

未解繊チップコレクターの試作

鈴木 弘
池田 修三
高橋 裕

一般に木材チップを解繊機によってパルプ化する場合、解繊機のプレートのパターンは樹種、蒸解条件、解繊濃度、等々を考慮して選定せねばならず、繊維板用パルプの製造に当たっても上記事項を考慮の上、適合したプレート・パターンを選定する必要があるのもちろんである。

特にドライ法繊維板用パルプは極めて緩和な水蒸気蒸煮処理を行ったチップをダブル・ディスク・リファイナーの一段解繊にて所要のパルプを製造するのが通例となっており、プレート・パターンがよく適合していなければ製品ボードの材質や製造作業性に重大な影響を与えることもある。

当所に於て、ミズナラを原料とすると未解繊チップ (Shives) の発生するプレートがあり、製造上のトラブルとなった事例があったので、パルプの空気輸送中にこの未解繊チップを製造工程より除去する装置を考案試作し良好な結果を得たのでここに報告する。

1. 未解繊チップの性状

未解繊チップの性状を観察するに当たり、パルプの製造条件について述べると、

樹種 ミズナラ

蒸煮条件 蒸煮圧6kg/cm²、蒸煮時間7分

解繊条件 プレート・パターン

パウアー #36301~302 間隙1.0mm

サイズ剤 フェノールレジジン 2% } 解繊時に添
パラフィン 2% } 加

リファイナー供給速度 約300kg/hr.

解繊工程でパルプ化されなかったチップは未解繊チップとなってパルプと共に空気輸送されるが、パルプ及び未解繊チップと原料チップをfig. 1に示す。

未解繊チップの大きさは次の通りである。

平均長 15.5mm

” 巾 4.3mm

” 厚 2.1mm

” 重量 0.072g

未解繊チップの混入割合は全パルプ重量の0.03%

内外であるが、91cm×182cm×3.5mm製品ボード一枚当たり数個が混入することになる。

この未解繊チップを空気輸送中に取り除くためには、このものの空気中での重力による終末沈降速度を知る必要があるため、高い所から未解繊チップを自然落下させて終末沈降速度を測定すると約4m/secであり、同じ方法でパルプの終末沈降速度を測定すると約1m/secであった。

2. 装置の選定

空気輸送中に未解繊チップを除去する方法は種々と

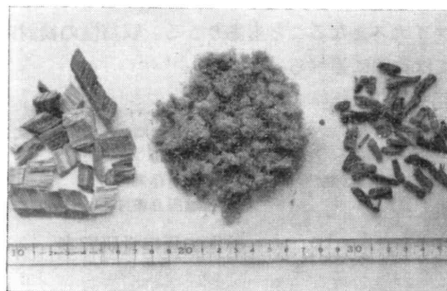


fig. 1左より原料チップ、パルプ、未解繊チップを示す。

考えられるが、この場合最も手取り早いのは流体の抵抗を利用して分級を行う乾式分級装置¹⁾²⁾³⁾であろう。

乾式分級の原理は重力或は遠心力の場に於て流体中の固体粒子に働く力は密度と粒径の3乗の積、即ち質量に比例し、流体の与える抵抗は粒径の1~2乗に比例するというに基ずいている。

今、粒子を球と仮定し流動する流体中に粒子を固定したとすると、その粒子の受ける抵抗は

$$R = CA \frac{\rho v^2}{2} \dots\dots\dots(1)$$

但し R：流体抵抗

A：流れ方向に直角な面に対する粒子の投影面積

：流体密度

：流速

C：抵抗係数

抵抗係数Cは流れの状態により変化 $Re = \frac{d v \rho}{\mu}$ (但し d：粒子直径、 μ ：流体の粘性係数)なるレイノルズ数を考えるとき、CはReの函数として表わすことができ近似的には次のようになる。

$$C = 0.44 \quad \text{但し } Re > 10^3 \text{ (乱流)}$$

$$C = \frac{14}{Re^{0.5}} \quad 10^3 > Re > 3 \text{ (中間流)}$$

$$C = \frac{24}{Re} \quad Re < 3 \text{ (層流)}$$

(1)式にこれらの値を入れ

$$C = 0.44 \quad \text{但し } Re > 10^3 \text{ (乱流)}$$

$$C = \frac{14}{Re^{0.5}} \quad 10^3 > Re > 3 \text{ (中間流)}$$

$$C = \frac{24}{Re} \quad Re < 3 \text{ (層流)}$$

(2)式はニュートンの式、(4)式はストークスの式として知られている。

さて粒子を流体中で自然沈降させた場合を考えてみると、粒子は沈降するに伴いその速度が増加して行くが、ある速度になると粒子の受ける重力と流体抵抗とが釣合って一定速度、即ち終末沈降速度になり以後はこの速度で沈降し続ける。

