

新 碎

THE MICROMERITICS

発刊 25周年記念号

〈特集〉 粉粒体プロセス技術の現状

N O . 2 6 1 9 8 2

細川粉体工学研究所



“粉 碎” 26 号 発刊25周年記念号 昭 和 57 年 (1982) 目 次

【巻 頭 言】	粉体工学揺籃の時代は終わった…………… ホソカワミクロン 細川粉体工学研究所 細川 益男………… (2)
	温故知新, 以為師…………… 矢野化学技術研究所 矢野 武夫………… (3)
	“粉と泥” — 粉碎誌への希望…………… 京 都 大 学 吉岡 直哉………… (4)
【研究報告】	リボン羽根型粉粒体混合機の 起動トルクについて…………… 大 阪 府 立 大 学 佐藤 宗武………… (6)
【技術報告】	板谷産ゼオライトおよび合成ゼオライトの 窒素選択吸着による富酸素空気の製造…………… 山 形 大 学 高坂 彬夫………… (12)
	松田 良弘
【総 説】	振動中における粉体の充てんおよび流動特性並びに添加剤を利用 した流動性の改善に関する最近の研究動向…………… 足 利 工 業 大 学 湯浅 泰伸………… (19)
	山城 光雄
【随 筆】	POWDER & BULK SOLIDS '81 に参加して…………… 細川粉体工学研究所 藤井 謙治………… (31)

＜特集＞ 粉粒体プロセス技術の現状

【総 論】	粉碎・分級プロセス…………… 名 古 屋 大 学 神保 元二………… (33)
【総 論】	乾燥プロセス…………… 中 部 工 業 大 学 吉田 哲夫………… (39)
【総 論】	粉粒体混合プロセス…………… 矢野化学技術研究所 矢野 武夫………… (45)
	大 阪 府 立 大 学 寺下敬次郎
【総 論】	集じんプロセス技術の現状と将来…………… 愛 知 工 業 大 学 井伊谷鋼一………… (50)
【総 論】	粉粒体ハンドリングの現状と課題…………… 静 岡 大 学 狩野 武………… (54)

【製品紹介】

粉 碎 機…………… (61)	
ホソカワ/ミクロン アイスクラッシャ…(63)	ホソカワ/ミクロン ハンマミル, ハンマブ レーカ…(65) ホソカワ/フィッツ フィッツミル…(68) ホソカワ/ミクロン フェザミ ル…(71) リーツ ラパーチョップ…(74) ホソカワ/ミクロン ビクトリミル…(77) ホソ カワ/ミクロン ファインビクトリミル…(80) ホソカワ/マイクロ パルベライザ…(84)
ホソカワ/マイクロ サンプルミル…(86)	ホソカワ/マイクロ パンタムミル…(87) ホソ カワ/ミクロン ファインパルベライザ…(88) ホソカワ/マイクロ ACMパルベライザ …(91) ホソカワ/マイクロ アトマイザ…(95) ホソカワ/ミクロン スーパーミクロンミ ル…(97) ホソカワ/ミクロン ファインミクロンミル…(104) ホソカワ/ミクロン ミク ロンジェット…(106) ダイガス/ホソカワ リンレックスミル…(108) ホソカワ/ミクロ ン ディスパミル…(111) リーツ ディスインテグレータ…(113)
分 級 機…………… (117)	
ホソカワ/ミクロン ミクロンセパレータ…(118)	ホソカワ/ミクロン スーパーセパレー タ…(125)
乾 燥 機…………… (130)	
ホソカワ/ミクロン ミクロンドライヤ…(131)	ホソカワ/フィッツ フルイドベッドドラ イヤ…(137) ホソカワ/ミクロン エスカレートドライヤ…(140) ホソカワ/ビーベックス

ソリッドエア…(142)	ホソカワ／ビーベックス トーラスディスク…(146)	ホソカワ／ミクロン ミクロンミキサ(リアクタ)NXV型…(149)	リーツ サーマスクリュエ…(152)
混合機	…(154)		
ホソカワ／ミクロン ミクロンミキサ(リアクタ)…(155)	ホソカワ／ビーベックス タービュライザ…(163)	ホソカワ／ビーベックス リボンブレンダ…(165)	ホソカワ／ミクロンランミックスシステム…(167)
造粒機	…(169)		
ホソカワ／ミクロン グラニューライザ…(169)	ホソカワ／フィッツ チルソネータ…(172)		
集塵装置	…(175)		
ホソカワ／マイクロ パルスエアー…(176)	ホソカワ／トリット 小型集塵機…(183)	ホソカワ／マイクロ エレクトロフィル…(188)	湿式集塵機…(192)
炭脱臭塔…(199)	ホソカワ／タケダ 活性		
クリーンルーム、バイオクリーンルーム精密空調システムとその関連機器	…(200)		
ハンドリング装置	…(224)		
ホソカワ／ミクロン エアーコンベヤ…(225)	ホソカワ／ミクロン 高濃度空気輸送装置	…(229)	
ホソカワ／クインケンベルグ ディスクエレベータ…(231)	ホソカワ／パイブラ	ライプビンスクリュフィーダ…(233)	
ホソカワ／パイブラ ヘビィデュティフィーダ…(236)	ホソカワ／マイクロ ロータリバルブ…(240)	ホソカワ／ミクロン フロートロン…(242)	ホソカワ／ミクロン フローメトロン…(245)
ホソカワ／パイブラ ビンアクチベータ…(247)	測定機…(252)		
ホソカワ／ミクロン パウダテスタ…(253)	ホソカワ／ミクロン コヒテスタ…(255)	ホソカワ／ミクロン カラコーダ…(257)	ホソカワ／ミクロン ミクロンウォシブ…(258)
その他の装置および機械	…(259)		
【システム】 粉体処理プラントのシステム例	…(261)		
ホソカワニュース	…(271)		

豆 ニ ュ ース	第15回粉体工学に関する講演討論会の開催…(5)
特 許 一 言 メ モ	先使用権…(No.23)…(60) 実用新案の効用…(No.24)…(64) 特許表示…(No.25)…(64) 特許公報の見方…(No.26)…(76) すぐれた発明と考案…(No.27)…(103) 特許庁への書類郵送について…(No.28)…(112) こんなものでも出願はできる…(No.29)…(116) よい商標とは…(No.30)…(162) 大切な商標の管理…(No.31)…(191) 新技術と特許出願…(No.32)…(230) 特許料および登録料の値上げ…(No.33)…(232) 出願手数料の値上げ…(No.34)…(239) 各国の特許権存続期間…(No.35)…(244) 商標と商品のちがいは…(No.36)…(256)
表 紙 説 明	…(270)

【表 紙】 粉砕機ホソカワ／ミクロン ファインペルベライザ (FP-77型)
(詳細は270頁参照)

粉体工学揺籃の時代は終わった



細川 益男*

Masuo Hosokawa

粉砕誌の創刊は昭和32年11月でした。

株式会社細川鉄工所の創業者である故細川永一会長が同年紫綬褒章を受章したことを記念して、創刊号は株式会社細川鉄工所によって出版されました。翌、昭和33年9月細川粉体工学研究所が設立され、第2号からは細川粉体工学研究所から出版されることになりました。

25年前の当時を振り返って、これらの企画・実行を推進してきた当事者として誠に感慨深いものがあります。

当時は粉体工学の揺籃期というよりは、芽生え、息吹き始めた時代であって、以来今日に至る四分の一世紀が、粉体工学揺籃の時代といえるのではないかと思います。

創刊の頃は、粉体工学、或いは粉体技術に携わる研究者、技術者の存在も寥々たるものであり、従ってその内容も又寥々たるものでありました。

私達はその専門の道に携わるものとして、この粉体工学・粉体技術の進歩発展に尽力することが、与えられた使命であるとの認識に立って、日本で最初の粉体工学・粉体技術の専門誌として「粉砕」誌を出版し、併せて翌年細川粉体工学研究所を開設しました。

世に先がけてこれらを創設し、以来25年の歳月をひた

すら粉体工学と粉体技術の進歩発展にお役に立つべく努力を継続してきた、ということは粉体工学・粉体技術の揺籃期の中にあって、大変意義深いものであったと信じます。

今日、粉体に係る研究者・技術者の量も質も大巾に増進し、その内容も大きく進歩して参りました。しかし、私は敢えてこの25年を粉体工学・粉体技術揺籃の時代であるとし、本当の粉体工学・粉体技術の花開く時代をこれから我々関係者が形造っていかねばならぬのではないかと考えます。

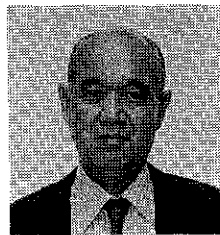
昨今、技術革新の波は、先端技術の分野を次々に開きつつあります。粉体技術はなんらかの形で、いろいろな先端技術の開発に側面的に協力しつつあります。しかし、粉体工学の今後10年、20年の努力の成果というものによって、粉体技術そのものが次の新しい先端技術を開拓する有力な手段となってくるものと私は信じます。

粉砕誌は、細川粉体工学研究所の活動と併せて、日本の粉体工学、粉体技術の進歩に、より一層貢献するべく25周年を迎えた今日、更に次の四分の一世紀、更に次の未来にかけて、より一層の努力を継続したいと思えます。そして粉体工学・粉体技術揺籃の時代から開花の時代の幕を開くためにお役に立ちたいものとお願いいたします。

関係者の皆様の益々の御指導、御協力をお願いして止まぬ次第であります。

* ホソカワミクロン(株) 社長
細川粉体工学研究所
(〒573 枚方市招提田近1丁目9)
Tel (0720)55-2221(代)

温故知新，以為師



矢野 武夫*
Takeo Yano

粉砕 (The Micromeritics) 誌が昭和32年に創刊号を発行してから早くも25年が経過した。初期から関係の深かった者として感慨無量である。昭和30年代の日本の経済は発展期であった。粉体機器メーカーも好景気にめぐまれていた。四十数年の社歴を持ち、粉体機器メーカーとしては老舗を誇り、その技術が自他に認められていた細川鉄工所の若き経営者であった現社長が、ユニークな粉体技術雑誌の刊行を計画した。

この当時の粉体技術のレベルは、工学とはいえず、経験主体の Art の域にあった。そのことよりも、当時日本には粉体技術の雑誌は皆無であり、発刊の意義は絶大であった。

雑誌名は「粉砕」"The Micromeritics"と決った。「粉砕」と命名された理由は直ちにうなずける。当時の社長（先代）が大正5年蓄電池用の鉛粉末やお白粉の超微粉を製造する為に、開発に奮励された微粉砕機の製造が細川鉄工所の技術の源流であるからには、当然の名前である。なお表紙の題字も御自筆である。一方"The Micromeritics"の方は、将来粉体技術が工学に発展し、粉体に関する科学、工学、技術が必ず「粉体学」と総称される程に成長するであろうことを期待して、将来のこの雑誌の内容を先取りしたものである。

以来25年間、私企業の発刊する雑誌としては社業の宣伝に偏せず、さりとて高邁な学理を説くでもなく、又低俗な論説を紹介する愚に陥ることもなく、一途にその時代時代のニーズに応じた粉体技術、粉体工学の新鮮な研究報告や先端的な総説と社業につながる新製品の紹介を掲載してきた。従って少し学会誌に近すぎるという批判もあったが、周到で真摯な企画と適当に高度な内容で時

代の要請に答えた粉体技術雑誌と評価されて今日まで発展してきた。

我が国の「粉体工学会」は、その発足以来幾多の変遷を経て、ようやく学会としての姿に発展し、56年2月に25周年を記念した。又「社団法人日本粉体工業技術協会」も10年間の発生的な脱皮の歴史の後に、56年12月発会した。前者はわが国唯一の粉体工学の学会として「粉体工学会誌」を発行している。後者も粉体関連業界の活動のニュースなどを報告する「粉体と工業」という雑誌の刊行を続けるであろう。25年前に「粉砕」誌が発刊された当時と比べて、学会・業界ともにその情報伝達の状況は変化した。

従って「粉砕」誌を将来とも今迄通りの内容で年1回発行しては、その存在の意義が段々失われていくのではなかろうか、一考を要する時期である。「粉砕」誌はどうしても独自の性格、一味ちがった特色を持たねばならない。「粉体工学会誌」は学会誌であるから、学術論文に主体が置かれて、技術報告はどうしても従属的立場で取扱われてくるだろう。

一般に Research and Development と対語にして使用しているが、工業技術の seed になりうる、すなわち工業的に芽の出そうな研究は沢山発表されている研究報告の中でも数少ない。

「粉砕」誌はこれらの点を考慮して、実用的な色彩の濃い内容の研究報告、およびホソカワ・ミクロンの社業と関連のある粉体工学と技術の総説、新しい粉体応用分野の情報、ならびに粉体機器ユーザーの使用実例、実用結果などを掲載することが良い選択となるのではなかろうか。

論語の為政篇にある一文を借りて題名とし、「粉砕」誌の25年を祝い、将来の発展を祈って所感を述べた次第である。

* 矢野化学技術研究所（大阪府立大学名誉教授）
（〒550 大阪市西区北堀江3丁目12-23 三木産業ビル）
Tel. (06)531-0273

「粉と泥、一粉碎誌への希望



吉岡 直哉*
Naoya Yoshioka

昭和32年先代社長細川永一氏の紫綬褒章受賞を記念して創刊された本誌がここに創刊25周年を迎えられ、その間特徴のある技術誌としてわが国の粉体工学の進歩に貢献されて来たことは、現社長を始めとする関係各位の御努力の結果と深く敬意を表する次第である。

さて筆者は本誌2号(昭33年刊)に「粉体は魔物?」と云う随想を投稿し、「このような魔物にとりつかれ粉にまみれて頑張っている人——これを Dallavalle にならって Micromeritist と名付けよう——は私の少ない見聞の中でも仲々多い。それらの人の所属の分野は非常に広範囲であって、かつ相互の関連が緊密でないことも大きな特徴であろう。(中略)本誌のごとき雑誌が各分野に点在孤立する Micromeritist の共通のサロンとなり、領域内の未開拓地の開発にその力を結集されることを期待したい」と述べたが、この希望はこの四半世紀の間に大きく満たされたものと思う、この第26号においては更に次の希望を述べたい。

昭和55年の化学工学協会の年会で、「粉体：固気および固液系における分離操作——その接点を探る」と云うテーマのセミナーが行なわれた。その趣旨は固気系の分離操作(例えば集塵、乾式分級)と固液系分離操作(沈降濃縮、湿式分級)の間には、原理的には強いアナロジーがあるはずだが、実際にはそれらのそれぞれに関与する技術者、研究者の間の関係は必ずしも密接ではない。この討論によってその接点を探ろうと云う非常に面白い企画であったが、討論時間の不足もあって十分にかみ合った議論とはならなかったのは残念であった。

気体と液体(空気と水)はいずれも流体で、流体力学ではその圧縮性をのぞけばほぼ同様に取りあつかわれるが、これに粉体がからむとかなり様子が異なってくる。かわいたサラサラと流動する粉粒体に少し水分が加わる

と、附着性、粘着性が増加し、簡単には自重では流れなくなり、さらに水分が増すといわゆる泥状体となって団子状を呈するようになり、更に水分が増せば再び流体状のスラリーとなる。この間に粒子流体の諸性質に応じてあらゆるレオロジー特性を持った固液(あるいは固液気)混合物の集団が生成する。ドロドロ、ベトベト、ネバネバ、ヌルヌルと云った、言葉では一寸表現できないような物性をもった厄介な泥状物(Wisconsin大学のBird教授はこれを gunky and gooey materials と表現された)が現実とその存在を主張する。レオロジー研究者の努力にもかかわらず、これらの物性を数式に表現し、これを現場の問題の解決に応用した例はそう多くはない。粉体工学の研究者の従来とりあげて来た対象は、サラサラ流れる粒状体を中心とする比較的取扱いの簡単な物体が主で、理論的に取扱いにくい、湿った粉体、泥状体については敬遠されて来たと云えよう。しかしこれはまず簡単なものから研究を進め、追々複雑なものに至ると云う研究方針の常道と云える。

しかしながら現場ではそうは行かない。あらゆる水分範囲のやっかいな泥がプロセス中のあちこちにあらわれて、さあなんとか処理をせよとその解決を迫るのである。シックナーの権威である Fitch が云ったように、「シックナーの設計者は、シックナーの研究者がすべての設計上の問題を解決してくれるまで、シックナーの設計を停止して待っているわけには行かない」のである。

いわゆる粉屋とは、乾いた粉をあつかう人を云う場合が多く、泥屋と云う言葉はあまり聞かない。粉体工学と云うものには広義には泥のことも含まれるようではあるが、粉体と云う語からは泥のイメージはわからない。

所で乾式(空気)と湿式(水)とでは取り扱う人の感覚が非常に違うように思われる。「モチはモチ屋」と云う言葉があるが、ポンプのメーカーは普通ポンプのみを製造し、送風機のメーカーはブロワーのみを扱うことが多い。(両方やるのは大きな総合的メーカーである。)ガスの集塵と液の汚濁を両方扱う専門メーカーは少ない

* 京都大学工学部化学工学科
(〒606 京都市左京区吉田本町)
Tel. (075)751-2111

し、両方の研究を手がける研究者も稀である。ガスサイクロンと液体サイクロンでも両方をこなすメーカーや研究者はあまり知らない。

乾いた粉体自体、附着する、つまり、摩耗する、偏析すると云うような技術上のむずかしい特性があり、泥についてもこれらの難点はすべて当てはまるし、さらにそれ以上の難点がある。乾いた粉の力学的表現は仲々むずかしいが、泥についてはさらにむずかしい。

乾いた粉の研究者、技術者が粉体工学の旗の下に大いに組織化され、着々と成果を挙げておられるのに、泥の研究者は孤立し、困難と戦い、敗れ阻害し、散って行くように見える。乾いた粉の研究が進捗し、一段落した時、ぼつぼつ湿った泥の研究に進もうとされるのであるうか。乾いた粉が、まず順序として履修すべき Primary

course であり、泥はその後に取り扱われるべき advanced course なのであろうか。

多くの人が試みて来た乾いた粉の研究に、更に多数の人々が立ち向かおうとしておられるが、もう少し湿った粉の問題に取り組む人が増えてもよいのではなかろうか。gunky and gooey materials の流量の測定、定量供給、輸送、伝熱、反応など固液分離のみならず泥の研究問題は未解決のまま山積している。石炭液化に関連してもこの種の問題が大きくクローズアップされつつある。粉砕誌も従来かわいた粉に関する研究資料が多く掲載されて来たが、今後はこれにまさるともおとらぬ重要性和汎用性をもっている湿った泥についての記事が増えることを希望する次第である。

豆ニュース

第15回粉体工学に関する講演討論会の開催

粉体技術談話会主催にて毎年開催されている「粉体工学に関する講演討論会」が本年度で15回を迎えることになり、それを記念に特別企画で昭和56年9月26日(土)京都社会福祉会館を借用して開催された。

丁度同じ時期に開かれる粉体工学会の「国際粉体工学シンポジウム(9月28日～9月30日)」に協賛する形で、来日学者の中から3人の先生方に特別講演をしていただいた。国内外の学者、研究者および会社関係者約150名の出席のもと活発な講演、討論がなされた。会終了後夕食パーティがもたれ、和気あいあいの内に午後7時30分頃終了した。

テーマ；粉体技術の世界の先端をさぐる

プログラム

◎開会挨拶

中部工業大学教授

吉田 哲夫 氏

◎講演

「高温高圧ガス浄化のための粉体層通過」

(米国) カルフォルニア大学教授 S. Goren 氏

紹介 九州工業大学教授 湯 晋一 氏

通訳 ホソカワインターナショナル

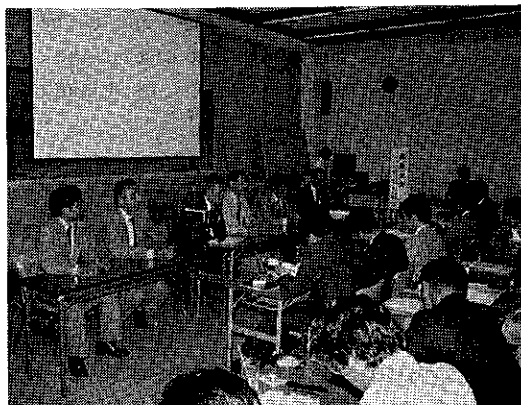
岩戸 勝 氏

◎講演

「多相乱流現象を考慮した液体サイクロン分級モデル」

(東ドイツ) フライベルク大学教授

H. Schubert 氏



紹介 東京大学助教授

井上外志雄 氏

通訳 ホソカワミクロン

横山 豊和 氏

◎講演

「多成分系固体混合について」

(米国) カンサス州立大学教授

L. T. Fan 氏

紹介 大阪府立大学教授

宮南 啓 氏

◎総括討論

司会 東京大学教授

青木 隆一 氏

北海道大学教授

田中 達夫 氏

◎開会挨拶

ホソカワミクロン 副社長

細川 明彦 氏

リボン羽根型粉粒体混合機の起動トルクについて

An Experimental Study on the Starting Torque of a Solid Mixer with an Impeller of Helical Ribbon

佐藤 宗武*

Munetake Satoh

Abstract

The power requirement characteristics of a solid mixer with mechanical agitation have been investigated. The starting torque, T_{start} for vertical helical ribbon impeller has been measured under the various operating conditions.

The value of T_{start} decreases almost exponentially with increasing of initial void fraction, ϵ_i of the particles bed. The reduction of the torque due to increasing in void fraction has been correlated by the following equation :

$$T_{start}/T_{av} = \exp[-20(\epsilon_i - 0.525)]$$

where T_{av} is the average torque at the condition of steady state agitation. On the other hand, the amount of decrease in the starting torque due to blowing in the particles bed has been measured and discussed qualitatively.

1. 緒 言

粉粒体装置の合理的な設計には目的とする処理に対する性能を正しく評価することと共に構造物の機械的強度および駆動動力の容量の把握も重要である。駆動動力については装置自体の定常運転維持に必要な量と起動時あるいは負荷変動に対する許容の容量が必要である。粉粒体の処理操作に伴う種々のトラブルは操作開始時すなわち静止状態の粉粒体を運動状態に移行させる場合と逆に動的に平衡状態にあるものを静止状態にもどす場合に多く発生するといわれる。

このような起動あるいは停止時の主な負荷の要因としては機械自体の持つ慣性力と摩擦力の他に取り扱い粉粒体そのものの物性あるいは装置内におかれた状態に対応した物性が大きな比重を占める場合がある。特に粉粒体層に対して急激な外力を加えた場合や、流動状態にあった粒子が装置の停止により沈積し層内の気体が徐々に抜けてゆく場合の充てん構造の時間的変動に対する物性の

評価など種々の複雑な問題が残されている。

これまで粉粒体の混合機の所要動力については混合容器や攪拌羽根が定常的に回転し混合槽内の粉粒体の流動状態がほぼ定常状態を保っている場合の平均動力が実測され解析もされてきた¹⁾²⁾³⁾。これに対して回転あるいは攪拌開始時における動力特性は上述のような多くの因子が相互に複雑に作用しているために取り扱いは容易でなく、これまであまり検討されていないように思われる。そこで本報では堅型リボン混合機の起動時のトルク特性を2, 3の比較的流動性の良い粉粒体試料を用いて粉粒体層高、初期充てん空隙率、羽根形状、回転速度、空気吹き込み速度などのパラメータを変化させて測定した。そして起動トルクの大きさを推定するために実測の起動トルクに対する定常攪拌時の平均トルクの比と粉粒体層の初期充てん空隙率との関係を実験式として表わしてみた。また、粉粒体装入時の圧密状態を緩和する目的で混合槽内に空気を吹き込んだ場合の起動トルクの減少効果についても検討した。

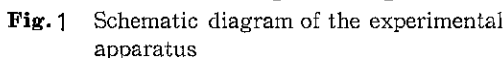
2. 実験装置および実験方法

実験装置の概略を Fig. 1 に示した。混合機本体は内径140mm、高さ400mm のメタアクリル樹脂製円筒①内

* 大阪府立大学工学部化学工学科

(〒591 堺市百舌鳥梅町 4-804)

Tel. (0722)521-1161



実験には主に内巻きおよび外巻きを持つ二重巻きリボン羽根を使用し、一定層高まで粉粒体試料を充てんして攪拌を開始させた。粉粒体層の初期充てん状態すなわち空隙率を変化させるために、メッシュを用いた均一散布や槽全体に30~60Hzの振動を加えるなどの方法を探った。

使用した攪拌羽根の代表寸法および粉粒体試料の物性値を Table 1 に示した。実験操作は、粉粒体層高、粉粒体の種類、攪拌羽根幅、層の初期空隙率および羽根の回転速度を変えて起動時のトルクの立ち上がり時間およびトルクのピーク値ならびに定常値をそれぞれ測定した。起動時のピーク値と立ち上がり時間については各操作条件について10回以上の繰り返し測定を行なった。

3. 実験結果および考察

3.1 起動時の攪拌トルク変動曲線

混合槽内に一定高さに粉粒体を装入して $t=0$ から攪拌を開始した場合のトルクの時間的変動を記録した例を Fig. 2 に示した。回転開始直後 $t=t_0$ にトルクの最大値 T_{start} が現われ、ついでトルクが減少しつつ定常攪拌トルク T_{ss} に近づいた。起動時のトルクが最大値を

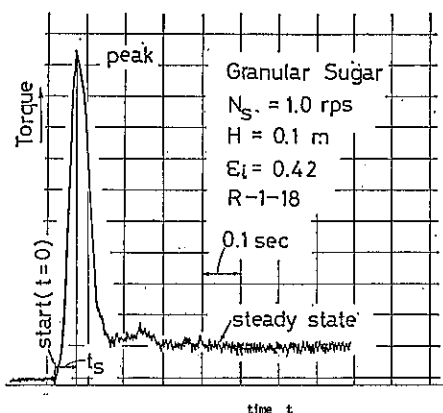


Fig. 2 Starting torque recorded by a high speed recorder

Table 1 Physical properties of solid particles and the dimension of impellers

materials	$d_p[\mu\text{m}]$	$\rho_s[\text{kg/m}^3]$	$\phi_c[-]$	$\mu_i[-]$	$u_{mf}[\text{m/sec}]$
P.V.C.	260	1560	0.66	1.0	0.022
Toyoura sand	258	2690	0.66	0.6	0.038
Sugar granule	3910	1568	0.60	0.62	4.56

Dimension of ribbon impeller :

outer diameter $D_o=0.118[m]$, pitch ratio $R_p=0.51[-]$

width ratio $R_b=0.047-0.153[-]$

(R-1-18 type : $R_n=1.52$, $R_b=0.079$)

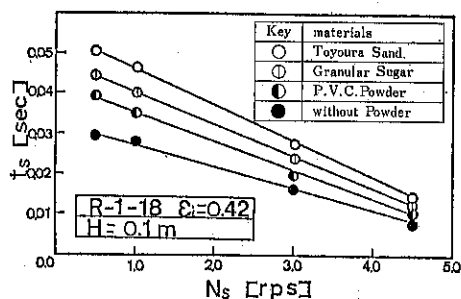


Fig. 3 Effect of the rotating speed N_s on the time t_s .

示す時間 t_s [sec] は、Fig. 3 に示したように羽根の設定回転速度 N_s [rps] により変化し、また、粉粒体の種類によっても変化した。羽根のみ（粉粒体の装入なし）の t_s は約 0.03～0.01 [sec] であり N_s の増加と共に直線的に減少した。したがって粉粒体を装入した場合もほぼ N_s と共に直線的に減少していることがわかる。このことは用いた粉粒体試料の充てん層にはある一定の崩壊降伏値が存在し、極端な弾性的な性質などはあまりないことを示している。しかし、このような比較的緩やかな衝撃による粉体層の応力特性は、層構造や、モーターと減速機を含む回転系のより詳細な起動特性を知る必要があり、ここではその特徴の一端を示すにとどめた。

3.2 トルク T_{start} に及ぼす回転速度 N_s の影響

攪拌開始後 t_s におけるトルクと設定回転速度 N_s との関係を、初期充てん空隙率 ϵ_i をパラメータとして Fig. 4 に示した。空隙率 ϵ_i は粉粒体の装入量 W [kg] 真密度 ρ_s および充てん体積 $(\pi/4 \cdot D^2 \cdot H)$ より次式から求めた。 $\epsilon_i = 1 - \frac{4W}{\pi D^2 \rho_s H}$ なお、 ϵ_i を変化させるために混合槽に 60Hz の電磁振動あるいはタッピングを加え粉粒体層高 H が一定になるように試料を装入した。図より、 ϵ_i が小さい、すなわち密充てん状態の場合には T_{start} (注1) は定常平均トルク T_{av} (注2) (図中の Δ 印) に比べて非常に大きな値をとった。また N_s に対しては

注1) 起動トルク T_{start} は、粉体装入時の起動トルクから攪拌羽根のみを回転させた時の起動トルクを差引いた正味のトルク [kg·m] を示す。

注2) 定常平均トルク T_{av} は、定常回転中のトルクの平均であって回転に伴うトルクの最大値 T_{max} と最小値 T_{min} の平均値から空トルク T_0 を差引いた値である。

$$\frac{T_{max} + T_{min}}{2} - T_0 = T_{av}$$

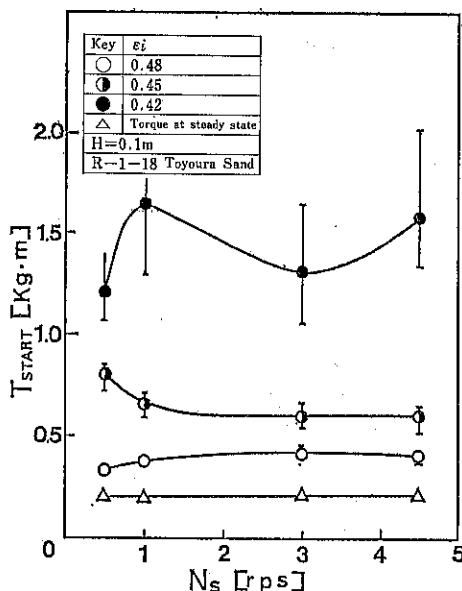


Fig. 4 Relationship between the starting torque T_{start} and the rotating speed N_s .

あまり規則的な変化はないが、同一の N_s に対して得られるデータはかなり大きな範囲に分散した。特に高速起動時における T_{start} の変化幅はかなり大きいものとなった。これに対して ϵ_i が大、すなわち疎充てん状態になるに従って T_{start} は小さくなり、またデータのばらつきも小さく、 N_s に無関係に一定値に近づいた。これらのことより、初期充てん状態が T_{start} に大きく影響していることがわかる。

3.3 トルク T_{start} に及ぼす初期空隙率 ϵ_i の影響

Fig. 5 に粒状蔗糖、豊浦砂および塩化ビニルについて得た T_{start} と ϵ_i の関係を示した。 T_{start} はいずれも ϵ_i の増加と共に指数関数的に減少してゆく。そして図中に示した定常平均トルクの値に近づいている。図中には定常平均トルクをそのときに粉粒体層が示す空隙率の値のところにプロットした ($\square$ $\circ$ $\bullet$ $\triangle$ 印)。そこでこの定常平均トルク T_{av} を基準にして (T_{start}/T_{av}) として再プロットしたのが Fig. 6 である。この図より、 T_{start}/T_{av} と ϵ_i は粉粒体の種類、回転速度によらずほぼ一本の直線として表わされることがわかった。これより実験値を代表する直線の式は

$$\frac{T_{start}}{T_{av}} = \exp\{-20(\epsilon_i - 0.525)\} \quad (1)$$

$$(\epsilon_i \leq 0.525)$$

となり、したがって T_{start} は、

$$T_{start} = \exp\{-20(\epsilon_i - 0.525)\} \cdot T_{av} \quad (2)$$

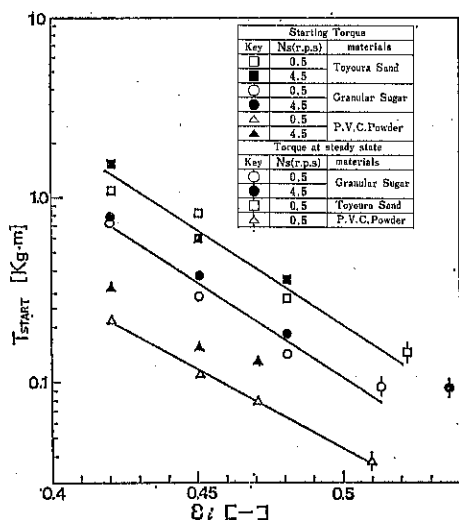


Fig. 5 Relationship between the starting torque T_{start} and the initial void fraction ϵ_i

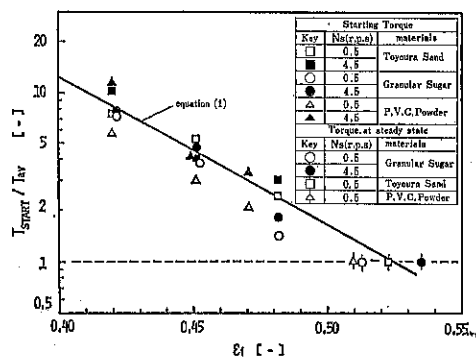


Fig. 6 Correlation of the experimental results (T_{start}/T_{av} versus ϵ_i)

となる。ここで定常平均トルク T_{av} は、リボン羽根については次のような実験式で表わされることが多くの実験結果から確かめられている³⁾。すなわち、

$$T_{av} = K_v \rho_a \mu_i^{0.7} R_p^{1.2} R_b^{-0.8} D_o^{3.0} H^{1.5} \quad (3)$$

ここで、 ρ_a : 粉粒体見かけ密度、 μ_i : 内部摩擦係数、 R_p : リボンピッチ比(= P_o/D_o)、 R_b : リボン幅比(= b_o/D_o)、 D_o : リボン外径、 H : 粉粒体層高、 K_v : 実験定数(0.15)である。

式(2)をみると、たとえば非常に密な充てん状態となって ϵ_i が小さくなると右辺の exp. の項が正になり急激に T_{start} が大きくなることを示している。すなわち ϵ_i が 0.375 位で T_{start} はすでに T_{av} の 20 倍に達することになる。一方、 ϵ_i が疎で、定常搅拌状態に近い 0.5 付近になると T_{start} は T_{av} にほぼ等しくなり $\epsilon_i > 0.525$ では粉粒体層はほとんど浮遊化あるいは流動化状態にな

り、搅拌羽根に対する抵抗が極端に小さくなることを示している⁴⁾。

3.4 トルク T_{start} に及ぼす羽根幅比 R_b の影響

搅拌トルクは羽根の形状によっても影響されることは式(3)からもわかるが、起動時には定時搅拌時とは異なった特徴が現われてくる。Fig. 7 には T_{start} とリボン羽根幅比 R_b の関係を示した。図より R_b の値が大きくなる、すなわち羽根幅が大きくなるほど T_{start} の値は大きくなり、 ϵ_i が小さいほど、すなわち密充てんになるほどこの傾向は大きくなった。これに対して、いったん搅拌が開始され、定常搅拌状態になると平均トルク T_{av} は R_b のマイナス 0.8 乗に比例し図中に Δ で示したように R_b の増加につれて T_{av} はやや減少する。このことは R_b が大きく羽根面上に圧しかかる粉体量が多くなるような形状のもの程初期の充てん構造をくずすには相当大きな抵抗があるが、一度層が流動を始めてしまうと流動化を促進あるいは維持するような効果が働き空隙率が增大して搅拌抵抗が減少する傾向を示すものと思われる。しかしながら粉粒体の種類や物性値、羽根のもうひとつの形状因子であるピッチなどが複雑にこの現象に関連しているものと考えられる。

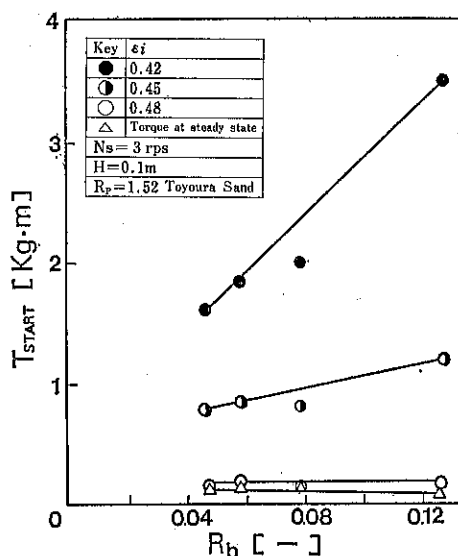


Fig. 7 Relationship between T_{start} and the width ratio of the impeller R_b

3.5 トルク T_{start} に及ぼす空気吹き込み速度の影響

前節3.3において T_{start} が粉粒体層の初期の充てん状態に大きく影響されることを示したが、ここでは粉粒体

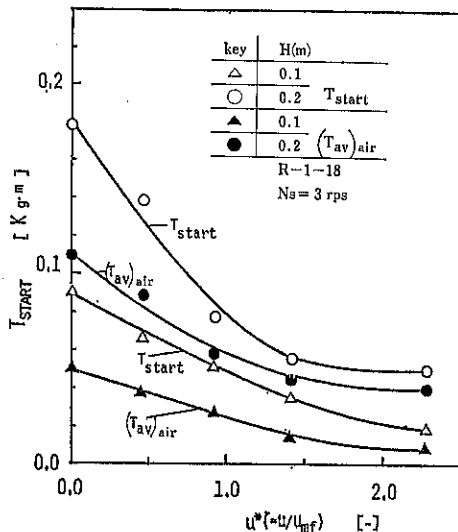


Fig. 8 Reduction of the starting torque by blowing air into the particles bed

層に種々の流速の空気を吹き込んでその時の T_{start} を測定した。測定は一定量の粉粒体を装入し、あらがじめ流動化開始速度 (u_{mf}) 以上の空気を吹き込み槽内の充てん状態を均一にした後に所定の空気流速 (u) に設定してから行なった。Fig. 8 に T_{start} と無次元空気流速 $u^*(=u/u_{mf})$ の関係を示した。 T_{start} は u^* が増加するに従ってほぼ直線的に減少し流動化開始速度以上 ($u^*>1$) ではほぼ一定か、やや減少する程度になった。 $u^*=0$ では自然充てん状態の空隙率の場合に相当するトルクを示した。図中には T_{start} を測定したときと同じ条件で得られた定常平均トルク $(T_{av})_{air}$ を記入した。 T_{start} と $(T_{av})_{air}$ を比較すると、 u^* が小さい範囲ほど $T_{start}/(T_{av})_{air}$ の値が大きくなっていることがわかるが、先に述べた密充てん状態の T_{start} と比較するとその値は小さく $T_{start}/(T_{av})_{air}$ は1.2~1.8程度の範囲であった。このことは、混合機の起動時にごくわずかの空気を吹き込むことにより起動トルクを大幅に減少させることができるとともに定常搅拌トルクも軽減できることを示唆している。なお、空気を吹き込み時の定常平均トルク $(T_{av})_{air}$ は種々の条件下で実験的につぎのような式で表わされる。⁴⁾

$$(T_{av})_{air} = T_{av}(1 - 0.93 \Delta p / \Delta p_{mf}) \quad (4)$$

ここで、 T_{av} は $u=0$ のときの定常平均トルクで式(3)で求められる、 Δp および Δp_{mf} は流速 u のとき、および $u=u_{mf}$ のときの粉粒体層の圧力損失でありつぎのような実験式が提出されている。

$$\Delta p / \Delta p_{mf} = \{0.029 R_p^{0.5} R_b^{-1.0} \exp(-N_s/5)\} u^* \quad (5)$$

4. 結 言

粉粒体混合機の運転開始時の軸トルク特性を整型リボン混合機を用いていくつかの条件下で測定し、つぎのような結果を得た。i) 起動トルク T_{start} は本実験範囲の回転速度内では回転速度に依らずほぼ一定であったが、初期空隙率の影響を大きく受けた。ii) 初期空隙率が小さい程 T_{start} は大きく、同一条件下での測定値にかなりの分散がみられた。この分散は空隙率の増大と共に減少した。iii) T_{start} は初期空隙率 ϵ_i により変化し、定常搅拌時の平均トルク T_{av} に対する比 T_{start}/T_{av} と ϵ_i との関係は実験的に式(1)のように表わすことができた。この式から、粉粒体を密に充てんした場合には定常平均トルクの20倍以上の起動トルクになることも推定できる。iv) これらのことから初期充てん状態を緩和する方法として粉粒体層に空気を吹き込むことが有効であることを実験的に確かめた。この場合、起動トルクは定常平均トルクの約2倍以内になった。なお起動トルクは混合機の構造、操作条件、粉粒体の静的ならびに動的物性値その他様々な因子が関与しているため、さらに種々の検討が必要である。

DISCUSSION

〔質問1〕

搅拌羽根にかかるトルクを実測しておられますので、羽根にかかるトルクの時間的変化が正しく測定されている事は疑う余地がありませんが、これはある原動機とある混合機との組み合わせに固有の過渡応答を示すものではあっても、一般的に成り立つ関係であるかどうか疑問がのこるのではないのでしょうか。即ち混合機の回転速度の0からmaxへの立ち上り、その間のモーターへの電流の変化、モーターの起動化の変化とのbalanceによって起動直後の変化が定まるので、このピークの値が粉体物性と搅拌系の条件のみによって定まるかどうかには吟味が必要ではないのでしょうか。

〔回答1〕

粉粒体層に外力を加えていった場合に、粒子の内部、外部摩擦力や付着力により粉粒体層が支持されたまま、わずかにひずみ、何らかの形でエネルギーが蓄えられて、その値がある値を越えたところで(あるいは種々の抵抗力…摩擦、付着…の平衡状態のくずれたところから)層が破壊あるいは流動化に到るという過程をたどると考えると、外力による仕事量が一定とすると、モーターの立ち上りが大きいほどピークの値が大きくなることが予想されます。また、粉粒体層自体の持つ慣性に起因するものも考えられ、加速度が大きければ大きいほど抵抗が増大する結果となります。したがって、モーターと

減速機自体の持つ起動特性によって攪拌時の起動トルクが影響されることは最初から十分に予想されますが、Fig. 4 に示しましたように起動トルクが回転速度によってあまり影響を受けない、すなわち、駆動部の起動特性がほぼ一定と考えられる条件下で、まず、他の因子の影響を調べてみたいという立場をとっております。測定された起動時のピーク値と他のパラメータ間の関係は、特定の組合せの混合機の特徴であることは否認ませんが、静摩擦力と付着力で支持された粉粒体層が崩壊して動摩擦、静摩擦力と慣性力による抵抗に推移してゆく過程の一断面をとらえているという点では、かなり一般性も含まれていると見てはいかがでしょうか。もちろん、駆動部の起動特性という他の面からの検討は今後の重要な課題としてと考えております。

【質問 2】

(1)式は $\epsilon \leq 0.53$ の実験に対して得られた式で、これが $\epsilon_i > 0.525$ にも適用できるかどうかは不明ではないか。

【回答 2】

(1)式は粉粒体が互に接触し合って層を形成して摩擦抵抗が働いている条件 ($\epsilon \leq 0.525$) 下で得られたものです。 ϵ が 0.525 を越えると、各粒子が互に独立して自由に運動できる状態になり、攪拌トルクおよび起動トルクは共に減少して互に接近し、 $T_{start}/T_{av} \approx 1$ の関係を示すようになります。しかし、厳密には、あくまでも $T_{start} > T_{av}$ の関係があるはずで、先にも述べましたが起動時の加速度が大きい程 $T_{start} > T_{av}$ の関係が顕著になることが予想されますが、気体—粒子系のレオロジー的な性質をも加味した考察も必要となってくると思われます。

【質問 3】

(1)式であらわされる結果は、混合機の種々の寸法比等が変化しても T_{start}/T_{av} の比が、 ϵ_i のみによって決定されることを意味するように考えられ、したがって(3)式によって T_{av} を求めれば、任意の条件の T_{start} が ϵ_i の値さえわかれば求められるように示されています。所で 3.4 では T_{start} に及ぼす R_b の影響が検討され、 T_{start} に対する R_b の影響のし方と、 T_{av} に対する R_b の影響のし方が parallel でないことが示されています。

したがって(1)式の結果は一定の R_b に対してのみ成り立つ式と云うことになるのでしょうか。

【回答 3】

定常攪拌時すなわち動的平衡状態では羽根の粉粒体層に作用する範囲は羽根両側面と上面の一部周辺に限られ、流動化を促進させてトルクを下げる方向に作用しているのに対し、静止状態からの起動時のわずかの時間内では、羽根面の粉粒体層に対する作用範囲はかなり大き

く、あたかも層全体が固体化して、それをせん断する時の挙動に似ていると思われます。このように、粒子の流動状態および力の伝達メカニズムのちがいにより定常攪拌時と起動時とは、羽根幅の作用の仕方が異なっておりますので、Fig. 7 の結果をもとに無理に式化するのも問題かと思ひ、ここでは、過去に行なった混合実験結果から最良の混合状態を与えた羽根幅比 $R_b = 0.079$ の場合についてのみ式として示すにとどめました。

使用記号

b_o : リボン幅	[m]
D_o : リボン外径	[m]
D_T : 混合槽内径	[m]
H : 粉粒体層高	[m]
N_s : 回転速度	[rps]
P_o : リボンピッチ	[m]
R_b : リボン幅比 (b_o/D_o)	[-]
R_p : リボンピッチ比 (P_o/D_o)	[-]
T_{air} : 空気吹き込み時のトルク	[Kg·m]
T_{av} : 定常平均トルク	[Kg·m]
T_{max} : 最大トルク	["]
T_{min} : 最小トルク	["]
T_o : 空トルク	["]
T_{start} : 起動トルク	["]
t : 時間	[sec]
t_s : 起動トルクのピーク値を示す時間	[sec]
u : 空気流速 (空筒基準)	[m/sec]
u_{mf} : 流動化開始速度	[m/sec]
u^* : 無次元空気速度 ($=u/u_{mf}$)	[-]
W : 粉粒体装入量	[kg]
ϵ_i : 初期空隙率	[-]
Δp : 圧力損失	[Kg/m ²]
Δp_{mf} : $u=u_{mf}$ における圧力損失	[Kg/m ²]
μ_t : 粉粒体の内部摩擦係数	[-]
ρ_a : 粉粒体見かけ密度	[kg/m ³]
ρ_s : 粉粒体真密度	[kg/m ³]

引用文献

- 1) 佐藤, 吉川, 奥山, 矢野: 粉体工学 研究会誌, 14, No. 12 669 (1977)
- 2) 佐藤, 阿部, 石井, 矢野: 同誌, 14, No. 8 411 (1977)
- 3) 佐藤, 阿部, 石井, 吉川, 矢野: 同誌, 14, No. 8 448 (1977)
- 4) 佐藤, 平田, 芦田, 宮南, 矢野: 粉体工学会誌, 18, (11) 811 (1981)

板谷産ゼオライトおよび合成ゼオライトの 窒素選択吸着による富酸素空気の製造

Production of Oxygen-Enriched Air by Use of Selective
Adsorption of Nitrogen on Itaya-Zeolite or Synthetic-Zeolite

高坂 彬夫 松田 良弘
Ayao Takasaka Yoshihiro Matsuda

Abstract

An investigation was made on the method of concentrating oxygen in air under the gauge pressure of 0~3Kg/cm² at a normal temperature by using Itaya-zeolite composed mainly of clinoptilolite or synthetic zeolite.

Maximum 95 volume % of oxygen-concentrated air could be obtained by a two-cylinder small-sized pressure swing device by using molecular sieve 5 A. Though Itaya-zeolite has less adsorbing power of nitrogen than the molecular sieve 5 A or 4 A, it will be useful for supplying oxygen-enriched air in the fields such as waste water treatment and medical attendance.

1. はじめに

近年、石油化学、金属精錬、紙パルプ工業、燃焼装置および排水処理などで酸素の需要が増大するのに伴って、従来の深冷分離によらない経済性のある酸素の製造技術が注目されるようになった¹⁾。

例えば、米国においては合成ゼオライトの一種であるモレキュラシーブ5A、モレキュラシーブ13Xやモルデナイトを使用した“Lindox” P S A (Pressure-Swing-Adsorption) 法が開発されている²⁾³⁾。

一方、わが国においては改質モルデナイトを使用した大阪酸素のDaxon法⁴⁾や板戸ゼオライト(秋田県産)を酸処理して使用した空気中の酸素、窒素の分離プロセス⁵⁾などがある。

これらは、いずれも常温および加圧下でゼオライトが酸素に比べて窒素を選択的に吸着し、常圧で窒素の一部を脱着する特異な性質を利用した酸素の製造法であり、装置は比較的大型で設置場所が固定化されている。

最近、医療、休息室、養殖、排水処理および反応装置などで小規模の酸素の利用はますます多様化しつつあるが、多くの場合高圧ポンペに充てんした酸素や液体酸素に頼っているのが現状である。

本研究においては、各種天然および合成ゼオライトの空気の吸脱着特性を明らかにするとともに、移動容易で構造が簡単な低コストの小型酸素発生機を開発するため種々の実験的検討を行ったので、その結果について報告する。

2. 試料

実験に使用した板谷産天然ゼオライトの形状、化学組成、焼成に伴う構造変化、示差熱分析、比表面積、細孔容積分布、水蒸気、アンモニア、硫化水素、亜硫酸ガスの吸着、赤外線吸収スペクトルなどの諸特性、流動性および噴流性などの物理的性質については、すでに報告した^{6)~8)}。

試料は板谷産ゼオライトを乾式粉碎したもの(商品名SGW)にバインダーを使用せず水を加えて混練し、湿式成形機により4mmφ×4mmに成形した。

つぎに活性化するため、110℃で乾燥後、電気炉中で350℃、2hr焼成した。板谷産ゼオライトの大気中の吸脱

Table 1 State of synthetic and Itaya zeolites samples

Sample	Commercial brand	Shape of adsorbent
Synthetic zeolite (5A)	Molecular sieve (5A)	Pellet 1.5mm ϕ ×3mm/
Synthetic zeolite (4A)	Molecular sieve (4A)	Pellet 3mm ϕ ×6mm/
Improve zeolite (Mordenite)	Zeoharb 501	Pellet 1"/8 ϕ
Itaya zeolite (Clinoptilolite)	Zeoharb 502	Pellet 1"/16 ϕ
	S G W	Pellet 4mm ϕ ×4mm/

着特性を他の吸着剤と比較するため、合成ゼオライトであるモレキュラーシブ5Aと4Aおよび改質モルデナイトなどを使用した。(Table 1)

3. 試験装置および試験方法

PSA装置の設計に関するデータはほとんど公開されておらず、最適設計への手がかりを得ることはかなり困難を伴う。

鈴木⁹⁾は装置の設計のポイントとして

- 1) 吸着剤量 濃縮酸素の取出量と吸着剤の容量を等しくする。(SV=1)か、あるいはそれ以下とする。
- 2) 再生ガス量 全量の1/6が製品ガスのとき良好な酸素濃度が得られる。
- 3) 圧力と温度 圧力は3~4 Kg/cm²が適しており、それ以上加圧することは効果的でない。温度は低い方がよいが、低すぎても良くない。
- 4) 所要空気量 二塔式の場合、濃縮酸素量の約10倍必要、酸素濃度がより高濃度を要求される場合は、15~20倍の空気量が必要。

また、装置の性能は、a) 温度、b) 吸着剤の窒素吸着量、c) SV値、d) 圧充てん工程などに大きく影響され、小、中型の吸着塔の場合は高さLと直径Dの比、L/D=9程度が良好な濃縮酸素を発生すると報告している。しかし、これらはさらに検討する必要がある。

「外呼吸」の生理学によると、成人の呼吸運動は毎分、14~18回位で、1回の呼吸量は肺活量の約1/2で、健康男子の肺活量は3500ml~4000mlといわれている。

大気中の主成分は、容積でN₂: 78%, O₂: 21%, Ar: 0.9%, CO₂: 0.03%である。

これより概算すると、健康な男子は、毎分6000~7000 mlの酸素を呼吸しているものと推定される。したがって、例えば医療用として開発する場合の酸素発生機の下限の目安はこれを若干上回るものでなければならない。

3.1 試験装置

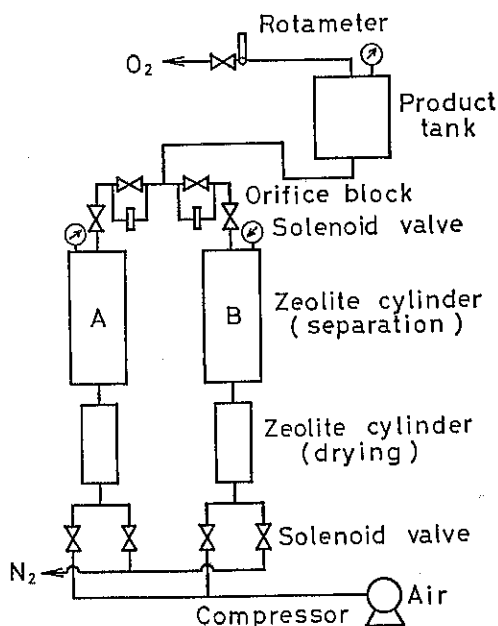


Fig. 1 Schematic diagram of the separation apparatus.

試作した圧力スイング法 (PSA法) による空気中の酸素濃縮装置は、小型コンプレッサー、乾燥用ゼオライト充てん筒、酸素-窒素分離用ゼオライト充てん筒、製品酸素タンク、電子回路 (電磁弁、ICタイマーなど)、オリフィスブロック、流量計、圧力計、消音器などから構成されている¹⁰⁾。(Fig.1 参照) 配管は実験上の都合から主としてプラスチック管を用いた。

Table 2 に各部品の主な仕様を示す。

3.2 試験方法

原料空気を無給油式ダイアフラム型小型コンプレッサーで圧縮し、Fig.1のAの下方の乾燥用ゼオライト筒を通過させ水分を除去した後、酸素-窒素分離用ゼオライ

Table 2 Specifications on parts used for the experimental apparatus.

Parts	Specification
Air compressor	35 (l/min)
Drying cylinder	100mm ϕ ×400mm/
Separation cylinder	125mm ϕ ×700mm/
Oxygen buffer tank	170mm ϕ ×220mm/
Solenoid valve	0~10Kg/cm ² gauge
Orifice block	1.0mm or 0.8mm ϕ
Flow meter	0~10 (l/min)
Pressure gauge	0~4Kg/cm ² gauge
Pipe line	1" / 4 Fittings and 6 mm Plastics tubing

ト充てん筒Aへ供給する。この分離用充てん筒では、主として窒素がゼオライトに吸着され、富酸素空気は筒、上部の電磁弁およびオリフィス・ブロックを通り製品タンク中に蓄積される。

A筒の加圧下の末期にB筒の上部の電磁弁が開き、富酸素空気によりB筒内部のゼオライトの充てん間隙に残存する富酸素空気、微量の水蒸気が洗滌され、B筒下部の電磁弁が開かれ排気される。

つぎに、A筒の上部の電磁弁が閉められ、同時に下部の電磁弁の排気側が開かれ常圧まで減圧される。この際、乾燥筒内のゼオライトに吸着されていた水蒸気、分離筒内のゼオライトに吸着されていた窒素の大部分が脱着され排気される。同様な操作が一定の周期でB筒と交互に行なわれる。

製品および脱着ガス中の酸素濃度は、燃料電池をセンサーとする酸素濃度計（東京原子工業製、POD A1）で測定した。また、製品中に含まれる微量の水蒸気は、電解式水分計（Beckman 社製、Hygromite）で測定した。

4. 実験結果および考察

PSA法による混合ガスの分離の理論的解析は、例えば、窒素-メタンガス系については行われているが¹⁰⁾、未公開、未解決の点も少なくない。本研究においては、実用的見地から理論的な解析法によらず、実験的手段により以下各項目について検討した。

4.1 充てん筒内部の圧力変動

PSA操作の際、酸素-窒素分離用ゼオライト充てん筒にかかる空気の圧力変動の一例を Fig. 2 に示した。

まず、筒A内のゼオライトへ圧力がかかり、a-b間で窒素が選択的に吸着される。b-c間では製品酸素による筒B内のバージを行ない、その後、c-d間で筒A

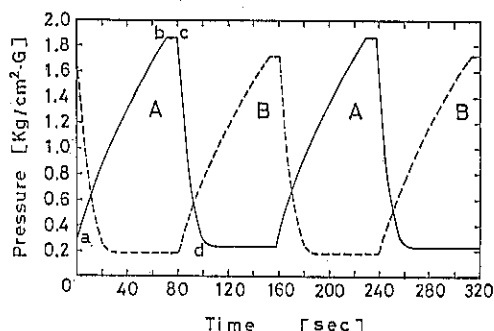


Fig. 2 Recorded pressure curves for cyclic steady state operation.

内を常圧付近まで減圧することにより被吸着ガス（主成分窒素）の脱着が起る。これと同時に同様な操作が筒B内のゼオライトについても起り、シーケンス制御により両者が繰返される。

4.2 充てん筒内部の温度変動

PSA操作によってゼオライトが大気を吸着すると、その充てん層内部の温度は上昇し、また、大気を脱着すると温度は低下する。Fig. 3は、PSA操作の際のゼオ

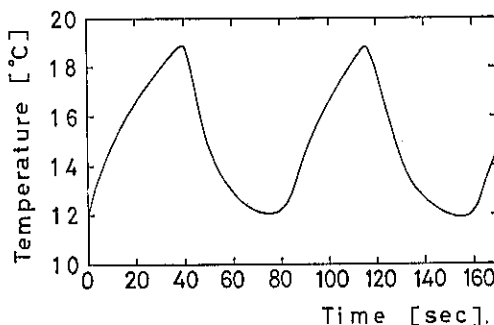


Fig. 3 Recorded temperature curve for cyclic steady state operation.

ライト層中心部の温度変動の経過の一例を示したものである。測定結果には空気中の窒素、酸素および水蒸気などの吸脱着、空気の圧縮膨張、装置からの放熱などの影響も含まれ、その理論的な解析は容易ではない。しかし、充てん筒内部の温度変動の主因はゼオライトへの窒素の吸脱着熱であり、PSA用吸着剤の性能を知る上で重要な手がかりになるように思われる。

4.3 サイクル時間と酸素濃度

すでに述べたように、本PSA操作は二筒式で行なわれる。例えば、AおよびB筒に酸素-窒素分離用板谷産

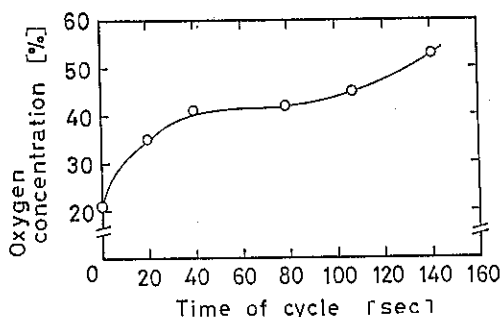


Fig. 4 Oxygen [%] in product gas vs. time of cycle.

ゼオライト各々5kg, 乾燥用ゼオライト各々2.4kg を使用した場合, サイクル時間と動的平衡時の製品タンク中の富酸素空気の酸素濃度の関係を Fig. 4 に示した。

(富酸素空気使用側のバルブは閉じている。…いわゆる, 流量 0 l/min)

板谷産ゼオライトを使用した場合, サイクル時間が短い20sec のときの製品タンク中の富酸素空気中の酸素濃度は35%であるが, サイクル時間を140sec にすると酸素濃度は53%まで向上する。

4.4 充てん筒内圧と酸素濃度

ゼオライト充てん筒内に空気圧をかけるほど, 空気中の窒素がゼオライトに吸着される。板谷産ゼオライトの充てん筒にかける原料空気の内圧と製品である富酸素空気中の酸素濃度の関係を Fig. 5 に示した。本実験の条

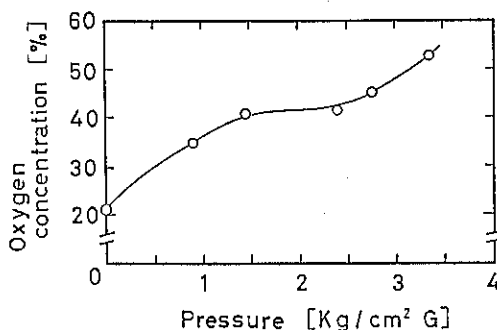


Fig. 5 Effect of pressure in zeolite cylinder on oxygen [%] in product gas.

件の範囲内では, 板谷産ゼオライトに加える空気圧が高いほど, 富酸素空気中の酸素濃度が向上することがわかる。

4.5 経過時間と酸素濃度

Fig. 6 は, 板谷産ゼオライトを酸素-窒素の分離剤と

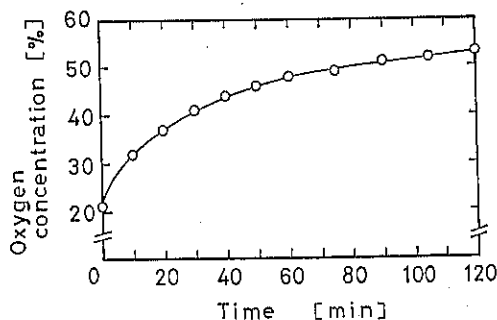


Fig. 6 Oxygen [%] in product gas vs. time elapsed.

して使用した場合, 試験装置運転開始後の経過時間と製品タンク中の富酸素空気の酸素濃度を測定した結果である。約120min で富酸素空気中の酸素濃度が一定値に近づくことがわかる。この酸素濃度の立ち上がり特性を良くするような操作条件を選定する必要がある。連続運転をする場合は, この立ち上がり特性はあまり問題になくても良い場合もあるが, 停止している装置を始動する場合は, 空運転の期間が必要になる場合も生ずる。

4.6 製品の流量と酸素濃度

Fig. 7 は酸素-窒素の分離剤として, 板谷産ゼオライト, モルデナイト, モレキュラシーブ4A, 5Aを使用した場合, 富酸素空気の使用量と富酸素空気中に含まれる酸素濃度の関係を示したものである。いずれの吸着剤を使用しても, 製品である富酸素空気の使用量の増加と

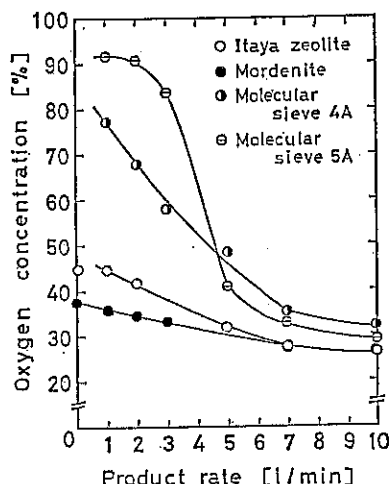


Fig. 7 Product gas composition for various flow conditions.

ともに酸素濃度は低下する。

また、本実験の条件下での吸着剤の酸素—窒素の分離性能は、モレキュラシーブ 5A>モレキュラシーブ 4A>板谷産ゼオライト>モルデナイトとなった。

4.7 ゼオライトの充てん量と酸素濃度

PSA装置において、酸素—窒素分離筒に充てんするゼオライトの分離性能が良いほど装置を小型、軽量化することができる。このため、各種合成ゼオライトおよび板谷産ゼオライトの充てん量（酸素—窒素分離筒一本についての）と動的平衡状態にある製品タンク中の富酸素空気中の酸素濃度の関係を測定し、Fig. 8に示した。

合成ゼオライトであるモレキュラシーブ 5Aは、2.4 kg 程度の充てん量でも酸素濃度90%の富酸素空気を得ることができ、充てん量の増加で最高約95%の酸素濃度に達する。

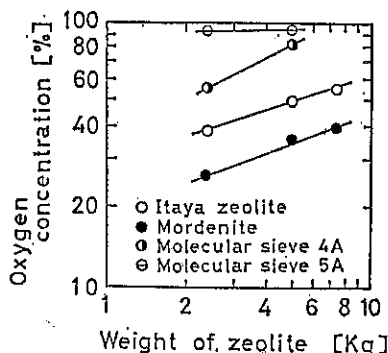


Fig. 8 Product gas composition vs. weight of zeolite.

他のゼオライトも、その充てん量の増加とともに製品である富酸素空気中の酸素の濃度が増加する。

なお、ゼオライトの充てん量は、必要とする富酸素空気中の酸素濃度、ガスの使用量、ゼオライトの寿命、ゼオライトの価格から経済性のある条件を見出し、決定しなければならない。

4.8 製品の使用量と酸素生産量

板谷産ゼオライトを酸素—窒素分離筒の一基につき、5 kg ずつ使用した場合、製品の富酸素空気使用量 (l/min) と純酸素換算の生産量 (l/hr) の関係を Fig. 9に示した。空気は前述のように通常21% (容量) の酸素を含んでおり、図中の○印は純酸素換算の酸素製造量であり、●印は其中、ゼオライトの窒素、酸素の選択吸着特性に依存して分離生産された酸素製造量である。

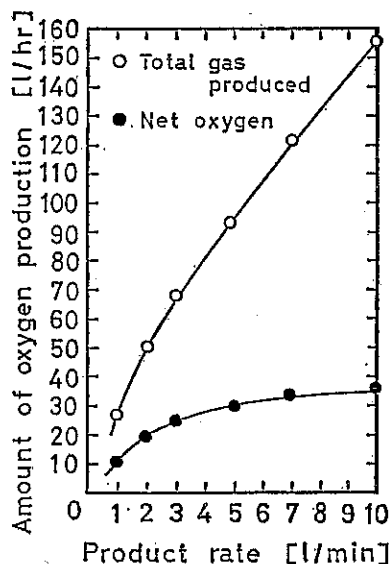


Fig. 9 Amount of oxygen production vs. product rate.

4.9 製品の使用流量と電力消費量

製品の使用流量 (l/min) と電力消費量 (kwh/kgO₂) の関係を Fig. 10に示した。大型装置の電力消費量は、0.45~0.7kwh/kgO₂ といわれており、本研究に使用した小型二筒式の装置はこれに及ばない。しかし、流量が増加するほど酸素単位重量あたりの電力消費量は少なくなるので、必要以上の酸素濃度で製品を使用することは経済的でない。

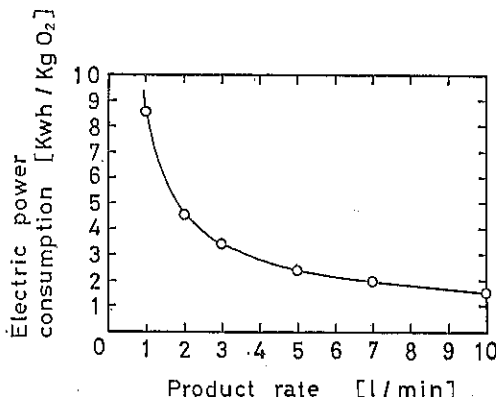


Fig. 10 Electric power consumption vs. product rate.

4.10 吸着剤の劣化の状態

約1カ年使用した吸着筒内の吸着剤の水蒸気による劣化の状態を判定するため、水晶温度センサーを利用した断熱型熱量計で板谷ゼオライトおよび合成ゼオライト5Aの浸漬熱の分布を測定した¹²⁾。その結果は、Fig. 11およびFig. 12の通りであり、両者とも筒の全長の入口

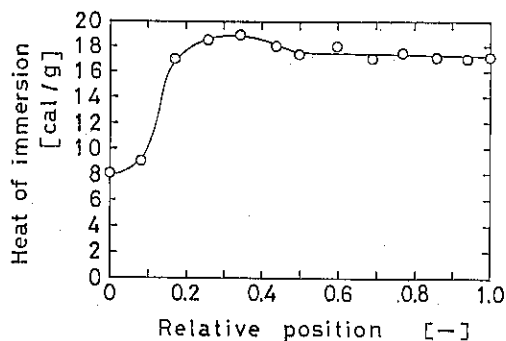


Fig. 11 Heat of immersion in water of Itaya zeolite at various relative positions in the P S A cylinder.

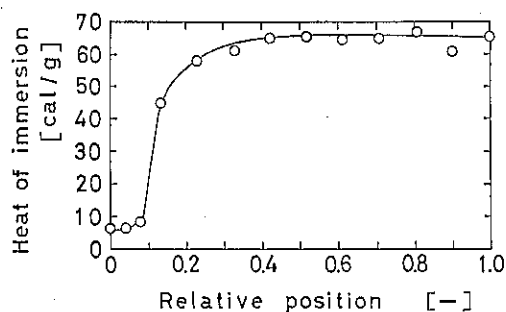


Fig. 12 Heat of immersion in water of Molecular sieve 5A at various relative positions in the P S A cylinder.

から約 $\frac{1}{3}$ 前後のところまで水蒸気の吸脱着が有効に働いているように思われる。したがって、本装置は少なくとも1年間以上ゼオライトを交換せずに使用できるものと思われる。

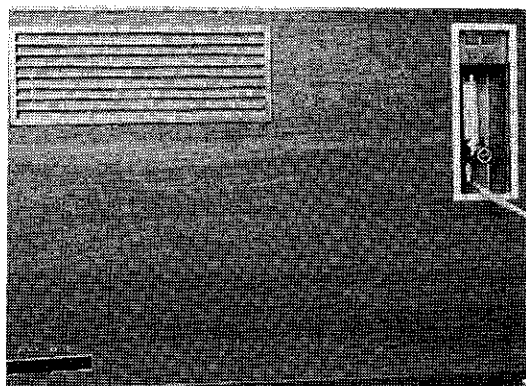
4.11 ゼオライトの劣化と再生

脱湿の不完全である空気を分離用板谷産ゼオライトへ供給すると、前述のように徐々に水蒸気による劣化が進行し、酸素一室素の分離性能が悪くなる。乾燥空気を原料として装置を運転すれば、分離用ゼオライトの長期間使用は可能になる。水蒸気で劣化した板谷産ゼオライト

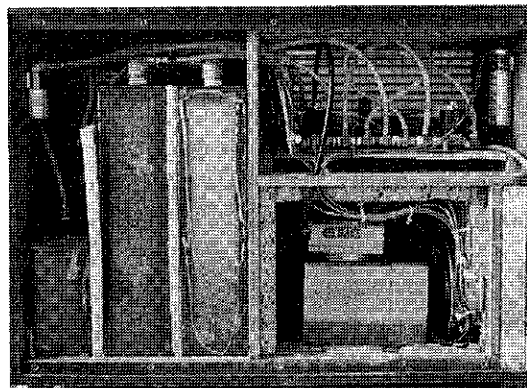
は新しいものと容易に交換可能であるが、約350°Cで2hr焼成することにより、繰返し使用可能である。なお、板谷産ゼオライトは乾燥空気製造用の吸着剤としても使用でき、露点-50°C以下の乾燥空気を容易に得ることが可能である。

4.12 卓上型P S A装置

以上報告した事項およびその他の試験結果を参考にし、ゼオライト5kg+5kgを使用した2筒式の卓上型P S A装置を開発した。その一例をPhoto. 1に示す。本試作機は、長期運転の結果、ほぼ所期の目的を達成することができた。



Front view



Rear view

Photo 1 Small-sized oxygen generator.

5. P S A装置の問題点¹³⁾

小型P S A装置を開発する場合の一例として、特にその仕様がきびしい医療用の場合の問題点を考えてみよ

う。

- 1) 酸素濃度計 酸素濃度計をオプションとし、濃度センサー差し込み口を設けるのも一法であるが、濃度センサーおよび濃度計の選定が必要である。酸素濃度の測定法としては a) 磁気式法 b) 濃淡電池法 c) 隔膜電極法などがある。酸素発生機に最も容易に応用できるのは、燃料電池法と考えられる。安価で性能の良い製品の開発が望まれる。
- 2) タイム・メーター、流量記録計、積算流量計 診療報酬の計算、ゼオライトの交換の目安などに必要である。
- 3) 警報器 電源の停止、酸素濃度の過不足、流量不足、エアフィルターの目詰り、機械の異常運転の際に必要。
- 4) サーキットブレーカー 電源 ON-OFF スイッチ連絡タッチによるヒューズ切れ、電圧降下時の過電流による事故防止。
- 5) エア・フィルター 製品酸素吐出口からのゼオライト粉、塵埃、細菌の吐き出し防止対策として必要。
- 6) ゼオライトの劣化 ゼオライトの種類によってかなり相違している。前述のように空気中の水蒸気が劣化を促進する。ゼオライトの寿命は一年以上を目標とする。ゼオライトの劣化の定量的な確認法および経済的再生法の確立が必要である。
- 7) コンプレッサーの騒音防止対策 病人を対象とする特殊性から特に必要である。低騒音コンプレッサーの開発、特殊騒音防止対策、コンプレッサー部と本体の分離設置など考慮すべき問題が多い。

6. おわりに

筆者らの開発した小型P S A装置は、1年以上の長期間テストにより所期の目的をほぼ達成することができた。しかし、医療用として使用する場合は、5.に示した問題点については、さらに慎重な研究と対策が必要と思われる。

なお、酸素-窒素の分離剤としては5 A型の合成ゼオライトが望ましいが、50%程度の中濃度の酸素を必要とする用途に対しては板谷産ゼオライトでも充分である。また、経済的な見地からも板谷産ゼオライトは有望である。

本P S A装置はコンパクトに設計されており、低価格で移動可能なため、小規模の酸素、窒素、乾燥空気⁽⁴⁾⁽⁵⁾を必要とする需要に将来対応できるように思われる。

付記 P S A法による小規模の富酸素空気の製造は比

較的新しい技術であり、理論的に解明されていない問題が多い。また、ゼオライトを提供されたり装置の開発に協力された企業間との know-how に属する点も多く、詳細に記載できない部分もあるのをお許し願いたい。

お気付の点、ご指示、お問合せ下されば幸である。

参 考 文 献

- 1) 高橋一太：排水処理における酸素の利用，化学工学，42，[9] 506～510 (1978)。
- 2) Breck, D. W. : "Zeolite Molecular Sieves", 709 (1974). Wiley-Interscience.
- 3) Rabo, J. A., "Zeolite Chemistry and Catalysis", 7 (1976) Amer. Chem. Soc.
- 4) 大阪酸素：“ゼオハープを使った吸着式酸素自動濃縮装置”カタログ
- 5) Sand, L. B and F. A. Mumpton : Natural Zeolites Occurrence, Properties, Use 16 (1978). Pergamon Press.
- 6) 高坂彬夫，菊池正志，長谷川二男：板谷産ゼオライトの諸特性，材料，23，[250] 515～519 (1974)。
- 7) 高坂彬夫：板谷産ゼオライトの特性と利用，粉碎，[20] 127～142 (1975)。
- 8) 高坂彬夫：天然ゼオライトの特性と利用，粉碎，[24] 120～129 (1979)。
- 9) 鈴木謙一郎：圧力スイング法による吸着操作の設計（その4）ケミカル・エンジニアリング24，[5] 77～84 (1979)。
- 10) 高坂彬夫，松田良弘：板谷産ゼオライトによる富酸素空気の製造，材料，28，[312] 794～797 (1979)。
- 11) Philip, H. T and H. K. Robert : Separation of Nitrogen and Methane via Periodic Adsorption A. I. Ch. J., 17, 335～342 (1971)。
- 12) 高坂彬夫，遠藤正美，松田良弘：水晶温度センサーを使用したゼオライトの浸せき熱の測定，材料，29，[324]，868～872 (1980)。
- 13) 高坂彬夫，沼沢広幸，森田敏啓，松田良弘：ゼオライトのガス吸脱着特性の小型P S A装置への応用 化学工学協会宇都宮大会要旨集，104～107 (1981)。
- 14) 高坂彬夫，松田良弘：板谷産ゼオライトを利用した乾燥空気の製造，化学工学協会第45年会，講演要旨集，277～278 (1980)。
- 15) 高坂彬夫，松田良弘：板谷産ゼオライトによる湿潤空気から水蒸気の除去，材料，30，[336] 852～855 (1981)。

振動中における粉体の充てんおよび流動特性並びに添加剤を利用した流動性の改善に関する最近の研究動向

湯浅 泰伸*・山城 光雄*
Yasunobu Yuasa Mitsuo Yamashiro

1. ま え が き

我々がよく見かける現象として薬包紙に入っている粉薬を飲むとき¹⁾または風味を出すため瓶中の味の素や食卓塩をふりかけて食用に供するとき、さらに豪雪地帯でしばしば行なわれるように屋根に積った雪をスコップで落とすときなどの諸現象があるが、これらの現象はいずれも粉体を振動させて静的状態より動的状態への変化過程である。換言すれば、粉体を振動させることによって流動化した現象となる。他方、工業面において粉体を振動させる応用例は多いが、基礎研究例は少ない。

また流動性の悪い粉体に特殊な微粉体を少量添加した場合に、一転して急に流動性が改善されることがある。この流動改善剤には添加最適量があり、流動性を変化させる機構として種々の原因が挙げられているが、統一された説明はみられない。

本稿では振動粉体の充てんを始め、流動現象および流動改善剤などに関して得られた最近の研究報告の中からピックアップして述べる。

2. 粉体の振動充てんにおけるエネルギー伝達 (Grayら²⁾の研究)

粉体を振動しながら充てんするとき得られる最終密度は、パイプレータ (振動子) から層へ伝達されるエネルギーの作用に関係がある。粉体を通過する応力波の伝達や振動充てんに関する研究報告例があるが、パイプレータと粉体系のパラメータと最終充てん密度との関係については、従来あまり研究されていない。

本報では粉体層に振動が与えられた場合この振動を正弦的刺戟と考え、エネルギー移動機構について理論と実験両面に亘って述べている。

3. 振動状態における粉体の流動性 (荒川ら³⁾の研究)

Table 1 の粉体、 α -アルミナ (商品名ホワイトアランダム (記号WA)) を試料に選び、ストマー粘度計 (外筒 (内径 6 cm, 深さ 6 cm), 内筒 (外径 2 cm, 長さ 4 cm)) を主体とする実験装置 (Fig. 1) を用いた。外筒内面と内筒外面にそれぞれ約 1 mm の間隔をとり、縦方向に溝を作って滑り止めし、外筒をパイプレータ (振動数 120

Table 1 試料と粒子の大きさ (荒川ら)

Sample	$D_s^*(\mu)$	$D_{50}^{**}(\mu)$
WA 3000	3.5	4.05
WA 1500	5.6	6.94
WA 1200	7.6	10.4
WA 400	20.4	29.5
WA 100	30.2	47.5

* 空気透過法による

** 沈降グラフ上50%径

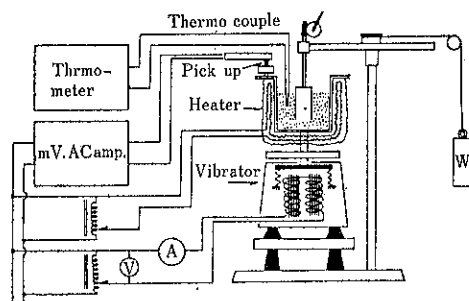


Fig. 1 装置略図 (荒川ら)

* 足利工業大学経営工学科
(〒326 足利市大前町268-1)
Tel. (0284) 62-0605

cps) に固定すると共に外筒の周囲にバンドヒータを巻いて粉体を加熱させる。振動強度を変化するためパイプレータに与える電圧をスライダックにより変化した。振幅は外筒上端にピックアップをつなぎ、電気振動に変換させて交流増幅し、電圧計で出力を測定した。測定値は μA で示され、振幅の相対的大きさを表わす。ピックアップは加熱による温度が影響を及ぼさないよう外筒に直接接触させ、間に小型セル(銅製)を入れて水を循環した。粉体を $100^{\circ}C$ に加熱することにより湿度の影響を無視できるようにした。

外筒に粉体を一定量充てんし、一定の電圧をかけると粉体が振動する。これに荷重 $W(g)$ を加えると内筒が回転し、定常状態になる。各荷重に対する内筒の回転速度 R (rev/sec) の変化を、外筒に加える電圧をパラメータにとり、Fig. 2 にその 1 例を示した。

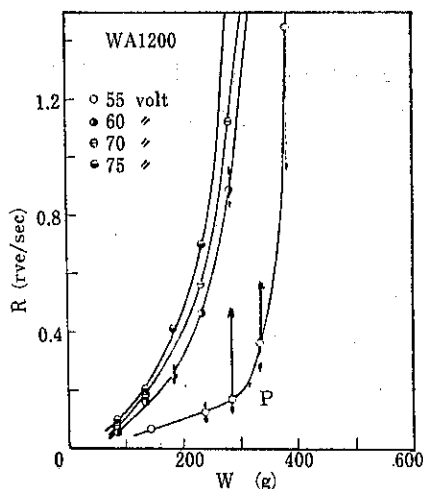


Fig. 2 WA1200の流動曲線 (荒川ら)

電圧が大きいかほど曲線の勾配は 90° に近くなるが、電圧が小さいと W が小さいとき勾配は小さくなり、ある W の値から急勾配に変化する折点 P が存在する。この W の値では内筒外面と粉体との間に滑り運動が生じていて、大きな速度で回転している。点 P より W が小さいときも滑りは部分的に生じるため不均一な回転状態を呈し、図中矢印で示すように R のばらつく範囲が大きいのが観察される。

Fig. 3 は WA1500 について Fig. 2 と同様な R と W との関係を示したもので、この場合も電圧 E (volt) が小さいほど曲線の勾配は減少し、滑りが生じるが、この位置における W は E が小さいほど大きいことがわかる。Fig. 4 は粒径が最小な WA3000 の場合について得られた R と W との関係で、 E が小さくても最初の勾

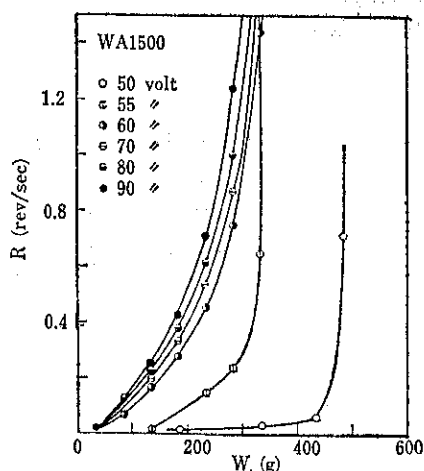


Fig. 3 WA1500の流動曲線 (荒川ら)

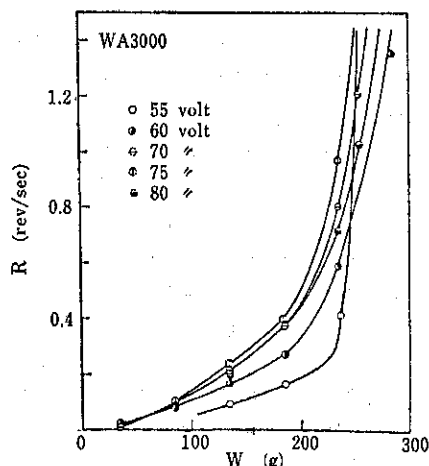


Fig. 4 WA3000の流動曲線 (荒川ら)

配は小さいが、相当小さい荷重で滑りを生じる。

ストマー粘度計においては材料の粘性係数 $\eta(ps)$ は

$$\eta = \frac{T}{Q} \frac{1}{4\pi h} \left(\frac{1}{r_1^2} - \frac{1}{r_2^2} \right) \quad (3.1)$$

で表わされ、 T : 内筒に作用するトルク (gcm), Q : 内筒の回転角速度 (rad/sec), h_0 : 内筒の粉体層に浸っている深さ (cm), r_1, r_2 : 内筒および外筒半径 (cm) である。(3.1) 式で

$$T = W r_0 \quad (3.2)$$

なる関係があり、 r_0 : 内筒上部に設置したプーリーの半径 (cm) である。

本実験装置では内筒と外筒の間隙が大きく、かつ筒面に溝があるためそれらによって生じる誤差を考慮し、装置定数 k' の中に入れて、(3.1) 式の代りに見掛け粘性係数 $\eta_a(ps)$ は

$$\eta_a = k' \frac{1}{h} \cdot \frac{W}{R} \quad (3.3)$$

を使用した。

Fig. 5 は見掛粘性係数と荷重 W との関係をプロットしたもので、 W/R を η_a の代りに用いて対数目盛で示した。これより応力が小さいとき W/R は非常に大きい、応力が増加するに伴って減少し、初めのある値で急減し、曲線に折目を生じる。この位置が前述の滑りが生じた点に相当する。とくに低い電圧のときにこの状態が顕著に出ている。また折れ曲り点は電圧が大きくなるにつれて荷重 W が小さく、見掛粘性係数 η_a が小さいところに現われることが認められる。

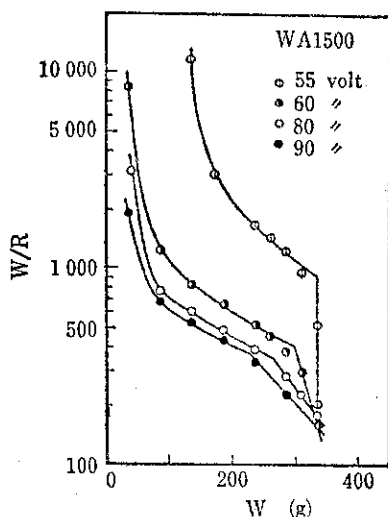


Fig. 5 見掛粘性係数とせん断応力との関係 (荒川ら)

この他粉体を充てんした円筒において振幅とバイブレータに加えた電圧との関係、および見掛粘性係数と粒径との関係などについても考察を試みている。

4. 振動の場における粉体層の挙動 (木幡ら⁴⁾の研究)

振動面上にある1個の粒子に注目し、その運動を次の二つの仮定の下に考察した。

- 1) 粒子を質点とみなす。
- 2) 粒子が振動面に衝突する場合に生じる反発力の作用を考えない。

振動面が変位 X (cm)

$$X = a \sin 2\pi f t = a \sin 2\pi n \quad (4.1)$$

により示される垂直振動をする場合、粒子および振動面の運動は Fig. 6 にみられるように X と n との関係に

よって表わされる。(a: 片振幅 (cm), f : 振動数 (cps), t : 時間 (sec), $n = ft$).

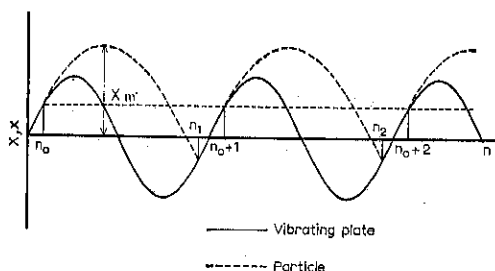


Fig. 6 振動板上の1粒子の運動 (木幡ら⁴⁾)

Fig. 6 で粒子が振動面から打上げられる点を n_0 , 打上げられた粒子が1回目の飛行で振動面に落下する点を n_1 , 2回目の飛行で落下する点を n_2 とすると, n_0, n_1, n_2 はそれぞれ

$$n_0 = \frac{1}{2\pi} \sin^{-1} \frac{1}{G} \quad (4.2)$$

$$n_1 = n_0 + \frac{1}{2\pi} (\sqrt{G^2 + 1} - 2G \sin 2\pi n + \sqrt{G^2 - 1}) \quad (4.3)$$

$$n_2 = n_1 + 1 \quad (n_1 < n_0 + 1) \quad (4.4)$$

$$n_2 = n_1 + \frac{1}{2\pi} (\sqrt{2G(\sin 2\pi n_1 - \sin 2\pi n_2)} + G^2 \cos^2 2\pi n_1 + G \cos 2\pi n_1) \quad (n_1 \geq n_0 + 1) \quad (4.5)$$

で与えられ, G は振動強度で $G = a(2\pi f)^2/g$ である。

振動面における粒子の運動は振動強度 G で区別され、振動面と一体で行なう運動と振動面から離れて飛行する運動との2種類の運動の組合せから構成される。飛行する場合は抗力を受けることなく、流動しやすい状態にあるから振動面から粒子が離れている時間を流動しやすいの目安と考えると、単位時間当りの1個の粒子の飛行時間 θ は、各範囲の G に対して

$$\left. \begin{aligned} G \leq 1 \text{ のとき} & \quad \theta = 0 \\ 1 < G \leq 3.3 \text{ のとき} & \quad \theta = n_1 - n_0 \\ 3.3 < G \leq 3.92 \text{ のとき} & \quad \theta = 1 \\ 3.92 < G \leq 4.57 \text{ のとき} & \quad \theta = \frac{1}{2} (n_2 - n_0) \end{aligned} \right\} \quad (4.6)$$

のようになる。

他方 θ が同じでも粒子は高く打上げられるほど流動性がよいので、振動粉体の流動性の尺度として θ と粒子の最大変位 x_m との積で示す。 x_m は全範囲の G について

$$x_m = \frac{a}{2} (G + \frac{1}{G}) = \frac{g}{8\pi^2 f^2} (G^2 + 1) \quad (4.7)$$

から得られる。

振動粉体の流動性は振動による充てん性と流動性の相対的關係により決定されるので、尺度として

$$M = \frac{\partial x_m}{\partial v/v_0} = \frac{g}{8\pi^2} M^* \quad (4.8)$$

$$M^* = \frac{\theta(G^2+1)}{f^2 \Delta v/v_0} \quad (4.9)$$

を用いた。

5. 振動容器内粒子の運動の解析 (Takahashi ら⁵⁾の研究)

1) 振動板上における粒子の運動について

振動板に1個の粒子が非弾性衝突する場合を考える。粒子のはね返り運動は振動面から打上げられる点 n_0 から Fig. 7 に示すように振動板に落下する点 n_1 の領域について表わされ、つぎの4種類の運動に区別される。すなわち (1) はね返らない、(2) $n_0 < n_1 < n_0 + 1$ のとき1サイクル単位の定常運動、(3) $n_1 > n_0 + 1, n_2 \geq n_0 + 2$ のとき、非定常運動、(4) $n_1 > n_0 + 1, n_2 < n_0 + 2$ のとき、2サイクル単位の定常運動をする。

2) 運動方程式

振動板の運動は

$$\left. \begin{aligned} X &= a \sin \theta \sin \omega t \\ Y &= a \cos \theta \sin \omega t \\ \dot{X} &= a\omega \sin \theta \cos \omega t \\ \dot{Y} &= a\omega \cos \theta \cos \omega t \\ \ddot{X} &= -a\omega^2 \sin \theta \sin \omega t \\ \ddot{Y} &= -a\omega^2 \cos \theta \sin \omega t \end{aligned} \right\} \quad (5.1)$$

で示され、ここに X と Y は Fig. 8 に示すように板の変位、 a : 振幅 (cm)、 ω : 角振動数 (rad/sec)、 θ : 水平面に対する板の勾配 ($^\circ$)、 t : 時間 (sec) である。他方板上の単位体積あたりの粒子の運動方程式は Fig. 8 に示す力の釣合から

$$\left. \begin{aligned} \rho_b \ddot{x} &= F - \rho_b g \sin \theta_h + \rho_{s0} g (k-1) \sin \theta_h \cos \theta_h \{1 + \sin(\omega t - \lambda)\} \\ \rho_b \ddot{y} &= Q_0 - \rho_b g \cos \theta_h - \rho_{s0} g (\cos^2 \theta_h + k \sin^2 \theta_h) \{1 + \sin(\omega t - \lambda)\} \end{aligned} \right\} \quad (5.2)$$

で与えられ、 x と y は粒子の変位 (cm)、 ρ_b は粉体のかさ密度 (g/cm^3)、 g は重力加速度 (cm/sec^2)、 Q_0 は板に作用する垂直方向反力 (dyne)、 F は粒子と板との間の摩擦力 (dyne)、 k は水平方向と垂直方向の圧力の比、 λ は板の変位からの位相遅れ (cm) である。さらに

$$P_s = P_0 g \{1 + \sin(\omega t - \lambda)\} \quad (5.3)$$

は振動層が及ぼす圧力 $P_s (\text{g/cm}^2)$ を与えるとする。 P_0 は定常圧力 (g/cm^2) で、 μ を粒子と板との間の摩擦係数とすると、 F と Q_0 との関係は

$$\left. \begin{aligned} F &= \mu Q_0 & (\dot{x} < \dot{X} \text{ のとき}) \\ F &= -\mu Q_0 & (\dot{x} > \dot{X} \text{ のとき}) \\ F &= 0 & (x = X \text{ のとき}) \end{aligned} \right\} \quad (5.4)$$

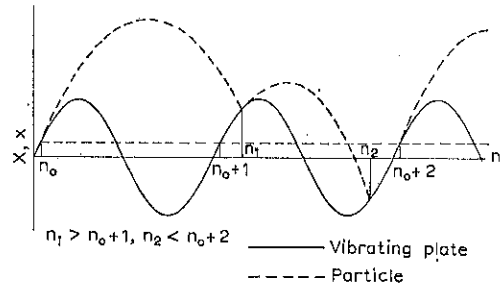
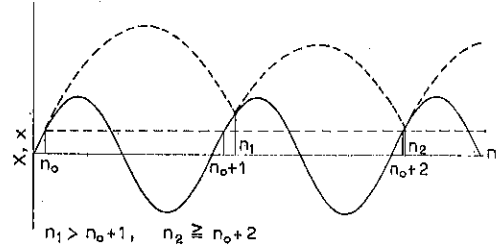
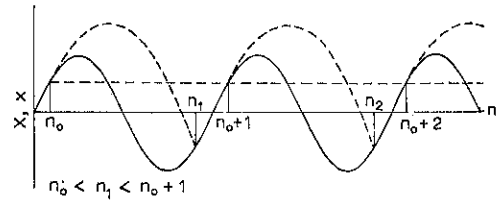


Fig. 7 振動板上の1粒子の運動 (Takahashi ら⁵⁾)

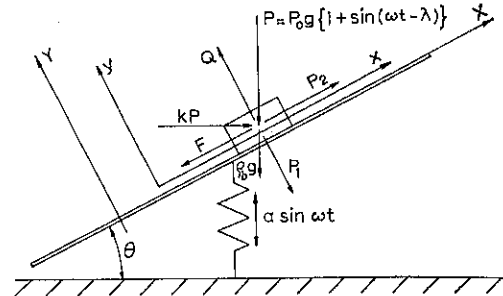
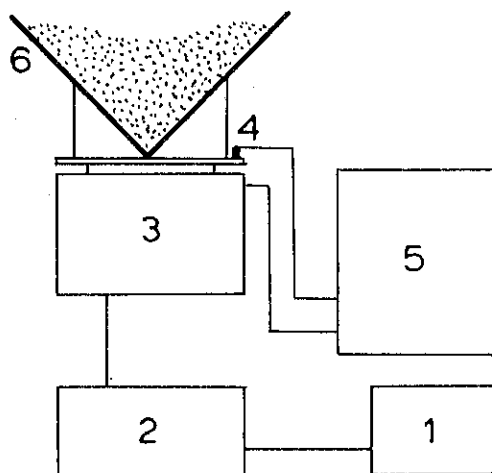


Fig. 8 振動斜面板に沿って動く粒子層の単位体積に作用する力 (Takahashi ら⁵⁾)

となる。

粒子がはね返らない場合およびはね返る場合と2つの場合に分けて理論的考察を展開した。Fig. 9 は装置略図を示す。装置は二次元容器、発振器、出力増幅器、パイプレータと振動の速度や加速度を測定する同期検定器 (シンクロスコープ) で検出し、増幅器で調節した。定常振動状態に達した後、数点における粒子の平均速度をある距離を移動する時間より求めた。振動強度 G を2.0 から3.5まで変えて、40から70 cps の範囲の一定振動数で実験した。約 $\phi 1.0 \sim 1.5 \text{ mm}$ の硝子球と破碎した後分



級した方解石を用いて実験し、その重量は各実験毎に約 660 gr 使用した。

3) 粒子の循環運動

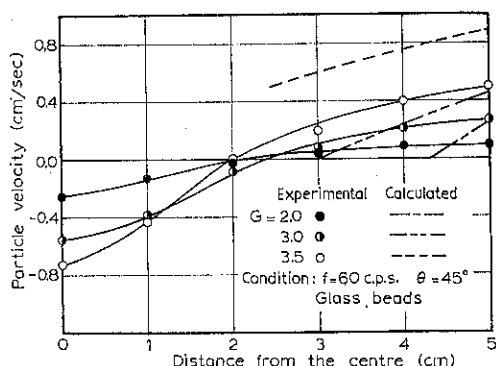
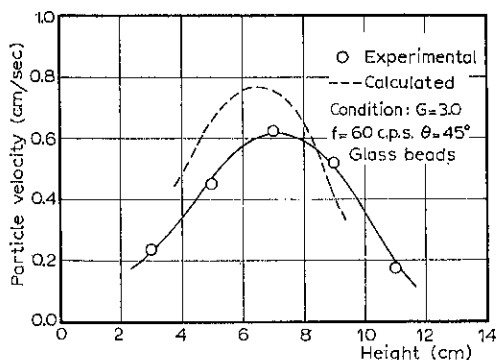


Fig. 12 G または f による振動斜面板上のきまった点における粒子速度の変化 (Takahashiら)



これらの実験結果は振動中の粉体層に上述の運動方程式を適用することによって解析できるが、粒子個々の複雑な挙動を考慮すると、振動層のモデルが考察上便宜を提供する。

6. 振動ホッパーからの付着性粉体の流動 (Suzuki ら⁶⁾の研究)

Fig. 14のような二次元ホッパーでは長方形粉体層の垂直降伏面上における最大せん断強さ $\tau_{smax}(g/cm^2)$ と抵抗力 $F_s(dyne)$ との関係は h をホッパーの高さ(cm), l_0 を長方形層の幅(cm) とすると、

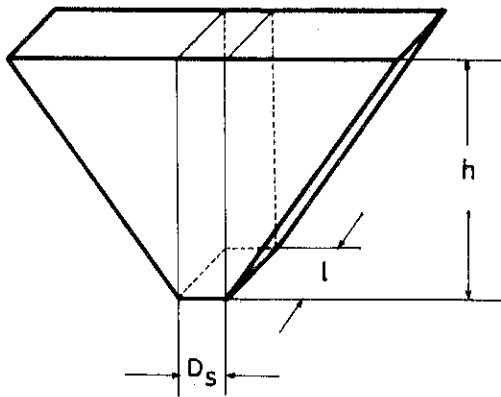


Fig. 14 二次元ホッパーにおける記号 (Suzuki⁶⁾ら)

$$F_s = 2hl_0\tau_{smax} \quad (6.1)$$

で、また長方形層とホッパーの垂直壁との間の最大せん断強さ $\tau_{wmax}(g/cm^2)$ による抵抗力 $F_w(dyne)$ は D_s をホッパ口径(cm) とすると

$$F_w = 2hD_s\tau_{wmax} \quad (6.2)$$

でそれぞれ表わされる。

他方流出を生じる力 $F_1(dyne)$ は衝撃時間 $\Delta T(sec)$ 中に層の面に作用する平均衝撃力で、

$$F_1 = \rho_p(1-\epsilon)hl_0D_s(g + \frac{\Delta V}{\Delta T})/g_c \quad (6.3)$$

で与えられ、 ρ_p は粉体の密度 (g/cm^3), ϵ : 層の平均空隙率, Δv : 容器底面に対する層の相対衝撃速度 (cm/sec), g_c : 重力換算係数である、 $F_1 > F_s + F_w$ のとき流出が起こる。従って振動中の臨界流出条件は $F_1 = F_s + F_w$ より

$$\rho_p(1-\epsilon)(g + \frac{\Delta V}{\Delta T}) = 2(\frac{\tau_{smax}}{D_s} + \frac{\tau_{wmax}}{l_0})g_c \quad (6.4)$$

となる。振動強度、振動数および粉体の性質のような操作条件で変る Δv を求める方法を述べると共に、流出速度の式も誘導できる。ホッパー出口 (Fig. 14) 上の長方形層と振動ホッパーとの間の相対速度 $v_r(t)$ は粉体

の流出速度に関係し、

$$v_r(t) = v(t) - V_h(t) \quad (6.5)$$

で表わされ、 $v(t)$ は長方形層の速度 (cm/sec), $V_h(t)$ はホッパー速度 (cm/sec) である。 $G > G_c$ という条件が容器に層があたる $t=t_1$ のとき満足されれば、粉体の流出が始まり、層の絶対速度が容器の絶対速度に等しくなる $t=t_2$ まで続く。粉体の速度とホッパーとの間の平均相対速度 $\bar{v}_r$ は流出中

$$\bar{v}_r = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} [v(t) - V_h(t)] dt \quad (6.6)$$

で定義され、 $V_h(t) = a(2\pi f) \cos 2\pi f(t)$ および $t_2 - t_1 = \Delta t$ を (6.6) 式へ入れると、

$$\begin{aligned} \bar{v}_r &= \frac{1}{\Delta t} \left\{ \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt - \int_{t_1}^{t_2} a(2\pi f) \cos 2\pi f t dt \right\} \\ &= \frac{1}{\Delta t} \int_{t_1}^{t_2} v(t) dt - \frac{a}{\Delta t} (\sin 2\pi f t_2 - \sin 2\pi f t_1) \end{aligned} \quad (6.7)$$

になる。

一方粉体層の運動方程式は

$$M' \frac{dv}{dt} = -M'g + \tau S_0 g_c \quad (6.8)$$

のように書くことができ、 M' : 層の質量 (g), τ : 平均せん断層応力 (g/cm^2), S_0 : せん断面積 (cm^2) である。

(6.8) 式を積分し、(6.7) 式へ代入すると、

$$\begin{aligned} \bar{v}_r &= v(t_1) + \frac{1}{2} \left(\frac{\tau S_0 g_c}{M} - g \right) \Delta t - \frac{a}{\Delta t} (\sin 2\pi f t_2 \\ &\quad - \sin 2\pi f t_1) \end{aligned} \quad (6.9)$$

になる。

つぎに臨界振動強度 G_c を求めるため実験した。装置は前研究で用いたのと同じ二次元振動ホッパーで、附着

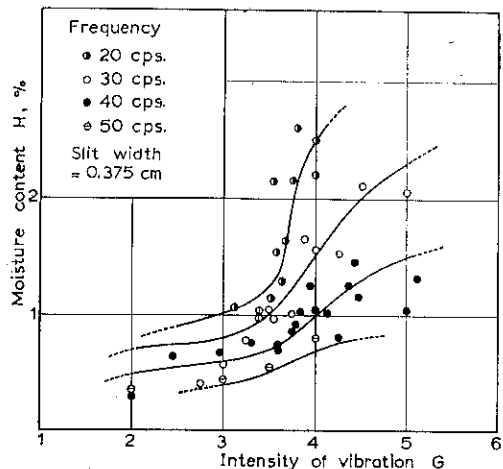


Fig. 15 フローテスト結果 ($D_s = 0.375 cm$) (Suzuki⁶⁾ら)

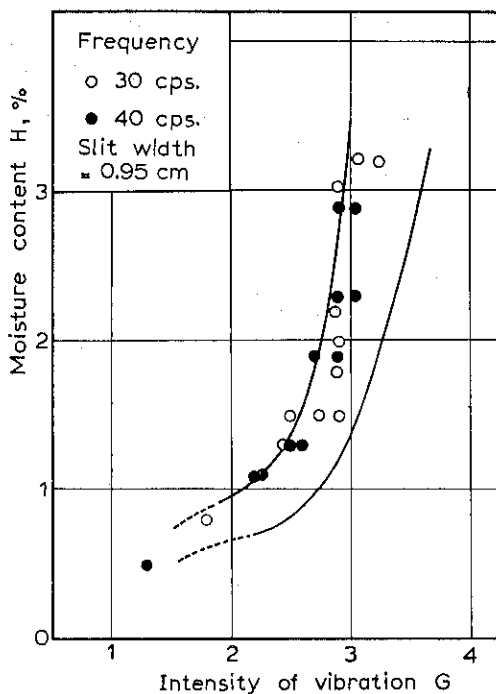


Fig. 16 フローテスト結果 ($D_s=0.95\text{cm}$) (Suzukiら)

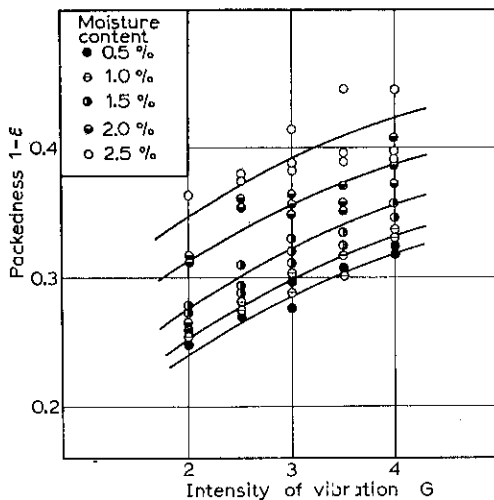


Fig. 17 付着性粉体の充てんに及ぼす振動の影響 (Suzukiら)

性粉体として比較的低い含水量(重量基準で約0~3%)をもつ flyash (密度 $2.17(\text{g}/\text{cm}^3)$) を用いた。装置は3cm離れた平行壁、高さ20cm、頂角 90° 、スリット幅0.95cmと0.375cmポリメチルメタアクリル酸塩製である。パイプレータ上にホッパーを組立て、振動数と振幅は自動発振器と増幅器で調節される垂直正弦振動を受ける。振動加速度をピックアップ加速度計と同期検定

器で測定した。

20~50cpsの振動数の範囲で粉体の種々の含水量について実験した結果を Fig. 15, Fig. 16 に示す。実線は

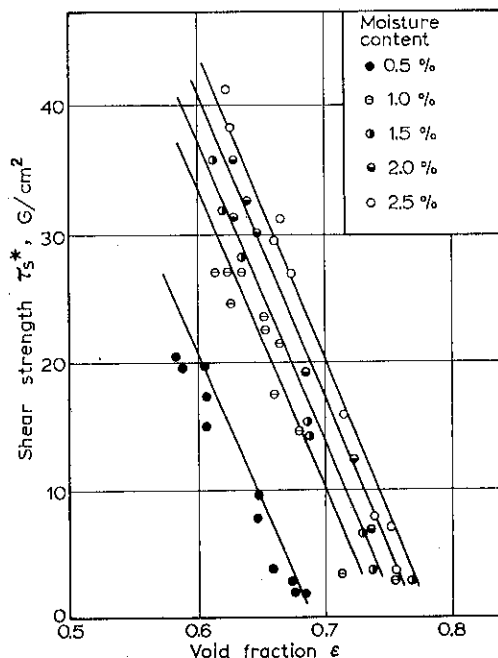


Fig. 18 空隙率による粉体層のせん断強さの変化 (Suzukiら)

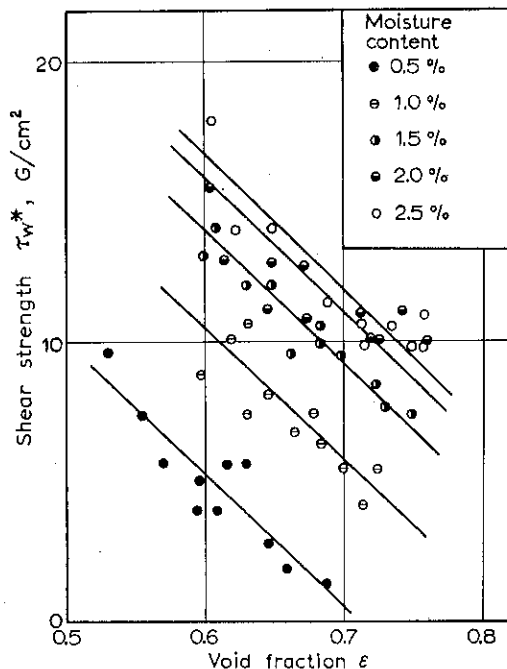


Fig. 19 空隙率による粉体層と板との間のせん断強さの変化 (Suzukiら)

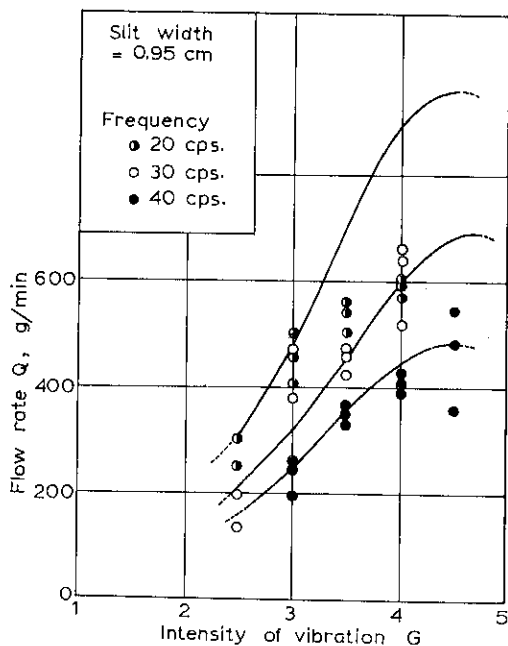


Fig. 20 Gとfに関する流出速度の実験結果および理論結果 (Suzukiら)

理論値を、プロットした点は実験結果である。

平均空隙率もホッパーの流出口を閉じて測定した。Fig. 17は含水量について充てん率 $(1-\epsilon)$ と $f=30$ cpsにおける振動強度 G との関係を示す。振動数が変化しても結果にあまり影響しなかったため、Fig. 17と同じ値を計算に用いた。

Fig. 18とFig. 19は直接せん断実験装置による結果を示す。粉体層のせん断強さ τ_s^* と粉体とポリメチルメタクリル酸塩板との間のせん断強さ τ_m^* を空隙率 ϵ に対してそれぞれプロットした。

スリット幅 0.95cm をもつ同じ装置を用いて、 G_c に対する実験と同時に流出速度を測定した。含水量 1.5% の場合における結果を各振動数について Fig. 20に示す。

7. 空気圧を作用した排出管付ホッパーからの混合粉体の流出 (とくに流動改善剤を添加した場合) (山城ら⁷⁾の研究

口径 240mm, 頂角 98° , 高さ 215mm の角型ホッパー (Fig. 21) の底部にレバーを設け、これを水平方向に瞬間的に引張ると、内部に充てんした粉体が流出する。流出口には口径 $\phi 13$ mm, 長さ 177.8cm の塩化ビニール管が鉛直に付設され、管の側面に上端から 2.9, 25, 50,

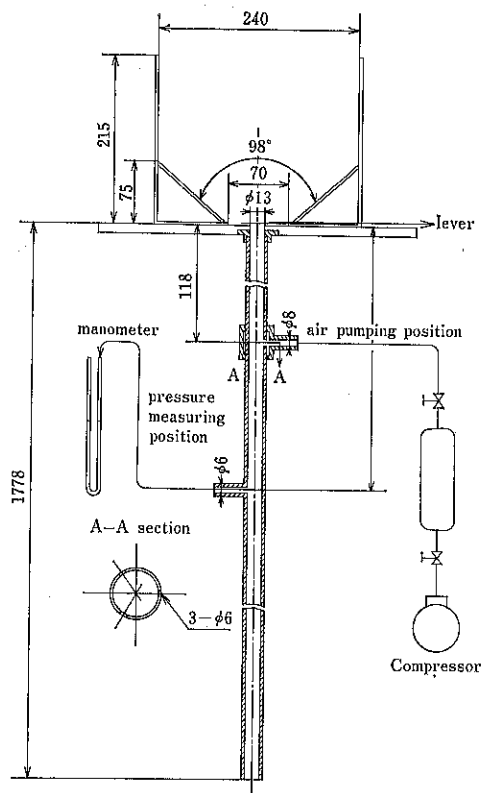


Fig. 21 実験装置 (山城ら⁷⁾)

Table 2 試料 (山城ら⁷⁾)

混合条件	試料	粒径 d (mm)	混合比 r
1種類の粉体	トーボレックス	$\phi 0.505$	
同種の粉体	硝子球	$\phi 0.505$ と $\phi 0.180$ $\phi 1.015$ と $\phi 0.505$ と $\phi 0.180$	1:1, 2:1, 1:2, 4:1, 1:4, 1:6 1:1:1
異種の粉体	硝子球とトーボレックス 硝子球とタルク	$\phi 0.180$ と $\phi 0.505$ $\phi 0.505$ と $\phi 0.069$	1:1, 2:1, 1:4 タルク(%) 0, 1, 3, 5, 10

75, 100, 125, 150cm の各位置に圧力測定口(φ6mm)と上端より 11.8 cm の位置に空気送入口(φ6mm)を作った。試料として Table 2 に示す物性を有する粉体と粒径および体積混合比の異なる同種の混合粉体および異種の混合粉体を使用した。

コンプレッサーから送入される空気量を弁で調節し、空気送入口から管内を流下する粉体に垂直に送入する。各空気量に対して管内圧力差 $P-P_0$ (g/cm²) をそれぞれの圧力測定口で測定した (P_0 : 大気圧)。本研究では粉体物性および空気量以外の因子が一定な場合について検討した。

管内を流下する粉体は粉体層(固体粒子層)と空気(気体粒子層)との固気混合二相流であり、両者の流れの間に相対運動が行なわれる。空気を管内に送入させるとき送入口の位置が影響し、ここを基点として空気は上方と下方に分れる。いま上方および下方に流れる空気量を V_1 (cc/sec), V_2 (cc/sec) とすると、空気送入量 V (cc/sec) は $V=V_1+V_2$ である。送入口付近においては送入口より上方は流下粉体量と上昇する空気量 V_1 との相対量になるのに対して、下方は流下粉体量と流下する空気量 V_2 との和になる。精密測定するにはこれら V_1 と V_2 を測定する器具を付設する必要があるが、本報では V を用いた。

Fig. 22(a), (b) は粒径 d : 0.505mm と 0.180mm の同種の硝子球について体積混合比 r が 2:1, 1:2 (代表例) のとき、空気量 V をパラメータとしたときの管の上端よりの距離 l (cm) と圧力分布 $P-P_0$ (g/cm²) との関係を示す。両図より空気量の多少に関らず曲線の形

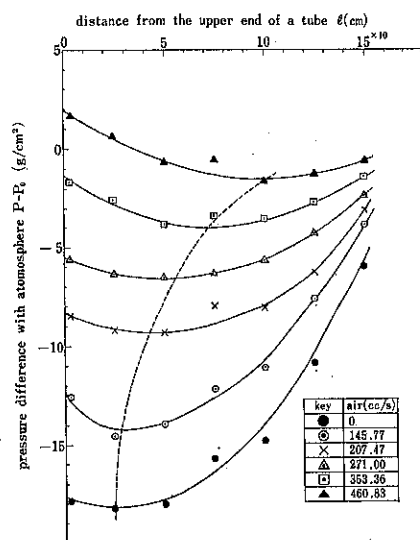


Fig. 22 (a) 硝子球 φ0.505mm と φ0.180mm の混合 (混合比 2:1) (山城ら)

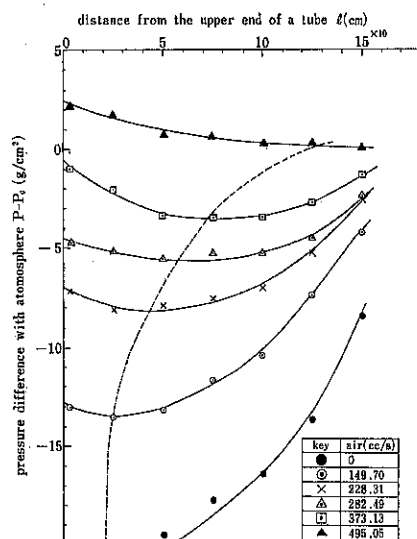


Fig. 22 (b) 硝子球 φ0.505mm と φ0.180mm の混合 (混合比 1:2)

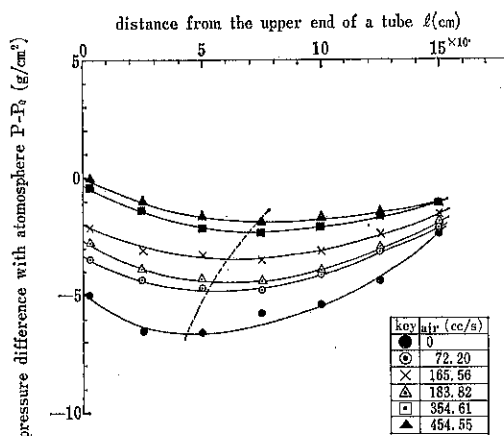


Fig. 22 (c) 硝子球 φ0.505mm とトーボレックス φ0.505mm の混合 (混合比 1:1)

状は下向に凸で、減圧の最小値があるのがみられる。 V が少ないとき l の増加に伴って最初の内は圧力差は減少し、以後増加し、最小値 $(P-P_0)_{\min}$ が空気送入口下方にあるのがわかる。この最小値は V の増加と共に右上りの位置へ移動し、滑らかな曲線(図中破線で示した部分)になる。また混合比 r の影響については粒径が小さい硝子球を多量含むほど圧力差は大きい。

Fig. 22(c), (d) は同一粒径 d : 0.505mm をもつ異種の混合粉体硝子球とトーボレックス(耐衝撃性スチロール樹脂の商品名)の体積混合比 r が 1:1 および 1:2 (代表例) について圧力分布をプロットしたもので、こ

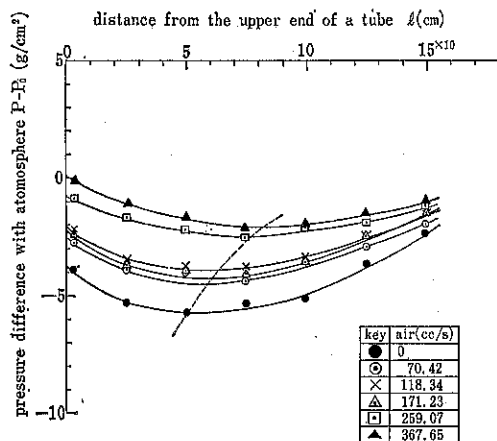


Fig. 22 (d) 硝子球 $\phi 0.505\text{mm}$ とトーポレックス $\phi 0.505\text{mm}$ の混合 (混合比 1 : 2)

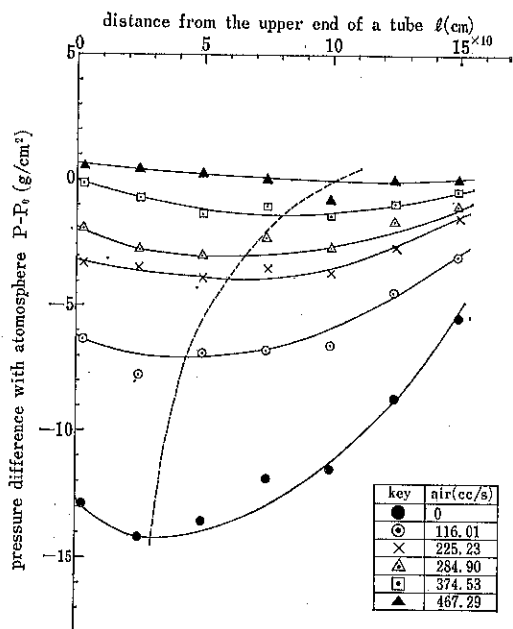


Fig. 22 (e) 硝子球 $\phi 0.505\text{mm}$ とタルク 0.069mm の混合 (混合比 100 : 3)

の場合にも圧力分布の形状は Fig. 22(a), (b)と同様な傾向が認められる。つぎに Fig. 22(e), (f)は粒径 $d: 0.505\text{mm}$ の硝子球に流動改善剤タルクを 3%, 10% (代表例) 添加させ、十分攪拌混合した場合について圧力分布を調べたもので、曲線の形状は Fig. 22(a)~(d)の場合と類似傾向を示している。これよりタルクの添加量が多いほど下方に凸な滑らかな曲線となり、タルクが硝子球に対して流動改善剤の役目を果たすことを明らかにした流量と空気量との関係 (ここには管内圧力差と空気量につ

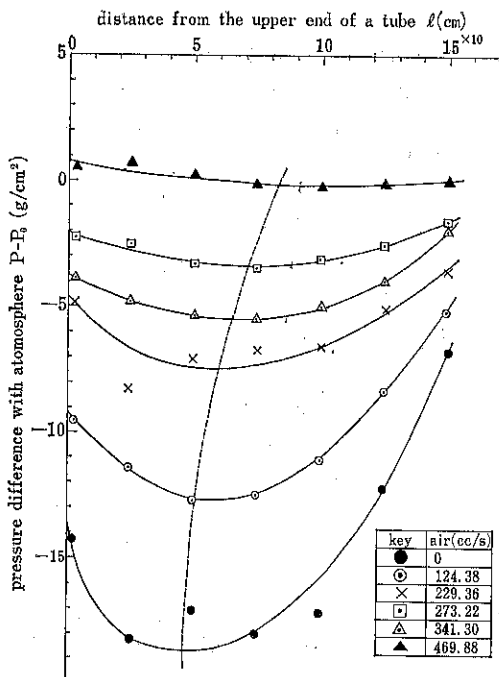


Fig. 22 (f) 硝子球 $\phi 0.505\text{mm}$ とタルク 0.069mm の混合 (混合比 100 : 10)

いてのみ述べ、詳細は文献⁷⁾を参照されたい。)と対応関係がある。

8. 滑剤 (glidants) 添加による二三の粉体物性の変化 (小川ら⁸⁾の研究)

粉体に滑剤少量を添加させて流動性を改良し、その流動機構について種々の報告がみられるが、本報では二三の物性変化を測定すると共に粒子の顕微鏡写真より滑剤による流動機構を調べている。

1) 含水率 $w(\%)$ を変化した場合の滑剤の粉体の安息角 $\phi_r(^{\circ})$ に及ぼす影響について調べていて、試料として重炭酸カリ KHCO_3 、滑剤としてステアリン酸マグネシウム (MS) および珪酸 (SA) を用いている。滑剤の混合割合をパラメータにして安息角 ϕ_r と含水率との関係を Fig. 23に示す。これより滑剤を添加しない KHCO_3 だけの場合、 ϕ_r は含水率 w が増加するに従って ϕ_r は大きくなるが、添加剤 (滑剤) が 5% のとき w の変化が安息角 ϕ_r に及ぼす影響は少ないことがわかる。

2) 静電帯電に対する影響

高圧戸紙電気泳動装置の 1 部を改造し、直流高圧静電場発生装置を作成した。粉体を振動供給機を用いて両極

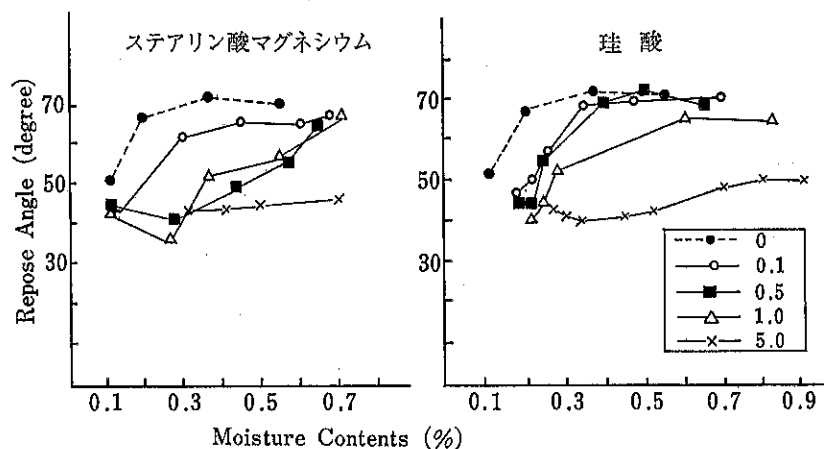


Fig. 23 安息角と含水率の関係 (小川ら)

の下方にあるシャーレへ供給し、薄く拡げた後両極間に電圧6000V (DC) をかけて写真にとった結果を Fig. 24 に示す。無添加の粉体 NaHCO_3 , KHCO_3 共陽極で反発するのに対して滑剤を添加するとある濃度以上で反発しなくなる。この原因として静電気的中和または極性変化が考えられる。

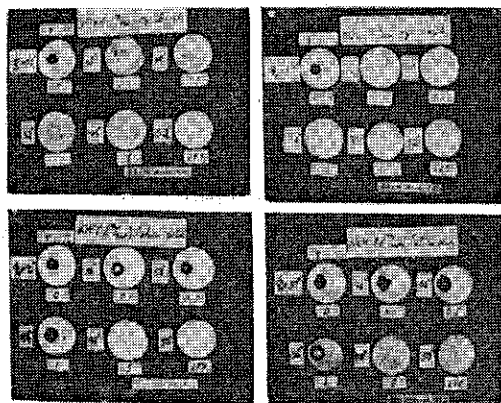


Fig. 24 NaHCO_3 と KHCO_3 の静電的特性 (小川ら)

9. 結 言

上述のように種々の観点から述べられた研究例を著者の研究と共に解説を試みた。今後も粉体の振動特性に関連した興味ある研究の展開活動が望まれる。

(記 号)

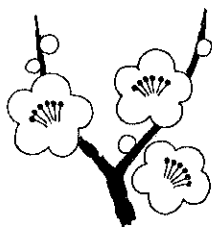
α : 振幅 (cm)

D_s : ホッパー口径 (cm)
 d : 粒径 (mm)
 E : 電圧 (volt)
 F : 粒子と板との間の摩擦力 (dyne)
 F_L : 粉体が流出を生じる力 (dyne)
 F_s : 長方形粉体層の垂直降伏面上におけるせん断に対する抵抗力 (dyne)
 F_w : 長方形粉体層とホッパーの垂直壁との間のせん断に対する抵抗力 (dyne)
 f : 振動数 (cps)
 G : 振動強度 (—)
 G_c : 臨界振動強度 (—)
 g : 重力加速度 (cm/sec²)
 g_c : 重力換算係数 (—)
 h : ホッパーの高さ (cm)
 h_0 : 内筒の試料層に浸っている深さ (cm)
 k : 水平圧力と垂直圧力の比 (—)
 k' : 装置定数 (—)
 l : 管の上端よりの距離 (cm)
 l_0 : 長方形層の幅 (cm)
 M : (4.8) 式で与えられる流動の尺度 (cm)
 M' : 層の質量 (gr)
 M^* : $M/g/8\pi^2$ (sec²)
 n : ft (—)
 n_0 : 粒子が振動面から打上げられる点 (—)
 n_1 : 打上げられた粒子が1回目の振動で振動面に落下する点 (—)
 n_2 : 打上げられた粒子が2回目の飛行で落下する点 (—)

$P-P_0$: 管内圧力差 (P_0 : 大気圧)	(g/cm ²)	x, y : 粒子の x 方向および y 方向変位	(cm)
$(P-P_0)_{min}$: 管内最小圧力差	(g/cm ²)	x_m : 粒子の最大変位	(cm)
P_s : 振動層が及ぼす圧力	(g/cm ²)	ε : 空隙率	(—)
P_{s0} : 定常圧力	(g/cm ²)	η : 粘性係数	(ps)
Q : 内筒の回転角速度	(rad/sec)	η_a : 見掛け粘性係数	(ps)
Q' : 流出速度	(g/min)	θ : 単位時間当りの粒子 1 個の飛行時間	(—)
Q_0 : 板に作用する垂直方向反力	(dyne)	θ_h : 水平面に対する板の勾配	(°)
R : 回転速度	(rev/sec)	λ : 板の変位からの位相遅れ	(cm)
r : 体積混合比	(—)	μ : 粒子と板との間の摩擦係数	(—)
r_0 : 円筒上部に設置したプーリーの半径	(cm)	ρ_b : かき密度	(g/cm ³)
r_1 : 内筒の半径	(cm)	ρ_p : 粒子の密度	(g/cm ³)
r_2 : 外筒の半径	(cm)	τ : せん断応力	(G/cm ²)
S_0 : せん断面積	(cm ²)	τ_s^* : せん断強さ	(G/cm ²)
T : 内筒に作用するトルク	(gcm)	τ_{smax} : 長方形粉体層の垂直降伏面上における最大せん断強さ	(G/cm ²)
ΔT : 衝撃時間	(sec)	τ_w^* : 粉体とポリメチルメタアクリル酸塩板との間のせん断強さ	(G/cm ²)
t : 時間	(sec)	τ_{wmax} : 長方形層とホッパーの垂直壁との間の最大せん断強さ	(G/cm ²)
t_1 : 層が容器にあたる時間	(sec)	ϕ_r : 安息角	(°)
t_2 : 層の絶対速度が容器の絶対速度に等しくなる時間	(sec)	ω : 角振動数	(cps)
V : $V_1 + V_2$	(cc/sec)		
V_1 : 空気送入口より上方へ流れる空気量	(cc/sec)		
V_2 : 空気送入口より下方へ流れる空気量	(cc/sec)		
$V_h(t)$: ホッパー速度	(cm/sec)		
$v(t)$: 長方形の速度	(cm/sec)		
$v_r(t)$: 長方形と振動ホッパーとの間の相対速度	(cm/sec)		
Δv : 粒子が振動板に当る点における相対速度	(cm/sec)		
v_0 : 振動面から飛上った粒子の初速度	(cm/sec)		
w : 荷重	(gr)		
w : 含水率	(%)		
X, Y : 振動板の x 方向および y 方向変位	(cm)		

文 献

- 1) 三輪: 粉粒体工学, 朝倉書店, (1972), 243.
- 2) Gray, W. A. & Rhobes, G. T.: Powder Technology, **6**, (1972), 271.
- 3) 荒川・西野・水渡: 材料, **17**, [177], 545, (1968).
- 4) 木幡・後藤・田中: 化学工学, **31**, [1] 55, (1967).
- 5) Takahashi, H., Suzuki, A. & Tanaka, T.: Powder Technology, **2**, 65, (1968/1969).
- 6) Suzuki, A. & Tanaka, T.: Powder Technology, **6**, 301, (1972).
- 7) 山城・湯浅: 第17回粉体に関する討論会, 53, (1979-10).
- 8) 小川・平山・中島: 第7回粉体に関する討論会, 149, (1969).



