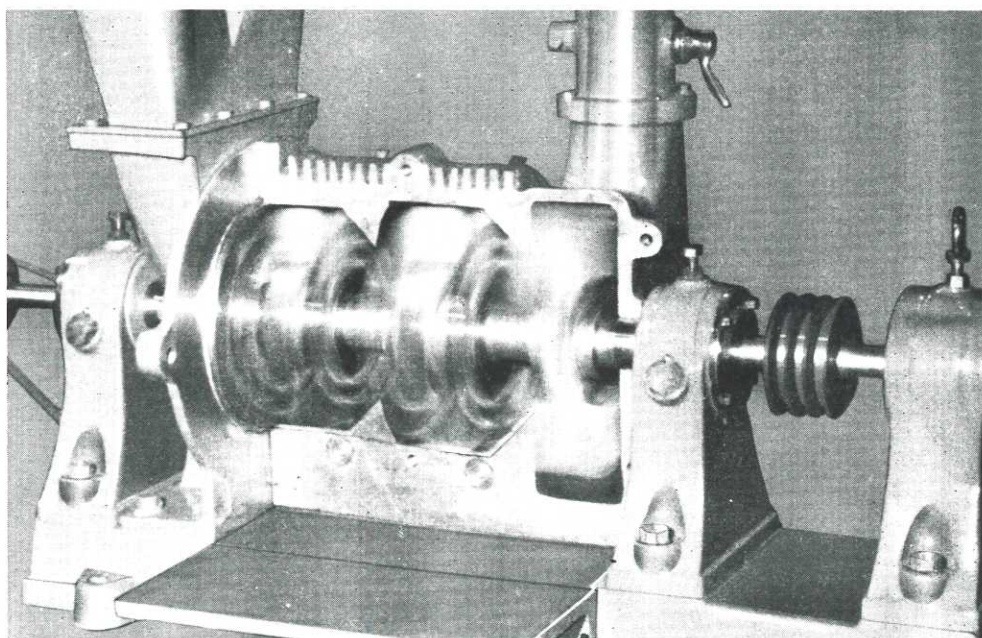


粉 碎

THE MICROMERITICS



NO. 3 SUMMER 1959

細川粉体工学研究所

3号発行に当つての御挨拶

細川粉体工学研究所 所長 細 川 永 一

私は過去44年の長い間、鉄工業として粉碎機の製造に従事して参りましたが、その源を考えますと、私の祖先は明治の初年頃水車をもつて小麦粉の製造を業としていました。その当時メリケン粉と呼ばれました輸入小麦粉の大きな製造工場が内地にはなく、そのため水車をもつてしても充分に経営が出来ておつたのであります。

私は子供の頃よく徹夜をしてひきうすの番をした事がありました。又水量や流速、落差等を調べてタービン式に改造したこともあり、常に機械や製粉について興味をもつておりました。

その後、名古屋高等工業の機械科を卒業して間もなく大正5年に鉄工業を自営致し、特に明色化粧品製造元の桃谷順天館の要望により化粧品の最大の要求であります微粉製造機の研究に専念致しました。そして昭和5年ミクロンミルを完成し特許を得た次第であります。

以来、30数年間粉碎機を専門に絶えざる研究と改良を重ねまして、現在スーパーミクロンミルとして周知される機械の完成をみ、その成果は海外に及び年々その需要と発展をもちたらしめておる次第です。

この時に当りまして、私の終生の事業として、いささかなりとも国のため、社会のために働きたいと願ひしておりましたところ幸ひ皆様様の御指導によりまして鉄工

所とは分離して細川粉体工学研究所を昭和33年9月に創設致した訳であります。本年漸く百坪余の研究実験室が落成し着々と研究用の機械器具も準備し、動力も百馬力までは試験出来る様になりました。

研究所の使命は営利が直接の目的ではなく広くわが国の粉体工学即ち粉体に関する技術向上の研究にあります。

現在の化学工業の主な単位操作をみましても粉碎、分離、分級、混合、輸送、乾燥、収塵、濾過等何れも粉体を取扱つた操作でありまして、粉体の化学的、物理的性質を解明し、処理技術を向上させるための研究が如何に重要であるかは、今更申上げる迄ありません。

当研究所では松山部長始め数多の所員が直接研究業務に当つておりますが、京都大学名誉教授亀井三郎博士を初め多くの顧問の先生方や学界、官界、業界の斯界の権威者の御指導御協力を得て着々と成果を挙げております。

尚、今まで細川鉄工所より発行致しておりました雑誌“粉碎”は今回第3号より当研究所の機関誌として年2回発行致すこととなりました。この“粉碎”誌が粉体工業に携る多くの人々に親しく利用していただき、日々の技術の向上にお役に立てばと願ひして止みません。

“粉 碎” 第3号 昭和34年 夏季号 目 次

3号発行に当つての御挨拶	細川粉体工学研究所々長 細 川 永 一.....	1
(寄稿・報文)		
◎ ヨーロッパでみた粉体粒度測定法	京大化学研究所 水 渡 英 二.....	2
◎ 粉碎物の粒度測定法	京大化学研究所 荒 川 正 文.....	4
◎ MICRO SIZER の試作に就いて (第一報)	細川粉体工学研究所 細 川 益 男 遠心力型分級機の分級機構に関する一考察 松 山 卓 蔵 森 本 益 弘.....	8
◎ 乾式分級機の特性	名古屋工業技術試験所 上 田 康.....	14
◎ ルーバー式分離機の特性	名古屋大学工学部 井伊谷 鋼一・木村 典夫.....	18
◎ 乳化装置について	武田薬品工業株式会社 美間 博之・大貫 延雄.....	22
◎ ハイスイングボールミルについて	名古屋工業技術試験所 山 内 史 朗.....	33
◎ 最近の注目すべき粉碎機	細川粉体工学研究所 松 山 卓 蔵.....	36
◎ 医薬品工業と粉体	武田薬品工業株式会社 神 沢 得 之 助.....	39

ヨーロッパでみた粉体粒度測定法

京都大学化学研究所教授 水 渡 英 二

昨秋 Berlin で開催された第4回国際電子顕微鏡会議に日本代表として出席した機会に、ヨーロッパ各国の物理化学とくにコロイドや粉体関係の大学、研究所並びに関係工場を視察した。粉体のうちでも顔料やゴム充填剤などの微粉体が主であり、従つてこれらに関連して見た粒度測定器について雑感を混ぜ御紹介する。

電子顕微鏡会議は戦後西 Berlin に出来た Freien Universität が会場となり、世界各国から約1,000名の多数が参加した。これは電子顕微鏡の発明者 E. Ruska 教授が主催されたことにもよると思われる。近くに新築された立派な Fritz-Haber Institut (もとの Kaiser Wilhelm Inst.) の電子顕微鏡研究室で種々の機器が展示運転された。電子顕微鏡は15台のうち、日本のもの4台で大変人気をよんでいた。その性能もドイツ Siemens 社製のものと共に世界の最高レベルにあることは認められ、40台以上輸出されたことは喜ばしい。この展示場に2つの粒度測定器が出品された。

両者とも顕微鏡法により粒度分布の統計的測定を機械化したものである。その1つはロンドンにある Mullard 社 (英国 Philips 社) の新製品 Film scanning particle analyser (フィルム走査式粒子分析装置) である。光学

又は電子顕微鏡写真を電子的フライングスポットシステムによつて走査し、それから出る光をフォトマルチプライヤーに受けて、走査面の明暗の度合により生ずるシグナルを電子管計数回路に入れて表示するものである。このような方式は数年前の英国物理学会のシンポジウムにも取扱われ、米国でも二三作られていたが、今回 Mullard

社で商品化した自慢のものである。写真 (Fig. 1) のように人の高さぐらいあり、特に求めに応じて運転してく

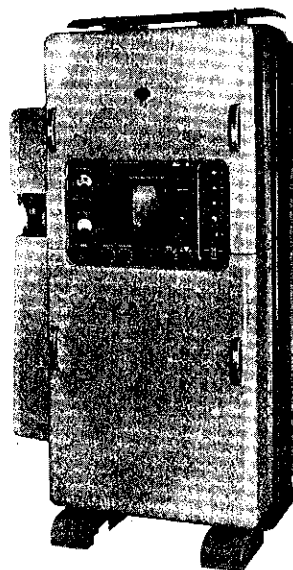


Fig. 1 Mullard 社の Film scanning particle analyser

MICROMERITICS No. 3 1959 SUMMER,

随 筆

マニラのハイアライ	細川鉄工所 専務 細川 益男	31
もくひろい	大阪府立大学工学部 北浦 嘉之	32

(お説拝聴)

新日本化精工業株式会社をたずねて		43
(HOSOKAWA'S NEWS)		

※ 粉碎機案内 (その二)	営 業 部	29
※ 最近の興味ある試験例	技 術 部	45
※ 年間行事	営 業 部	46
※ 東京支店便り	東京支店長 細川 明彦	47

(Micromeritist の Idea)

○ ゴム製品とサイクロン	m. m.	13
○ ガラス球を作る	n 生	30
○ 粒度測定機の一工夫	沢 寿	35
○ 粉も両手に空気	m. m.	48
原稿募集		3
編集後記		48

表紙説明.....スーパーミクロンミル (M₆₂NC) の粉碎室

れた。このような自動装置は計算時間の短縮において甚だ有効であるが、800万円近いと聞いて、我々の研究室の植田君が作ったガルバー式でもある程度事足つたことを思い合せ、少しく考えさせられた。この大げさの装置でも一番問題となるのは、試料写真における粒子の分散である。その点で自動式ではないが次の装置の方が面白いと思う。

Caul Zeiss 社の新製品 Teilchengrößen zählgerät (particle size counter, 粒度計数器, Fig. 2.) は 1 尺

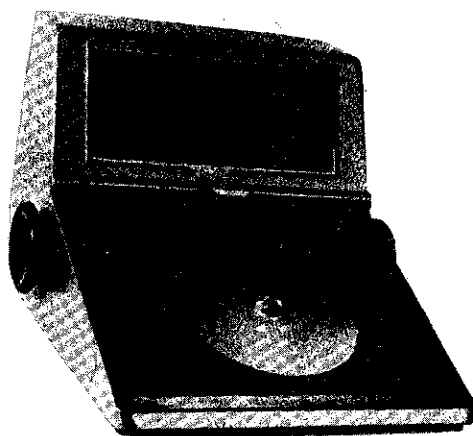


Fig. 2 Zeiss 社の Particle size counter

四方の小じんまりした機械で、手動レバーにより機械的に光学系のスポットの大きさを変化せしめ、その大きさを粒体写真の粒子の大きさに一致せしめたときにシグナルをおくり電子管式に粒度分布を計算する。光学部分のみで約40万円、電気部分を入れると70~80万円になる。この装置の原理は Endter と Gebauer が Optik 13 97 (1956) に発表したものである。Endter 博士はドイツの冶金並びに無機化学工業会社として有名な Degussa 社の物理化学研究所の所長であり、粉体化学研究の第一人者である。スイスとの国境の美しい Boden-See の湖畔の町 Konstanz にある彼の研究所を訪ねこの製品の基礎となつた彼の自家製の装置を見せてもらい、粒体に関し種々意見を交換し得たことは大変嬉しかった。

沈降法による測定装置としては、天秤のメーカーであるドイツ Göttingen にある Sartorius 社が Sedimentationswaage (沈降天秤) が市販されている。電気回路を用いているので約100万円もする。その10分の一以下である我々の考案した Sedimentograph (島津製作所製、近く改良型が出る) と大差がない。この装置を指導したのが顔料、染料製造会社として有名な Hoechst 社の Dr. D. Bachmann で、Frankfurt の実験室を訪問した。こゝでは普通の沈降法他に、遠心沈降法(光学系

を用いた記録式のもの)を作つて顔料粒度を測定していた。英国は沈降法の創始者 Odén の Sedimentation balance の他、最近ではロンドンの Gallenkamp 社が自動記録ではないが、トーションバランスをもちい懸濁液の流入に特別の工夫をした Particle Size Determination Apparatus を売出している。また同社からは Centrifugal Sedimentometer (遠心分級器) も売出している。比濁式のものとしては英国 Bund Brook 社の Photosedimentometer があり、光電池で受けた電流を自動記録装置に結びつけている。

Essen の石炭総合研究所では、Dr. E. Joos が種々の沈降分析を研究していた。すなわち gonell sizer (風篩器) Andreasen pipette, 前述の Satorius Sedimentation balance などを行なっていて、我々の Sedimentograph のことを話すと一台ほしいと云つていた。また近くの硅肺研究所では、Dr. Walkenhorst が空気中の塵埃の電子顕微鏡の研究をしているが、種々の採取装置を見学した。

透過法もかなり用いられている。例えば Stuttgart の顔料研究所(所長 Dr. K. Hamann)で手製のものをみた。原理的には小生の研究室の荒川君の方法が一番進んでいると思う。また、米国の Subsize sizer とか、我々の Autosizer (島津製) のように自動式のものは見かけなかった。

この他、BET 法による比表面積測定装置は大学や会社研究所の至る処で、粉体の基礎研究に充分活用しているのを見た。しかし特に新しい方法は見かけなかった。

原稿募集

“粉砕”第4号は12月末に発行予定です。粉砕に限らず粉に関係のある事ならなんでもお気軽に原稿をお寄せ下さい。

- 研究報文 ○綜説・講義 ○新技術紹介
- 文献紹介 ○随想 ○一枚程度の埋草
- 粉体関係の記事ならなんでも結構です。
- 原稿不切 制限はありませんが第4号分は10月末位にまとめる予定です。
- 原稿料 若干
- 御申越次第専用原稿用紙をお送り致します。

粉 碎 物 の 粒 度 測 定 法

京都大学化学研究所 水渡研究室

荒 川 正 文

1. ま え が き

粉体を成因的に分類すると、粉碎によるもの、化学反

応によるもの、天然に存在するものゝ三種に大別することが出来る。これらの粉体の性状を比較すると一般に粉碎生成物（タルク、重質炭酸カルシウム、微粉炭等）は

化学反応による粉体（軽質炭酸カルシウム、酸化チタン、亜鉛華、カーボンブラック等）や天然生成物（カオリン等）にくらべて粒度が不均一で粒子の形状も一定しない。最近、分級機の進歩によつてかなり均一粒度の粉碎品が得られるようになったが大部分のものは分級操作が不完全である。一例として粉碎物としてはきわめて均一なものに属するある重質炭酸カルシウムを電子顕微鏡で観察して見るとFig.1.a.b.のごとくで、その大部分は1~5 μ の間にあるがその最小粒子は0.02 μ 、最大粒子は約50 μ に達する。勿論、量的にはきわめて僅かであるがたと

えば塗料の体質顔料などに使用すると塗膜上のトビの原因となる。市販の普通の重質炭酸カルシウムと化合法による軽質炭酸カルシウムの粒度分布を比較すると Fig.2 のごとくである。

粉体の粒度を測定する場合に原理的にはその製法は無関係であるが、実際には粉碎物はその粒度が不均一で粒子形状が不定であることが測定上かなり面倒な問題となつてくる。以下、工業的によく利用されている粒度測定法について粉碎物の測定にあつて注意すべき点を簡単に述べることにする。現在よく用いられる粒度測定法は Table 1 のごとくで、方法によつて得られる粒度の物理的意味、測定範囲が異り粒度分布の得られるもの、平均粒子径しか得られないものなど多種多様である。各測定法の詳細に関しては文献¹⁾を参照され

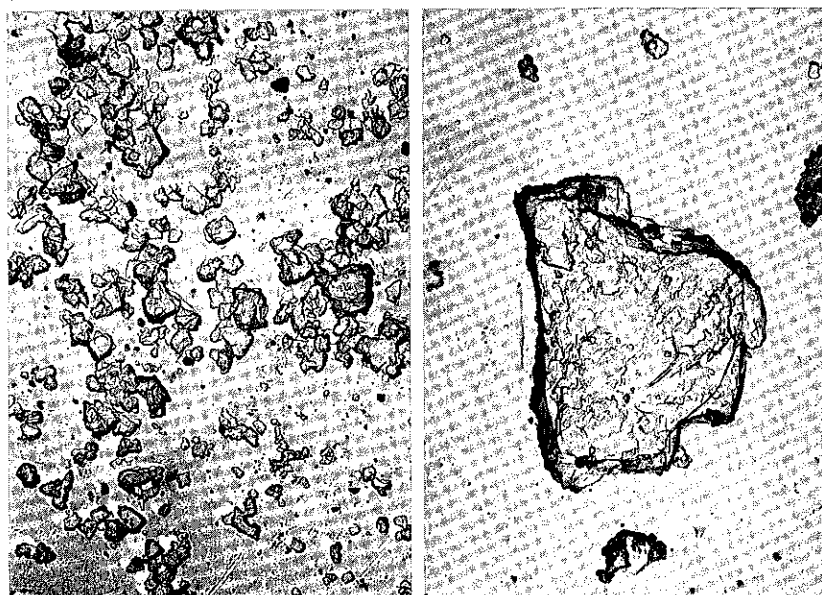


Fig. 1 a 重質炭酸カルシウム(カーボンレプリカ) $\times 3,000$
b

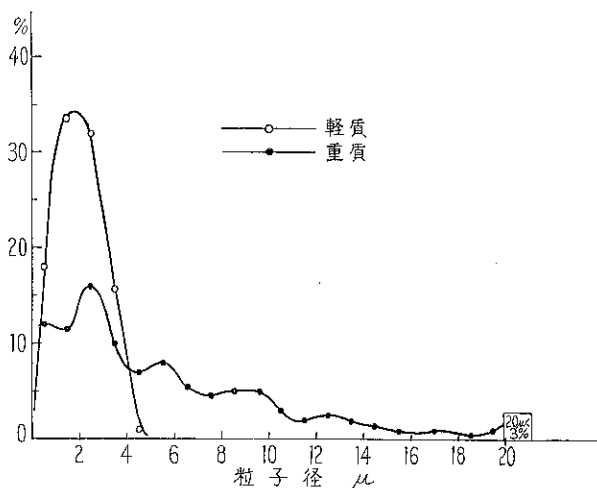


Fig. 2 軽質炭酸カルシウムと重質炭酸カルシウムの粒度分布の比較

Table 1 粒度測定法の種類

2. 顯微鏡法

測定すべき試料粒子の形状が一定であればその定まった径，球形粒子では直径，柱状粒子では二軸平均径などを測定するが粉碎粒子では形状が不定のものが多いため定方向径による。これは Fig.3 のように任意に定めた方向の平行線で粒子の両端をはさんでその間隔を粒子径とする方法である。

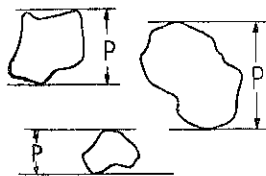


Fig. 3 定方向径の測り方



Fig. 4 凝集粒子の粒子径の測定法

また検鏡試料の作成にも特に留意せねばならない。反応生成物では普通粒子の形状が定ま

Fig. 5 農薬担体用クレ-×5,000

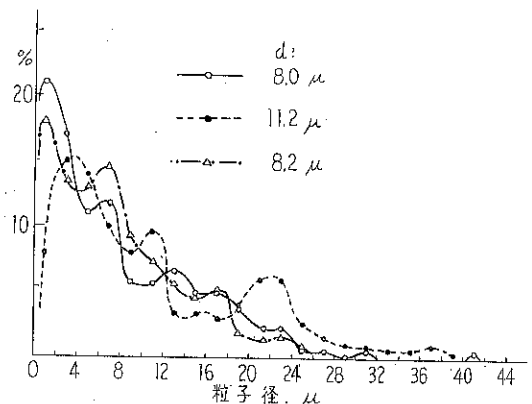


Fig. 6 農薬用クレーの視野による粒度の差

数千個の測定を要することを報告している。筆者が Fig. 5 に示した農薬担体用クレー（蠟石粉碎簾物）について興った視野で撮影した3組の電子顕微鏡写真から1000個宛測定して得た粒度分布曲線および各曲線からの算術平均径 b_1 は Fig. 6 のごとくで、各測定結果にかなり差が認められる。このように多数の粒子についてその径を測定せねばならないのでその手数を省くために二三の計測装置が考案され、顕微鏡写真を光走査して自動的に粒度分布を得る装置が商品化されている。（2頁“ヨーロッパで見た粒度測定法”の写真参照）

視野による粒度の差も大きい。Fig. 1 a, b. は重質炭酸カルシウムと同じ試料台での異った視野を示している。

— 5 —

率が低いので微粒子が測定から脱落し易く、凝集粒子を単粒子と誤認することが多い。また焦点深度が浅いために不均一な試料では焦点位置によって粒度が異なる。電子顕微鏡は焦点深度が深いのでこの点は有利であるが、倍率が高いと数少ない粗粒子は視野に入り難くなり見落としがちである。また検鏡試料作成後観察までの間に粗粒子のみが試料台から脱落することもあるので注意を要する。

3. 沈降法³⁾

粒子が媒体中で重力によって沈降する速度から粒子の大きさを測定する方法である。原理的に簡単に測定範囲もかなり広く、粒度分布も測定出来るので広く普及している。この方法の基礎となるのはよく知られている Stokes 式で、密度 ρ_1 、直径 d なる球形粒子が密度 ρ_2 、粘度 η なる媒体中を沈降するときの速度 V は

$$V = \frac{1}{18} \cdot \frac{(\rho_1 - \rho_2)g}{\eta} \cdot d^2 \dots\dots(1)$$

で示される。 g は重力定数である。粒子の形が球形でなければ形態係数の補正をおこなえばよいが、一般には試料粒子と等しい沈降速度を持つ球体の直径としてあらわし Stokes 径と称してそのまま用いる。このように粒子の沈降速度と大きさの間に一定の関係があるので粉体粒子を沈降させて沈降量の時間的変化を測定し粒度を求める装置が多数考案されている。沈降法において最も注意せねばならないのは粒子の相互作用や凝集を防ぎ個々の粒子を自由沈降させるための条件の選定である。沈降法の装置や条件については文献^{3) 4) 5)}を参照されたい。

これらの条件が満足されているとしても、粒度の不均一な試料では測定はかなり面倒である。Stokes 式に示されるように粒子の沈降速度はその径の自乗に反比例する。たとえば 40μ の炭酸カルシウム粒子が 10cm の距離を沈降するに要する時間は約 70 秒であるが 1μ の粒子はその 1600 倍の 34 時間を要する。したがって一般に沈降分析においては粗粒子からなる粉体では沈降距離を大きくとり、また分散媒の粘度を増すような方法を用いて沈降所要時間を適当に延長して測定誤差を少くする。また微粉体では沈降距離を小として測定時間の短縮をはかる方法がおこなわれる。しかし不均一粒子群からなる粉体ではどちらも満足する条件の選定が困難であり不完全な測定に終ることが多い。このような試料では簡単な水銀操作をおこなって粗粒子分と微粒子分にわけて別々に測定すればよいが、両方の測定値のつぎ目が一致し難い。一般には適当な粒度範囲を定めてその両端は Fig. 7 のように一括して示すことが多い。この図は製紙用クレーの一例である。

4. 透過法^{6)~9)}

透過法は粉体充填層に流体を通過させてその透過性から試料粉体の比表面積を測定する方法である。この方法

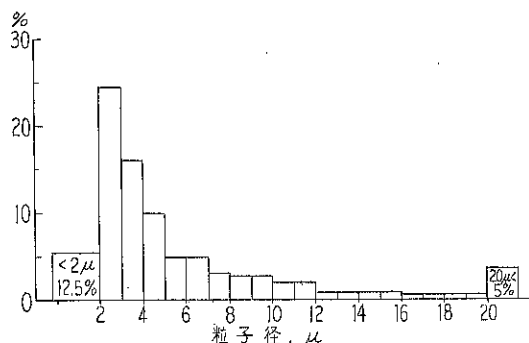


Fig. 7 沈降法による製紙用クレーの粒度分布の一例

の基礎となるのは Kozeny-Carman 式である。すなわち、

$$Sv = \rho Sw = \frac{v \cdot \epsilon^3}{(1-\epsilon)} \cdot \sqrt{\frac{g \Delta P A t}{5 \eta Q L}} \dots\dots(2)$$

$$\epsilon = 1 - \frac{W}{\rho A L} \dots\dots(3)$$

ここに Sv は単位容積の粉体の表面積、 cm^2/cc 、 Sw は cm^2/g 、 ρ は試料粉体の密度、 ϵ は試料充填層の空隙比、 ΔP は試料層の圧力降下 g/cm^2 、 A 、 L は試料層の断面積と長さ、 Q は t 秒間に試料層を透過した流体量 cc 、 η は流体の粘性係数、 g は重力定数である。

流体として空気を用いることが多く、現在市販されている装置はすべて空気透過法である。装置が簡単に測定操作も容易なことからよく利用されている。この方法で得られる粒度は比表面積径 $d_3 = 6 / \rho Sw$ であるから、微粒子の影響が多きく沈降法などによる値に比して小さい粒度を与える傾向がある。

5. その他の方法

その他、吸着法、X線法、遠心法、光散乱法などがあるが、いずれも微粉体 ($< 1\mu$) を主に対象としているので省略する。

6. 各測定法による粒度の比較

はじめに述べたように測定法がかわると得られる粒度の意味が異なる。顕微鏡によつて得られた粒度は粒子の個数を基準にした粒度分布で、沈降法は粒子の重量分布であるから両者を直接比較することは出来ない。また顕微鏡では微粒子が、沈降法では粗粒子が強調されることが多い。一般に分級操作をおこなっていないか、または不十分な粉碎物では粒度分布曲線に 2, 3 箇所の極大を生ずることが多く、特にボールミル粉碎においてよく認められる。これは粉碎過程において衝撃による比較的大きな粒子と、粒子相互の摩擦による微粒子が生ずるためと考えられる。一例として長石粉のボールミルによる粉碎時間と粒度分布の変化を示すと Fig. 8 のごとくである。粉碎の進行につれて微粒子側に極大を生じそれが増加しながら全体として細かい方に移行してゆく。

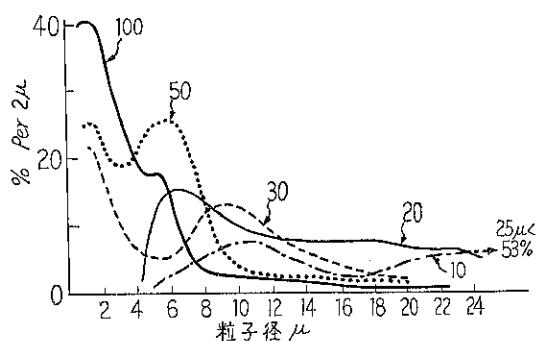


Fig. 8 長石粉の粉碎時間による粒度分布の変化
(数字は粉碎時間を示す)

