

# 第23回木質ボード・木質複合材料シンポジウム／ 木材・プラスチック複合材部会第2回定期講演会

(社)日本木材加工技術協会関西支部

第23回木質ボード・木質複合材料シンポジウムならびに木材・プラスチック複合材部会第2回定期講演会が、関西支部と木材・プラスチック複合材部会の主催により2007年2月22日、23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。初日午後は各種MDFの製造と性質として4件の講演が行われた。二日目は、午前中に新材料・新技術に関する2件の講演が、午後は木材・プラスチック複合材の最近情報として4件の講演が行われた。また、会場に隣接する部屋では各企業の新製品や講演に関するサンプルの展示が行われ、ここ数年で最も多い100名を越す参加者数で賑わった。各講演の主な内容を以下にまとめる。なお、本抄録の講演2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 3.4は講演者自身が執筆し、講演1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 3.3については聴衆として参加された三氏に執筆をお願いした。

## 1. セッションI 各種MDFの製造と性質 (2月22日午後)

### 1.1 南洋材MDFについて

(ダイケンミリ) 吉田弥寿郎氏

大建工業は伊藤忠商事および現地パートナーとジョイントし、ダイケンサラワク(DSK社)をマレーシア・サラワク州のビンツルに設立し、1996年から南洋材MDFの生産を開始した。さらに2005年にビンツルから200km離れたミリにダイケンミリ(DMR社)を設立した。現在、両社でテクウッドブランドのMDFを製造販売している。

マレーシアでは、西マレーシア(半島)の5州と東マレーシア(カリマンタン)のサラワク州で計8社(2007年現在)がMDFを生産している。工場立地のポイントは原料収集の容易さであり、西マレーシアではゴムの古木(廃材)を原料とし

てMDFが生産されている。しかしゴムノキ廃材の産出量が減少し、最近ではゴムノキが半分、周辺の植林南洋材(アカシアなど)が半分といった状況になっている。

サラワク州にあるDSK, DMR両社では、製材廃材・合板廃材からMDFを生産している。サラワク州では年間1,200万m<sup>3</sup>の丸太が林地より生産され、廃材の産出量は木材材積に換算して約100万m<sup>3</sup>と推定される。大建工業がサラワク州にMDF工場を建設した理由は、寸法安定性に優れたMDF製造を目的としたためである。ビンツルには南洋材の製材・合板工場が多くあり、原料入手の容易さから吸湿厚さ膨潤に優れた南洋材MDFの製造に適していると判断された。また石油・天然ガスのコンビナートが隣接しており、ユリアやワックスの入手の容易さなども理由である。将来的には「原料をいかに調達するか」がMDFビジネスのポイントと思われる。近い将来、植林木が合板に利用されるであろう。合板製造時の廃材をMDFの原料に使うことが合理的な道筋であると思われる。次いで油ヤシ廃材がMDFの未来原料となりうる。寸法安定性に優れた南洋材MDFの製品コンセプトを考えると、新規材料と既存のその適度な混合によって性能を維持できる生産技術の改善・改良が今後ますます必要になってくるであろう。

### 1.2 ラジアータパイン原料を用いたMDFの製造と性質

(住友林業株) 安井悦也氏

住友林業は、ニュージーランド(NZ)南島にあるネルソンパインインダストリーズ(NPIL社)とオーストラリア・ヴィクトリア州にあるアルパインMDFインダストリーズ(AMI社)のグループ会社2社で、年間約50万m<sup>3</sup>のラジアータパインを原料としたMDFを製造している。両工

場ともパルプログや小径木、周辺製材工場からの廃材チップを原料とし、再生可能な植林木であるラジアータパインをほぼ100%使用している。

NPIL社の特徴としては、MDF専用工場としては世界で初めて連続式平板プレスを導入し、薄物から厚物まで幅広い商品の効率的な生産に成功している。接着剤は隣接するDynea社からダイレクトパイプラインで供給を受けており、品質管理部門に日本人スタッフを配置し、合理的な気質の現地NZ人スタッフと共同で生産することで、高品質な製品を効率的に生産することが可能となっている。またネルソン地区の山林から生産されるヴァージンのラジアータパインを単一樹種で原料に使用するため、不純物が少なく均一な品質で美しい表面性が特徴のMDFが得られている。これは内装材や家具の基材に適しており、日本では建築造作用60%、家具部材25%、住設機器化粧用15%の比率で使用されている。

