

風力分級機YM-マイクロカット

村上精機工作所 岩田 将志

粉体を粒度に応じて選別する操作は、粉碎と並んで粉体プロセスの中でもっとも重要な操作である。微粉、超微粉、または大量処理の場合には風力による分級を行なうのが一般的である。

分級の主な目的は、粗粒子（または微粒子）を除き、製品価値の増大、異物の除去、固気反応促進のための微粉の取得および微粉化による強度増加などである。風力分級では、ふるい目を通るふるい分けのように粒径がそろわけにはいかない。粗粉側に微粉が、微粉側に粗粉が混在するようになる。ここで分級精度、分級の鋭さが問題となってくる。

当社では1969年製造開始以来、その分級精度、分級の鋭さは高い評価をいただき、炭カルなどの石灰業界、セメント業界、小麦粉・でん粉などの食品業界、トナー業界、金属粉の分級を中心に使用され、安定した分級機として現在まで600台以上の実績を上げている。

分級機の構造と特徴

構造について述べる前に分級原理について説明する。原理は「内向きの渦気流を発生させて気流中に粉体を投入すると、渦流の回転で遠心力を受けて外側へ飛ばされる粗粉と空気の粘性力で、渦粒に乗って内側に向かう微粉が出来る」ということである。分級室内の渦流を図1に示す。

図1の分級点粒子GはCuの速度でKの円周経路に沿って運動する。これは空気速度Cの円周方向分速度になる。円周方向分速度Cuの2乗に比例した遠心力Fが外側に働き、一方空気による粘性力Rは、中心に向かって作用する。その大きさは空気速度Cの半径方向分速度Crに比例する。そしてこの2つの力が分級点の粒子Gの場合、等しくなる。Gより大きい粒子は、遠心力が粒子の重量（粒径の3乗）に比例するためすべて外側に、Gよ

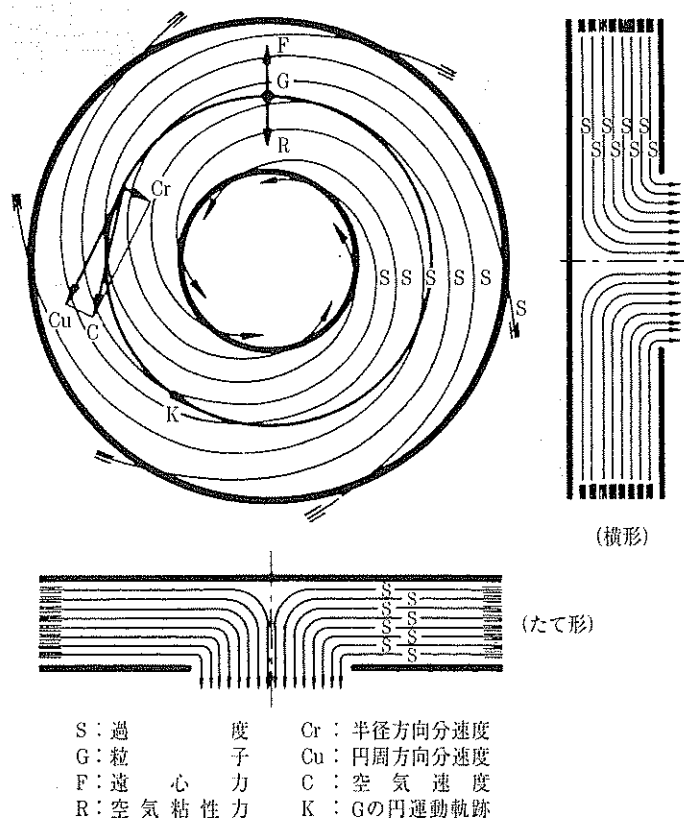


図1 原理図

り小さい粒子は粘性力が粒径に比例するためすべて中心部に運ばれる。

分級点の粒径 d の粒子に対して粒子を球形と考えると、

$$\text{遠心力 } F = \frac{\pi}{6} d^3 \gamma \frac{C_u^2}{a} \dots\dots\dots (式 1)$$

$$\text{粘性力 } R = 3\pi d\mu C_r \dots\dots\dots (式 2)$$

この式から d を求めれば

$$d = \sqrt{\frac{18\mu C_r a}{\gamma C_u^2}} \text{ (cm)} \dots\dots\dots (式 3)$$

