

第17回木質ボード・木質複合材料シンポジウム [Ⅱ]

(社)日本木材加工技術協会関西支部

前号(7月号) Session II のつづき

2. 木材微粉化技術による高品質建材のための配合方法

ミサワホーム(株) 上手正行 氏

環境関係の法律が、この2、3年で施行され、建築廃材が問題になっている。なかでも建設業が最も苦慮しているのは、木材の廃材である。その再利用技術として、付加価値の高いものを作ることを目的に、木材を微粉化する技術とプラスチックと配合する技術を応用して、木材本来の風合いを持ち、割れにくく、かつ腐りにくい高品質な建材、Mウッドを開発した。現在、Mウッドの生産は、年間1万トン、2万立方メートルに達しており、また、外販として、サッシメーカー、建材メーカーに、年間4千~5千トンを供給している。

木粉とプラスチックの混合による成型物製造の歴史は古く、例えば、すでに30年ほど前から、スウェーデンのソネソン社は、熱可塑性プラスチックと木粉を混ぜて成形を行っている。これらに使われている一般的な木粉は、細長く、毛羽立ち、絡みやすい状態になっている。また、工場から排出される木粉も、絡み合いやすく、異種材料との混合が難しい。

そこで、研磨材を加えて解きほぐし、さらに、篩いわけを行い、木材を、サラサラした木粉体にした。例えば、30~60ミクロン。そうすることで、相互の絡み合いが減り、パウダー状の樹脂と混ざりやすくなった。しかし、それには当然コストがかかるので、事業化できる範囲で、コストをにらみながら、適当な粒度に仕上げるのが重要である。

次に、木材中の水分である。プラスチックとの混合、成型時には、180℃で相当の圧力をかけるため、木材中の水分が高圧の水蒸気を発生するものになるが、研磨過程で、含水率は2%付近にま

で低下することがわかった。

この木粉を、従来の木粉入りプラスチックの代表的なタイプである塩化ビニル系樹脂に、従来の2倍にあたる重量比で30%以上(体積比では50%以上)を加え、さらに、滑剤、可塑剤を加え、ブレンダーにて攪拌後、150℃に昇温した。次に、クーリングミキサーに移し、100℃に下がった時点で発泡剤を混合して、コンパウンドを得た。これを、1軸押し出し機によって成型し、その性能、風合いを比較したところ、木の風合いを有しながら、かつ、建材として必要な強度等を得られることがわかった。

この技術の特徴として、

- 1) 微粉化木粉にすることで、木のあらゆる種類、部分を利用できる、
- 2) 成型物として形を作ることで、必要な分量の材料で作ることが出来、切ったり、削ったりするロスがほとんど無くなる、
- 3) 微粉化木粉の製造価格が、汎用熱可塑性樹脂の価格より安価であれば、それらが配合される成型物は、熱可塑性樹脂単体の成型物より安価でかつ木質感を持ち、付加価値が高い、ことが挙げられる。

Mウッドは、現在、和室造作部材、サッシ、浴室壁材等に使用している。価格は、コンパウンドから押し出し成型したあとでは、400円~600円/kgである。しかし、成型品は中空の構造にしているので、立米あたりの単価は、20~30万円程度である。外がアルミ、内側がMウッドの複製サッシについては、木製サッシ等に比べて、市場価格が3~4割安くできている。

Mウッドは、温度の影響を受けて膨脹するが、その程度は通常のプラスチックの半分で、アルミ同等である。また、退色性については、これまで10年の実績があるが、紫外線等による退色はあま

り無い。しかし、浴槽等に使用する場合は、コーティングが重要になる。

最後に、熱可塑性樹脂に塩化ビニル系を選んだ理由であるが、塩化ビニルは、諸物性、安定性が比較的高い、成型性がよい、建材としての実績が多い、難燃性が高い、材料製造段階の消費エネルギーと排出CO₂が最も少ない材料である、マテリアルリサイクルが容易であるなどの特性を有している。もちろん、塩化ビニルは焼却に関する問題はあるが、燃やすところには使わない、耐久消費財として長持ちするところに使い、これを、リサイクルしていくことでこれに対応していける。