NZの国土は日本の約3/4であり、その23%を天然林が占めているが、天然林の伐採は原則的には禁止されている。商業的な原木は、国土の7%の人工林からであり、そのほとんどがラジアータパインである。工場のあるネルソン・マルボロ地区の植林地は約17万haで、蓄積量は3,400万m<sup>3</sup>で、約90%がラジアータパインである。NPIL社はMDFとLVLを合わせて年間約80万m<sup>3</sup>の原料を使用している。また約3,500haの社有林を所有し、持続的な森林経営を実践している。NZは自然豊かで環境保護の進んだ国である。NPIL社はISO14001認証を取得し、環境負荷に配慮した工場運営を行っている。

(文責：村田功二(京都大学農学研究科))

### 1.3 国産スギを用いたMDFの製造と性質

(エヌ・アンド・イー(株) 藤本八郎氏)

国産スギによりMDFを製造する利点は、スギチップの集荷のしやすさ、国策としてのスギ利用振興、そしてスギMDFの性能バランスの良さがある。原料となる国産材チップは、エヌ・アンド・イー社の所在地である徳島県、そして近隣の林業地帯(四国、九州、和歌山など)から集荷する。国産材(間伐材)を積極的に使用していることから、間伐材マーク、サンキューグリーンスタ

イルマーク、木材表示推進協議会の認定を受けている。スギMDFの性能の特徴としては、強度は他の針葉樹MDFより劣るが広葉樹MDFよりも優れること、寸法安定性は広葉樹MDFより劣るが針葉樹MDFよりも優れること、突出して良い性能は無いがバランスの良い材料であることが挙げられる。

原料となるスギチップは辺材と心材の分別が事実上不可能であることから、心・辺材を合わせたリファイニング条件を確立している。また、混入する樹皮についても、その割合に社内規格を設けて対応している。スギを原料とする場合の問題は、繊維の解繊負荷が大きいことである。エヌ・アンド・イーでは、リファイナーディスクの形状の改良と生産サイクルの最適な組み合わせにより対応している。生産の1サイクルを16~17日間とし、はじめの12~13日間はスギを含めた針葉樹の解繊、その後2~3日間は広葉樹、そして最後の2日間はメンテナンスにあてる。この生産サイクルにより、針葉樹と広葉樹のMDFに適した繊維を生産する。若干の未解繊部については、自社で開発、改良している接着剤と塗布方法により対応し、塗装などの2次加工の適性を向上させている。また最近、スギチップの新たな供給源として、林地に放置されている残材の利用を思案している。残材を工場に運び出してチップ化する流通と生産システムの構築を、地域林業との共同プロジェクトとして始めている。

#### 1.4 ケナフ繊維を用いた構造用壁ボードの開発

(松下電工(株) 梅岡一哲氏)

アフリカ原産のアオイ科の一年生植物であるケナフは、土壌と気候に対する適応性が高く、東南アジアや中国をはじめ多くの地域で栽培されている。ケナフは、4~5ヶ月間で高さ3~4m、直径3~4cmになる成長能力のきわめて優れた植物である。ケナフの茎部は、低比重の芯部と靱皮部から構成される。靱皮部の繊維の長さは数十mm以上であり、10mm程度の木材繊維に比べ長く、引張強度も3倍以上と高強度である。松下電工では、この靱皮繊維を原料とする構造用壁ボード「ケナボードS」を2005年よりマレーシアのクワンタンで製造している。



写真1 パネルディスカッションの様子

従来、原料となるケナフの靱皮部は、伐採したケナフを池や沼に2, 3週間浸水したのち農地で芯部と分離、収穫していたが、現在では伐採したまま農地に3, 4週間放置したのち工場に搬入し、機械により収穫している。ボードの製造装置には、靱皮部の長繊維を一本ずつ解きほぐし、その繊維を3次元的に絡ませる独自のニードルパンチが組み込まれている。また、接着剤は低分子域から高分子域まで幅広い分子量で構成したフェノール樹脂を使用している。高分子の樹脂は絡み合ったケナフ繊維の表面に付着して繊維同士の接着力を高め、低分子の樹脂はケナフ繊維内部に含浸することで寸歩安定性を高める。

構造用壁ボードとしての「ケナボードS」は、厚さが4.5mmで、耐力壁に使用した場合の壁倍率が2.8倍である。構造用合板が厚さ9mm、壁倍率が2.5倍であることを考えると、薄くて軽く、高強度な構造用壁ボードと言える。また、透湿抵抗は構造用合板の1/10であり、壁内結露の抑制効果が期待できる。また最近、マレーシアにおいてケナフの計画的な栽培にも取り組んでいる。

