

第 8 回木質ボードシンポジウム〔I〕

(社)日本木材加工技術協会関西支部

第 8 回木質ボードシンポジウムが、去る 3 月 12 日から 13 日にかけて新大阪シティプラザにおいて開催された。本協会関西支部が主催するこのシンポジウムには、日本繊維板工業会、(財)日本合板技術研究所、ならびに全国 LVL 協会が共催、日本合成樹脂工業協会が後援し、ボード製造メーカー、機械メーカー、接着剤メーカーの技術者を中心に、公的研究機関の研究者や関係者を加えて約 120 名が参加して、活発な討議がなされた。

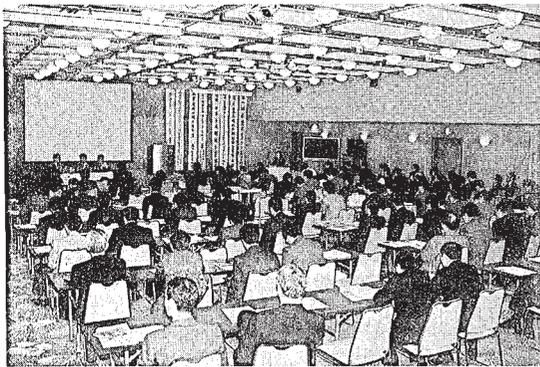


写真 1 会場風景

今回は、木質ボードの寸法安定化のための新しい技術開発についての最新の研究成果のほか、エンジニアードウッドの特性と性能規格についての考え方等についての特集、また機械装置・プラントでは LVL やボードの製造プラントやシステム制御の紹介が行われた。

討論会の題目ならびに講師の各氏は以下のとおりである。

第 1 日 3 月 12 日

パネル討論会 (I) 木質ボードの寸法安定化

司会 京都大学木質科学研究所 川井秀一氏

- 1) 化学処理、とくにホルマール化による寸法安定化

京都大学木質科学研究所 則元 京氏

- 2) 樹脂含浸処理とスチーム処理による寸法安定化

京都府立大学 梶田 熙氏

- 3) スチーム処理による木質の変形固定機構

岐阜大学 棚橋光彦氏

第 2 日 3 月 13 日

パネル討論会 (II) エンジンードウッド

司会 京都大学木質科学研究所 今村祐嗣氏

- 1) 木質材料の構造信頼性

森林総合研究所 林 知行氏

- 2) エンジンードストランドランバー (ESL) の製造と特性

ウェアーハウザージャパン(株) 上田道彦氏

- 3) US Performance Standard for OSB and LVL

米国合板協会 (APA) Dr. Michael O'Halloran 氏

(通訳 上田道彦氏)

パネル討論会 (III) 機械装置とプラント

- 1) ラウテの LVL 製造プラント

住友商事(株) 荻田健之氏

- 2) ジンペルカンパ社木質ボードの現状と新開発技術

ジンペルカンパ社 Mr. Paul Niedermaier 氏

(通訳 井上和幸氏)

- 3) 木質系材料の製造におけるシステム制御技術

メジャレックスジャパン(株) 佐藤勝久氏

パネル討論会 (I) 木質ボードの寸法安定化

- 1) 化学処理、とくにホルマール化による寸法安定化

京都大学木質科学研究所 則元 京氏

水分による木質ボードの寸法変化の要因には、

- 1) 木質要素の膨張・収縮、2) 要素および要素間のクリープ変形、3) 要素の圧縮セットの回復

が考えられる。したがって、木質ボードの寸法安

定化は、基本的にはこれら3つの要因を取り除くことによって可能になる。ここでは、化学修飾による寸法安定化の効果を構造と関連づけてその機構を明らかにし、さらにホルマール化MDFの寸法安定性について紹介する。

