

第5回木質ボードシンポジウム (その1)

日本木材加工技術協会関西支部

去る2月20日~21日、共済会館新大阪において第5回木質ボードシンポジウムが開催された。参加者は全国の木材関連業界の研究者、技術者を中心に、約100名を数えた。今回は、二日間にわたり、三つのパネル討論が行われた。題目、司会及び講師の各氏は次のとおりである。

第1日 午後、パネル討論会 (I) 木質ボードと化学加工

司会 島根大学名誉教授 後藤輝男氏

1) 化学修飾による木質ボードの材質改良
京都府立大学農学部 梶田 熙氏

2) アセチル化木質ボードの性質
京都大学木材研究所 則元 京氏

第2日 午前、パネル討論会 (II) 建築に要求されるボードの性能と使用

司会 日本ノボパン工業 (株) 藤田 武氏

1) 建築用外装ボードに要求される性能と使用
ニチハ (株) 城 基義氏

2) 内装用ボードに要求される性能と使用
積水ハウス (株) 犬羽伸和氏

3) 構造用ボードに要求される性能と使用
丸紅木材建材 (株) 三住 卓氏

午後、パネル討論会 (III) 製造機械とシステム
司会 京都大学木材研究所 佐々木 光氏

1) BISON Forming System および Cement Bonded Particleboard Plant

Bison 社 Dr. H. G. Schwarz 氏
(通訳) ニチメン機械貿易 (株) 河野通孝氏

2) RAUMA-REPORA-HUNGARIAN 法によるセメント

フレークボード製造プロセス

小野田エンジニアリング (株) 河村暢夫氏

3) 木質ボードの2次加工 (表面処理) 機械
ウエスターントレーディング (株) 阿部 徹氏

パネル討論会 (I) 木質ボードと化学加工

1. 化学修飾による木質ボードの材質改良

パーティクルボード (以後 PB という) は、素材と同様、環境条件とくに湿度の変化に伴ってその含水率と寸法が変化する。PB では、製造に用いたパーティクルが板面に平行に堆積されているので、水分吸着による伸縮の大きい木材の接線と放射方向がボードの厚さ方向となり、またボード製造時の熱圧の際にボードの厚さ方向に圧縮応力がかかるため、吸湿・吸水した場合にボードの厚さ方向の寸法変化が大きい。このようなボードの厚さ方向の寸法変化は、ボードの製造条件、例えば、パーティクルの寸法・形状、ボード比重、原料木材の比重、接着剤の種類と添加量、熱圧条件などによって影響されるので、それらの製造条件を適切にすることによって、ある程度まで改善することも可能である。しかし、素材の寸法安定化のために用いられる各種の化学修飾法を PB の寸法安定化に応用する試みも行われ、とくに最近、それらの研究が活発に行われている。ここでは、まず、素材の各種化学修飾法について紹介した後、化学修飾による PB の材質改良について話題提供す

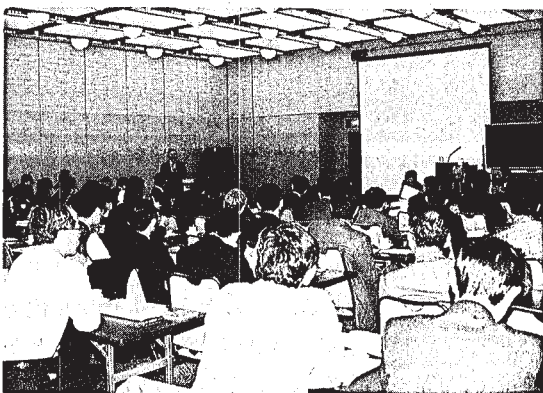


写真1 会場風景

る。

1) 木材の各種寸法安定化法について

木材の寸法安定化のために用いられる処理法としては種々の方法が考えられてきたが、それらの内の主なものについて挙げると次のようなものがある。

(1) 熱処理

これには、空气中あるいは真空下での乾熱、スチーム加熱や熱板加熱などがある。熱処理による木材の寸法安定化の原因としては、セルロース結晶領域量の増加やヘミセルロースの熱化学的変化などが考えられ、とくにペントースがフルフラールポリマーになり疎水化するとされている。木材を加熱してリグニンその他の組成成分を軟化流動させて圧縮する方法がある(Staypak)。また、高温真空下で木材を加熱したものを Staywood という。

