

# 第22回木質ボード・木質複合材料シンポジウム 木材・プラスチック複合体研究会第9回公開講演会

(社)日本木材加工技術協会関西支部

第22回木質ボード・木質複合材料シンポジウムならびに木材・プラスチック複合体研究会第9回公開講演会が、関西支部の主催により平成18年3月8日、9日の両日にわたって京都大学生存圏研究所において開催された。初日午後は木質プラスチックの進展・現状として3件の講演が行われた。2日目は午前中に新材料・新技術に関する2件の講演が、午後は新しい機械・装置および環境問題と題して4件の講演が行われた。また、会場に隣接する部屋では関西支部企業の新製品や講演に関連したサンプルの展示が行われ、多数の見学者で賑わった。各講演の主な内容を以下にまとめる。



写真1 会場の様子

## 1. セッションI 木質プラスチックの進展・現状 (3月8日午後)

### 1.1 木質プラスチック複合材料に関する取り組み

(積水化学工業株) 清水貞秀氏

積水化学工業株は、下水・建物配管用のパイプ類、ユニットバス、雨どい、屋根といった住設、及び建材製品を扱っている「環境・ライフラインカンパニー」、合わせガラスの中間膜など機能を付与

した樹脂を扱っている「高機能プラスチックカンパニー」、ユニット住宅を扱っている「住宅カンパニー」から成り立っている。演題に関する取り組みは「環境ライフラインカンパニー」で行われており、次の4種のセキスイウッド製品が挙げられる。

70年代からのものとして、ガラス繊維強化の硬質ウレタン樹脂発泡材「エスロンネオランバーFFU」があり、耐食構造材用途向けに上市されている。プラスチックから木へどう近づけるかという切り口で技術開発されたものであり、フライト板、FRP 船原材料、枕木、枠組壁工法の床下部材として使われている。87年にJR、私鉄、地下鉄の軌道用軽量枕木に本格採用されてから販売が伸びたという。90年代に入り木粉充填のPS、ABS樹脂「エコテリアシリーズ」が内・外装建材用途で開発され、たとえば配線を隠す巾木や廻縁として、また屋根材の固定に使うプラ栈木などとして使われている。木粉充填率は50%以下の低充填であり、木粉を少し加えて風合いを木に近づけることが意識されている。リサイクル材のクロズドシステムをベースに展開した環境貢献製品である。

同じく90年代に入り、木粉充填のPE樹脂「リファールEX」が耐久性を高めた、外装建材用途の製品として開発され、バルコニー用床化粧板(95年)などとして使われている。従来から、クレガーレという敷タイルを戸建住宅・マンションのバルコニー用床化粧材として販売してきており、ユーザーの天然素材志向に合わせた製品も上市してきたが、自然素材ゆえの経年変化が問題点となっていた。そこで、アウトドア空間用途素材としての木質プラスチック複合体が「リファールEX」として開発された。その特徴としては、ま

ず、押出成形製品であるということ、また、表層と芯層からなっているということが挙げられる。芯層ではリサイクル木粉とリサイクル樹脂を使っており、高耐久性と中空形状に特徴があり、表層の場合は、リサイクル木粉と新しい樹脂を使って、高耐久性なものとし、被覆層をサンディングすることで高級感、質感に優れたものとしている。しかもその美しさが長持ちし、エコロジカルな素材となっており、異型成形性、加工性、品質安定性に優れ、滑り抵抗性に配慮した製品となっている。

2000年代に入り、木質リサイクルチップを接着剤を使って成形したエンジニアードウッド「リファレREW」が柱、梁といった構造材、ドア芯材、フローリング、壁パネルといった用途で開発されている。解体材や端材をチップ化し、接着剤をスプレー塗布後、高度一軸配向させて積層し、熱圧成形、製材して製品化している。現在、用いる接着剤をイソシアネート系のものから天然系のものに変える取り組みも行っている。

