

# 第21回木質ボード・木質複合材料シンポジウム 第7回木質プラスチック複合体研究会公開講演会

(社) 日本木材加工技術協会関西支部

第21回木質ボード・木質複合材料シンポジウムならびに第7回木質プラスチック複合体研究会公開講演会が、関西支部の主催により平成17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。初日午後ハウジング材料における木質プラスチックの現状および将来展望として3件の講演が行われた。二日目は午前中に天然系接着剤の開発と実用化の現状に関する3件の講演が、午後は新しい機械・装置および材料と題して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 ハウジング材料における木質プラスチックの現状および将来展望 (2月22日午後)

### 1.1 「木材・プラスチック再生複合材」に関するJIS原案作成の背景と現状並びに自社の取組み

ミサワホーム(株) 河上栄忠氏

日本工業標準調査会の環境・資源循環専門委員会において、平成14年4月に「環境JIS策定促進

のアクションプログラム」が制定され、平成16年3月同プログラムが改定された。それは、環境JIS策定中期計画(平成16~18年度にJIS規格制定標準化テーマ+その他の検討標準化テーマ)等により構成されており、主旨は、3R(リデュース、リユース、リサイクル)配慮製品、省エネ機器等普及、製品有害物質対策、環境汚染対策等の環境配慮を目的とした標準化を進めようとするものである。なお、環境JISとは、上記3Rに資する規格に加えて、大気・水質等の排出濃度等の測定方法について規定する環境測定規格を含んだものの総称であって、環境保全に幅広く貢献することを狙いとしている。

廃木材、廃プラスチックを用いた「木材・プラスチック再生複合材」も、もともとこの種の資源有効再利用の観点から生まれたものである。各社で開発が進み、多種多様な製品素材が市場に出回るようになってきているが、既存のJISにない再生複合材であることから本環境JIS策定が同アクションプログラムに盛り込まれることになった。この環境JIS「木材・プラスチック再生複合材」策定のために、木質プラスチック複合体研究会の岡本委員長はじめ、関係者が多数委員となって原案作成委員会が、本委員会及び分科会の形で結成され、平成16年5月から活動を開始、17年3月規格原案完成というスケジュールで進められている。そこでは、優れた環境配慮製品(主にリサイクル面)の普及を意図し、再リサイクルが可能な廃棄物として発生した木材及び樹脂、または間伐材等の未利用資源を用いた木質系原料と熱可塑性プラスチックを主原料とする再生複合材料に関する内容が検討されている。

次にミサワホーム(株)の取組みについて、(1)20年以上研究を重ね、1993年に木を超えた新素材

「M-Wood 1」を開発、また1998年には100%リサイクル原料による「M-Wood 2」の製品化に成功したこと、(2)「M-Wood 2」は主たる原料が再生資源で構成された100%リサイクル素材製品であり、使用後は回収し粉砕して原料として利用できる多回リサイクル可能製品であり、様々な木質系原料が使える、天然木材同様の質感をもち、耐久性、防蟻性を備え、ホルムアルデヒド放散性、有害物質溶出量等について安全性が証明され、公的認定を取得していること、(3)「M-Wood 2」はライフサイクル全体にわたって環境負荷の低減された材料であること、(4)製品として、愛知万博のグローバル・ループ(約14,000 m<sup>2</sup>, 周囲2.6 km)、道路中央部分(幅6 m)、中部国際空港のデッキ(約7,000 m<sup>2</sup>)等広く使われるようになってきていること、等が説明された。

## 1.2 木質プラスチック複合体の開発と内装建材への応用

松下電工(株) 碓氷宏明氏

木質・プラスチック複合材製造の検討が数多く行われるようになってきている中、松下電工社としては、従来と異なる用途として、薄く加工して商品とする技術を開発した。製品は、ポリプロピレンと木粉に無機フィラー、強化剤等を加えて混練後、押出成形機により薄板状に成形されたもので、WPB(ウッドプラスチックボード)と命名された。樹脂、木粉とも廃材リサイクル品であり、得られたボード、化粧シート張りボードの再リサイクルも可能である。強化剤は樹脂と木粉との密着性を改善し強度を高めるために、無機フィラーは耐圧縮性、寸法安定性を改善するために、それぞれ適量配合している。木粉等フィラー配合量は60wt%以上となっている。ボード厚みは、Tダイを調整することにより、最小0.6 mm から最大4.0 mm としている。

