

# 樹皮、木材チップに混入する石片、 金属片などの異物を取り除く技術

戸田 治 信

## はじめに

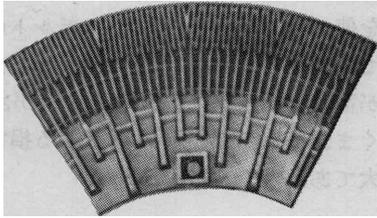
樹皮を含め木材をチップやのこくずのような小片や粉体にして機械で加工する場合、金物が混入していると高価な部品を一瞬にくず鉄にしてしまうおそれがある。石片にしても同様であり、小さな石片が多量に混入していれば機械の消耗を早めることになる。石片や金属片の混入は原料全体からみればごくわずかであるが、万一混入した時の損害の大きさを考えて、どの工場でも大変神経を使っている。

林産試験場では、試験生産に伴って生ずる廃材を投げ捨てるか燃やしていたが、有効利用のモデルとして加工販売することにし、昭和49年度からチップ及び樹皮堆肥の生産に入った。これとともに大量の需要の期待できる樹皮ボードの研究をはじめた。

これに関し繊維板担当者から、樹皮には必ず多量の石片が混入しており、製造工程で重大なトラブルを生ずるおそれがあるが世界的にみても樹皮に含まれている石片の除去技術は確立されていないので、新たな技術開発が必要との提言があった。樹皮の利用を進めるうえでこの問題を避けて通ることができないので、林産機械科が担当して分離技術の開発を行うことになったものである。

## 1. 分離に関する問題

### (1) 石片の混入によって受ける損害

繊維板はリファイナと呼ばれる2つの円盤をすり合わせた間にチップを送入してすりつぶし、繊維にしたものを一定の厚さに抄き、プレスで板にするものであるから、石片又は金属片が混入していると、円盤につけている刃型(孔又は溝、)を傷つけて、時には使用不能にするばかりでなく、チップ含水率の低い乾式法では摩擦又は衝

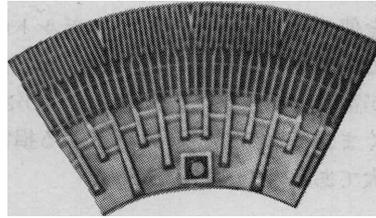


図-1 リファイナプレートの刃

撃による高熱で繊維に着火し、連続した風管を通して工場全体に火の粉が回り火災を起こすおそれがある。こうした危険を防ぐために原料中の石片及び金属片は確実に除かなければならず、分離技術に対する要求も「砂粒のごく細かい石片以外の異物は絶対に含んではならない」というきびしいものである。

### (2) 石片の混入について

樹皮は生育中に石を巻きこんでいることがあり()また伐出の時に地面を引きずられて石が食いこんだり、さらに、はく皮くずの取り扱い中に土場の石片もすくいこんでしまうなど、石片の混入する機会が多い。

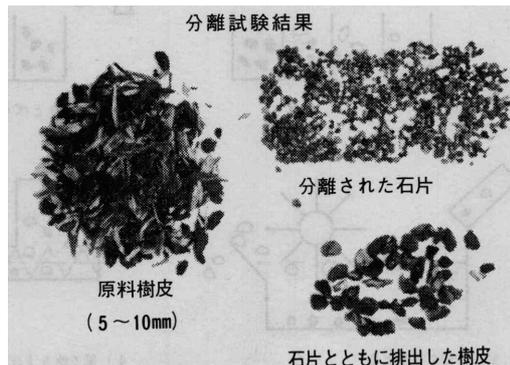


図-2 樹皮に混入していた石片

分離技術上問題になるのは、巻きこまれたり、食いこんだり、強く付着している石片であるが、切削型はく皮機によるはく皮くず（カットパーク）に限定することにより、切削時の強い衝撃で弾き出されるか、容易に分離するまでゆるんでいるとして扱うことにした。

### (3) 金属片の混入

機械を使っていると、長い間にボルトの一部がゆるんで外れたり、また修理のため外したボルトナットが落ちて、原料に混入することがある。混入はごくまれであるが、機械の受ける損害は石片より重大である。

## 2. 分離方法の選択と考察

### (1) 風力分離方法

石片の分離方法として容易に考えられるのは、斜め上か横に投げ出して落ちた位置で分ける、穴から落とし、構から風で吹き飛ばし、落ちた位置で分ける、水に浮かせ、石片を沈降させる、下から吹き上げる風に呼かせ、石を落下させて分ける等が考えられる（図-3）。