POWDER & BULK SOLIDS '81 (シカゴ)

に参加して

藤井 謙治*

Kenji Fujii

1981年5月12日から14日までの3日間シカゴで開かれた Powder & Bulk Solids Exhibition にホソカワミクロンは現地法人 HOSOKAWA AMERICA CORP. としてはじめて出展いたしました。展示会には、O'HARE EXPOSITION CENTER といってシカゴ郊外の ROSE MONT 村にある会場が使われたのですが、ここは東京の晴海展示会場のようにいくつも展示館が立ち並ぶところではなく展示ホールと展示者用の倉庫それに会議用ホールがいっしょになった大きな建物がひとつあるだけでした。この展示会は、日本でいうならば粉体工業展といったところでしょうか、出展会社数は200社余りほとんどが米国企業、中でも Bulk Handling 専門会社が目につきました。参観者数もおそらく粉工展と同じ程度だったろうと思います。

今回の米国出張は単に展示会への出展だけでなく、ホソカワミクロンと提携あるいは協力関係にある会社への表敬訪問と技術研修を兼ねたものでした。田中常務取締役(東京支店長)を団長に6名の技術研修団が編成され、5月4日から19日までの日程で出発しました。米国で、HOSOKAWA AMERICA の川村(美)氏や HOSOKAWA EUROPE の佐藤(功)マネジャー、横山(豊)氏(現;ホソカワミクロン枚方事業本部)らと合流し、私を含めて5名の展示会準備班が Chicago に到着したのは5月6日の夕刻でした。

準備作業は、まず展示会場がどこなのか探すことから始まりました。展示館のまわりをいったりきたりしながら展示会場にたどり着いたわけです。宿泊していたホテル (HYATT REGENCY O'HARE) と展示会場は歩いて1~2分という距離であったにもかかわらず、あちで尋ねこちで聞き、うろろしながら展示ホール

へ入るのに15分ぐらいかかったのでしょうか。でも日本から送った荷物が無事に到着しているのを見てまずはひと安心というところでした。

国内の展示会であればそこで我々 worker は早速作業服に着替えて梱包を解き工具を引張り出して展示機の設置にかかるわけですが、ここでは展示館内での設置作業を Exhibit group で手配した worker が一手に引き受けていて、準備初日はほとんど汗を流すことなく、ただただ思うにままならぬ準備作業に気をもみながら見守るだけでした。とは言っても語学に堪能な他の人達は、作業の指示にあるいは事務局との折衝に忙がしくしておられました。

ここで展示したのは、スーパーセパレータ、ミクロンドライア、スーパーミクロンミル、ファインビクトリーミル、ミクロンジェットの5機種です。中でもスーパーセパレータはトナー粒子を用いて計算機制御システムの実演をするという計画でしたから結構大変な準備が必要でした。主な機械の設置が終わると、制御系統の配線やその他測定系の調整など細かい仕事は我々の手で行ない、なんとか無事に準備を終えていよいよ展示会の幕が開けられた。

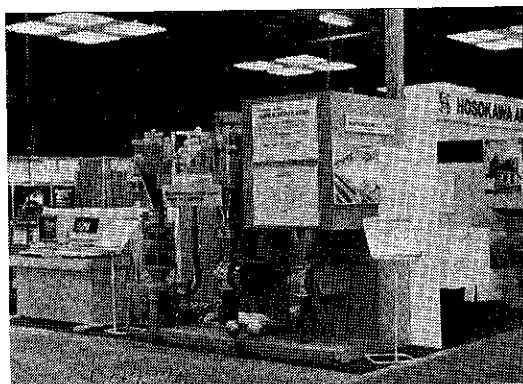


Photo. 1 スーパーセパレータの展示風景

* 細川粉体工学研究所

(〒573 枚方市招提田近1丁目9)

Tel. (0720) 57-3721

展示会は午前10時から午後5時までです、これがはじまってしまうと私の仕事は実演機がトラブルなく稼働しているかどうかをチェックすることと、ホソカワの製品に興味をもって眺めている客がいればPRに務めるといったことです。とは言っても実際に私がすることといえば、客の袖を掴まえておいて英語の話せる人を呼び、隣りで2人の会話を聞きながら「実務英語」の hearing 訓練をすることだったのです。自分で充分話せればこんなことをすることもなかったのですが、なかなか理想と現実とは両立しないものです。日本企業の単独出展というのはホソカワ1社で、人気も上々、回りの出展会社の人がうらやましがらるほどいつもお客で賑っていました。こんなわけで、お客の袖を引っ張っていき助けを求めようとしても、みんなそれぞれのお客と話しをしていて誰も私の方を振り向いてくれないときの私のあわてようといったら……、今思い出してもゾッとするような心地がします。



Photo. 2 千客万来の HOSOKAWA AMERICA CORP.

この展示会で感心したことのひとつに入場者のネームプレートがあります。普通日本の展示会では、入場者が名刺を出したり記名したりしてカタログや資料を請求するのが普通ですが、出展者も入場者もそのわずらわしさには手を焼きます。ここでは、ネームプレートがちょうどクレジットカードやキャッシュカードのようになっていて（もっとも磁性体を塗布したりはしていませんが）、入場者はそれをちょっと各社の説明員に渡せばOK、展示者の方も事務局から借りている簡単なロールプレスのようなもので所定の複写紙に押しつけるとお客の住所、氏名、勤務先が移しとれるのでごく簡単というわけです。名刺交換の習慣が日本ほどでないということや入場料に10\$支払うことなど考えれば、この程度のことは当然と言えるかも知れませんが、こんな些細なことにも米国流の合理主義が顔をのぞかせているような気がしました。

準備期間と撤去期間を含めて1週間余り展示会場のすぐ近くのホテルに滞在したのですが、ホテルと会場を往復する毎日の唯一の楽しみと言えば、会場の受付で毎日笑顔を振りまくかわいい娘ちゃんとのつかの間のおしゃべりでした、と本当は書きたかったのですが、ここではやはり事実を忠実に書くべきでしょう。日常会話すら不十分な私にそんな芸当ができるはずがありません。毎朝会場入りするときには、一見してアルバイトとわかるガードマンが数人眼を光らせており夕方会場から出る時にはもう入口に人影はなく、青い制服を着た朝のガードマンだけが数人。これが現実でした。

食いしんぼうの私には、量のたっぷりある食事は魅力的でした。サンドイッチを注文しても日本の倍以上はあります。しかもそのサンドイッチとは言えば、薄いパンの間に向うが透けて見えそうなハムがはさんである東洋の上品な国とは違って、どこからどうして食べて良いのか喰ってしまうほど大きい（正確には厚いと表現すべきでしょう）ものです。米国人はこれをガブリガブリとやるのですからやっぱり偉大な国民です。米国車は大型でガソリンを喰うことは充分知っていましたが、人間のガソリタンクの方も日本製とはずいぶん違うようです。ごく最近、ヨーロッパから日本を訪ねた方が米国の文化を cowboy culture と皮肉っておられましたが、ことサンドイッチに関しては当を得た表現のようです。こんなことを言っただけでも、そんなサンドイッチが楽しみで昼食の時間を子供のように心待ちにしていた私ですが、それもほんの数日のことでそのうちに、なんとかあつさりしたもので、量もほどほどといったメニューを探さようになりました。私以外の方も程度の差はあってもこんな気持ちだったようです。そんな中で、79年のACHEMAの折に西独へ出張し、毎日ステーキとワインとビールでエネルギーを補給し、見事任務を完遂したという先輩の某氏は、胃の調子がおかしくなると持参の胃薬をポケットからとり出し、ウェイトレスに合図して「～water～」と流暢な横文字で水を注文し「ゴクリ」と薬をひと飲みになると、ニヤッと笑みを浮かべて、またステーキに挑戦する豪傑ぶりを発揮していたのです。やはり日本人のエネルギー源は根性でしょうか。

今回の出展では、現地の様子、特に準備作業についての具体的な様子が事前にわからなかったのも、準備についてもずいぶん大袈裟になり、とりこし苦労が多かったようですが、それも今となっては笑い話となりました。こうして展示会を振り返って勝手気ままなことを書いていられるのも、展示に御協力下さった皆様のお陰と感謝しております。貴重な誌面をお借りして御礼申し上げます。

粉 砕 ・ 分 級 プ ロ セ ス

神保 元二*

Genji Jimbo

“粉砕”誌は昭和32年故細川永一会長の紫綬褒章受章を記念して創刊号を世に出して以来26号を数え、25周年を迎えた。この四半世紀の間に粉体技術は時代のすう勢と共にめざましい進歩と変化をとげとてきた。特に、新しい粉体製品の出現と共に、省エネルギー化、自動化、コンピュータ化の波は粉体プロセス技術の分野にますます強く求められてきている。粉体工学も以前の経験工学的な域を脱し、工学としての体系化がようやくなされようとしている昨今、25周年を1つの節とし、次の段階へのステップとして、粉粒体プロセス技術の現状を把握するためこの特集を企画した。

<編 集 部>

1. は し が き

私は粉砕に関連した展望的な解説を平均すれば年1回位の割合で書いてきているように思うが、最近十数年は正直のところあまり書くことがなくて弱っていた。粉砕技術はほぼ完成した段階にあって、もはやそれ程新しい技術、あるいはそれに関連した研究は本質的にはでてこないのではないか、と考えた一時期もあった位である。何しろ現在使われている粉砕機のうち、恐らく60~70%は100年以上前に開発された機械とほとんど変わっていない。そして90%以上が25年前迄位に開発されたもの、といっているほどだからである。

ところがここ1、2年の間に粉砕にも新しい動きがでてきて、粉砕機としても新しいものが出現する可能性さえみえてきたのである。それに伴って粉砕の研究にも新しい方向が見出せそうに思われるのである。

こういう最近の動向を中心に若干の展望を行ないたいと思う。

2. 粉 砕 に 何 が 要 求 さ れ て い る か

ここ十数年というスパンでみると、粉砕の発展は次の

ような面で進められたとみていいであろう。

- (1) 粉砕機の大形化
- (2) 粉砕プロセスの連続化、システム（閉回路）化
- (3) 粉砕機種種の多様化
- (4) 微粉砕機、超微粉砕機への指向

これらの動きは現在も進んでいるわけであって、つい先日は600馬力の高速回転ミルがホソカワミクロンで製作された、ということである。しかしこの大型化にせよ、次の閉回路称砕にせよ、粉砕の側からいえばほぼ一段落というところで、現在は新たに次のような要求が強まってきているのである。

- (5) 粉砕における省エネルギー
- (6) ファイン・ケミストリー、ニュー・セラミックスなど新物質、新材料に対応する新粉砕方式

実は上にあげた(1)は本来エネルギー効率を上げるために進められたものであるから(5)に対応するし、(3)(4)は(6)につながってくる流れであるが、少し違った角度からあらためて問題にされてきている、といっているであろう。

3. 大型化とシステム化の行方

1960年代から70年代にかけては粉砕機の大形化がきわめて活発に進められたが¹⁾、その代表例はセメントミルといつてよかった。数百馬力のオーダーだったチューブミルは急速に数千馬力のオーダーにまで大型化され、そ

* 名古屋大学工学部化学工学教室
(〒464 名古屋市千種区不老町)
Tel. (052)781-5111

れに伴って効率も上昇したが、その大型化の限界については早くからいろいろ議論されていた。結局 6,000～8,000 馬力位で止まったのではないと思うが、これが粉碎方法の本質的な限界によるものか、ボールの割れや操業条件によるといった将来においては解決可能な原因によるものかは現在のところ結論は下せないであろう。

いずれにしても少なくとも現在の日本では大型化の傾向は一段落したとみていいと思われるが、全世界的にみれば必ずしもそうではない。これは資源開発と関連してクラッシャ類の大型化が一方では進められているからである。今後オイル・シェールの開発などと関連してわが国でも問題になってくる可能性はある。

一方粉碎操作のシステム化は、分級機との結合という方式——つまり閉回路粉碎方式を中心にして急速に進められてきたわけであるが、これは粉碎生成物の粒度測定をオンラインする方向にそった粉碎—分級システムの合理化ということによって、粉碎—分級プロセス全体の考え方を一変させた、といっているであろう。このような閉回路粉碎に関する研究開発、粒度のオンライン測定を含むシステムの解析と応用は、1960年代の後半からはじまり、1970年代を通じてきわめて活発に進められ、現在定常的操作については研究、開発ともに一応一定の段階に達したとみていいであろう。

今後はまだ必ずしも充分といえない粒度のオンライン測定技術の研究開発と、それと大きく関係して連続粉碎、閉回路粉碎の動的なシステム解析とそれにもとづく最適システムの開発ということが主要課題になるのではあるまいか。また次の粉碎機が多様化、微粉域への拡張とも関連するが、分級機内蔵、内部閉回路式の粉碎機の研究・開発が注目されていくのではあるまいか。

4. 粉碎機が多様化と超微粉碎機への指向

現在使われている粉碎機種のほとんどが、すでに20年以上前から、場合によっては100年以上前から開発利用されていたものである、といわれていることはすでに述べた。比較的最近あらわれてきたと考えられているジェット粉碎機や振動ミルにしても、もう実用化されて40年以上になる。その後はビクトリーミルとか、ターボミルとかマイクロリターとかいった高速回転型の衝撃粉碎機がでてきたし、搭式粉碎機やサンドグライNDER、さらにはアトリターといったいわゆる媒体攪拌型の粉碎機の発展も目につく。しかしいずれも原理的にきわめて新しいといえるかどうか、また新しいといえるとしてもまだ実用化されている領域があまり広くなく、粉碎機全体の

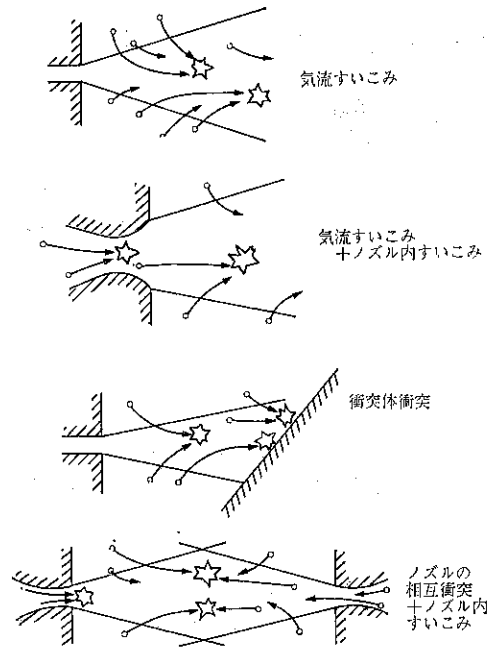
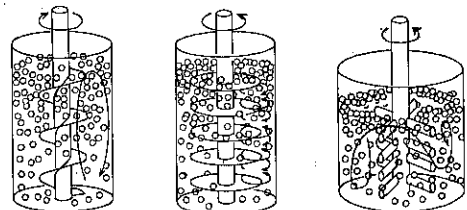


Fig. 1 各種ジェット粉碎機の模式図

(現行この4つの原理のものがいずれもわが国の市場にでている機械の中で生かされている。)

割合でいえば限られたものである。

このように原理的に新しいといえるものは少なくとも、同じ原理の中での型式についてはどんどん多様化していった、新しい粉碎機が次々に出てきているのである。そのいい例がジェット粉碎機であって、マイクロナイザー型とジェット—O—マイザー型に、わが国独自のノズル内すいこみ方式を加えた分級・循環型ミルと衝突体に直接粒子を衝撃させるI型ミルが加わったかと思うと、さらに対向ノズルによるジェット気流衝突式のミルも参入してきている、という具合に次々に種類がふえていく。(Fig. 1)



(A) スクリュータイプ (B) ディスクタイプ (C) アームタイプ

Fig. 2 媒体攪拌型粉碎機の種類

(現在この3つの原理にもとづくミルがいろいろなタイプのものとして使われている。)

高速回転衝撃ミルの種類がきわめて多いことはあらためていうまでもないところであろう。ローラーミルの類いが、石炭の復活ともからんで多様化しているのも最近目につくところである。最近ではまた石臼まで復活して粉碎機はますます多種多様になっている。これは粉碎に対する要求が多様化してきているからであって、今後はさらに新しい産業分野での粉碎操作（例えばエレクトロニクス原料や、生物化学工学の分野での）が盛んになると一層多様化が要求されていくものと思われる。

さてその多様化の中でもいくつかの流れが認められるが、その1つは1970年代を通じて非常に研究開発が盛んであった廃棄物の処理用粉碎機であって、これは主として粗砕ないしはさらに大きい截断的なものが中心であった。しかしやはり何といっても大きいのはもう1つの流れである微粉碎から超微粉碎の方向への多様化であろう。高速回転式のいわゆる衝撃式粉碎機もそうであるし、ジェット粉碎機もそうである。最近とくに注目されるのは、ボールやペブルを円筒容器(主としてたて形)に入れ、その中にスクリーや攪拌棒を入れてはげしく攪拌するいわゆる媒体攪拌型の粉碎機であろう。(Fig. 2) これはスクリー型、ディスク型、多翼攪拌棒型、単翼攪拌棒型に分類されるが、最近とはくにSCP(単細胞蛋白質)関係の実験用として開発されたダイノミルのように小型で特殊な微粉碎を目的としたもの、或いはサンドグライNDERなどの中でまた各種型式のものが増える、という形で展開している。振動ミルもそうであるが、密閉式になることが雰囲気調整に有利である点も今後重要視されていくであろう。

いずれにしても、ますます微粉碎域側に重点を移しながら粉碎機が多様化していくことは今後の大きな流れとなるに違いない。

5. 省エネルギーと粉碎生成物の高度化

いままで述べたような動向に加えて、最近数年来に急に注目されてきたのは省エネルギーである。これはもともと粉碎操作がエネルギーの大食いである。という広く知られた事実から、常に検討の対象となっていたものであるが、かつては大型化など生産拡大の方向で省エネルギーがはかられてきたのに対し、エネルギー危機以来はもっときめ細かく動力の低減がはかれることとなった。このために考えられる方向は次のようにとりまとめられよう。

- (1) 被粉碎物の物性などを変えて本質的に効率を増大させる方向→粉碎助剤の利用、深冷化など。

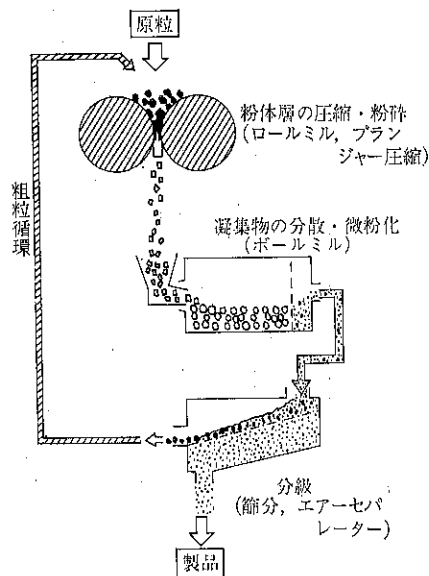


Fig. 3 Schönert の圧縮粉碎-ボールミル粉碎方式の概念図

- (2) 粉碎の操作条件の最適化→小径ボールの採用などエネルギー効率という点からの最適化の選択、高速回転衝撃式ミルの回転数の増加、ボールミルでのボールの運動の複雑化など。
- (3) 粉碎プロセス・システムの合理化、複合化、多段化→閉回路粉碎系の合理化、乾燥との同時操作(乾燥粉碎)、圧縮粉碎-チューブミル粉碎の組合わせ(Schönert の提案²⁾) (Fig. 3)。

この3つの方向はいずれも古くから検討されてきているものであるが、エネルギー・コストの安いときは、製品の品質や人手やスペースという観点が主であったものが、エネルギー・コストの増加とともに、省エネルギーという観点の優先順位が上がってきたということである。

もう1つの問題として、粉碎製品の高度化という課題がある。これはまず粒度を望む範囲にできるだけシャープにきめる、ということからはじまり、次に形状でもできる限りコントロールする、という要求にいたり、さらには粉体粒子の表面状態から結晶構造までをコントロールするいわゆるメカノケミカル現象までをコントロールするきわめて高度な課題にまでつながっていくのである。これは例えばエレクトロニクス素子用材料の磁性、触媒担体の活性への影響、粉剤薬品の薬効・活性への影響、酵素やその他の単細胞の処理などにおいて今後ますます重要になってくるものと思われる。

ここにあげた省エネルギーと製品品質の問題点をすべて論じることはここではとてもできない。ここではその

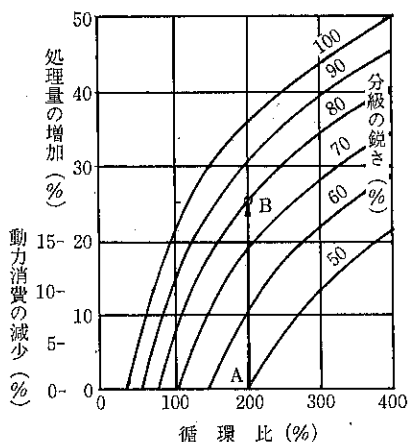


Fig. 4 分級が粉砕におよぼす影響 1 (Hukki)

両者にまたがりあって関わりあっている閉回路粉砕をとりあげてこの2つの側面から粉砕の現状を掘り下げてみたい。というのは、閉回路粉砕の目的は大きくみると2つあって、1つは当然粉砕の後に分級操作をおくことによって粉砕—分級プロセスの製品の粒度分布をよりシャープにかつ自由にコントロールしようというものであった。しかしもう1つの目的は、ミル出口での粉砕生成物中の粗粒の割合が多くてもかまわない、という点から、

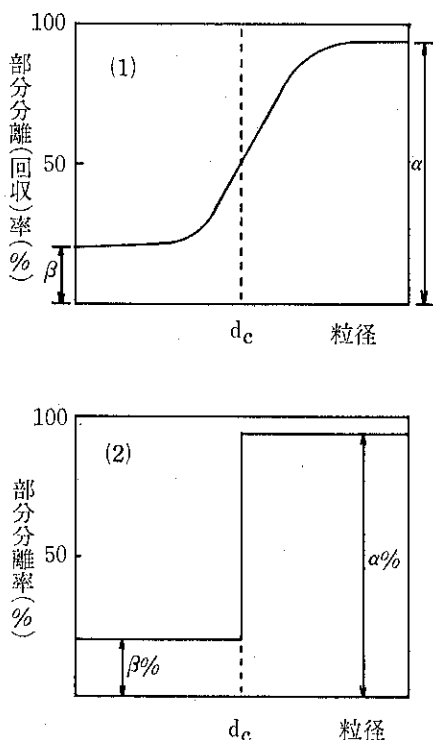


Fig. 5 部分分離率曲線のモデル

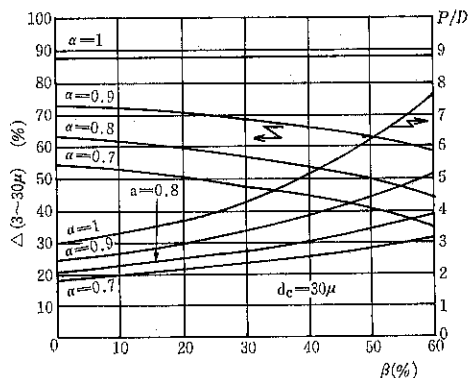


Fig. 6 分級が粉砕におよぼす影響 3 (Beke)

過粉砕を防ぐことができ、この点で省エネルギーとしてもきわめて有用な方法ということになるのであって、最近とくにこの側面が重視されるに至っているのである。

6. 閉回路粉砕の効果

閉回路粉砕の解析的研究がはじまったのは1960年代の後半であったことはすでに述べたが、それ以来の研究のうち主なものをざっと展望しておこう。

閉回路粉砕における分級機側の性能が粉砕の消費動力の減少に及ぼす影響をもっとも簡明に示したのは Hukki であって、彼は Fig. 4 のように分級の鋭さが循環比（供給量＝生産量に対する分級機から粉砕機への戻り粉の割合）とともに粉砕の処理量を増加させ、従って動力消費を減少させることを示した。このような分級の鋭さの影響をより理論的、解析的に求めたものに田中達夫氏らの研究があって同じく分級の影響が大きいことを示している³⁾。ところがハンガリーの Béla Beke は分級の性能をあらわすのに、Fig. 5 のようなモデル化を行ない、分級の鋭さ（部分分級効率の広がり）よりも図中 α , β であらわした粗粒分割率、微粉分割率が閉回路粉砕系の性能に大きく影響するとして Fig. 6 のような解析結果を示した。ここで $3\sim 30\mu$ とは、セメントの粉砕生成物でもっとも重要な成分と考えられているもので、この成分の割合が大きいほど製品の品質がすぐれている、ということになる。Beke は粉砕処理量と関係し、これも大きいほど望ましいが、 $3\sim 30\mu$ 成分と処理量は矛盾する面がある、と指摘したのである。

このような分級機側の性能の影響について、小沼栄一氏はより突込んだ解析を行ない、重要なのは粗粒分割率 β であって、 β の値が閉回路粉砕系の性能に大きく影響するとした。彼の解析結果でとくに注目させられるのは粉砕系で粒度コントロールを比表面積一定のように行なうか、或いはある粒度以下の篩下割合を一定のようにコ

Table 1 ローラーミル粉碎・分級系の循環形式による動力の違い

	内部循環方式 の所要動力 [kW]		外部循環方式 の所要動力 [kW]	
	設計値	測定値	設計値	測定値
粉 碎 操 作	160	94	160	91.8
送 風	90	74	19	11.6
分 級 機	4	2	1.3	0.3
バケットエレベーター	—	—	5.5	2.4
トラフ・チェーン・コンベヤー	—	—	2.2	2.0
全所要動力[kW]	250	170	188.0	108.1
総所要エネルギー [kWh/t]		24.28		14.22

ントロールするかでこのシステムの処理能力は大きく影響されることをも示している。

このようにして、閉回路粉碎系の性能向上のためには分級機の性能向上がきわめて重要であることが広く認められるに至ったわけであるが、その中でも分級の性能として分割率（結局みかけ上分級作用を受けず、そのままある割合の粉体が単に2つの成分に分割されるその割合）の重要性が次第に認識されてきている、ということができよう。

分級機の性能が省エネルギーにつながることを別の角度から証明しているものとして、内部分級システムと外部分級システムの比較を行なった例をご紹介します。これはローラーミル粉碎で、本来粉碎機の中に組みこまれている分級機構を外部循環系に変え、外に本来の分級機（従ってミル内の分級機構より性能はすぐれている）をつけて粉碎を行なったところ、大幅な所要動力の低減がはかられた、という Feige の実験結果である⁴⁾。(Table 1) これは内部循環系では分級性能が劣るため粉体の内部循環量が多くなり、その分だけ送風の動力が増大するからであろうと思われる。このことは本来ミル系の構造を簡単にすることによって、コストや消費動力や操作性を改善するはずであったものが、分級機の性能が充分でないと所期の目的を達しないことを示している。この点不充分な分級機内蔵はむしろ避けるべきで、内蔵の特徴を生かさそうとするなら、やはり分級部分の性能向上をはからなければならぬことを示しているものと思われる。

7. 分級機の性能向上

このようにして、粉碎システムの研究の重点は最近はいよいよ分級機の方におかれるようになり、各方面で研究開発が進められ、その成果が次々にあらわれはじめてい

る。

ところで分級機の性能は主には次の2つの原因によって低下させられているものと思われる。

- (1) 分級ゾーンにおける乱れ。例えば気流中の粒子の運動による分離では、気流の乱れ、とくに粒子濃度が高くなった場合の分級ゾーン内での気流の乱れが重要と思われる。
- (2) 粉体粒子の凝集現象、反発現象。とくに微粉域での凝集によるみかけ粒径の増大、また分級機の壁や翼での反発。

このような性能低下の原因を除くためには、なるべくはげしい運動を避け、また粉体濃度の稀薄な状態で操業すればよし、結局処理量を切り下げていけば、従って一般には分級コストを十分にみこむことができれば、現状でも分級の性能はかなりのところまでいく、といっている。極端ないい方をすれば、粒度分布測定用の方法を分級に適用することも可能で、そうすればサブミクロン域の粒子の分級も、またきわめてシャープな分級も可能になろう。実際すでに電氣的成型ぶるい(マイクロシープ)は特殊な少量の粉碎の生産用として工場プロセスの中にくみ入れられているともいわれる。

そこで現在の分級機改良の問題点は、処理量が充分出るような粉体濃度、流体流速で、シャープでかつ粗粉および微粉分割率が小さく、またできるだけ分離粒径を小さくすることを可能にする、という点にあるだろう。これらの点から最近の分級機の特長をみてみよう。

8. 最近の分級機の研究・開発とその特長

気流を乱さない、という点からすると、遠心場を与える場合に壁もいっしょに回わしてやればよいことになる。この方式がアキュカット（日本ドナルドソン）で、この分級機が分級点をずっと微粉側にのぼして成功したことが1つのきっかけになって、その後続々新しい分級機が出現してきているように思われる。

気流を乱さないためには、気流と粒子が接触する時間なるべく短かくするのも一方法である。十字流法はそういう角度からもみることができ、Leschonski を中心とする Karlsruhe グループが開発したものはこれである。

次に粒子を充分分散して濃度が高くても凝集の影響を小さくしてやるのも1つの改良点である。このため日本ニューマチックの気流分級機では、分級機と一種のジェットミルを結びつけた型式のものが開発されている。またドイツの Leschonski は、アキュカットのフィード部に一種の分散機構を付加することを提案し、それによっ

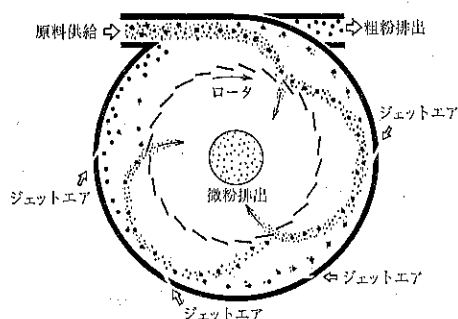


Fig. 7 スーパーセパレーターの繰り返し分級の原理

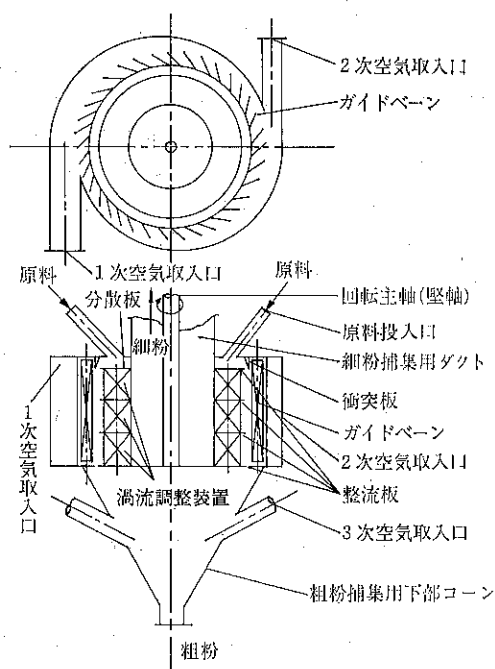


Fig. 8 O-SEPA (M型) 構造図

て分級の性能をとくに高濃度域の方で大幅に改善できた、という報告もある⁵⁾。

しかしいづれにしても凝集現象の方はこれらの方法である程度解決するとしても、その他の乱れや反発の影響はなくなる。そこで分級機構を多角化、多段化してくり返し分級によって、とくに若干異なった分級機構をうまく組み合わせることによって性能を上げることが試みられている。これは二段分級という明確な多段化をとることもあるが、普通はむしろ分級機の中に1つに組み込んだ多段化であることが多い。

例えばホソカワミクロンのスーパーセパレーター(MSS型)は、吹き込み気流による遠心作用に、回転ローターによる慣性分級機構と、さらに円周方向に吹きこむ

何回かのエアジェットによる分級作用を重ねあわせ、全体でくり返し分級を行なうようになっている。(Fig. 7)

このような多段化をさらに大型の分級機でやったのが小野田セメントが開発した O-Sepa である (Fig. 8)。この装置も上下にきわめて幅の広いガイドベインと整流板が特徴的で、空気の方も三次空気までとり入れ、分級部分を充分広くとり、かつくり返し分級を進めているといえよう。

このように最近数年間に分級に関する新しい原理、着想、改良がみられ、分級機の進歩がいちぢるしいが、これは勿論分級そのものに対する技術進歩に対する要求に依拠しているものではあるが、それとともに粉砕—分級システムの中での粉砕機の側からの要求に応じるものとしてでもあるのである。

9. む す び

粉砕—分級プロセスの発展過程は以上に述べたようなところであるが、今後の方向としては、1つは大量処理化や省エネルギーが一層進むものと思われる。とくに後者においては乾燥など他のプロセスと複合したトータルなシステムの一環としての粉砕—分級プロセスという観点からの改良が強まるであろう。

もう1つは、もう少しミクロにみた物質製造プロセスの改良という点からの粉砕のみなおして、いわばファイン・テクノロジーとしての粉砕の進歩である。例えばチーグラ・ナック触媒の生産プロセスの一環としての粉砕などその1例であるが、今後は電磁気材料や、ファイン・セラミックスの性能、性状と関係した粉砕操作の改良が重要な課題となるであろう。

こうした粉砕—分級システムのファイン化への動きは、当然分級の方もファイン化へと促していくであろう。現在2~3 μ が限度とされている空気分級でも、さらにサブミクロンの分級が必要になってくることが考えられる。そしてさらにシャープな分級が必要になる。ということになると、すでにちょっと触れたように、電気的成型ふるい(マイクロシブ)の利用など現在は精密な粒度分布測定用として用いられているものが、工業的な分級方法として実用化されていくことも考えられる。

粉砕—分級プロセスはいま新しい転機を迎えている、といえるように思うのである。

引 用 文 献

- 1) Dettmer, P. B., Min. Engg., 18, [4] [5], 57, 68, (1965)

(53頁へつづく)

総 論

乾 燥 プ ロ セ ス

吉田 哲夫*

Tetsuo Yohshida

粉粒体を乾燥する装置に被乾燥物がどのような性状で供給されてくるかを考えると、泥漿 (Slurry)、糊状・泥状 (Sludge)、100 メッシュ以下の湿った粉体、100 メッシュ以上の湿った粒体にほぼ分けられるが、これらに対してどのような型式の乾燥装置が適当であるのかについては既刊の専門書やハンドブックをみるとほぼ見当がつくので、ここでは主としてスラッジの状態で供給される場合、特に取扱いにくい有機性スラッジに焦点をあてて、どのようにして乾燥が進むものなのか、従って取扱いをどのようにすれば操作上有利になるのかということから始め、最近乾燥プロセスにとって宿命的とまで言われている省エネルギー、公害対策の点に話を進めて行くことにしたい。

1. 粉体層の脱水、乾燥機構

粒子層の空隙らが全部水で満されている状態、すなわち飽和状態にある粒子層は『充填構造』的に言えば、キャピラリー域にあると言える。勿論粒子間には空気相はない。なお粒子層の充填構造については周知のことであるが、本文の理解を正確にするため、これを Fig. 1 にしめた。

(1) 乾燥前処理

一般に有機性微粒子層は脱水性が悪く、水分含有量が高いので、機械的脱水法で水分をできるだけ多くとり除く前処理が必要であることはよく知られていることで、例えば、Fig. 2¹⁾の実例を見てもあきらかなことである。

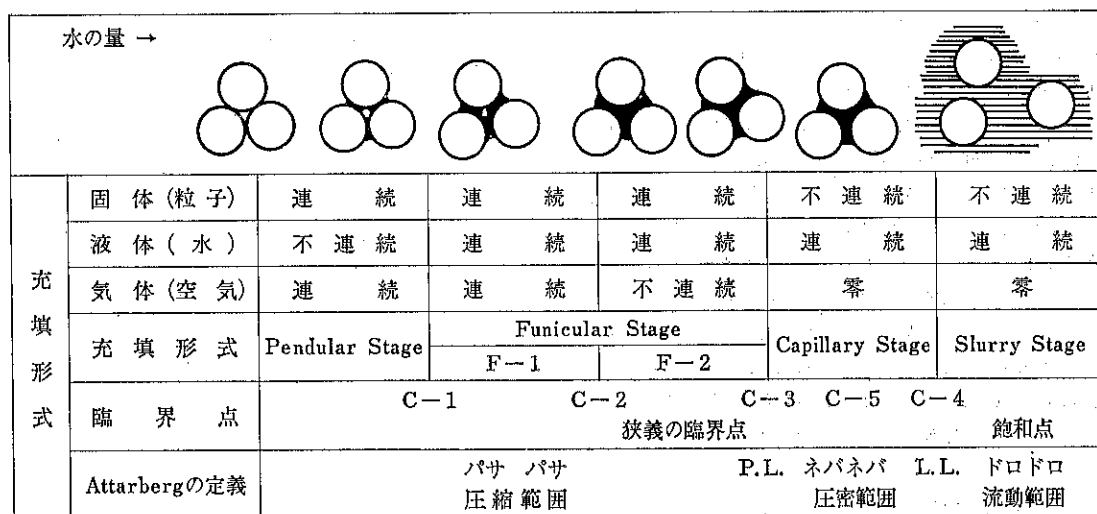


Fig. 1 粒子層の充填構造

* 中部工業大学工学部
(〒487 愛知県春日井市松本町1200)
Tel. (0568) 51-1111

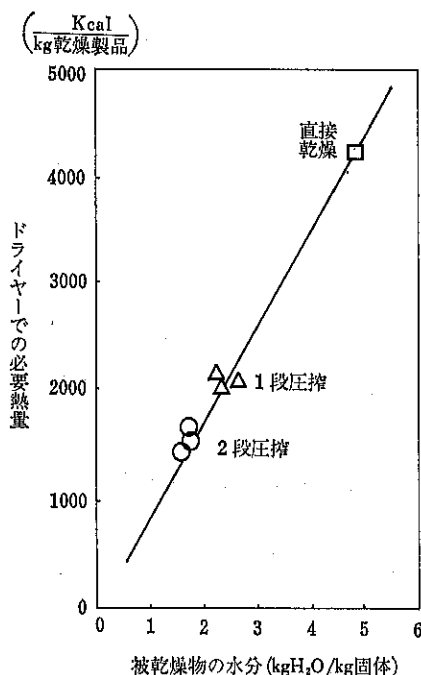


Fig. 2 柑橘 Waste の脱水乾燥での実例¹⁾

スラリー域にあるものから水を抜き去り、キャピラリー域（毛管域）までもってくる機械的操作が汙過であり、この域にきた粒子層から粒子間液をさらに抜き出すには圧搾方法、真空脱水方法がとられる。キャピラリー域の粒子層をゆっくり圧搾すると、最後は粒子構造骨格が全荷重をささえるような状態、すなわち平衡圧縮状態になる。無機性スラッジなら Extruder のように剪断をかけながら Screw で絞ると、約30% (WB) まで水分を下げうると言われているが、有機性スラッジは加圧脱水しても50~60% (WB) の水分が残り、キャピラリー域を脱することができず、また真空脱水法をほどこしてもやはりネバネバの状態であり、粒子間空隙には水分が存在していることになる。これを乾燥機にかけて始めてバサバサの状態、すなわちファニキュラー域 (F-1)、ペンデュラー域に入るものと考えられる。キャピラリー域のものは糊泥状で thixotropic (揺変性) 的性状を有し、いわゆるコロイド系分散体に近い挙動をなし、攪拌すると流動し、攪拌を中止するとゲル状を呈する。

(2) 表面硬化現象

このようなものが乾燥行程に入ると、一般の材料で見られるような表面蒸発期間の存在はきわめてまれであり、乾燥の初期から減率乾燥期に入るのが熱風乾燥法に見られる大きな特徴である。つまり粉粒体層で粒子が比較的大きいときには Capillary Suction Pressure で層

内部より水が液体の状態で移動し表面で蒸発するのであるが、粒子がコロイドの小粒子になると、表面の小粒子間では乾燥の極めて初期において、Osmotic Suction Pressure で表面浅部の粒子間水を表面へ吸引すると考えられるが、それによる水の移動速度よりも表面での水の蒸発速度が速く、急速に表面付近の粒子間の索引水 (Funnicular-water) がなくなり、もはや吸水力がきかなくなってファンデルワールス力にもとづく力が働くようになり、粒子は互に附着して表面硬化 (Cace hardening) をおこす。いわゆる皮ができて、層内部で蒸発した水蒸気の移動にさき大きい抵抗を示し、低い乾燥速度しか得られず、外部熱風温度と材料（粉体層）温度は2~5℃の温度差で、乾燥が長時間継続する。

(3) 造塊現象

また前述の如く、キャピラリー域の粉体が乾燥が進むにつれて、ファニキュラー域に入るのであるが、この時 P.L. (水分約33%) を通る。 $0.33 \times 0.77 = 0.254$ すなわち水分25.4%付近が造粒最適水分であるので、乾燥中に造塊がおこり易い。造塊がおき、そして表皮ができ、湿った材料を内部につつまこむ。この事も乾燥をおくらせる大きい原因となる。Fig. 4²⁾はFig. 3²⁾のような乾燥特性をもったスラッジを乾燥中に抜き出して、研砕し再び乾燥した場合の乾燥特性曲線であり、スラッジにたいして造塊をおこしやすい乾燥を使う場合には、この図にあきらかな様に、破碎機構をもったものを使うのが有利であることがわかる。熱伝導型回転乾燥機のような破碎機構のないものと、攪拌破碎しながら乾燥する高速型乾燥機と比べると、前者の滞留時間が2~3 hrであるのに対して、後者は5 min程度であると言う報告すらある。

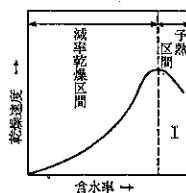


Fig. 3 スラッジの乾燥特性曲線²⁾

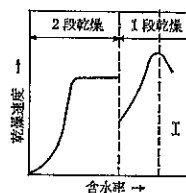


Fig. 4 スラッジを2段乾燥²⁾した場合の乾燥特性曲線

2. 乾燥速度の増進

コロイド性状を呈するものは Extruder や Pre-former (成形器) を通して乾燥機に供給し、蒸発面積をふやし、かつ材料内部の水分移動距離を小にすることが実際上おこなわれている。それでも前述の如く、表面硬化現象をおこし、内部からの水蒸気の移動が悪く、乾燥時間が長くなり易い。そこで乾燥速度増進の一方策として、連続乾燥に過熱蒸気雰囲気を使用することを考えてみる。(これは後述の省エネルギー対策にも連がることである。)

(1) 過熱蒸気雰囲気での乾燥

過熱蒸気雰囲気に被乾燥物が入ってくると、材料温度が周囲の過熱蒸気の飽和温度より低いため、材料に水蒸気が凝縮する。その時に放出される大きい凝縮潜熱によって、材料が急に凝縮水によって、沸点近くまで加熱される、いわゆる蒸煮作用がおこり、これによってコロイド状のゲル組織が破壊され易くなって表面硬化する現象を防ぐことができる。この事は蒸煮区間を設けた場合にとくに言えることである。次に蒸発開始区間に移ると、表面粒子層で強い Capillary Suction Pressure が働き、盛んに深部層から水を表面へと、吸引する現象が観察される。これと共に沸点に達した材料内で発泡現象がおこり、水は蒸気の状態で外部へ移動するので、乾燥速度が非常に速くなる。このことは Fig. 5³⁾ でも知ることができる。なおこの図でわかることであるが、限界含水率が空気乾燥にくらべて小であることは毛管吸引力が強いことを意味している。また乾燥製品はポーラスのものが得られる。この乾燥方法を閉回路に組むと 1 hr 以内に乾燥機およびその系路の空気はほとんど自然に過熱蒸気に入れ替るので、ボイラーは不用であり、酸化をきらう乾燥の場合には self inertizing 効果となる。

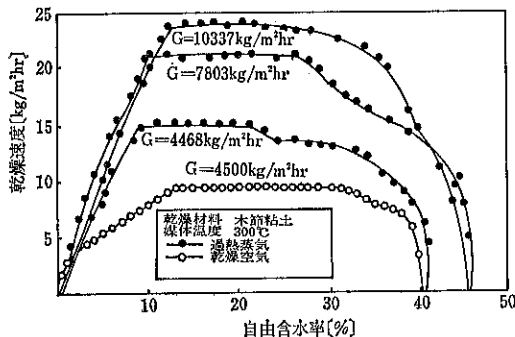


Fig. 5 乾燥速度曲線³⁾

(2) 真空乾燥法との併用

乾燥中における過熱と酸素の影響を避けようとする場合、真空乾燥法との併用が考えられる。一般の真空乾燥

は絶対真空で 3～50 mmHg の圧力範囲で行われるが、過熱蒸気乾燥法との併用としては Chopping した材料を圧力 350 mmHg、飽和温度 80℃ 付近で操作し、高い乾燥速度を利用して、泡沫の安定性を保ちながら、速かに乾燥を終えるようにすれば、品質の高い粉末製品を期待しうるものと考えられる。

(3) 直火炉式との併用

過熱蒸気の雰囲気、15% (重量) 程度の空気が混入しても純過熱蒸気の場合に比べて、そんなに大きく乾燥速度に影響をあたえないことが実験で確かめられている。この事を利用して、高温高湿準閉回路乾燥機がスラッジの乾燥に使われて効果をあげているが、Fig. 6⁴⁾ はその一例である。一般に乾燥機は入口温度を高くとることや、熱風循環式によることで、その熱効率を高めうることがよく知られている。ここに示すスラッジ乾燥機は直火炉式で、700～800℃ の高温の熱風を使用し、ドライヤー排気の循環をとり、ドライヤー内での雰囲気は約 14% が燃焼ガスおよび空気、残り 86% が過熱水蒸気であり、排気温度が 150～200℃ である。つまり乾燥に必要な熱量を高温高湿度少風量から得られるようにし、低温大風量型よりも排気処理を容易にすると同時に、高い熱効率 (約 80%) を狙っている。

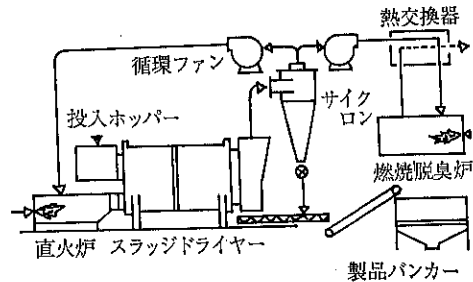


Fig. 6 準閉回路乾燥機⁴⁾

70～80% (WB) のスラッジは熱風と並流に入り、破砕攪拌機で表面更新、表面積拡大がはかられながら乾燥され、製品水分 13% (WB)、温度 70～80℃ の 1～4 mmφ の粒状物となって排出する。なお最終排気中に含まれる粉じん量は 0.05～0.2 g/Nm³ との事である。

3. 省エネルギーと公害防止

乾燥操作は多くの生産プロセスの一部をなして、全燃料消費の重要部分をしめることは周知の事実である。最近の燃料費の急激な上昇を考えると、公害防止策（これにも熱量を必要とすることが多い）を含めて、エネルギー対策に積極的に取り組んでいるのが企業体での実状と思われる。

乾燥プロセスでの燃料消費をへらす手段として先づ考

えられるのは乾燥前処理として、機械的脱水法で許しうるかぎり水分を減らすことが如何に有利であるかは実例として、Fig. 2 をかかげて前文で既に説明したことであるが、次に考えられることは乾燥機の熱効率をあげることであろう。

(1) 熱風循環方式

熱風乾燥機の熱効率は一般に次式であたえられる。

$$\eta_r = \frac{t_2 - t_3}{(t_2 - t_3) + (1 - R)(t_3 - t_1)} \times 100$$

ここに、 t_1 ……周囲の空気温度

t_2 ……乾燥機入口の空気温度

t_3 ……乾燥機出口の空気温度

R ……全空気流量に対する循環空気量の比

上式、ならびに Fig. 7 において、1' 点の温度が高く、2 点の温度をあげれば η_r は上昇することはわかるが、 $R \rightarrow 1$ にすると $\eta_r \rightarrow 100\%$ になる。このことにより循環比をできるだけ高くとることになるが、そうすると乾燥機内の空気の温度があがって乾燥速度が悪くなってくる。 R の値が設計や操作の重要なポイントになるのであるが、1960 年以後の研究⁵⁾ によって「熱風乾燥法において

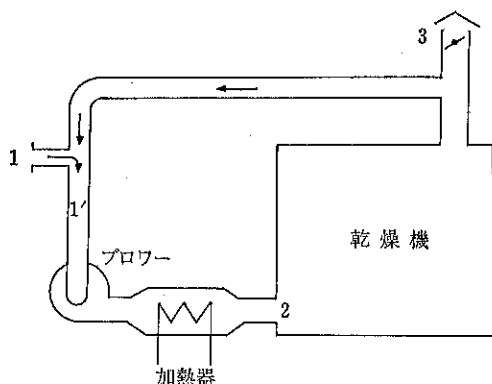


Fig. 7 循環流をとった乾燥機

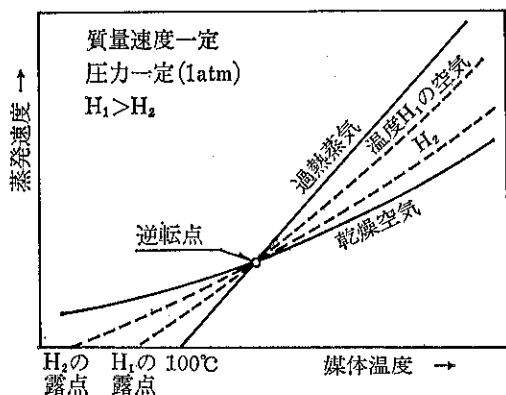


Fig. 8 蒸発速度と媒体温度の関係⁵⁾

使用する熱風温度をある温度以上に保つならば、その熱風が高温度であればあるほど、蒸発・乾燥速度が大となる」ことが確められてきた。

Fig. 8⁵⁾ はこの事実を説明する図である (図中の H は空気の絶対湿度である)。この図でわかるように、逆転点以上の温度であれば、空気中に蒸気を含めば含むほど蒸発速度が大であり、過熱蒸気を用いたときが一番大きくなる。そして逆転点の温度は質量速度によってちがうが、 $170 \sim 200^\circ\text{C}$ の範囲にある。即ち逆転点以上なら、熱風温度が高いほど R を大きくとり得て有利であることが了解できる。

Table 1⁵⁾ は鉱山精錬所の沈澱池からの泥を乾燥した場合の実例比較であり、 $R=92\%$ にとり、循環方式によって熱効率を約40%増進している。使用した乾燥の機種

Table 1 精錬所の排泥の気流乾燥例⁵⁾

項 目	循 環 式	全排気式
蒸発量, kg/h	566	566
入口材料水分, %	85	85
出口乾燥物水分, %	10	10
材料供給量, kg/h	680	680
入口空気温度, $^\circ\text{C}$	500	350
出口空気温度, $^\circ\text{C}$	150	120
排気量, kg/h	620	7,430
循環率(R), %	91.7	
排気熱ロス, kcal/h	20,200	188,000
放熱ロス, kcal/h	30,300	37,800
供給全熱量, kcal/h	428,000	597,000
熱効率%	87.9	62.4
効率増進率, %	41	

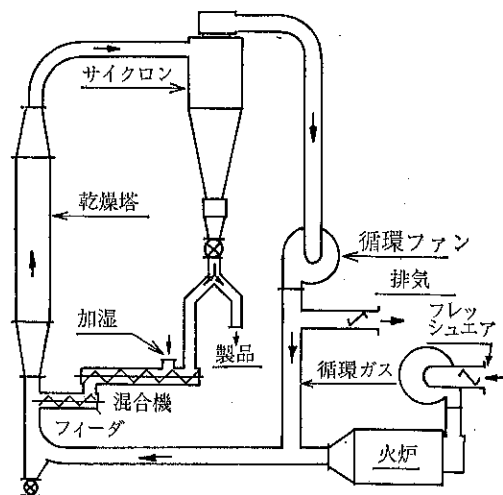


Fig. 9 循環型気流乾燥機⁵⁾

は明白でないが、多分 Fig. 9⁶⁾のような直火炉をもった循環型気流乾燥機であると想像される。煙突からの排ガス量も全熱風量の僅か8%であるので、排ガス処理の点においても非常に有利となる。

(2) 乾燥機の排ガスのもつ潜熱の利用

(i) 蒸発濃縮缶との組合せ

ジュースを絞った後に、密柑の容積にして2%。重さで約半分が Waste として残る。この Waste の内容は果肉と皮であるが、これを家畜の飼料とするためには多量のエネルギーがあるので柑橘処理産業では脱水、乾燥プロセスの高効率化が大きな課題であった。今より約10年以前に吉田、兵衛らが発表した「過熱蒸気、高温空気中での水分蒸発に関する研究」の論文⁷⁾を読み、高温高湿度雰囲気乾燥に有利であることの一連の事実に着目し、直火炉熱風循環型乾燥機の排気のもつ大きい潜熱を

蒸発濃縮罐に利用するシステムを組み、成功をおさめた。今これがフロリダ(米国)の柑橘処理産業で広くつかわれている。

Fig. 10⁷⁾、Table 2⁸⁾ は水分85% (WB) の Waste から水分10% (WB) の製品(飼料)を得るときの実例であるが、直火型ドライヤー内部の循環ガス中80%が水蒸気であり、それが定常運転では第一蒸発缶(長管式自然循環型)の加熱部で凝縮し、その潜熱が圧搾機からの排出液(濃度8%の柑橘糖蜜)を濃縮するために使用され、不凝縮ガス 5,000 Nm³/h だけが排気されるが、この量は従来型の1/6の量であり、かつ熱効率はドライヤー排ガスの潜熱を有効に利用するので160%と計算されている。但し、この種のドライヤー排ガスを使う蒸気缶の加熱部の熱交換面積は熱源としてスチームを使うときに必要な面積に比べて約2倍になるとのことである¹⁾。

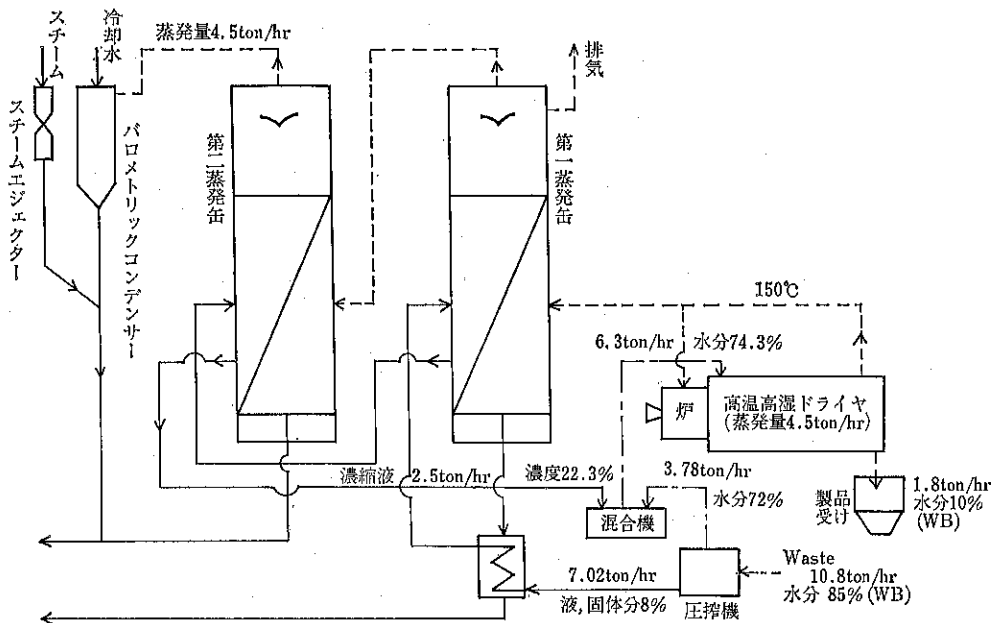


Fig. 10 乾燥機と蒸発缶との組合せによる潜熱利用の一例⁷⁾ (柑橘処理場における実例) (大川原製所(静岡県)のデータに依る)

Table 2 従来型との経済比較⁷⁾

項 目	従来型(A)	蒸発缶との組合せ(B)	節 減 率	比率(B/A)(%)
蒸 発 量	9.0ton/hr	9.0ton/hr		100
製 品 量	1.8 "	1.8 "		100
燃 油 量	0.9 "	0.35 "	0.55ton/hr	39
熱 効 率	62%	160%		
本体電気使用量	140kWh	170kWh	△30kWh	△120
乾き排気量	25,000Nm ³ /h	5,000Nm ³ /h	20,000Nm ³ /h	20

(Ⓢ) 大川原製所(静岡県)のデータに依る)

Table 3 柑橘工場での Waste の乾燥・濃縮プロセス排ガス中の粉じん濃度¹⁾

項 目	プロセス* 入量, ton/h	粉じん排出量, kg/h	
		許 容 値*	実 測 値
<u>ドライヤーとスクラパー</u>			
水蒸気リサイクル無し	8.4	6.1	34.2
30%水蒸気リサイクル	8.6	6.3	17.3
改良型スクラパー	8.9	6.4	3.9
<u>一段圧搾, 三重効用缶</u>			
ドライヤーのみ	18.2	9.8	11.7
ドライヤーと蒸発缶	41.2	14.2	2.8
<u>二段圧搾, フラッシュ蒸発, 二重効用缶</u>			
ドライヤー, フラッシュ蒸発と蒸発缶	21.4	10.8	6.5

* プロセス入量とは空気、液、ガス燃料、水を除いて、プロセスへ流入する総ての材料の正味量をいう。

* フロリダ州（米国）環境局の条例による。

排ガス中の微粒子については、フロリダでおこなわれた結果が Table 3¹⁾ にしめされているが、煙突よりの微粒子排出量は30%水蒸気をリサイクルするだけで約半分に減り、一段圧搾、三重効用缶のプロセスでは $\frac{1}{40}$ 以下に減少していることがわかる。

(ii) ヒートポンプの利用⁹⁾

ヒートポンプは熱力学サイクルで知ることができるように、低温熱源で汲みとった熱量 $Q_2 (KJ)$ に圧縮機で消費するエネルギー $W (KJ)$ をプラスして高温熱源に放出する ($Q_1 = Q_2 + W$) のであるが、このことを Fig.11 の如き密閉室型乾燥方式に採用すると、乾燥中に蒸発した水蒸気はヒートポンプの蒸発器の部分で凝縮し潜熱 Q_2 を放出し、空気は除湿されて、ファンによってヒートポンプの凝縮器の部分におくられ、ここで空気は熱量 Q_1 をもらって高温乾燥空気となって矢印のように乾燥棚へ送り込まれる。この方法も乾燥器排気の潜熱を上手に利用した省エネルギー方式で高い熱効率を持つものである。

但し、この型式での乾燥空気の温度は現在のところ、最高 50℃ ぐらいで、主として木材の乾燥に使用されていて、高温度の空気から水 1 kg をとり去るのに 0.4～0.5 Kwh の電気量で運転されている（比除湿レート $C_e = 2.0 \sim 2.5 \text{ kg/Kwh}$ ）。また、この外に砂糖、菓子用グレイン、セラミックのような湿度に敏感な材料や、貯蔵の目的のために、低湿度条件に保持せねばならぬものに、除湿の目的に使用されている。

最近、化学薬品工業では最高使用温度 97℃ のものを試作し、粉やペレットの乾燥に使い、省エネルギー乾燥方法への道を目指しつつある。

文 献

- 1) W. L. Bryan : AICHE Symp. Series, **73**, 163, (1977)
- 2) 化学工学協会編：スラッジの処理技術と装置（環境保全技術シリーズ） P. 142（昭和53年）
- 3) 兵働 務：「空気・過熱蒸気およびその混合気体中での表面蒸発現象に関する研究」，学位論文，P. 53（1971）
- 4) 川合純夫：粉体工学会第13回技術討論会テキスト（1978）
- 5) T. Yoshida and T. Hyodo : I. E. C., Process Design and Develop., **9**, 207（1970）
- 6) Noden : Processing, **20**, No. 12（1974）
- 7) 川合純夫：化学工学, **42**, No. 2（1978）
- 8) 高温高温乾燥装置：大川原製作所カタログ
- 9) D. L. Hodgett : The Chem. Engineers, July/August（1976）

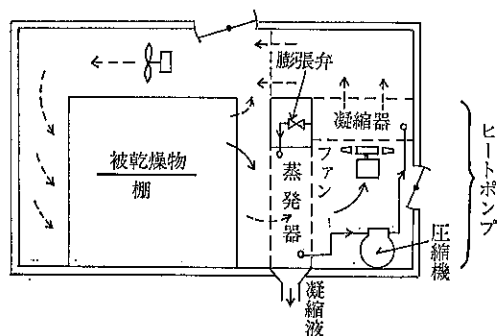


Fig. 11 ヒートポンプ⁹⁾利用乾燥器⁹⁾

総 論

粉粒体混合プロセス

矢野 武夫* 寺下敬次郎**
Takeo Yano Keijiro Terashita

1. はじめに

粉粒体混合は、ほとんどすべての工業において、原料の配合や製品の均質化のために広く用いられている操作の一つである。粉粒体混合とは2種類あるいはそれ以上の不均質な成分からなる粉粒体に適当な操作を加えることにより、槽全体としての成分濃度分布を均一にする操作であると同時に粉体粒子が空間的に分散して、粒子の無秩序な配列いわゆる無秩序さの度合すなわちエントロピーを増加させるプロセスと考えることができる。また、混合は粉粒体を合一・均質化する主目的の他に反応、乾燥、脱気、造粒、コーティングやロット調整などの複合目的をもっており、粉粒体プロセスにおける前処理および後処理にも用いられるなどの多岐にわたっている。したがって、混合目的によっては混合物全体としての平均組成が重視される場合や、1個1個の粒子の配列状態まで問題とするような混合状態が要求されることがある。さらに、工業プロセスで取り扱う粉粒体の種類や形態も多種多様である。このことから、使用目的にかなった混合機の選定および操作法の決定が重要となる。

合理的な機種選定および操作を行なうためには、混合機の混合機構、混合過程あるいは混合性能を熟知しておくことが不可欠である。この場合、物性差のない粉粒体の混合よりむしろ粒径、密度および流動性の異なる粉粒体あるいは付着・凝集性の強い微粉などの混合を行なうことによって、混合機の特徴に関する情報が得られるこ

とが多い。また、粉体物性と混合性能の関係を調べることも、粉粒体混合プロセスにおける重要な課題である。

そこでここでは、最近の研究結果に基づいて、混合過程、混合性能および粉粒体混合と粉体物性について述べてみたい。

2. 混合装置、混合過程および混合性能

個々の粉体粒子は流体のように自己拡散的性能を持たないため、外力を加えて攪拌混合する必要がある。粉粒体に外部から加える機械作用の種類によって、(1)回転容器型混合機…混合容器自体が回転運動をするもの、(2)固定容器型混合機…固定した容器内に種々の形状をした攪拌翼などを取り付けたり、あるいは気流を吹き込みによって混合するものおよびこれらの両者の組合せによる複合型に分類される。混合機を操作面から見ると回分式と連続式に分けられる。連続式には固定容器型混合機が採用されている場合が多い。これらの混合機の形状および一般的な特徴は成書など^{1)~3)}で述べられており、また、混合機別の文献リストおよび研究内容などが、すでに報告されている^{4)~6)}。最近、粉粒体プロセスの多様化にともない回分操作が重要視されてきている⁷⁾。いわゆる粉砕、混合、造粒などを回分操作で確実に能率よく行ない、それらの単位操作を有機的に結びつけて粉粒体プロセスを組立ようとする考え方である。そこで回分式混合に注目し、かつ構造上から粉粒体プロセスに組み込みやすい遊星スクリュウ型混合機(固定容器型混合機)を骨子として、粉粒体混合プロセスの現状と動向を探ってみることにする。

回転容器型混合機の代表的な機種である回転円筒型混合機内の粒体の運動を Rutgers⁸⁾、沢島⁹⁾ および山口¹⁰⁾などが調べ、混合領域と輸送領域からなる循環流れを確認している。粒子の混合には拡散混合が重要であることの指摘、循環流と混合速度および所要混合時間の関係あるいは粒子の半径方向の拡がりや混合速度などの関

*矢野化学技術研究所(大阪府立大学名誉教授)

(〒550 大阪市西区北堀江3丁目12番23号 三木産業ビル内)

Tel. (06) 531-0725, (06) 531-0273

**大阪府立大学工学部化学工学教室

(〒591 堺市百舌鳥梅町4-804)

Tel. (0722) 52-1161, 内線2327

係を明らかにしている。沢島¹¹⁾はV型混合機内での粒子群の運動状態を特徴づける等濃度分布を求め、混合は粉粒体群の表層を両端部から円筒接合部に向かって移動するときおよび左右の両循環流が中央部で“かみ合い”合一するときに起こることを示した。また、粒子群の平均循環間と諸量の関係から、この混合機の最適操作条件が見出されている。

固定容器型混合機内での粉粒体の運動は、回転容器型混合機に比べて非常に複雑であることから、あまり調べられていない。著者ら¹²⁾は、遊星スクリー型混合機内の粉体の運動と混合状態を微粉を用いて写真観察や槽内の濃度分布から調べ、フローパターン (Fig.1 参照) を明らかにするとともに、混合を早く行なうには公転速度の大小よりむしろ自転速度を大きくして混合槽内で上下の循環流が活発になるように操作すればよいことを示した。また、この混合機ではスクリーウの回転により粉体群に剪断力を与え、粒子群同志の接触面積の増加をはかり、容易に拡散混合が行なえるようにすることが大切であることを指摘した。このことは攪拌翼を用いる多くの

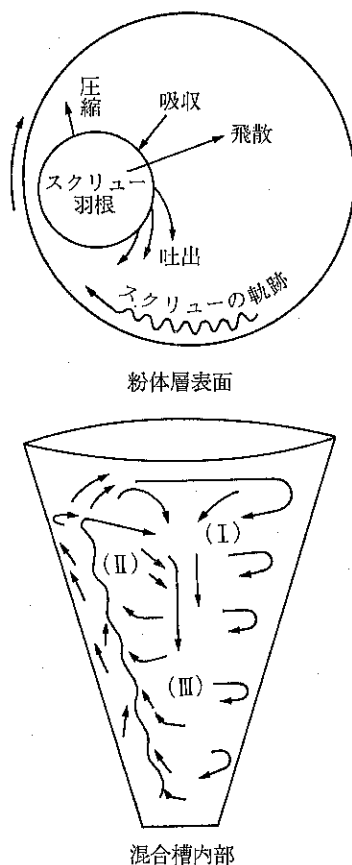


Fig.1 遊星スクリー型混合機内の粉体の運動状態

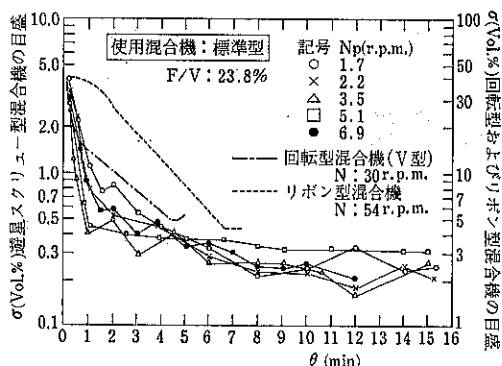


Fig.2 混合曲線 (標準偏差 σ 対混合時間 θ)

固定容器型混合機についてもいえる。

混合過程は混合時間対混合度の関係で表わした混合曲線 (混合特性曲線) で調べられている場合が多く、Fig. 2 にそのような混合曲線の一例を示した¹³⁾。遊星スクリー型混合機の場合、混合初期に混合が急速に進み標準偏差 σ が直線的に減少し (対流混合域)、混合中期で混合時間の経過とともに上に凸の形で曲線的に減少する領域 (対流と剪断混合領域) を経たのち、混合度 (標準偏差) が増減する動的平衡状態 (拡散混合領域) に達していることがわかる。いわゆる混合曲線を調べることでより混合機構に関する情報が得られる。この混合曲線の弯曲化の傾向は Ashton ら¹⁴⁾も報告している。さらに、遊星スクリー型混合機のフローパターンに基づいた循環モデルにより、混合過程のモンテカルロ・シミュレーションを行ない、実験結果と良好に一致することが報告されている¹⁵⁾。

従来から Fig.2 に示したような混合曲線に基づいて、混合速度および最終混合度を求め、種々の混合機の最適操作条件および混合性能が調べられている。したがって、機種選定および操作条件の決定には、濃度分布の時間的変化と混合曲線を求めることが大切である。

遊星スクリー型混合機の混合性能に関する研究は、固定容器型混合機の中でもリボン型混合機について多いといえる。Williams ら¹⁶⁾はV型、リボン型、遊星スクリー型、Ashton ら¹⁴⁾はエアミキサー、遊星スクリー型、Z翼混合機 (双腕型捏和機)、Harnby¹⁷⁾は回転立方体型、V型、リボン型、遊星スクリー型混合機を用いて、混合実験を行ない混合性能を比較している。また、Shah ら¹⁸⁾は8種類、Miles ら¹⁹⁾は7種類の混合機の混合性能を検討した。それらの結果によると、遊星スクリー型混合機の混合性能は最もすぐれているか、あるいはリボン型混合機やエアミキサーと同程度であるという。著者ら¹³⁾は、公転 N_p と自転 N_s の回転速度を種

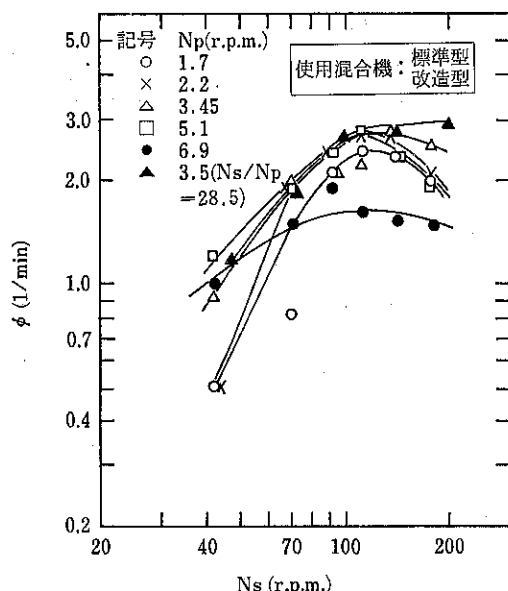


Fig. 3 混合速度係数 ϕ に及ぼす自転速度 N_s の影響

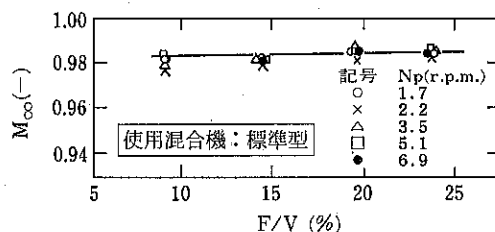


Fig. 4 最終混合度 M_∞ に及ぼす粉体装入率 F/V の影響

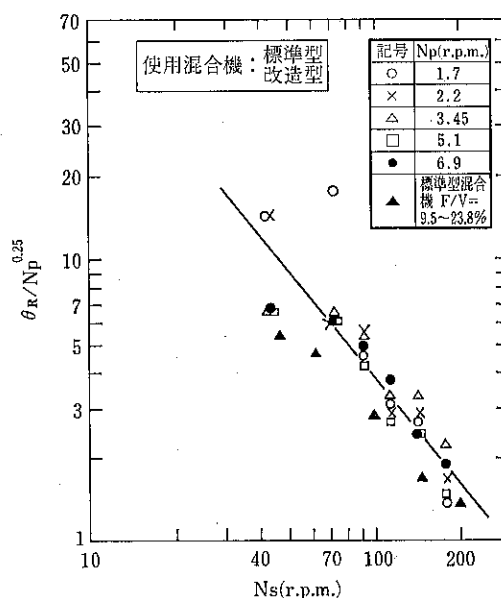


Fig. 5 所要混合時間

々変化できる遊星スクリー型混合機を用いて微粉の混合実験を行ない、最適操作条件および混合性能を詳細に調べた。その結果の一例を Figs. 3～5 に示す。Fig. 3 から混合速度係数 ϕ は、いずれの公転 N_p の場合でも自転 N_s が大きくなるにつれて増大し、ある N_s において最大値を示し、それ以上 N_s が増大してもほとんど影響されないか多少減少する傾向を示すこと、また、 ϕ は公転よりむしろ自転速度の影響を受けていることがわかる。また、最終混合度 M_∞ は、粉体装入率 F/V の影響をほとんど受けていないといえる (Fig. 4)。すなわち、この種の混合機のスケール・アップは比較的容易であることがわかる。さらに、所要混合時間 θ_R と自転 N_s および公転速度 N_p の間に Fig. 5 に示す関係が得られたので、 θ_R は次式であらわすことができた。

$$\theta_R = 1.2 \times 10^3 N_p^{0.25} \cdot N_s^{-1.25}$$

以上のような結果から、遊星スクリー型混合機の実最適操作条件、すなわち混合速度係数、最終混合度および粉体装入率を大きく、所要混合時間を小さくする条件としては、まず粉粒体をスクリー羽根の上端まですなわち F/V が 23.8% になるように装入し、公転速度 N_p を 3.45 から 6.9 r.p.m. の間に保ち、自転速度 N_s を 93 から 150 r.p.m. の範囲にとればよいことがわかった。

混合機の機種選定および操作条件の決定を合理的に行なうためには、混合速度や最終混合度のみならず、攪拌トルクあるいは所要動力を加味して総合的に評価することが大切である。佐藤・矢野²⁰⁾は、水平円筒型、V型、二重円錐型およびリボン型混合機の攪拌トルクを測定し、所要動力を解析している。吉田は²¹⁾、遊星スクリー型混合機内に粉体を供給すると、槽内の粉体量が増加するにもかかわらず消費動力が減少する、しかし、供給を停止すると動力が増加するという興味あるデータを報告している。このような現象が生じるのはスクリー回転により粉体層が脱気されて見掛け密度が大きくなることに起因していると考えられているが、この消費動力の解析には粉体圧の測定が不可欠である。また、公転 N_p と自転 N_s の回転速度を種々変化させて攪拌トルクを測定し、流動性の良好な粉体の場合、公転トルクは N_p および N_s の影響をほとんど受けない、流動性の悪い粉体の場合は、自転速度が増加すればその攪拌トルクは減少し、公転速度が増加すればその攪拌トルクは増大するという結果が得られている²²⁾。遊星スクリー型混合機の動力式として次式が提案されている¹⁾。

$$P = 1.15 \times 10^{-3} C_{Ns} L_p \rho_a F_s (4 \sin^4 \beta + 1) \quad (\text{kW})$$

$$F_s = 2F_1 + F_2 / h \quad (\text{m}^2/\text{mm})$$

ここで、 L_p : スクリーの所要長さ(m)、 β : 容器の円錐角、 F_1 : スクリーの1表面の面積、 F_2 : 1ピッチ当

たりのシャフト面積(m^2), h : スクリューピッチ(mm),
C: 実験的に求められる抵抗係数である。

3. 粉粒体混合操作と粉体物性

工業プロセスにおいては粒径、密度および流動性の異なる混合は通常のことである。水平円筒型混合機で粒径あるいは密度に差異のある粉粒体を低回転速度で混合すると、粉粒体が混合領域を降下する際、小粒子および密度の大きい粒子の浸透効果または移動速度勾配により、それらの粒子群が粉粒体層中心部に分離偏析し、混合機内で分離帯が形成される^{23)~27)}。その結果、粒径や密度の差異が大きくなると、混合速度が遅く、かつ良好な最終混合度が得られない²⁸⁾。分離の程度は粒径比と混合比との割合および回転速度によって変化し、混合状態に複雑な影響を与えることが見出されている²⁹⁾。このような分離偏析が起こり良好な混合状態が得られない現象はV型^{15), 30)}、円錐型³¹⁾および二重円錐型混合機³²⁾においても確かめられている。実際の粉粒体混合プロセスにおいて重要なことは、分離偏析を極力おさえることである。その方法として、混合機内に混合助媒を添加する³³⁾、回転速度を大きくし顕著な浸透効果をなくする²⁴⁾、あるいは混合機内に邪魔板などの内設構造物を取りつける、などが検討され効果をあげている。

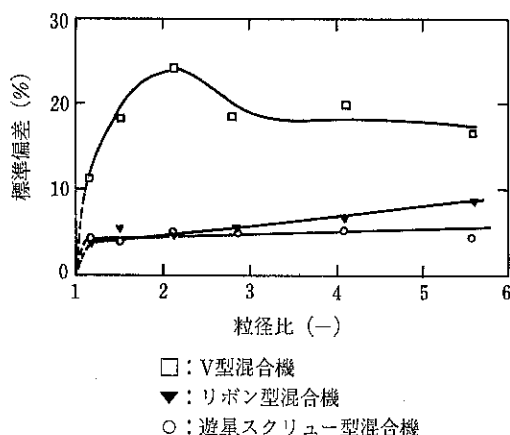


Fig. 6 標準偏差に及ぼす粒径比の影響

Williams ら¹⁶⁾は、標準偏差(混合度)と粒径比の関係を調べFig. 6に示す結果を得ている。遊星スクリーン型およびリボン型混合機の標準偏差は粒径比の影響をほとんど受けていないことがわかる。特にスクリーン型混合機の標準偏差は小さい値を示し、他の混合機に比べて良好な混合状態が得られている。また、スクリーン型混合機で密度比3付近の粉粒体の混合実験を行ない、混合槽内の濃度分布が一様になることが報告されている²²⁾。

いわゆるこの位の密度比では分離偏析が起こらないで良好な混合状態が得られることを示している。筆者ら³⁰⁾は、リボン型混合機の混合状態が粒径比や密度比の影響を受けにくいことを明らかにした。このように遊星スクリーン型およびリボン型混合機の混合状態が粉体物性の影響を受けにくいのは、これらの混合機の混合機構が主に剪断と循環であり混合距離が短いことによるものと考えられる。

ところで、混合機内で良好な混合状態が得られても混合操作後の製品の排出一輸送一貯蔵一排出などによる粉粒体(混合物)の流動により、分離偏析が起こることが知られている^{34)~36)}。したがって、粉粒体混合操作を一連の粉粒体プロセスとして捉えてゆくべきである。

混合機内での粉粒体の挙動は、粒径や密度などの一次物性の他に、粉粒体層としての流動性を表す二次物性の影響を受けると考えられる。沢島は³⁷⁾、安息角が小さいすなわち流動性のよい粒体ほど混合が早く進行することを水平円筒型およびV型混合機で見出している。著者らは²⁸⁾、Carrの流動性指数の大きい混合物ほど混合速度係数が大きい値を示すことを確かめた。さらに、粉粒体混合プロセスに及ぼす内部摩擦係数の影響を評価した³⁸⁾。その結果、リボン型混合機の混合速度係数および最終混合度は内部摩擦係数の影響を受けにくいこと、また、水平円筒型およびV型混合機の場合、内部摩擦係数が大きくなり流動性が悪くなると混合速度係数および最終混合度はともに小さい値を示し、良好な混合状態が得られないことがわかった。さらに、混合状態は内部摩擦係数との相関が粒径比や密度比に比べて良好であることなどを明らかにした。

4. おわりに

粉粒体混合プロセスの現状と動向を混合機の混合性能および粉粒体混合と粉体物性の面から考察した。粉体物性による機種選定や操作の最適化ならびに混合プロセス・システムの改良点などがかなり明らかになってきた。しかし、粉体物性と混合性能に関する研究は、まだまだ不十分である。回分操作で大量の粉粒体を処理するには混合機が大型化する。粉粒体混合機のスケールアップに必要な次元解析式が提出³⁹⁾されているが、その手法はまだ確立されていない。最近、混合過程のモデリングとシミュレーション^{40)~42)}に関する研究もかなりなされてきているが、現象論的アプローチの傾向があり、混合機の実作条件との関連性ははっきりしない場合が多い。今後の研究が期待される。

引用文献

- 1) 日本粉体工業協会編：“混合混練技術” 日刊工業新聞社，(1980)。
- 2) 久保，神保，水渡，高橋，早川編：“粉体” 理論と応用，p. 614，丸善，(1979)
- 3) 日本粉体工業協会，混合攪拌分科会：粉体と工業，昭和50年1月号，p. 49 (1975)
- 4) 矢野武夫，寺下敬次郎：粉砕，**No. 20**，39 (1975)
- 5) Lloyd, P. J., and P. C. M. Yeung: Chemical and Process Engineering, Oct., 57, (1967)
- 6) Cooke, M. H., Stephens, D. J., and J. Bridgewater: Powder Technology, **15**, 1, (1976)
- 7) 化学工学協会プラントオペレーション研究会：化学工学，**45**，775，(1981)
- 8) Rutgers, R.: Chem. Eng. Sci., **20**，1079，(1965)
- 9) 沢島 恭：粉体工学研究会誌，**5**，999 (1968)，材料：**18**，466 (1969)
- 10) 井上一郎，山口賢治：化学工学，**33**，286 (1969)
- 11) 沢島 恭：化学工学，**30**，1140 (1966)，**31**，1212 (1967)，**33**，195 (1967)
- 12) 矢野武夫，寺下敬次郎：粉砕，**No. 18**，14 (1973)
- 13) 矢野武夫，寺下敬次郎，北山輝昭，峯下 豊：粉体工学研究会誌，**8**，263 (1971)
- 14) Ashton, M. D.: Chem. Eng. Sci., **21**，843 (1966)
- 15) Yano, T., T. Aratani, and K. Terashita: Dechema-Monographien, **66**，177 (1970)
- 16) Williams, J. C. and M. I. Khan: The Chemical Engineer, Jan., 19 (1973)
- 17) Harnby, N: Powder Technology, **1**，94 (1967)
- 18) Shah, V. D., S. Bernsen, and A. L. Pinnow: Process Engineering, Sept., 87 (1973)
- 19) Miles, J. E. P., and C. Schofield: Trans. Instn. Chem. Engrs., **48**，T85 (1970)
- 20) 佐藤宗武，矢野武夫ら：粉体工学 研究会誌，**14**，411 (1977)，**14**，448 (1977)，**14**，454 (1977)，**14**，669 (1977)
- 21) 吉田康一：化学工学協会45年会研究発表要旨集，p. 245，(1980) 大阪
- 22) 神鋼ファウドラ－株式会社：神鋼ファウドラ－ニュース，**25**，No. 3，1 (1981/9)
- 23) Ullrich, M.: Chem. Ing. Tech., **41**，903 (1969)
- 24) 矢野武夫，寺下敬次郎，武者孝雄：粉砕，**No. 17**，22 (1972)
- 25) 古閑二郎，山口賢治，井上一郎：化学工学論文集，**4**，413 (1978)
- 26) 杉本益規，遠藤一夫，田中 達夫：化学工学，**30**，427 (1967)
- 27) Roseman, B. and M. B. Donald: Brit. Chem. Eng., **7**，749，823 (1962)
- 28) 矢野武夫，寺下敬次郎，山崎利夫：粉体工学研究会誌，**8**，83 (1972)
- 29) 外山茂樹，千賀博，小西右文：ibid., **5**，1199 (1968)
- 30) 矢野武夫，寺下敬次郎：ibid., **11**，392 (1974)
- 31) 杉本益規：材料，**21**，527 (1972)，**25**，684 (1976)
- 32) Hill, H. P.: Trans. Inst. Chem. Engrs., **43**，T10 (1965)
- 33) 杉本益規：化学工学，**32**，196 (1968)，粉体工学研究会誌，**5**，957 (1968)
- 34) Shinohara, K., K. Shoji. and T. Tanaka: Ind. Eng. Chem. Process Des. Dev. **9**，174 (1970)
- 35) Williams, J.C. and G. Shields: Powder Technology, **21**，171 (1978)
- 36) 粉粒体供給装置委員会編：“粉粒体の貯槽と供給装置” 日刊工業新聞社 (1963)
- 37) 沢島 恭：粉体工学研究会誌，**6**，99 (1969)
- 38) 寺下敬次郎，宮南 啓，大村秀夫：第19回粉体に関する討論会，p. 126 (1981) 岐阜
- 39) Wang, R.H. and L.T. Fan: Chem. Eng., May 27, 88 (1974)
- 40) Chen, S. J., L. T. Fan and C. A. Watson: AIChE J., **18**，984 (1978)
- 41) Lai, F. S. and L. T. Fan: Ind. Eng. Chem. Process Dev., **14**，403 (1975)
- 42) 古閑二郎ら：化学工学論文集，**5**，26 (1979)，**6**，217 (1980)

総 論

集じんプロセス技術の現状と将来

井伊谷 鋼一*

Kōichi Inoya

は し が き

集塵機は半世紀にわたって原理的に変化がないと言えるようである。個々の集塵形式の改良や進歩は他の分野にも劣らぬ程であるが、根本的に新しい構想は出ていないのも珍らしいことである。

集塵は製品の回収やプロセスガスの浄化という製造工程の一つの操作としても重要であるが、その発達はむしろ大気汚染の防止用としての要求に支えられて来たと言える。そして我国においてはその技術は最初海外から導入されたものが多い。特にアメリカ合衆国との提携によってスタートし、それに我国独自の経験を積み重ねて、特別きびしい公害規制に合致できるまでのノウハウをここ20年間に築きあげたのである。しかし新しい技術開発、たとえば石炭火力発電所へのバグフィルター適用等についてはやはりアメリカ合衆国に大きく遅れており、今やその知見の吸収にやっきになっている所である。これも我国の研究開発に対する国家的投資が少なく、しかも偏在している一つの表われである。

今やきびしい排出基準によって高性能乾式集塵の時代となり、その主役は電気集塵と汙過集塵に絞られた感がある。以下にはその他の機械的集塵も含めて、技術の現状を概観し、将来の方向を予想してみることにする。

慣性集塵

圧力損失が低くて粗粒子（10 μm 以上）を除去するには慣性集塵がよい。ルーバー形式をはじめとする羽根列形式は最近宇敷ら（京大工）によって詳細に検討されたが、粗大ミスト捕集等にも活用され、独自の利用分野を開発するものと思われる。現在粉塵用としては市販され

ている製品はほとんどないので、注文製作になるが、利用者にとっては不便である。少なくとも一連のカatalog等があると検討資料にもなって好都合と思う。

サイクロン

古くて新しいもの、簡単な構造で理論がわからないもの、使いやすいがうっかりすると性能が出ないもの、それはサイクロンと言えよう。サイクロンの最適寸法比というのは目的にもよるが、まだ最終版は出ていない。一応の理くつはわかっているが、内部の詳細な流れは複雑で、まさにあざなえる縄の如しという代物である。今迄に多くの人が挑戦しているが、まだ入口にも達していないという感じである。色々の流れモデルがあるけれども実際とは程遠いと言えそうである。したがって圧力損失や集塵率の推定はむしろ実験式か経験式で見当をつける方が無難のように思う。昔はずんぐりして集塵口の小さい形状であったものが、最近はかなりスマートな姿となって来た。特に集塵口径が出口径よりも大きくなって、集塵室を大きくつくるのがよいようである。集塵率は粉塵の粒度だけではなく、その他の物性にもよるので、その推定はむづかしいから、現場でテストしてみるのが一番確実な方法である。小形程集塵率が增大するのは事実であるが、直径が100 ϕ 位より小さくなると粒子の壁面における反撥や集塵口の付着閉塞等が顕著になって、余り小形は性能上も好ましくないことがある。

高温高圧に耐えて安価、コンパクトという特長からも1 μm 程度までの集塵可能な形式としてもう一度見直すべき時期かもしれない。省エネ用のガスタービン入口ガスの集塵にサイクロンが取りあげられており、その設計と使用に間違いのないよう充分な配慮がなされることを望むものである。サイクロンは不思議な装置である。よくわかって使えば意外な性能を発揮するようになるであろう。

* 愛知工業大学工学部

(〒470-03 愛知県豊田市八草町八千草1247)

Tel. (0565)48-8121

スクラップ

洗浄集塵は一昔前は花盛りであったが、今や排水処理と省エネの問題から敬遠されることが多くなった。簡単な構造で安価、しかもサイクロンよりすぐれた集塵率を容易に発揮できるので昔は重宝がられた。しかしサイクロンと同程度の圧力損失 ($200 \text{ mmH}_2\text{O}$) なら $1 \mu\text{m}$ 位までしかとれなくて、中途半端だし排水が困る。一方高い圧力損失 ($1000 \text{ mmH}_2\text{O}$ 以上) を許せば電気集塵機に近い集塵率を出せても電力代が高くて困るという次第である。スクラップだけは加えたエネルギーに比例して集塵性能がよくなるという特徴をもっている。高エネルギーということは高圧力損失、すなわち高風速ということで、それだけ水滴が細くなるのでよく取れるのである。そして湿式の故に再飛散が殆んど生じないために高風速における集塵率の低下が起きないという利点のお蔭もある。

しかしガス吸収をかねた集塵や粘着性粒子の捕集には湿式がよいので、排水をプロセス全体として再循環とか散水用につかって工場全体で無排水にする工夫もあって然るべきであろう。ここに新たなスクラップの利用の道が開けていくものと思う。

バグフィルター

中小規模の集塵としては最も広く使用されており、高温高湿度を除けばほとんどの場合高性能を示す機種であることは御存知の通りである。掃除機や局所排気用の小形から建屋集塵用の大形まで多種多様の発達ぶりである。他の形式と異なり汙布というソフトな材料を使用しており、これと粉塵というむづかしい性質の持主の組合せであるため、理論解析はほとんど不可能である。しかしその集塵機構や払落し機構に関しては論理的考察が進められており、実験によってそれらが検証されている段階である。特に近年アメリカにおいて西部炭使用の火力発電所で電気集塵の代りにバグフィルターを採用する傾向がふえている。そのノウハウがアメリカ環境保護庁 (EPA)、エネルギー省 (DOE)、あるいは電力研究所 (EPRI) の研究助成金によって多数積み重ねられており、超大形だけにバグフィルターの新分野開拓として興味を引く所である。

バグにおいては払落し操作が集塵操作に劣らず重要であって、むしろ払落しによって性能が支配されるともいえる。その方式としては振動 (揺動の方が適当) に始まって、逆風 (圧)、パルスジェット、および脈動逆風等と発展して来ているが、10数年来発展して来たパルスジェット方式は集塵操作を中断することなく払落しできる

ことと、フェルト汙布 (不織布の一種) を用いて見掛け汙過速度 (Air to Cloth Ratio という) を従来方式にくらべ倍程度大きくとれるという長所のため著しい普及をみた。しかし最近のアメリカにおける研究結果によると、その払落し効率は意外に悪く改善の余地をのこしているし、集塵率も他形式にくらべてやや劣る等問題もある。

火力発電用や大形集塵用にはほとんど逆風方式か振動方式が利用されている。払落しのよいのは振動で、サブミクロン粒子が多い電気炉集塵等では付着力が大きいため振動式がつかわれている。振動式では振動の最大加速度 ($\propto$ 振幅 $\times$ 振動数の2乗) によって払落し性能がきまるといわれ、汙布の破損を少なくする建前から振幅をむしろ押えて振動数を大きくする傾向にある。しかし汙布の破損の少ないのは逆風式 (コラップス式ともいう) で、現在高温 (250°C まで) 用のガラス汙布にはほとんどこれが使用されている。最近では逆風式にも一部フェルト汙布が使用され、単位面積当りの処理風量の増大を計っている。また汙布も円筒形から封筒形へと、装置の小形化の利点から一部移行している。

バグフィルターの進歩は汙布の進歩による所が大で、捕収性能がよく払落しも容易な汙布を開発するために、汙布メーカーは研究をつづけており、特にフェルトの表面加工に工夫をこらしている。粉塵の特性と合った汙布を使うことも大事で、今後の汙布の開発には期待する所が大きい。特に静電気や湿度の影響等従来より重要視されていなかった方面にも研究の範囲が広がっている。汙布は集塵機メーカーとは別に汙布縫製メーカーがあり、それ以前に汙布製造メーカー、又その前に繊維メーカーがあるわけで、かなり複雑な流通系統をもっている。この中間の織布メーカーや縫製メーカーは比較的小規模企業が多く、しわよせもきびしいので、最終製品の質の向上や規格の統一についても考えて行く必要がある。

現在社団法人日本粉体工業技術協会では集塵分科会において汙布の協会規格、粉塵爆発に対する設計基準、およびバグフィルターの現場使用指針を作成すべく小委員会をつくって検討をすすめており、本年中には一応の案が出来上るものと期待している。

汙過集塵に対する基礎的な研究も各方面ですすめられており、アメリカにおいては GCA の Dennis ら、および Harvard 大学の Leith 助教授らによる、EPA の研究報告には多くの新しい知見が発表されている。これらの成果を元にした新しいバグフィルターの設計あるいは操作法が世に出てくる可能性も大きいので、我国のメーカーも注目している必要がある。我国の大部分の集塵機メーカーは中小企業が多いので、十分な研究開

発能力をもっていないし、政府は補助金等をこの方面に出し渋っているので、実用面は別にして技術開発は当分アメリカ先導型とならざるをえないであろうことは残念である。

つぎにバグフィルターの新しい一つの開発方向として考えられるものは静電気力の利用である。これの基礎研究においては我々も種々の興味ある成果をえているが、積極的にコロナ荷電をバグフィルターの前で行うとか、汙布に静電界を与えてやるとかして、捕集性能を高めるだけでなく圧力損失を低くすることも可能である。さらには静電界によって払落しを行う可能性もあり、今後の開発が経済的にも満足され実用化へ進展することが期待される。

一方高温集塵へのバグの適用を拡大するために、特殊汙布たとえば金属繊維汙布とかセラミック汙布がすでに検討されているが、数百度の温度で使用に耐えるものは経済的問題を残しているだけともいえる。我国においてもこの方面の強力な研究協力態勢が国家的見地から出来ることを要望したい。

なお問題は払落し直後の集塵率の低下にもあるが、これは操作条件を自動調節することによっても解決出来る筈で、必要となれば実施できる対策である。

電 気 集 塵 機

硫酸ミストの捕集に活躍していたコットレルと呼ばれる本形式が、今や広く大形大容量の集塵に利用されるようになったのはやはり公害対策のお蔭であろう。特に火力発電所や鉄鋼工業におけるその利用は顕著で、一基の単価が大きいに生産高から言うと集塵形式の中では長い間トップの座を占めてきた。今しばらく新規の設備投資が減少したために、その伸びは小さいようであるが、リプレースや増強等を含めてかなりの量になるようである。しかし生産台数から言うとバグフィルターより少ないのは当然である。

乾式と湿式の2形式があって、後者は万能ではあるが湿式特有の排水処理等と高価格の問題があり、多用されているとは言えない。やはり本命は乾式であるが、御存知の通り堆積粉塵層の電気抵抗が低すぎても高すぎても具合がわるいという泣き所をもっている。特に高抵抗ダストが問題で、セメントキルン、鉄鋼焼結炉、あるいは低硫黄石炭燃焼ボイラー等の排ガスはその範囲に入る。この対策としては調湿塔を前置するか、高温条件下で運転するかである。前者はスタビライザー等と称するが、かなり大掛りとなることもあり、温度も下るので、水の代りに薬剤を注入することもある。後者はホット・コットレルと称し、米国の石炭火力において、ボイラーの空

気予熱器の前に集塵機を設置する例がふえている。いづれも一長一短があるようで、思い切ってバグフィルターに転換する場合もあることは前項でのべた通りである。

電気集塵極上の捕集堆積した粉塵層はある程度の量になるとバグ同様払落しする必要があるが、これはほとんど樋打^{ついで}によっており、やはり電極板上に発生する加速度の大きさに払落しは支配されるから、充分な力を加える必要があるし、電極の形状が種々検討されている。

特に近年騒がれたワイドスペースというのは電極板間隔を従来の200mm前後から500mmあるいはそれ以上にも広げて超高压(～200kV)を加えるという新構想である。今迄はだめだと思っていたことをやってみたらよかったというわけで、びっくりしたでしょうが、まだまだわかっちゃいないという次第である。しかもすべての場合によいというわけでもないので、適当な巾に落着くようである。

また従来はドイッチェの理論という簡単な理想化した仮定の上の計算式で設計をすませ、むしろ経験的な係数で問題を処理していたようであるが、その理論には入っていないコロナ風という御仁が、はるかに大きな影響をもっていることがわかり、全くでたらめもいい所と言いたくなるような仕末である。

現在電気抵抗の高い粉塵にも使えるように色々工夫が発表されている。すわなちコロナ予備荷電、第3電極、パルス荷電、ボクサー荷電等々目白押しの感がある。一部で目の眼をみているものもあるが、本当に実用に耐えるものはどれになるか当分は模様がなめという所である。わけのわからぬエレキの働き故、機械屋にとってはまだバグの方が信用できそうである。

その他の集塵形式

換気用のエアフィルターを除けば、現在開発研究が進められているのは次の3種類になるかと思う。

a) 音 波 集 塵

強力な音波により微粒子を凝集させてサイクロンで分離する構想で、粉塵濃度がある程度の範囲であれば可能性があるので、古くから試みられては中断している方式である。発生騒音と所要エネルギー等の問題があり、ほとんどあきらめられていたが、近年アメリカのShaw教授がかなり大掛りな装置で再挑戦している。しかし周りの眼は冷たいようである。彼によれば騒音はボイラー等では問題にならないそうである。

b) 磁 気 集 塵

磁性をもつ鉄鋼等の粉塵は強磁場による捕集が可能であるから、EPAはベンチスケールからトレーラーに積み込んだパイロット試験機に発展させて、意欲的な取組

みをしている。我国でも阪大で小規模の基礎研究を実施しているが、用途に限られる上、大形で強力な磁界の発生に問題がありそうな感じである。

c) 充填層集塵

ドイツで一部実用されていると言われる本形式が、高温集塵用として最近注目をあつめている。米国EPA等で各方面に基礎研究をさせているし、Combustion Power 社の実用機も長年の改良の末、目の眼をみることになるかもしれない。しかしいづれも移動層の形式が多く、並流、向流又は直交流と様々であるし、予備コロナ荷電を付加する等して性能向上を計る例もある。我国においてはセメントクリンカークーラー排気用として日本セメントが数年来実用していたが、これを引きついだ神戸製鋼と独自開発の川崎重工業がそれぞれ高炉でのパイロットテストを終了し、実用化をねらっている。このような事情かう今後の進捗状況によっては移動層が高温集塵の有力な候補となる確率は大きい。中国の冶金安全研究所(武漢)においても逆風払落しの多段充填層集塵機を開発し、武漢鉄鋼コンビナートにおいて実用化している。

む す び

集塵機の技術的開発の現状と将来への予測を筆者の狭

い見解から述べてきたが、要するに日本には独創的研究が出てくる余地は予算面からも能力的にも残念ながら甚だ少ないといわざるをえない。輸入技術を模倣して小手先の改良を加え、質の高い労働力をもって実用には安くて優れた製品を供給することが今後も当分つづくであろう。受験戦争と社内競争につかれた人間から独創は生まれないであろうし、たとえ能力はあっても周囲がそれを支援する態勢にないのが東洋の孤児日本の現状である。

今後の集塵機はシステムとしての総合的な性能の向上あるいは省エネルギーにとりくむべきであろうし、各種の集塵形式の複合による同様の成果を工夫すべきであろう。そのきざしはすでに前述の如く静電気と他形式との結合によって実現されつつあるが、未だ経済的に成立つまでの成果はあがっていないように思われる。そして集塵率としてほぼ最終的な値に達することは可能な状態であるから、如何に経済的にその目的を達成するかが今後の主たる努力対象であろう。特にバグフィルターと電気集塵機の技術的改良は米国における政府資金によって著しいものがあるから、この両者の技術的優位は当分つづくであろうし、どちらがブレイクスルーするかは興味をもって見守りたい所である。

(38頁のつづき)

- 2) Schönert, K. & F. Flügel, European Symposium on Powder Technology, 1980, (Amsterdam), Preprints Vol. A, p. 82
- 3) Furuya, M., Nakajima, Y. & T. Tanaka, Ind. Eng. Chem., Process Des. Develop., 10 [4] 449

(1971), 12 [1] 18 (1973) その他.