このように粉体を構成する粒子の大きさが不均一である以上粒度の概念をあらわすには粒度分布をはなれて考えるわけにはいかない。しかし測定法によつては透過法などのように分布の測定が出来ないものがあり、また一々分布を示すのは面倒なので平均径を用いて粒度をあらわすことが多い。一般に顕微鏡写真から直感的にその粉体の粒度として考えるのはその視野中に最も多数含まれている粒子の径、すなわち多数径 (model dia.) d_{mod} である。次によく用いられるのは粒度分布曲線からの算術平均径 $d_1 = \sum nd / \sum n$ である。しかしこれらの値は粉体を使用するときに必要な表面積や体積などの物理的性質に関連した意味を持っていない。このような物理的意味を持たすためにいろいろの平均径が提出されている。詳細は省略するがその中で吸着法や透過法のように比表面積の測定値から計算した平均径 すなわち比表面積径 d_s と比較するには体面積平均径 $d_3 = \sum nd^3 / \sum nd^2$ 、また簡

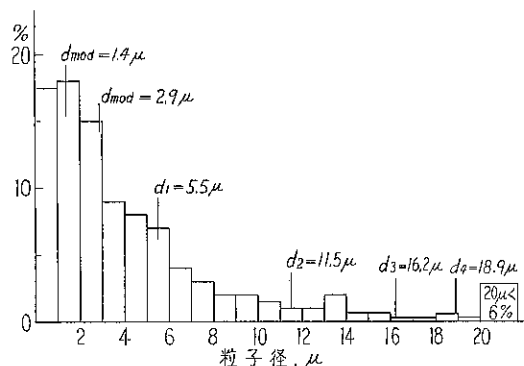


Fig. 9 粒度の不均一は粉体の種々の平均粒子径の差
試料：重質炭酸カルシウム

別法などのような重量に関係した値と比較するには重量平均径 $d_4 = \sum nd^4 / \sum nd^3$ によらなければならない。累積曲線の50%の粒子径を示す中位径 (median dia.) d_{med} も用いられる。これらの平均径の値は同一試料でもかなり異なり、粒度の不均一な試料程その差が大きい。

たとえば市販のある重質炭酸カルシウムの粒度分布と

各平均径を示す

とFig. 9の如くである。この試料は粉碎物としてはかなり均一なものであるがその最小値である多数径 d_{mod} と最大値の重量平均径 d_4 の値には13.5倍の大きな差がある。

しかしFig. 10のような均一な粒子群からなる粉体では各平均径の差はきわめて少ない。したがって均一な粒度

の粉体では異なった測定法による測定値は大体一

致するが、不均一な粒子群からなる粉体では測定法によりかなり違った粒度を示すことが多い。

7. あとがき

要するに粉碎品の粒度測定上の問題点は粒度の比較的不均一なことから生ずる測定技術上の困難をどのように解決するかにある。勿論、実際の利用面ではそれ程精密な粒度測定を必要としない場合も多い。しかし逆に僅かの粗粒子分が問題となることもあるであろう。したがって試料粉体の使用目的によつて適当な測定法や測定条件を選定しなければならない。

文 献

- 1) 例えば H. E. Rose, "The Measurement of Particle Size in Very Fine powders," (1953)
R. D. Cadle, "Particle Size Determination," (1955)
水渡英二, 科学, **24** 466 (1954); 材料試験, **5** 200 (1956)
荒川正文, 化学工業 **9** 臨時増刊第2号 P. 29 (1958)
; 顔料 **2** 68, 91, (1958), **3** 111 (1959),
- 2) F. D. Pigeon, C. G. Dodd, Anal. Chem., **26** 1823 (1954)
- 3) H. Gessner, "Schlämanalyse" (1931)
- 4) 水渡英二, "浮選" **1** 57 (1955)
- 5) 水渡英二, 荒川正文, 馬場増夫, 工化誌 **59** 303 (1956)
- 6) R. L. Blaine, A. S. T. M. Bull., **108** 17 (1941); **123** 51 (1943)
- 7) F. M. Lea, R. W. Nurse, T. Soc. Chem. Ind., **58** 277 (1939)
- 8) 水渡英二, 荒川正文, 高橋充, 工化誌 **59** 307 (1956)
- 9) 荒川正文, 水渡英二, 材料試験, **7** 267 (1958)

Micro Sizer の試作に就いて (第一報)

(遠心力型分級機の分級機構に関する一考察)

細川鉄工所専務

細川粉体工学研究所 工博

同

細

松

森

川

山

本

益

卓

益

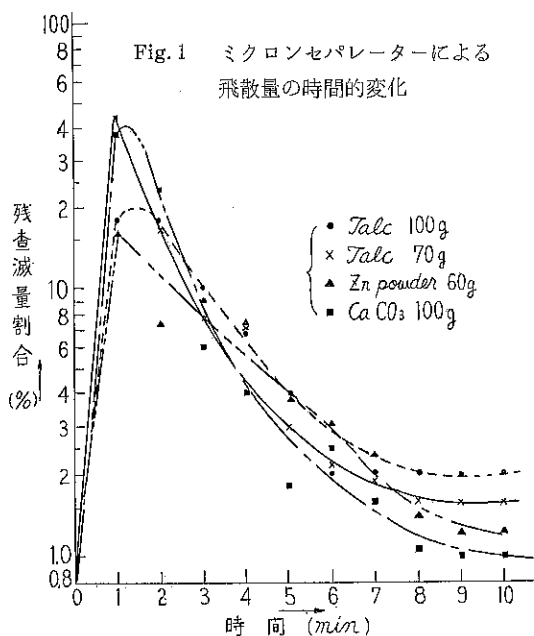
男

藏

弘

粒度分布の測定は湿式ではアンドリアゼンピペット法、もしくは天秤法により、乾式では風篩法によるのが現状の様であるが、いずれも重力の場における沈降速度を応用している為に、その測定に時間を要し、 30μ 以上の粒子は湿式法ではその測定が困難である。今これを遠心力の場で行うと、沈降速度が重力の場における場合より数十倍～数百倍になつて測定に要する時間が極度に短縮出来るであろうと考えられる。そこで正確性と再現性の優秀なことで好評を博しているミクロンセパレーターを、かかる目的にそう様に改良検討したが、これを粒度分布測定機として用いるには今少しその性能に於いて満足出来ない点が見出されたので、更に新たな遠心力型風力分級機を二、三試作し、それらの分級機構について考察を試み、その結果より最も合理的と考えられる構造を有する分級機を設計、製作し、これを Micro Sizer と名付けて、敏速かつ正確に測定出来る粒度分布測定機を目的に、更に、改良研究を行いつつある。

ここに、これら試作分級機の実験結果の一例と、試作 Micro Sizer の Out-line に就いて紹介する。



1) 実験結果

イ) 実験—A (ミクロンセパレーターによる分級)

ミクロンセパレーターを、Continuous operation で使用した実験例は数多く発表されているが⁽¹⁾、これを Batch operation に於いて運転した場合は、筆者等の基礎研究⁽²⁾にのみとどまる様である。そこで我々は基礎研究以来、改良に改良を重ねて来た現在のミクロンセパレーターを、Batch operation で使用した場合について検討した。この場合微粉排出割合は時間と共に変化し、一定時間後にはほとんど全ての実験に於いて平衡に達するが、同一原料については供給量が増加する程、その平衡に達する迄の時間が大となる。(Fig. 1) なお得られた微粉の粒度分布は、初期濃度に関係なく一定であつた。

ロ) 実験—B (自由渦流による分級)

井伊谷氏によつて研究されている分級機⁽³⁾を上下壁面の摩擦に起因する流れの乱れによる影響を少くすると共に、原料を或程度加速して分級域に投入出来る様に、上部プレート及び下部プレートを、任意なる速度で回転せしめ、下部プレートの中央辺より均一に原料が分級域に供給出来る

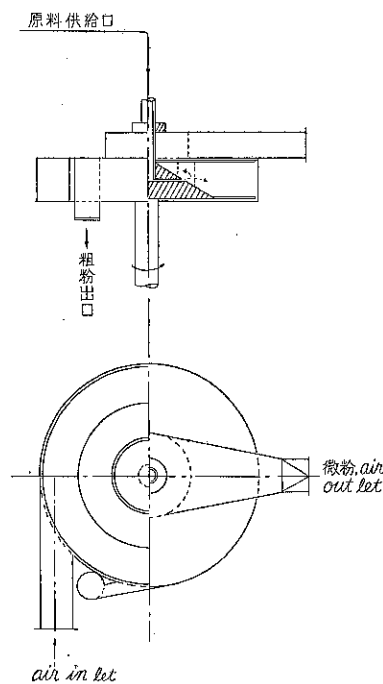


Fig. 2 実験機 B&D

様な構造に改作した実験機—B (Fig. 2) (シャープレス社の Super-classifier は本機と略同一な分級機構を有すると思われる⁽⁴⁾)を試作し、検討したが、この場合ローター速度の変化による分級に及ぼす影響を認める事は出来なかつた。(Table—1) (Fig—3)

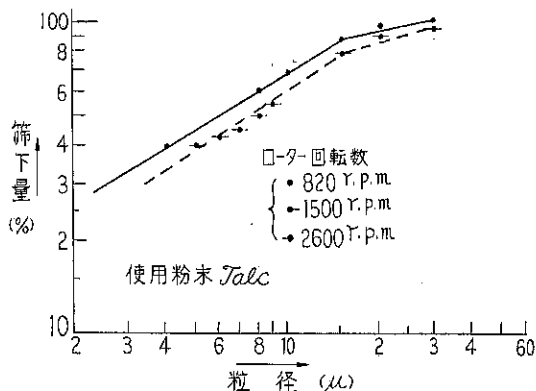


Fig. 3 自由渦型分級機による分級微粉粒度分布の1例

ハ) 実験—C (強制渦流による分級)

自由渦によらず、ローターの回転によつて作られる強制渦によつてのみ分級

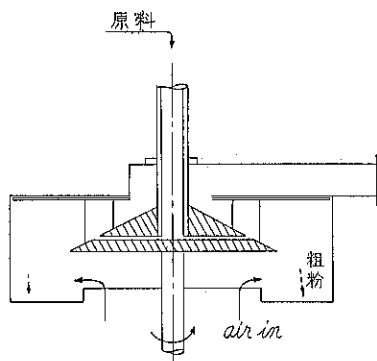


Fig. 4 実験機—C

Table 1 実験—B の 結果
使用粉末 Talc 風量 2.5m³/min

Run No.	ローター回転数	供給量	粗粉量	粗粉割合	篩下50%径
B—1	850 r.p.m	50 g	8 g	16 %	7.6μ
B—2	1,500	50	9	18	8
B—3	2,700	50	9.3	18.6	7.4

Table 2 実験—C の 結果
使用粉末 CaCO₃ 風量 2.5m³/min

Run No.	ローター回転数	供給量	粗粉量	粗粉割合	篩下50%径
C—1	2,200 r.p.m	300 g	241 g	80.3%	9 μ
C—2	1,300	300	211	70.3	13.5
C—3	750	300	213	71.0	19
C—4	440	300	178	59.3	

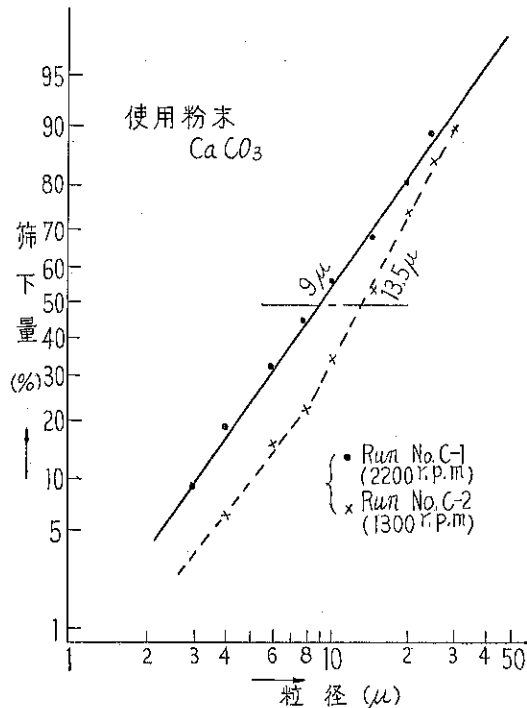


Fig. 5 実験機Cによる分級品粒度分布曲線

しようとする場合については、ミクロンセパレーターの実験があるが、この場合、粉体がローターの回転によつてローター表面に励起される渦流によつて加速されるのか、或いは、粉体が羽根群によつて形成されている強制渦流域で直接加速されるのか、判然としない。そこで羽根の中心辺に直接原料を供給し得る実験機—C (Fig.—4)を試作し検討を加えたが、ローター回転数により分級粒径が顕著に変化する事を認める事が出来た。(Table 2) (Fig.—5)

二) 実験—D (自由渦と強制渦の組合せ)

実験—B、及びCの結果より、自由渦と強制渦を組合せた場合には、よりシャープなる分級が出来るであろうと期待し、実験—Bで用いたケーシング内に、実験—Cのローターを入れた (Fig.—2に羽根を取り付けた場合を点線で示す) 実験機—Dによつて、検討を行つたが、この予想は全く裏切られ、Table—3、Fig.—6に示す様な結果が得られた。この場合強制渦を作る位置 (羽根の位置) に問題があるとも考えられたので、二、三その位置及び大きさ等を変えたが、それに対応して変化する事は認められなかつた。(Table—4)

ホ) 実験—E (回転円板による分級)

2枚の対向回転円板内の流れの状態について

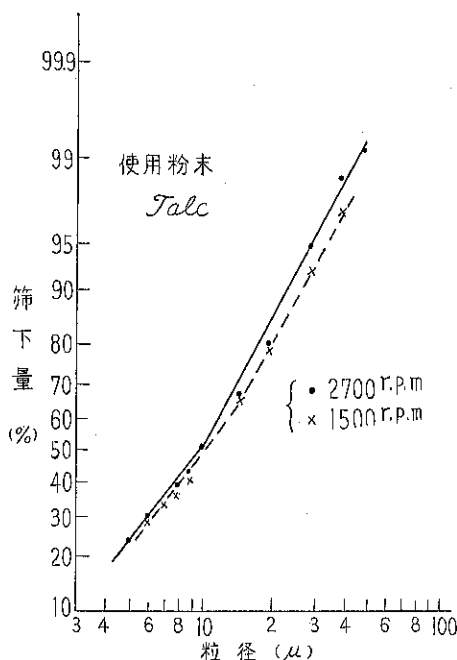


Fig. 6 実験機Dによる分級品粒度分布曲線

は北浦氏の研究⁽⁵⁾があるが、この部に粉体を供給した場合について、パーコ型分級機のカatalogを参照しながら実験機-Eを作り、検討を加えた。粉体は中心より供給され、円板と同一速度で均一に分級域に供給される様にし、ローターの回転速度及び風量を変化せしめたが、

Table 3 実験-Dの結果(その1)

使用粉末 タルク 風量 2.5m³/min

Run No.	ローター回転数	供給量	粗粉量	粗粉割合	篩下50%径
D-1	2,700 r.p.m	50 g	12.7 g	25.5%	10 μ
D-2	1,500	50	10	20	10.6
D-3	850	50	10.5	21	

Table 4 実験-Dの結果(その2)

Run No.	使用粉末	ローター回転数 r.p.m	風量 m ³ /min	ローター翼状態		供給量 g	粗粉割合 %
				巾 mm	位置 Feed位置より		
D-4	Talc	1,500	2.5	30	内側	100	9.2
D-5	Talc	2,700	2.5	30	内側	100	10.5
D-6	CaCO ₃	2,700	2.5	40	外側	50	66
D-7	CaCO ₃	1,100	2.5	40	外側	50	60.5
D-8	CaCO ₃	600	2.5	40	外側	50	62.8
D-9	CaCO ₃	2,650	2.5	20	外側	100	49
D-10	CaCO ₃	1,250	2.5	20	外側	50	51
D-11	CaCO ₃	2,650	1.8	20	外側	50	66
D-12	CaCO ₃	1,250	1.8	20	外側	50	33.5

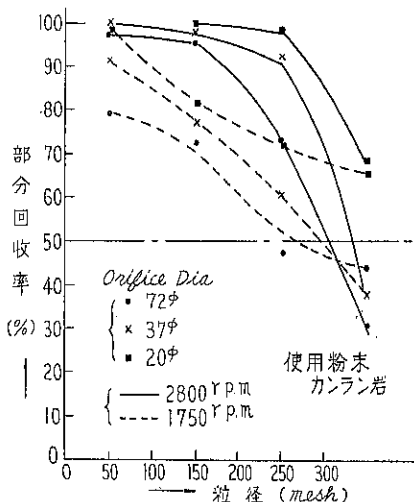


Fig. 7 回転円板による分級の微分回収率曲線

であるので、この結果よりは多少よい data が得られるであろうが、近似的には我々が得た data と似ているのではないかと考えられる。なお風量は 1~2 m³/min であり、オリフィスプレートにより流量を変えた。

2 分級機構に関する考察

実験-A及びCよりミクセロンセパレーターの如き羽根群の回転によつて強制渦流を作り、これを利用して分級する分級機に分級機構は、ローターの回転によつてローター表面に励起される渦によつて分級されると考えるよりもむしろ、羽根群内に形成される強制渦によつて粉体自身が加速され分級されると考えた方が妥当であろう。また実験-Aの結果から Hold-up が大なる場合、粉体同志の凝集が起り易く、分級性能に悪い影響を与える。Hold-up が大なる為に起因する干涉沈

降も考慮されるが、これは自由渦の場合には顕著にその影響が表われるであろうが、強制渦型分級機に於いては、その分級機構を上述べの如く考えると干涉沈降よりもむしろ凝集の方が、分級効果への悪影響の主体となつていゝとする方が説明し易い。

次に実験-B, C, D, より、自由渦による分級とローターの回転により強制

結果は
Table-5
の通り
で、ロー
ター回転
数が大なる程分級
がシャープであつた。(Fig.
-7) パ
ーコ型分
級機のロー
ター回
転数は
3500
r.p.m

Table 5

実験—E の 結 果

使用粉末 カンラン岩

Run No.	ローター 回 転 数	オリイフ イス Dia	微粉割合	粗 粉 粒 度 分 布				備 考
				100 mesh on	100~200 mesh	200~300 mesh	300 mesh pass	
E—1	1,750 r.p.m	20 mmφ	25 %	3.9%	31.4%	21.5%	43.2%	粗粉を2回掛け行 った結果
E—2	1,750	37	46.5	5.1	39.2	25.3	30.4	
E—3	1,750	72	40.5	3.6	37.5	16	42.9	
E—4	2,800	20	15.5	2.5	35	14	31	
E—5	2,800	37	34.9	4.6	44	17	34.4	
E—6	2,800	72	41.5	5	49	15	48.5	

的に遠心力を与えての分級は、全く異質の性格のものであると云える。すなわち自由渦の分級については既に井伊谷氏等によつて充分に研究されて居り、その理論分級粒径を求める数式も井伊谷氏による⁽⁶⁾と(1)式で与えられている。

$$d_{th} = \frac{1}{K} \left\{ \frac{9\mu B^2 H}{\pi(\rho_s - \rho)Q} \right\}^{1/2} \dots\dots\dots (1)$$

これは粒子が(2)式なる数式で与えられる自由渦の有する Energy によつて加速され、遠心力が賦与せられると考えられている。

$$V_t r_0^n = \text{Const} \quad (n=0.8 \sim 1.0) \dots\dots\dots (2)$$

また強制渦流型分級機の理論分級限界粒径は、筆者等のミクロンセパレーターを用いての研究結果⁽⁷⁾によると(3)式で与えられている。

$$d_{th} = \frac{1}{u_0} \left\{ \frac{9\mu Q}{\pi(\rho_s - \rho)h_0} \right\}^{1/2} \dots\dots\dots (3)$$

今(2)式の n を 1 とし、ローターの回転によつて形成さする強制渦流によつて加速された粒子が、更に自由渦によつて加速されると仮定して(1)式及び(3)式より導出した理論式が(4)式であり、

$$d_{th} = \frac{r^3}{Rr_0^3 \omega^2 + K} \left\{ \frac{9\mu Q}{\pi(\rho_s - \rho)h_0} \right\}^{1/2} \dots\dots\dots (4)$$

この数式の裏付けを行なわんとして行つた実験が、実験—Dである。しかしその結果はこの数式が完全に成立しない事を証明しており、強制渦と自由渦とは組合せても余り効果無く、むしろその組合せ方を間違えると害の有る事を確認する事が出来た。

(1)式及び(3)式によると、前者は風量の増加と共に d_{th} が小となり、後者は風量の増加と共に d_{th} が大となる。この事実こそがその分級機に分級機構を解析するための重要な一つの Point であつて、新しい分級機に於いて、その分級機構を知る手段として最も有効な手掛りになるものと云えよう。なお自由渦と強制渦とは全く異質のものであるが、全く両方を一緒に利用出来ないものでもなく、この二力を有効に利用し得る事もあり得るだろうが、二つの渦の有する Energy を等しくする必要がある。

実験—Eの回転円板による分級は、その実験結果より強制渦による分級とみなし得る。ローターの回転が大となると、分級がシャープに行えるのは、粒子に与える遠心力が強力となると共に、強制渦流範囲が大となり、 Re の増大と共に壁面に於ける境界層が薄くなつて半径方向速度分布均一の範囲が大きくなるため、分級径の等しい分級域が著しく増大するためであろう。更に Re が大きくなる為に境界層附近の乱れが激しくなり、粉体はその部を通過する時に、解凝作用を強く受ける事も見逃がす事は出来ないと思う。この事実は後で述べる Micro Sizer の試作、研究中にも定性的ではあるが認める事が出来た。これはかかる型式の分級機に於ける原料供給方法の一指針を示すものであろう。

強制渦型分級機に於いては、そのローター回転数が大なる程、効率が良いと云う事実はミクロンセパレーターを用いた北浦、長瀬氏等の実験⁽⁸⁾によつても確認されているが、我々もこれを裏付ける data を数多く得ている。

強制遠心力型分級機に於いてはローターの回転によつて起される渦流以外の流れは出来るだけ形成せしめる事なく、なおかつ出来るだけその分級域を大とする事がよい設計法であるといえよう。又強制渦流型分級機は自由渦型に比して粒度調節を行うのに、空気流量を調節する以外にローターの回転速度の変化によつて強制渦の強弱を変化させて行い得るという長所があると共に、微粉を得ようとする場合に風量を減少せしめるので、いわゆる飛び粉を防止するという点においても合理的であるといえる。

3 Micro Sizer の試作

以上の結果に基いて、粒度分布測定機として用いられる場合に、具備しなければならないと思はれる次の三要素を満足させるであろう形態の分級機を設計し、Fig. 8 の如きローターを内蔵する分級機 Micro Sizer (Fig. 8, Photo—1) を試作した。

なお粒度測定機が具備すべき要素とは

- 1) 正確であり再現性に富む事
 - 2) 調節が容易である事
 - 3) 少量の試料で測定出来る事
- であろう。

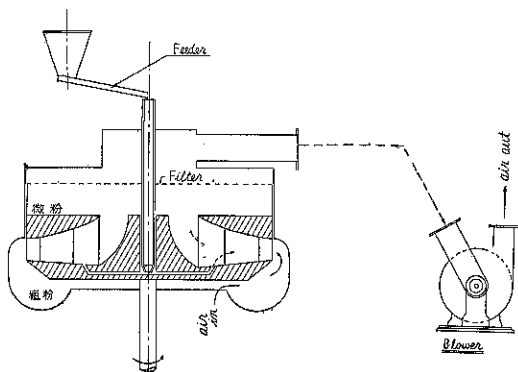


Fig. 8 Micro Sizer 説明図

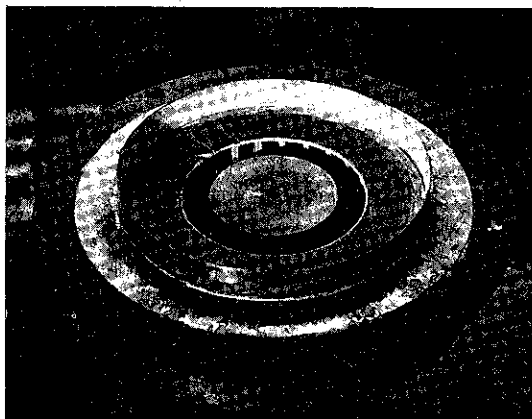


Photo. 1 試作 Micro Sizer の外観

本機は対向する2枚の回転円板の間に、2群のブレード群があり、その一群は空気を均一に分級機に流入させ、今一つのブレード群は粉体をローターと同一速度に迄加速する。この二つのブレード群によって形成されているリング状の分級域は、完全なる強制渦域となっており、この部分ではいずれの点においても理論分級粒径が等しくなる如く設計され、広い分級域が作られている。

かかる型式の分級機は、ミクロンセパレーターに比してその分級域が広がる為に分級がよりシャープとなり、更に少量の試料を使用して Continuous operation で用いられるので機械内の Hold-up が変化せず、干渉沈降による Effect が完全に近くネグれると共に激しい乱流層を原料が必ず一旦通過する為に解凝作用を強く受け分散がよく行なわれるという長所がある。更に再現性についても後者の方がすぐれており、調節も強制渦流型である為、ローターの回転数を変化させる事と、風量を