## 1.2 木材・プラスチック複合成形材料用添加剤オプティパックについて

(トーメンプラスチック販売株) 嶋田勤氏  
優れたウッドプラスチックを製造するためには添加剤が大きな役割をするが、米国ハネウェル社の「オプティパック」は生産性と製品物性の向上を同時に達成させる特記しうるものであるということで紹介された。この添加剤はポリオレフィンベースのウッドプラスチック用のものであり、生産性を高める滑剂的なもの(「オプティパック100シリーズ」)、製品の物性を高める強化剂的なもの(「オプティパック200シリーズ」)、両方の性能を有した複合パッケージ(「オプティパック300シリーズ」)といった3種類のものがある。なお、ウッドプラスチックの製造者は充填剤の樹種や添加剤さらにはポリオレフィンをさまざまに用いているということを考慮すると、「オプティパック」を使う場合には、これら滑剤と強化剤の組み合わせ、互いの相性、配合比率を検討し、配合を最適化する必要がある。

「オプティパック100シリーズ」は、ポリオレフィン・ウッドプラスチック用として、内滑及び外滑の両方の要素を持ち合わせた添加剤であり、

従来使われていた金属石鹸と比べ、トルクを下げる効果が大きいということができるということである。また従来の滑剤に比べ製品の熱安定性を高めたり、耳垂れをなくするなど成形性を良好にする効果も知られている。「オプティパック200シリーズ」は、強化剤、相溶化剤として働くもので、ポリエチレン(HDPE)用の200番、ポリプロピレン(PP)用の211番がある。「オプティパック300シリーズ」は、上述の100シリーズと200シリーズを単純に加えたものではないが、両者の特徴を併せ持つものであり、HDPE用の300とPP用の350がある。300の添加により成形物の耐水性が高まるという試験結果もある。

## 1.3 マルチ振動ミルによる木質バイオマスの高効率粉砕技術の研究開発

(中央化工機株) 上田泰之氏

新エネルギーや木質プラスチック開発、製造の関係で木粉のニーズが高まっている。対応して工業的に安価に木粉を製造する技術がますます必要となってきた。

振動ミルは、粉砕筒に充填されたロッドやボールを強制的に振動させて、衝撃力と摩擦力を利用して原料を目的の粒度まで粉砕する装置である。駆動部に取り付けられている偏芯ウェイトを高速回転させることにより重力加速度6~8Gの振動力が発生する。振動ミルにはバッチ式と連続式がある。さらに、連続式の上筒と下筒の使用条件をうまく変えるなどして、多様な粉砕目的に沿うようにした振動ミルを、マルチ粉砕ミルと名づけて区別している。また、上筒でロッドを使用して粗粉砕を行い、下段に移った原料はボールによってさらに微粉化されるといった使用もある。また、粉砕筒の出口側には原料の滞留時間を調整するための堰が備わっている。振動ミルの性能を引き出すためのパラメーターは媒体径、媒体充填率、堰の高さなど豊富であり、あらゆる原料に対して最適の粉砕条件を見出すことができる。ここで、粉砕媒体がロッドの場合は線接触により高い衝突力を与えうるが、ボールの場合は点接触粉砕となり、原料に対する衝突回数を多くしうる。この振動ミルを木材粉砕に用いると、微細木粉を最小で10

μm まで粉碎できる。

ところで、演者らは平成 16 年より「木質バイオマスの高効率粉碎技術の研究」を NEDO との共同研究として行ってきており、そこでは次のような検討結果を得ている。

まずバッチ式振動ミル (3.6 L 容) でバイオマスの粉碎特性を評価し、原料の含水率は 10 % 以下、原料サイズ 3 mm 以下、ロッド径φ 30 mm、ロッド充填率 70 % といった最適条件を得、その条件での粉碎の時間依存性を検討し、30 分で微粉碎可能という知見を得た。

そこでその検討を連続式振動ミル CD-20S (59.4 L 容) を用いて行い、粉碎筒出口側に筒の直径の 90 % を遮断する堰 (邪魔板) を設けることにより上記のバッチ式振動ミルで 30 分粉碎相当の粉碎結果が得られること、すなわちバッチ式と連続式の試験機間で関連性の得られることを明らかにした。次いで、この結果を基に実証機である CD-30 型 (246 L 容) を使用して検討し、大型機へのスケールアップが可能であり、これによる粉碎結果が、先の CD-20S での結果にスケールアップ係数を乗じた値になることを確認した。