(2) PEG (ポリエチレングリコール)

通常、生材を PEG 溶液(濃度 30~50wt.%) に浸せきし、拡散によって木材中に含浸(25~30%) させるが、温度または処理溶液濃度の上昇により拡散は大きく向上する。含浸処理後乾燥する。PEG は、木材を部分的あるいは完全に膨潤した状態に保持することにより寸法安定性が付与される(抗膨潤能あるいは抗収縮能(ASE)は約 80%) が、木材中で固着あるいは硬化しないで水溶性のままである。したがって、高い相対湿度で吸湿性が大きく、処理材が液状の水と接触すると PEG が溶脱することがある。

(3) Impreg

低分子量の熱硬化性樹脂で木材を処理し、硬化させたものをいう。樹脂としては、水溶性フェノール樹脂が用いられ、寸法安定性を付与する熱可塑性樹脂は見出されていない。水溶性フェノール樹脂は、PEG のように細胞壁に浸透し、木材を膨潤状態に保つが、PEG と異なり、樹脂は加熱によって硬化して高分子化し、水に不溶性の樹脂を形成して、細胞壁中でかさ高くなる。曲げ性能は変化しないが、圧縮強度が向上するかわりに衝撃曲げ強度が低下する。耐腐朽、耐蟻性もかなり良好で、耐酸性、電気抵抗も高い性質を有する。

(4) 化学修飾(狭義)

細胞壁の OH 基に有機薬剤を付加または架橋剤を付加して木材を化学修飾する方法である。一般に処理により寸法安定性は向上するが、強度や剛性は低下するものが多い。

① エステル化

エステル化の中で最も研究されているのがアセチル化であるが、これについては、次章で述べる。無水フタル酸によるエステル化もよく研究されているが、処理直後の ASE は非常に高いが、その材を再度水に浸せきすると ASE は低下する。これは、各浸せき後、含浸した薬剤のロスによるものであり、フタル基が加水分解を受けやすいことを示している。アセチル化による ASE の機構は OH 基が疎水性のアセチル基に変わるのに対してフタル酸化は主として細胞壁中での機械的なかさ効果によるとも考えられる。フタル酸化は重量増加率(WPG)が非常に大きく、アセチル化のそれが 20% 程度であるのに対して、40~130% である。無水マレイン酸処理材にエピクロロヒドリンを付加することにより、乾水繰り返しによる ASE の低下が改善できることが明らかにされている。

② イソシアネート類

DMF で膨潤させた木材を約 120°C でイソシアネート類と気相反応させると次式のように反応する。その中でもブチルイソシアネートが最も良好で、WPG14% で ASE は 47%、31% WPG で ASE67%、50% WPG で ASE75~80% である。ASE67% まで処理したものは、じん性や摩耗抵抗が約 25% 低下する。また、メチルイソシアネートは無触媒で非常に速く反応し、WPG 約 75% まで可能であり、WPG 約 30% で ASE は 60% である。WPG が高いところでは、細胞壁に割れが生じる。なお、イソシアネートは水分に敏感であり、よって反応は乾燥木材で行う必要がある。

③ アセタール類

木材の OH 基は、塩酸などの強酸の触媒下でホルムアルデヒドと 2 段階で反応し、二つの OH 基間で架橋結合が生じる。このようなホルマル化では、低い WPG で大きい ASE が得られることが特徴で、4% の WPG で 55% の ASE が、5.5% で 60%、7% で 90% の ASE となる。4% の WPG で

の ASE は、アセチル化の同じ WPG でのその約 4 倍となる。しかし、ホルマル化木材のじん性や摩耗抵抗は大きく低下し、圧縮や曲げ強度は約 20% 低下、衝撃曲げ強度は 50% まで低下し、この原因は、多分触媒として加えた強酸でセルロースが加水分解されることによるものであろう。