変える事という2本立が採用出来るため、ごくわずかな変化をも上手くこれら2方法を組み合わせる事により容易に行い得る。

かように本機は上記3条件を充分満たしていると考えられるので、われわれはこれを粒度測定機に応用しよう

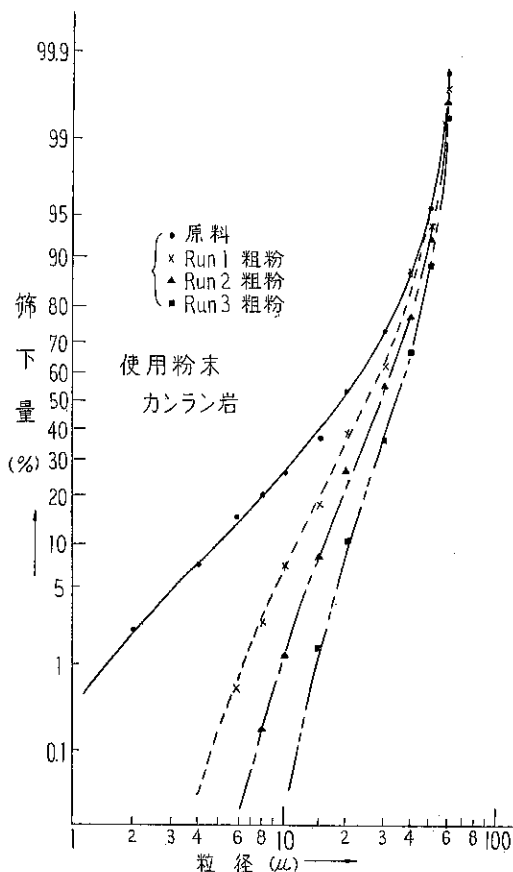


Fig. 9 Micro Sizer により分級した製品の粒度分布

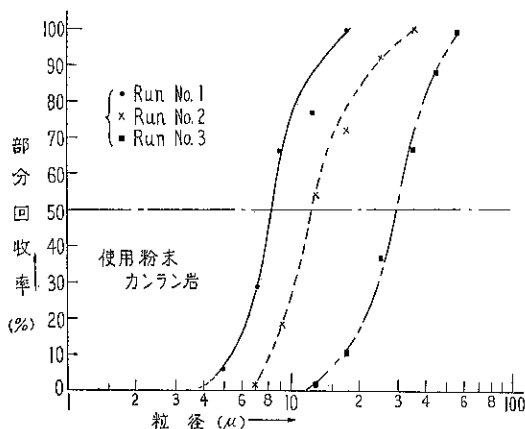


Fig. 10 Micro Sizer の微分回収率曲線

と試みているのである。

本機を用いて粒度分布を測定しようとする場合には、あらかじめローター回転数及び、風量を計算によつて設定し、試料を 10~50g Sampling し、これをフィーダーによつて10~20分で供給する。試料を完全に投入し終えてからフィーダー、機械の運転を止め、微粉及び粗粉を取り出してこれを計量し、分布割合を測定する。かかる操作を繰り返して試料の粒度分布が測定される。

本機を用いて行つた分析の一例を示すと、直径 30cm のポットミルで30φの磁製ボールを用い、乾式で10時間粉碎したものと、同じく湿式で12時間粉碎したカンラン岩の粉末を、約半量づつ混合し、250メッシュで篩分けたものを原料とし、これを4段階に分離した結果を Table 6 に示した。得られた粗粉と、原料の粒度分布を水液式粒度分布測定機で測定し、(Fig. 9) 各々の微分回収率を求めると Fig. 10 の如くなつた。又同一条件で上記原料を数回分離し、その粗粉割合の変化を求めたが、上皿天秤を用いて $\pm 1\%$ の誤差範囲内に全ての場合が含まれ、その確定性についても一応の確信を得る事が出来た。

4 結 語

遠心力型分級機を、強制渦型と自由渦型とに大別し、その分級機構について一考察を試みると共に、敏感かつ正確に粒度分布を測定し得る粒度分布測定機 Micro Sizer の試作を行い、その性能等について検討を加えると共に、更に正確なものにと改良、研究を行いつつあるが、ここにその研究課程の第一段階を報告し、皆様の御指導、御鞭撻によつて、より完成された粒度分布測定機を作成し、粉体工学の発展に少しでも寄与する事が出来ればと希望する次第である。

Table 6 Micro Sizer の結果 1 例 使用粉末 カンカン岩

Run No.	ローター 回転数	供給量	処 理 時間	粗粉量	粗 粉 割 合	粗粉割合 (原料 Base)
1	3,300 r.p.m	60 g	30分	46 g	76.7%	76.7%
2	2,200	40	20	32.2	77.6	59.6
3	950	25	13	17.2	68.3	42.4

使 用 記 号

B : 分級機入口巾	[cm]
R : 原料供給位置半径	[cm]
d_{th} : 理論分級粒径	[cm]
r_o : 任意の点に於ける半径	[cm]
H : 分級機入口高さ	[cm]
u_o : ローター周速度	[cm/sec]
h_o : 分級部高さ	[cm]
Vt : 渦流接線方向分速度	[cm/sec]
π, k, n : 定数	[—]
ρ_s, ρ : 粉体及びガス密度	[g/cm ³]
Q : 風量	[cm ³ /sec]
μ : ガス粘度	[g/cmsec]

引用参考文献

- (1) 森本“粉碎” No. 1. p 13 (1957) 細川鉄工所刊
- (2) 松山他 化学工学 Vol. 18 No. 4 187 (1954)
- (3) 井伊谷, 八木“集塵装置”(1956) 日刊工業新聞社刊
- (4) 特許公報 昭34-1247
- (5) 北浦“粉碎, 分級に関する講演座談会要旨集” Page 25 (1957)
- (6) 井伊谷 他 機械学会誌 Vol. 22 530 (1958)
- (7) 松山 ケミカルエンジニアリング Vol. 1 302(1956)
- (8) 北浦, 長瀬“分級機性能の一表示について” 粉体工学研究会研究資料 No. 16 (1958)

Micromeritist の Idea

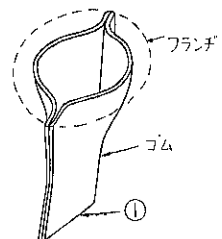
ゴ ム 製 品 と サ イ ク ロ ン

サイクロンを負圧で使い連続的に捕集ダストを取り出す場合の苦心は、誰もが一度は経験する処でしょうが……図のようなゴム製品の使用は如何ですか？

これをサイクロンの下に付けると舌に当たる部分①が陰圧では空気も洩らさぬ仲となり時々貯つたダストを耐え切れなくなつて少しづつこぼしてくれる。処が御乱行が続いて舌が荒れるとたちまち仲が悪くなり空気

は洩る、サイクロンの効率はガタ落ちするわけで全く手がつけられなくなつてしまう。浮気のいましめは粉の世界にもあるらしい。

(m.m)



乾式分級機の特 性

名古屋工業技術試験所

上

田

康

粉碎操作として乾式粉碎が最近よく採用されて来つつある。これにともなつて乾式閉回路粉碎装置用としての乾式分級機の必要性が認識されつつある。

閉回路粉碎における分級機の役割は粉碎生成物を所要粒度以上と以下の粒子群に分別し、所要粒度の粉末を製品として取出し、未粉碎の粒子は再粉碎作用を受けさせるために粉碎機に戻してやることである。この操作は粉碎生成物の粒度を所要のごく狭い範囲に限定できるのみならず、所要粒度まで粉碎された微粉末の緩衝作用による粉碎のエネルギー損失をなくすることができ、同時に粉碎生成物の過粉碎を防止することができる特徴をもっている。故に最近の乾式微粉碎機はほとんど乾式分級機と一体で閉回路を形成する様式に統一されつつある現状である。

さて、現在市場に出ている乾式分級機はかなりの数

に上つておる。そこでこれらの総ての分級機のいずれにでも適合するような特性をわずかな特定の装置より類推しようとすることはそもそも無理なことである。しかしながら分級機を使用されようとする方々の中にはずいぶん無理と思われるような条件の分級機を要求される向きもあるやと聞いているので、ごく大筋の分級機の特性について述べ、その計画の際の参考にでもなればと思ひ筆を取つた次第である。

分級機の最も重要と思われる条件は分級効率が高く、運転費用が安く、設備費も安く装置が小さくてすむことであらうと思われる。すなわち、それらの特性が良いことが優秀な分級機を表

わしていることになる。

これらの特性の概要をユーザーが知っていることは乾式分級機を含むような閉回路粉碎装置、またはその他の装置を計画設計する上に必要なことと思われる。

1. 分級の度合

分級の度合は何程の粒子径の点で何程の鋭さで分級が行われたかを表示することで表わすことができる筈である。これらの二つの要素を適当に指定してその度合を数値的に分級効率として表わすのに多数方法がある⁸⁾が、

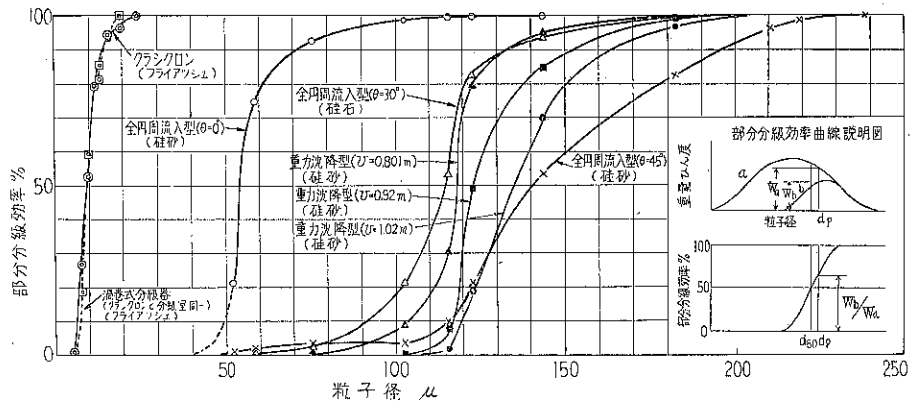


Fig. 1 部分分級効率曲線の2, 3の例

それらは提案者達の努力にもかかわらず普遍性に欠ける点があつたり、利用上困難があつたりして実際的にはある目安を得るにすぎないと云うのが現状である。さて、

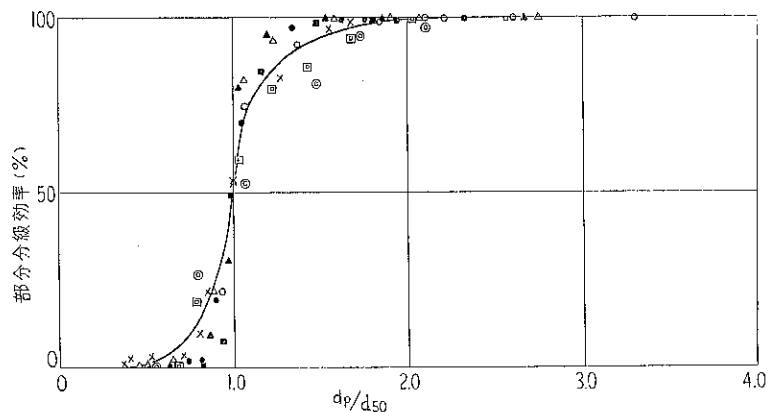


Fig. 2 代表的部分分級効率曲線

分級の度合を示す方法として現在もつとも広く使用されているのに部分分級効率曲線 (Fractional recovery curve)がある。この曲線は分級の度合を直観的に知ることができる利点をもっているの、以下現実的に分級の度合はこの曲線で示すことにする。

Fig. 1は筆者らの行った分級実験の結果¹⁾²⁾³⁾を部分分級効率曲線で示したものである。この図を見てすぐ判ることは分級粒径が大になるに従って曲線が寝てしまうこと、すなわち分級の鋭さがなくなっていくことである。しかし、縦軸はそのままとし横軸に dp/d_{50} (dp : 粒子径 d_{50} : 部分分級効率曲線が50%線を粒子径)をとつて同じ結果の部分分級効率曲線を作製してみると Fig. 2のようにほぼ一つの曲線で代表できるのではないかと考えた。

この考え方は吉岡氏らの提案された湿式サイクロンの分級特性を表わす方法⁴⁾と同じである。別の考え方として井伊谷氏は Fig. 5に示すように部分分級効率曲線は正

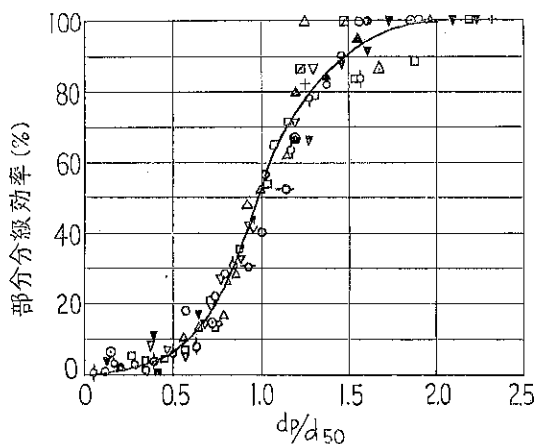


Fig. 4 液体サイクロンの一般化した部分分級効率曲線⁴⁾

規確率分布紙にプロットすると直線になることを発表⁵⁾しておられる。一方同じような確率的取扱に関しては先般「化学工学」⁶⁾誌上で部分分級効率を対数確率紙にプロットして直線で表わされる例が示されてあつた。筆者ならびに吉岡氏の考え方はこれらの確率的取扱い方の中では後者の場合に近いように思われる。しかしながら、もし学問的厳密さを無視し実用的な面からのみ部分分級効率曲線をながめるなら、何れの考え方でも大した差異はでてこないと思われる。

以上のことから、部分分級効率曲線は分級粒子径の小さい場合は鋭い分級を示すが、分級粒子径が大きくなるに伴いその鋭さが失われてゆく傾向にあることこのことは上記部分分級効率の処理方法の如何を問わず云えることと思われる。また粒子径 (μ とか mm) の代りに横軸

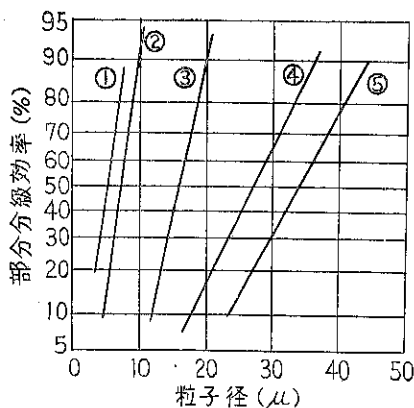


Fig. 5 部分分級効率の親分布性⁵⁾

- ① フライアツシュQ—I型 ② タルク14, Q—I "
- ③ タルク 13, G—III " ④ タルク13 J—I "
- ⑤ タルク 14 M "

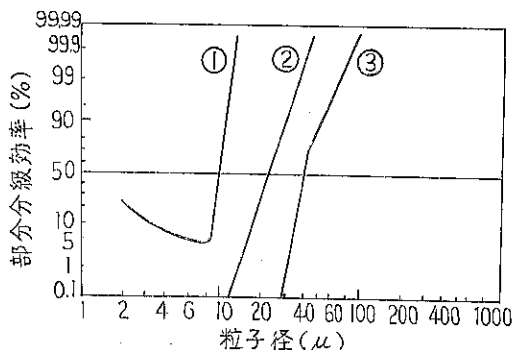


Fig. 6 Mikroplex⁷⁾ の部分分級効率の対数分布性

- ① 石灰石 ② 磷酸カルシウム
- ③ 金剛砂

に dp/d_{50} なる無次元量をとつた場合の部分分級効率曲線はほぼ一定となると云つても大よそ間違ひではないように思われることが判つた。すなわち実験に使用した型の分級器では特別な工夫をしない限り分級後の粗粒部に分級粒度 d_{50} の約 0.4 倍の粒子径までの細粒が混入し、一方、細粒部には分級粒径 d_{50} の 2.2 倍の粒子径までの粗粒が混入するような程度に分級しか可能でないことを覚悟しなければならない。この場合前記 0.4 または 2.2 と云う倍数が各々 1 に近づくに従つて分級機の特長が良くなると云えることは当然である。

しかしながら、ここで注意すべきことは部分分級効率曲線は分級する粉体の性質、分級器内の粉体の濃度などにより変化することである。すなわち Fig. 1 に示されている部分分級効率曲線は指定した粉体についてのみにあてはまるもので、他の物質については適用できないことが多く、また濃度についても実験した値からかなり外れ

ると相当に変化することがある。故にもつと過酷な条件の分級装置を設計するときは使用条件に近い試験機で実際に分級を行わせた後に設計にかかることがデータの少ない現在においてたしかな方法と思われる。

さて、分級の鋭さの見当がついて来たので次は分級点 d_{50} は如何にして予測するかと云う問題である。Fig. 1 に使用した分級器を Fig. 3 に示す。その中の A はクラシクロン B は全円周流入型、C は重力沈降型である。分級粒径についてのクラシクロンの式は²⁾

$$d_{50} = K_1 \sqrt{\frac{9 \mu B}{\pi \rho_s V_1}} \quad (1)$$

全円周流入型は¹⁾

$$d_{50} = K_1 \tan \theta \sqrt{\frac{36 \pi \mu R^2 H}{\rho_s Q}} \quad (2)$$

重力沈降型では³⁾

$$d_{50} = K_g \left[\frac{33 \rho^{1/2} \mu^{1/2}}{\pi (\rho_s - \rho) g} \right]^{2/3} V_{t1} \quad (3)$$

ここで K_1 , K_i , K_g は空気流と粒子との間のスリップやその他の因子による補正係数で、以下のような値である。

$$K_1 = 0.64 \sim 2.25 \quad \text{平均して } 1.23$$

$$K_i = 1.85 \sim 4.30 \quad \text{" } 2.69$$

$$K_g = 0.86 \sim 0.96 \quad \text{" } 0.90$$

ここで K_i の値が非常に大きくなることは (2) 式の誘導は Stokes の法則を基礎にした 為ではないかと思われる。また (2) 式は $\theta = 0$ の場合使用できないのでこの場合は (1) 式を使用しなければならぬことは当然である。これでこれらの係数より d_{50} を求めることができることになる。

2. 所要動力

分級機の重要な特性は分級の鋭さと、所要動力である。鋭い分級を少い消費動力で処理できる分級機が良いものであることは勿論である。分級機には回転する壁、翼などをもつたものと、全然回転部分をもたぬものがある。また回転部分をもつ分級機の中には通風のための送風機を必要とするもの、それ自身送風機を内蔵しており他に送風機を要しないものなど多くの種類がある。回転部分を持たない分級器の所要動力は分級に必要な風量とその風量を流すに要する圧力損失とから要求される送風機動力がそれである。回転部分をもつ分級機ではそれを回転させるに要する動力であり、さらに送風機を必要とするときはその動力をも加えなければならない。

一般に送風機動力は大体

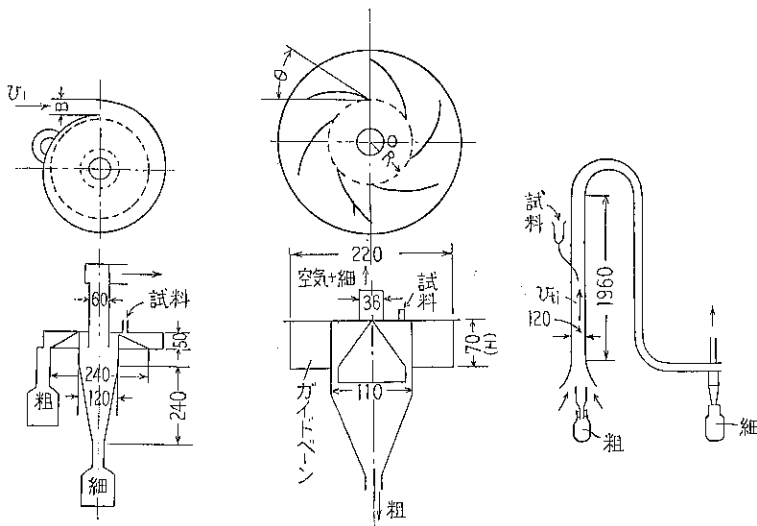
$$W_f = \frac{1}{\eta} \frac{hQ}{75}$$

で表わすことができる。この場合 h は静圧を空気柱 m で表わしたものであり、 Q は風量 kg/sec で、 η は効率である。故に風量が同じ分級機では静圧が低い程所要動力が少くてすむことになる。しかし所要動力の多少は粉体の処理量に対して論ずべきであるから、従つて分級機えの粉体送入量と空気流量と割合、すなわち粉体と空気との混合比が問題となつてくる。故に分級機の所要動力は第一に必要な量と静圧、第二に粉体の混合比とが関係することになつてくる。

粉体の混合比と分級効率、ならびに圧力損失との関係は今までの所ほとんど解析されていないので、不明であるが一応各種の分級機について同様な傾向があると仮定するならばこの問題は無視することができる。

この様な理由により運動部分をもたぬ分級機の所要動力を比較するのに従来からの慣例により圧力損失の多少をもつて論ずることにする。

筆者は回転部分をもたぬ分級装置の圧力損失を減少させることを試みたので²⁾ その一例を紹介する。Fig. 7 はクラシクロンと名づけた分級捕集器の圧力損失、ならびに同じ分級室をもつた分級器とサイクロンとよりなる分級装置の圧力損失とを比較したものである。普通分級機で



A, クラシクロン

B, 全円周流入型

C, 重力沈降型

Fig. 3 分 級 器

分級された粗粒は分級機それ自身で空気より分離捕集されるが、細粒は空気と共に分級機から逸出して次に連絡してあるサイクロンで捕集されるようになってゐる。一般的に云つて分級機とサイクロンとが組合わさつて初めて完全な分級装置と云うことができる。クラシクロンは Fig. 3 より判るように分級室内部にサイクロン状捕集室をもうけたもので分級室で発生した渦はそのまま捕集に利用できるような構造になっている。

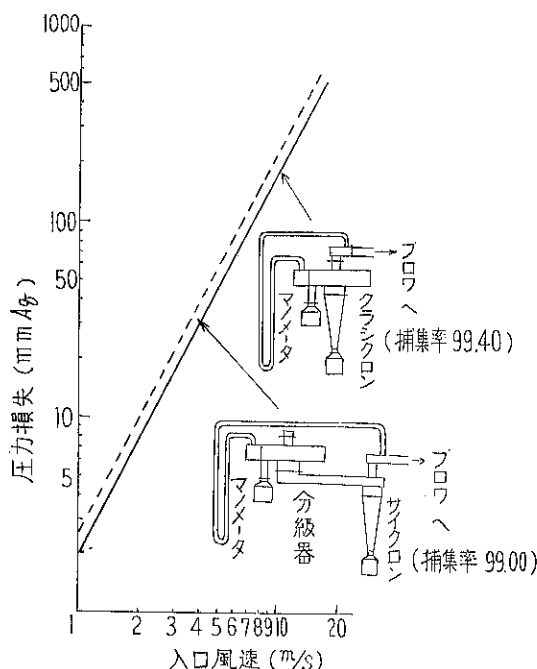


Fig. 7 圧力損失

Fig. 7 で比較の対照にした分級装置はクラシクロンと同一分級室をもつた分級機と、クラシクロンの捕集室とはほぼ同形のサイクロンとより成立つてゐる。この分級装置に比べクラシクロンの方が圧力損失が低いことを実験的に得た。これら二つの分級器の分級の度合は Fig. 1 に示した様にはほぼ同一であり、またこれらの装置の全体捕集率すなわち供給粉末量に対する分級後捕集された細粒と粗粒との合計との比較はクラシクロンが 99.40% で分級装置が 99.00% でこれ又クラシクロンの方が良いことが判つた。これらの分級器は Hebb の分級器の考え方⁹⁾をもとにしたものであるからクラシクロンの方が Hebb 及びそれに類似の分級器に比べ圧力損失が低く、したがつて動力消費量が少いと云うことができる。可動部分をもつた分級機についてはその圧力損失、および可動部分の動力消費が不明な現在では比較することができない。

分級の効率が同等であつた場合はその相互の所要動力を比較することによりその優劣が評価できるが、分級の

効率が異なつた場合の比較は分級効率を数値的に表現することが困難な現状では不可能であり、これがまた一つの大きな問題点ともなつてくる。

3. 装置製作費

回転部分をもつた分級器は回転部分の高速回転中の安全のためのバランスの問題、および回転部分と固定部の接触部分から空気および粉末の漏れの防止のためのシールの問題などにより高価なものになることは想像に難くない。これに比べ回転部分をもたぬ分級器は溶接や板金でそのほとんどが製作可能であるので前者に比べると費用は問題にならぬと思われる。クラシクロンは回転部分をもたぬ分級器の中でも分級器とサイクロンとの二作用を一者で兼ねる関係上材料工数が減りさらに安価になり得ると思われる。その上クラシクロンはその容積が小さく据付面積をとらないと云う利点を同時にもつ。

以上乾式分級機について三つの特性について触れてみた。元来分級機は種類により特性がかなり相違するし、各々特徴とする特性をもっているもので、筆者らの分級機を一応の目安にして使用条件に適するような分級機を選定していただければ幸である。読者諸賢の御助言と御教示がいただければ幸である。

記号	B ; 入口幅	g ; 重力による加速度
	H ; 入口高さ	μ ; 空気の粘性係数
	R ; 分級室半径	ρ_s ; 粒末真密度
	Q ; 風量	ρ ; 空気の密度
	V_i ; 入口風速	Q ; ガイドベーン角度
	V_{ti} ; 管内風速	

引用文献

- 1) 上田, 堀田; 名工試所報 **5** No. 10 P. 485 (昭31),
" , " ; 粉体工学研究会 研究資料 No. 5
- 2) " , " ; 名工試所報 **8** No. 4 P. 235 (昭34),
" , " ; 粉体工学研究会 研究資料 No. 19
- 3) 上田; 第5回粉体工学研究講習会テキスト P. 19,
(昭33)
- 4) 吉岡, 堀田; 化学工学 **19** P 632 (1955)
- 5) 井伊谷; "最近の化学工学" P 73 (1958)
- 6) 化学工学 **23** No. 3 P 137 (1959)
- 7) Alann R, Luken; Mining Eng **9** P 1112 (1957),
粉体工学研究会文献紹介 No. 46 (1957)
- 8) K. Rietema; Chemical Eng Science **7** P 89 (1957)
粉体工学研究会文献紹介 No. 75 (1959)
- 9) Nord; Chem Eng., march P 384 (1953)

ルーバー式分離器の分級特性

名古屋大学工学部 教授 井伊谷 鋼 一

名古屋大学工学部 助手 木 村 典 夫

§1 ま え が き

粉粒体の分級操作は広く各種工業においてそれぞれの目的に応じ色々な形式のものが使用されているが、ここに述べるルーバー式分級器に関しては今迄ほとんど研究がなく、わずかに慣性集塵器としての我々の基礎研究¹⁾²⁾および Smith³⁾等の研究があるにすぎない。

ルーバー式分離器の分級精度は遠心型分級器⁴⁾にくらべやや劣るが、小型で、圧力損失が少ない。また分級粒径範囲も一台の分級器で数 mm~10 μ 程度まで羽根数や一次空気量あるいは二次空気量の調節によつて変えるので用途によつては今後非常に有望な分級器となるであろう。ここでは主として小型のルーバー分離器について行つた粗粒あるいは細粉回収率におよぼす二、三の因子の影響および分級結果について述べる。なおルーバー式分級器の結合方式は吸引式の場合には Fig. 1 のごとく