- 4) Feige, F., European Symposium on Powder Technology, 1980, (Amsterdam), Preprints Vol. A, p. 570.
- 5) Leschonski, K., and Boeck, Th., ibid, Vol. B, p. 746

総 論

粉粒体ハンドリングの現状と課題

狩野 武*

Takeshi Kano

1. ま え が き

1982年を迎え、生産と研究の場にある各位には、新しい構想と抱負をもって、ますますご健勝で活躍されることを祈ってやまない。

生産工業は経済活動の一端ではあるが、その盛衰は世界の経済情況に連動して直接的に影響を受けると見られる現在では、どのような方式と運営が最適であるのか、またどのような分野が重要なのか、さらにまたどのような内容が必要になるのかなどは、容易には予断できない。しかし、世界をあげて食糧と物資がますます貴重になるであろうことと、生産合理化を含めてエネルギーの節減がますます要望されるであろうことは、間違いないと思われる。

それらは食糧の過半量と主要原料のほとんどを輸入に仰いでいるわが国では、これからの世界経済場裡に生きつづけていくうえで、避けることができない課題であるといえよう。また各社、各研究所では、この方向に沿った新製品の開発、生産の合理化、あるいは経営基盤の強化、などが命題になるといえよう。

このような考えと、将来の方途を模索するには、まず現状を正しく把握する必要があると思うことから、粉粒体ハンドリングの現状について調べたことを下記に述べ、ご参考に供することにする。

2. 経済基礎数値

世界中に広く分布して、それぞれの土地で人々が営む生活の、一つの群単位を国と考え、それぞれの国における条件と情況の程度を表わすものは、人口、面積とその利用度、エネルギーと食糧の生産量と自給率、国民生産額、などであろう。いくつかの国についてそれらを手

許の資料から調べてみると Table 1 のとおりである。

国の人口や面積の大小は、その国の内情を直接には表現しないと考えられる。ここではまず人口密度、特に農地、果樹地、草地をあわせた可住地面積当たりの人口負担と、エネルギーと食糧の自給率に注目したい。それらは国の経営基盤の強さと、国民生活の豊かさに関係すると考えるからである。

わが国は他の国に比べて、特に可住地面積当たりの人口負担が異常に大きいこと、エネルギーと食糧の自給率が極端に小さいこと、また可住地面積当たりのエネルギー消費量がきわめて大きいことに注目したい。これらはわが国が当面している諸問題の源を如実に示し、将来のあるべき方途、経済の運営方式、産業の形態内容、生活環境の保全策などを模索選択するうえで、宿命的な制約を啓示しているといえ過ぎるであろうか。

3. 粉粒体ハンドリングの量と内容

食糧をはじめ工業製品のほとんどは、原料から製品にいたるまでの間で、一度は粉粒体の形をとるとみてよからう。プロセスあるいは最終製品の種類は多種多様、千差万別にはわたるので全体量を把握することはむずかしいが、比較的原料に近い状態で粉粒体の形をとる物資を手許の資料から集計すると Table 2 のとおりで、年間取扱量は約6億トン、国民1人当たり約5.23トンに達している。二次、三次の加工、取扱いを考えに入れると、ばく大な量になる。この運営、輸送、取扱いの適否は経済上少なからぬ影響を与えると見てよからう。

この表の右欄には、それぞれの物資を工業製品に加工するうえに関係するおもな操作を○印で表してある。ほとんどの物資は、その程度と内容に差はあっても、いろいろな操作を受けて最終製品にまで加工されている。粉粒体技術が工業製品、ひいては国の経済と国民生活に重要な関係があり、技術の改善開発がそれに大きく寄与することを感じる。

* 静岡大学工学部化学工学科
(〒432 浜松市城北3-5-1)
Tel (0534) 71-1171

Table 1 各国の経済基礎数値 (1979)

項目 国名	規模			土地利用			エ			ネ			ル			ギ							
	人口 10 ⁴ 人	面積 10 ⁴ m ²	人口密度 人/ km ²	農地 %	草地 %	林地 %	その他 %	人口負担/ (可住地) (km ² /年)	石炭・亜炭		石油	天然ガス		水力	原子力	水力 原子力 10 ⁶ t	合計 消費 10 ⁶ t	自給 率 %	消費 換算				
									産出* 10 ⁶ t	消費 10 ⁶ t		産出* 10 ⁶ kℓ	消費 10 ⁶ kℓ						産出** 10 ⁸ m ³	消費 10 ⁶ t	産出 10 ⁸ kWh	消費 10 ⁶ t	産出 10 ⁸ kWh
									10 ⁴ 人	10 ⁴ m ²	人/ km ²	%	%	%	%	%	10 ⁶ t	10 ⁶ t	10 ⁶ kℓ	10 ⁶ kℓ	10 ⁸ m ³	10 ⁶ t	10 ⁸ kWh
アメリカ	22,058	9,363	23.6	23	24	33	20	50.1	530	557	503	1,034	1,115	5,434	763	543	70	2,506	80	11.4	268	569	
ソ連	26,400	22,402	11.8	10	17	41	32	43.6	504	497	699	共706	500	3,469	445	150	26	1,462	5.6	66	226		
中国	92,800	9,597	9.7	14	23	16	47	261.3	618	542	123		118		19		9	689	0.7	72	194		
日本	11,613	372	312.2	15	1	67	17	1951.1	18	59		294	316		29	850	18	431	12	3.7	1,001	7,241	
ドイツ	6,134	249	246.3	33	21	29	17	456.2	90	113		177	174		73	90	8	368	45	6.9	1,478	2,737	
イギリス	5,588	244	229.0	29	47	8	16	301.3	123	112	93	111	110		61	89	5	287	74	5.1	1,176	1,547	
フランス	5,348	547	97.8	34	24	27	15	168.6	22	40			138		32	115	14	230	26	4.3	420	725	
カナダ	2,369	9,976	2.4	5	3	25	57	29.6	25	33			121	771	71	58	30	256	10.8	26	320		
イタリア	3,691	301	189.1	40	18	21	21	326.0	13	84			118		35	15	7	173	3.0	575	991		
東ドイツ	1,674	108	155.0	46	12	27	15	267.2					23		7	18	1	117	7.0	1,083	1,868		
オーストラリア	1,442	7,687	1.9	6	60	18	16	2.8	73				39		9		2	94		6.6	12	18	
スペイン	3,718	505	73.6										61		2		6	88	2.4	174			
オランダ	1,403	41	155.0	24	32	8	36	611.1	4				33	865	53		1	91	6.5			3,963	
ポーランド	3,523	313	112.6	48	13	28	11	184.5	193	169			20		11			200	5.7	639	1,048		
スイス	638	41	154.3	10	39	25	26	314.9								20							
その他			(1)					(2)		(3)				(4)		(5)							
世界合計	412,400	149,442	27.0						2,538		3,471	3,834			1,864		288	8,706	2.0	58			

(注) (1) バングラデシュ 574 韓国 370 インド 190

(2) インド 101

(3) サウジアラビア 560 イラク 151 ベネゼエラ 125 ナイジェリヤ 122 メキシコ 114 リビア 104

(4) ルーマニア 337

(5) スエーデン 39 ベルギー 17

(Table 1 のつづき)

国名	米		小麦		とうもろこし		大豆		ばれいしょ		食生活		自給率		経済	
項目	生産 10 ³ t	自給率 %	生産 10 ³ t	自給率 %	生産 10 ³ t	自給率 %	生産 10 ³ t	自給率 %	生産 10 ³ t	自給率 %	熱量 kcal/ 人・日	でん粉 質比 %	農穀 種類	魚肉 種類	国民生産 ドル/人	経済成長率 %
アメリカ	6,199	233	58,289	233	197,208	143	61,715	151	15,769		3,199	21.8	174	99	9,770	2.3
ソ連	24,000	71	90,100	93	8,400	37	600	25	90,300		3,424	47.0		100	3,710	
中国	143,400	102	60,003	87	40,620	89	13,050		14,040		2,324	76.6		99	230	
日本	15,600	106	541	8	5	0	200	4.6	4,400		2,505	49.2	34	80	7,700	5.9
西ドイツ			7,971						8,747		3,168	25.5	80	84	10,300	4.5
イギリス			7,140	73							3,079	28.9	64	73	5,720	1.5
フランス			19,393	159	10,293	142					3,230	27.9	152	98	8,880	3.3
カナダ			17,746	293			475				3,127	27.1		99	8,670	2.8
インド			8,934	75							3,238	41.1	74	78	4,600	5.0
オーストラリア									12,540						5,670	
ペルー			16,100								3,187	28.4		158	8,060	
オランダ			4,118												3,960	
ポーランド			4,187	59					49,582		3,308	42.7			9,200	
スイス															3,650	
その他	(6)		(7)		(8)		(9)		(10)						12,990	
世界合計	379,800		424,400		394,200		94,210		284,500							

(注) (6) インド 69,000(101) インドネシア 26,350 (90) バングラデシュ 19,355(一) タイ 15,640(137) ベトナム 10,500 (96)
 (7) インド 34,982 トルコ 17,631 パキスタン 9,944
 (8) ブラジル 16,309 ルーマニア 12,380(108) ユーゴスラビア 10,082 メキシコ 9,255 アルゼンチン 8,700(317)
 (9) ブラジル 9,959(107) アルゼンチン 3,700(416) メキシコ 701 カナダ 672 インドネシア 575
 (10) インド 10,125 その他：かんしよ……中国 92,600 ベトナム 2,400 インドネシア 2,350.()内は自給率
 数値はおもに右記による。朝日年鑑(1981), 少年朝日年鑑(昭57), 日本国勢図会(1981), 日本の100年(昭56) 国勢社。

Table 2 わが国におけるおもな粉粒体の年間取扱量と加工操作 (1979)

製 品	粉 粒 体 名	年間取扱量 (単位1,000トン)	粉 砕	混 合	造 粒	乾 燥	供 給	輸 送	分 級	集 じん	貯 蔵	計 測	化 学 操 作
飼 料・食糧	米 (国産 106%)	15,600											
	小 麦 (8.9)	6,081											
	大 豆 (4.4)	4,324											
	とうもろこし (0.0)	11,413	○	○		○	○	○	○	○	○	○	
	砂 糖 (21.7)	3,327											
	塩 (13.1)	8,266											○
肥 料	有機系	油 魚 骨	466										
		か す 肥 粉	61	599	○		○	○		○	○	○	
			72										
	原 料	り ん 鉱 石	2,810										
		塩 化 カ リ	956	4,179	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		硫 酸 カ リ	210										
		り ん 安	203										
	窒 素 系	尿 素	1,862										
		硫 酸 窒 素	1,649										
		塩 化 窒 素	583	4,284		○	○	○	○	○	○	○	○
		石 硝 安	170										
	りん系	り ん 酸 石 灰	593										
		溶 成 り ん 肥	536	1,129			○	○	○	○	○	○	○
	複 合	化 学 肥 料	4,432										
		配 合 肥 料	1,030	5,462	○	○	○	○	○	○	○	○	○
鉱 物		鉄 鉱 石	130,725										
		ボ ー キ サ イ ド	4,597										
		マ ン ガ ン 鉱	2,743										
		ク ロ ー ム 鉱	974	140,867	○		○	○			○	○	○
		銅 鉛 鉱	943										
		亜 鉛 鉱	701										
岩 石・土		石 灰 石	182,781										
		け い 石	13,745										
		け い 砂	5,812	209,099	○		○	○	○	○	○	○	○
		ド ロ マ イ ト	6,119										
		耐 火 粘 土	642										
		石 炭 (国産23.6%)	77,145	77,145									
よ う 業		セ メ ン ト	87,504										
		ア ル ミ ナ	2,639	91,498	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		ソ ー ダ 灰	1,355										
顔 料		カーボンブラック	538										
		軽質炭酸カルシウム	209										
		酸化チタン	188	1,202	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		ベ ン ギ ラ	129										
		そ の 他	138										

(表2のつづき)

製紙油脂	木石	材	チ	ッ	ブ	9,680	9,836	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○																																	
			け		ん	156																																													
石油化学製品	熱硬化性	ユ		リ	ア	599	1,660																																												
		フ	エ	ノ	ー	ル													300																																
		ポ	リ	エ	ス	テ													204																																
		ウ		レ	タ	ン													191																																
		そ		の		他													366																																
	熱可塑性	ポ	リ	エ	チ	レ	2,165												6,550																																
		塩	化	ビ	ニ	ー	ル																								1,592																				
		ポ	リ	ス	チ	レ	1,227																																												
		ポ	リ	プ	ロ	ピ	レ																								1,023																				
		そ		の		他	543																																												
	織	ポ	リ	エ	ス	テ	625												1,831																																
		ア	ク		リ	ル	353																																												
		ナ	イ		ロ	ン	318																																												
		ア	セ	テ	ー	ト	67																																												
		ビ	ニ		ロ	ン	49																																												
維	ポ	リ	プ	ロ	ピ	37																																													
	そ		の		他	382																																													
合 計						612,618																																													

(注) 1. 数値にはおもに下記による。

朝日年鑑 (1981), 少年朝日年鑑 (昭57),

日本国勢図会（1981），日本の100年（昭56）国勢社。

2. $612,618 \times 10^3 / 116,130 \times 10^3 = 5.28 \text{ トン/(人・年)}$

4. 粉粒体取扱いの実情

上記の観点から、もう少し詳しく粉粒体取扱いの実情を調べてみることにする。ところが、粉粒体取扱いにはいろいろな種類と方式、容量、などがあり、それらの内容や設置数の割合などを統計的に知ることは不可能に近い。そこで、いずれの取扱い装置でも、まず何らかの形式の供給器が用いられることに注目して、供給器の使用条件と容量から、粉粒体取扱いの実情をうかがい知ることにする。

この目的のために、先に日本粉体工業技術協会貯槽供給輸送分科会（青木隆一コーディネータ*）の供給機分類小委員会（林彬委員長**）が昭和52年にアンケート調査し、昭和54年に集計された結果の一部を表および図に描いて検討することにする。このアンケート調査は上記会員300社に設問し、そのうち71社（24%）の回答を得たものである。

*、** 各位にはここに掲載することについてご了解を得ている。

4.1 取扱ううえでの粉粒体の物性

Table3のように、流動が悪いもの23.8%、逆にフラッシング性があるもの18.9%とある、また付着性があるもの32.6%、摩耗性があるもの16.6%と、取扱いうえで

Table 3 供給器が扱う粉粒体の物性

項 目	内 容	件 数 %
性 動 流 (全 206件)	非常によい	10.2
	フラッシング性がある	18.9
	普通・特に問題ない	47.1
	悪い・扱いにくい	23.8
	合 計	100
そ の 他 (全 181件)	摩 耗 性 大	16.6
	付 着 性 大	32.6
	腐 食 性 大	12.2
	そ の 他	2.7
	特 に な い	35.9
	合 計	100

4.5 取扱いの連続運転時間

Fig. 4 に示すように連続運転をつづけるものが多い。これはアンケート依頼先と回答者の業種によっても考えられるが、生産工業では昼夜連続して操業されることが

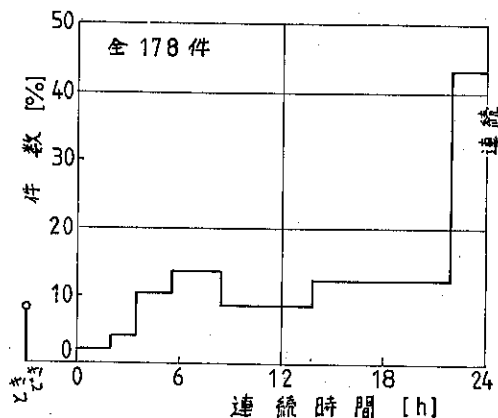


Fig. 4 供給器の連続運転時間とその件数の関係

多いことを意味している。一日のうちに数時間休止する装置では、保守点検調整が容易で、万一故障あるいは部品を交換する必要が生じて、その時間内に作業を終えることができる経済的な装置が歓迎されるであろう。しかし連続運転する装置では、次の定期補修検査までは運転をつづけることができる耐久性がまず要求される。そのため多少割高になっても、すぐれた材質と構造、性能の安定性などがまず必要になる。

5. むすび

以上のことごとから、粉粒体工業は今後どのようなことが重要になるのか、また必要になるのか、会社としては努力しなければならないのか、さらにわが国としてはどのような方向に進路を求め、どのような運営をしていかなければならないのかなどは、それぞれの分野によって多少趣きが異なると思うが、それらの検討と結論は各位のご判断におまかせしたい。

特許一言メモ

No. 23

先 使 用 権

ある特許があって、それとは別にその特許の出願以前から同じような技術を実際に使用されている場合、その特許権は出願以前から使用している分にまで及ばない。これを先使用による通常実施権を有するもの（法79条）とされこれを「先使用権」という。そして、これは通常実施権の設定登録をしておいたほうがハッキリするが、登録しなくてもその効力を有するものである。ただ、先

使用だと証明できるものをしっかり持っていることが肝心である。

何年か後になって起ってくるかも知れないこの種の問題に対し、どのような製品を、いつ作り、どこに納めたか、をいつでも明確に証明し得るようにしておくことが必要である。

（技術資料室）

製品紹介

粉 碎 機

1. 粉碎機の機種選定

粉碎される原料の種類は非常に多く、その物性も多様である。また、要求される粉碎製品の粒度または粒度分布も広範囲に涉っている。

粉碎機は原料と製品の多様性に応えるために多数の形式のものが開発され実用化されている。

したがって粉碎装置の計画に当って最も重要なことは要求される製品粒度、処理能力を満足できる粉碎機の機種を原料物性に合せて選定することである。

i) 粉碎製品の粒度または粒度分布

粉碎操作の目的から見て、粉碎製品の粒度、または粒度分布の要求を満たすことが第一となる。

粉碎製品の粒度は粉碎機の機種によりある範囲に限定され、同じ形式の粉碎機では、いかに操作条件を厳しくしても到達する粒度に限界がある。

粒度分布の幅のせまい製品を得るためには機内滞留時間の短かい、摩砕をできるだけさけ、過粉碎しない機種が選定される。

要求される粒度あるいは粒度分布が粉碎機のみでは満足されない場合は分級機との併用を考慮しなければならない。

ii) 摩耗対策

鉱物質、あるいは時には植物質であっても、粉碎に供される原料では粉碎機を摩耗させるものが多い。原料の摩耗性に応じて、耐摩耗材の使用、摩耗の少ない機種あるいは摩耗による性能変化の少ない機種の選定に留意しなければならない。

硬度の低い物質であっても、その中に含まれる微量の摩耗性物質によって摩耗が促進されるので注意を要する。

iii) 原料の物性

機種の選定にあたっては原料の各種の物性が考慮される。各種の物性とは、例えば、弱熱性、脆性、韌性、柔軟性、繊維性、含油材、吸湿性、易燃爆発性、その他で、著しくこれらの性質を示す材料については粉碎機、粉碎方法について特別な工夫がなされる。

2. 選定のためのテスト

このように粉碎原料の性質は非常に多岐にわたり、単に名称と大きさ、簡単な物性試験では正確に判断できない。

したがって可能なかぎり、同一原料を用いて、小型機にて実際の粉碎テストを行って見て、製品の品質の確認、スケールアップの可能性、長時間連続運転の対策等の検討をするのが望ましい。

3. 粉碎システムの構成

ほとんどの場合、粉碎機本体のみでは粉碎操作はできない。粉碎機を中心にフィードホッパー、フィーダ、製品捕集機、分級機、タンク類、輸送システム、操作パネルなどで粉碎システムが構成される。

これらの機器の選定、操作方法の検討、いわゆる粉体のハンドリング技術が、粉碎機の選定と同等に重要となる。

粉 碎 機 の 機 種 選 定

粉 碎 機 の 機 種 選 定										
機 種 選 定 条 件	主要物理 化学性		粉 碎 材 料 名		粉碎製品粒度と適当粉碎機種 (粉碎粒度はおおよそ+5〜95%篩下を示す)					
					粗 碎		中 碎		微粉碎及び超微粉碎	
	硬 度		標準物質	そ の 他	メッシュ 4 20 粒径 100% 10% 1%	100 200 100μ	325 1250 10μ	2000 1μ		
モ ー ス 硬 度	軟 質 材 料	1	滑 石	粘土 黒鉛 ケイソウ土	ジョークラッシャ	ハンマミル				
		2	石 膏	岩塩 無煙炭	エッジランナ		スーパーミクロンミル			
		3	軟質石灰石	方解石 セメント	ロールミル		ファインビクトリミル			
		4	石灰石	蛭石 燐鉱石 無水石膏			振動ボールミル ローラミル			
	硬 質 材 料	5	硬質石灰石	石棉 クローム鉄鉱				振動ボールミル		
		6	長 石	イルミナイト 硫化鉄			ボールミル			
		7	水 晶	砂岩 花崗岩						
		8	ジルコンサンド	黄玉			レイモンドミル(ローラミル)			
		9	金剛砂	アランダム						
		10	金剛石							
弱 熱 粘 着 材 料	融点 40℃ 60℃ 110℃	尿素樹脂 無水マレイン酸 ペニシリン ゴム老防剤、農薬(スミチオン・ツマサイド) 粉体塗料 (エポキシ系、アクリル系) トナー			フェザーミル		ACMパルベライザ ビクトリミル ジェットミル			
脆 性	耐性大塊 の 破 碎	氷、ロジン塊、塩化マグネシウム塊 フィルターケーキ乾燥物			アイスクラッシャ	ACMパルベライザ フェザーミル				
	脆衝撃性 且つ低融点	PVA 軟質塩化ビニール ポリエチレンシート 硬質又は軟質ゴム			ビクトリミル カッタミル リンレックスミル					
織 維 材		アルカリセルロース、メチルセルロース 甘草、ワラ、木粉、魚粉			パルベライザ ハンマーミル(ナイフ) ファインビクトリミル					
含 水 材	水分 15~50%	フィルターケーキ又は遠心脱水処理物			フェザーミル					
含 油 材	粉碎と共に 油 状 化	落花生 ゴマ、コーヒ、ココア			フェザーミル		リンレックスミル			
吸 湿 材	吸 湿 潮 解 性	塩化カルシウム 粗製ブドウ糖			フェザーミル	パルベライザ ACMパルベライザ				
爆 発 性 材	微 粉 域 にて発火容易	硫 黄 (N ₂) Mg, Al								

製品紹介

ホソカワ／ミクロン

アイスクラッシャ

1. 概要

ホソカワ／ミクロン アイスクラッシャは、文字通り氷の塊を粗砕する目的で開発された機械であるが、実際には氷はもとより各種原料塊（フェノールレジン、ロジン、金属石ケン、ドライアイス等軟質又は脆性の原料塊）の粗砕にも広く使用されている。

2. 構造 (Fig.1 参照)

本機は投入原料塊が大きい為、特にフィーダーは使用せず、本機上部に簡単なホッパーをとりつけている。

上部より投入された原料塊は、内向きに回転する二本のロールに取付けられた多数の爪とロールの力により瞬時に割砕される。二本のロールの中間下部には櫛状にな

った山形の邪魔板があり、これにより粗大原料の通過を防止し、粒度を調節し、適当な大ききまで割砕を続けるようになっている。小型のアイスクラッシャは鉄製架台を設けていて、シュートによって割砕された製品は一方へ取出される。

3. 特長

- (i) 所要動力に比して大きい処理能力。
- (ii) 発熱がほとんどない。
- (iii) 内部の点検、爪の取換えはサイドカバーをはずす事により容易に行なえる。

4. 材質

本機は鉄製（S S 41及びF C 20）を標準としている。

5. 型式

アイスクラッシャの各型式の標準仕様を Table 1 に示した。

Table 1 アイスクラッシャの標準仕様

仕様	型式	I C-1	I C-2
所要動力	KW	0.75	3.7
回転数	r.p.m.	60	100(50Hz) 120(60Hz)
投入口寸法	mm	165×298	345×455
概略能力	kg/hr	1,000	4,500

注) 概略能力は氷を原料とした時の能力である。

6. 適用

アイスクラッシャの納入例を Table 2 に示した。

本機は前述の如く軟質又は脆性の原料塊を対象とするため、本機に適さない場合がある。不適の原料についてはその都度特殊な解砕機を設計製作している。

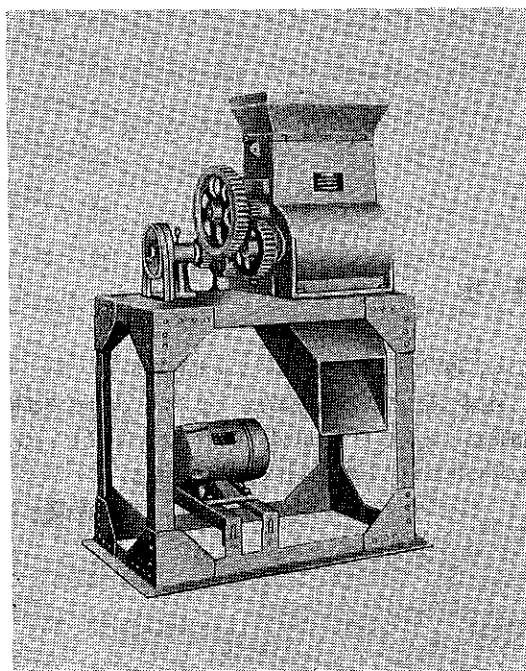


Fig.1 ホソカワ／ミクロン アイスクラッシャ

Table 2 アイスクラッシュ納入例

原 料 名	型 式	所要動力	処理能力	原料粒度	製品粒度
フェノールレジ	IC-2	3.7KW	5t/Hr	300×300mm	こぶし大
フェノールレジ	IC-2	3.7KW	1,500kg/Hr	人 頭 大	15mm以下
農 薬	IC-2	3.7KW	670kg/Hr	60×60×15mm	3mm以下
レ ジ	IC-2	2.2KW	2 t /Hr	100×100mm	40mm以下
石炭酸ホルマリン樹脂	IC-2	3.7KW	1 t /Hr	100mm ^a	20mm以下

特許一言メモ No. 24

実 用 新 案 の 効 用

特許に係る発明は「自然法則を利用した技術的思想の創作のうち高度のもの」(法2条)と規定されている。これに対し実用新案に係る考案は、この「…高度」がなく、「物品の形状、構造又は組合せに係る考案」(法1及び2条)となっている。したがって俗っぽく言えば、実用新案はとり易い、ということにもなる。そして権利化されると特許と同じような保護を受けるが、権利の存続期

間が10年(但し出願日から15年以内)と特許にくらべ5年短い。

この頃のように技術革新の激しい時代には、技術の老朽化が早いことを考えるとこの実用新案のメリットは意外に大きい、といえる。それに諸手続きの費用も少々安くすむ。

(技術資料室)

特許一言メモ No. 25

特 許 表 示

特許にかかるものにその旨を表示することを「特許表示」といい、「…表示に努めなければならない」(法187条)と規定されている。ところが義務づけられているのではないので、この表示がないからといってどうこう言われることはない。ただ、「特許第〇〇号」と明記することによって、特許の侵害を未然に防ぐ作用も持ってい

るし、取引上有利、というメリットもある。

外国でもこの表示義務はないようだが、カナダでは特許になった年を「Patented 1975」のように表示しなければいけない、と規定されている国もある。

(技術資料室)

製品紹介

ホソカワ／ミクロン ハン マ ミ ル

ホソカワ／ミクロン ハンマブレーカ

1. 概 要

スイングハンマの強烈な衝撃作用により、40～80mmの原料やシート状の原料を瞬時に数mm～数メッシュに粉碎するもので、鉱石、化学薬品その他の粗、中粉碎機として広く用いられる。又、マンマミルでは投入困難な原料にはハンマブレーカが用いられる。

2. 構 造

2.1 ハンマミルの構造

標準型の構造をFig.1に示す。

上部ケーシング⑧、下部ケーシング⑩の中に図示の如きロータが内蔵されている。ハンマ①はロータにハンマーピン④で吊下式に取り付けられており、ケーシング内面にはライナ②～⑥が張られ、ケーシングの摩耗を防ぐと同時に内部で繰返し粉碎を効果的に行うため凸凹面としてある。ホップ①より投入された原料はハンマ①によって粉碎され所定粒度以下のものは、落下間隙調節

孔⑥を通過し製品となり、粗粉はケーシング内部に滞留し再粉碎される。粒度調整の落下間隙調節孔（スクリーン、ロストル）は、側面カバー⑨を開けば、外部より交換可能である。又、単機で使用する場合フランジ⑦から除塵可能な構造となっている。

2.2 ハマブレーカの構造

ハンマミルで投入困難な大塊を粉碎するため、投入口を大きくし原料の跳ね返りを防止するような構造となっており、Fig.2に示す構造になっている。

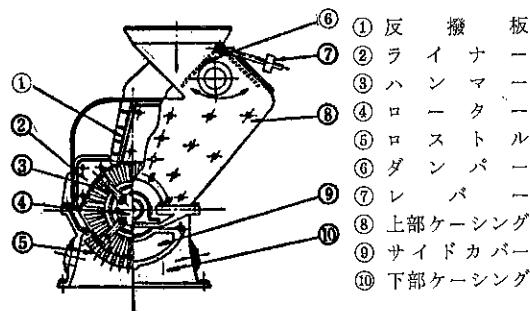


Fig. 2 ハンマブレーカ

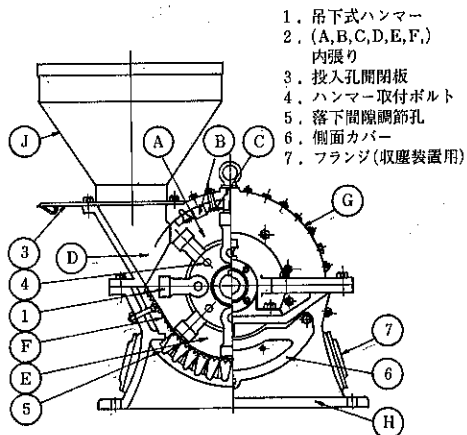
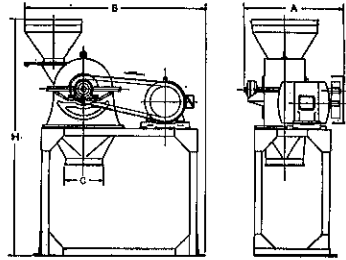


Fig. 1 ホソカワ／ミクロンハンマミルの構造

3. 特 長

- (i) 規定寸法以下の原料であれば殆ど問題なく粉碎できる
- (ii) ハンマー形状等の特殊設計により、シート状のものも、粉碎可能である。
- (iii) 処理能力が大きい。（所要動力に比し処理能力が非常に大きい）
- (iv) 構造が簡単で堅固である（充分な強度と特殊材質を使用しており、異物混入があっても破損等が少い）
- (v) 摩耗部分は取替え容易となっており、ランニングコストも低い。

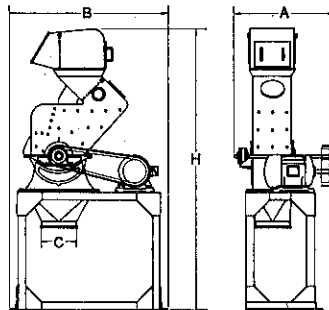
Table 1 ホソカワ/ミクロン ハンマミル標準型式仕様



仕様	型式	H-12	H-15	H-18	H-24
所要動力	KW	2.2~3.7	3.7~5.5	7.5~11	2.2~30
回転数	r.p.m.	2800	2500	2000	1600
ハンマ本数	T型ハンマ	本 20	24	28	24
	プレートハンマ	本 20又は40	24又は48	28又は56	52
	ナイフハンマ	本 40	48	56	52
最大供給寸法	mm	40	50	80	90
概略寸法	A	mm ~705	~850	~950	~1100
	B	mm 1204	1390	1565	1260
	C	mm 250φ	300φ	350φ	—
	H	mm 1570	1790	2150	1213
概略重量	kg	290	430	800	1300

注、H-12、15、18はモータ、架台込の寸法、重量です。H-24はモータ、架台含まず本機だけの寸法、重量です。

Table 2 ホソカワ/ミクロン ハンマプレートカ標準型式仕様



仕様	型式	HB-12	HB-15	HB-18	HB-24
所要動力	KW	2.2~3.7	3.7~5.5	7.5~11	22~30
回転数	r.p.m.	2800	2500	2000	1600
ハンマ本数(プレート)	本	20又は40	24又は48	28又は56	52
最大供給寸法	mm	120	150	180	200
概略寸法	A	mm 680	850	950	1100
	B	mm 1150	1360	1460	1330
	C	mm 250φ	300φ	350φ	517×770□
	H	mm 2050	2340	2790	1990
概略重量	kg	410	600	1100	1600

注、HB-12、15、18はモータ、架台込の寸法、重量です。HB-24はモータ、架台含まず本機だけの寸法、重量です。

Table 3 ハンマミル(H)ハンマブレーカ(HB)適用例

No	原料名	機種	所要動力 kW	回転数 rpm	ハンマー	スクリーン 又はロストル	処理能力 kg/hr	原料粒度 mm	製品粒度
1	スポンジ	H-12	3.7	2,800	ナイフ	5/8"ロストル	1,045	120×100×10	~10mm大
2	プラスチック	"	"	"	つの型	15φ スクリーン	1,020	150×300×2	6Mesh on 21.8%
3	重晶石	"	"	"	T型	1/8"ロストル	1,140	50~60	20Mesh on 4.1%
4	亜炭、石炭	"	2.2	1,050	T型	5/8"ロストル	410	100~150	16Mesh pass 9%
5	マグネシウム グリーンカー	"	3.7	"	"	1/8"ロストル	750	6Mesh on 83.5%	20Mesh pass 7.3%
6	テترون塊	HB-12	3.7	2,800	ツメ型	3/8"ロストル	141	100位 扁平	8Mesh on 33.5%
7	塩	H-12	2.2	1,800	ナイフ	3φ スクリーン	1,200		24Mesh on 36%
8	顔料	HB-12	2.2	2,800	T型	1/8"ロストル			
9	ラワンの単板	H-18	11	2,000	ナイフ	特殊ロストル	500~400	板の切片	マッチの軸状のもの、 ベニヤ合板の芯材用と する
10	石灰石	"	"	"	T型	3/8"ロストル	4,000	30~50	3mm 以下
11	シャモット	"	"	"	T型	3/8" "	—	—	摩耗大
12	濃粉	"	7.5	"	平鉄	2φ スクリーン	1,000	凝集塊	1mm
13	岩塩	"	11	"	T型	スクリーン なし	1,000	凝集塊	位附着し易い。
14	塩ビスクラップ	"	"	"	"	3/8"ロストル	300	塩ビ波板 半切位	2~3mmt×60~ 70mm
15	染料の原料	HB-18	"	"	"	5φ スクリーン	2,000	凝集塊	解 碎
16	硫	H-24	15	1,600	平鉄	3φ スクリーン	700	20MESH 前後	60~70Mesh
17	塩化カリ	"	15	"	平鉄	なし	1,500	20Mesh位	60Mesh pass 80%
18	ピッチコークス	"	"	"	T型				
19	生いも	"	"	"	T型	半分スクリー ンなし	1,000	生いものまま	3~4mm
20	海綿鉄	"	"	"	T型	1/8"ロストル	2,000	30~40	20esh位(平均)
21	メチルセル ローズ	HB-24	22	"	ナイフ	3φ スクリーン	500		解 碎

(vi) 粒度調整が簡単である。(側面カバーを取り外し、落下間隙調節孔の寸法を変えれば、希望する粒度の製品が得られる)

(vii) 高温原料の粉碎も可能である。(ケーシング、ロータを材質検討し、又、メタル部を特殊設計すれば、数百℃まで可能である)

4. 材質

一般には、鉄製とステンレス製があるが、特殊材質の製作も可能で摩耗の大きい原料については、耐磨耗材のハードフェイシングや、超硬チップ取付等の処理を行うこともある。

5. 型式

ハンマミルおよびハンマブレーカの型式標準仕様を Table 1 および Table 2 に示した。

6. 能力

粉碎能力は物性、粉碎比等により、同一原料であっても異なり、且つ原料が異なれば大幅に変化するものである。

(73頁へつづく)



T型ハンマ プレートハンマ ナイフハンマ 特殊ハンマ

Photo. 1 ハンマ形状

製品紹介

ホソカワ/フィッツ

フ イ ッ ツ ミ ル

1. 概 要

ホソカワ/フィッツ フィッツミルは、弊社が世界でも有名な粉体化学機械のメーカーである米国のフィッツパトリック社と技術提携により製作している粉砕機である。

1941年以来、永年に亘って開発改良されて来たフィッツミルは経験を生かして豊富な部品との取り合わせであらゆる粉体業界に使用されている。特に医薬品、工業薬品、食品、香料等の整粒粉砕、解砕用として数多く使用され実績を持っている。

特に製品要求粒度の範囲の狭い場合の整粒には最大の特長を発揮し、微粉の発生が少なく、粒度が整ったいわゆるきれいな商品価値のある製品が得られる。又粉砕時の発熱が少ないため、薬品、樹脂に多い弱熱性の物質の粉砕にも最適である。その上異なった形状のハンマーを両面に付け、回転数、回転方向、スクリーンが簡単に変えられる構造となっているため、1台の機械で用途に応じた広い使い方が可能である。又上部スロートを変えることにより、湿式粉砕用としても使用できる。1台の機械で広い範囲に使用できるように、多くの種類の部品を用意してある。

2. 構 造 (Photo. 1)

フィッツミルの外観を Photo. 1 に示した。

本機はケーシング内にハンマーが取付けられ、下部には半円状のスクリーンが取付けられている。上部スロートは特徴のあるカーブとなり、微粉を防ぐ構造を永年の経験でつかんでいる。又スクリーンは上部スロートと下部ケーシングとはさみ込めとなり、取外し簡単な構造となっている。上部スロートは脱着容易なスイングボルトを使用して取外しを容易にしている。

本体はボルトで架台に取付けられており、ボルトの脱着によって本体を反対方向に変え、回転方向及びハンマーの形状を変えることができる。主軸両端及び駆動用モ-

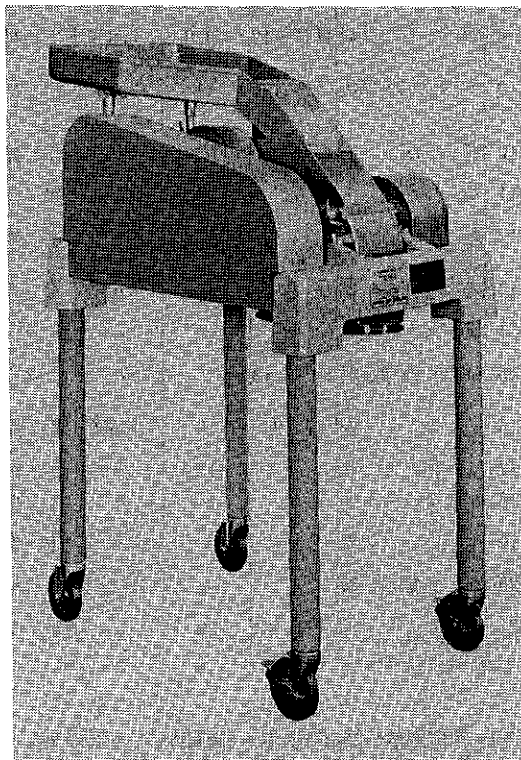


Photo. 1 ホソカワ/フィッツ フィッツミル

タには各々3段プーリが取付けられているため、その組み合わせでそれぞれ多段変速できるようになっている。

ハンマはシャフトにスプラインによってはめ合いになっており、固定刃となっている。又、ハンマーの取付角度の変更が容易である。その他上部スロートの開閉用安全装置としてリミットスイッチが取付けられており、完全にセットしない限り稼動できないようになっている。

標準仕様を Table 1 に示したが、材質は粉接 SUS 304で、他の材質の製作も可能である。サニタリー仕様も可能である。

Table 1 フィッツミルの標準型式仕様

型 式	DKASO 6	DKASO 12
所 要 動 力 (kW)	5.5×4P	11×4P
回 転 数 (r.p.m)	1,000~4,600(60Hz) 840~3,830(50Hz)	1,000~4,600(60Hz) 840~3,830(50Hz)
ハンマー本数 (本)	16	32
ハンマー形式	ハンマー固定	ハンマー固定
概 略 重 量 (kg)	380	460

3. 特 長

- (i) 微粉の発生が少なく、粒度のそろった製品が得られる。実例を Fig. 1 に示した。
- (ii) 粉碎時の発熱がほとんどない。回転数1000r.p.m, スクリーン 2 ϕ m/m 取付けで 5°C 程度の温度上昇である。
- (iii) 湿式、乾式いずれも簡単な部品交換で運転可能である。
- (iv) 可搬式で移動が容易である。
- (v) シャフト、ハンマ又はロータがスプライン式のため、分解・清掃が容易。又スロートも簡単な構造となつて軽いため、作業者1名でも容易に清掃可能である。
- (vi) 3段プーリの組み合わせで数種の変速ができるため、巾広い粒度の選定が可能である。プーリも取替容易となるようサビ付のないよう Ni メッキ製である。モータもスライドベースが特殊となり、ベルトの交換が容易となっている。

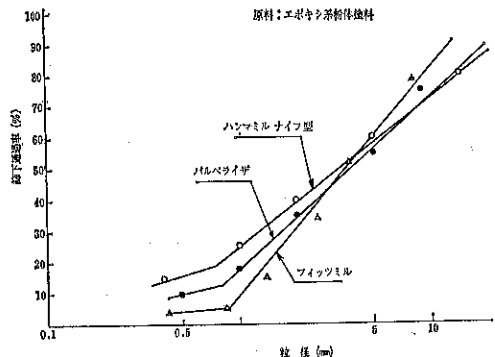


Fig. 1 微粉発生の相異
(原料 エポキシ系粉体塗料)

- (vii) 数種のハンマ、スクリーンを目的に応じて容易に交換できる。
- (viii) あらゆるものに対応するため豊富な形状のハンマ、スクリーン、スロートを用意している。従つて、本機1台で迅速な対応が可能である。(Photo. 2, Photo. 3, Photo. 4).

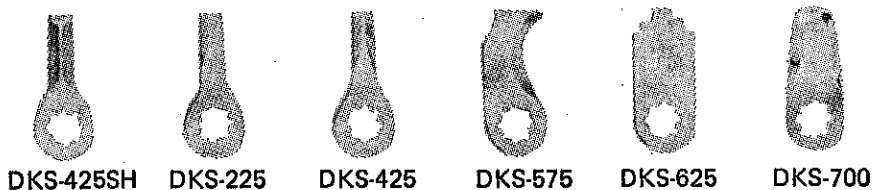
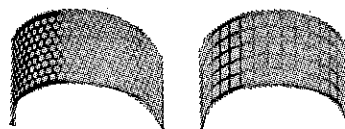


Photo 2 各種ハンマの形状



DKASO 6型スクリーン

Photo 3 DKASO 6型スクリーン

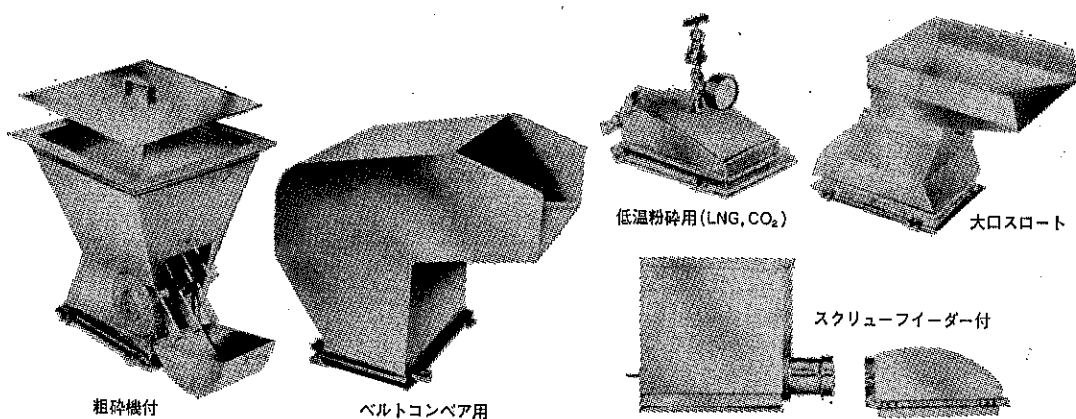


Photo 4 各種スロート

4. 適用例

1) ハンマの用途 (Photo. 2 参照)

DKS-425SH (両刃平板): 微粉碎用, 多少熱が発生する。

DKS-225 (ナイフ, 片面, 平板): ペニシリン等の粉碎, 発熱を防ぐ

DKS-425 (両刃ナイフ): 造粒, 整粒用, 微粉少ない。

DKS-575 (片面段付): 段付…ペースト状にするものにより, リンゴジュース, その他。

巻込…繊維質のものにより, 木ノ葉, 木粉。

DKS-625 (両面段付): ケチャップ, リンゴ, 野菜のスラリー。

DKS-700: 粗碎用

2) スクリーンの用途 (Photo. 3 参照)

丸孔…最も一般的である。

角孔…造粒, 整粒。

メッシュ…軟質な原料 (薬品)

ヘリングボーン…開口率大, 付着の多いもの用。

適用例を Table 2 に示す。

Table 2 フイツミル適用例

原 料 名	回転数 (r.p.m)	ハンマ (型式番号)	スクリーン (mm ϕ)	処理能力 (kg/hr)	原 料 粒 度	製品粒度 及び目的
とうがらし	4,600	DKS-625	3.0	300	—	スムーズ
コーヒ フリーズドライ	6,000	DKS-225フラット	0.5	140	—	325Mesh pass
みかん	2,400	DKS-625	25	1,200~1,300	25m/m ϕ pass	スラリー状
酸化アルミニウム	3,000	DKS-225フラット	5.0	550	80mmかたまり	分散・ほぐし
肥料	1,100	DKS-425	8.0	600	6Mesh on	16Mesh pass
CMC	6,000	DKS-125	1.0	80	20Mesh on	20Mesh pass
イオウ	1,100	DKS-225ナイフ	13.0	910	13mm ϕ	4~10 Mesh
ユリヤ	6,000	DKS-125	2.0	330	—	50Mesh pass

製品紹介

ホソカワ/ミクロン

フェザミル

1. 概要

本機は呼称の如く、鋭利なスイングハンマを高速回転させ衝撃力と、剪断力により、数十～数 mm の原料を数メッシュ～数十メッシュに粉碎するもので、食品、化学薬品その他の中粉碎、微粉碎に広く用いられている。

一般には、過粉碎を嫌う原料に最適と考えられる。又剪断粉碎の占める率が大きく弱熱性物質の解砕に適している。

2. 構造

Photo.1 にフェザミルの外観を示した。
粉碎機本体、電動機及びスイッチは可搬式架台に取付

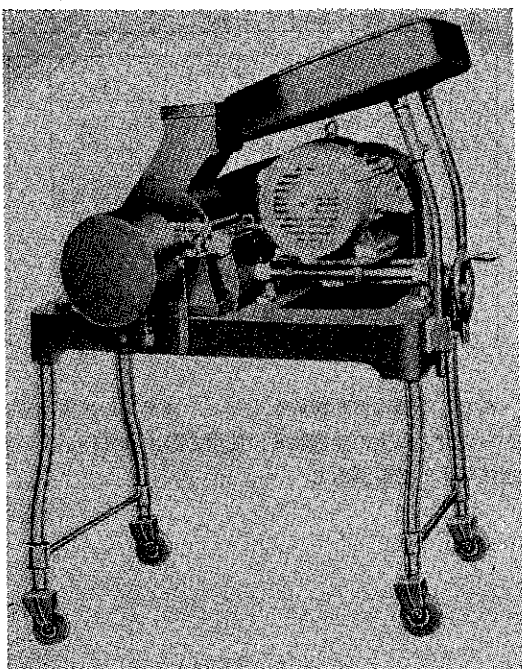


Photo.1 ホソカワ/ミクロン フェザミル

けられている。

構造を Fig. 1 に示す。

上部ケーシングと下部ケーシングの内に図示のようなロータが内蔵されている。ハンマ⑪はハンマピン⑬で吊下式にとりつけられている。スロート⑤より投入された原料はハンマ⑪によって粉碎されスクリーン⑫を通過し製品となる。シュート⑭へ排気ダクトをつける事により発塵及び幾分の温度上昇を防ぎ得る。スクリーン交換はアイナット⑥を緩め上部ケーシングをはずし、下部ケーシングのガイドにそって取付ける。ケーシング内はライナーが取付けられてなく、湿潤原料の処理や機内清掃が容易である。ベアリングは下部ケーシングと一体に取付けられている。

3. 特長

- (i) 小型軽量で可搬式となっている。
- (ii) ケーシングの締付にアイボルトを用いてあるからスクリーンの交換、内部掃除が簡単にできる。
- (iii) ケーシングがスムーズであるから湿潤原料も付着なしに処理することができる。
- (iv) 2段変速プーリがついているのでこの組合せにより4段の変速ができ、粒度選定が容易である。
- (v) プーリが両側についているので、下部ケーシングを反転し取付けることにより、ハンマの反対側を使用することもできる。
- (vi) ハンマ取付用のロータは、円柱にハンマ取付部のみ挿入溝加工してあるので掃除が容易である。このため1台で数種の原料処理を交互に行っている場合もある。
- (vii) 電動機には特殊スライドベースをとりつけてあるので回転数変更時のVベルトの掛け替えが容易である。
- (viii) ホッパーは原料、投入量に応じて傾斜の調節ができる。

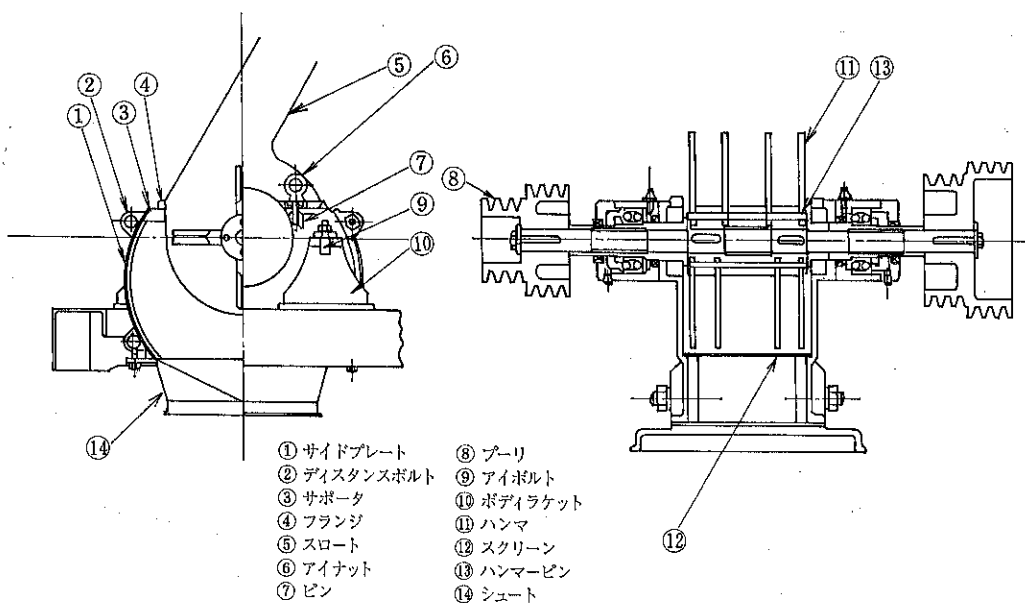


Fig. 1 フェザミルの構造

4. 材質

粉接部ステンレス (SUS304) 製を原則とする。

5. 型式

フェザミルの標準仕様を Table 1 に示した。
また、要望に応じて特殊仕様を製作している。実績として 11 kW まである。

6. 適用

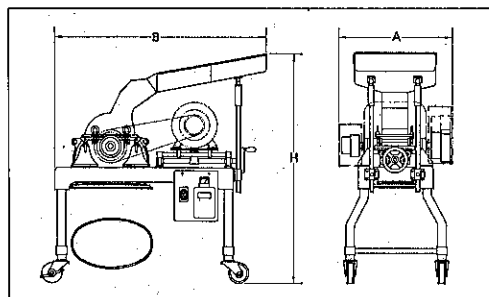
本機の適用は次のような場合に威力を発揮する。

- 1) 凝集物の解砕
- 2) フィルターケーキの解砕、整粒
- 3) 樹脂、染料等の低融点物質の解砕
- 4) 食品類の粉碎
- 5) 医薬品の錠剤製造工程において、打錠機の前処理としての整粒。
- 6) 製品粒度を 40~100 メッシュ位の範囲を要求し、過粉碎を嫌う時。

Table. 2 に本機の適用例を示した。

Table 1 フェザミル標準仕様

仕様	型式	FM-1	FM-2
所要動力	KW	2.2~3.7	5.5~7.5
回転数	r.p.m.	730~2850 (50Hz) 850~3450 (60Hz)	1850~2400
ハンマ本数	本	16	32
概略寸法	A mm	680	810
	B mm	1270	1290
	H mm	1450	1510
概略重量	kg	260	350



なお、本機は剪断粉碎を主とし、ステンレス製であるから硬度 1 以上の無機物質に使用の際には摩耗が早い点に注意する必要がある。

Table 2 フェザミルの適用例

原 料 名	回転数 r.p.m	ハンマの種類	スクリーン mm ϕ	処理能力 (kg/hr)	原 料 粒 度	製 品 粒 度
乳 糖	1,000	標準ナイフ	3.0	230	凝集物	AV. 10~20Mesh
"	2,500	"	2.0	640	30 ϕ 凝集物	AV. 1mm ϕ
アミノ酸	1,800	"	20	300	100~200m/m	AV. 30~60Mesh
氷砂糖	900	"	20	1,500	20~30m/m	AV. 2~8Mesh
グルテン	3,400	"	1.0	150	フレーク	80Mesh pass
顔 料	3,500	"	0.5	50	約50 ϕ ケーキ状	AV. 100Mesh
染 料	"	"	2.0	200	"	1mm ϕ pass
"	2,500	"	1.0	350	50 ϕ 位	解 砕
"	1,000	"	4.5	400	5 $^{\circ}$	AV. 60~80Mesh
過塩素酸アンモン	2,500	"	3.0	400	50 ϕ 凝集物	AV. 60Mesh
食 塩	3,500	"	10.0	1,500	凝集物	解 砕
リンゴ酸	3,500	"	1.0	200	結晶 5m/m位凝集	30Mesh pass 90%
油 脂	1,900	"	7.0	100	ケーキ状	3~4mm ϕ
フェノールレジシン	1,500	"	3.0	200	30 ϕ ×60 ℓ	10~100 μ m
粉末ソース	1,000	"	3.0	500	50 $^{\circ}$	24Mesh Pass.
干 魚	1,500	"	6.0	100	いわし	5m/m
こんぶ	2,600	"	6.0	100	—	5m/m
濃縮コーヒー凍結品	850	"	5.0	500	100 $^{\circ}$ ×10 ℓ	8~20 μ m
ブドウ糖	2,900	フラット	1.0	350	20~30Mesh	60~100Mesh
漢方薬	1,450	標準ナイフ	10.0	50	50 $^{\circ}$ ×10 ϕ	3~5m/m
尿 素	2,000	"	3.0	700	3m/m	15~20 μ m
硫酸マグネシウム	200	"	1.0	700	32Mesh pass 80%	32Mesh pass
硝酸ストロンチウム	2,000	"	5.0	700	100m/m	AV. 16~100Mesh
粉末硫酸	2,100	"	5.0	800	(15~20) ϕ ×0.5 ℓ	6~16Mesh
酢酸ビニル	2,000	"	4.5	400	40 $^{\circ}$	8~16Mesh
酸化亜鉛	2,800	"	1.5	400	25 ϕ ×30 ℓ	AV. 100Mesh
クエン酸	1,800	"	2.0	1,500	30 $^{\circ}$	ほぐし
フスマ糝	2,800	"	10	600	10m/m	解 砕
乾燥みそ	2,600	"	2.0	450	40×60×20m/m	20Mesh pass
ゴム薬	2,500	"	5.0	300	30~40m/m	2m/m

(67頁よりつづく)

原料物性と製品粒度に、特に影響する条件を示す。

1) ハンマの形状 (Photo. 1)

一般的な使用区分を示す

T 型 ハンマ：粉砕物の硬度の高い場合

平鉄型ハンマ (プレートハンマ)：粉砕物の硬度の
中程度の場合

ナイフ型ハンマ：解砕又は、過粉砕を嫌う場合

以上が標準のハンマの種類であるが、用途に合わせハンマ形状を特別に設計する事もある。例えば繊維

維質の粉砕には“トビロ”等を使用する。

2) 落下間隙板

落下間隙板には、ロストル型と、スクリーンの2種類がある。一般に硬度が高く、製品粒度の大きい場合は、ロストルを使用し、軟質材の処理と、製品粒度の小さい場合にスクリーンを用いる。

ハンマーミルおよびハンマプレーカの適用例を Table 3 に示した。

製品紹介

ホソカワ/フィッツ

ラバーチョッパ

1. 概要

リーツ ラバーチョッパは弊社が米国の食品化学機械メーカーであるリーツ社 (RIETZ) と独占販売提携を行った粗砕機である。

本機は原料を低速で剪断、粗砕していくもので、その使用条件や目的からみて非常に堅牢にできている。

当初は、食肉の裁断用に開発されたが、現在ではゴム（天然、合成、再成ゴムのいずれにも）の粗砕にも使用されている。

2. 構造 (Fig. 1 参照)

Fig. 1 にラバーチョッパの構造を示した。

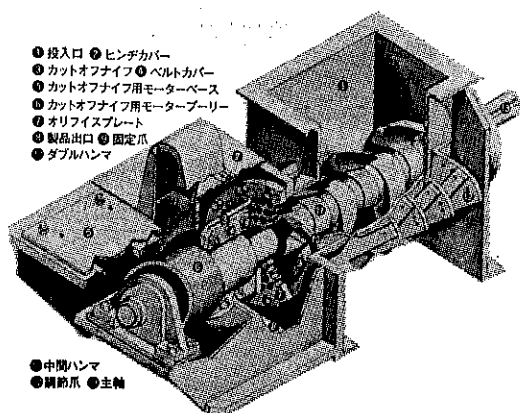


Fig. 1 ラバーチョッパの構造

原料ホッパー下部に低速 (10~40R/M) で回転するスクリュウタイプのハンマ⑩⑪があり、このハンマの回転

により砕料を移動させながら、固定爪 (アンビル) ⑨との間で剪断し、製品出口側に取り付けられてあるオリフィスプレート⑦に押しつける。その開口部より砕料を押し出し、オリフィスプレートの外側で高速で回転するカットオフナイフ③によって砕料はより細かく切断される。

ハンマとカットオフナイフは別個のモータで駆動され、また、オリフィスプレートは2分割でき、シャフトを分解せずに取りはずしができるようになっている。

3. 特長

- (i) 堅牢な構造でその上保守が容易である。
- (ii) 低速回転のため摩耗や騒音が小さい。
- (iii) 所要動力が少ない。
- (iv) 製品の温度上昇が少なく、品質の損傷が少ない。
- (v) 製品の形状が不定形で凸凹の激しい形をしているため次工程での反応等都合がよい場合がある。

4. 型式及び仕様

ラバーチョッパの型式とその仕様を Table 1 に示した。

4.1 型式の選定 (モーター馬力の選定)

ラバーチョッパの処理能力はハンマがスクリュウ状になっているので、ハンマの回転数にほぼ比例する。テスト時におけるテスト機の回転数とそのときの処理能力及び1回転当りの動力を測定しておくことによって、実際機における処理能力に合致したモーター馬力を算出することができる。

Table 1 ラバーチョッパの標準仕様

型 式	ロータ径	1回転当りの動力	ハンマ駆動動力	ハンマ回転数	カットオフナイフ回転数	カットオフナイフ動力	投入口寸法
PB15ライトタイプ	375mm ^φ	1~2 HP / rpm	20~75 HP	10~40rpm	400~500rpm	15 HP	546mm×381mm
PB15ヘビータイプ	375mm ^φ	2~4 HP / rpm	40~150 HP	10~40rpm	400~500rpm	20 HP	546mm×381mm

4.2 ラバーチョッパのアクセサリ

4.2.1 オリフィスプレート (OLIFICE PLATE)

オリフィスプレートには Fig. 2, Fig. 3 に示すような丸孔形とスポーク形とがある。各種のゴム等多くの場合は丸孔形が使用され、食肉や天然ゴムなど特殊な場合にスポーク形が使用される。

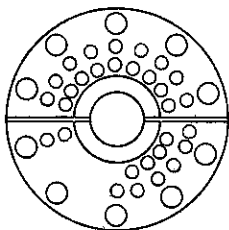


Fig. 2 丸孔形オリフィスプレート

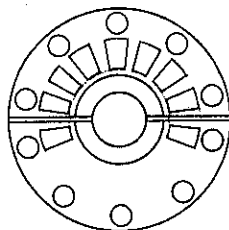


Fig. 3 スポーク形オリフィスプレート

丸孔形は孔径が $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ ", 1"と3種類あり、いずれのオリフィスプレートも2分割タイプで取り付け取りはずしが容易なようになっている。

4.2.3 調節爪 (ADJUSTABLE ANVIL)

弾性が大きくのびやすいゴムなどの場合、ハンマによ

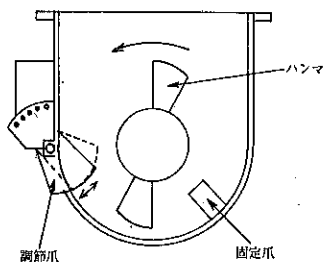


Fig. 4 調節爪

って一度に大量にゴムが機械内に引きずり込まれる恐れがある。このような場合 Fig. 4 のような調節爪でそう入具合を調整することによって正常な運転をさせようとするものである。

4.2.3 ホッパーガイド (HOPPER GUIDE)

原料ブロックがまっすぐに機械に投入できるように、ラバーチョッパのホッパー部にガイドを設ける場合がある。

4.2.4 ニブラーハンマ (NIBBLER HAMMER)

粉碎しやすいゴム等のとき、ハンマの90°方向に短いハンマを取りつけ、少しずつ削るようにして粉碎していく事が必要になる。このような時に取り付けられる短いハンマをニブラーハンマといい、Fig. 5 に示した。

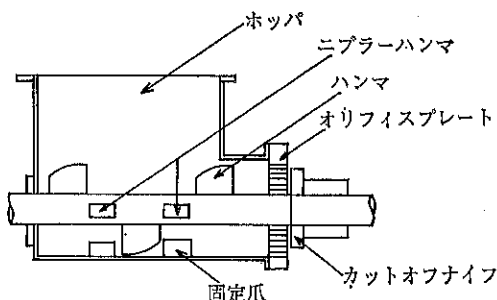


Fig. 5 ニブラハンマ

5. 適用

5.1 適用できる対象

- 1) あらゆるゴムの粗砕。
- 2) スクラップタイヤ (スチールが入っていないものに限る) やVベルト等ゴムの混合物の粗砕

5.2 原料の大きさ

原料ブロックの大きさは通常
厚さ 150~180mm 位まで
幅 380mm 位まで
長さ 700~750mm 位まで

5.3 製品の大きさ

製品の大きさの調整はオリフィスプレートの孔径と、カットオフナイフの回転数によって行う。
各種ゴムについての適用例を Table 2 に示した。

Table 2 ラバーチョッパーにおける主なゴムの処理能力 (PB-15型)

ゴムの種類	オリフィス プレート孔径 (インチ)	ハンマ1回転当りの必要動力		処理能力 (kg/rpm・HP)	備 考
		平均 (HP/rpm)	最高 (HP/rpm)		
ニトリルゴム	1	2.45	4.02	134	ホッパー ガイド装備 "
ニトリルゴム	¾	2.47	3.95	115	
ニトリルゴム	1	2.48	3.75	144	
ブチルゴム	¾	1.5	2.2	56	
ブチルゴム	½	1.3	2.8	37	
ブチルゴム	¾	1.3	2.0	55	
ブチルゴム	½	1.1	2.0	41	
エチレンプロピレンポリマ	¾	1.2	2.5	75	
"	½	1.0	2.4	58	
スチレンブタジエンゴム	1	1.5	2.2	88	
ポリイソブチレンゴム	1	1.3	2.2	44	
スチレンブタジエンゴム	1	0.2	0.3	99	
エチレンプロピレンポリマ	½	0.6~0.7	1.1	54	
"	½	2.1~2.6	3.2	71	
"	½	0.8~1.0	2.0	54	
スチレンブタジエンゴム	1	1.0~1.2	1.6	66	
ブチルゴム	1	1.0~1.2	1.5	41	
ブタジエンゴム	16型スポーク	2.4~2.5	3.3	214	
"	"	1.3	1.9	138	

特許一言メモ No. 26

特 許 公 報 の 見 方

特許,あるいは実用新案登録の明細書は,たいいてい難解な文章で書かれているのでこれを調べるのは決して容易なことではない。ましてや調査のため多数の公報を調べるともなれば,これらの技術内容を完全に把握することは相当の忍耐と努力が必要である。

そこで,こうした公報の効率よい見方のひとつを述べてみよう。

まず,明細書の発明又は考案の「名称」と「図面」と

詳細な説明の「序論」を読む。これによって,どのような目的で,どのような事をしようとしているのかがおおよそ判ってくる。次に特許又は実用新案の「請求の範囲」を「図面」と見比べながら読み,その権利範囲を把握することによって技術内容が明確に理解できる。そして,さらに必要なら「発明の詳細な説明」に読み入って行けばよい。

(技術資料室)

製品紹介

ホソカワ／ミクロン

ビクトリミル

1. 概要

ホソカワ／ミクロン ビクトリミルはプラスチック、食品のように特に熱に弱い物質を微粉碎する目的のために開発、設計された粉碎機である。

微粉碎では、粉碎機の入力のほとんどが粉碎機内で熱に変化するので、粉碎機内での温度の上昇は避けられず、従来の粉碎機では弱熱性物質の微粉碎、なかでも比較的低い温度で軟化溶融する合成樹脂のような材料の微粉碎は不可能であった。

しかし、ビクトリミルは、純粋な衝撃粉碎機構の採用と、温度上昇を極力防ぐ構造を追求することにより開発

され、その結果これらの物質の微粉碎を可能とした。

現在では、ビクトリミルはポリエチレンをはじめとする合成樹脂の粉碎、各種粉体塗料の製造、弱熱性有機薬品、高温になることを避けねばならない食品、香辛料の粉碎等に広く使用されている。

更に注目すべき事は、ビクトリミルは高速回転ロータ、ライナー、スクリーンよりなる衝撃式粉碎機の種類であり、単に弱熱性物質の粉碎のみならず、一般の脆性物質の粉碎においても、高い性能を発揮するものである。

2. 構造

Photo.1 にホソカワ／ミクロン ビクトリミルの外観（VP-3 型（22kW））を、又、Fig.1 に本機の構造を示した。

小分割されたライナーとスクリーンが交互に配列され

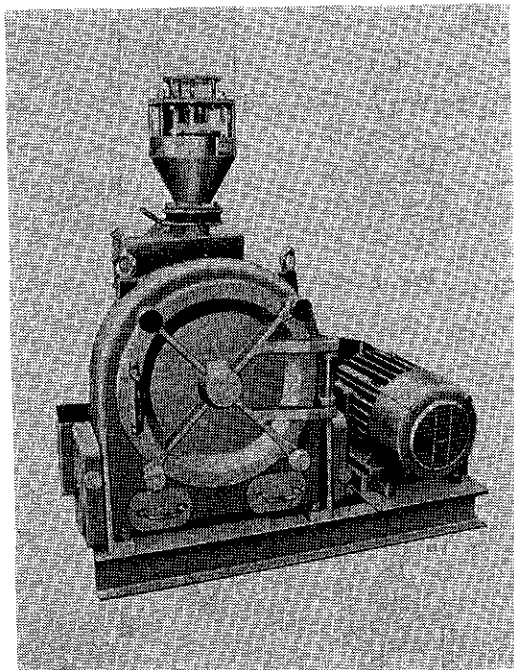


Photo. 1 ホソカワ／ミクロン ビクトリミル
(VP-3)

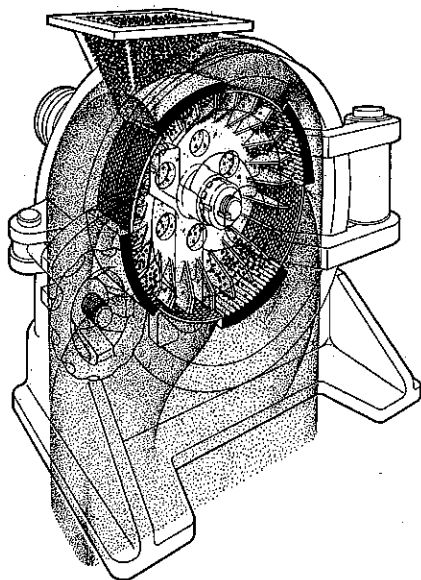


Fig. 1 ビクトリミルの構造

て円筒状の粉碎室を形成している。粉碎室中央には多数のブレードを持つロータがあり、そのシャフトは本体の一方の側にとりつけられた軸受で支持され、Vプーリ、Vベルトを介してモータにより高速回転される。本体の反駆動側は内部点検、ロータ、スクリーン、ライナー等の交換のためのドアがつけられている。

供給された原料は粉碎室の中央部より入り、周りに分散されて、ブレードの衝撃により粉碎され、スクリーンの孔を通して粉碎室の外側に出て、空気の流れによって運ばれ機外の捕集機で捕集される。または本機の下に直接つけられた捕集バッグに集められる（VP-1と、ときにはVP-2の場合）。VP-4型の場合はシャフトは本体の両側の軸受で支持され、原料の供給も本体の両側から行なわれる。また本体ケーシングの上部が開閉できる構造である。

本機は弱熱性物質粉碎のため、種々の工夫がなされているが、その主な点を以下に述べる。

i) ロータ

粉碎室内で被粉碎物質相互の摩擦による熱の発生を防ぐため被粉碎物質が分散されて、単純な衝撃のくりかえしにより粉碎されるよう、ロータにとりつけた多数の粉碎ブレードは、熱の発生が少ない有効な衝撃粉碎を促進するのみならず、熱を分散して局所的な温度上昇をなくすにも役立つ。更に摩耗性物質への適用に対してもブレードの摩耗を分散して有効寿命を長くしている。

ii) 粉碎室中央部への供給

被粉碎物質は粉碎室中央へ供給され、粉碎ゾーンへ均一に分散される。粉碎が粉碎ゾーンの全域で均一に行なわれるため、熱の発生が均一になり局所的な温度上昇がない。

iii) 多数に分割されたライナーとスクリーン

スクリーンとライナーは夫々、多数に小分割されて交互に配列されている。これは粉碎ゾーンを均一化して有効な衝撃粉碎を促進するとともに熱の発生を均一化して局所的な温度上昇を防止している。更に粉碎された微粉をすみやかに粉碎室内より排出して熱による品質の変化を抑制するものである。

iv) ミル通過風量

通常の粉碎機よりもミル通過風量が大きくでき、粉碎室で発生した熱を機外へ排出し温度上昇を抑制している。

3. 特 長

(i) 合成樹脂、食品など弱熱性や靱性に富む物質の粉碎に適している。

(ii) 通称ヒゲと呼ばれる繊維状のものが少なく、流動

性の良い製品が得られる。

(iii) 均一な粒度が得られる。

(iv) 原料物性によってライナーおよびスクリーンの面積の比率を変えることができる。

(v) 脆性に富んだ原料も能率よく粉碎する。

4. 型 式

ビクトリミルの型式はVP-1からVP-4まで4型式まであり、それらの標準仕様をTable 1に示した。

Table 1 ビクトリミルの標準仕様

型 式	モータ (kW)	回 転 数 (rpm)	概略重量 (kg)
VP-1	3.7	4,500~8,000	300
VP-2	11	2,500~5,000	700
VP-3	22	1,500~3,500	1,000
VP-4	55	1,500~3,500	1,500

5. 適 用

ビクトリミルの代表的な応用例をFig.2およびFig.3に示した。

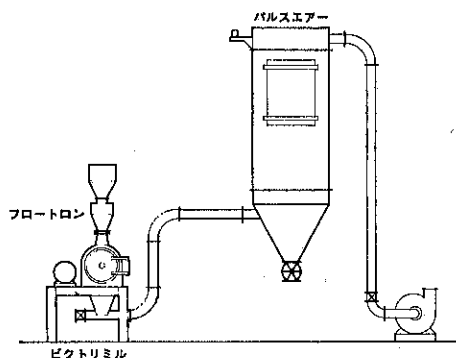


Fig. 2 ビクトリミルの代表的フロー

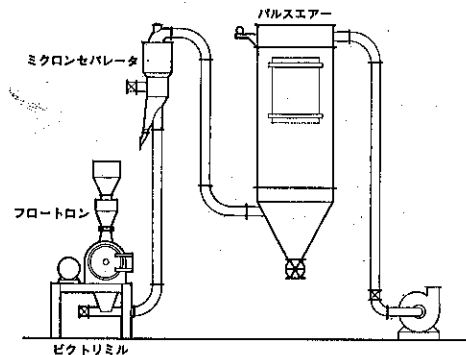


Fig. 3 ビクトリミルの代表的フロー

Table 2 適用例

原料名	所要 動力 (kw)	回転数 (r.p.m)	原料粒度	製品粒度	能力 (kg/Hr)	ミル出口温度 (°C)	備 考
高圧ポリエチレン (スミカセンF702-2)	3.7	8,050	ペレット状4mmφ	24~100Mesh (AV. 60Mesh)	5.6	45	
	3.7	4,485	ペレット状4mmφ	16~80Mesh (AV. 32Mesh)	19	53~54	
低圧ポリエチレン (F208-1)	2.2	1,320	ペレット状4mmφ	16~80Mesh (AV. 32Mesh)	90.5	60	
A B S 樹脂	2.2	1,800	ペレット状3~4mmφ	10~80Mesh (AV. 42Mesh)	89		
エポキシ樹脂	3.7	8,050	4mm以下	100Mesh pass 98%	120	41~42	
硬質塩ビ	3.7	5,940	3~10mm	32~100Mesh (AV. 48Mesh)	5.8	73~75	水分9.5%, 脂肪20%含む
コーヒ豆粉	3.7	5,940	1~2mm	16~100Mesh (AV. 42Mesh)	34.5	50	
P V A	3.7	5,940	5mm以下のフレーク	24Mesh pass 95.5%	22.5	56~57	
ナイロン66	3.7	5,940	ペレット状3mmφ	32Mesh pass 99%	5.3	76	
パラフィン+ホワイトカーボン	3.7	5,940	1~2mm	100Mesh pass 51.4%	102.8	38	原料重量比1:1
メチルセルローズ	2.2	2,610	10mm以下	60Mesh pass 99%以上	55.4	33	水分60% (W.B)
アクリル	3.7	4,485	3~10mm	16~100Mesh	61.3	47	
ユリヤ樹脂	3.7	8,050	5~10mm塊状	40Mesh pass 89%	124	32	
洗 剤	3.7	8,050	0.5~7mmフレーク	最大粒径40~45μ 最小粒径2~3μ	127.7	40	
合成タンバク	3.7	8,050	2~3mmフレーク	100Mesh pass 92%	6.2	58	
テフロン切屑	3.7	8,050	2~6mm	20Mesh pass 97%	13.1	45	
合成糊剤	3.7	3,550	8~32Mesh	16Mesh pass 99.4%	145.8	19	
無機漂白剤	3.7	8,050	0.3mmフレーク	100Mesh pass 94%	398	24.5	
ポリエステル	3.7	8,050	4mm□	100Mesh pass 58%	10.9	54	
医薬品	3.7	5,940	0.5~10mm	80Mesh pass 95%	140	37	吸湿性
フェノール樹脂	3.7	8,050	6~7mm	115Mesh pass 89%	202	29~30	
米	3.7	8,050		116Mesh pass 92%	120	35~36	水分約28% (W.B)
クロレラ粉末	3.7	4,485	平均1~2mm	100Mesh pass 98%	25.3	33	
トウモロコシの澱粉	3.7	8,050	1~2mm	80Mesh pass 95%	26.5	56	水分11~12% (W.B)
砂	3.7	6,200	50Mesh on 80%	50Mesh on 50%以下	600		
漢方エキス	11	5,000	微粉	80Mesh pass 99%	500~700		

Fig.2 はビクトリミル、パルスエアーコレクター、ファンを組み合わせたシステムである。フロートロンにより供給された原料はビクトリミルで粉砕された後、空気流により運ばれパルスエアーにて捕集される。ファンは通常次の仕様のものが選定される。

V P-1ファン 10m³/min×350mmAq

V P-2ファン 20m³/min×350mmAq

V P-3ファン 30m³/min×350mmAq

V P-4ファン 40~75m³/min×350mmAq

Fig.3 はビクトリミルと分級機ミクロンセパレータを

組合せたシステムである。ビクトリミルで粉砕された原料はミクロンセパレータにて所定の粒度で分級され微粉はパルスエアーで捕集される。粗粉はそのまま系外へ取り出される場合と、ビクトリミルに戻されて閉回路粉砕される場合とがある。粒度分布の幅のせまい製品を要求される場合、ビクトリミルの処理量を増大させたい場合等に用いられる。この場合はファンの仕様も異なってくる。

なお、各種材料のビクトリミルの適用例を Table 2 に示した。

製品紹介

ホソカワ／ミクロン

ファインビクトリミル

1. 概要

ホソカワ／シクロン ファインビクトリミルは、ユニークな構造の分級機構を内蔵した衝撃式の汎用粉砕機であり、あらゆる原料の微粉砕に幅広く使用することができる。

従来から高速回転のロータを有する衝撃式粉砕機は、汎用性が高く、粉砕効率が良いことで知られている。また、粉砕機と分級機を組合わせた閉回路粉砕システムが効率良く微粉を得られることも知られている。

ファインビクトリミルは高性能な衝撃粉砕機構に分級機構を内蔵させ、機内にて閉回路粉砕が行えるようにしたミルである。

この分級機構は、この目的のために分級精度が良く、コンパクトなものが新たに開発された。

2. ファインビクトリミルの構造と作用

円筒状の本体はFig.1のように粉砕部と分級部より構成される。

粉砕部は、多数の衝撃ブレードを有するロータと、それを囲む波型ライナーで形成される粉砕室を有し、粉砕室の一面は分級部に隣接し他の一面には原料投入口が接

続されている。

ローターシャフトは軸受で片持にて支持され、Vプーリー、Vベルト、モーターにより高速回転される。

分級部は空気及び粉砕粒子に遠心力を与え、分級室へ誘導するための多数のガイドペーンと遠心力、向心力のつり合いにより分級するための分級室、及び粗粉を循環空気と共に再び粉砕室に戻す調節スリットで構成されている。調節スリットの開度によって循環空気量を調整し、スリット部周辺の流速を変化させて遠心力を変化させる。調節スリットの開度は機外にてハンドルで調整される。

原料は投入口より空気と共に粉砕室に入り、高速回転する多数ブレードと衝突して粉砕される。粉砕品は、空気と共に分級部に送られ、分級部の周囲につけられた多数のガイドペーンにより旋回流となって分級室に入る。分級室では遠心力と向心力のつり合いにより定まる分級径で分級され、微粉は出口より空気と共に機外へ運ばれ、捕集機で粉砕製品として集められる。

一方、大きな遠心力を受ける粗粉は、分級室を中心方向に進むことができずに循環流によりスリットを通過して再び粉砕室に戻され粉砕作用を受ける。

分級点はスリットの開度を変えることにより、容易に調節できる。

3. ファインビクトリミルの特徴

- (i) スクリーンがなく分級機構が内蔵されているので安定した製品が得られる。
- (ii) 粉砕効率が良く分級がシャープである。
- (iii) 粒度調節が容易
- (iv) 粉砕室内の温度上昇が少いので弱熱性物質の粉砕が容易である。
- (v) 剪断効果が優れているので繊維質原料の粉砕が容易である。
- (vi) 分級部に機械的可動部がないので故障がない。

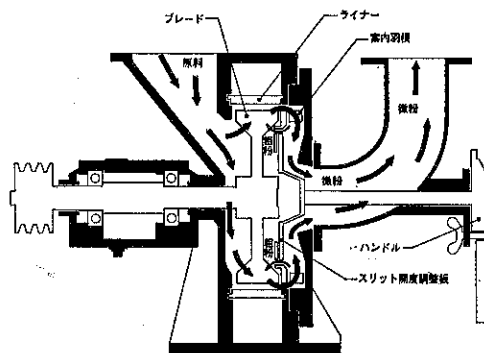


Fig.1 ファインビクトリミルの構造

4. ファインビクトリミルの操作 データの一例

Fig. 2はファインビクトリミルの操作条件を変えた場合の処理量、製品粒度の変化の一例を示したものである。

使用機型式：FVP-1

ロータ周速度：64m/sec, 84m/sec, 110m/sec

スリット開度：0, $\frac{1}{12}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1 (全開)

風 量：3.8m³/min

温 度：-120°C

原 料：ポリエチレンペレット

粉碎を容易にするために、原料のポリエチレンペレット及び、ミルは液体窒素で冷却し、粉碎機出口温度を-120°Cに保持した。

Fig. 2からわかるようにファインビクトリミルでの製品の粒度調節範囲は非常に幅が広い。

また、図は機外から調節が可能なスリットの開度の変更によって製品粒度の調節が容易にできることを示している。

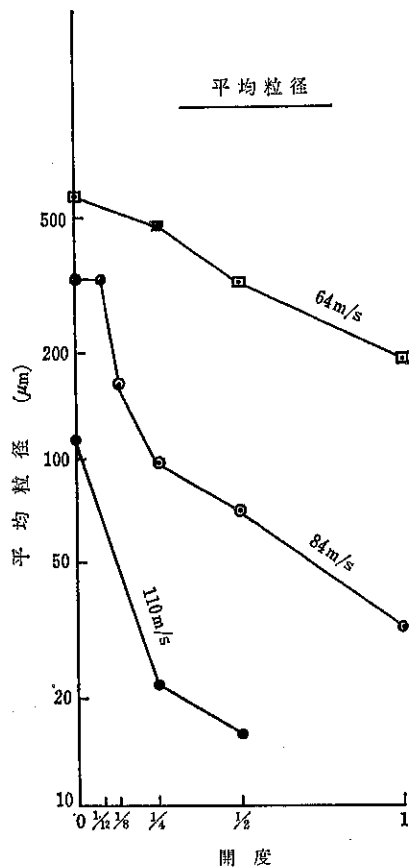
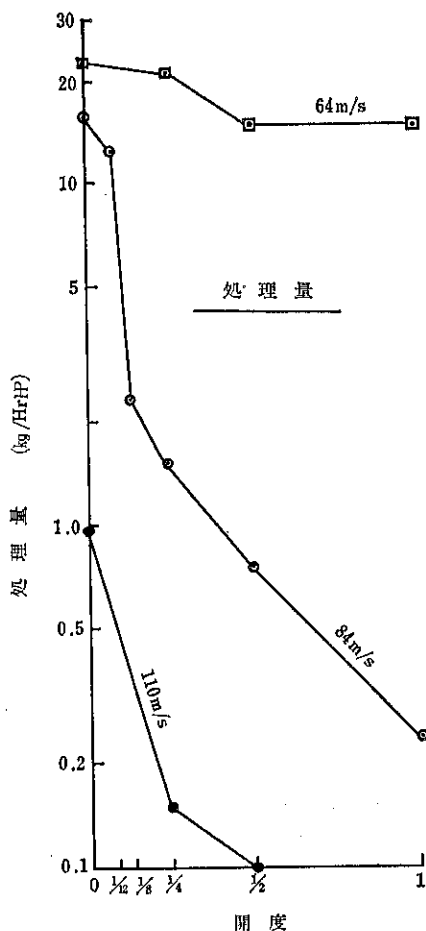
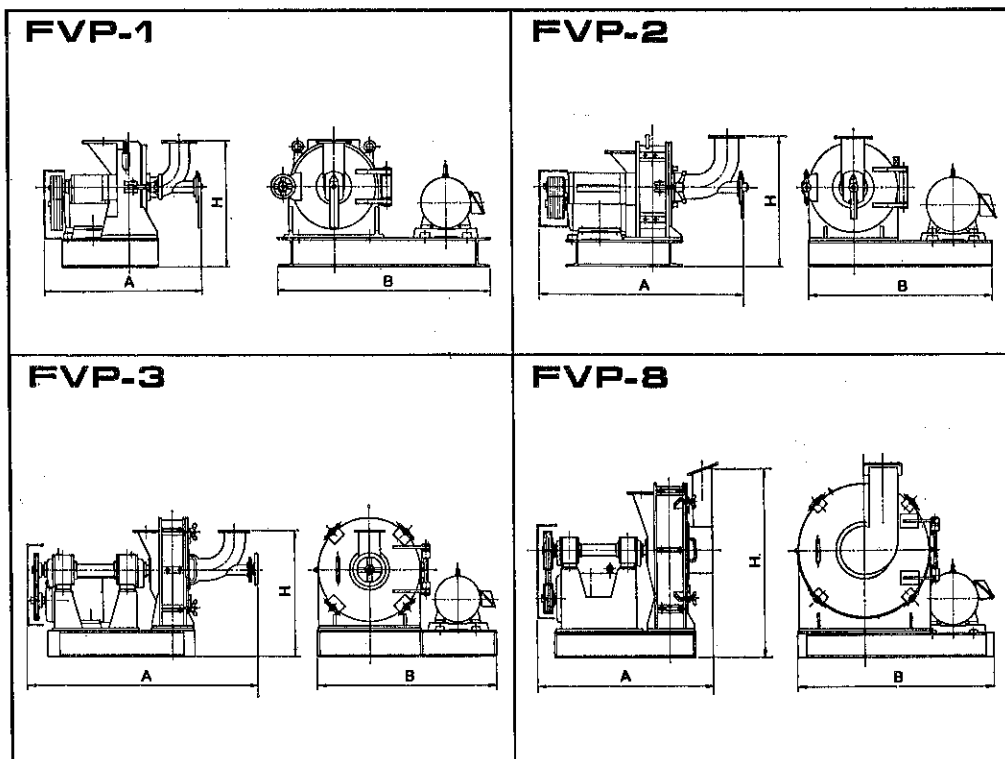


Fig. 2 処理量、粒度の変化

5. 型 式

Table.1 にファインビクトリミルの型式標準仕様を示す。

Table 1 ファインビクトリミルの標準仕様



仕 様		型 式	FVP-1	FVP-2	FVP-3	FVP-8
所 要 動 力	kW		5.5	15	30	90
回 転 数	r.p.m.		8,000	4,300	2,600	1,460
使 用 風 量	m ³ /min		7	20	40	100
ブ レ ード 枚 数	枚		24	40	60	72
概 略 寸 法	A	mm	700	1,200	1,800	1,900
	B	mm	950	1,150	1,400	2,100
	H	mm	550	760	1,000	2,000
概 略 重 量	kg		250	600	1,200	3,500

※重量はモーター不含。

6. フローシート及び適用例

Fig. 3 に代表的なフローシートを示す。
また Table 2 に代表的な適用例を示す。

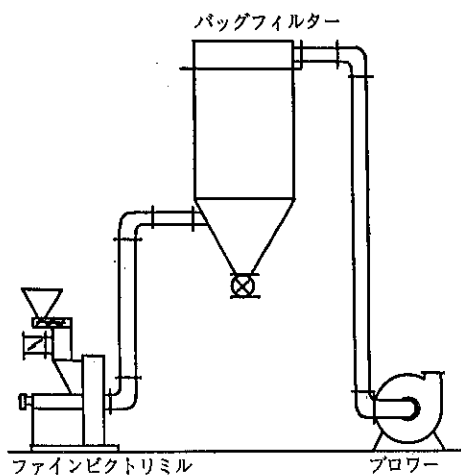


Fig. 3 フローシート

Table 2 適用例

原料名	型式	処理能力 (kg/hr)	製品粒度	備考
コーン	FVP-1	45	100Mesh 95%pass	
塗料カス	FVP-2	170	150Mesh 97%pass	
木粉	FVP-3	120	100Mesh 90%pass	
豚皮	FVP-3	120	32Mesh 97%pass	水分7%(W.B)
陳皮	FVP-3	400	100Mesh 99%pass	
炭酸カルシウム	FVP-3	900	350Mesh 95%pass	
炭酸カルシウム	FVP-3	1,500	250Mesh 95%pass	
石膏	FVP-3	1,000	170Mesh 99%pass	
魚粉	FVP-8	2,000	60Mesh 97%pass	

製品紹介

ホソカワ／マイクロ

パルベライザ

1. はじめに

ホソカワ／マイクロ パルベライザは、アメリカにおける粉砕機メーカー P. M. D 社 (Pulverizing Machinery Division) との技術提携により製作している微粉砕機である。P. M. D 社の代表的製品の一つで、40 有余年にわたり広く世界のすみずみまで、紹介された最もポピュラーな微粉砕機である。

2. 概 要

ホソカワ／マイクロ パルベライザは、高速で回転するハンマの大きな衝撃力によって粉砕する衝撃型の汎用

微粉砕機である (Photo 1)。粒度の調整はスクリーンのサイズによって行ない、あらゆる原料の微粉砕に用い
能率よく処理できる。まずホップに投入された原料はスク
リュフィーダで粉砕室へ送り込まれ、高速回転するス
イングハンマの衝撃とライナーによる衝突効果によって
繰り返し粉砕される。所定粒度以下に粉砕された微粉は
下部スクリーンを通り製品として取り出される。

3. 粉砕原理

パルベライザは Fig.1 の如く、高速回転するハンマ

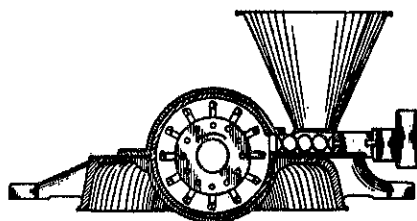


Fig. 1 ホソカワ／マイクロ パルベライザの構造

の付いたロータ部と特殊な形状の溝付ライナ (マルチプルディフレクタライナ) とスクリーンのある粉砕室に、スクリュフィーダにより供給された原料は、粉砕室入口でまずハンマの衝撃を受け粉砕されるとともに、ハンマの動く方向に進み、ライナに沿って流れる。ライナ形状は Fig.2 のような形状を示しているの、その粒子はラ

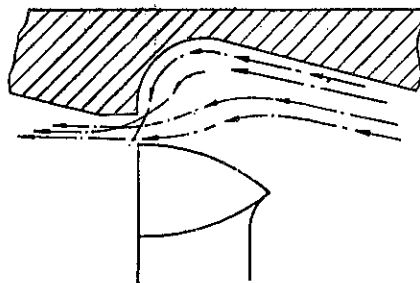


Fig. 2 パルベライザの粉砕原理

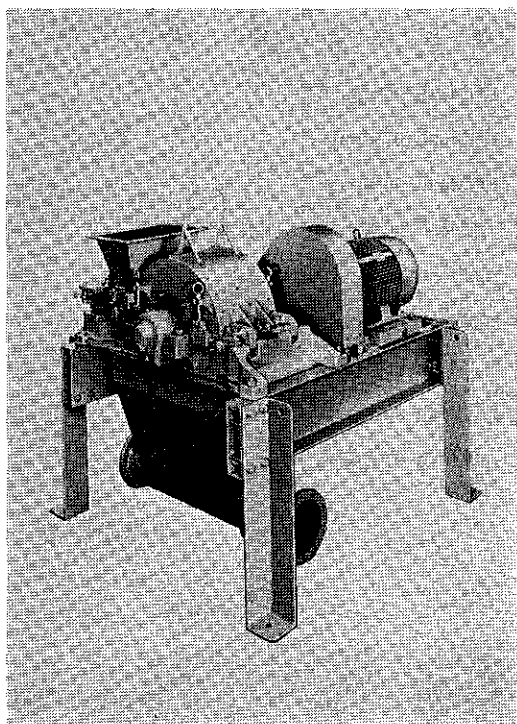


Photo. 1 ホソカワ／マイクロ パルベライザ

イナに沿って円周方向の流れから向心方向に流れを転換するので、再びハンマの衝撃を受ける。このような繰返し粉碎が行われるので微粉碎が可能である。

4. 粒度調節の三要素

ホソカワ／マイクロ パルペライザで得られる、粉碎製品の粒度調節は、次の三要素の組合せにより簡単に行える。

1) ハンマの形状

アブミ型とナイフ型の2種類がある。アブミ型は細かい製品を得る場合、ナイフ型は、繊維質、弱熱性物質の粉碎と余り微粉を望まない場合に使用する。

2) ロータ回転数

ロータ速度が速い程、ハンマの衝撃力が大きくなり、細かい製品が得られる。

3) スクリーンの孔径及び形状

ラウンド型、ヘリングボーン型の2種類があり、孔径が小さくなるほど細かい製品が得られる。ヘリングボーン型スクリーンは、ラウンド型に比しスクリーンの目詰まりが少なく能力は向上するが、同一サイズのラウンド型より少し粗くなる。

5. ホソカワ／マイクロ パルペライザの特長

- (i) 処理能力が大きく、連続運転ができる。
- (ii) 安定した粉碎粒度が得られる。
- (iii) 運転操作が簡単である。
- (iv) 分解組立が容易で、掃除が簡単である。
- (v) コンパクトに設計されているため、据付けスペースはわずかである。
- (vi) 堅牢な設計で、耐久性にすぐれている。

Table 1 標準型式仕様 (減速機付、スクリュフィーダ付)

型 式	ハンマ本数 (本)	回 転 数 (r.p.m)	本機モータ	フィーダ 型 式	フィーダ用 モ ー タ	概 略 寸 法		
						横(mm)	幅(mm)	高さ(mm)
AP-1SH	6	9,600	3.7kW×2P	S H スクリュ	0.2kW×4P	1,140	800	~2,900*
AP-2DH	24	6,900	11kW×2P	D H スクリュ	0.4kW×4P	1,300	1,330	~1,200
AP-3TH	64	4,600	30kW×4P	T H スクリュ	0.75kW×4P	~1,750	~1,660	~1,610
AP-4TH	96	3,450	55kW×4P	T H スクリュ	0.75kW×4P	~2,000	~1,790	~1,860

* エアリーフバッグハンガ高さを含む

Table 2 パルペライザの適用例

原 料 名	型 式	能力(kg/hr)	製 品 粒 度 (Mesh)
石 灰 石	AP-2	800	100 99% Pass
消 石 灰	AP-1	1200	200 98% Pass
石 膏	AP-1	67	300 89% Pass
とうもろこし	AP-3	1200	40 Pass
飼 料 混 合 品	AP-4	2000	40 Pass
魚 粉	AP-2	300	80 90% Pass
コ ー ク ス	AP-2	190	200 Pass
無 煙 炭	AP-2	350	100 96% Pass
酸 化 チ タ ン	AP-3	1000	
酸 化 鉄	AP-2	300	325 Pass
グ ラ ニ ュ 糖	AP-2	190	300 98% Pass
コーンスターチ	AP-4	5350	200 Pass
カーボンブラック	AP-4	1000	100 Pass
顔 料	AP-2	200	300 Pass
フェノール樹脂	AP-2	400	200 Pass
P. V. C.	AP-3	90	20 Pass
活 性 炭	AP-2	220	250 95% Pass
活 性 汚 泥	AP-2	800	32 Pass
農 薬	AP-2	300	300 Pass
木 粉	AP-2	36	100 62% Pass

6. 型 式

各型式の標準仕様を Table 1 に示した。標準型式は減速機付スクリーフィーダを取付けたもので、製品排出側はAP-1ではアウトレットバッグで製品を捕集し、

AP-2以上は空輸シュートに空気輸送用配管を取付けて、空輸して製品を捕集する。

7. 適用例

適用例を Table 2 に示す。

ホソカワ/マイクロ

サ ン プ ル ミ ル (AP-S)

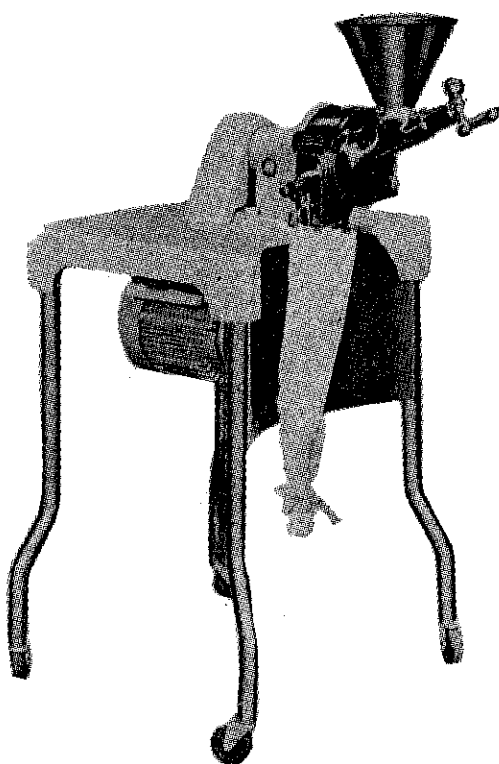


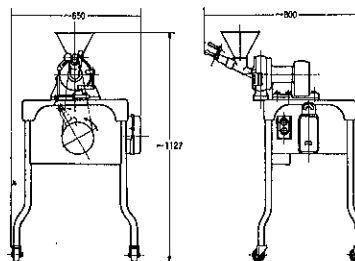
Fig. 1 ホソカワ/マイクロ サンプルミル

ホソカワ/マイクロ パルベライザと同じような粉碎機構による実験室用として設計製作したもので、Fig. 1のように原料供給は手動式スクリーフィーダとなっている。ロータは一体型となっており、粉碎製品はスクリーンをへてアウトレットバッグで捕集される。

本機は粉体接触部はステンレス製で、可搬式となっているので移動が容易で、分解組立、掃除が簡単にできる。

Table 1 にサンプルミルの標準仕様を示す。

Table 1 サンプルミル標準仕様



標準仕様

仕様	型式	AP-S
所 要 動 力		2P・0.75KW
フ ィ ー ダ		手動式
回 転 数		8000・12000 r.p.m.

ホソカワ／マイクロ

バンタムミル (AP-B)

本機はホソカワ／マイクロ パルペライザと同じような粉碎機構による実験室用や小規模生産用として設計したもので、原料供給はサンプルミルとは違い、ギヤードモータで駆動されるスクリューフィーダを用いている。ロータはT型ハンマ6本からなり、粉碎製品はスクリーンをへてアウトレットバッグで捕集される、Fig.2 にバンタムミルの外観を示す。

本機は粉体接触部はステンレス製で、可搬式となっているので移動が容易で、分解組立も容易で掃除が簡単に行える。

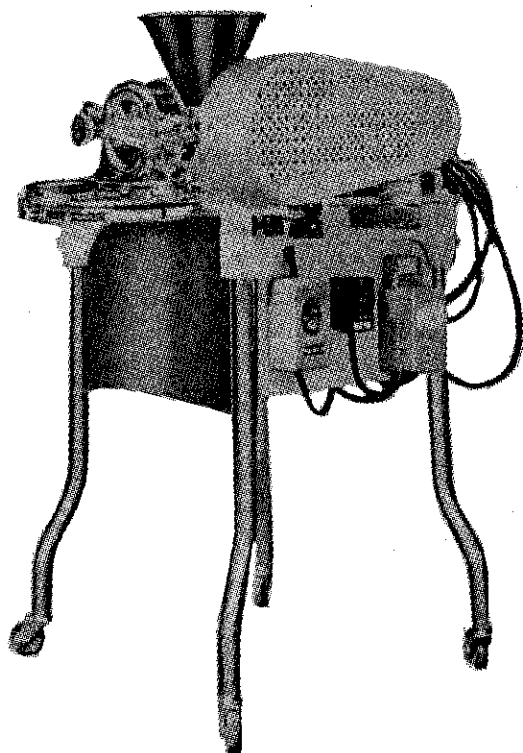
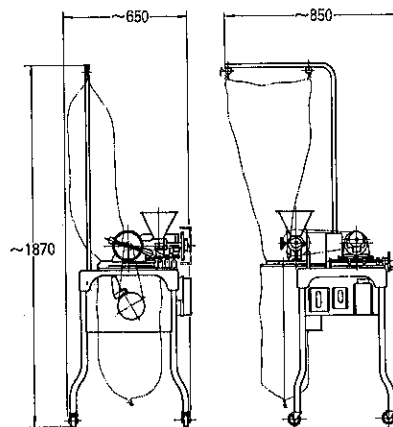


Fig. 2 ホソカワ／マイクロ バンタムミル

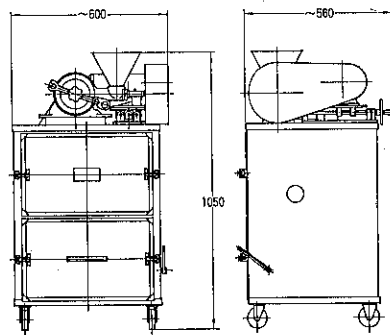
Table2 にバンタムミルの標準仕様を示す。

Table 2 バンタムミル標準仕様

AP-B



AP-B-DC



仕様	型式	AP-B	AP-B-DC
所 要 動 力		2P・0.75KW	
フ ィ ー ダ		ギヤードモータ (85W)	4P
回 転 数		14000r.p.m.	
ハンマ本数 (T型)		6本	
下 部 構 造		—	キャビネットコレクタDC-54

製品紹介

ホソカワ／ミクロン

ファインパルペライザ

1. 概要

下部に粉碎機、上部に風力分級機をもち、粉碎分級を同時に行う微粉碎機で、大量処理用に使用される。

2. 粉碎機構

Fig. 1 にファインパルペライザの代表的フローを示した。

スクリーフィーダ①で定量的に供給された原料は、②より取入れられた1次エアと共に粉碎部に入る。粉碎部に入った原料は、周速 80m/sec 位で高速回転するスイングハンマー③及びケーシング④に取付けてあるライナー⑤とにより、粉碎の三作用である圧縮、剪断、衝撃を受け瞬間のうちに微粉となる。微粉となった原料は1次エアに乗り、分級部へと上昇していく。粉碎部と分級部の中間には、円筒ケーシングの接線方向に2次エア取入口⑥が設けてあり、この2次エアの作用により粉碎部より上昇してきた粉砕物及び1次エアはケーシングに沿った旋回流となって、分級部⑦に至る。分級

部⑦にはホソカワ／ミクロン セパレータが取付けられており、ブロワー⑬による気流の内向流れによる抗力（向心力）とローター羽根の回転によって生ずる遠心力とが粒子に作用しそのバランスによって（詳細はミクロンセパレータの項参照）分級される。すなわち微粉は吸引力（向心力）によって気流と共にロータ内を通過してバッグフィルター⑩で捕集され、ブリッジ防止排出機⑪をへて、製品としてロータリーバルブ⑫より排出される。粗粉は遠心力が大のため壁面に飛ばされ、そのまま下部粉碎部に落ち再粉碎されるものもある。戻り口⑧よりロータリーバルブ⑫を経て新原料と共にフィーダーを経て再粉碎されるものもある。このようにして一度で粉碎されないものは2度3度繰返し粉碎されるうちに微粉となっていく。

ファインパルペライザは以上のように粉碎機と分級機をドッキングさせたコンパクトで大容量処理用のユニークな機械である。また1次エア2次エアにフレッシュエアのかわりに熱風を用いれば、粉碎、分級、乾燥が同時にできる。

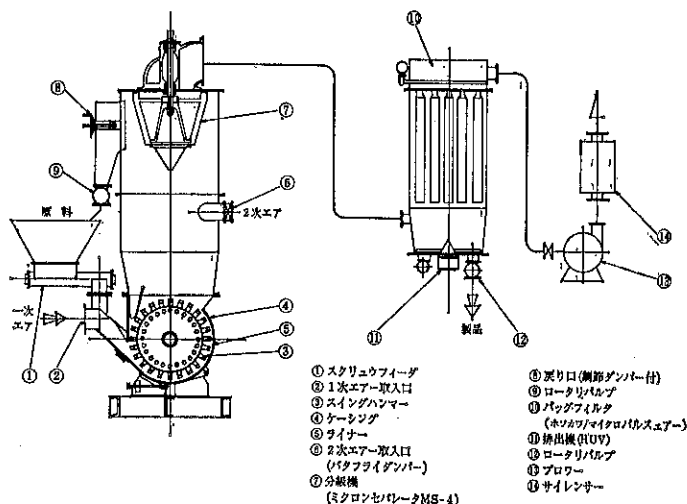


Fig. 1 ファインパルペライザ

3. 特 長

- (i) 粉碎機と分級機が同一機内にある為、処理量に対する機械の据付面積が他機種との同一仕様のものに比べて非常にコンパクトである。
- (ii) 製品の粒度を機械内部を操作することなく非常に簡単に変える事ができる。すなわち、分級機の回転数と原料フィード量を変える事によって、製品粒度を細くも粗くもする事ができる。又製品粒度の変更は運転を止める事なく運転中にもできる。
- (iii) 分級機が内蔵されている為、製品粒度は常に一定である。ハンマー、ライナーの摩耗があつて粉碎品の粒度が粗くなつても、分級機を通して得られる製品は常に一定粒度のものである。ハンマー、ライナーの摩耗があつた場合は、粉碎能力が低下するだけである。
- (iv) 1次エアに熱風を取り入れる事によって、粉碎、乾燥、分級が同時にできる。
- (v) 粗粉の戻り口があるため、原料中の異物を除去する事ができる。
- (vi) 大量処理用に適している。
- (vii) 構造が非常に簡単にできているため、摩耗部品のハンマー、ライナーの交換が非常に簡単である。

4. 材 質

一般的には鉄製が標準であるが、摩耗部分については次の材質を用いている。

ハンマー SF-40
 SF-40+ステライト盛り
 SF-40+イグタロイチップ付

ライナー SS-41

SS-41+アトムロイ処理(焼入れ)

5. 型 式

各型式の標準仕様を Table 1 に示した。

Table 1 標準仕様

型 式	FP-4	FP-6
取 付 分 級 機	MS-4	MS-4
所 要 風 量	100~150m ³ /min	100~150m ³ /min
所要動力(max.)	90kW	150kW
ハンマー本数	36本 (24本)	48本
標準回転数 (粉碎機)	1,840 rpm (2,500)rpm	1,750rpm
概 略 重 量	3,500kg	4,500kg

6. 主なる用途

1) 養鰻用魚粉粉碎

養鰻用鰻の飼料の粉碎機として本機が使用されている。養鰻用鰻の飼料として、北洋ミール、脱脂大豆、ビタミン剤、デンプン等がホソカワ/ミクロン ミクロンミキサにて計量混合され、この混合物をファインパルベライザにて、約 80Mesh pass 85%位の粒度に粉碎される。養鰻用鰻でも成魚、稚魚にて製品粒度が異なるが、ファインパルベライザは、分級機構内蔵型のため、分級機の回転数と原料フィード量を変える事によって、簡単に要求製品粒度を得る事ができる。すなわち、分級機用のモートル及び原料供給用のスクルーフィーダモートルを、遠隔操作型回転数可変型モートル(例えばバイエルサイクル、VSモートル)等を使用すれば、操作室の

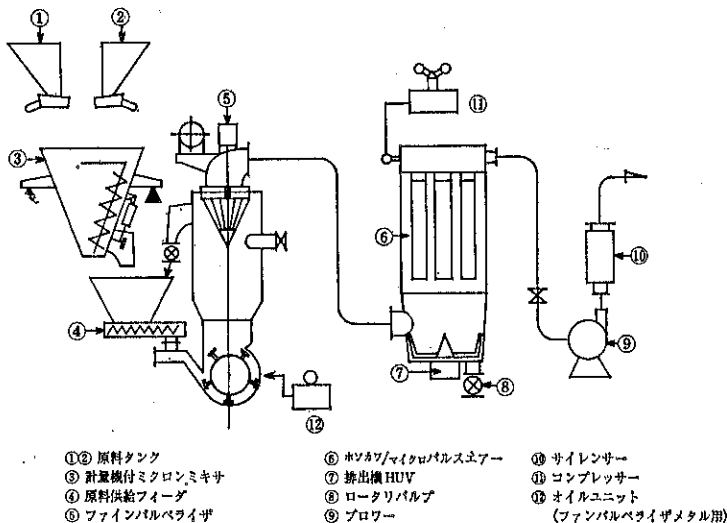


Fig. 2 代表的養鰻飼料粉碎フローシート

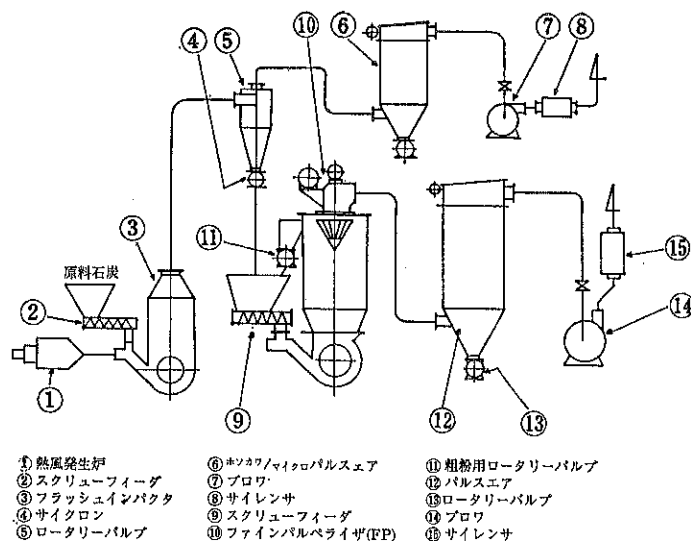


Fig. 3 石炭乾燥粉碎フロー図

ボタン操作のみで現場に行く事なくて製品粒度の変更や品種替えが可能である。能力については粉碎原料の魚粉の種類、要求粒度によって異なるが、一般には 150kW モートル使用で 80Mesh pass 80%位で、約 2~3 t/hr 位である。養鰻用粉碎装置の代表的フローを Fig. 2 に示す。

2) 石炭粉碎乾燥用

エネルギー転換により燃料として石炭が見直されているが、混燃するにしろ専燃するにしろ粒度は 200 Mesh pass 95%位で、水分は 1%以下が要求される。本機へ供給される原料は 10~30m/m 位でかつ水分が10%前後であるが、熱風を入れることによって上記要求製品が得られる。すなわち、1次エアーに熱風を用いる事によって、このファインパルベライザにて、粉碎、分級、乾燥を同時に行う。この場合分級機は粒度調整用に働き、製品中に粗粉の入るのをカットすると共に、製品となるべ

き粒径の石炭でも水分の多いものは重いために、分級機にてカットされ、熱風中で浮遊しているうちに乾燥されるといったように、製品の水分調節用としての働きも行っている。一般に石炭の粉碎は、石炭の種類、炭化度等により、粉碎性は異なるが、FP-6 で 150kW モートルを使用して、200Mesh pass 95%の粒度で約 2 t/hr 位の能力である。石炭粉碎乾燥用フローをFig.3に示す。

3) 石灰石、珪藻土、炭カル粉碎用

石灰石、珪藻土、炭カル粉碎用としてはホソカワ/マイクロパルベライザ、ホソカワ/ミクロンスーパーミクロンミル等がよく使用されるが、粒度が粗い場合は大処理用としてファインパルベライザが使用される場合もある。

7. 納入例

Table 2 に代表的な納入例を示した。

Table 2 納入例

原料名	機種	所要動力	処理能力	原料粒度	製品粒度
珪藻土	FP-4	90kW	2 t/Hr	170Mesh pass 20%	170Mesh pass 90%
結晶炭カル	FP-4	90kW	1 t/Hr	—	—
石炭	FP-6	150kW	2 t/Hr	—	200Mesh pass 96%
石油蛋白	FP-6×3台	150kW	10 t/Hr	—	24~60Mesh All pass
生石灰	FP-6	150kW	8 t/Hr	5m/m ^φ	32Mesh pass 99%
養鰻用飼料	FP-6×2台	150kW	3 t/Hr	20Mesh	80Mesh pass 98%
"	FP-6	150kW	1.7 t/Hr	"	"
"	FP-6	"	3 t/Hr	"	"
"	FP-4	90kW	1 t/Hr	"	"
"	FP-6	150kW	5 t/Hr	"	60Mesh pass 80%

製品紹介

ホソカワ／マイクロ

ACM パルベライザ

1. 概要

ホソカワ／マイクロ ACMパルベライザはホソカワミクロンがマイクロ社と技術提携したエアークラスセパレータを内蔵したピンミル型式の粉砕機（Air Classification Mill）である。特に、弱熱性（低融点）原料の粉砕を目的とした粉砕機で、構造は供給機、粉砕機と分級機本体でコンパクトに構成されている。スクリュウフィーダにより投入された原料は高速回転するピンディスクにより粉砕され、セパレータにより分級され、製品となり、粗粉は再粉砕される。

すなわち、製品粒度の調整は分級ロータの回転数によって行なわれ、スクリーンを使用しないので、粉砕室の通気性がよく温度上昇が少なく弱熱性物質でも安心して運転できる。

2. 構造と特徴

ACMパルベライザは粉砕部がロータディスク（ピンディスクまたはパーディスク）とライナ（ミゾ型とスムーズ型）、分級部がセパレータ（短ブレード、長ブレード

と斜めブレード）と、粉砕室と分級室とを区分するガイドリングを有し、粉砕・分級の有機的な組合せにより効率的な微粉砕を行なう。その構造を Fig.1 に示した。

原料投入はスクリュウフィーダにより粉砕室に送られ、高速回転するグラインディングロータと周囲のライナーとの間で衝撃剪断作用を受け粉砕が促進される。粉砕された原料は、ガイドリングによって分級室に導びかれ、高速回転するセパレータの遠心力と吸引される気流の向心力とのバランスによって分級作用を受け、微粉はセパレータを通過して系外へ取り出されパルスエア集塵機で捕集され製品となる。一方、粗粉はロータディスク上に排出され、さらに強力な衝撃力を受けて再粉砕される。

(i) 粉砕性が優れている

粉砕および分級機構を内蔵するため、過粉砕をさけ、目的粒度のものを効率的に得ることができるため、処理能力が大きい。さらに、分級セパレータにより機内滞留時間を長くとることにより、微粉砕が可能である。

(ii) 製品粒度の管理が容易

分級セパレータの回転数の変更により、粒度調整が容易で、しかも粒度分布の巾の狭いシャープな製品が得られる。

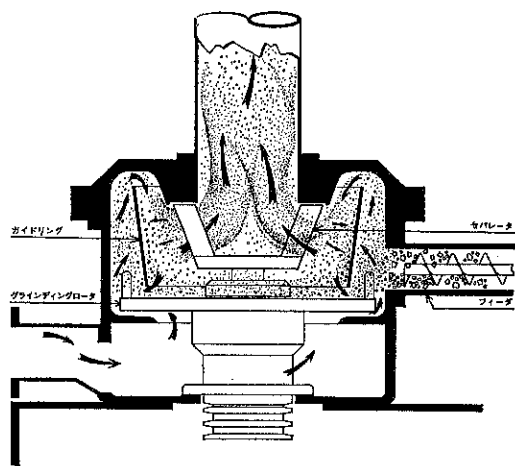


Fig.1 ACMパルベライザ概略構造図

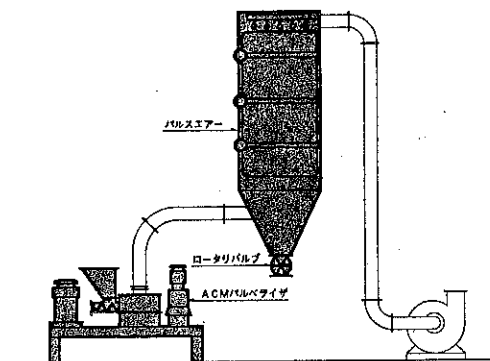


Fig.2 ACMパルベライザの一般的なフロー

(iii) 分解・清掃が容易

分級セパレータおよびロータディスクは簡単に分解でき、清掃が容易にできる。

3. ACMパルペライザの標準仕様

3.1 ACMパルペライザの一般的なフロー

ACMパルペライザとパルスエアーコレクタとブローを組合せた標準的なフローを Fig.2 に示した。

3.2 標準型式仕様

ACMパルペライザの型式および標準仕様を Table 1 に示した。又、ロータ、セパレータ、ライナーの形状は Fig.3 に示した。

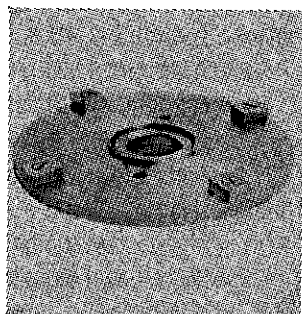
4. 性能と適用例

4.1 基礎データ

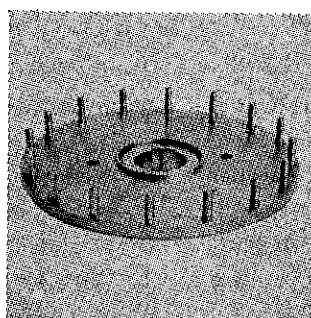
ACMパルペライザの風量と圧力損失の関係は、パル

(1) ロータ

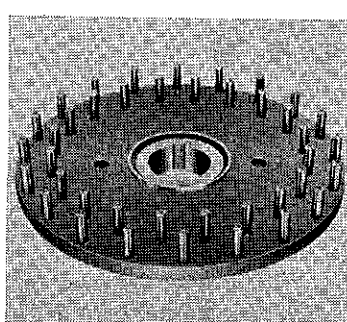
(i) パーディスク



(ii) シングルピン

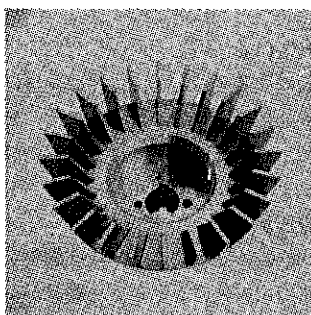


(iii) ダブルピン

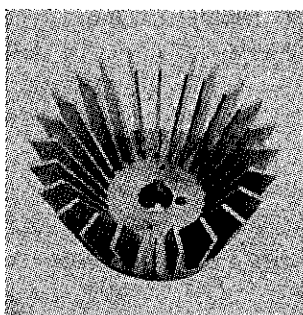


(2) セパレータ

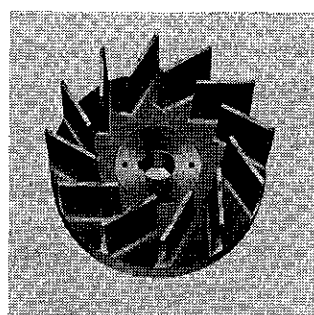
(i) 短ブレード



(ii) 長ブレード

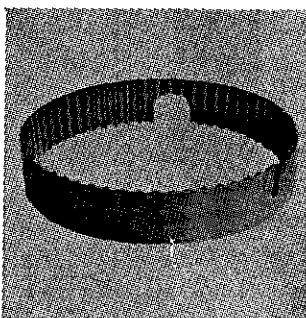


(iii) 斜めブレード



(3) ライナ

(i) ミゾライナー



(ii) スムースライナー



Fig. 3 ACMパルペライザ主要部品の形状

Table 1 ACMパルベライザ標準型式仕様

仕 様		ACM-10	ACM-30	ACM-60
供 給 部	スクリーフイダ	SH型	SH型	SH型
	所要動力	0.2kW (4P)	0.4kW (4P)	0.4kW (4P)
	スクリーフ径	φ45	φ75	φ75
	ピッチ	35	51	38
粉 砕 部	所要動力	7.5kW (2P)	22kW (2P)	45kW (4P)
	最高回転数 [RPM]	7,000	4,800	2,600
	ロータタイプ, 材質	ピンディスク, SUS304, SS41	ピンディスク, SUS304, SS41	ピンディスク, SUS304, SS41
	ピン本数, 材質	16, NAS46, S45C 高周波焼入	24, NAS46, S45C 高周波焼入	36, NAS46, S45C 高周波焼入
分 級 部	ライナ, 材質	ミゾライナ, SUS304, SS41	—	—
	所要動力	0.75kW	3.7kW	7.5kW
	最高回転数 [RPM]	800~3,200	700~2,800	600~2,400
	分級ブレードタイプ	斜めブレード	斜めブレード	長ブレード
部	枚数	12	16	24
	材質	DZ-T5	DZ-5	SUS304, SS41
	使用風量 [m³/min]	15	45	80
	概略圧損 [mmAq]	600	600	600
	概略寸法 L×W×H[mm]	1,300×1,000×1,000	1,800×1,200×1,300	2,500×1,700×1,700
	概略重量 [kg]	600	1,000	2,000

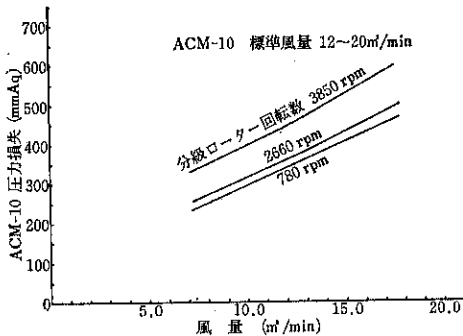


Fig. 4 風量と ACM-10圧力損失の関係
(ACM-10標準風量12~20m³/min)

スエアーコレクタおよびブローフを選定するための基本となる。Fig. 4にACM-10におけるデータを示した。

a) 総風量の影響 (Fig. 5)

粉碎ロータ型式バーディスクで、回転数6,500RPM、分級ブレード型式斜めブレードで、回転数2,500RPMを一定条件において、総風量をそれぞれ9, 12, 17m³/minに変えて、製品能力と製品粒度をチェックをして、その結果をFig. 5に示した。また、風量と製品粒度の関係をFig. 6に示した。

b) 分級回転数の影響 (Fig. 7)

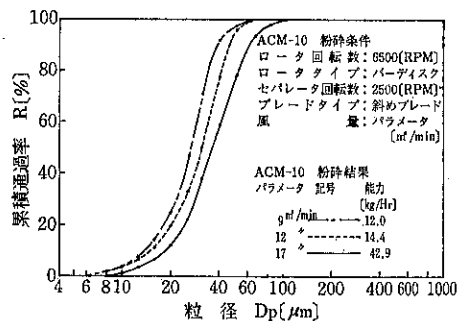


Fig. 5 ACM-10における樹脂の粉碎試験結果

粉碎条件、バーディスク 6,500RPM、斜めブレード風量 12m³/min 一定において、分級回転数をパラメーター(1,500, 2,500, 3,500RPM)における製品粒度分布をFig. 7に示した。また、分級回転数と製品粒度の関係をFig. 8に示した。

4.2 ACM-10 適用例

粉体塗料の粉碎機として開発されたACMパルベライザは、昭和48年以来、すでに100台以上が納入されている。その内、約35%が粉体塗料用として納入されてい

る。当初、粉体塗料の専用機の感さえあったACMパルベライザはその後、その粉碎性の優秀さが認められ、各種原料の粉碎にも使用されるようになった。

とくに、最近、トナーのジェットミルの予備粉碎として使用される例も多く、さらに、農薬、フェノール樹脂、ゴム薬品、ブドウ糖の粉碎はACMパルベライザの特徴を生かした事例である。また、変わったものとして、コンニャクの粉碎や小麦粉の粒度調整等の事例もある。

ACMパルベライザの一般的納入事例を Table 2 に示した。

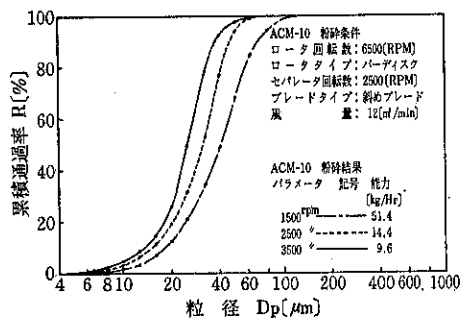


Fig. 7 ACM-10における樹脂の粉碎試験結果

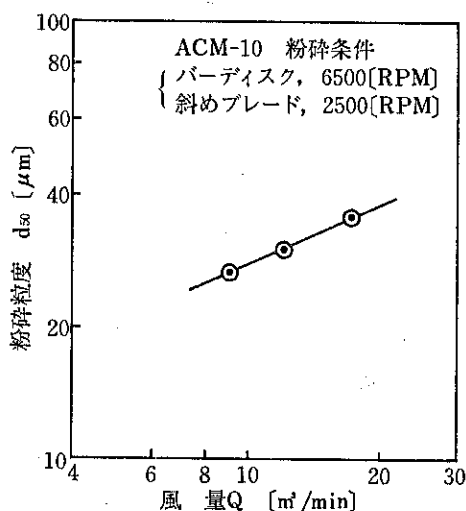


Fig. 6 風量と製品粒度

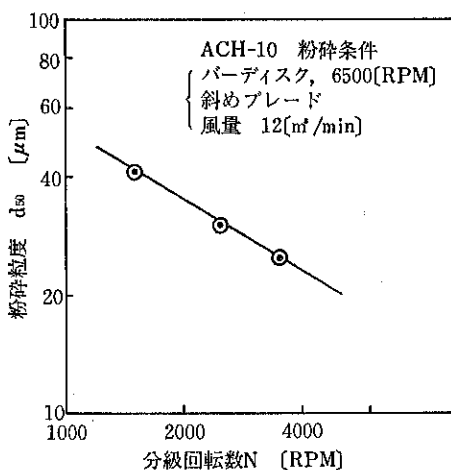


Fig. 8 分級回転数と製品粒度

Table 2 ACMパルベライザ適用例 (納入事例)

原 料 名	型 式	原 料 粒 度	製 品 粒 度	処 理 能 力 [kg/Hr]
エポキシ樹脂	ACM-10	100Mesh pass 10%	100Mesh pass 88%	100
ト ナ ー	ACM-10	2~3m/m	d ₅₀ ; 40μm	50
フェノール樹脂	ACM-10	20m/m	100Mesh pass 90%	200
粒 体 塗 料	ACM-10	20m/m	150Mesh	100
農 薬	ACM-10	325Mesh pass 50%	325Mesh pass 95%	400
アントラキノン (染料中間体)	ACM-30	60Mesh pass 33%	60Mesh pass 100%	2,000
ソルビット	ACM-30	2~60Mesh	60~200Mesh	1,000
グアの実	ACM-30	200Pass Mesh 80%	200Mesh pass 90%	100
ステアリン酸	ACM-30	10m/m フレーク状	100Mesh pass	300
酸化チタン	ACM-30	2~3m/m	400Mesh pass 99.9%	600
小 麦 粉	ACM-60	5~100Mesh	70Mesh pass	1,500
C M C	ACM-60	1~3m/m繊維状	200Mesh pass 99%	200

製品紹介

ホソカワ／マイクロ

ア ト マ イ ザ

1. 概 要

ホソカワ／マイクロ アトマイザは米国のマイクロバル社との技術提携の上、弊社で製作、販売している微粉砕機である。構造はケース中央より新鮮な空気を取り入れているため、弱熱性物質に対して有効な粉砕を行い、高速度で回転するハンマーの衝撃作用と内部分級機構を巧みに組合わして $30\text{ }\mu\text{m}$ 以下に粉砕可能な微粉砕機である。特に高速度分級と高速衝撃のため、従来のスクリーンミルでは粉砕及び分級が困難であった附着性の強い物質である酸化鉄、塩ビペーストなどに有効な粉砕及び分級をする。

機種は MA-5 (3.7kW) MA-6 (15kW~18.5kW) MA-8 (55kW~75kW) の3種類がある。以下フローシートを Fig.1 示した。

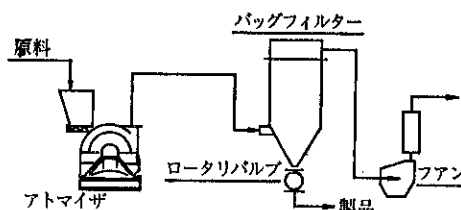


Fig. 1 ホソカワ／マイクロ アトマイザ
フローシート

2. 構 造

Fig. 2 にアトマイザの構造を模型的に示した。

ホッパーからフィードスクリュ(F)に供給された原料は粉砕室に送られ、スイング式のハンマー(A)により粉砕された後、高速気流により分級羽根(B)に送られる。微粉は気流により分級車を通過し外側のファンホイール(C)に送られる。粗粉は気流に反し(B)の回転により生ずる遠心力に依り再度ハンマー(A)に戻され再粉砕が行われる。したがって分級車での求心力とハンマーの遠心力により粉砕

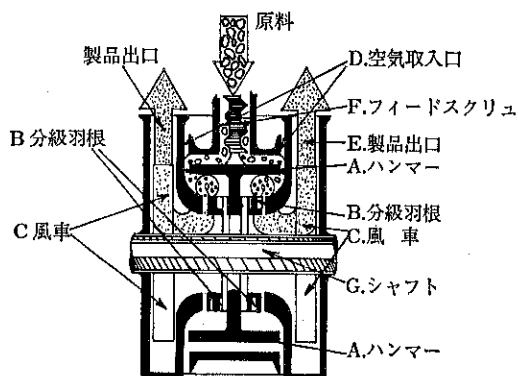


Fig. 2 ホソカワ／マイクロ アトマイザ

品を分級し微粉のみが製品として本機より取出される。取出された製品はバッグフィルターなどにより捕集される。

粒度調整は次の点よりなされる。

- (i) 分級羽根の軸方向の長さ
- (ii) ファンホイールのサイズ
- (iii) ローター回転数
- (iv) 内部通過風量

又、ケーシングの内面には溝形のライナーが取り付けられている。

3. 特 長

- (i) 機内の通過風量により粉砕室内の温度は他の微粉砕機に比べ一般的に低く、低融点物質の粉砕に利点を有している。
- (ii) 今まで附着性の強い物性をもつ物質、たとえばベンガラなどを微粉砕する時は、スクリーンミルにおいてはスクリーンに附着し、又分級機付の粉砕機では分級ゾーンのデッドスペースに附着して連続運転不可能である。従って、湿式粉砕などが取り入れられているが、取扱い上乾燥などの工程が入り乾式の方が都合が良い。本機は高速で回転する粉砕部を風が高速で通過

し、付着をさまたげている分級部がいずれもデッドスペースのない構造となっているため付着が少なく連続して安定した運転が可能である。運転状態の実例をあげると、ベンガラなどの場合は平均2~4 μ mにて、3.7kWで40kg/Hr~60kg/Hr程度可能である。又付着性の強い塩ビペーストを平均5~10 μ mで一般の分級ゾーンの大きい空気分級機を使用して分級すると運転開始後50~60kg/Hrの運転で1hr程度で運転不可能なものが、アトマイザーにて運転すれば、内部を清掃することなしで運転を連続可能にする。

(iii)清掃が容易

シンプルな構造が、本機各部の迅速な清掃、完全な

殺菌消毒、すばやい交換を容易にしている。ミルハウジングは2分されており、上半分はがんじょうなヒンジにより容易に回転することができ、ローター部を開放できる。

4. 型式仕様

現在アトマイザーは3機種標準としてあり、それらの標準型式仕様をTable 1に示した。

5. 適用例

適用例をTable 2に示した。

Table 1 アトマイザーの標準型式仕様

型 式	MA-5	MA-6	MA-8
所 要 動 力 (kW)	3.7	15~18.5	55~75
回 転 数 (rpm)	14,000	7,000	3,450
ハンマー本数	8	8	12
セパレーターブレード枚数	16	24	24
標 準 風 量 (m ³ /min)	10	30	120
概 略 重 量 (kg)	250	1,200	4,000

Table 2 アトマイザーの適用例

原 料 名	粒 度	MA-5	MA-6	MA-8
	μ m	kg/hr	kg/hr	kg/hr
硫酸アンチモン	6	25	100	300
炭酸カルシウム	9	24	80	250
ココア、砂糖	325Mesh pass	55	200	600
群 青	15	55	200	600
水酸化マグネシウム	4	30	120	450
鉛 丹	2	90	360	1,100
ベ ン ガ ラ	5	60	200	650
塩	8	25	100	300
砂 糖	325Mesh pass	65	250	1,000
ペースト(塩ビ)	5	100	400	1,200
酸 化 亜 鉛	2	90	360	1,100

製品紹介

ホソカワ／ミクロン

スーパーミクロンミル

1. 概要

現在あらゆる工業の分野において、その生産工程あるいは製品として粉体を取り扱っており、そのため粉碎という単位操作は製造工程中大きな役割をしめしている。

特に、ここ数年超微粉領域での製品管理が厳しく言われるようになり、超微粉碎では製品の品質、均一性、伸展性、流動性、比表面積等の向上が重要な目的となっている。

弊社ではこの微粉碎に逸速く手掛け1930年ミクロンミルの発明、開発後、長年月をかけて改良を重ね、1953年現在のスーパーミクロンミルを完成して、あらゆる生産工業界に大きな製造技術上の革新をもたらした。

スーパーミクロンミルは粉碎と同時に分級と異物質の分離除去を行う機構をもったエアースエプト型の超微粉碎機である。

さらに1973年スーパーミクロンミルの特長を生かし、大型機でのより粉碎性能を発揮する粉碎機としてファインミクロンミルが開発された。

ファインミクロンミルは粉碎室を簡素化し、粉碎機構に偏心効果を取り入れた全く斬新的な粉碎機である。

2. スーパーミクロンミルの構造

スーパーミクロンミルの構造を Fig.1 に示す。

ホッパー①に仕込まれた砕料は、供給機②を通して粉碎室に供給される。本図においては供給機はテーブルフィーダが用いられているが、砕料の性質によっては他の供給機、例えばスクリーフィーダ、フロートロン等が適当に選ばれる。

粉碎室は左側が第一室、右側が第2室と直列に配置されており、その間を円錐形のブッシュ⑦によって区画されている。第2室の内径は第1室より約10%大きく設計され、粉碎、分級の効果を第1室より更に高めている。第2室の排出口(右側)にも円錐状のブッシュ⑦があり、ファン室との間を区切っている。粉碎製品はファン室⑧

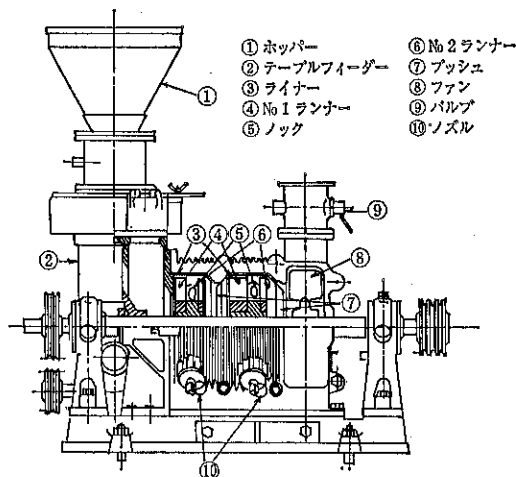


Fig.1 スーパーミクロンミル構造説明図

を通して排出口⑨から機外に空気流と共に取出される。

粉碎室の中心を通して主軸があり、この主軸には各粉碎室に2列のランナーが取り付けられている。各粉碎室の第1段ランナー④は各々5枚（M 502では6枚）の放射状の羽根をもち、送り方向に傾斜している。第2段ランナー⑤は同じく5枚（M 502では8枚）の羽根をもっているが、第1段の羽根のように傾斜はしていない。先端は粉碎室の円筒部および、円錐部に平行に対向し、ここに微小間隙を形成している。

各ランナーの放射状の羽根には摩耗時の取替交換を容易にするための高硬度合金で作られた替刃が固定されている。

各粉碎室共、第1段ランナーと第2段ランナーの中間の機胴に固定されたノック⑥が中心に向かって4方向より突出しており砕料の剪断効果をあげている。

粉碎室内壁には全面に軸方向の細い溝をもったライナー③が取り付けられており、ランナーと内壁の間隙を小さくして粉碎効果を上げると共に摩耗した場合の取外し交換を容易にしている。

次にスーパーミクロンミルの最も大きな特徴であるノ

ズル機構について述べる。

各粉碎室の機胴下部、第2段ランナー先端部付近に異物質排出孔の穴が開いており、機胴を貫通して、その下部に設けられた水平のスクリュ排出機⑩に通じている。

粉碎物中の高硬度、高比重の粗粒は粉碎によって分離され、回転遠心力によって粉碎室内で最外周を廻りながらこの排出孔に落ち、スクリュ排出機⑩によって機外に取り出される。このノズル分離機構について更に詳細に後述する。

製品排出口⑨は普通の場合、バッグフィルターを直結して直接製品を捕集するが、大型機ではサイクロンを通して気流を粉碎機に戻し循環して、一部の気流だけをバッグフィルターを通して排気する方法がとられることもある。

3. スーパーミクロンミルの粉碎機構

3.1 粉碎と機内分級の原理

スーパーミクロンミルに供給される原料は最大5 m/m 位まで粗砕されたものが適当である。供給機から投入された砕料は第一粉碎室に入って、先ず第一段ランナーにより数100メッシュまで衝撃粉碎される。

ファン⑧によって吸引される空気は原料投入部より入って粉碎室内に旋回しながら流れ、微粉碎された粉体を第2室に向けて輸送する。このとき第1室において第1段ランナーは送り方向のひねりをもっているため空気の流れを助成するが、第2段ランナーはひねりをもっていないため、気流の抵抗となり、第1段ランナーのもつ風圧によって、粉碎室内に気流の循環が起る。即ち円周方向に旋回しながら、外周から円周に向う軸方向の循環流ができる。この気流に乗る砕料は繰返し粉碎が行われるので、微粉碎が進む。第2段ライナーはこのようにホイッサー機構をもった分級作用を行うが、先端部と円錐内壁との微小間隙においても摩砕を行っている。しかし更に効果的な粉碎作用は第1段および第2段のランナー間の空間にできる砕料の滞留で、ここに集合する砕料はランナーの高速回転によって激しく攪拌されて、砕料自体による摩砕が極めて有効に働く。

