

## 第16回木質ボード・木質複合材料シンポジウム [Ⅱ]

(社)日本木材加工技術協会関西支部

前号(7月号)の続き

Session Ⅲ: パネル討論会「リサイクルおよび環境対策技術」

### 薬剤処理木材のリサイクル/廃棄処理

京都大学木質科学研究所 今村祐嗣 氏

住宅解体材を残存薬剤の面から見ると、CCAやクレオソートなどの薬剤残存量の比較的多い加圧処理材と、有機リン系薬剤など残存量の少ない塗布処理などによる現場処理材がある。後者は紫外線、アルカリ、土壤微生物で比較的分解しやすいので、リサイクルや環境の面での問題はより小さい。

問題となるCCAは、世界的にはいまだ保存薬剤としては主流であるが、日本では過去数年の間に使用量が激減し、現在では処理材の4%程度である。しかし昭和40年代後半から、大量に使用されたCCA処理を施した住宅用の土台、大引きや火打ち材が、住宅の耐用年数との関連で今後大量に廃棄されると予想される。CCA処理では、木材の使用部位にもよるが、木材1㎡あたり3~5kgの薬剤が使用され、床面積1㎡あたり0.15㎡の処理材が使用されると言われている。解体に際しては、その1%程度が排出され、今後は漸次割合が高まると考えられる。また用途別にみると、需要が激減し、今後廃材としても減少すると考えられるのは電柱(クレオソートやCCA処理で、平均耐用年数15年)である。これに対して、わずかながら現在も需要のある枕木(クレオソート処理で耐用年数20~30年)の他、住宅用防腐処理材の他、需要が拡大しつつあるエクステリアウッド用の処理材は今後廃材として増加すると考えられる。特に後二者の排出量は、2005年には年間30万㎡程度となり、防腐処理土台の年間生産量に匹敵する量となると推定される。

CCAの薬効成分は銅、クロムおよびヒ素であるが、薬剤は水溶性で、木材への注入や木材での固定性能に優れ、多くの菌や害虫に有効であるため、普及してきた。しかし、昨今注入工場における排水汚染問題、未固定成分の流出や廃棄処理時に発生するヒ素化合物の放出が問題視され、わが国では生産中止となったが、処理材の使用を禁止している国はなく、北米や豪州では依然として主力保存剤である。昨今では、ヒ素を他の薬剤に変えたCCB、CCFやCCPなどが開発されている。クロムは薬剤の固定に寄与するが、その代わりにアンモニア成分や油剤を用いる場合もある。

防虫薬剤によってはホウ素が含まれる場合があり、かつては南洋材の防虫に大量に使用され、今後廃材となる可能性があるが、ホウ素成分の毒性は低く、焼却してもガス化することはなく灰に残るとされている。現場用のシロアリ駆除用剤としてかつてはクロルデンが大量に使用された。これは1986年に使用禁止となったが、今後廃材として排出するものと考えられる。クロルデンは分解しにくく、残存率高い上、塩素を含むのでダイオキシン問題の原因となりうる。

建築解体や解体材の再使用やリサイクルに際して、防腐薬剤の点からの留意点を挙げると、1) 分別解体を徹底する、2) 解体材を処理薬剤ごとに分別する、3) なるべく加工度を上げないで再利用する、4) リサイクル品は管理使用する、5) 最終処理を徹底する、などがある。

いずれも、解体、再使用および再利用における人体や環境への負荷低減から必要な項目であるが、1) については、薬剤との関連だけでなくリサイクルにおける異物除去技術との関連で必須といえる。また2) については、薬剤の効力識別に用いる呈色薬剤を利用する方法などが考えられる。3) に関連しては、昨今はやりのガーデニング用

材として廃枕木を使用する例がある。しかし最も根源的な対策は、木材や住宅の耐用年数を上げ、解体材の排出量を低減することが最も重要であるが、過去の経緯からみて、今後解体材に含まれる薬剤は大きな問題といえる。