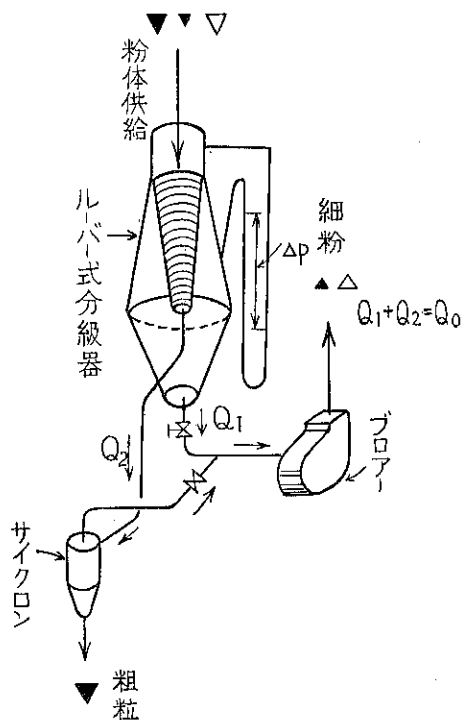


Fig. 1 ルーバー式分級器の結合方式の一例（吸引式）

接続し粗粒はサイクロンで捕集すればよく、このサイクロンでも粗粒側に混在する若干の細粉を分離することができる。

実験に供したルーバー羽根の構造は Fig. 2 のごとき二種を用いた。なお粒子分離過程についての理論はすでにその一部を紹介してある^{1)3b)}のでここでは省略する。

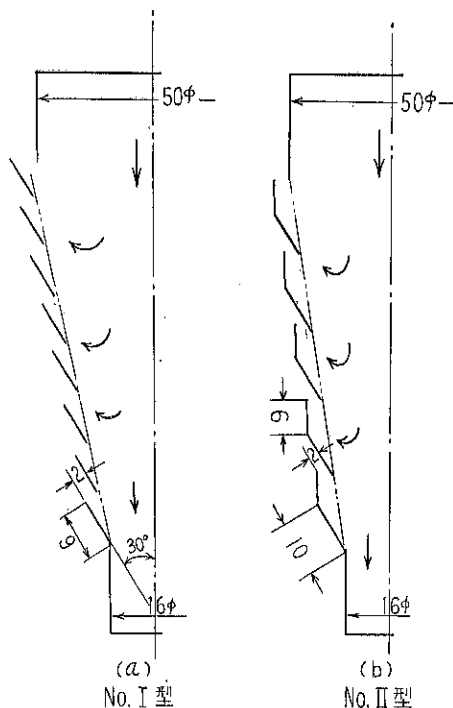


Fig. 2 ルーバー羽根構造2種

§2 圧 力 損 失

ルーバー式分離器の圧力損失としては Fig. 1 の如くルーバー部入口と出口側の静圧差 ΔP (mm Aq) をとることとする。この場合の圧力損失は大体ルーバー羽根間隙通過風量、すなわち一次空気量 Q_1 の約2乗に比例してかわり一般の乱流損失と同様の傾向である。

今ルーバーの圧力損失は羽根間隙を気流が通過するとき縮流が生じ、速度エネルギーが圧力エネルギーに回復しないために生ずるものとして縮流係数を求めてみると、つぎのごとくなる。すなわち

$$\text{ルーバー間隙通過平均速度 } U_1 = Q_1/A_1 \quad (1)$$

$$\text{縮流係数 } C = A_0/A_1 = U_1/U_0 \quad (2)$$

ルーバー間隙通過縮流速度

$$U_0 = Q_1/A_0 = Q_1/CA_1 = U_1/C \quad (3)$$

結局圧力損失は

$$\Delta P = \frac{r_a}{2g} U_0^2 = \frac{r_a}{2g} \left(\frac{U_1}{C} \right)^2 = \frac{r_a}{2g} \left(\frac{Q_1}{CA_1} \right)^2 \quad (4)$$

ここに A_1 は間隙断面積, A_0 は縮流間隙断面積である。
(4)式を用いて実験結果から係数 C を求めてみると大体ルーバー羽根数 (形式) によつて一定値となり, 流速の低いところでやや大きくなる。ルーバー No. I 型についての結果を整理しスリット基準のレイノルズ数に対して縮流係数 C と $(A_1/A_0)^{0.3}$ の積を縦軸にとつて示したものが Fig. 3 である。これらの関係を使えばルーバーの圧力損失を推定することができる。

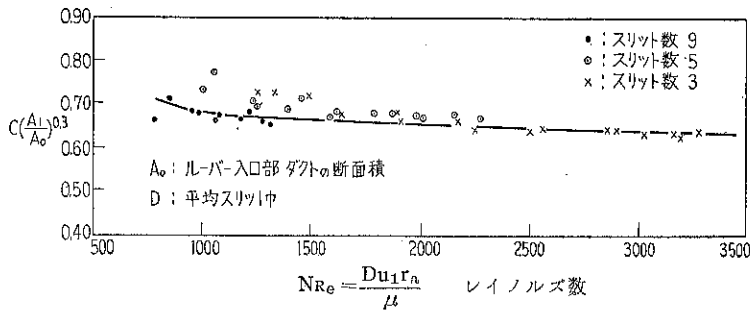


Fig. 3 ルーバー縮流係数とスリット基準レイノルズ数の関係

§ 3 粗粒または細粉回収率におよぼす諸因子の影響

ここでいう回収率はつぎの定義による。すなわち粗粒側回収率は

$$\eta = \frac{(\text{ルーバーにて分離した粗粒})}{(\text{供給した全粉})} \times 100 \quad (\%)$$

(供給した全粉
ロンで捕集した粗粒重量)
体重量)

またこの粗粒側回収率は別に以下のごとく粗粒, 細粉および供給粉の比表面積のみからも求めることができる^{4) 5)}。いま S_{w0} を供給粉, S_{w1} を粗粒, S_{w2} を細粉の比表面積とし, 分級器内では粉碎が行なわれないとすれば粗粒側回収率 η はつぎのごとくなる。すなわち

$$S_{w0} = S_{w1}\eta + S_{w2}(1-\eta)$$

であるから

$$\eta = \frac{S_{w2} - S_{w0}}{S_{w2} - S_{w1}} \times 100 \quad (\%) \quad (5)$$

となる。 S_w を粉体の充填条件などを一定にして Blaine 法にて測定すれば $S_w = K_v/\theta$ となるから結局(5)式は

$$\eta = \frac{1/\theta_2 - 1/\theta_0}{1/\theta_2 - 1/\theta_1} \quad (6)$$

となる。ここに θ は Blaine 法で B~C 間を液面が降下するに要した時間である。

なお先きに発表したように $\eta=R$ において供給原料粉の粒径分布より $\eta=R$ に相当する粒子径を D_{PR} とすれば, 部分回収率 (部分分離効率) $\Delta\eta$ が 50% になる粒子径 $D_{P\Delta\eta=50}$ とは近似した値となる⁴⁾ ので分級限界径の一つの目安としてここでは主として粗粒側または細粉回収率を考えることにする。

1) 一次空気流量 Q_1 と二次空気流量 Q_2 の影響

Fig. 4 にフライアッシュによる結果の一例を示すが, 一次空気量 Q_1 の影響は小さく二次空気量 Q_2 による影響が支配的に大きく細粉側回収率 $(100-\eta)$ は $Q_2=0$ で 70~80% であつたものが, $Q_2/Q_1 \approx 8 \sim 10\%$ で $(100-\eta) = 30\%$ ぐらいに低下しその差およそ 40~50% になる。すなわちこのように二次空気量の調節によつて回収率を変えうるということは興味のあることである。

2) ルーバー羽根構造の比較

Fig. 5 にフライアッシュによるルーバー No. I と No. II 型の結果を比較のためならべて示すが, この両者の傾向はほとんど同じであるけれど, やや No. II 型の方が細粉回収率は少なくなる。これは Fig. 2 b のごとく No. II 型は粒子の衝突する羽根の部分と気流の反転吸引部分とが分離

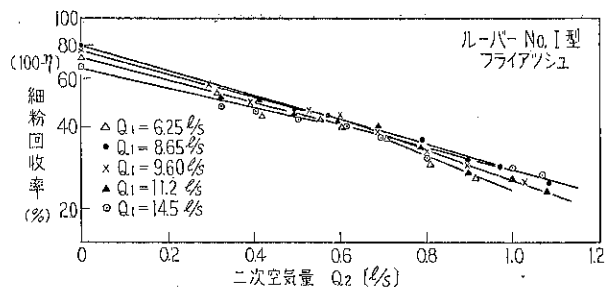


Fig. 4 細粉回収率におよぼす Q_1 および Q_2 の影響

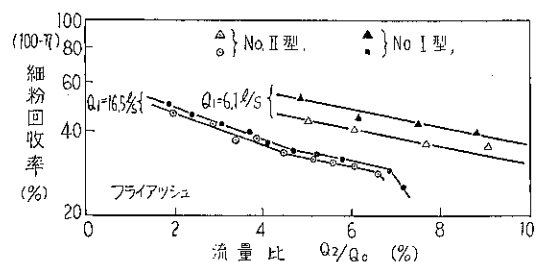


Fig. 5 ルーバー羽根構造の比較

しており壁附近の粗粒がスリット方向へまき込まれ難くなるためと思われる。すなわちこのような型式にすれば分級精度の向上が期待でき、また羽根に衝突して堆積した粒子の持ち去りも防止できるので好ましい型式といえる。

3) 羽根間隙数の影響

羽根間隙幅は同じにして間隙(スリット)の数を減らせば(すなわちスリット空気通路断面積を減らす)、ルーバー軸方向の流速 V_{x0} に比して半径方向へのスリッ

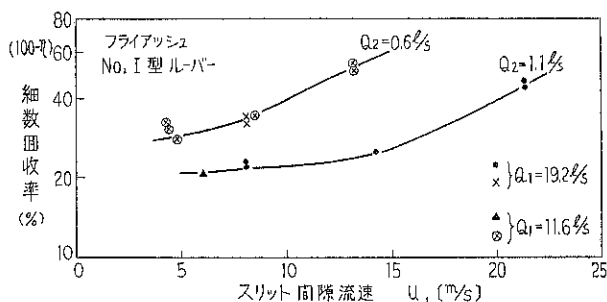


Fig. 6 スリット内平均流速の影響

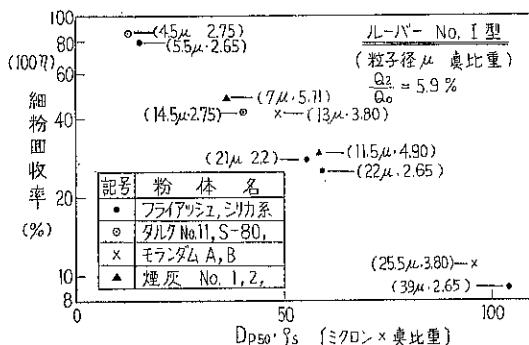


Fig. 7 粉末差の影響

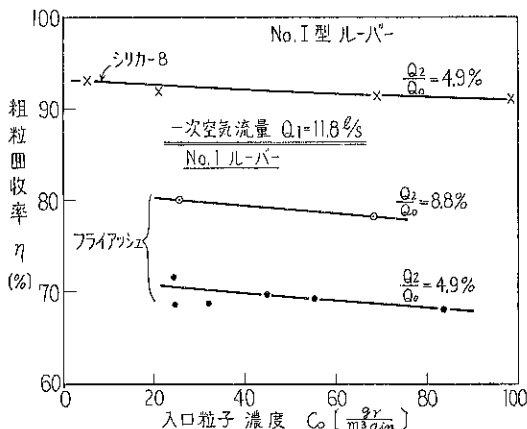


Fig. 8 入口側粒子濃度と粗粒回収率との関係

ト通過流速 V_{y0} は大きくなる。このようなときには Fig. 6 よりわかるようにスリット通過流速 U_1 が大きくなるほど細粉回収率 $(100-\eta)$ は多くなる。

4) 粉体の種類による影響

粉体が変わっても Q_1 , Q_2 の影響は前述の結果とかわりないので、任意の Q_2/Q_0 の点で粉末差の比較をすることにする。使用した粉体は比重範囲 ρ_s は 2.5 倍、粒子径は 50 μm 径 D_{p50} (中位径) で約 9 倍違った粉体 10 種を用いた。今 $\rho_s \cdot D_{p50}$ と $(100-\eta)$ を片対数紙にプロットすると Fig. 7 のように原料粒径分布 (重量) の中位径 D_{p50} と粒子の真比重 ρ_s の積は $(100-\eta)$ との間に一義的関係があることを知る。

5) 粒子濃度の影響

この影響は単位時間当りの処理粉体量に直接関係があるので実用的には割合大切なことである。Fig. 8 に一例を示すが、粒子濃度が高くなるほどやや粗粒回収率は低下するようである。しかしその影響はわづかであるのでそれほど分級の精度はおちないであろう。このように濃度とともに粗粒回収率がやや低下するのは粒子相互の干渉によつて慣性が減少するためと思われる。

§ 4 分級結果

以上是分級粉の回収率の増減によつて分級性を考えて

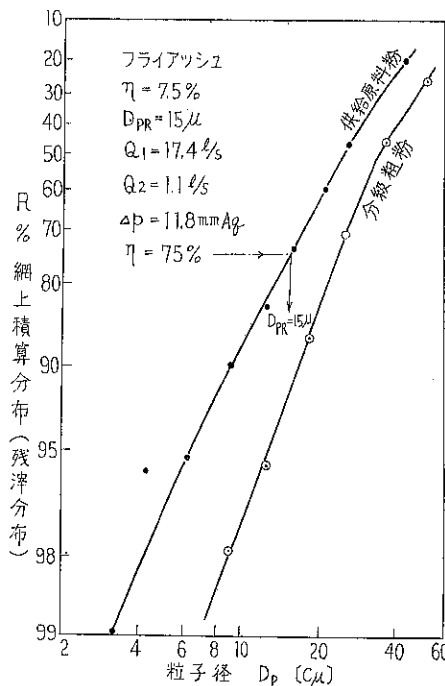


Fig. 9 フライアッシュ分級粗粉の粒経分布例

きたが、一体分級された粉体の粒径分布はどのような
 るであろうか？

フライアッシュによる分級結果の一例を Fig. 9 に示す
 が、かなり鋭く分級されていることがわかる。この傾向
 は粉体が違っても大差なく、それを部分分離効率曲線に
 して Fig. 10 に示すが何れの場合よく分級の目的を果たし
 ていることがわかる。

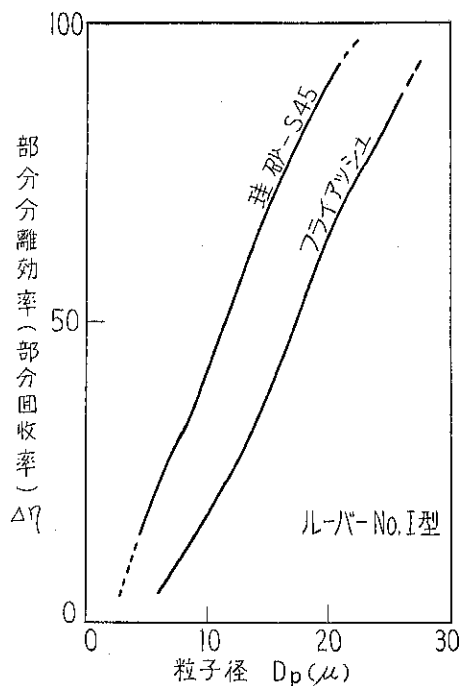


Fig. 10 二種の粉体についての部分分離効率曲線

今 Newton の分級効率の定義に従い供給粉および粗粒
 側の粒径分布と回収率 η の値を使って分級効率の式を求
 めればつぎのごとくなる。

Newton の分級効率 η_n ⁶⁾ は

$$\eta_n = (\text{粗粒回収率}) - (\text{細粉残留率}) \\ = \left(\frac{R_1}{R_0} \right) \eta - \frac{(1-R_1)}{(1-R_0)} \eta$$

よって

$$\eta_n = \frac{(R_1 - R_0)}{(R_0 - R_0^2)} \eta \quad (7)$$

となる。

ここに R_0 は供給原料粉の残滓、 R_1 は粗粒側の残滓であ
 り、(7)式を使えば細粉側の粒径分布を必要としない。(7)
 式によりルーバー式分級器の分級効率を計算した結果が

Table 1 である。

Table 1 よりわかるごとくルーバー式分級器の分級効
 率は Newton の分級効率で70~80%でありかなり結果は
 良好である。

Table. 1 残滓限界径 D_{PR} 、および部分分離効率
 50%限界径 $D_P(\Delta\eta=50)$ と分級効率

粉体名	$D_{PR}(\mu)$	$D_P(\Delta\eta=50)$	$\eta_n(D_{PR})$	$\eta_n(D_P(\Delta\eta=50))$
フライ アッシュ	15	17	67	70
珪砂-S 45	10	11.5	84	82

§ 5 む す び

今迄ほとんど研究成果のなかつたルーバー型分級器の
 分級性能を実験的に研究し一応分級器として使えること
 がわかつた。すなわち割合小型で済み、圧力損失は 20
 mmAq 程度で小さく、かつ一次空気量 Q_1 、二次空気量
 Q_2 などの調節によつて分級限界粒子径をかけることも
 でき分級の鋭さも遠心型分級器についてかなりよく分級
 することができる。また Newton の分級効率を求めてみ
 ると70~80%という高効率を示す。

今後は一層分級精度を向上するため、さらに分離羽根
 部分の構造などにつき基礎的研究をすすめるとともに実
 用の大型試験を行うことが必要で、また分級粉の品質を
 安定するために一次あるいは二次空気量などにより分級
 限界粒子径の制御を考慮する必要がある。

§ 6 引 用 文 献

- 1) 井伊谷, 木村, 中村: 粉体工学研究会研究資料 No. 18 (1959—5)
- 2) 井伊谷: “最近の粉体技術の問題分析”
講習会テキスト (1959—5) 日刊工業
- 3) a) Smith & Goglia: Trans. A. S. M. E. **78**,
p. 389 (1956—2)
b) 邦訳, 粉体工学研究会文献紹介 No. 73 (1959
—5)
- 4) 井伊谷, 木村, 八木: 機械学会誌 **59**, 446号 p.2 15
(昭31—3)
- 5) 井伊谷, 木村: 日本機械学会論文集 **23**, 125号 (昭
32—1)
- 6) 例えば井伊谷, 八木 “集塵装置” 日刊工業 p. 168

乳 化 装 置 に つ い て

武田薬品工業株式会社

同

美 間 博 之

大 貫 延 雄

エマルジョンというのはお互に混合しない液体の一方が他の液体の中に微細粒子となつて完全に分散した不均一系からなっているものである。その分散粒子の直径は普通 0.1μ 以下といわれているが、 0.25μ 以下のものは少ない。このような系では一般に不安定で、界面活性剤や微粉碎したある種の固体を加えることによつて安定度を増すことができる。

最近界面化学の理論的発達と界面活性剤の著しい進歩によつて適当な活性剤を適量用いることによつて、ほとんどあらゆる乳化が可能になつてきた。しかしながら工業的にエマルジョンを作る場合には界面活性剤を十分使用して、界面張力を下げるといふ方法が採用できない場合が少なくない。たとえば製品の価格を下げるために活性剤の量をできるだけ少なくするとか、味、臭、毒性、刺激性、粘度、薬害などのために、活性剤の量が制限され、従つて比較的高い界面張力のままで機械的な力によつて無理に乳化を行なわねばならないことが多い。

一般に乳化によつて界面は著しく増大する。例えば 10cc の油を乳化して半径 0.1μ の分散粒子にするとすれば、その界面面積は 300 平方メートルとなる。このように油の表面積が増加するにつれて、分散系の界面自由エネルギーが著しく増加する。エマルジョンの形成に際して分散系中における分散相の表面積の増加に要する仕事の量は分散によつて増加した表面積とその2相の界面張力の積に等しい。

$$W = \gamma \Delta S \cdots \cdots (1)$$

W : 界面の増加に要する仕事の量 (erg)

γ : 2相間の界面張力 (erg/cm²)

ΔS : 増加した分散相の表面積 (cm²)

ΔS は乳化した分散粒子の全容積とその粒子の直径に関係する。すなわち

$$\Delta S = \frac{V 4\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2}{\frac{4}{3}\pi \left(\frac{d}{2}\right)^3} = 6V/d \cdots \cdots (2)$$

V : 分散相の全容積

d : 分散粒子の直径

(2)式を(1)に入れると

$$W = 6\gamma V/d \cdots \cdots (3)$$

これは乳化には一定の仕事が必要なることを示すもの

で、 γ すなわち界面張力を小さくすれば仕事の量も少なくてすむし、 d すなわち分散粒子径を小さくするためにはそれだけ大きな仕事が必要なることを示している。従つてこれを作るに要する時間が分れば、所要馬力が計算される。もちろん実際には液の内部摩擦すなわち粘度、機械の抵抗などの factor が入つてきて、遙かに大きな馬力が必要になつてくる。

乳化装置の種類

実際に乳化を行なう場合には4種類の乳化装置がある。

1. 攪拌機 Simple mixer
2. コロイドミル Colloid mill
3. ホモジナイザー Homogenizer
4. 超音波器械 Ultrasonic devices

市販の乳化装置はすべてこの分類に入るが、中には単なる攪拌機をホモジナイザーという商品名で販売していたり、コロイドミルとホモジナイザーを混同している場合も度々ある。これらの乳化装置を用いて作ったエマルジョンの良否から、その装置の能力が比較できる。たとえば Dorey¹⁾ は同一組成で調整法を異にした4種のエマルジョンの粒子径分布を調べたがこれを Table 1 に示す。ここにエマルジョンの組成は10%のオリーブ油、

Table 1 オリーブ油エマルジョンの粒子径分布

粒子径範囲 μ	粒 子 数 百 分 率			
	エマル ジョン I	II	III	IV
0~1	47.5%	71.8	68.5	80.7
1~2	41.1	26.4	28.4	17.1
2~3	7.4	1.4	2.0	2.0
3~4	2.1	0.3	0.5	0.2
4~5	0.1	—	0.1	—
5~6	0.7	0.1	0.3	—
6~7	0.1	—	—	—
7~8	0.6	—	0.1	—
8~9	0.1	—	—	—
9~10	0.2	—	—	—
10~11	—	—	—	—
11~12	0.1	—	—	—

0.5%の石鹼、89.5%の水からなっており、エマルジョンⅠは高速ミキサーを用いたもの、エマルジョンⅡはミキサー使用後ホモジナイザー使用、エマルジョンⅢは石鹼を形成させながらミキサーで乳化したもの、Ⅳはこれをホモジナイザーにかけたものである。

攪拌機

攪拌機の中にはプロペラ式 (Fig. 1) とかタービン式 (Fig. 2), 更に箒型、櫓型などがある。及容器としては小さなタンクやドラム、加熱や冷却装置のジャケットのついたタンク (Fig. 3) まで色々ある。

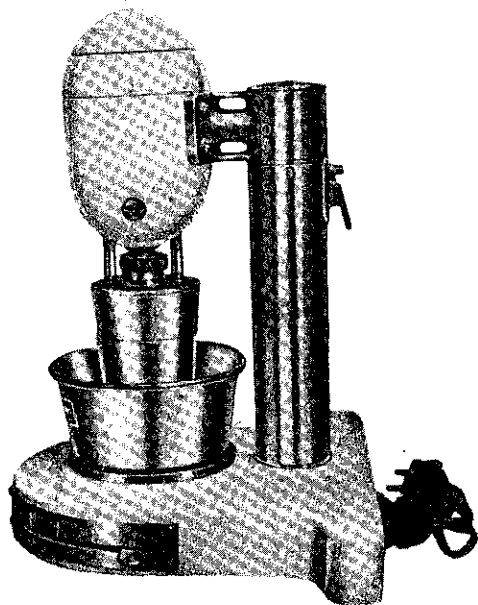


Fig. 1 ユニバーサル・ホモジナイザー
単なる攪拌機である

エマルジョンの中特に床磨きワックスのように固体に近くて粘度が大きいためにエマルジョンの破壊の起りにくい安定な系ではこのような簡単な攪拌機で十分満足できるものが得られるが、一般のエマルジョンでは単なる攪拌機のみでは品質の不良なものしか得られない。このような場合攪拌機はホモジナイザーやコロイドミルを通す前のプレミキサーとしてのみ用いられる。

このような攪拌機の欠点は剪断力が弱いという欠点の外に 1) 製造に限度があつて余り大量処理ができない。すなわち大きくすると力がかかり過ぎる。2) 普通は batch system であるからエマルジョンを作る度に一定の品質のものが得られない。3) 乳化に時間がかかり、始めに入れたものは長時間回転していて、空気が入るために泡ができる。

などである。これらの点をおる程度改良したものが

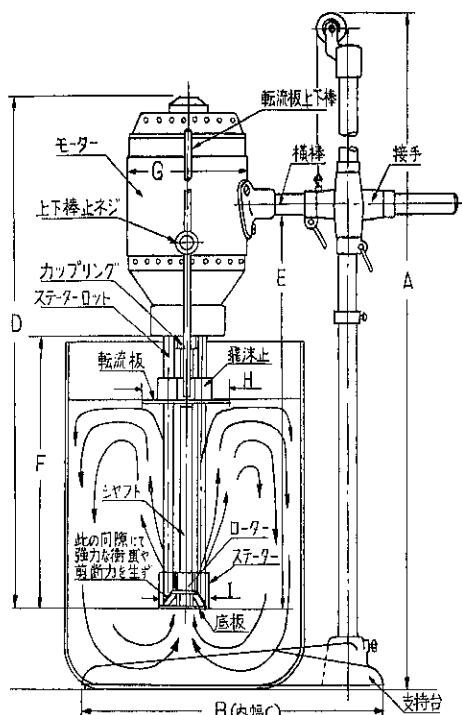


Fig. 2 ホモミキサー

Fig. 4 に示す型の攪拌機で、これは遠心力を利用して混合、攪拌する装置である。これを用いると連続操作が可能である。しかし根本的に粒子を剪断するだけの強い力は攪拌機では得られない。

攪拌機に関する文献としては Rushton²⁾ がプロペラ攪拌機について、Roerich³⁾ は高速攪拌機について、又 Magnuson⁴⁾ は乳化動作について論文を発表している。又 Münzel⁵⁾ は Eppeubach のホモミキサー (タービン

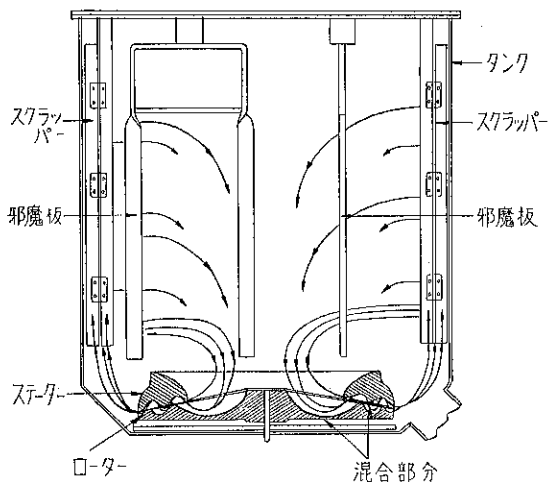


Fig. 3 ホモミキサー Abbé Engineering Co.