C_r : 粒子の円周方向分速度 (cm/sec)

C_u : 粒子の半径方向分速度 (cm/sec)

γ : 粒子の真比重 (g/cm³)

a : 渦の中心からの距離 (cm)

μ : 空気の粘性係数 (poise)

この式から明らかなように、分級点は渦の形状、すなわち上式の a 、 C_u 、 C_r によって左右される。精度の高い分級結果を得るためには $a \cdot C_u / C_r^2$ を一定にしなければならない。当社の YM-マイクロカットは、分級室の両側の壁を平行にし、それを回転させることによって a 、 C_u と C_r を一定に保つことができ、精度の高い分級を可能としている。

(1) 構造

当社の分級機には横型 (H型) とたて型 (V形) があり、横型 (H型) 分級機は図 2 のような外観と図 3 のような構造である。ファン⑬と同一軸上で分級室の壁⑦⑧が回転している。空気は空気入口②と空気+原料入口⑨とから入る。空気入口から入った空気は角度調整ができるようになった案内羽根③を通して分級室①に入り空気+微粉出口⑭から出ていく。粗粉は分級室の外周に飛ばされて案内羽根の内側を回り、ナイフエッジ⑩の所から粗粉排出ウォーム⑪に入り粗粉出口⑫から出てくる。

また、分級点の調整は案内羽根の角度を変えることによって行なえる。

たて型 (V形) 分級機は図 4 のような外観と図 5 のような構造である。分級される粒子の経路は、原料入口①から送られて分散板②で分散されバンパリング③で方向転換し、分級室④に送り込まれる。微粉 (●) と空気の混合物は、クロスフローファン⑤に吸い込まれ、微粉サイクロン⑧で微粉と空気が分離される。粗粉は (○) 遠心力によって外側に飛ばされ、ブレーキリング⑬にあたり粗粉室に落ちる。分級空気の循環経路は、まず整流羽根⑭で渦流にされて分級室④へ送り込まれ、クロスフローファン⑤の上部開口⑥を通して下降チャンネル⑦へ吸い込まれる。ここで空気はサイクロン運動を起こすのに必要な、圧力と速度が与えられ、微粉とともに微粉サイクロン⑧へ送られる。微粉と分離した空気は、ファン⑤の下部開口⑩を通して再びもとのところへ返りこれを繰り返す。このため空気は内部循環式の空気流である。また、分級点の調整はブレーキリングの上下によって分級室内の空気流の角度を変えて行なう。

(2) 特徴

当社分級機の特徴は前述したように、分級室 (渦流室) の両側壁がほぼ同一速度で回転していることである。このため、気流の乱れがなく分級点 (分級粒径) を小さく、分級鋭さを良くすることができる。