このとき粒子の受ける重力は

$$F = \frac{\pi}{6} d^3 (\rho_s - \rho) g \dots\dots\dots(5)$$

但し ρ_s ：粒子密度

従って前述の抵抗式(2),(3),(4)より終末沈降速度は

$$v = \left(\frac{(\rho_s - \rho)g}{0.33\rho} \right)^{0.5} d^{0.5} \quad Re > 10^3 \dots\dots (6)$$

$$v = \left(\frac{\pi(\rho_s - \rho)g}{33\rho^{0.5}\mu^{0.5}} \right)^{\frac{2}{3}} d \quad 10^3 > Re > 3 \quad (7)$$

$$v = \frac{(\rho_s - \rho)g}{18\mu} d^2 \quad Re < 3 \dots\dots\dots (8)$$

となり、レイノルズ数Reが大きくなるに従って、即ち粒径dが大きくなるに従い終末沈降速度は大きくなる。

理論的には適当な管中に空気を上向きに一定速度で流し、この流れの中に粉末を送入すると、風速に等しい終末沈降速度を有する粒子は空気抵抗と重力が釣り合い一定点に止まるはずである。それ以上の大きい粒子は重力が大きくなるので下方へ動き、それ以下の大きさの粒子は空気と共に上方へ運動して行く。

重力の代りに遠心力、又は慣性力を利用した分級の場合は重力を遠心力、又は慣性力に置き換えただけで

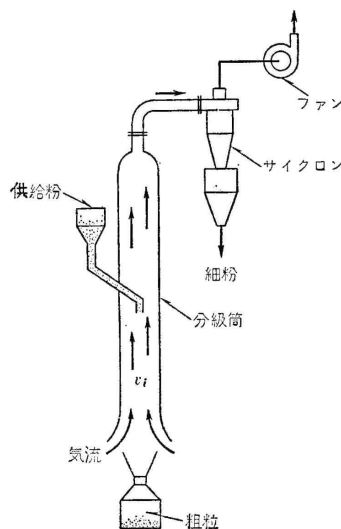


fig. 2 上昇流型重力式分級器

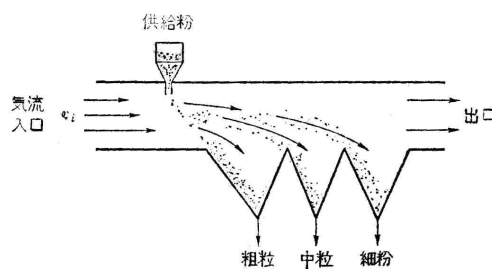


fig. 3 水平流型重力式分級器

原理的には同一となる。

そこで代表的な乾式分級装置について概説してみる

2-1 重力式分級器

前述の様に空気抵抗と重力との釣合関係が粒子の大きさにより変化することを利用して分級を行うもので一般に分級精度は余り良くないが粗大粒子を大雑把に分離するのに適している。代表的な型式を fig. 2 (上昇流型) fig. 3 (水平流型) に示す。

2-2 遠心式分級器

強力な遠心力の場を作り、遠心力と気流の抗力とのバランスによって分級を行うもので回転型遠心分級器と固定型遠心分級器とがある。

1) 回転型遠心分級器

機械的エア・セパレーターがこれに属しセメント工業などで最も広く用いられているもので、分級効率には低い処理量が大い特色を有している。現在の標準的な型式を fig. 4 に示す。

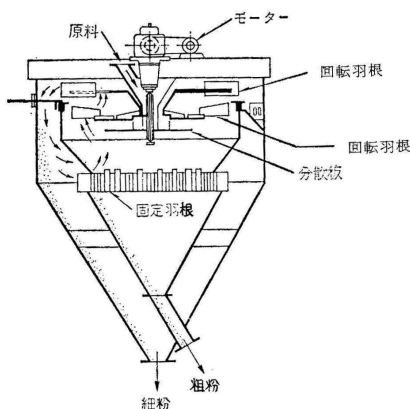


fig. 4 エア・セパレーター

原料粉末は中心軸部より回転分散板上に落下し分散板端から切線方向に投射される。この部分には上の回転羽根により生じた循環気流が下の回転羽根により旋回気流となって吹き上げており、分散投射された原料はこの旋回気流により分級されて粗粒は分級室内壁に沿ってすべり落ち、細粒は気流に伴われて回転羽根の