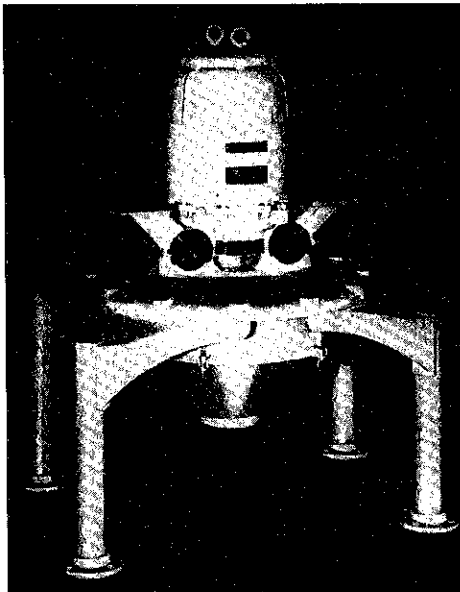


Fig. 4 遠心力による攪拌機
Troy Engine & Machine Co.

式)をかなり広範囲に研究し、粗ミルクを試験材料として脂の粒子の平均径を 3.05μ から 1.18μ に減少させ、 $0.5 \sim 1.2\mu$ の範囲の粒子径百分率を 38.2% から 71.7% に増加することが出来た。Hailstone⁶⁾ はクロロホルム-水系エマルジョンの調整又はアルギン酸ソーダやガムなどの溶解に Watten の高速ミキサーを利用した結果を報告している。更に Kempson-Jones⁷⁾ は特に化粧品の場合の乳化の技術と乳化機との関係に就て述べている。

コロイドミル

標準のコロイドミルは回転速度が 1,000~20,000 回/分のローターとステーターとからなり、これによつて液に

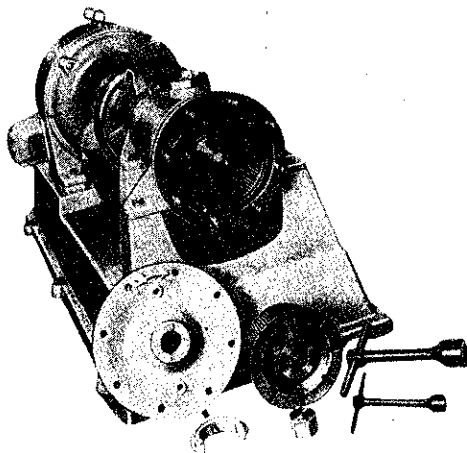


Fig. 5 Chemicolloid Lab. Inc. の
コロイドミル

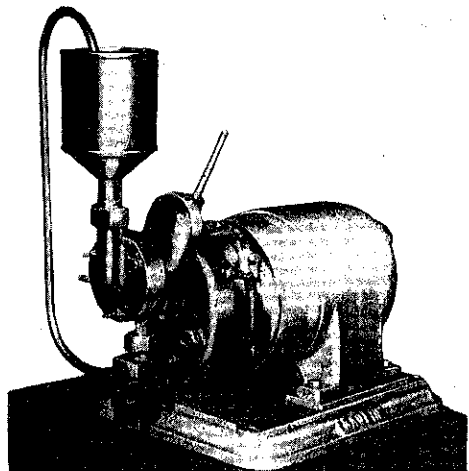


Fig. 6 Manton Gaulin 社のコロイドミル

Fig. 7
Troy Engine
& Machine 社
の堅型コロイド
ミル →

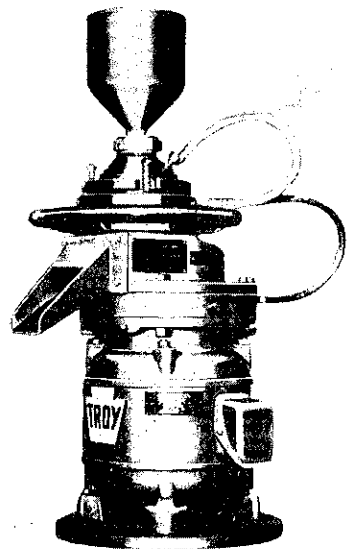
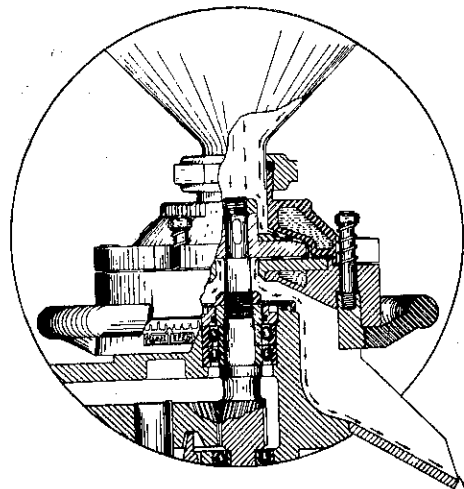


Fig. 8
Fig. 7 の横
断面 ↓



与える剪断作用によつて粒子の径を 0.1μ 以下にして乳化を行うものである。しかし乳化し難いものではこのように小さな粒子にまですることはできない。乳化される液はこのローターとステーターの間の 0.001 インチほどの小さなクリアランス（間隙）を通ることによつてよく混合されるが、このクリアランスは適宜に調整される。ローターとステーターの間は完全に平滑なものもある

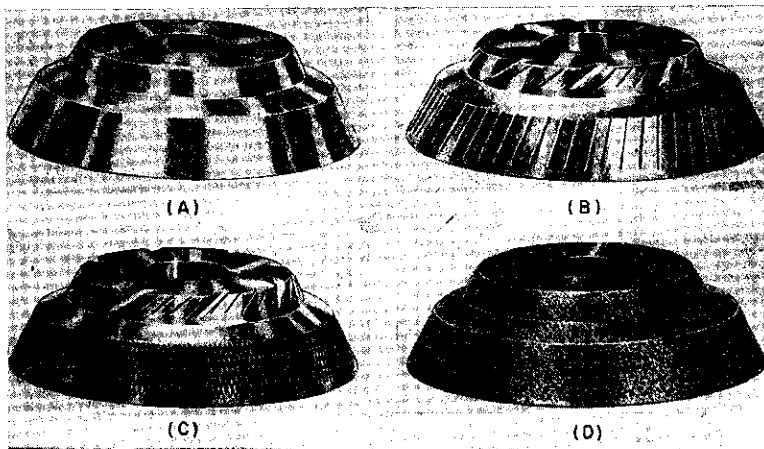


Fig. 9 種々のローター

し、一連の同心円又は放射状の溝がついているものもある。Fig. 5 は Chemicolloid Lab. Inc. の作った大量処理用の水平式コロイドミルである。Fig. 6 はこの型を少し変えて液を再循環させるような装置にした Manton Gaulin のコロイドミルである。Fig. 7 は Troy Engine & Machine Co. の作った垂直式のコロイドミルを示し、Fig. 8 にはその横断面を示す。コロイドミルに用いられる種々のローターを Fig. 9 の

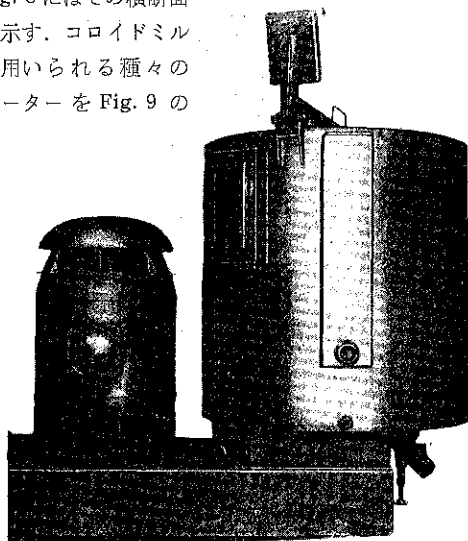


Fig. 10 Kinetic Dispersion Corp. の Dispersion mill

(A), (B), (C), (D) に示す。(A) は平滑な面からなり、凡てのエマルジョンに用いられ、(B) は溝がついており、(B) は軟膏や滑沢剤用 (C) は高粘度用、(D) は磁器製でインク、ペンキ、染料の分散に用いる。

Kinetic Dispersion Mill には根本的に異なつたタイプのローター、ステーターの組合せが用いられている。ローター、ステーターにつけた刻み目が粉碎工程中の液体に角衝撃を与え、これによつて微細な分散ができるといわれている。この方法

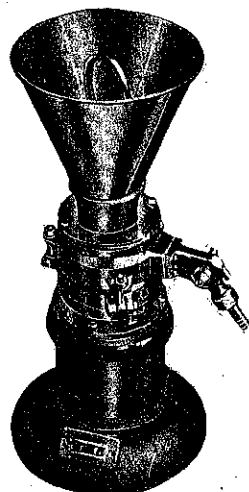


Fig. 11 細川鉄工所製 Disper mill

は始めは色素の分散に計画されたものであるが、エマルジョンの生産にも有効なことが明らかになつた。Fig. 10 はこの型の工業生産用のものを示す。又 Fig. 11 は国産の堅型実験用のものである。更に異なつた型のコロイドミルとしては Versator

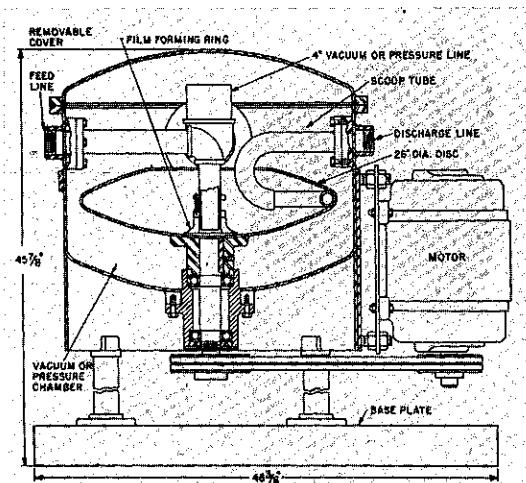


Fig. 12 Versator Colloid Mill の横断面

というのがある。これはステーターをとり除き、その代りに底に取りつけた真空又は加圧の室があつて、この室内に開いた浅い皿のような形の円盤がある。この円盤は900~2,000回/分の速度で回転する。この円盤に膜形成リングがついており、エマルジョンの液の膜の厚さを決めるようにセットされている。処理される液が回転円盤に入ると、遠心力で液は円盤の中心から放り出され、膜の厚さが減少し、表面積が増大し、液膜に依り力によって流動が起り、分散粒子が小さくなる。液はローターの周囲の排出口に集められる。この装置の横断面を Fig. 12に示す。

コロイドミルは一般に3~75馬力位の範囲で使われ、その容量も20~4,500ガロン/時の広範囲に使われている。

最新のマヨネーズの製造工場にはコロイドミルが多く用いられている。

ホモジナイザー

homogenize という言葉は均質化するという意味だから、homogenizer というのは広い意味を持つているが、乳化装置としてはホモジナイザーは油と水の混合液を高圧の下に小さな間隙を無理に通すことによつて分散を行

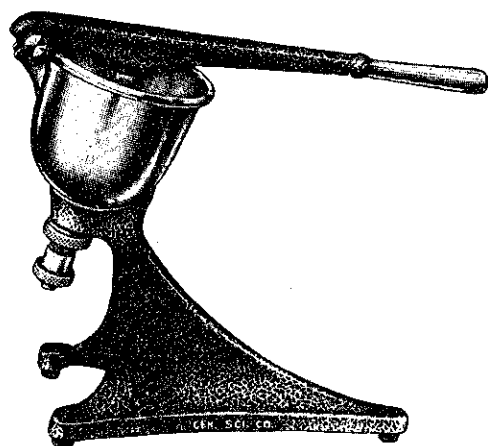


Fig. 13 ハンドホモジナイザー
Central Scientific Co. 製

う装置という狭い意味で使われている。従つてその言葉の用い方を誤ると混乱することがある。

実験室でエマルジョンを作るのに便利なホモジナイザーが Fig. 13 に示されている。これは上のバーを上下することによつて液を細隙から噴出させて、エマルジョンを作るのである。このホモジナイザーは非常に小型で実験用に好適であるが、熟練しないと実験者やそのやり方によつてエマルジョンが均一にできない欠点がある。こ

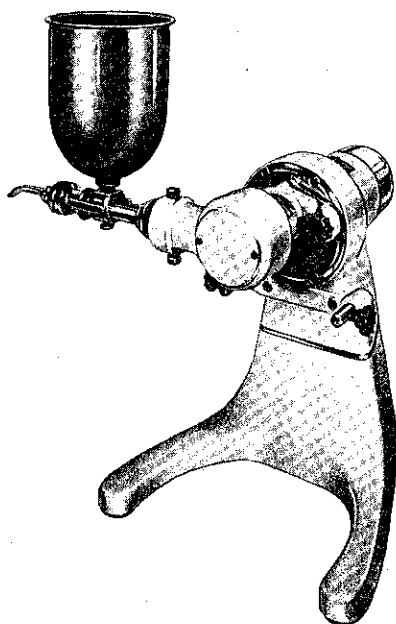


Fig. 14 Erweka 社製の万能製剤機の中の
ホモジナイザー

の点を改良し、手動式を機械に変えた実験室用のホモジナイザーが Fig. 14 に示される。これはモーターで動かされるピストンの圧力によつて液がノズルから噴出するものである。

生産用ホモジナイザーは1,000~5,000 psi の必要圧力を与えるポンプと間隙を与える特殊のスプリング付バルブからできている。種々の市販ホモジナイザーはバルブのデザインが同じで液の送り機構が異つている。ホモジナイザーにはバルブの数によつて1段式と2段式がある。液はオリフィスの間を通るが、このオリフィスの間

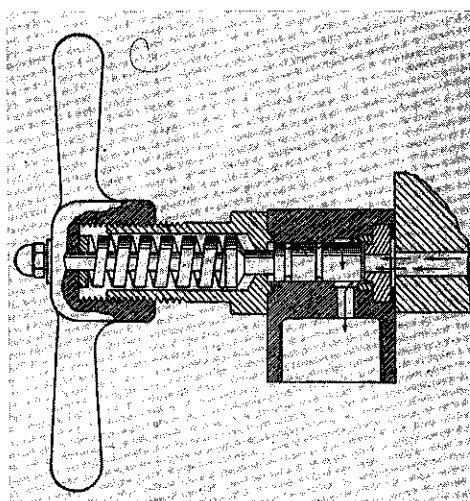


Fig. 15 1 段式バルブ

隙はバルブコックによつて調整できる (Fig. 15). 2 段式ホモジナイザーは 1 列に並べた 2 つのオリフィスバルブの間を液が通るように設計されている。2 段目のバルブを通る場合の圧力低下は第 1 段目の時より少ない。Fig. 16 に 2 段式バルブの横断面を示す。

液の送り機構はピストンでなされるもの (Manton Gaulin 式) が主であるが、人工ゴムで作られたパルセ

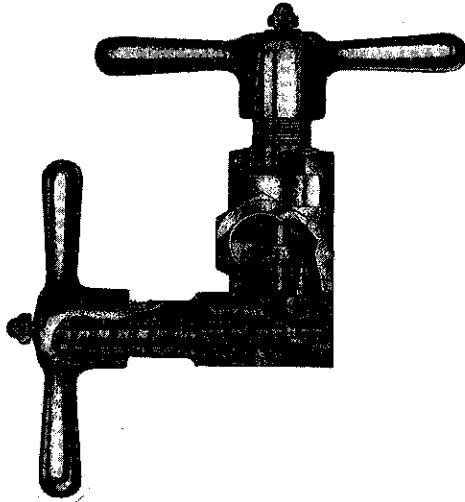


Fig. 16 2 段式バルブ

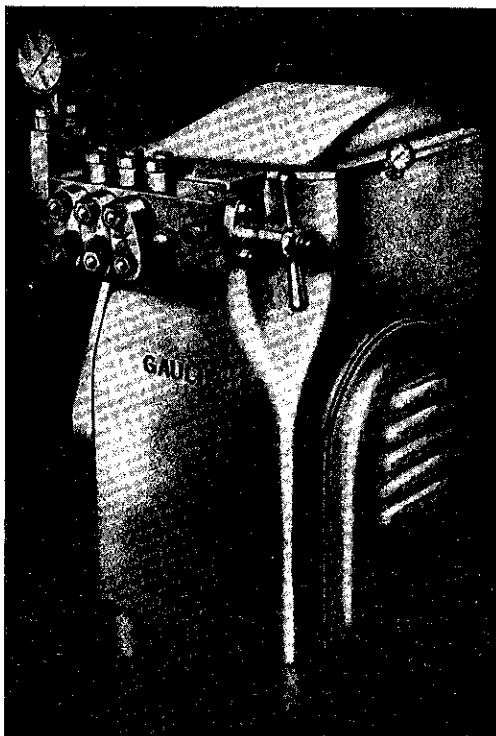


Fig. 17 Manton Gaulin Co. のホモジナイザー

ーターによつて送られるなど特殊なもの (Hydropulse のホモジナイザー) もある。後者の型のホモジナイザーは極めて微細なエマルジョン粒子を均一に作ることが出来る。前者の型の代表的な生産用ホモジナイザーは Fig. 17 に示す。国産の岩井酪農のホモジナイザーはこれと同じ型のものであり、その最も多い用途は食品殊に牛乳の製造に用いられる。市販のホモジナイズドミルクはこの型のホモジナイザーを用いて牛乳中の脂を微細なエマルジョンにすることによつて Creaming を防止し、脂の吸収を良くしたものである。Geyer⁹⁾ らはこの型のホモジナイザーを用いて静脈注射用の安定な脂肪エマルジョンの注射液の製造法を報告している。

超音波乳化機

混合とか剪断力を与える機械を用いることはエマルジョンを形成するのに必要なエネルギーを導入する簡単な方法ではあるが、このような機械的方法が唯一の方法ではない。

1927年に Woods と Loomis⁹⁾ は超音波振動を用いてエマルジョンを作ることができたが、この仕事は約 200,000 サイクルの周波数の振動によつて行なつたのである。この超音波を発生させるのに 4 つの一般的な方法がある。すなわち

1) 圧電効果 Piezoelectric effect

この方法はある種の結晶たとえば水晶やロッシェル塩を電磁場に入れると伸縮するという事実を利用し、結晶の固有振動数と同じ周波数の交流を結晶面に付加することによつて強い振動を生成させるものである。

2) 電磁効果 Electro magnetic effect

これは原理的には moving coil loud speaker による音波の発生方法と同じものである。

3) 磁歪効果 Magnetstriction effect

これはある種の強磁性体、特にニッケルを磁場においた時、長さの変化することが認められるが、この金属棒の固有振動数の交流を付加すると、非常に増巾された振動が得られるという原理を利用したものである。

4) 機械的效果 Mechanical effect

この原理はパイプオルガンの場合と同じであるが、エマルジョンに利用するためには液中で音波を起す必要がある。

これらの原理のうち乳化機として利用できるものは圧電、磁歪および機械的效果を利用したものである。Fig. 18 の (A) は磁歪効果を利用したものであり、(B) は水晶の結晶板の圧電効果を利用したものである。しかしこの 2 つの型は共に超音波エネルギーをそれ自身から液体に伝達することが困難である。この欠点を克服するために

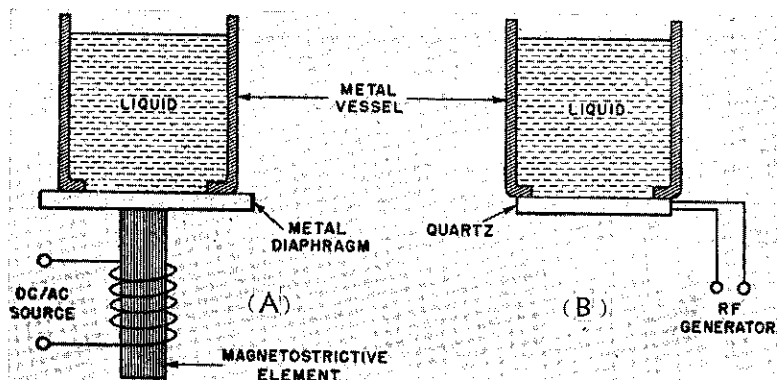


Fig. 18 磁歪効果 (A), 圧電効果 (B) を利用した超音波乳化機

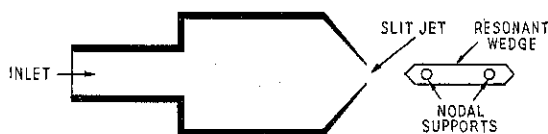


Fig. 19 Pohlman の液笛を利用した超音波乳化機

Pohlman¹⁰⁾の発明した液笛 (liquid whistle) がある。この図を Fig. 19 に示す。これはオリフィスを通して液体を噴出させ、これを刃の部分に突当らせる。この刃はその共鳴振動数で振動させられているので、液流も上下に振動し、これによつて乳化が起るのである。この型としては米国では Rapisonic, フランスでは Multiwhistle R D Air Jet Ultrasonic Generator という商品名で市販されている。

乳化機に関する特許

乳化機に関する特許の総説は Rhilip¹¹⁾, Clayton¹²⁾ Berkman & Egloff¹³⁾, Appell¹⁴⁾ などがある。Facks¹⁵⁾, Planson¹⁶⁾ らは混合機およびホモジナイザーの装置について、Schmidt¹⁷⁾ は環状の円盤羽根車を用いた器具について、Hawes¹⁸⁾ はタンクに備えつけられる食品用ポータブル攪拌乳化機について、Schöfer¹⁹⁾ は O/W エマルジョン製造用装置について、Mac Lean²⁰⁾ はマヨネーズ、サラダドレッシングあるいは殺虫乳化剤用の混合および乳化用ミルについて特許をとっている。更にコロイドミルの原理に基いた混合装置が Hoffman²¹⁾ によつて、低圧バルブを有する完全なバッチ式の乳化装置が Alfa-Laval²²⁾ によつて報告されている。又 Alfa-Laval²³⁾ はその後液体と固体の混合物の生産にこの装置を用いている。

Gerhald²⁴⁾ は種々の圧力下での 2 つの液の乳化方法を発表した。もつと一般的なホモジナイザーが Sussex Bituman Ltd.²⁵⁾ と Colony²⁶⁾ によつて特許されている。

Zarecki²⁷⁾ は O/W 型の固体又は半固形エマルジョン特に食用のエマルジョン例えばマーガリンの生産装置について特許をとっている。マーガリンの生産用にはその他 Grasso²⁸⁾ が特許しているが、これには迅速に回転する攪拌装置とその後にゆつくり回転する装置がついている。これは混合物から空気を除くのに適している。

Indrikson²⁹⁾ はピッチ、タールの乳化機について、Hochholzer³⁰⁾ は衝撃力と破裂力が同時に

作用する乳化機について、Müller³¹⁾ は攪拌装置として円錐形の穴を持った水平板を用いる機械について述べている。

超音波乳化機には和田³²⁾, 稲田³³⁾, Schöfer³⁴⁾, Hertz & Wilsner³⁵⁾, Kelthoff & Carr³⁶⁾, Hjort & Jansa³⁷⁾ などの特許がある。

最近乳化および乳化剤の化学が急速に進歩し、あらゆる産業に浸透しつつあるが、これを用いる技術者に乳化機に関する関心がうすく、又乳化機の改良なども十分とは思われない。乳化は液体中における液体の粉碎であるから、粉碎の理論や技術と共に発展するものと考えられる。

参考文献

Becher: Emulsion Theory and Practice
山本保一: 界面活性剤とその応用

引用文献

- 1) Dorey: Emulsion Technology 119-126 (1946).
- 2) Rushion: J. Am. Oil chem. Soc. 33, 598 (1956).
- 3) Roerich: Pharm. Ind. 15, 27 (1953).
- 4) Maguison: Chem. Process. Eng. 35, 276 (1954).
- 5) Münzel: Schweiz. Apoth. Ztg. 90, 317 (1952).
- 6) Hailstone: Pharm. J. 165, 268 (1950).
- 7) Kempson-Jones: Mfg. Chem. 27, 310 (1956).
- 8) Geyer et al.: J. Am. Oil Chem. Soc. 32, 366 (1955).
- 9) Wood, Loomis: Phil. Mag. (7) 4, 417 (1927).
- 10) Yeager et al.: "Encyclopedia of Chem. Technology" 14, 409 (1956).
- 11) Philp: "Technique of Emulsion" I, 7-78, II 7-82 (1944).
- 12) Clayton: "Theory of Emulsions" 4th Ed. 371-402 (1943).
- 13) Berkman, Egloff: "Emulsion & Foams" 199-211 (1941).
- 14) Appell: Chimie & Industrie 57, 241, 341 (1946).
- 15) Jacks: Brit. Pat. 513,197 (1939).
- 16) Planson: Germ. Pat. 709,704 (1941).
- 17) Schmidt: U.S. Pat. 2,267,341 (1941).
- 18) Hawes: U.S. Pat. 2,247,439 (1941).
- 19) Schöfer: Germ. Pat. 727,155 (1942).
- 20) Mac Lean: U.S. Pat. 2,313,760 (1943).
- 21) Hoffman: U.S. Pat. 2,321,599 (1943).
- 22) Alfa-Laval Co.: Brit. Pat. 553,544 (1943).
- 23) Alfa Laval Co.: Brit. Pat. 554,573 (1943).
- 24) Gerhald C.G.: U.S. Pat. 2,362,871 (1945).
- 25) Hatt, Norton: Brit. Pat. 568,742 (1945).
- 26) Colony: U.S. Pat. 2,369,486 (1945).
- 27) Zarecki: Brit. Pat. 569,731 (1945).
- 28) Grasso: Dutch Pat. 58,497 (1946).
- 29) Indrikson: U.S.S.R. Pat. 66,882 (1946).
- 30) Hochholzer: Austr. Pat. 168,282 (1951).
- 31) Müller: Swiss, Pat. 278,280, 285,342 (1952).
- 32) 和田: Jap. Pat. 2,364 (1950).
- 33) 稲田: Jap. Pat. 3,358 (1950).
- 34) Schöfer: Ger. Pat. 718,744 (1942).
- 35) Herts & Wilsner: Ger. Pat. 712,216 (1941), 716,231 (1941).
- 36) Kelthoff & Carr: U.S. Pat. 2,606,174, (1952).
- 37) Hjort & Jansa: U.S. Pat. 2,460,884 (1949).