具体的用途は、住宅のリフォーム時に既設建材に上張りするリフォーム用の床材、框材、壁材等である。これらに求められる特性は、薄くても端面に割れ、欠けが発生しないため必要な高強度と、粘着テープで施工しても突き上げたりしない低寸法変化であるが、WPBの場合、合板、中比重織

維板(MDF)等の木質系ボードではできない厚さ1.5 mm で上張りしても違和感なく仕上がり、凹みに強く、耐水性にも優れた商品となることが示された。

また最近、リフォーム用途に限らない、WPB化粧基材と合板を複合した厚さ12 mm の床板も「オールマイティフロアー・シグノ」と命名され、キッチン等の水周りに最適な床材として発売されている。

## 1.3 複合木質素材「オレンジウッド」の開発

(株)積水樹脂技術研究所 大峠 慎二氏

オレンジウッドにはオレンジウッド(OW)、オレンジウッドE(OWE)、及びスーパーオレンジウッド(SOW)の3種がある。

OWは屋外で使うための高耐久ということを目標に一番最初に開発されたものである。ポリエチレンと木粉さらに顔料、発泡剤等のその他の添加剤を加えて混練して作られている。木粉量は25%程度であり、バージン材を使うことから始めた。樹脂は高密度ポリエチレンを用いているが、5、6年前からは廃プラを活用している。木粉量が25%と低いので、最初の講演で説明された環境JIS対象品にはならないが、その代わり発泡が十分可能であり、低発泡品が実用化されている。一番最初に製品開発されたものはベンチ材とデッキ材である。ベンチ材の方は、表面にローレット加工したもの、筋模様をつけたものがある。デッキ材の方はエラストマーを表面に施して2色同時押出成形により製造している。その際、発泡剤を加え過発泡気味に成形し、同時に上に載せたエラストマーにより、デッキのすべりを抑制するというを行っている。素材の全体的特徴としては、木質感と耐久性の高さが挙げられている。

OWEは内層と外層を持つ2層押出成形品である。内層は廃プラスチック、木粉(約25%)及び発泡剤を構成要素として作られた低発泡押出成形品であり、外層の方はオレフィン樹脂(バージン材料)、木粉(約25%)及び顔料からなっており、内層と同時に押出成形され、表面加飾による木目調の模様付けがなされている。この素材の全体としての特徴は、廃プラの活用による環境配慮型素

材，木質調の付加，耐候性といったものである。

SOW は，内層においてポリエチレンリサイクル品を使用するという点では OWE と同じであるが，木粉の高充填化を行い，物性の向上，高機能化を図った製品である。外層の構成は先の OWE の場合と同じであるが，サンディング仕上げ仕様であり，木目模様加飾は行っていない。木粉を多く入れることで，曲げ強度，剛性が大きくなっており，中空成形や薄肉異型成形が可能になっている。現状での製品実績としては薄肉度合いは約 4～5 mm である。また，木粉を多く入れることで，熱膨張，線膨張が抑制され，寸法安定性が良好になる。