④ エーテル類

メチル化、塩化アルキル、 β -プロピオラクトンなどによる化学修飾があるが、処理条件が苛酷すぎる、副産物として塩酸ができる、あるいは発がん物質であるなどの問題がある。また、塩基触媒下でアクリロニトリルと木材を反応させると、シアノエチル化がおこる。NaOH 触媒で、WPG は 30% となり、ASE は 60% である。処理材の衝撃強度は低下するが、腐朽菌に対する抵抗性をもつ。

⑤ エポキシサイド

エポキシサイドと OH 基との反応は、通常塩基触媒下で行われる。トリメチルアミン触媒下で木材をエチレンオキシドの気相処理すると、WPG20% で ASE60% となる。プロピレンオキシド、ブチレンオキシドやエピクロルヒドリンでも 22~25% の WPG で ASE は 70% である。しかし、プロピレンやブチレンオキシドでは、WPG35% 以上になると、生材容積以上に膨潤して細胞壁の破壊がおこり、かえって ASE が低下する。プロピレンオキシド処理材は耐朽性や耐蟻性はあるが、機械的性質の大部分は低下する。

(5) WPC

これまでに述べてきた化学修飾では、薬剤の大部分が細胞壁中に残る、すなわち、内腔は本質的にはからである。触媒(加熱)あるいは γ 線照射によって高分子化するモノマーを木材に真空下で含浸すると、壁の膨潤はほとんど生じず、壁中に入らないで内腔内だけで高分子が形成される。これらの例として、MMA やスチレンあるいはエポキシ樹脂があるが、処理により強度と剛性が向上する。例えば、MMA 処理木材(WPG160%)は比重は約 1 となり、その曲げ、引張、衝撃曲げおよび圧縮強度、硬さは 100~200% 改善される。しかし、ごくわずかの寸法安定性(約 10%)しか持たない。

(6) Compreg

これは樹脂が木材構造中で硬化しつつある間に圧縮した樹脂処理木材(比重 1.3~1.4)である。処理材は耐朽性、耐蟻性、電氣的性質や耐酸性などに優れている。また、強度性能は、衝撃曲げ強度を除いて比重の増加に比例して大きくなる。

2) 木質ボードの材質改良

木質ボードの材質改良に用いられる処理には、次の二つの方法がある。すなわち、①ボードを製造する前にパーティクルを処理する方法、②製板後に処理する方法とである。

(1) パーティクルの前処理

① 熱処理

200°C で 15~45 分の乾燥処理ではボード吸水厚さ膨張(TS)には効果がないが、230~300°C で 1~8 分処理すると、TS が約半分になる。しかし、いずれも強度が低下する。230~300°C のスチーム処理で TS は 1/2~1/3 となる。最近、Hsu はパーティクルを 3~4 分、1.55MPa のスチーム処理した後ボードを製造してその材質を検討し、TS およびスプリングバック量は特に 1~2 分処理で大きく改善されること、また、スチーム処理後へミセルロス量が低下し、リグニンの軟化点が低くなって塑性流動が可能となり、比重 0.7 のボードで閉鎖時間 50 秒とするに必要な圧力は、処理ボードで 3.45MPa、無処理ボードで 4.83MPa であることなどを明らかにしている。

② PEG 処理

この処理では大きな TS の改善はみられず、また機械的性質もほとんど影響を受けない。しかし、PF 接着剤では問題はないが、UF では PEG 処理フレークの接着性に問題があるとされている。

③ フェノール樹脂含浸処理

パーティクルに低分子量の樹脂を噴霧あるいは浸せき処理後、比重 0.7 のボードを製造した場合、湿潤曲げ強度は WPG5% で 3~5 割上昇し、残存率はコントロールで 60% であるが、WPG5% のボードで 75%、WPG10% で 90% である。はく離強度(IB)も、樹脂含浸でパーティクル自体の強度が向上する結果、WPG5% でコントロールの 1.5 倍となる。24 時間吸水後及び ASTM 促進劣化 6 サイクル試験後の TS は、WPG5% でコントロ