これらについて検討の結果、とは簡単であるが、完全な分離がむずかしく、は水で濡らすとあとの処理に問題があるので、の吹き上げで

分離する方法を採用した。

の風力分離は、装置が少し複雑になり、分離に適した風速の選び方がむずかしいなど問題もあるが、何よりも風送に関して設計技術が確立されているので、予想できない問題が少なく、分離性能ももっともすぐれていると考えた。

### (2) 円盤分離方法

安全確実な技術として風力分離を選んだが、より簡単な技術を模索し、タライを斜めに傾けて回転させる皿型造粒機が、大小の塊を選別する作用のあることから着想のきっかけをえて、円盤を斜めに回転させた上に、適当な高さから樹皮を落として分離する方法を考案して試験したところ、意外なほどよく分離した。

これに力をえて、分離条件の検討と円盤の大型化を行い、実用化できる見通しをえた。

## 3. 風力分離装置の開発

### (1) 樹皮の篩分け

水を多く含んだ樹皮に対し、石片は約2倍の重さがあるが、大きな樹皮より小さい石片の方が飛ばされやすくなる場合も考えられるので、樹皮は篩分けして大きさを揃えた。

樹皮は比重が小さいうえ、形状も石片に比べて

複雑なので抵抗が大きく、分離に有利であった。

### (2) 新しい考案（風速ムラによる沈降の防止）

分離装置の開発は、塔の中に金網を張って樹皮に石片を混入したものをのせ、下から風を送って石片が残るのを確認しながら進めたが、実用上この残った石片を塔の外へ取り出す方法の考案が風力分離の成否を決める最大の要素であった（図-4）。

その理由は、塔内の風速にムラがあるので、樹皮が完全に吹き上がる風速にすると石片も飛んでしまい、石片を落下させようとすると樹皮もかなりの量が石片とともに下に落ち

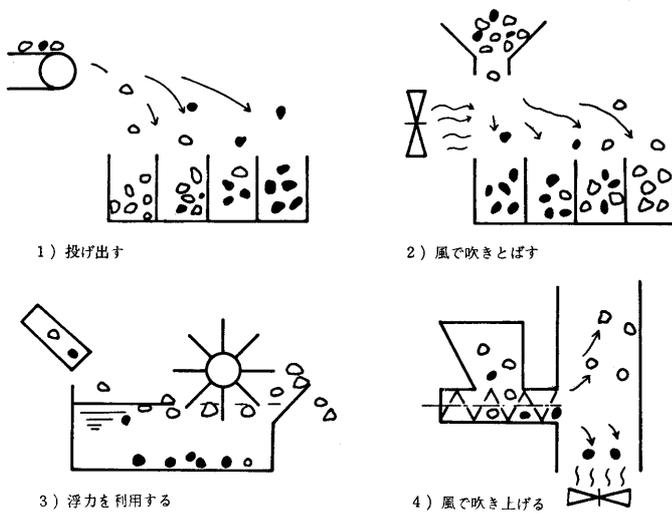


図-3 分離方法

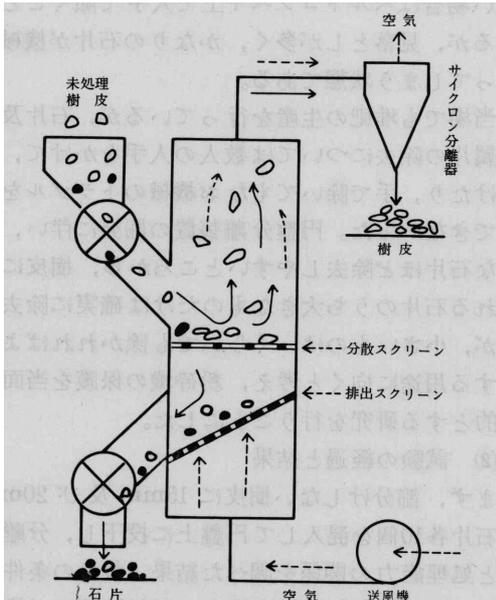


図-4 風力分離装置

てしまうためである。

この対策として、塔内に樹皮を送入する口のすぐ下に、針金を並べたのみの簡単な格子を入れたところ、樹皮の大部分は落下を止められて風に吹かれて吹き上がり、期待どおりの成果をえた。