かくのごとき粉碎作用によって超微粉が生成されるが、比較的粒度の粗い粒子は粉碎室内を旋回しながら遠心力によって室内最外周に集り、微粉は中心に近い部分にある。この微粉は気流に乗って第2粉碎室に送り込まれるが、2つの粉碎室を仕切っているブッシュの内径および第2段ランナーのホイッサー機構により、遠心力と流体抵抗のバランスによって分級点を決定している。

第2粉碎室においても同様の粉碎、分級作用が繰返されるが、第2室の内径は第1室の内径より約10%大きい。

このためランナーの周速度は更に高く、粉碎効果を向上すると共に、室内を通過する風速を遅くして、機内分級精度をより高くしている。

スーパーミクロンミルでは長年の経験と実績から運転周速度は50~60m/secに選んでいる。

ノック⑥は石綿、木皮、煙草等の繊維物質の粉碎には剪断効果を助長して特に有効である。

3.2 ノズル排出機構とその効果

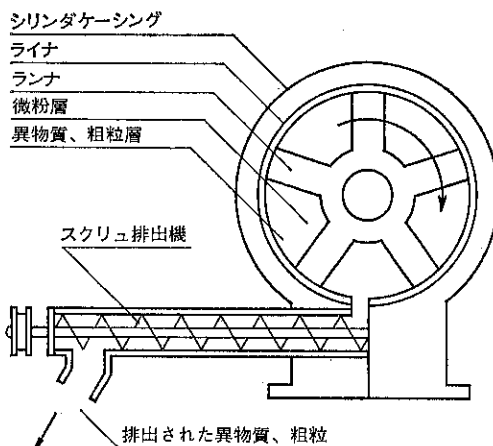


Fig. 2 スーパーミクロンミルのノズル分離機構

ノズル排出機構は世界の粉碎機にその類をみないスーパーミクロンミル独自の機構で本機のもつ数々の特許項目の中でも、特に本機を代表する主要特許部分である。

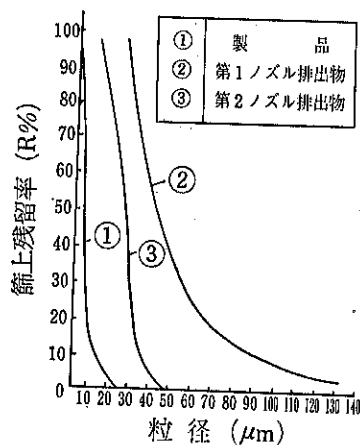
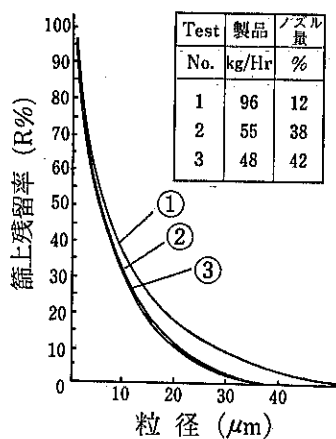
ノズル機構の発明によって粉碎中の砕料から異物質、粗粒を分離して、連続的に機外に排出するという、従来の粉碎機では為し得なかった操作が可能となった。

これによって粉碎製品の品質（純度、白度等）を向上せしめると共に粒度を均一に保つことができ、微粉碎技術に一大革新をもたらした。

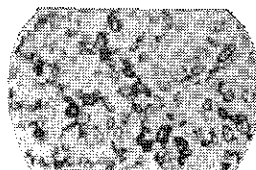
すなわち、粉碎された原料から分離した異物質は一般に純物質より比重が大きく、又ある時は高硬度のものが多く粒子が粗い。そのため常に大きな遠心力を受け、粉碎室の外周に集り層となって運動している。この運動している異物質は連続的に下部排出孔に落ち、スクリュによって連続的に機外に排出される。このような操作がより効果的に第2粉碎室でも同様に行われ、粉碎製品の品質を向上している。

また純物質であっても粗粒を速やかに機外に排出することにより、粉碎動力を常に一定に保つことができ、製品粒度の安定に大きな役割を果たしている。

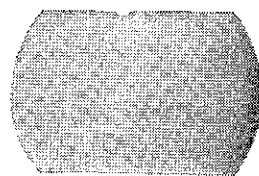
ノズル分離による製品粒度の影響をタルクについて一例を示すと Fig. 3 のようになり、ノズル排出量が多い



第1ノズル排出物



第2ノズル排出物



製品

Fig. 3 スーパーミクロンミル粉砕物の粒度 (タルク)

Table 1 スーパーミクロンミル粉砕品の粒度 (タルク)

μ	製品		No. 1ノズル		No. 2ノズル	
	%	kg/100kg	%	kg/100kg	%	kg/100kg
0~5	65.2	54.5	0	0	0	0
5~10	19.9	16.7	0	0	0	0
10~15	8.9	7.4	0	0	12.3	1.23
15~20	3.4	2.8	0	0	12.8	1.28
20~25	1.5	1.2	0.1	0.0065	16.2	1.62
25~30	0.6	0.5	12.5	0.7935	19.5	1.95
30~35	0.5	0.4	15.6	1.01	20.3	2.03
35~40	0	0	11.2	0.73	10.3	1.03
40~45	0	0	8.0	0.52	4.2	0.42
45~50	0	0	7.0	0.46	3.3	0.33
50~60	0	0	12.0	0.78	0.8	0.08
60~70	0	0	9.0	0.59	0.3	0.03
70~80	0	0	5.8	0.38	0	0
80~90	0	0	3.4	0.22	0	0
90~100	0	0	2.7	0.18	0	0
100~110	0	0	2.4	0.15	0	0
110~120	0	0	2.0	0.13	0	0
120~130	0	0	1.4	0.09	0	0
130~140	0	0	1.3	0.08	0	0
140~	0	0	5.6	0.36	0	0
計	100	83.5	100	6.5	100	10

程製品粒度の向上が明白である。

製品およびノズル排出物の粒度分布を同じくタルクについて Fig 3 および Table 1 に示した。精度のよい分級が行われていることがわかる。

この例のタルクの場合、ノズル排出物は殆んど原料中に含まれている分離硅石や酸化鉄であり、製品はタルクの純度、白度が極めて向上している。

3.3 粒度調節法

スーパーミクロンミルは製品粒度の調節を次の因子を調節することによって行う。

1) 機内通過風量

非出口に設けられたバタフライバルブを調節して行う。

2) プッシュ内径

プッシュを交換して行う。(プッシュは大・中・小がある。)

3) ノズル排出量

第1室および第2室ノズル排出孔の開孔度を調節する。

3.4 摩耗対策

スーパーミクロンミルでは砕料の硬度が普通4~5 (モース硬度) 位まで能率よく粉砕し得るが、ときには硬度7のジルコニサンドの粉砕も生産用として使用され

ている。いずれにしても粉碎の硬度が高い場合は替刃および粉碎室内壁のライナーの摩耗が問題となる。このため替刃は特殊の高ニッケル・クローム・タングステン鋼を用い、またライナーには硬化焼入を施して、この問題の経済性を維持している。

3.5 自動制御運転

粉碎製品の粒度を安定せしめ、粉碎機的能力を最大限に発揮するためには常に粉碎機にかかる負荷を一定に保つことが必要である。このためには原料の供給を常にコントロールすることが必須条件となる。

スーパーミクロンミルの運転には付属装置を併用して自動制御運転をすることが可能でこの装置によって無人操業することができる。

4. 特 長

- (i) 粉碎と同時に異物質の除去ができる。
- (ii) 均一な超微粉が得られる。
- (iii) 粉碎製品の品質（純度、白度等）が向上できる。
- (iv) 粒度調節が容易で粒度調節範囲が広い。

5. 標準型式と仕様

スーパーミクロンミルには3型式あり、それぞれの標準仕様を Table 2 に示す。

また Fig. 4, Fig. 5 にはスーパーミクロンミルとホソカワ/マイクロ パルスエアー及び分級機ミクロンセパレータをセットにしたフローシートを示す。

ミクロンセパレータを付設併用し、常に一定した所要粒度の製品を得ることにより製品価値を高めると共に、スーパーミクロンミルの能力を大きく増大できる。

6. 適用例

スーパーミクロンミルの碎料の対象は、鉱石、植物、動物性原料のすべてにわたっている。これを産業工業別にみると磁鉄業、化学工業（医薬、農薬、工業薬品、染

料、顔料、合成樹脂等を含む）また食品工業、化粧品、窯業、飼料、肥料等のあらゆる分野にまたがり、超微粉装置として、世界の産業界において評価されている。

本項では、本機の重要用途と共に特徴のある用途について数例を示す。

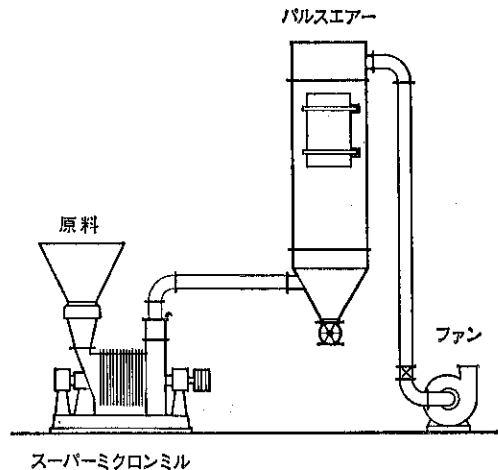


Fig. 4 一般的な粉碎システム

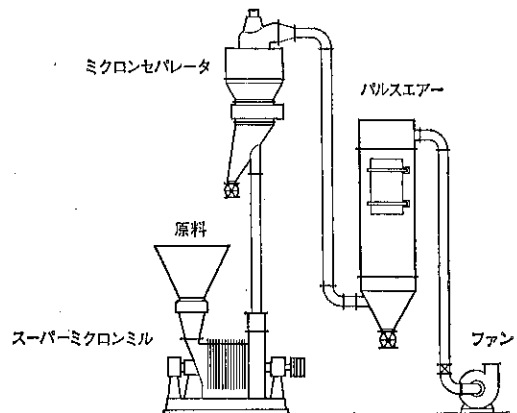


Fig. 5 分級機ミクロンセパレータを組合わせた粉碎システム

Table 2 スーパーミクロンミル標準型式仕様

材質：FC20

仕様	型式	M 52 NC	M 202 NC	M 502 NC
所要動力	本機	kw	4P 5.5	4P 22
	フィーダ	kw	4P 0.2	4P 0.4
	ノズル	4P 65W 1/2ギヤードモータ	4P 0.2KW 1/2ギヤードモータ	4P 0.2KW 1/2ギヤードモータ
回転数	本機	r.p.m.	4300	3500
	フィーダ	50Hz r.p.m.	50~76	30~48
	60Hz r.p.m.	60~81	36~58	61~97
概略寸法	A	mm	890	1070
	B	mm	1050	1440
	H	mm	1240	1500
概略重量	kg	500	1000	1800

1) 重質炭酸カルシウム

重質炭酸カルシウム微粉末はゴム、プラスチック、化粧品、医薬、製紙、塗料（ペイント）等の補強用、増量用、隠蔽用充填剤として大量の需要があり、その他低品位のものでは飼料、土壤改良剤、アスファルト増量用等多くの用途がある。

石灰石は地球上広く分布しているが、我国に産出する石灰石は諸外国に比して高品位のもので、特に岡山、広島、中国地方山間部に純度の高い原石を産出する。

石灰石の粉碎工業は古くから行われており、そのすべてがフレットミル、エッジランナー等の湿式粉碎機を用い水篩による分級を行う非効率な生産方式を採っていた。この様な時期に於てミクロンミルの発明は、この業界に大きな革命をもたらし、殆んどの業者はこの新装置による乾式操業に転向した。それは従来の湿式粉碎—水篩—乾燥—貯蔵—袋詰といった工程の複雑さと場所の不利を解決して、一挙に乾燥微粉をバッグフィルタから得られる便利さと、超微粉を能率的に得られることにあった。

石灰石粉碎におけるスーパーミクロンミルの性能の一例を述べると、カルサイト型石灰石の粉碎では M502、55kW 型を単独に用いて、製品粒度 325 Mesh 99.97% pass、見掛け比重 0.52g/cc の製品を時間当たり 380~430kg を得ている。

参考にこの粒度分布を Fig.6 に示す。またミクロンセパレータとの併用においては最大 10 μ m 程度の超微粉を得ることができるが、これについてはミクロンセパレータの章を参照されたい。

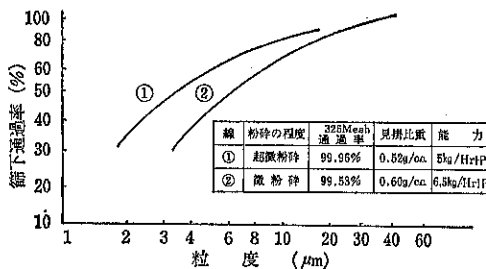


Fig. 6 スーパーミクロンミルによる重炭酸カルシウムの粉碎製品粒度分布

この原料の場合硬度が高い（モース硬度で 4~5）にもかかわらず、純度が高いため粉碎機の摩耗は殆んど問題にならない。

2) 滑石（タルク）

タルクの粉碎微粉は、製紙、紡績、農薬、医薬、化粧品、ゴム等の充填剤、塗被剤、増量剤として用途が広い。

タルクの化学組成は硅酸マグネシウムの水和物で、 $3\text{MgO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ で示される。粒子の形状は薄片状又は繊維状で、粒子の内部は多層状になっている。

品質は産地によって大きく異なり、我国にも産出するが、品位が低く、上質品は中国、朝鮮、ソ連より輸入されている。

タルクの含有する不純物はその殆んどが硅石、酸化鉄および石英で特に酸化鉄含有量の多い国産タルク（北海道、九州産）では白度が 75~78 と低く製紙用原料には向かない。

タルク微粉砕の分野でもスーパーミクロンミルの効用は大きい。

先づ、超微粉砕を行うために中国、韓国、ソ連より輸入される原料は高級用途として総てスーパーミクロンミルで粉碎されている。ミル単独の製品粒度については、Fig. 3 で示したので参照されたい。M202 (22kW) 型を用いて約 300~500kg/hr の能力を得る。このように能力の範囲が広いのは産地により大きく左右されるため、この場合粒度は 325 mesh 99.95% 以上、平均粒径 5 μ m の超微粉が得られる。

タルク粉碎におけるスーパーミクロンミルの特記すべき効用はノズル機構の働きにある。タルク中に含まれる硅石、酸化鉄等の不純物は少く 3~5%、多い場合は 10% 程度もあるが、これらの遊離不純物は粉碎により分離して前述のノズル排出作用により、粉碎中に連続的に機外に排出される。

したがって粉碎製品の純度が高くなり白度が向上する。

一例を示せば国産タルクは分離装置をもたない粉碎機の製品白度 70 度に対し、スーパーミクロンミルの製品は 80 度を得た。製紙用としては白度 88 度以上が要求されるので輸入上質品を混合して白度を向上させている。

3) カオリン、クレー等の粘土鉱物

カオリン、クレー共不純物の含有量が多く 5~30% の遊離硅石、酸化鉄等不純物を含み、一般には湿式粉碎法が採られているが、純度の比較的高い良質の原料の場合は乾式粉碎が遙に経済的、合理的である。

製紙における填料、塗被用としては白度の高い 10~5 μ m 程度の超微粉が要求される。

その他窯業用、また各種増量充填材として用途は広い。実例の 2、3 を示すと、M 502 で窯業用クレーを粉碎

した場合、ノズル排出量を20～30%として製品の純度を向上すると共に、摩耗部分の消耗を抑え、十分に経済性を保った。

粉碎能力は木節粘土、蛙目粘土でM52, 5.5kWの場合、100～190kg/hr、窯業原料でM202型 22kWで300～400kg/hr、ボールクレ- M502型、55kWで1,500～2,500 kg/hr、粒度は 325mesh all pass 平均粒径 5 μ mである。

又、カオリンにおけるノズル機構の効果を述べると、河東カオリン(韓国)ではM202型、22kWで400～500 kg/hrの粉碎能力をもち、ノズルより20%排出した場合白度は80度から85度まで向上した。

4) その他の礫物

黒鉛—鉛筆用、固形潤滑材用としての黒鉛は5 μ m程度の粉碎が要求される。黒鉛中に含まれる異物質の除去にスーパーミクロンミルのノズル機構が有効に働く。

硅藻土—吸着能を増大させるため、325 Mesh, 99.99%程度の微粉が希まれ、かつ細胞の破壊しない粉砕が要求される。この目的に、スーパーミクロンミルが効果的で、また不純物(主に桂砂)の分離除去に有効であった。

石綿(アスベスト)—原料中に含まれる異質物の分離に著しい効果を示し、製品は淡緑色の繊維状粉で、ノズルからは、黒緑色の粗粒を排出した。製品見掛け比重0.23 g/cc、ノズル品は 1.3 g/cc と5倍以上の差があった。

蛇紋岩(農薬増量剤)ゼオライト(吸着剤、硬水軟化剤)、酸性白土、ベントナイト等も同様に超微粉砕、異物質の分離でスーパーミクロンミルの分野である。

5) 鉛粉、酸化鉄及び複合材料フェライト

蓄電池用リサージとして、その電気的特性の向上と安定のために粉砕製品の粒度分布が極めて厳密に規定される。スーパーミクロンミルの使用によって始めてこの要求が満足され見掛け比重 1.15～1.18g/ccの製品を安定して得ることができる。

また、トランスコア用のソフトフェライトにおいては平均粒径 1.5 μ mの製品が得られている。

6) 超微粉砕を目的とした粉砕対象

その他超微粉砕を目的とする粉砕物としては、各種顔

料、ゴム薬品、歯磨用としての磷酸カルシウムや弗化カルシウム、懸濁、分散性を均一にするための食品防腐剤、潤滑剤としての二硫化モリブデン、電磁気材としてのフェライト(酸化鉄)等がスーパーミクロンミルの適材であり、本機にかわる粉砕機は他に見当たらない。

7) 異物質分離を目的とした粉砕対象

特にノズル機構が有効に働く粉砕物としては、活性炭中の未賦活性物質の除去、亜鉛精煉炉におけるフライアッシュの重金属の分離、耐熱電気絶縁剤として用いられる、水酸化マグネシウム中の不純物の分離除去、大豆粕中の表皮の分離等スーパーミクロンミルの特徴ある使用例である。

8) 低融点物質および高硬度物質の粉砕

スーパーミクロンミルは「機構」の項でも述べた通り、摩砕が主となる粉砕機のため、かなりの発熱を伴う。したがって融点の低い物質、熱に敏感な物質、熱によって変質する物質等に不向きである。しかしトナーの粉砕において一室型(ランナー2例)の特殊型高速ミクロンミルで平均粒径 14 μ が得られている。

また硬度7以上の高硬度の物質には摩耗の点で経済性が問題となる。

しかし粉砕加工費に予備がある場合は工業的に粉砕可能で、事実ジルコンサンド(硬度7)の場合、M202 22kW型を用いて 325Mesh, 99.5% pass, 30～35 kg/hrの製品を工業的に生産している。

7. 能力

一般に粉砕機的能力は単位時間当りの処理能力または製品能力で表わされるが、厳密には同時に製品粒度を示さないことには正確に表現できない。なぜならば、製品能力と粒度は相関関係があり、同じ粉砕性能であれば、粒度を向上すれば製品能力は減少し製品能力を増大すれば粒度は粗くなるからである。

Table 3に示す能力表は弊社試験センターや需要家において実際運転によって得たデータであるが同一物質についても製品粒度を少し変化させることによって製品能力が大きく変化するから、このことを考慮に入れて参考に供されたい。

Table 3 スーパーミクロンミルの能力例

原 料 名	製品能力	所要動力	製 品 粒 度	原 料 名	製品能力	所要動力	製 品 粒 度
M 52 N C	[kg/hr]	[kW]		M 202 N C	[kg/hr]	[kW]	
ア ル ミ ナ	29	5.5	10 μ 98% パス	ア ラ ン ダ ム	360	22	平均 5 μ m
芒 硝	100	"	300Mesh パス	鉛 粉	545	15	
パ ー ラ イ ト	140	"	300Mesh パス	発 泡 剤	100	15	平均 10 μ m
鉛 粉	300	"		弗化カルシウム	510	15	200Mesh パス
合 成 顔 料 (青)	50	3.7	平均 5 μ m	カ オ リ ン	185	22	10 μ m 97% パス
発 泡 剤	130	5.5	300Mesh 99.9%パス	カーボンブラック	300	22	325Mesh パス
カ オ リ ン	80	"	平均 2 μ m	ク レ ー	110	15	300Mesh パス
ク レ ー	65	"	325Mesh パス	硅 藻 土	650	15	250Mesh パス
カーボン ブラック	62	3.7		黒 鉛 (土状)	85	15	300Mesh パス
硅 藻 土	140	3.7	300Mesh パス	消 石 灰	900	15	200Mesh パス
黒 鉛 (鱗状)	33	5.5	平均 10 μ m	タ ル ク	300	22	325Mesh パス
白 土	165	"	325Mesh パス	炭 カ ル	110	22	300Mesh パス
シ リ カ ゲ ル	50	"	平均 10 μ m	弁 柄	130	15	325Mesh パス
水 酸 化 アルミ	130	"	300Mesh パス	M 502 N C	[kg/hr]	[kW]	
有機染料 (スレン系)	110	3.7	最大 5 μ m	黒 鉛 (土状)	120	55	4 μ m 75% パス
タ ル ク	65	3.7	325Mesh 99.9%パス	粘 土	1,200	55	300Mesh パス
炭 カ ル	44	5.5	300Mesh パス	タ ル ク	530	55	平均 13 μ m
雲 母	15	"	300Mesh 93%パス	炭 カ ル	440	55	325Mesh パス

特許一言メモ No. 27

すぐれた発明と考案

すぐれた発明 (特許) 又は考案 (実用新案) とは、一口に言って簡単なアイデアから生まれ、大きな効果をもたらすものであると言える。そして、企業におけるこの効果とは、利益率の大きさでもある。

ここで身近なものを例にとってみると、たとえば「カップラーメン」等はこれに該当するようである。この「カップラーメン」は、従来あったインスタントラーメンを発泡プラスチック製の容器に入れ、クリアーフィルムで包装しただけのものである。そして、この容器に対

しては、立派に実用新案の権利が与えられている。

通常のインスタントラーメンの値段が70円程度であるのに対し、このカップラーメンの値段は140円程度と、2倍も高い。

この値段の差が、カップの原価+アイデア料 と言うことにもなる。しかも、それが良く売れているとなれば、それだけこのアイデアの価値が大きかったことになる。

(技術資料室)

製品紹介

ホソカワ／ミクロン

ファインミクロンミル

1. 概 要

ファインミクロンミルはスーパーミクロンミルのすぐれた摩砕効果をより高めた粉砕機であり、又粉砕室を単純化し大型処理機として取扱が容易であり、この粉砕機で得られる製品は非常に安定した大型処理用超微粉砕機である。

即ち、粉砕効果を上げるため全く斬新な考えである偏心効果を取り入れることにより、一度ホルドされた碎料は急激に圧縮され、ランナーとライナー間で摩砕および粉体相互の衝突がおこり、効果的に超微粉が得られる。またケーシングはヒンジ式の開閉式となっているため内部の保守点検が容易な構造となっている。

2. 特長と構造

ホソカワ／ミクロン ファインミクロンミルの構造をFig. 1に示す。まず碎料は①投入口より②粉砕室に導かれる。③ランナーの偏心により一度ホルドされた碎料は急激に圧縮されるため③ランナーと④ライナー間の摩砕および粉体相互の衝突が促進されるため粉砕室が一室でも十分粉砕可能であり平均4 μ m以下の超微粉が得られる。この超微粉は⑥ファンにより機外に排出され、サイクロン又はバグフィルターで捕集される。また碎料中

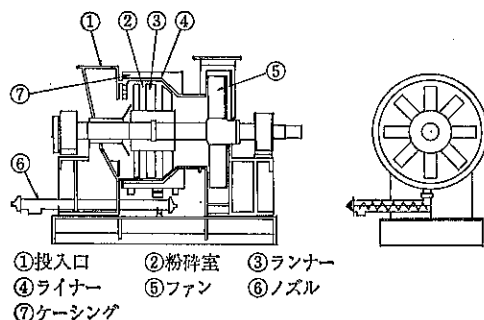


Fig. 1 ホソカワ／ミクロン
ファインミクロンミル構造図

の異物は⑥ノズルによって除去され製品の純度を高める働きをする。さらに大型機の欠点である騒音および不便な取扱を解消するため、ケーシングは二重構造とし空冷と防音効果の働きをするよう設計されている。又粉砕室内の掃除、保守点検を容易にするためケーシングはヒンジ式とし簡単に開けることができる。

Table 1 粉砕品粒度分布累積通過率 (%)

粒 径	原 料 名	炭 カ ル
25 μ m		99.4%
20		99.2
15		95.8
10		90.2
9		87.9
8		85.2
7		81.4
6		75.0
5		67.2
4		58.3
3		47.7
平 均 粒 径		3.2 μ m
馬力当りの粉砕能力		2~4kg/HPHr

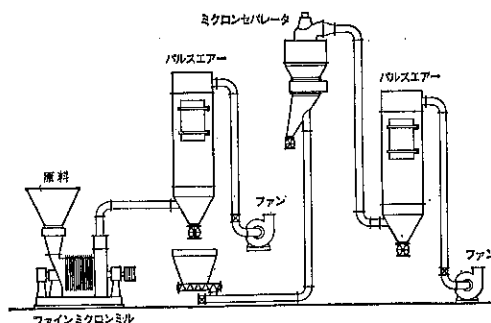
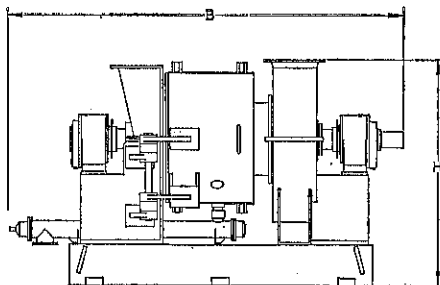
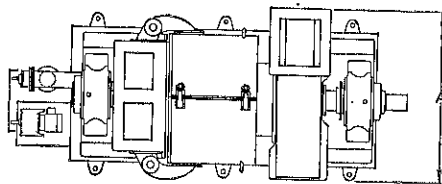


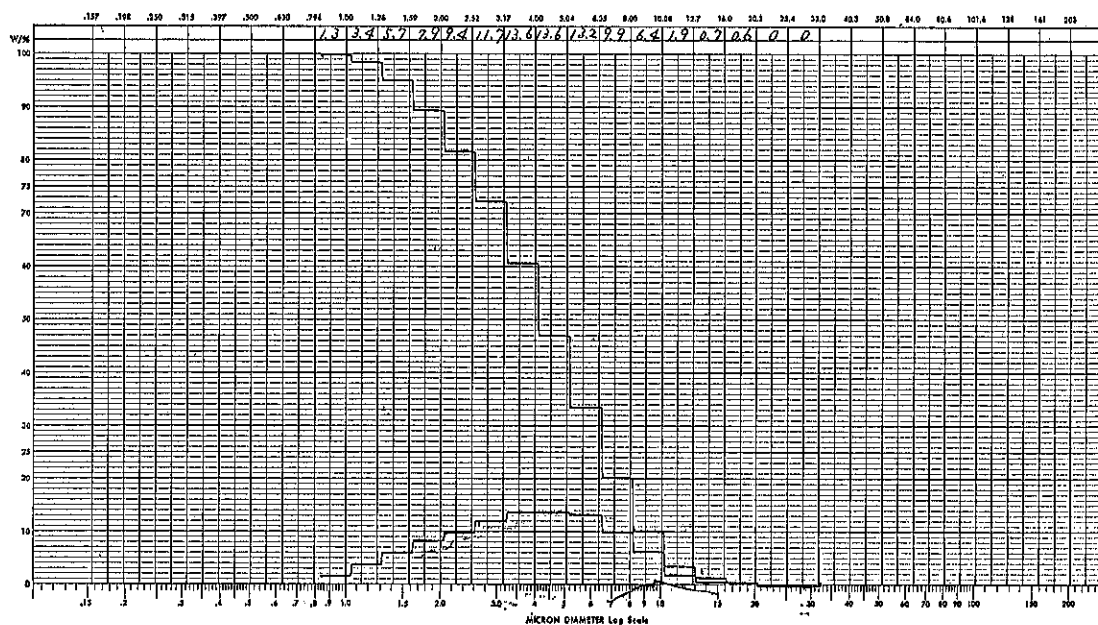
Fig. 3 分級機ミクロンセパレータを組合わせた
大処理用粉砕分級システム



仕様	型式	MF-10	MF-20	MF-40
所要動力	本機 (kW)	75~110	150~220	300~400
	ノズル (kW)	0.4×4P $\frac{1}{30}$ G.M	0.4×4P $\frac{1}{30}$ G.M	0.4×4P $\frac{1}{30}$ G.M
本機回転数(50/60)(r.p.m)		1,500/1,800	1,500/1,200	1,000/900
概略寸法	A (mm)	1,000	1,200	1,600
	B (mm)	2,460	2,740	3,050
	H (mm)	1,400	1,550	1,900
風量 (m ³ /min)		90	120	150
概略重量 (kg)		3,500	5,000	7,000

Fig. 2 標準型式仕様

Table 2 粉碎品粒度分布



以上のような特長と構造により同種の粉碎機よりこまかい製品が得られ、保守、点検のしやすい取扱が簡単な大型微粉碎機である。

3. 標準型式

標準型式仕様を Fig. 2 に示す。 (112頁へつづく)

製品紹介

ホソカワ／ミクロン

ミクロンジェット（新製品）

1. 概要

ホソカワ／ミクロン ミクロンジェットは高速気流による流体エネルギーを利用したジェット粉砕機である。本機は、粉砕を超高速で衝突せしめ粉砕すると共に粒子同志の摩擦をも行わせる粉砕部と、粉砕物を分級し、粗粒は再度粉砕部にもどして再粉砕を行わせしめる分級部とを、合理的に組合せた独創的な構造となっている。この繰り返し粉砕によりエネルギーが有効に使われ、効率よく超微粉が得られる。

近年、多くの産業分野において、ますます増大する超微粉砕の要求に応じて、従来のジェットミルの欠点である大きな所要動力、微粉中への粗粒の混入、粒度調節の困難さ、摩耗、付着等の問題点を改善したジェット粉砕機である。特に摩耗対策については従来のジェットミルにみられない独創的な機構が採用されている。

粉砕時の発熱がないため、熱に敏感な物質、低融点物質の超微粉砕や、凝集性の強い材料の解砕や分散等に特に威力を発揮する。

2. 粉砕原理および構造

ミクロンジェットは、高圧高速気流で碎料を加速させ、衝突壁に衝突させて粉砕する衝突型の粉砕機である。Fig. 1 にその粉砕原理を概念的に示した。エジェク

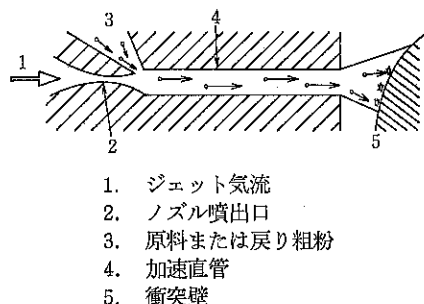


Fig. 1 ミクロンジェットの粉砕原理

タ効果により吸引された碎料（新原料および分級戻り粗粉）はノズルから噴出した高圧のジェット気流に同伴し、加速直管を通過する間に加速され衝突壁に衝突し粉砕される。この衝突壁はリング状となっていて、しかもゆっくり回転している。

粉砕された碎料はまず粉砕室で旋回気流による分級作用を受け、粗粒は再度ノズル部に戻され、再粉砕される。一方気流に同伴して旋回しながら上昇した粉砕微粉は上部の分級部で分級作用を受ける。この分級部にはミクロンセパレータが設けられていて、ロータの回転によ

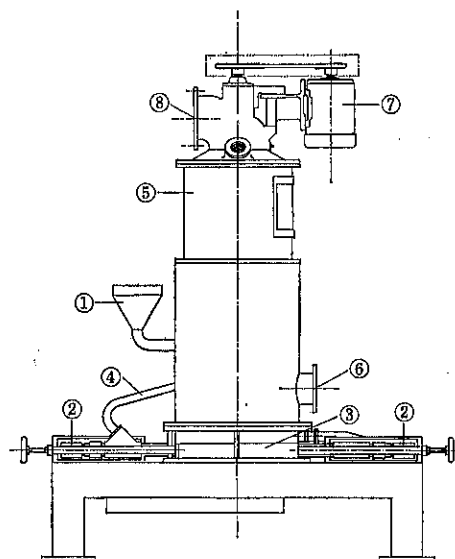


Fig. 2 ミクロンジェットの構造

る分級（詳細についてはミクロンセパレータの項参照）が行われる。分級ロータにより分級された分級粗粉は2次空気による風篩作用を受け、機胴壁を回転しながら下降し、再度ノズル部に戻され再粉碎される。一方、分級微粉はエアールと共にロータ羽根内を通り製品出口より回収され、機外の集塵機で捕集される。Fig.2にミクロンジェットの構造を示した。

3. 特 長

(i) 消費動力が少ない

流体エネルギーを粉碎、分級に有効に利用している。すなわち、繰り返し粉碎をたくみに取り入れた粉碎部と粒度調整を行う分級部とが効率的に組合わされているため、単位所要動力当りの処理能力が従来のジェット粉碎機に比し大きく、消費動力が少ない。

(ii) 粉碎粒度が容易に変えられ、その調節範囲が広い

粉碎製品の粒度は、分級部の条件を変えることにより容易に変えることができ、その調節範囲も数 μm ~100 μm まで可能である。

(iii) 粒度分布の幅の狭いシャープな粉碎品が得られる

分級機内蔵によりシャープな分級が行われるため、粒度分布の幅の狭い製品が得られる。

(iv) 摩耗部分の寿命が長い

摩耗の激しい衝突部が移動するため摩耗が少なく、摩耗部分の寿命が長い。

(v) 固着、融着を防止する。

粉碎部衝突面への碎料の固着および融着現象は、衝突面が常に移動するため見られず、凝集性の強い材料や融点の低い材料でも粉碎可能である。

(vi) 装置がコンパクトである

粉碎部と分級部が合理的に設計されているため、設置面積が少なくよい。

(vii) 粉碎部からの発熱が少ない

断熱膨脹による温度降下のため粉碎部での発熱が少なく、弱熱性物質や低融点物質の粉碎に適する。

4. 型 式

Table 1 にミクロンジェットの標準型式仕様を示した。なお、粉碎部と分級部との組立方法により一体型とセパレート型に分けられる。すなわち表中の各型式に一体型とセパレート型が各々標準として定められている。

5. 適用例

各種合成樹脂、ワックス、高級脂肪酸、農薬等の低融点物質、医薬品、食品等の弱熱性物質の粉碎、および通常の粉碎法では粉碎不可能な超微粉を必要とする場合、ミクロンジェットを用いて粉碎している。一例としてトナーの粉碎例をFig.3に示す。

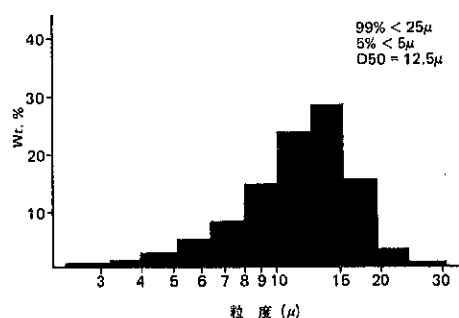


Fig. 3 分級例（トナー）

Table 1 ミクロンジェット標準型式仕様

型 式	MJ-3-1	MJ-4-2	MJ-5-3	MJ-6-3	MJ-7-4
粉 碎 部					
直 径 (mm)	300	400	500	600	700
圧 縮 空 気 6 Kg/cm^2 (Nm^3/min)	1.6~2.0	3.3~5.0	8.0~10.0	12.0~15.0	18.0~22.0
適用コンプレッサ (kW)	15	22~37	55~65	75~110	120~
ノズル本数 (本)	2	3	4	4	6
リング駆動モータ (kW)	0.2	0.2	0.4	0.4	0.7
分 級 部					
分 級 機 型 式	MS-1A	MS-2A	MS-3A	MS-3A	MS-4A
胴 径 (mm)	350	510	770	770	1,100

製品紹介

ダイガス／ホソカワ

リンレックスミル

1. 概要

ダイガス／ホソカワ リンレックスミルは、エネルギー産業の大阪瓦斯㈱と粉砕技術のホソカワミクロン㈱が、共同開発した低温粉砕装置である。

常温では難砕なゴム、プラスチック、食品等、またわずかな熱によっても香りがそなわれる香辛料、及び酸化などで変質する食品を、液体窒素(以後 LN_2 と呼ぶ)の使用で、それぞれの物性を変えることなく微粉砕することを目的として設計されたものである。

ゴム、プラスチック、食品等は、低温脆性を利用して粉砕し、香辛料等は極低温によって品質を保持する。酸化を嫌う食品は、ほぼ 100%窒素の不活性な雰囲気中で酸化を防ぐ。

その他の特殊な実例として、爆発性のある金属を LN_2 の極低温と不活性を利用して粉砕しているものもある。

2. リンレックスミルシステム

Fig. 1 にリンレックスミルシステムのフローシートを示す。

粉砕原料は、まず予冷を行うため、フリーザーに投入される。フリーザーで予め貯められている LN_2 の中で

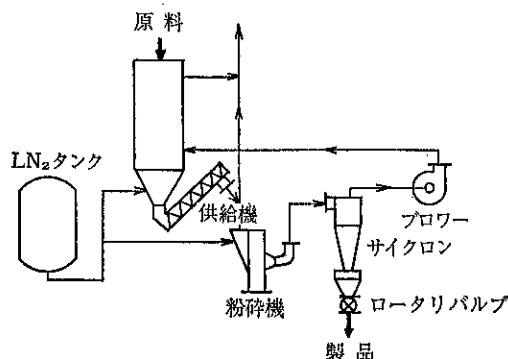


Fig. 1 リンレックスミルのフローシート

原料は冷却され、スクリーフィーダで粉砕機(ファインビクトリミル)に供給される。この時、粉砕機に直接 LN_2 を供給し、機内を所定の温度に冷却している。所定の低温下で、粉砕、分級された低温粉砕品は、粉砕機自身の発生風、及びブロワー(LN_2 型は粉砕機に内蔵)の吸引風も輸送され、サイクロンで捕集され、ロータリバルブ(LN_2 型では無、レシーバータンク有)で排出される。

一方、気体となった窒素は、サイクロン、ブロワーを通過した後、三方へ分かれる。

一部は、粉砕機へ循環される。

一部は、フリーザーへ入り、貯められた LN_2 に浸漬されていない原料の予冷に使われ、窒素ガスの顕熱回収を行う。

残りは、フリーザーから排気される窒素ガスと共に大気へ放出される。

2.1 冷却の実際

冷却する必要のあるものは、原料と粉砕機であるが、冷却の組合せは以下の2通りある。

一つは、上記で述べた原料、粉砕機共に冷却するものである。これは、粉砕を効率良く行い、 LN_2 消費量を抑えるためである。又、原料に付着性があり供給が困難なものもこの方法をとる。

もう一方は、原料は冷却しないで、粉砕機のみ冷却する方法である。これは、原料が LN_2 に浮いてしまう場合で、構造上、スクリーに噛み込まず搬送できないからである。又、原料が細かすぎて、蒸発する窒素ガスによって飛散するものもそうである。

後者とは全く逆の、原料冷却のみにての粉砕操作は、リンレックスミルでの微粉砕においては、ほとんど行う意味がない。

3. リンレックスミルの特徴

(i) 常温では粉砕困難なものが容易に粉砕できる。

- (ii) 分級機構を内蔵しているので、任意の粒度が機外で容易に調整できる。
- (iii) 発熱、酸化による変質がない。
- (iv) 保守、点検、清掃が極めて容易である。
(保冷ボックス式なので、機械は全て裸の状態)
- (v) 騒音が低い。(保冷ボックス式の為)
- (vi) 保冷効果が高く $L N_2$ ロスが少い(保冷ボックス式の為)
- (vii) 粉塵爆発が防げる。

4. 最適粉碎温度

極低温という条件下での粉碎操作で最も重要な点は、 $L N_2$ 消費量をいかに抑えて、ランニングコストを下げることというところにある。その為には、最も効率良く粉碎できる温度条件を設定しなければならない。

プラスチックには、いわゆるガラス転移点がある。この点以下の温度では、ガラス状となり、その破面は脆性破面となる。

ガラス転移点以下の温度で脆性粉碎はされるが、このガラス転移点の温度、即ち最適粉碎温度ではないことが過去のデータから明らかとなっている。

ガラス転移点以下の温度域は広く、どの温度が最適粉碎温度であるかということになるが、これについては、種々の温度条件でデータを蓄積して、判定する以外に方法がない。即ち、粉碎してみなければわからないということである。

極端に言えば、温度条件が変われば、全く違う原料を粉碎しているのと同じことになる。

ポリエチレンは、 $-120^{\circ}C$ が、大体の最適粉碎温度で

あり、ポリプロピレンは、 $-100^{\circ}C$ 位である。これらは同じ名称の原料でも組成で差が出てくるので、個々に判定していく必要がある。

粉碎機の冷却温度は、実用上、 $-180^{\circ}C$ 位迄可能である。

5. 粉碎性能

粉碎性能等は、ファインビクトリミルの項で、述べているように、ユニークな分級機構を内蔵して効率良く粉碎できる。

ファインビクトリミルは、リンレックスミルの開発で、独自に生れた粉碎機である。Table 1 に代表的な粉碎例を示す。

この表中の原料名の同一なものは、全く同一物質である。比較すれば、わかるように、粒度の差からみれば、処理量の差が、非常に大きくなり、 $L N_2$ 消費量に影響する。

6. $L N_2$ 消費量

項目 4 で最適粉碎温度の設定により、効率良く粉碎して、 $L N_2$ 消費量を抑えることを述べた。又、項目 5 で述べたように、わずかの粒度の差で $L N_2$ 消費量が大きく変わっているが、これは、 $L N_2$ 消費量のうち、粉碎機、ブロー、等の発熱を抑えるために消費するのが、ほとんどであるからである。即ち冷却温度が決定すれば、原料冷却用の $L N_2$ を除いて、 $L N_2$ の消費量は一定となる。単位原料当りの $L N_2$ 消費量は、極端に言って、ほぼ処理量の変化に反比例する。

従って、 $L N_2$ 原単位低減のためには、必要以上に粒

Table 1 代表的粉碎例

原料名	粉碎温度 ($^{\circ}C$)	処理量 (kg/hr $\cdot$ HP)	製品粒度	$L N_2$ 消費量 (kg $L N_2$ /kg 原料)
ナイロン 12	-100	1.0	150Mesh pass 95.3%	12.6
"	"	2.7	150Mesh pass 83 %	5.0
ポリエチレン	-120	0.15	100Mesh pass 99.5%	87.2
"	"	1.5	100Mesh pass 74 %	9.2
ポリプロピレン	-100	0.1	100Mesh pass 94 %	120
"	"	0.4	100Mesh pass 72 %	30.5
胡 麻	-100	20.0	舌ざわりなし	1.2
アーモンド	-150	18.0	舌ざわりなし	1.7
コーヒ豆	-100	3.0	350Mesh pass 99 %	4.6
レーズン	-110	7.0	舌ざわりなし	2.5

度を細かくしないことが重要である。

更に LN_2 消費量を抑えるために、システムの保冷効果を高めて、吸熱ロスを防ぐ点がある。

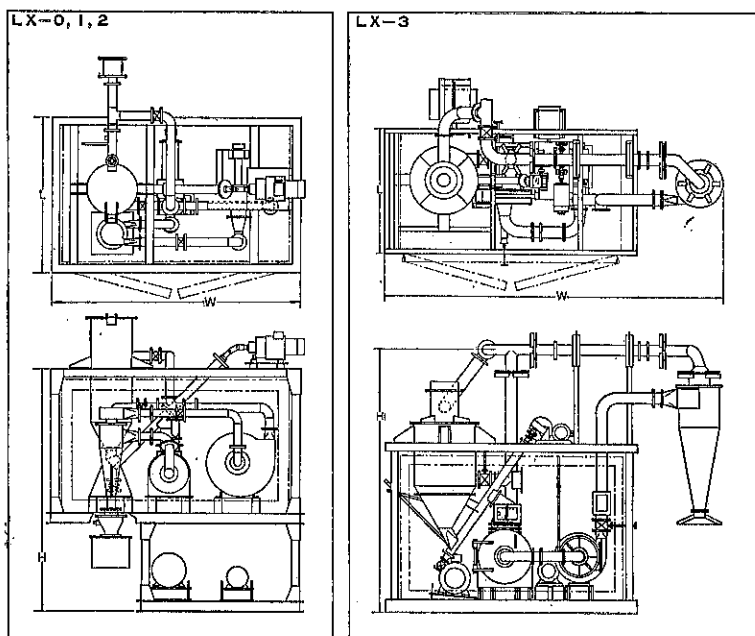
リンレックスミルシステムの保冷は、システムの全体をボックスに入れるという、独自の保冷方法をとってい

るので、吸熱ロスを極限にまで抑えている。

7. 型式仕様

Table 2 に標準機種の仕様を示す。

Table 2 リンレックスミルの型式標準仕様



仕 様			型 式	L X-0	L X-1	L X-2	L X-3
所 要 動 力	ミ ル	kW		2.2~3.7	7.5~11	15~22	37
	ブロワー	kW	(ミル内蔵型)		2.2	7.5	11
	フィーダ	kW	(手動式)		0.4	0.75	1.5
概 略 寸 法	L	mm		1,200	1,500	1,900	1,800
	W	mm		1,400	2,400	3,200	5,200
	H	mm		1,600	2,800	3,600	3,900

製品紹介

ホソカワ／ミクロン

デ ィ ス パ ミ ル

1. 概 要

デイスパミルはシンプルな構造で取扱いも簡単な乳化機で、シリンダーと微小間隙をもつランナーの高速回転によって原液を乳化均質化するものである (Photo. 1)。

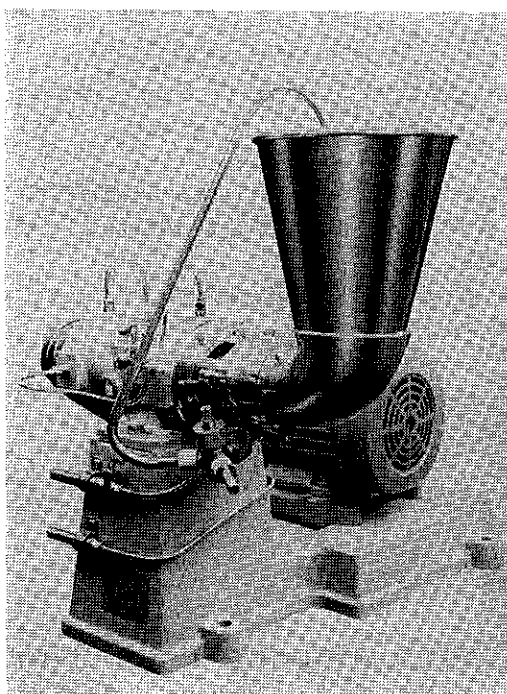


Photo 1 ホソカワ／ミクロン デイスパミル

2. 機 構

本機は Fig.1 に示すようにホッパ (但しD-3型はホッパを付属しない) と本体とからなり、本体は油浴式の軸受部と乳化を行うシリンダー部で構成される。

シリンダー部には内側に同一回転軸上にプロペラとランナーがあり、プロペラはホッパー内に充満された液体の

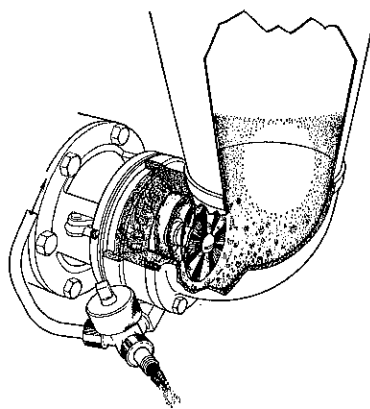


Fig.1 デイスパミルの機構

混合作用をして、原液を均一の状態に保ち、ランナーはシリンダーの内周の円錐面 (ステータ) と微小間隙をもって摺動するように回転するので、原液はポンプアクションをうけてこの間隙を通過すると共に、ここで一挙に乳化される。この間隙調節はシリンダー部の調節リングを外部で回転して行う。

3. 特 長

(i) むらのない乳化ができる

ランナーとシリンダー内面 (ステータ) との微小間隙での効果的な摩擦作用により混合の困難な液体、粘稠体、固体粒子の液体への分散ができる。

(ii) 乳化調節が容易である

ランナーとステータとの間隙調節が簡単であるから、原液の状態に応じた最適の間隙をとるのが容易である。

(iii) 反復循環ができる

乳化の困難な原料はロータのポンプアクションを利用して反復循環によって乳化を促進させることも可能である。

(iv) 小型で処理能力が大きい

4. 型 式

Table 1 に本機の型式仕様を示す。又、材質は接液部が SUS 304 となっている。

Table 1 ホソカワ/ミクロン ディスパミルの型式仕様

型 式	所 要 動 力	回 転 数	処 理 能 力	寸 法 ^{*)}		
				た て	よ こ	高 さ
D — 1	2.2~3.7 kW	8,000 r.p.m	500~1,000 ℓ/hr	820 mm	680 mm	655 mm
D — 2	5.5~7.5	6,000	3,000~5,000	1,070	1,100	1,110
D — 3	11~22	3,600	6,000~10,000	950	860	790

- *) (1) 寸法は総てモータをとりつけた寸法を示す。
 (2) D-3 はホップ、循環配管を含まない寸法である。

(105頁のつづき)

4. 適用例及びフロー

ファインミクロンミルで粉碎した重質炭酸カルシウムの粉砕品粒度の一例を Table 1 および Table 2 に示す。
 Table 2 の粒度分布曲線はランナーの回転数を増加す

ることにより粉碎機のみで 15 μm 以下の微粉を得ることができ、粉体相互の衝突が促進されていることを示している。

一般的な粉碎機と分級機を組み合わせたシステムを Fig. 3 に示す。

特許一言メモ No. 28

特許庁への書類郵送について

特許出願の願書をはじめ特許庁あての書類は、東京近郊ならともかく、ほとんどの地域が郵送によって送られている。そして、投函する郵便局窓口で捺印されたスタンプの日付が出願日となる。こうして沖縄や北海道のように遠い地域であっても不平等にならないようにされている。

ところで、郵送には書留を用いて郵送中の万一の不測事態においても出願がなされたことの証明とするのがベターである。

このことは、利害関係の相手がある場合、また国内だけでなく世界の多くの国で適用されている優先権制度との関連もあり、出願日を明確にし、しかも「出願は一日でも早い方がよい。」と言う鉄則を守る上でも当を得たものである。

以上出願分について述べたが、このほか補正書や意見書をはじめほとんどの書類が提出の期限を決められていることから特許庁への書類郵送については、充分注意が必要である。
 (技術資料室)

製品紹介

リーツ

ディスインテグレータ

1. 概要

リーツ ディスインテグレータは弊社が米国の有名な食品化学機械メーカーであるリーツ社と独占販売提携を行った粉砕機である。野菜、果物、魚肉などの食品工業全般をはじめ、化学薬品、樹脂、その他の化学工業など広範囲にわたり利用できる。またその目的により乾式、湿式のいずれにも使用できる。本機のロータは垂直な軸をもち、スクリーンはその外周360°に取付けられる。したがって、投入された原料はロータにより分散、粉砕され、スクリーンを通過して外周より排出される。粉砕困難なもの（たとえばくぎ etc 鉄分）はローター下部に落下して機外に排出できる特殊な構造になっており、その上分解、組立、清掃が容易である。ディスインテグレータは用途に応じ、構造の異なった次の3機種がある。

- 1) RD型…普通乾式で使用され、異物が含まれる木材、石炭、微粉の生成を好まぬメイズ、マイロ等の普通の粉砕に有効である。比較的重負荷に使用される。
- 2) RP/RA型…粉砕室が45°傾斜して設置され、粉砕した状態でスラリー状となるものに対しても有効である。野菜、果物をつぶしてスラリー化する等食品向に有効で駆動部が下部にあり、上部のケーシングカバーを取外すとローターが上部よりむき出して見える、洗浄容易な構造となっている。比較的軽負荷に使用される。
- 3) RI型…配管ライン中に組み込んだ流体中での解砕に有効である。したがって供給はポンプ等にてなされる。

2. 構造

1) RD型 (Fig.1)

ローターは堅型構造で、原料は上部よりスクリュウなどで投入され、上部フィーダハンマーと下部のリフターハンマーには原料が粉砕されずに排出してしまうことのないように、先端部を斜めにカットして粉砕室へ戻るようにして滞留時間を長くして粉砕分散効果を高めてい

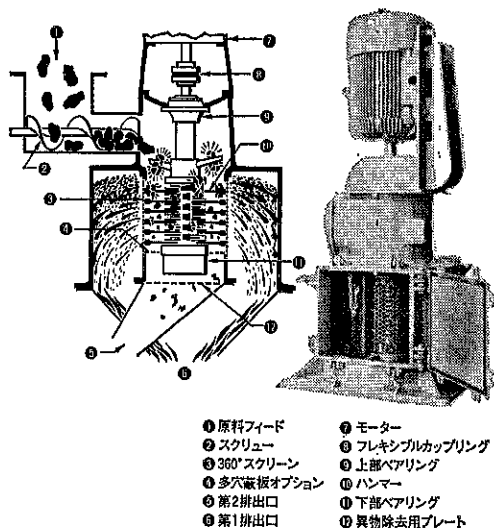


Fig.1 ディスインテグレータRD型

る。したがって粉砕容易な場合はリフターハンマーを取り外すこともある。製品は、ロータ回り360°全周に取付けられているスクリーンを通過して回収される。異物などは別に製品と分離して機外に排出する。異物などない場合は、異物除去用プレートを閉めて使用する。普通の製品回収フローシートはバッグフィルターなどにより吸引され回収される。標準はSS製である。

2) RP/RA型 (Fig.2)

原料は手などにより上部より投入し製品は下横より回収する。ローターはRD型と異なり、45°傾斜しており、駆動部は下面に有り、上部は Fig. 2 のように解放となっている。上部ケース、スクリーンはクランプバンドでワンタッチで取付け、取外しが簡単で、ハンマーも着脱が容易であるため、ハンマーを外せば機内がまったくフリーとなり、上部より簡単に水洗できる。粉砕分散機構はRD型と同一であり、スクリーンは全周である。モータ直結駆動型をRP型、ベルト駆動式はRA型としてい

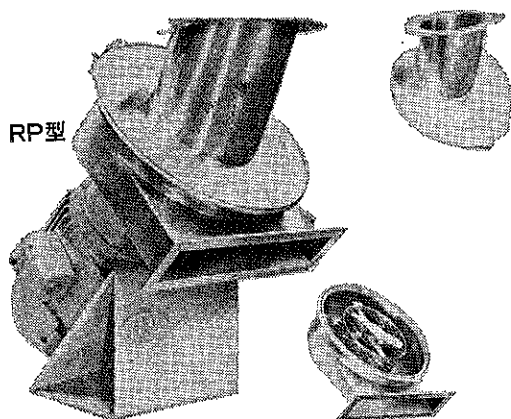


Fig. 2 ディスインテグレータ RP 型

る。

3) RI 型 (Fig. 3)

Fig. 3 のように生産プロセスにある液体やペースト、スラリー状など、液体の配管ライン中に設置できる特長があり、粉碎、分散機構は RD 型と同じである。供給はポンプで投入され、ローターとスクリーンで効果的に粉碎、分散を行ない、異物などは下部より簡単に取り出すことができる。ポンプアップされたライン中にあるため、シャフトシールは 2 形式あり、

グランドパッキン……………5 Kg/cm²G 以下で運転

メカニカルシール……………10 Kg/cm²G

リップシール……………非耐圧

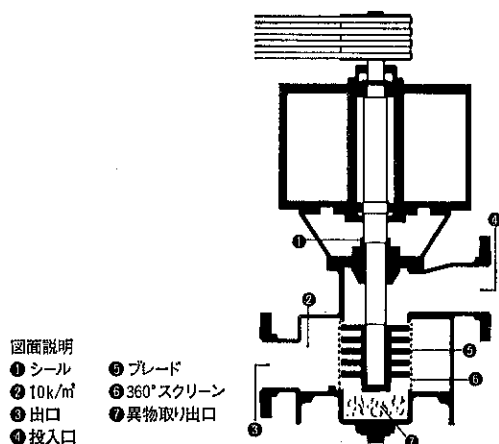


Fig. 3 ディスインテグレータ RI 型

3. 特 長

- (i) 全周スクリーンをもち、粉碎、分散を行ないながら同時に異物除去、特にくぎ等が可能である。穀物等

異物の多いものの粉碎に最適である。

- (ii) 全周スクリーンを使用しているので過粉碎が避けられ、したがって能力向上につながる。又製品の温度上昇も妨げられる。

- (iii) ローターが堅型構造のため、分解、組立、スクリーンの交換が容易であり、特に水洗等の清掃が非常に簡単である。

- (iv) RA/RP 型は構造が簡単のため、さらに分解、組立が簡単で清掃が容易にでき、サニタリー構造に最適である。したがって、リンゴ、トマト等を丸ごとスラリー化するには最適である。

- (v) RI 型は配管ライン中に直接設置できる。

特に、PVC ペーストや洗剤などスプレードライヤーの前工程におけるいわゆるスプレーノズルのつまりの原因となる“だま”などを粉碎、分散するのに効果的である。

又、下部に異物だめがある為、ポンプ等のトラブルも押えられている。異物は定期的に取り出す構造となっている。

4. 型 式 仕 様

標準型式仕様を Table 1 に示す。

5. 適用例

RI 型についてはほとんどスプレードライヤーの“だま”取りのため納入されている。Fig. 4 は RI が入ったラインの代表的なフローである。

本フローにて洗剤でノズルのつまり無しで 2 年半程度連続運転可能な実績を持っている。

以下納入実績を Table 2 に示す。

又 Table 3 に RI 型のスプレードライヤーラインへ入った実績を示した。

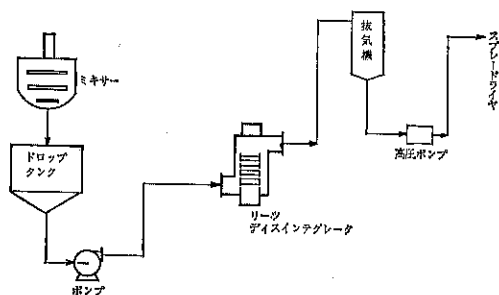


Fig. 4 スプレードライヤ代表例(洗剤)

Table 1 型式仕様堅型 (RD型)

型 式	動 力(kW)	投入原料サイズ (mm)	ハンマー本数	ローター回転数 (rpm)	ローター径×高サ (mm)
RD-8	3.7~15	13~25	22	8,400	ϕ H 200×225
12	11~37	50	16	6,500	300×300
18	22~110	100	24	3,600	450×450
24	37~150	100		2,700	600×500

アングル型 (RP型) モーター直結

型 式	動 力(kW)	投入原料サイズ (mm)	ハンマー本数	ローター回転数 (rpm)	ローター径 (mm)
RP-6	2.2~3.7	MAX 40	4	12,000	150
8	11	75	10	3,600	200
12	22	100	—	1,800	300
18	37	100	—	1,800	450

アングル型 (RA) 型, ベルト駆動型

型 式	動 力(kW)	投入原料サイズ (mm)	ハンマー本数	ローター回転数 (rpm)	ローター径 (mm)
RA-6	2.2~3.7	40	4	12,000	150
8	11	75	10	7,000	200
12	22	100	—	5,250	300
18	37	100	—	3,500	450

インライン型 (RI型)

型 式	動 力(kW)	入 口 径	出 口 径	ハンマー本数	ローター回転数 (rpm)	ローター径 (mm)
RI-1-6	3.7~15	75	50	4	3,600	ϕ 150×60
RI-2-6	11~22	100	100	10	3,600	ϕ 150×150
RI-2-8	11~30	150	150	10	2,700	ϕ 200×150

シール方法として

グランドシール	5Kg/cm ² G以下
メカニカルシール	10Kg/cm ² G
リップシール	非耐圧

Table 2 適用例

RD型

原料名	製品粒度	RD-8回転数	RD-8能力
みかんの皮	5~10m/m	1,800	2
魚肉プレス品	1~5m/m	1,800	1
骨	5~10m/m	3,600	0.2

RA/RP型

原料名	製品状態	製品能力 (t/hr)		
		RA-RP-8	RA-RP-12	RA-RP-18
リンゴ	スラリー	5	20	40
フルーツネクター	"	2	10	20
ベビーフード	1m/m以下	2	7	10
トマトチョップ	スラリー	7.5	30	50

Table 3 RI型スプレードライヤー用として

原料名	型式	能力(l/min)	所要動力(kW)	回転数(rpm)
洗剤スラリー (62%ソリッド)	RI-2-6	154~308	22	1,800
(65~70%ソリッド)	RI-1-6	94.5	11	1,800
洗剤スラリー	RI-2-8	619	30	1,800
PVC スラリー (40%ソリッド)	RI-2-6	96	30	3,600
PVC スラリー (40%ソリッド)	RI-2-8	774	30	2,700

特許一言メモ No. 29

こんなものでも出願はできる

公報のチェックをしていると、「なあ〜んだ、こんなものを！ こんなのは、常識だよ。」と思うようなものに会することがある。確かに数多い出願の中には、そう判断してもおかしくないものもある。

ところで、こうしたアイデアも観点もチョット変えることによって新規なものとして特許とか実用新案の権利を受けるに値するものとなる場合の多いことも知っておきたい。もちろん、出願された発明又は考案そのものが、今までこの世になかったもので、しかも、その技術

分野において優れたものであるならば必ず登録されるわけであるが、先に述べたような場合であっても、そこに何か特有の作用又は効果が見い出せたならばそうした面を強調させて出願をすることができる。そして、この手助け役をするのが明細書である。しかし、技術自体に作用又は効果に関する何らの新しさも優れた点もないならば、いかなる名文(?)によって明細書を作成したとしても登録され権利を得ることは無理であろう。

(技術資料室)

製品紹介

分 級 機

粉体を取扱いまたこれを製品とする産業においては、その粒度分布を所望の状態に調整することは非常に重要な問題である。

粒度または粒度分布は粉体の最も基本的な物性であり、これが異なれば他の種々の性質も変化してくる。したがって粉体製品の品質をできるだけ使用目的に合致したものにするためには、望ましくない粒度範囲のものを取除いて、最適の状態に選別調整しなければならない。

この操作を広い意味で分級 (classification) という。たとえば、塗料やゴム充填材、製紙用に使用される粉体では品質の向上、混合の均一化を行うためには所定の粒度より粗いものは除外する必要がある、また汙材用の粉体は必要以上に細かい粒子があると、汙過能率を低下させるためにこれを取除かねばならない。また吸着に用いる活性炭や、研磨材、複写機に用いるトナー等では、狭い範囲の粒度に揃える必要がある。また反応を伴う場合には粉体の比表面積は反応速度の重要な因子であり、粒度の調整が必要となる。

固体を細かくするためには粉碎によるが、粉碎というのは一種の確率的な操作で、これのみで希望通りの微粉体を得ることは困難であり、上記した目的のためには、どうしても分級という操作を欠くことはできない。

また、この分級操作を含めた閉回路粉碎・分級方式の採用によって過粉碎の防止、粉碎所要動力の低減、粉碎能力の増大、省力化など多くの効果があり、現在分級は化学工業を始め多くの産業分野において欠くことのできない重要な操作となっている。

分級操作は大きく分けて乾式法と湿式法に分かれ、乾式法の中には、篩分法と風力分級法がある。しかし、篩分けは網目の大きさに限度があり、工業的生産においてはせいぜい 300~200 μm が限度であり、これよりも細かい粒度範囲では、風力分級法による他ない。

風力分級法には粒子が受ける重力や慣性力を利用する方法もあるが、性能上問題がある。特に最近のように数10~数ミクロンの分級で、高度の品質が要求される場合は遠心力の場における分級型式に勝るものはないといえ、よう、遠心力型分級機には強制渦型と自由渦型があるが弊社では強制渦型分級機の分野で長い歴史と蓄積された技術をもち、その納入台数は内外合せて1,500台を超えている。

以下、弊社の強制渦型微粉分級機「ミクロンセパレータ」と、超微粉域の分級機「スーパーセパレータ」について解説する。

製品紹介

ホソカワ／ミクロン

ミクロンセパレータ

—標準型およびミクロンセパレータN型—

1. 概 要

粉体の粒度分布は充填特性、粉体層の静力学諸特性、付着凝集性、流動特性などの粉体特性に大きな影響を与える基礎物性の1つであることは良く知られるところである。したがって、粉体製品の性質を使用目的に合ったものにするため、望ましい粒度または粒度分布に調整しなければならない。分級操作はこの調整を行う操作である。

たとえば塗料のように品質の向上、混合の均一化を行うためには所定の粒度よりも粗いものは取除く必要があり、また汙材用の粉体は必要以上に細かい粒子があると汙過操作を妨げる。また吸着に用いる活性炭や研磨用の石英粉などでは、狭い範囲の粒度に揃える必要があり、反応を伴う場合には粉体の比表面積が反応速度の重要な因子であり、粒度の調整が必要となる。

ミクロンセパレータは、粉碎機または篩分け機だけでは使用目的に適応した粒度分布の製品を得ることの困難な微粉、超微粉の分級を効率よくシャープに行う遠心力型風力分級機である。粉碎機と併用して過粉碎を防止し、処理能力を増大させと共に粉碎動力費を大きく低減する等の応用技術も持っている。また、国内、海外共に数多くの特許を有しており、世界的にも最高水準の分級機として高く評価され、すでに約1,500台の納入実績がある。

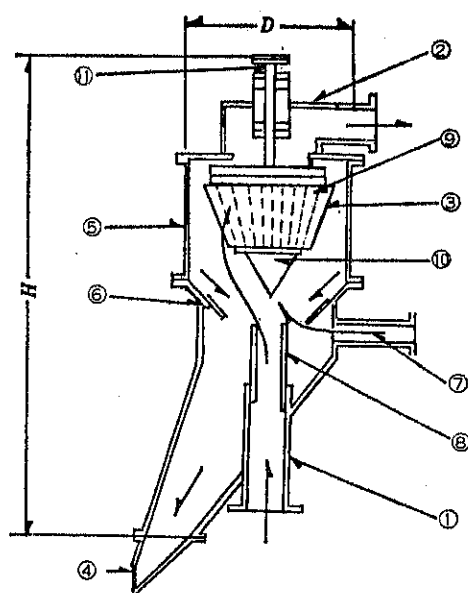
2. ミクロンセパレータ標準型

2.1 構造と分級原理

Fig.1 にミクロンセパレータ標準型の構造の略図を示した。分級原料は気流中に分散され、気末混合流として原料送入管①より吸入され（図示していない風車により）、機胴内の旋回上昇流にのり分級ロータ③近傍まで

運ばれる。分級ロータは或る任意のスピードで回転していて、気流はその回転速度に従って回転しながら半径方向に内向に流れている。気流に同伴してロータ羽根面に達した粒子径 d 、密度 ρ_s の粒子には、主として回転による遠心力 F と気流の内向流れによる流体の抗力 R との2力が作用する。粒子に作用するこれら2力以外の力を無視し、粒子の回転速度はロータの周速に等しいと仮定すれば、 F は(1)式で表わされる。また、流体の抗力がストークスの法則に従うとすると R は(2)式で表わされる。

$$F \cdot g_c = (\pi/6)d^3(\rho_s - \rho)U_\theta^2/r \quad \dots\dots\dots(1)$$



- ①原料送入管 ②微粉排出管 ③分級ロータ
- ④粗粉戻り口 ⑤セパレーター機胴 ⑥風篩部
- ⑦二次空気流入口 ⑧原料送入調節管 ⑨分級ブレード
- ⑩ロータコーン ⑪ロータシャフト

Fig. 1 ミクロンセパレータ標準型の構造

$$R \cdot g_c = 3\pi d \mu U_r \quad \dots\dots\dots(2)$$

g_c : 重力換算係数

ρ_s および ρ : 粒子および気流の密度

U_θ および U_r : ロータの周速度および気流の向心方向速度

μ : 気体の粘度

r : ロータの半径 (代表径)

これら2力のバランスにより粗粒は $F > R$ となり外方へなげ出され、細粒は $F < R$ となりロータの内側へ吸引される。したがって $F = R$ となる粒径が理論分級径 d_{th} となり、(3)式で示される。

$$d_{th} = (c/U_\theta) \{18\mu r U_r / (\rho_s - \rho)\}^{1/2} \quad \dots\dots\dots(3)$$

ここで、 c は粉体物性、装置形状およびもろもろの要因に起因する補正係数である。

粗粒は機胴壁⑤に沿って下降し、粗粒戻り口へ、一方細粒は気流に同伴して微粉排出管②を通して微粉として回収される。また、2次空気流入口⑦より送入された2次空気は風篩部⑥で粗粉中の細粒を分離し、再び分級ゾーンへ送り込み、分級の精度を上げている。

2.2 特 長

(i) 分級可能範囲が広い

5～150 μm の間で任意の粒度を選択できる。粒子形状も球形に近いものからフレック状、繊維状のものまで分級が可能である。再生ゴム粉末より繊維分を除いたり等の異物の分離にも利用できる。

(ii) 分級の精度がシャープで、高い微粉回収率が得られる

独特なロータの形状と繰返し分級とにより、分級微粉中に粗粉混入のないシャープな分級が可能となり、高い微粉回収率が得られる。

(iii) 操作および粒度調節が簡単

分級原理と設計がシンプルなため、運転に高度の熟練を必要としない。また、粒度調節はロータの回転数を変えることにより容易に行える。

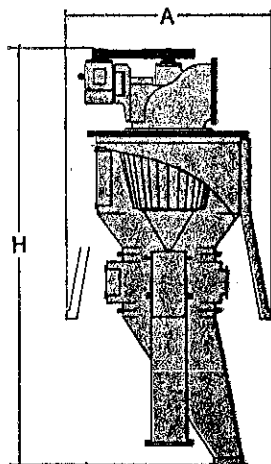
(iv) 各種粉砕機への付設が容易で、閉回路運転が可能

(v) スケールアップが容易

2.3 ミクロンセパレータ標準型の型式

ミクロンセパレータ標準型の各型式の仕様を Table 1 に示した。なお、表中の概略能力は重質炭酸カルシウムで 300 Mesh (46 μm) パス 98 %以上の粒度の分級品を得る場合の値である。

Table 1 ミクロンセパレータ標準仕様



仕 様 \ 型 式		MS-1	MS-2	MS-3	MS-4	MS-5	MS-6	MS-7
所 要 動 力	kW	0.75	1.5	2.2	3.7～5.5	7.5～11	11～22	15～37
ロ ー タ 回 転 数	MAX r.p.m.	2,300	1,700	1,500	低 速 高 速 ロータ ロータ 600 1,100	低 速 高 速 ロータ ロータ 550 800	低 速 高 速 ロータ ロータ 300 550	低 速 高 速 ロータ ロータ 200 400
使 用 風 量	m ³ /min.	10～15	25～40	50～80	100～150	200～300	400～600	800～1,200
概 略 能 力	kg/hr	150	350	750	1,500	3,000	6,000	12,000
概 略 寸 法	A mm	700	830	1,200	1,560	2,300	2,800	3,500
	H mm	1,500	2,150	2,700	3,200	5,500	7,000	9,000
概略重量(モータを含む)	kg	150	300	600	1,200	3,000	6,000	12,000

3. ミクロンセパレータN型

3.1 構造

ミクロンセパレータN型は、従来の標準型の分級精度の良さを生かしたまま大量処理用に発展させた機種である。

ミクロンセパレータN型の構造および機内の流れを模式的に Fig. 2 に示した。図中において、点線は粒子の、実線は気流の流れを示している。フィーダから内筒④の内側、流動床部⑥に送り込まれた分級原料は通気板⑥面上に落下する。通気板上では1次空気による流動化上昇流が平均して噴出しており、また回転かくはん羽根⑦によってゆっくりかくはんされるため、粉体は全面にわたって比較的均一に分散され、上昇流によって分級ゾーンであるロータ④羽根近傍に達する。そこにおいて粒子は前述のミクロンセパレータ標準型と同じような分級作用を受ける。気流とともにロータ羽根内に入った微粉は微粉排出口⑩を通り、図示していない空気分離機で空気と分離され、捕集される。一方、ロータ羽根面で外周部にふり飛ばされた粗粉は機胴壁に沿って降下し、中子③と内筒④との環状空間で風篩作用（2次空気上昇流に

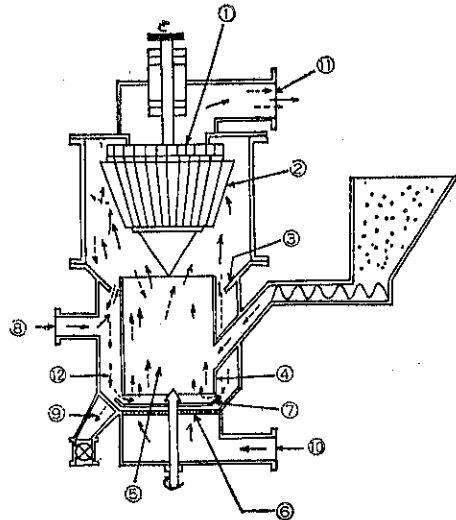
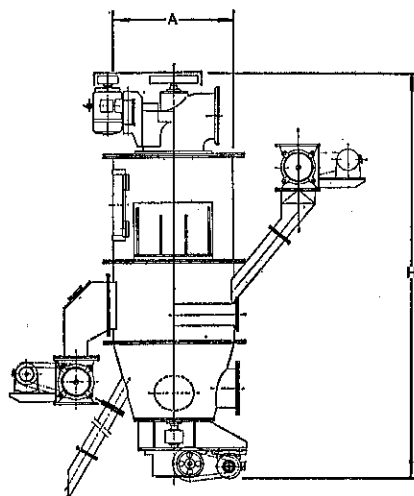


Fig. 2 ミクロンセパレータN型構造模型図

よる）を受けた後、粗粉貯留部⑧に沈降する。粗粉貯留部に堆積した粗粉は回転かくはん羽根の外端によりその底部より順次かきけずられて通気板上に循環し、再び流動化上昇流により分散作用を受けて浮上し、分級ゾーンへ再び送り込まれる。また、粗粉貯留部に堆積した粗

Table 2 ミクロンセパレータN型の型式仕様



仕 様	型 式	MS-1N	MS-2N	MS-3N	MS-4N	MS-5N	MS-6N	MS-7N	MS-8N
所 要 動 力	kW	0.75~1.5	1.5~2.2	2.2~3.7	3.7~5.5	5.5~7.5	7.5~11	11~22	15~30
ロータ回転数	MAX r.p.m.	2,300	1,700	1,500	1,150	800	500	300	300
使用風量	m ³ /min.	10~15	20~50	50~100	100~200	200~300	300~400	400~600	500~800
処 理 能 力	t/hr	1~1.5	2~5	5~8	10~15	15~25	25~35	35~50	40~70
概略寸法	A mm	350	510	770	1,100	1,600	2,000	2,500	3,000
	H mm	1,500	1,800	2,000	2,800	4,000	5,000	6,200	7,500

粉の一部が粗粉出口⑨から回転排出弁を通して粗粉として回収される。したがって、粉体粒子が分級ゾーンへ繰返し送り込まれるような構造を有しているため、分級のチャンスが従来の分級機よりもはるかに多くなっている

3.2 特長および型式

(i) 大処理の分級が効率よくできる

流動層部の分散効果と繰返し分級による循環効果とにより高濃度での分級を可能にし、従来の大処理用分級機に比し大幅に高い分級性能が得られる。

(ii) 分級可能範囲が広い

15~250 μm の範囲で粒度を任意にコントロールすることができます。

(iii) 所要動力が少なく、省エネルギータイプの分級機である

ミクロンセパレータ N型の各型式の仕様を Table 2 に示す。

4. ミクロンセパレータの分級特性

4.1 分級の度合

Fig 3 にミクロンセパレータの分級例を部分分級効率曲線で示した。ただし、 d は粒径、 d_{50} は部分分級効率 $\Delta\eta$ が50%を示す粒径である。なお、図中において実線は標準型を、点線は N型の分級例を示している。図より、いずれのタイプのミクロンセパレータも非常にシャープな分級成果が得られていることが認められる。

分級の度合に影響を与える因子は数多くあり、大別すると操作上の因子（風量、気末混合比、1次空気と2次空気との量的バランス、回転数など）、被分級粉体の物性（粒度分布、粒子形状、分散性、凝集性、流動性、静

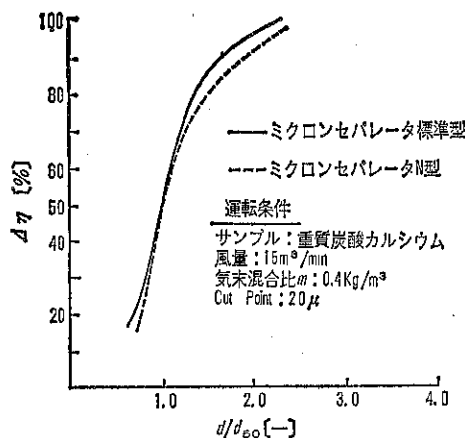


Fig. 3 ミクロンセパレータによる分級例

電気特性など）および装置形状の3グループに分けられる。いくつかの操作上の因子と分級性能との関係を傾向的に簡単に紹介してみる。

4.1.1 気末混合比 m

分級処理能力に直接関係する気末混合比 m と分級効率 η_N との関係を Fig 4 に示した。ただし、 m は分級部に流入した全風量に対するフィード原料の重量 ($\text{kg}/\text{m}^3 \text{air}$) で示し、 η_N は d_{50} におけるニュートン分級効率である。図より、ミクロンセパレータ標準型は $m < 0.5 \text{ kg}/\text{m}^3$ の範囲において用いられるならば、その特徴であるシャープで、しかも高効率な分級成果が得られ、一方 N 型は $m > 0.5 \text{ kg}/\text{m}^3$ の範囲でその特徴が発揮されることがわかる。

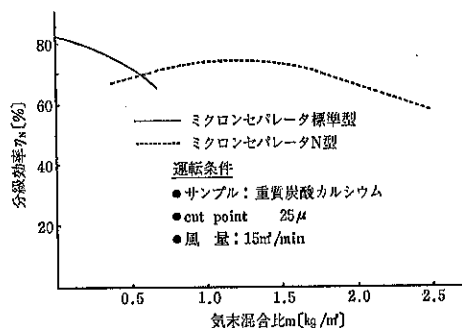
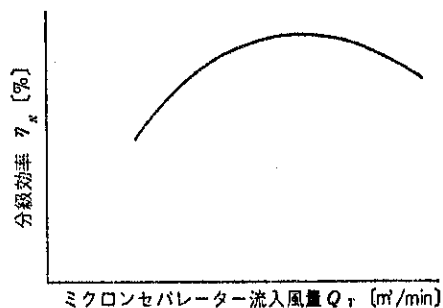


Fig. 4 ミクロンセパレータ流入風量と分級効率との関係

一般にどのような分級機でも m が大になると、分級効率は低下する傾向があり、これは主として、分級作用を受けないでそのまま分級品として回収されるところの分割現象に依るものと考えられる。ミクロンセパレータ N 型はこの分割の割合が非常に少なく、 m がかなり大なる範囲まで高い分級効率をキープできる。



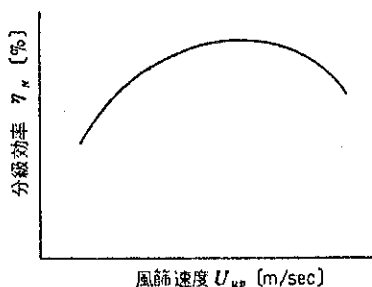
運転条件：同一機種・ d_{th} 一定・ U_{up} 一定

Fig. 5 シクロンセパレータ流入風量と分級効率との関係

4.1.2 分級機流入風量

分級部に流入する風量 Q_T （1次空気量 Q_1 と2次空気量 Q_2 との和）と分級効率 η_N との関係をFig. 5に傾向的に示した。図より適正な風量範囲があることがわかる。すなわち、下限は被分級粉体を分級ゾーンであるロータ羽根近傍まで運ぶに必要な風量であり、上限はロータ部での圧力損失の許容限界により決まる。

被分級粉体を分級ゾーンまで運び輸送の役割を担っている一次空気と、風篩作用を行い、細粒を再び分級ゾーンへ送り込む役割を担っている2次空気との量的バランスは、分級の度合を左右する重要なファクターである。Fig. 6に風篩部における風篩速度 U_{up} と分級効率 η_N との関係を定性的に示した。ただし、流入風量 Q_T 、気末混合比 m 、ロータ回転数 N などの運転条件は一定で、部分分級効率50%径 d_{50} における η_N を用いた。理論的には(3式)で示されるように、 Q_T および N が一定であれば分級径も一定となるはずであるが、実際は U_{up} および m などにより実際の分級径 d_{50} は変動する。 U_{up} が大きくなると d_{50} は大になる傾向があるが、 η_N は図より明



運転条件： Q_T 一定・ m 一定・ d_{50} 一定

Fig. 6 風篩速度 U_{up} と分級効率 η_N との関係

らかなように、適正な風篩速度範囲があり、必ずしも η_N は向上しない。また、この適正な風篩速度範囲は粉体物性、分級径などにより異なっている。

従って、ミクロンセパレータの型式にあった適正な分級機流入風量 Q_T を考慮しつつ、1次空気と2次空気との量的バランスを検討しなければならない。

4.2 実際の分級径 d_{50} と理論分級径 d_{th} との関係

分級径は同一機種において被分級粉体の物性および気流の物性が一定であれば、理論的には(3式)に示されるように、ロータ回転数 N およびロータ流入風量 Q_T によりコントロールされる。理論分級径 d_{th} と実際の分級径 d_{50} とがどの程度一致するかを実験的に調べたのがFig. 7である。サンプルとして、重質炭酸カルシウムを用いた結果であるが、(3式)のCに $C=1.2$ とおいた値により一致を示している。

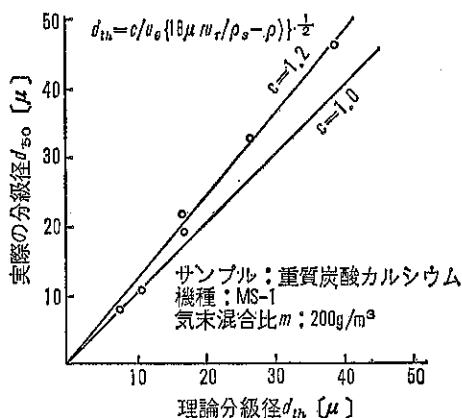


Fig. 7 理論分級径と実際の分級径との関係

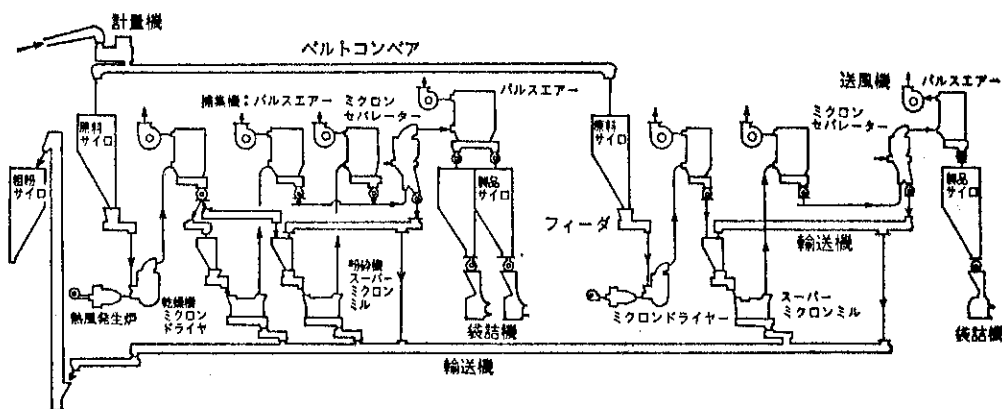


Fig. 8 ペントナイト乾燥粉砕分級プラント

5. ミクロンセパレータの適用例

5.1 超微粉末を必要とする分野の分級

10 μ m以下の粒度を最大とする超微粉末は粉碎機のみで生産することは不可能で、分級機を使用することによって得られる。例えば、ゴム工業、樹脂工業における充填、補強剤として用いられる重質炭酸カルシウムは最大10 $\sim$ 8 μ mであり、録音テープ用磁性材料として用いられるフェライトは最大5 μ mである。

実例としてベントナイト乾燥、粉碎分級プラントをFig.8に示した。ベントナイトはその強い粘性、膨潤性、塩基置換量の大きいことの特性によりボーリング用泥水調整剤、鋳造用粘結剤、窯業製品添加剤などに利用されている。ベントナイト製造プラントにおけるポイントは粉碎時における石英、長石などの異物の除去と分級工程における高い分級精度である。

5.2 局部粒径を必要とする分野の分級

電気部品やその他成型材料に用いられる尿素樹脂粉末、鋳造における離型剤として用いられる石灰、粉末塗料用として用いられるアクリル、エポキシ粉末などはその用途に応じ、粒度分布の幅が決められている。このような分野の分級では粉末を粉碎後上限と下限の2段階で分級し所望の粒度を得ている。

実例として粉末塗料粉碎分級プラントをFig.9に示した。図中における粉碎機、ACMパルペライザは分級機構を内蔵したタイプの衝撃型粉碎機で、粉碎条件を変えずに粒度をコントロールできる。

粉末塗料は公害問題から従来の溶剤型塗料にかわって近年特に注目されてきたものである。この塗装法は、この粉末塗料を流動化して用いる流動浸漬法、または静電塗装機などの特殊なスプレー法で被塗物に塗装し、加熱溶融化するものである。従って、均質な塗膜面をつくる

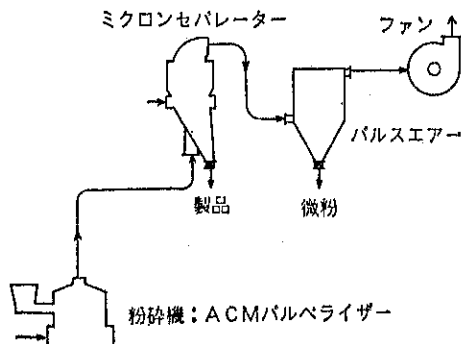


Fig. 9 粉末塗料粉碎分級プラント

ためには最適な粒度分布が存在し、分級によりそれを得ている。

5.3 弱熱性物質の微粉末を必要とする分野の分級

粉末成型用材料として用いられる尿素樹脂、ポリエチレン、フェノールレジンなど弱熱性物質は粉碎の過程において溶融、粘着をさせるため、分級系を粉碎システムの中に取り入れた、いわゆる閉回路粉碎分級システムが用いられる。すなわち、粉碎機中においてできるだけ熱の発生を抑えて、生産された微粉を分級機によって速やかに外部に取り出し、粗粉を再度粉碎機に戻す方法である。

実施例として尿素樹脂粉碎分級プラントをFig.10に示す。尿素樹脂粉碎分級で問題となるのは、温度の上昇と吸湿性である。均一な製品を得るためにはたえず操作条件を一定に保つことが必要になると同時に、原料樹脂の性状が一定になるように前工程の管理も厳しくする必要がある。

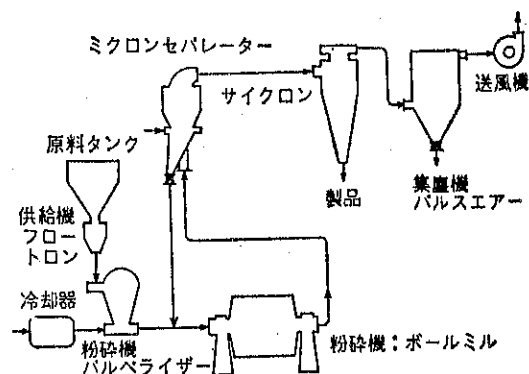


Fig. 10 尿素樹脂粉碎分級プラント

5.4 反応速度の調整を必要とする分野の分級

固体粒子の反応速度および反応率に関与する粉体物性としては、粒子形状、比表面積、粒度および粒度分布などが考えられるが、分級により反応に適した粒度および粒度分布に調整され、製品の品質向上をはかっている。

実施例として、酸化チタンの原料であるイルメナイトの分級について簡単に述べてみる。

イルメナイト鉱石は、硫酸による蒸解工程に入る前に、水分をほとんど除去した325Mesh on 数%程度の粒度に調整される必要がある。粉砕品を蒸解する際5 μ m以下の微粉は反応速度が激しく、また150 μ m(100Mesh)よりも大きな粗粒は蒸解速度が低く反応残渣が残る。こ

Table 3 ミクロンセパレータ納入分級例

原 料 名	機 種	処理能力[kg/hr]	製 品	備 考
亜鉛末	MS-4	800	10 μ m pass 97%	塗料用
アルミナ	MS-4	1,200	5 μ m pass 95%	振動ミルに接続
フェノールレジン	MS-4	800	300 Mesh 99.8% pass	パルパライザーに接続
ベントナイト	MS-5	6,500	325 Mesh all pass	
タルク	MS-4	1,100	10 μ m pass 98%	
ゴムくず	MS-3	500		糸くずの分離
白土	MS-4	2,000	10 μ m pass 98%	
微粉炭	MS-5	7,500	300 Mesh Cut	
小麦粉	MS-3	2,500	13 μ m Cut	粗粉製品
エポキシ樹脂	MS-3	300(製品能力)	150 Mesh all pass	
ABS樹脂	MS-4	1,300(製品能力)	60 Mesh Cut	
オカラ	MS-2	200	150 Mesh pass	
有機薬品	MS-3	300	30 μ m pass 99%	
クロム鉱石	MS-6	18,900	200 Mesh Cut	
グラニュー糖	MS-3	1,000	30 μ m all pass	パルパライザーに接続
二酸化マンガ	MS-4	2,000	10 μ m pass 90%	
セメント	MS-5	1,500	ブレイフ値 6,000cm ² /g以上	
ジルコンサンド	MS-5	3,000	200 Mesh Cut 300 Mesh Cut	チューブミルに接続
鉛粉	MS-4	1,250	50 μ m all pass	

のように、硫酸との反応は粒度に大きく影響するため、粉砕品の粒度コントロールを厳密にしなければならない。ミクロンセパレータを粉砕機と閉回路で用いて、粉砕品の品質を向上せしめるとともに、粉砕能力を従来のものより50~100%向上させた。また過粉砕を避けているため粉砕機の摩耗が急減した。なお、粉砕機としてはボールミル、チューブミル、コニカルボールミルなどが

用いられている。

その他ミクロンセパレータは分級機としてのみならず原料中の異物除去にも使用されている。たとえば、小麦からグルテンの多い粉体の分離、再生ゴムの粉砕品からゴムと繊維分の分離など興味あるデータが得られている。

なお、その他の適用例として Table 3 に掲げた。



製品紹介

ホソカワ／ミクロン

スーパーセパレータ

1. 概要

ホソカワ／ミクロン スーパーセパレータは、より超微粉を必要とする分野とより精度のよいシビアな分級を必要とする分野のニーズに対応するため開発された遠心力利用風力分級機である。

一般に粉体は微粉になればなる程粉体自身の表面エネルギーが相対的に大きくなるため、粉体の付着、凝集性が強くなり、分級しにくくなる。従って、超微粉の乾式分級は粉体をいかにうまく気流中に分散せしめ、所定の分級作用を粒子個々に受けさせるかがポイントとなる。スーパーセパレータでは、ルーバおよびロータによる強力な分散効果と繰返し分級により超微粉域でも精度のよい分級が可能である。

また、ユーザの要求を満たす最適運転条件の選定と、決められた運転条件で分級機をコントロールさせるマイクロコンピュータ制御システムも必要に応じて付加する

ことができる。

従って、スーパーセパレータの特長は、ミクロンセパレータの特長に次の項目が加わることになる。

- 1) 装置各部の構造に各種の高速化が計られ、 $1 \sim 2 \mu\text{m}$ までの分級が可能となった。
- 2) 強力な分散作用と繰返し分級効果により、粗粉側の分級精度が格段に向上した。
- 3) トップインレットと独特のシール構造により粗粉の微粉側への混入が無くなり、シャープな微粉が得られる。
- 4) マイクロコンピュータを組み込んだ制御システムを内蔵できるため、安定した運転、安定した製品が得られ、省力化が計られる。

2. 分級の原理および構造

Photo. 1 にスーパーセパレータ分級システム例を示した。

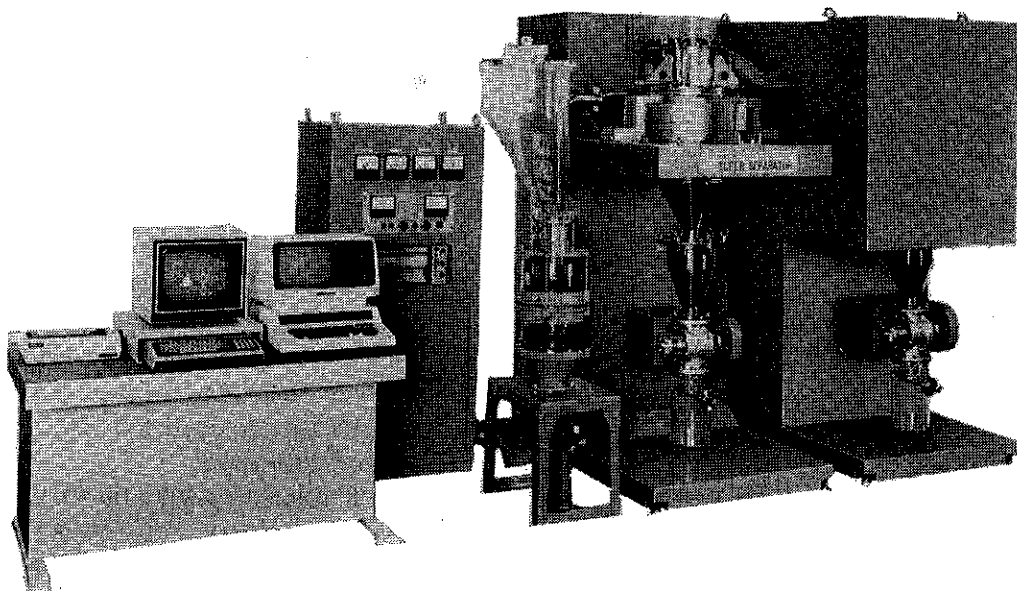


Photo. 1 スーパーセパレータの分級システム

原料は搬送空気に乗せられて上部の原料入口より供給され、分級部に導かれる。分級部ではまず原料はロータ翼の回転により強力な分散作用を受け、凝集、付着していた粉体を個々の粒子に分散、分離して分級室に送られる。分級室では Fig.1 に示すようにロータ周辺に均一の分級域が形成され、分散した粉体にロータの回転に見合う遠心力と気流による向心力が作用し分級される。

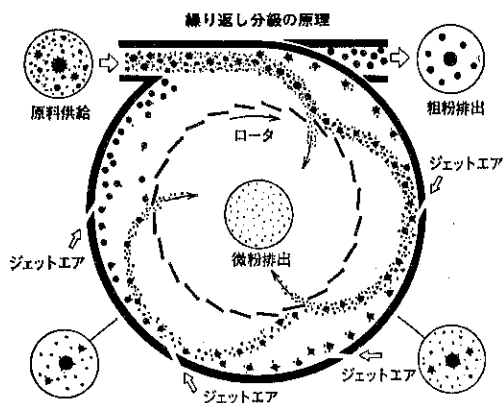


Fig.1 分級原理

ここでは、Jet Air により何度も分散作用が繰り返され、一部凝集していた微粉や粗粉の周囲に付着していた微粉までも完全に分離し分級する。分級粗粉は2次 Air によるコーン部での風篩作用を受けて粗粉中の微粉は再度分級室へ送り込まれる。

分級した粗粉は下部の粗粉出口より排出され、又、分級微粉は Air と共に上部粉出口より排出され、外部の捕集装置により捕集される。

このスーパーセパレータは基本的には強制渦型の風力

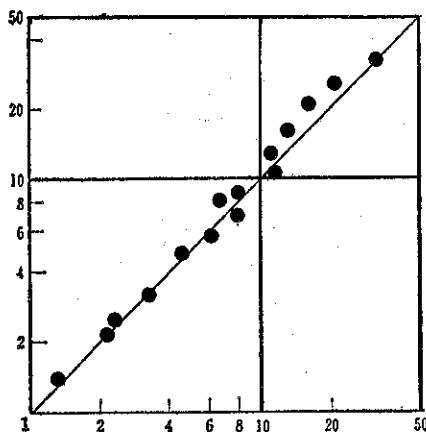


Fig.2 理論分級径 D_{th} [μm]
実分級径と理論分級径の比較

分級機であり、その理論分級径はミクロンセパレータ（ミクロンセパレータの項参照）と同様である。

Fig.2 は理論分級径 D_b と実際の分級径 D_{act} との関係を示しているが良い相関関係をもっていることがわかる。これはまた、操作をする上で非常に重要な要素で、容易に分級径を変更できることを意味している。

3. 分級性能

分級性能に対する要求は年々厳しくなっており、益々、シャープさ、超微粉化が要望されている。

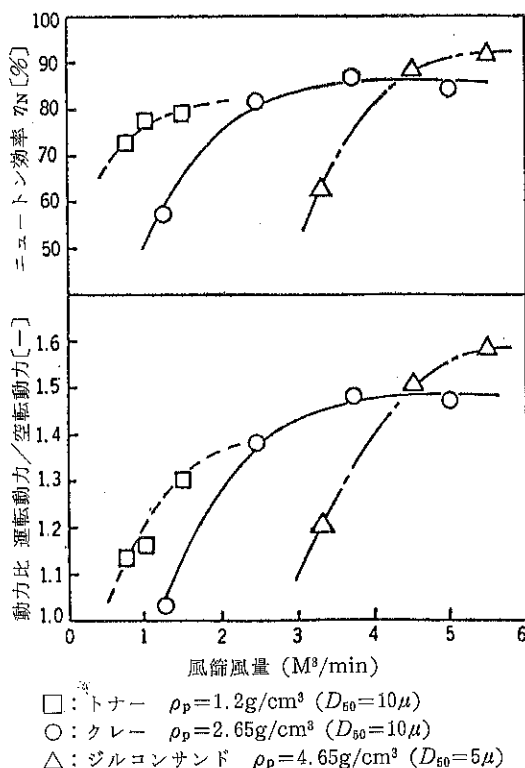


Fig.3 風篩風量と分級効率・動力比との関係 (MS S-1)

Fig.3 はスーパーセパレータの分級性能を操作面からみたものである。横軸の風篩風量は分級ゾーン下方からの風篩用風量であり、縦軸の動力比はロータの運転動力と空転動力との比である。図からもわかるとおり、分級効率、動力比とも風篩風量の増加と共に上昇し、ある風量以上では安定する傾向にある。

更にその安定領域は粉体の真密度と共に変わり、一般的には軽いものは僅かな風篩風量で良いが、重くなるに従って増加する必要がある。また、ニュートン効率は原料の種類、原料の粒度分布によって異なるが、適切な操

(f_w :重量頻度分布、 D_p :粒子径、 D_{90} :分級径、 η_N :分級効率)

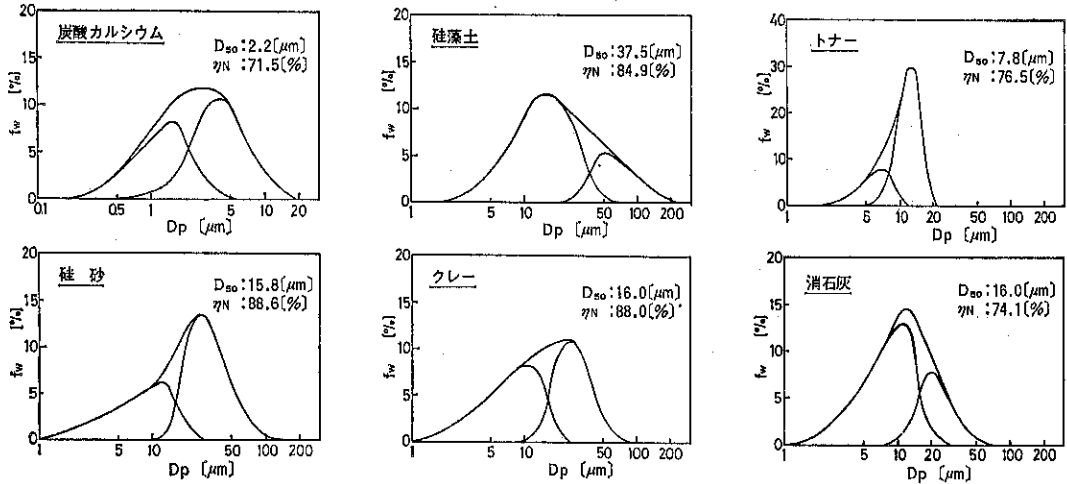
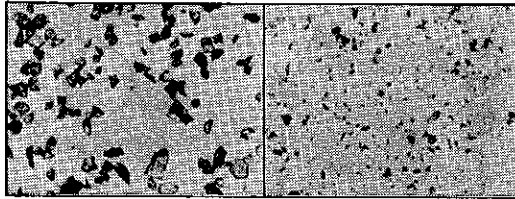
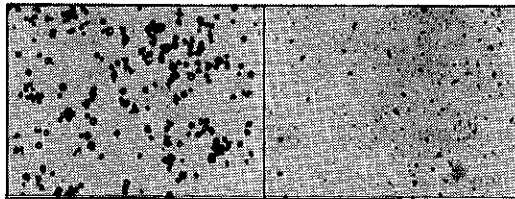


Fig. 4 各種粉体分級例

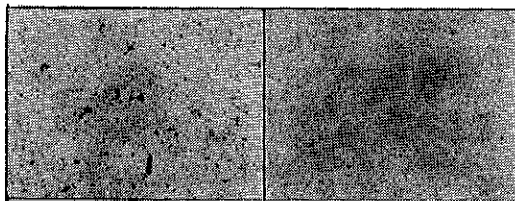
()内の数字は原料粒度分布上での分級径(D_{90})を示す。



珪砂 (15.8 μ)



フライアッシュ (12.5 μ)



炭酸カルシウム (2.2 μ)

Photo. 2 分級品の顕微鏡写真
(右側は分級微粉、左側は分級粗粉)

作によれば80~90%程度の高率化も可能である。

Fig. 4 は、スーパーセパレータを用いて分級した各種粉体の分級例を重量頻度分布で表わしたもので、Photo.2 はそれらの顕微鏡写真である。

尚、Fig. 5 に型式表を、Fig. 6 にフィードを用いた一般的な分級システムのフローを示す。用途によっては、サイクロンなしでパルスエアーで直接微粉を捕集することも多い。

Table 1 には最近の分級テスト結果の一例を示す。この他にも数多くの粉体において好結果を得ており、各位の御期待に答えられるものと確信している。

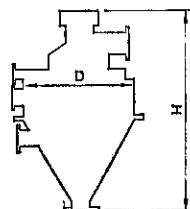
4. マイコン制御システム

このスーパーセパレータは、マイコンを組み込んだ自動制御を別途取付けることにより、自動運転はもちろん最適運転条件、製品粒度のフィードバックによる監視等が可能で、安定した高品質の製品が得られ省力化が計られる。

すなわち、要求する分級製品に対する条件を入力すると、マイクロコンピュータが自動的に最適運転条件を計算し、そのシミュレーションに基づき、分級機を自動制御させ、その結果を粒度測定器で分析し、フィードバックするシステムである。

実際の一例をモニタ画面により説明すると、Photo. 3 a) は原料粒度分布をデータ解析用コンピュータに入力し、b) では、分級製品の希望条件を入力すると、シミュレーションを行ない、予想される粒度分布と運転条件を画面に表示する。運転が始まるとモニタコンピュータは設定された運転条件と実測の運転データを表示しながら常時監視を続け、自動運転を行なう c). d) においては、実際の分級によって分けられた製品を粒度分析装置にいれると、データ解析用コンピュータはその結果を

型 式 項 目	MSS-1型		MSS-2型		MSS-3型		MSS-4型	
	L 型	H 型	L 型	H 型	L 型	H 型	L 型	H 型
分級機所要動力MAX.(KW)	1.5	5.5	2.2	7.5	3.7	15	7.5	30
最 高 回 転 数 (R.P.M.)	2300	8000	1700	4400	1500	3200	1100	2300
使用 風 量 (m ³ /min)	10~15	8~12	25~40	20~30	50~80	40~60	100~150	80~100
最小理論分級径 ($\rho_s=2.7\text{g/cc}$の場合)	6.0	1.5	6.0	2.0	6.0	2.5	6.5	3.0
概略処理能力 (kg/hr)	50~150	30~100	150~350	70~250	300~700	150~400	600~1500	300~800
概 略 寸 法	D (mm)	600	800		1100		1400	
	H (mm)	1200	1600		2200		2800	
概 略 重 量 (kg)	300		600		1000		2000	



注) 最小理論分級径、概略処理能力、所要動力は原料の物性(真密度、粒度分布、凝集付着性、粒子形状等)、運転条件等によって異なります。

Fig. 5 スーパーセパレータの標準仕様

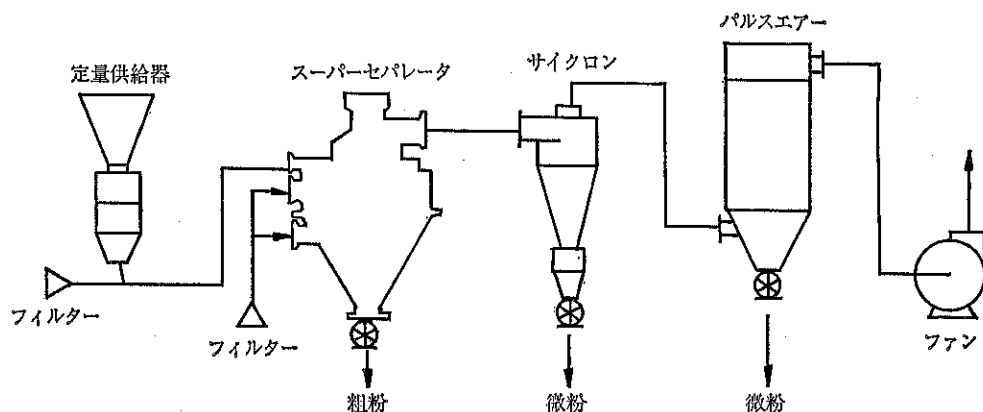


Fig. 6 フィーダーを用いた一般的なスーパーセパレータ分級システム。

Table 1 分級テスト例

原 料 名	処理能力 (kg/Hr)	製 品	製 品 粒 度	備 考
ト ナ ー	35	粗粉	5 μ m pass 0.1%以下	良
ゼオライト	95	粗粉	3 μ m pass 0.2%以下	良
酸化セリウム	30	微粉	5 μ m pass 100%	良
フェライト	40	微粉	5 μ m pass 90%以上	良
炭化硅素	35	微粉	平均径 1.3 μ m	良
炭酸カルシウム	80	微粉	5 μ m pass 100%	良
金属シリコン	40	微粉	平均径 2.7 μ m	良
マ イ カ	70	微粉	10 μ m pass 90%以上	可
二酸化マンガ	50	微粉	平均径 1.5 μ m	可
ジルコンサンド	40	微粉	平均径 1.5 μ m	良
ベントナイト	40	微粉	10 μ m pass 100%	良
水酸化マグネシウム	30	微粉	5 μ m pass 97%以上	難. 付着に対策
アルミナ系セラミック	30	微粉	10 μ m pass 75%以上	良

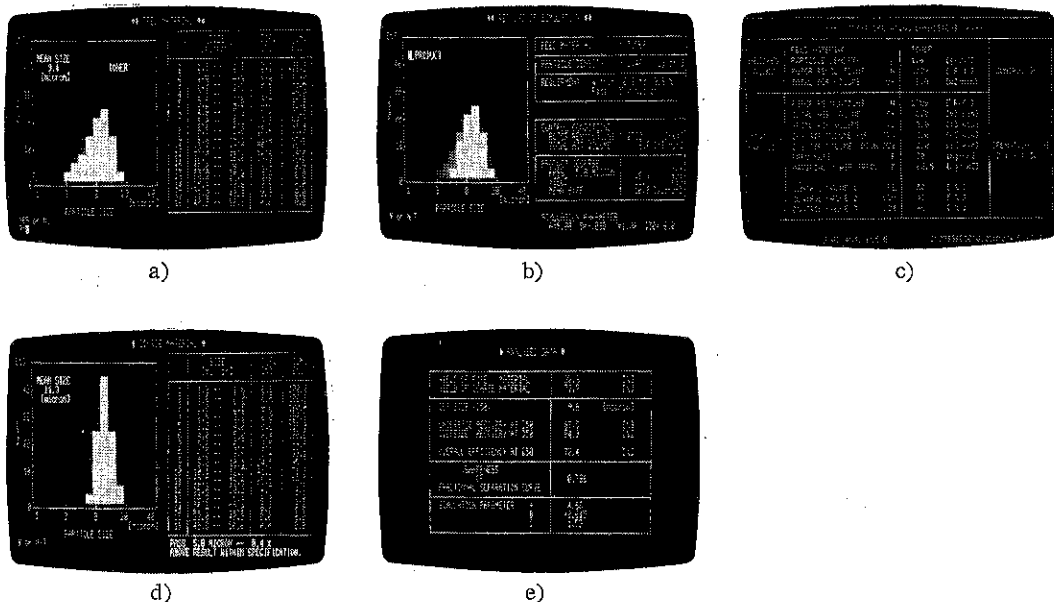


Photo. 3 スーパーセパレータのコンピュータシステムにおけるモニタ画面

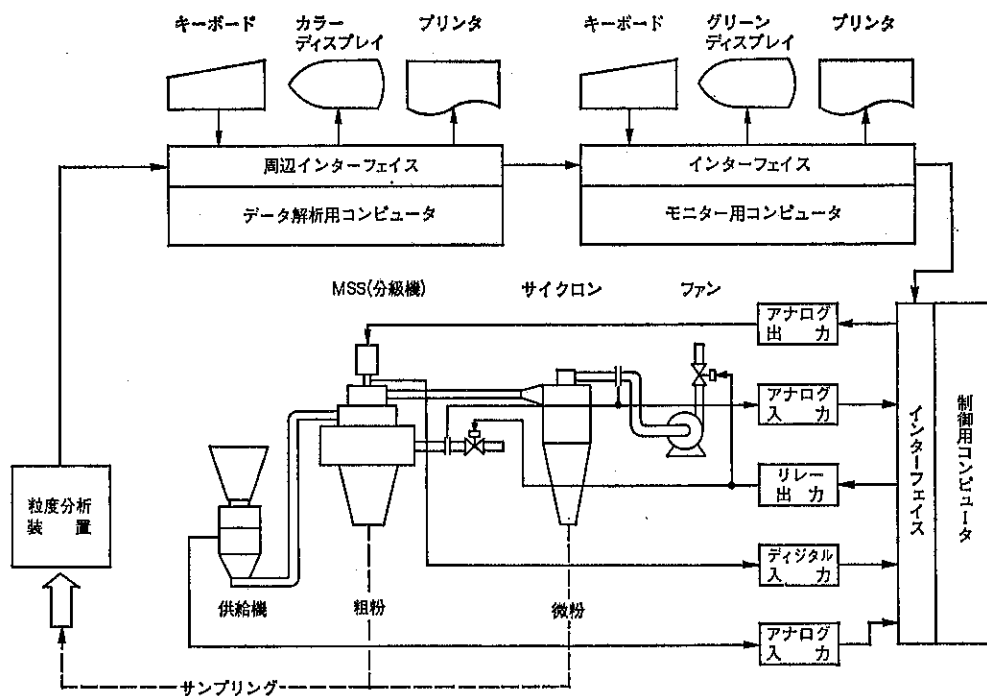


Fig. 7 スーパーセパレータ制御システムの構成

表示する。その結果から、データ解析用コンピュータは製品収率、分級径、分級精度等を計算 (Photo. 3 e) し、製品の希望条件に合っておれば、その運転条件を保持するが、満たさなければ再びシュミレーションを行な

い、運転条件を修正する。又、このコンピュータシステムには運転経歴も記憶できるため、最高の条件で運転できる。

Fig. 7 に分級制御システムのフローを示す。

製品紹介

乾燥機

乾燥機は湿った原料に熱を与えて湿分を除去する操作で、原料に熱を与える方法で分類すれば直接加熱型、間接加熱型、輻射加熱型、凍結型、マイクロ波型などに区分され、弊社の製作販売している型式は直接加熱型と間接加熱型とである。

1. 直接加熱型

原料を熱風又は過熱蒸気に直接に接触させる方法をとるもので、気流型、流動層型、噴霧型、ロータリー型などがある。ここでは気流型、流動層型について記してみる。

a) 気流型 気流型は熱風発生器、解砕機、乾燥管、捕集機、ブロワを直列に配列したもので、原料を熱風管路内の解砕機で粉碎して、原料の熱風と接触する表面積を増加させると共に、その攪拌作用によって熱風との熱交換は急激に増大し、殆ど瞬間的に乾燥が完結するのでフラッシュドライヤとも言われている。原料は熱風中を並流するので解砕部での急激な熱交換後は乾燥管中を緩慢な熱交換となって捕集機で捕集されて製品となるのが、気流型の一般的な熱交換のパターンである。

弊社のマイクロドライヤは分類上からはこの気流型に属するが、後に解説されているように堅型乾燥塔の下方に粉碎機、上方に分級機がとりつけられているので、粉碎部以外に分級部での熱風の再攪拌、未乾燥品の分級、再乾燥が行われるので、高水分原料から1段で低水分製品をえることができる。

b) 流動層型 原料を流動化させ、ある滞留時間のものと乾燥させるもので、粒状物或いは顆粒状物の乾燥に多く用いられており、回分式と連続式とがある。

回分式は可搬式容器に所定量の原料を仕込み、これを乾燥機回路に接続するもので、多種少量生産工程には最適な乾燥機である。弊社製品としてはフルイドベッド

ドライヤがあり後に解説されている。

連続式では流動床は一般的には矩形状をして、原料を流動床の一方から供給し、他端から乾燥品をとり出す方式をとり、原料のショートパスを防ぐためにルーバーや仕切板を設けているものが多い。弊社製品としてはエスカレートドライヤがあり後に解説されている。

2. 間接加熱型

間接加熱型とは原料に直接熱風を接触させずに、熱源から隔壁を通して加熱を与える乾燥機で、伝熱加熱（受熱）型とも言われる。この型式には紙などシート状物の乾燥に用いるシリンダー型と液状物を乾燥してフレーク状とする円筒型の材料と伝熱面との相対速度0のものと、材料が伝熱面上で常に攪拌されている材料攪拌型とがある。ここでは材料攪拌型について記す。

材料攪拌には密閉容器型で、熱源は水蒸気の場合が多く、ジャケット又はロータが伝熱体となり攪拌羽根又はロータの回転によって、その周辺の材料が攪拌されて伝熱面から材料への伝熱が促進されて乾燥が進行する。蒸発水分（湿分）のガスはブロワー又は真空ポンプで排気されるが、その搬送用としてキャリアーガス（空気又は N_2 ガスなど）を用いるとしても、排気量は直接加熱型にくらべて遙に少く、ダスト処理その他の附帯設備が小さくてすむこと、それに伴い運転経費の少いこと、熱効率が非常に高いことなど利点としてあげられる。なお操作面からは回分式と連続式となり、いづれも減圧又は真空と加圧との操作に対応する設計は可能である。

間接加熱、材料攪拌型乾燥機の弊社製品としては、ソリッドエア、コンティニューエータ、トーラスディスク、サーマスクリュウ、ミクロンミキサ（リアクタ）があり、以下詳細な解説がなされる。

製品紹介

ホソカワ／ミクロン

マイクロンドライヤ

1. 概要

气流乾燥とは湿潤時の状態が泥状、塊状、粉粒状の材料を適当な解砕機などを使用して、熱気流中に粉粒状に分散させ、熱風と並流に送りながら瞬間的に粉粒状の乾燥製品を得る乾燥方式である。

この方法による乾燥装置は、実用化されてから50年程になるが、構造が簡単なこと、熱効率が高いこと、運転が容易なことのために、付帯機器の進歩と相まって広く使用されている乾燥方式である。

本マイクロンドライヤは湿潤物質を解砕するだけにとどまらず、より強力な微粉碎機及び製品粒度を調整する分級機を乾燥機内に内蔵した粉碎分級機内蔵型气流乾燥機

である。

この粉碎機と分級機が内蔵されているため製品粒度の調整、製品水分の調整が容易で、乾燥むらがなく、高い熱容量係数がとれ、装置をコンパクトに設計することができる。

2. 構造

Fig.1はマイクロンドライヤMDV型の、Fig.2はMDH型の本体の概要を示す。

マイクロンドライヤは堅型円筒状の形をしており、その下部に粉碎部がある。

原料がフィード口より供給されるとこの粉碎部において、分散及び粉碎が行われ、それと同時にその下部より流入してくる熱気流と激しく接触する事により急激な熱交換が行なわれる。

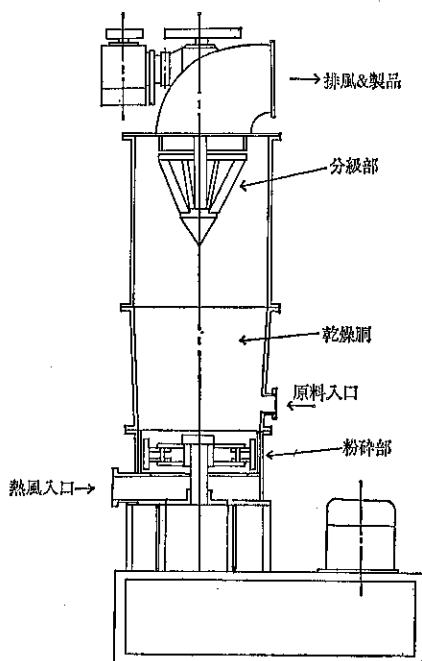


Fig. 1 マイクロンドライヤMDV型

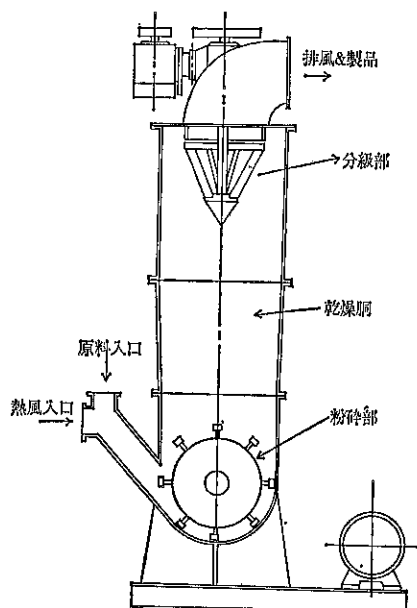


Fig. 2 マイクロンドライヤMDH型

本体上部には風力分級機があり、要求粒度、要求含水率以下になった粒子は気流と共に分級羽根を通過して捕集機にて捕集され、製品となる。要求粒度、要求含水率以上のものは再び本体下部の粉碎機に戻され、粉碎される。製品粒度、製品含水率の調整はこの分級機の回転数によって行なう。

尚、粉碎部の軸受の油潤滑はオイルユニットによる強制循環給油方式を採用している。

3. 特 長

3.1 製品の粒度調製が容易である

一般の気流乾燥機では、製品粒度を簡単にコントロールする事はできないが、本機では分級機の回転数を変更するだけで容易に要求する粒度の製品を得る事ができる。

原料は粉碎部で粉碎され、乾燥機内の上昇気流により上方に移動し、分級部に至る。

ここで被乾燥粒子には吸引気流により、分級機羽根内部へ向おうとする向心力と、回転羽根の回転数に対応した遠心力とが作用し、遠心力が向心力より強い時（粒子が希望粒子より大きい時）は、遠心作用により機壁へ投げ出され、下降して粉碎部で再粉碎される。

また逆に、向心力が遠心力より強い時（粒子が希望粒度より小さい時）は気流の吸引作用により分級羽根を通過して製品として捕集される。この向心力と遠心力が等しく働く粒子径がカットポイントとなり、分級機の回転数の変更によりこのカットポイント変更が容易に行なえるわけである。

分級部の回転数はミクロンセパレータの回転数を求める式と全く同様にして決定される。即ち、

$$N = \frac{60C}{2\pi\sqrt{r} \cdot d} \sqrt{\frac{18 \cdot \mu \cdot u_r}{\rho_s - \rho}} \quad \dots\dots\dots(1)$$

- N : 分級機回転数 (rpm)
d : 希望粒子径 (cm)
c : 係数 1.2~1.3を用いる
μ : 空気粘度 (g/cm・sec)
r : 分級ロータの平均半径 (cm)
u_r : 分級ロータ通過風速 (cm/sec)

- ρ_s : 粒子密度 (g/cm³)
ρ : 空気密度 (g/cm³)

Table 1 に各型式の分級ロータ平均半径と分級ロータ空気流入部面積を示す。

3.2 製品水分の調整が容易

粉碎機と分級機の作用により一定粒径より大きい粒子が製品とならない為、未乾燥品が製品となる事がなく、気流乾燥であるにもかかわらずかなりの低含水率まで乾燥することができる。また製品が微粉であるので製品水分のむらもない。

製品水分の調整はこの分級機の回転数と乾燥機出口温度のコントロールで容易に調整することができる。製品粒度にも影響されるが、Table 2 に乾燥機出口温度と製品水分の一般的傾向を示す。