ールの約1/2となり、特に浸せき処理で効果が大きい。また、樹脂のパーティクルへの含浸を生材状態で行った方が、TSの改善には効果がある。フェノール樹脂含浸処理による材質改良法は、低分子量の樹脂をパーティクルへの含浸に、高分子量の樹脂をパーティクル間の接着に用いることをねらったもので、従来の接着剤噴霧装置で1段階により処理が可能であり、コストの問題が解決すれば最も実現可能なものとみられる。その他、WPG35%とした米マツフレークを25分、163°C、176kgf/cm²で熱圧し、比重1.4とした12.5mm厚の高比重ボード(Flapreg)が製造され、そのMOEが962kgf/cm²、MORが135t/cm²、IBが77kgf/cm²24時間吸水TSが0.42%であったという報告もある。

④ ホルマル化

触媒として1%塩化亜鉛を米マツフレークに添加し、104°Cで30~120分間ホルムアルデヒド気相処理した後、ボードを製造した例がある。しかし、触媒と熱で木材が劣化してボードの機械的性質が低下し、またTSは改善されなかった。この処理は薬剤が少量ですみ、コストが低いので有望であるが、劣化を生じない適当な触媒を見出すことが必要である。

⑤ エステル化

藤本らは、カラマツのウエハーに無水マレイン酸(M)とグリセリン(G)混合溶液(6:4~10:0)を5~15%噴霧した後、フェノール樹脂を3~6%添加、180~250°C、15分熱圧して、比重0.7の13mm厚ボードを製造している。それによると、MG混合割合が9:1でTSは最小、強度性能は8:2でIB及び曲げ強度が最大となること、熱圧温度については、温度上昇とともにTSは低下し、250°Cで最も改善されるが、熱劣化により強度が低下するので、240°Cが適当であることなどを明らかにしており、現在コスト低減、熱圧温度と時間の問題について精力的に検討されている。

⑥ WPC

Hamiltonらは、レッドオークのフレークに第3ブチルスチレン(触媒としてアゾビスイソプロピロニトリル0.5%、架橋剤としてエチレングリコールメタクリレート6%添加)に浸せきし、ポリマ

ー含量を25と50%とした後、149°Cで15分加熱、その後含脂率8%としてUFまたはPF樹脂接着剤を添加、121°Cで30分熱圧し、比重0.72の12.7mm厚ボードを製造した。WPG25%とすることにより、IBがコントロールの約3~7倍、MORやMOEは2~4倍、硬さも1.2~1.5倍に増加し、50から90%RHに変化した時のTS及びスプリングバック量は1/3~1/6になるが、コスト高となる。

(2) ボードの後処理

① 熱処理

フェノールボードの乾熱処理については2・3の研究報告があるが、約200°Cで2時間程度熱処理することにより、TSはコントロールの1/2~1/3まで改善される。しかし、スチーム処理の方が効果的で、218°C、24時間の乾熱処理効果は、182°Cの飽和蒸気(138psi)で10分間処理のそれに相当する。すなわち、2時間煮沸テストによるTSは両者で同じで、TSはコントロールの約1/2に低下し、スプリングバックの大部分が除去される。スチーム後処理は、厚さの永久的な増加により比重が低下、その結果機械的性質がやや低下する。あるいは、160°Cの飽和蒸気での後処理は、フェノールボードの強度に影響を及ぼさないとする報告もある。

② WPC

20mm厚のフレークボードにMMAを含浸し、Co-60による放射線重合法でWPG60%としたボードについての試験結果によると、MORや剛性は1.6~1.7倍、IBは1.9倍、圧縮強度は3倍、硬さは5倍、24時間吸水後のTSは1/5倍、吸湿TS(30→80%RH)1/10倍と高度に改善される。また、ユリアボードにスチレン-不飽和ポリエステル樹脂、アクリル変性メラミン樹脂などを含浸し、電子線照射により硬化させたボードの物性が検討され、硬度と寸法安定性が著しく改善された例や、樹皮ボードに、エポキシ樹脂100部、スチレンオキシド25部、ジエチルプロパンジアミン12部の溶液を減圧-加圧浸せき法で含浸(4h、窒素ガス下)、23°Cで24時間放置後、70°Cで24時間加熱硬化させたボードなどについての研究がある。