主な特徴として次があげられる。

①分級点が小さい

最小 2 ~ 3 μ m (132H) の分級点をとることができる。

②分級精度がよい

横形分級機は非常に鋭い分級が行なわれ、微粉回収率が優れている。

③粉体濃度が大きい

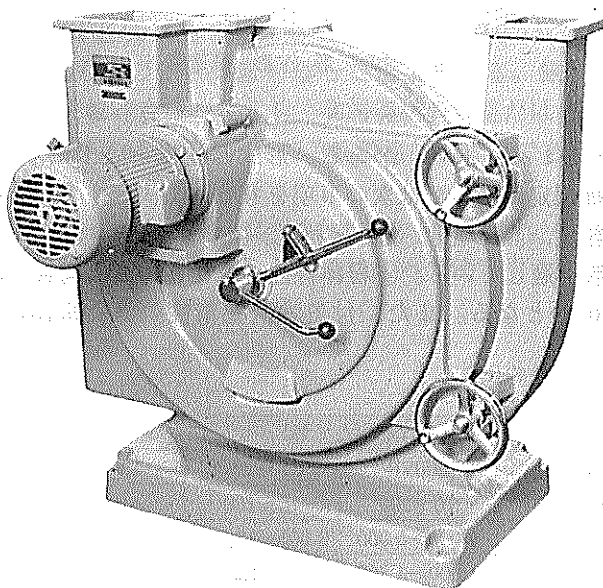
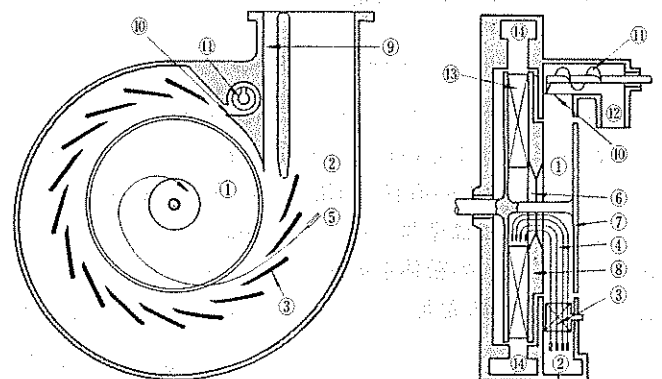


図 2 横形 (H形) の外観



- ① 分 級 室
- ② 空 気 入 口
- ③ 室 内 羽 根
- ④ 内 向 空 気 流 線
- ⑤ 渦 粉 吸 引 口
- ⑥ ⑦ ⑧ 回 転 壁
- ⑨ 原 料 入 口
- ⑩ ナイフエッジ
- ⑪ 粗粉排出ウォーム
- ⑫ 粗 粉 出 口
- ⑬ フ ー ン
- ⑭ 微粉+空気出口

図 3 横形 (H形) 構造図

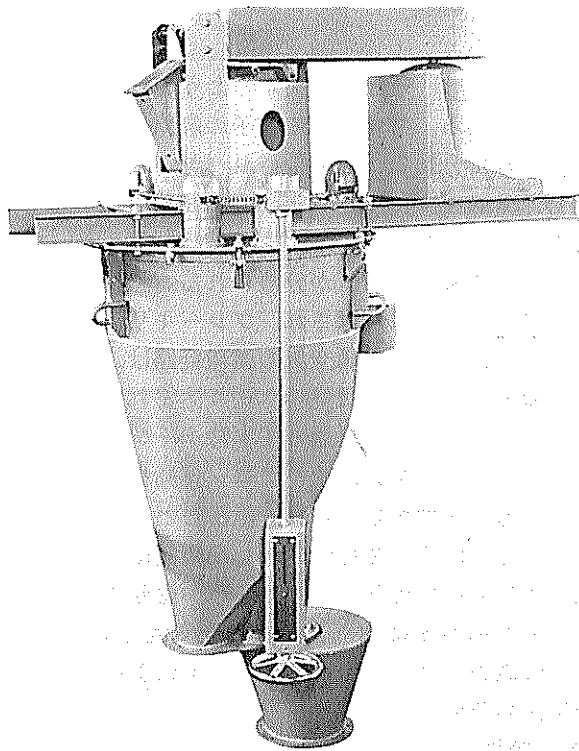


図4 たて形 (V形) の外観

単位空気量当りの処理量が多い。これは原料の供給がほかの分級機ではポテンシャルのある空気とともに行なわれるのに対し、通常の粉体供給機でそのまま分級機へ供給できること、分級室内の空気の乱れがないことによる。