3. ダイケンサラワク社のMDFの製造

大建工業(株) 吉見 哲 氏

1994年2月に日本企業2社とマレーシア3社の計5社で合弁会社DAIKEN SARAWAK SDN. BHD.を設立した。その後、工場建設に取り掛かり、2年後の1996年6月より商業生産を開始した。開始より4年半経過した今は、まずは順調な生産状況にある。しかし、ここに至るまでには、為替変動から天変地異にわたる険しい道のりが続き、つくづく海外での工場建設・運営の難しさを痛感した。今回は、海外で事業を起こすにあたっての留意点について、いくつかお話ししたい。

まず、MDF工場設立の経緯であるが、10年前に今後の建材の動向について調査・分析したところ、当時、ドアや収納家具の面材、造作材、フロアの台板に多く利用していた薄物合板が、今後は、入手しにくくなると予想された。これに変わる代替材として薄物MDFが考えられ、今後は、それを自社で製造しなければならないと考えた。

そのMDFの工場建設地であるが、カナダ、アメリカ、ニュージーランド、日本、東南アジアで適地を探した結果、原料、インフラ、コストの観点から、マレーシア、サラワク州ビンツルに決定した。サラワク州では、製材過程で出る廃材を野焼きしており、その利用について政府からの要望があったことも一因である。

まず、プロジェクトチームを作り、事業化のシミュレーションを行った。その時点から、技術の取得、開発を目的とし、日本国内でパイロットプ

ラントを作った。また、事業化にあたって、サラワク州の林政を司っている公社、STIDCにShear holderとして事業に参画してもらうことで、原料を確保できる様にした。

事業計画を立てた責任で、工場長として今から7年前、ポストンバックを一つ持って、1人でビンツルに乗り込んだ。着いてすぐに、住宅と仮のオフィスを確保した。建設開始時も1人で、まず、林を伐採して、整地して敷地を確保した。そこに、建設事務所と70名程度の従業員を収容できる、クーラー付きの寮を作った。MDFプラント用とチッププラント用の敷地を別々に作ったのだが、チッププラント用地は、整地まで終えた時点で、某大手企業に譲ってくれと言う話が政府からあり、泣く泣く、また、一から土地を確保し整地した。海外では、この様な普通の常識ではまかり通らないことが起こる。

ビンツルに入って1年半してから、いよいよ従業員を雇うことになった。新聞に求人広告を出し、面接を行った。ビンツルだけでなく、クチンあるいはクアラルンプールまで出かけ、職業訓練学校等で面接を行った。どうしても欲しい人は、一本釣りをした。多分、300名以上の人を直接に面接したと思う。この面接を通して、その国の習慣や考え方を多く学んだ。それが、その後の工場建設において、大変役に立った。

工場建設の杭打ちが終わったあたりから、大建工業の技術者を、二段階に分けて、日本から呼んだ。現地の方では、すでに100名ほどの従業員を雇っていた。

海外での工場建設にあたって大切なことは、ケガ、病気に関わる医療制度のことである。これは、まだ工場建設中の出来事だが、従業員が家に帰ろうとして事故にあった。地元には手術する設備がないということなので、4000リンギット、日本円で16万円ほど出して、すぐにクチンに送り、そのノーマー病院に運び込んだ。結局、滞在中に、4名ほどをノーマーに送った。通常、地元民は、クチンのノーマーに行くほどお金がなく、手術をあきらめるのが現状で、日本から来た企業が、お金を出して、ノーマーに送ってくれたと言うことで、社内だけでなく、社外でも高い信頼感を得た。