「ケナボードS」は、①家族に優しい（高強度）、②大工さんに優しい（薄くて軽い）、③住まいに優しい（浸透性が良いことで壁内結露を抑制）、④地球に優しい（原料が二酸化炭素の吸収能力の優れたケナフ）構造壁用ボードであることが示された。

（文責：中谷 誠（秋田県立大学木材高度加工研究所））

## 2. セッションⅡ 新材料・新技術（2月23日午前）

### 2.1 熱処理および水蒸気処理による木材の寸法安定化とそのメカニズム

（東京大学）足立幸司氏

加熱処理（熱処理・水蒸気処理）は、材料に熱を加えて材質改善を図ったり、新たな性質を付与したりする加工法である。本講演では、木材の加熱処理を正しく認識し、活用していく上で無視できない要素として、「温度」「雰囲気環境」「水」を挙げ、それらが寸法安定性や他の性質に及ぼす影響を紹介した。また、最近、注目されている熱処理木材の寸法安定性・耐腐朽性・耐蟻性に関して、最新の研究成果を中心に紹介した。以下に「温度」「雰囲気環境」「水」の要点をまとめた。

#### (1) 温度

木材を加熱していくと、所定の温度域でさまざまな現象が生じる。応力緩和や熱軟化など化学変化を伴わない一時的な構造変化を経て、熱変成・熱分解という不可逆的な化学変化に至る。従って、加熱加工は、その要求性能を満たすために最適な処理温度域を把握することが重要となる。例えば、木材の寸法安定化に有効な温度域は、150℃～250℃の温度帯である。200℃以上では、構成成分の著しい熱分解によって、木材としての性質が失われてゆく。

#### (2) 雰囲気環境

雰囲気環境（酸素の有無）によっても、加熱処理の効果は大きく変化する。木材が加熱される場合、通常の大気中では酸化反応が生じ、場合によっては燃焼し、灰化する。一方、窒素のような不活性ガス雰囲気中では、構成成分の低分子化や熱変成によって木炭化が進行する。木材の寸法安定化に有効な温度域（150～250℃）においても、雰囲気環境によって処理材の物性が大きく変化する。強度性能は、酸素存在下において低下の度合いが著しくなり、材色もより暗色化する。また、腐朽性や耐蟻性にも影響を及ぼす。他にも、密閉系と開放系、常圧と高圧、といった加工環境も影響を及ぼす。

### (3) 水

木材の加熱処理は、乾熱処理（熱処理）と湿熱処理（水蒸気処理）に大別され、前者は、水分非存在下、または、水分を奪いながらの加熱となり、木材細胞壁が最も収縮・拘束された状態で処理が進行する。一方、後者は、水分存在下、または、水分を供給しながらの加熱となり、木材細胞壁が著しく膨潤・易流動状態で進行する。高温気体状態の水分によって、木材の寸法安定化はより顕著に短時間で達成される。

#### 2.2 木質ボード類の生物劣化特性

（京都大学）今村祐嗣氏

小さなエレメントを接着剤で再構成したパーティクルボード、MDFといった木質ボードは、一般的には素材に比較して腐れや虫害に対して抵抗性が高い。しかし、この傾向はボード製造の諸因子によって大きく左右され、また抵抗性が高いとはいうものの、通常は腐朽菌やシロアリによる劣化をまぬがれることはできない。ボードの耐朽性に影響を及ぼす各因子の効果をまとめると、本来的に耐朽・耐蟻性の高い樹種を原料として用いると、製板後のボードもその性能を反映して腐りにくく食害を受けにくいものとなる。一方、エレメントの形状が大きいほど腐りやすく、特にシロアリ抵抗性の点からいえば、大きな寸法のエレメントでは加害が促進される。また、接着剤のタイプや製板条件がボードの耐朽・耐蟻性に影響を与え、接着剤の添加率（含脂率）を上げることは、一般的にボードの生物劣化抵抗性を向上させる。ボード密度については、その値が高いほど耐朽・

耐蟻性の向上が認められる。

木質ボードのホルムアルデヒド（FA）放散量と生物劣化との関係については、結論的に述べると、いずれの試験においても被害の程度とFA放散量との間に明確な対応関係を見出すことは困難で、FAの影響が明らかに認められたのは、著しく放散量が多い場合にのみであった。この理由については二つの要因が考えられる。一つは、これらの評価に適用した通常の生物劣化試験法が、材料特性に対応した抵抗性のレベルを測定する手段としては相応しくないこと、二つ目に多くの場合にボード被害の程度はFA放散量以外の他の要因に左右され、直接的にその影響が発現してこないことによると考えられる。