以上述べたように、木材あるいは木質材料を化学修飾するために、多くの反応性薬剤が用いられているが、良好な効果を得るためには、薬剤は①120°C以下の温度で、中性付近で木材中のOH基と反応しうること、②細胞壁によく浸透し、壁を膨潤させるもの、③木材成分と容易に反応し、安定な化学結合を生じるもので、反応により副産物を生じないもの、④コスト、経済性を考慮したものであることなどが望まれる。また、化学修飾する際にも、木材が本来持っている特性を残しつつ、欠点を改良あるいは新しい性能を付与するなど高性能化をはかる必要があろう。

2. アセチル化木質ボードの性質

木材の化学修飾で最も研究されているのが、アセチル化処理である。木材中のOH基と無水酢酸が反応し、疎水性のアセチル基に変わるものであり、反応によって酢酸が副生する、反応は、気相あるいは液相で行われるが、気相反応では木材中への蒸気拡散に時間がかかり、また同じWPGで比較した時、液相で処理したものに比べて性能が劣るとされているので、ほとんど液相反応が用いられている。触媒としては、酢酸カリウム、酢酸ナトリウム、ピリジン、塩化亜鉛、DMF、 γ 線などが検討された。触媒を用いると木材の減成が生じることや、反応液の回収などの問題がある。しかし、反応温度を適当に選べば、無触媒でも反応が比較的速く進行する。また、処理材からの反応液の除去を容易にし、残存する酢酸の量をなるべく少なくし、木材成分の減成を抑えるとともに、反応液の除去の過程で発生する木材の割れを防止するために、木材を膨潤させない低沸点の溶媒(キシレンなど)を希釈剤として用いるのも有効である。

最近、パーティクルのアセチル化処理法としてディッピング法が開発された。これは、乾燥したパーティクルをステンレス製の網容器に入れ、室温の無水酢酸に1分間浸せき後、3分間程度液を切り、それを120°Cに加熱したステンレス製のシリンダーに入れて、所定時間反応させる。その後、120°Cで2時間程度減圧乾燥、さらに150°Cで12時間程度熱気乾燥して処理を終わる。無水酢酸-キ

シレン系で処理する場合の1/3~1/5に反応時間が短縮されること、触媒や希釈剤を用いないので、反応液の回収が容易である等の利点をもっている。

また、反応によって酢酸は副生しないケテン蒸気による木材のアセチル化処理もあるが、木材を膨潤させないので、反応が遅く、処理効果は無水酢酸を用いた場合より小さい。

アセチル化処理によって、木材の水酸基がかさ高いアセチル基によって置換されるので、木材は膨潤するとともに重量を増す。とくに体積増加は、アセチル量約20%まではほぼ直線的に増加するが、体積増加の傾向は樹種に依存し、反応法には依存しない。アセチル基は疎水基であるので、木材の吸湿性が減少する。無水酢酸のみを用い液相によりアセチル化処理したスプルー材の20°C、62% RHにおける平衡含水率は、WPGとともに減少し、WPGが10および20%では、無処理材に比べそれぞれ37および60%減少する。また、処理によってかさ高いアセチル基が導入されるので、細胞壁は膨潤状態に保たれ、したがって、水分による木材の寸法変化が改善される。同じWPGで比べた時、ASEは樹種や反応法の違いによって異なるが、WPG約20%まで急激に増大し、WPG20~25%で約70%を示す。パーティクルをアセチル化処理したボードの乾湿繰り返し処理による厚さ膨張は著しく改善され、ボードの寸法安定化に非常に効果的である。なお、処理材ではOH基が減少していくので、接着性が低下し、界面破壊が生じるともいわれている。