土地で信頼を得たことは、その後の従業員採用でも良い方向に働いた。

丁度、ピンツルに入ってから二年目に、工場建設が終わり製造に入った。すでにパイロットプラントで色々と学んでいたの、製造についてはある程度慣れていた。最初の製品は、大建工業関連の工場に送り、実際に使用して問題点を明らかにするチェック期間を設けた。硬い、もろい、はく離するといった様々なポイントがフィードバックされてきた。これに速やかに対応し、半年後に、大建工業以外にも売りに出すことができた。すべて日本に向けての輸出で、このうち、3割が大建工業で使用し、7割が外販である。また、当初はすべてE2タイプであったが、すでにE0、E1タイプを製造する技術が完成していたので、その後の日本市場の要求にもすぐに対応することができた。現在は、E0が80%程度を占めている。また、製品は、2.7mmから9mmがメインで、一日の生産能力は300立米である。

製造開始から二年半たってから、経営的に利益を生み出すことが出来るようになり、それは現在も続いている。

最後に、まとめとして、海外で事業を起こすときは、もちろん綿密な計画や周到な準備が必要だが、日本流の押し付けではなく、現地文化や風習を理解し、人種を越えた信頼関係を築くことが何よりも重要であると思うことを述べて、終わりたい。

(文責：京都大学木質科学研究所 矢野浩之)

Session III：機械装置・プラント

1. 解体材の異物分離装置・技術

原田産業(株) 吉川正弘 氏

原田産業は、これまで穀物の選別や異物除去機械の製造を行ってきたが、近年建築解体材の異物分離装置の開発も手がけている。建築解体材の分別精度の要求レベルは、穀物類のそれに比べて低い。例えば、PVCなどダイオキシン発生原因となる塩素系のプラスチック類については、ここ数年で混入率が低下傾向にあるが、それでも10%程度から数%程度にまで低下する程度である。同社では、廃プラスチックの約20%を除去し、その中

に塩素系の廃プラスチックの大半を封じこめるという戦略のもとで機械開発を進めている。

建築解体材の成分は、廃プラスチック(各種プラスチック、発泡スチロール、ゴムなど)、金属片(鉄、銅、アルミ、ステンレス、永久磁石など)、ガラス類(ガラス、タイル、レンガなど)、瓦礫類(コンクリート片、石・砂、石膏など)のほか木片や紙、繊維状の成分が含まれる。重量比では、瓦礫35%、泥30%、砂22%に続いて、木片12%となる。体積比では、瓦礫25%、泥25%に続いて木片等24%となっている。

建築物解体現場での人力による一次分別によって生じた混合解体材(柱材などを除去した残部)は、中間処理施設に運ばれ、破碎の後、風力や回転ドラムなどによる分別工程を経て、最終残部は埋め立て処分される。中間処理施設での破碎物の大きさは100-200mm、その後の分別残部の大きさは、20-50mmである。同社の異物除去システムでは、粒度分別、重力分別の後、比重差分別方式によって、異物の除去および解体材の分別を行う。特に、最後の方式として、SH型比重差選別機を開発している。同機では、振動、風送およびふるい分けを組み合わせ、解体材を分別する。分別テーブルには、目開きが1から5mm程度の波型の鋼製あるいはステンレス鋼製の網が用いられている。波型のピッチは15から40mm程度である。網はカセット方式で、交換が容易で、機械全体は密閉型として、騒音や粉塵の発生を抑制する構造となっている。機械の処理能力は10トンで、必要に応じて複数台稼働させる。

SH型選別機によって、解体材は、瓦礫、砂(3-7mm)、3mm以下の砂、木片およびその他に分類される。木片類は、炭化物原料として利用される。同社のシステムは、現在全国で5基稼働している。