(1) 木質要素の寸法安定化およびクリープ変形の抑制

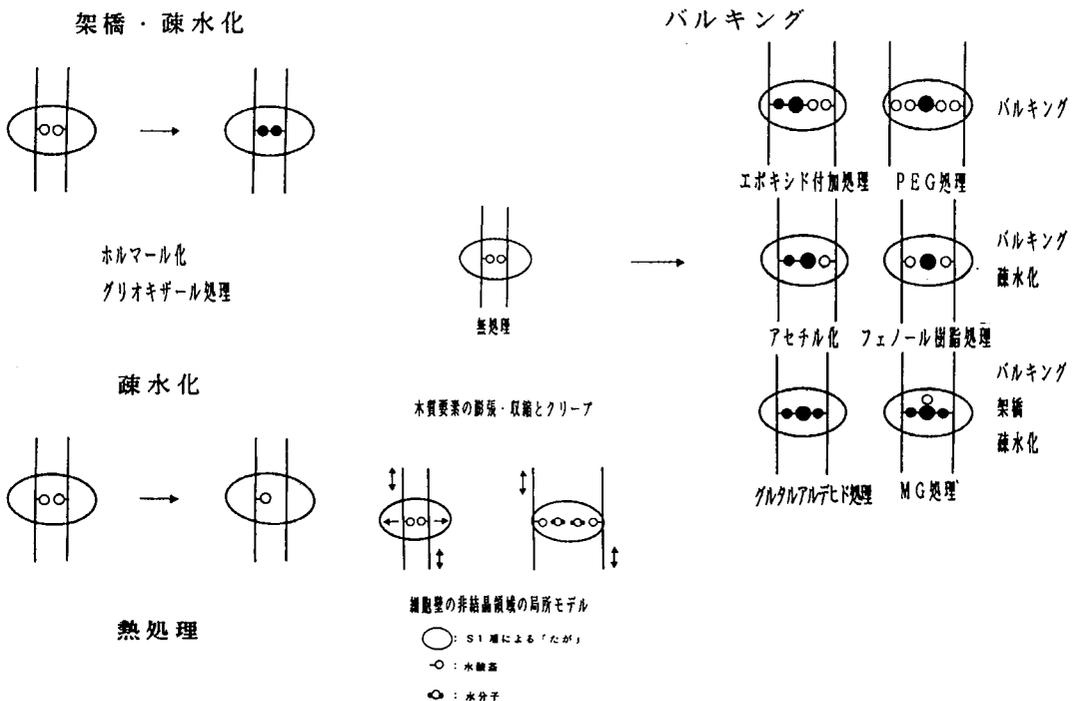
木材内において、水分はマトリックス内とマイクロファイブリの表面に保有され、その体積に相当する膨潤が生じる。第1図は、木質要素の膨張収縮ならびにクリープを説明するための細胞壁非晶領域のモデルと、各種の寸法安定化処理による構造変化の関係を示している。これらの図から、木質要素に寸法安定性を付与するための機構としては、a) 架橋、b) バルキング、およびc) 疎水化などが考えられる。各種の化学処理による寸法安定化効果をASE(抗膨潤能)を例にとり、その機構との関係を示すと第1表のとおりである。

一方、クリープの抑制に有効な機構には、a) 架橋、b) 疎水化が考えられる。第2図に化学処理木材のASEとACE(クリープ変形抑制効果の

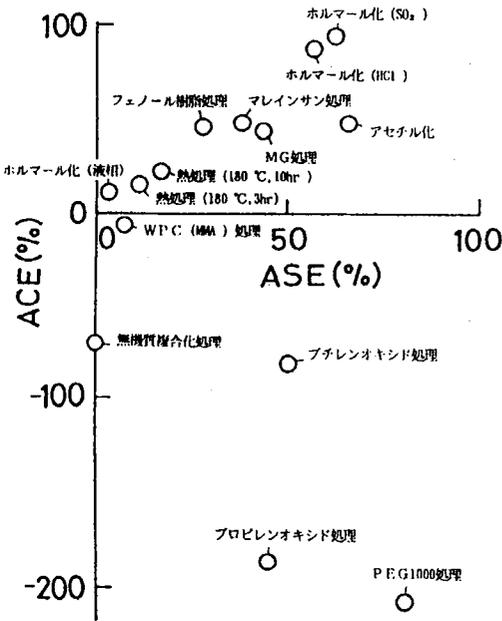
第1表 化学処理による寸法安定化

処 理	ASE(%)	機 構
ホルマール化	80~90	架橋・疎水化
熱処理	50~60	疎水化・(架橋)
アセチル化	65~75	バルキング・疎水化
オリゴエステル化	80~85	バルキング・疎水化
MG処理	60~70	架橋・バルキング・疎水化
低分子フェノール樹脂処理	60~70	バルキング・疎水化・(架橋)
エポキシド付加処理	65~75	バルキング
WPC処理	約 60	バルキング・疎水化
PEG処理	約 80	バルキング