この格子（分散スクリーン）の下に、細かな目の金網を張り、落下した石片と一部の樹皮を受けて、壁面の排出口から取り出すようにした。

#### (3) 試験の結果

目開き20, 10, 5, 2.2mmの4つの篩に残った大, 中, 小の樹皮を用いて試験を行い, 中の樹皮で最大262kg/hr (絶乾換算)の処理能力をえた。大の樹皮では装置に入りにくいいため179kg/hrであった。分離に適した風速は小の樹皮で5~6.5m/s, 大では7.9~9.6m/s以上であった。

#### (4) 風力分離の問題

(イ) 今回の試験で、金属片を扱わなかったが、金属は重いので、石片を除去できれば当然除去できるものとして対象としなかった。

(ロ) 確実な風力分離を行うには、正確な風速制御が必要であるが、人手による制御には限界があるので、自動制御について検討しており、簡単な

方法で解決できる見込みである。

(ハ) 大きな樹皮は塔内に入りにくいので、余裕のある大きなフィーダが必要である。

(ニ) 樹皮は小さいほど処理しやすいが、表面が濡れるほど含水率が高くと、小さい樹皮はフィーダの壁面に付着し、フィーダを閉そくしてしまう。

## 4. 円盤分離装置の開発

### (1) 開発の動機

医薬品の錠剤をつくる機械の中に、タライを斜めにして回転させ、中に粉末を入れて水を噴霧すると、お互いに付着して大きくなり、大きくなった粒だけが外に転がってくる皿型造粒機(図-5)がある。

風力分離装置の開発と併行して、より簡易な方法を求めていたが、この分級作用に着目して試験してみることにした。

初めはできるだけ簡単な方法として円盤を回してみることにしたが、これによって、粒子の転がりやすさを分級の主要素とする皿型造粒機に対して、粒子と円盤との反発力、すなわち、粒子と円盤に投下した時の跳ね返りの大小の差を分離の主要素とする、ユニークな分離機が生まれることに

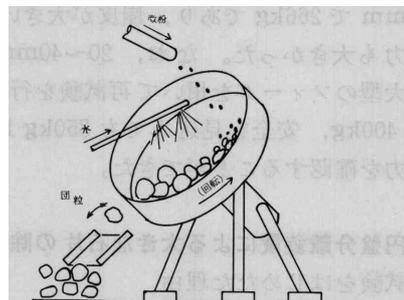


図-5 皿型造粒機



図-6 円盤分離試験(テーブルつき)

なった(図-6)。

## (2) 試験の経過

試験装置としては、まず直径約60cm、厚さ2.3mmの円のこの歯を落とした円盤を垂直軸で回転させて、円盤から飛び出した樹皮等を受けるテーブルを取りつけた。

予備試験は水平に回転する円盤の上に樹皮と石片の混合物を投下することから始めたが、水平では全く分離しなかったため、約5°の傾斜を与えてゆっくり樹皮を投下したところ、石片が完全に分離し、この方法が分離に使えることを確認できた。

このあと分離に影響する要因として、落下位置、投下高、円盤傾斜と回転数等について試験し、その後実用に近い試験方法として、シュートを用い投下方向の影響を調べた。最終的には定量供給フィーダ及びベルトコンベヤを用いた実用に近い形での試験となり、円盤の直径も1mを経て1.5mまでに大型化した。

## (3) 分離性能

最終的に最良の条件で試験したところ、1時間当りの処理能力は絶乾換算で、樹皮の大きさ5~10mmについては111kg、10~20mmで163kg、20~40mmで266kgであり、樹皮が大きいほど処理能力も大きかった。なお、20~40mmについては大型のフィーダを用いて再試験を行い良い条件で400kg、安全を見込んで350kg以上の処理能力を確認することができた。

## 5. 円盤分離装置による大きな石片の除去

### (1) 試験をはじめた理由

近年生産量の伸びている樹皮堆肥でも、家畜の敷料としても、また炭化原料など炭素源としても樹皮を利用する場合、そのほとんどが粉碎して細かくされている。

樹皮の粉碎で問題になるのはやはり石片その他の異物の混入である。金属片の混入は一応除外しても、石片の混入は機械の消耗を激しくし、時には機械を止めて作業を中断させることもある。石片を除去したくても適当な機材がなく、やむをえ

ない場合はベルトコンベヤ上で人手で除くこともあるが、見落としが多く、かなりの石片が機械に入ってしまう状態である。

当场でも堆肥の生産を行っているが、石片及び金属片の除去については数人の人手をかけて、篩分けたり、手で除いてもなお機械のトラブルを防止できなかった。円盤分離装置の開発に伴い、大きな石片ほど除去しやすいところから、樹皮に含まれる石片のうち大きなものだけは確実に除去するが、小さいものはいくらかでも除かれればよいとする用途に向くと考え、粉碎機の保護を当面の目的とする研究を行うことにした。