2. メラミン化粧板リサイクルシステム

—コクヨにおける環境問題への取り組み—

コクヨ(株) 高桑良浩 氏

コクヨ株式会社は、総合事務機器メーカーで、その売上2,803億円(平成11年度、連結ベース)の内、紙製品・文房具など事務機器が30%、オフィ

ス家具や機器類が51%を占める。近年になって、環境問題や資源リサイクル関連の課題への取り組みを熱心に進めており、1998年以来全国の工場や事業所においてISO14000の認証を取得し、2000年3月には、全社的にISO14000総合認証を取得している。同社では、独自に環境行動憲章を設置し、「地球環境保全への貢献のために、商品の供給者として、Reduce, ReuseおよびRecycleを推進する」ことを社是としている。また新製品の開発にあたっては、環境に対する配慮の観点から、製品の性能を検討し、社内での認証を得られたもののみを製品化する仕組みを採用している。そこで検討される項目には、省資源、有害化学物質の回避・削減、ロングライフ設計、分解性設計、製造時、輸送時、使用時および廃棄時の環境負荷、情報表示などがあり、これらの観点での製品の性能を検討している。その結果、環境配慮型の製品の数は、1997年来急激に増加し、エコマーク、グリーンマーク、Rマークや非木材紙といったエコラベルを取得している製品の数は、1999年で、2,774品番に及ぶ。またそのうち最も取得が難しいとされるエコマークを取得した製品は、1,610品番に及ぶ。

オフィス家具の殆どはスチールや樹脂の成形品で構成されており、その殆どは設計の段階で創意工夫することによって、分解しやすく、分離回収の容易な製品とすることができる。OAテーブルについても脚部、引出し部や幕板部はスチールかこれにABSまたはPPの樹脂部品を取り付けたもので分解回収し易い。ところがテーブルの天板はスチールのコアにメラミン化粧板を接着してあり、分離回収が困難である。同社では、テーブル天板をスチール製コア部と化粧板に分離し、化粧板部をリサイクル使用するシステムを確立した。

具体的には、ショットブラストによってテーブル天板のメラミン化粧板を打撃、剥離し、チップ状にして回収する。ブラストには直径2.5mm程度の銅球を使用している。化粧板を剥離されたスチール製コア部は鋼材として再利用され、化粧板のチップは、直径1mm程度まで破碎し、コンクリートの充填補助材として利用される。これは、同社が別途製品化しているOA用置き床システムの面

材に利用される。面材はコンクリート製で、骨材に廃ガラス破碎材と、上述のメラミン化粧板由来のリサイクル原料を用いる。

上述のリサイクルシステムは、顧客から回収されるほぼ10年程度以前のOA家具のリサイクルシステムとして、また今後暫く回収されつづける現行の家具類のリサイクルシステムとして考案された。その一方で、同社では根本的な解決策として、簡単な剥離回収の可能なメラミン化粧板の開発、分離・回収し易い接着材の開発やメラミン化粧板を使用しないテーブル天板の開発も行っている。後者の場合、発泡性の塗料を用いることで、メラミン化粧板と同じような感触の表面を得ようとしている。

一方、同社では、木製のOA家具、例えば会議室用のテーブルや仕器のリサイクルにも取り組んでいる。これらには、MDF、LVLやランバーコアが使用されているが、接着剤との関係で分離回収が困難で、リサイクル技術開発の上で、課題の多い製品となっている。

3. 国産材を原料としたストランドボードの製造 —材質評価とダウンサイジングの試み—

静岡大学 鈴木滋彦 氏, (株)林本建設 林本辰明 氏
木質パネル(合板, パーティクルボード(PB), 繊維板)の生産量は世界的に見て、1960年代から一貫して増加の傾向にある。その量は1997年には1億5千万 m^3 となり、過去32年間で3倍に達している。そのうち北米・欧州が各5千万 m^3 で、アジアが4千万 m^3 とで、近年ではアジアでの急増が目だつ。地域差はあるが、世界的には1980年頃から、合板主流からPBへ移行し、さらに近年ではOSBが伸びつつある。これらの変化は原料の供給事情に負うところが大きく、特にOSBについては現在も原料に見合ったボードの開発が試みられている。本稿で紹介するスギを用いたストランドボードも、国産小径材の利用促進を背景に発達しつつある国産OSBと見ることができる。

一方、木質パネルの製造設備は、スケールメリットを期待して、1980年以降大型化しつつある。最近では、OSBなどストランドボードの工場では50から70万 m^3 クラスの工場も珍しくはない状態