製品展開例としてボードウォーク（水辺の歩道），公園ベンチ，橋梁の欄干，住宅エクステリア，護岸敷設物，港湾大規模デッキ等の写真が示された。

（文責：吉岡まり子（京都大学農学研究科））

## 2. セッションⅡ 天然系接着剤の開発と 実用化の現状 （2月23日午前）

### 2.1 タンニン系接着剤の実用化

（株）オーシカ 鶴田夏日氏

熱帯から亜熱帯のマメ科やウルシ科の木材の中には，ブラックワットルやケブラチヨといったタンニンを多量に含んでいるものがある。オーストラリアでは1940年代にワットルタンニンを木材用接着剤として実用化する研究が進められた。タンニンの利用法には，「タンニンのみで接着剤を調製する方法」と「ホルムアルデヒド系接着剤の性能改善のために添加する方法」の二通りがある。前者については，ホルムアルデヒド化合物やメチロール化物と反応させることにより接着剤が得られる。基本的な接着性能は，フェノール樹脂に比べて常態強度および木破率が低く，耐水性も非常に低い。性能改善のためには，合成ゴムラテックスの添加が有効であり，フェノール樹脂と同等の接着性が得られる。一方，後者については，ユリア樹脂やフェノール樹脂にタンニンを適量加えると作業工程や性能が改善される。例えば，合板用フェノール樹脂にタンニンを添加するとプレス温度の低下，プレス時間の短縮，単板含水率の許容

範囲の拡大，湖液への加水量の増加，難接着木材に対する接着安定化などが期待できる。木質ボードに応用した場合，曲げ強度（MOR），吸水厚さ膨張率（TS）およびホルムアルデヒド放出量が改善される。

新しく開発された F☆☆☆☆用タンニン接着剤は，主剤のタンニン（TB-23）に2種類の硬化剤（TX-373，TH-11）を組み合わせたバインダーである。厚さ5 mm のパーティクルボードに対する物性は，F☆☆☆☆MUF で作成したボードと同程度であった。また，熱圧時間に対する TS，常態 MOR，ホルムアルデヒド放出量の関係は，5～25 sec/mm の範囲では著しい相違は認められない。厚物パーティクルボードに対する性能は，厚さ15 mm で常態 MOR19.0N/mm<sup>2</sup>，はく離強さ 0.79N/mm<sup>2</sup>，TS7.3%，ホルムアルデヒド放出量 0.01mg/l であった。さらに，この TB-23 は F☆☆☆☆UF と組み合わせることでボード製造を行うことが可能である。

### 2.2 リグニン系接着剤の開発

中国浙江林学院 張 敏氏

中国では1950年代からイネ科植物（稲藁，麦藁など）を主原料として紙を製造している。その際排出される黒液中のリグニンは，セメントの減水剤，土壤改良剤，砂の粘着剤として利用されてきた。しかし最近，このリグニンが接着剤原料として有用であることを見出した。一般に，木材など非イネ科のリグニンはフェニルプロパン構造のオルト位にメトキシ基が結合しているのに対して，イネ科のリグニンはメトキシ基が欠落していることがあり，そのため高い反応性を示す。

接着剤の調製法について検討したところ，まずフェノールとホルムアルデヒドを反応させて一次生成物を調製し，その後リグニンを添加する方法が最も良好な物性を示すことがわかった。このリグニン接着剤を用いて3プライ合板を試作した。製造方法は，厚さ1.6 mm のポプラロータリー単板を用い，リグニン接着剤に対し10%の小麦粉を添加して130 g/m<sup>2</sup>で芯板に両面塗布した。プレス温度は140～170℃，プレス時間は3～8分とした。また，硬化剤としてエチレングリコールジアセテ

ートを使用した。得られた合板は、一類合板の耐水性の基準を上回り、また低いホルムアルデヒド放散量を示した。プレス温度を170℃とするとF☆☆☆☆を満した。また、硬化剤は5%の添加率が適当であり、10%になるとポットライフが短く、合板の性能も低下した。酸沈殿により回収したリグニンによる接着剤が良好な性能を示した。一方、パーティクルボードについても試作を行った。製造条件は、目標密度を0.7, 0.8 g/cm<sup>2</sup>の2水準とし、プレス温度は200および230℃、熱圧時間は5および9分とした。ボードの曲げ性能は硬化剤やプレス時間に大きく依存し、硬化剤の添加と長いプレス時間によって良好な値が得られる。耐水性については、ほとんどの場合でTSが20~30%と高い値を示し、耐水性の改善が今後の課題である。

