

# リサイクルのための基本技術

## －再生利用技術と再利用技術－

松 本 和 茂

キーワード：廃材利用，木材，産業廃棄物，廃棄物処理，リサイクルリング

### 再生利用技術

一般に、木造住宅解体材等の木質廃棄物はいったん粉砕されて「再生チップ」となり(P.10, 写真1参照)，それから様々な用途に再生利用されています。

木質廃棄物再資源化のための一般的な中間処理(チップ化)工程の概略は次のとおりです。処理施設に搬入された木質廃棄物は、手作業による比較的大きな異物の除去 粉砕 機械による異物除去 分級という工程を経て再生チップとなります。実際にはこのような単純な流れではなく、求める再生チップの純度が高いほど工程は複雑になり、粉砕、異物除去、分級が様々な組み合わせられ繰り返されることとなります。

#### 【前処理(比較的大きな異物の除去)】

廃棄物は発生時にきちんと分別することが、その後のリサイクル処理を容易にする大きな決め手となるため、一般の家庭ゴミにおいても分別回収が重要とされていますが、建築解体材についても同じことがいえます。発生時、つまり解体現場において木材、金属、コンクリート、断熱材、ガラス、プラスチックなど材質ごとに分別することが、最終的なリサイクル率の向上に非常に重要となってきます。

木造住宅解体材や廃流通資材などは、通常釘や金物が付随したまま処理施設に持ち込まれます。釘などの

比較的小さな金属は粉砕した後で取り除きますが、アルミサッシや接合ボルトや電線などの比較的大きな異物が付随している場合は、粉砕機に投入する前に除去する必要があります。これらの作業はほとんどの場合人手で行われており、手間のかかる工程といえます。

前頁に示した混合解体材のようなものは、前処理の段階でトロンメル(写真1)という円筒型のふるいを使用する場合があります。この装置は混合廃棄物から比較的大きな木材のみを分離するのに適しており、振動式のふるいに比べて目詰まりしにくいのが特徴です。

#### 【粉砕】

木質廃棄物の粉砕は、ハンマーミル(写真2,3)という衝撃型粉砕機またはシュレッダーというせん断型粉砕機、そして製紙用に限りチップパーという切削型粉砕機によって行われます。切削型粉砕機を用いた場合、製紙用に適した形状のチップが得られますが、原料に異物が多く含まれていると刃物の消耗が激しく効率が悪くなります。一方、ハンマーミルは刃物を使用していないため比較的メンテナンスが容易であり、ボード用チップ、燃料用チップなどの製造に多く用いられています。