指標) の関係を示す。図から、バルキング効果によるものは、ACEが得られるとは限らず、親水性の薬剤や基の導入はかえってクリープ変形の促進を招くことがわかる。一般に、これら2つの寸法安定性を付与するためには、ホルマール化に代表される架橋・疎水化型の化学処理が有効であるといえる。



第1図 細胞壁非晶領域モデルを用いた化学処理による寸法安定化と構造の関係



第2図 化学処理木材のASEとACEの関係

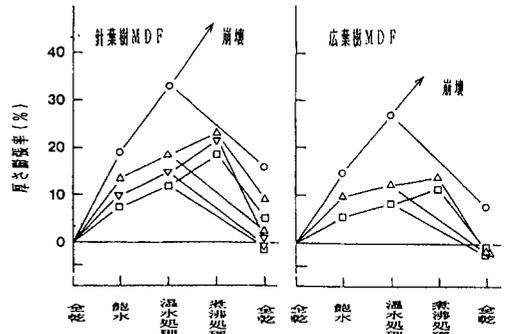
(2) 木質要素の圧縮セットの永久固定化

木材が水分と熱によって軟化しているときには、容易に大きな横圧縮変形を与えることができる。変形を拘束しながら乾燥すると、変形は固定（セット）される。変形のセットは永久的なものでなく、再び軟化するとその9割程度が回復する。圧縮変形の永久固定化には、a) 架橋、b) 疎水化、およびc) 内部応力の除去が有効である。

a) のタイプにはホルマール化、b) のそれはフェノール樹脂処理のほか、熱処理がある。ただし、熱処理は極めて長い処理時間を要し、材質劣化が著しい。また、ここでは詳しく述べないが、c) のタイプとして水蒸気処理があげられる。

(3) ホルマール化によるMDFの寸法安定化

上述のように、ホルマール化等による「架橋」の形成は、木質要素の寸法安定化、クリープ変形の抑制、圧縮変形の固定化のいずれにも有効である。ユリア樹脂を接着剤にして成型されたMDFを各種のホルムアルデヒド源(触媒：二酸化イオウ)を用いてホルマール化したものの厚さ膨張率を第3図に示す。これらのホルマール化MDFは常温水、温水処理に対してはほとんどスプリングバックが認められず、また、煮沸に対しても十分耐え、と



第3図 種々処理によるホルマール化処理および無処理MDFの厚さ膨張率の変化

○：無処理，ホルマール化処理：120°C，24時間，SO₂触媒，ホルムアルデヒド源，△：トリオキサン，□：テトラオキサン，▽：パラホルミアルデヒド

くにパラホルムアルデヒド処理の寸法安定効果は極めて優れている。これらの結果は、ホルマール化がファイバー内のマイクロフィブリルを相互に架橋するばかりでなく、ファイバー間のそれらをも架橋していることを示唆している。

現在、ホルマール化MDFの工業化技術が検討されている。たとえば、ホルムアルデヒドガスをMDFに貫通させて短時間でホルマール化する技術である。そのほか未反応のホルムアルデヒドを回収したり、アンモニアに反応させる技術的検討やホルムアルデヒド代替剤として木綿などのパーマメント加工に用いられるグリオキザール処理などの研究が進められている。

2) 樹脂含浸処理とスチーム処理による寸法安定化

京都府立大学 梶田 照氏

(1) フェノール樹脂含浸処理による寸法安定化

シトカスプルス素材の木口試験片に平均分子量とpHの異なるレゾール型フェノール樹脂を含浸し、硬化後の寸法安定化を検討した。含浸木材の体積膨潤率は樹脂の平均分子量(Mn)が小さいほど大きく、濃度が高くなるほどその増大の程度が大きい。同一濃度で比較すると、Mnが小さい樹脂ほど体積膨潤率が大きい。このことは、溶液濃度が同じでもMnが小さい樹脂ほど細胞壁に入り、細胞壁を膨潤させたことを示している。これに対して、含浸樹脂のpHの体積膨潤率への影響はほと