また、WPG20%で防腐、防蟻に対して著しい効果がみられ、薬剤の毒性が問題となっている昨今、この処理が人体に無害であるので注目されている。木材成分が腐朽菌によって分解されるためには、分解酵素が基質に接触することが必要であるが、この処理は基質分子の形態を変化させるので、高度に選択的な酵素分解反応は起こりにくくなること、また処理により疎水性となることなどが関係して防腐効果をもつ。さらに、処理木材を食餌としたシロアリでは、腸内の共生原生動物が減少し、そのためにシロアリが死亡するとされている。処理の効果は、シロアリの種類によってかなり異

なり、WPG20%ものはヤマトシロアリではほとんど重量減少がない。イエシロアリでは重量減少をかなり少なくできるが、完全に無くすことはできない。

反応に用いた触媒によって著しく異なるが、無触媒での処理による強度的性質には著しい低下はみられず、処理材の吸湿性が低いことから湿潤状態における強度的性質は、一般的に改善される。また、処理によりクリープ変形は大きく抑制され、パーティクルをアセチル化処理したボードにおい

ても水分非定常時のクリープ変形は大きく抑制される。アセチル化処理による WPG の増加とともに内部摩擦が減少し、音響的性質が向上する。さらに無処理材の吸放湿過程における内部摩擦の変動幅は大きいですが、処理により著しく小さくなる。

以上、アセチル化処理材の性質について述べたが、これらの特性を色々な場面で十分に発揮させるために、この処理は今後益々重要となり、利用されていくものとみられる。

(文責 梶田 照*)

* 京都府立大学農学部

協会のうごき

— 総務関係 —

○ 第 209 回理事会

平成元年 3 月 3 日・蔵前工業会館会議室にて開催、出席者委任状共 23 名、会務報告後、下記議案について審議決定した。

- (1) 第 25 回木材接着士資格検定試験合格者決定に関する件
- (2) 会務運営に関する件
- (3) その他

— 編集関係 —

○ 第 493 回編集委員会

平成元年 3 月 8 日(木)午後 4 時 15 分より本協会会議室において 4 月号経過報告、5 月号審議決定、6 月号、7 月号の計画について審議した。

— 事業関係 —

○ 合板部会幹事会

平成元年 2 月 28 日(火)午後 3 時より日本合板工業組合連合会会議室において、昭和 63 年度部会大会について審議し、5 月 22 日(月)蔵前工業会館において実施することが決定された。

○ 床板部会ワーキング・グループ会

平成元年 3 月 7 日(火)午後 2 時より木材会館において、常任幹事ならびにメーカー有志が集り、JAS 改正点について検討を行った。

○ 木材塗装研究会

平成元年 3 月 23 日(木)午後 5 時半より蔵前工業会館において、第 1 回運営委員会を開催、昭和 63 年度収支決算報告、本年度事業計画について審議した。

— 新 会 員 —

3 月号掲載以降、新しく下記の方々が入会された。

注：(本)本部 (中)中部支部 (西)関西支部 (九)九州支部

通常会員

(本) 谷口 麟 (株)三洋ハウザー 日華化学(株) 日本触媒化学工業(株) 江崎和也 荒木五郎

(中) 千代田建材工業(株)

(西) (株)日阪製作所 藤田英幸 森田英靖 ダイヤウッド工業(株) 新高浜合板(株) 上田一行 加藤祥司

(九) 牧之角四男 山田式典 (有)多夫施木材商店 (株)平川木材工業 神田 稔 山本春介 下西林業(株)

岩川銘木(株) (有)松山木材 有南木材(株) 末広木材(株) ヤマエ久野(株) (有)古山産業 東洋ハウス(株)

川原木工 和丸木材工業(株) (株)コピオン 吉ヶ別符商店 社会福祉法人愛生会「あいのさと」

(有)辺志切製材所 (有)日栄木材工業 (有)大隅算盤製作所 (株)野元 (有)住宅生協