4) について、処理材廃材を原料として、防腐・防蟻性能を予め付与したボードを製造する研究がなされている。結果としてCCA処理材ベースのボードの耐久性は向上せず、クレオソート処理材では効果があったと報告されている。これはCCA加圧注入材では、薬剤はそれほど材の深部にまでは到達せず、塗布処理では表層に薬剤が残る程度であるのに対し、クレオソートは後浸潤によって浸透するため、結果として廃材に残存する薬剤の量が異なったためと言われている。また本来土台等に用いていた処理材の廃材をエクステリアとして外部に暴露して使用する場合には、残存成分の流出に注意する必要がある。先のボードの例でもそうであるが、薬剤処理材ベースのリサイクル品には使用時の管理が必要なることを示唆している。さらに薬剤処理材の焼却についてみると、有機リン系薬剤の成分は燃焼ガスには現れないが、CCAでは500℃以上でヒ素が発生すると言われている。

また研究段階ではあるが、強酸処理や超臨界処理による薬剤成分の抽出の他、燃焼温度や酸素含有率を調整し、ヒ素を灰に閉じ込める技術などが検討されている。またその際急速な熱分解によって、木材成分をバイオエネルギー源となるオイルとして抽出する研究も進んでいる。5)の最終処理については、1000℃以上での処理によって、金属などの成分を灰へ封じ込めると同時に、燃焼ガスの有効利用などが考えられる。

## 接着剤の環境問題とその対策

大鹿振興(株) 岩崎雅春 氏

木質材料に使用される接着剤と、昨今のシックハウス症候群、化学物質過敏症、環境ホルモンやダイオキシン問題との関連のうち、後二者との関連では、主に塩化アンモンなど硬化剤に使用される塩素などが対象となるが、そのレベルは非常に低いという認識である。一方、前二者については、

ホルムアルデヒド系接着剤から遊離するホルムアルデヒドによる刺激(ホルマリン臭)に対する対策が中心となる。

ホルムアルデヒド放散の機構は、最も多用されるユリア樹脂接着剤の場合、接着剤中の遊離ホルムアルデヒドや熱圧硬化過程で発生したホルムアルデヒドが、木材に吸着され、製造直後から長期間にわたって加水分解反応によって徐々に放散されるため、これには水分などの環境条件が影響すると考えられている。ホルムアルデヒド放散の低減方法として以下が挙げられる。

1) ホルムアルデヒド系接着剤のうち、レゾルシノール系やフェノール共縮合型の接着剤は、縮合が進んでいるので遊離ホルムアルデヒドが少なく、アルカリないしは中性を呈し、加水分解反応が生じにくい。

2) ユリア樹脂の場合、合成モル比を下げると放散するホルムアルデヒドは減少するが、強度低下をもたらす。そのため硬化後に架橋構造の中に反応しないユリアを分散させる構造が提案されている。

3) pHを中性にし、ホルムアルデヒドを生成するジメチレンエーテル結合の分解を抑制する。

4) キャッチャー剤を配合、塗布する。キャッチャー剤には、尿素、メラミンや各種アミン類があるが、メラミンの場合、キャッチャー効果は大きいですが、価格的に割高になる。

5) 樹種によって、また被着材の含水率によってホルムアルデヒドの放散量は変化する。材の含水率が高いと、接着剤の縮合反応が阻害され、遊離ホルムアルデヒドが残留しやすくなる。またラッカーやウレタンなどの塗装によってホルムアルデヒドの放散量を50%以上抑制できる。

6) 室内の換気によって、相当気中濃度を低減できる。

実際の住宅では、ホルムアルデヒド系の接着剤以外に、各種の溶剤系接着剤が使用され、トルエンやキシレンといった化学物質の放散が問題となる。これらについては、建物竣工後2～3週間後の入居と入居後の換気によって、暴露の可能性を十分低減できると考えられる。

接着剤については、それを使用する工場からの

排水についても注意を払う必要がある。ユリア樹脂を用いる合板工場では、接着剤の洗浄方法を改善し、排水量を制限する方法の他、排水を製糊液に配合し、廃液を外部に出さない方法が採用されている。また、集成材工場用に開発された塗布システム（SRT MIXING システム）では、排水など環境問題への対応を図るだけでなく、生産性の向上、省力化や接着の品質向上も可能になるとしている。また、エマルジョン系の接着剤を使用する場合には、凝集沈殿と pH 管理による専用の廃液処理装置が導入される。