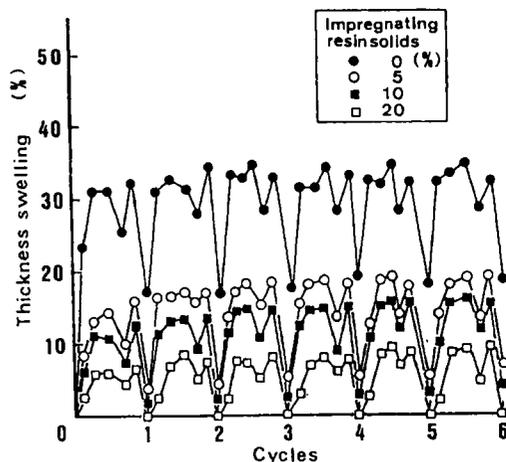
んど認められない。

一方、加熱硬化後の重量増加率は濃度の増加とともにほぼ直線的に増大し、樹脂の Mn あるいは pH の影響は見られない。これら含浸樹脂のバルキング効果は、Mn の増加に伴って減少する。とくに、400から600への増加に伴い、バルキング効果は急激に減少し、通常さらにフェノール樹脂接着剤の Mn 値(1100程度)になるとほとんどバルキング効果が認められない。

また、含浸樹脂の違いによる ASE への影響は、バルキング効果の結果と良く対応している。すなわち、バルキング効果の大きいものほど ASE が大きく、とくに Mn が400から600に増大すると ASE が大きく低下する。

上述の含浸樹脂を5%あるいは10%の割合でスギセミストランドに噴霧添加したのち、熱圧成型してストランドボードを製造し、その材質を検討した。ここでは、吸水厚さ膨張率(TS)に対する樹脂含浸効果をみると、いずれの樹脂においても含脂率を5%から10%に増加させると TS の値は低下する傾向にあるが、Mn が小さいほど低下の程度が大きく、ボードの寸法安定性が向上する。含脂率5%の場合、Mn が小さくまた1核体からなる樹脂ではあまり接着力が期待できないが、Mn が大きくなるにしたがい接着に寄与する多核体フラクションを多く含んでいるので、パーティクル間が有効に接着される。その結果、Mn の大きい樹脂の順に TS が小さくなると考えられる。しかし、含脂率が10%になると、1核体からなる樹脂ほどボードの寸法安定性が向上し、接着力を支配する多核体フラクションよりも木材実質に浸透した低分子量のフラクションが寸法安定化に対して効果を発揮するものと推察される。

第4図は、スギストランドに含浸用低分子量フェノール樹脂(Mn:389, 添加量0~20%)および接着用高分子量樹脂(Mn:962, 添加量8%)を混合、噴霧塗布し、熱圧成型したボードの促進劣化処理(ASTM D 1037)後の厚さ膨張率を示している。低分子量フェノール樹脂の含浸によってボードの寸法安定性は大きく改善され、含脂率の増加に伴い TS は減少する。



第4図 フェノール樹脂含浸パーティクルボードの促進劣化処理(ASTM D 1037)後の厚さ膨張率

(2) スチーム前処理による寸法安定化

スギストランドを回転オートクレーブに入れ、各種の条件下でスチーム処理したのち、UMF 接着剤を10%添加して製造したボードの材質を検討した。処理圧力は3.6~16.5気圧(140℃~200℃相当)、処理時間は1分~30分である。原料の化学成分をみると、加水分解によるヘミセルロースの減少が、処理圧力・時間の増加とともに著しくなる。疎水化されるために、ボードの平衡含水率(25℃, 65% RH)は無処理ボードが9%に比較して、やや低くなる。

曲げ性能は処理圧力・時間の増加により多少高くなるが、高圧・長時間処理では逆に低下する。したがって、高圧・短時間処理が効率も良く、曲げ性能の点からも望ましい。一方、はく離強度は無処理ボードに較べて若干低下する。pH が酸性側に傾くために、樹脂が前硬化することのほか、ストランド自体の劣化の影響などが原因として考えられる。

70℃温水2時間浸せき後の TS は処理圧力・時間の増加とともに低下し、寸法安定性が向上する。処理条件と TS の関係を見ると、アレニウス則に類した時間・温度換算の関係が見いだされた。