### 3. セッションⅢ 木材・プラスチック複合材の最近情報（2月23日午後）

#### 3.1 木材・プラスチック複合材の欧米市場における最新情報

（獨森林総合研究所）木口 実氏

2006年秋にヨーロッパ及び北米における木材・プラスチック複合体（WPC）の調査を行った。オーストリアのWood K Plusプロジェクトは、今後の窓枠市場を想定して熱硬化性樹脂を用いることにより強度や表面平滑性の向上を目指している。ドイツのウィルヘルム・クラウディッツ研究所（WKI）では、麦わら等の非木質繊維を使用したWPCの研究を行っている。これは、麦わらや作物残渣が世界の繊維原料の約50%を占めるためである。アメリカ農務省FPL（Forest Products Laboratory）では、WPCの新しい用途として屋根材、外壁材、窓枠、ドア枠等を挙げ、耐久性や耐候性の評価を行っている。フォーリンテックカナダではWPCの耐朽性に関する試験を行っており、北米でのWPCデッキの劣化例として設置後4年以降から腐朽が現れやすいとしている。北米では、WPCデッキは屋外で腐朽する可能性があることが認識されている。

建築用材市場は、北米ではWPCの75%を占め特に屋外用が多く、デッキ材のシェアは全デッキの約20%程度と言われている（2005年）。欧州では内装用と外装用が半々であり、自動車内装



写真2 会場の様子

材と並んで大きな市場となっている。窓枠・ドア材市場では、北米では木粉と塩化ビニル (PVC) との複合材が一般的である。フェンス市場は、北米での PVC フェンスの伸び率が高いことから、WPC フェンスへの期待は大きい。屋根材・外壁は、潜在的には大きな市場になる可能性を秘めている。自動車内装材市場は毎年 50 % 以上の伸びを示している。欧州の多くの自動車メーカーが天然繊維とプラスチックとの複合材による内装材を使用しており、2003 年には欧州で 30 万トン弱という推計値がある。パレット市場は特に中国で有望視されている。WPC パレットは、木製及び鋼製両方のパレットの代替と成り得、特に虫害対策が必要ないことから輸出用として期待されている。その他の市場として汎用プラスチック市場がある。欧州ではプラスチックの環境負荷が問題となっており、WPC は環境面でプラスチックの代替となる可能性は大きいと思われる。北米では日用品として有望視され、欧州でも射出成型による製品が生産され始めている。スウェーデンの家具メーカーは、WPC による組み立て家具を 2006 年に発売した。

### 3.2 植物バイオマス/ポリマー系複合材料

(京都大学) 吉岡まり子氏

本講演においては、木材を始めとする植物バイオマスの複合材料への有効利用、高度利用技術に関する具体例を、以下の 4 項目に分けて紹介した。

- (1) 木材/プラスチック複合材料：木材・プラスチック複合体研究会の全国活動への発展を概説すると共に、演者が所属する研究室関連の検討結果を述べた。まず、木材と PP との複合化に関する論文が 1988 年 (木材学会誌 34 (2) p. 133-139) に報告され、無水マレイン酸変性 PP 利用の効果を明らかにした。その後も、当時としては先駆的な研究が続けられた。
- (2) 植物系バイオマスの液化とその熱硬化性ポリマーへの応用 (ノボラック型成形物、活性炭素繊維、ポリウレタン発泡体、等)：植物系バイオマスに所定量のフェノール類、多価アルコール類等の液化溶媒と酸触媒を添加し約 140 °C で反応させると、ソルポリシスによ

りバイオマス成分は低分子化すると共に、溶媒が化学結合する。それらのオリゴマーは、各種成形物や発泡体等のプレポリマーとして機能し多方面に応用可能となる。

- (3) セルロースの湿式メカノケミカル処理とビニルポリマーを枝鎖とする関連グラフト共重合体調製の試み：セルロース粉末の水懸濁液を 245 MPa という超高压で噴射対抗衝突させた系に、ビニルモノマー、セリウム塩 (開始剤) を所定量添加し、室温付近、約 2 時間までの温和な条件でビニルポリマーのグラフト枝鎖をバイオマスナノ微粒子に導入した。繊維の比表面積の増加によりグラフト効率が大きく高まり、複合体の物性増強につながった。
- (4) アグリフューチャー・じょうえつ(株) [AFJ(株)] での取り組み例：白石京都大学名誉教授は定年退官後、上越市の AFJ(株) に研究所長として招かれ、大学で行われていた植物系バイオマス/プラスチック複合体、バイオマスの液化等について引き続き開発研究を続行、指導しておられる。大倉工業(株)の技術も加わり、優れた特性の複合材料を得ている。市販も拡大しつつあり、より広範・高機能なバイオマス製品の社会への浸透が期待される。