粉 碎 機 案 内

(その二)

乳 化 機

(ま え が き)

武田薬品工業KKの美間氏、大貫氏に依り乳化装置の御解説をいただきましたが、当社製乳化機ミクロンコロイドミル、ディスパーミルを御案内申し上げます。

「特許」ミクロンコロイドミルは当社細川社長の発明にかかり、「ミクロンミル」と同様の微粉碎機構と乳化機構を兼備していることは外国にも比類のない特徴であり、過ぐる戦時中、重油と粉炭の分散用として海軍燃料廠に大型機多数が採用された実績もあります。

ディスパーミルも美馬氏等の分類によるコロイドミルの一種であり、横型、堅型、小型実験室用の各種があり、今やミクロンコロイドミルと共に近代化学工業の花形として時代の脚光を浴びています。

「特許」ミクロンコロイドミル

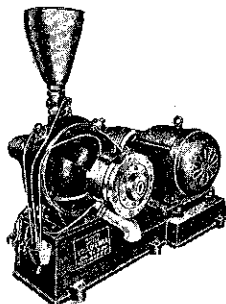
ミクロンコロイドミルは「ミクロンミル」の粉碎機構を採り入れた粉碎兼用乳化機であり微粉碎 (Pulverize) と均質化 (Homogenize) の両機構を兼備していることが顕著な特徴であります。

- 1) 混合しにくい液体と液体、或は液体と粘稠体との混合
- 2) 固体粒子と液体との分散懸濁
- 3) 乾式粉碎の限界以上の超微粉碎

等の用途に供されます。

(構 造)

本機は機胴と回転部とから成り、回転部は攪拌回転板と粘稠回転板を持ち、8,000~10,000 r.p.m.の高速度で回転します。攪拌回転板は数枚の斜翼を有して主として攪拌、粉碎の作用をし、粘稠回転板は円錐台状をなし機胴内周との間隙は調節装置により $\frac{1}{1,000}$ 吋まで調整出来て主として乳化、拡散の作用を受持ちます。機胴外周から内部へ向つて4本の凸起桿が出ており粉碎、攪拌分散の作用を助長します。



(特 長)

- 1) 超微粉碎機構を有すること

- 2) 分散乳化の優秀であること。
- 3) 処理量が大きいこと。
- 4) 気泡の混入が少いこと、等

(用 途)

- 1) 染料、顔料、塗料、印刷インキ、墨汁の製造
- 2) 化粧品、クリーム、乳液の製造
- 3) 医薬、農薬、工業薬品の乳剤製造
- 4) ワックス、梳毛油、蠟油等の製造
- 5) 果汁、飲料、食品の製造
- 6) 化学反応の促進
- 7) 湿式超微粉碎として使用、等

(型 式 及 能 力)

型 式	所要動力	毎分回転数	処理量 l/毎時
C—1 型	3~5	10,000	100~300
C—2	10~15	6,000	400~1,000
C—3	20~25	4,500	2,000~3,000
C—4	30~40	3,500	4,000~5,000

但し処理量は原料種類及粘度 (pois) に依り一定せず

デ イ ス パ ー ミ ル

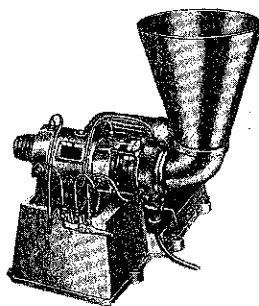
ディスパーミル (Disperse Mill) はコロイドミルの一種であり小型高性能を誇る新鋭乳化機であります。

(構 造)

本機は円錐台状の高速回転部とそれに相似の内周をもつ機胴より成る乳化部分をもち、高速回転による強大な遠心力と、回転部と機胴との微細な間隙に於ける烈しい

擦滑作用によつて乳化拡散を行う機構をもっています。

乳化を終つたものは排出パイプに取付けられた三方コックによつて製品として取り出す場合と、更に循環して拡散を行わせる場合とに切りかえる事が出来ます。



(特 長)

- 1) 特殊縦溝による強力分散乳化作用。
- 2) 分解掃除が簡単であること。
- 3) 反覆循環の可能。
- 4) 小型、高性能。

(用 途)

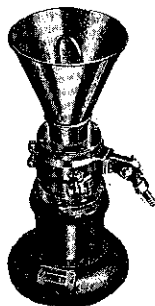
ミクロンコロイドミルに準ずる。

(型式及能力)

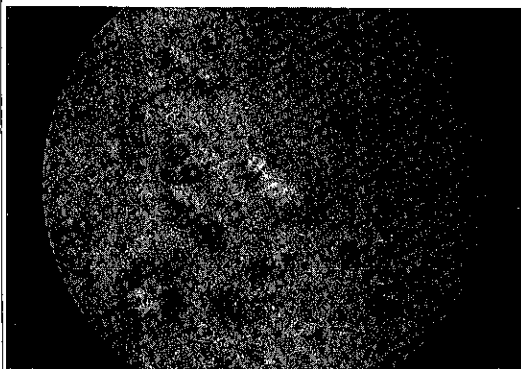
型 式	種 類	所 要 力	回転数	処理能力 l/毎時	備 考
D-1	横式	3~5HP	8,000 r.p.m	500~ 1,000	
VD-2	縦式	5	8,000	500~ 1,000	堅軸モーター使用
D-2	横式	7½	6,000	3,000~ 5,000	

◇実験室用堅型デイスパーミル

上記デイスパーミルの堅型設計であり、特に VD-1 型は機械本体下部に単相 100V ¼ HP のシリーズモーターを内蔵し電灯線に接続して運転出来ますから実験室の研究用又は小生産用として極めて便利 重宝であります。接液部ステンレス鋼製。



Micromerctist の Idea



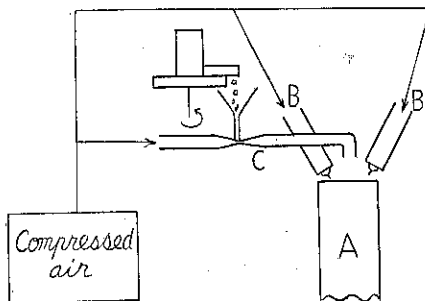
× 600

ガラス球を作る

完全球体の粉体を作つて空間率や比表面積等を測定しようとあつちこつち歩き回つたが……大学の予算ではとても手がとどかないものばかりである。

そこで図の様な装置を作つて数時間から十数時間小さなポットミルで砕いた粉でガラス球を作つた。テーブルフィーダーからガラス粉をベンチュリーの喉部へ供給し、圧縮空気に分散させて実験室用バーナー (B) 二本の加熱部で熔融させ、その表面張力を利用して球体とする。この時白いガラス粉が赤く溶けてクルクルと真赤になつて、ルビーの様なガラスが、長さ 1 m、直径 5.2 cm の冷却部 A で冷されガラス球となつて取り出される。

苦しい予算のやりくり、これが研究者に興えられた一つの宿命でもある。(n 生)



マニラのハイアライ

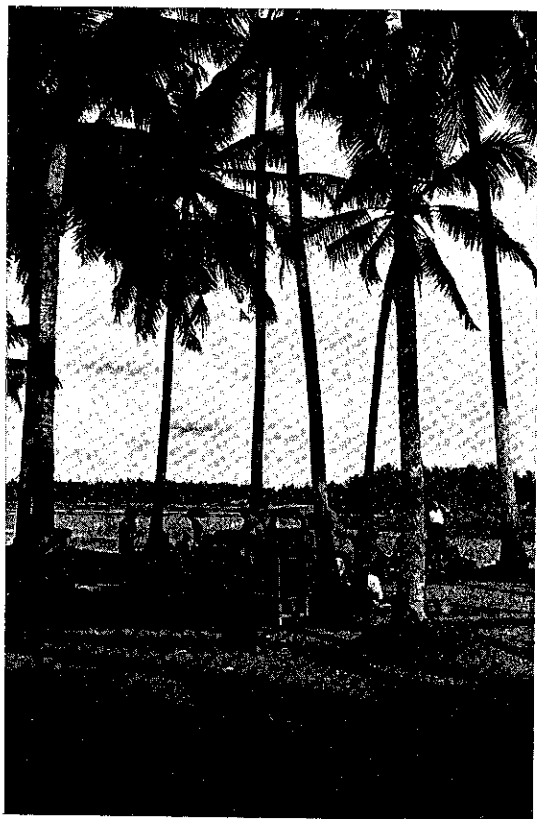
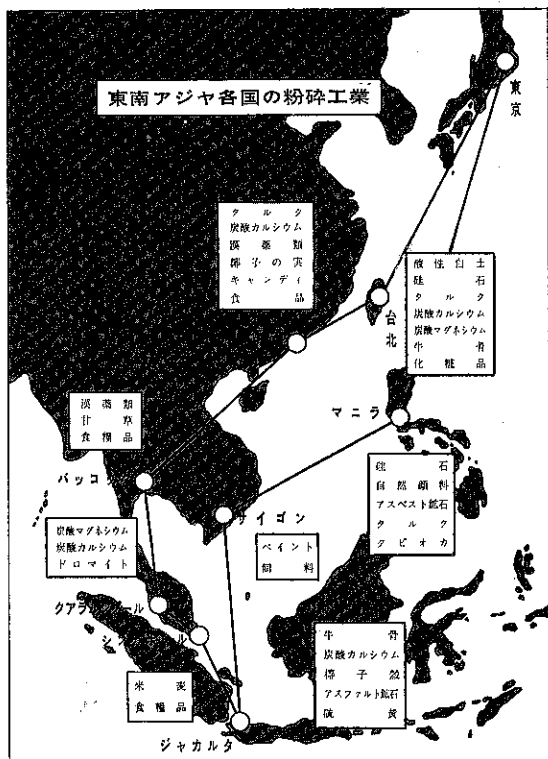
細川鉄工所 専務

細川益男

午後9時にミスター・Sから 晩餐の 御招待を受けていた。マニラを出発する前夜の事である。一方A氏からも何処でも御希望の所へ御案内したいとの申し入れがあつた。連日の疲れで億劫であつたがフィリッピン最後の夜でもあり、かねて話しにしか聞いていないハイアライをミスター・Sとの約束の時間まで見せて戴く事にした。

A 氏夫妻が自らの車を駆つてホテルに迎えに見え、忙しい見物だが1、2回は見る事が出来るだろう。得てして素人が一寸と見に行つた様な時にうまく当るものだ等と賑かに話しながら夜の街を突つ走つて競技場にやつて来た。

混雑の中に賭博場らしい雲間気をもつたハイアライの



見物席についてA氏の説明を聞き乍ら競技を観戦した。

この競技は八百長公認であることが特徴で、八百長を見破つて適中させる所に興味があるそうであるが、見ていてすさまじいファインプレーがある反面、第一球からみえすいたミスをやつて転倒して見たりするあたり、如何にも真面目な八百長ゲームらしい面白味がある。

競技方法は五人の選手が登場して勝ち抜き式に二人宛でプレーを行い、五つの勝点を得た者が第一位、次点の者が二位になる仕組でそれを連勝式とか単勝式の投票券を買って当てるという方式である。高い天井の下で明るい電灯に照らされた屋内競技場で、向い合った両選手がシャモジの様なラケットを手にはめてボールをパシッパシッと自分の後の壁に打ち合うだけのものであるが、それをダイレクトにうけたり、ワンバンドで受けたり、テニス等より大きいスケールとスピード感が室内にこだまする音響と共にその魅力を形造つていると思われる。

見物人は競技場の前一面に張られた金網を通して観戦するのであるがそのあける喊声がワンワンと響いて一層の興奮をあふる様でもある。折角だからと云うので連勝式の投票券を買う事にし、出たために、2—4というのをかうようボーイに命じた。

所がボーイが誤つて4—2の券を買つて戻つて來たの

でこれは違うではないか、買い換えるわけにはいかぬのかとまわりくどい英語で説明するのに対しボーイは、いやーたん買った物は取り替える訳にはいかぬのだという。それなら仕方がないという様な事をやりとりしていると横からA氏がこれを引き取って、とに角交換して来る様命じた様であつた。その中に競技が始まり熱戦の結果は4-2の連勝式が適中と云う事になつた。而も大穴らしく大きな配当金がマイクを通じて放送された。A氏と顔を見合せて吹き出した事であるが、残念と骨稽の入り乱れた顔でミスターSとの約束の時間を思い出し、そくさと競技場を出てミスターSの招待場へ向つた。

ミスターSは美しい混血の夫人を交えて親戚、知己を10人程招いて盛大な夜食の宴を設けて居てくれた。雑誌から始まつてミスターSが計画中の事業の話に及んだのであるが、数日來說明して来た顔料の粉碎分級に就いての技術的な内容に夫人迄がその会話に加わり、興味をもつて話すのには驚かされたものである。

12時近くになり愈々明日サヨナラしなければならぬ旨あいさつすると、ミスターSは夫人を促がしてテーブルの上に書類を拡げて見せた。それは先日来話し合い中であつた粉碎分級プラントの契約書であつた。いささか面喰い乍らもお互いに署名を終り、思わぬ収穫に喜びつつホテルへ帰つていつた。

翌朝、サイゴンへ向うエアーフランスの機中で睡眠不足にうとうとしながら奇妙なハイアライの後味を思い出して居た。若しボーイの間違えて来た切符をそのまま持つていて大穴が当たっていたとしたら、その多額のペソ貨幣を忙しい出発間際に如何に処理し得たであろうと、あらぬ空想にふけたものである。

結局、天はよくしたもので、翌朝出発しなければならぬ異国の旅行者に大金を与える事なく、ミスターSとの契約を成就させる事によつてハイアライの埋合せをしてくれたのであろうと自らを慰めた次第である。

随 筆

もく 煙 草 ひ ろ い

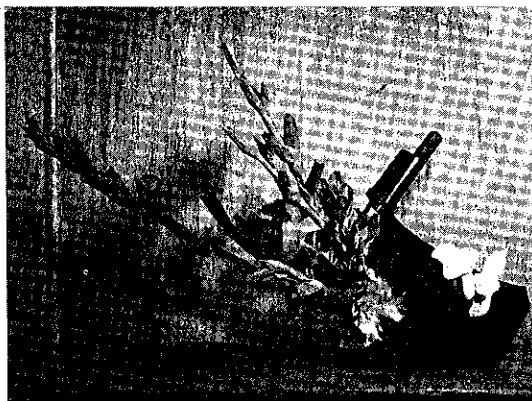
大阪府大工学部

北 浦 嘉 之

最近の電子・原子・宇宙科学の進歩は実に目覚ましく、まさに恐嘆に値する。反曲点を過ぎてその曲線の接線が最も大きい附近にさしかゝつていのがこゝ数年の状態ではなからうか。

このような進歩にひきかえて我々の化学工学に目を移すと、何となく時代離れのした感じにさへ陥る。中でも粉体を扱う分野では一層見おとりがし、何故こんな問題が解決できないのか不審に思ふ位である。

雨後の筍も生えなかつた戦後、それに代つて生れたのはサイクロンの研究と煙草ひろいである。終戦時のひろいやは一タシヤガンでひろい集めていた彼らにも科学の進歩はあつた。火はさみを持つことを覚え、事業の能率化をはかつた。さらに研究改善が加えられ、棒の先に針をつけ何くわぬ



ミクロンミルの部分品で作つたオブジェ(小原流)

細川鉄工所 製造部 深田 雲 川 作

顔でモクをブスツとつき差し、すばやく袋に入れる。回分操作から連続操作へ、マスプロへと移つて行つた。いまにサイクロンを背負つた実業家が現われるであろう。

彼ら過去十数年の進展はまた著しい。単位操作も大きくわければ流体操作と粉体(固体)操作に分けてよい。粉体は分らないで捨てゝはおけない。こゝに細川粉体工学研究所が生れた。誠に時機を得た企てであり敬意を表する。世の専門家が力を合せれば、歩一歩粉体工学に光明をもたらすのも遠くはないだろうと思う。

ハイスイング ボールミルについて

名古屋工業技術試験所 山 内 史 朗

1. ま え が き

粉碎の中でも特に微粉碎については、一般の化学工業は勿論われわれの関係する窯業方面などにおいては原料処理と云ふことから、きわめて重要な問題であり、したがって今までに種々の装置が考案され多くの研究が行われて来た。そして現今まで窯業方面などにおいては微粉碎作業は殆んど例外なくボールミルが使用され、ミルやボールの機質、ミルの回転数、ミルの内張り等に若干の変化はあつてもボールの落下による衝撃と摩擦粉碎方式が不変である以上その粉碎効果が飛躍的に増大されることはあり得なかつた。

この様なボールミルの粉碎方式に対して、ボールの落下の衝撃摩擦粉碎に代り、遠心力による圧縮と摩擦によつて粉碎力を増大し高能率を得ようとする目的のボールミルがドイツで作られ発表された。

われわれは、特殊耐火物、サーストの原料の処理、微粉碎と混合に使用する目的をもつて、ハイスイングボールミル (Hyswing Ball Mill) を購入し、二三の実験を行つたが、新しい粉碎機として比較的簡単な装置で、格段の性能を示したので、これらの構造機能などについて紹介する。

2. 機 構

Fig. 1 にこのハイスイングボールミルの機構の概要を示す。Photo 1 にあるステンレス鋼製のボールミルが4個、十字型に円型ワクにとりつけられている。各容器のとりつけ装置の軸には鎖輪がありチェーンによつて中心の不動の鎖輪に連結されている。すなわちこのチェーンによつてハイスイングボールミルの主要な

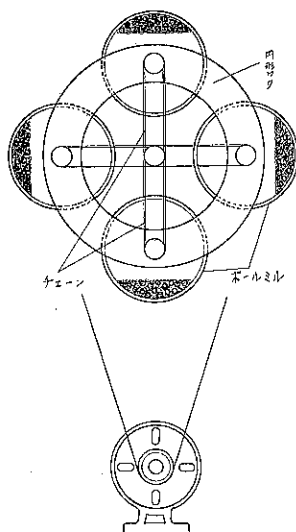


Fig. 1 ハイスイングボールミルの機構

運動が行はれる。

中心部の不動の鎖輪と同径同歯数の鎖輪がチェーンによつて連結されているミル取付装置は円型ワクの回転には関係なく、常に同方向を維持したまま回転が行はれる。

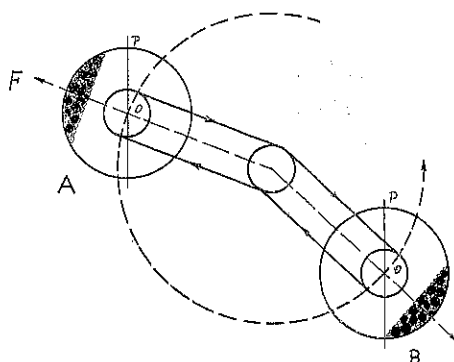


Fig. 2 動作説明図

る。Fig. 2 のように、ある位置 A におけるミルの任意の点 P とミルの中心 O とを結ぶ線 OP は B 位置まで動いたときの線 OP と常に平行である。すなわちミルの任意の点 P は円形ワクの中心とミル中心とを結ぶ半径の作る円の同じ円の軌跡を作つて回転する。したがって円形ワクが1回転するとミル内のボール試料はミルの側壁にそつて1回転する。この装置の回転数は 190 rpm、シャフトの中心よりミルの遠い壁までの距離は 36.5 cm である。ボール1個の重量が 15g とすれば約 0.22kg の遠心力を生じ強くミルの側壁を押しつゝ移動して試料を微粉碎する。

3. 構造諸元

◎保護外装—ハイスイングボールミルの装置は保護および安全の目的のための外被におゝはれている (Photo 1) 高さ 130cm 縦 85cm 横 95cm。

回転中は駆動側のプーリーに固定されている4枚の羽根によつて、円形孔から吸気され、ミルに溶接してあるラジエーターを兼ねる羽根によつて外装上部の排気孔より排気されて、ミルおよび内部が空冷される。下方に3馬力の電動機が内蔵してあり4本のVベルトによりプーリーに連結されている。

◎ステンレス鋼製ボールミル—(photo 2) のボールミルは6本のボルトによつて蓋の取り付け、取りはずしが

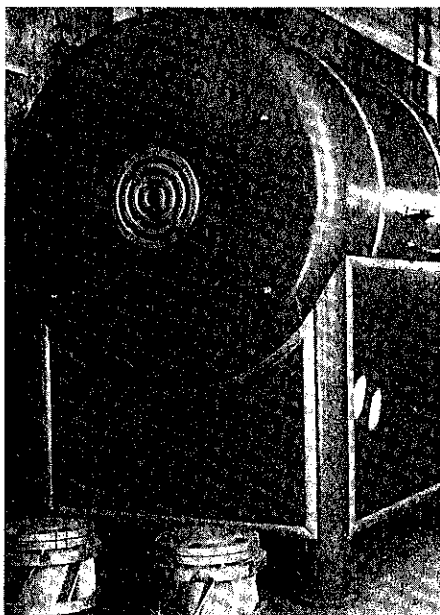


Photo 1 ミルの外観

できる。ボルト頭部の外側は円形で中心部が六角形のくぼみになり、締め金具によつて、ボールミルを装着したままでも簡単に扱える (photo 3)。諸元は 総外径 22.7 cm 高さ 20.5 cm 内径 12.9 cm 内容量 2500 cc 総重量 11.2 kg

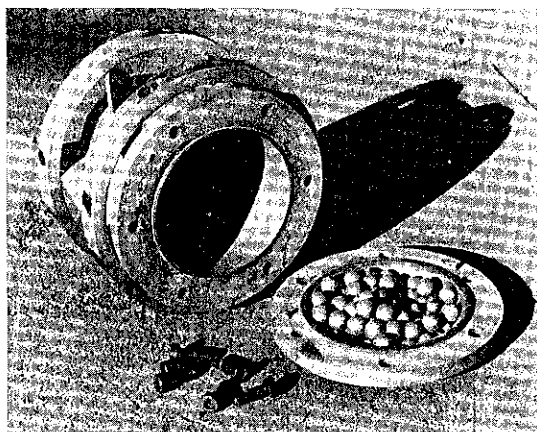


Photo 2 ミルの外観と鋼球

たゞし、このボールミルは実験用として試作されたもので B-I 型においては一般に 5000 cc の内容量のものが使用される。

このミルのステンレス鋼の厚さは約 3.5~4 % であり最良の条件で粉碎をおこなつたときの内壁の摩耗量は 10 時間の使用で約 0.053 % 程度である。

◎磁製ボールミル——ステンレス鋼製ボールミルを使用すると、ボールおよび内側壁が摩耗し、粉碎試料中に多

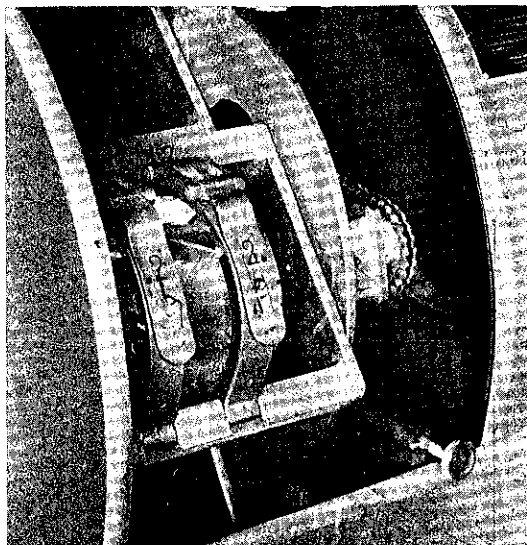


Photo 3 ミルを装着したところ

少の金属質不純物が混入するので、塩酸処理によつて混入の不純物を除去するが、実験の目的によつてこの処理の出来ない場合には、磁製ボールミルを使用する。一般に市販されているもので充分であるが、前記のものと異つて、これを使用する場合には木製ワクに入れて後装着しなければならない。

◎ボール——ステンレス製ボールミルには同種のボールを使用するが、現在使用中のボールは次の 4 種である。

(1) 29.8~30.2 mm ϕ (2) 16.7~17.1 mm ϕ (3) 12.5~12.7 mm ϕ (4) 9.5~9.6 mm ϕ 比重は約 7.79 である。これの使用によつて、ボールの摩耗は 2~10 時間で約 1.88~5.34 % 程度である。

使用するボールの大きさは、試料の硬さ、大きさ等に応じて適当に混じて使用する。また磁製ボールミルにはアルミナ磁器質のボールを又必要に応じてはメノウ玉石を使用、混合などには超硬質ボールを使用する。

◎その他——ハイスイングボールミルの始動は非常に軽く、起動後 1~2 秒で最大回転数に達し、又停止の場合には約 15~20 秒で静止する。

ステンレス鋼によるボールミルとボールとの摩擦によつて、1~2 時間の回転で多少の熱を持つが、円形ワク側の空冷羽根と、ボールミル自体の翼状のラジエーターのために大体 10~20°C の温度上昇にとどまる。なお粉碎処理を湿式で行ふときは、温度の上昇はこれより低い。

4. 性 能

粉碎効果に影響をおよぼすものは、ボールの量、形状試料の量、添加水の量などである。われわれは種々の組

合せによつて実験を行つて見たが、2500ccのボールミルではボール、1450g~1500g 試料、400~600g 添加水200~500cc が概して効果の良好であることを認めた。この条件でホワイトコランダム #80 のもの 1, 2 および 10 時間の粉碎をおこなつたものを、金属質不純物除去の

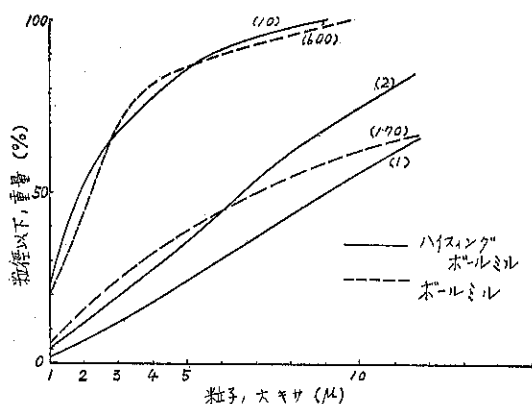


Fig. 3 ホワイトコランダム80#を用いた粉碎試験結果

ため数回塩酸処理して、アンドリアゼンピベットによる粒度分析をおこない Fig.3 に示した。比較の目的で同種の試料を従来のボールミルでの 170 および 600 時間粉碎したものも記入した。

これから考えても従来のボールミルに比べて数十倍の粉碎効果を持つていることがわかるが、この他にもわれわれはケイ石、ステアタイト、硫黄、活性炭、チタンカーバイド或いは特殊な例としてアスベスト、ステンレス鋼なども粉碎分析或いは顕微鏡による観察をおこなつたが、いずれも満足な結果が得られた。