### 2.3 多糖類系接着剤の開発研究

京大生存圏研究所 梅村研二氏

最近の接着剤の開発は安全性や環境への負荷を考慮する傾向にあり、天然物を用いた接着剤の重要性が再認識されつつある。デンプン系接着剤は、デンプン自体の常態接着力が低いため、水酸化ナトリウムなどのアルカリ添加により強度の向上が図られている。また、耐水性は極めて低く、古くから種々の耐水性向上技術が検討されてきた。セルロース系接着剤は、セルロース自体の安定性からエステル化やエーテル化などの化学的な修飾を行う必要がある。このように、既存の多糖類系接着剤は天然物自体の接着性が低いために種々の化学的処理や添加剤によって接着性を高める必要があった。そこで、従来とは異なる多糖類の接着性について検討した。

キトサンは、カニやエビの甲殻などに含まれるキチンの脱アセチル化物である。このキトサンで合板を作成すると、カゼイングルーや大豆グルーよりも優れた常態強度と耐水性を示した。しかし、酢酸水溶液中では著しい強度低下を引き起こし、非常に特異的な接着性能を示すことが見出された。コンニャクグルコマンナンは、コンニャクイモの塊茎に含まれているヘテロ多糖類である。このコンニャクグルコマンナンで合板を作成する

と、極めて少量の固形分で接着が可能であった。しかし、耐水性が極めて低いことから、キトサンとの複合化を試みた。その結果、キトサン量の増加に伴って常態接着力が向上し、耐水性も付与された。このように、適切な天然物を複数組み合わせると優れた性能を備えた接着剤が調製できることから、今後の開発研究のポイントになると思われる。(文責:梅村研二(京大生存圏研究所))

## 3. セッションⅢ 新しい機械・装置および材料 (2月23日午後)

### 3.1 PUR-HM 接着剤用の新しい塗工装置

ロバテックジャパン(株) 辻喜代志氏

大気汚染防止法の施行を前に、非溶媒系であるホットメルト接着剤の需要は、今後さらに増すことが予想される。

ホットメルト接着剤は、非反応型と反応型に分かれる。非反応型としては、ゴム系、EVA、ポリオレフィン系、ポリエステル系およびポリアミド系等があり、反応型としては、今回のテーマである湿気硬化型ウレタン系(PUR)および湿気硬化型シリコン系、UV硬化型、EB硬化型、加熱硬化型、2液硬化型がある。

非反応型ホットメルト接着剤は、周囲温度が融解温度を超えると流動し、基材と密着する。その後、融解温度よりも低い温度で再び硬化し、接着が完了する。しかし、再び融解点を超えると、流動してしまう。従って、非反応型の場合、接着強度は、周囲温度の影響を強く受けることとなる。また、そのため、耐熱クリープ性能が低い。一方、反応型ホットメルト接着剤は、周囲温度が軟化温度を超えると流動し、基材と密着した後、湿気や紫外線、電子線、硬化剤といったものによって架橋が生じ、接着が完了する。そのため、周囲温度が上がっても流動は起こさない。また、融解温度が低くても良いため、設備の省エネルギー化に適している。さらに、耐熱・耐水・耐溶剤性に優れ、基材を選ばない。

ホットメルト接着剤を用いたラミネーションでは、シートの厚みの薄型化、高速化、正確さおよび容易さが課題となっている。PUR塗布の方法には、ビードおよびスプレー、スパイラル、コー