また、連続式振動ミルでの粉碎時に生じる熱を利用し粉碎筒入口空気を送り込むことにより、原料の粉碎と乾燥を同時に行えること、150 μm の木粉 1 t あたりの製造に要する電力消費量を、本研究前の時点での 5200 kWh から 370 kWh へと減少させ得ることもわかった。

(文責：吉岡まり子 (京都大学農学研究科))

## 2. セッションⅡ 新材料・新技術 (3 月 9 日午前)

### 2.1 接着剤混入型薬剤処理による防腐・防蟻 LVL の実用化

(ケミホルツ株) 勝沢善永氏

(株オーシカ) 荒木五郎氏

(株エス・ディ・エス バイオテック) 田中計実氏

(フマキラー・トータルシステム株) 森岡健志氏

木材保存薬剤をあらかじめ接着剤に混入する接着剤混入処理法による K-3 構造用単板積層材 (LVL) および構造用合板の開発要請が高まっている。K-3 とは、JAS の保存処理性能区分の一つ

であり、(財)日本住宅・木材技術センターの優良木質建材等認証では第 2 種に相当する。K-3LVL および構造用合板の用途には、土台、外壁の軸組、浴室・脱衣室などがある。従来の K-3 品は加圧注入法によるものであったが、2005 年に接着剤混入法も認められた。接着剤混入法の長所は、処理が簡便であること、均一な薬剤処理が可能であること、環境的に安全性が高いことが挙げられる。

この度、イミダクロプリド・シプロコナゾール製剤とアセタミプリド・シプロコナゾール製剤が接着剤混入薬剤として認められた。薬剤の組成は、イミダ・シプロ製剤がイミダクロプリドとシプロコナゾールを各 6 % 含み、アセタミ・シプロ製剤では、アセタミプリドとシプロコナゾールがそれぞれ 4 % および 7.5 % 含まれている。性能試験では、ラジアタパインによる LVL の防腐効力試験、防蟻効力試験、屋外試験を行ったところ優れた効果が確認できた。また材質試験では、煮沸によるはく離は見られず、水平せん断試験でも薬剤の影響は認められなかった。ラーチ合板に関しては、スチーミング処理試験の結果、ブランクと同等の性能であった。処理木材の吸収量測定方法は、抽出後、精製を 2 回 (液/液分配抽出、順相精製) 行った後にガスクロマトグラフにより分析する。優良木質建材等認証を得るためには、薬剤の木材への吸収量については基準値を上回ることを、浸潤試験では各層の単板に薬剤が存在することが要求される。製造基準としては、単板の厚さが 4 ミリ以下、含水率 8 % 以下の針葉樹を用い、接着剤には薬剤との親和性を考慮した上で、レゾルシノール樹脂、フェノール樹脂と同等以上の性能を有する接着剤を使用しなければならない。薬剤の混入調整は、仕上がり材積に対しイミダクロプリド・シプロコナゾール製剤では 2.5 kg/m<sup>3</sup>、アセタミプリド・シプロコナゾール製剤では 2.0 kg/m<sup>3</sup> となるように糊液中に添加する必要がある。

### 2.2 緑化用植生マット (低密度 PB) の開発と実用化

(青森県農林総合研究センター林業試験場)