#### Session IV：パネル討論会「新しい機械装置・プラントおよび加工技術」

#### TCC システム（Taihei Chip Cleaning System）

（株）たいへい 渡辺仁司 氏

建築解体材からパーティクルボードの原料となるリサイクルチップを製造する際に最も問題となるのは、金属やプラスチックなどの異物の除去と木材チップの分級である。（株）たいへいでは、破碎解体材の種類に応じて、チップからの異物を除去・分級できるプラントシステムを開発した。

システムの基本的な構成要素（第1図）は、スピードコンベア、スパイクセパレータ、ウェーブローラスクリーンおよびエアー分級機である。

スピードコンベアは分速80から110mで解体チップを走らせ、コンベアから飛び出した後の飛行距離が、材料の慣性、すなわち密度によって異なることを利用して、木材チップとそれ以外の物質を分別する装置である。金属やガラス、タイルなど重いものは遠くまで飛ぶ。飛び出した破片はビ

ンに捕集されるが、軽い木材チップが飛びすぎる傾向にあるため、ビンの境界では、エアの噴出し位置を設け、木材チップを効率良く回収する工夫がなされている。

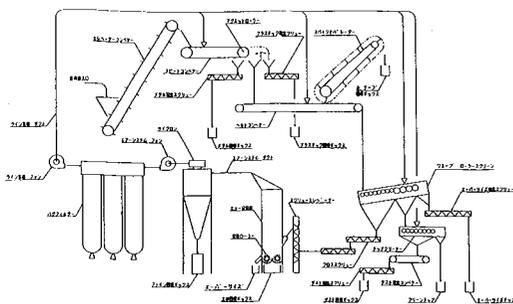
スパイクセパレータは、チップが流れるコンベアに対抗して走らせるスパイクのついたコンベアで、スパイクの先がチップ層の中をすくうように動き、チップ内の糸、テープなどの繊維質をからめ、引っ掛けて除去する。スパイクに引っ掛かった異物はエアで除去・回収される。

ウェーブローラスクリーンは、波型の凹凸が外周面についた回転ローラを複数並列させたもので、それらの間隔を調節することによって、ローラに投入されたチップが分級される。従来の金属網式のフィルタでは、目詰まりを防ぐために、バックやボールをフィルタの上で走らせ、網目の掃除の効果を出してきたが、バックやボール自身の摩耗が問題となってきた。しかし本、ローラ式のフィルタではこのような問題は生じない。

エアー分級機は、比較的最終に近い段階で、チップから細かな砂などを除去するための装置で、サイクロン式で、軽い木材チップを上方に飛ばし、重い砂などを下で回収する装置である。

これらの装置を湿潤状態や乾燥状態などチップの状態や、原料である解体材の状態に応じて適宜組み合わせることでチップ洗浄および分級システムを構築する。また、鉄片を除去するマグネットセパレータを始め、各要素機械はチップからの異物除去や分級度の要求レベルに応じて、複数基システムに装備する。

顧客の要望に応じて最適なシステムを設計することになるが、本システムのチップの処理能力は、6から12 t/時の間で設計される。

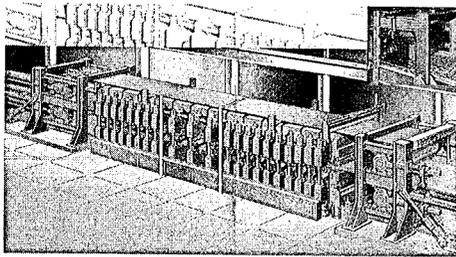


第1図 TCC システムの一例

#### 連続プレスの最近の発展

Valmet (株) 片寄 修 氏

Valmet 社（元 Küster 社）の連続プレスは、パーティクルボードやMDFだけでなく、OSB、石膏ボード、セメントボードやコルクボード製造用として世界中に知られている。プレス本体は、ボードの幅方向および長さ（ファイバーマットの送り）方向に並んだ多数の油圧シリンダ兼加熱プレ