④機械配置の自由度が大きい

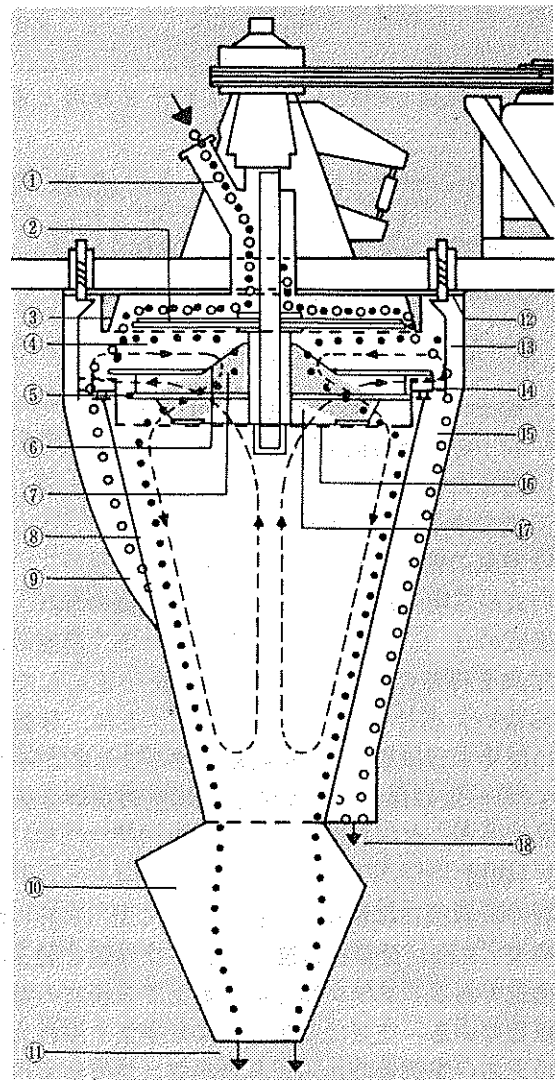
並列運転, 直列運転がプラントの中で自在にできる。これは原料供給が空気輸送によらず, 原料単体でされるため分配が容易であることに起因している。

⑤ガス封入しての分級が可能である

分級用流体 (ガス) 循環式であるため不活性ガス等を封入しての分級が可能である。

形式・仕様

当社の分級機 (H形, V形) は, それぞれ分級室ロータの直径によって分級機の大きさを表示している。例えば132Hは分級室の直径が132mmの横型分級機である。また各機種には標準型と耐摩耗形がある。V形はモース硬度5~6以上の粉体を取扱うときに用いる。このほか特殊型として防食形 (ステンレス製), 特殊耐摩耗形



- ① 原料入口
- ② 分散板
- ③ バンパリング
- ④ 分級室
- ⑤ クロスファン
- ⑥ 上部開口
- ⑦ 下降チャンネル
- ⑧ 微粉サイクロン
- ⑨ 粗粉サイクロン
- ⑩ チャンバー
- ⑪ 微粉出口
- ⑫ ブレーキリング調節棒
- ⑬ ブレーキリング
- ⑭ スパッタリング (整流羽根)
- ⑮ 粗粉室
- ⑯ 下部開口
- ⑰ 上昇チャンネル
- ⑱ 粗粉出口

図5 たて形 (V形) 構造図

(セラミック張り) がある。形式と仕様を表1に示す。機種選定に当たっては次の事項を考慮して決定する。①製品粒度, ②処理量, ③分級精度。精度よく分級するには, H形が適している。④粉体特性。摩耗性のある場合, 耐摩耗形となる。また, 付着性, 凝集性のある粉体はH

表1 分級機YM-マイクロカットの仕様

形式	H形 (よこ形)			V形 (たて形)			
	132H	400H	400HS	400V	600VB	1000V	1350VB
分級点 μm	2.5~15	6~50	3.5~50	8~100	10~100	15~100	20~100
処理量 kg/h	20~200	400~2,500	200~1,500	300~2,000	1,000~5,000	2,000~12,000	4,000~20,000
回転速度 r/min	11,200	1,400~2,800	2,800~4,500	1,400~2,800	1,000~1,800	800~1,250	740~1,000
駆動モータ kw	2.2	5.5~30	7.5~22	2.2~7.5	11~30	22~45	55~110