5. む す び

この様にハイスインクボールミルは硬軟両質の材料の粉碎に効果的に応用できるし、混合などに対してもよく適合するものである。又現在は特殊試料片の研磨、金属材料の耐磨耗性などの測定に使用したりしている。

なおハイスインクボールミルはこのB—I型のほかにC—I型(ボールミル1ヶ当り 50 l 回転数250rpm)も作られている。

粒度分布測定機の一工夫

粉碎機の Bag Filter から出て来た粉や、分級装置の Cyclone 下からとれる粉を毎日神経質に扱つて、粒度分布の中がどうの、山が高いの低いのと云つてゐる吾々にとつて、水渡荒川式粒度分布測定機は手離す事の出来ない便利な道具である。吾々はもう5,6年も御厄介になつてゐるが……

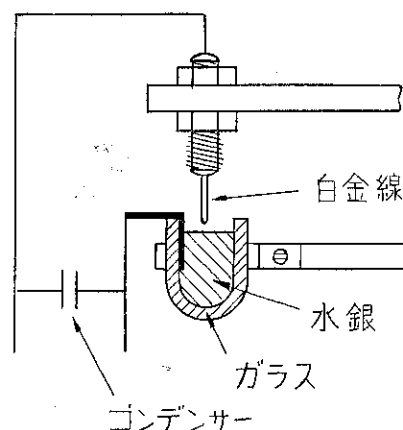
毎日使いながらつくづくと思う事は、terminal velocity を思いのままにかえられる場を作る装置が出来ないかと云う事である。そうなつたら、この十数時間かかる測定も僅か30分で完了と云う事にならんとも限らない。無数に並んだ試料瓶をみつめては長い溜息が出るのも無理はなからう。何んですつてこの測定機を10台並べろですつて

余談はともかく、最近この機械の電気の銀接点がスパークのため直ぐ酸化して、絶縁しがちになり、度々ナイフの先で磨かないと、完全な測定が出来なくなつた。とにかく数時間をかけた測定が一寸眼を離している間にふいになるのだから、只でさえ神経

Micromeritist の Idea

がたつてゐるところえ更に輪をかける。

思い余つた末、図の如く水銀槽を設けて、白金線で接点をつくつてやつたら、その後は完全オートメーション、眼を離していても大丈夫になつた。同じ様な苦勞を共にしておられる方々に呈す。(沢寿一)



最近の注目すべき粉砕機

細川粉体工学研究所 工博 松 山 卓 蔵

粉砕機の中で本説では主として微粉砕機に就いて、今後発展を予想される粉砕原理をもつもの、新しい設計のものに就いて述べてみる。吾人はミクロンミルを代表とする微粉砕機で産業界に些少の貢献を尽して来たことを誇りとするが、他社の新粉砕機の研究は今後の粉砕機発展の手掛りであり、又他山の石として他方面の進歩を知悉する事を怠つてはならぬ。およそ粉砕の研究は困難なものである。その粉砕機構を直接微視的に観察出来ぬ事、再現性の少い事、粉体群の物性的表現が定量的になし得ぬ事、更に粒度分布、表面積、粉末の形状等に尚不十分な分野が残されている。優秀な粉砕機を生むための着想も現在のミルを堅実に改良する方向と、飛躍的な新着想を追求するの両道があり、吾々の研究の方針としている。以下筆者等の注目を惹く機械について述べる。

1. ミクロシクロマット

仏の Societe Ultrafiné 社の Microcyclomat が最近我が国に紹介された。カタログ、特許等より判断して、革命的性能のミルとは感じられぬが、その考え方は興味があり粉砕原理として新分野を開いたとも思われる。

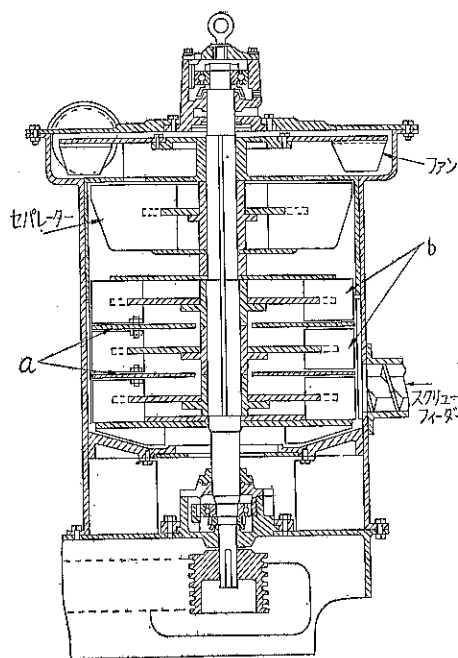


Fig. 1 ミクロシクロマット

この粉砕機は堅軸型の衝撃粉砕機によく似て居り Fig. 1 に示す如く、ローターは a 群の如き水平円板と b 群の垂直ブレード群の組合せよりなり、a, b 群は夫々弾性体で作られ微小振動を自由に行い得る如き片持ち構造をなす。ローター周速度は 25000 ft/min 以上であり、一方ローターとライナー間の最狭部を軸方向に流れる気流は 10000 ft/min でこのため a, b 群の振動板は 4000~15000 cycles/sec の微小振動をなし、粉砕機内部に 140 decibels 以下の可聴音乃至超音波を発生し且つ局部的に 0.025 atms 程度の圧力差とそれに伴う音速程度の噴流と渦流を発生し、これが粉体間の相互摩擦を惹起して粉砕を促進するというのである。実際性能については寡聞にして詳細不明であるが、音波エネルギーを使い粉体の分散を試みた点に興味がある。

2. ジェットミル

これは本誌 第 2 号 4 頁東大森教授、神保助手の「ジェット粉砕機の粉砕機構について」の寄稿があり、基礎的原理について詳説されているので簡単に述べる。ジェットミルは TiO_2 、農薬方面の超微粉砕機として工業的に使用され始めたが最大の欠点として装置費、運転費の著大なことが、その普及を妨げている。従つて全面的に衝撃粉砕機にとつて代わるという事態は考えられないが、そ

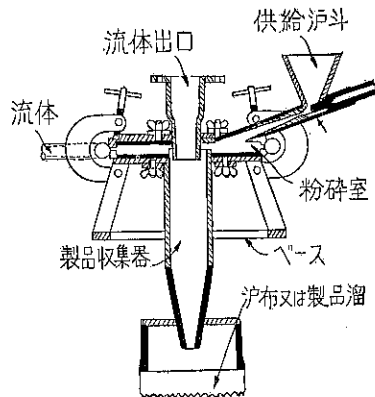


Fig. 2 マイクロナイザー

の粉砕製品の平均粒度の細かさに於いて、又低温粉砕が可能である利点に於いて、研究の進展と共にその応用分野が拡張されるであろう。我が国では TiO_2 の分散に米国 Sturtevant 社の Micronizer (Fig. 2,) 農薬に Fluid Energy & Processing & Equipment 社の Jet-O-Mizer が数社で採用され試用されているが、前者は 7~15 atm の蒸気で、後者は 7 atm 程度の圧縮空気で運転される。

粉碎に最も強力に作用する噴流速度がノズル付近で 600 m/sec 粉碎室内で 200m/sec であり、従来の衝撃粉碎機ランナーの周速（最高 150m/sec 一般には 100m/sec 以下）に比べて著しく高い。従つて後者に比べてより超微粉の可能性が期待し得るのであり、 TiO_2 粉碎でも衝撃粉碎では見られぬ優れた分散を示す。

3. 振 動 ミ ル

円筒又は槌状の機胴をスプリングで支持し、その内部に小ボールと粉碎原料を入れて、偏心荷重又はカムで微細な振動を与え粉碎することを原理とする振動ミルは約 30 年以前より研究されたが、粉碎機として特性少く工業化にまで至らなかつた。しかるに最近 Allis-Chalmers 社の Vibrating ball-mill (15×15 in) は小型とは言え可成大型の大凡 4×8 ft のボールミルに比肩する性能を出し、15HP で約 1 ton/hr 程度の微粉碎が可能と報告されている。(Fig. 3)

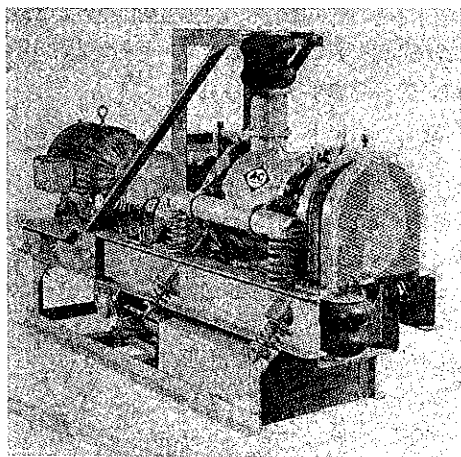


Fig. 3 Vibrating ball mill
(Allis Chalmers 社製)

A. C 社の振動ミルは旋動篩、バケットエレベーター、除塵ファン等と組合されて床面積の少いプラントとして市販されているが、現在硫酸バリウム、珪石、酸化ジルコン、合金鉄等摩耗烈しい分野に応用されている。機構上の特徴と想像されるのは振動数と振幅が可成広範囲に変化しうることで、粉碎

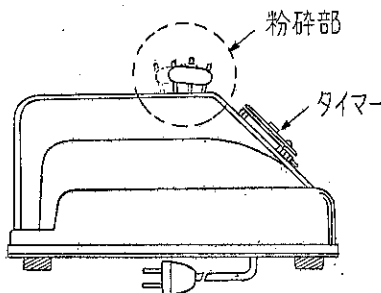


Fig. 4 Spex 社の振動ミル

媒体ボールは粉碎室の 80 % の容積を占めるが、これをして最適の振動状態にもち来し得ると想像し得る。振動機構そのものは当社のパイプシフターによく似て居るらしい。

次に述べる米の Spex 社製 Wig-L-Bug 混合機は実験室で数 g 程度の粉碎試料を得るのに、甚だ手軽なので紹介して置く。1½HP, 3600 r.p.m のモーター軸にベアリングが偏心かつ傾斜して取付

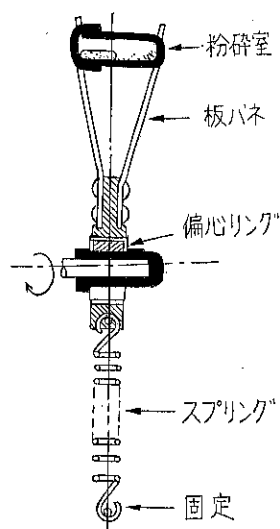


Fig. 4 の 2 粉碎部詳細

に可撓の二枚の板ばねが Fig. 4 の如く設置され、且つ下部スプリングでこれが回転しない様に把持される。粉碎室は径 1 cm 長さ 5 cm 位の不銹鋼製円筒カプセルで、この中に粉碎試料を入れ、これを前記の板ばねで挟み、モーターにより振動させる。振幅は約 3cm で少量の試料

の粉碎、混合によい。

Fig. 5 は特許公告昭 34-4600 選択粉碎装置で、半波整流された交流による電磁振動を用いた着想である。

所謂電磁パイプレーターの 3000

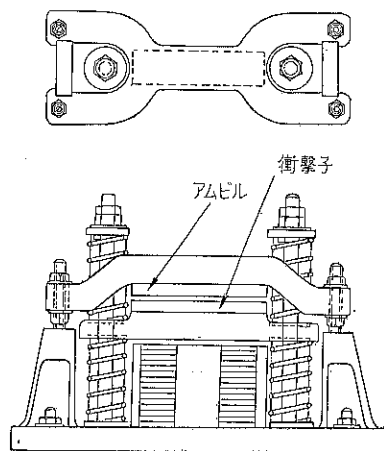


Fig. 5 電磁振動ミル

～3600 v.p.m. の振動で衝撃子とアンビルの間の粉碎材料を自由落下の間に粉碎する趣向で、粉碎間隙の異つたものを多数直列に設けることにより粒度の揃つた粒子を得るとされている。振動を用いたものは他に超音波振動を用いたホモジナイザー等もあるがこれについては本誌、頁の美馬氏の寄稿を参照されたい。

4. ハイスインクボールミル

一般のボールミルでは臨界回転数以上においてはミル

と粉碎媒体ボールは遠心力のため共まわりして粉碎効果は殆ど見られなくなる。この限界回転数を突破すべく幾多の工夫がなされている。Hyswing ミルについては本誌33頁に山内史朗氏の報告があるので詳細は略するが、簡単にその構造と作用を述べると(33頁 Fig.1 参照)2500 cc 容の小型ポットミル4ヶを70cm 径の円形枠に取りつけ、この円形枠を3~5 HPのモーターで190r.p.m. で廻す。この場合ポットミル自体円形枠の円周を公転すると共に枠の回転軸とポットの中心軸を結ぶチェーンによりポットは枠の取付け位置で自転する。枠軸とポット軸のチェーンホイールは同径であるので、ポットは外系から見ると枠軸と同方向を維持したまま公転するのである。ポット中の媒体ボールと粉碎原料は公転による遠心力を受け、ポット内壁を可成の速度で押しつつ旋回し、試料を微粉碎するのである。操作は湿式回分で行われ、従来のポットミルの所要時間の数十分の一で済むと報告されている。

同様な原理で特許公告昭33—3341号はポットに相当する粉碎部を自転とは逆方向に公転させて更に回転数の増加と、連続粉碎を目標とした複雑な機構を述べている。

5. サンドグラインダー

我が国の塔式摩砕機に関して周知のこととして、ほぼ同じ粉碎原理に属する米国のDupont社のSand Grinderについて略述する。これは粉碎媒体として20~40メシのOttawa 珪砂を入念に分級したものを用い、湿式粉碎又は分散に試用されている。使用珪砂は球状に近く、塔式では可成大きい媒体ボール(1/3~2")を使用してスクリュウ型攪拌機を用いるに對し、サンドグラインダーでは、Fig. 6 に示す回転円板が攪拌作用を与える。

従つて粉碎部の媒体濃度に関して大きな差違が見られる。粉碎性能に関して比較されるべきだが、詳細データの発表がない。非常に簡単な構造であり、可成大型化も可能なる故適用し得る分野も開発されることと思われる。

6. 剪断ロール

粗製葡萄糖、パラフィン、ステアリン酸等は低融点、粘着性、附着性等粉碎にとつて好ましくぬ性質がありこれを粉化する事は難しかった。衝撃力、圧縮力、摩擦力は発熱を伴い禁物で、剪断のみが残された手段である。葡萄糖を例に挙げれば、これは3"程度の板状凝固体として粉碎工程に入るが、この中に含有されるデキストリンはミル中で衝撃力等を受けると溶解し、ミル内に附着して一層発熱と吸湿、溶解を促進して遂に粉碎機の運転を不能とする。当社の新製品として紹介する剪断ロール(仮称)はこれらの物質の細粉化を目的として研究したもので、Fig. 7 に示す如く、鋭利な鋸歯状をもつ鋼線を円

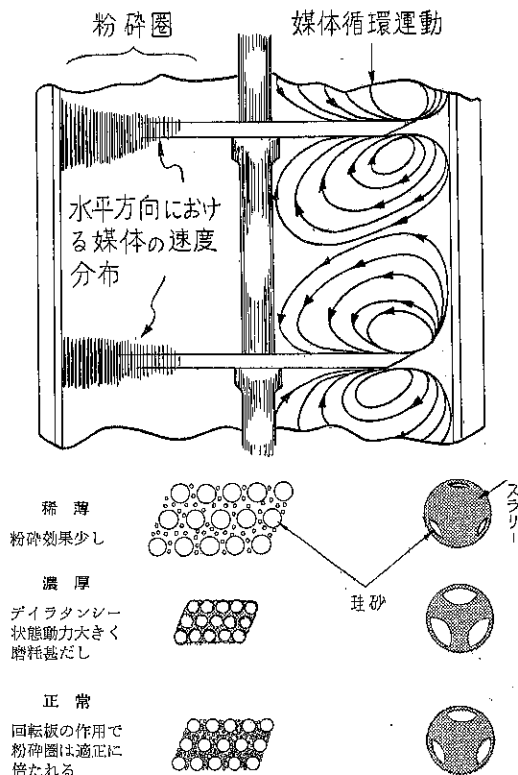


Fig. 6 サンドグラインダー

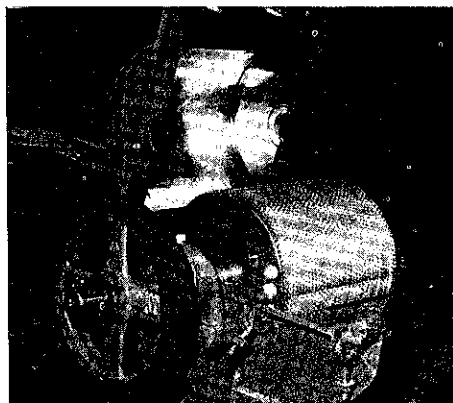


Fig. 7 剪断ロールミル

筒の外周に巻きつけ、これを可成高速で廻しつつロール表面に原料塊を人力又は自動的におしつける。鋸刃の剪断力はブロック表面を細かく削り取り粉化し得るのである。この場合鋸刃の歯数、剪断刃の高さ、取付けピッチ、ロール回転数、ロールに原料塊を押しつける力等により生成粉末の粒度が調整出来るのである。粉碎例を示せば、1~3 HPのもので粗製葡萄糖 130kg/hr 30メシ、固形パラフィン 40kg/hr 16メシ、イオン交換樹脂 60kg/hr 30メシ、その他粉末チーズ、即席カレー粉末、表面活性剤、椰子の実等従来粉碎困難とされていた難物の粉碎に成功して居る。

医薬品工業と粉体

武田薬品工業株式会社 神 沢 得 之 助

1 ま え が き

人間の病気を癒し健康を増進する医薬も工業として生産され市場に出される場合には単に“良薬は口に苦し”といつて治癒効果のある主薬だけをそのままの形で提供するわけにはゆかない。いわゆる Formulation (製剤)が必要で最終消費者の口に入るまで変質分解を防止し、味も良くし、分量も簡単に定められるようにしておかねばならない。そのために固形の製剤ならば種々の賦型剤とか甘味剤を加えて錠剤にしたり、さらにその上に砂糖の衣をかけたりゼラチン膜で蔽つたりする。このような生産工程で扱われるものは結晶であると否とを問わず粉体であつて、すべて化学を応用する生産工業では最終の消費形態である商品とする工程で多かれ少なかれ粉体を扱わねばならないのと同様医薬品工業もその例に洩れないのである。たとえば医薬で古くから用いられる錠剤は今日肥料工業においても一定量の使用という便利さと微粉末であるための輸送の困難とか損失等を考慮し、また吸湿性のものでは表面積の減少によつて湿気に対する抵抗性を高める等の目的で広く用いられ始めている。医薬といえども一種の化合物であるからそれを扱う時化学工業で用いられる種々の技術が、人体に何等かの影響を持つ化合物を扱うという点を除いて、種々の工程で用いられることは当然であろう。以下に二、三の実例を挙げて医薬品と粉体との関連を考えてみる。

2 結晶性粉末の大きさと薬効

医薬を経口的に服用した場合どの程度体内に吸収されたかを見るには血中濃度、尿排泄量等の測定から判定されるが、吸収に及ぼす要因は多数あつて不明の点も少なくない。しかし主たるものは胃液等に対する溶解度がまず問題にされるのは当然であろう。溶解度は物理化学的には温度が定まれば一定の値を示すが、溶解速度は結晶の大きさに関係する。従つて結晶の大きさがその薬品の有効血中濃度に到達する時間に影響するだろうと考えられるが、事実スルファジアジン¹⁾においてその一定量を内服した時、微粉末は米国局方結晶にくらべ遙かに早く有効血中濃度に達し、しかも高濃度を維持することが認められている。

またアスピリンについても同様な観察がされている。

古くからバイエルのアスピリンは国産品にくらべて効果が大きいという説がある。野上博士²⁾の実験によると血中濃度、尿中排泄量いずれも結晶の大きさによつて大きく影響されることが確かめられた。すなわち国産品のものは $40\sim 100\mu$ の大きさであるに対し、バイエル製品は 5μ 程度である。そこで 5μ 程度に粉碎した局方アスピリン末、局方アスピリン ($900\times 300\times 110\mu$)、バイエル錠剤の三試料の各アスピリン 500 mg 相当量を患者に服用させた時の 2 時間後の血中濃度、尿中排泄量は Table 1 のようになる。

Table 1 アスピリン吸収速度人体実験例

	局方アスピリン	5μ 結晶	バイエル錠
血中濃度*	4.46 mg %	8.48 mg %	7.15 mg %
尿排泄量**	33.4 mg	54.3 mg	49.4 mg

* 540 mg 服用, 3 人平均, 2 時間後

** 540 mg 服用, 2 時間後

この結果結晶粒子の細かい方が吸収が早いことは明らかであるが、もつと大きな $900\times 500\mu$ 程度の結晶でもその厚みが 30μ 程度ならば吸収は 5μ のものと変わらないが $60\mu\sim 100\mu$ の厚みになるとかなり悪くなることも明らかにされている。

無機の医薬品についてもたとえば制酸剤として知られている水酸化アルミニウムゲルに関して³⁾ 3 種の市販品中 A は $85\sim 100\mu$ で形状不規則、B は $20\sim 94\mu$ で球形、C は $40\sim 230\mu$ で不規則であるが、粒子の小さいもの程制酸力が大きいことが認められている。もつとも水酸化アルミニウムのようなものの制酸力は主として無定形のもの強く、結晶性のものでは余り効力がないという事情もあるので一概に粒度だけを効力に関係づけることはできない。

このような例を見ても医薬の効果に粉末の粒度がかなり大きな意味を持つていることがわかるが、粒度を小さくそろえるためには結晶折出の条件を適当に調節してやるか、粉碎工程を経るかによらなければならない。ただ薬効という点からは上述のように粒度の他に結晶性とか、さらにこまかいことをいえば結晶に同質異像があつてある結晶系のものは他の結晶系のものよりも溶解速度が早いということもあり得るから粒度以外の考慮も必要

である。

最近の医薬ではこのように単に吸収を早くするだけでなく逆に吸収を遅くして1回の服用、主として注射で長時間血中濃度を維持しようというものも多いが、このような製剤と結晶粉末の大きさとの関係については後述する。

3 粉末薬品の吸湿性

粉末薬品が吸湿によつて湿潤、固化したり着色変質したりすることは往々見られることで、このような変化で商品価値がなくなるのを避けるために種々の物理的、化学的方法で防湿が考えられている。吸湿性は或る薬品が本来持つている性質の一つであつてある意味ではどうしようもないのであるが、非常に吸湿性が強いものでなければある程度粉末粒子の大きさで吸湿量または吸湿速度を加減することができる。結晶そのものでなくても主薬である結晶を他の固体粉末で稀釈した散剤とか、錠剤の製造工程で打錠前に一度作られる顆粒(Granule)も含湿量が増すと流動性が悪くなつて商品価値を落したり、製造工程にうまくのらなかつたりすることが起る。従つて粉末または顆粒の流動性を含湿量と関係づけておくことは実際の意味がある。

Craik 等⁴⁾による実験を一例として述べる。流動性の測定として angle of repose (休止角)をとる。休止角の測定は簡単には粉末を漏斗を通してグラフ用紙の上に静かに落し粉末堆積の頂上が漏斗の下端に達した時の堆積の円形底面の直径Rと高さHとから休止角

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{2H}{R}$$

を算出するのが普通である。流動性の良いもの程 α は小さくなる。

3種の試料、無定形有機化合物として澱粉、結晶性有機化合物として蔗糖、結晶性無機化合物として食塩を取り、後の2者は粒度の大小2試料について実験した。この5試料をある一定温湿度の密閉容器に24時間放置して平衡後含湿量と休止角とを測定する。含湿量を Table 2 に示す。表から見て表面積の増大から当然とはいふものの粒度の小さい方が同じ条件で多くの水分を吸収するこ

Table 2 二、三の粉体の粒度分布

相対湿度 (%)	澱粉	蔗糖		NaCl	
		(100 μ)	(10 μ)	(100 μ)	(10 μ)
42	5.5%	0.01%	0.07%	0.01%	0.03%
65	8.6 "	0.08 "	0.14 "	0.01 "	0.06 "
81*	10.7 "	0.12 "	0.20 "	0.09 "	0.14 "

* この時の含湿量は平衡値ではない。

とがわかるし、また澱粉は多量の水分を吸収している。81%では蔗糖と NaCl は殆んど潮解している。

つぎに各試料の相対湿度4%以下と65%の時の休止角を示すと Table 3 のようになる。

Table 3 二、三の粉体の含湿量

相対湿度 (%)	澱粉	蔗糖		NaCl	
		(100 μ)	(10 μ)	(100 μ)	(10 μ)
4以下	48	36	54	37	42
65	62	43	62	39	45

この2つの表から含湿量が増すと休止角が大きき流動し難くなるが、その程度は物により異なり澱粉は変化が大きき NaCl ではそう大きくないことがわかる。一般に休止角ではやや流動し難いが30~40°では流動し易いといえる。また結晶性物質であつても粒度が小さいと流動し難いが、その流動性の変化は蔗糖と NaCl とでは異なる。

ところがこれ等の試料に MgO を数%加えると興味ある現象が起る。澱粉ではどの含湿量のものでも休止角は10°程低下し流動し易くなる。蔗糖では粒度によつて異なり、10 μ のものは1~2%の MgO 添加でどの含湿量のものも大体同じ休止角にまで下るに反し100 μ のものでは吸湿量の低いものの休止角はむしろ上る傾向で、吸湿量の多いものは2%の MgO 添加で流動性は良くなり低含湿量のものと同じ程度の休止角を示す。食塩についても蔗糖と同様の傾向が見られる。外観から見ても MgO を加えないものは高い湿度の下では Caking を起したり、容器壁に付着したりするがこういう現象も1%以下の MgO の添加で防止される。

以上の事実は粉末の商品価値から見てもかなり大きな実用的意味を持つものであり、適当な粒度とその物質に最も適した添加物を選ぶことによつてある程度の湿度下でも流動性の良い粉末を保存することが可能になる。

4 顆粒と錠剤

錠剤は一定量の医薬を容易に服用し得るという点に大きな意味がある。従つて錠剤成型機(打錠機)はいわば一種のメスシリンドラーである。ところがこのメスシリンドラーで測られる実体はいうまでもなく粉末であつて、均一に混合された医薬の粉末が適度の流動性で流れとまないと錠剤個々の重量とか、主薬含量が變つて来て本来の製造目的を達しない。また錠剤は市場に提供され消費されるまでの期間その形が保たれていることが必要であり、その上体内の胃液等で容易に崩壊するという性質も備えていなければならないから主薬以外に結合剤とか、