## (2) 試験の経過と結果

まず、篩分けしない樹皮に15mm及び20mmの石片各10個を混入して円盤上に投下し、分離状態と処理能力の関係を調べた結果、最良の条件で石片の除去率85%以上の場合、1000kg/hr(絶乾換算)処理能力があった。

次に堆肥生産の前処理のために必要な機能を追加し、構造を強化した改良型を製作し、200~300kg/hrの少ない量で試験したところ、15~30mmの石片の除去率99%という好成績をえた。

このあと、堆肥の生産工程に組み込んで約15tの樹皮を処理したが、担当の作業員は1人でよく石片による作業中断は皆無であった(図-7)。

## 6. その他の分離技術

### (1) パルプ工場では ...

パルプ原料の場合、石、金属のほか、ゴム、ブ

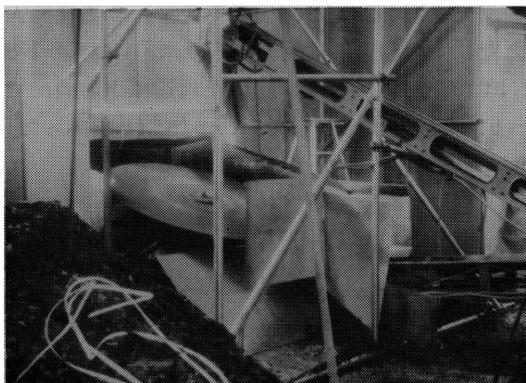


図-7 円盤分離試験(前処理)

ラスチックなどもトラブルの原因になっている。石片、金属片については集荷の段階で十分に注意しているが、それでも混入してくるものについては、電磁石で鉄片を除くとともに、パルプの場合水を使えるので、主として浮力差を利用した分離機によって、残った異物を除去することにより、砂粒以上の石片及び金属はほとんど完全に除かれているといわれる。

このほか外誌によると、米国で生産される広葉樹の全木チップをパルプ工場で使用するため、石片の除去技術が開発されている。それはほとんどの場合石片は樹皮に含まれているので、蒸煮して樹皮を木部から離れやすくしたあと、ローラーの間を通しておしつぶし、しぼり出された水の粘着力で木部と樹皮を分ける方法である（図-8）。

(2) 削片板工場では ...

削片板の原料に石片、金属片が混入していると、ナイフ、プレス及びサイザーに損傷を与えるので、パルプ同様異物の管理には非常に気を使っている。

近年使われているのは、非常に感度の良い金属探知機が入手できるので、原料チップのコンベヤラインに組み込み、異物が検出されるとその付近の原料を異物と共にコンベヤから排出するように

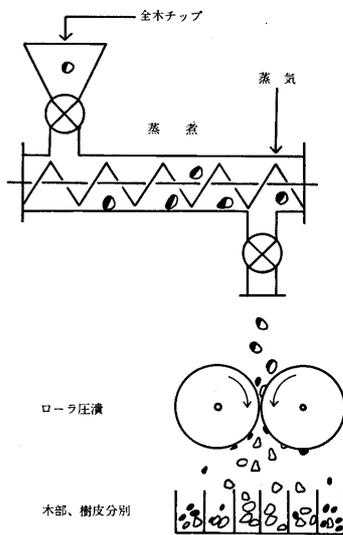


図-8 全木チップの樹皮除去

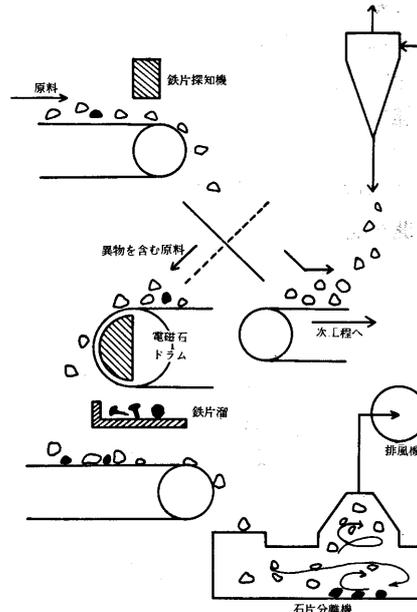


図-9 削片中の異物除去工程

なっている。この探知機は金属ばかりでなく、5 cm以上の石も探知できる性能をもっている。

排出された原料は、人手で異物を除いてコンベヤに戻すほか、電磁石及び風選を組み合わせる機械的に異物を除く方法が考案されている（図-9）。表層に使われる細かい部分には風選による除去を用いられている。