スチーム前処理ボードの面内寸法安定性はあまり改善されない。すなわち、含水率1%当り0.03%程度である。これに対して、フェノール樹脂含浸ボードのそれは合板のそれに近い値(0.01~0.015

%/%) まで向上する。

3) スチーム処理による木質の変形固定機構

岐阜大学 棚橋光彦氏

木質ボードや曲げ木、圧縮木材の寸法安定性を高めるには、製造時に形成された横圧縮セットを固定することが重要である。最近、高圧水蒸気処理による圧縮セットの固定化技術が開発され、注目されている。ここでは、水蒸気処理による木材主要成分の化学的・構造的変化を爆砕処理木材のデータをもとに検討し、変形(セット)固定のメカニズムを考察した。

爆砕は単に木材組織の物理的な破壊だけではなく、凝縮水の気化に伴う急速な温度低下による反応の停止が可能であり、水蒸気処理による木材中の化学変化を検討するのに有益である。高温水蒸気下では、一般に、イオン濃度が極めて高い。たとえば200℃、16kgf/cm²の水蒸気イオン化濃度は常温・常圧下のその10⁷倍にも達し、木材成分の分解も非常に急速に起こる。このような活性な水蒸気による急速な反応、および水蒸気の組織内への浸透が非常に速く、均一な反応が得られること、また反応の制御が比較的容易であることなどが水蒸気処理の特長としてあげられる。

爆砕処理木材のX線解析あるいは熱軟化挙動をみると、セルロースは処理圧力および温度の増加とともに、結晶化度およびミセル幅が増加するが、処理圧力が高い場合、たとえば28kgf/cm² (230℃)では4分を過ぎると結晶化度がやや減少する。水蒸気処理によって木材の非晶あるいはパラクリスタリンセルロースは部分的に加水分解され、分子の歪みが解除されて結晶領域に熱再配列するものと推察される。このような水蒸気による反応は非晶領域では非常に速いが、結晶領域ではほとんど作用しない。しかし、処理時間が長くなるにつれて結晶の表面から加水分解が徐々に進行するため、高圧・長時間処理では結晶化度の低下が起こると考えられる。

一方、透過電顕による観察から、水蒸気の処理時間の増加に伴って0～4分まではマイクロフィブリルの幅は60Å (無処理の約2倍)まで増加するが、その長さは急速に減少し、無限大から約2000Å

にまで短くなる。しかし、処理時間を長くしてもこれ以下には減少しない。したがって、このセルロースマイクロフィブリルは欠陥の無い完全な結晶をしているものと推定される。

さらに、固体¹³C-NMRのスペクトルから、処理前後で結晶化度が増加するだけでなく、セルロースの結晶形態もI aからI b型に変化することが明らかになった。

爆砕処理材から順次主要成分を分離し、水抽出物(ヘミセルロースフラクション)およびメタノール抽出物(リグニンフラクション)を分析した。水抽出物は圧力20kgf/cm²で1分間処理でもほぼ完全に抽出されており、比較的マイルドな条件下でも急速に加水分解が進むことがわかる。メタノール抽出物も処理が強くなるにつれて順次分解され、抽出量が増加する。このことから、リグニンおよびヘミセルロースは水蒸気処理によって低分子化し、セルロースから分離されていることが推定される。

以上の結果は、圧縮セットを受けていない木材の水蒸気処理における主要成分の変化である。圧縮セットを受けた木材の非晶領域は結晶と比較して大きな内部応力が存在すると考えられるが、水蒸気処理による成分の分解、部分的な再結合によってこの内部応力が緩和・除去され、セットが固定されるものと推定される。とくに、ヘミセルロースの加水分解によって木質が疎水化されるほかに、セルロースの結晶構造の変化が圧縮セットの固定に大きな役割を果たしていると考えられる。

高圧水蒸気による圧縮変形の固定は、蒸気噴射プレスにおける木質ボードへの応用例のほか、素材の成型加工、LVLおよびOSLの熱圧成型、あるいはセルロース繊維やニットの防しわ加工、パーマメントプレスなど、極めて広範な応用が考えられる。

(文責：京都大学木質科学研究所 川井秀一)