澤田新平氏

(プラム・エコ・プロジェクト) 梅津光三郎氏

(株)八戸鉄工所) 西塚賢治氏

三井武田ケミカル(株)  
(京都大学生存圏研究所) 川井秀一氏

青森県のスギ人工林面積は約 20 万 ha で全国第 4 位であるが、未利用のまま放置されているのが現状である。本研究では、低品位のスギ間伐材の資源化を目的に「緑化用植生マット」の開発を行った。当初、低密度パーティクルボード (PB) は尿素系接着剤を使った熱盤による成型方法であったが、PMDI を使った蒸気噴射プレスによる成型方法を採用したところ、作業性が大幅に向上した。現在の製造条件は、8 kgf/cm<sup>2</sup> の蒸気を 20 秒間噴射し、約 100 秒間養生後解圧しており、これにより 1 時間に約 50 枚生産ができる。植生マット用低密度 PB は、一般の PB とは要求性能が大きく異なり、特に水分に関しては正反対の性能が要求される。原料のスギ小片は 22 メッシュ以下のものが全体の約 90 % を占める。乾燥時の嵩比重は 0.15 で、吸水率は自重の約 4 倍である。植生マットの比重は 0.23 ~ 0.25 で、空隙率はスギ小片の細胞空隙と粒子間の空隙を合わせて 84 % である。植生マットの吸水性については、接着剤添加量が大きく影響することが判明し、現在では全乾重量に対して 3 % 添加している。土壌環境分析法に準じた保水性試験では、pf1.5 ~ 3.0 における植生マットの水分量は 15 ~ 21 % であり、JISZ2101 に準じた部分圧縮強度試験では含水率 150 % の湿潤状態で 0.19 MPa であった。植生マットの土壌硬度は気乾状態 (マット含水率 12 %) で 26 ~ 28 mm、播種試験実施状態 (マット含水率 150 %) で 19 ~ 22 mm であった。植生マットの応用として、屋上緑化用植生マットをはじめ、植物系養液栽培用培地、家庭用ガーデニング資材、雑草防止資材としての可能性を検討している。

(文責：梅村研二 (京都大学生存圏研究所))

### 3. セッションⅢ 新しい機械・装置および環境問題 (2月23日午後)

#### 3.1 建築廃木材リサイクル設備の最近の動向

(富士鋼業(株) 石澤 誠也氏  
リサイクルプラントニーズの変化と多様化に対応するために、当社では幅の広い廃木材処理構成

があり、多数の廃木材破砕機とチップ分級・クリーニング装置を提供できる。

木質廃材処理について代表的な処理フローを 4 つのチップ生産システムと納入例で紹介する。

(1) ハンマーシュレッダーによりピンチップを生産：SP 型ハンマーシュレッダーにより解体系建築廃材や梱包廃材等を 40 ~ 50 mm のピン状チップに直接破砕するシステムでロータリースクリーンやチップウォッシャー、金属除去処理機が設置されボード用、燃料用、およびパルプ用チップに分別製造される。納入例として、ボード原料・PRF 原料の製造設備で、密閉型の建屋内に機器を設置し、破砕機はさらに防音室内に収容している。破砕機、スクリーン入り口、コンベヤ乗継ぎ部等、必要部位に局所集塵をしている。またセメント工場では自社燃料を製造するため建築廃材を処理し、化石燃料の代替として木質チップを使用する例が増えている。開放型の設置は、防音、集塵が不利なので近年では少なくなっている。

(2) 前記に前破砕をつける生産：1次破砕機として低回転、高トルクな油圧式 2 軸解砕機バリラ (抜根を含む廃木材用) や 2 軸剪断機シュレドイーグル (建築廃材、廃パレット、廃コンパネ等に最適) にて廃材を 200 ~ 300 mm に 1 次破砕し、金属異物を除去後、SP 型ハンマーシュレッダーに投入し、40 ~ 50 mm のピン状チップに破砕するシステムである。1 次破砕のみの工程と比べ、粗選別の手間が軽減でき、低騒音・高安全性が特長である。納入例として、自社ボード原料の製造設備において、1 次破砕後鉄くず除去処理や手選で他の異物を除去し、次に落下式 2 次破砕を行い高速のエアブローや金属異物検出・除去機で処理してチップが得られる。セメント工場には木質バイオマス燃料チップ生産設備を納入し建築廃材、間伐材を 1 次破砕機バリラで破砕し、4 ~ 5 m の長尺柱、梁も押さえローラーにより 2 次破砕機 SP350 で安定して破砕される。またボード原料・燃料の製造のため、並列 4 連金属検出器とフジ・ハードパーティクルセパレーター (振動プレート型硬質異物選別除去機) の組み合わせで (非鉄) 金属をエア消費なしで効率よく除去される。処理材お

