

樹皮に混入した石片及び金属片の除去（１）

- 風力分離装置の開発 -

戸田 治信 佐藤 真

1. はじめに

パルプ、繊維板、削片板など木材を細かく砕いて使用する工場では、原料のチップ、パーティクル等に金属片及び石片が混入していると、刃物の消耗を早め、高価な部品を破損させたり、時には火災を起こすなど大きなトラブルを発生する原因となる。

当場においては樹皮を原料とするボードの製造を研究テーマとして取り上げたが、樹皮にはその生育の過程、取り扱い中などで多量の石片が混入しているため上記のトラブルを生ずるので、実用化のためには石片を取り除く処理が必要と考えられた。しかしこのような技術については情報が乏しく、一般的に利用されている粉粒体の分離技術も見当らなかったため、新たな技術開発を行うことにした。今回はそのうち風力による分離技術の開発経過について報告する。

なを、本報告は第28回日本木材学会大会で発表したものの詳細である。

2. 分離方法の選択及び分離条件の設定

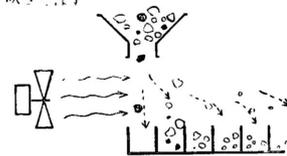
2.1 樹皮

樹皮は当場の製材原木の剥皮屑を対象とした。これは台車に取り付けた回転するカッターヘッドを、台車

ア、跳ね飛ばす



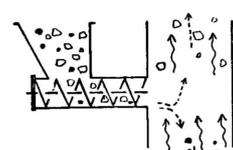
イ、吹き飛ばす



ウ、水の浮力を利用する



エ、下から吹き上げる



第1図 簡易な分離方法

を前後に走行させながらハンドルの上下により材面に押しつけて剥皮する切削型の剥皮機によるもので、含湿重量約700kgを篩分けしたところ、第1表に示すとおりかなり細かくなっている。また樹皮に食い込んでいる石片も、切削の衝撃で弾き出されるか、又は離れやすい状態になっていると考えられる。

2.2 分離方法

容易に考えつく比較的簡単な分離方法として風力、慣性、沈降速度差及び浮力等を利用した方法がある（第1図）。これらの得失を考察すると、

ア、水平又は斜上方に投げ出して落下点の差で分離する方法はもっとも簡易であるが、投げ出す方向と速度を均一にすることが難しく、また粒子の衝突によって分離を悪くする恐れがある。

イ、粒子を落下させながら横から風で吹き飛ばして分離する方法は、分離作用を受ける時間が短いので、比重差の小さい樹皮と石片では分離に不安がある。

ウ、浮力を利用する方法は、簡易かつ確実であるが樹皮がぬれて含水率が高くなり、また廃水処理の必要がある。

第1表 樹皮の粒度分布

大きさ (mm)	5未満	5～10未満	10～20未満	20～40未満	40以上	合計
比率 (%)	16.3	19.8	29.9	22.7	11.3	100.0

試料：製材原木剥皮屑

剥皮機：回転カッターヘッドによる切削型

樹種：エゾマツ及びトドマツ混合

振動篩：角目（平織）金網2段式、長さ1.5m、幅0.6m、傾斜13°、振動数190～220回/分

工、沈降速度差を利用する方法は、下から吹き上げる風に浮かぶ状態になるので分離作用をうける時間が長く、分離が確実であるが、密閉した装置の中で行う必要があり、外部との圧力差も生ずるので、装置が複雑になり、多少コスト高になる。

以上の方法について考慮した結果、分離の確実さを強く要求され、樹皮をぬらすずに乾式で処理したいこと及び広く風送に関して設計基準が確立されているので予想される技術的問題が少ないと考え、沈降速度差を利用する方法を選択した。

2.3 粒度範囲の限定

沈降速度差により分離する場合、粒子の大きさに比例して比表面積（表面積を重量又は体積で除した値）が変化し、受ける抵抗も変るので、大きな樹皮の沈降速度が小さい石片より大きくなり、粒度範囲が大きいと分離が不可能となるので分級して粒度範囲を制限する必要がある。この範囲は、水を十分に含んだ樹皮の比重を約1、石片の比重を約2とし、互いに相似形で長さの比が樹皮2に対し石片を1とすると、表面積（又は前面面積）ひいては抵抗と重量の比が一致し、沈降速度が同じになるので、樹皮の大きさが石片の2倍以内であれば理論的に分離可能であり、加えて樹皮片の形は石片より複雑で抵抗が大きいので更によく分離する可能性がある。

以上の考えにより樹皮は石片を分離する前に、篩目の目開きが1:2の2つの篩の間に納まるよう篩分けすることにした。試験に用いた粒度範囲は2.2~5mm、5~10mm、10~20mmの三種類である。

2.4 分離の目標及び試験方法

分離装置による分離性能の目標は篩分けして粒度範囲を1:2の大きさに制限した樹皮を処理し、混入した石片のうち小さい樹皮片の70%の大きさ（たとえば10~20mmの樹皮であれば7mm）をこえる石片をすべて除去できるものとした。