Table 2 製品水分と乾燥機出口温度との関係

製品水分 (W. B)	出 口 温 度
12~5%	50~60℃
5~3%	60~80℃
3~1%	80~100℃
1%以下	100~110℃

3.3 熱容量係数が高い

乾燥機下部のハンマ先端周速約 60m/sec という強力な粉碎機により、フィードされた原料と熱気流が激しく分散攪拌されるため、瞬時にして、ほぼ熱交換が完了してしまう。

しかし、この部分で乾燥が完了しなかった粒子については上部にある回転する分級羽根により再度粒子と熱気流が攪拌されるため、乾燥は乾燥機内部で完全に完了してしまう。

そのため、原料が高含水率であってしかも、製品に低含水率が要求されるような場合であっても乾燥機内部で乾燥は完了するため、長い乾燥管を必要とせず、乾燥機からすぐ捕集機で製品を取り出すことができる。

Table 1 ミクロンドライヤ各型式のロータ半径と分級ロータ空気流入面積

	MDV MDH-1	MDV MDH-2	MDV MDH-3	MDV MDH-4	MDV MDH-5
r (cm)	10.0	13.4	20.5	33.0	47.25
A (cm ²)	1,070	2,180	4,350	9,200	17,800

3.4 同時輸送も可能

気流乾燥方式は熱気流と材料との並流操作であるため、乾燥を完了した製品は乾燥排ガスを利用して、かなりの遠方まで任意の経路を通して気流輸送することが可能である。

4. 適用範囲

マイクロンドライヤは乾燥と同時に解粉碎の工程を必要とするものには概ね適用できるが、一般的な適用範囲について以下列記する。

4.1 原料の大きさ

原料がフィルターケーキのような凝集塊である場合は、スクリュウフィーダーでフィードできる程度の大きさまで処理可能である。

また石炭等のように本格的な粉碎をしなければならない場合は原料の大きさが 20mm 程度までの範囲である。

4.2 原料の水分

スクリュウフィーダーでフィードの制御ができる程度の固形物であること。

ポンプでフィードしなければならないスラリー状のものは一般的に難しい（但し、スラリー状原料で数例の納入実例はある）。特に原料水分の多い、少ないによって使用に制限されることはない。

4.3 原料の性状

特に粘着性の強いものは粉碎機、分級機、乾燥胴に付着して長時間運転は不可になることがある。

また、摩耗性の大きいものは高速回転しているため粉碎機部の摩耗を大きくするので注意が必要である。

4.4 製品の水分

マイクロンドライヤは熱風を使用する気流乾燥機であるため、一般的には粉体表面にある付着水しか乾燥する事ができない。

そのため、製品水分は製品粒度に大きく左右される。例えば、325 Mesh pass 程度の製品粒度で排風温度を高く（100～110℃位）すると、0.1%前後まで製品水分を下げる事もできる。

逆に、粗い製品で排風温度を 50℃ 位にすると10数%で取り出す事もできる。マイクロンドライヤの一般的な適用範囲は1%～8%位である。

4.5 製品の粒度

マイクロンドライヤは概要でも述べたように強力な粉碎機を内蔵しているため、粗い原料であれば、その粗いまま製品として取り出すことはできない。

粉碎をしたくない場合は粉碎機の回転数を低くするか、粉体ハンマをナイフ型ハンマにする必要がある。逆に、より強力に粉碎したい場合はMDH型を使用する。

4.6 熱風入口温度

熱風入口温度の上限は 450℃ である（但し、鉄製の場合は 400℃）。

5. 型式及び仕様

粉碎部の形状によりMDV型とMDH型の2種がある。Table 3にMDV型の型式及び仕様を示す。

Table 3 ミクロンドライヤMDV型の標準仕様

	MDV-1	MDV-2	MDV-3	MDV-4	MDV-5
乾燥機胴径 (mm)	φ 350	φ 580	φ 770	φ 1,100	φ 1,680
乾燥機容積 (m³)	0.080	0.33	0.65	1.57	4.44
乾燥機高さ (mm)	2,750	3,360	3,730	3,900	5,460
粉碎部モータ (kW)	3.7	7.5	11~22	22~37	37~55
粉碎ロータ回転数 (rpm)	4,500	2,600	1,900	1,150	600
“ ライナ内径 (mm)	φ 250	φ 450	φ 600	φ 1,000	φ 1,500
“ ロータ周速 (m/sec)	53.9	61.2	59.7	60.2	47.1
分級部モータ (kW)	0.75	1.5	3.7	5.5	11
分級ロータ限界回転数 (rpm)	2,300	1,700	1,500	1,100	800
標準風量 (Nm³/min)	10~15	20~30	60~80	120~160	240~320
熱風最高温度 (°C)	450	450	450	450	450
概略重量 (kg)	600	1,500	2,500	4,000	6,000

6. 型式選定

6.1 熱収支よりの乾燥必要熱量

乾燥機出入口におけるエンタルピー収支と物質収支から計算によって求める。

$$G \cdot i_1 + W(C_m + w_1)t_{m1} = G \cdot i_2 + W(C_m + w_2)t_{m2} \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$G(H_2 - H_1) = W(w_1 - w_2) \quad \dots\dots\dots(3)$$

$$i = 0.24t_g + H(595 + 0.46t_g) \quad \dots\dots\dots(4)$$

ここに、

- G : 熱風量 (kg・DRYAIR/Hr)
i : 熱風のエンタルピー (kcal/kg・DRYAIR)
W : 材料供給量 (kg・DRYMATERIAL/Hr)
C_m : 材料比熱 (kcal/kg・°C)
w : 含水率 (% DRYBASE)
t_m : 材料温度 (°C)
t_g : 熱風温度 (°C)
H : 熱風湿度 (kg・WATER/kg DRYAIR)

添字 1 : 乾燥機入口側の意

" 2 : " 出口側の意

(2)(3)(4)式より、Gを求めるわけであるが、t_{g1}、t_{g2}、H₂、t_{m2}、が与えられていない。ここでt_{g1}は乾燥機設計時に決定されるものであり、通常、製品許容温度より判断して可能な限り高くするのが有利である。

t_{g2}は、製品の仕上水分により推定される(Table 2参照)。t_{m2}は、製品と接触している熱風の湿球温度近くであるため、これも概ね推定できる。

このようにしてGとH₂を求めるが、このGは理論必要熱風量であるため、実際の熱風量として熱損失分として10~20%程度加算された熱風量になる。

この熱風量が Table 3 の標準風量に見合う型式の選定となる。

6.2 熱移動速度よりの乾燥容積

マイクロンドライヤの場合、乾燥は本ドライヤ内で完了させてしまうため、捕集機までのダクトは乾燥容積とは考えず、本ドライヤ容積のみが乾燥容積である。熱移動速度論的な観点より

$$Q = ha \cdot V \cdot \Delta t_{em} \text{ (kcal/Hr)} \quad \dots\dots\dots(5)$$

ここに

- Q : 移動熱量 (kcal/Hr)
ha : 熱容量係数 (kcal/m³Hr・°C)
V : 乾燥機容積 (m³)
Δt_{em} : 熱風と材料の対数平均温度差 (°C)

の関係が成立するが、(5)式中のVを求めることにな

る。

Q及びΔtemは仕様が決まり、乾燥排ガス温度t_{g2}及び製品温度t_{m2}を6-1項と同様推定する事で決定できる。

またhaは乾燥の大部分を行ってしまう粉碎部が通常のディスインティグレータやケージミルに比べてかなり高速回転しているため、及び乾燥機上部で回転している分級ブレードにより再度熱気流と粒子の攪拌作用が行われるため、通常の気流乾燥機に比べてhaの値は大きい。

多くの事例では最低でも1,000 kcal/m³Hr・°C以上であり、最高では5~6,000 kcal/m³Hr・°Cの値を示す事例もある。

この事よりほとんどの場合、6-1項で求めた型式が選定型式となる。

7. ミクロンドライヤの付属機器

7.1 熱風発生装置

一般的に熱風温度が高くできるオイル燃焼による燃焼ガスを利用するケースが多いが、オイルの不完全燃焼によるカーボン分やまた硫黄分の製品への混入をきらい場合(染料、顔料、薬品、食品、精密化学品等)はオイル燃焼炉に熱交換器を取り付け、燃焼ガスと清浄空気を熱交換させて熱風を作るか、ガス燃焼炉を使用する。

また、製品の許容温度が低く、熱風温度を高くすることができない場合は蒸気を熱源にしたスチームヒータにて熱風を作る事もある。

7.2 原料供給機

マイクロンドライヤの運転の成否を決する一つの大きなポイントは湿潤原料を定量的に供給することである。

供給機の選定にあたって、最も注意すべきことは、原料状態の被乾燥物の性状と形態を十分把握することである。

供給機の備えるべき性能は湿潤材料を連続して、定量的に、大気の洩入や熱風の吹出しを最小限に抑えながら供給することであるが、連続して定量的に供給するためには供給機に直結する原料ホッパーや投入シュートにブリッジや付着による閉塞を起さないことも必要である。

マイクロンドライヤの一般的な原料供給機として粒状原料あるいはさらした粉状原料には原料ホッパーと直結したスクリーフィーダーを使用する。

また、付着性の大きい湿潤原料あるいは泥状原料には原料ホッパー下部に特殊攪拌機のついたスクリーフィー

ダーを使用する。

スクリーフイーダーの形式として、スクリーフ本数によって、一連、二連、四連と、また、ブレード形状として原料物性によって、連続ブレード、カットフライトブレード、スパイラル形状リボン形状等を使い分ける。

二連、四連においては、となりあうスクリーフをオーバーラップさせて付着性の大きいものでも使用できるようにしてある。

7.3 製品捕集機

捕集機の重要な点は、製品の捕集率が高いこと、また圧力抵抗が少ないということはもとより、経時的に圧力抵抗の変動が少ないという事も重要な要素になる。

マイクロドライヤの製品捕集機として一般的にサイクロン等一次捕集機を設けず直接バッグフィルター（パルスエアーコレクタ）で捕集する場合がほとんどである。

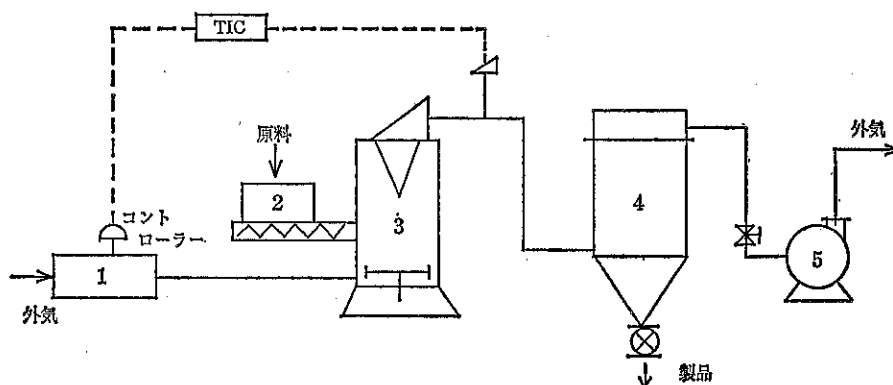
乾燥排ガス温度が高温である場合でも耐熱汚布を使用することで 200°C 前後まで許容できる。

7.4 排風機

マイクロドライヤの標準的なフローの場合（Fig. 3）、装置全体で概略 500～550mmAq の静圧を要するため、一般的にターボ型送風機を使用する。

ターボブローアとして圧力の変動に伴って、風量の変動の少ない特性を有するブローアを使用する方がベターである。

8. ミクロドライヤの標準装置系統と温度制御



- 1. 熱風発生装置あるいは熱交換器
- 2. 原料供給機
- 3. ミクロドライヤー
- 4. 製品捕集機
- 5. 排風機

Fig. 3 ミクロドライヤの標準的フロー

8.1 標準フロー

Fig. 3 に最も標準的な装置フローを示す。

8.2 排熱利用フロー

近年の石油関係価格の高騰に伴って多く用いられるようになったフローで工場内に高温排ガスがある場合に用いられる。そのフローを Fig. 4 に示す。

8.3 省エネルギーフロー

このフローもエネルギーの有効利用との観点より、系外に出る排ガスの一部（半分以上）を熱風発生装置あるいは熱交換器側にもどし、外気と混合して乾燥機に送り込むものである。

この方法では、乾燥機に流入する熱風の湿度が若干上がるが、一般的な乾燥にはほとんど問題が起こらない。

このフローを Fig. 5 に示す。

8.4 完全循環フロー

有機溶剤を含有する被乾燥材料等のように N_2 ガスあるいは不活性ガス中で乾燥を行わなければならない場合、また、乾燥排ガスが有害ガス、悪臭ガスであったり、有害ダスト、悪臭ダストを含有している場合は、乾燥排ガスの外気放出を極力少量にする必要がある。

このような場合に乾燥用気流を完全に循環して系外と遮断して乾燥するフローを Fig. 6 に示す（熱風発生装置より流入する燃焼排ガスは系外に抜き取る必要がある）。

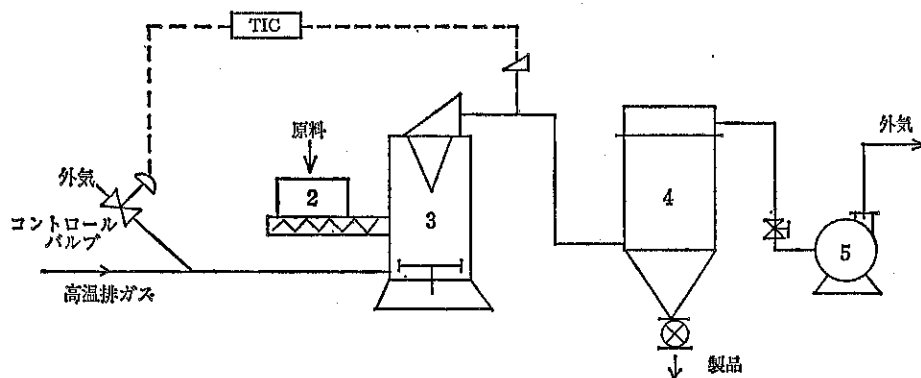
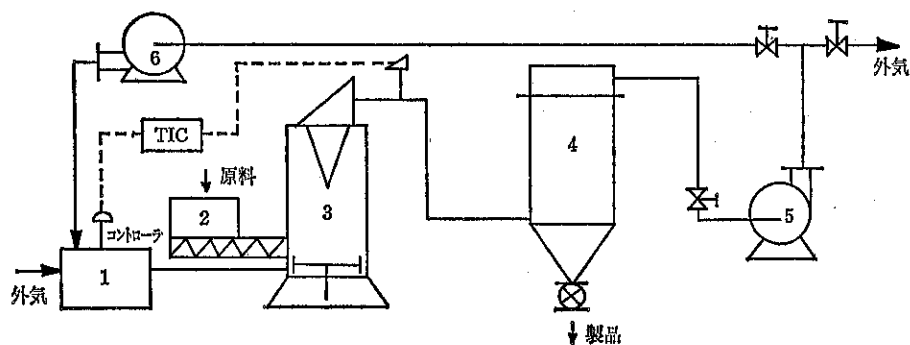


Fig. 4 排熱を利用したマイクロドライヤのフロー



6. 循環用ファン

Fig. 5 省エネルギータイプのフロー

8.5 温度制御方式

Fig. 3～Fig. 6で示されているように、温度の制御はマイクロドライヤ出口の乾燥排ガス温度を一定にするようにし、原料水分の変動、原料の供給量の変動や停止に伴う温度制御は乾燥機入口温度をコントロールすることによって行われている。

このような方式を採用しているため、常時、品温が一定であり、また、バグフィルターの大炎の心配もない。

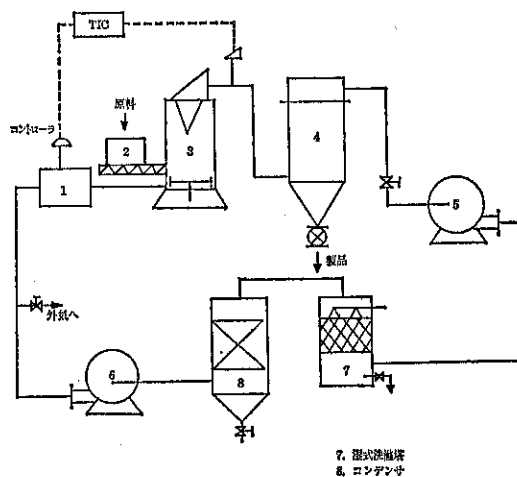


Fig. 6 完全循環タイプのフロー

製品紹介

ホソカワ／フィッツ

フルイドベッドドライヤ

1. 概 要

ホソカワ／フィッツ フルイドベッドドライヤは弊社が世界でも有名な粉体化学機械のメーカーである米国のフィッツ社 (FITZ PATRICK) と技術提携を行なったバッチ式の流動乾燥機である。

フルイドベッドドライヤは、環境衛生面、安全性などの要望に対して開発されたもので、食品、医薬品、化学薬品工業等の精度の高い乾燥に適している。

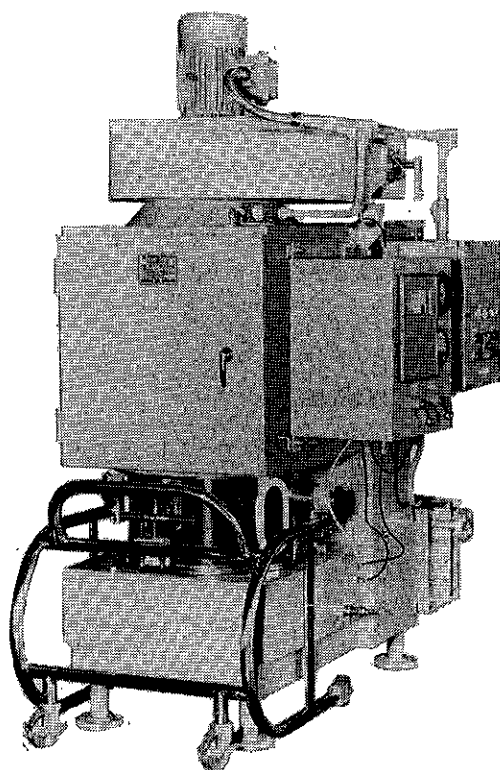


Photo. 1 ホソカワ／フィッツ フルイドベッドドライヤ

本機は、サニタリー構造であり、乾燥機能に必要なすべての機器（乾燥機本体、エア・ヒータ、流動板、エアフィルタ、ファン、操作盤等）がコンパクトにユニット化されており、運転操作が非常に簡単である。

運転操作は底部が多孔板になっているコンテナに所定量の原料を投入し、コンテナをキャリアで運搬し、乾燥機ユニットにジョイントするだけで運転を始めることができる。操作及びコントロールはユニットに内蔵されているコントロールパネルによってなされる。

2. 構 造

Fig.1にフルイドベッドドライヤの構造を示した。

底部が多孔板になっているコンテナ槽に原料を投入し、本機に結合する。この時本機とコンテナ槽との間は特殊なシール材で完全にシールされている。熱風は本体下部よりコンテナ槽多孔板を通して本体内に入る。

この際、原料はアジテータで攪拌されながら通過熱風により流動化し乾燥される。流動作用中に飛散する微粉はエア・フィルタで捕集し、蒸発水分を含んだガスのみがエア・フィルタを通過して機外に排気される。

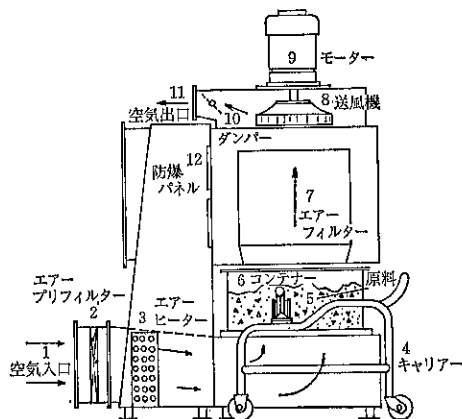


Fig. 1 フルイドベッドドライヤの構造

乾燥が終われば、乾燥品はコンテナ槽に入ったまま、キャリアで移動させ製品タンクに貯蔵することができ
る。

3. 特 長

- (i) 乾燥に必要なすべての機器がコンパクトに収納されたユニット形式のため、据付及び取り扱いが簡単である。
- (ii) サニタリー構造になっており、衛生的で清掃も容易である。
- (iii) コンテナ槽と本体との接合には、特殊なシール材を使用しており、コンテナの取り付け、取り外しが容易である。
- (iv) 静電防止用アース、防爆ベント、電気的インターロックなど安全性を十分に考慮した設計になっている。
- (v) アジテータにより、均一な流動と乾燥を容易にしている。
- (vi) 送風機はハウジングに内蔵されているので、騒音を軽減できる。
- (vii) 乾燥状態が監視できるように透明検視窓を設けている。
- (viii) 少量多品種の乾燥に適している。

4. 型式および仕様

標準型式として、FA-75～FA-500 まで4機種がある。Table 1 にその仕様を示す。

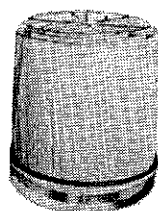
4.1 仕 様

i) 機器の材質

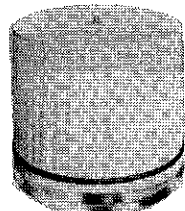
粉接部＝SUS-304 サニタリー仕上

その他の部分＝鉄製にエポキシコーティング

ii) フィルタバッグ (Photo. 2)



(ダブル型)



(シングル型)

Photo. 2 フィルタバッグ

標準バッグ＝シングル型

特殊バッグ＝ダブル型、多筒型

材質＝テロン織布（アース線織込み）

ダクロン織布（耐熱149℃）

ナイロン織布（耐熱121℃）

ポリプロピレン織布

カシミア織

ポリエチレン

iii) 防爆構造

電気関係は防爆構造になっている。

防爆窓が設置されている。

4.2 アクセサリ

i) ロートウェイブ (Roto-Wave)

アジタに代って原料をパルス式流動層をつくって攪拌するものである。ロートウェイブでつくられた流動層は、断続的に激しく流動するため、流動しにくいものも比較的容易に流動させることができ、より早く乾燥させることができる。

Table 1 フルイドベッドドライヤの型式標準仕様

型 式	コンテナ 全 容 量	コンテナ寸法 高 × 径	ファン動力	風 量	アジテータ 動 力	アジテータ 回 転 数	フィルター 汙 過 面 積
	(ℓ)	(mm)	(kW)	max. (m³/min)	(kW)	(r.p.m)	(m²)
FA-75	57	292×578	3.7	34	0.12	35	ダブル 1.72
FA-150	244	406×883	7.5	71	0.25	13.5	ダブル 3.36
							シングル 3.24
FA-250	637	451×1,334	15	99	0.4	8.8	ダブル 6.90
							シングル 5.20
FA-500	1,150	546×1,638	22	184	0.75	9.7	ダブル 10.81
							シングル 6.93

攪拌羽根が無いので、製品が傷ついたり、粒子が壊れたりする事がないし、また、清掃も容易である。この流動方式による乾燥にはチーズ及びそれによく似た性状のものに最適である。

ii) シャッター

細かい製品を、コンテナで運搬する場合に、コンテナの下部の流動板より粉漏れする場合がある。そういう時に、流動板の下に平板をさしこみ粉漏れを防止するものである。

iii) コーンディスチャージャー (Photo. 3)

コンテナを転倒させて製品をコンテナから取り出すとき、排出を容易にする為の円錐形のシュートである。

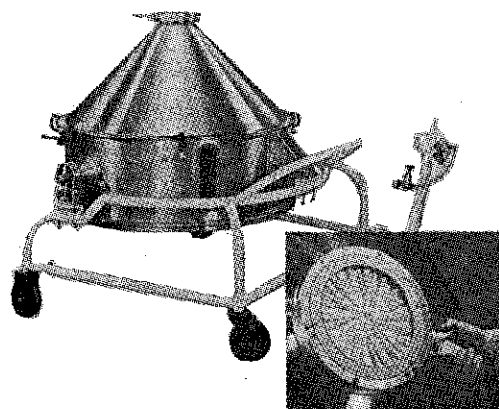


Photo. 3 コーンディスチャージャー

5. 型式選定

1 バッチ処理容量で型式は決定される。

コンテナ内の原料許容投入量は、最適流動化風速にて決定されるので、比重の大きいものは少なく、比重の小さいものは多く入れることができる。

どの程度充填できるかは、流動状態をみて決定される(一般的には、コンテナ容量の75%位)。

乾燥に要する時間は、熱風入口温度と原料水分及び粉体の粒子形状・大きさ、それにコンテナに入れる原料の

容量により決定される。

6. 機器の適用

幅広く粉粒体の乾燥に適すが、特にサニタリー構造になっており、食品・医薬品・化学薬品等のバッチ式乾燥に最適である。

構造上、少量多品種の製造工程に適す。

適用粒子径は、一般に 100 Mesh~10mm 位で、表面状態が、凝集性・付着性の少ないものが最適であるが、100 Mesh 以下の粒度のものも、フィルターを多筒型にすることで適用できる。

Table 2 に代表的な適用例を示した。

6.1 特殊応用例 (多筒型)

原料に微粉が含まれていたため、エアフィルターを多筒型にして汚過面積を大きくし、エアフィルターの圧力損失の上昇を防止した例を Fig. 2 に示した。

型式 FA-250

エアフィルター形状：特殊多筒型

エアフィルター材質：テトロン織布 (アース付)

エアフィルター面積：18.6m²

エアフィルター洗浄方式：逆洗圧空噴射方式

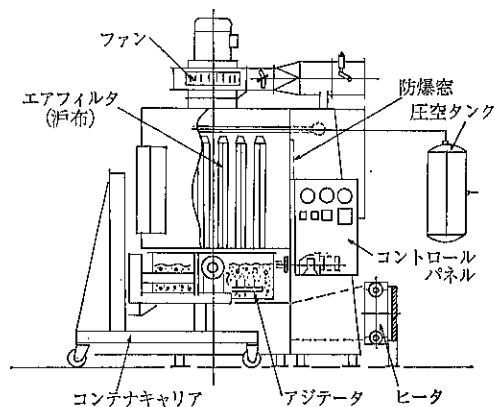


Fig. 2 フルイドベッドドライヤ多筒型

Table 2 フルイドベッドドライヤの適用例

原料名	形状	原料水分 (% W.B.)	製品水分 (% W.B.)	適用	備考
チー ズ	粉 末	30	6	乾 燥	
でん ぷ	湿 式 造 粒 物	25	2	"	FA-250
寒 天	粉 末	17	4	"	FA-250
医 薬 品	粉 末	50	0.5	"	FA-500
農 薬	φ9m/m 造粒品	12.7	1	"	FA-150
農 薬	150 mesh pass 15%	12	0.2	乾燥・冷却	

製品紹介

ホソカワ／ミクロン

エスカレートドライヤ

1. 概 要

流動層乾燥法とは、多孔板上の粉粒状湿原料を下方より熱風により浮遊させ、激しく混合させることにより熱交換を行なう乾燥法である。エスカレートドライヤ（PED）はこの流動層乾燥機の長所を取り入れ、効果的な運転が行なえるような構造を持つ乾燥機である。すなわち流動層乾燥機内に微粉捕集用のバッグフィルター（ホソカワ／マイクロ パルスエア）を内蔵し、かつ流動層乾燥機のネックであった平均滞留時間分布を狭くする

調整可変式せき機構を持つ横型連続式流動乾燥機である。

2. 機 構

Fig.1にエスカレートドライヤ本体の概要を示す。本機は横型流動層形式を示し、流動層内に解砕機を設け、供給された原料中の凝集塊を解砕すると同時に熱風により熱交換している。この時の解砕機は原料状態により回転数、羽根形状、および取付け場所がその都度決定される。但し標準的には供給口下部の流動層内に取り付けら

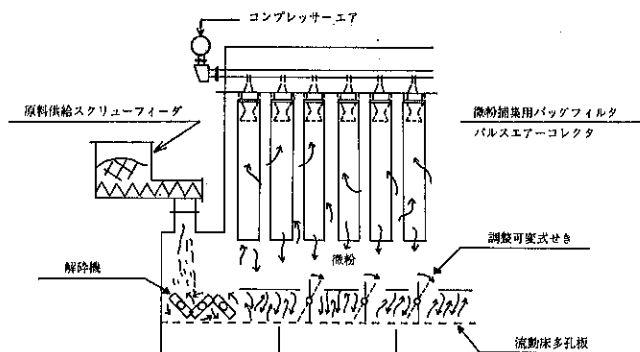


Fig. 1 ホソカワ／ミクロン エスカレートドライヤの構造

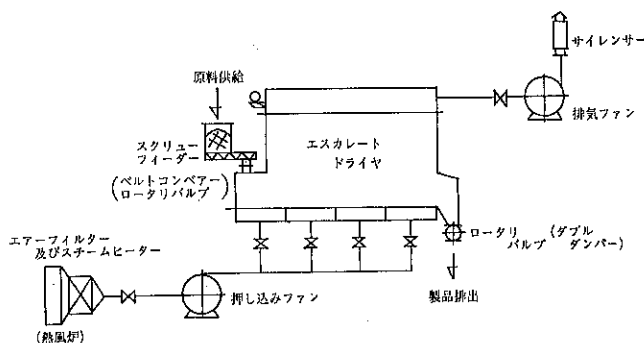


Fig. 2 エスカレートドライヤの代表的フローシート

れる。

解砕機により解砕され下部の熱風により流動化せられた原料は、機内に設けられた調整可変式せきによってショートパスを防止される。これにより供給原料の平均滞留時間分布はせばめられ、均一なる製品が得られることとなる。またせきを傾斜させることにより滞留時間の調整も可能である。乾燥が進むにつれ原料は入口より出口へと移動する。これらの間に微粉は熱風により上昇せられ、バッグにて捕集される。捕集された微粉は逆洗エアーにより剝離され流動層に再投入される。この過程を繰り返しながら粗粉同様に排出口へと流れていく。排出口は高さ調整の可能な固定せきとなっており、その高さにより製品の滞留時間を調整し水分のコントロールを行なう。Fig. 2 にはエスカレートドライヤを乾燥装置として用いた標準的なフローシートを示す。

Fig. 2 においてスチームヒーターは熱風炉に変わる場合もあり、供給機は前工程の状況によりベルトコンベアーまたはロータリバルブ等に置き換わることも珍らしくない。

送風機も排気用 1 台だけの運転もあり、また循環フローを組む場合もある。

3. 特 長

(i) 粒度分布の広いものでも容易である

一般に流動乾燥機では粒度分布の幅の狭いものが適しており、粒度分布の幅の広い場合は別に捕集してやらねばならず、その捕集品については別用途を考えるか、機内品との混合が考えられていたが、エスカレートドライヤ (PED) では製品は同じ排出口より原料粒度と大差ない製品が得れる。また捕集には性能の高いパルスエアーを使用して排気に微粉の飛散がない。

(ii) 仕上り水分の調整が容易である

機内の調整可変せきおよび排出口固定せきによる滞留時間の調整が容易に行なえるため製品の仕上り水分が自由に調整できる。

(iii) 製品が均一である

機内の調整可変せきにより平均滞留時間分布がせまいため他の流動層乾燥機に比較して製品が均一である。

(iv) 乾燥時間が短い

微粉捕集用のバッグフィルターを内蔵しているため従来の流動乾燥機の操作条件より空塔速度を上げて使用できるため所要流動床面積が小さくてすみ熱効率もよくコンパクトである。

(v) 据付面積が小さい

微粉捕集のバッグが内蔵されているために捕集機のスペースが必要なくなり据付面積も小さい。

(vi) ブロッキングのある原料も可

流動層内に解砕機を内蔵しているため原料中にブロック状物を含むものでも解砕してしまい、連続運転が可能である。

4. 材 質

本体は鉄製および粉体接触部ステンレス製。ガス接触部ステンレス製全て可能であり、汙布材質等も通常のバッグフィルター同様に各種取付可能である。

5. 型式選定

基本的にはビンマウント型パルスエアーとの組み合わせは全て可能である。運転操作条件により自由に組み合わせができる。

また、特殊型式として次のものも可能である。

(i) 多段型式

(ii) バッチ型式

(iii) バッグフィルター別置タイプ

(iv) 捕集機として沈降管を用いる方式

特殊仕様については、ユーザの要望に応じて設計している。

6. 適 用

流動乾燥機は粒子自身の分散性を利用した乾燥機であるため原料によっては困難な場合もある。

1) 原料が粘着性をもっており簡単に分散不可能の場合 (この場合は乾粉を混合し粘着性を押さえて運転が可能となることもある)。

2) 真比重、粒度共に大きく、かつ粒度分布幅が広い場合。内蔵バッグと流動層本体とのバランスが取れなくなる場合がある。

3) 極端に大きな粒子が混入している場合は時間の経過と共に大粒子が流動層下部に排出されずに残留し流動状態を悪化させ連続運転を不可能にする。

(あらかじめ除くか、粉碎してやる)。

7. エスカレートドライヤ (PED) の付属機器

1) 原料供給機

- a) スクリューフィダー……SH, DH, THタイプ
- b) ロータリバルブ
- c) ベルトコンベアー
- d) パケットコンベアー

(145頁へつづく)

製品紹介

ホソカワ／ビーベックス

ソ リ ッ ド エ ア

1. ソリッドエアの概要と構造

ソリッドエアはポリエチレン、ABS、ポリプロピレンなどの合成樹脂製造工程中の乾燥、あるいは揮発性溶剤の回収などに使用されている間接加熱型の乾燥機である。

本機は Fig.1 に示すように水平円筒型乾燥容器に数区分された加熱用ジャケットをとりつけ、弱熱性物質乾燥の際に乾燥度合に応じてジャケット圧力を変化させて熱変質を防ぐ操作が容易にできるようになっている。

容器中心部には比較的大きな径のシャフトを長手方向におき、これに原料物性、仕上り水分などにより最適条件に設定された多数のパドルがとりつけられている。パドルの周速は 5～15 m/sec で、原料は投入口側から製品出口側へと本体内部を移行する間、ジャケット面から効率よく受熱し、あるいは熱風を併用の際には熱風との搅拌作用によりロータリードライヤーなどよりも強い熱交換をうけて乾燥されていく。シャフトは容器両側に強固に製作された側板上のベアリング部で支持され、膨張逃げと軸貫通部の十分なシールとに特に留意設計されている。

ジャケット部には各セクション1個ずつの視窓があり、運転停止時の内部チェックとパドルの方向のチェックとが容易にできる。また本機の据付脚座は2カ所あり、反駆動側はボルト孔が長穴となっていて容器本体の

熱膨張逃げをとっている。

2. ソリッドエアの操作

本機は下記3操作のいずれでも運転することができる。

2.1 間接加熱（ジャケット加熱）

機内で高速回転するパドルの搅拌作用で粉体は常に搅拌されていると同時にその遠心力でジャケット面を急速に摺動しながらジャケットから伝熱加熱を受ける。原料およびパドルの周速などにもよるが、ジャケット面からの総括熱貫流係数は $100 \sim 300 \text{ kcal/m}^2 \text{ hr}^\circ\text{C}$ を示す。本操作は合成樹脂などで有機溶剤を蒸発回収する際に、もっぱら採用されているもので、蒸発分のガスのみの排気であるから機内通過ガス量は僅少である。またガス流は粉体流と一般には向流をとるが、時としては並流の場合もある。Fig.2 にそのフローを示す。

2.2 直接加熱（熱風加熱）

ジャケットを使用せず原料投入口へ熱風を吸引させ、パドルの搅拌作用で熱風と粉体とを乱流接触させて瞬間乾燥を行なうものである。Fig.1 の構造からも推察できるように熱風は比較的長い本機を通過する間、常にパドルの搅拌作用をうけるため、粉碎と気流との相対速度は常に更新されるので比較的高い総括熱容量係数を示す。

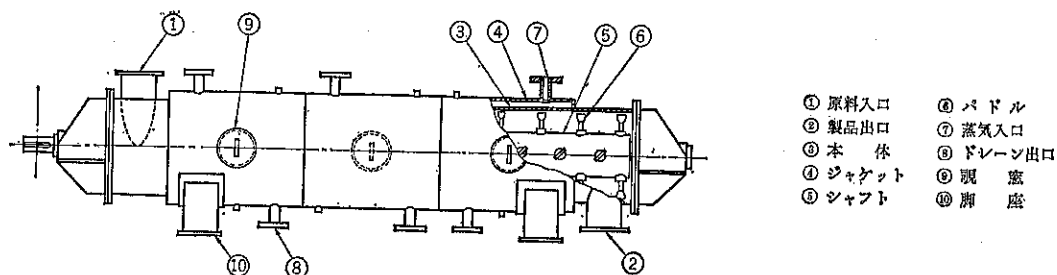


Fig.1 ソリッドエアの概略構造

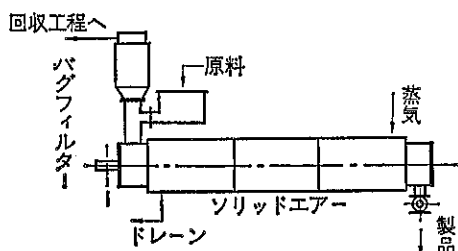


Fig. 2 間接加熱（ジャケット加熱）の一般的フロー

100 μ m前後のPVCの場合、パドル周速6m/secで2,000 $\sim$ 2,500kcal/m²hr $^{\circ}$ Cを示す。

2.3 併用加熱（ジャケットおよび熱風加熱）

本操作では直接加熱よりも低水分の製品が得られ、かつジャケット加熱をうけるために機内での結露のおそれが少ない。この場合、熱風は並流を用いる。Fig.3にそのフローを示す。

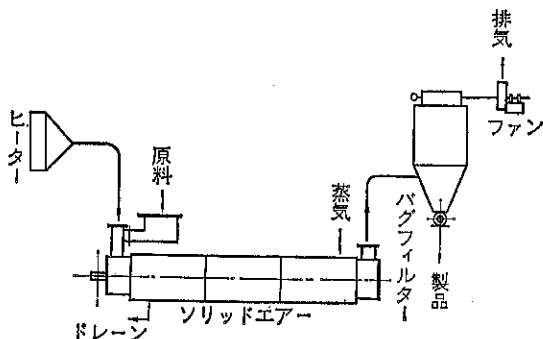


Fig. 3 併用加熱（ジャケット+加熱熱風）の一般的フロー

3. ソリッドエアの特長

3.1 外気遮断が容易である

本機は Fig.1 に示すように本体が円筒型であり、原料入口と製品出口とはそれぞれ前後機器に接続されるから外気接触部は軸の貫通部分のみである。この部分にはグランドパッキンで外気の流入あるいは内部ガスの漏洩を防いでいる。このためつぎのような有効利用面があげられる。

i) 曝気により変質するものあるいは変質しやすいものの乾燥には、間接加熱操作でN₂ガスなどの不活性ガスを併用し、安定製品を連続的に生産できる。合成樹脂には乾燥工程中に空気に接触して変質しやすいものが多いこと、および静電爆発対策としてN₂ガスを使用する

ことが多い。このとき、たとえば流動乾燥では流動化の条件でN₂ガスの循環量が主として制約をうけるが、本機では粉体は機械的に攪拌されるので循環ガス量は蒸発湿気を吸収するに足るもので十分であるから、回収装置が小型化される利点がある。

ii) 揮発性溶剤などの回収

湿原料中に有機溶剤が含まれており、この蒸発乾燥回収を目的とする場合に本機は外気遮断型の構造になっているから、間接加熱（ジャケット加熱）操作で蒸発ガス分のみの回収が行なえる。後記の納入事例に示すようにポリエチレンにおけるイソブタンあるいはペンタンを、ポリプロピレンから hidrocarbon をそれぞれ蒸発回収する使用例が多く、本機の特長を生かした使用方法といえよう。

iii) 加圧、真空下の操作が容易である。

本機は形状構造から、強度変更のみでそれ自体が簡単に圧力容器になりうるので、従来の連続式乾燥機の多くが大気圧下の操作を前提として設計されているのと大きな相違点がある。

3.2 凝集塊の発生防止

フィルタープレスまたは遠心分離機で脱水された原料を乾燥すると、剥離したままの形状で乾燥される場合やあるいは乾燥工程中で固いブロック状になる場合がある。

本機では内部のパドルの攪拌作用で原料の凝集塊をときほぐし、機内での2次的な凝集塊の発生も連続的に防止できるので、製品としては常に粉体また粒体としてとり出せる。

3.3 最小の熱ガス量

水分乾燥が主眼の時にはおもに熱風およびジャケットを併用する併用加熱がとられるが、ジャケット加熱と、パドルの攪拌動力とが熱量として容器へ加わるから一般乾燥機に比べてその分だけ熱ガス量は少なくてすむ。またジャケット加熱をうけているから機内での結露のおそれは少ない。

3.4 構造上、製品の放散汚染が少ない

3.5 粉体の滞留時間の調節が可能

本体内の粉体の滞留量はパドルの方向と回転数で調節できる。パドルの方向は原則としてテスト機を基準として配列を決定する。一般に乾燥しにくく長い滞留時間をとる時には、粉体の排出を抑制するようにパドルを設定する。また乾燥しやすいものときには、排出を促進する方向に設定して能力の増大をはかる。また回転数の増

加に従い前者の場合滞留時間が長くなり、後者の場合では短くなる。

3.6 直列使用が可能

ソリッドエアを用いて比較的乾燥しにくいもので製品水分を2～3%あるいは1%以下にする場合には、2台を直列配置またはコンティニューエータを仕上乾燥機に用いている例もある。

4. ソリッドエアの標準型式

Table 1 に標準型式を示す。型式表示中のSはソリッドエアを、Jはジャケット付を意味する。SJのつぎの数字は内筒の直径(in)を、末尾の数字はジャケット部分の長さ(ft)を表わしているものである。すなわちSJ 30-16とは内筒直径750φ(30"),ジャケット長さ4.8m(16ft)のジャケット付を意味している。表中最右端に適応区分が示され、各型式中の内筒径同一のシリーズ中では最短のものが直接加熱に適するとされている。これは直接加熱の時にはテスト機と同一機内風速をとる。すなわち能力は空塔断面積に比例し熱交換は短時間で完了

するので、機長はさして問題にならないことを示している。一方間接加熱では能力はジャケット面積に比例し、テスト機と近似的な比例寸法をとり粉体の滞留時間、滞留厚みを同一と考えてよいことを示している。

5. ソリッドエア計画上の注意点

- 1) 原料の連続供給機として最適のものを選定する。特にフィルターケーキのように単一粒子が細く、ブロック状になりやすいものは、ともすれば供給が不連続になりやすいので注意を要する。連続遠心脱水処理の粉粒状の原料はスクリュウフィーダで供給可能のようである。
- 2) 摩耗性原料の乾燥には適しない。
- 3) 付着性が強く内筒内面に固定付着層を形成するものは、間接加熱ではジャケットからの熱伝達を弱め、かつ付着層とパドルとの摩擦で過大の動力を消費することになり好ましくない。
- 4) 機内の掃除あるいは操作条件変更によるパドルの方向変更などの時にはローターをひきぬかねばならないので、駆動側あるいは反駆動側にその余地をとっておきたい。ローター引抜きの際には引抜き側をチェーンプロ

Table 1 ソリッドエアの型式と適応区分

型 式	概 略 寸 法 (m)			乾燥室 径(m)	回転数(rpm)		所要動力(kW)		適 応 区 分	
	全 長	幅	全 高		最 小	最 大	最 小	最 大	直接加熱	間接加熱
SJ10-6	2.94	0.41	0.51	0.25	400	1050	2.2	7.5	○	○
SJ16-10	4.27	0.56	0.71	0.41	250	660	3.7	11	○	○
SJ24-12	5.33	1.01	1.01	0.61	170	460	7.5	37	○	
14	5.94	1.01	1.01	0.61	170	460	7.5	37		○
16	6.55	1.01	1.01	0.61	170	460	7.5	37		○
SJ30-14	6.10	1.22	1.17	0.76	144	360	11	55	○	
16	6.70	1.22	1.17	0.76	144	360	11	55		○
20	7.92	1.22	1.17	0.76	144	360	11	55		○
SJ36-16	6.83	1.37	1.32	0.91	130	310	15	75	○	
20	8.05	1.37	1.32	0.91	130	310	15	75		○
22	8.65	1.37	1.32	0.91	130	310	15	75		○
SJ42-16	6.93	1.52	1.47	1.07	100	280	22	75	○	
22	8.76	1.52	1.47	1.07	100	280	22	75		○
26	10.10	1.52	1.47	1.07	100	280	22	75		○
SJ48-18	7.82	1.67	1.67	1.22	100	260	22	95	○	
26	10.12	1.67	1.67	1.22	100	260	22	95		○
30	11.70	1.67	1.67	1.22	100	260	22	95		○
SJ54-18	8.40	1.82	1.88	1.37	90	240	30	110	○	
30	11.80	1.82	1.88	1.37	90	240	30	110		○
34	13.00	1.82	1.88	1.37	90	240	30	110		○
SJ60-20	8.95	1.98	2.03	1.52	75	200	45	150	○	
34	13.40	1.98	2.03	1.52	75	200	45	150		○
38	14.40	1.98	2.03	1.52	75	200	45	150		○
SJ72-22	9.95	2.28	2.36	1.83	65	175	45	190	○	
35	13.90	2.28	2.36	1.83	65	175	45	190		○
40	15.45	2.28	2.36	1.83	65	175	45	190		○
45	16.95	2.28	2.36	1.83	65	175	45	190		○
SJ84-24	10.90	2.58	2.66	2.13	50	155	55	220	○	
45	17.30	2.58	2.66	2.13	50	155	55	220		○
50	18.80	2.58	2.66	2.13	50	155	55	220		○

ックまたはホイストでつり、反対側の側板を外し付属機の Fig.4 のドーリーをロータにかえれば、パドルを損傷することなくロータを引抜くことができる。

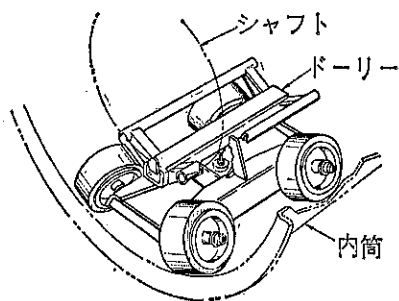


Fig.4 ドーリー

5) 蒸気配管施工の際にはジャケットの各セクションごとに蒸気バルブ、ドレーントラップを取付け、各ヘッダーパイプは十分の大きさを持つようにすること。

6) 製品捕集機として圧力変動の少ないバグフィルタを選定して長時間連続安定運転をはかる。特に合成樹脂関係では微粉の場合静電爆発を起こしやすいものが多いので、機構上汙布からアースをとりやすい型式を選定し、かつ帯電防止処理の汙布を併用するのが好ましい。

6. 適用例

Table 2 に納入適用例を表示した。全般的にみると合成樹脂関係が圧倒的に多く、しかも本機の外気遮断の特徴を生かした間接加熱を主体とした有機溶剤の乾燥回収と、凝集塊の発生防止とにメリットを見出しているのが多いのは注目に値する。

Table 2 ソリッドエアーの納入適用例

原 料 名	型 式	原料湿分 (W. B. %)	製品湿分 (W. B. %)	湿 分 名	処 理 量 (kg/Hr)	所要動力 (kW)	備 考
ポ リ エ チ レ ン	S J 42-22	30	1~2	炭 化 水 素	2,580	22	CR-60 と直列
ポ リ プ ロ ピ レ ン	S J 48-26	40	0.1	"	2,950	55	
イ ソ フ タ ー ル 酸	S J 24-14	23	0.02	酢 酸 + 水	2,230	19	2 台 直 列
P. V. C	S J 42-16	12	4		3,100	30	
A. B. S	S J 42-16	35	0.6	水	3,500	45	2 台 直 列
テ レ フ タ ー ル 酸	S J 30-20	20.4	0.05	酢 酸	4,210	22	
セルローズアセテート	S J 30-20	35	10	水	330	19	
ブタジェン・スチレン	S J 10-10	78~75	1 以下	ベンゼン+ トルオール	410	7.5	
Mg O ₂	S J 42-24	75	2 以下	水	1,400	60	
除 草 剤	S J 36-16	35~30	0.5以下	水	795	25	

(141頁のつづき)

2) 機内オプション

- a) 解砕機……原料により適宜判断する。
- b) 調整可変せき……枚数、形状、高さ等考慮
- c) 大粒子除去ブローチューブ……圧空により大粒子を吹き飛ばし移動させる。
- d) 大粒子除去ノズル……流動層内にスクリーンを通し

大粒子のみを取り除く。

- e) その他原料性状より設計取付けする。
- f) ワンタッチ点検口
- g) サイトグラス

3) 排出機

供給機同様に適宜選定する。

製品紹介

ホソカワ／ビーベックス

トーラスディスク

1. 概要

今日までに多くの種類の乾燥機が開発されているが、省エネルギーと、公害防止の現代において、乾燥におけるエネルギーコストと、乾燥機より排出されるガス処理の経費を考え合せ、乾燥機を選定する必要がある。

乾燥という操作は、非常に多くの熱エネルギーを消費する。従って熱エネルギーを如何に有効に利用するかが重要な問題である。気流乾燥装置のような直接加熱乾燥装置の場合、熱効率は40～60%程度であるのに対して、間接加熱乾燥装置の場合、70～80%となり高効率である。又直接加熱乾燥装置の場合、多くの排気ガスを出すのに対して、間接加熱乾燥装置の場合、排気ガス量は非常に少なく、排気ガスの処理が簡単である。

この様に多くの利点を持った、間接加熱乾燥装置も、伝熱面積を大きくしようとすると、装置そのものが大きくなる欠点をもっていた。弊社は、米国のビーベックス社より、非常にコンパクトでありながら、伝熱面積 7.4 m² から 556.4 m² までの間接加熱乾燥機トーラスディスクを技術導入し、間接加熱乾燥機の新しい分野を開拓

し、ランニングコストを大きく下げることには貢献している。

2. 構造

Fig.1およびFig.2にトーラスディスクの構造を示した。本機はジャケット付ケーシング内部で、熱媒を通すことのできるディスクロータが、低速回転している間接加熱乾燥機である。

熱媒がスチームの場合、ディスクロータはスチームで加熱され、凝縮したドレンは、ディスクロータが回転することにより、ディップパイプにより汲み出され、機外へ連続的に排出される。

熱媒が液熱媒の場合、熱媒は各々のディスクを順番に加熱し、他端より排出される。

どちらの方法であっても各ディスクは均等に加熱され決して温度斑はできない構造になっている。

原料はケーシングの端より投入し、ディスク先端に取付けられているパドルに、送り角度を付けることにより原料の撹拌と共に、ディスクロータの軸方向に、原料を搬送する。従ってトーラスディスクに傾斜を付けて据付

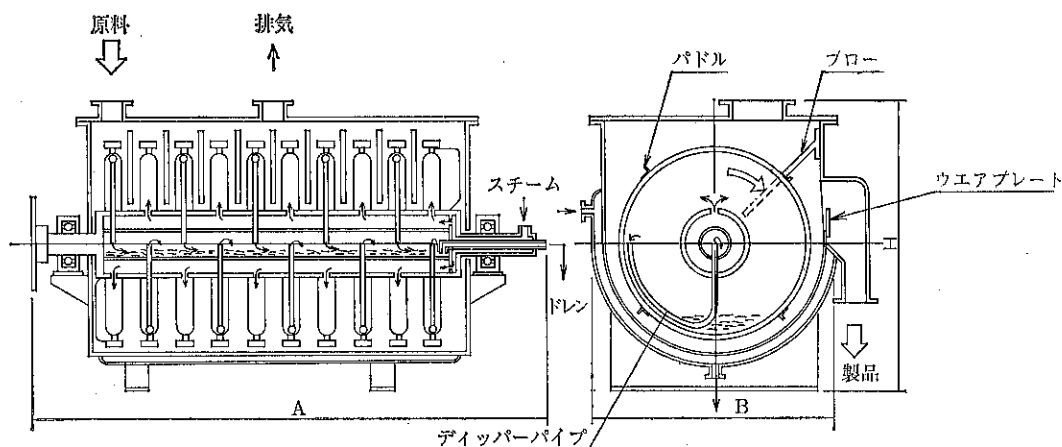


Fig. 1 トーラスディスク (熱媒: スチーム)

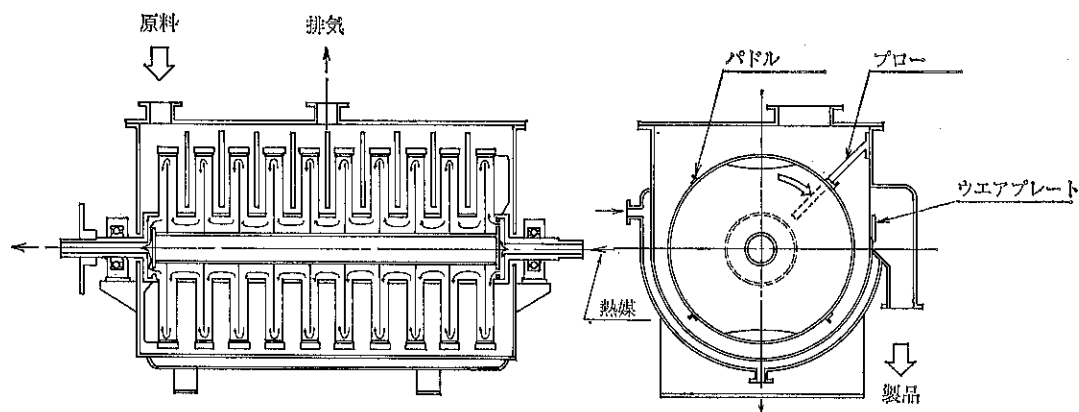


Fig. 2 トーラスディスク (熱媒：液体)

ける必要はなく、常に水平に据付ける様になっている。

各ディスク間に、ケーシングより突出しているブローは、原料がディスクロータと共回りしない様にすると同時に、ディスク間に入っている原料をかき出し、新しい原料と置換する。原料は各ディスク間を確実に経由して乾燥していき、ケーシングとディスク先端の間、ディスクロータの上部をショートパスすることはない、この様にパドルと、ブローの作用で撹拌することにより、伝熱効率を上げている。

乾燥品は他端よりオーバーフローし排出される。勿論堰の高さは、調節できる構造になっており、滞留時間を変えることができる。

Fig. 1は熱媒として、スチームを使用する機種の構造で、Fig. 2は熱媒として、液熱媒を使用する機種の構造である。

3. 特長

3.1 大きな伝熱面積

伝熱面積 7.4m^2 の TD-26-5 から 556.4m^2 の TD-96-32 まで、構造を変えることなく、各種伝熱面積をもった機種を製作することができる。従ってテスト結果に基づき、大処理乾燥装置まで、スムーズにスケールアップを行なうことが可能であり、スケールアップにより、製品の状態がテスト時と変るようなことはない。

伝熱面積の 80% 以上をディスクロータが占めている為、非常にコンパクトであり、外部への熱損失が少なく、熱エネルギーを有効に利用することができる。

3.2 大きな総括伝熱係数

総括伝熱係数は大きく、一般的に、乾粉の場合、 $70\sim 150\text{kcal/m}^2\cdot\text{hr}\cdot^\circ\text{C}$ 、湿粉の場合、 $120\sim 240\text{kcal/m}^2\cdot\text{hr}\cdot^\circ\text{C}$ 、スラリーの場合、 $240\sim 980\text{kcal/m}^2\cdot\text{hr}\cdot^\circ\text{C}$ である。

3.3 多用途

乾燥、昇温、冷却、真空乾燥、加圧操作 (乾燥、昇温、冷却)、熱風併用操作 (乾燥、昇温、冷却)、と幅広い操作を行なうことができる。

本機の適用分野は、食品、顔料、合成樹脂、無機、有機、薬品、等の広い分野で使用されている。

3.4 幅広い熱源

熱源として、スチーム、温水、冷水、熱媒、冷媒、と幅広い熱源を使用することができる。

3.5 滞留量の調節が容易

ディスク先端のパドル角度と、製品排出口の堰の高さを変えることにより、滞留量を容易に変えることができる。又各機種とも、伝熱面積に対する機内容量は、一定しており、どの機種を選定しても、滞留時間は、ほぼ一定になる。

3.6 排気ガス量が少ない

排気ガスは、蒸発ガスと、排気口附近の結露を防止する目的で流す少量のキャリアガスのみである。従って排気ガス処理が簡単で、排気ガス処理に経費を掛けなくてすむばかりでなく、熱風乾燥機に比べ、熱効率が良い。

4. 標準型式仕様

標準型式仕様を Table 1 に示したが、乾燥操作条件に最適な、特殊機種も製作可能である。

5. 適用例

トーラスディスクの代表的な適用例を Table 2 に示した。

Table 1 標準型式仕様

仕様	型式	26-5	26-7	26-10	26-14	48-5.5	48-7.5	48-11	48-15	60-12	60-17	84-13	84-18	84-25.5	96-23	96-32
伝熱面積	m ²	7.4	10.4	14.8	20.8	25.5	34.8	51.1	69.6	83.6	118.4	172.8	239.1	338.6	395.3	556.4
容量	m ³	0.28	0.40	0.56	0.79	1.02	1.38	2.04	2.77	3.54	5.01	7.53	10.5	14.7	17.7	24.6
回転数	R/M	5~30	5~30	5~30	5~30	2~16	2~16	2~16	2~16	2~12	2~12	1.5~10	1.5~10	1.5~10	1~5	1~5
標準動力	KW	2.2	3.7	5.5	7.5	11	19	22	37	37	55	75	110	150	190	300
概略寸法	A mm	2,438	3,074	4,014	5,334	3,201	3,683	4,852	6,249	5,385	7,138	5,817	8,001	10,440	9,881	12,421
	B mm	788	788	788	788	1,372	1,372	1,372	1,372	1,677	1,677	2,286	2,286	2,286	2,642	2,642
	H mm	1,093	1,093	1,093	1,093	2,058	2,058	2,058	2,058	2,617	2,617	3,480	3,480	3,480	3,963	3,963

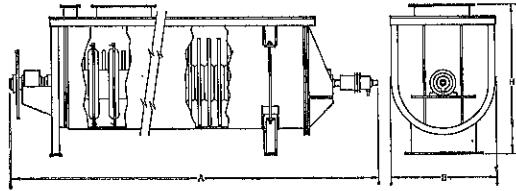


Table 2 トーラスディスクの適用例

原料名	型式	原料湿分 (W. B. %)	製品湿分 (W. B. %)	処理量 (kg/Hr)	備考
KCl	TD26-7	5	0.05以下	450	乾燥
石炭	TD48-5.5	25	5	900	乾燥
樹脂	TDJ84-13	50	1.5	3,100	乾燥
硫酸ソーダ	TD48-15	15	0.1	3,500	乾燥
除草剤	TD48-5.5	品温57°C	品温32°C	4,000	冷却
デンプン	TDJS48-11	25	0	3,600	ヘキサンの除去

(153頁のつづき)

で、変動することはまず考えられない。従って製品の品質が均一なもので安定化する。

3.3 摩耗が少ない

機械は低速回転（一般的には1~5 rpm）の運転のため機械の摩耗及び原料の粉化もほとんどない。

3.4 サニタリー構造にも容易にできる

スクリーコンベアと同様の簡単な構造であるためサニタリー構造となりやすい。

4. サーマスクリーウの型式と仕様

サーマスクリーウの型式と仕様を Table 1 に示した。

また、型式表示の意味について、記号仕様を Table 2 に示した。

5. 機器の適用

- スクリーウ型式の加熱形態の為、液体、スラリーには不適であり、構造上からも、乾燥機としてよりも加熱、冷却といった熱交換機として利用される例が多い。
- 滞留時間を厳密に一定にする必要のある熱交換（たとえばポリエステルの晶析、重合化）に使われている。
- 輸送を伴う熱交換に使われている。
- サニタリー構造による食品の熱交換に使われている。適用例を Table 3 に示した。

製品紹介

ホソカワ／ミクロン

ミクロンミキサ(リアクタ)NXV型

1. 概要

2,000台以上の納入実績のあるミクロンミキサ(NX型, NXW型, NXR型)の混合機能をそのまま生かし、真空、減圧、加圧操作のできるように発展させたものが、この稿で紹介するミクロンミキサ(リアクタ)NXV型である。

弊社、枚方試験所、東京粉体技術センターにそれぞれNXV-3, NXV-1を設置して以来その納入台数は

年々増加していく傾向にある。適用範囲としては、真空乾燥のみにとどまらず、反応、加熱、冷却、脱気などとその範囲を広げつつあり、製造プロセスの簡略化、省力化に貢献している。

2. ミクロンミキサ(リアクタ)の構造

Photo.1にミクロンミキサ(リアクタ)NXV型(NXV-15, 1,500ℓ)の外観を示した。基本的な構造は従来のミクロンミキサと全く同様である。逆円錐型の容器の中に自転、公転するスクリュをもつもので、ミクロンミキサNX型との相違点は混合槽内(作業槽内)が外部とほぼ完全に遮断されていることである。それ故に、軸封部、スクリュ支持部、胴体板厚などに特別な設計を加えている。実用機においては、使用条件に応じてその都度設計している。現時点では有効容量6,000ℓ(NXV-60)までの実績があるが、20,000ℓ(NXV-200)まで設計製造は可能である。到達真空度については、5 torrまでの実績がある。

3. ミクロンミキサ(リアクタ)の特長と利用法

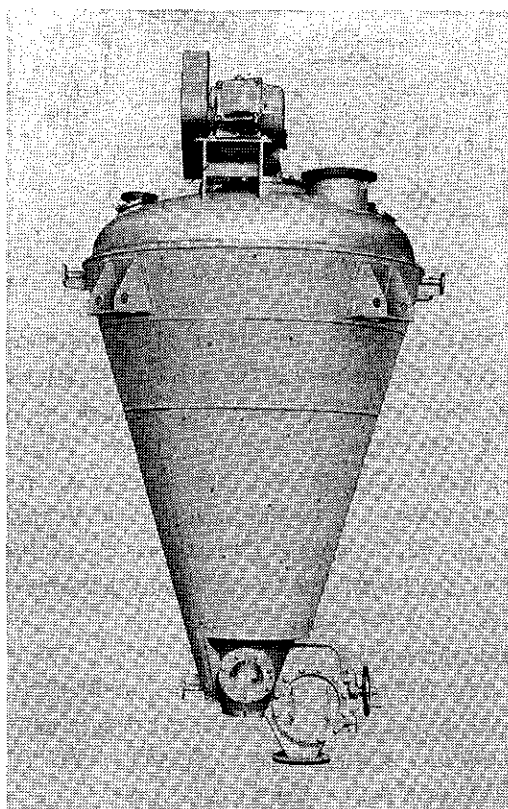


Photo. 1 ミクロンミキサ(リアクタ)NXV型
(NXV-15, 1,500ℓ)

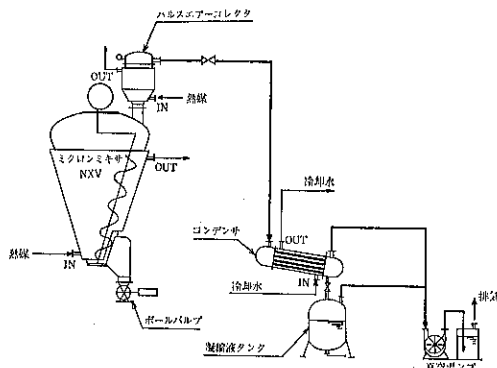


Fig. 1 ミクロンミキサNXV型の一般的フロー

Fig. 1 に真空乾燥機として利用される場合の一般的なフローを示した。

3.1 乾燥機構

V型混合槽に仕込まれた湿原料（粉粒体，スラリーなど）は自公転するスクリュによりジャケット壁面に追いやられ，ジャケットより熱を供与され品温が上昇する。加熱された湿材料はスクリュの回転により槽内を移動する。湿分の蒸発に必要な熱は材料から供与されるので，材料はそのとき品温降下を起こす。その材料が再びジャケット面に運ばれて再度加熱される。このような挙動が槽内で連続的に起こり乾燥を促進させる。また真空下であるため，蒸発物の沸点降下が起こり，その蒸発速度は常圧下に比して速い。

3.2 NXV型で真空乾燥をする目的

- a) 弱熱性物質の乾燥
- b) 溶剤の回収
- c) 低温分（減率乾燥区間）の製品を得たいとき
- d) 空気（ O_2 ，雰囲気）をきらうとき
- e) 原料替えがしばしばある場合
- f) 他工程（冷却，反応など）を省きたいとき，すなわち工程の簡略化をはかりたいとき

3.3 ミクロンミキサNXV型の特長

(i) 伝熱係数大きい

乾燥材料によって異なるが，総括伝熱係数 $U=50\sim 200\text{kcal/m}^2\text{hr}^\circ\text{C}$ が得られている。

(ii) 所要動力が小さい

2,000ℓ 処理でその所要動力は 5.5～13 kW 程度で，省エネルギー対策上有効である。

(iii) 空気遮断部が少ない

空気遮断部が少ない。従って空気のリーク量が少なく，安定した真空状態が得られ，真空ポンプ自体の容量が少なくてすむ。

(iv) 製品の排出が容易で，残留物が少ない

他の回分式乾燥機に比較してこの点は特筆すべきものである。

(v) 水洗が簡単である

従って，品種替えが比較的容易に行える。また構造が簡単であるのでメンテナンスも容易である。

(vi) 粉塵対策も万全である

当社パルスエアーコレクタ（特殊型）をNXV上部に設けることにより，コンデンサ，真空ポンプを粉塵から守る。

(vii) 工程の簡略化がはかれる

ミクロンミキサNXV型のみで混合，乾燥，反応，冷却等の工程を順次行うことが可能である。

3.4 具体例

- 1) NXVを他の真空乾燥機におきかえることにより，製品コストを30%引き下げたことがある。
- 2) 有機亜鉛安定剤の乾燥で真空回転型ドライヤをNXVにおきかえて40%のコストダウンをはかることができた。
- 3) 有機薬品の乾燥で真空箱型乾燥機をNXV型におきかえて大幅な乾燥時間の短縮ができた。

4. ミクロンミキサNXV型の適用

前項においては，真空乾燥機としてのミクロンミキサ（リアクタ）を中心に述べてきたが，この項ではさまざまな応用例について述べる。

●真空乾燥，冷却，結晶化を目的とした用途

Fig. 2 に有機薬品の真空乾燥冷却装置のフローを示した。

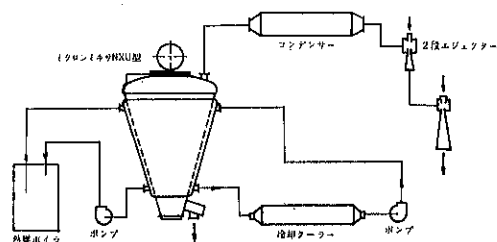


Fig. 2 有機薬品真空乾燥冷却装置のフロー

本装置はミクロンミキサで原料を加熱し，原料中に含まれる有機溶剤を回収し，次に冷却して有機薬品を乾燥，結晶化させたものである。即ち，有機溶剤（ベンゼン系）を含む材料をミクロンミキサに仕込み，ジャケットに熱媒体を送り，槽内を約 200°C に加熱する。有機溶剤は2段エジェクターで吸引され，コンデンサーで凝縮して回収される。乾燥が終了すれば，ジャケットの熱媒体は，冷却用熱媒に切替えられ，結晶化および冷却が行われ，工程が終了する。

●加圧操作を伴う真空乾燥の応用例

食品の殺菌工程をミクロンミキサで行った例がある。

材料を投入したのち，ジャケットおよび機内に加圧蒸気を導入し，材料を加圧状態で加熱殺菌をしておいて，機内を徐々に減圧し，乾燥させるものである。

●イナートガス中での混合，乾燥らの操作を行う場合

空気中では，酸化反応等で変質したりする材料を N_2

ガスらのイナーートガス中で操作する場合、又固気反応を槽内で起こさせる場合にもミクロンミキサは適用できる。例えばカイロ剤、赤リン等の空気中で激しく反応するものの混合の場合、機内に N₂ ガスを導入し、その雰囲気下で混合、加熱、冷却等の操作をおこなっている。

●脱気を目的とする場合

品質管理上スラリ、又はペースト中の気泡をできるだけ少なくするため真空脱気操作を本機で行うことができる。代表的な例は練歯磨の製造工程でのミクロンミキサの利用である。

なお、ミクロンミキサ（リアクタ）NXV型の納入例を Table 1 に示した。

Table 1 ミクロンミキサ（リアクタ）NXV型納入実績の一例

	型 式	容 量	原 料 名	用 途	備 考
食 品	NXV-20	2,000ℓ	食 品	脱気、混合	混合比 1/10000
	NXV-20	2,000ℓ	果 汁 粉 末	乾 燥	
	NXV-40	4,000ℓ	澱 粉	加 圧	空気輸送
	NXV-6	600ℓ	チ ョ コ レ ー ト	殺菌、乾燥	
薬 品	NXV-60	6,000ℓ	医 薬 品	乾 燥	溶剤回収
	NXV-35	3,500ℓ	医 薬 品	混 合	N ₂ 置換
	NXV-20	2,000ℓ	有 機 薬 品	乾燥、結晶化、冷却	
	NXV-10	1,000ℓ	医 薬 品	乾 燥	溶剤回収
	NXV-3	300ℓ	動 物 用 薬 品	N ₂ 加圧、混合	
	NXV-20	2,000ℓ	練 歯 磨	脱気、混合	
無 機 物	NXV-15	1,500ℓ	フ ェ ラ イ ト	乾 燥	溶剤回収
	NXV-10	1,000ℓ	フ ェ ラ イ ト	混、練脱気	
	NXV-10	1,000ℓ	無 機 物	乾燥、反応、冷却	
	NXV-1	100ℓ	酸 化 鉄	乾 燥	溶剤回収
染料・ 顔料	NXV-20	2,000ℓ	染料 中間体	乾燥、結晶、反応	溶剤回収
	NXV-20	2,000ℓ	染料 中間体	乾 燥	溶剤回収
	NXV-20	2,000ℓ	顔 料	乾 燥	
	NXV-15	1,500ℓ	染 料	乾 燥	
樹 脂	NXV-60	6,000ℓ	熱可塑性樹脂	乾 燥	溶剤回収
	NXV-6	600ℓ	ナイロンチップ	乾 燥	
	NXV-2	200ℓ	ポ リ マ ー	乾 燥	溶剤回収
濃 薬	NXV-19	1,900ℓ	農 薬 原 体	乾 燥	溶剤回収
	NXV-20	2,000ℓ	農 薬	乾 燥	溶剤回収
そ の 他	NXV-30	3,000ℓ	塩 化 物	混 合	N ₂ パージ

製品紹介

リーツ サーマスクリュー

1. 概要

サーマスクリューは米国の有名な食品化学機械メーカーのリーツ社と当社が1979年に日本国内において独占販売提携を行なったスクリューコンベアー型式の間接加熱乾燥機である。

サーマスクリューは原料を輸送しながら効率的に熱交換する機構になっており、特に食品工業、化学工業に適した熱交換機として開発された。

2. サーマスクリューの構造

外観上は普通のスクリューコンベアと同じであるが、スクリューケーシングに加熱用ジャケットをとりつけ、外面より熱を与えるだけでなく、スクリューブレードにも熱源が通せるように二重にし、Fig. 1のようにロータリージョイントを経て機外との接続をしてある。

又熱源が温水のような液体の場合と異なり蒸気の場合

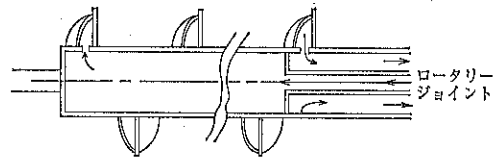


Fig. 1 サーマスクリューの構造（熱媒体が液体（冷却水、温水等）の場合）

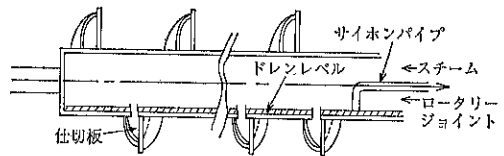


Fig. 2 サーマスクリューの構造（熱媒体がスチームの場合）

な凝縮性ガスの場合にはスクリューの構造は Fig. 2 のように変わる。

原料の湿分、製品湿分、能力、その他の条件により、

Table 1 型式及び仕様



型 式	A	シングル スクリュー型			ツイン スクリュー型		
		B	C	全伝熱面積	B	C	全伝熱面積
TJ 8×8	350 mm	2,261 mm	325 mm	3.04 m ²	3,632 mm	625 mm	5.35 m ²
8×10	400	2,870	400	3.88	4,241	800	6.84
8×12	450	3,480	450	4.72	4,851	1,000	8.31
8×14	500	4,090	500	5.55	5,461	1,200	9.75
TJ 12×10	525	4,165	450	5.31	4,496	725	9.54
12×12	600	4,775	600	6.50	5,106	900	11.7
12×14	650	5,385	650	7.68	5,715	1,100	13.8
12×16	700	5,994	700	8.86	6,325	1,300	15.9
TJ 16×12	650	4,979	575	8.82	5,207	900	16.1
16×14	700	5,588	650	10.5	5,816	1,100	19.1
16×16	750	6,198	700	12.1	6,426	1,300	22.0
16×20	850	7,417	850	15.4	7,645	1,600	28.0
TJ 24×12	850	6,055	750	15.9	4,648	1,250	29.5
24×14	900	6,664	800	18.9	5,258	1,450	35.0
24×16	950	7,274	850	21.8	5,867	1,650	40.4
24×20	1,050	8,493	950	27.7	6,901	2,050	51.4
24×24	1,150	9,712	1,050	33.7	8,220	2,450	62.4

Table 2 サーマスクリュー記号仕様

型式	サイズ	スクリュー数	材 質	ボディ形式	ローター形式	長 寸
TJ	8 - 8"	1	鋼 鉄	2 - ジャケット無し のトラフ	2 - ソリッド スクリュー	82 - 2'
	12 - 12"	2	ステンレス （ジャケット部 は鉄材）	3 - ジャケットトラフ	3 - ホロー スクリュー	94 - 4'
	16 - 16"	3		4 - パイプ付きの ジャケットトラフ	4 - ホロー スクリュー	98 - 8'
	24 - 24"	4		5 - パイプなしの ジャケットトラフ	5 - ホロー スクリュー	10 - 10'
				6 - 特別	6 - 特別	12 - 12'
						15 - 15'
						20 - 20'
						30 - 30'

例 TJ 16 - 1 H 3 3 20

Table 3 サーマスクリュウ適用例

原 料	型 式	スクリュウ回転数 (rpm)	熱 媒	用 途 及 び 備 考
ポリエチレン テレフタレート	TJ-8-2K3315	1.9~13.6	スチーム	加熱及び晶析
ポリマーレジン	TJ-24-1K3320	5~35	水	冷 却 (98°C→54°C)
ステアリンモノマー	TJ-15-1K4408	45	スチーム	加 熱 (重合化)
ナイロンペレット	TJ-16-1K3314	0~8	水	冷 却 (126°C→54°C)
セルロース	TJ-28-1K3428	4~16.7	水	冷 却 (76°C→21°C)
メチルアルコール	TJ-16-1H3315	3.1	スチーム	蒸 発 (70%→30%)
ヘキサン	TJ-8-1H3312	1~5	スチーム	乾 燥
食 塩	TJ-8-1K3308	2~19	スチーム	乾 燥
"	TJ-24-1H3320	2~9	水	冷 却 (426°C→62°C)
リン酸ソーダ	TJ-29-1H3428	9	水	冷 却 (471°C→76°C)
酸化ウラン	TJ-8-1K3508	10~100	水	冷 却 (760°C→65°C)
酸化バナジウム	TJ-12-1K3310	3	水	冷 却 (648°C→148°C)
生 石 灰	TJ-12-1H3315	18	水	冷 却 (398°C→121°C)
水酸化リチウム	TJ-16×16	0.66~3.9	スチーム	乾 燥 (10%→3%)
Mg CO ₃ 純度 (95%)	TJ-8-2K3315		スチーム	乾 燥 (11%→0.34%)
モリブデン	TJ-12-1H5215	0.4~4	スチーム	乾 燥 (15%→6%)
ニッケル粉	TJ-18-1H3320	0.6~4	水	冷 却 (104°C→48°C)
硝酸アンモニウム	TJ-15-1H3314	2.2~11	水	冷 却 (U値15~20)*)
硫酸アンモニウム	TJ-29-1H3425	1.1~9.6	水	冷 却 (132°C→73°C)
炭酸バリウム	TJ-16-2H3320		水	冷 却 (748°C→93°C)
リン酸カルシウム	TJ-12-1H3410		水	冷 却 (648°C→48°C)
酸 化 鉄	TJ-12-1H3310	2~10	水	冷 却 (648°C→93°C)
酸 化 鉛	TJ-24×24	17~52	スチーム	乾 燥 (50%→5%)
ざくろ石	TJ-16-1K3315	0.2~2	スチーム	乾 燥
グラファイト灰	TJ-12-1H3315		水	冷 却 (926°C→260°C)
(焼却炉より)	TJ-16-1H3315	1~10.2	水	冷 却 (760°C→121°C)

*) U値：総括伝熱係数

滞留時間の調節をする必要があれば、スクリュウの回転数の変更により容易に変えることができる。

プラグフロー性は抜群で、バックミキシングはないと考えてよいし、輸送コンベアーを兼ねての熱交換機となり得る。

3. サーマスクリュウの特長

3.1 輸送しながら熱交換できる

本機は外観上スクリュウコンベアーと同様なので当然

3.2 滞留時間を一定に保つことができる

滞留時間はスクリュウの回転数によって決定されるの
(148頁へつづく)

製品紹介

混 合 機

粉粒体の混合は2種類以上の粉粒体をまぜ合せて均質なものを得る操作である。粉粒体は相互に溶解する液体やガス体と異なって自己拡散的性質がないので、粉粒体を装入した容器を回転させるとか、粉粒体層を機械的に攪拌するとかの外力を加えて混合は進行する。

混合機は攪拌の方法によって容器回転型、機械攪拌型、気流攪拌型、重力型と無攪拌型とに大別される。容器回転型は容器自体を回転させて、装入粉粒体の全体の移動運動によって混合を促進するもので、ダブルコーン型やV型がこれに相当し、一般的には小容量の適用が多く、多種少量生産向きと言える。機械攪拌型は、容器は固定し、そのなかに装着した攪拌羽根の回転によって粉粒体を攪拌し混合を促進するもので、小容量から大容量まで製作が容易である。気流攪拌型は気流によって容器（サイロ）内の粉粒体を搬送、又は流動化することによって混合し、重力型は容器（同じくサイロ）内の各所のノズルへの粉粒体の落下、その集合、搬送などの繰返しによって混合するもので、この両者共一般に巨大容量である。無攪拌型は集合、分離する管路内に流動性のよい

粉粒体を流下させて混合をはかるものである。これら混合機の型式のうち、弊社製品は機械攪拌型に属するので、機械攪拌型混合機の一般的特性について記す。

攪拌羽根の装入粉粒体に与える運動は低速回転のものでは攪拌羽根の周辺におこる局所的な剪断と拡散とに容器内での粉粒体の循環流が加わって混合が促進される。攪拌羽根の高速回転のものは剪断と拡散とを主体として粉粒体の瞬間的な分散混合となっている。

機械攪拌型の適用分野としては容器回転型よりも広く付着性、凝集性のある粉粒体の混合、水分や油分の添加なども可能である。

一方、容器は固定されているのでシステムに組込み易く別掲のような混合装置などが納入されている。

なお混合操作の回分式か連続式かは混合機の構造と機能によって決るものであるが、連続式では外形的には小型ではあるが処理能力は大きい。

機械攪拌型混合機として弊社製品はリボンブレンダ、ミクロンミキサ、タービュライザ、ランミックスシステムなどあり、以下詳細な解説がなされる。

製品紹介

ホソカワ／ミクロン

ミクロンミキサ(リアクタ)

1. 概要

当社の主力混合機であるミクロンミキサは、1963年より今日迄、2000台以上の納入実績があり、容器固定型遊星運動スクリュ付混合機として、国内はもとより国際的にも代表的な混合機の一つになっている。かつては回分式混合機の主力は、リボンブレンダとか容器回転型ブレンダであったが、混合精度、動力、排出残量等の種々の要因からミクロンミキサに置き換えられてきた。使用目的も多岐にわたり、粉体と粉体、粉体と液体の混合はもとより、混練、造粒(球形化)、反応、乾燥等の多くの目的に使用されている。こういった種々の用途に合わせて、ミクロンミキサの特殊型やオプションも数多くそろい、広範なユーザーの要望に応じている。

2. ミクロンミキサの構造

2.1 ミクロンミキサの種類

ミクロンミキサには単胴体の基本型であるNX型と、NXW型、NXR型及び複胴体のCX型がある。この他に真空乾燥機及び反応機用としてNXV型がある。

Fig.1～Fig.5にそれぞれの構造を示した。

2.2 ミクロンミキサの機構

i) NX型の機構

ミクロンミキサの動力は、まずモータからギヤボックスに、ギヤボックスからスイングアームに、スイングアームからスクリュに伝わる。型式によってモータが1台のものと2台のものがあるが、いずれの場合もギヤボックス内で減速されて、スイングアームに動力伝達される。公転はスイングアームのケースそのものに伝達され、自転はスイングアーム内部のベベルギヤ付シャフトによって伝達される。そしてスイングアームの回転は、カップリングを介してスクリュに伝わる。スクリュはスイングアームに吊下げられた小型のものと、スクリュ下

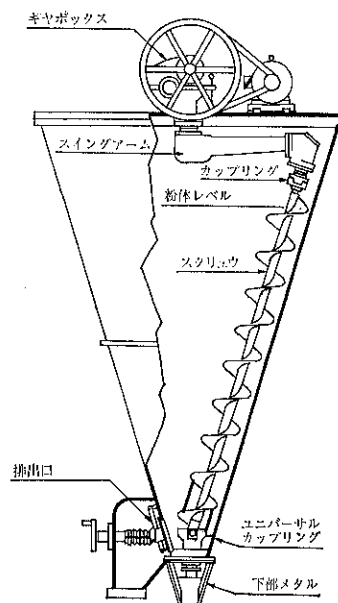


Fig. 1 ミクロンミキサ構造図(NX型)

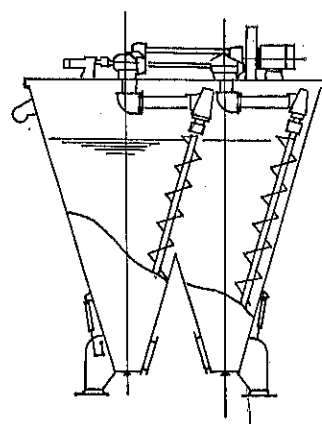


Fig. 2 CX型

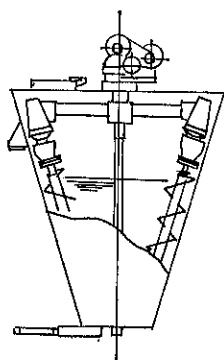


Fig. 3 NXW型

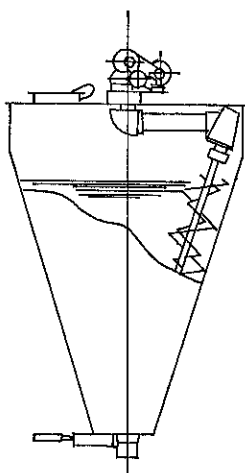


Fig. 4 NXR型

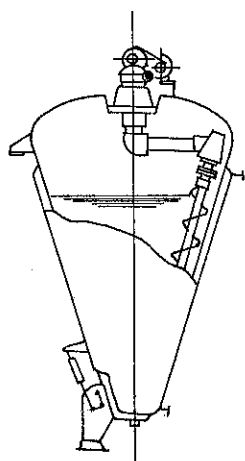


Fig. 5 NXV型

部にユニバーサルジョイントまたはピンジョイントを接続してスクリュの両端を支持する大型のものがある。

以上のような動力伝達経路で、スクリュは自転をしながら壁面にそって公転する。

ここで、自公転別々のモータで駆動する場合には、必ず自転起動後に公転が起動する様に、操作盤でインタロック回路を設ける必要がある。特に大型機の場合は、自転起動後、10秒程遅らせて公転を起動するのがよい。これは静止粉体層内で公転だけを動かすと、非常に過負荷になりやすい為である。逆に停止する場合は、自公転同時に止めるか、あるいは公転停止後、自転を停止する必要がある。いずれにせよ、公転のみの運転を避ければよい。

ii) CX型の機構

CX型は Fig. 2 の様にNX型2台を一体化したもので、動力の伝達機構はNX型と同じである。ただスクリュの位置が、常に左右同じ位置になる様にする為、ギヤボックスの入力公転軸は連結され、公転用モータは1台で使用する。自転用のモータは、小型の場合は1台、大型の場合は2台使用する。

CX型は、NX型の特長を全て持ち合わせており、さらに次のような利点がある。

- a) 同一容量であれば、NX型に較べ相当高さが低くなる。
- b) 混合時間は、同一容量のNX型に較べ約半分に短縮できる。
- c) 混合動力が問題となって大型化が困難な場合にも、NX型の2倍までは大きくする事が可能である。

iii) NXW型の機構

NXW型はFig.3の様に、単胴ケーシングに2本のスクリュがセットされている。伝達機構はNX型と同じであるが、スイングアームは両側に伸び、2本のスクリュの自転方向は、互に反対方向になる。しかしスクリュブレードのネジ方向は互に逆になっているので、2本のスクリュで粉体を上昇させながら公転運動をする形になる。

このタイプも、NX型と同じ特長をもっており、さらに次の利点が挙げられる。

- a) ケーシング底面がNX型より相当大きくなるので、同一容量であれば全高が低くなる。
- b) 2本のスクリュで混合する為、混合時間を半分以下に短縮できる。

iv) NXR型の機構

NX型のスクリュを2重リボンブレードスクリュに変えたのがNXR型である。従って動力伝達機構は、NX型と全く同じ機構になっている。NXR型はNX型よりも自転周速が早いので粉体あるいは液体に大きな剪断力が加わり、混練効果が大きくなる。従ってペースト化や比重差が著しく異なる混合に適している。

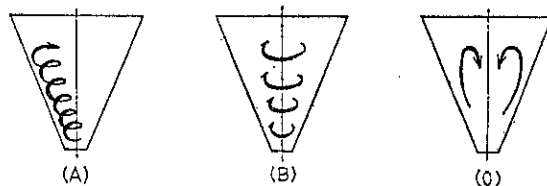


Fig. 8 混合の原理, 粒子群のフローパターン

3. ミクロンミキサの混合原理

容器内に開放されたスクリュの自公転により, 投入原料は複雑な混合運動をする。これが容器内にケース付の傾斜スクリュまたは垂直スクリュを設備したものであれば, 混合速度は下方から持ち上げられる粉体の輸送量で決定される。ミクロンミキサのスクリュはケース壁面以外の全方向で開放されているから, 粉体は全体として上昇運動はしているが, スクリュの各ピッチ毎に上昇と周囲粉体との攪拌が行なわれており, 且つ公転により混合死角をなくしているの, 単なるスクリュによる混合とは大差がある。この粉体の混合運動をして分類すれば次の3運動となろう。

- i) 粉体の上昇運動 Fig. 6(A)に示すように, スクリュの自転により容器内の粉体は壁面にそって上昇攪拌される。
- ii) 粉体のらせん運動 自転と同時にスクリュが公転するから Fig. 6(B) のように粉体は公転により容器にそって順次円運動を起こす。
- iii) 粉体の下降運動 粉体の上昇運動に伴いスクリュの通っていない部分の粉体は下降運動を起こす。これを Fig. 6(C) に示す。この位置はスクリュの公転に伴い順次移動し, 下降した粉体は容器底部で再混合されて上昇して行く。

以上, 三つの混合運動が立体的に複合したいわゆる交叉流混合により精度の高い迅速な混合が行われる。尚, CX型はNX型を2台合わせたものであるから, 上記以外に容器内相互の粉体移動が併せ起り, 混合が促進される。

4. ミクロンミキサの特長

4.1 迅速混合

混合翼であるスクリュによる粉体移動量が大きく, しかも壁にそって自公転するという無駄な動きのない合理的な混合原理から, 混合時間は極めて短かくてすむ。300ℓクラスのものなら3~10分, 3000ℓクラスでも15~45分程度で殆んど混合は完了する。

4.2 精密混合

Fig. 7に示す様に, 迅速混合と共に正確な混合ができる。

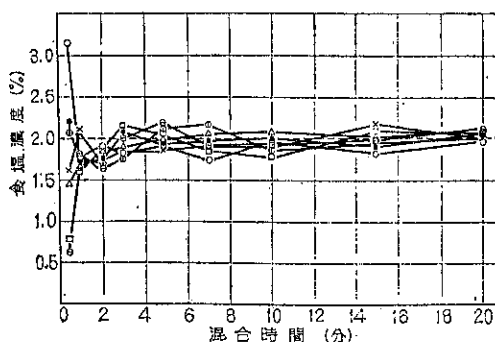


Fig. 7 ミクロンミキサによる炭酸カルシウムと食塩の混合(混合比98:2)

テスト機	NX-1 (作業容量100ℓ)
自転	90RPM
公M	3RPM
電動機	1.5kW×6P
混合粉体	炭酸カルシウム 平均粒度 120 Mesh 食塩
混合比	炭カル:食塩=98:2 (重量比)
混合重量	125kg
試料採取	7カ所 1回のサンプル量 0.5g
濃度測定	溶解させた試料にクロム酸カリ溶液を指示薬として加え硝酸銀溶液で滴定。

この様に, 混合比が比較的高く且つサンプル量が0.5gという非常に微量で厳しい測定基準であっても, 2~3分で混合は完了している。納入実績の中には数万分の1の混合をブレミックスなしで行っている例もある。

4.3 混合後の偏差変動がほとんどない

一般の混合機では偏差の収斂分散が大きく, いったん設定した混合時間は変更し難い。ミクロンミキサではFig. 7のように混合完了後の偏差変動が少いので前後機器の能力に応じて運転時間を変更しても品質への影響は少ない。

4.4 混合動力が僅少

Table 1 に各作業容量に対する所要動力を列記してあるが他の混合機に比してきわめて少い。特に大型機になれば絶対動力差は大きく運転経費を大きく削減できる。ミクロンミキサの動力はスクリュの自転に大部分が消費され公転動力は僅少である。これはスクリュの自転により粉体が上昇運動をすると同時に周辺の粉体が流動化されるので公転負荷が軽くなる為であるある実験によればスクリュの自転回転数を上げると比例的に自転動力は上昇するが、公転動力は逆に減少するデータを得ている。

Table 1 所要動力比較表(単位kW)
粉体のかさ密度を0.6gr/cc とした時

作業容量(ℓ)	1,000	2,000	5,000	10,000
混合機型式				
二重円錐型	2.2	5.5	19	—
V 型	3.7	7.5	22	—
リボン型	7.5	11	22	—
N X 型	2.2	3.7	9.0	12.5

4.5 発熱僅少

所要動力が少ないから、当然機内発熱も少ない。従って軟化点が50℃位の低融点物質の混合も十分に可能である。

4.6 粉体の損傷が少ない

容器内でスクリュが自公転しているが、粉体に与える損傷は少ない。

4.7 排出容易で残量は殆んどなし

極端に流動性の悪い粉体あるいは湿った粉体であっても、排出は非常に容易である。スクリュを自公転しながら排出するので、排出速度は0.5~5m³/min と非常に速く、排出時間はむしろ排出口に接続される輸送機の能力に左右される。

またデッドスペースが殆んどないので、排出残量も僅少である。

4.8 清掃簡便

機内にはスクリュが1本あるだけのシンプルな構造の為、機内の清掃は非常に簡単にできる。水洗後の機内乾燥もケーシングをスチームジャケット付にする事で、短時間で滅菌乾燥する事ができる。

4.9 大容量型の製作が容易

容器固定型であり、自公転するスクリュ径が容器寸法に比べて、小さくまた消費電力も少ないから、大型機の製作が容易にできる。NX型では作業容量22m³まで、CX型では20m³までの製作実績がある。また要望により現段階でCX型の場合には40m³まで製作可能である。

5. 各種ミクロンミキサの使用例及びオプション機構

5.1 豊富なオプション機構

ミクロンミキサは、過去20年近く多くのユーザーの要望に応える為、種々のオプションを開発してきた。その一部を次に紹介する。

i) 液体添加機構(マイクロインジェクション)

Fig.8 のように、ギヤボックス及びスイングアームを貫通して、パイプを機内に挿入し、パイプ先端にスプレーノズルを取付けたものがマイクロインジェクションである。マイクロインジェクションの1次側にはロータリジョイントが取付けられており、これに小型ポンプあるいは圧空にて1~5Kg/cm²G位に加圧された液配管を接続すれば、霧状のスプレができる。霧滴はスクリュが公転する方向の直前の粉面に噴霧される為、粉体と液体の精密な混合ができる。

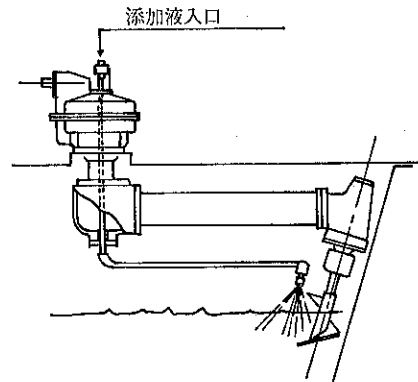


Fig. 8 マイクロインジェクション

ii) 凝集塊の解砕機構と混合促進効果

混合物に凝集塊のある時、または混合物に液体添加をして凝集塊ができるような時にランブブレーカを使用すれば、凝集塊を解砕すると同時に良好な混合結果を得ることができる。

ただしランブブレーカは粉碎機ではないから混合原料中の凝集塊を一定粒度以下にしたり、硬質の凝集塊の解砕や低融点物質の解砕には不適當である。

次にランブブレーカを併用して良好な混合結果を得たテスト例を示す。炭酸カルシウム粉と青色顔料を重量比

998:2の混合比で混合し、ランプブレーカのついている時とついている時とで混合度を比較した。混合度は白度で測定した。すなわち炭酸カルシウムに青色顔料がよく混合分散されると白度は低下していくから、一定時間毎にサンプリングして白度計で測定すれば比較できる。Fig.9はその結果を示したもので明らかにランプブレーカを使用した方が白度は低下し原料の微少単位に至るまで顔料がよく混合されている。

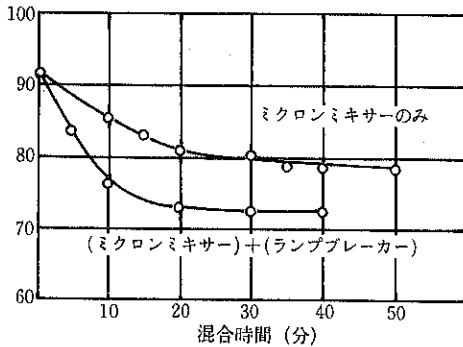


Fig. 9 ランプブレーカ有無の比較

iii) ロードセルの取付 (Fig. 10)

ミクロンミキサーは運転時の振動がほとんどないため、ブラケット部にロードセルを取付ければ、容易に投入量

あるいは排出量を本体ごととしても運転中でも計量する事ができる。通常運転時の振動や偏荷重による計量値の振れ巾は $\pm 1\text{kg}$ 以内である。またミクロンミキサーの停止時に計量すれば、一般の計量ホップと同一の計量精度を得る事ができる。

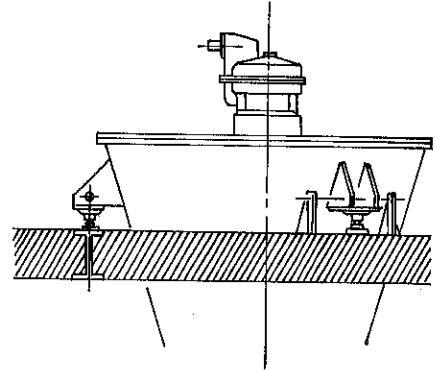


Fig.10 ロードセル付ミクロンミキサー

iv) 加熱、冷却及び乾燥

ケーシングにジャケットを取付ける事により、粉体の加熱、冷却、乾燥及び反応等の操作を容易にする事ができる。真空乾燥及びリアクタとしてはNXV型が揃っている。耐熱的には200°C位迄使用可能である。詳細につ

Table 2 ミクロンミキサー各種標準型式仕様

(1) NX型標準型式仕様

仕様	型式	NX-S	NX-1	NX-2	NX-3	NX-6	NX-10	NX-15	NX-20	NX-30
作業容量	ℓ	30	100	200	300	600	1,000	1,500	2,000	3,000
主モータ	KW (P)	0.75 (4)	1.5 (6)	2.2 (6)	2.2 (6)	2.2 (6)	2.2 (6)	3.7 (6)	3.7 (6)	5.5 (4)
	KW (P)	—	—	—	—	—	—	—	—	1.5 (4)
副モータ	型式	—	—	—	—	—	—	—	—	HM2
	減速比	—	—	—	—	—	—	—	—	29
回転数	自転	R.P.M. 100	90	60	60	60	60	60	60	60
	公転	R.P.M. 3.5	3	2	2	2	2	2	2	2
下部メタ	なし	なし	なし	なし	なし	あり	あり	あり	あり	あり
概略寸法	容器高さ(H ₁)	mm 830	1,126	1,381	1,561	1,945	2,285	2,595	2,845	3,260
	全高(H ₂)	mm 1,800	2,100	2,370	2,600	2,945	3,285	3,630	3,880	4,300
	最大径(D)	mm 590	1,062	1,218	1,328	1,550	1,758	1,978	2,130	2,412
概略重量	kg	150	600	700	800	850	950	1,050	1,150	1,200

仕様	型式	NX-40	NX-50	NX-60	NX-70	NX-80	NX-100	NX-150	NX-200	NX-250
作業容量	ℓ	4,000	5,000	6,000	7,000	8,000	10,000	15,000	20,000	25,000
主モータ	KW (P)	7.5 (4)	7.5 (4)	11.0 (4)	11.0 (4)	11.0 (4)	11.0 (4)	18.5 (4)	18.5 (4)	30.0 (4)
	KW (P)	1.5 (4)	1.5 (4)	1.5 (4)	1.5 (4)	1.5 (4)	1.5 (4)	1.5 (4)	1.5 (4)	1.5 (4)
副モータ	型式	HM2	HM2	HM2	HM2	HM2	HM2	HM2	HM2	HM2
	減速比	29	29	29	29	29	29	29	29	29
回転数	自転	R.P.M. 60	60	60	60	60	60	60	60	60
	公転	R.P.M. 60Hz 50Hz 1.5 (1.2)	1.5 (1.2)	1.5 (1.2)	1.5 (1.2)	1.5 (1.2)	1.5 (1.2)	1.5 (1.2)	1.5 (1.2)	1.5 (1.2)
下部メタ	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり	あり
概略寸法	容器高さ(H ₁)	mm 3,905	4,165	4,395	4,605	4,800	5,130	5,760	6,337	6,750
	全高(H ₂)	mm 5,205	5,465	5,695	5,905	6,100	6,430	7,140	7,800	8,130
	最大径(D)	mm 2,819	2,977	3,119	3,246	3,364	3,568	4,014	4,360	4,620
概略重量	kg	2,400	2,600	2,800	2,900	3,000	3,300	5,500	6,000	6,500

標準駆動モータおよび減速機構の負荷は、各型式の最大作業容量において、混合原料の見掛比重0.6gr/ccを標準として設計されていますので、これを超えるときは型式により変更を必要とする場合もありますから、ご相談ください。

(2) CX型標準型式仕様

仕様		型式	CX-4	CX-6	CX-10	CX-20	CX-40	CX-60	CX-120	CX-200
作業容量	ℓ		400	600	1,000	2,000	4,000	6,000	12,000	20,000
主モータ	KW(P)		2.2(4)×1	3.7(4)×1	3.7(4)×1	5.5(4)×1	7.5(4)×1	11.0(4)×1	11.0(4)×2	11.0(4)×2
副モータ	KW(P)		0.4(4)	0.4(4)	0.4(4)	0.75(4)	1.5(4)	1.5(4)	2.2(4)	2.2(4)
	型式		HM05	HM05	HM05	HM1	HM2	HM2	HM3	HM3
	減速比		29	29	29	29	29	29	29	29
回転数	自転	R.P.M.	60	60	60	60	60	60	60	60
	公転	R.P.M.	60Hz 50Hz 2 (1.7)	2 (1.7)	2 (1.7)	2 (1.7)	2 (1.7)	2 (1.7)	1.5(1.2)	1.5(1.2)
下部メタ	タ	ル	なし	なし	あり	あり	あり	あり	あり	あり
概略寸法	容器高さ(H ₁)	mm	1,380	1,560	1,890	2,345	2,925	3,355	4,495	5,310
	全高(H ₂)	mm	2,003	2,193	2,775	3,230	3,810	4,240	5,850	6,335
	最大径(D ₁ ×D ₂)	mm	1,217×1,847	1,327×2,012	1,514×2,246	1,819×2,664	2,174×3,194	2,439×3,594	3,159×4,709	3,680×5,560
概略重量	kg		1,100	1,200	1,550	1,850	2,300	2,700	6,000	9,000

標準駆動モータおよび減速機構の負荷は、各型式の最大作業容量において、混合原料の見掛比重0.6gr/ccを標準として設計されていますので、これを超えるときは型式により変更を必要とする場合がありますから、ご相談ください。

(3) NXW型標準型式仕様

仕様		型式	NXR-10	NXR-20	NXR-30	NXR-40
作業容量	ℓ		1,000	2,000	3,000	4,000
主モータ	KW(P)		3.7(4)	5.5(4)	7.5(4)	11.0(4)
副モータ	KW(P)		1.5(4)	1.5(4)	1.5(4)	1.5(4)
	型式		HM2	HM2	HM2	HM2
	減速比		29	29	29	29
回転数	自転	R.P.M.	60	60	60	60
	公転	R.P.M.	60Hz 50Hz 2 (1.7)	2 (1.7)	1.5 (1.2)	1.5 (1.2)
下部メタ	タ	ル	あり	あり	あり	あり
概略寸法	容器高さ(H ₁)	mm	1,900	2,248	2,545	3,450
	全高(H ₂)	mm	3,035	3,262	3,705	4,795
	最大径(D)	mm	2,084	2,262	2,430	3,015
概略重量	kg		1,000	1,200	2,000	3,000

標準駆動モータおよび減速機構の負荷は、各型式の最大作業容量において、混合原料の見掛比重0.6gr/ccを標準として設計されていますので、これを超えるときは型式により変更を必要とする場合がありますから、ご相談ください。

(4) NXR型標準型式仕様

仕様		型式	NXW-30	NXW-50	NXW-100
作業容量	ℓ		3,000	5,000	10,000
主モータ	KW(P)		11(4)	15(4)	22(4)
副モータ	KW(P)		1.5(4)	2.2(4)	2.2(4)
	型式		HM2	HM3	HM3
	減速比		29	29	29
回転数	自転	R.P.M.	60	60	60
	公転	R.P.M.	60Hz 50Hz 1.5 (1.2)	1.5 (1.2)	1.5 (1.2)
下部メタ	タ	ル	あり	あり	あり
概略寸法	容器高さ(H ₁)	mm	2,630	3,640	4,400
	全高(H ₂)	mm	3,651	4,714	5,474
	最大径(D)	mm	2,500	3,203	3,660
概略重量	kg		3,500	4,500	5,500

標準駆動モータおよび減速機構の負荷は、各型式の最大作業容量において、混合原料の見掛比重0.6gr/ccを標準として設計されていますので、これを超えるときは型式により変更を必要とする場合がありますから、ご相談ください。

いてはNXVの項を参照されたい。

v) 品温測定機構

マイクロインジェクションと同様に、ギヤボックスおよびスイングアームを貫通してパイプを挿入する事により、隔測あるいは遠隔どちらでも原料温度を運転中に実測する事ができる。

vi) 排出口の種類

排出口は、スイングダンパ型とスライドゲート型の2種類を標準型として用意している。それぞれ、手動方式とエアシリンダによる自動方式がある。またオプションとして液体用のタンク底ポールバルブ付のものや、ダンパの開度調節機構等の付属品も多数ある。

Table 3 ミクロンミキサ納入例

業 種	型 式	混 合 物 名	用 途	備 考
食 品	NX-20	乾燥味噌、醤油	インスタント食品用混合	ビンジョイント、空調室設置
	NX-10	粉末チーズ	混 合	水冷ジャケット、スクリュ テフロンコーティング
	NXR-20	小麦粉、砂糖、ショートニング	プレミックス	OX用 G Box 55KW+1.5KW
	NXW-30	プレミックス	ロット調整	ビンジョイント、排出口2ヶ所
	NX-10	小麦粉コーン	インスタントスープ用混合	ビンジョイント
	NX-100	小麦粉ショートニング	プレミックスロット調整	11KW+1.5KW
	NX-6	コーヒ豆	ブレンド	ビンジョイント
	NXV-20	食 品	流 動 食	N ₂ 中、真空200Torr、ジャケット付
	NX-30	ソルビン酸	加 湿 用	インジェクション、ランプ付、造粒機前工程
	NX-70	コンニャク	混合、ロット調整	15KW+1.5KW
薬 品	NX-30	医 薬 品	混 合	ビンジョイントOX用 G Box使用 耐圧ケーシング
	NX-20	漢 方 薬	混 合	
	NXR-15	胃 腸 薬	混 合	ビンジョイント
	NXV-60	医 薬 品	乾 燥	11KW+1.5KWボールジョイント20Torr 50°温水
金 属	NX-30	アルミ粉	シルバー塗料用	ビンジョイントN ₂ 吹込式
	NX-70	アミル灰	製鋼所用	11KW+1.5KW
	NX-60	酸化アンチモン	ロット調整	
	NX-15	酸 化 鉄	ビデオ、カセット用	N ₂ 中耐圧型ボールジョイント
窯 業 建 材	NX-30	セメント、砂、繊維	壁 材 用	5.5KW
	NX-100	石 膏	混 合	見掛比重 1.0g/cc、18.5KW+1.5KW
	NX-20	炭カル、チタン	道路用、白線、黄線	5.5KWインジェクション付
	NX-100	フライアッシュ、カーボン	耐火煉瓦用	11KW+1.5KW
	NX-10	マグネシウム	耐火煉瓦用	ロードセル付
樹 脂	NX-200	P.V.A.	ブリッジ防止、ロット調整	18.5KW+1.5KWビンジョイント圧空吹込
	NX-100	フェノール樹脂	鋳物、バルブ用	ビンジョイント、圧空吹込式
	NX-30	ナイロンベレット	製 糸 用	耐圧10kg/cm ² G、N ₂ 中、ビンジョイント、ロードセル付
	NX-20	スチレン樹脂	発泡スチロール用	インジェクション付
	OX-60	ABS樹脂	混 合	インジェクション付
	NX-20	ユリヤ樹脂	調合、ロット調整	ビンジョイント圧空吹込式
	NX-30	P.V.O.、D.O.P.	プラスチックゾル	液状MAX70,000cp ボールジョイント
染 料	NXV-20	染料中間物	反応、結晶、乾燥	11KW+1.5KW、ボールジョイント20Torr、200℃熱媒
	NX-100	染 料	調合、ロット調整	11KW+1.5KW
	NX-20	カチオン染料	調 合	ランプブレーカー付、ビンジョイント
顔 料	OX-60	シアニンプルー	調合、ロット調整	11KW+1.5KW
	NX-30	群 青	調合、ロット調整	ランプブレーカー付
飼 料	NXW-50	飼 料	配 合	排出口2ヶ所セルシリンダー付
	NX-20	脱脂ヌカ	混合、ビタミン添加	インジェクション、ランプブレーカー付
農 業	NX-100	飼料、酵母	配 合	11KW+1.5KW内面エポキシ塗装
	OX-60	タルク、クレア(粉剤)	農業、原液添加	インジェクション付
	NX-20	珪砂(粉剤)	農業、原液添加	インジェクション、ジャケット付
そ の 他	NX-10	タルク、顔料	化 粧 品	インジェクション、ビンジョイント、ジャケット付
	NX-10	ト ナ ー	コピー複写機用	ロードセル付
	NX-250	ゼラチン	ロット調整、写真フィルム用	下部メタル圧空吹込式
	OX-120	タ バ コ	配 合 用	11KW+2.2KW排出スクリュ方式
	NX-100	石 膏	混 合	見掛比重 1.0g/cc、18.5KW+1.5KW
	NXW-50	醋酸ソーダ	晶析、乾燥冷却	18.5KW+1.5KWジャケット付
	NXV-30	塩 化 物	混 合	7.5KW用、真空使用、N ₂ 中
	NX-70	酸化チタン	混合、ロット調整	11KW+1.5KW
	NX-20	亜鉛華、鉛	P.V.O. 安定剤	排出口、パワーシリンダー付
	NX-20	粉体塗料	調合、ロット調整	ビンジョイント、OX用 G Box、Pチェンジモータ

vii) スクリュ下部の軸受機構

300ℓ以下のものは下部軸受なしのスクリュ吊下げ型が標準になっている。2000ℓ以下まではこの吊下げ型のオプションがある。600ℓ以上の標準品にはユニバーサ

ルジョイントと下部メタルでスクリュ下端を固定したものと、ビンジョイント方式で固定したものがある。水洗頻度の多い場合や、低融点物質の混合には、後者のビンジョイント方式が適している。これらいずれのジョイン

ト方式にも圧空吹込型のオプションがある。

vii) その他、多数の部品型式

ミクロンミキサは長年の製作実績により、数多くの改良部品や新機構を兼ねそなえるようになった。これ等の適切な選択によって、あらゆる原料の精密混合を可能にしてきた。

6. ミクロンミキサの標準型式と寸法

ミクロンミキサ各種の標準型式と仕様を Table 2 に示した。

7. ミクロンミキサの適用例

ミクロンミキサは汎用性に富んだ混合機である為、あらゆる分野で使用されてきた。しかしながら実際の適用例の詳細については原料の品質を規定する重要な内容を含んでいるため、極秘の場合が多く具体例を挙げるのに苦慮する次第である。ここでは、納入実績表の一部を Table 3 に紹介する。

8. おわりに

混合とは単に混ぜ合わせるだけの単位操作ではあるが、

混合状態の程度の表現方法や判定方法は多種多様で、一概に基準を設定することはできない。また統計学的に有効なサンプル数を採取し分析する事は莫大な労力と時間を要し、実際のチェック方法としては非現実的なときもある。混合状態の程度にしても、混合物が原料なのか中間製品なのか最終製品なのかによっても異なるし、混合物の使用単位量によっても大きく左右される。いずれにせよ現状の品質管理基準に見合った方法で判定せざるを得ない。ミクロンミキサのスケールアップに関しては、動力と混合時間が問題になる。動力については、ほぼ投入重量に比例するが、見掛け比重が特に大きい粉体や、ゆるみ見掛け比重とのかため見掛け比重の差が大きいものには特に注意を必要とする。混合時間は基本的には平均循環時間によるが、実績値を付加した経験的判断による面もかなりある。また混合完了後の粉体のハンドリングには、分離、偏析を防止する配慮が必要となる。混合装置を設計するに当たっては、こうした多くの問題をクリアしなければならない。均一な品質の要求と共に混合操作は今後より重視されるであろうが、当社は各方面の御指導を頂きミクロンミキサをより適用範囲の広いものに研究改善していく所存である。

特許一言メモ No. 30

よい商標とは

営業活動における商標のもたらす影響はきわめて大きく、「商品名を変えたとたん売上げが飛躍的に伸びた。」など、商品の名称の良し悪しによる効果が端的に現われた例はたくさんある。また、我々の身近においても、「これは、よく知られた〇〇会社の製品だから………」とか、「これが、最近よく見聞きする△△△と云う商品か!」とか云うように商標が、印象としてわたしたちに与える力は予想以上に大きいものがある。

したがって、よい商標を所有することは企業として非常に重要なことである。

それでは、よい商標とはどのようなものか、まず、需要者に覚え易いものであり、視覚や聴覚に訴えて一瞬の間に需要者に印象付けるものが最適である。そして、そのことから「単純で耳にここちよく、リズムカルで発音し易いもの」が、商標としてふさわしいとされている。

たとえば、「SONY、キャノン、オーシャン、ヤンマー、パイロット」等々、わたしたちが日頃から見聞きし、知らず知らずのうちに記憶しているこれらの商品名は、こうした条件に合ったよい商標とも云える。

(技術資料室)

製品紹介

ホソカワ／ビーベックス

タービュライザ

1. 概要

円筒容器内で多数のパドルをとりつけたシャフトが20～50m/secの周速で高速回転し、2種以上の粉体原料を排出口に向かって移動させ、連続的に混合または分散させるものである。多数のパドルで均一な混合をすると同時に、パドルの衝撃で凝集塊のある原料でもむらなく分散できる。

低速回転混合機では剪断力が小さいからミクロ的な均一混合は期し難い。本機は高速回転のためパドルによる衝撃力でミクロ的な混合も行なえるので、低速回転混合機後の仕上混合機として利用されるケースも多い。また、パドルの向きを変化させることによって、滞留時間の調整が任意にでき、広い範囲に適用できる。

2. 機構

Photo.1にタービュライザの外観を示す。本機は水平円筒状をなし、中央のシャフトにとりつけたパドルによる衝撃力を利用し、またそのパドルの取付角度およびケーシングとのクリアランスによりあらゆる種類の粉体の混合分散に対応できるようになっている。パドルの配列は上端投入口側が『送り』ケーシング中央部が『水平』

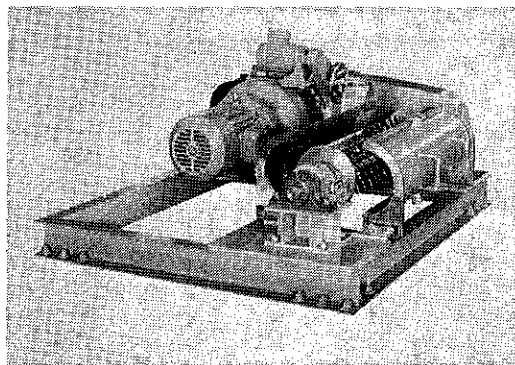


Photo 1 タービュライザ (TCX型)

下端排出口側が『戻し』とし、クリアランス6～7mmが一般的である。時として流動性が特に顕著な粉体の場合など全てのパドルを『戻し』にセッティングすることもある。

3. 特長

1) 連続混合

本機は連続化を主眼にして設計したもので、供給原料に多少のむらがあっても本機内で滞留、攪拌することにより、ここで調整し、ほぼ均一な混合物を連続的に排出するようになっている。このため、排出能力に比して回転数、馬力を比較的高くとってある。

2) 原料中の凝集塊

本機内の高速回転のパドルの衝撃で凝集塊は破壊され粉体となり排出される。このため原料中に多少の凝集塊のある2種の粉体の場合には好結果をまねく。特に油脂塊を混合分散するケーキミックスのShorteningには優れた性能を発揮する。この点が容器固定型の低速回転混合機(リボンミキサー等)にない大きな特長である。

3) 液体添加、分散

混合された粉体の分散に適する。

粉体に微量の液体添加をして液を粉体に均一に分散させる。一方多量の液体の添加により液状物を作ることもしできる。

4) ジャケット

本体ケースにジャケットを取付、加熱、冷却、発熱防止等が可能である。

5) あらゆる目的に対応できる多くの因子

本機はパドルの角度の変化、クリアランス、回転数等の組合せにより、あらゆる目的に対応できるセッティン

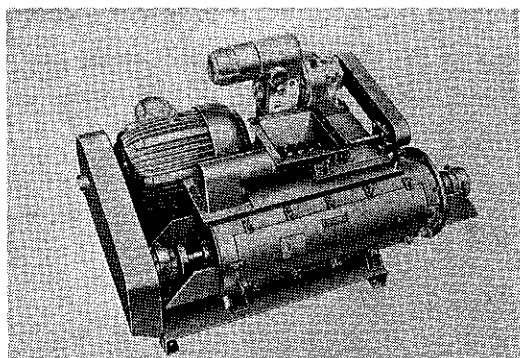


Photo 2 タービュライザ (TX型)

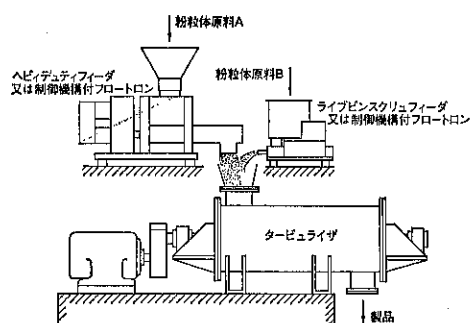


Fig. 1 粉粒体の連続混合

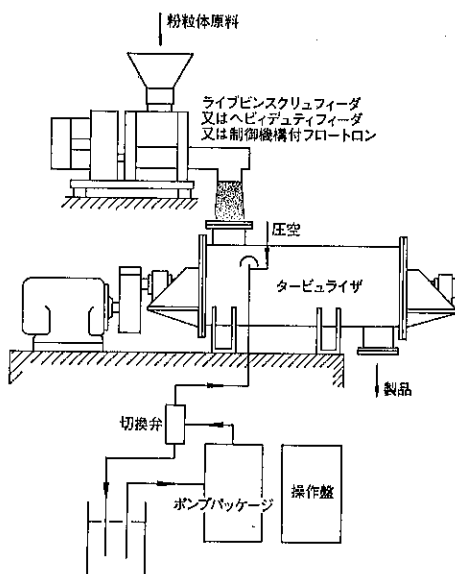
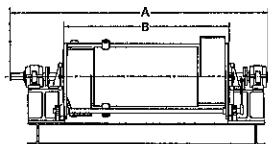


Fig. 2 粉粒体へ液体の添加, 連続混練
(ターボコンディショナー)

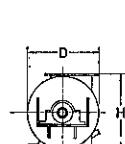
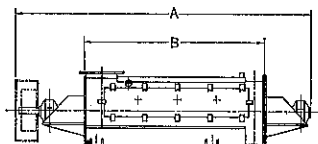
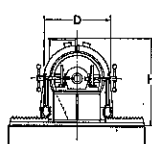
グができ, 1 台で原料, 目的が異なる場合でも, わずかな調整により, おのおの所定の目的の性能を得る事ができる。

Table 1 型式 諸 元 表

TX型外形図



TCX型外形図



			TX-8	TCX-8	TX-14	TCX-14	TX-20	TCX-20	TX-30	TCX-30
概 略 寸 法	A	mm	1,000		1,750		1,850		2,450	
	B	mm	530		1,070		1,320		1,500	
	D	mm	200		350		500		750	
	H	mm	350		500		750		1,100	
パドル数			40		40		36		72	
回 転 数	最小	rpm	2,000		1,510		610		550	
	最大	rpm	4,500		2,700		1,600		1,200	
動 力	最小	kW	3.7		7.5		18.5		22	
	最大	kW	15		30		55		95	
標 準 能 力 概 略 重 量	t/Hr		0.7~0.9		3		6		11	
	Ton		0.6		0.8		1.1		1.4	

(168頁につづく)

製品紹介

ホソカワ／ビーベックス

リボンブレンダー

1. 概要

リボンブレンダーは古くから色々な粉体の混合に使用されている効率的な機械である。混合槽の中に低速にて回転するリボン状の搅拌翼をもち、一般粉粒体の他に湿粉粒体、凝集性あるいは付着性の傾向のある微粉体の混合にも適しており、化学工業、薬品、農薬、食品、飼料、塗料などの広範囲な粉粒体の混合に使用されている。

又、混合槽にジャケットを取付けることによって原料の加熱及び冷却が可能となり、加温装置を付けることによって加温混合機としても多く利用されている。

近年、エレクトロニクスの発達と共に、粉体の秤量もロードセルを使用した秤量システムが多くなり、弊社においてもリボンブレンダーの混合槽を秤量用のスケールホップとして利用し、混合槽への投入量を自動的に制御している。

2. 構造

Fig.1 にリボンブレンダーの構造を示した。固定U字型

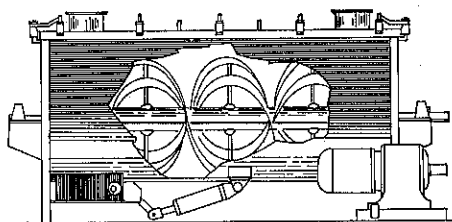


Fig.1 リボンブレンダーの構造

混合槽の中に螺旋状をした二重のリボン型搅拌翼を有し、その搅拌翼が低速にて回転することによって混合を行う混合機である。

一般的に搅拌翼は、内側、外側の二重構造からなり内側と外側のリボンの巻き方向は互いに逆向きとなっており、このリボン形状によって原料はたえず左右上下へとあらゆる方向へ激しく移動し、その結果、迅速に均一混合がなされる。

3. 特長

(i) 排出の際の残留粉体が僅少である。

Table 1 標準型式仕様

型 式 RX RSX		5	9	16	23	30	45	60	87	111	135	200	250	300
有効最大容量		ℓ	140	250	450	650	850	1,200	1,700	2,400	3,000	3,800	5,500	8,500
所要 動力	標 準	kW	—	—	3.7	3.7	3.7	5.5	5.5	7.5	11	11	15	18.5
	重 負 荷	kW	3.7	3.7	5.5	5.5	7.5	11	15	18.5	18.5	22	30	37
	超重負荷	kW	—	—	7.5	11	15	18.5	22	30	30	37	45	55
回 転 数		R/M	54	54	38	38	38	28	28	23	23	23	18	18
概略 寸法	巾	m	0.58	0.58	0.81	0.81	0.81	1.12	1.12	1.32	1.32	1.32	1.72	1.72
	全 長	m	1.5	2.1	1.8	2.5	3.1	2.6	3.1	3.1	4.0	4.6	4.0	5.5
概 略 重 量		kg	540	650	800	1,100	1,300	1,600	2,100	2,400	2,600	3,100	5,500	6,500

- (ii) 付着粉体の脱落の容易なりボン形状である。
- (iii) 非常に短時間で混合が行なわれる。
- (iv) 密閉型の為、粉塵が出ない。
- (v) 投入、排出の操作が容易である。
- (vi) 乾燥機、加熱機、冷却機などとして広い範囲に使用可能である。

4. 仕様

Table 1 にその標準型式仕様を示した。

5. 所要動力

リボンブレンダーの所要動力は羽根形状や混合物の物性、搅拌翼の回転数など、非常に広範囲な要素で決まるため、確実な実験式は得られていない。Fig. 2 に混合処理量と所要動力の関係を図示したが、所要動力選定にはその他多くの要因がある為、あくまでも参考の域を脱しない。

図において、

- ④ 流動性の悪い粉体、しまる性質のある粉体
- ⑤ 湿った粒状粉体、繊維質のもの
- ⑥ 乾いた粒状粉体
- ⑦ 自由流動の粉体
- ⑧ 流動性の悪い粉体

6. 加熱及び冷却における 総括伝熱係数

リボンブレンダーの混合槽にジャケット部を設けることによって、熱媒体により加熱、冷却が容易に行なわれる。以下に、色々な原料による総括伝熱係数 U (kcal/m²hr°C) の概略値を示した。

金属粉、無機物の微粉	$U \approx 140$
表面が若干湿った有機物の微粉	$U \approx 120$
乾いた有機物の微粉	$U \approx 95$
$\phi 1.5 \sim \phi 3$ m/m の有機物	$U \approx 70$
$\phi 4.5 \sim \phi 6.0$ m/m の有機物	$U \approx 50$
非常に軽い微粉、多孔質な粉体	$U < 50$

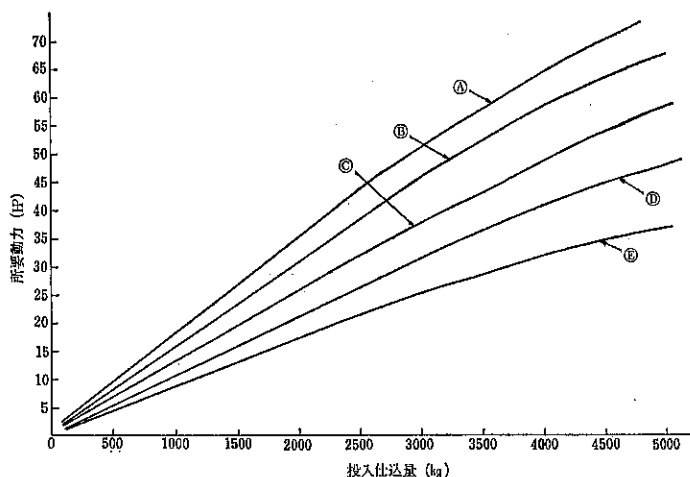


Fig. 2 仕込量と所要動力との関係

製品紹介

ホソカワ／ミクロン

ランミックスシステム

1. 概要

ホソカワ／ミクロン ランミックスシステムは、中速度で回転する堅型攪拌羽根をもつ連続混合機ランミックスを中心に、原料の供給速度に定量性をもたせ、粉体の滞留量を制御する。供給制御装置フローメトロン、安定して混合製品を系外へ排出する振動排出機リップルターンテーブルフィーダおよびレベル検出機、混合度検出機カラコーダなどから構成されている。

このランミックス・システムの特長に次の点がある。

- (i) 完全な自動化・連続化が可能となり、人手が省ける。
- (ii) 連続化により装置が小型化され、大容量の混合に適している。

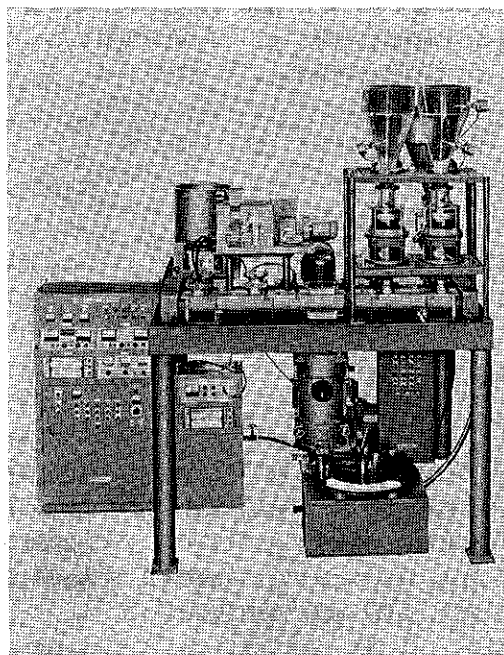
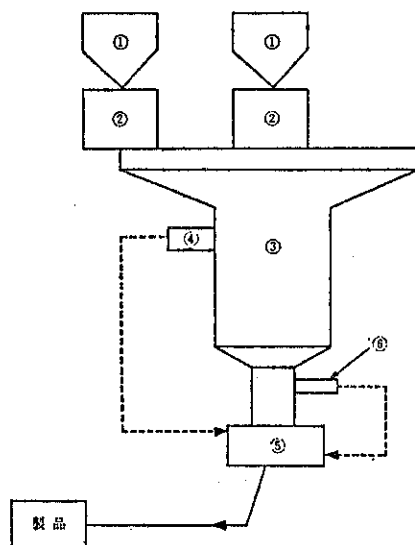


Photo. 1 ホソカワ／ミクロン ランミックスシステム

- (iii) 特殊な形状の攪拌羽根を用いているので、連続混合でおこりやすいショートパス、バックミキシングがなく均一な混合ができる。
- (iv) 混合機内の滞留量や、攪拌羽根の回転速度の調節が容易であるから、混合原料の性状、混合の目的などに応じて、最適な操作条件の設定が迅速にとれる。
- (v) 混合の度合をカラコーダで判定できる場合は、混合製品の品質管理が容易である。
- (vi) システム全体が外気に対して密閉されており、発塵の心配がない。

2. ランミックス・システムの構成

本システムの外観を Photo. 1 に、またフローシートを Fig. 1 に示す。原料ホッパー①にためられた粉体は、定量供給制御装置フローメトロン②で供給量をコントロール



- ①原料ホッパー ②供給制御装置（フローメトロン）
- ③混合機ランミックス ④レベル検出機 ⑤排出機（リップルターンテーブル・フィーダ） ⑥カラコーダ

Fig. 1 ランミックスシステムのフローシート

されて、混合機ランミックス③に供給され、ここで最適の操作条件で連続的に混合されて、ランミックスの底部から連続的に排出される。なお、ランミックス本体にはレベル計④をとりつけて、滞留量のコントロールを行っている。

またランミックスの排出部にカラコーダ⑥をとりつけて、混合度を色調でチェックして、混合度が異常のときは混合粉体を系外に排出したりすることもできる。以下構成主要機器について記す。

1) 原料の定量供給機フローメトロン

微量成分の添加のときにはマイクロフィーダ、或いはライブビンスクリューフィーダなどを用いることもできるが、通常の原料供給にはフローメトロンを使用する。

フローメトロンは供給精度が高く、一般的な微粉体の場合に±2%以下の精度が保て、供給量の設定が簡単で応答速度が早く良好な動特性をもった定量供給機であり、かつ粉体流量の指示や記録などもとれる。

2) 連続混合機ランミックス

本システムの主体をなす連続混合機で、供給された粉体のショートパスや、バックミキシングのおこらぬような堅型のかくはん羽根によって、機内滞留粉体を連続的にかくはんし混合してゆくものである。滞留量は本体にとりつけるレベル計の位置の変更で調整できる。

仕様	動力	2.2kW×4P、無段変速
	回転数	48~240rpm
	有効混合容積	Max. 60ℓ
	混合比	1:10程度

3) 混合製品の排出機リップルターンテーブルフィーダ

ランミックスの底部に取付け、ランミックスで混合された製品が、排出時に偏析など生じないように、又すみやかに取出されるよう考案された振動テーブルフィーダで、リップルターンテーブルフィーダと呼ばれる。

この排出機は、構造が簡単、排出範囲が広く調節できる。広範囲の材料に適用可能などの点が特長としてあげられる。

4) 混合度測定器カラコーダ

本機は比色式混合度測定機であり、本システムでは混合製品のオンラインでの品質の監視用として用いられている。

本機は連続的に流れている粉体面にプローブを装着して、プローブ内に光伝せんいによって光を導入し、粉体面で反射する光を同じプローブ内にある受光用光伝せんいにより、コントローラーボックス内の光検出部へ戻して、その反射率を測定するものである。

なお、このように光源をコントローラーボックス内に内蔵しているので、測定部での温度上昇がなく、また漏電の危険もない。またフィルターの色調をかえることにより、広い範囲の色質に適用できる。また記録計をとりつけばオンラインで混合製品の品質を連続計測し、記録にのこすことができる。

詳細は別項を参照されたい。

3. 適用分野

多量生産工程への連続混合、省力化に利用でき、飼料、農薬、合成樹脂、窯業、セメント、化学工業等広い分野において適用可能である。

(164頁よりつづく)

4. 型式および仕様

本機にはケーシングにヒンジ式ドア付のTX型(Photo. 2)とケーシングが両面開式にてメンテナンスの容易なTCX型(Photo. 1)の2型式がある。

Table 1 に各型式の標準仕様を示した。

5. フローシート

代表的なフローを Fig. 1 および Fig. 2 に示した。

6. 用途

ビスケット、パン原料、ケーキミックス(ショートニングの分散)、グルテン(シロップの分散)、調合食品混合物、飼料、でん粉、医薬品、顔料、染料、化粧品、炭カル、CMC、酸化チタン、ゴムラテックス、硝酸アンモニウム、プラスチックなどの凝集除去、液体添加、着色、混合、分散、加熱、冷却に適している。

製品紹介

ホソカワ／ミクロン

グラニュライザ

1. 概要

ホソカワ／ミクロン グラニュライザは湿潤粉体を円柱状の顆粒に成形する造粒機で、0.5～6φmm位の造粒物を得る造粒機としては画期的な高性能を発揮する。

一般に、この種の造粒品を得る為の従来機は大きな所要動力、複雑な運転操作、スクリーンを使用する型式におけるスクリーンの摩耗、保守、維持費の負担大で、しかも能力も低く、いわゆる使い難い造粒機であった。グラニュライザはこれらの欠点をおぎない、発熱、摩耗を少なくして、低動力、大容量の処理を目的として開発された造粒機である。この造粒機は、回転する円筒形のダイスの中にやはり回転する押出しロールを配した、いわゆるペレットミルタイプに属する造粒機で、簡単な操作、低動力で能率よく大容量の造粒製品を得ることができ、農薬、食品、医薬品、飼料、肥料、工業薬品など広い用途に適している。

2. グラニュライザの構造および造粒のメカニズム

Fig.1にグラニュライザの構造を示した。

適度に混合、混練された湿潤粉体は、供給機により投

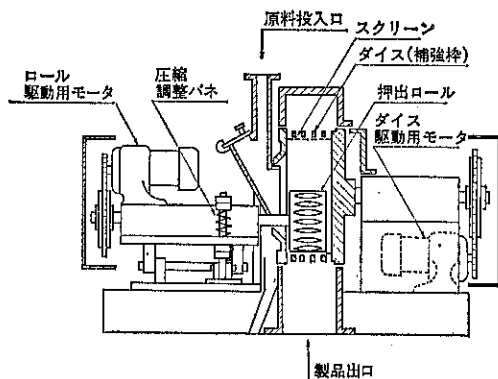


Fig.1 グラニュライザの構造

入口からダイス内の押出しロールの前に定量的に投入される。ダイスは補強枠の中に打抜スクリーンを張ったものよりなり、ダイス駆動用モータにより回転される。

一方押しロールも別のロール駆動用モータによりダイスと同方向、同周速で回転されている。投入された湿潤粉体はダイスとロールの回転にともない、ダイスとロールの間に噛みこまれて圧縮力を受け、ダイスのスクリーンより押し出されて円柱状の顆粒に造粒され、排出される (Fig.2)。

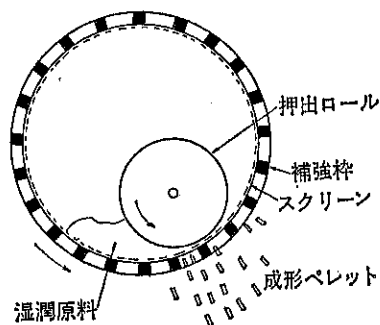


Fig.2 造粒のメカニズム

ダイスとロール間の圧縮力は圧縮調整バネにより調整される。又造粒品の大きさはスクリーンを交換することによって任意の大きさの造粒物が簡単に得られる。ケーシングには左右それぞれに検視窓があり運転中造粒状態を監視することが可能である。

3. 特長

(i) 発熱および摩耗が少ない

圧縮力を主体として造粒するため、剪断力、摩擦力が少なく発熱による原料の温度上昇が少なく、スクリーンの摩耗も少ない。

(ii) 機械内での異物の混入が無い (Fig.3(a))

粉接部に軸受などの潤滑油の必要などなく、製

品中への潤滑油等の異物の混入が無い。

(iii) 清掃が容易である (Fig. 3(b))

ケーシングは上部で2分割でき、更に押出しロールはハンドル操作によりスライドさせてダイス内側より外に出せるため、清掃、点検、スクリーンの交換が容易である。

る。

(iv) 各種原料に対する適用範囲が広い (Fig. 3(c))

ダイスと押出しロールは夫々別のモータで強制的に回転されるため、すべり易い原料でもスリップすることなく噛み込まれて造粒される。

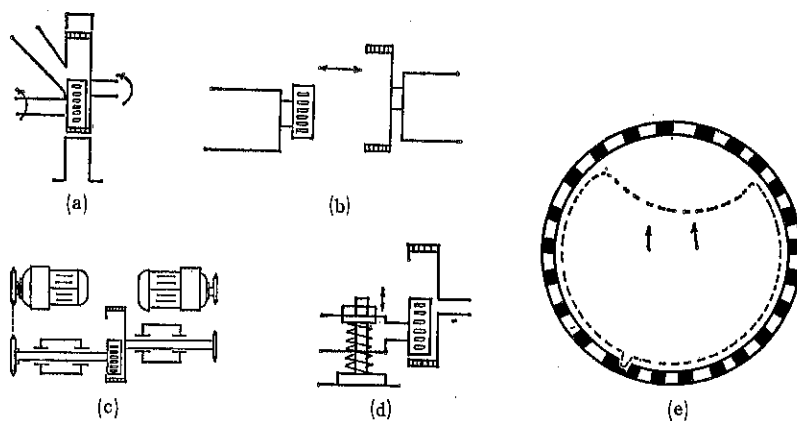
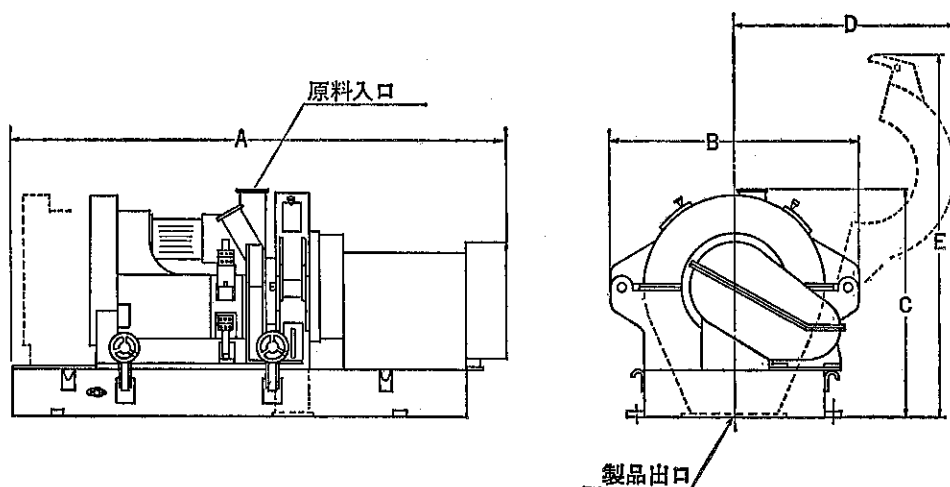


Fig. 3 グラニューライザの特長

Table 1 ホソカワ/ミクロン グラニューライザの型式仕様

型 式	MG-1	MG-2	寸 法		MG-1	MG-2	※標準能力は 1 mm 孔スク リーンにて農 薬用クレーを 造粒した時の 能力を示す。
標準能力 ※	800kg/hr	1500kg/hr					
モーター	3.7kW $\frac{1}{2}$ GM 2台	7.5kW $\frac{1}{2}$ GM 7.5kW $\frac{1}{2}$ GM		A	2,180 mm	3,000 mm	
ダイス内径	380 mm	619 mm		B	1,100	1,600	
ダイス有効巾	84 mm	120 mm		C	990	1,400	
ダイス回転数	110 rpm	90 rpm	法	D	~1,000	~1,200	
押出ロール径	190 mm	306 mm		E	1,700Max.	1,700Max.	