間を通り分級室外側の環状部に出る。ミクロン・セパレーター (細川鉄工) はセパレーター・ローターの遠心力と風篩部の慣性力を組み合わせて分級を行っている

2) 固定型遠心分級器

上記の回転型では回転体による強制渦部で分級を行ったが、この場合羽根の回転に伴い流体が乱れるという大きな難点がある。

固定型では回転部をもたず円盤状分級室の周辺部から切線的に気流を吹き込み分級室内に自由渦に近い向心回転気流を形成し分級を行うものである。これには種々な分級器が考察されているが、その一例として fig. 5 に井伊谷式分級器を示す。

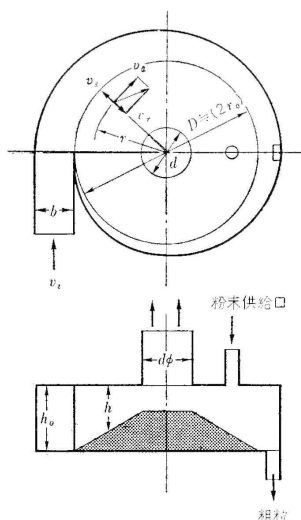


fig. 5 井伊谷式分級器

この他に分級室を二段に分ち、第一分級室で遠心式分級を第二分級室で二次空気を取り入れて精度をあげるよう工夫された複式遠心型分級器などがある。

以上分級器の種類をあげたが一般に重力式以外は構造が複雑であり、かつ設備費も嵩むので今回の装置の試作には分級効率は余り良くないが、パルプと未解織チップの終末沈降速度の間に相当の開きがある点と、簡単に製作、改造の出来る点、及び既設のダクトの一部に設置出来る点とで重力式分級に準じた考えで目的を達する様に配慮した。

2・3 コレクターの設計方針

ダクトの立ち上り部分を利用して上昇流型分離装置を考案してみることにする。この場合、前述の様に流体の流速と等しい終末沈降速度をもつ粒子を境として分離を行うのが原理で、輸送しようとするパルプの流動化に必要な空気量と流動状態になったパルプを押し上げる圧力さえあればパルプだけ上昇する訳であるが、実際装置としては流動化状態から、さらに粉体を移動させるに必要な加速エネルギーを加える必要があり、風速は粉粒体の終末沈降速度の2～5倍⁴⁾にとればよく、パルプのみを揚送して未解繊チップを沈降させるために、一応空気速度を3m/sec位にとり上昇流型式の未解繊チップコレクターを設計することにした。

3. 装置の設計

3-1 設計条件

- 1) コレクター内部風速は3m/sec位にする。

- 2) 未解繊チップの分離を良くするために原料パルプを出来るだけ長時間コレクター内に滞留させるように考慮する。
- 3) コレクター底部より二次空気を取り入れ干渉沈降で未解繊チップに附着して落ちてくるパルプを風篩して分離精度を向上させる。
- 4) 輸送ダクト系統の風量変動を考慮してコレクター内風速を常に3m/sec位に調節出来るようにコレクター出口に風量調節孔を設ける。
- 5) コレクター底部に集められた未解繊チップはコレクター内部の気流状態を乱すことなしに任意に取り出せるようにする。