第2図 Valmet社、連続プレス

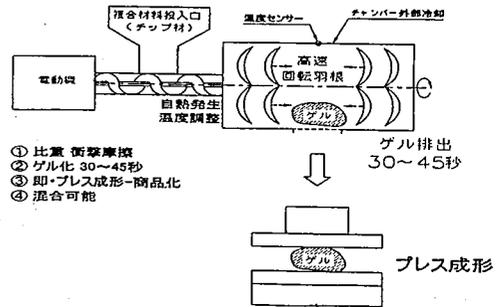
スヘッド群およびスチールベルトとその駆動系からなる(第2図)。各シリンダを独立に制御することで、精密なボードの厚さ条件や、加熱条件を制御できる。ローラチェーンでベルトを送ることにより、シリンダヘッドとベルトとの摩擦が低減し、加圧しながらもスムーズな送りが可能になっている。さらにベルトの送りは精密制御され、マット内でのせん断変形が起きないように配慮されている。

プレス構造の軽量化と改善によりメンテナンスが容易になっている。材料の送りこみ部分には一対のドラムを配置し、上側ドラムの位置は、材料の種類やマットの高さ、製造条件に応じて調整でき、高速プレスが可能となっている。また、ボード幅方向のシリンダ群の圧を調整することで所定の厚さ分布のボードを精密に制御できる。さらに加熱ゾーンに続く冷却プレスゾーンによって、そりやバンクの排除、冷却時間の短縮、発火の低減、ボード製造時に熱エネルギーバランスの向上が可能になっている。

### 木粉/枯紙/繊維と廃プラスチックの混合溶融技術の開発と成形材料加工の実用化

(株)コーハン 小林文紘 氏

木屑・木粉廃棄物と廃プラスチックからなるリサイクル材の開発では、含有木粉の割合が51%以上で「木(もく)系材料」と呼びうることから、木粉の含有率を引き上げた状態での開発が種々試みられている。しかし、強度不足や用途開発などの課題も多いのが現状である。それらのうち、性能・精度・コストの面で実用化のめどが立っている方法には、中空押出し成形、混合溶融プレス成形、連続加工・加熱再生ボード成形がある。コーハン社では、混合溶融方式の機械を開発し、木粉



第3図 混合溶融プレス成形機(Kミキシング機)の概要

率60%以上の再資源材料の製造を可能にした。

熱可塑性のプラスチックと木粉をチャンバー内で高速攪拌すると、比重の同じプラスチック成分どうしが衝突し、自発する摩擦熱によって溶融し、木粉と混合する(第3図)。従って溶融のための外部加熱が不要となる。30~40秒でジェル状の生成物が生じ、これを後段の金型でプレス成形し製品を得る。これまでの開発事例として、木粉60%-PP40%でハウジング資材の成形、木粉70%-PP30%でドア、棚や床下地材の成形の他、PEを使用したものを含め、パレット、箱、魚箱、高速道路の消音材などがある。プレス成形時の特徴としては、凹凸やリブのある平板、圧肉製品の成形に適している。

従来のエクストルーダ(押し出し機)では、エクストルーダ内での加熱滞留時間が長くなると、製品が劣化する、ノズルの詰まりが生じやすく、厳しい温度管理が必要であるといった問題点があった。高速混合溶融ではこれらの問題点がない。しかし、製品の強度は木粉の含有率や、混合物であるゲルの流動性、プレス加圧力の影響を受けるので、注意が必要である。プレス圧力が490N/cm<sup>2</sup>では含有木質成分の物性に明らかな変化が見られる。また、表面性状はプレス圧力の影響を受ける。さらに金型にはガス抜き対策が必要で、180℃以上では木質成分に焼けや焦げが生じる。従って、融点が180℃以下のPP、PE、PVCと混合溶融する必要がある。

ちなみに設備費は、処理量が毎時1トンクラスで、2億5千万円が目安である。今後、本方式でのリサイクル材の開発を進め、用途開発と合わせて市場化を進める予定である。