(v) 安定した運転状態 (Fig. 3(d))

バネで支持された押出しロールは造粒圧力を一定に調節できると同時に異物の噛み込み、突発的なオーバーフィードに対しても機械を保護し安定した運転が続けられる。

(vi) 容易なスクリーン交換 (Fig. 3(e))

スクリーンのダイスへの取付は、補強枠内側に容易にセットでき、スクリーンも特別なものは必要なく、既製の打抜きスクリーンを切断して用いることができる。

(vii) 低動力で処理能力が大きい

スクリーンの押出し方向への圧縮力を主な造粒力とする合理的な機構であるので処理能力に比して消費動力が少ない。

4. 型式仕様

Table 1 にホソカワ/ミクロン グラニューライザの型式仕様を示した。

5. グラニューライザの適用

造粒機を使用する場合、一般に原料粉体に水あるいはバインダ等を添加して湿潤粉体をつくる。そのための混

合機、混練機、更に造粒品を乾燥するための乾燥機を造粒機の前後に組合わせることが多い。これらの混練機、造粒機、乾燥機は原料状態や処理量、製品状態に応じて選定される。Fig. 4 に薬品工場に納入されたフローを代表例として示した。その他、納入例としては、自動車タイヤ充填材用カーボンブラック、防腐剤用食品添加剤、肥料、医薬品、農薬等広い範囲に亘っている。

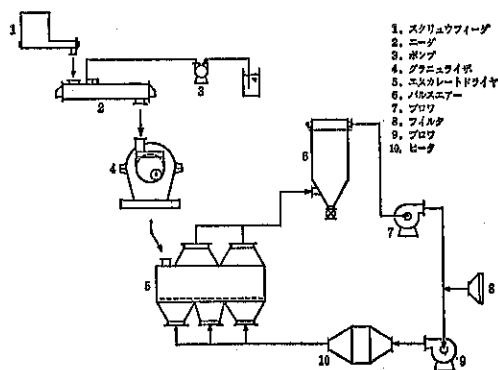


Fig. 4 グラニューライザの適用例

(174頁のつづき)

- | | |
|---|--|
| 15) 塗料 | 19) ダストコレクターなどの粉塵の回収、水を10%程度入れる。再飛散防止用 |
| 16) 活性炭……………水処理用として、需要が多くなっている。 | 20) 臭化アンモン |
| 17) タングステンカーバイド……焼結用 (10~30mesh) ワックスとまぜて造粒……摩耗も防ぐ。 | 21) プリーチ (漂白剤) |
| 18) 洗剤……………微粉をなくし取扱やすいように | 22) 粉末アルコール………水に溶解しやすくするため |
| | 23) トナー……………ハンドリングをよくするため、減容 |

製品紹介

ホソカワ／フィッツ

チルソネータ

1. 概要

ホソカワ／フィッツ チルソネータは、米国の粉体化学機械メーカーである FITZ・PATRIC 社と技術提携を行ったロール式圧縮造粒機である。チルソネータは1960年頃から薬品工業（特にアスピリン）においてタブレットにする前工程用として原料の粒状化を目的に開発された独特な構造をもった装置である。原料を粒状化する事によって、次のような効果が得られる。

- (i) 減容効果大
- (ii) 安定した見掛け比重の品物ができるので粉体の取扱が容易である。
- (iii) 作業中に微粉の飛散が無いので作業環境が改善される。
- (iv) 粒状化する事によって、流動性が良くなるので打錠機の前工程に使用すれば打錠機の精度を高める。

以上のような効果により、医薬品はもとより食品、合成樹脂、顔料、染料、電池工業等の色々な分野で利用されている。

2. チルソネータの構造

2.1 装置のフロー説明

本機器の概略フローを Fig. 1 に示した。

原料ホッパー①に投入された原料はスクリュウフィーダ②にて垂直コンベア（ホソカワ／クリンケンベルグディスクエレベータ）③にて上部ホッパー④に供給される。上部ホッパー④には、粉体がホッパー内でブリッジを起こし、安定した供給を妨げないためのアジター⑤と、垂直スクリュウ⑦にて粉体を供給する水平スクリュウ⑥とが設けてある。水平スクリュウ⑥は垂直スクリュウ⑦の能力に容易に適合するよう変速モートルを使用しており、かつ、製品品質の劣化や機械事故を防止するために、垂直スクリュウ⑦が過負荷時には自動的に水平スクリュウ⑥は停止するよう保護回路が考慮されている。

垂直スクリュウ⑦は原料粉体中の空気の抜気をすると共に、下部圧縮ロール⑧が油圧に抗して開くよう平均的に圧力をかけている。圧縮ロール⑧は、2個のロールが互いに逆方向に同速度で回転しており、一方のロールは固定、他方のロールはフリーとなっており、油圧ポンプより送られた油圧シリンダーにて常に一定の圧縮力によって押されている。

このロールの圧縮力は最大 $140 \text{ Kg/cm}^2\text{G}$ であるが、原料によって成形するのに最適な圧力を油圧ポンプユニットを操作しながら選定する。またロール表面には粉体を成形しやすいように、a) 円周溝型、b) 水平溝型、

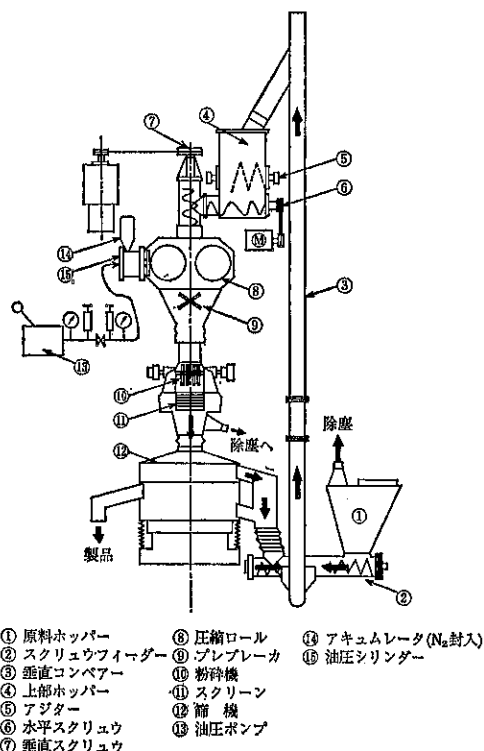


Fig. 1 チルソネータ造粒システムフロー

c) スムースロール型, d) ブリケットティング型等があり, 原料粉体の性状, 製品の目的により使い分けている。圧縮ロール⑧にて一定厚みの板状となった原料は, プレブレイカー⑨にて大きく破碎され下部粉碎機⑩へと落下していく。粉碎機⑩はフィツミルまたはフェザミルを使用しており, この粉碎機の特徴は微粉発生率の非常に低い粗砕機であり, プレブレイカー⑨で破碎された成形品を希望粒度に粉碎している。希望の粒度を得るためには, 粉碎機⑩の回転数, 粉碎刃の形状(ナイフハンマー, バーハンマー), スクリーン⑪のサイズを変える事によって調節する。粉碎された造粒物は, 希望粒度のものばかりでなく多少の微粉を含んでいるので, これを希望サイズのスクリーンで篩分け⑫, 篩上物は製品として取出し篩下の微粉は再度造粒化する為に, スクリュー

フィーダ⑬に入り新原料と共に再度使用される。

2.2 ロールの形状

ロールの形状を Fig. 2 に示す。

i) 水平溝ロール (Fig. 2(1))

非常に流動性の強い粉体に使用し長いタブレットにして落す。また能力をアップしたい場合に使用する。

ii) 円周溝ロール (Fig. 2(2))

最も標準的なもので70~80%がこの型を使用。

iii) スムースロール (Fig. 2(3))

付着性の強い粉体に使用。

iv) ブリケットティングロール (Fig. 2(4))

特殊型であり, あまり使用例がない。

またロール内部には冷却用水路が設けてあり, 圧縮熱によるロールの温度上昇を妨げるようになっている。これは逆に加熱が必要な場合も使用できる。

3. 特 長

- (i) 装置がコンパクトにできている。
- (ii) 見掛比重の安定した製品ができる。
- (iii) 整粒する事により, 作業中に粉塵の飛散がなく作業環境の改善がなされる。
- (iv) 減容効果が大きく, 粉体の包装, 保管, 運送費が節減できる。
- (v) 圧縮造粒なので, 加温する事もなくまた乾燥工程も不要なので非常に経済的である。
- (vi) 水平スクリーン, 垂直スクリーン, の各モートルは変速モートルを使用しているため運転操作が容易である。
- (vii) サニタリー構造にもでき, 食品, 医薬品にも使用できる。
- (viii) ロール及び垂直スクリーンは水冷式となっているので温度に敏感なものでも整粒できる。

4. チルソネータの型式

チルソネータの標準仕様を Table 1 に示す。

5. 機種選定上の留意点

5.1 バインダーについて

大きな圧縮力を加えても圧縮成形しにくいものには, バインダーを加える事によって成形可能になる場合や能力を増大させたり, ロールの摩耗を減少させたりすることもある。

5.2 ロールの摩耗について

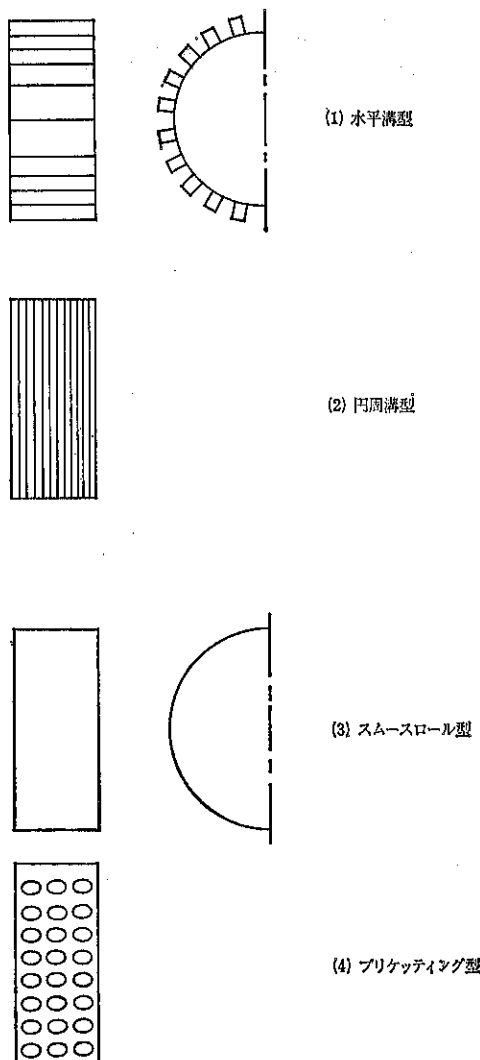


Fig. 2 ロールの形状

Table 1 型 式 仕 様

型 式	ロール直径 mm	ロール巾 mm	所要動力 Kw	推定能力 kg/hr	ロール圧Total Ton	ロール可動範囲mm
IR 4×10	260	100	5.5	500	19~34	6.4
IR 7×10	260	168	11	750~1,000	34	4.8
IR 12×12	306	279	15	1,500~2,000	56	4.8

※その他 IR 20×12、IR 20×16、-IR12×20、IR 24×24の型式もあります。

※ここにロール圧Total Ton はシリンダ面積(cm²)×ロール圧(kg/cm²g)/1000です。

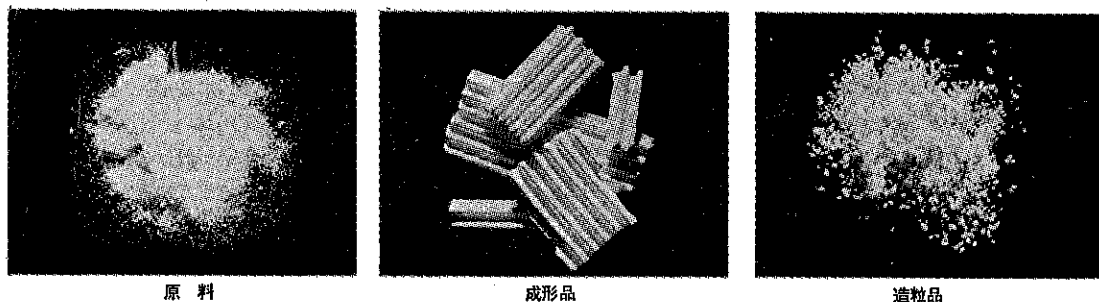


Photo. 1 製 品 例

ロールの摩耗は回転が遅い為あまり考慮しなくてよいが、大きな応力がかかるので腐食には十分配慮をしなければならぬ。

6. 造粒製品例および納入例

チルソネータの造粒製品例を Photo. 1 に示す。

また、納入運転例として Fig. 3 にアスピリンの造粒装置を示した。

アスピリン15%にスターチ、及び少量のバインダーをリボンミキサーにて混合し、チルソネータで造粒しているものである。この造粒物を打錠機にかけ、アスピリンの錠剤を製造している。

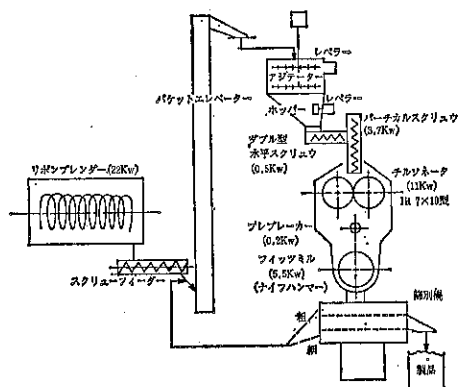


Fig. 3 アスピリン造粒装置のフロー

原料は非常に細かいパウダーであり、取扱にくいですが、造粒物は見違えるほど状態が変化し、扱いやすくなっている。

騒音、振動もほとんどなく、ロールの撓動もごくわずか(0.5m/m位)で、機械の運転に神経を使っているところもみうけられない。

チルソネータの大きな価値のある使われ方の一つであろう。

7. チルソネータ適応分野

- 1) アスピリン……錠剤をつくる前工程、粉の流れを安定させる為。
- 2) ペニシリン……
- 3) 抗生物質……キャップに入れる粉を安定させる。
- 4) 酸化マグネシウム、炭カル
- 5) 農 薬
- 6) さらし粉……水に溶解しやすいように
- 7) 肥 料
- 8) アルカリ電池…見掛比重をそろえる。
- 9) ソーダ灰……ガラス業界。
- 10) メラミン
- 11) エポキシ
- 12) フェノール
- 13) 顔 料
- 14) 砂 糖……微粉を造粒してくすりにまぜる。

(171頁につづく)

製品紹介

集 塵 装 置

集塵装置は工場排ガス浄化、あるいは工場プロセスガスの固気分離のために広く用いられている。

集塵装置は製造プロセス中の付属装置として考えられることが多いが、その性能により主要装置への影響が大きく、また、粉体が存在するところには必ず必要となり、粉体処理設備の内では非常に重要な役割を持つ装置である。

i) 機械集塵

遠心力、慣性を利用した集塵装置で、サイクロンにより代表される。捕集限界粒子径が比較的大きいため、サイクロンのみでは排ガス浄化が完全とはならないことが多いが、構造が簡単なためプレダスターとして、あるいはプロセス中の捕集機として広く使用されている。

ii) 汙過集塵

一般にバグフィルターと呼ばれるもので、汙布の種類、ダストの払落し方式、等により分類される。

ホソカワ／マイクロ パルスエアはフェルトを汙材としてパルスジェット方式によりダストの払落しを行うバグフィルターである。

捕集効率が良い、運転が安定している、乾式であると

いった利点を持ち、工業プロセス用としても、排気浄化用としても集塵装置の主流となっている。

iii) 電気集塵

荷電させた粒子を電界により捕集するもので、バグフィルターが不適とする、高温、大容量の排気浄化に効果的である。乾式のものではダスト粒子の電気抵抗の上下限に使用範囲がある。

ホソカワ／マイクロ エレクトロフィルは湿式であり、排水処理を必要とするが、粒子電気抵抗値に関係なく捕集効率が 高く、ガス吸収との同時操作も可能である。

iv) 洗淨集塵

ガス中に浮遊しているダスト粒子を水滴または水膜で捕集するもので圧力損失の大きいものでは捕集効率がよい。構造が簡単であるが、湿式のため水処理を必要とし、製品捕集には不適である。

集塵装置の性能はダストの性質、ガスの性質により大きく影響されるので、機種、容量、操作条件の決定に当っては充分検討されねばならない。

製品紹介

ホソカワ／マイクロ

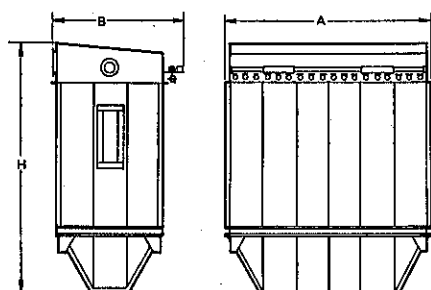
パルスエアー

1. 概 要

ホソカワ／マイクロ パルスエアーはベンチュリー効果を応用したハイエネルギーエアによる瞬間的な逆洗を連続的に行なう最も進んだ形の乾式汚過集塵機である。洗浄力が強いということがフェルト汚布の使用を可能にし、フェルト汚布中に微粉塵が滲透して1次汚過層をつくるため、非常に高い捕集効率を得ることができる。含塵ガスを汚過しながら一定のインターバルで連続的に払い落としを行なうことができるため汚過圧力損失の変動が小さく、風量が安定した状態の運転ができること、そして空気輸送等のような混合比の高いガスの汚過においてもサイクロンのような1次捕集機を使用しないで、直接捕集ができるというメリットをそなえている。使用目的、使用条件設置条件等に対応できる色々なタイプのパルスエアーを標準機種としてそろえていると同時に高压ガス中、又真空中での汚過を行なっている実績をも豊富にもっている。

2. 型式、その概略構造及び特長について

2.1 P型(パネル型)パルスエアー (Fig.1 参照)



本機はケーシングがパネル組立構造となっており、設置現場にノックダウンの形で搬入し、ボルト止めによって組立てる。そのため、屋内にもちこんでの設置や火気使用ができない場所においても、容易に設置できる。

又、汚過面積を増やす場合はパネルを継ぎ足していけば良いため、どのような風量に対しても適切な汚過面積をとることができる。

内部にはメンテナンス 歩廊がついており、汚布の脱着、点検が容易に行なえる。逆洗用電磁弁1ヶに対して8本の汚布を洗浄する。

汚布の長さによって、P-1 C型(6ft), P-1 F型(8ft), 又それぞれを複列に組み合わせた型のものをP-2 D型(6ft), P-2 G型(8ft), P-2 K型(10ft)と区分している。6ft, 8ft の長さの汚布については、 $\frac{3}{4}$ B ダイヤフラムパルプ、10ft には1Bのダイヤフラムを使用している。

標準タイプの設計耐圧は、430 mmAq と 760 mmAq がある。

2.2 SP型パルスエアー (Fig.2 参照)

本機は、ケーシングが角型の溶接構造型でコンパクトに設置されたエコノミータイプのものである。この型式の特長として、組立-汚布取付は勿論のこと、逆洗イン

電磁弁と汚布の配列 □電磁弁 ○汚布

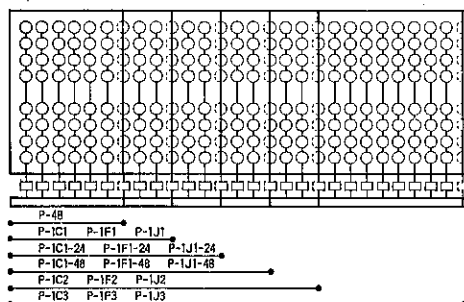


Fig. 1 ホソカワ／マイクロ パルスエアー P型

ターバル制御用タイマーとの配線及びマノメータ配管に至るまで、全て弊社工場で行ない出荷されるので、現地では“置く”だけでよい。又、据付面積も少なくてよい。この型式の標準耐圧度は、SP-12~36 までが 600 mm Aq, SP-49~120 が 400mmAq となっている。尚、汙布の長さは 6 ft と 8 ft が標準である。

2.3 CP型パルスエアー (Fig.3 参照)

本機は、ケーシングが丸型の溶接構造のもので、主として耐圧を要するもの、高いシール性を要求される場合に使用される。主として空気輸送の捕集用や反応ライ

ン、真空乾燥等の固気分離用として組み込まれている。

実績として、汙過面積 280 m²、耐圧的には真空及び 30 Kg/cm²G 迄、納入されている。

2.4 MP型パルスエアー

本機は、洗浄用圧縮空気が、4~5 Kg/cm²G の工場圧空にて使用できるように設計されたものである。勿論、性能的には洗浄用圧縮空気が、7 Kg/cm²G のものとまったく変わらない。

機種としては、2.1~2.3の全型式について製作を行っている。

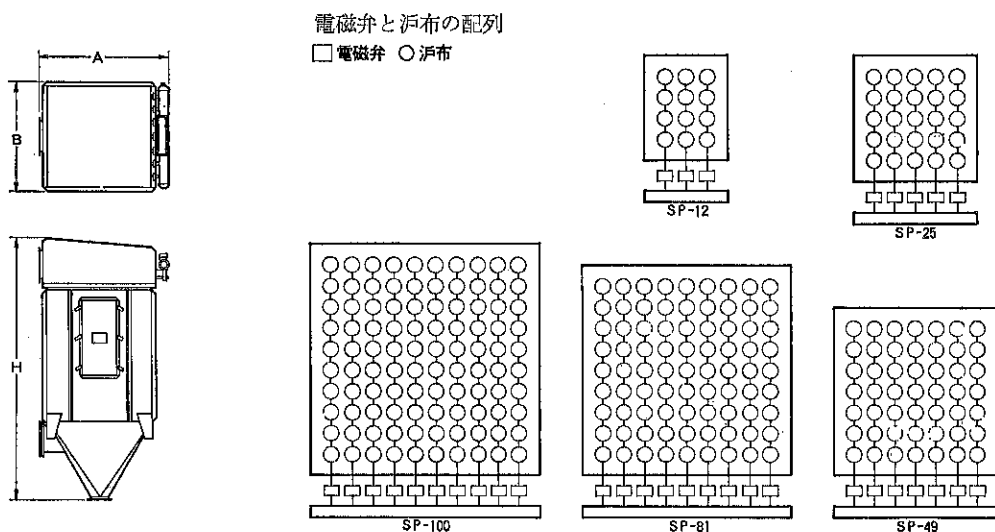


Fig. 2 ホソカワ/マイクロ パルスエアー SP型

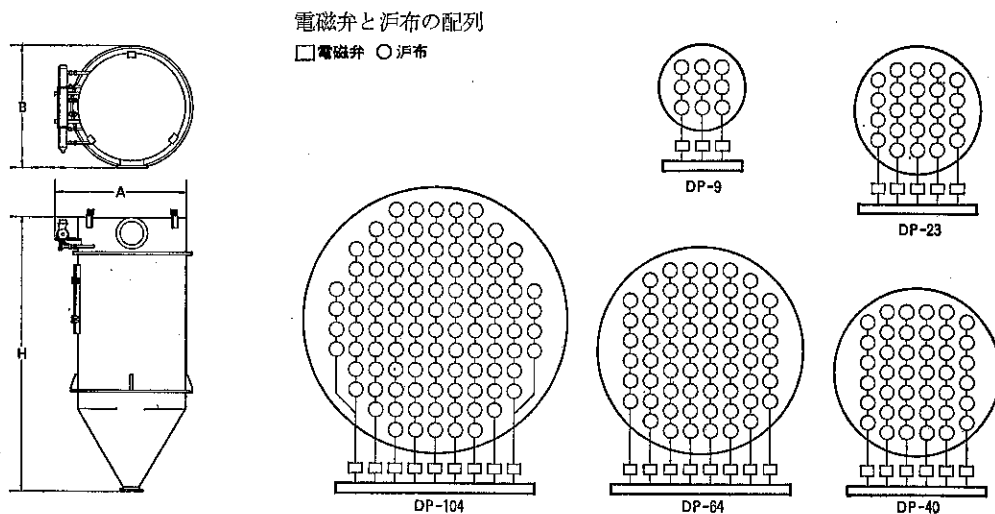


Fig. 3 ホソカワ/マイクロ パルスエアー CP型

2.5 LP型パルスエアー

本機は、上記のMP型と同一の発想により、洗浄用エアー源として、 $0.6 \text{ Kg/cm}^2\text{G}$ のルーツブロワーを使用できるタイプのものである。従来の高エネルギータイプ（ $4 \sim 7 \text{ Kg/cm}^2\text{G}$ の圧縮空気を使用の場合）のものと違って水分の発生が皆無と言えるので、粉がわずかの水分を吸収することによって腐敗するような粉塵（例・小麦粉、飼料、木粉、その他）には、理想的な集塵機といえる。そして汙過風速は $4 \sim 6 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{min}$ が可能となり、それ故コンパクトになる。逆洗用として $1\frac{1}{2}\text{B}$ のダイヤフラムを使用し、1個のダイヤフラムに対して汙布の本数が4本、汙布の長さ6ftが、設計の基準となっている。尚、ルーツブロワーとLP型パルスエアーの間にその機種に応じた容量のエアータンクが必要となる。

2.6 トップリムーバル型パルスエアー

(Fig.4 参照)

本機は、汙布の取付、取りはずしを機外上部のアクセスドアより行なえる構造となっている。

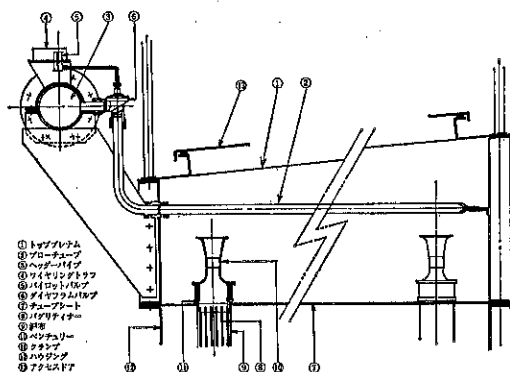


Fig. 4 ホソカワ/マイクロ パルスエアー
トップリムーバル型の構造図

この型式の特長として、集塵機のバッグハウス内に入らなくても良いので汙布の取付、取りはずしの際に作業者の汚れが少ない点、汙布を1本1本自由にはずす事ができるので、汙布が破れた場合でもその1本だけを取換えられるという特長をもっている。但し、汙布のメンテナンスのために、汙布の長さだけの空間が必要となる。機種としては、P型、SP型、CP型のトップリムーバル型がある。

2.7 FTP型パルスエアー (Fig.5 参照)

本機は、サイロの空気抜き用として開発されたもので、従来のパルスエアーの長所はそのまま生かし、コン

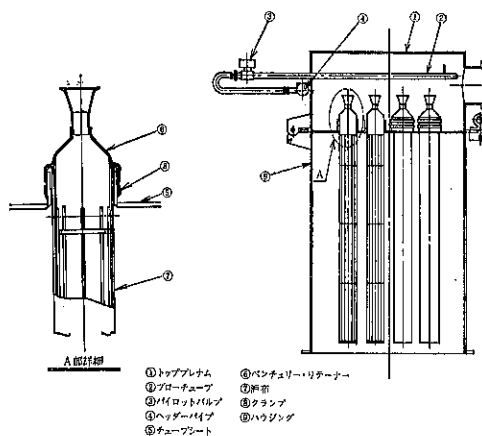


Fig. 5 FTP型パルスエアーの構造

パクトにまとめたもので、トップリムーバル方式を取り入れた小型のパルスエアーである。ジェットバックによるサイロへの粉粒体輸送後の空気抜きなどには最適で、パルスジェット方式による洗浄機構によって、圧力損失の変動がほとんどないため、輸送能力の低下を防ぎ、安定した連続運転が可能である。

その他、各種空気輸送の排気処理用としても使用されている。

尚、汙布の脱着は、トップ部分がヒンジ式になっている、トッププレナム自体が開く構造になっている。又、汙筒径は 75ϕ 、長さは2ftと3ftである。洗浄用ダイヤフラムは、 $\frac{3}{8}\text{B}$ を使用している。

2.8 AK型パルスエアー (Fig.6 参照)

本機は、トップリムーバル型とは違って、前面よりユ

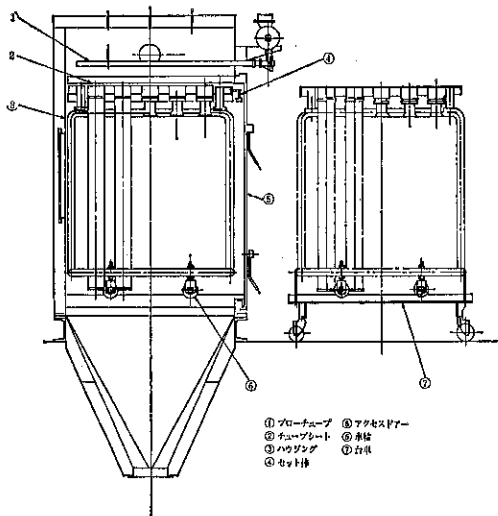


Fig. 6 AK型パルスエアーの構造

ニットごとに汙布を交換できるタイプで、汙布交換時に1室全てを台車にのせたまま引出せるタイプのパルスエアーである。この型式の特長としては、まず、汙布の取替がユニットのできるので予備のユニットがあれば、汙布交換の時間短縮が計れる。又、汙布のユニットをそろえれば、1台のパルスエアーを簡単な掃除だけで、多品種の捕集に用いる事ができるので、顔料・染料 etc. の色替え、品種替えなどの必要のある場合に用いられている。

3. ダストの払落とし機構について

3.1 パルスエアーコレクタの作動機構

(Fig. 7 参照)

含塵ガスは下部入口から圧送または吸引によってハウジング内に入り、ダストは汙筒表面に付着し、汙過されて清浄空気は汙筒内を通過して上部出口より排気される。

汙筒表面に付着したダストは、パルス発生装置によって連続的に払い落とされ、下部ホッパーからロータリバルブで機外に排出される。パルス発生装置は、汙筒上部に設けられたブローチューブの噴射口から圧縮空気を瞬間的に噴射させ、ベンチュリのエジェクタ効果によって、噴射空気量の数倍の2次空気を周囲から吸い込み、汙筒内部に高圧逆風によるショックを与える。そのショックによる振動と汙筒外面に向って逆流する空気、付着したダストを効果的に払い落とす。汙筒一列当りの払

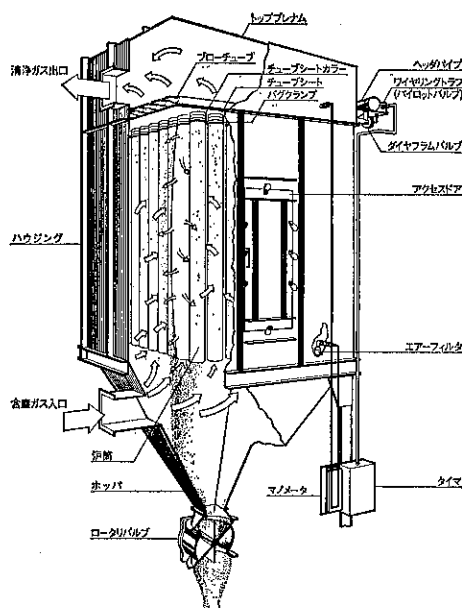


Fig. 7 パルスエアーコレクタの作動機構

い落としに費やす時間は非常に僅かで、汙過面積には全く影響がない。また同一汙布は1~3分間隔に繰り返して払い落としされるため、汙布全体の汙過抵抗は常に一定で処理風量、圧力ともになんら変動を与えることなく、装置全体を常に安定した状態で運転することができる。

3.2 パルスジェットの作動原理 (Fig. 8 参照)

圧縮空気はヘッドパイプを経てダイヤフラムバルブA部に入ると、ダイヤフラムのブリードホールから低圧のB部に流れ込む。

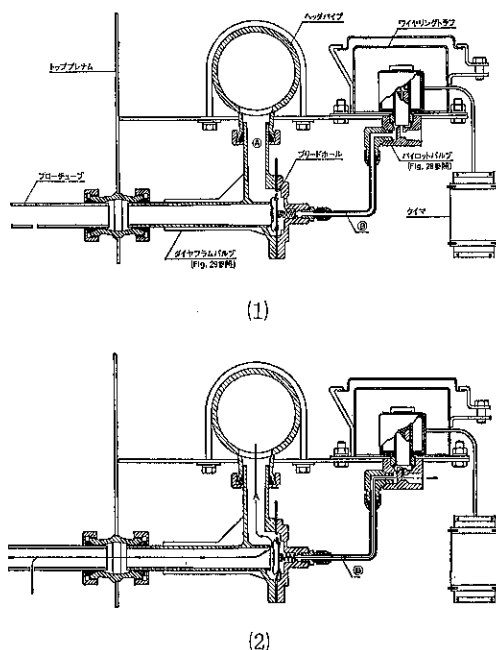


Fig. 8 パルスジェットの作動原理

この時はパイロットバルブの弁は閉じられているから、A部とB部は等圧となる。(1)

タイマからパイロットバルブに通電されると、コアが引き上げられ弁が開きB部の圧縮空気は大気中に放出されて、A部はB部より高圧となりその圧力でダイヤフラムを押し上げて弁が開き、ヘッドパイプの圧縮空気はブローチューブへ流れ込み、噴射口より汙筒内部に噴射される。(2)

4. 汙布 (フェルトバック) について

ホソカワ製フェルトバックは、パルスエアー用として独自に開発されたもので、原料の糸から汙筒縫製に至る迄独自のプロセスにより一貫して製作しており、汙布自体にも捕集効率やその他の特性をアップさせるため H.C.E. (High Collecting Efficiency) 処理、耐酸処

Table 1 フェルトバッグ標準仕様

仕 様		材 質	ウール	テトロン	ポリプロ ピレン	コーネ ックス	ナ イ ロ ン	アクリル	テフロン	
名 称			WF-56	TF-55	PF-50	CF-48	NF-60	NN-60	AF-55	FF-85
厚 さ	mm		1.7±0.2	1.6±0.2	1.8±0.2	1.8±0.2	1.8±0.2	1.8±0.2	1.5±0.2	1.1±0.2
重 量	g/m ²		560 ⁺⁷⁰ ₋₃₀	550±50	500 ⁺⁶⁰ ₋₄₀	480±50	600±50	600±50	550±50	850±50
通 気 度	c.c./cm ² /sec.		14~18	14~18	14~18	14~18	14~18	14~18	14~18	14~18
標 準 処 理			S.T.H.C.E.	H.C.E.	—	S.T.	—	—	—	—
常用限界温度	℃		80	120	80	180	100	130	130	230

(注意) 材質については、上記の表の他に下記のものがあります。

(イ) グラスフェルト(ガラス繊維) (ロ) ドラロンフェルト(アクリル繊維) (ハ) ダイレクトフェルト

標準寸法

直 径 φ	有 効 長 さ ft	適 用
1 1 6 φ	4(0.43), 6(0.65), 8(0.86), 10(1.08)	一 般 用
2 4 2 φ	16(3.69), 20(4.61)	ジャンボパルスエアー用

() 内は汙筒1本の汙過面積(m²)です。

理、静電防止処理、その他の特殊処理を用途に応じて行っている。

特殊加工 用途に応じて次の特殊加工を行う。なお、一部は標準汙布にも加工されている。

- H.C.E. 処理

捕集効率を高め、寿命を延ばす。

- S.T.処理, H.S.処理, P.L.処理

ダストの剝離を良くする。

- R.A.処理

汙布に耐酸処理したもので、特にコーネックスの耐酸性を増加させる。

- L.S. S.M.

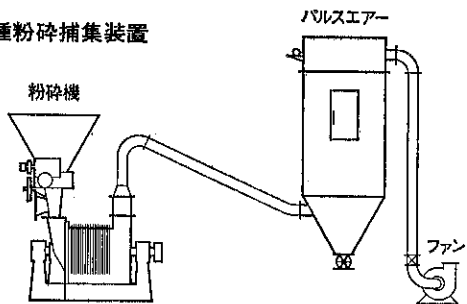
帯電を防止する。

フェルトバッグ、標準仕様を Table 1 に示す。

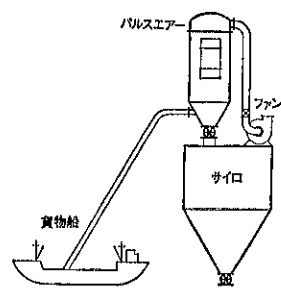
5. 適用例 (フローシート)

ホソカワ/マイクロ パルスエアーの応用例をFig. 9 および Fig. 10 に示した。

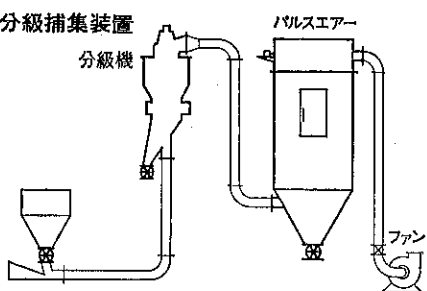
各種粉碎捕集装置



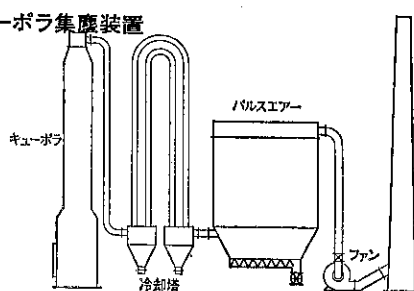
空気輸送装置



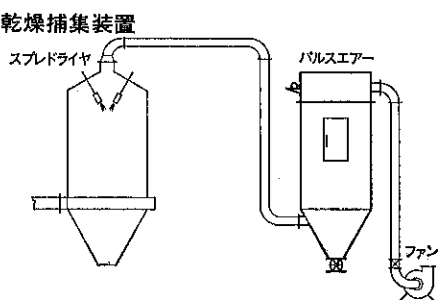
各種分級捕集装置



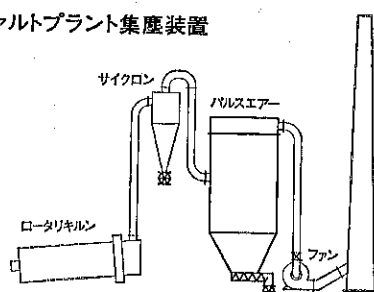
キューボラ集塵装置



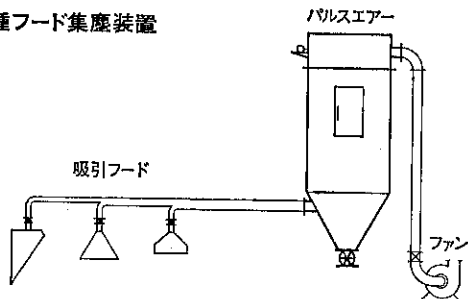
各種乾燥捕集装置



アスファルトプラント集塵装置



各種フード集塵装置



石灰焼成炉集塵装置

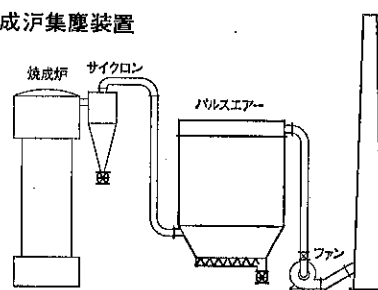
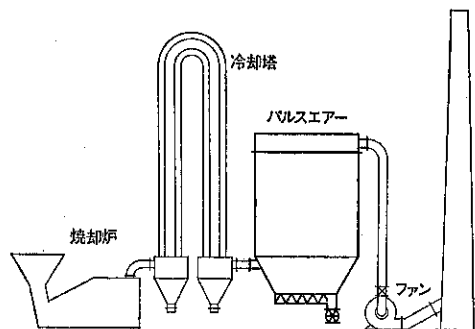
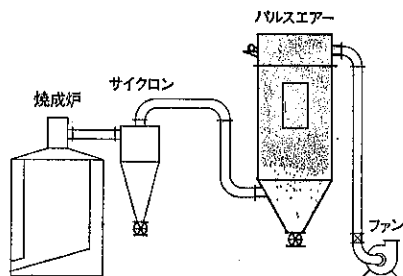


Fig. 9 パルスエアーの応用例

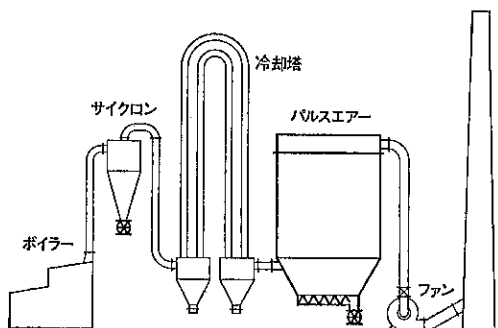
各種焼却炉集塵装置



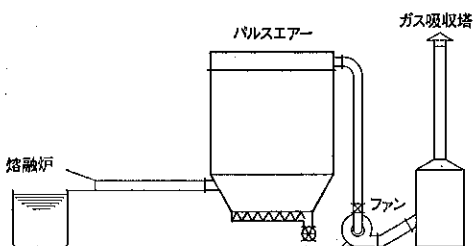
各種焼成炉集塵装置



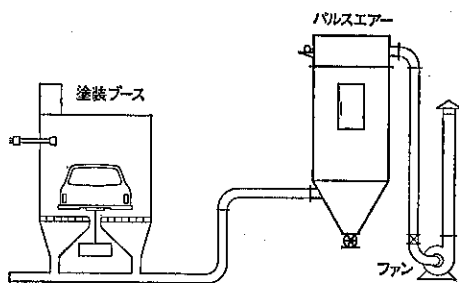
各種ボイラー集塵装置



各種熔融炉集塵装置



各種粉体塗装回収装置



各種建屋集塵装置

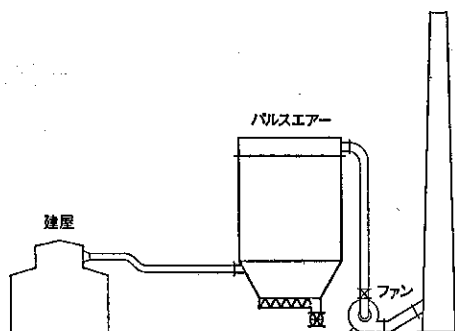


Fig. 10 パルスエアーの応用例

製品紹介

ホソカワ／トリット

小型集塵機

トリット事業部*

ホソカワ／トリット キャビネットコレクタ

1. 概要

作業中に発生する、ヒューム、煙、ダスト、切削粉等は作業者の健康に悪影響を与えるだけでなく、周囲の機械の性能を低下させたり不良製品を生む原因ともなり、これらの粉塵除去対策が大きな課題となる。ホソカワ／トリット キャビネットコレクタは高性能でしかも大きな濾過面積をとれる特殊フィルタと高性能ファンを組み合わせた工場内用の小型集塵機である。作業中に発生するこれらヒュームおよびダストを発生源において的確に捕集できる。しかも、コンパクトなユニットタイプの設計となっており、用途、規模に応じて組み合わせることができる。

2. 構造

Fig.1 は、本機の構造説明断面図である。本機の構成部位は大別するとつぎの3つになる。a) 沈降室部、b) 濾過室部、c) 風車部、これら3要素をコンパクトに1つの筐体内にまとめている。

a) の沈降室は、他の2つの要素とは仕切板で区切られ、上部にある入口より送込まれた含塵空気中にある粗大粒を重力沈降分離させ、濾過室内にある濾布の破損を防止している。b) の濾過室には長方形の封筒型濾筒が多数が懸吊されている。この濾筒は、Fig.2 に示されるように、濾筒内側に軽量金網が組込まれ、これが濾布を保持するとともに、清浄空気の通路を形成し、またアースの作用もしているために濾布面上での静電気の滞留を極度に減らす効果をもっている。濾布の上端は、弾力性のある長方形の金属製バグカラーで保持され、その外側はフェルトでカバーされている。濾筒の下端は、バグ

クランプで止められ、この重さで濾筒を下方へ引張るとともに濾筒に付着しているダストをこのクランプをシェーカーで強くとたき、濾筒を一時的に折り曲げ、引伸ば

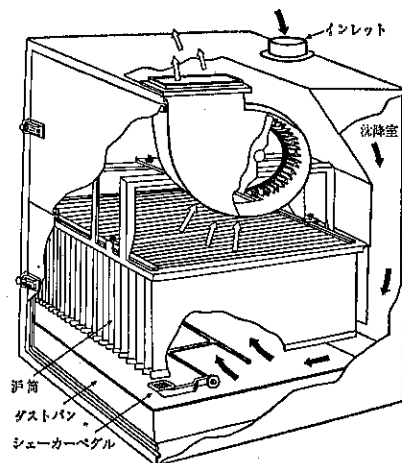


Fig. 1 キャビネットコレクター断面説明図

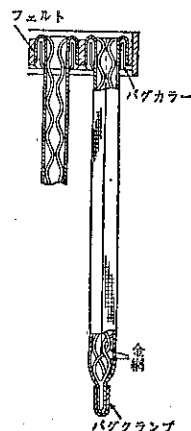


Fig. 2 濾筒断面

* ホソカワ環境エンジニアリング株式会社
(〒552 大阪市港区市岡2丁目14番5号)
Tel. (06)574-7771(代)

すという運動を与えて払落するようになっている。そのような汙筒を、バグカラー同士で充分強く押し込むように汙過室上部にある汙筒取付枠に挿入懸吊し、このバグカラーで、汙過室と、c)の風車室と仕切るようにする。c)の風車室には、一般に2極のモーター直結型のシロッコ型またはプレート型のファンが内蔵されている。b)の汙過室の下部には、捕集ダストを受けるダストパンがある。このダストパンの代りにホッパーを取付けることもある。またダストパンと汙筒の間にはシェーカーバーがありこれに連なるシェーカーペダルを踏むことにより、汙筒のバグランプを強くたたき、ダストの払落しを行なう。なおこのペダルを自動的に作動させるため、エアシリンダーによる上下動、または、ギヤードモーターによるカム作動等を利用することもある。(オートシェーカーシステム)

3. 特 長

- (i) コンパクト設計のため、汙過面積が大きく、処理能力に比し設置面積が小さく、据付が簡単である。
- (ii) 高さが低いので天井の低い室内にも設置できる。
- (iii) 汙布の寿命が長く捕集効率が高い。
- Fig. 3に捕集効率の特性を示した。
- (iv) 保守点検が容易で耐久性にすぐれている。
- (v) ファン性能が高く、少ない運転経費で運転できる。
- (vi) 目的に応じて任意のサイズ、形式を選ぶことができる。

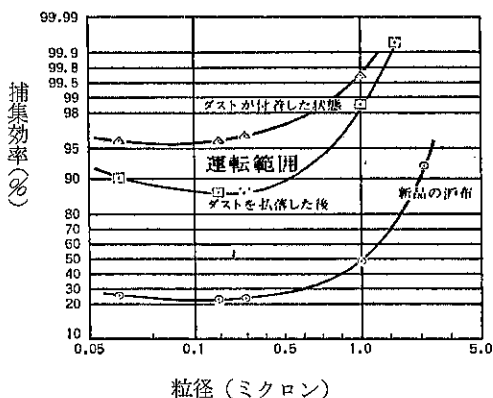


Fig. 3 キャビネットコレクタの捕集効率

る。

4. 型 式

キャビネットコレクタの各型式標準仕様を Table 1 に示した。なお、ダストパンのかわりにホッパーを取りつけたホッパー型も標準として各型式に用意している。また、ダストの払落しを自動的に行うオートシェーカーは全ての機種に取付可能である。

5. 適 用

キャビネットコレクタは次の各種工程より発生するヒューム、煙、ダストの捕集に適用できる。

- (i) 機械加工時の切粉
- (ii) グラインダー、切断砥石等の発生粉塵
- (iii) 解袋、袋詰時の発生粉塵
- (iv) 粉碎機、混合機、供給機よりの発生粉塵
- (v) 木工機械よりの発生粉塵
- (vi) 溶接ヒューム
- (vii) 各種溶解炉よりの発生ヒューム
- (viii) 築炉時発生粉塵
- (ix) 鋳造場発生粉塵
- (x) 各種乾燥機発生粉塵

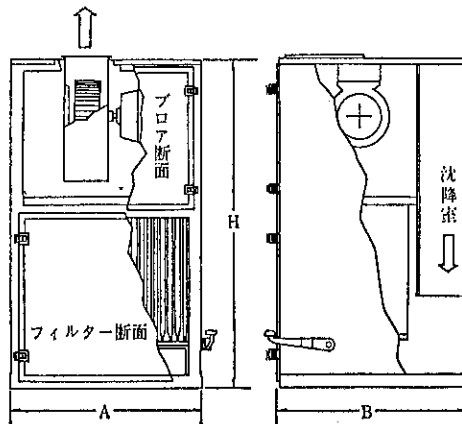


Table 1 キャビネットコレクタの型式標準仕様

仕様	型式	DC-60	DC-70	DC-80	DC-90	DC-90-5	DC-120	DC-130			DC-140			
モーター		0.75kw 2p	1.5kw 2p	2.2kw 2p	2.2kw 2p	3.7kw 2p	3.7kw 2p	5.5kw 2p	5.5kw 2p	7.5kw 2p	11kw 2p	7.5kw 2p	11kw 2p	15kw 2p
汚過面積(m ²)		6	12	15	25	25	40	40	80	80	120	120	120	120
ファン風量(m ³ /min)		9	18~23	25~30	40	60	60	80	80	100	140	100	140	170
H		835	1210	1210	1870	2000	2365	2415	2415	2467	2554	2467	2554	2651
B		649	722	722	912	912	720	720	1450	1450	1450	1460	1460	1460
A		569	722	722	1020	1020	1780	1780	1780	1780	1780	2720	2720	2720

ホソカワ／トリット チューブコレクタ

1. 概要

ホソカワ／トリット チューブコレクタは圧縮空気による断続的な洗浄機構をもつバッグフィルタである。ファンの運転を止めると、自動的に圧空タンクに貯められている圧縮空気が汭筒外側に噴射され、汭布内面に付着しているダストを効果的に払い落とし、再スタートにそなえと共に、圧空タンクへは自動的に圧縮空気が再充填される。

なお、本機は洗浄時にダストや空気が逆流しないように考慮され、しかも運転休止中に汭布の洗浄を行うので、完全洗浄が大変効果的に行える。

2. 構造

Photo. 1 にチューブコレクタの外観を示した。又 Fig. 4 に本機の断面構造図を示した

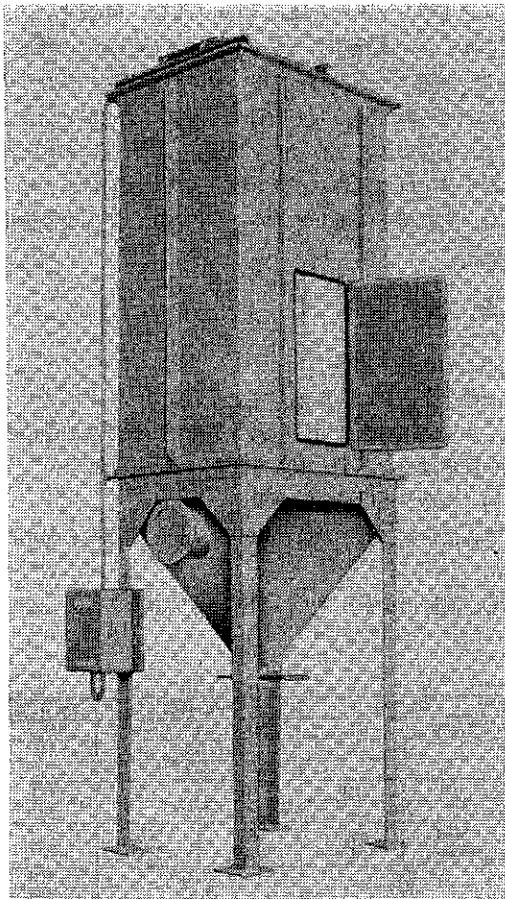


Photo. 1 ホソカワ／トリット チューブコレクタ

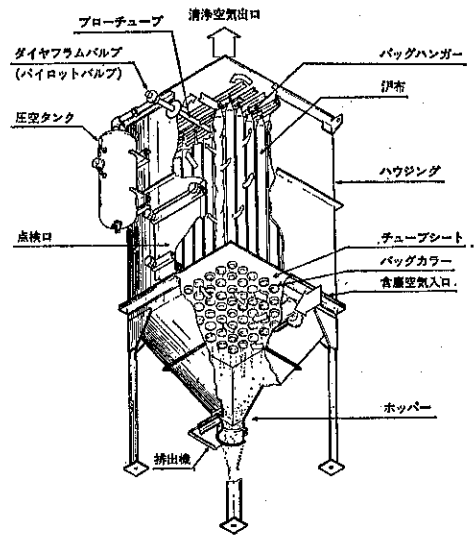


Fig. 4 チューブコレクタの構造

本機は、バッグハウス部とホッパー部から成り、バッグハウスとホッパーの間はチューブシートにより仕切られている。

チューブシートにはバッグカラーが付いており、バッグハウス上部のフックに吊り下げた汭布をバッグカラーで固定している。

バッグハウスの上部には払落し用のブロークューブがあり、機外に取付けたダイヤフラム弁に接続しており、ダイヤフラム弁は、機外に取付けた圧空タンクに接続している。

ブロークューブは汭布と汭布の間に配し、ブロークューブ下面の汭布と汭布の間に当る位置にダストを払落すための噴射口がある。

バッグハウスには清浄空気の排気口と汭布用の点検口が設けてあり、ホッパーには含塵空気の入口及び、捕集粉塵の排出機（スルース弁・ダストボックス・ロータリーバルブ他）が付いている。

含塵ガスは下部入口から吸引又は圧送によって、ホッパー内に入り、ダストは汭布内面に付着し、汭過された清浄空気はバッグハウス内を通して上部出口より排気される。汭布内面に付着したダストはパルス発生装置によって払い落され、ホッパーから機外に排出される。

パルス発生装置は、汭布上部に設けられたブロークューブの噴射口から圧縮空気を噴射させ、そのショックによる振動によって、付着したダストを効果的に払い落とす。

3. 特 長

(i) 汙布の取替が容易である。

汙布の内側に粉塵が付着するので点検および汙布の取替時クリーンサイドから作業ができる。また、汙布の取替がワンタッチ式で取替が短時間でできる。

(ii) 摺動部が全くない。

払落し装置に摺動部が全くないので故障がほとんどなく、メンテナンスが容易である。

(iii) 強力な払落し機構

汙布の外面に強力な圧縮空気を噴射し、汙布を振動させて汙布の内側に付着した粉塵を払い落とす。なお、汙布はテトロン繊維を標準として採用している。

4. 型 式

チューブコレクタの標準型式仕様を Table 2 に示した。また、チューブコレクタを3ユニット又は4ユニット組合わせたタイプのマルチチューブコレクタも標準として揃えている。

5. 適 用

基本的にはキャビネットコレクタの用途と余り変らない。

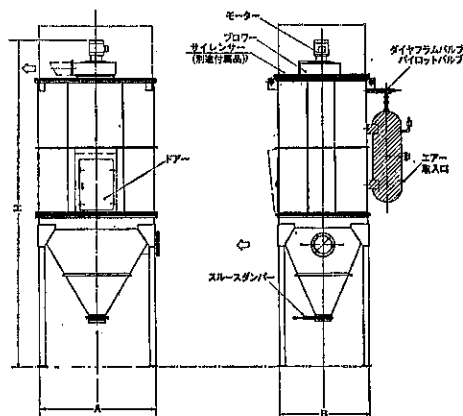


Table 2 チューブコレクタの標準型式仕様 (() 内は 50Hz の場合)

仕様	型式	PC-230	PC-460			PC-770		PC-1080		PC-1390
モーター (2p)		3.7kw	3.7kw	5.5kw	7.5kw	7.5kw	11kw	11kw	15kw	15kw
汙布本数 (本)		48		64		96		120		144
汙布面積 (㎡)		44.1		60		90		113		135
ファン容量 (m³/min)		60	60	80	100	100	140	140	170	170
エアータンク (ℓ)		120		120		260		260		260
H		5100	5100 (5110)	5150 (5200)	5250 (5330)	5750 (5800)	5880 (5920)	5880 (5920)	5940 (5940)	5940
B		1100		1600		1600		1800		2100
A		1600		1600		2100		2100		2100

※100m/m以上の集塵機のダクトには風量調節用ダンパーを取付け

いが、特殊な適用例として次のものがあげられる。

(i) 建屋集塵

(ii) 破碎機よりの発生粉塵の捕集

(iii) 粉体塗料の回収

(iv) キャビネットコレクタより大風量の間欠式の集塵

ホソカワ/トリット ミストコレクタ

1. 概 要

油を使用する作業工程中で発生する油煙、油霧、油滴などは、機械、天井、床などに付着し作業環境を悪くし、その上作業者の健康を害する。

ホソカワ/トリット ミストコレクタはこれらの油煙、油霧、油滴を完全に捕集できる。コンパクト設計で、天井に吊り下げることのできるため、空間をムダなく利用できる。

2. 構 造

ミストコレクタの外観を Photo. 2 に、構造図を Fig. 5 に示した。本機はケーシング、オイルパン、一段フィルタ、二段フィルタからなり、ブロワーがケーシング上部に設けられている。一段目フィルタはワイヤーデミスタで、粒径の大なるミストを捕集し、それを通過した小さなミストは二段目のグラスウールフィルタにより捕集され、自然落下によりオイルパンに溜り、下部より排出される。

3. 特 長

(i) 高い捕集効率

一次フィルタに特殊デミスタ、2次フィルタにグラスウールフィルタを使用し、大きな油滴や微細な油煙にも高い捕集効率を示す。Fig. 6 にその特性を示した。

(ii) 構造が簡単で故障が少ない

本体に可動部分が全くないので機械的故障の心配がない。

(iii) 設置面積が小さく、据付けも簡単である。

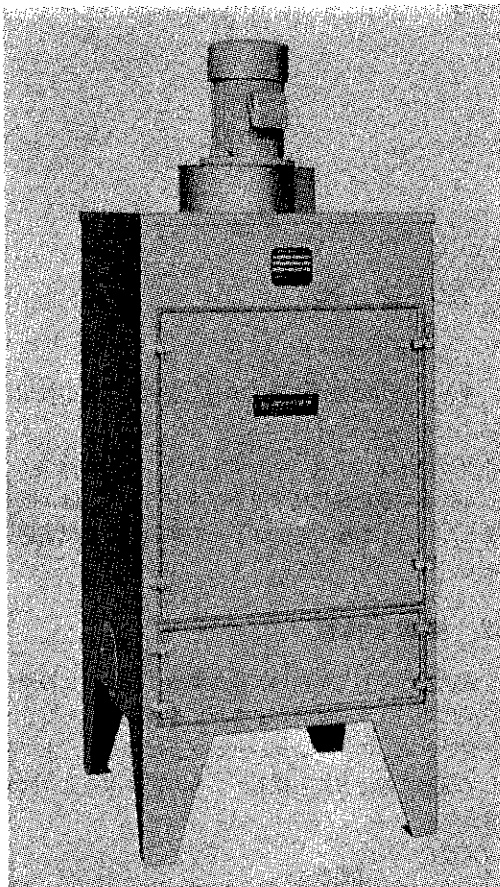


Photo. 2 ホソカワ/トリット ミストコレクタ (MC-1000)

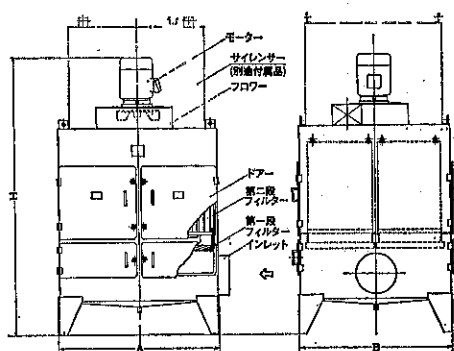


Fig. 5 ミストコレクタの構造

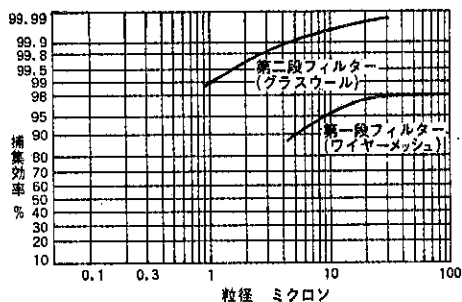


Fig. 6 ミストコレクタの捕集効率

4. 型 式

ミストコレクタの標準型式仕様を Table. 3 に示した。

Table 3 ミストコレクタの標準型式仕様

仕様	型式	MC-1000	MC-2000	MC-4000	MC-6000
モーター (2p)		2.2kw	3.7kw	7.5kw	11kw
風量 (m ³ /min)		30	60	100	140
ドアー枚数		1	2	4	6
H		2000	2225	2435	2565
A		714	1420	1420	2165
B		714	720	1325	1325

5. 適 用

ミストコレクタの適用分野として次のものがある。

- (i) 多軸ボール盤より発生するオイルミストの捕集
- (ii) 切断鋸より発生するオイルミストの捕集
- (iii) HC旋盤より発生するオイルミストの捕集
- (iv) マシニングセンターより発生するオイルミストの捕集
- (v) 研磨材より発生するミストの捕集
- (vi) 気吹時に飛散するオイルミストの捕集

ただし、粉塵の多い場合はミストコレクタの前に、サイクロンコレクタを設置する方が好ましい。

製品紹介

ホソカワ／マイクロ

エレクトロフィル

1. 概要

集塵機は大気汚染公害の規制強化に伴い、急速に進歩してきた。そして多くの種類の粉塵の捕集が可能となった。しかし、なお一部の粉塵及びガスに対して未解決の分野が残っている。この分野を満たすために近年湿式の電気集塵機（EP）が脚光を浴びてきた。上記の未解決の分野とは粉塵の分類から見れば、

- i) 潮解性のある粉塵
 - ii) 可燃性の粉塵
 - iii) タール状のミスト
 - iv) 電導性が高い、又は極めて低い粉塵等である。
- ガスの性状より見れば、
- i) 腐蝕性のあるガス
 - ii) ガスの吸収、除去を必要とする場合。
- これらのガスが主として問題になってくる。この何れ

か、または両方の要求のある場合、湿式のEPが使用される。

ホソカワ／マイクロ エレクトロフィルは米国マイクロパル社との技術提携によりホソカワミクロン㈱が設計製作している平板型常時スプレー方式の湿式電気集塵機である。

2. 機構と特長

一般に乾式のEPにおいては集塵板に付着した粉塵を間歇的に「ハンマーリング」を行いその払落しを行う。湿式EPとはこの「ハンマーリング」に替えて、水で洗浄して粉塵を落とす方式を採用。この方式は次のように分類される。

水膜式 スプレー式	間歇式
	連続式

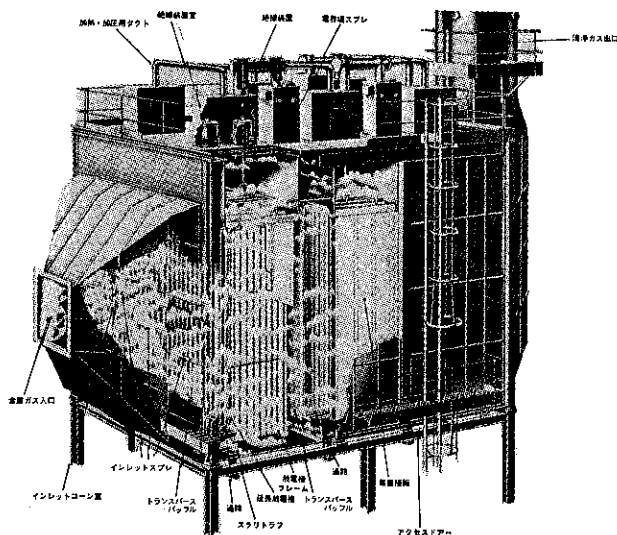


Fig. 1 ホソカワ／マイクロ エレクトロフィルの構造

水膜式とは極板の上部から水を流下させて洗浄する方式である。この場合、集塵板の形状は円筒型となり、且つ水膜の分布を一樣にするため、上部の径を下部径より大きくした逆円錐型とし、その中心に放電極を設ける。

スプレー方式においては一般的に平板型の集塵極を用い、ノズルよりスプレーした水により集塵板を洗浄する。この場合、必然的に放電極も洗浄されるので、放電極に何らかの理由で付着した粉塵も除去されて放電極を清浄に保つことができる。このスプレーを間歇的に行う方法と連続的に行う方法と2種類ある。

間歇スプレー方式とは、一定サイクルで水をスプレーし集塵板上の粉塵を洗浄する方式で、洗浄水量は少なくてすむが次のような欠点も有する。

非スプレー時に洗浄水中の溶解分および懸濁分が乾燥固着してスプレーノズルが詰まる事が多い。又集塵板に付着した粉塵も凝固して必ずしも洗浄されるとは限らない等である。

連続スプレー方式とは上記と異り、常時スプレーしている。この方式の大きな特長としては、水を連続的にスプレーしている関係上、これらの水滴は重力又は静電力により集塵板上に捕集され水膜となって連続的に集塵板上を流れ落ちるようになる。故に集塵板に捕集された粉塵もこの水膜により瞬時に洗い流される。すなわち、乾式EPにおける清浄サイクル中放電を停止するために生ずる再飛散等による効率の低下もなく、全く安定した運転が可能となる。又この方式においては、粉塵層の固有電気抵抗値と関係なく、集塵板上に形成される水膜の固有電気抵抗値が放電作用の支配的な要素となるため、乾式EPの適用範囲とされている粉塵の固有抵抗 $10^7 \sim 10^{12} \Omega \text{ cm}$ 以外の粉塵についても高効率で捕集することができる。又、常時洗浄水をスプレーしている関係上、並流又はクロス流型スクラバーとしてガス吸収も合せて行うことができる。ホソカワ/マイクロ エレクトロフィルはこの連続スプレー方式を採用しており、その内部構造をFig.1に示す。

1) インレットコーン室

電気集塵機においては機内の含塵ガスの速度分布を一樣にする必要がある。エレクトロフィルではインレットコーンにトランスバースパッフル（チャンネル状のパッフルを組合せた整流板）を2段使用している。

ここでガス流の入口流入速度から機内の塔内速度まで減速し、且つ、そのガスの拡散、整流を行う。さらに、このパッフルに向かって、洗浄水をスプレーしておりここで若干の粗い粒子を除去することができる。又、ガス吸収を併用する場合、ここより吸収作用が始まる。

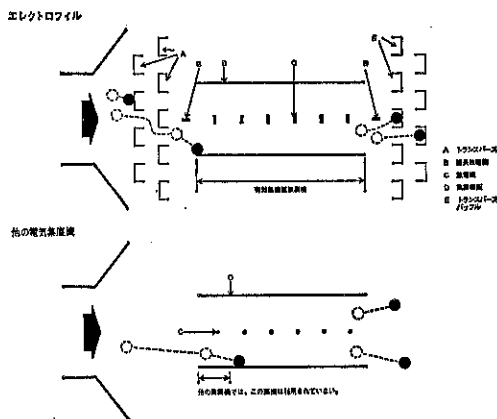


Fig.2 他の電気集塵機との比較

2) 極室

インレットコーン部を通過後、ガスは1段目の極室へ入る。スプレーノズルは各極室の上部に設けられており、適量の洗浄水を散布し集塵板、放電極等の面を洗い流す。極室内の粉塵と水滴は帯電され集塵板へ誘引される。集塵板へ捕集された水滴は板面上を下向きに連続で流れる水膜となり板面を清浄に保つ。水膜と捕集された粉塵は集塵板より下部にある傾斜トラフに流れ落ち排出される。延長放電極と組合せのトランスバースパッフルガス整流システムは各極室の前後に設けられ、ガス流の整流に加え、粉塵と水滴を静電力又は、慣性力で捕集する。この延長放電極システムは有効集塵板面積を増加させ、結果として、集塵効率を高めることに寄与している。

すなわち、極室の入口にてトランスバースパッフルで捕集されなかった粉塵は集塵極板へ流入する前に前後に延長された放電極により帯電され、これらの帯電粉塵は集塵極板の端よりただちに誘引移動を開始するためである（Fig.2参照のこと）。加えるに、極室出口側に設けられたトランスバースパッフルでもかなりの量の粉塵を捕集でき集塵板としての役目を果している。故に、この延長放電極とトランスバースパッフルシステムにより、他の同型EPに較べ同効率ではかなり小型でよいことになる。又、このトランスバースパッフル整流機構を使用することにより、他の多孔板その他の整流機構に較べ、圧力損失は極めて低く実測値にて、 $10 \sim 15 \text{ mm Aq}$ 程度であり使用する動力費も安価となる。

3) 碍子室

放電極はチャンネル状の放電極フレームに取付けられておりこの放電極フレームを円筒形碍子で支持してい

る。この碍子の内面に粉塵及び洗浄水の付着を防止するために加熱減湿した空気を吹き込んでいる。後述するが、湿式EPではガスを飽和状態にして使用するので、ガス温度は、50～80℃に冷却されている。碍子は一般に考えられているより耐熱温度が低く、標準のもので120℃、特殊なシルマン碍子で200℃が使用限界とされている。従って、電気集塵機のトラブルの第2の要素である“碍子の破損”も前述の様に使用温度が低いため発生しない。

4) ミストエリミネーター

水または、他の液体を使用して粉塵、又はガスの除去を行う装置では、装置出口前に水滴もしくはミスト等を除くことが非常に重要である。エレクトロフィルでは最終段にミストエリミネーターとして、バフフルを2段取付けている。このミストエリミネーターの部分は乾式で操作されており帯電水滴およびミストはこの部分を通過できない。1段目で殆んど水滴およびミストが捕集できるので2段目はほとんどドライである。しかし、若干の微粒子が1段目を通り抜け、2段目で捕集されるため、これらの粒子の堆積を防ぐためこのセクションでは間歇的に水をスプレーし堆積物を洗い流している。

3. 設計上の注意

3.1 ガスの水分

湿式電気集塵機においては集塵板が絶えず水膜に覆われていなければならない。すなわち乾燥状態にならないようにするために、機内を流れるガスは水分飽和の状態にする必要がある。塔内に流入するガス温度が50℃以下の場合にはエレクトロフィル入口コーン部のスプレー装置で十分であるが、入口ガス温度が高い場合には前段に飽和塔を設置する必要がある。

3.2 サイクロニックスクラバ

前記飽和塔として当社ではホソカワ/ミクロン サイクロニックスクラバを使用している (Fig.3)。

これは図のように円筒状の容器の下部より切線方向にガスを導入させ、旋回させながら上部より流出させていて、且つその機内に滞留している間、液をスプレーし、ガスを飽和させる方式である。従って、いわゆる“サイクロン効果”によって集塵も行。この効率粉塵の種類にもよるが50%～80%程度で、多少、電気集塵機を小型にする利点がある。この圧力損失は40～70 mm Aqを基準としている。従って、サイクロニックスクラバとエレクトロフィルの組合せにおいて、配管を除く全圧力

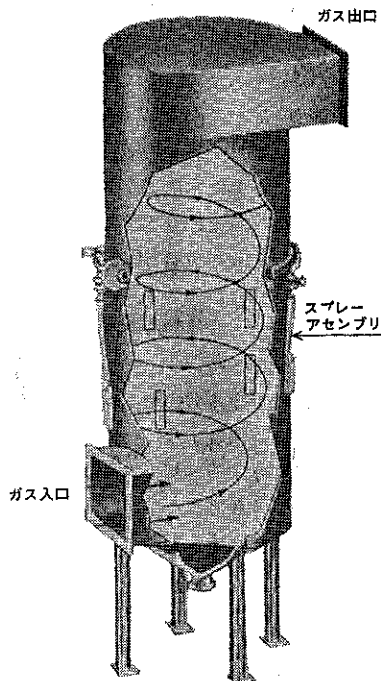


Fig.3 サイクロニックスクラバ

損失は50～85 mm Aq となり、ランニングコストは極めて低い。

3.3 腐蝕の問題 (材質の選定)

水を使用する関係上、腐蝕に対する考慮が必要である。ガスの成分により、かなりの吸収性能を有する反面にその溶解も考慮して材質を選定しなければならない。材質としては、

- i) SS41
- ii) SUS304
- iii) SUS316
- iv) SUS316L
- v) FRP
- vi) SS41+ライニング 等が用いられる。

一般にガス吸収のためにアルカリ溶液を使用する場合、SS41で充分であり建設費も安価となる。逆に、酸性の洗浄水 (吸収液) を使用する場合はその濃度により材質を選定する必要がある。

3.4 使用水量および排水量

一般的に使用する水量は、

- i) 冷却のために必要な蒸発水分 (流入ガスの温度およびび温度により計算される)
- ii) サイクロニックスクラバに使用する水量
0.5～1.0ℓ/m³

iii) エレクトロフィルに使用する水量

0.5~1.0ℓ/m³ である。

i), ii)およびiii)の合計量の水量を必要とする。

すなわち、循環水槽に流入する水量は上記 i)を除き 1.0~2.0ℓ/m³ である。

循環水槽よりの排出水量は特にその排水が前工程に還元、再利用される場合に考慮する必要がある。この排水

水量は粉塵濃度、ガス残分、使用アルカリ、酸の濃度等により異なるため、その都度慎重に設計する必要がある。

4. 適用例

適用納入例を Photo.1 および Photo.2 に示した。

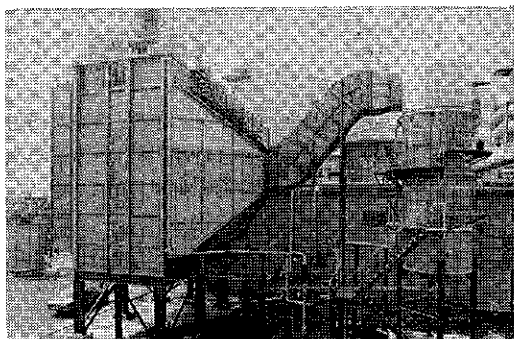


Photo. 1 納入例 1

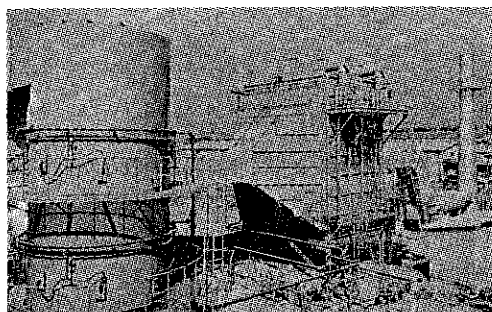


Photo. 2 納入例 2

特許一言メモ No. 31

大切な商標の管理

商標権の存続期間は、一応10年である。しかし、商標には、他の特許、実用新案、意匠と根本的に異なる点がある。これら特許、実用新案、意匠等の権利は、その存続期間（15~10年）を過ぎると消滅してしまうが、商標は10年ごとの更新手続をすれば永久的にその権利を維持し続けることができる。また、商標は商品との深い関連を持っており、商品が売れるほどに商標の知名度も増し、それによってますますその商品が売れるという相乗作用がある。こうして商標本来の効果が発揮されるわけである。

ところで、このようにして商標及び商品が有名になって来ると、今度は別の問題が起って来る。つまり、商標権の侵害に対してはもちろんのことであるが、商標の管理を怠って他人（同業者に係わらずあらゆる人）の使用

を放置していると、その商標が有名になった結果、普通名称化されてしまうおそれが出てくるということである。それでは商標が普通名称化されてしまうとどうなるか、つまり、商標権としての排他的な効力が失われ、事実上商標権を失ったのと同様となるばかりでなく、普通名称と見なされ以後の更新登録も受けられない事態にもなりかねない。こうした危険は、その商標が有名であればあるほど起り易く、実際、長年にわたる裁判事件へと発展した例もある。ちなみに「セロテープ」「雷おこし」「プラモデル」「純生」などは、こうした事件へと発展した。また、「ナイロン」「メンソレータム」「味の素」「マジックインキ」「セメダイン」などは、現在も立派な登録商標としてなお健在であり、他人が勝手に使用することのできないものである。（技術資料室）

製品紹介

湿式集塵機

1. 湿式集塵機の概要と分類

湿式集塵機は液体によって集塵操作を行なうもので液体としては経済的な理由からほとんど水が使われる。そして同伴する有害ガスの吸収や機械の防食のため薬品を添加する場合もある。

捕集作用は水滴と粒子の衝突によるものが主で、他に温度降下による凝縮作用での促進効果も注目されている。

湿式集塵においては、水滴による粉塵の捕捉と粉塵と捕捉した水滴のガスからの分離という2つの作用が充分に行なわれないと高い捕集効率を得られない。

湿式集塵機は水を使用し、一般には沈降分離槽を経て水は再使用するが、かなりの水を必要とし、しかも排水は生産ラインへ戻すことができる場合を除き、多くの場合処理をしなければならないので採用に当っては給排水の関係を十分に調査する必要がある。

さらに水を使用するについては次のような留意点がある。

- (i) 水の存在により腐食について十分に考慮する必要がある。
- (ii) 粉塵が水に良く溶解するならば捕集効率も良くなり、スラッジ処理も不要となる。——但しBOD、CODの関係は残る。
- (iii) 粉塵が水と反応して成分の分離を生じたり、排水を中和すると沈澱物を生じたりすることがある。
- (iv) 水を循環使用すると装置内への固形分の付着、堆積を招くことがあるのでスプレーノズルなどの閉塞に注意する。

一般には湿式集塵機の捕集効率あるいは出口含塵濃度は所要動力によって決定されると言われている。すなわち高い圧力損失にしないと高い捕集効率を得ることはいかない。設計においてはこの点を決定する要素が大きい。

湿式集塵機は水処理に大きく制約されながら、高温ガ

スの直接処理、ガスや粉塵の物性から湿過式集塵が適用されない場合、粉塵と有害ガスの同時処理、湿過式集塵後のガス処理、一般のガス処理等に利用される。

湿式集塵機の主なものは気液の接触の方式から次のように分類される。

1) ガス—液を分散させ接触させる方式

(i) 充填塔（向流が多い）

ガス空塔速度	0.3~2.0 [m/sec]
液ガス比	0.3~5 [kg/m ³]
圧力損失	50~200 [mmAq]

2) ガス中に液を分散させる方式

(i) スプレー塔

ガス空塔速度	0.2~1.0 [m/sec]
液ガス比	0.2~1.5 [kg/m ³]
圧力損失	2~20 [mmAq]

(ii) ベンチュリスクラバ

スロート部ガス流速	30~120 [m/sec]
液ガス比	0.3~1.5 [kg/m ³]
圧力損失	200~1,000 [mmAq]

(iii) ジェットスクラバ

液ガス比	10~100 [kg/m ³]
圧力損失	20~200 [mmAq]

(iv) サイクロニックスクラバ

ガス空塔速度	1~3 [m/sec]
液ガス比	0.5~1.5 [kg/m ³]
圧力損失	50~200 [mmAq]

3) 液中にガスを分散させる方式

(i) 棚段塔

ガス空塔速度	1~2.5 [m/sec]
孔通過速度	4~12 [m/sec]
液量	1.5~3.5 [m ³ /m ² Hr]
圧力損失	100~300 [mmAq]

以上の分類の内ホソカワ製品にはホソカワ／ミクロンベンチュリスクラバ(VW)、ホソカワ／ミクロンサイ

クロニックスクラバ(SW), ホソカワ/ミクロン VW
Dスクラバ(DW), ホソカワ/ミクロン パックドタワ
(PW)がある。

2. 設計

2.1 設計方法 (各機共通)

引合時の仕様

- 使用目的——除塵, 吸収, 冷却等
- 発生源の工程——前処理, 後処理装置等
- ガス仕様——風量, 温度, 圧力, 水分量, 成分, 物性
- 粉塵仕様——成分, 物性, 組成, 粒度分布
- 効 率——捕集効率, 吸収効率 (パーセント値と絶対値の両方, ドライガスベースのもの)
- 洗 浄 水——水質, 使用できる水量, 薬品使用の可否
- 排 水——処理設備の有無, 処理能分 (湿式集塵系から排水できる許容量)
- 運転条件——据付場所, 運転時間, 年間稼動日数
- 材 料——指定材質等

2.2 設計上の検討事項

(i) 飽和風量の算出

湿式集塵機の処理風量は飽和風量で示されている。従って入口のガス条件より断熱冷却が行われるものとして機内の温度, 風量, 蒸発水量を算出する。特別な場合を除き水—空気系と仮定して処理する。低温度湿度図表, 高温度湿度図表を用い, この範囲内で求まらない場合については Lewis の法則にてトライアルを行ない飽和ガス量, 飽和温度, 蒸発水量を算出する。

(ii) 効率, 処理対象等の仕様により適用機種, 型式, 圧損を決定する。

(iii) マテリアルバランスをとり循環液, 排水の水質を検討する。

(iv) (iii)の項の水質及び出入口のガス条件により使用材質の検討を行なう。

耐食表, 過去の実績等により決定されるが特に同じような条件下での運転データは有効である。またガス, 液, 薬品中の不純物の影響が大きい場合もあるので注意する必要がある。

また温度を考慮すれば樹脂等の材料やそのライニング, コーティングを使用できる。その場合は製作方法に制限があるので標準機の形と異なる場合が生じてくる。ゴムライニングの場合は加硫の関係上現場での施工や手直しが難しく, 大きさが制限される。

(v) フローの検討

高温ガス処理の場合で高捕集効率を得る必要のある場

合, 前処理にて飽和ガスにして集塵機に入れる方がよい。これは水の蒸発のタイムラグ及び凝縮による捕集効果のためである。

(vi) 液は一般に循環で用いられ循環タンクは仕切板を入れ上澄のみを回す。

(vii) ガス, 液の処理のために必要な計装をセットする。循環タンクに LC, PHIC 等, 循環液ラインに FIA, FIC, PHIC, ガスラインに TIA, TIC 等。

(viii) 付属品

●ミストセパレータ

既述のごとく, 粉塵を捕集した液滴はミストセパレータによって十分にガス流より分離されなければ, 循環使用していることも合わせて, 捕集効率は非常に悪くなる。従って気液, 粉塵の物性を考慮したミストセパレータの選定が重要となる。一般には付着性のある粉塵等で閉塞するおそれのあるものを除いてワイヤメッシュデミスターを使用している (Photo. 1)。デミスターは捕集効率がよく, 圧力損失も小さいが, ワイヤの線材の径が非常に細いため, SUS 製については腐食に, 樹脂製のものについては熱の問題に注意することが必要である。

この他ミストエリミネータや充填物も使用する。

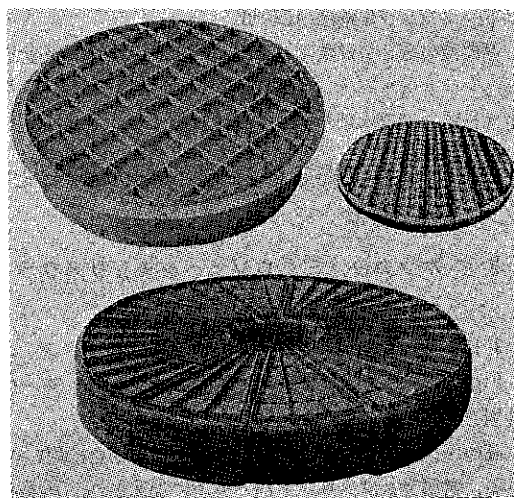


Photo. 1 デミスター (ワイヤメッシュ)

●スプレーノズル

ホソカワではベンチュリスクラバ以外のスクラバの液の分散にはスプレーノズルを使用している。形状, 能力, 材質の選定と共に詰まり, 摩耗に強いものを考慮する。

(ix) 循環液の温度

循環液温度は新水量, 循環タンク容量, 季節によっても異なるが循環タンクの滞留時間が数分しかないことも

あり、大体前述の飽和ガス温度より数度低くなる。材質の選定における重要因子である。

(x) 粉塵及びガスの濃度測定

バッグフィルタと異なり、出口濃度または捕集効率によって機器の大きさや圧力損失が決定される場合が多い(ベンチュリスクラバおよびバックドタワについて)。

このため濃度測定後検収となることが多い。含塵濃度測定については下記の点を考慮することが必要である。

- (1) 循環液中のSS及び溶解物は粉塵としての重量となるのでミストセパレータは充分なものにする。
- (2) 濃度についてはすべてドライガススペースで示される。
- (3) 吸収法でガス濃度を測定する場合、他の同伴ガスの成分がプラス側の誤差をもたらす場合がある。またミスト中の溶解物や粉塵の成分がガス成分と同一のものがあつた場合、プラス側の誤差を生じる場合がある。さらに吸収法によって濃度の薄い領域の測定を行う時には、測定法によりどの程度の誤差が生じるか、あらかじめチェックしておくことが必要である。

(xi) その他

配管中の液流速の目安は、加圧されて、粘度の低い液体の場合2[m/sec]程度、ドレン側は0.5[m/sec]以下、フランジ規格はJIS 10K

循環液のSS分は数千PPMから数パーセント程度とし、マテリアルバランスで抜出し水量(水処理水量)が決定される。循環水量のすべてを抜き出すわけではない。

3. ホソカワ機各種湿式集塵機の概要と設計基準

3.1 ホソカワ/ミクロン ベンチュリスクラバ(VW)

3.1.1 概要

Fig.1 はホソカワ/ミクロン ベンチュリスクラバの外観を示した。

高い圧力損失をもって高捕集効率を得る場合に用いられる。含塵ガスはスロート部で急速に加速され、ガス流によって微粒化された液滴と激しく接触する。この作用で粉塵は液滴に捕捉され、サイクロニックセパレータ部でガス流より除去され機外に排出される。また同様の機構でガス処理も同時に行なわれる。スロート部、ディフューザ部共に角型であり、スロートは手動式の変径タイプとなっており圧力損失を調整することができる。

洗浄水はパイプより直接スロート部へ供給され、スプレーノズルは使用していないため循環ポンプのヘッドも小さくて良い。SS分が多くてもつまりの心配はない。

Photo.2に焼却炉集塵設置例を示した。またTable 1

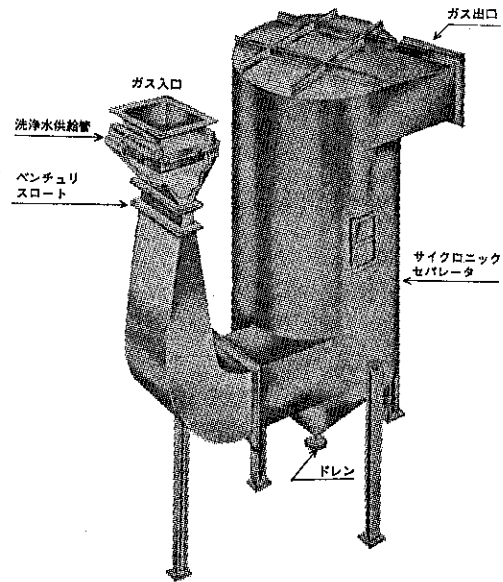


Fig. 1 ベンチュリスクラバの構造

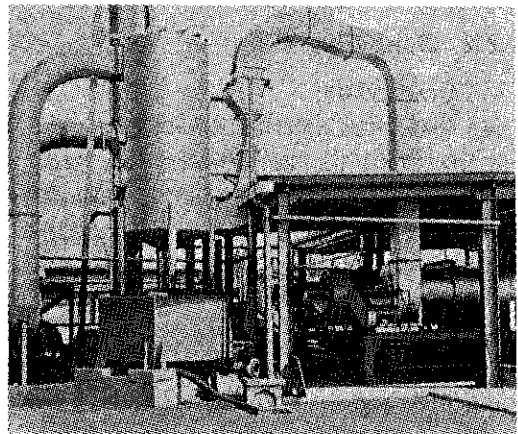


Photo. 2 焼却炉集塵設置例

にベンチュリスクラバの型式仕様を示した。

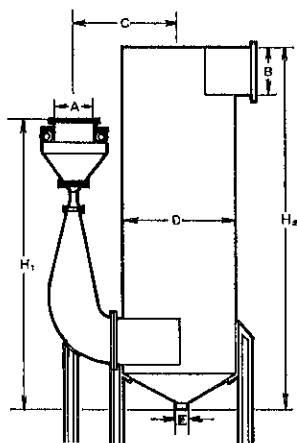
3.1.2 設計仕様

飽和風量を算出し対応する型式を決定する。サイクロニックセパレータ部は対応するサイクロニックスクラバと同じ高さにする。

粉塵の物性、粒度、捕集効率及び出口濃度よりベンチュリ部のガス流速を決定する。ガス、液の物性、液ガス比より圧力損失を算出し、セパレータ部の圧損(約100 mmAq)を加えベンチュリスクラバ圧力損失としている。また、1,000 [mmAq] 越えるような圧損の場合、2段シリーズにした方がよい。

洗浄液量は蒸発水量に液ガス比1[ℓ/m³]を加えたものとしている。圧力はほとんど必要ない。

Table 1 ベンチュリスクラバの型式仕様



仕様	型式	VW-01	VW-02	VW-03	VW-05	VW-10	VW-15	VW-20	VW-30	VW-40	VW-50	VW-60	VW-70
飽和ガス量	m ³ /min	30	55	85	140	285	425	565	850	1135	1415	1700	1985
概略寸法	A mm□	180	250	300	390	550	680	780	960	1110	1240	1370	1470
	B mm□	180	250	300	390	550	680	780	960	1110	1240	1370	1470
	C mm	760	940	1040	1160	1600	1800	1980	2230	2430	2840	2990	3120
	D mmφ	710	910	1060	1210	1670	1930	2130	2510	2740	2970	3100	3350
	E mmφ	50	70	70	100	100	160	160	200	200	260	260	260
	H ₁ mm	1880	2200	2410	2650	3690	4200	4650	5190	5920	6360	6820	7260
	H ₂ mm	1770	2280	2660	3040	4190	4820	5330	6290	6850	7440	7990	8370

3.2 ホソカワ/ミクロン サイクロニック スクラバ

3.2.1 概要

Fig. 2 にホソカワ/ミクロン サイクロニックスクラバを示した。

簡易型のスクラバとして簡単な系の洗浄、ベンチュリスクラバの前段洗浄及び湿式電気集塵機（WEP）の飽和塔として使用している。

下部のガス入口より接線状に流入した含塵ガスは塔壁に押しつけられるように加速され塔内を旋回、上昇する間にスプレーノズルより噴霧されるスプレー水によって粉塵の除去、ガスの吸収、冷却、飽和が行なわれる。スプレーノズルはユニット式のボックスに取付けられており外部から取りはずし、保守、点検が可能である。

サイクロニックスクラバの型式を Table 2 に示した。捕集効率、吸収効率については過去の運転データに基づいて推算している。

圧力損失はデミスターを取付けた場合で 100[mmAq] 程度である。

Photo. 3 に適用例として肥料工場の集塵装置として納入した例を示した。

3.2.2 設計仕様

ベンチュリスクラバと同様に飽和風量によって型式を

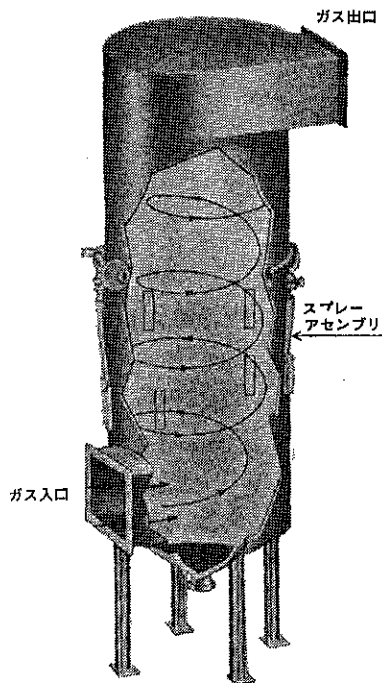
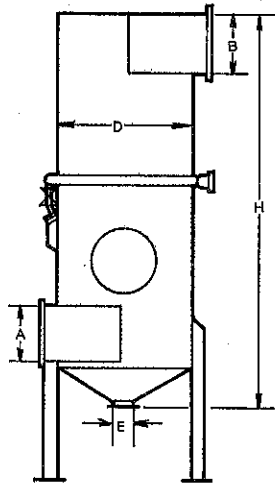


Fig. 2 サイクロニックスクラバの構造

決定している。

スプレーノズルはフラットタイプを使用し塔の水平方

Table 2 サイクロンスクラバの型式仕様



仕様	型式	SW-01	SW-02	SW-03	SW-05	SW-10	SW-15	SW-20	SW-30	SW-40	SW-50	SW-60	SW-70
飽和ガス量	m ³ /min	30	55	85	140	285	425	565	850	1135	1415	1700	1985
概略寸法	A mm ^U	180	250	300	390	550	680	780	960	1110	1240	1370	1470
	B mm ^U	180	250	300	390	550	680	780	960	1110	1240	1370	1470
	D mm ^φ	710	910	1060	1210	1670	1930	2130	2510	2740	2970	3100	3350
	E mm ^φ	50	70	70	100	100	160	160	200	200	260	260	260
	H mm	2480	3170	3730	4260	6010	6650	7650	9050	9880	10660	11530	12060

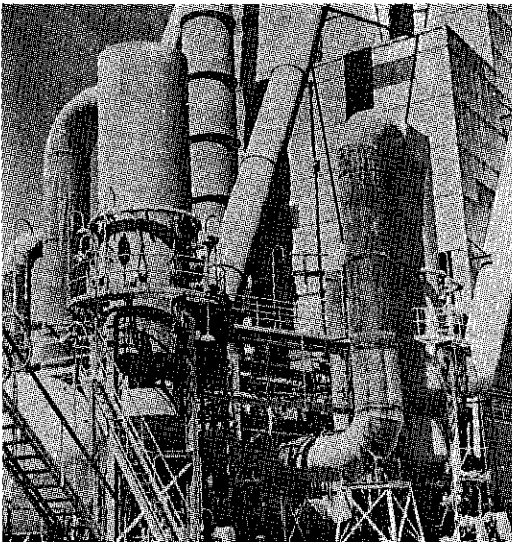


Photo. 3 肥料工場集塵設置例

向に広がるようにセットされ、塔内にドライスポットのないよう留意する。

スプレーゾーンの上部に必ずセパレータ部を設け、できればミストセパレータを設置する。

ガスの出口は接線方向、上部の両方可能であるが、接

線の方向はガス入口と同じ方向としなければならない。

洗浄液量は一般には 蒸発水量に 液ガス比 1 [ℓ/m³] を加えたものとし、特に必要のある場合は液ガス比を増加する。圧力はスプレーノズル噴霧圧 2 [Kg/cm²G] としている。

3.3 ホソカワ/ミクロン VWDスクラバ

3.3.1 概要

Fig. 3 にホソカワ/ミクロン VWDスクラバを示し

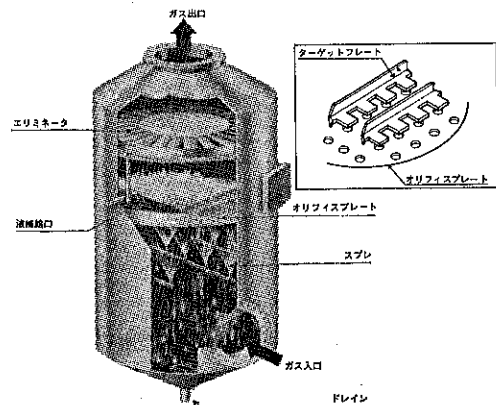


Fig. 3 VWDスクラバ

た、VWDスクラバは棚段式スクラバで、簡単な可溶性粉塵の系の洗浄に使用される。捕集効率については数値として示しにくい、一般には棚段は2段でミストエリミネータを上部に設置している。

含塵ガスは下部入口より塔内に流入しオリフィスプレート下面に向って噴霧されている水によって予備洗浄される。ガスはさらに洗浄液の流れているオリフィスプレートの穴を吹き上り、ターゲットプレートに衝突し上昇する、このバブリング状態によって洗浄、吸収を行なう、気液は十字接触をすることになる、液深はオリフィスプレート末端の堰によって調整できる。

圧力損失は1段で75~100 [mmAq]、2段で110~150 [mmAq]、3段で150~200 [mmAq] 程度である。

VWDスクラバの型式仕様をTable3に示した、適用例としてはアスファルトプラントの排煙処理、石灰燃焼ボイラ排気ガスの脱硫、燐鉱石ドライヤ排ガスの集塵、スラッジ焼却炉排煙処理等がある。

3.3.2 設計仕様

飽和風量によって型式を決定する。

オリフィスプレートは塔の内径に対して最大の正方形とする、マンホールから点検、取替えを行なうため分割してセットする。

下部スプレーはオリフィスプレート全面に散水される配置とする。

オリフィスプレートの穴径、ピッチは現在のところ一定である。

ガス入口部には整流板を取付ける。

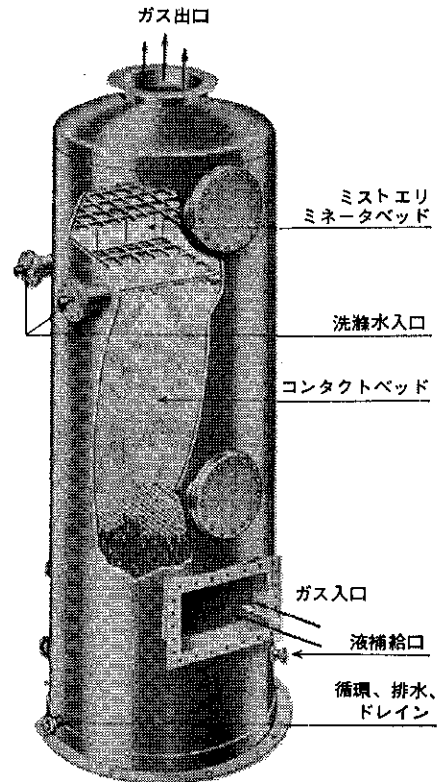
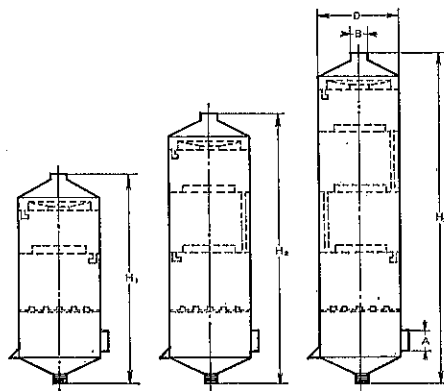


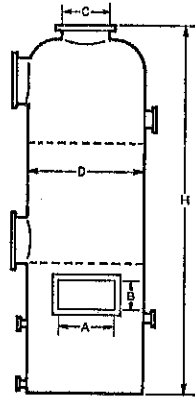
Fig. 4 パックダタワ

Table 3 VWDスクラバの型式仕様



仕様	型式	DW-20	DW-30	DW-40	DW-50	DW-60	DW-70	DW-80	DW-90	DW-100
飽和ガス量	m ³ /min	40	85	150	235	335	460	600	760	935
概略寸法	A mm ϕ	200	300	400	480	610	710	810	910	610×910
	B mm ϕ	200	330	430	530	660	760	860	960	1090
	D mm ϕ	610	920	1220	1520	1830	2130	2440	2740	3050
	H ₁ mm	2180	2490	2920	3300	3740	4120	4700	5160	5620
	H ₂ mm	2790	3100	3530	3910	4350	4730	5310	5770	6230
	H ₃ mm	3400	3710	4140	4520	4960	5340	5920	6380	6840

Table 4 パックドタワーの型式仕様



仕様	型式	PW-01	PW-02	PW-04	PW-06	PW-08	PW-10	PW-15	PW-20	PW-25	PW-30
飽和ガス量	nl/min	30	55	115	170	230	285	425	565	700	850
概略寸法	A mm	300	450	600	760	910	1060	1200	1370	1520	1670
	B mm	150	220	300	380	450	530	600	680	760	830
	C mm ϕ	220	300	450	550	630	710	860	1010	1110	1210
	D mm ϕ	600	910	1210	1370	1670	1980	2290	2590	2890	3190
	H mm	3350	3500	3650	3800	3960	4110	4260	4410	4570	4720

3.4 ホソカワ/ミクロン パックドタワー

3.4.1 概要

Fig.4 にホソカワ/ミクロン パックドタワーを示した。パックドタワーは充填塔タイプの湿式集塵機で、ガスの洗浄（吸収）、冷却に主に使用している。粉塵の存在及び吸収反応によって、固形物が発生し、充填物間に堆積する場合は好ましくない。データの整っている系では明確な設計が可能である。

ガスは下部入口より流入し充填物間を通り、上部より流下する液滴と接触し、洗浄され、ミストセパレータで液滴を分離し排出される。

液の分散は一般にはスプレーノズルを使用し、充填物は樹脂成形品を用いている。スプレーユニットは外部より取り出して点検可能であり、充填物投入、排出、ミストエリミネータ、スプレーノズルチェックのマンホール

が取り付けられている。

Table4 にパックドタワーの型式仕様を示した。

3.4.2 設計仕様

塔径については充填物の圧損データによって決定している。特殊な系以外は液量 $L=20[m^3/m^2Hr]$ 、圧力損失 $\Delta P=20[mmAq]$ で決定している。

充填高さについては吸収データより HTU と NTU の積で求めこれにスケールアップファクターを考慮している。

塔最下部を循環タンクに使用し、各マンホールには点検歩廊をセットする。

スプレーノズルは液ができるだけ均一に分散するように配置することに留意する。

温度の関係で磁製充填物を使用する際には水張りの強度を考慮する必要がある。

製品紹介

ホソカワ／タケダ

活性炭脱臭塔

1. 概要

有害ガス、悪臭ガスの除去、有用な物質の回収は活性炭の気相吸着によって、広く行なわれている。

弊社の活性炭吸着塔は、与えられたガスの出入口条件に従って、吸着剤の選定、塔内ガス流速、吸着剤のライフサイクルの決定等の基本設計をもとに設計、製作されるものである。

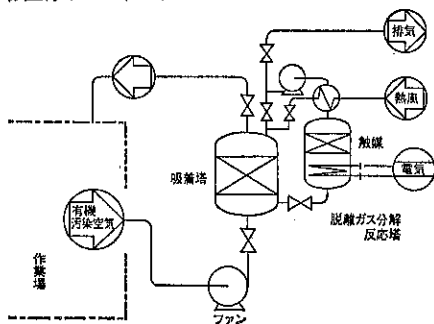
吸着剤は吸着する物質に各々最適なものが選定されるため、物質によっては数種のものを個別の吸着層として

セットする場合もある。

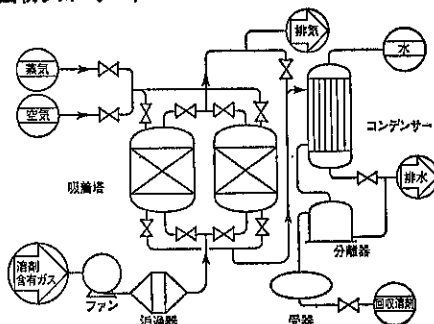
有用な成分を連続的に回収する場合には、吸着塔は脱離、再生システムを行なうため必要な数の塔の並列運転となり、また成分の物性によっては、活性炭を塔より抜き出して、脱離回収する方式も採用される。

吸着操作で脱臭を行なう場合には、できるだけ前処理で濃度を落す方が経済的であり、一般にこの前処理にはスクラバーが用いられている。またこのように回収以外の目的に使用された吸着剤も、ライフサイクルに従って、塔から抜き出され、再生処理し、繰返し使用される。

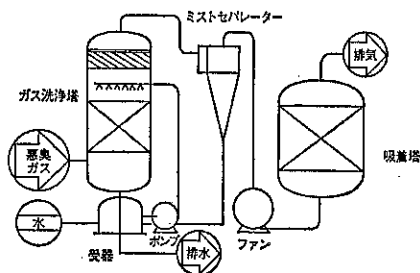
作業場 空浄フローシート



溶剤回収フローシート



悪臭除去フローシート



希薄溶剤含有ガス処理フローシート

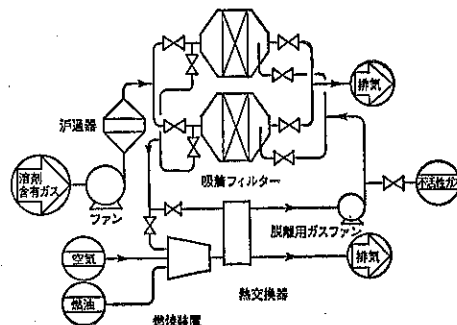


Fig.1 適用例

(228頁につづく)

製品紹介

クリーンルーム、バイオクリーンルーム 精密空調システムとその関連機器

環境事業部*

まえがき

1940年頃、米国マンハッタン計画（原子爆弾開発）で放射能の被爆防止のため、HEPA フィルターが開発されて以来、世界の各地でクリーンルームの技術は急速に発達し、現在は宇宙開発は勿論、医療分野から薬品・食品そして半導体・電子部品・精密機械等広範囲の分野に欠く事のできない設備として必要視されてきた。空間環境の温度、湿度のコントロールに合わせて圧力と共に粒状微粒子とそれに付着した微生物の制御は、対称物を汚染から防ぎ、医療分野では感染の防止に、産業分野では品質の向上に顕著に貢献している。これらのバイオクリーンルームの技術は、最近遺伝子産業の分野にも不可欠な設備として要望され、今後この分野での期待は更に昂まるものと思われる。

クリーンルーム・バイオクリーンルームは、温湿度と塵埃そして室内圧力等の制御や、運転騒音・震動の防止など精密な環境制御だけでなく、塵埃や微生物を持ち込まない、また持ち出さないための対策、発生した塵埃が堆積せず、剝離せず、埃の侵入しない室内の建築内装から、照明器具、諸配管、壁面に取付の器具に到るまで現場施工を含めて一貫しての配慮が必要となる。それに加えて作業性を重視しての省エネルギー、装置の占有スペース、耐久性、保守管理の容易性等、欠かすことのない要素といえる。

これらを絶えず念頭に、クリーンルーム・バイオクリーンルームの専門会社として社会に貢献すべく努力を続けているホソカワ環境エンジニアリング㈱のシステムと関連機器の概要を以下に記す。

* ホソカワ環境エンジニアリング㈱
(〒552 大阪市港区市岡2丁目14番5号)
Tel. (06) 574-7771 (代)