- よび製品チップのヤードは屋内に配置できる。
- (3) ピンチップを粉碎し、小チップを生産：SP型ハンマーシュレッダーにて破碎された40～50mmのピン状チップを除鉄後SPF型粉碎機にて粉碎し、約6mm以下の小チップにするシステムである。家畜敷料小チップ生産プラントや製鉄メーカー高炉還元剤試験プラントに採用されている。大型粉碎機では建築廃材、剪定枝等を処理できる。
- (4) チッパーによりパルプ用切削チップを生産：大型ディスクチッパーにて柱や梁材等の廃材を切削し、パルプ用の原料チップを生産するシステムである。切削前の大型の金属異物除去により生産コストが上昇する。

### 3.2 木質ボード製造プロセスにおける高周波加熱システム

(株)兼松 KGK) 加藤正人氏・伊藤仁彦氏  
高周波予備加熱システムとは、電磁波による木質材を内部から加熱させるシステムである。

木材加工業界においてもこれまで集成材・LVL・合板・家具・楽器類等の接着加工、柱・突板等の乾燥加工に高周波装置が採用され、実績を残している。

現在まで、本高周波予備加熱装置を国内のパティクルボードメーカー製造ライン(連続並びに多段プレス)およびMDF製造ライン(連続プロセス)の複数のラインに導入し、納入先より生産能力並びに製品品質の向上等において極めて高い評価を受けてきた。これらの製造プロセス導入に至った経緯は、ユーザー様からの「環境温度の低下に伴い生産能力が低下する冬場の問題に対し、何か有効な手立ては無いものか？」との一言がきっかけで始まり、この問題を解決するためには、既存の熱盤プレスの処理前に成形マット中心部に対し有効な予備加熱を加える事が必要との結論に達した。そこで高周波加熱装置の専門メーカーの山本ビニター(株)に相談し、高周波加熱においては照射後もその昇温効果が持続するため、夏・冬の温度差約30℃を埋めるに際し、その温度に達するまで高周波を照射し続ける必要の無いことが分かった。その結果、出力装置も小型化され、設置スペースの確保が容易になり、さらに二次的なノイズ(漏洩高

周波)対策の設計施工負荷そのものが軽減された。即ち、本装置は、バッチ式でなく、既存設備の製造コンベアライン上をまたぐ形で高周波予備加熱装置を設置し、ノイズ遮蔽ボックスを設け、開口部でもれる高周波を特殊技術によって解決した。

木質ボード製造プロセスにおける高周波予備加熱装置による木材加熱の特徴は、以下ようになる。1) 高周波による内部加熱だけが、断熱特性を持つ木材の内部に至るまで全体をムラ無く加熱する事ができる。2) 内部から上昇した温度は冷め難く、内部加熱は外部加熱の熱圧プレスの補助加熱に最適である。3) 高周波は、価格変動が少ない安定した電気エネルギー源であり、クリーンで取り扱いが容易である。4) 装置は既存の製造装置にオンライン設置し、ノイズ対策を行う事により、既存設備に悪影響を与えない。5) 更なる用途開発の可能性が期待できる。たとえば、合板製造分野において単板用乾燥機の補助加熱装置や寒冷地での単板の積山そのものを乾燥機投入前に短時間で全体にわたり加熱できる装置である。

(文責：高谷政広(近畿大学農学部))

### 3.3 国内外における反応性ホットメルト接着剤の動向

(株)トッパン・コスモ) 高橋富雄氏  
建築基準法、大気汚染防止法、労働安全衛生法などの改正、および、自治体や業界の自主規制によって、揮発性有機化合物(VOC)対策が進んでいる。その一例として、ホットメルト接着剤が注目されており、中でも、耐熱性などの性能に優れた“湿気硬化型の反応性ホットメルト接着剤”(PUR-HM)が実用化されつつある。