削片板原料の異物除去については、国内のメーカーが精力的な発明を行っている。その中にはごくありふれた方法もあるが、ユニークなものとして、傾斜した樋に原料チップを入れ、樋をゆすりながら底の穴から空気を吹き上げ、チップを攪拌して傾斜の下方に移動させながら、比重の大きい石片、金属片を底部に沈ませて分別する発明がある（図-10）。この方法ほ木材チップを対象にし

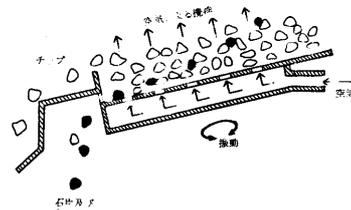


図-10 削片中の石片分離装置

ていると考えられるので、樹皮及び薄片状の削片への適否は不明であるが、大量処理に適した方法なので今後の発展に期待したい。

(3) 都市ゴミの処理では ...

通産省工業技術院では、大型プロジェクトの一環として都市ゴミの処理について、昭和48年度より技術開発を行っている。最近の第二期の計画では「スターダスト'80」と呼ばれる物質及び資源回収利用型の技術開発にまで進んでいるが、当初は雑多なゴミの分別など要素技術の開発から着手し、その一つとして風力分離が選択されている。

風力分離として二種類が採用された。一つは穴から落したゴミを横から風で吹き飛ばす方法で(図-11)、落下位置で三つに分けている。この方法は当方で予想したとおり、金属片と布片のように極端の差のあるものは分別しやすいが、中間の差の少ないものは分別が困難であるとのことであった。

今一つの方法は現場で採用したように、下からゴミを吹き上げ、重いものは落下させて分離するもので、風速の片寄りによる分離性能の低下を防ぐため、削片の分級にも用いられているアルパイン社のジグザグに屈曲した塔を使っている(図-12)。

このほか完成された技術ではないが、ある大学で円すい形のドラムを横に回転させ、中にゴミを入れたところ、比重差で分離できたとのことである。現象としては理解できるので、技術開発の一つの方向として期待される。

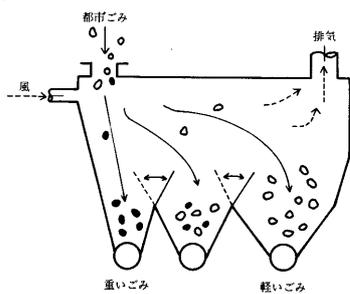


図-11 風力選別装置

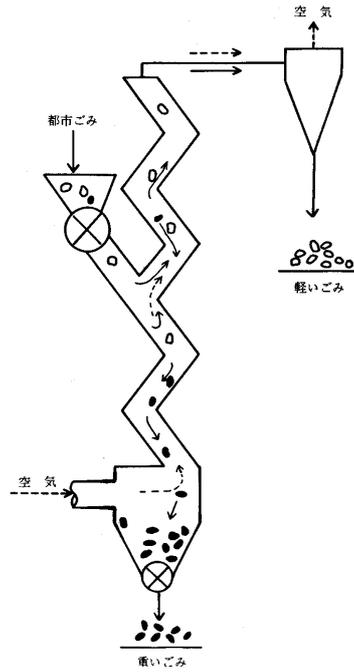


図-12 都市ゴミ用風力分離装置

むすび

樹皮に混入した石片の除去というごく基本的な問題に直面し、今日まで解決されずにきたことにとまどいながらも、必要な技術は開発したつもりである。このほか風力及び円盤による分離技術に関連して、異物除去の障害になる長皮を分別するための長皮分離装置の開発を行い、また風力分離を確実にするための風速の自動制御方法について検討を行っている。

現場では樹皮を対象に技術開発を行ってきたが、時期を同じくして木材工場におけるチップ等の異物除去技術及び都市ゴミの分別技術が開発されているので、知りえた範囲のものについて併せて紹介した。

石片及び金属片の除去は、技術的に大変地味な仕事であるが、生産工場にとって安定した作業のために不可欠な技術であるので、今後も新たな問題が生じたら取り上げていきたいと考えている。

〔 林 産 試 験 場 〕  
試験部 林産機材科長