1. クリーンルームの概要

1.1 クリーンルーム・バイオクリーンルーム を成立させるための条件

- (1) クリーンルーム内に送り込む空気を十分に除塵する。
- (2) クリーンルーム内の塵埃は速やかにそして有効に回収し、室外に運び出す。
- (3) クリーンルームは隣接室に対して陽圧とし、汚染空気の流入を防止する。
- (4) クリーンルーム内には塵埃を持ち込まず発塵を防ぎ、止むを得ず発生した塵埃は拡散させない。
- (5) クリーンルーム内に塵埃が堆積しないようにする。
- (6) クリーンルーム内は要求に応じた温湿度制御、騒音防止など室内環境を快適な状態に維持する。

1.2 クリーンルームの規格

現在、米国（米国連邦規格209, NASA-NHB5340）、ドイツ（VDI-2083）で規格が制定されている。日本ではJIS B 9922(クリーンベンチ)1980の適用範囲の注で実質的に清浄度クラスを規定している。(Table 1, Fig. 1)

1.3 クリーンルーム・バイオクリーンルーム の応用分野

- 1.3.1 医療関係のバイオクリーンゾーンと当社の対応システム及び関連機器 (Table 3)
- 1.3.2 医薬品製造工場のバイオクリーンゾーンと当社の対応システム及び関連機器 (Table 4)
- 1.3.3 食品工場のバイオクリーンゾーンと当社の対応システム及び関連機器 (Table 5)
- 1.3.4 半導体工業、電子工業のクリーンゾーンと当社の対応システム及び関連機器 (Table 6)

Table 1 クリーンルームの規格

◎米国連邦規格209 b クリーンルームの規格要旨

クリーンルーム 級 別	粒 子		圧 力 mm A q	温 度			温 度 度			気 流 / 換気回数	照 度
	粒径 μ	累積粒子数 個 / 1 f t ³		範 囲℃	奨 推 値℃	誤 差℃	最 高%	最 低%	誤 差%		
100	≥ 0.5	≤ 100	1.25	19.4	22.2	± 2.8	45	30	± 10	層流方式 0.45 m/s ± 0.1 m/s 乱流方式 ≥ 20 回 / 時	1,080
1,000	≥ 0.5	$\leq 1,000$	以上	25		特別には ± 0.28 ± 0.28			特別には ± 5		1,620
10,000	≥ 0.5	$\leq 10,000$									
100,000	≥ 0.5	$\leq 100,000$									
	≥ 5.0	≤ 65									
	≥ 5.0	≤ 700									

◎バイオクリーンルームの NASA 規格要旨

級 別	塵 埃 粒 子			微 生 物 粒 子		
	粒 径 μ	累 積 粒 子 数 個 / ft ³	個 / m ³	浮 遊 量 個 / ft ³	個 / m ³	沈 降 量 個 / m ² 、週
100	0.5以上	100	3,500	0.1	3.5	12,900
10,000	0.5以上 5.0以上	10,000 65	350,000 2,300	0.5	17.6	64,600
100,000	0.5以上 5.0以上	100,000 700	3500,000 25,000	2.5	88.4	323,000

圧力、生物粒子、湿度、気流
(但、乱流方式28回/時以上)
照度は米国連邦基準に同じ。
温度は指示値とす。

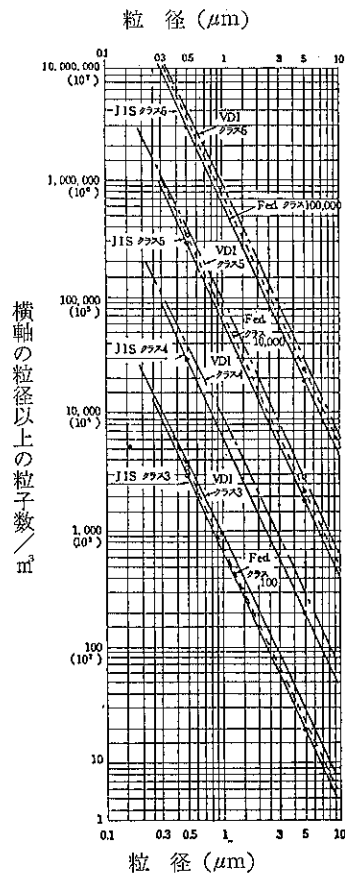
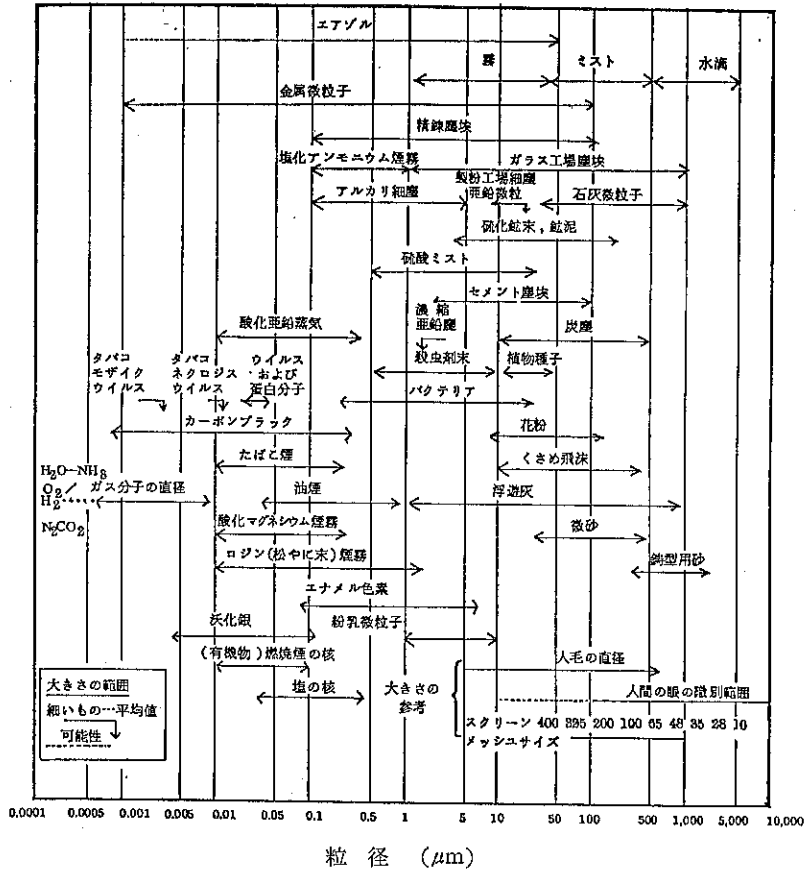


Fig. 1 各国の清浄度クラス

Table 2 微粒子の大きさ



◎各種動作による発じん粒子概略径 (μm)

動 作 又 は 名 称	概略サイズ (μm)	動 作 又 は 名 称	概略サイズ (μm)
紙をもんだり折りたたむ	65	ベルト駆動	30
普通の紙にボールペンで書く	20	皮膚をこする	4
ビニールをレンチ等の工具ですりへらす	8	ハンダづけ	3
普通の塗装面をこすってへらす	90	油煙粒子	0.1
椅子を廻らす	30	タバコの粒子	0.5
油をささない金属の滑り面	75		

Table 3 医療関係のバイオクリーンゾーンと当社の対応システム及び関連機器

分類	区 分	清 浄 度 0.5μ/ft³	方 式		B C R シ ス テ ム		天 吊 型 ハ イ ベ ッ ド 用 ク リ ー ン ユ ニ ッ ト	ベ ッ ド 用 ク リ ー ン ベ ン チ バ イ オ ハ ザ ー ド	パ ス ボ ッ ク ス	エ ア シャ ヱ ー	
			垂 直	水 平	非 層 流	B C ユ ニ ッ ト					ラ ミ ン ー ト
手術室	整形 外科	100	○	○		○				○	○
			人工関節置換手術など高度の技術を要する手術の感染防止。								
	脳神経外科	100	○			○				○	○
			高度の技術を要する手術の感染防止。								
	移植手術	100 ～ 10,000	○	△		○	○			○	△
特殊病室・治療室	一般 外科	10,000	○		△		○	△		○	△
			感染の防止。天井吹出しが不可能な場合は、コーナーベント（斜吹出し）の採用。								
	術後回復室	1,000 ～ 10,000	○	△	△		○	○	○		△
			手術後の感染防止。								
	I C U, C C U	1,000 ～ 10,000	○		△		○	△	○		△
検査室・研究室			感染の防止。								
	急性白血病	100	○	○					○		○
			白血球減少による感染防止。								
	重症火傷	100	○	○					○		○
			体表面からの感染防止。（開放治療が可能となり回復が短縮）								
	ガン治療室	100 ～ 1,000	○	○				△	○		○
			強力薬品投与により抵抗が低下するための感染防止。								
	アレルギー性 呼吸器疾患	100 ～ 1,000	○	○					○		○
			温湿度制御可能な清浄空気の下風速での供給が必要。								
	新生児室 未熟児室	1,000 ～ 10,000	○	△			○	○			△
血液センター			抵抗力が弱いため菌による感染防止。								
	臨床検査室	1,000 ～ 10,000	○		○		○	○			
			心臓カテーテル。心臓他血管造影などを行う検査室、天井吹出しが困難な際は、コーナーベント採用								
	細菌実験室	10,000	○	○	△		○	○		○	
			菌・かび組織の培養検査。雑菌の混入を防止すると共に、排気にも浄化装置を要す。 （クリーンベンチ、バイオハザードの採用）								
動物飼育室	放射能研究 室、R1関 係	10,000 ～ 100,000	△		○		○		○		
			放射能被爆防止のため清浄空気の供給が必要。排気にも浄化装置（HEPAフィルター、活性炭フィルター使用）を要す。								
	B P F 動物 室	1,000 ～ 10,000	○	○	△		○				○
			飼育、繁殖及び研究室の無菌化。高精度の温湿度制御と低風速での清浄空気の供給が必要。排気にも 浄化装置（清浄と脱臭）を要す。								
動物飼育室	感染動物室	10,000	○		○		○				○
			S P F 飼育室に同じ。								
	R 1 動物室	10,000	○		○		○				△
注 非層流方式：クリーンベント（HEPAフィルター内蔵天井吹出口）、コーナーベント （HEPAフィルター内蔵斜吹出ユニット）何れかを採用 天井吊型ハイクリーンユニット：消音器付ファンユニットとラミネント（層流型）、又はクリーンベント、 コーナーベントの組合わせユニット											

Table 4 医薬品工場のバイオクリーンゾーンと当社の対応システム及び関連機器

室 名	清浄度 (立方呎当り 0.5 μ 粒子最大数)	粘着マット	エアー シャワー	ハイクリーン コレクター (集塵器内蔵)	ハイクリーン ユニット	BCユニット グリーンブース	B C R システム	パスボックス	クリーン ベンチ
注 射 薬 ・ 点 眼 剤	充 填 室	1,000 (閉塞部100) クリーンブース非併 用は100				○	○	○	
	調 剤 室	5,000~10,000 (2,000)					○	○	
	秤 量 室	10,000 (1,000)		○		○	○	○	
	洗 浄、滅 菌 室	10,000					○		○
	乾 燥 室	50,000 (10,000)			○		○		
	検 査 室	50,000 (10,000)			○		○		
	準 備 室	5,000					○		
	前室、エアー ロック、更衣室	50,000~200,000 (10,000)	○	○			○		
			更衣室、シャワー室、エアーロック室、前室の区別を明確にする。						
			蒸気分離排気を要す。滅菌剤と未滅菌品の交叉汚染防止に留意。						
内 服 固 定 剤	倍散室、粉碎室、 分 粒 室	100,000 (10,000)		○			○		
	秤 量 室	100,000~500,000 (10,000)		○		○	○	○	
	混合室、練合室、 造 粒 室	100,000~500,000 (10,000)		○			○		
	打 錠 室	100,000 (10,000)		○			○		
	糖 衣 室	100,000 (10,000) (糖衣パン内は1,000)		○	○		○		
			糖衣パン給排気は別系統とする。温湿度制御に配慮要す。糖衣パン排気 (循環) に集塵器要す。 糖衣パン内は陰圧又は等圧とす。						
	製 丸 室	100,000 (10,000)		○	○		○		
	乾 燥 室	100,000~500,000 (10,000)			○		○		
	充 填 室	10,000~100,000 (10,000)			○	○	○		
	包 装 室	100,000~200,000 (100,000)			○	○	○		
	検 査 室	100,000~500,000 (10,000)			○		○		
	前室、エアー ロック、更衣室	50,000~200,000 (10,000)	○	○			○		
			更衣室、シャワー室、エアーロック室、前室の区別を明確にする。						
			乾燥機供給空気浄化を要す。						

(注) 1. 清浄度 () は非作業時

2. B C R システム…ラミベント (クリーンベント, モジュベント), フィルターユニット採用。

3. パスボックス…エアーシャワー付パスボックスの採用が望ましい。

Table 5(1) 食品工場のバイオクリーンゾーンと当社の対応システム及び関連機器

		防虫用 エアーカーテン	エアシャワー	ハイクリーンユニット (床置型、懸垂型)	ハイクリーン コレクター	BCユニット クリーンブース	BCRシステム
農 産 加 工 品	スナックライス (あられ、せんべい)	△	△	○		○	△
	包装豆腐	△	△	○		○	△
	もち	△		○	○	○	△
	納豆	○	△	○			○
	野菜煮物類	○	△	○		○	△
	サラダ	○	△	○		○	△
				連続プレス、冷却機、自動充填結紮機（シール機）が対称。クラス10,000、特に土壌菌の混入防止、空調要す。充填後の加熱（85℃、20分）で細菌胞子は生残る可能性あり。			
め ん 類	簡易包装めん	△				○	△
	完全包装めん	△				○	△
	インスタントラーメン	△				○	△
調 味 食 品	ケチャップ (ボトル詰)	△	△	○		○	△
	マヨネーズ (ボトル詰)	○	△			○	○
	みそ (包装みそ)	○	△	○		○	○
乳 製 品	スライスチーズ スティックチーズ	△	△			○	△
	コーヒー用ミルク	△	△	○		○	△
	バター (コンシューマーパック)	△	△	○		○	△
	牛乳	△	△			○	○
食 肉 加 工 品	チルドビーフ	○	△	○		○	○
	ロースハム	○	○	○		○	△

Table 5(2) 食品工場のパイオクリンゾーンと当社の対応システム及び関連機器

		防虫用 エアーカーテン	エアシャワー	ハイクリンユニット (床置型、懸垂型)	ハイクリン コレクター	BCユニット クリーンブース	BCRシステム
食肉と食肉加工品	スライスソーセージ スライスハム	○	○	○		○	○
	ウイナーソーセージ	○	○	○		○	○
	ハンバーグ	○	△	○		○	△
水産加工品	魚肉ソーセージ	○					
	板かまぼこ	○				○	△
	味付いか	○				○	○
						○	○
清酒・ビールと飲料水	清酒 (紙製容器詰) (冷酒充填)		△	○			△
	乳酸飲料 (プラスチック容器)	△	△	○			○
	果汁ジュース (紙製容器)	△	△	○			○
	生ビール	△	△	○		○	○
						○	○
製菓と製パン	カステラ	○	△			○	○
	スポンジカステラ	○	△			○	○
	食パン	○			△	△	
	あん	○	△	○		○	○
乳製品	アイスクリーム	○	△	○		○	△
	プリン	○	△	○		○	○
						○	○
その他	冷凍ギョーザ	○	△	○		○	○

(注) 1. 上表中、ハイクリンユニット、BCユニット、クリーンブース、BCRシステムの各欄に○印記入の項は、状況によって何れかの方式又は、一部併用方式となります。

2. 清浄度の10,000～50,000の記入の内、充填包装工程は10,000以下となります。

Table 6 半導体工業、電子工業のクリーンゾーンと当社の対応システム及び関連機器

室 名 (工 程)	清 浄 度 (0.5 μ 粒子数/ft ³)	エ ア ー シャワー	パ ス ボックス	B C R システム	ク リ ー ン ブ ー ス	ク リ ー ン ペ ン チ
エピキシャル成長工程	1,000~10,000	○	○	○	○	○
		結晶成長過程では高純度の窒素、アルゴン、水素、フォスフィン、シアン等を使用				
フォトレジスト及び拡散工程	1,000 (室内) 100 (作業面)	○	○	○	○	○
		BCRシステムとクリーンベンチの組合せ。フォトレジスト工程は作業面クラス100°D. B24.5°C~27.8°C, RH10%以下(クリーンベンチ)、拡散工程、拡散炉への挿入口、クラス100以下(クリーンベンチ)				
真空蒸着工程	1,000	○	○	○		
マスク製造工程	アートワーク100,000 感光材料による撮影 及び処理工程 10,000	○	○	○		○
		温度差±0.5°C, 湿度差±0.5% Step and Repeat, Print 作業, クラス 100 クリーンベンチ				
組立工程	10,000~100,000 L S I 100	○	○	○		○
		L S I クリーンベンチ				
フォトエッチング工程	1,000 (室内) 作業面クラス 100	○	○	○	○	○
		各工程クリーンベンチ, 特にレジスト塗布から露光までの作業工程, クラス 100 以下クリーンベンチ				

(注) パスボックス……工程によってはエアーシャワー付パスボックスの採用が望ましい。

備 考 I C工場の空調設備の特長

- (1) 室内の内部発熱量が大きく、各室の発熱量のバラつきがある。
- (2) 製造工程における排熱、薬品やガスの使用による排気量が多い。(外気量の増加による冷却容量の増大)
- (3) 製造工程及び関連作業室で高度な清浄度が必要である。(ダクト方式となり風量の増大と、HEPA フィルターの採用)
- (4) クリーンルーム内の気流、経路の重視。吹出口・吸込口の配置が重要な要素となる。
- (5) 室内陽圧の必要性。
- (6) 風量が多いためと吹出口・吸込口の配置上、充分なダクトスペースの確保が必要。
- (7) 生産工場全体がクリーンルームの対称となる。

2. ラミマックシステム

ラミマックシステム (Laminar Flow Modules Air Conditioning System) は、クリーンルーム・パイオクリーンルーム・精密空調システムの幅広い要求にそって開発された機器ユニットと厳選された材料で構成され、高度の施工技術で関係各位の要望に応えるシステムとして下記の特長を有している。

特 長

- (1) 室内清浄度、温湿度条件など、必要に応じて幅広い

システムを提供する。

要求にそったシステムをその都度細部にわたって検討設計し、経済性を基盤にシステムを構成、施工から試運転、アフターサービスまで一貫した責任施工で、設計条件を保証している。

- (2) 建物の既設・新設を問わず施工が極めて容易である。システムはすべてすぐれた機能のユニットで構成されている。

- (3) クラス1,000,クラス10,000対称のラミマックシステムの空気分布装置は、米国 Precision Air Products

Co.,との技術提携により製作されている HEPA フィルター内蔵の層流空気分布ユニット(ラミベント)で構成されている。この採用により、多孔吹出パネル全面に亘っての均一な吹出風速の確保、現場作業が極めて容易で、HEPA フィルターの取替作業が簡単、そして製品は建築寸法を基準にして規格化しているので、天井材や照明器具にマッチし、材質は全アルミアルマイト加工のため、美観にもすぐれている。

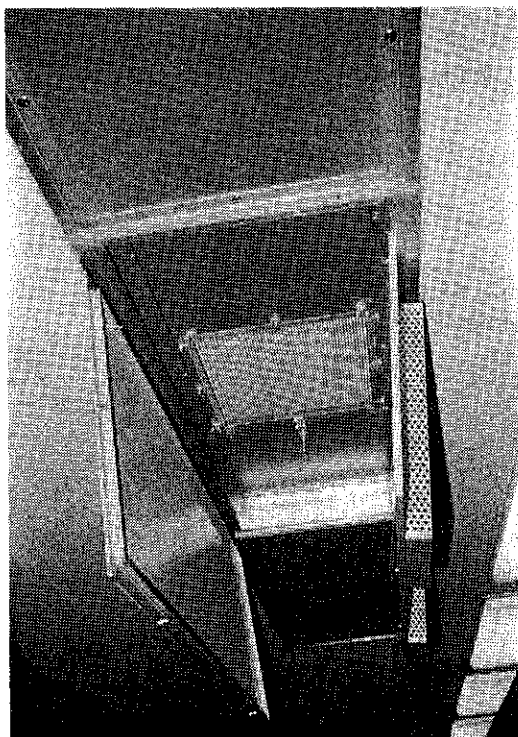


Photo. 1 層流空気分布ユニット (ラミベント)

(4) 静粛運転を実現している。

どのような場合でも室内での運転騒音はNC45以下になる様に配慮されている。ファンの運転騒音対策用として独自の消音ユニットを開発し、必要箇所に設置している。

(5) 保守管理が容易で、全自動制御運転になっていて、かつ安全である。

(6) パイオクリーンエアシステムだけでなく、厳選された材料での内装工事(壁・天井・床)、照明、コンセント設備、パスボックス・エアーシャワー等の附属機器、その他内装に埋設される器具の取付に至るまで一括しての責任施工でのぞんでいる。

(7) 経済的である。

ラミマックシステムは、要望にそっての独自のシステム設計で、ムダのない合理化をはかっているの、設備費そして運転維持費が安価となっている。

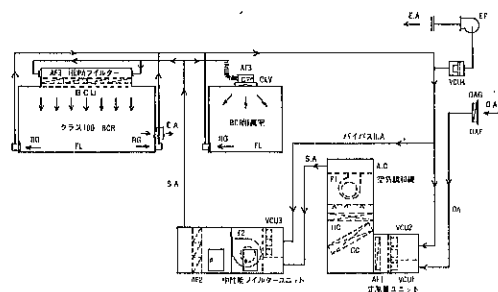


Fig. 2 クラス 100 システム構成図

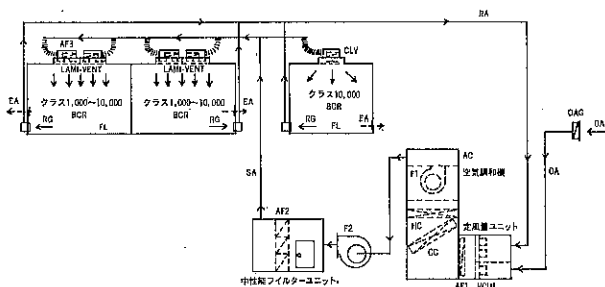


Fig. 3 クラス10,000システム構成図

記号	名称	備考
AC	空気調和機	ファン(F)、加熱装置、加熱コイル(HC)、冷却コイル(C、C)
VCU1	定风量ユニット	OA定风量ユニット(VCU1)、RA定风量ユニット(VCU2)、ラフフィルター-AF1、70%(AF1)
VCU2	定风量ユニット	パイパスRA用
AF2	中性能フィルターユニット	HEPAフィルター(AF3)、DOP99.97%以上、内蔵
F2	ブースターファン	HEPAフィルター(AF3)、DOP99.97%以上、内蔵
VCU3	定风量ユニット	パイパスRA用
BCU	パイオクリーン層流ユニット	HEPAフィルター(AF3)、DOP99.97%以上、内蔵
CLV	フィルター付吹出口(クリーンベント)	非層流型、HEPAフィルター(AF3)内蔵、DOP99.97%
LAM-VENT	層流吹出口	HEPAフィルター(AF3)内蔵
VCU4	定风量ユニット	E.A用
EF	静気ファン	
RG	吸込グリル	
OA.G	外気取入口	防虫網、ラフフィルター付

3. クリーンルーム・バイオクリーン ルームシステム関連機器

3.1 層流吹出ユニット——ラミベント—— (米国PAP社技術提携)

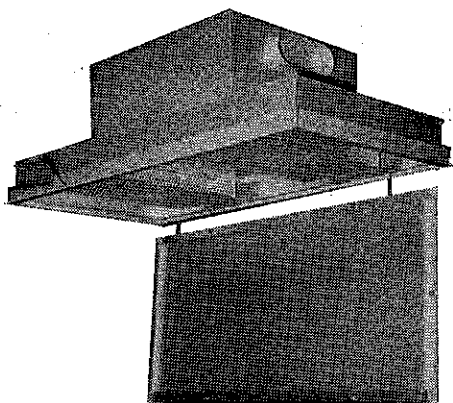


Photo. 2 層流吹出ユニット (ラミベント)

ラミベントは、垂直層流又は水平層流方式のクリーン
ルームあるいは所定のクリーンゾーンに、清浄な大量の
空気を均一な低風速で目的に沿って送り込む様に設計さ
れている。

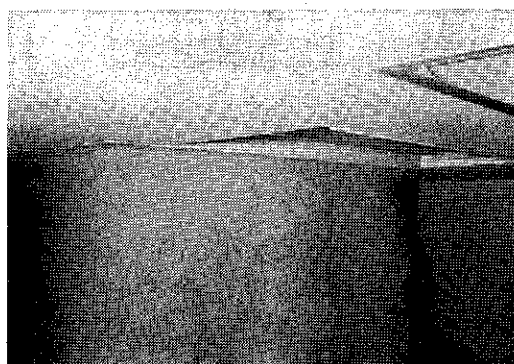


Photo. 3 ラミベント層流写真

特 長

- (1) 多年の経験と実験の結果、吹出パネル全面に亘って
均一に供給する拡散装置を開発・内蔵し、室内露出の吹
出多孔パネルは独自の穿孔面積で、均一な低風速吹出
で層流を形成している。
- (2) 天井下面よりユニットごとの風量の設定調節が容易
な風量調節弁を空気入口側に内蔵している。
- (3) 内蔵の HEPA フィルターの取替は、各ユニットご
とに風量調節弁を全閉にしての作業が可能のため、汚
染空気の逆流拡散が防止できる。多孔吹出パネル、空気
拡散装置などが特殊構造で下方に開く構造になっている
ので、HEPA フィルターの取替作業が簡単である。
- (4) HEPA フィルターは、多孔吹出パネル、空気拡散
装置などで仕切られているため、室内をどのような消
毒液で消毒されても飛沫がかかっている汚損は発生しな
い。
- (5) 複数組合わせの際の附属品として、また天井取付枠
として、T型枠、L型枠（何れもアルミ押型成形品）
があり、現場設置が簡単で取合部の気密が容易に維持
できる。天井設置の場合は、取付枠を天井躯体より吊
下げるだけで吹出ユニット本体の吊りや支持は一切不
要となっている。

Table 7 ラミベント仕様

型 番	吹出面寸法 mm×mm	HEPAフィルター 寸法 mm	パネル当りの 風量m ³ /h・
PATF-1236	300×900	150×625×150	188~90
PATF-1248	300×1200	150×625×150	250~122
PATF-1260	300×1500	150×915×150	315~152
PATF-1272	300×1800	150×915×150	378~184
PATF-2436	600×900	450×475×150	378~182
PATF-2448	600×1200	450×475×150	475~245
PATF-2460	600×1500	450×475×150	590~305
PATF-2472	600×1800	450×580×150	710~365
PATF-3636	900×900	450×580×150	525~270
PATF-3648	900×1200	450×580×150	710~365
PATF-3660	900×1500	650×500×150	880~460
PATF-3672	900×1800	650×600×150	1,050~510

- (注) 1. PATF(全アルミ)、PATSF(スチール、要部アルミ)、PATSSF(全ステ
ンレス)も全て性能は共通です。
2. HEPAフィルターなしのPAT、PATF、PATSSF型も吹出寸法・風量は本表
と同一です。
3. 接続ダクトの風速は7.5m/s以下にして下さい。

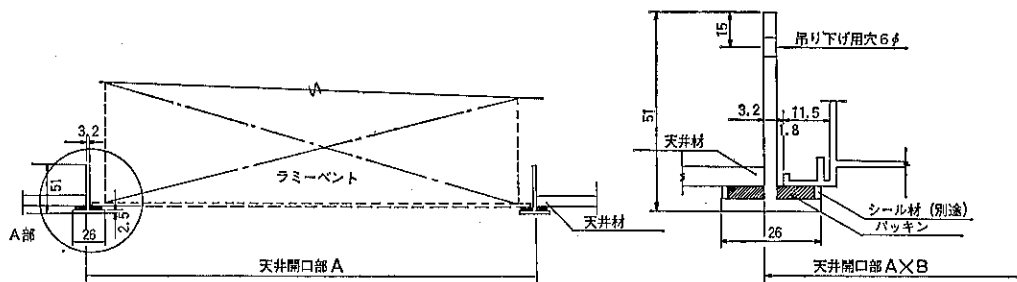
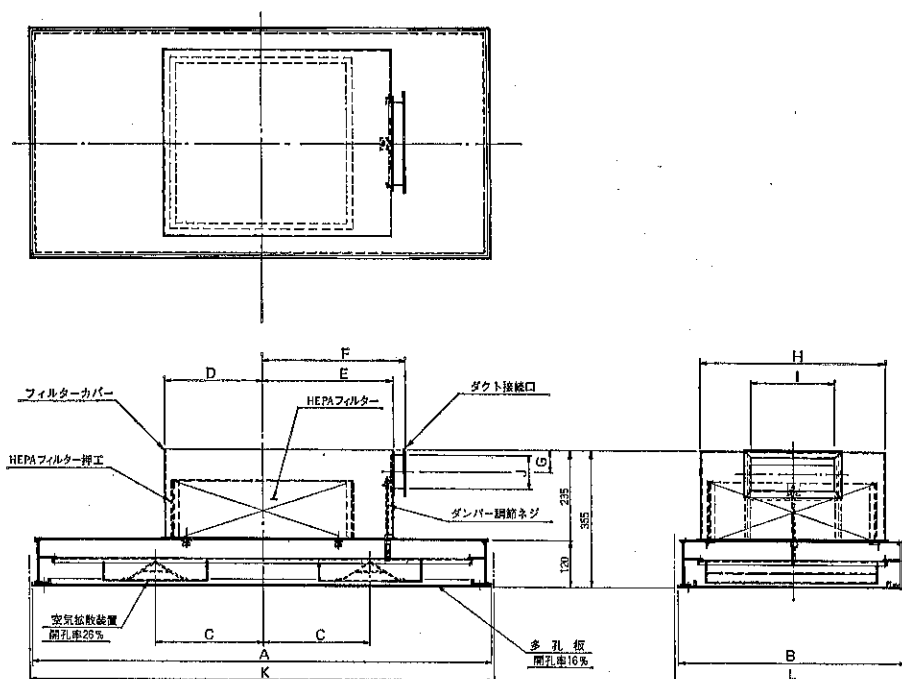


Fig. 4 ラミベント天井取合部詳細図

Table 8 ラミベントの寸法

寸法 型番	A	B	C	D	E	F	G	H	ダクト接続口		天井開口部		重量 (kg)	HEPAフィルター 寸法
									I	J	K	L		
PATF-1248	1190	290	283	333	416	466	65	237	139	90	1200	300	13.4	150×625×150
PATF-1260	1490	290	359	478	561	611	65	237	139	90	1500	300	16.4	150×915×150
PATF-1272	1790	290	435	478	561	611	70	237	172	100	1800	300	17.8	150×915×150
PATF-2448	1190	590	283	258	331	381	65	491	218	90	1200	600	24.8	450×475×150
PATF-2460	1490	590	359	258	341	391	65	491	296	90	1500	600	29.3	450×475×150
PATF-2472	1790	590	435	310.5	419.5	469.5	65	491	375	90	1800	600	34.2	450×580×150
PATF-3648	1190	890	283	270.5	333.5	383.5	65	691	375	90	1200	900	34.6	450×580×150
PATF-3660	1490	890	359	270.5	353.5	403.5	65	691	453	90	1500	900	41.4	650×500×150
PATF-3672	1790	890	435	320.5	413.5	463.5	65	691	493	90	1800	900	48.3	650×600×150



HEPA フィルターなしの層流吹出口として、ラミベント-PAT型も製作している。風量調節弁内蔵、空気拡散機構、多孔吹出パネル等、材質も全て PATF 型と同様である。吹出パネル寸法、風量も PATF 型と同一である。

◎静圧特性 (PATF型)

Fig.6 は、PATF 型ユニット (HEPA フィルターなし) で、吹出パネル面積 1m^2 当りの吹出風量の変化に伴う空気抵抗の関係を示した実験結果である。ユニット内蔵の風量調節弁は全開の状態となっている。

◎騒音特性

Fig.7 は、PATF 型ユニット (HEPA フィルターなし) で、吹出パネル面積 1m^2 当りの吹出風量の変化に伴う発生騒音 (A スケール) の関係を示している。室内

天井高 2.7m で室内吸音効果 N. C 15 db 減衰状態で、測定位置は吹出パネルより 1m、ユニット内蔵の風量調節弁は全開の状態となっている。

3.2 クリーンルーム用非層流吹出口 ——クリーンベント——

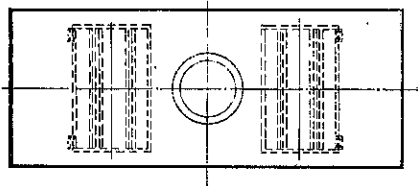
クリーンベントは、コンベンショナルクリーンルーム (非層流クリーンルーム) を対称に開発された HEPA フィルター内蔵型空気吹出ユニットである。機能、美観、取付作業、保守管理等に亘って下記の特長を有している。

特長

- (1) HEPA フィルター入口側に独自の風量調節弁の内蔵が可能で、ユニットごとの風量調整が自由である。
- (2) 吹出パネルは天井仕上面と同一で、天井面からの凹凸がない。

寸 法 表

形 番	寸 法 mm		
	W	L	D
P A T P A T S - 1 2 4 8	290	1,190	150 ϕ
P A T P A T S - 1 2 6 0	290	1,490	150
P A T P A T S - 1 2 7 0	290	1,790	180
P A T P A T S - 2 4 4 8	590	1,190	180
P A T P A T S - 2 4 6 0	590	1,490	200
P A T P A T S - 2 4 7 2	590	1,790	225
P A T P A T S - 3 6 4 8	890	1,190	225
P A T P A T S - 3 5 5 0	890	1,490	250
P A T P A T S - 3 6 7 2	890	1,790	250



材質：PAT型……アルミニウム（要部アルマイト加工）

PATS型……鋼板製（空気拡散装置アルミアルマイト加工）

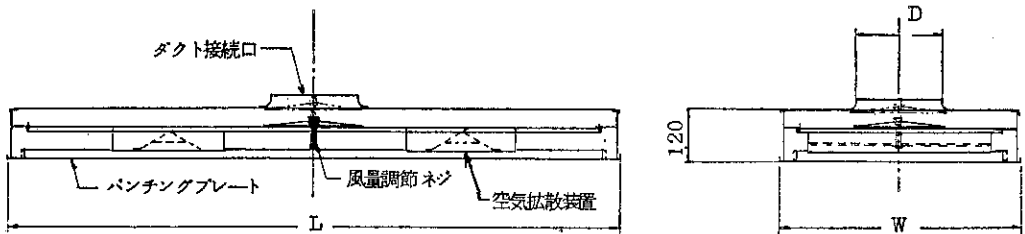


Fig. 5 ラミベント - PAT型 -

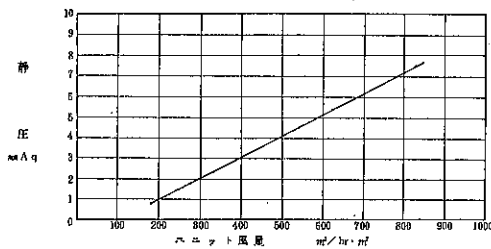


Fig. 6 静圧特性 (PATF型)

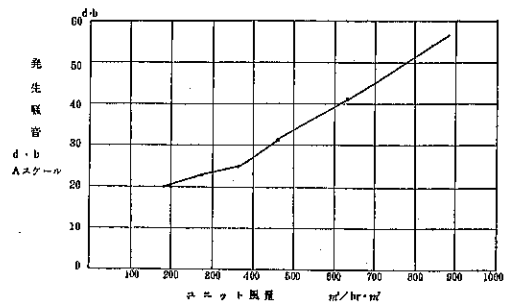
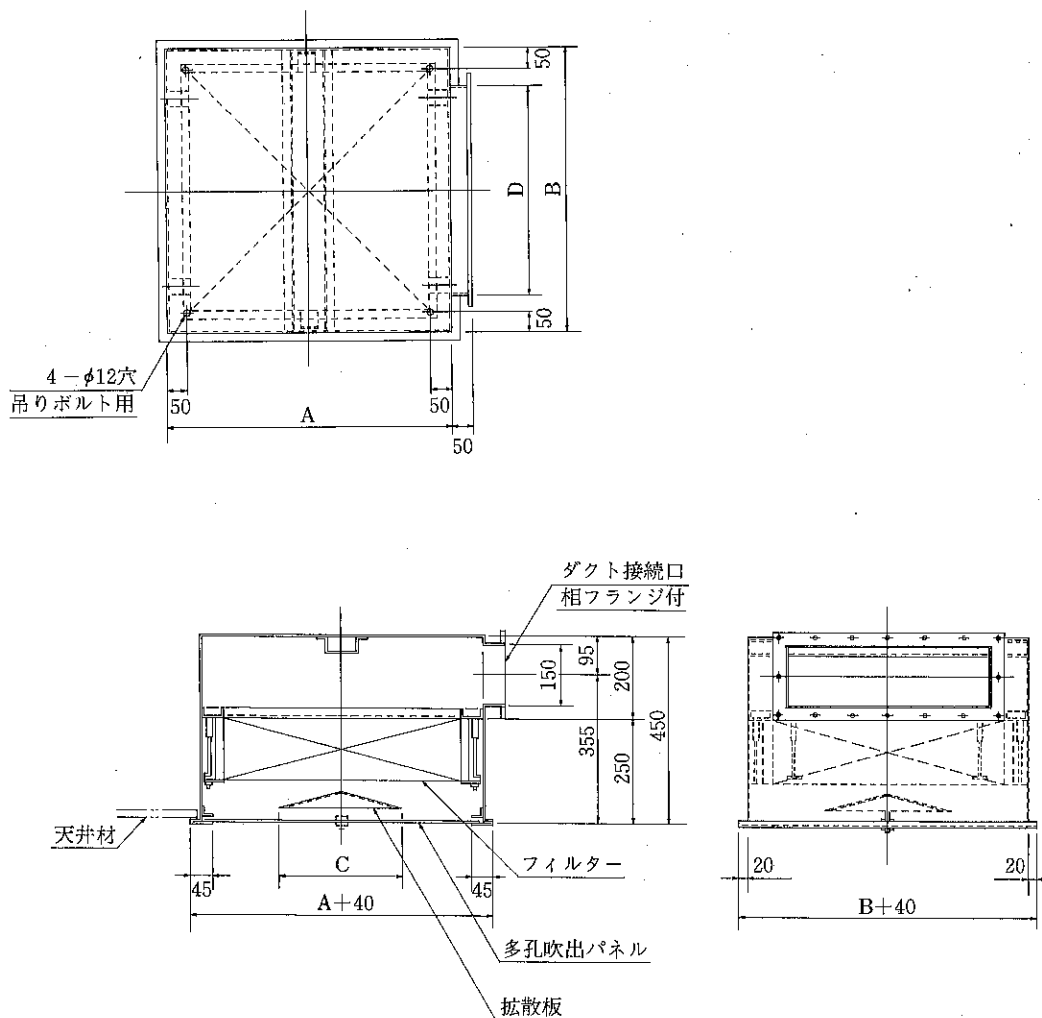


Fig. 7 騒音特性 (PATF型)



型 式	風 量	外 形 寸 法				高性能フィルター
		A	B	C	D	
CLSF-1818	240m ³ /hr	375	375	200	150	305×305×150
CLSF-1830	500m ³ /hr	375	680	200	300	305×610×150
CLSF-3030	1100m ³ /hr	680	680	300	500	610×610×150
CLSF-3042	1600m ³ /hr	680	985	300	700	610×915×150

(注) 御要求によって風量調節弁の内蔵が可能です。

Fig. 8 クリーンベント CLSF 型寸法図

- (3) 吹出パネルの背面に取付けられた空気拡散器によりユニット内への室内空気の誘引を防ぎ、吹出空気の拡散が大となっている。
- (4) フィルターの取替え作業が容易である。多孔吹出パネルを室内より下方に取外し、風量調節弁付のユニットに関しては風量調節弁を閉めてのフィルターの取替となるので、取替時の汚染空気の拡散は防止される。
- (5) 材質は、標準品としてスチール製樹脂焼付塗装仕上となっているが、全アルミアルマイト仕上も、全ステンレス製の提供も可能である。

3.3 クリーンルーム用非層流斜吹出口

——コーナーベント——

コーナーベントは、HEPA フィルター 内蔵の斜吹出ユニットである。天井面にも壁面にも取付スペースが不可能で、効率的な配置が得られない場合を対象に開発され、天井、壁のコーナーに取付けて作業台に対して斜方向から吹出すユニットである。

特 長

- (1) 現場にマッチした吹出角度で設計製作が可能である。
- (2) 適応した吸込グリルの配置で、御要求の効果が上げられる。
- (3) 現場取付は、壁面でも天井面からでも可能となっている。
- (4) ダクト接続は、背面、天井面何れからでも可能である。



Photo. 4 コーナーベント

- (5) 化粧ユニットの採用により、取付コーナー面の全面に設置が可能のため凹凸が避けられ、美観を崩さない。
- (6) フィルターの取替え作業が容易である。多孔吹出パネ

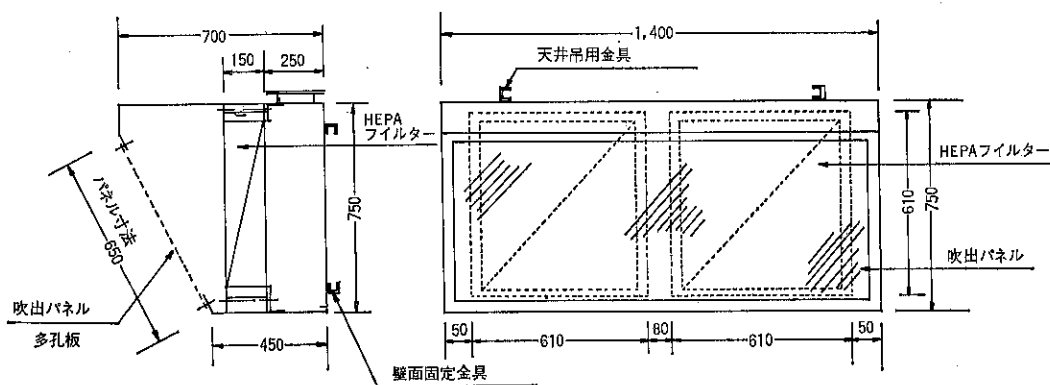


Fig. 9 コーナーベント（クリーンルーム用非層流斜吹出口）（参考図）

(7) 材質は、標準品としてスチール製樹脂焼付塗装仕上
となっているが、全アルミアルマイト仕上も、全ステ

3.4 ホソカワ垂直層流型クリーンブース

(1) クラス 100

(2) クラス10,000

Fig. 10 クリンブース

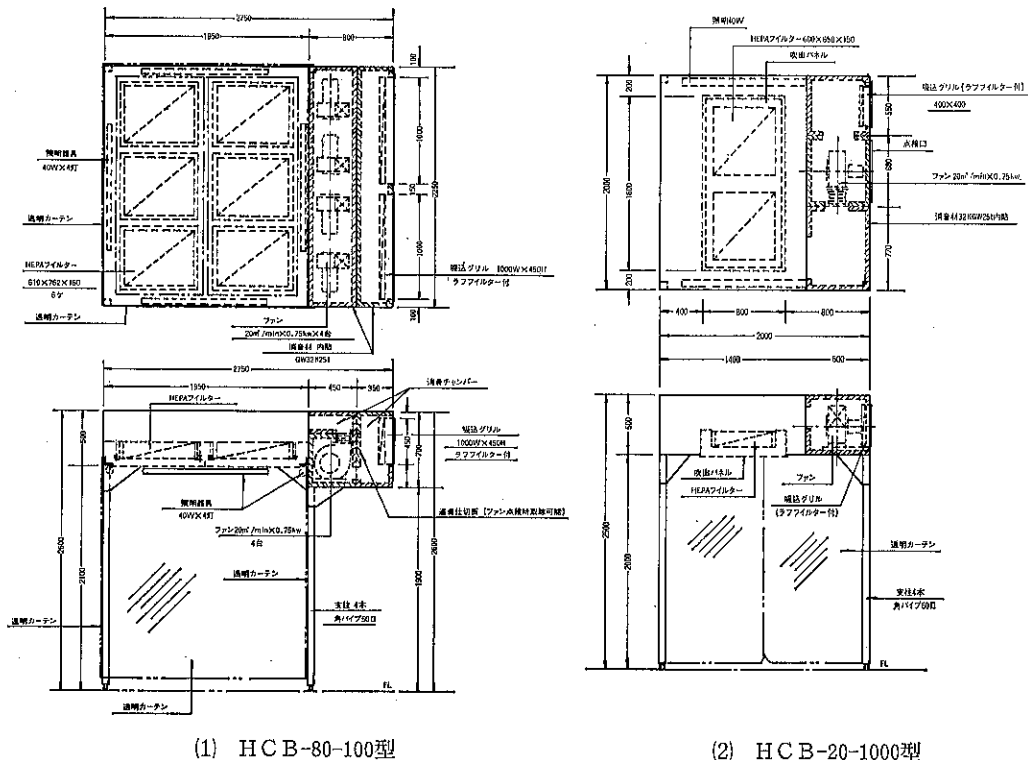


Fig. 11 ホソカワ垂直層流型クリーンブース

Table 9 ホソカワ層流クリーンブース HCB型仕様(例)

項 目	HCB-80-100型	HCB-20-1000型
清 浄 度	クラス100	クラス1000
清 浄 域 寸 法	2250×1950×2100 H	2000×2000×2000 H
外 形 寸 法	2250×2750×2600 H	2000×2000×2500 H
風 量	4800m ³ /h(80m ³ /min)	1200m ³ /h(20m ³ /min)
室 内 風 速	0.36m/s	—
清 浄 域 換 気 回 数	520R/h	150R/h
HEPAフィルター	610×762×150 6枚	600×650×150 2枚
吹 出 パ ネ ル	穿孔35% 850×2010 2枚	穿孔22% 800×1600 2枚
本体ケーシング	鋼板製樹脂焼付仕上	鋼板製樹脂焼付仕上
ファンユニット	ファン20m ³ /min×0.75kw 4台 吸込グリル、1000W×450Hプレフィルター付2枚 消音ユニット付、鋼板製樹脂焼付	ファン20m ³ /min×0.75kw 1台 吸込グリル、400W×400Hプレフィルター付2枚 消音材内貼、鋼板製樹脂焼付
照 明 器 具	蛍光灯40W×4本	蛍光灯40W×2本(4本)
電 源	ファン3相200V 50/60Hz 蛍光灯単相100V	
仕 切 カ ー テ ン	透明ビニールカーテン(防塵処理加工)	
差 圧 計	0~100mmAq 1組	
附 属 品	キャスター、アジャスター	
搬 入 組 立	2分割 現場組立型	

度な清浄度を必要とする特定の局所作業環境の清浄化を目的に開発されたバイオクリーンユニット(可搬式簡易型クリーンルーム)である。

特 長

- (1) 吹出面は全面を通じて均一な風速で清浄空気を供給し、理想の層流を形成している。
- (2) 消音機構を開発採用しているため、極めて静粛運転を実現している。
- (3) 独自の整流装置の採用で吹出背面の厚さ(奥行)が小で、天井内又は天井下のスペースが縮小される。
- (4) 生産設備の改造や変更等に伴って、本ユニットの移動、移設が容易である。床置型の支持脚部にはロック付キャスターを採用している。
- (5) 設置場所のスペースなど、現場の必要に応じた製作が可能で、天井内隠蔽型も露出型も、更に床設置型(移動式、固定式)、天井吊型等いずれの形式での製作も可能である。また、分割納入、現場組立型の要求にも応じられる。
- (6) クリーンブースの清浄域と汚染域との仕切カーテンは、標準として防塵処理の透明カーテンを採用し、コンベア、配管、ダクト等の貫通部は現場合わせでの開口処理も可能で、要求に応じて開閉用レール付も製作している。
- (7) 材質は、鋼板製樹脂焼付塗装仕上、全ステンレス製など、必要に応じての製作が可能である。

3.5 ホソカワクリーンベンチ (HVL型, HHL型)

3.5.1 垂直層流型(HVL型)

ホソカワ垂直層流型クリーンベンチは、清浄空気を

0.45 m/sec 以上の均一な風速で吹出し、作業台上の囲いの中をクラス100以下に保持する。

要求により作業台に洗浄槽、純水槽などの組込みが可

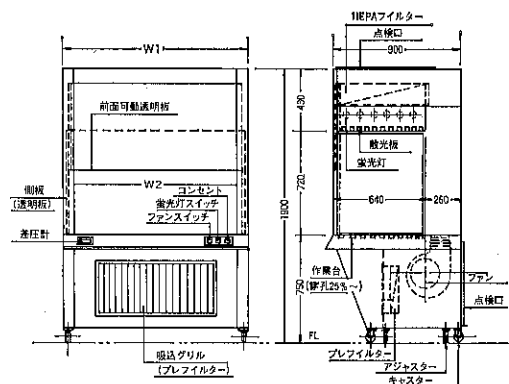


Fig. 12 ホソカワ クリーンベンチ垂直層流型 (HVL型)

Table 10 ホソカワ クリーンベンチ垂直層流型 (HVL型)仕様

型 番	HVL-20	HVL-30
項 目		
寸 法		
W 1	1300	1940
W 2	1200	1840
風 量	20m ³ /min	30m ³ /min
フ ァ ン	20m ³ /min×0.5kw 1台	15m ³ /min×0.5kw 2台
HEPAフィルター	610×610×150 2枚	610×610×150 3枚
ラフフィルター	800W×330H 1枚	1200W×330H 1枚
照 明	40W×4本(昼光)	40W×6本(昼光)
作業用コンセント	AC100V1φ15A×2	
風 速	0.46m/s以上(額定±0.1m/s以下)	
電 源	ファンAC200V3φ、コンセント、照明AC100V1φ	
材 質 及 び 仕 上	鋼板製樹脂焼付塗装又はSUS製	
透 明 板	アクリル又はガラス	
重 量		

能である。また有害ガスの発生、汚染を発生するような作業に対しては局所排気組込型クリーンベンチ、ヒュームフード、安全キャビネット等も製作している。

JIS 規格を基準に製作しているが、寸法その他、作業内容に合わせての製作が可能である。キャスター、アジャスターを取付けているので移動が簡単である。材質は、鋼板製、ステンレス製、その他要求に応じて製作が可能である。

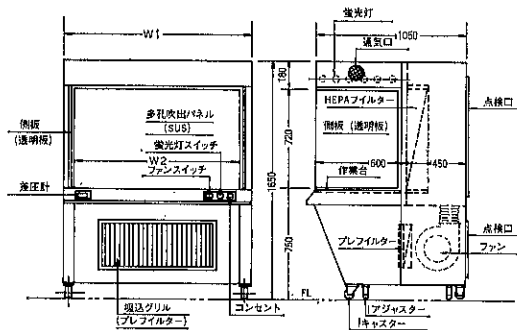


Fig. 13 ホソカワ クリーンベンチ水平層流型 (HHL型)

3.5.2 水平層流型 (HHL型)

ホソカワ 水平層流型 クリーンベンチは、清浄空気を 0.45m/sec以上の均一な風速で吹出面全面から吹出し、水平層流を形成してクラス 100 以下の清浄域を短時間で形成できる。

HVL型同様、JIS 規格を基準に製作しているが、寸法その他、作業内容に合わせての製作が可能である。キ

Table 11 ホソカワ クリーンベンチ水平層流型 (HHL型)

項目	HHL-25	HHL-38
寸法	W 1 1300 W 2 1200	1940 1840
風量	25m ³ /min	38m ³ /min
ファン	12.5m ³ /min×0.5kw2台	19m ³ /min×0.5kw2台
HEPAフィルター	762×610×150 2ヶ	762×610×150 3ヶ
ラフフィルター	800W×400H 1ヶ	1200W×400H 1ヶ
多孔吹出パネル	1200W×720H 穿孔35%	1840W×720H 穿孔35%
照明	40W×4本(昼光)	40W×6本(昼光)
作業用コンセント	A C100V1ヶ、15A 1ヶ	
風速	0.48m/s以上(誤差±0.1m/s以下)	
電源	ファン A C200V3ヶ、コンセント、照明 A C100V1ヶ	
材質及び仕上	鋼板製樹脂焼付仕上、又は SUS 製	
透明板	アクリル又はガラス	
重量		

Table 12 天井吊隠蔽型低騒音ハイクリーンユニットの仕様

(1) 層流型式の仕様

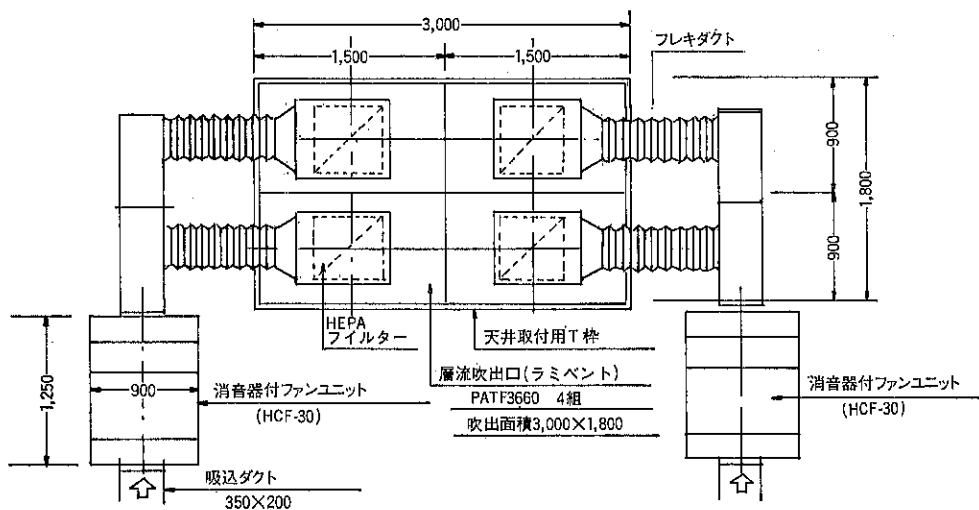
項目	HCS-30L型	HCS-15L型
風量60Hz/50Hz	1,800/1,560CMH (30/26CMM)	900/780CMH (15/13CMM)
送風方式	層流	層流
運転時騒音	48ホン(A)吹出/パネル下方1m位置	45ホン(A)吹出/パネル下方1m位置
型式	HCF-30	HCF-15
特殊ファン	30CMM, SP60mmAq.モーター直結型	15CMM, SP60mmAq.モーター直結型
モーター(電源)	0.75kW, 3, 420RPM (60Hz/200V)	0.4kW, 3, 420RPM (60Hz/200V)
防塵装置	防塵ゴム、キャンパス継手使用	防塵ゴム、キャンパス継手使用
外形寸法	900W×1,250L×600H	600W×1,090L×600H
消音器	グラスウール40K使用、内面グラスクロス完全被覆仕上	
ケーシング	鋼板製、要部補強、気密型点検口付、樹脂焼付塗装仕上	
附属品	操作パネル、差圧計	操作パネル、差圧計
運転時騒音	NC15以下(吹出45°斜前方1m位置)	NC40以下(吹出45°斜前方1m位置)
型式	ラムベントPATF3660又は3672各2組	ラムベントPATF3660又は3672各1組
HEPAフィルター	DOP99.97%600×650×150 2組	DOP99.97%600×650×150 2組
構成	風量調節弁、空気拡散機構内蔵	全左
吹出パネル	穿孔16%、多孔板(全アルミ製)	全左
外形寸法	3660×2組 1,500×1,800×355H 3672×2組 1,800×1,800×355H	3660 1,500×900×355H 3672 1,800×900×355H
材質	全アルミアルマイト仕上、押成型材使用	
附属品	天井取付用T枠、吊用補強金具	全左

(注) 1. 運転時室内騒音は、別途特殊消音器(当社製)の取付によって30L型で45ホン、15L型で42ホン程度までの減衰が可能です。
2. 上表記載の材質は標準品を示し、ステンレス製、アルミ製、スチール製何れも製作は可能です。

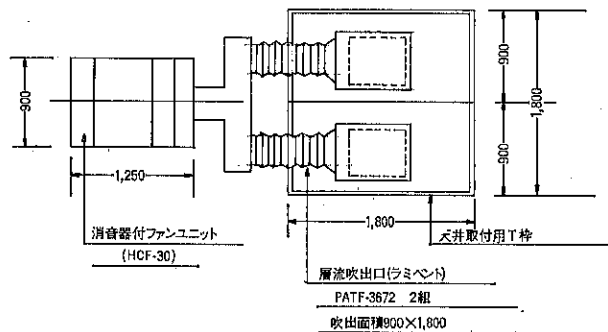
(2) 非層流型式の仕様

項目	HCS-30C型	HCS-15C型
風量	1,800/1,560CMH (30/26CMM)	900/780CMH (15/13CMM)
送風方式	非層流	非層流
運転時騒音	48ホン(A)吹出/パネル下方1m位置	48ホン(A)吹出/パネル下方1m位置
型式	HCF-30	HCF-15
特殊ファン	30CMM, SP60mmAq.モーター直結型	15CMM, SP60mmAq.モーター直結型
モーター(電源)	0.75kW, 3, 420RPM (60Hz/200V)	0.4kW, 3, 420RPM (60Hz/200V)
防塵装置	防塵ゴム、キャンパス継手使用	全左
外形寸法	900W×1,250L×600H	600W×1,090L×600H
消音器	グラスウール40K使用、内面グラスクロス完全被覆仕上	
ケーシング	鋼板製、要部補強、気密型点検口付、樹脂焼付塗装仕上	
附属品	操作パネル、差圧計	全左
運転時騒音	NC45以下(吹出45°斜前方1m位置)	
型式	特MODF-3648	特MODF-2436
HEPAフィルター	DOP99.97%500×650×150 2ヶ	DOP99.97%500×650×150 1ヶ
吹出パネル	穿孔35%多孔板、拡散器付	全左
ケーシング	1.2t鋼板製、要部補強、樹脂焼付塗装仕上	
外形寸法	900×1,200×600H	600×900×600H
材質	鋼板製、要部アルミ製	全左
附属品	天井取付用T枠、吊用補助金具	全左

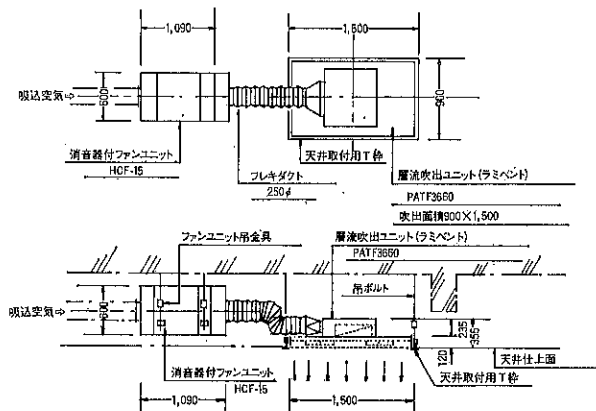
(注) 1. 運転時室内騒音は、別途特殊消音器(当社製)の取付によって45ホンまでの減衰が可能です。
2. 上表記載の材質は標準品を示し、ステンレス製、アルミ製等何れの製作も可能です。



(1) HCS-30L型 2組 風量 3,600m³/Hr (消音器付ファンユニット30C型に同じ)



(2) HCS-30L型 風量 1,800m³/Hr (消音器付ファンユニット30C型に同じ)



(3) HCS-15L型 風量 900m³/Hr (消音器付ファンユニット15C型に同じ)

Fig. 14 低騒音ハイクリーンユニット配置例 (層流型式)

ャスター、アジャスターを取付けているので移動が簡単である。材質は銅板製、ステンレス製、その他要求に応じての製作が可能である。

3.6 天井吊隠蔽型

低騒音ハイクリーンユニット

ホソカワ低騒音ハイクリーンユニットは、天井吊隠蔽型として、従来製品には類のない低騒音タイプのユニットとして開発されている。適用例として、手術室、ICU、CCU、回復室、特殊治療室、分娩室、新生児室、調乳室、調剤室、人工透析室、特殊治療室等の医療分野から研究実験室、静粛運転を要望される個別のクリーンルーム、バイオクリーンルームがあげられる。本ユニットの適正な設置でクラス10,000のクリーンルーム、バイオクリーンルームが容易に実現可能となった。

特長

- (1) 静粛運転である。運転時の室内騒音42ホーン以下の実現で広範囲の用途に採用可能となった。
- (2) ファンユニットと吹出ユニットをセパレートしているので、設置位置の制約がなく天井面その他に震動の

伝播が防止されている。

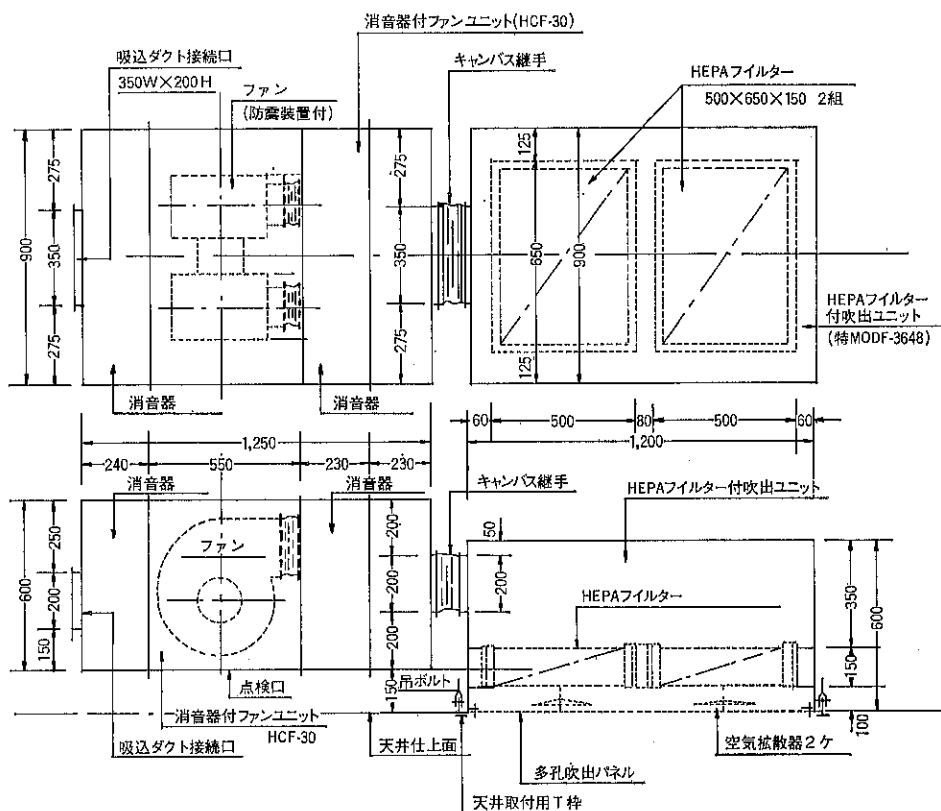
- (3) 吹出ユニットは層流型（ラミベント使用）と非層流型（クリーンベント使用）の2型式があり、用途に応じての選択が自由である。
- (4) 現場取付作業が簡単である。吹出ユニットは各型式共天井取付用T型枠を使用、天井仕上面との取合せも容易に気密を保持できる。
- (5) HEPA フィルターの取替が室内側から簡単に可能となっている。
- (6) ファンユニット点検用の天井取付気密型点検口も、独自の機構で設計製作しているので、要求に応じて別途提供が可能である。

天井吊隠蔽型 低騒音 ハイクリーンユニットの仕様を Table 12 に、同配置例を Fig.14、および Fig.15 に示し、Fig.16に本装置を用いる場合の技術資料としてファンユニット特性および騒音特性を示した。

3.7 床置型 ハイクリーンユニット

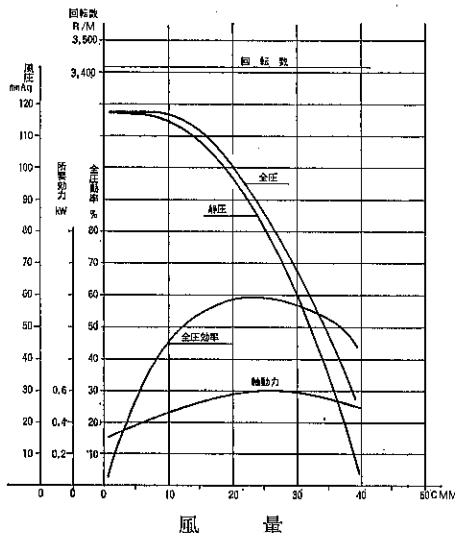
3.7.1 薬塵・粉塵用 ハイクリーンコレクター

クリーンルーム内の発塵による汚染空気は再循環が可

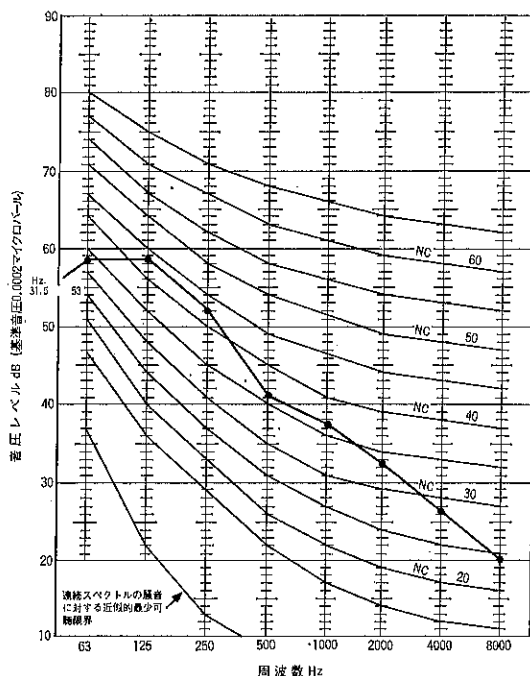


HCS-30C型 風量 1,800m³/Hr
Fig. 15 低騒音ハイクリーンユニット配置例（非層流型式）

型式 HCF-30 モーター出力 0.75kW
 電圧 220V 周波数 60Hz
 吸込空気温度 18°C



(1) ファンユニット特性 (型式HCF-30)



送風機: 風量 30m³/min, 静圧 60mmAq, モーター 0.75kW, 回転数 3,420rpm
 マイク位置: ユニット吐出口斜前方 (45°), 水平 1m の位置

周囲温度: 18°C

オーバーオールレベル (dB): A. 51, B. 62, C. 69

(2) 騒音特性 (型式HCF-30)

Fig. 16 低騒音ハイクリーンユニットのファン特性および騒音特性

能で、屋外に排出する必要はない。条件に合わせて HEPA フィルター、高性能フィルターを採用しているので、クリーンルーム内に集塵後の排気が可能で、エネルギーの節約に著しく貢献している。一例として、従来キャビネットコレクターで集塵し、室内空気を循環しないで室外へ毎時 1,800 m³ 放出した場合は、それに見合う外気を取り入れねばならない。その外気を冷房時の室温 (27°C) まで冷却するには、毎時 15,000 kcal 以上の熱量が必要である。また、暖房時は外気 0°C を室温 (27°C) まで加熱するには、毎時 18,000 kcal 以上の熱量が必要となる。

特長

- (1) エネルギーの節約が実現する。
- (2) キャスター付なので移動が簡単である。フィルターの取替えなど保守管理が容易である。
- (3) 簡易型クリーンルームが容易に実現する。
- (4) 多方面に亘る応用分野があげられる。
- (5) 静粛運転である。

3.8 ホソカワ エアーシャワー (Photo. 5)

ホソカワ高性能型エアーシャワーは、クリーンルームの入室に際して、作業者の衣服の外部表面と露出した皮膚の部分に付着している粒子物質を除去するように設計されている。機能部品の効率的な構成で、コンパクトなユニットとなっている。

設置場所など条件に応じて選定ができるよう 4 機種に分類されているが、さらにスペース、目的等による特殊条件にも応じて設計製作も可能である。

材質は、スチール製、全アルミ製、ステンレス製の何れの製作も可能である。

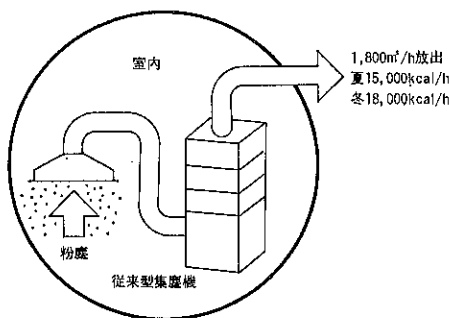
3.8.1 エアーシャワー滞在時間

Fig.18に、エアーシャワー滞在時間と風速の関係を示した。この図より滞在時間は20秒以上必要であることがわかる。シャワー室内では、体の全表面が空気で洗い流されるように振舞うことが大切である。吹きつける空気の中で少くとも2回は完全に回転し、腕を胴体から 10cm 離しておくこと効果的である。

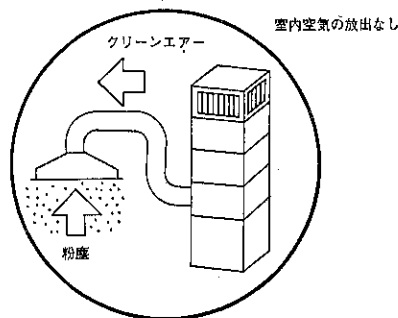
Table 13 にホソカワエアーシャワーの仕様を、Fig.19 にその構造を示した。

3.9 ホソカワ エアーシャワー付 パスボックス (Photo. 6)

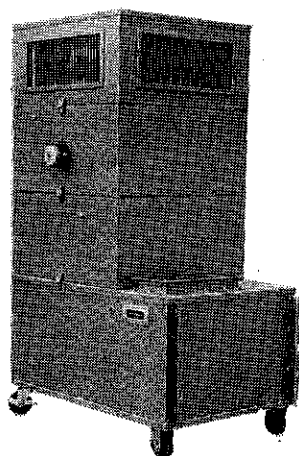
ホソカワエアーシャワー付パスボックスは、クリーンルーム、バイオクリーンルームや清浄倉庫、保管庫に搬入する原料など物品の搬入時の洗浄を目的としたエアーシャワー付搬入口である。清浄室への物品の搬入に際し



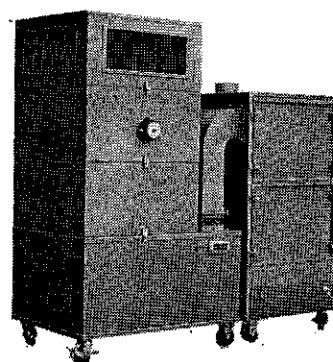
●従来の場合



●ハイクリーンコレクター採用の場合



●ハイクリーンユニット
(作業環境浄化用)



●ハイクリーンコレクター
(粉塵、薬塵の浮遊防止と異物の混入防止)

ハイクリーンユニット標準仕様

仕様	型式	H C L			
		30H	50H	30M	50M
処理風量	m³/min	25	50	25	50
外形寸法	mm	1,300×720×2,150H	1,440×720×2,150H	1,300×720×1,750H	1,440×720×1,750H
ファシ	kw	0.75	1.5	0.75	1.5
電源		AC200V、3φ、50又は60Hz			
フィルター		中性能フィルター (N B 85%) HEPAフィルター (D O P 99.97%)		中性能フィルター (N B 85%)	
付属品		差圧計、キャスター			
ダクト接続寸法 (ダクト接続時)		400W×250H	500W×300H	400W×250H	500W×300H

ハイクリーンコレクター標準仕様

仕様	型式	H D C		H D C L			
		30H	30M	30H	50H	30M	50M
処理風量	m³/min	25	25	25	50	25	50
外形寸法幅×奥行×高さ	mm	720×720×2,150	720×720×2,150	2,100×720×2,150	2,100×720×2,150	2,100×720×1,750	2,400×720×1,750
集塵ユニット		2.2	2.2	2.2	3.7	2.2	3.7
電源		AC200V、3φ、50又は60Hz					
集塵用フィルター		15m²	15m²	15m²	25m²	15m²	25m²
中性能フィルター		NBS85%	NBS85%	NBS85%	NBS85%	NBS85%	NBS85%
HEPAフィルター		DOP 99.97%	DOP 99.97%	DOP 99.97%	DOP 99.97%	DOP 99.97%	DOP 99.97%
ダストパン容量 (集塵ユニット)	ℓ	55	55	55	150	55	150
付属品		差圧計、キャスター					
ダクト接続寸法 (ダクト接続時)	mm	400×250	400×250	400×250	500×300	400×250	500×300

Fig. 17 ハイクリーンおよびハイクリーンコレクター

て、外部表面に付着している塵埃粒子を有効に除去するように設計している。

特長と構造

- (1) 持ち込まれる物品に対して、四周から秒速20m以上の周速で清浄空気を吹きつけ、表面に付着した塵埃粒子を除去する。
- (2) 物品に吹きつけて付着している塵埃粒子を除去した後の汚染空気は、吸込口よりプレフィルターを経て吸

込まれ、HEPA フィルター又は高性能フィルターで浄化したあと、吹出ノズルで吹出し循環する。

- (3) 搬入口の底面は落下した汚染塵埃の再浮遊防止と、殺菌を目的に消毒液用受皿を組込んでいる。また殺菌灯を必要数内蔵配列して殺菌効果をあげている。
- (4) 底面の消毒液用受皿の上部にはローラーを取付けて、搬入時の物品の移動と、吹出ノズルによる下面吹きつけを効果的に容易にしている。

- (5) 完全なエアロック構造で、扉は安全ガラスを使用、同時開閉を防止するインターロック方式となっている。
- (6) 運転タイマーを組込んでいるので効率的な時間設定が自由に可能である。
- (7) 要求に応じて、防虫用エアーカーテン組込型も製作している。

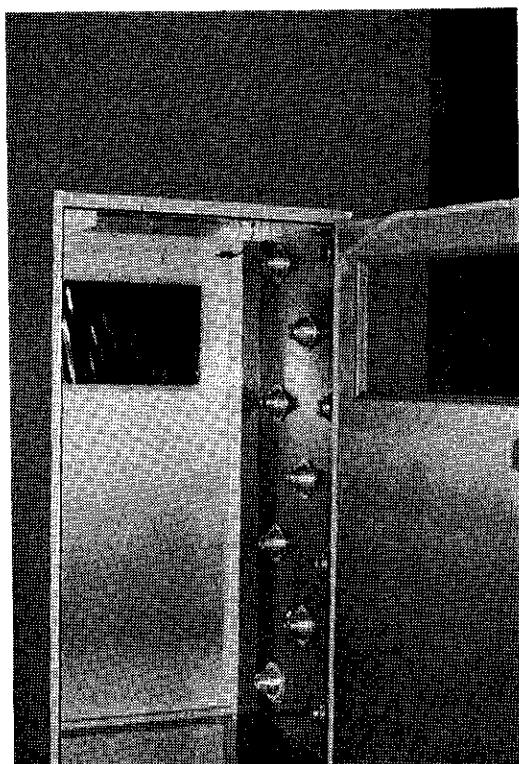


Photo. 5 エアーシャワー

3.10 ホソカワ 標準型パスボックス

(Fig.21)

特長と構造

- (1) 完全なエアロック構造で、扉はインターロック方式となっている。
- (2) フランジ位置は取付位置により自由に変更できる。
- (3) 材質は要望により全ステンレス製も可能である。
- (4) 要求により各部寸法は変更可能である。
- (5) 受渡し人の対話用のコミュニケーターも、要求により別注附属品として納入できる。

Fig.21 に標準型パスボックスの構造と仕様を示した。

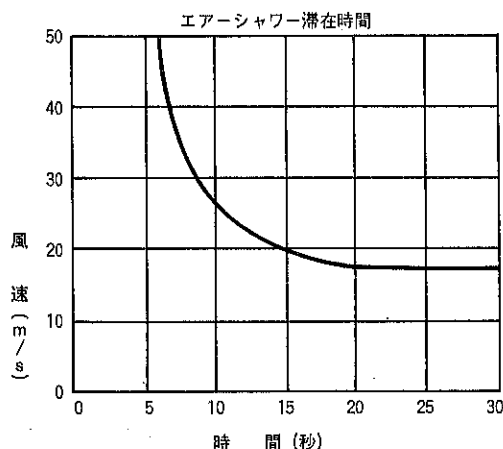


Fig. 18 エアーシャワー滞在時間と風速との関係

Table 13 エアーシャワーの仕様

項 目	HAS-16S	HAS-32S	HAS-32W	HAS-48W
風 量	16m ³ /min	32m ³ /min	32m ³ /min	48m ³ /min
外 形 寸 法	1400W×2000H×1000 L	1400W×2000H×1400 L	1800W×2000H×1000 L	1800W×2000H×1400 L
フ ィ ル タ ー	高性能フィルター-DOP95% 610×610×150 1ヶ	高性能フィルター-DOP95% 610×610×150 2ヶ	全 左	高性能フィルター-DOP95% 610×915×150 2ヶ
吹 出 ノ ズ ル	パンカルーバー-6ヶ	パンカルーバー-12ヶ	全 左	パンカルーバー-18ヶ
吹 出 風 速	20m/s以上	全 左	全 左	全 左
吸 込 口	600W×350Hラフフィルター付	全 左 2ヶ	全 左	900W×350Hラフフィルター付2ヶ
ファ ン 動 力	16m ³ /min×0.5kw 1台	16m ³ /min×0.5kw 2台	全 左	12m ³ /min×0.5kw 4台
照 明	20W×1ヶ	20W×2ヶ	20W×1ヶ	20W×2ヶ
ド ア	800W×1800H 透明マド付			
床	粘着マット付			
本 体 材 質	S S 41, メラミン樹脂焼付仕上			
操 作 盤	電源 A C 200 V 3φ、自動、手動、切替スイッチ付、自動時は入口扉閉で動作、タイマー設定			
滞 在 時 間 設 定	20秒以上、(2秒~60秒設定可能)			
附 属 品	差圧計1組			
備 考	片面吹出し(1人用)	片面吹出し(2人用)	両面吹出し(1人用)	両面吹出し(2人用)

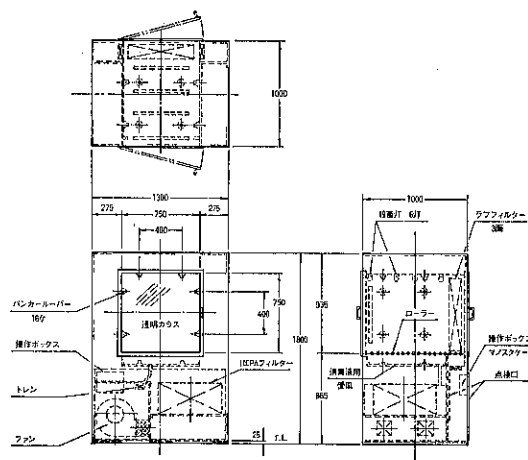
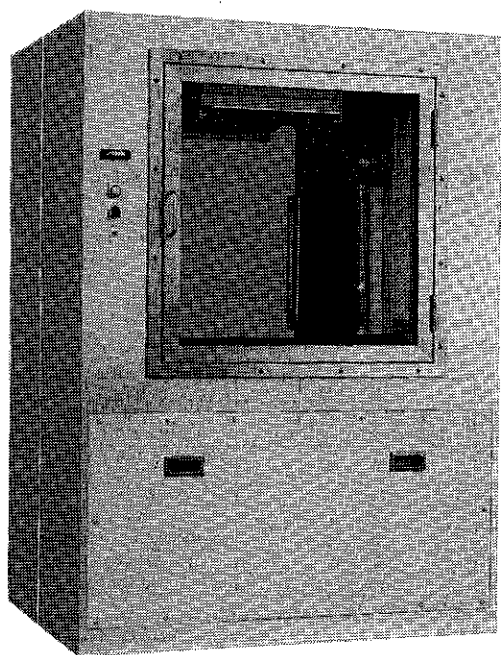
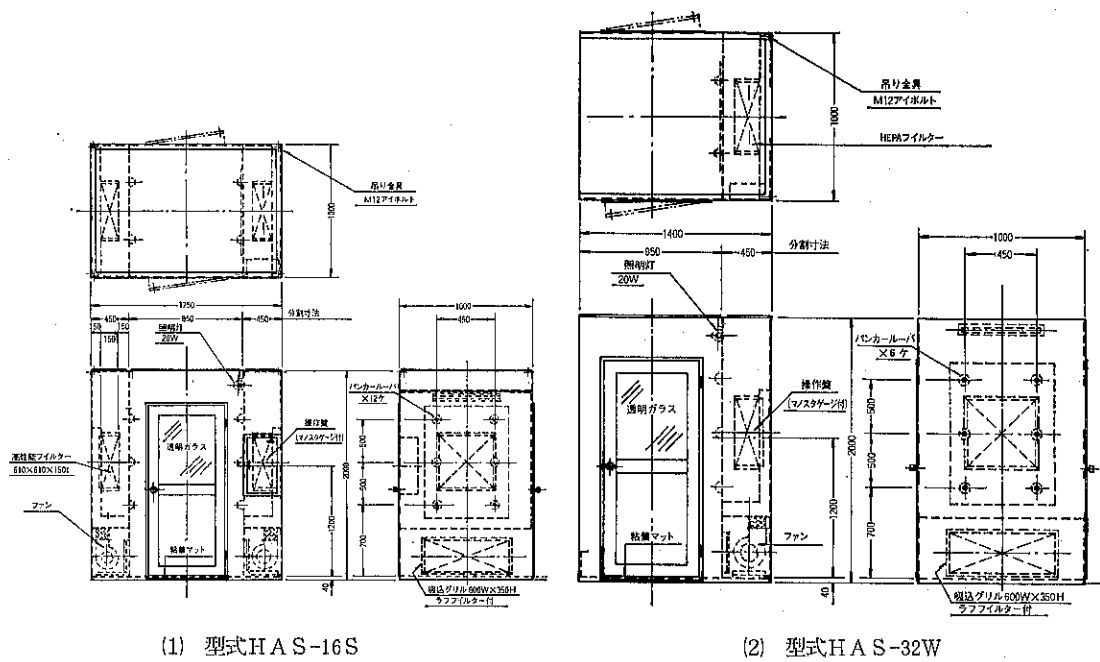
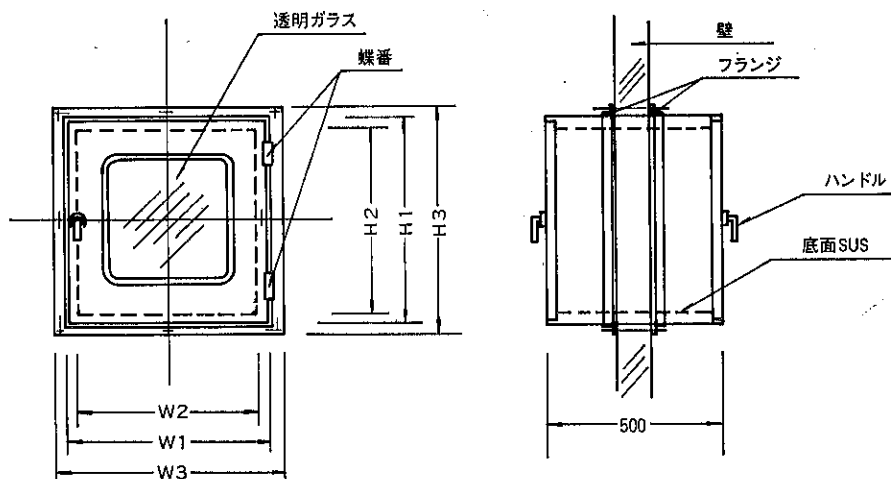


Table 14 エアーシャワー付パスボックス (HAS-PBH型, HAS-PBM型) 仕様

項 目	仕 様
風 量	30/24m ³ /min
外 形 寸 法	1300W×1000L×1800H
フ ァ ン	低騒音特型 15/12m ³ /min×SP65mmAq×0.4kw 2台
フ ィ ル タ ー	PBH型 HEPAフィルター(多風量型)DOP99.97% 610×610×292 1組 PBM型 高性能フィルター NBS90~95% 610×610×292 1組
プレフィルター	700×150×20t 3組
吹 出 ノ ズ ル	バンカールーパー (アルミ製) 3B×16ヶ、吹出風速20m/s以上
殺 菌 灯	15W×6灯 (AC100V 1φ 60/50Hz)
本体、ケーシング	内面SUS304 (羽布#250仕上) 1.2t 外板、鋼板製メラミン樹脂焼付 1.6t
ロ ー ラ ー	SUS製 25φ
消 毒 液 受 皿	SUS製、全溶接、排水口、排水コック取付
扉	透明安全ガラス、片開型、インターロック付気密型、自動運転時は、 入口扉開でファン作動
操 作 盤	鋼板製メラミン樹脂焼付仕上、自動・手動切替スイッチ、過電流防止付、 運転時間タイマー設定、殺菌灯スイッチ、接地端子組込
電 源	AC200V 3φ 60/50Hz(殺菌灯AC100V 1φ)
点 検 口	ファン点検用 400W×600H 2組 フィルター取替用 700W×700H 2組
附 属 品	差圧計 0~50mm 1組

(注) HAS-PBH型、HEPAフィルター内蔵、クリーンルーム、バイオクリーンルーム用。
HAS-PBM型、高性能フィルター内蔵、保管庫、実験用。
使用に当たって効果上げるためには洗浄ユニット内で搬入物品の前後面を洗浄するため回転させて下さい。滞留時間は20秒程度を標準にして下さい。



仕 様

項 目	型 番	HPB-40	HPB-50
外 形 寸 法		480W1×580H1×500L	580W1×580H1×500L
有 効 寸 法		400W2×500H2×500L	500W2×500H2×500L
フ ラ ン ジ 寸 法		540W3×640H3×500L	640W3×640H3×500L
材 主 材 料		鋼 板 製	
底 面		SUS304	
質 主 材 料 仕 上		樹脂焼付塗装仕上	
重 量		30kg	40kg

(注) 内部照明については、蛍光灯、殺菌灯何れも取付可能です。

Fig. 21 標準型パスボックス

製品紹介

ハンドリング装置

粉粒体を取扱う機械装置の種類は非常に多いが、これを大別すると次の二つに分けることができる。

一つは取扱う粉体材料の物性を変えることが目的で 사용되는もので、粉碎機、分級機、混合機や乾燥機などがこれに当る。このような機械装置を粉体処理装置と呼ぶ。

これに対して、粉体材料の性質を変えることなく、移動させたり、捕集したり、また処理装置を順調に作動させるための補助装置も含めてハンドリング装置と呼ぶ。

ハンドリング装置は主処理装置に較べて軽視されがちであるが、プラントを構成する上で欠くことのできない装置で、取扱う粉粒体に適した機種を選定することが大切である。

粉粒体のハンドリングに当っては、取扱う材料の性質を十分に検討する必要がある。この場合、単一粒子としての性質よりも集団としての粉体の動的、静的な性質を

つかむことが大切である。

検討すべき粉体の性質としては、粒度、粒度分布、見掛け比重、各種の摩擦角、圧縮度、付着・凝集性、形状、水分などであり、これらが合成されてある流動特性（測定機の項参照）を示す。

この他、使用条件に応じて、検討すべき粉体の性質には磨耗性、脆弱性、腐蝕性、吸湿性、発じん性、危険性（爆発性、毒性）、帯電性など材料固有の物理、化学的特性がある。

また、粉体のハンドリング上で問題になるのは、貯槽やホッパー中における架橋・偏析現象、またフラッシングや装置の摩耗、移送中の材料の粉碎、供給精度などが主であるが、作業環境を常にクリーン保つには防じんに対する配慮も必要となる。

本章では、当社で製作しているハンドリング装置として輸送機、供給機、架橋防止装置等について解説した。

製品紹介

ホソカワ／ミクロン

エアーコンベヤ

1. 概要

化学工業、食品、製鉄、セメントその他各種の工業において粉粒体の形で処理される工程は非常に多く、そこで問題になる一つに各装置間の輸送問題がある。

ホソカワ／ミクロン エアーコンベヤは、粉粒体を乾燥状態で、しかも簡単な装置で数百メートル程度までの輸送が可能である低圧送式輸送装置であり、従来の粉体輸送の機種に比べて、消費動力、経済性とも勝っている。

エアーコンベヤには、スクリーフイーダを供給機とする連続低圧送式C型 ($0.6 \text{ Kg/cm}^2 \text{G}$ 以下) と、輸送管をセラポンプ式空気輸送と逆の上向きにした、回分式低圧送式 ($0.6 \text{ Kg/cm}^2 \text{G}$ 以下) のB型の2型式がある。B型、C型とも中高圧 ($2 \text{ Kg/cm}^2 \text{G}$ 以上) の流動化方式ではなく、空気混合あるいはエジェクター方式によるエアーリフターの1型式と言える。

2. 機構

2.1 C型エアーコンベヤ

C型エアーコンベヤの構造はFig.1に示すように、軸受⑦⑧、スクリーフ供給部④⑥、混合管⑭、ノズル③、流動管②、視窓①、共通床台⑬により構成され、駆動用としてギヤードモーターを使用している。空気源はルーツブロワに依っている。スクリーフイーダの持つある程度の耐圧作用の外に、スクリーフで圧縮された粉粒体自身のシーリング作用を効果的に利用している。又輸送管に接続されるまでの間の流動管②が先細りのテーパ管になっている点にも機構上の特徴がある。輸送量はエアー圧又は空気量でも変わってくるが、基本的にはスクリーフイーダによるので、供給量は自由に変えることができる。

2.2 B型エアーコンベヤ

B型エアーコンベヤの構造はFig.2に示される。基本

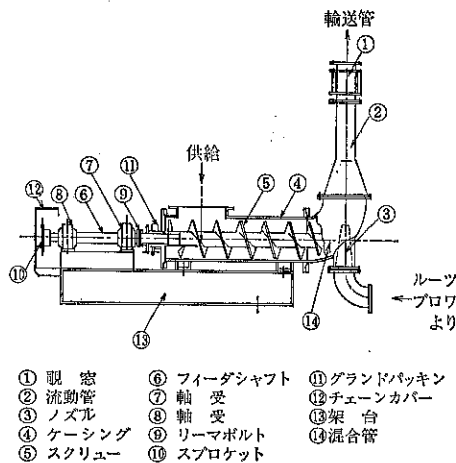


Fig.1 ホソカワ／ミクロンエアーコンベヤ (C型) の構造

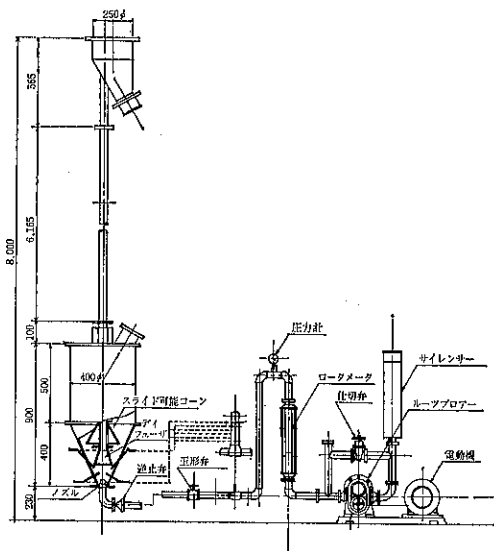


Fig.2 ホソカワ／ミクロン エアーコンベヤ (B型) の構造

はC型と同じ圧送式の空気輸送装置であるが、スクリーフフィーダによる連続式輸送装置ではなく、エジェクター効果と輸送効率を上げるために取り付けられた複数ノズルによるエア混合攪拌装置から成るバッチ式輸送装置である。輸送量は、輸送距離、輸送エア量及びエア圧にもよるが、ディフューザーの上に取りつけられたコーンを上下させることで、粉粒体の性状に合わせて混合比を調整できる。従って閉塞を起こさず、効果的な輸送が可能である。

3. 特 長

- (i) 低圧で所要空気量が少ないため、消費動力が僅少で済み経済的である。
- (ii) C型では輸送条件によりCV型、CO型、CI型、CL型の種類があり最適の機種を選定することができる。各型式とも垂直輸送（揚送）、水平輸送いづれにも適用可能であるがCV型及びB型は特に通常粉体の垂直輸送に適している。CO、CI各型は水分の多

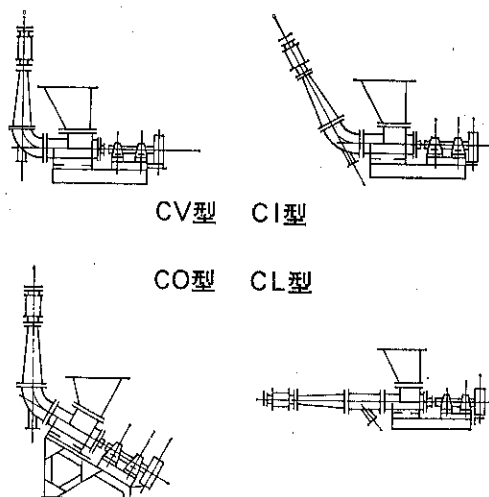
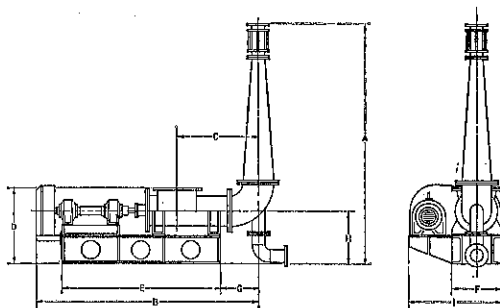


Fig. 3 エアコンベアC型の各種型式

い、あるいは圧密しやすい粉粒体の輸送に威力を発揮することが可能である。（Fig. 3）

Table 1 エアコンベアC型の標準型式仕様



標準型式仕様

仕様		型式	40	50	70	80	90	100	130	150	200
輸 送 管 径	mm		42	53	68	81	93	105	131	155	205
輸 送 量	T/H		0.1~1	0.3~1.5	0.5~3	1~4	1.5~5	2~6	3~10	5~15	10~30
風 量	m ³ /min		1.2~2	1.5~3	2.8~5.5	4~8	5.5~10	6.5~13	10~20	15~30	25~50
輸 送 距 離	m		5~150	5~150	5~150	5~150	5~150	5~150	5~150	5~150	5~150
風 圧	kg/cm ²		0.1~0.6	0.1~0.6	0.1~0.6	0.1~0.6	0.1~0.6	0.1~0.6	0.1~0.6	0.1~0.6	0.1~0.6
空 気 源 動 力	KW		1.5~5.5	1.5~7.5	2.2~11	2.2~15	3.7~19	3.7~22	5.5~37	7.5~45	11~75
供給フィーダ動力	KW		0.4~1.5	0.75~1.5	0.75~2.2	1.5~2.2	1.5~3.7	2.2~3.7	2.2~5.5	3.7~5.5	3.7~7.5
概 略 寸 法	A	mm	1110	1240	1570	1705	1845	2040	2300	2550	2630
	B	mm	1130	1280	1660	1805	1995	2110	2350	2550	3110
	C	mm	380	470	650	730	830	920	1100	1220	1450
	D	mm	400	430	540	565	595	690	720	820	890
	E	mm	820	950	1230	1345	1505	1570	1760	1830	2320
	F	mm	200	250	350	400	450	500	600	650	700
	G	mm	190	210	270	300	330	360	410	470	540
	H	mm	280	290	370	385	395	470	480	550	590
	I	mm	500	580	720	770	820	910	1010	1060	1260

注) 粉体の種類・性質、輸送条件等により寸法の変更が有ります。なお、ご希望により本表以外のものも製作しておりますので、ご相談ください。

- (iii)分岐が容易である。
- (iv)構造が簡単で、分解、洗浄が容易である。従ってサニタリー仕様の製作も可能である。
- (v)低圧圧送方式のため、輸送粒子の破壊が比較的少ない。
- (vi)空気量が少いため、固体と空気の分離が容易であり、バッグフィルタは小型ですむ。
- (vii) C型では供給用としてのスクリーユ回転数がキニヨンポンプ等と比較して小さい(約30~50rpm)のでスクリーユの摩耗が少ない。
- (viii) C型ではスクリーユフィーダを用いていること、そしてB型では調整用コーンを取りつけているので供給量を自由に変えられ、フレキシビリティのある効率の良い輸送ができる。
- (ix)混入部が独特な構造になっていることから比較的水分の多い粉粒体の輸送も可能である。
- (x)輸送装置全体が完全密閉式であり、粉塵の散逸は全くなく、清潔に輸送することができる。

4. 型 式

B型については、引合仕様に合せた設計製作となるのでC型の標準型式仕様を Table 1 に示す。

5. フローシート

Fig.4 にエアーコンベヤ C型の代表的フローを、又 Fig.5 にエアーコンベヤ B型のフローを示した。

6. エアーコンベヤの納入例

エアーコンベヤの納入実績例のいくつかを Table 2 に示す。

7. おわりに

最近では粉体ハンドリングの一方法として粉状のものを造粒して顆粒状で空気輸送を行うことが多くなった。更に、装置のイニシャル、ランニングコストを極力少くして大量輸送を行ないたいというユーザー各社の意向も多い。そうしたニーズに答えるべく、メーカーとして高圧高濃度低速輸送装置の拡販に力を入れるところが多くなった。弊社もその中に入っているが、粉の性状によっては全てが高圧高濃度輸送装置でカバーできるというわけではない。ここに弊社エアーコンベヤの特長・機能に依る粉粒体輸送の適応可能分野は大きいと言える。

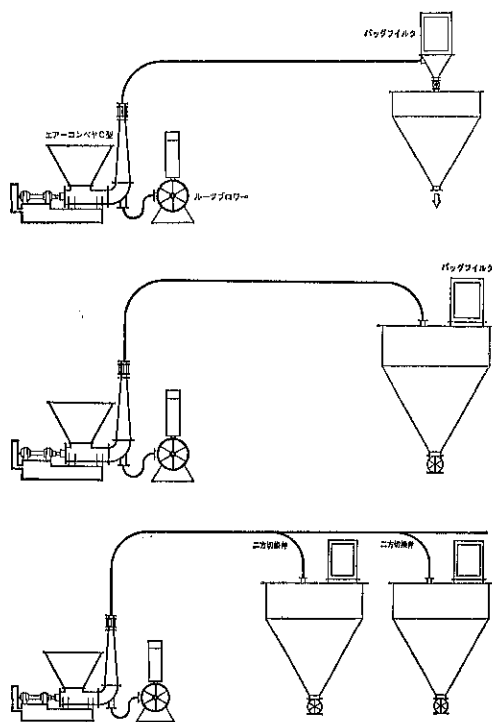


Fig. 4 エアーコンベヤC型のフローシート

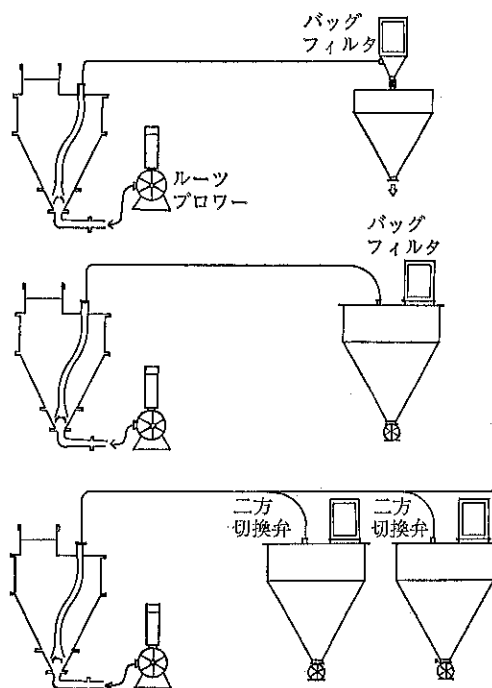


Fig. 5 エアーコンベヤB型のフローシート

Table 2

種 別	輸 送 物	輸 送 量 (kg/hr)	型 式	スクリー力 動 (kW)	ルーツプロ力 動 (kW)
食 品	粉 乳	2,000	80-C	1.5	5.5
	デンプン	2,000	80-C	2.2	3.7
	粉 乳	4,000	100-C	2.2	11.0
	粉 乳	8,000	125-HB		粉体下抜き方式
	ブドウ糖	900	60-B		
金 属 鉱 産 物	グラニュー糖	3,500	100-C	3.7	11.0
	酸化鉄	500	70-C	1.5	7.5
	ニッケルダスト	3,000	125-C	2.2	22.0
	酸化鉄	1,000	90-C	2.2	15.0 ($\rho_B=0.4$)
	コークス粉	400	50-C	1.5	3.7
	螢 石	6,000	130-C	5.5	30.0
	レンガ粉	3,600	100-C	3.7	22.0
	無煙炭	3,000	130-C	5.5	37.0
	鋳物砂	5,000	125-C	3.7	15.0
	タルク	750	50-C	2.2	3.7
化学薬品 化 成 品	キルン灰	600	50-C		3.7
	ナフタリン	1,500	70-C	1.5	2.2
	塩化物	500	50-C		5.5
	二酸化マンガン	4,000	80-C		11.0
	青化ソーダー	1,250	50-C	1.5	3.7
	ステアリン酸	3,000	80-C	0.75	3.7
	フェノールレジン	6,000	130-C	5.5	15.0
	サラシ粉	2,500	70-C	1.5	5.5
	ビスフェノール	1,000	80-C	3.7	15.0
	アクリルレジン	800	70-C	3.7	11.0
	塩化物	2,000	70-B	7.5	
	歯磨粉	2,000	80-B	2.2	

(199頁のつづき)

吸着塔の材質は前記の前処理工程、脱離再生工程も含めて、ガスおよび吸着剤の性状を考慮して決定されるが、一般には耐食塗装を行ない、塗装不可能な部分にはステンレス鋼を用いている。特に各種脱臭で前処理に次亜塩素酸ソーダ等の薬品を使用した場合はライニング等の処理をする必要がある。

吸着塔でのガス流速は、ほぼ 0.5m/sec 以下での運転とされ、処理風量によっては数塔の並列運転としたり、組立式のパネル方式でノックダウンによって据付を行なう方式も採用されている。

吸着塔の圧力損失はガス流速、吸着剤の種類によって異なり、ガス流速 0.5m/sec ではば 150~200mmAq である。

性能検査については機器分析を行ない、出入口濃度を測定する一方、必要に応じて臭気官能試験が行なわれている。

2. 適 用 例

Fig.1 に適用例のプロシートを示した。

製品紹介

ホソカワ／ミクロン

高濃度空気輸送装置

1. 概要

粉粒体を輸送する方法として、機械的輸送方式、容器を使った輸送方式、そして流体を利用した輸送方式とがある。流体を利用した輸送方式のひとつとして、粉粒体を空気と混合し、管路の中を輸送する設備は古くから開発され利用されてきた。ブロータンクはこの空気輸送設備の一つである。

一般の低压空気輸送装置は原材料を高速で輸送することと、原材料に対する空気量の比が大きく低濃度であることに對して、ブロータンクの場合は、低速、高濃度で輸送している。

2. 構造

標準構造を Fig.1, Fig.2 に示した。Fig.1 は、輸送管が上抜ききのブロータンクで、見かけ比重の小さいもの、ブリッジなどのおこりやすいものなどに利用できる。Fig.2 は、輸送管が下抜ききのブロータンクで、見かけ比重の大きいものなどに利用できる。

一般的なフローシートを Fig.3 に示した。操作手順としては、

(1) コンプレッサー作動

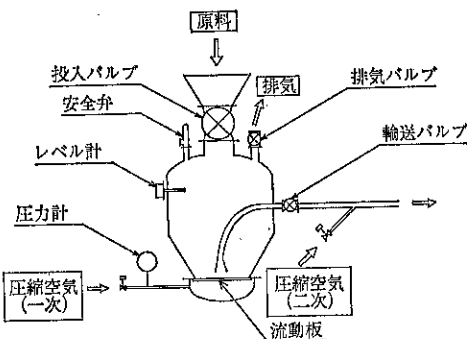


Fig. 1

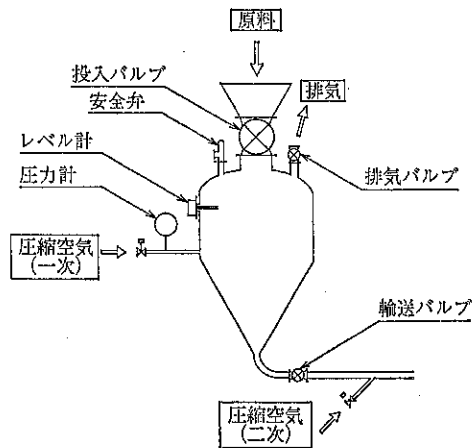


Fig. 2

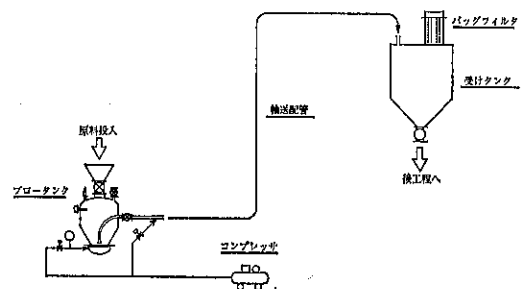


Fig. 3

- (2) 排気バルブを開ける
- (3) 投入バルブを開け、前行程より原料を投入する
- (4) 原料が投入バルブに達すれば、投入バルブを閉じる
- (5) 排気バルブを閉じる
- (6) 加圧弁を開け、容器を加圧する
- (7) 輸送圧に達すれば、輸送バルブを開ける
- (8) 原料がなくなり容器圧が下がれば、加圧弁を閉じる
- (9) 排気バルブを開ける

以下、(2)からの繰り返しとなる。二次空気の投入弁

は、原料と空気の混合比を下げる場合に使用する。使用する場合の順序としては、輸送パルプと同時に開き、同時に閉じる。

3. 特 長

- 1) 少量の空気で高濃度の輸送ができる
- 2) バッグフィルター、配管、動力などの省力化ができる
- 3) 輸送速度が遅いため、原料の破碎、分離および輸送管の摩耗などが少ない
- 4) 構造が簡単のため、メンテナンスが容易である
- 5) 不活性ガスなどを用いる輸送においても経済的である
- 6) 配管径路は小スペースで自由に選べる

4. 実 施 例

かさ密度 0.83gr/cc, 粒度は 0.2mm 以下97.7%, 平

均粒度 48 μ m の粉体を全長約 300m の距離をブロータンクを用いて空気輸送をした。粉体の 1 回の仕込量 770kg, 圧空圧 5 Kg/cm²G を用いて、前記のタンク内の排気、粉体の投入、輸送などの 1 サイクルを約 10 分で完了している。この全時間に対しての輸送能力は 4.62 t/Hr であり、空気輸送だけの時間をとれば約 9.2 t/Hr であった。

実施にあたって留意する点を以下に掲げた。

- (i) 輸送はバッチ方式である。
- (ii) 原料によって最適混合比、管内流速が異なる（混合比 20~150, 管内流速 2~10m/sec 程度）。
- (iii) 受けるタンクに、小さなバッグフィルターか、空気抜きが必要である。
- (iv) 最適輸送管の口径は、原料と輸送量によって異なる（ $\frac{1}{2}B \sim 2B$ ）。
- (v) 輸送できないものとして、極端に重いもの、粒子が大きすぎるものなどがある。

特許一言メモ

No. 32

新 技 術 と 特 許 出 願

技術開発によって生まれた発明なり考案は、企業としての権利保護のため通常は出願され、特許、あるいは実用新案の権利を取得する方向に進むものである。

ところで、こうした技術なら何から何まですべて出願しておくべきかと云うと必ずしもそうとは言えないものもある。殊に特許の公開制度が実施されている現状にお

いては、出願されたものはすべて公開され広く知られるわけであり、まして競合相手などに知られたくないものは企業のノウハウとして保有する方が得策な場合もあるので、出願に当っては充分な検討の必要があろう。

(技術資料室)

製品紹介

ホソカワ／クインケンベルグ

ディスクエレベータ

1. 概要

ホソカワ／クインケンベルグ ディスクエレベータは、粉粒体を下部から上部へ輸送する縦型連続式コンベアである。Fig.1 にディスクエレベータの外観を示した。上昇と下降の2本の輸送管中には、スチールケーブルにより固定された多数のディスク（円板）があり、粉粒体はこのディスクの上に乗って上部に搬送される。このような輸送原理のため、粉粒体に損傷が殆んどなく輸送が可能であること、自浄性のため粉粒体の堆積がないという特徴を備えている。大量輸送には不向きであるが、少量の垂直輸送（混合機への投入輸送、計量機用ホッパーへの輸送など）には適したコンベアである。

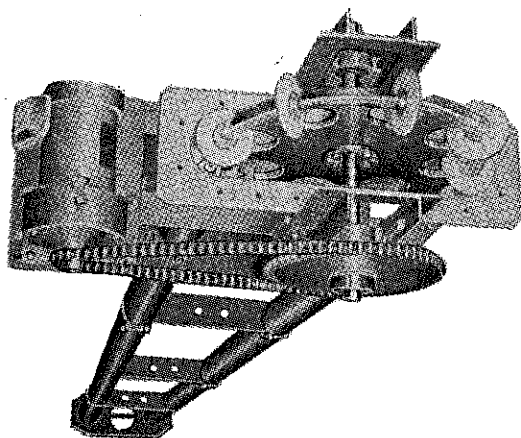


Fig.1 ディスクエレベータの外観

2. 構造

Fig.2 にディスクエレベータの構造を示した。

ディスクエレベータは、駆動装置と吐出口を有するヘッド部、投入口のある底部と上昇、下降の2本の輸送管で構成されている。ディスクを固定したスチールケーブルはヘッド部の駆動装置により比較的小さな所要動力で

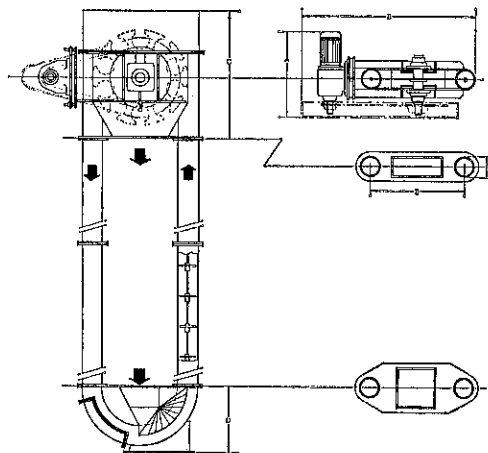


Fig.2 ディスクエレベータの構造

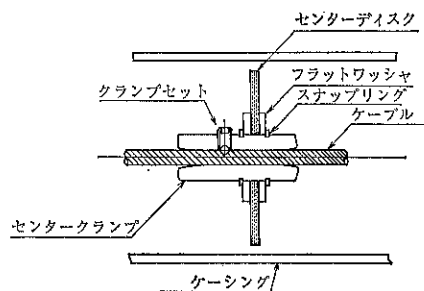


Fig.3 ディスクのセット

駆動される。ディスクはケーブルに簡単な方法でセットされており、ディスクの取替はヘッド部より容易に行なえる。そのセット方法についてFig.3に示す。構造上、輸送垂直距離には限界があり、本機では30m以内が可能である。またケーシングは全密閉構造であるので、異物の混入や発塵はない。

特殊装備として

- ① スクリューコンベアによる直接強制投入 (Fig.4)

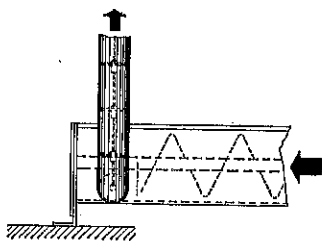


Fig. 4

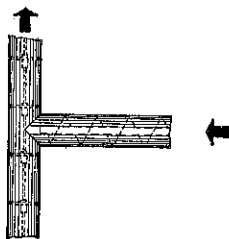


Fig. 5

- ② エレベータの上昇部にも投入口 (Fig. 5)
などを追装することができる。

3. 仕様

ディスクエレベータの標準仕様を Table 1 に示した。
ただし、表中における A, B, C, D, E および F は
Fig. 2 に示した部分の寸法を示している。

●材質について

- ① ケーシング：SS/SUS

Table 1 ディスクエレベータの標準型式仕様

標準仕様		型式	DIS-10	DIS-15	DIS-20
所 要 動 力	A	mm	4P・2.2KW・ $\frac{1}{2}$ GM	4P・2.2KW・ $\frac{1}{2}$ GM	4P・5.5KW・ $\frac{1}{2}$ GM
		mm	520	610	760
概 略 寸 法	B	mm	890	1380	1770
	C	mm	640	1000	1350
	D	mm	330	500	500
	E	mm	480	780	1020
	F	mm	110	170	220
	F	mm	110	170	220

注) GM = ギヤードモーター

- ② スチールケーブル：SS/SUS
③ ディスク：低密度ポリエチレン
なおディスク材質はその他
・硬質ポリウレタン
・軟質ポリウレタン
・バイトン
など、用途に応じた適応が可能である。

4. 能力

ディスクエレベータ DIS-10/15型についての能力は次式により求められる。

$$\text{DIS-10} \quad Q = 0.51VC \times 10^{-2}$$

$$\text{DIS-15} \quad Q = 1.13VC \times 10^{-2}$$

Q：能力 (m³/Hr)

V：搬送速度 (m/min)

C：充填率 (%)

なおディスクエレベータにおける輸送速度は 10~15m/min、充填率は約30~40%である。

特許一言メモ No. 33

特許料および登録料の値上げ

本誌第25号 (1980) の本欄で述べた「特許料金」が、
昭和56年6月1日より15~20%値上げになった。これによれば特許庁への新しい特許料および登録料は、下記のとおりである。

(1) 特許料 (発明の数が1の場合)

1~3 年度分	毎年	4,500円
4~6 年度分	毎年	7,000円
7~9 年度分	毎年	14,000円
10~12 年度分	毎年	28,000円
13~15 年度分	毎年	56,000円

(2) 実用新案登録料

1~3 年度分	毎年	3,000円
4~6 年度分	毎年	6,000円
7~10 年度分	毎年	12,000円

(3) 意匠登録料

1~3 年度分	毎年	3,000円
4~10 年度分	毎年	6,000円
11~15 年度分	毎年	12,000円

(4) 商標登録料

1件に付10年間分	37,000円
	(技術資料室)

製品紹介

ホソカワ／バイブラ

ライブビンスクリューフィーダ

1. 概要

ホソカワ／バイブラ ライブビンスクリューフィーダの外観を Fig. 1 に示した。ライブビンスクリューフィーダは、振動ホッパー“ライブビン”と、振動回転スクリュを組合せた、定量フィーダである。フィーダからの排出容量は極めて均一で、かつ、定量性誤差はほとんどの粉粒体において $\pm 1 \sim 3\%$ というスムーズなフィードが可能である。このため、粉碎・分級ラインにおけるフィーダ、また混合機などへの微量添加用の供給機等、定量フィーダとしての広い用途に利用できる。

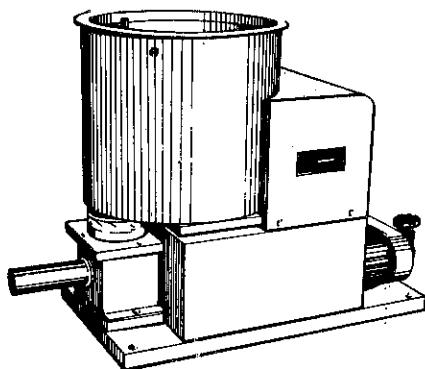


Fig. 1 ホソカワ／バイブラ ライブビンスクリューフィーダの外観

2. 構造及び特長

Fig. 2 にライブビンスクリューフィーダの構造を示した。

原料はホッパーに投入される。ホッパーにはエキセントリックウエイトにより水平振動（振動力は可変）が与えられており、原料は内部でのブリッジやフラッシングを防止しながら、スクリュトラフへ送られる。

スクリュ部には、ホッパー部とは別のエキセントリック

クウエイトにより垂直円振動（振動力は固定）が与えられている。スクリュ軸にはワイパーが取付られており、スクリュトラフ内部での原料見掛け比重（原料充填率）の均一化に貢献している。

スクリュは、均一かつ安定したフィードを可能にするため、中心軸のないコイル状のスパイラルスクリュを採用している（Fig. 3）。

スクリュ軸は無段変速機（調整範囲 1 : 10）と直結されており、任意の供給量が設定できる。

これらの組合せにより、フィーダからの排出容量は極めて均一なものとなり、定量性誤差 $\pm 1 \sim 3\%$ が可能となる。

3. 仕様

本機の標準仕様及び概略寸法を Table 1 に示す。表中の寸法 A, B, C は Fig. 2 に図示した部分の寸法を示している。

4. 供給能力

各型式における供給能力を Fig. 4 に示した。すなわち、各型式における調節可能な排出能力範囲（単位は ℓ/Hr ）を、50Hz および 60Hz の場合について示した。

また、ライブビンスクリューフィーダには型式が、VLS-20~100 までであるが、型番はスクリュ径を示しており、本体は共通で使用するので、フィードスクリュ及びディスチャージキューブの交換により、任意の排出能力を選択することが可能である。

5. 供給精度

Fig. 5 に亜鉛華を使用して定量性を測定した一例を示した。いずれも 1 分間当りの排出量を 30 回測定したものの結果で、スクリュ回転数を 15, 40, 95, 154 r.p.m と変化させて定量性をみたものである。亜鉛華は非常に凝集性、付着性の強い微粉で、どの種の供給機を使用しても 20~40% 程度のバラツキは避けがたい物性の原料である

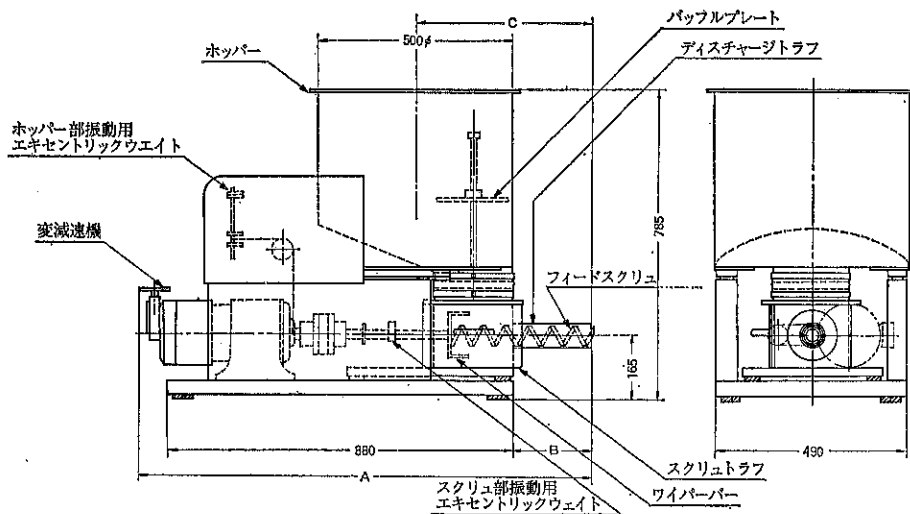


Fig. 2 ライブピンスクリュフィーダの構造

Table 1 ライブピンスクリュフィーダ標準型式仕様

型式		仕様	VLS-20	VLS-25	VLS-40	VLS-50	VLS-75	VLS-100
スクリュ径		mm	19	25	38	50	75	100
所要動力		kW	0.4(4P)	0.4(4P)	0.4(4P)	0.4(4P)	0.4(4P)	0.4(4P)
概略寸法	A	mm	450	450	450	450	585	585
	B	mm	200	200	200	200	335	335
	C	mm	1,170	1,170	1,170	1,170	1,305	1,305

が、このフィーダでは、非常に高い定量性が得られた。スクリュ回転数が低い時は、5%程度のバラツキであるが、排出量が多くなると3%程度に減少している。

ライブピンスクリュフィーダは、無閉塞ホッパー付の安定性の高い定量供給機として、適用範囲は広い。



Fig. 3 スパイラルスクリュ

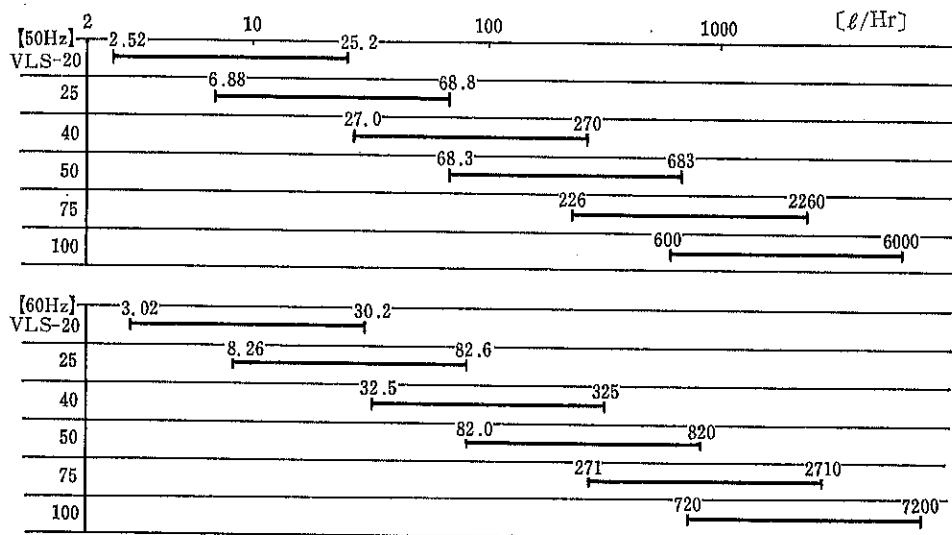
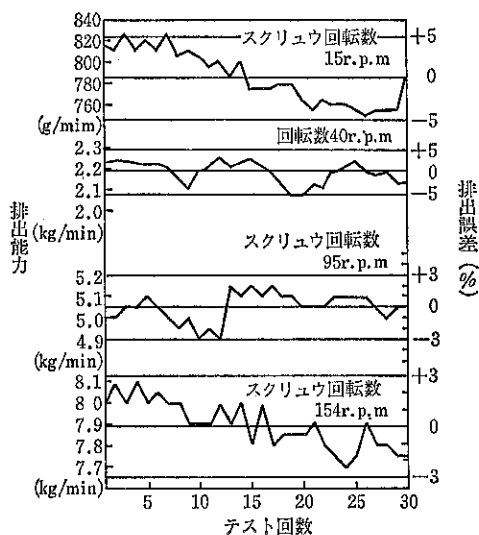