近年、粉砕後のチップの用途が多様化しており、それに伴って様々な粉砕機が開発されています。粉砕処

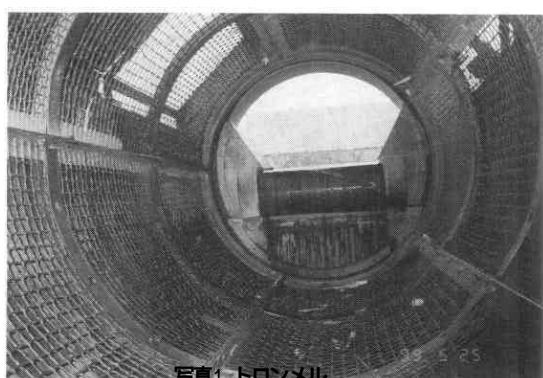


写真1 トロンメル

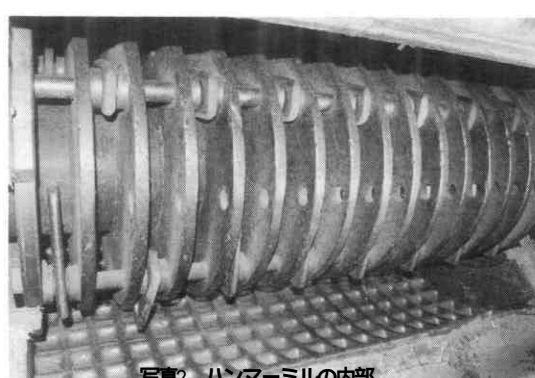


写真2 ハンマーミルの内部

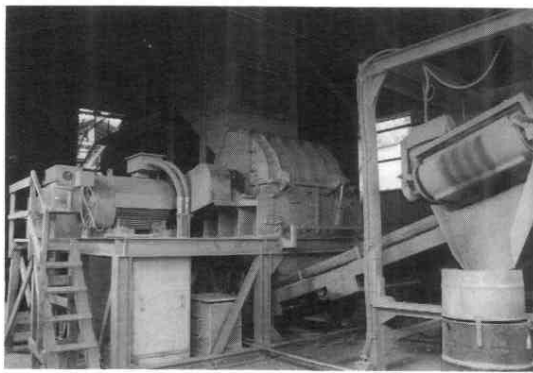
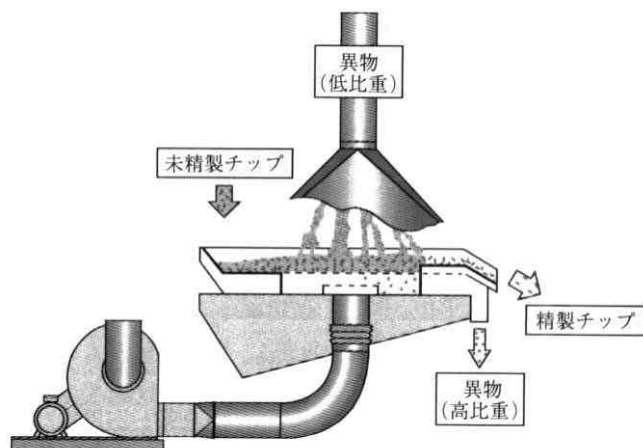


写真3 ハンマーミル(左)と磁選機(右)

図1 比重分離式の異物除去装置  
出典：製品カタログより転載

理のときに出る粉碎ダスト(微粉碎チップ)は、家畜の敷料用に多く使われていますが、近年その需要が増えてきていることもあり、木質廃棄物を直接微粉碎したり繊維状にすりつぶしたりして敷料を製造する装置が開発されています。

解体材から話はそれますが、平成9年12月の廃棄物処理法の改正により、建設工事に伴い排出される木くずはすべて産業廃棄物に位置づけられ、これまで一般廃棄物扱いだった新築工事の際の木くずや、山間の道路開設などに伴い排出される抜根類も産業廃棄物に仲間入りしました。抜根の用途としては家畜の敷料、炭化物、暗渠用疎水材などが挙げられ、個々については後で紹介しますが、いずれにしても粉碎する必要があります。これらに対応して、発生現場で処理ができるようにトレーラーによる牽引が可能な車輪付きの移動型粉碎機(通称：モバイルチップパー、P.14、写真2参照)が開発されています。

### 【異物除去】

粉碎された木チップを含む混合物からは、最終用途に応じて程度の差はありますが、鉄、非鉄金属、石、砂、ガラス、プラスチック、紙などの異物除去が行われます。

鉄釘などの磁性金属は電磁石とベルトを組み合わせた磁選機(写真3)によって除去されます。

アルミやステンレスなどの非鉄金属を除去する装置には渦電流方式、センサー式(金属検知機)などがあります。渦電流方式は、永久磁石のN極とS極を交互に金属へ近づけることにより、金属内部に渦電流が生じ、ある一定方向に力が働いて移動する性質を利用したものです。この方式を用いた装置は、除去効率が高いのですが高価なのが難点です。センサー式というのは高周波磁界を利用してコンベヤ上を流れるチップから金属を含む部分を検知し、ダンパーの開閉によってその部分をチップごと除去するものです。この方式では金属と一緒にチップも排出するため、含まれる金属の量によっては歩留まりが悪くなってしまうという問題点があります。最近では、金属の検知にX線を使用した装置も開発されています。

通常こういった金属除去装置は処理工程の数か所に設置することで除去率の向上を図っています。茨城県にあるパーティクルボード用チップを製造している最新の処理施設では、磁選機を5台、金属検知機を12台導入しているといった例もあります。

金属、石、砂、ガラスなどの高比重の異物や、紙、ビニール、プラスチックなどの低比重の異物を除去する方法としては比重分離式があります。装置によって動作の違いはありますが、その原理は混合物に振動を与え、移動方向や移動量の違いによって木チップと異物を分離するというものです。

ここで、海外の先進事例として、日本を含む世界40か国以上のパーティクルボード工場に納入実績のあるイタリアの機械メーカーの装置を紹介します。装置の模式図を図1に示します。事前に分級して大きさのそろったチップ状の混合物は、図の左上から投入され、振動により順次図の右方向へ移動し、装置の下から送られる風によって吹き上げられます。風は間欠的に吹き出しており、そこを通過する混合物はある一定のリズムを保ってホップします。吹き出し口の右には高さ7cmのギャップがあり、ホップした混合物がそこを超える木チップと越えない高比重の異物とに分離される