ター、ロールといった種類があるが、コーターが最も連続塗布が容易である。

木質ラミネーションでは、プロファイルラッピングとパネルラミネーションがある。プロファイルラミネーションでは、ホットメルト接着剤を使用する場合、シートの乾燥が不要であるため、通常乾燥を行っていた長さ分だけ節約ができる。接着剤消費量は、シート幅、ワーク速度、塗布量から計算し、最適な量を求める必要がある。パネルラミネーションは、プロファイルラッピングよりも接着剤使用量が多い。また、塗布幅が広いと、設備・維持管理に費用が必要である。また、コーティングヘッドの位置をロール上に置く ON ロールと、ロール間に置く OFF ロールの場合で、塗布が変わる。ON ロールは、基材が硬く、厚く、伸縮しやすいものに向いており、厚塗りが行えるが、熱ダメージによってシートの皺やロールの磨耗が生じることと、セッティングが困難という問題点がある。一方、OFF ロールの場合、それらの問題点は克服されているが、伸縮基材には向かない。木質ラミネーションには、OFF ロールが有効である。

### 3.2 PUR-HM 接着剤を用いた 2 次加工機械の動向

(株)兼松 KGK 加藤正人氏

BARBERAN S.A. 社 Manel Castella 氏

環境問題が注目される現在、ボードの 2 次加工業界では、VOC 対策して非溶媒系接着剤の開発が進められてきている。中でも、PUR 接着剤は、物性が優れ、取り扱いが容易であり、注目を集めている。ここでは、スペインの BARBERAN 社の設備を通じて、PUR-HM 接着剤を用いた 2 次加工機械の動向を紹介する。

BARBERAN 社は、ラッピング・ラミネーション機械部と仕上げ加工機械部を持ち、35名のエンジニアと200人超の作業員および開発者がいる。ラッピング・ラミネーションのほかにも、コーティング、プリンティング、乾燥、サンディングその他の設備を持っている。PUR-HM 接着剤を用いた加工設備では、これまで、使用後の清掃が困難であったが、ドイツの PUR メーカーが溶剤を開発したため、使用後のクリーニングは容易に

なっている。

ペーパーのラミネーションにおける PUR の利点は以下の通りである。すなわち、①一成分系なので、ボード表面を濡らさずボードの平滑性が保て、塗工設備が一台で済む。②融解温度が低いと、加熱ローラーは少なくても良い。③初期接着力は 7～8 割と高いと、熱圧圧縮設備も省力化できる。④溶剤を吸収する基材やパーティクルボードなどの表面がラフな基材にもムラなく均一な性能を与える。⑤仕上がり状態の制御が容易であり、基材を選ばない。⑥溶剤系と比較すると、PUR 自体の単価は高いが、上記の性能を持つためロスが少なく、製品単価としては大差がない。

ペーパーが厚くなると熱伝達が低下するため、UF グルーの使用はさらに困難になる。したがって、厚い紙、フィニッシュフォイル、CPL 等には PVAc グルーがこれまで用いられてきた。しかしながら、光沢の必要な製品については、わずかな凹凸も許されないため、PUR が使用され始めている。

数年前まで PVAc グルーを塗布したボードに HPL を張り合わせ、1～5 kg/cm<sup>2</sup>程度の多段もしくは連続プレスで 1 分程度加熱することが一般的であったが、グルーの水分の完全な除去およびプレス後の放置時間が必要であるため、生産性の向上という点で PUR が使用され始めている。

ボードへのラミネーションでは、ブラシ、コーター、加熱装置を経由し、別ラインからシートが張り合わされる。また、両面貼り、小ロットには手動ラインもある。これまで EVA や PU が用いられてきたが、乾燥工程での熱およびグルーの寿命、クリーニングといった問題から、PUR に置き換わってきている。塗布方法は、ローラー式からスロットノズル方式に換わってきている。

ハニカム材に水溶性グルーを用いた場合、パネル内部に水分が存在することによる製品の湾曲および乾燥用ホットプレスによる表面劣化が生じるため、ホットプレスが不要である PUR が用いられてきている。また、ここ 3 年ほどで、欧州のサンドイッチパネル工場の 60% が接着剤を PUR に変更した。その理由としては、生産性（一成分系 PU は数日間のプレスが必要だが、PUR は圧縮不