欧州では、最近3年間で、約6割の工場がPUR-HMのシステムを導入したと推定される。PUR-HMに関する最近の技術開発においては、環境対応から低イソシアネートモノマー化(0.1%以下)が競われている。

本講演では、昨年5月にドイツで開催されたリグナ・ハノーバー・プラス2005(国際木工林業機械見本市)の内容を中心に、欧州におけるPUR-HMの開発、利用の現状、これらに関する木工機械開発の動向について話題提供された。

クレイブケミ社のPUR-HMをトップコート化

する「ホットコーティング」の実例、ヘンケル社、カスコ社などの接着剤の動向が紹介された。また、ラッピング加工についても、脱溶剤の観点からPUR-HM接着剤への切り替えが進んでおり、バルベラン社（スペイン）、フリッツ社（ドイツ）などの機械が紹介された。

軽量化による搬送・物流の省力化などを目的とした、「ライトパネル」と呼ばれるフラッシュパネルが開発されている。一例として、ドイツのホマッググループ、バルベラン社などがハニカム、発泡体などをコア材とし、化粧板をPUR-HMでロール接着するシステムなど、PUR-HMに関する新しい取り組み例が紹介された。また、これら中空パネルや木質ボード類のエッジ処理の新展開として、PUR-HMによるアルミ薄板のエッジ貼りや、エッジ部に直接インキジェット印刷する方式などの開発が紹介された。

これらの他、木質プラスチック複合材料押出機や二次加工装置などに関する最新情報が紹介され、欧州におけるVOC対策、特にドイツの二次加工分野における高い技術開発力が認識できた。

### 3.4 わが国の木質ボードに関わるインベントリ分析の現状—接着剤とPBを中心として—

（東京農工大学）服部順昭氏

製品の環境負荷を評価する方法として、ライフサイクルアセスメント（LCA）が注目されている。金属やプラスチック製品については、多岐にわたるインベントリが実施されているのに対し、木質材料や木質製品については、木材や接着剤の排出原単位が整備されていないため、定量的な評価が十分に実施されていない。

本講演では、LCAの基本的な説明に引き続き、主に下記の3点について話題提供された。

#### (1) パーティクルボード(PB)のインベントリ事例

PBの製造プロセスでは、接着剤の調製に由来するエネルギー消費量、NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>排出量の割合が最も大きい。また、電力消費もCO<sub>2</sub>やSO<sub>x</sub>排出量においては無視できない。合板をPBにリサイクルすることによって、環境負荷量を2割以上



写真2 パネルディスカッションの様子

削減することができる。

(2) 木質材料に使われる接着剤5種のインベントリ  
ユリア樹脂接着剤（略称：UF，樹脂率：50.5%），メラミンユリア共縮合樹脂接着剤（MUF，55.8%），フェノール樹脂接着剤（PF，48.1%），フェノール・レゾルシノール共縮合樹脂接着剤（PRF，54.0%），水性高分子イソシアネート系接着剤（API，50.0%）について、投入量に排出原単位を乗じ、「積み上げ法」によって算出した環境負荷量としての、エネルギー消費量とSO<sub>x</sub>排出量は、PRF > MUF > PF ≒ API ≧ UF，CO<sub>2</sub>排出量とNO<sub>x</sub>排出量は、API > PRF ≧ PF ≒ MUF > UFの関係にある。これらを単純な総和から判断すると、環境負荷量はPRF > API > MUF > PF ≧ UFであると判断される。ただし、接着剤は中間製品であることから、今後は、機能単位を揃えた木質材料について、増量剤、硬化剤、ホルムアルデヒドキャッチャー剤などの添加物の評価も加えて、環境負荷量を比較すべきである。

#### (3) 繊維板工業会のLCAの取り組み

日本繊維板工業会において、LCA委員会が設置され、同会員4社6工場（会員シェア55%）で、平成17年度に生産されたPBのインベントリ分析が実施された。近々、その結果が公表される見込みである。

（文責：井上雅文（東京大学アジア生物資源環境研究センター））

（2006. 4. 22 受理）