仕組みです。また、送風によって巻き上げられる粉塵や紙、ビニールなどの軽い異物は上方に吸引され除去されます。一見単純な機構ですが、単純であるがゆえに装置の動作安定性、耐久性を高めることができるということです。

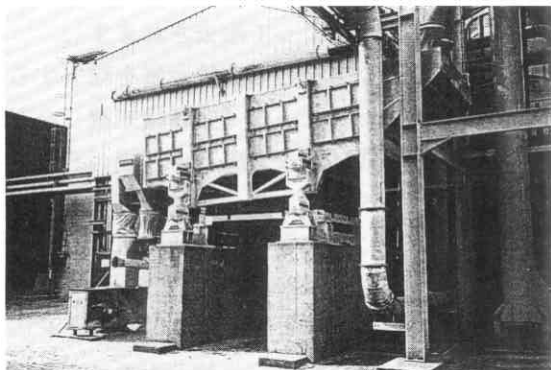


写真4 振動式篩  
出典：製品カタログより転載

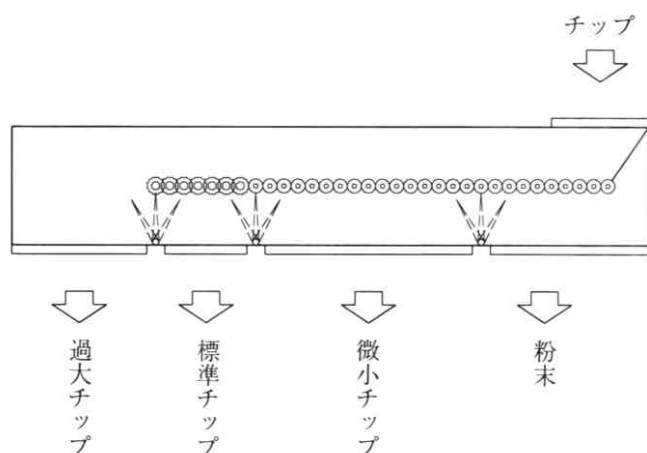


図2 ロール式分級機  
出典：製品カタログより転載

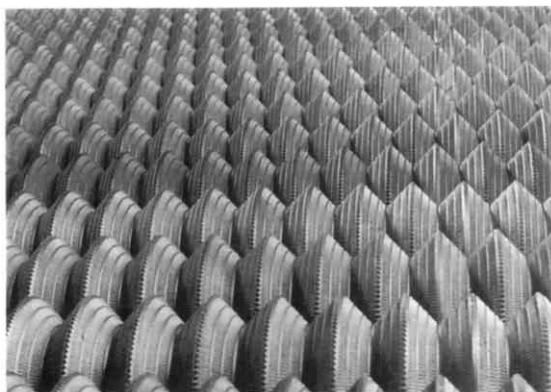


写真5 ロール式分級機  
出典：製品カタログより転載

### 【分級】

粉碎機によって粉碎したチップは次の高次加工のために粒度ごとに分級する必要があります。この工程は振動式篩（写真4）で行われるのが一般的です。振動式篩の機構は非常に単純で大型の篩に振動装置を取り付けたものです。

前出のイタリアの機械メーカーでは新方式の高性能な分級機を開発しており、ここではそれを紹介します。振動式篩を用いてチップを分級する場合、目的とする粒度の段階に合わせて、メッシュのサイズを変えた篩を多段的に使用する必要がありますが、この装置ではこれらを一度の工程で、粉末状物、微小チップ、標準チップ、過大チップの4種類に分類することができます。装置の概観を図2に示します。この装置はロール式の分級機であり、粉末状物を分離するのに適したソロバン珠のような形状をしたロールの組み合わせ（写真5）と、標準チップを分離するのに適した円板形のロールの組み合わせから成り立っています。このロールが同一方向に回転することでロール上をチップが送られ、ロールとロールのすき間以下の粒度のものは下に落ちる仕組みです。ロールのすき間は目的とする粒度に応じて自由に調整できるため非常に順応性が高く、様々な処理工程に対応することができます。また、この装置はモジュール式のユニットなので、分級処理する対象や処理量に合わせて装置自体の大きさを自由に設計できます。従来の振動式篩のような大きな動作がないため耐久性が高く、また、構造上目詰まりが起こりにくいいため、メンテナンスの手間が大幅に軽減できるのが最大の特徴であるといえます。