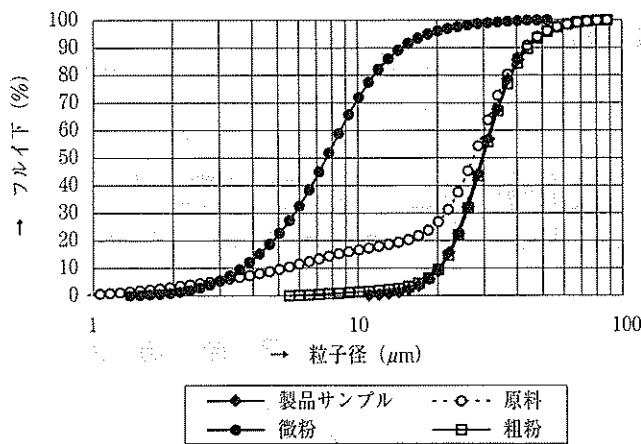


図6 コバルト+ニッケル混合粉末の分級 (132H)

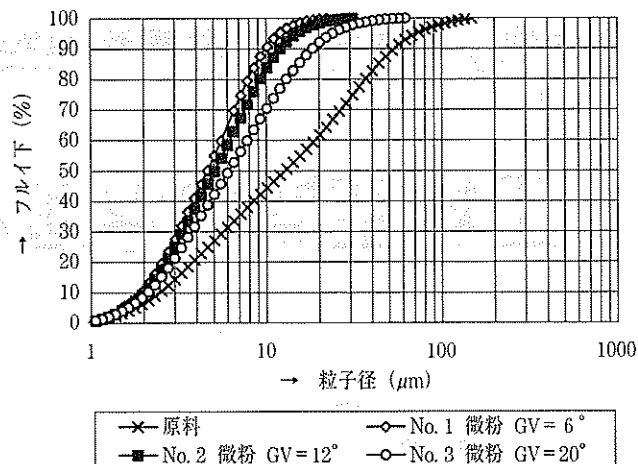


図7 石灰石の分級 (400H)

形が適している。

分級機の実績と実例

たて形分級機の実績は半数が非金属で、クレイ、珪石などの窯業原料、炭カル、セメント、金属類が多い。分級点は45 μm前後が多い。その精度は、400V形の実績で-45 μm 99.9%の分級まで可能である。よこ形では炭カルが実績の半分以上を占め、他には顔料、薬品、トナーなどの分級に多く使われている。炭カルは製品10,000~12,000プレーンとなる分級点が多く、顔料、薬品は5~10 μm前後が多い。次に分級例をいくつか紹介する。

(1) 132H形の分級例

コバルトとニッケル合金粉末を132H形で分級した結果を図6に示す。これは図に示す粒度分布をもった製品サンプルを目標に案内羽根(ガイドベーン)48°、分級室回転速度11,200r/min、投入量20kg/hで分級した結果である。案内羽根48°は132H形の最大カットである。このときの粗粉回収割合は89%であった。粗粉中の-10 μm成分がよくカット出来ていることがわかる。

(2) 400H形の分級例

図7は石灰石を400H形で分級し、-10 μm 70%、80%、90%の分級微粉を作った結果である。処理量、分級室回転速度は一定とし、案内羽根の目盛だけの調整(20°, 12°, 6°と変えた)で目標粒度を得た例である。



以上、風力分級機YM-マイクロカットについて述べた。適用に当たっては試験と経験によって決定する事項が

多い。付着や摩耗の問題は原料特性、粒度、投入量、回転数、投入方法などが違えば、性能に微妙な変化を生じるからである。このため当社では試験機を用意してユーザーの要求に応じて試験をし、機種を選定、分級条件の決定を行なっている。

この報告がユーザー各位のご参考になれば幸いです。

〈製品照会先〉

ユーラステクノ(株)	東京	03-3863-6421
	名古屋	052-219-5580
	大阪	06-6390-0834
	九州	093-693-8301

株式会社 村上精機工作所
〒807-0811 福岡県北九州市八幡西区洞北町1-1
Tel. 093-601-1037
Fax. 093-601-1041
E-mail PEC@murakami-seiki.co.jp
URL http://www.murakami-seiki.co.jp/