くなるので、45 万 kcal/m<sup>3</sup>H 以下に押さえられている。なお、着火用補助燃料 (LPG, 重油, 灯油) がスタート時から 10~20 分間のみ必要である。

燃焼ガスは、900°C ほどであるので、ブレンダーで扱い可能な温度になるようにリターンガスまたは外気で調節される。また、ブレンダー内でサイクロンのように熱ガスを旋回させ、遠心力でアッシュを除去している (回収率 50%)。このようにして得られた熱ガスをベニヤドライヤー、ジェットあるいはキルンドライヤー、気流ドライヤーに送られる。なお、NO<sub>x</sub> 値は 180 ppm くらいで運転されている。本システムは、燃焼量 750 kg/hr、熱量に換算すると 4 000 kcal/kg、300 万 kcal/hr で約 6 500 万円、1 000 kg/hr、400 万 kcal/hr で約 7 100 万円である。

(文責 京府大農 梶田 照)  
京大木研 川井 秀一