以上、木質廃棄物再資源化のための一般的な中間処理（チップ化）工程を解説してきました。チップ化された木質廃棄物の用途は多様化してきており、それらについては「再生利用の実態と将来」（P.10）のなかで紹介します。

### 再利用技術

現在検討されている建設工事の特定資材再資源化法案では、住宅の分別解体が義務づけられることになっています。今後増大が予想される木造住宅解体材の用途として、ある程度状態の良いものについては粉碎せずそのまま使う“再利用”という用途も検討する必要があると思われます。



写真6 古い民家の材を再利用した住宅の例

現在では解体材を再度住宅などの構造材として用いるといったことはほとんど行われなくなりましたが、昭和30年代頃までは住宅の解体は手作業によるものが主流であり、解体された木材を販売する古材屋も珍しいものではありませんでした。経済効果優先による解体工事の工期短縮、解体職人の不足といった理由で手作業による解体は行われなくなり、機械による解体が普及するにつれて良質な古材の供給が減少し、結果的に古材屋は減少していきました。

近年、環境問題意識の高まりもあり、古い住宅を移築したり、古材を再利用するなどの機運は全国的に高まっており、木造建築の研究者、建築士、工務店、古材の再利用を希望する市民らが「古材バンクの会」や「日本民家再生リサイクル協会」といった組織を設立するといった動きもあります。

道内の例では、三笠市の建設会社が、築80年の古い農家の解体の際に引き取った木材を使いモデルハウスを建築しています（写真6）。構造材の約80%に農家の解体部材を使用しています。古い家屋には今では入手が不可能な良質の材料が使われており、断面が大きいものが多い、十分に乾燥しているので狂わない、長年使われた古材独特の風合といった長所を持っています。この建設会社では将来的には古い民家だけでなく一般住宅の解体材も再利用していけたらと考えており、そのためには古材利用の拡大と流通の整備が必要です。

木造住宅解体材から製紙用チップを製造している札幌市近郊の中間処理業者では、持ち込まれる解体材のうち断面の大きな部材についてはチップ化せずに分け

てストックしており、これらは構造部材を意匠的に見せる店舗等の部材としての需要があるとのこと。

住宅解体材等の古材を再利用する際に最も重要な課題は、付随している釘や金物などの金属をいかに除去するかということです。今のところ古材を扱っている業者では手作業で釘抜きを行っています。人手も手間もかかることから釘抜き装置の開発が望まれています。現時点では古材からの釘抜き装置については市販されているものはなく、今後、林産試験場の研究テーマとして取り上げていく予定です。

古材の利点として十分に乾燥していて狂わない点を挙げましたが、これらをストックする際に雨ざらしにしてしまえば材の表面が水分を吸ってしまいます。古材の流通システムを考える上で、屋根付きのストックヤードが必須であるといえます。

古材の再利用をさらに一歩進めて、集成材のラミナとしての使用も検討されています。集成材ラミナは材の寸法安定性確保のため乾燥が不可欠であり、古材の場合この工程に使われる熱エネルギーが不要またはわずかですむという利点があります。強度の点ではどうかというと、針葉樹材は伐採後200年程で強度のピークを迎えるというデータもあり、実際に古材から集成材を製造し強度試験を行った事例では強度的な問題点は指摘されていません。使う材料を選定する際に、切欠きや解体時の損傷などに留意すれば問題はないと考えられます。課題点は、集成材ラミナは積層前にプレーナーで削られるため、釘などが残っていた場合刃に損傷を与えてしまうことです。古材の表面が汚れていて埋もれた釘を見逃してしまったり、釘がさびていて引抜く際に途中で折れて材に残ってしまったりといったことも起こりうるので、金属検知機のようなもので100%釘を除去できるシステムが必要でしょう。

古材からの集成材製造については、製造コストはどうか、原料の安定供給は可能かといった不明な点もありますが、乾燥経費がわずかですむ、原料費がゼロ以下である（中間処理施設であれば処理料を取って古材を引き受けるため）といったメリットを考えると、将来事業化の大きな可能性を秘めているといえます。

（林産試験場 再生利用科）