試験の方法は、他の石片と区別しやすいように大きさに別着色した石片を樹皮に混入して分離装置で処理し、石片の分離状態を調べることにした。

なお石片とともに金属片も除去できることが望ましいが、金属は軽金属を除いて比重が約7以上もあって樹皮との比重差が大きく、薄片等特別に表面積が大きいものでなければ容易に分離すると考えられるので試験は行わなかった。

3. 予備試験

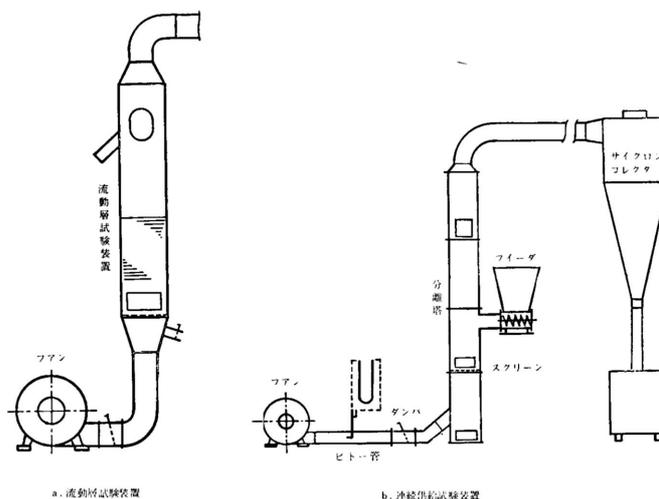
3.1 可能性の試験

計画の段階で一応の見通しをえたが、流動層試験装置（第2図a）があったので確認試験を行った。

当装置は直径25cm、有効塔高109cmで塔の底部に粒体を支持する約32meshの金網を張ったものである。この金網上に石片を混入した樹皮をのせ、徐々に風速を上げたところ、樹皮の飛んだあとに石片が残り分離可能なことが示された。使用した樹皮はエゾマツ及びトドマツの混合で、粒度は10~20mm、含水率は約200%である。またこの試験の際、丸い形の樹皮の1部が飛ばず石片とともに残り損失となることが示された。

3.2 連続供給試験

回分式の分離試験に成功したので、流動層試験装置



第2図 予備試験装置

にスクリュウフィーダを取り付け(第2図b), 供給のみ連続化した試験を行った。

この装置により, 回分式の場合と同じ樹皮を用い, 供給速度約360kg/hr(乾重量換算), 風速約7m/sで処理したところ, やはり試料石片が金網上に残り, 連続分離も可能なことが示された。

3.3 風速の計測方法

風力分離では風速の制御が重要な因子であるので, 風速の計測にはとくに意を用いた。

風速の測定は分離塔内で行うのが理想であるが, 粒子を含む状態では適当な計測方法が見当らないので, 送風機と分離塔を接く風管内における風量を測定し, 分離塔内の平均風速に換算して求めることにした。

風速の測定には取り扱いが容易で低速域の感度が良い熱線風速計を使用する予定であったが, 手持ちした風速計が故障したためピトー管とマンメータにより計測を行った。マンメータの読み取りは差圧が10mm程度に小さくなると困難になるが, 幸いに感度のよい圧力変換器が入手できたので, 電氣的に増幅して読み取りを容易にできたばかりでなく, 自記記録も可能になり測定精度を向上できた。

4. 連続分離排出機構の開発

4.1 分離塔内における粒子の沈降

分離塔内の風速は, 沈降速度差の小さい石片を分離するため, 樹皮の沈降速度をわずかに上回る程度に調節する必要があるが, このような状態のところへ樹皮を供給すると, 一部は意外に大きく下方に沈降する。これは塔内の風速分布そのものが壁面の抵抗によって中心が速く, 周壁部が遅くなり不均一な上に, 塔と風管との接合方法など構造及び微妙な製作誤差によって風速分布の片寄り, 旋回流等を生じ, 平均風速では沈降速度に達していても, これを下回る部分が多くなるためである。更に塔内への樹皮の供給は完全に連続ではなく, ある程度まとまった量が短い間隔で断続的に供給されるため, 供給直後の樹皮は塔内で密度の大きい団塊となり, 沈降力を大きくしている。

4.2 樹皮の沈降防止方法

樹皮の沈降を防止する方法として考えられるものに多孔板により風速を均一にしたり, 塔内への風の吹き込みを切線状にして回転させる方法もあるが, とともに抵抗を増加させ, 効果も明確でないので, 供給直後の樹皮の団塊を崩して早く分散させるとともに, 樹皮片の落下を止めることを考えた。