要), 簡便性 (容易な搬送, 省力化, 少ないメンテナンス, 在庫量の軽減), フレキシビリティ (生產品目の拡大) 等があげられる。

(文責: 矢野浩之 (京都大学生存圏研究所))

### 3.3 国産材ストランドボードの開発

親和木材工業(株) 角田惇氏

飯田工業(株) 井本希孝氏

ヒノキ間伐材を用いたストランドボード (商品名「エスウッド」) は, ヒノキ間伐材を長さ18 cm程に玉切り後, 水中に3~5日間浸漬し, ストランド (厚さ0.4 mm, 長さ20 mm, 幅2.5 mm程度) に加工し乾燥 (含水率5%程度) 後, 接着剤をブレンドし熱圧整形したボードである。接着剤 (接合剤「ノンゲル」) に含まれるPEGや撥水性ラテックスによってストランドが可塑化し, ストランド同士やストランドと接着剤の馴染みや細胞壁内への接着剤の拡散が改善し, ストランドが固化する際に細胞同士が「自着」する。

エスウッドは, 本来, 内装材, 化粧材として開発された製品で, 構造材のような強度はない。その一方, 燃焼生成ガスに硫黄酸化物や塩化水素は含まれず, サーマルリサイクル可能な材料である。また無塗装およびエコウレタン塗装品についてホルムアルデヒドなどのVOC成分の放散量は厚生労働省の指針値以下であった。さらに材料費や加工コストなどから見積られる原価は, 12 mm厚さの3×6判ボードで6,167円であった。また難燃処理したエスウッドボードの開発も行った。窒素リン酸系の難燃剤と接着剤との混合液をスプレー塗布する方法で, ISO5660で規定される発熱試験で, 準不燃材料相当のものが開発された。難燃処理 (スプレー塗布) が簡単で, 難燃剤添加による接着性能の低下もなかったことから実用化への道が開けた。講演では平板ボード類の使用事例や三次元曲面整形材の製造事例も紹介された。

### 3.4 建築廃材を原料にした構造用軸材 (REW) の開発

積水化学工業(株) 刈茅孝一氏

建築廃木材を原料とする住宅用構造材の開発事例を紹介した。これまで住宅に用いられる木質建

材の20%を占めるパーティクルボードが廃木材の利用先のトップであったが, 本開発では使用量が80%になる柱・梁などの構造材に廃木材を利用しようとしている。この材料 (REW, リサイクルエンジニアードウッドの略) は, 建築解体材を破砕・分級して得られたチップを乾燥し, 接着剤塗布後, 1軸配向させ, 蒸気噴射プレスで熱圧成型して得られる。チップの配向度を上げ, 圧縮度を上げて樹種などの原材料のばらつきに依存せず安定した品質を得ることができる。パイロットプラントでREWを試作し, 基本性能を評価した。

REWの密度はパーティクルボード (PB) 並みの0.75 g/cm<sup>3</sup>, 曲げ基準強度はSPF (甲種2級) 程度かそれ以上, PBの18 MPa以上となる23.5 MPaを示し, 曲げ弾性率もSPF程度あることがわかった。その一方で吸湿長さ変化率はPBの0.038より低い0.017程度で, 製品の厚みの種類も20~120 mmと, PBの9~40 mmよりも幅広い品揃えとなっている。これによって面材だけでなく軸材としても使える。接着剤はホルムルデヒドを含まず蒸気噴射プレスによる十分な加熱によって接着剤は完全に硬化している。VOCや燃焼ガスは木材と同等レベルのガス発生量であった。また釘の接合性能にも優れており, SPF材, LVLや集成材の2~5倍程度の値を示した。本研究では, 枠組壁工法の耐力壁や柱-梁接合試験も行い, 構造材としての性能を評価した。今後は各種認定や認証を取得し, 内装建材や設備の芯材, フローリング, 壁や家具用材への展開も検討していく。

(文責: 藤井義久 (京都大学農学研究科))

(2005.4.20受理)



写真2 パネルディスカッションの様子