### 3.3 木材プラスチック複合材「プラ擬木」について

(前田工織(株)) 日野 昇氏

プラ擬木製品の用途例として、メインは外柵 (三段柵など) で、そのほか階段、土留、ベンチ・テーブル、藤柵 (柱と棧材)、案内板 (外枠)、階段デッキ、デッキ (特注品)、橋、あずまやである。

このプラ擬木は、マテリアルリサイクルとして廃プラを有効利用し、汎用樹脂のポリエチレン (PE)、ポリプロピレン (PP) から出来ている。製造は、金型の中に溶けた樹脂を押し込めて、天然木の模様を転写して「擬木」を作っている。原料を押出機に注入して、押出機一台に 10 個の型を並べてその後水冷却し製造されている。

プラ擬木のリサイクル比率は 85 ~ 95 %、木粉入り擬木 (K シリーズ) の場合は樹脂 85 % で、木粉・UV 吸収剤・充填剤などが含有されてい



写真3 パネルディスカッションの様子

る。樹脂はリサイクル品で、木粉は市場流通品を購入・使用し、工場での端材やスペックアウト品は再利用しており、再利用可能率は100%である。一度製造したプラ擬木を9回破碎し10回再生を繰り返しその度に強度試験を行った結果、再生による物性の低下は実用上ないと考えている。また、プラ擬木に鋼管を挿入することによって曲げ強度を補っており、組み立ては基本的にはボルトナットで行う。デッキ材では、美観上ビスまたは釘で締着しているが、施工しやすく強度も大きいビスを場所によって利用している。木粉添加量50%のデッキ材は、吸水膨張率が高く、現在、吸水の問題のため、木粉添加量7.5%で上市しているが、強度物性等は高くなる。耐腐朽性について、プラ擬木は雑多な樹脂を使っているが、試験の結果、重量減少率ゼロで腐らず、屋外でも使用可能である。耐薬品性についても、試験結果から特に問題はないと考えている。プラ擬木と木材(天然木材)とのすみわけでは、プラスチックは水に強く、この擬木は中に鋼管を入れ強化されているので、美観を重視するところは天然木を利用してすみわければ、うまく擬木を利用できると考えている。木粉を添加する理由は、意匠性、触感性(木質感)、接着性、および塗料のぬれが良いからである。

(文責：高谷政広(近畿大学農学部))

### 3.4 平成18年度「木材・プラスチック複合材部会」活動報告

(エア・ウォーター(株) 大友祐晋氏)

2001年に木質プラスチック複合体研究会としてスタートし、2006年5月に日本木材加工技術協会の7番目の部会として承認され全国的に発足した。部会の組織は、総括委員会、研究企画委員会、この中には技術研究会があり、また学術諮問委員会で構成されている。その活動内容は、技術情報の発信で、年間2回の定期講演会とWebを活用した情報公開を行い、調査研究活動では学術諮問委員会を中心として文献・シンポジウム等海外情報の調査と原料・品質、用途等に関する調査研究を行い随時情報公開の予定。その他、JIS関連の他団体や他の部会、支部との連携活動などがある。

2006年度の活動は、10月に大阪ウッドテクノロジーフェア2006でWPC説明パネルと製品サンプルの展示、部会関連の案内と会員募集、および「WPCのしおり」の販売を行った。12月1日には第1回総会、総括委員会開催に続き第1回定期講演会を開催し53名の参加者であった。講演は、「木材プラスチック複合材料の用途開発」東京大学大学院 安藤直人氏、「木材/高分子材料の界面特性のナノスケール解析—米国での研究」(独)産業技術総合研究所 李承桓氏、「木材・プラスチック複合材「リウッド」について」YKK AP(株)安部悟史氏でした。さらに技術情報の発信として「WPCのしおり」の要約版をWeb上で公開予定し、またWPCの構成原料である木粉、樹脂、および相溶化剤その他の各因子がWPCの機能、品質等に及ぼす影響やWPCの生産方法・品質評価試験方法についてまとめ次第報告する予定である。

(2007.4.3受理)