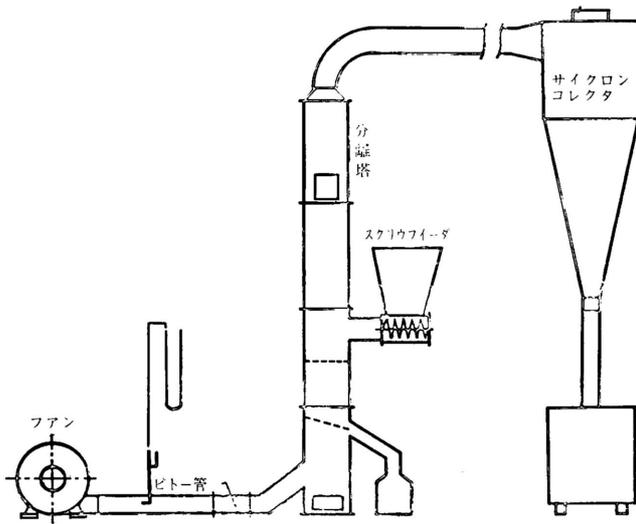
樹皮片には上向きの風圧がかかっているため, 落下を止めるにはわずかの力でよく, また樹皮片が絡み易い形状をしているのでごく粗い目の金網でよいと考えたが, 金網の下方に通過した樹皮片が再び上昇して引っかかり, 閉塞する恐れがあることを考慮して, 処理する樹皮粒度の上限の1.5倍(10~20mmの樹皮であれば30mm)の間隔を有する鋼線の格子を分散スクリーンとして供給口のすぐ下に取り付けた。

4.3 石片等の排出

石片及び樹皮の一部は分散スクリーンを通過して落下するが, これを受けて樹皮はできるだけ再び上昇させ, 石片を塔外に排出させるために, 十分細かい目の金網(目開き0.5mm, 平織角目)を張った排出スクリーンを設けた。排出スクリーンは周壁部に設けた排出口へ向けて傾斜させ, 石片の排出を容易にした。

5. 連続分離試験

以上の成果をもとに風力分離装置(第3図)を製作して試験を行った。この装置は送風機, 分離塔, サイクロンコレクタと, これらをつなぐ風管からできており, 石片を含む樹皮屑はスクリュウフィーダにより分離塔内に供給され, 樹皮は分離塔内で石片を分離しつつ上昇して風管を通り, サイクロンで回収されて樹皮溜りに落下する。分離された石片は下方に落下して分散スクリーンを通過し, 排出スクリーン上を転動しつつ傾斜によって周壁部に設けた排出口に導びかれ, 排出管から気密箱に落下して回収される。風速の調節は送風機と分離塔の間に設けたダンパで行う。風速の設定は風管部の風量をピトー管とマンメータで測定して全圧と風量(風速)の関係を求めておき, ダンパを開閉してマンメータの水頭を目標値に合わせる方法をとった。



第3図 連続分離試験装置 (原形)

第2表 連続分離試験例

項 目			例 1	例 2
樹皮粒度 (mm)			9.8~22.2	4.8~9.8
樹 種			トドマツ	トドマツ
含 水 率 (%)			190	185
樹皮使用量 (含湿kg)			9.4	11.1
供給時間 (秒)			58.5	50.5
供給速度 (kg/hr.)			578	791
” (絶乾換算kg/hr.)			199	278
無負荷時設定風速 (m/s)			8.6	6.6
石片と共に排出された樹皮量 (%)			7.0	3.0
石片混入数	粒	10	10(10)	
	度	7	10(10)	
及び	度	5	10(10)	10(10)
	度	3	—	10(9)
回収数 ()	(mm)	2	—	10(3)

この装置による試験例は第2表に示すとおり、ほぼ期待通りの分離性能を示した。

なお試験の際のぞき窓より分離排出機構の部分を観察したところ、供給された樹皮の大部分は分散スクリーンで落下を止められ、分散スクリーン上を広がりながら風に乗って吹き上げられた。樹皮の一部は分散スクリーンを通過して排出スクリーン上に落下するが、

その多くは再び風に乗って上昇した。それらのうち長さの特に長いものが分散スクリーンの下側に押しつけられる場合もあるが、その部分の風をさえぎるためスクリーンの上側にも樹皮が溜り、下側の樹皮にかかる風圧が減少して落下しかけ、また吹き上げられながら少しずつ分散スクリーンの下面に押しつけられ、これをくり返して最後には分散スクリーンを上方に通過するので、分散スクリーン下面が閉塞することは無かった。分離した石片及び特に沈降速度の大きな樹皮片は風及び振動により排出口へ移動し、排出管から気密箱の中に順調に排出された。

以上のとおり石片の分離排出機構は期待どおりの作動を示した。

更に分離中の風速の変化を知るため、風管の中心動圧の変化を電磁オシログラフで記録させたところ、常識的な予想とは逆に樹皮を処理している間は風速が増大した。この原因は明らかではないが、装置の構成からみて恐らくサイクロンに粒体が入って壁面を運動するため内部で旋回している気流が乱れ、抵抗を減らすためと考えられる。またこれは風送装置の設計において、風送中の粒体による圧力損失と風速の減少は無視してもよいと言われていることを確認したことになる。

(以下次号)

- 試験部 林産機械科 -
(原稿受理 昭和53.11.15)