にある。その一方で、国産スギを利用したストランドボードの製造では、あくまで原料の供給規模に見合った小ロット生産を目指している。

著者らは接着剤（PF，MDI），含脂率（6，9，12%），樹種（スギ，ヒノキ）および層構成を実験因子としてストランドボードを試作し，製造時の内部温度や密度分布を測定した他，曲げ試験，吸水試験，促進劣化試験，線膨張試験，はく離試験，せん断性能試験によってボードの性能を検討した。その結果，得られたボードはOSBなみの性能を有することがわかった。またMDIレジンの使用によって，耐水性能や厚さ膨張率が極めて低く抑えられることがわかった。

これらの結果を踏まえて，平成11年度の開発においてコンクリート型枠用高性能ストランドボードの開発および製造システムを開発した。設備機械は，フレカ，ドライヤ，ブレンダー，フォーマ，ホットプレス，サンダおよびトリミングソーからなり，1800mm×900mm，厚さ12mmのボードを製造する。設備費は約5億円で，生産量は1から5万 m^3 程度と想定している。また製造コストは最終的には，18万円/ m^3 程度と推定され，年産5千 m^3 程度のパイロットプラントでの製品価格は10万円/ m^3 程度になると予想される。

4. 欧州における木質系ボード二次加工機械の展開

ホマッグジャパン(株) ラッツヴィル・アルミン 氏
ホマッググループは，ドイツの木工機械メーカ12社，販売・サービス会社14社からなる総合木工機械メーカで，設立後40年で，従業員3,800人，売上11億DMになる巨大な企業である。また製品の輸出率は70%で，全世界に仕向け先を持ち，機械設備の製造だけでなく，技術コンサルティング，ソフトウェア，経営や資金に関する関連会社までを擁している。欧州で発達してきたパーティクルボードの加工を始め，最近では，欧州内では年率25%の伸びを示すOSBや，ラミネート加工品に押されて5%程度の伸びをしめしているMDFの加工に関する機械設備の開発に力を注いでいる。

顧客となる木材加工業から迫られている課題には，より多品種少量生産にシフトした機械の開発，

その中でのコスト削減，品質の確保や納期内での生産，さらにはデザイン性の高い部材の加工方法などがある。さらに多品種少量生産で問題になるのは，セット替え時間の短縮である。これに応えるため同社では，原板材料をワークランプで，最終製品にまで加工するマシニングセンタを提供している。ピックアップユニットと呼ばれる多数の工具やセンサの付いたツールチェンジャ兼，加工ヘッドをNC制御し，ルータによる型削り，穴あけ，縁貼り，端面仕上げ加工，溝きりや切断などをセット替えなしに加工するものである。駆動軸はインテリジェント・スピンドルといわれ，これが装備されたピックアップユニットには，動力源となる電機，エアや情報が供給されている。また縁貼りについては360°の縁貼りが可能で，ヘッドには，縁貼りテープや接着剤のヒータと連動した接着剤の供給装置が装備されており，機械全体は，NC制御と各種センサからの情報によって制御されている。同社ではこのマシニングセンタについてすでに1200台の実績があり，日本にもドア加工ライン用などとして5基の実績がある。原材料を一度クランプしてから製品になるまで付け替え，持ち替えや搬送がないのでリードタイムを限りなくゼロに近づけることができる。

その他に，同社では多様な曲面に対応できる縁貼りライン，高速で縁貼りをを行うパワーライン（通常の縁貼り速度の5倍程度の，毎分120mを可能にした製品）なども製造している。さらに最近では中国などで急増しているラミネートフローリングの製造機械（毎分180mでの製造可能），多品種少量を特に意識して設計されたCNCボーリングマシンなどもある。また中小のユーザ向けに，裁断用のランニングソー，縁貼りおよびボーリングマシンを一体化したシステムを提供し，これには加工品の設計，NCデータの作成，コスト計算や製品管理までをカバーした統合的なソフトウェアを装備して提供している例もある。

その他に同社は，顧客のアフターサービスとしてリモートサービス，環境や安全に配慮した機械づくりを目指している。

（文責：京都大学森林科学専攻 藤井義久）
（2001. 6. 1 受理）