Fig. 4 ライブビンスクリーフイーダの供給能力



定量性測定 (粉体: 亜鉛華微粉, 見掛比重:
0.61g/cc, スクリュー径: 2"φ)

Fig. 5 ライブビン・スクリーフイーダの定量性

製品紹介

ホソカワ／バイブラ

ヘビィデュティフィーダ

1. 概 要

ホソカワ／バイブラ ヘビィデュティフィーダの外観を Fig.1 に示す。

ヘビィデュティフィーダは、一言で言うならば、別掲のライブビンスクリュフィーダのホッパー部を除き、振動スクリュ部を拡大したもので、フィードスクリュに与えられるコントロールされた振動により、定量性誤差 $\pm 1\sim 3\%$ 以内の排出を可能にした供給機である。しかも、ライブビンスクリュフィーダよりも大容量で、かつ実際の工場で要求されるフル運転に耐える頑丈な構造になっているので、幅広い用途での使用が可能である。

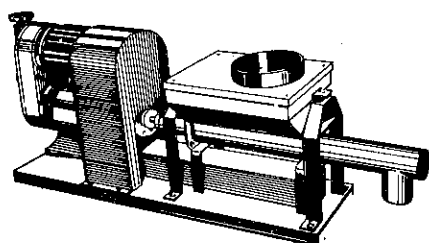


Fig.1 ホソカワ／バイブラ ヘビィデュティフィーダの外観

2. 構造及び特長

ヘビィデュティフィーダの構造を Fig.2 に示した。ヘビィデュティフィーダも、ライブビンスクリュフィーダと同様振動による定量性向上のため、エキセントリックウェイトによる垂直円振動（振動力は可変）が、トラフ及びスクリュに与えられている。

スクリュは標準型ブレード（Fig.3 参照）を採用している。スクリュ軸は無段変減速機に直結しており、1:10の変速範囲内で任意の回転数に設定できる。

本機は、ライブビンスクリュフィーダと異なり、単にスクリュフィーダ部のみであるから、適用に関しては当

然ホッパー及び貯ビンの排出口に接続されることが多いわけである。安定した供給を行うためには、ホッパー、貯ビンから、原料がスムーズにフィーダに連続的に流れることが必要なため、ホソカワ／バイブラ ビンアクチベータとの併用が望まれる。ビンアクチベータは、粉体貯ビンの底部に取付け、内部のバッフル効果により、粉体の詰りを破壊し、貯ビンからの粉体の排出をスムーズに行なわせるものである。

この組合せにより、前掲のライブビンスクリュフィーダと同機構となり、なおかつ、同機よりも大容量で、実際向きの機械であると言える。Photo.1 にビンアクチベータとの併用例を示した。

3. 仕 様

ヘビィデュティフィーダの標準仕様及び概略寸法を Table1 に示した。ただし、表中における寸法（A～K）は Fig.2 に示した各部の寸法に相当する。

4. 供給能力

各型式における供給能力を Fig.4 に 50Hz および 60 Hz の場合について示した。単位は m^3/Hr で、調節可能な供給能力範囲を表わしている。

5. 供給量制御

フローに組みこまれる場合、円滑な運転を維持するため、次のような供給量制御が可能である。

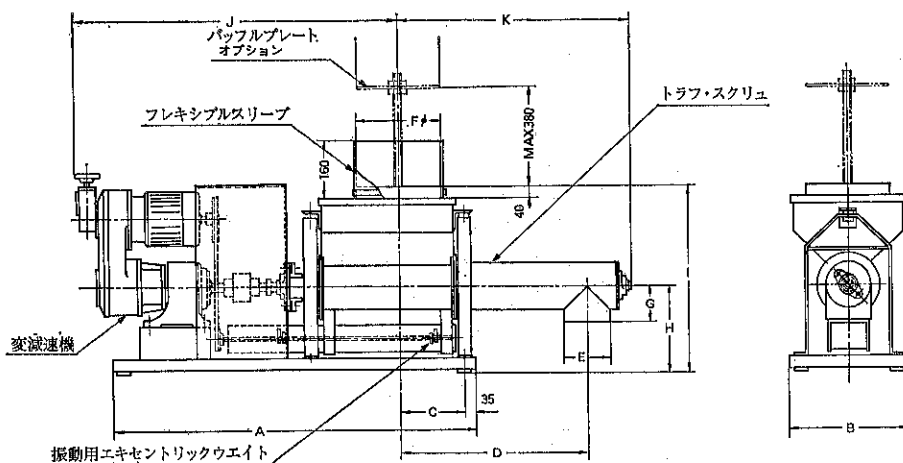
(i) 定回転数制御 (Fig.5)

スクリュ軸の 負荷変動、または 入力電圧変動に伴う、出力軸回転数変化を防止するため行う。また、遠隔操作が可能となる。

(ii) プロセス制御 (Fig.6)

接続機器から発せられる信号により、供給量調整が可能である。たとえば、

- ① コンスタントフィードウェアによる定量供給との組合せ



注) バイブレーティングバップルは、固定ピンと接続する場合に使用します。従って、ピンアクチベータと接続する場合は、使用しません。

Fig. 2 ヘビィデュティフィーダの構造

Table 1 ヘビィデュティフィーダ標準仕様

型式		仕様	VDH-2	VDH-3	VDH-4	VDH-6
スクリュ寸法		mm	50	75	100	150
所要動力		kW	0.75(4P)	0.75(4P)	0.75(4P)	0.75(4P)
概略寸法	A	mm	1,220	1,220	1,270	1,270
	B	mm	374	374	410	410
	C	mm	181	181	228	228
	D	mm	420	420	535	735
	E	mm	60.5	89.1	114.3	165.2
	F	mm	250	250	300	350
	G	mm	70	83	95	125
	H	mm	260	260	300	300
	I	mm	501	501	645	645
	J	mm	1,130	1,130	1,132	1,132
	K	mm	485	503	645	883

②計量ホッパーへ投入のための、変化する供給量（大投入／小投入）

③液タンクPH計信号による投入量調整

6. 適用事例

ヘビィデュティフィーダ、及びライブピンスクリュフィーダにおける適用例を Table 2 に示した。

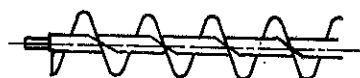


Fig. 3 標準型スクリュブレード

Table 2 ライプビンスクリューフィーダ、ヘビィデューティフィーダの適用例

原 料 名	見 掛 比 重	スクリュウ寸法(mm)	能 力(kg/Hr)	精 度 (%)
ア ル ミ ナ	0.98	50	544	0.5
珪 鉛 末	2.97	25	326	0.5
鋳 物 砂	0.67	50	400	1.2
カーボンブラック	0.44	50	270	1.0
ガラス繊維	0.12	38	16	3.0
カ オ リ ン	0.78	50	270	1.3
グ ラ ニ ュ 糖	0.91	100	2,993	0.5
黒 鉛	1.15	50	1,088	1.0
小 麦 粉	0.67	100	3,810	1.1
酸 化 チ タ ン	0.6	100	2,776	2.1
ステアリン酸バリウム	0.19	19	2.7	1.2
ス パ イ ス(香料)	1.01	75	1,905	0.7
セ メ ン ト	1.25	100	5,715	1.2
ゼ ラ チ ン		50	353	1.0
染 料		25	46	2.6
炭 酸 カ ル シ ム	0.31	50	2,177	2.0
テ フ ロ ン(粉末)	0.45	50	231	1.3
ビ タ ミ ン 剤	0.69	50	1,143	0.8
P, V, C	0.48	50	270	1.0
フ ラ イ ア ッ シ ュ	0.99	100	13,608	1.5
ペ ン ト ナ イ ト		50	408	1.5
ベ ン ガ ラ	1.06	38	430	0.4
ポリエステル(フレーク状)	0.34	50	326	1.5
ポ リ エ チ レ ン	0.09	25	73	1.8
ポリゾールアルコール	0.59	75	1,496	0.6
木 粉	0.17	75	255	2.0
トリポリ磷酸ナトリウム	0.74	50	3,402	0.9
ブ ド ウ 糖	0.62	50	326	1.0
消 石 灰	0.64	75	300	1.3

特許一言メモ No. 34

出願手数料の値上げ

昭和56年6月1日より特許、実用新案登録、意匠登録、商標登録の特許庁への出願手数料が約15~17%値上げされて以下になった。

(1) 特許(発明の数は1とし、審査請求料を含む)

31,800円

(2) 実用新案(審査料を含む)

18,700円

(3) 意匠

5,600円

(4) 商標

11,500円

連合商標

23,000円

(技術資料室)

製品紹介

ホソカワ／マイクロ

ロータリバルブ

1. 概要

ホソカワ／マイクロ ロータリバルブはサイクロンあるいはバッグフィルターなどの排出機として、また供給機としても広く用いられているが、排出機である。Fig. 1に示したように円筒状のケーシングの中で、断面が星状のロータが回転し、この溝に入った粉体をケーシング上部から下部にエアースीलしながら排出する機構となっている。

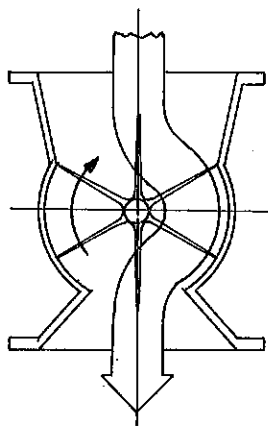


Fig. 1 ホソカワ／マイクロ ロータリバルブの構造

ロータにはポリアセタール樹脂のブレードが6枚ボルト止めされている。

2. 特長

- (i) 所要動力に比して処理能力が大きく経済的である。
- (ii) プラス圧、マイナス圧、どちらの状態でも空気やガスの漏洩を極力押えながら排出させる。
- (iii) ロータ及びブレードの取付け、取りはずしが簡単のため保守点検が容易である。
- (iv) コンパクトで軽量なため取付けが容易でコモンベンッドは不要である。

(v) メタル部分がボディと遊離しているため、オイルのボディ内への流入を防いでいる。

3. 仕様

型式はウォーム減速機を内蔵したRV-20型およびRV-30型と、ギアードモートルで減速したインディペンデントタイプ(RV-20INDおよびRV-30IND)とが標準としてある。各型式の標準仕様をTable 1に、また外観をPhoto. 1およびPhoto. 2に示した。特殊仕様として各種ロータおよびブレードを用意していて、その仕様をTable 2に示す。

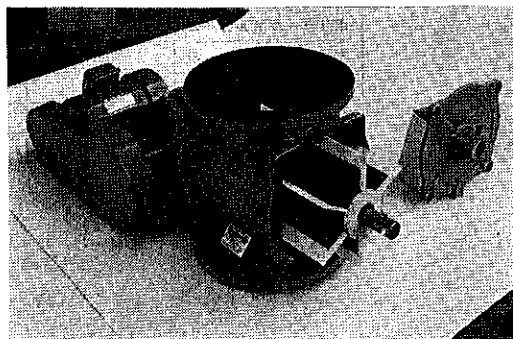


Photo. 1 ロータリバルブウォーム減速機内蔵型

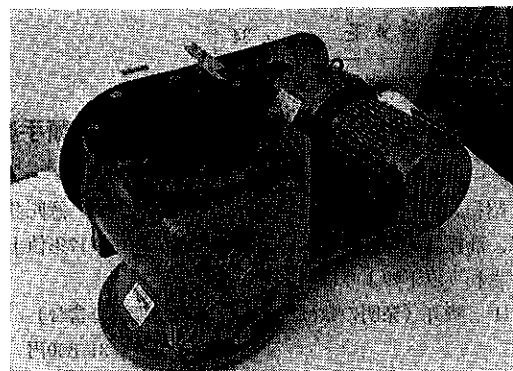
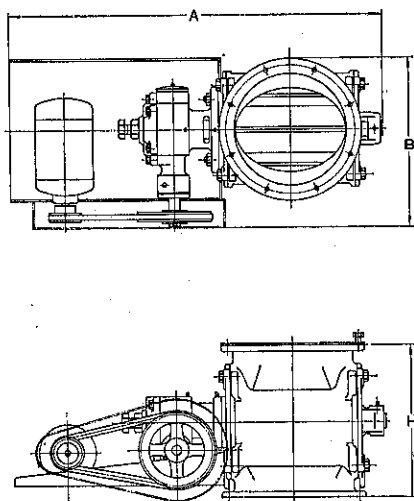


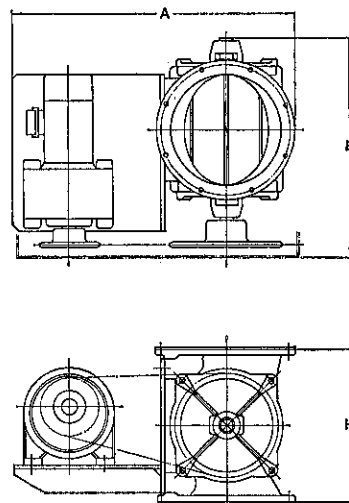
Photo. 2 ロータリバルブインディペンデント型

Table 1 ロータリバルブ標準仕様

ウォーム減速機内蔵型



インディペンデント型



仕様		型式	RV-20	RV-30	RV-20 IND	RV-30 IND
使用電動機	KW		4P 0.4	4P 0.75~1.5	4P 0.4 1/2ギヤードモータ	4P 0.75 1/2ギヤードモータ
駆動方式	ウォーム減速機		1/20	1/30		
回転数	60Hz	r.p.m	34	24	33.4	24
	50Hz	r.p.m	29	20	28	20
能力 (MAX. 流量率) (100%として)	60Hz	m ³ /hr	約14	約40	約14	約40
	50Hz	m ³ /hr	約12	約30	約12	約30
概略寸法	A	mm	760	1100	580	770
	B	mm	340	550	450	700
	H	mm	310	450	310	450

Table 2 ブレードおよびロータの特殊仕様

ブレード仕様

	標準	オプション
ブレード数	6枚	8枚
ブレード材質	ジュラコン	SS SUS ポリウレタン

ロータ容積

	標準 RV-20/RV-30	オプション RV-20/回
1回転の容積	7ℓ/28ℓ	3ℓ, 4ℓ, 5ℓ/回

4. 用途

微粉から 10 mm 前後の粗粉まで幅広い適用性があり、サイクロン或いはバッグフィルタなどの排出機とし

て最適である。更にエアールシールの性能を上げるために 8枚ブレードがあり、摩耗性のある粉体はSS又はSUSのブレードを、又供給機用には浅溝型のロータをオプションとして用意している。

製品紹介

ホソカワ／ミクロン

フ ロ ー ト ロ ン

1. 概 要

ホソカワ／ミクロン フロートロンは上方に貯蔵されている原料粉粒体を下方にある受器に直接、供給排出する電磁振動式供給機である。

本機は、上部の原料ホッパーから、チャージされた粉粒体を保持する内筒と、粉粒体を振動によって流動化させ、円滑に排出させる円形振動板で構成されている。

粉粒体は内筒と振動板との間で、一定の安息角を形成して堆積する。振動板を電氣的に振動させると、その上に堆積していた粉粒体が流動化し、重力により流出する。

このようにシンプルな構造であるため、さまざまな流動特性をもつ各種の粉粒体に広く適用でき、あらゆる分野の粉粒体処理工場で使用できる。

このフロートロンの特長として、次の点があげられる。

- (i) 連続的に排出可能で、かつ瞬時に停止できる。
- (ii) 内筒の上下、振幅、オプションのドーナツ板などにより流量の調整が広範囲に行なえる。
- (iii) 原料を流動化して排出するため、流量の変動が比較的少なく定量性にすぐれている。
- (iv) 電磁振動のため、リモートコントロールが容易である。
- (v) 回転部分がないので、回転による機械の破壊、故障が少なく、原料も壊れにくい。
- (vi) 透明アクリル円筒を用いているので、原料粉粒体の流出状態が監視できる。
- (vii) 標準品はアルミ製のため軽量で、取付も簡単である。
- (viii) 消費電力が少なく、大きな処理能力をもっている。

2. 構 造

フロートロン本体の構造を Fig. 1 に示す。

フランジ①を原料ホッパーの下部に接続して取付ける。内筒③と振動板⑥の間隔を調整し、ノブネジ②で固定

する。透明アクリル円筒④を通して、内部の粉体の流出状態が観察できる。振動部は、振動板⑤、可動鉄芯⑥、板バネ⑦、マグネット⑧、マグネット台⑨で構成され、振動板⑤の下に可動鉄芯⑥が取付けられ、マグネット台⑨に固定されたマグネット⑧により可動鉄芯が振動する。マグネット台⑨と振動板⑤は板バネ⑦によって連結され、

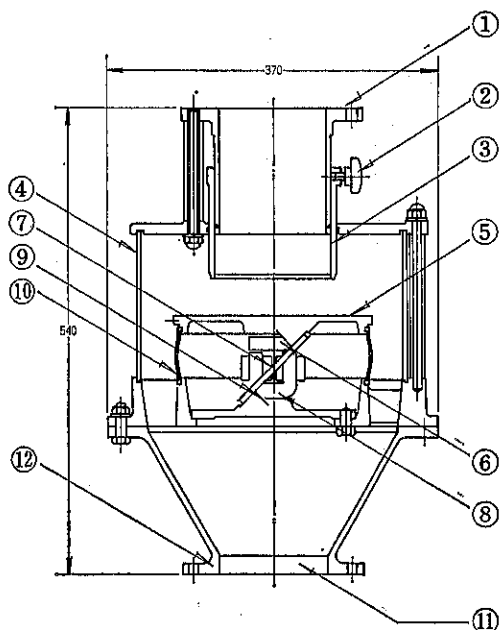


Fig. 1 フロートロンの構造

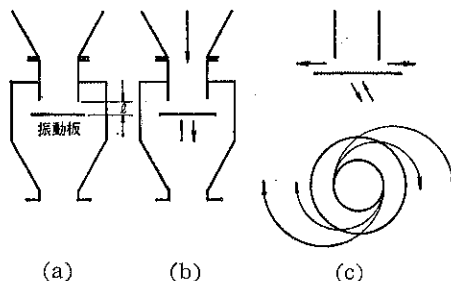


Fig. 2 フロートロンの原理

板バネ⑦が3ヶ所で同心状に取付けられているので、振動板の振動は円周方向にひねられる。(Fig.2 参照)

⑩は振動部と原料流出経路をしゃ断シールするゴム筒である。

⑪は排出口で、開放のまま粉粒体を容器に受けるか、フランジ⑫に容器を固定してもよい。

フロートロンにはAV-I、AV-II、AV-IIIの3型式があり、その標準仕様を Table 1 に示す。

3. コントローラ

Fig.3 にコントローラの回路図を示す。

交流100V 電圧は、可変トランスにより電圧を変え、シリコン半導体を通してることにより、半波整流され、フロートロン本体のマグネットに伝えられる。

交流消費電力はAV-Iで50W、AV-IIで200W、AV-IIIで300W程度で、どの型式に対しても、コントローラは共通である。

4. フロートロンの使い方

4.1 適用粉体の性状

1) 粒度範囲

最大10mm程度から、数百メッシュまで使用できる。但し、数ミクロンの微粉を50%以上含む粉体では通常の排出能力と比べて減少するが、フラッシングを起さない限り使用できる。

2) 見掛比重

実用上、限界はないが見掛比重0.3~0.2以下の超微粉ではフラッシングを起しやすいので、性能を確認する必要がある。

3) 形状

長い繊維状で、綿のようにからみ合った材料には適しない。

4) 水分

数%の水分を含んでいても、一応乾粉として扱える場合は使用できる。

5) 流動性

流動性がよく、ホッパー内の粉体圧により、自然流出するような粉体には使用できない。

6) 粉体および周囲温度

粉体又は周囲の温度が70℃以上の場合、コイル焼損の恐れがあるので、40~50℃以下での使用が望ましい。

4.2 排出量の調整法

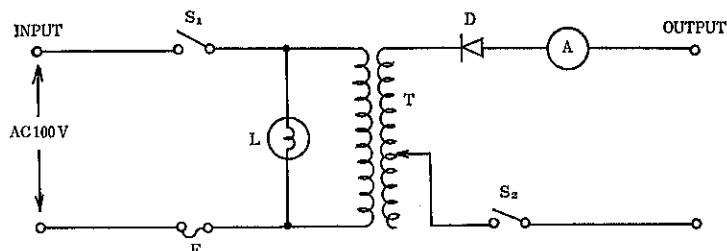
排出量は、振動板と内筒との間隔(排出間隔)と振動板の振幅を変えることによって調整できる。

排出間隔を調整して、排出量の大きな調整を行ないコントローラの電圧を変えることにより微調整する。

排出間隔は一般に大きい程、排出量は増大するが、余り大きくすると、粉体は安息角を保てず、自然流出する。この場合、ドーナツ板を振動板上に多層に取付け、排出能力を増大させることができる。

Table 1 フロートロン標準型式仕様と能力

型 式	AV-I	AV-II	AV-III
使用電源	単相交流 100/110V, 50/60Hz		
最大消費電力	50W	200W	300W
寸 法	58φ×280H	120φ×540H	190φ×700H
重 量	~ 6 kg	~20 kg	~50 kg
概 算 能 力	10 kg/Hr~4 t/Hr	20 kg/Hr~15 t/Hr	400 kg/Hr~40 t/Hr



D:シリコン整流子
A:DCメータ
T:可変トランス(スライダック)
F:フューズ
L:パイロットランプ
S₁, S₂:スイッチ

Fig. 3 コントローラ回路

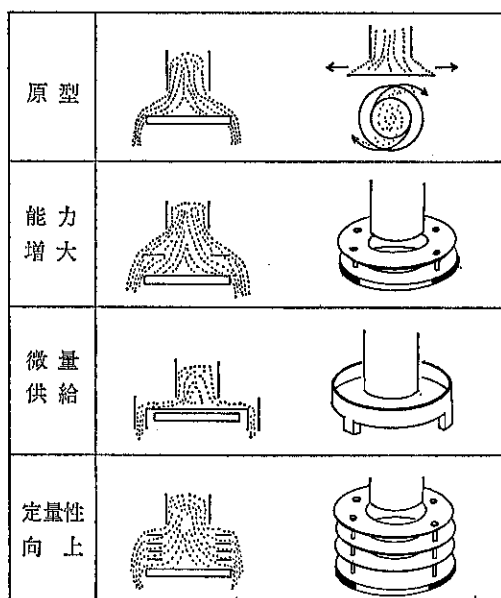


Fig. 4 オプションのアタッチメント

排出能力が小さいときや、定量性を向上させるときには、排出間隔を小さくする。また同じ排出量で定量性を向上さすには、間隔を小さくし、コントローラの電圧を

高くする方がよい。これは、特に凝集性の強い微粉に有効である。

排出量の細かい調整は、スライダックの出力電圧を変え、その出力電圧により振動板の振幅が変化して行われる。スライダックは 0～130V まで可変であるが、通常粉体は40～50Vから流出し始める。

一般には60～100Vの範囲で調整される。

4.3 アタッチメント

4.3.1) 微量供給

微量供給用には Fig 4 に示すアタッチメントの3ヶ所排出筒を用いる。

4.3.2) 能力増大および定量性向上

能力増大・定量性の向上のためには、多段円板のドーナツ板をアタッチメントとして使用する。

これにより、原料粉粒体と接触する振動面が増加し、排出量の制御性が向上し、能力の増大と定量性の向上がはかれる。

4.4 用途

粉碎機、分級機、混合機、空気輸送、計量機など各種粉体機械装置の供給機として幅広い用途を持っている。

Table 2 に標準能力例を示す。

Table 2 フロートロンの能力例 (AV-II型)

粉 体 名	見 掛 比 重	排出能力 kg/Hr($\ell=25\text{mm}$)
ポリエチレンペレット	0.4 ～0.55	1,700
炭 酸 カ ル シ ウ ム	1.51～1.64	850
硅 砂	1.11～1.44	1,400
酸 化 チ タ ン	0.72～0.79	1,000
亜 鉛 華	0.61～0.64	1,200

特許一言メモ No. 35

各国の特許権存続期間

わが国の特許権存続期間は、公告日より15年、ただし出願日より20年を越えることはできない。そして主要外国の特許権存続期間は、次のとおりである。

アメリカ 特許日より 17年
カナダ 特許日より 17年

イギリス 出願日より 16年
西ドイツ 出願日より 18年
フランス 出願日より 20年
ソビエト 出願日より 15年

(技術資料室)

製品紹介

ホソカワ/ミクロン

フ ロー メ ト ロ ン

1. 概 要

ホソカワ/ミクロン フローメトロンは、操作端としての連続供給機構にホソカワ/ミクロン フロートロンを使用し、粉体流量の検出部には、流下する粉体の落下衝撃力を検知する機構をもっている。この検出部からの流量に対応する電気信号が制御機構を経て、フロートロンにフィードバックすることにより、粉体流量を一定にする粉体流量制御装置である。

従ってフロートロンのシンプルで堅固な構造で、幅広い応用性を持つ特長に加えて、定量で、かつ安定した供給を行なう目的で開発されたものである。

このフローメトロンの特長として次のものがあげられる。

- (i) 流出する粉体流量の瞬間値を基準に、フロートロンの電圧を制御するので、供給精度が高い。
- (ii) 検出板の枚数の変更や、調節器のレンジ切換えにより、20 kg/hr 程度から数 t/hr の範囲まで広く適用できる。
- (iii) 衝突板に粉体が付着しても、衝撃力の水平分力のみを検出するため、付着による誤差は少ない。
- (iv) 粉体や使用条件に応じて調節器の感度を変えられるため制御特性が容易に変えられる。
- (v) 完全密閉構造のため、粉塵の発生が防止できる。
- (vi) ケーシングが透明アクリル製であり、粉の流出状態が監視できる。

2. 構 造

Fig.1 にフローメトロンを構造を示す。

フローメトロンの上部はフロートロンであり、これを供給機として用いている。

フロートロンと流量検出部は防振ゴムで接続され、フロートロンの振動が流量検出部に伝わらないようになっている。

また、粉体流出通路の内側と外側には、スポンジパッ

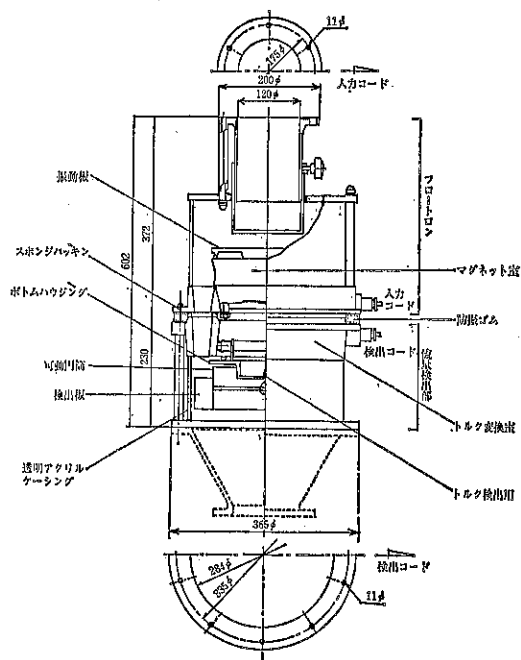


Fig.1 フローメトロン本体の構造

キンを貼付け、シールしている。

ボトムハウジングの下にはトルク検出用シャフトが出ており、それに可動円筒がとりつけられている。可動円筒には、放射状に検出板が、垂直に対して傾斜させて取付けられている。

フロートロンの振動板から流出する粉体は検出板に衝突し、その衝撃力により可動円筒が回転する構造になっている。

可動円筒を支持するトルク検出用シャフトはボトムハウジングを貫通し、トルク変換室から吊り下げられている。

トルク変換室でトルク検出用シャフトから、ロードセルに接触するアームが取り付けられており、これにより、トルクが電気信号に変換される。

3. コントローラ

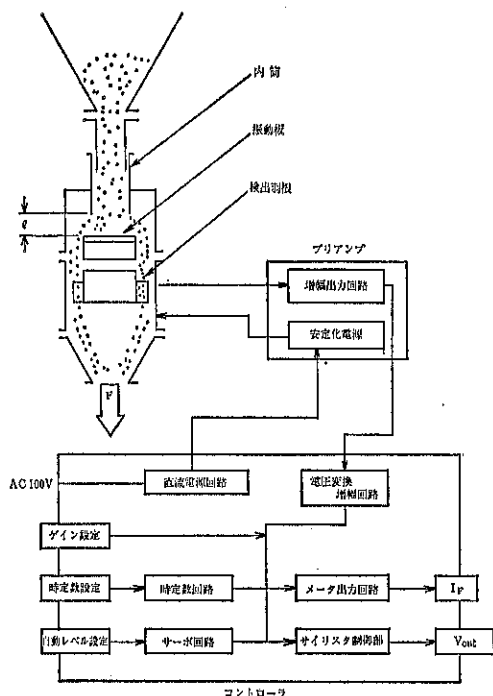


Fig. 2 フローメトロンブロック図

ロードセルからのトルクに対応した電圧信号を、フローメトロンとの距離の影響を少なくするため、電流変換し、コントローラへ出力するプリアンプ回路がある。

コントローラは大別して、増幅回路と、設定値と比較補正するサーボ回路、フロートロンを制御するためのサイリスタ制御回路と、これらの回路に直流電源を供給する電源回路から構成されている。

尚、プリアンプ回路には、ロードセルに電源を供給するための安定化回路と、0点補正回路を内蔵し、ロードセルの出力信号の校正を保つようになっている。

コントローラ本体には、ゲイン選択、時定数選択、自動手動切換えスイッチがあり、各々必要に応じて選択できる。

4. フローメトロンの使い方

4.1 適用粉体の性状

供給部にフロートロンを使用しているので、フロート

ロンで排出できないものは、使用できない。

i) 粒度範囲

最大5～3mmから数百メッシュまで可能。但し供給中に粒度分布が変動すると、定量性・制御性は低下する。

ii) 見掛比重

見掛比重が0.3～0.2以下の超微粉ではフラッシングを起しやすいので、性能を確認する必要がある。

iii) 形状・物性

長い繊維状で綿のようにからみ合う材料には不適である。また短時間で付着が進行し、検出板の動きを妨げるような粉体には適用できない。

iv) 水分

数パーセントの水分を含んでいても、乾粉として扱える場合は使用可能

v) 温度

粉体または周囲の温度が50℃以上になると、変換ゲージを損うことがある。またプリアンプ、コントローラは、電子部品の特性上0～40℃の環境で使用することが希ましい。

4.2 性能および精度

供給能力 AVM-II：30～1,000kg/Hr

AVM-III：100～3,000kg/Hr

なお、粉体の粒度、見掛比重などにより能力は異なる。

供給精度 ±1～2% (1分間, 3σ値)

4.3 アタッチメント

微量供給・能力増大・定量性の向上など各種用途に適したアタッチメント類が用意されている。

詳細については、フロートロンの項を参照されたい。

4.4 用途

i) 粉碎機、分級機、篩分機など各種粉体処理装置への連続定量供給

ii) 連続混合機などへの数種の粉体の同時配分供給

iii) 粉体プロセス中での供給・排出の計量・記録・積算

製品紹介

ホソカワ／バイブラ

ビンアクチベータ

1. 概要

ホソカワ／バイブラ ビンアクチベータは、米国の供給排出機の専門メーカ、バイブラスクリュ社と技術提携の上、弊社で製作している排出機であり、貯蔵ビンからのスムーズな排出を行なわせる最も効果的な機械として、広く認められている。

「先入り・先出し」FIRST-IN FIRST-OUT を基本に、ブリッジ、アーチング、ラットホール現象などによる粉体の詰りを完全に防止しながら、あらゆる粉体の貯蔵ビンからの排出を可能にしている。

非常に取扱いが困難なもの、例えば、鋳物砂、酸化チタン、木材チップ、湿った土などでさえ、あるいは超微粉、金属片、繊維状、薄片状、付着性のあるものなどに對しても、非常に多くの実績を有している。

型式は直径 600mm から 3,600mm のものであり、新設、既設にかかわらず、また、あらゆる形状の貯蔵ビンにも取り付けることができる。

2. 構造および原理

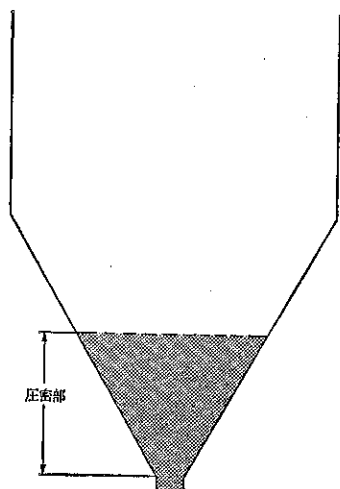


Fig. 1 ホッパ中の圧密

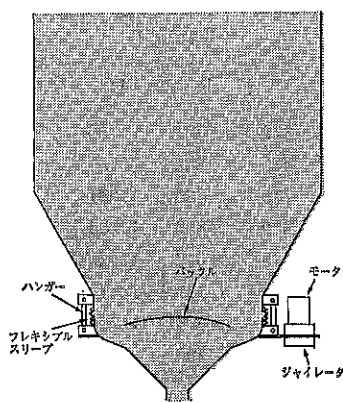


Fig. 2 ホッパ圧密部へのビンアクチベータの設置

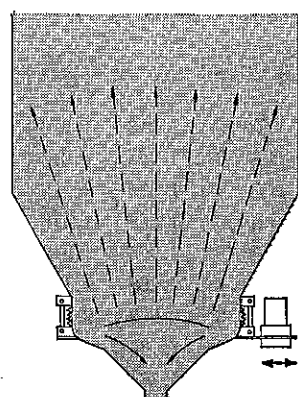


Fig. 3 ビンアクチベータによるブリッジ防止のメカニズム

貯蔵ビンからの粉体の排出に関する問題のほとんどはコーン部における粉の詰りである。これらは貯蔵中の原料の粉体圧や、外部から伝わってくる振動などにより、原料がコーン部で締まってくることに起因する (Fig.1)。このような現象を防ぐために、コーン部の傾斜を急にしたり、バイブレータを取付けたりすることは逆に、詰りをひどくすることにもなりかねない。

この問題は、この詰る部分をビンアクチベータに取替えることにより完全に解決することができる (Fig.2)。ビンアクチベータの振動部は、ゆるやかに湾曲したケーシング、パッフルおよびコーン部から構成されており、振動を起すためのジャイレータとモータが取付けられている。それらは防振ゴムが組込まれたハンガにより上部ケーシングに吊下げられている。

ジャイレータは、偏心したウエイトが回転することにより強力な振動力を引起す。これによりビンアクチベータは水平円振動をする。パッフルが水平円振動することにより、上部の原料に「くさび効果」による強い衝撃力を与えブリッジを破壊する。パッフルの外周より落ちてきた原料はゆるやかに湾曲したケーシング部に入

り、ケーシングの水平円振動によりコーンの部分へ落とし込まれる (Fig.3)。

バッフルはブリッジを破壊する他に、コーン部へかかる上部の粉体重量を支えている。またゆるやかに湾曲したケーシングもコーン部への上部の負荷を減少させている。従って、コーン部へ落とし込まれた原料は、圧縮による詰りを起すことなくスムーズな排出を行うことができる。

以上のような原理より、最適な形をもったビンアクチベータは、あらゆる粉粒体の貯蔵ビンからの排出に非常に有効に働く。

3. 特 長

(i) 確実な排出

どんな原料でも、どんな貯蔵ビンからでも、安定した確実な排出ができる。

(ii) 先入りー先出し FIRST-IN FIRST-OUT が可能 (Fig.4)

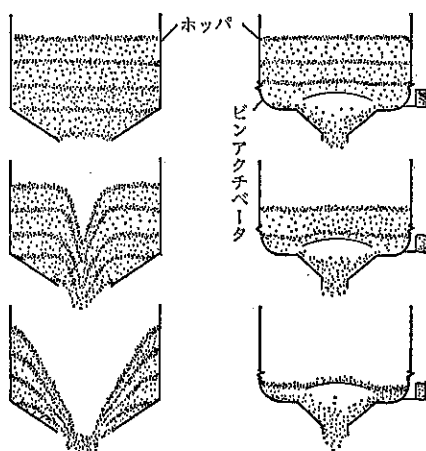


Fig. 4 ビンアクチベータによる
フローパターンの改善

(iii) マスフローとなるため、フラッシング現象が起りにくい。

(iv) 特殊ジャイレータの採用により、メンテナンスがほとんど要らない。

(v) 所要動力が僅少である。

(vi) 静かな運転で騒音がない。

(vii) いかなる貯蔵ビンにも取付けができる。

(viii) 簡単で堅牢な構造

(ix) 定量供給機と組み合わせると定量性を高めることができる。

4. 標準仕様

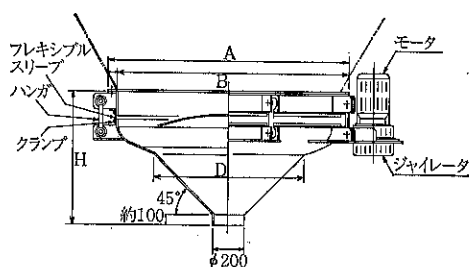


Fig. 5 ビンアクチベータの構造

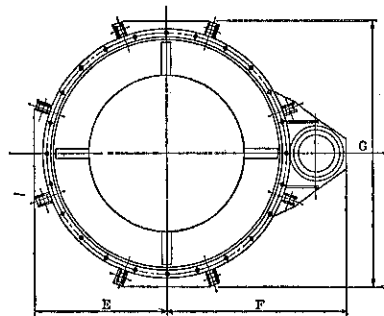


Fig. 6 ビンアクチベータの構造

Table 1

形 式	A	B	C	D	E	F	G	H	ジャイレータ	モータ kW
BA-2	712	612	50	370	461	756	712	554	3,000	0.75
BA-3	1,062	912	75	560	582	931	1,062	707	3,000	0.75
BA-4	1,362	1,212	75	740	726	1,081	1,362	856	3,000	1.5
BA-5	1,668	1,518	75	1,030	860	1,234	1,668	969	3,000	1.5
BA-6	1,968	1,818	75	1,230	1,040	1,420	2,080	1,110	6,000	2.2
BA-7	2,268	2,118	75	1,440	1,180	1,570	2,360	1,254	6,000	2.2
BA-8	2,568	2,418	75	1,640	1,308	1,710	2,616	1,396	6,000	2.2
BA-10	3,168	2,988	90	2,050	1,700	2,030	3,400	1,789	6,000	2.2
BA-12	3,774	3,594	90	2,460	2,010	2,340	4,020	2,081	6,000	2.2

注 1) 排出口寸法は変えることができる。

2) Hは排出口寸法を200としたときの寸法。

ビンアクチベータ各型式の標準仕様を Fig. 5, Fig. 6 および Table 1 に示した。

4.1 粉接部材質

- (a) SS41
- (b) SUS304
- (c) その他 SUS316L 等

4.2 フレキシブルスリーブ

- ◎標準：BA-2～8 帯状フレキシブルスリーブ
材質 SBRゴム 黒色 ナイロン2PLY
BA-10～12 フランジフレキシブルスリーブ
(Fig. 7) 材質CRゴム黒色ナイロン2PLY

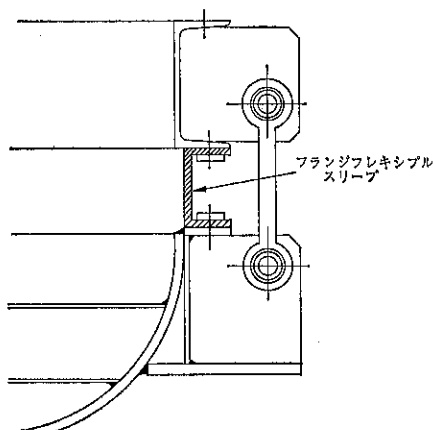


Fig. 7 フランジフレキシブルスリーブ

- ◎オプション：BA-2～8 帯状フレキシブルスリーブ、材質 CRゴム 白色 ナイロン2PLY
BA-2～8 フランジフレキシブルスリーブ
材質 CRゴム 黒色 ナイロン2PLY

4.3 排出口

排出口寸法は排出量、粉体の性状、下部接続機械によって決定される。

オプション：排出口用帯状フレキシブルスリーブおよびクランプ 口径 600mm 以上であれば本機用フランジフレキシブルスリーブを採用することも可能である。

4.4 ジャイレータ

4枚の偏心したウェイトが組み込まれておりその角度を変えることにより加振力を変更することができる。

非常にユニークなオイル強制循環機構が組み込まれておりほとんど保守点検を必要としない。

加振力の大きさにより3,000ポンドタイプと6,000ポンド

ドタイプがある。

4.5 モータ

E種 特殊全閉型

4.6 特殊型

大型サイロ用に適用する強力型ビンアクチベータ、野積み原料の排出用、あるいは木材チップ用等の場合は、特殊型が必要である。

5. 機種を選定

ビンアクチベータを適用する場合、最適な排出を行わせるために機種を選定が最も重要な要素である。

排出量が少ないから小型機種で良いという選定は絶対しては行けない。次のような諸仕様を考慮して決定される。

- (i) 原料の性状、パウダテストによるデータ
- (ii) 貯蔵ビンの形状、寸法
- (iii) 貯蔵ビンへの投入方法
- (iv) 排出量、排出サイクル
- (v) 下部接続機械

6. 適用例、特殊使用例

Fig. 8 はスクリュコンベア等を接続して、大型から小型まで各種貯蔵ビンにビンアクチベータが使用されている。

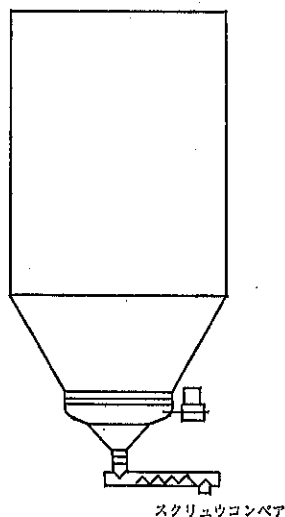


Fig. 8 ビンアクチベータの適用例
(スクリュコンベアとの接続例)

Fig. 9 はヘビィデューティフィーダ等の定量供給機と接続し、装置の安定運転と、供給精度の向上に役立っている。

る。

穀物、セメント、炭カル、消石灰などの大型サイロにも多数使用されている (Fig.10)。

また、ロードセルを用い計量を行なった例もある (Fig.11)。

排出口を2カ所設けた例を Fig.12 に示す。

Fig.13は自動スライドゲートバルブ等を取り付け、トラックへ直に排出させた例である。フラッシングを起さずに、短時間に切出すことができる。

Fig.14は穀物サイロ燻蒸ガスを吹込んだ例である。サイロ内に均一に、効果的に吹き込むことができる。

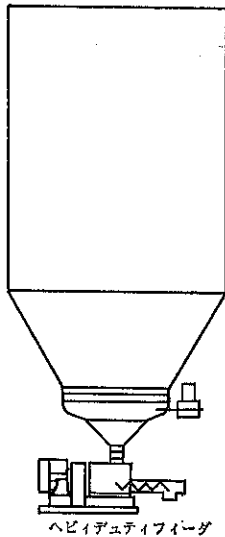


Fig. 9 定量供給機との接続例

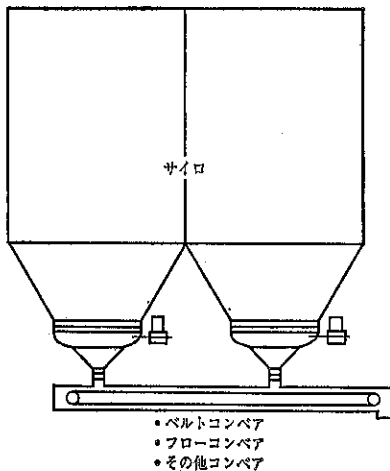


Fig. 10 大型サイロへの付設例

Fig.15は木材チップ用のビンアクチベータで、2階建のコニカルバッフルより効果的にスチームを吹込んだ例である。

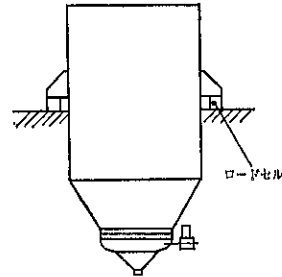


Fig. 11 計量システムに組み込まれたビンアクチベータの例

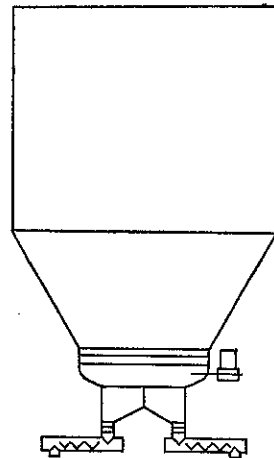


Fig. 12 ビンアクチベータ排出口を2カ所設けた例

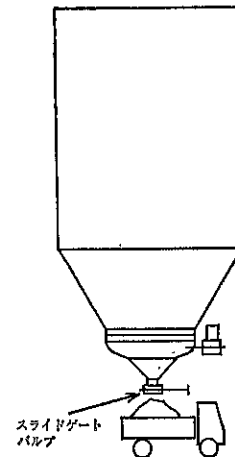


Fig. 13 ビンアクチベータ排出口にスライドゲートバルブを取りつけた例

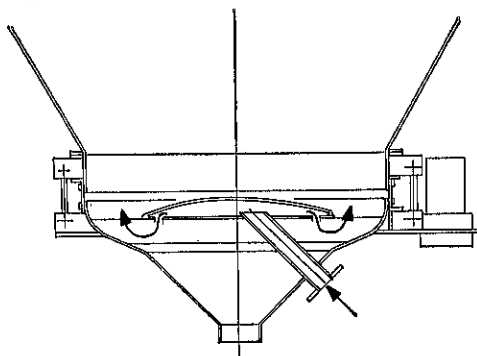


Fig. 14 ガス吹き込み例

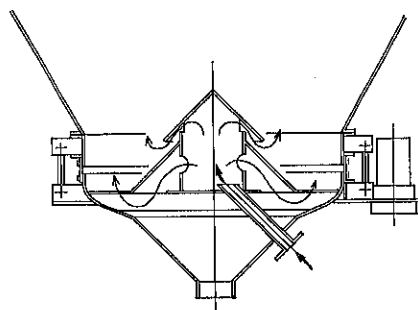


Fig. 15 スチーム吹き込み例

(260頁のつづき)

でのブリッジ防止と、均等の見掛比重でスクリュウに入るようにした。その流量の測定値を Table 3 にあげた。

なお食塩水の添加率は品種により 25~45%と変るので、その都度フローメータで調節する。

次に混合混練機タービュライザの内部掃除を完全に、容易にするために、本機の反駆動側エンドプレートを取り外してロータを取り出し簡単に水洗できるように改造してある。

3.2 主要機械の仕様

a. リボンミキサ (680φ×3,200ℓ)

全容量 1.2m³
モータ 3.7kW×4P×1/30G.M
ロータ回転数 38r.p.m

b. 混合混練機 タービュライザ

型 式 T-8 特殊型

モータ 3.7kW×4P

ロータ回転数 1,800r.p.m

処理能力 500kg/Hr~1,500kg/Hr

c. アフターミキサ (330φ×2,500ℓ)

モータ HAM8-57-1/17

ロータ パドル型 21~84r.p.m (可変)

製品紹介

測 定 機

粉粒体の物性にはその固体固有の物理化学的性質と、その固体が形を変えたり、雰囲気の状態によって変化する力学的な性質がある。

粉粒体を処理したり、ハンドリングする上で、この物性を正確に把握することは、基礎的な重要な事項である。

しかし、微粒子の集団としての粉体は気体や液体のように単相系では存在せず、常に気体あるいは液体との2相系または気体と液体を含む3相系で存在するので、その組合せは非常に複雑であり、物性の絶体的な測定は困難なことが多い。

たとえば、粉体の最も基本的な物性である粒度分布の測定においても、数多くの測定機が商品化されているが、同じ材料でも各種測定機から得られる値は必ずしも

同じでない。

また、粉粒体の最も顕著な特性であり、またハンドリング上からも重要な性質である流動性は、材料のもつ物理的、力学的性質や雰囲気の総合された結果としてあらわれるもので、条件が複雑なため理論的に解析するのはむずかしいのが現状である。

当社では粉粒体の処理、ハンドリング装置と併せて、物性測定の重要性を痛感し、独自の方法による測定機も開発商品化している。

本章では、各種物性値を1台の測定機で測定し、これを総合して流動性の難易度を判定する、いわゆる Carr の指数を求める「パウダーテスタ」や、粉体の付着力と破断時の変位が同時に測定できる「コヒテスタ」、他について概要を解説した。

製品紹介

ホソカワ／ミクロン

パウダテスタ

1. 概要

粉体の物理的特性を測定することは、ホッパ、供給機、輸送機、袋詰機、その他の粉体取扱装置の計画、また粉体製品の品質管理などにおいて重要な作業であるが、従来は安息角や見掛比重などを別々の装置で測定し、その方法もまちまちであった。しかし、微粉体の流動特性は非常に複雑で数値的な表現がむづかしく、安息角やその他の因子を個々に測定するだけでは、実用上有用な数値を得ることは困難である。

1965年、Chem. Eng. 誌に掲載された R. L. Carr の流動性の評価に関する提案は、粉体の流動性に関係のある安息角や圧縮性など数種類の特性値を測定し、これらを総合して流動性に関する評価を得点制で表わそうとするものである。この方法は Carr が 3,000種に近い粉体を扱い、現象面から経験的な手法によって得たものであって、理論的な裏づけには欠けるきらいはあるが、多くの因子に総合的に考慮していること、流動性の程度を点数で表わしていること、比較的簡単な手法を用いていることなどに注目し、実験を重ねてその実用性を確かめた。

Carr は各因子の測定を別々の道具を用いて行ってい

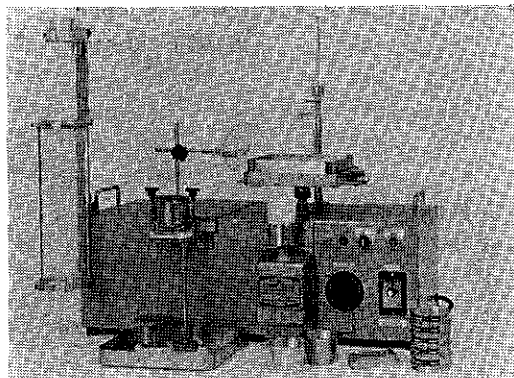


Photo. 1 ホソカワ／ミクロン パウダテスタ

るが、われわれはこれを規格化し、可能なところは機械化して人手による個人差をなくし、1台の装置にまとめ、ホソカワ／ミクロン パウダテスタを誕生させた。

パウダテスタ (Photo. 1) は、安息角、圧縮度、スパチュラ角、凝集度、崩潰角、分散度、差角と7種もの粉体特性値を一台で測定できるようにコンパクトにまとめたもので、常に一定の条件を機械的につくり出すので、まったく個人による差がない。

2. パウダテスタの7つの働き

パウダテスタでは下記の7種の測定値をもとに、流動性指数あるいは噴流性指数を算出表から求めることができる。

①安息角 (Angle of Repose)

標準篩を振動させてサンプルを、漏斗を通じ注入法により測定する。

②圧縮度 (Compressibility)

ゆるみ見掛比重と固め見掛比重と測ることにより、この2つの数値の比から圧縮度を求める。圧縮度は粉体の流動特性に最も大きく影響する数値で20%以上ではホッパ中の架橋防止対策が必要である。

③スパチュラ角 (Angle of Spatula)

スパチュラの上に堆積する粉体の角度を測定するもので、これは常に安息角より大きい値を示す。この角度が大きい程粉体の流動性は悪く、安息角は60°程度でもスパチュラ角は100°を示すことがあり、このような場合特に架橋防止対策が必要である。

④凝集度 (Cohesiveness)

標準篩を用いてこれを一定時間、一定の強さで振動させ、粉体通過量から凝集性の程度を測るものである。凝集度が大きいと当然流動性も悪くなる。

⑤崩潰角 (Angle of Fall)

安息角を作っている粉体に一定の衝撃を与えて、これの崩潰程度を測定する。空隙率の大きい粉体では崩潰角は小さくなり、フラッシングの程度を判定する数値が得

られる。

⑥分散度 (Dispersibility)

一定量の粉体を一定の高さから落下させ、下に置いた Watch glass に残る量から分散性、飛散性、発塵性等を判断する数値が得られる。これもフラッシングの程度に關係のある数値である。

⑦差角 (Angle of Difference)

安息角と崩潰角の差を表す。崩潰角が非常に小さいというのではなくても、差角はかなり大きい場合があり、このような場合フラッシングしやすい粉体といえる。

3. パウダテストの仕様

パウダテストの仕様を Table 1 に示した。

4. パウダテストの応用

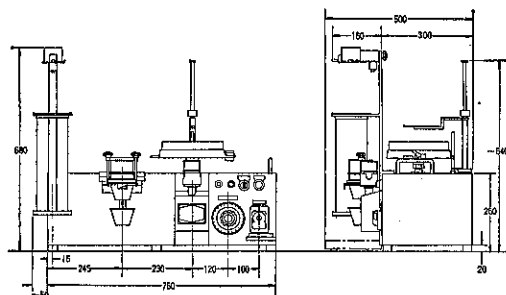
粉体プロセスの計画に際して、取り扱う粉体の流動特性を普遍的に表現することは、きわめてむずかしいことであるが、パウダテストを用いれば容易にこれが実現できる。そしてこの流動特性の評価法が信頼できるものであることは、統計学的にも実証されている。

用途としては、

- ① 粉体プロセスの設計における流動特性の評価に、
- ② 製品の品質管理に、

Table 1 パウダテストの仕様

使用電圧	100/110V 50/60Hz
篩振動数	3,000/3,600VPM 50/60Hz
篩振幅	Max. 2.0mm
タイマセット時間	Max. 3.0分
タイマ最小目盛	5秒
タッピング回数	最高180回 50/60Hz
タップリフト	15mm
重量(本体)	約75kg
付属部品	27点付



- ③ ユーザーとメーカーで仕様決定時の物性確認に、
- ④ 研究所や試験室での力学的特性の測定に、
広く利用されている。

(257頁のつづき)

(LT-I型, LT-R型とも同一)

- 概略重量: LT-R型(記録計式) 18.5kg
- LT-I型(指示メータ式) 16.5kg
- 使用電源: 単相 AC100V, 50/60Hz
- 消費電力: 230W

- 使用フィルタ: グリーン (G), ブルー (B), レッド (R)
- ライトガイド標準長さ: 1m
- 記録計 (LT-R型のみ): 記録幅 100mm
出力端子 0~10mV

(258頁のつづき)

いフルイ分けをする場合に、特に能率を上げることができる。

4. 仕様

電 源 AC100V50/60Hz

消費電力 30W
標準篩 直径20cm
寸 法 幅30cm 奥行40cm 高さ50cm
重 量 18.5kg

製品紹介

ホソカワ／ミクロン

コヒテスタ

1. 概要

粉体プロセスではしばしば付着や凝集が問題とされており、これを防止あるいは利用することができれば、粉体技術の大きな進歩が期待される。しかし現状では経験的技術に頼らなければならない部分が多く、粉体のさまざまな性質をどのように粉体機器の設計や操作に応用するかということが粉体工学のひとつの大きなテーマであることは言うまでもない。付着力についてもこのような観点から幅広い研究がおこなわれている。ホソカワ／ミクロン コヒテスタはこのような目的で粉体層の破断過程を解析するために開発されたものであり、引張り強度と破断部の変位を同時に測定し、粉体の付着力(凝集力)を評価するものである。

2. 装置の構造と特長

コヒテスタは、測定機本体と演算増幅器そして X-Y レコーダで構成されている (Photo. 1 参照)。各部の仕様は次に示すとおりであるが、これは従来からの多くの研究と豊富な測定データの蓄積から生み出されたものである。

1) 仕様

測定方法；垂直圧密水平引張法

(可動セル吊り下げ型)

引張り測定範囲；0～40g/cm² (標準)

変位測定範囲；0～1,000μm (標準)

予圧密荷重；0～200g/cm²

セル寸法；φ50mm×20mm

引張速度；2mm/min

寸法および重量；

測定機本体 650×415×220mm, 23kg

演算増幅器 430×250×400mm, 15kg

X-Y レコーダ 433×299×147mm, 11kg

使用電源；100V, 70W

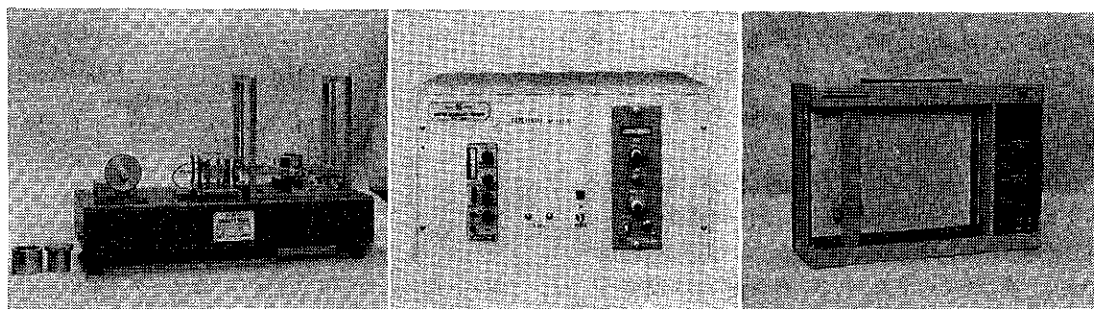
付属品；充てん筒、圧密用おもり 各1個

記録用紙、記録用グラフ用紙 各1冊

2) 特長

- (i) 引張強度と変位が同時に測定でき応力変位線図から付着力を求めることができる。
- (ii) 摩擦がなく高精度の測定値が得られる。
- (iii) 構造ならびに取り扱いが簡単で、清掃も容易である。

本装置は、半円筒形に2分割されたセル中に粉体層を形成し、水平方向に引張力を加えて破断するものである。



(a) コヒテスタ本体

(b) 演算増幅器

(c) X-Yレコーダ

Photo 1 ホソカワ／ミクロン コヒテスタの外観

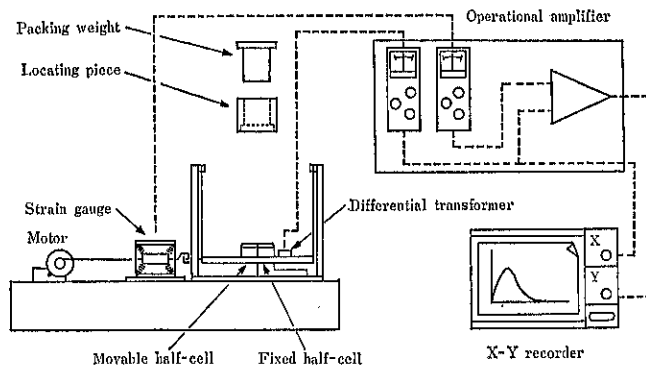


Fig. 1 コヒテスタの概要

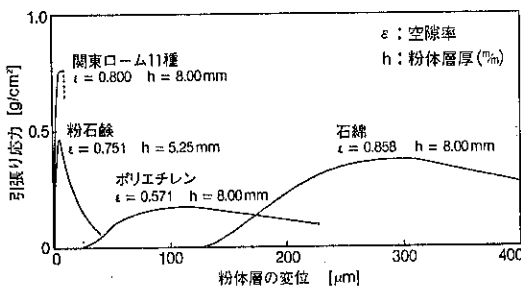


Fig. 2 コヒテスタによる測定例

る。2分割セルの片方(可動セル)は、3枚の青銅帯板に吊り下げられていて摩擦力が働かないので精度の高い測定値が得られる。Fig. 1 に示したように、ストレインゲージで検出した引張力和差動トランスで検出した変位は、演算増幅器を経て、X-Y レコーダに入力される。測定結果は、縦軸に引張力、横軸に変位が記録され Fig. 2 のような応力変位線図として得られる。これは粉体層の破断過程を示すもので、付着力や破断に必要な

仕事量など粉体層の力学的性質を解析する有益なデータを与えてくれる。

3. 測定の応用

コヒテスタによる測定の応用には、次に掲げるような事項が考えられる。

- (i) 貯槽内での粉体の凝集や固結現象の評価に。
- (ii) 薬剤や粉体材料の表面改質の効果判定に。
- (iii) 粉末製品の品質管理や製品管理に。
- (iv) 研究室での力学的性質の検討用に。

実際に測定値を利用する場合には、それぞれの現象に応じたデータの活用が大切である。粒度分布も物質も異なる2種類の粉体を取り出してどちらが付着力が大きいかと聞かれても明解な結論を出せないのが現状である。しかし具体的にある定まった条件下での粉体層を比較することは容易にできる。このように、実際の具体的な問題に対しては、コヒテスタは充分その応用力を発揮してくれる。

特許一言メモ

No. 36

商標と商品のちがいは

商号とは、事業者(業として商品を生産し、加工し、証明し、又は譲渡する者)が自己の商品について、その「出所を明示するためのもの」で、〇〇電器株式会社とか、株式会社〇〇〇〇と云うように同一事業者に対し一個だけ与えられるものである。

これに対し、商標とは、事業者が「自己の商品である旨を表示するためのもの」であり、同一事業者について幾つでも登録できる。

また 商号をそのまま、あるいは略称の形で商標として登録したり、逆に商標の方が有名になって商号の<カゲ>がうすれたために商標を商号に切り替えたケースも

ある。以下は、後者の参考例である。

商 標	旧商号	新商号
サントリー	鶴寿屋	サントリー鶴
ソニー	東京通信工業㈱	ソニー㈱
帝 人	帝国人造絹糸㈱	帝 人㈱
味の素㈱	鈴木商店	味の素㈱

なお、商号と共に併記されているマーク(標章)についても商品に使用することによって別個の商標として登録可能である。(技術資料室)

製品紹介

ホソカワ／ミクロン

カラコーダ

1. 概要

粉体の連続プロセスにおける製品の品質管理には、普通サンプリング法が採られているが、これをオンラインで監視するひとつの方法としてホソカワ／ミクロン カラコーダが生まれた。

本機は、連続混合機から排出される色の異った粉粒体の混合度を検出するために開発されたものであるが、これを広く一般に応用する目的で、試作、改良を重ねコンパクトな装置にまとめたものである (Photo.1)。

2. 原理と構造

本機は連続的に流れている粉体面にプローブを装着して、プローブ内に光伝繊維によって光を導入し、粉体面で反射する光を同じプローブ内にある受光用光伝繊維により装置内の光検出部に戻して、その反射率を測定するものである。

光源は本体に内蔵されており、タングステンランプの白色光を用い、レンズに集光して、光伝繊維によりプローブに送る。特に光源部はわずかの空気の動きによっても輝度が変わるので、輝度自体による自動制御回路を内蔵しており、反射率以外の因子の変動を極力押える工夫が施されている。また、反射光の色質によって3種のフ

ィルターを通すことができる。

反射光は光伝繊維で導かれ、本体内にある Cds によって電圧にかえられ、これを小型のレコーダにより連続的に記録する。色の異なる2種以上の粉体の混合製品について、その光の反射が各成分比によって異なることを利用して品質をオンラインで監視することができる。

また、白度計としても使用することが可能である。

3. 特長

- (i) 記録計の内蔵により、オンラインでの連続計測が可能である。
- (ii) 粉体の混合度の測定においてはサンプリングを必要とせず、直接粉体製品の中にプローブを挿入することにより、迅速に色むらを検出することができる。
- (iii) Cds 光電素子により反射光量を測定しているので、感度が高くわずかな濃度変化もキャッチすることができる。
- (iv) 光源をコントローラーボックスの中に内蔵しているので、測定部における温度上昇がなく、漏電の危険がない。
- (v) 高性能の光伝導ガラス繊維の使用により、測定点と計測部の距離を自由にきめることができる。
- (vi) 光源部の輝度は周辺温度に大きく影響されるが、自動制御系により補正しているので、光源の明るさは常に一定に保たれている。
- (vii) フィルターにより、広い範囲の色質に適用できる。
- (viii) 操作はきわめて容易である。

4. 仕様

カラコーダには指示メータ式 (LT-I 型) と記録計を内蔵した記録計式 (LT-R 型) との2型式があり、各々の型式における標準仕様を以下に簡単に述べる。

・寸法: W450×D290×H270 (254頁へつづく)

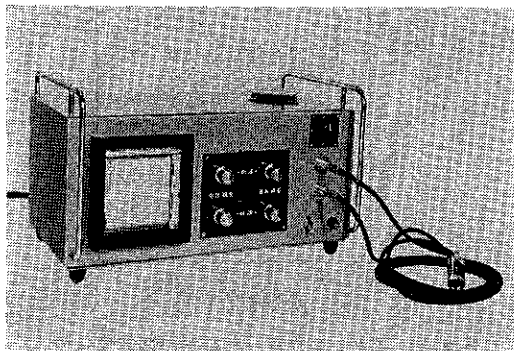


Photo 1 カラコーダ (LT-R 型)

製品紹介

ホソカワ／ミクロン

ミクロンウォーシーブ

1. 概要

従来行なわれてきた湿式のフルイ分け作業では、水道水をフルイの上から流し、網面を筆でこすったりフルイわくをたたいたりして行なわれているが、かなりの手間がかかり、また一定したフルイ分けができず再現性が良くない。

ホソカワ／ミクロン ミクロンウォーシーブは、100V電源とゴムホースを水道栓につなぐだけで、自動的に、短時間に効率よく、一定したフルイ分けができるポータブルな湿式篩分機である。Photo. 1 にその外観を示した。

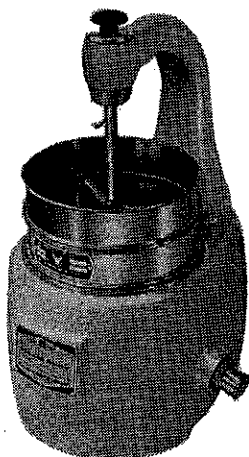


Photo. 1 ミクロンウォーシーブ

2. 原理および構造

本機の構造は、スプリンクラー部、篩分部、電磁振動式ダイヤフラム部に分かれている。

水道バルブにより水圧を調整された水が、スプリンクラーの穴より放出され、その水圧によってスプリンクラーを回転させながら、篩の網面上に連続して散布される。同時に、半波整流した電流により電磁石を働かせ、それを空気振動に変換して効果的に篩面だけを振動さ

せ、液膜で網面がおおわれるのを防止して、粉体と水の流通を良くし、能率よく篩分けることができる。

3. テスト例

Fig. 1 は炭酸カルシウム（サンプル量100g）の粉末2種類を用いて、従来の手でフルイ分ける方法と本機を用いた方法の比較を、所要時間に関してあらわしたものである。

このテストにより、本機では30秒たてば、ほぼフルイ分けが完了しているが、従来の方法によると2～3分を要することがわかる。特にパスする量が少ない場合には、フルイ上の粗粉に網目をふさがれ、なかなかフルイ分けが完了しない。ところが、本機では、水圧（0.3～0.5Kg/cm²）と時間（30秒～1分）を適当に決めておけば、誰が使っても一定したフルイ分けをすることができる。

したがって、多数のサンプルを、迅速かつ信頼性の高

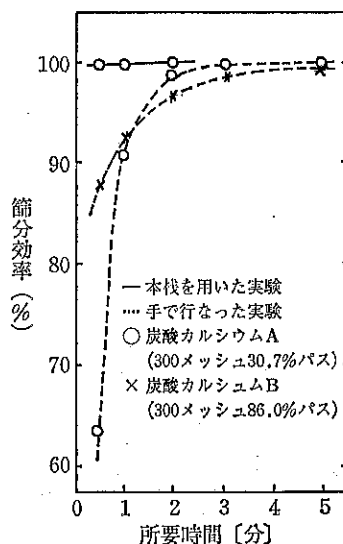


Fig. 1 ミクロンウォーシーブの性能データ

(254頁へつづく)

製品紹介

その他の機械・装置

1. ホソカワ／ビーベックス コンティニューエータ

1.1 概要

本機は Fig. 1 に示すように、加熱ジャケット付の水平円筒容器内で多数のT型攪拌羽根をもった1本のロータが回転し、容器内の粉粒体を常に攪拌させながら長い滞留時間の間で湿分を除去する間接加熱型乾燥機で、回分、連続いずれの操作も可能であり、連続の場合は一般にオーバーフローで排出し、滞留量はノッチの高さによって調節する。

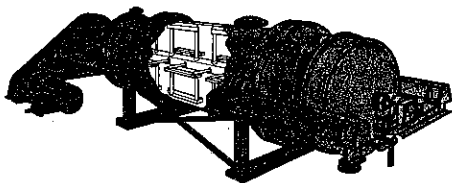


Fig. 1 ホソカワ／ビーベックス コンティニューエータ

1.2 特長

- (i) 円筒型であるから加圧、真空操作が容易である。
- (ii) 回転数が低いから動力消費が少い。

- (iii) 乾燥に熱量よりは時間のかかるものに適す。
- (iv) やわらかい凝集物の粒子破壊が少い。
- (v) 反応機としても用いられる。

1.3 適用例

- (i) ポリエチレン、ポリプロピレンなどの乾燥でソリッドエアと直列に連結して仕上乾燥機として用いられる。
- (ii) 有機結晶体、乳酸菌の乾燥や澱粉を焙焼してデキストリンの製造などにも用いられている。

1.4 型式仕様

型式仕様を Table 1 に示す。

2. ホソカワ／ビーベックス サントターボ

2.1 概要

本機はタービュライザに液体添加装置を付加して、粉体と液体の供給、停止の操作をシステマティックに進行するよう計装化している連続式の液体添加混合機で、Photo. 1 に示すように本体は水平円筒型で、その内にバ

Table 1 ホソカワ／ビーベックス コンティニューエータの標準仕様

型 式	乾燥室径 (m)	回 転 数 (rpm)		動 力 (kW)		有効ジャケット積 面 (m ²)	最 大 粉 体 ホールド量 (m ³)
		最 小	最 大	最 小	最 大		
CR20	0.51	25	75	1.5	3.7	1.67	0.2
24	0.61	20	60	2.2	7.5	2.4	0.4
30	0.76	18	50	3.7	15	3.7	0.75
36	0.91	15	45	5.5	19	5.1	1.25
42	1.07	12	56	11	30	7.9	2.2
48	1.22	11	33	15	37	11.1	3.5
60	1.52	9	27	19	45	15.8	6.5
72	1.83	8	25	22	55	18.5	9.5
84	2.13	7	20	55	95	21.8	13.0

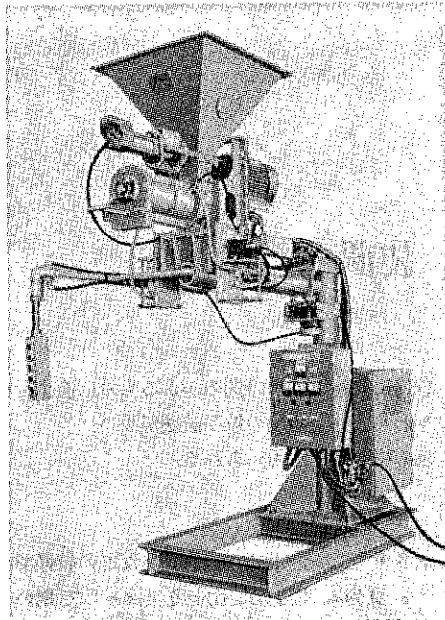


Photo. 1 サンドタワー

ドルをもったロータが高速回転して、その強力な分散作用で供給される粉体と液体とを短時間で混合させる。

粉体の供給にあたって、流動性のよい粉体の加水減容などのときには粉体供給側は単なるゲートでもよいが、流動性の悪い粉体や、加水率とその分布が厳密なときには粉体の定量供給機をとりつけるのがよい。

一方液体側は定量性のあるポンプを用い、水のように粘性の低いときには本体に直接、粘性の高いときには本体の供給口へ圧空を用いて霧滴化して注入するとよい。本機にはST-200、ST-1000の2型式がある。

2.2 本機の特長

- (i) 高速回転であるから混合が短時間で終了する。

- (ii) 硬化剤添加でも機内で硬化の進行が少い。
(iii) 機内での残留量が少ないので掃除回数が少い。

3. 連続製麺用加湿装置

3.1 概要

従来、製麺の工程で小麦粉に食塩水を添加して麺生地をつくる操作は回分式であった。回分式では加水量の確認はできるが、バッチごとに小麦粉の投入のときの飛散や生地のバラツキなどがおこり易く人手もかかる。これを連続化して良質の生地を生産するのが本装置である。

装置の概要は Fig. 2 に示すように、開袋して所定量の小麦粉を供給ホッパーへ投入してリボンミキサーで混合調整をした後に、スピンドラーその他の輸送方法で中間タンクまで送る。ここで特殊スパイラルのフィーダで小麦粉をタービュライザへ定量供給し、同時に濃度数%の食塩水の所定量が連続的に供給される。タービュライザ内では水平軸にとりつけてあるパドルが周速約 18m/sec と高速回転しているので、小麦粉、食塩水とも微粒化されて均一な加湿混練品となり、これがアフタミキサーで10～15分間熟成されて麺生地となる。この麺生地を圧延、切断して麺とする。

この連続操作過程で最も留意することは、流動性の悪い小麦粉を連続的に定量供給することである。小麦粉のパウダテストによる流動性指数は Table 2 のようであり、その評価は「流動性不良」であるから、ホッパー内

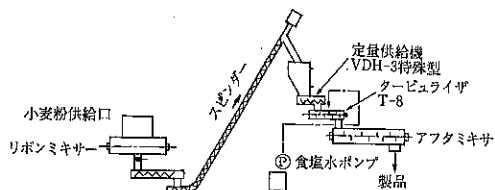


Fig. 2 連続製麺用加湿装置フローシート

Table 2 小麦粉の流動性指数

銘柄	見掛比重			圧縮度 (%)	安息角 (°)	スパチュラ角 (°)	凝集度 (%)	流動性指数 合計
	ゆるみ	固め	動的					
A	0.37	0.77	0.58	51.9	51	84.5	40.9	26
B	0.35	0.83	0.63	57.8	55	87	44.4	24

Table 3 小麦粉の流量 (水分 13.4% W. B.)

スクリー回転数 (r.p.m)	測定値 (kg/min)										流量平均値 (kg/min)	標準偏差 σ_n (-)
	6.20	6.22	6.16	6.15	6.23	6.20	6.28	6.18	6.29	6.20		
60	6.20	6.22	6.16	6.15	6.23	6.20	6.28	6.18	6.29	6.20	6.21	0.044
80	8.29	8.36	8.34	8.39	8.28	8.36	8.20	8.44	8.29	—	8.33	0.068

(251頁へつづく)

システム

粉体処理プラントのシステム例

はじめに

弊社は前章で紹介されたように粉碎機、分級機、乾燥機、集じん機などの粉体プロセスの中心となる機械と架橋防止機、供給機、排出機などのその周辺機械とを多機種製作している。

粉体プロセス設計で大切なことは粉体プロセスの中心機械（主機）の選定とともにその前後機械の選定も重要である。大塊から超微粉をうるときや、湿潤原料から乾燥粉体をうるときなどで、それぞれ各粉碎機と分級機、あるいは乾燥機だけが最適な機械であっても装置は円滑に操作できない。例えば粉碎機が最適に稼働するにはまず供給機が選定される。供給機の性能がよくても原料ホッパーに架橋がおこってはならない。一方製品側からみれば折角の微粉も捕集段階での逃散や排出時の飛散などがあってはならない。

これらの配慮のもとに主機と周辺機械が選定されても、工程の長い場合に機械を単なる直列的接続では前工程の主機は後工程の補助機となり、前工程は後工程の影響を直接うけて機能を十分発揮できないこともあるので、中間タンクを設けて機能区分をしてその影響範囲を狭くして、その区分のなかで各機械の能力を発揮させる方法はよく使われている。このときの粉体の流れは、例えば粉碎分級であれば粉碎（移動）→貯蔵（停止）→分級（移動）と、粉体は水平または垂直の移動と一旦停止とが繰返されるので、特に停止から移動に入るところに留意の必要がある。

ここに弊社が納入した各種のシステムを例示させて頂くが、トナー、エンジニアリングプラスチック、化成品などについては弊社単独では公表できないものが多い。これらの関係で原料面からは無機質、粘土鉱物の例が多くなったことを御許し頂きたい。

1. タルクの粉碎分級

タルクは滑石を微粉砕、分級してえられるもので、化

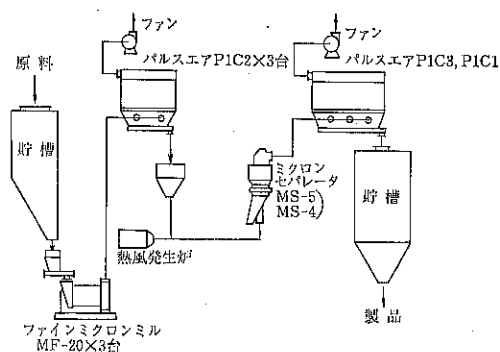


Fig. 1 タルクの粉碎分級

粧品、ゴム添加剤、塗料、製紙など多方面に利用されている粉体であり、設備としてはスーパーミクロンミル、ミクロンセパレーターは炭酸カルシウムと同様に多くの納入事例がある。特に前者のノズル機構、後者の分級とによって製品品質の向上がはかれる。

Fig.1は大規模生産の一例でフィーラインミクロンミルMF-20を3台並列運転をし、分級系を2系列として夫々別個の粒度の製品を得る装置である。

微粉砕機MF-20の系列は図示のフローと全く同一のもの3系列あり、そのうち2系列の粉碎品をMS-5、1系列をMS-4のそれぞれの一次空気へ導く。一次空気は熱風発生炉と直結して熱風を用いて原料水分6%のものを分級と同時に水分1%以下にする。

主なる機械の仕様、能力

- a) フェインミクロンミルMF-20
 - モーター 220kW×4P
 - ロータ回転数 1,160 r.p.m
 - 通過風量 200Nm³/min
 - ノズル用モーター 0.4kW×4P×1/30
- b) ミクロンセパレーターMS-5
 - 製品能力 4.2 t/Hr

製品粒度 71 μ m pass 98%
風 量 300Nm³/min at 80°C

c. ミクロンセパレーターMS-4

製品能力 1.4 t/Hr
製品粒度 63 μ m pass 98%
風 量 100Nm³/min at 80°C

2. ベントナイトの乾燥粉碎分級装置

ベントナイトはモンモリロナイトを主成分とし、石英、長石、雲母などを含む粘土鉱物であって、主として鑄物砂用粘結剤、ボーリング用潤滑剤、製鉄原料ペレットなどに用いられる。

ベントナイトは上記のように各種鉱物を含むものであるから、スーパーミクロンミルを用いればそのノズル効果によって石英などの硬い物質が除去され、更にミクロンセパレーターによって粒度調整されるので良質のベントナイトの生産ができる。

Fig. 2 はベントナイトの大規模生産の一例で、原鉱は水分30%程度であるから先づフラッシュインパクトHD-4とHD-3の2系列で粉碎と同時に乾燥をし、パルスエアーコレクタ P-1C2 で捕集される。ついでこれが3系列あるファインミクロンミル MF-20 で微粉碎されて、硬質分はノズルから排出され、微粉は P-1C2 で捕集される。この微粉は次の分級機ミクロンセパレータ MS-5 と MS-4 とによって分級されて、微粉側がパルスエアーコレクタ P-1C3 と P-1C1-24 とによって捕集されて毎時5.6トンの製品を排出している。

なお原鉱はベントナイト成分75%以上含有であるが、これがファインミクロンミルでのノズルによる異物除去、ミクロンセパレーターによる分離などの作用によって、製品中のベントナイト成分は85%以上のものとなっている。

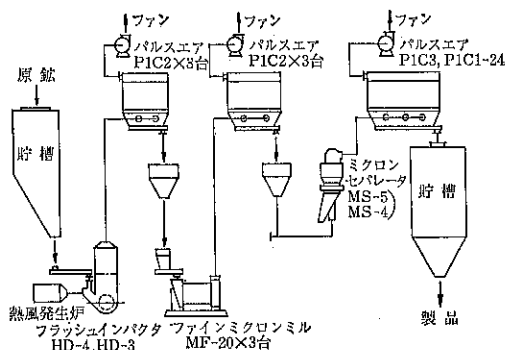


Fig. 2 ベントナイト乾燥、粉碎、分級装置

主な機械

a) ファインミクロンミルMF-20×3台

モーター 220kW×4P
ロータ回転数 1,160r.p.m
ノズル用モーター 0.4kW×4P×1/30
通過風量 200Nm³/min

b) ミクロンセパレーター MS-4

製品粒度 63 μ m pass 98%以上
風 量 300Nm³/min

c) ミクロンセパレーター MS-5

製品粒度 63 μ m pass 98%以上
風 量 200Nm³/min

d) 製品能力

b) + c) 5.6 t/Hr

3. 重質炭酸カルシウムの粉碎分級装置

重質炭酸カルシウムは石灰石を微粉碎、分級してえられ、ゴム、農薬、プラスチックなどの充填材として用いられる。

原料の石灰石は一般にジョークラッシャーとハンマーミルとで粉碎されて粒度は10mm以下である。Fig. 3には処理量4t/Hrの重質炭酸カルシウムの粉碎分級システムのフローシートを示す。原料はTHスクリューフィーダからマグネットセパレータを経てファインミクロンミルMF-40へ4t/Hrで供給される。

MF-40で微粉碎された炭酸カルシウムは吸引空気によって搬送されてパルスエアーP-1F3-24で捕集されて中間タンクに貯えられる。これをミクロンセパレーターMS-5で分級して325メッシュ pass 99%以上の微粉をパルスエアーP-1F5で捕集して製品とする。

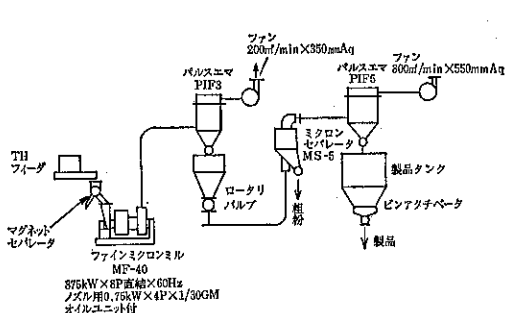


Fig. 3 重質炭酸カルシウムの粉碎分級装置 (MF-40の場合)

主なる機械の仕様

- a) ファインミクロンミル MF-40
 主 モ ー タ 375kW×8P×60Hz
 ロータ回転数 850rpm
 クリアランス 3~31mm
 (風 量 200Nm³/min)
- b) ミクロンセパレータ MS-5
 モ ー タ 7.5kW×6P
 ロータ回転数 500rpm
 (風 量 300Nm³/min)

なおスーパーミクロンミル M502NC を用いたときの
 運転データを Table 1 に示す。この場合は石灰石の粗
 砕プロセスを含めてのシステムで M502NC の処理能力
 は約 550kg/Hr であった。

4. 生石灰の粉砕輸送装置

石灰石を煖焼して生成される生石灰は空気との接触が
 多いと変質するので、粉砕時には N₂ ガスの混入とか、
 或いは取り入れ空気を少なくする方法がとられる。

Fig. 4 に示すフローシートは 後者の方法をとった例
 で、粒度 7mm 以下の原料はジェットパックで圧送さ

Table 1 重質炭酸カルシウム粉砕分級装置 (M502NC のとき) システム構成機械の運転条件

	ジョークラッシャー	H-12	M502NC	MS-3
回 転 数(rpm)	300	2,800	2,400	500
モータ定格電流 (Amp)	28	13	175	13
モータ電流 空転/実運転(Amp)	14/20	5/13	60/155~165	5/5~6
条 件	クリアランス 8m/m	T型ハンマ ロストル 19m/m	ブッシュ 中・中 ノズル 閉・閉 ~60m ³ /min(Air)	羽根, 18枚 二次 air 3/4開 ~60m ³ /min(Air)
風 量	—	—	—	—
処理能力 kg/Hr	1.5~2.0	1.5~2.0	~550	~550
原料の大きさ	180m/m×120m/m 以下	20m/m以下	—	—
製 品 粒 度	20m/m以下	約5m/m以下	—	微粉 380kg/Hr 600Mesh pass 85%位 戻り 184kg/Hr 250Mesh pass 85%位

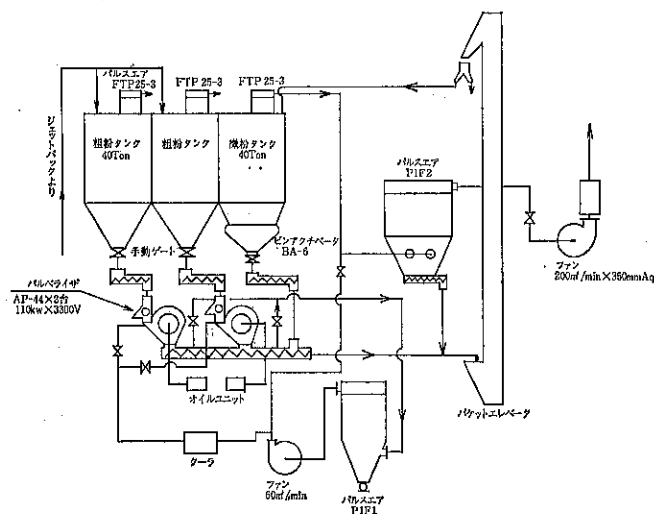


Fig. 4 生石灰の粉砕輸送装置

れて容量40トンの粗粒タンクに貯えられる。このタンクのホッパーは粒度が粗いので単なる偏心ホッパーで下端の開口部は300φである。原料はここから150φ3連のスクリーフィーダで1台当り2.8t/Hr供給され、ドラム型のマグネットセパレータで鉄片などを除いてからバルベライザ AP-44で粉碎され、製品は350φスクリーコンベアーをへて、誘導排出型バケットエレベータにより揚送されて次の工程へ送られる。次工程の都合によっては粉砕品を微粉タンクへ貯える。微粉タンクは粗粉タンクと同寸法ではあるが、微粉ゆえに排出困難なのでその下端にはピンアクチベータBA-6をとりつけた。

AP-44はロータの高速回転する衝撃式の微粉砕機でロータの回転による発生風量と熱量とを除去する必要がある。この場合その全量を排気すれば取り入れ空気量が多くなるので、Fig.4のように、AP-44の排気をスクリーンのケーシングからとり、パルスエアー P-1F1で汚過し、清浄化した空気の大部分を冷却して循環使用して取り入れ空気量を少なくするようにした。

バルベライザ AP-44の仕様

モータ	110kW×4P
ロータ回転数	3,100rpm
スクリーン	φ2, φ2.5, φ3.0
処理量	2.8t/Hr
モータ定格電流	27.8Amp.
負荷時のモータ電流	11~12Amp.

粉砕品の粒度分布

粒 度 (Mesh)	スクリーン孔径 (mm)		
	φ2	φ2.5	φ3.0
+100	1.4%	1.5%	1.8%
100~200	9.0%	11.0%	13.0%
200~300	14.2%	18.3%	14.6%
-300	75.4%	69.2%	70.4%

5. 樹脂ペレットの粉碎袋詰装置

本装置は2mm×5mm×2mmの樹脂ペレットを300kg/Hrの供給速度で粉碎し10Mesh pass 98%以上とし、製品を袋詰するもので、フローシートをFig.5に示す。

原料は原料タンクからDHスクリーフィーダでビクトリミルVP-2へ300kg/Hrの速度で供給される。VP-2ではスクリーンとライナーの枚数は通常はそれぞれ6枚で計12枚のところ下記のようにスクリーン9枚ライナ3枚として目的を達した。粉砕品はVP-2の吸引空気とともに搬送されてパルスエアーSP16-6で捕集された後、円型篩で異物と粗粒を除去されてディスクエレベ

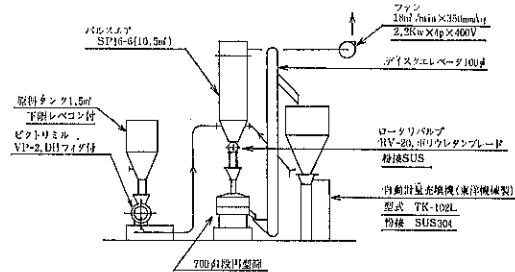


Fig. 5 樹脂ペレット粉碎袋詰装置

ータDIS-10で揚送され製品タンクに貯えられてから袋詰機で1袋20kgに包装される。

製品粒度

+10(Mesh)	0.8%
10~20	24.2
20~42	59.7
42~60	11.0
60~80	2.3
-80	2.0

主要機種仕様

a) VP-2

モータ	11kW×2P
ロータ回転数	2,900r.p.m
クリアランス	7mm
スクリーン	4φ×6枚, 3φ×3枚
ライナ	溝型3枚
(風量)	17m³/min, 除じん用を含む

b) ディスクエレベータ DIS-10

モータ	1.5kW×4P×1/30G. M.
能力	充填率100%のとき~8.6m³/Hr
ディスク	低密度ポリエチレン
ワイヤ	SUS 304

6. 鉛粉製造装置

本装置は一酸化鉛粉を生産するシステムで、25~30mm程度の鉛塊をボールミル状の鉛粉ミルに投入し、空気を吹きこみながら回転させると、鉛塊相互の摩擦により発熱し、空気により表面が酸化されて順次剝離して粉末となる。これを捕集し更にスーパーミクロンミルで微粉砕し、酸化度および見掛け比重の調整を行う。見掛け比重は鉛粉ミルで生成されたものは1.0~1.5g/cc、スーパーミクロンミルをへて0.8~1.0g/ccとなる。これまでの生産工程を鉛粉製造設備と我々は言っている。そのフローシートをFig.6に示す。

なお、鉛粉、一酸化鉛の粉体は付着性、凝集性が高い

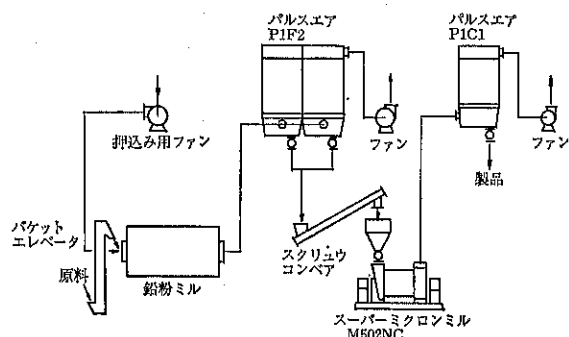


Fig. 6 鉛粉製造装置

ので、パルスエアーのホッパー部はいわゆるHUV型として排出の円滑をはかる。

主なる機械

- a) 鉛粉ミル 2,100φ×2,600ℓ
モータ 125kW
ミル回転数 23r.p.m
- b) パルスエアー P1F2
洩過面積 124.4m²
- c) スーパーミクロンミル M502NC
モータ 55kW×4P
- d) パルスエアー P1C1
洩過面積 47.4m²

7. クレーの分級装置

クレーはゴム、プラスチック、紙、農薬などの充填剤またはキャリアーとして多く用いられている。このなかで農薬粉剤用のクレーは10ミクロン以下の微粒子を少くすれば粉剤の物理性、例えば分散性、飛散性などと経時安定性が著しく改善され、このキャリアーを用いた粉体をDL粉剤と呼ぶ。Fig. 7 に分級操作でその目的に合致したクレーを生産するシステムのフローシートを示す。

ローラーミルで微粉砕されたクレーを原料ホッパーからエアースライダーで3.5 t/Hr の供給速度でミクロン

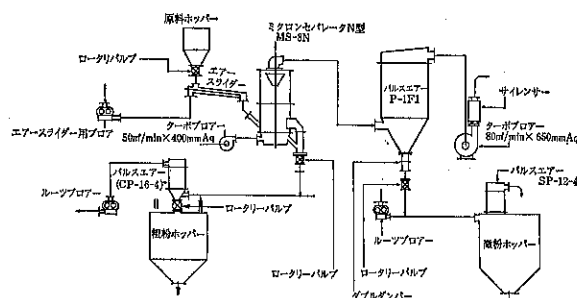


Fig. 7 クレーの分級装置

Table 2 粒度測定結果の1例(篩下%)

粒 径 (μm)	原 料 (%)	粗粉(製品) (%)	微 粉 (%)
45	89.5	81.3	98.3
40	86.2	73.8	96.9
35	82.9	67.4	95.1
30	77.4	58.8	91.8
25	69.0	48.1	86.0
20	61.4	35.3	68.7
15	52.2	16.3	61.3
10	37.7	10.3	55.5
9	31.1	8.4	45.3

セパレーターMS-3Nへ供給する。MS-3Nではこれを微粉と粗粉とに分級し、微粉はセパレーターロータをへて機頂から排気とともに排出され、パルスエアーP-I F1で捕集された後に空気輸送されて微粉タンクに貯えられる。一方微粉を除かれた粗粉は分級機戻り口から排出された後に同様に空気輸送されて粗粉(製品)タンクに貯えられる。

原料粒度はTable 2に示すように10ミクロン以下を37.7%含んでいる。これを10~15%以下にするのが本装置の目的であったが、表のように10ミクロン以下の含有率10.3%の値をえた。

MS-3Nの設定条件

- 全風量 85~90m³/min
- 押込風量(流動用) 40m³/min
- 攪拌羽根回転数 12r.p.m
- 分級ロータ回転数 1,020r.p.m
- 製品中の10μm以下の混入率 10%
- 製品の見掛比重 1.05

8. 軽質炭酸カルシウムの乾燥

石灰乳に炭酸ガスを作用させて生成される軽質炭酸カルシウムは脱水されて水分40%程度またはそれ以下のフィルターケーキとなり、これを乾燥、粉碎して製品とする。従来の乾燥工程では乾燥棚による自然乾燥またはバンド乾燥機などを用いているが、前者の方法ではスペース、維持費や人件費に、後者では熱効率や粉じんの逃散などにそれぞれ問題がある。この工程にマイクロドライヤを適用すればフィルターケーキから一挙に乾燥微粉がえられる合理的な生産工程となる。

Fig. 8 に製品能力1.2 t/Hr のフローシートを示す。水分35~37%のウェットケーキの原料はスクリュウフィーダでマイクロドライヤMDV-4へ供給され、本体内で乾燥粉砕されて粒度147μm以下で水分0.6%の製品がパルスエアーP1F3で捕集される。取入空気は灯油燃焼

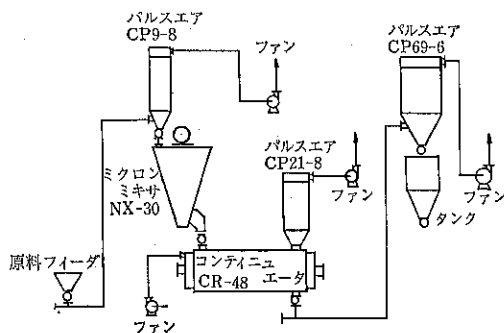


Fig. 10 デキストリンの製造装置

る。

主なる機械

- a) ミクロンミキサ NX-30
 マイクロインジェクション付
 モーター 5.5kW×6P
 攪拌スクリュウ 自転 60r.p.m
 公転 2r.p.m
- b) コンティニューエータ CR-48
 モーター 30kW×4P× $\frac{1}{80}$ G.M
 有効伝熱面積 11.1m²
 有効容量 3.5m³
 ジャケット水蒸気圧 5Kg/cm²G
 ロータ回転数 22r.p.m

11. 農薬の製造装置

農薬は一般に数種の原体とキャリアーとを混合して製品とするもので、Fig.11に微量添加原体の粒度が粗く、しかも融点が低く単体では常温粉碎が困難は物性のものを混合し、粒度 300Mesh Pass 98%以上で生産能力約 3t/Hr のフローシートを示す。

キャリアーとしてのクレーは粒度 300Mesh Pass 98%以上の微粉であって、サイロに貯えられた後、バケット

エレベータで上部タンクへ揚送される。このタンクからスクルーコンベヤをへてロードセル付NX-6で所定量計量される。ここで上記の物性で粒度48Mesh Pass 70~80%の原体Aが定量投入されて混合される。NX-6での1回の混合量は約250kgで、混合時間は30分に設定した。混合品は中間タンクへ排出された後、ACMパルベライザACM-30で粉碎され300Mesh Pass 99%となって次の中間タンクまで空気輸送される。ACM-30の処理能力は約250kg/Hrである。この粉碎品はNX-30でクレーと粒度200Mesh Pass 95%の原体Bとそれぞれ秤量された後、再混合される。NX-30での1回の混合量は約1.5Tonで、混合時間を60分に設定した。A、B原体とクレーとの混合品はパルベライザAP-4SCBで粉碎され、300Mesh Pass 98%以上となって吸引空気によって搬送され中間タンクへ貯えられる。最終混合機NX-50では所定濃度に希釈するクレーを添加して製品となる。NX-50での1回の混合量3Tonで、混合時間は40分と設定した。これまでの過程をへて原体Aの製品中の濃度は2%に希釈されていることになり、濃度の誤差は設定値の±2%の範囲に入っている。

主な機械の仕様

- a) NX-6, ロードセル付
 混合容量 600ℓ
 モーター 2.2KW×6P.
 攪拌スクリュウ自転 60r.p.m, 公転 2r.p.m
- b) ACM-30
 モーター
 分級部 2.2kW×4P.
 供給 0.75kW×4P.
 ロータ回転数 粉砕部 4,200r.p.m
 分級部 930r.p.m
- c) NX-30, ロードセル付
 混合容量 3,000ℓ
 モーター 5.5kW×4P
 攪拌スクリュウ 自転 60r.p.m, 公転 2r.p.m
- d) AP-4SCB
 モーター 37kW×4P
 ロータ回転数 2,800rpm
 スクリーン 2φ
- e) NX-50, ロードセル付
 混合容量 5,000ℓ
 モーター 自転用 11kW×4P
 公転用 1.5kW
 攪拌スクリュウ 自転 60r.p.m 公転 1.5r.p.m

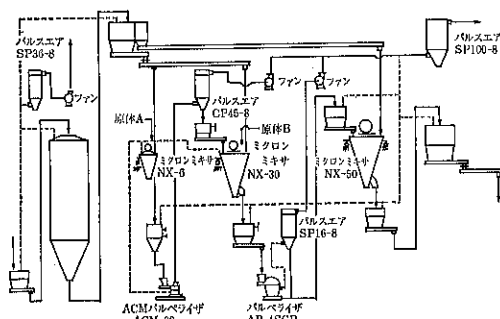


Fig. 11 農薬の混合装置

12. 薬品の計量混合装置

本装置は7種類の粉体原料を秤量、混合して薬品を生産する設備で、フローシートを Fig. 12 に示す。原料はまず原料タンクに貯えられるが、No.1～No.4 までの原料は微量成分、No.5～No.7 までは主成分である。このなかで No.1 の原料は添加量が最も少く全量の約0.2%程度である。このため秤量にあたって No.1 は単独のホッパースケール(秤量5kg、制御精度 $\pm 20\text{gr.}$)で、No.2～No.4 は別のホッパースケール(秤量200kg、制御精度 $\pm 200\text{gr.}$)で、更に No.5～No.7 は別のホッパースケール(秤量600kg、各成分において $\pm 1/100$)と処理量に対応した計3台のホッパースケールで秤量する。秤量は総て遠隔設定で設定値を累積計量し、重量をデジタル表示及びプリント打ちをする。

一方、No.7 の原料は凝集塊の混入の恐れがあるので、フェザーミルFM-1で解砕してから原料タンクへ投入する。

秤量完了後、No.1～No.4 は予備混合機ミクロンミキサNXR-6でまず4成分を混合してから、主成分とともに主混合機NXR-15へ投入される。NXR-15は2台並列配置され、振分けスクリーンコンベアによって交替稼動するよう設計されている。

混合製品は篩機を通り凝集塊または異物が除かれて製品タンクに貯えられ計量されて小分け包装される。

主なる機械の仕様

ミクロンミキサ NXR-15
モータ 5.5kW×6P.
混合容量 1,500ℓ/バッチ (800kg/バッチ)
スクリーン自転 60r.p.m
公転 2r.p.m

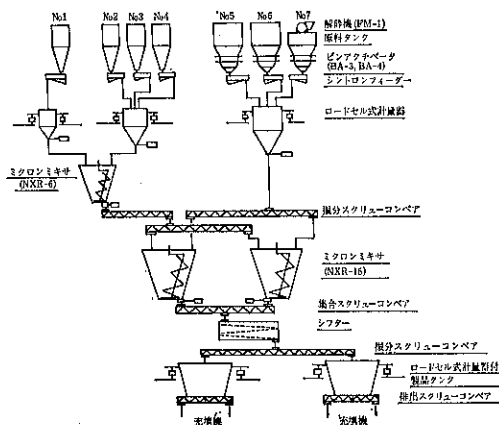


Fig. 12 薬品の計量混合装置

13. 石灰石焼成用ロータリーキルンの排ガス集じん装置

石灰石を焼成して生石灰を生成する焼成炉としては、メルツ炉、ベッケンパッフ炉とロータリーキルンなどがあり、メルツ炉は炉の構造が簡単で排気温度が低く熱効率が高い。ベッケンパッフ炉は炉の構造は複雑であるが熱効率はよく最も良質の生石灰がえられるが、排ガス条件が変動し易い。ロータリーキルンは排ガス温度が高く熱効率は悪いが、大量で細粒の混入した原料石灰石を処理できるなどのそれぞれの特長がある。

ここではロータリーキルンの排ガス集じんへのパルスエアークレクタの適用例について記す。

Fig. 13 はそのフローシートで、ロータリーキルンからの排ガス温度は300～350℃と高いので、炉過前に予冷の必要がある。そのため排気の粉じん濃度をさげるためにマルチクロン850φを用いて一次集じんをしたガスを空冷塔で冷却して180℃以下としてパルスエアーで集じんする。

主なる機械の仕様

a) 空冷塔
冷却面積 1,140m²
冷却温度 350℃ → 180℃
b) パルスエアー P1M5
炉過面積 553.5m² (炉布: コーネックス)
風量 950m³/min at 180℃
入口含じん濃度 3gr/Nm³
出口含じん濃度 0.02gr/Nm³
ダスト組成 CaO, CaCO₃, カーボンなど。

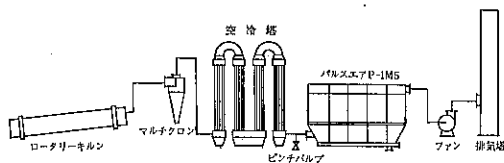


Fig. 13 石灰石焼成炉ロータリーキルンの排ガス集じん

14. 熔融亜鉛メッキ槽の集じん

熔融亜鉛メッキの際に被メッキ物の防錆とメッキむらの防止のため塩化アンモンと塩化亜鉛とのフラックスを添加するが、これがメッキ操作中に分解、冷却、再結晶して微細なヒュームを形成し白煙となる。これを除去するために亜鉛熔融槽にフードをとりつけパルスエアーコ

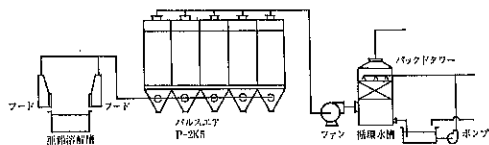


Fig. 14 溶融亜鉛メッキ槽の集じん

レクタで集じんする。

被メッキ物は一般にクレーンで溶融槽へ運ばれることと、メッキ工程中にフラックスを作業者が投入することなどから亜鉛溶融槽を密閉することはできないし、溶融槽上に過大の空気流れを与えればヒートロスが大きくなる。このように作業性と効果のあるフード設計とが相反する立場をとることが多く、その調和をどこに求めるか、しかも塩化亜鉛、塩化アンモンは吸湿性、潮解性が強いなどからシステム設計に経験を相当に加味させなければならない。このような事情から粉じん量にくらべて除じん風量が多くなるのは避けられない面をもってしていると云えよう。

Fig.14 に 1.5m W×12m L の亜鉛溶融槽の実施例を示す。大阪府条例のように、この種の集じん装置にパグフィルターと吸収塔の併設が義務づけられているところでは、本図のようにパグドタワーを併設する。

パルスエアーコレクター P2K5 の仕様

汚過面積 784.8m² (テトロン汚布)

風量 1,200m³/min

入口含じん濃度 0.1~0.5gr/Nm³

出口含じん濃度 0.05gr/Nm³

ヒュームの組成：塩化亜鉛、塩化アンモンなど

15. トナー

乾式電子複写機用の現像剤であるトナーは低融点の合成樹脂であるポリスチレン、エポキシ、アクリルなどの樹脂、カーボンブラックなどの顔料、制御剤、添加剤などを混合、混練、冷却し、これを粉砕、分級して、画質あるいは凝集性や流動性などの面から、粗粉と微粉とを除いてシャープな粒度分布をもつ微粉体としたものである。

弊社からこの生産プロセスに納入されている機器には下記のようなものがある。

1) 粗砕機； 混練、冷却された原料を粗砕するのにロールミルあるいはハンマーミル、フェザーミルが用いられる。

2) ACMパルペライザ； 粗砕された原料を微粉砕するに当り、好適の供給サイズまで粉砕するに用いる。

3) ミクロンジェット； 原料を圧縮空気流にのせ衝

突板に衝突させて微粉砕するもので、トナーのように弱熱性の材料では粉砕に伴う発熱がない点が良い。

4) ミクロンセパレータ、スーパーセパレータ； 微粉砕された原料を上記の目的から粗粉と微粉とを除去するのに用い、スーパーセパレータは特にシャープな分級が可能である。

5) ライブビンスクリュフィーダ； ミクロンジェットや、ミクロンセパレータなどへの原料供給機で、原料供給速度の変動が少ないので、これら機械の性能を一定に保持することができる。

6) その他

原料系統では原料の樹脂、顔料などを計量する計量システム、原料混合などに用いるミクロンミキサ、原料から製品系に至るまでの空気輸送装置、粉体捕集用又は除じん用のパルスエアーコレクタなどがあげられる。

このようにトナー生産には弊社製品の多くの機種が採用されている。

16. ポリエステルの固相重合

ポリエステルを乾燥し高温度にさらしておくと、表面が白色になって結晶化が進む。これを更に乾燥し高温度保持するとI V値 (Intrinsic Viscosity) が上がり、不純物の混入が少なくなるので、飲料、調味料などのボトル用としての需要がある。ポリエステルボトルにすればガラスビンにくらべて重量が約1/10になり、割れにくいので安全であるなど利点がある。少量生産用としては回分式があるが、弊社の方式は連続式の多量生産用のものである。

Table 3 は連続式のフローシートである。0.2~0.3% W. B. 程度のポリエチレンペレットはソリッドエアーで搅拌をうけながら加熱され、表面が結晶化してベタつきのないペレットに変質される。これをホッパードライヤー内で脱湿高温空気をを用いて乾燥し水分を0.001~0.005%程度にする。乾燥されたペレットはサーマスクリュ又はトーラスディスクで搅拌をうけながら加熱され、ホッパーリアクター内で一定滞留時間高温に保持さ

Table 3 ポリエステルの固相重合法の概要

ポリエステルペレット	
結	晶 化 (ソリッドエアー)
乾	燥 (ホッパードライヤー)
昇	温 (サーマスクリュ又はトーラスディスク)
固 相	重 合 (ホッパーリアクター)
冷	却 (サーマスクリュ又はトーラスディスク)
製	品

れて重合が進みⅠV値のあがったポリエステルとなる。
これを冷却機を通して 品温をさげて 製品 としてとり出す。

おわりに

弊社は生産する単体だけではなく、このようにシステムに組み上げた装置としての納入例を多くもっており、そのなかから以上の10数例で単純なものからやや複雑な

ものを含めて紹介させて頂いた。

このようにシステムをくむ利点は目的や粉体物性に対応した無駄なく効率のよい装置が生れることである。粉体技術には未だ経験に頼る面が多々ある。弊社は粉体技術に関して60数年の経験とそれに伴う知識をもってシステム化を指向して常々研鑽をつみ重ねてゆくので、ユーザー各位からの御鞭撻をお願い致す次第である。

表 紙 説 明

ホソカワ/ミクロン ファインパルベライザ

FP-7-7

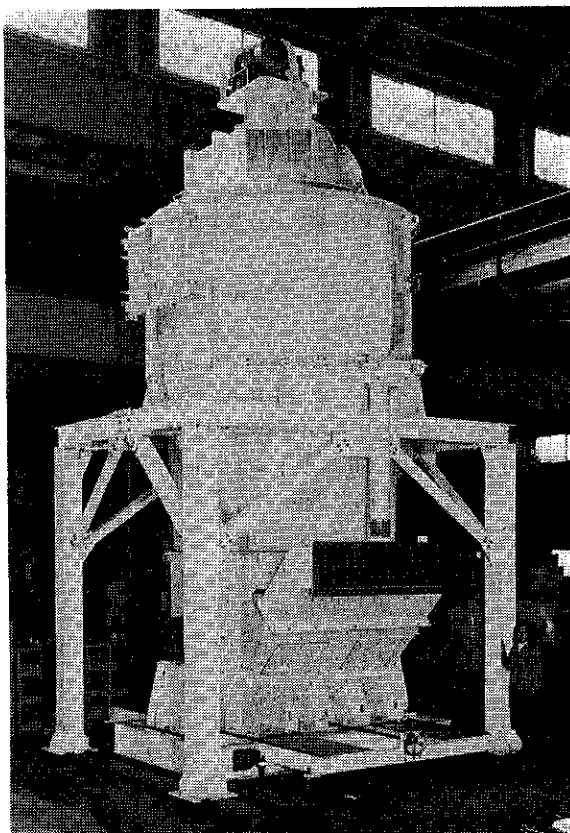
メキシコの ALBAMEX 社より受注した2台の内の1台であり、弊社枚方工場内における試運転時に撮影した

(昭和56年12月)

本機は 分級機内蔵の大型衝撃式 粉碎機 であり、ALBAMEX 社では Extruded Soy Bean Meal (粗わり大豆を圧縮加熱処理したもの)を微粉碎するのに用いられる。

ホソカワ/ミクロンファインパルベライザー

型 式	FP-7-7
粉碎用モータ	450KW 8P
分級用モータ	22KW 4P, VS
全 高	8,400mm
最大部径	3,100mm



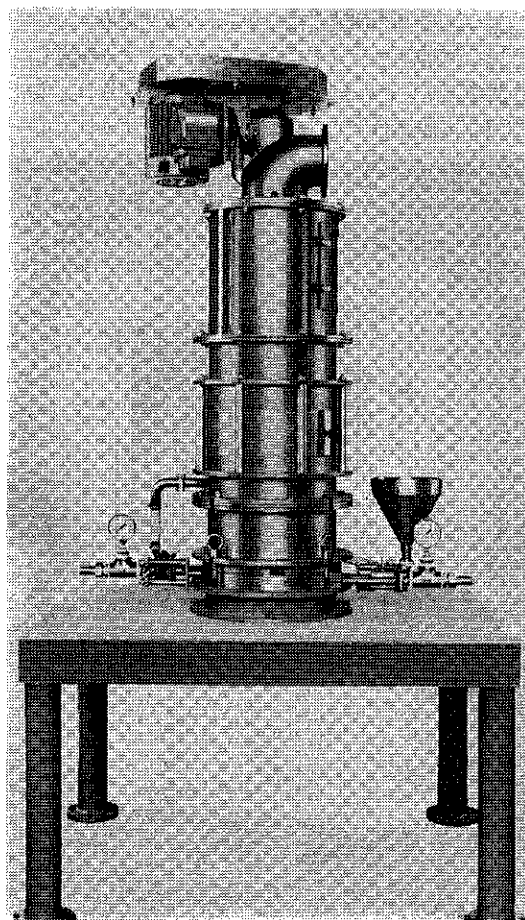
ホソカワ ニュース

○米国パイブラ スクリュー社へ技術供与

昭和56年3月、当社は米国市場開拓のため技術提携先であるパイブラスクリー社に対して主要製品の技術供与を行いました。また、パイブラ社製品のヨーロッパにおける製造販売権を関連会社であるホソカワヨーロッパが取得し、当社の欧米地域での海外活動を更に積極的に推進していくことになりました。

○英国パウテック展示会に新製品ミクロンジェット出品

昭和56年3月10日～12日の間、英国バーミンガム市で開催された世界的に有名な粉体関係の専門展示会であるPOWTECH EXHIBITIONに当社は関連会社のホソカワヨーロッパを通じて新製品ミクロンジェット（超微粉砕機）を出品し、非常に好評でした。



ミクロン ジェットは流体エネルギーを利用したジェット粉砕機で、超高速の衝突 および 磨砕による粉砕部と、粉砕物の粒度を選別する分級部とを合理的に組合わせた独創的な超微粉砕機です。

○米国パウダーショー出品

昭和56年5月12日～14日の間、米国シカゴ市で開催された世界的に有名な粉体関係の専門展示会であるPOWDER & BULK SOLIDS '81 CONFERENCE/EXHIBITIONに当社は関連会社のホソカワアメリカを通じて、オリジナル製品数機種を出品しました。

社長、副社長、田中常務、細川営業部長をはじめ、多数の技術関係者が渡米し、当社の米国における本格的マーケティング活動のための出展とあって現地の関心は極めて高く、3日間の訪問客数は200名を超え具体的な合件数も多く盛況裡に終了しました。

また、この機会に米国の技術専門雑誌“CHEMICAL ENGINEERING”への広告を継続して行い、多数の反響を得ました。

（出品機種）

- | | |
|---------|----------------------------------|
| 分 級 機 | ホソカワミクロン スーパーセパレータ
MSS-1型（実演） |
| 乾 燥 機 | ホソカワミクロン ミクロンドライヤ
MDH-1型（実演） |
| 超微粉砕機 | ホソカワミクロン スーパーミクロンミル
M52NC型 |
| ” | ホソカワミクロン ミクロン ジェット
MJ-1型 |
| 微 粉 砕 機 | ホソカワミクロン ファインピクトリミル
FVP-1型 |



○米国パイブラ スクリュー社の代理店研修会議出席

昭和56年6月23日～25日の間、米国市場における当社製品販売促進のため技術提携先であるパイブラスクリー社の販売代理店数十社より多数出席のもとに、当社製品説明ならびに技術研修会議が開催され非常に盛況でした。

た。この会議には鈴木技術部長、関連会社よりホソカワ
インターナショナル、増田営業課長、ホソカワヨーロッ
パ、佐藤マネージャーが出席しました。

○粉体の基礎物性と粒子の精密測定技術講習会出品

昭和56年8月19日～20日、ソフト技研主催の上記講習
会に当社よりホソカワミクロンコヒテスタ（吊下式粉体
層付着力測定機）を実演展示し多数の関心を集めまし
た。

○課長合同研修会開催

昭和56年9月4日～5日、当社および関連会社の課長
26名による自主研修会が関西セミナーハウス（京都市）
で開催されました。この研修会はTQC、OAなどの知
識を習得して今後の業務に活用していくことを目的とし
て行われ非常に有意義でした。

○粉体技術講演討論会開催

昭和56年9月26日京都社会福祉会館において「第15回
粉体工学に関する講演討論会」が開催されました。今回
のテーマは「粉体技術の世界の最先端をさぐる」で、特
に第15回記念特別企画として米国、東独より3名の先生
方による特別講演があり盛況裡に終了しました。

○'81化学プラントショー出品

と き 昭和56年9月29日～10月3日

ところ 東京晴海・東京国際貿易センター

小間数 6小間

'81化学プラントショーは本年で第13回を迎え、過去
最大規模の化学機械装置の専門展示会となりました。当
社も関連会社であるホソカワ環境エンジニアリングの新
製品、エアーシャワー付パスボックスをはじめ多数の機
器を出品しました。また、技術提携先であるパイプラス
クリュー社より技術部長がこの展示会のために来日さ
れ、同社の新製品、ウエイベルトフィーダを出品しまし
た。期間中具体的商談も多く非常に盛況でした。

（出品機種）

- | | | |
|----------|-----------|------------|
| 分 級 機 | ホソカワミクロン | スーパーセパレータ |
| | MSS-1型 | （実演） |
| 乾 燥 機 | ホソカワミクロン | ミクロン ドライヤ |
| | MDH-1型 | （実演） |
| 超微粉碎機 | ホソカワミクロン | ミクロン ジェット |
| | MJ3-1型 | |
| 微 粉 碎 機 | ホソカワミクロン | ファインピクトリミル |
| | FVP-1型 | |
| 混合機（反応機） | ホソカワミクロン | ミクロン ミキ |
| | サ（リアクタ） | NXV-3型 |
| 架橋防止機 | ホソカワ/パイブラ | ピンアクチベータ |
| | BA-3型 | |
| 計量供給機 | ホソカワ/パイブラ | ウエイベルトフィー |

ダ（実演）

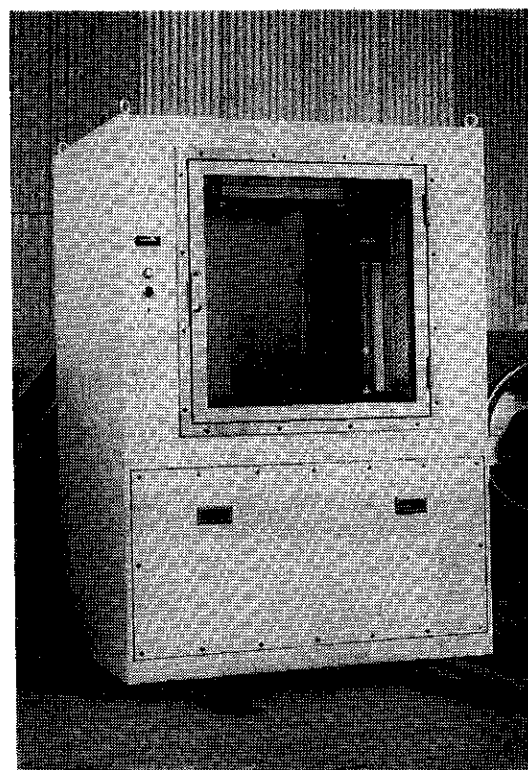
吊下式粉体層付着力測定機 ホソカワミクロン コヒテ
スタ（実演）

物品搬入用洗浄ユニット ホソカワミクロン エアーシ
ャワー付パスボックス（実演）



○新製品 ホソカワミクロン エアーシャワー付パスボ ックス開発

このたび当社の関連会社であるホソカワ環境エンジニ
アリングではエアーシャワー付パスボックスを開発し、
'81化学プラントショーにも出展し来場者の注目を集め
ました。同装置はクリーンルーム、バイオクリーンルー



ムや清浄倉庫、保管庫に搬入する原料などの物品の洗浄を目的に開発されたエアシャワー付き搬入口で、清浄室に搬入する原料などの表面に付着した塵埃粒子を秒速20メートル以上の清浄空気を吹き付けて洗浄します。

○大阪事業本部営業技術研修会議開催

昭和56年11月7日～8日、滋賀県守山市のKBSびわ湖教育センターにおいて昭和56年度営業技術研修会議が開催されました。この会議は毎年1回行われているもので、本年は第4回を迎え、今までの営業技術としての基礎知識を踏まえて更に専門知識ならびに専門技能を追及し、人材の育成強化をはかっていくことを目的として行われ多大の成果をおさめました。



○東京支店研修会議開催

昭和56年11月20日～22日静岡県のラフォーレ修善寺において昭和56年度東京支店研修会議が開催されました。この会議は枚方本社と同様に毎年1回行われているもので、本年は第4回を迎え、東京支店管轄地域における営業技術第一線活動のあり方などについて幅広く熱心な討議が行われ非常に有意義でした。

○米国 CHEM SHOW 出品

昭和56年12月3日～6日の間、米国ニューヨーク市において '81 CHEM SHOW が開催されました。当社は関連会社のホソカワアメリカを通じて下記オリジナル製品を出品し、引合件数も多く非常に盛況でした。

(出品機種)

分級機 ホソカワミクロン スーパーセパレータ
MSS-1型(実演)
" ホソカワミクロン ミクロンセパレータ
MS-1型
乾燥機 ホソカワミクロン ミクロン ドライヤ
MDH-1型(実演)
微粉碎機 ホソカワミクロン ビクトリミル
VP-1型
粉体特性測定機 ホソカワミクロン パウダテスタ

試験用湿式篩分機 ホソカワミクロン ミクロン ウオ
シープ

“粉碎”誌編集委員会

編集委員会査読委員

査読委員長 大阪府立大学名誉教授 矢野 武夫氏
査読委員 京都大学名誉教授 中川 有三氏
" " 中部工業大学教授 吉田 哲夫氏
" " 愛知工業大学教授 井伊谷鋼一氏
" " 京都大学教授 吉岡 直哉氏
" " 静岡大学教授 狩野 武氏
" " 名古屋大学教授 神保 元二氏
(御年令順)

原稿募集

“粉碎”誌の原稿を募集いたします。粉体工学に係る研究報告、技術報告、総説、参考資料、文献紹介、随筆など特徴ある記事をふるって御投稿されるようお願いします。ご一報いただきましたら、原稿用紙をお送りいたします。

次号発行予定 昭和58年1月末日

原稿締切 昭和57年8月末日

編集後記

※“粉碎”誌も本年で発刊25周年を迎え、それを記念し、特集「粉粒体プロセス技術の現状」を企画した。創刊号(昭和32年)当時の粉粒体プロセス技術と25年を経た現在のそれとを比較すると隔世の感があり、技術の進歩の速さに驚く。

※誌面の体裁、内容面においても、年々充実し、権威ある技術誌へとさらに脱皮してゆきたく思います。今後共一層の御指導、御鞭撻をお願いします。(編集部)

“粉碎” No. 26 1982年 (非売品)

昭和57年3月1日 印刷
昭和57年3月5日 発行
編集発行責任者 横山 藤平
発行所 細川粉体工学研究所
大阪府枚方市招提田近1目9
印刷所 ナニワ印刷株式会社
大阪市北区天満1丁目9-19

豊かな経験が支える 確かな技術

ホソカワミクロン(株)は、大正5年の創業以来65年、粉体技術一筋に歩み、豊かな経験と確かな技術で、粉体処理機械の『専門化』を目ざしてきました。この経験を生かして、80年代の多様化するニーズに対応するため、粉碎、分級、混合、乾燥、集塵など各粉体処理単一操作技術の『総合化』によるシステム化を更に推進しております。



粉体技術の
ホソカワミクロン 株式会社

(旧社名) 株式会社 細川鉄工所

〒573 大阪府枚方市招提田近1丁目9番地
〒170 東京都豊島区東池袋3丁目1番1号
サンシャイン60内郵便局私書箱1137号
電話/大阪(0720)55-2221・東京(03)986-8661