以上の設計条件を設定し設置場所は原料パルプが気流乾燥工程を経た直後の輸送ダクト入口端にした。この場合の輸送系統は吸引式である。

3-2 装置の形状

- 1) 現在の輸送風量からコレクターの風速を3m/secにする管径を求めると、輸送ダクトは直径

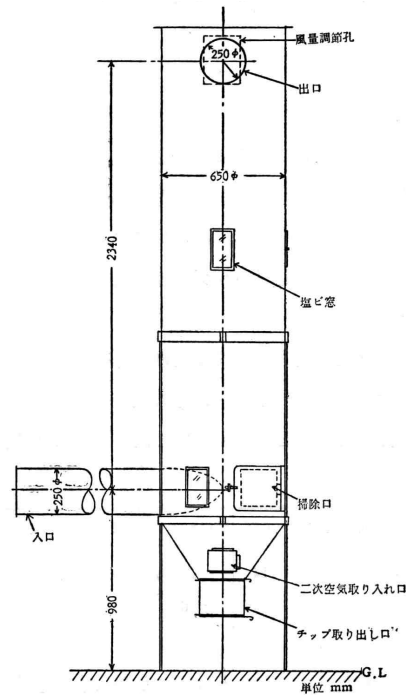
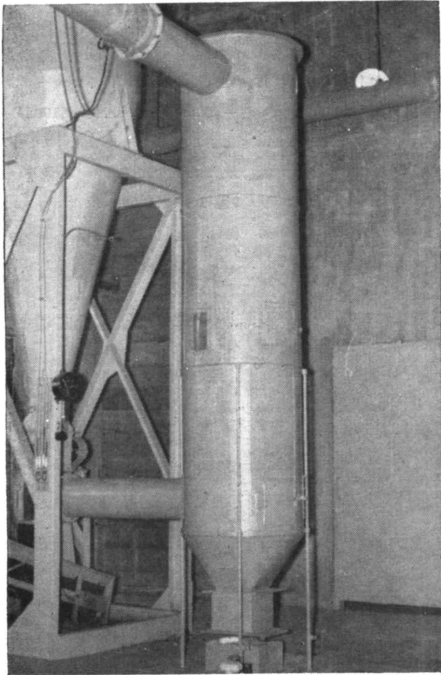


fig.6 試作未解繊チップコレクター

250mm で輸送風量は $60\text{m}^3/\text{min}$ (風速 $2.0\text{m}/\text{sec}$) であるから 650mm となる。

風速が大巾に変動するとは考えられないのでコレクター内風速が一応 $3\text{m}/\text{sec}$ を超えた場合とか、分離効果の悪い場合に更に風速を調節するため、水平輸送管との接続部(即ち出口)の水平管と対称の位置に最大 $30\text{m}^3/\text{min}$ 迄空気の取り入れ可能の様子にスライド・ダンパーを設けることにした。

- 2) サイクロンの様な遠心力による分離効果を期待して入口を切線方向に設置した。
- 3) 更に分離効率を出来るだけ良くするため定常状態に保持される時間を長くする目的で、管長を設置場所(既設配管系統)の許しうる限りの長さ(約 2.5m)にした。
- 4) 未解繊チップはコレクター底より断続的に取り出すこととし、チップ取り出し時にコレクター内部の定常状態に変化を起さぬ様二重ダンパー式とした。尚、所々に透明塩化ビニール板のぞき窓をとりつけた。

以上の結果fig. 6に示す様なコレクターを試作した。

4. 結 果

試作装置を設置して実際に原料を流入させると下部入口付近では、はげしく渦を巻きながら上昇流のようになって揚流している有様がみられ、コレクター中央部に於ては気流の乱れに応じてパルプの浮遊上昇している状態が観察される。

コレクター内の気流の動きは複雑なものと想像されるが、風量調節孔を閉じパルプを流入させないで空気のみの場合の内部風速を測定すると次の通りである。

	入口付近	中央部	出口付近	備 考
管 壁 部	$17\text{m}/\text{sec}$	14	13	流れ方向は斜め上方
管 中 心 部	3	4	6	

又、未解繊チップのみを入口部より送入すると大部分は入口部より壁面に沿って下向きに運動し底部に到

る。この部分で落下しきれなかったものは渦流のついで中央部附近まで上昇するが、この辺で気流により風節されて上下運動をくり返しているのがみられる。

従って浮遊限界速度にある未解繊チップは内部の気流に応じて運動し、限界速度を超える気流にのつた時にパルプと共に系外に流れ去るものと考えられる。以上の結果大部分の未解繊チップはコレクター底部に捕集されているが、捕集されずにパルプと共に空気輸送されて行く数は極く少量で、捕集率は90数パーセントであり一応の目的は達成した。

一般に上昇流型分級器の場合、長時間定常状態に保持するために装置を相当長く作るのであるが、この場合には入口を切線方向に取りつけたことにより滞留時間の延長にも役立っているものと考えられる。

更にコレクターの高さを長くするとか、内部に邪魔板などを設けて未解繊チップの慣性エネルギーを極力殺すよう配慮するならば、捕集率はさらに良くなるものと思われる。

最後に種々御教示賜った北海道大学工学部遠藤助教授、及び住友機械工業株式会社前田技師に謝意を表す。(特許出願中)

参 考 文 献

- 1) 前 田 勇 乾式分級装置 ケミカル・エンジニアリング No. 10 (1962)
- 2) 東 畑, 藤 田 化学工学
- 3) 上 田 康 分粒操作 化学工業 粉砕篇 9巻2号(1958)
- 4) 前 田 勇 粉体の輸送 ケミカル・エンジニアリング No. 11 (1962)

- 林指織維板工場 -