崩壊剤とかを加えてある。このような種々の粉末の混合物をそのまま打錠機にかけることは主薬の均一分散とか粉体の飛散による損失防止等の点で十分でないので多くの場合一度顆粒にしてから打錠機にかけるのが普通である。

顆粒を作るには湿式法と乾式法とがある。湿式法では粉末を適当な結合剤と共に水または有機溶媒で濡らしふるいにかけた後乾燥するか、Rotary drying した後大きさを整える。この工程には種々の Granulator が使われるがいずれも適当な条件で湿潤した粉体はある大きさの網目から押出すものである。一方乾式法では粉体を一度大きな錠剤すなわち slug に圧縮しておいてこれを粉砕機にかけるので一名 Slugging Process ともいわれる。この方法は湿式法で水等を使うと薬品相互の反応が起るとか、水分あるいは乾燥時の加熱だけでも分解が起るといような場合に用いられる。粉砕機にはハンマーミルの変型である Comminuting mill (Fitz mill) が使われる。この型の機械は rotary granulator と共に湿式法でも利用でき、その特徴とする所は用途の多様性で、screen size, rotor の速度、blade の型が簡単に変えられる点にある。

このような Granulation の方法は単に製薬に使われるのみならず最近粉末冶金とか成型プレスに feed し易いプラスチックの粉末を作るのにも用いられる⁵⁾。

5 懸濁液

薬効を持続させる方法として水溶性薬品の油性懸濁剤、水および油に難溶な薬品の油性懸濁剤の他に水に難溶な薬品の水性懸濁液等がある。これらはいずれも固体を液体中に浮遊させて長期間の保存に耐えねばならず、また結晶の形とか大きさによつては注射針中でつまることがあるので製造上種々の注意が必要とされる。また懸濁液のレオロジー的な性質も問題になるのでプロカインペニシリンの水性懸濁液に関する研究⁶⁾を一例としてあげておく。

この研究の最終目的は血中濃度持続時間が長く、注射時にプロカインペニシリンが注射針につまることがなくしかも安定な懸濁液を作るにある。クエン酸ソーダ、メチルおよびプロピルパラベン、Tween 80 を含んだ水溶液にプロカインペニシリン G 結晶を 40~70% (W/V) 懸濁させるのであるが、結晶ペニシリンをまず粉砕して適度の粒度のものをつくつた。これには一方ではハンマーミルで粉砕した少し粒度の大きいものと、他方は Air reduction mill で粉砕した粒度の小さいものを作つておき両者を混合して種々の粒度分布をもつ粉末をつくる。

こうして得られた粉末の粒度とその分布、粒子形とその分布、比表面積、密度、表面エネルギー等と懸濁液の性質とを少し調べてみると比表面積と粒度分布とが他の性質よりも重要な相関性を持つことがわかつた。比表面積は空気透過法で測り Kozeny—Carman 式から求めたので小さな割目とか孔とかを無視して表面平滑として扱つたがこの場合は十分である。粒度分布は顕微鏡法を用いたので精度が落ちどちらかというとき比表面積の方がより意味があると思われる。もとの 2 種類の粉末の粒度分布を示す Fig. 1 のようになる。A の方は比表面積 3,000~9,000cm²/gr, B は 10,000~100,000cm²/gr で前者にくらべて粒度は大分小さい。

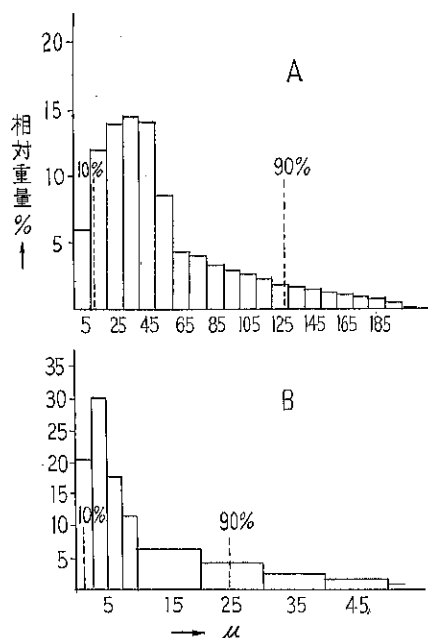


Fig. 1 プロカインペニシリンの粒度分布

さてこの 2 種類の粒度の結晶を上述の添加物を加えた水溶液に高濃度に懸濁させると一見歯磨きのようになり力を加えないと流れなくなる。注射の際に注射針から懸濁液が流れ出るには 2,000 cm⁻¹ 以上の剪断速度を与える要があると計算される。このような性質の流れを解析するには Fig. 2 のようなレオグラムを取つてみるのがまず常法である。図中の曲線はいずれも剪断速度が上昇時と下降時とで Torque の変化が同じ曲線にのらないでヒステリシスを示し、いわゆるチキソトロピーと称せられる性質を示している。図中 T₁, T₂, T₃ という点はこの点で初めて懸濁液が流れ始めるので、この Torque の大きさが最終製品の注射可能で血中濃度遅延作用があるという性質に最も密接な関係を持つてくる。

T 値の大小と粒度とがどのような相関関係を持つかを

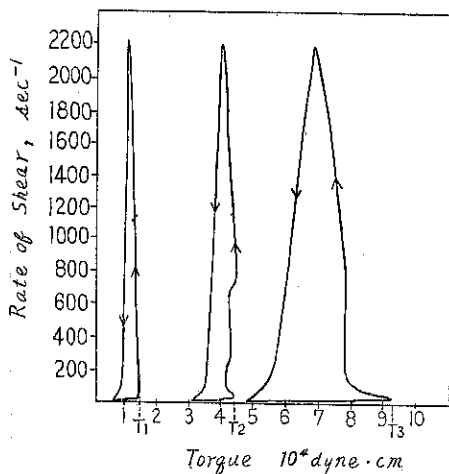


Fig. 2 プロカインペニシリン懸濁液のレシオグラム

まず調べて見る。上述のA、B 2種の粉末ペニシリンをA : B = 1 : 3の比で混合して粒度分布を平均化したものを使って数段階の濃度の懸濁液をつくりそれぞれのT値を求める。一方試料の比表面積と粒度分布も測つておく。同様のデータを粒度分布の中がもつと狭い試料についても取つて比較すると同じ懸濁液濃度ではある比表面積の範囲(15,000~25,000 cm²/gr)で比表面積の変化がT値に及ぼす影響は粒度分布の広い方が大きいということが見られる。同一試料すなわち粒度分布と比表面積とを一定にした時の濃度によるTの変化は簡単な曲線を示すが、この関係から任意のT値を与える粉末の比表面積と濃度とが決められる。

以上の諸量を今度は懸濁前の注射の難易に関係づける。このために注射し易さを計量化する必要があるが、それには注射針を天秤の秤ザラにのせたゴム板に密着させて、別のサラにおもりを加えて一定圧力で懸濁液を押し出す。この時液が針の中につまつて出てこなくなる重量を注射し易さの目安にする。従つて5grでつままるものは15grでつままるものより流動性が悪くつまり易いということになる。流動性をT値で示すと面白いことには比表面積、濃度のいずれかまたは両者が大きく、従つてT値が大きいものはつまり易く、またT値が小さいものでもつまり易くて丁度両者の中間のT値を示すものが注射し易い。すなわち注射し易いという点から比表面積は10,000cm²/gr以上、T値は1,000,000 dyne·cm以下の懸濁液が適当であるということになる。

次にこのような懸濁液を注射した時に生物体内で固まつてほぼ球形をしているか、流れたような形をしているか、またそのような形がペニシリンの血中濃度持続時間

とどのような関係にあるか、そしてそれらと粉体特性とどう関係づけられるかが研究対象になる。実験の結果はT値が100,000 dyne·cm以上のものは筋肉内に注射するといわゆるデポを作つて固まつており、T値がこれ以下または明瞭なT値を示さないものはたとえペースト状であつてもデポを作らず、また24時間後にペニシリンの痕跡もなくなつてしまうことがわかつた。T値が600,000 dyne·cm程度のものでは血中濃度は96時間後でも有効血中濃度を示している。これらの実験結果は血中濃度の持続にはデポの形成、従つてT値が重要な意味を持つていることを示し、前にあげた注射し易さに対する比表面積とT値の制限に加えて、T値の下限が100,000 dyne·cmであること、粉碎と取扱い易さから比表面積30,000 cm²/grが上限となり、これで目的とするプロカインペニシリン結晶の粒度とに関して最適の物性範囲を決定できたのである。

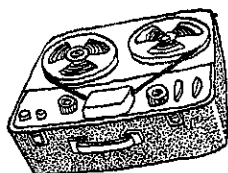
6 結 語

以上医薬品の製剤において粉体の関係する二、三の問題を述べたが、製造工程においてもそうであろうが、分析的な基礎データを取るためにも精度能率ともに良好な分級機の出現が必要ではなからうか。一応その粉体の粒度分布を知つておくことはこの方面の研究の最も基礎的なデータになるはずであり、しかも現在種々の粒度の範囲にわたつて迅速確実な測定法がない以上、二、三の方法で得られた値の中最も妥当と考えられるものを採用しなければならず、かなり煩雑である。医薬の関係する粒度範囲は大体数 μ から100 μ 程度の所が多いと見られ、この範囲で上述のような分級機が得られれば研究能率も大いに上ると考えられる。

(1959. 6. 23 記)

参 考 文 献

- 1) Reinhold et al ; Amer J. Med. Sci., **210**, 141 (1945)
- 2) 野上, 加藤 ; 日薬誌 **7** (薬剤部長会年報 15), 152 (1955)
- 3) 松村, 古賀 ; 薬剂学 **10**, 2-17 (1956)
- 4) Craik et al ; J. Pharm. Pharmacol., **10**, 136 (1958)
- 5) Peck ; Chemistry and Industry 1674 (1958)
- 6) Ober et al ; J. Amer Pharm. Assoc. **42**, 667 (1958)



新日本化精工業を尋ねて

「粉は魔物である」ついこんな言葉が出てしまう程、粉と云うものは女子小人以上に扱いにくい天邪鬼である。全くお天気ものである。この厄介物と毎日取組んで、その日々の経験の中から、理窟なしに一つの法則が導き出され、実際に活用される例も少なくない、それは研究者にとつても一つの考え方を飛躍させる階段になるかも知れないし、又現場で直ぐ応用出来る新智識であるかも知れない。それを狙ったのがこの“お説拝聴”である。

これが将来高邁な学説になるかならぬか、それは今の問題ではない。あなたが成る程と思われるか思われぬか、それも今の問題ではない。とにかく“お説”を拝聴してみよう。

き き 手 当 研 究 所 松 山 卓 蔵

その第一回の試みとして、タルク粉砕業界のエース新日本化精工業株式会社を尋ね小林社長と西田技術部長からお話を伺った。

松山「タルクの粉砕加工では国内需要の70%を扱っており、とれるときいておりますが、他にどのようなものを粉砕しておられますか？」

小林社長「殆んどはタルクですが、他にクレー、カオリン、酸性白土、ベントナイト、珪藻土等も扱っております」

松山「微粉砕機の設備は？」

小林「終戦後焼残つたものを改造した turbo mill 100 HP のものが3台と、ミクロンミル 30 HP が5台あります」

松山「それで生産量はどの程度ですか」

小林「そうですね、月産 3500 Ton 位です」

松山「ミクロンミルを据えられました動機は？」

小林「終戦後3台の turbo mill でタルク、ベントナイト等の微粉製造販売にかかりましたが、その頃は粉砕技術の水準が低くて、1台1台の能率が全部違ふんです。色々改造して恰好はドイツ式のものになりましたが、それで月産30 ton 位でした。その後西田技術部長が入社して骨を折ってくれましたが、それでどうやら月産 100 ton から 150ton 位まで生産出来る様になりました。しかし1ヶ月に3回位は故障して、Balance が狂うとその取方も分らない状態でした。丁度その頃、昭和26

年でしたか、紡績関係に大口の需要があり、とてもこのままでは註文がとれないので細川鉄工所へ相談に行った訳です」

松山「こちらはタルクの粉砕では吾々以上に専門家でいられる訳ですが、現在ミクロンミルでどの程度の性能をあげていられるでしょう」

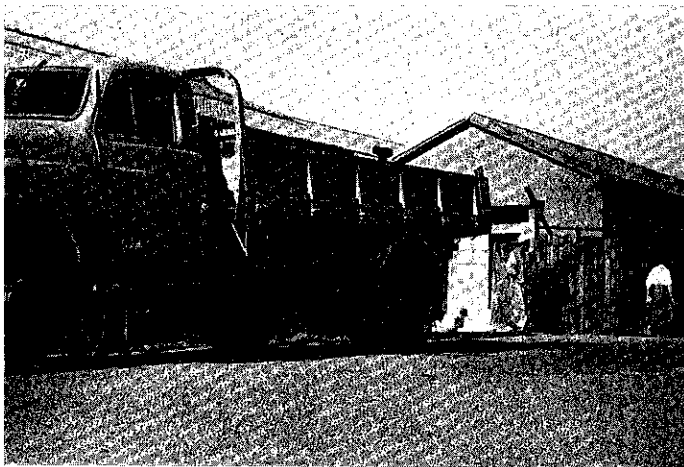
小林「そうですね、満州タルクの場合ミクロンミル 30 HP 1台で大体300メッシュ 99% pass のものを1時間当たり 750 kg は生産しています」

松山「それについては色々機械に工夫を加えられたと聞いていますが……」

小林「テーブルフィーダーは大型に変えました。きれいな製品を作るには原料の供給条件が最も重要です。フィーダーが小さいと供給量にむらがあり、良い粉が出来ません。それから、うちではノックを2本に減らし



タルクの山



工 場 正 面

て、第1ランナーを投入口側に近ずけて使っています。こうすると粉碎効果が大きく、能率が安定しますね」

松山「西田さんは今度の試験用粉体のJIS規格の制定では色々とお骨折りになつたときいておりますが、一つ粉碎と云う仕事について技術的な面から日頃お考えになつておられる事をおきかせ下さい」

西田技術部長「これは私だけの考え方も知れませんが私は粉碎機はカタログ等にかかれてある仕様の馬力よりも大きい馬力のモーターをつけて使っています。うちのturbo mileは75HP用ですがこれに100HP、ミクロンミルは20HP用ですが、これに30HPのモーターをつけています。この方が馬力当りの能率がぐんとよしいね。これは結局、粉碎機内のHold upが大きい程よいと云う事になるのではないのでしょうか？ 私は是非そのうちに粉碎機内の粉体濃度について調べてみたいと思つていますが、……とにかく粉体同志の相互作用による粉碎効果が最もよく働くのではないか、恐らく粉碎の70%はこの効果によるものではないかと思つています」

松山「成る程、しかしその点では私は少し意見が違うのですが、私はやはり最初の衝撃による粉碎効果が一番大きな役割を果たしている様に考えているのですが…」

西田「それから面白い事があります。それは同じタルクでもハンマーミルで粗砕したものよりもロールクラッシャーで砕いたものの方が後の微粉碎がし易いです

ね。この訳はよく分らないのですが…
…、それからもう一つ、これも最近スクリーン型式のミルを使つて気付いたのですが、スクリーンの穴の大きさは粒度に殆んど影響しないと云う事です。3mmと0.5mmで比較してみましたが、粉碎粒度は全く変わりません。これも先程の件と同じ事が云える様で、飛び粉が入るのはHold upが変るからだと云えそうです。Over chargeで粉碎すると殆んど飛び粉が入りません。運転の初期と終りに入る様です」

松山「仲々面白いお話です。これは私も一度確かめてみたいと思います」

西田「それから私は粒度分布は遺伝すると云う考えをもつて居るのです」

松山「それはどう云う意味ですか？」

西田「つまり、原料の粒度分布の形即ち巾は微粉碎しても、只山の位置がずれるだけで、その形(巾)は変わらないと云うことです。云いかえますと原料の粒度分布の巾は粉碎によつては矯正出来ないと云うことです。種が悪ければいくら細かくしてもよい粉はとれませんよ」

松山「成る程、これは面白い新説ですね。確率論的に扱えば、そう云う事は云えるでしょうし、大きな研究テーマになりますよ」

西田「ですから私の方では微粉碎よりも粗砕の方に重点をおいています。微粉碎の方は放つておいてもよいのですから女工で操作できますが、粗砕機の方は優秀な工具をつけて、粗砕される製品を常に定常に保つため意を払つています。こう云う点からみると、粉碎操作と云うのは初期が大切で、粗砕と云う言葉は不適当ですね。粗砕機は決してそんな雑な機械ではありませんよ。今までは殆んど分級にエネルギーを使い過ぎていたのではないのでしょうかね。分級してもなかなか山の形を変える事はむづかしいですから、私はむしろ原料の篩い易いときに形を整えておかねばならんと思つて居るのです。」

松山「色々興味あるお話をありがとうございました」

(文責在 横山)

最近の興味ある粉碎、分級試験例

株式会社細川鉄工所の粉碎試験室では御需要家の御要望に応じて毎日各種の粉碎、分級等の実験が行われ、種々なる技術上の難問題が解決されて技術の進歩と能率の

向上が行われています。

ここに本年の初め以降の試験日誌に目を通して比較的興味ある実験例を摘記してみました。

No.	原 料 名	目 的 又 は 用 途	テ ス ト 所 見
1	亜鉛華	顔料 10 μ cut	附着防止装置付ミクロンセパレーターにて成功
2	亜鉛華	顔料 80 mesh で節別	ミクロンシフターにて目塞りなし
3	亜鉛末	10 μ cut	ミクロンセパレーターで鋭敏に分級
4	アルミナ	陶器原料 5 μ 85% pass に分級	ミクロンセパレーターにて成功
5	エポキシ樹脂	75 mesh 35% Pass	ハンマーミル
6	カーボン黒塗料	拡散	ディスパーミルにて良好
7	橄欖岩	鋳物砂 150 mesh cut	ミクロンセパレーターにて成功、師の場合は消耗劇しく補修費が高価
8	クリム	拡散	ディスパーミルにて良好
9	珪藻土	製紙他 325 mesh. 99.99% pass	スーパーミクロンにて良好
10	硬質塩ビ板	6 mesh 63% Pass	ハンマーミル
11	合成弗化カルシウム	300 mesh 全通	スーパーミクロンミルにて良好 製品見掛比重 0.17g/cc
12	黒鉛	3 μ cut	スーパーミクロンミルにミクロンセパレーター直結して成功
13	ゴム屑(細粉)	ゴム屑とセイン屑の分離	ミクロンセパレーターにて相当シャープに分離される
14	ゴム屑(タイヤスポンジ)	30 mesh 43% Pass	コニカルパルベライザーにて良好
15	四塩化炭素+溶剤	分散	ディスパーミルにて良好
16	蛇紋岩	325 mesh 99% Pass	スーパーミクロンミルとミクロンセパレーター直結型にて好能率
17	スチロール樹脂	30 mesh 80% Pass	ミクロンパルベライザーにて可能
18	大豆	豆乳用	カッター、ミクロンパルベライザーにて良好
19	大豆しぼり粕	250 mesh 全通	ミクロンミルG型にて良好
20	ナイロン	30 mesh 60% Pass	ミクロンパルベライザーにて可能
21	ナイロン糸屑	5%以下に切断	カッターミルに風車吸引型式にて良好
22	ヒマシの芽	10~14 Mesh が最大	カッターミルにて歩留 約50%
23	フェノール樹脂	30 mesh 95% Pass	ミクロンパルベライザーにて良好
24	フェノール樹脂	300 mesh 96% Pass に分級	ミクロンセパレーターにて回収率 95%程度
25	フェノール樹脂	150 mesh 100% Pass に分級	ミクロンセパレーターにて回収率 77%
26	芒硝	16~120 M 希望	ロールミルにて約70%の歩留
27	ポリエチレン樹脂	50 mesh 80~90% Pass	ミクロンパルベライザーにて可能
28	ホワイトカーボン	ゴム充填剤 300 mesh 97% Pass	スーパーミクロンミルにて良好
29	椰子の皮	200 mesh 63% Pass	ミクロンパルベライザー
30	椰子の実	香料抽出 2~4 %角	ハンマーミルにて良好

(註) 本記録は実験の一例であり特に機密を要する物は除外しましたが、御実験者の利害を考えて記述は出来るだけ抽象的簡略なものとしました。

(細川鉄工所製造部次長 井上貞敏)

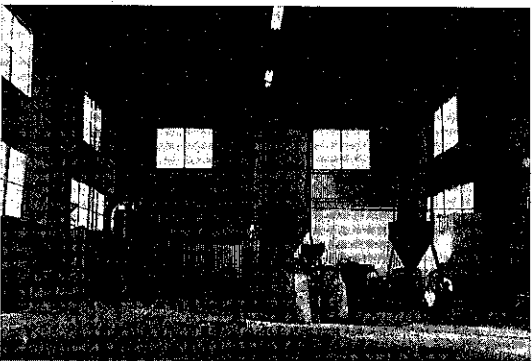
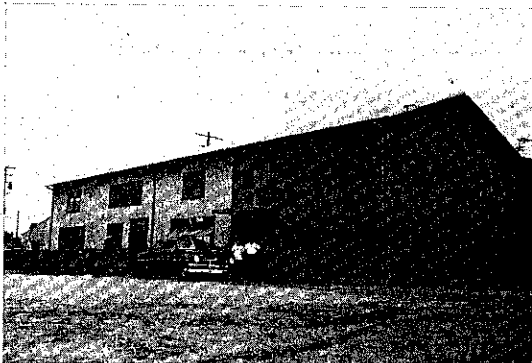
年間行事

☆ 細川粉体工学研究所の建物竣工

(昭34.3.10)

昨年9月1日本研究所が発足後、その建物は本社事務所前用地に建設され昨年12月11日地鎮祭、本年3月10日鉄骨スレート葺一部二階建、延 115坪が竣工した。

階下は事務室、研究室、実験室、部長室、倉庫、階上は図書室、会議室、来賓室、所長室、応接室として使用され漸く体裁と内容を整えた。



上 竣工した細川粉体工学研究所
下 粉体実験室

☆ 発明考案奨励展 (昭34.3.17~23)

大阪市立工業研究所、大阪工研協会の主催により、特許庁、大阪通産局、大阪商工会議所の後援で「第五回発明考案奨励展」が市立工業研究所に於て開催された。当社も新製品篩分機“パイプシフター”2種を協議出品し

た。“パイプシフター”は当社細川社長が過去数カ年間にわたり実験を重ねて苦心設計した小型高性能の万能篩分機であり来会者の賞讃を博した。

☆ 細川専務東南亜細亜出張

(昭34.3.21~4.24)

当社細川益男専務は昨年5月香港市場を視察したが、今春大阪商工会議所内アジア経済協会によつて編成された東南アジア経済協力団に参加し約1カ月に亘つてフィ



羽田空港より出発する細川専務
(前列右から2人目)

リッピン、ヴェトナム、インドネシア、シンガポール、マラヤ、タイ、香港、台湾の各地を訪問した。この地域は戦前戦後を通じて当社の粉碎機が多数輸出使用されており各地で熱心な引合と技術相談を受けた。マラヤのクアラルンプールの飛行場に於て当社製ミクロンミルの型録を頭上にかざして目じるしとした熱心な現地ユーザーの歓迎は感激であつた。フィリッピン、マラヤの処女資源、香港の軽工業と国際性、台湾の同種民族意識による親日感情等のことが共感を呼んだ。帰国後もこの成果として毎日多数の引合照会が殺到してすでに数件の成約をみている。

☆ 東京日本国際見本市 (昭34.5.5~5.22)

今年は晴海埠頭の大会場に於て特に盛大に開催された。逐年の盛況はまことにマンモス会場の感があつた。当社も毎年の例に依り3小間を連ねて各種粉碎機、分級機、篩分機等を拾数台展示した。小中型の実用機で機種が多種に亘つた為見学者の関心を集め期間中毎日60~70件の具体的引合に接して成果を挙げた。

明35年(1960年)は4月9日より4月26日まで当本社の近辺の大阪市港会場に於て開催されすでに小間申込みを了し出品を準備中である。



盛況の東京国際見本市

☆ 粉体技術講習会（昭34.5.14）

「最近の粉体技術の問題分析講習会」が日刊工業新聞

と工業技術振興会の主催を以て東京神田の山口ホールで催された。当社よりは松山技術部長が粉砕機を担当し「粉砕機の特性と問題点」と題して講演した。

参加者多数。

☆ 粉砕試験室の利用状況

各種粉砕機、分級機の外必要な検査測定器具を配備した当社粉砕試験室はすべて御案内の通り過去何十年に亘り当社営業の特徴的存在であり最近では各所で行われはじめた此種施設の先駆であります。建坪 110坪、電源 75HP 技術員数名を配した設備は広く御需要家の御便益の為に開放されております。昨年11月以降本年6月に至る利用状況は下表の通りであります。

年月	昭33.11	12	昭34.1	2	3	4	5	6
件数	35	27	18	42	39	39	39	44

（営業部次長 間島淳一郎）

東京支店だより



石の上にも3年、と言う。この5月より東京支店は3年目を迎えた。段々に内容も充実し受託高も増え……と言うと結構至極ですがそれだけに日々激しい商戦に神経をすりへらしながら一同3年目の石に花を咲かせ様と益々奮闘しています。

昨々年東京国際見本市に第一步を印した私達は此度第2回目の見本市を先日終えました。此度は外人バイヤーの数も多く直接支店へ来社テストも数件あり既にベネズエラ他マニラ向成約も見、年々見本市は盛んになってくる様です。そのみならず昨年暮頃から外人の来訪しきり、国内のみならず海外にも当社の技術が信頼を受けている事を非常に頼母しく思っています。内需のみならず、輸出にも力を入れて当社のモットーである“技術を



売る”を益々拡大して皆様の信頼と私達の誠意による3年目の立派な成績を残したいと思っております。

§ 第三回東京国際見本市（1959年）

去る5月5日から晴海・大手町両会場に於て開催されたが終始盛況裡に22日を以て終了した。会期中両陸下の御来臨があり、日本を始め24カ国が参加、10万点に上る出品物があつた。今回は東京支店という根拠地があつた関係上準備、開催極めて好都合に事を運び得、なお大阪本社営業部より矢吹、藤井両係長及幸光係員の交替応援を得極めて有効に宣伝、PRした事は今後の業績に寄与する所多大であつた。特にパイプシフターは来客の興味の焦点となつた模様で、今後この方面への進出は重大な

意義があると察せられる。

配布した招待カード数 700枚、この内過半数を関東近辺に配布し、外地向は略 100であった。又会期中具体的な相談又は引合を受けた件数は 1,070件。配布された型録は総数略 11,000部、出陳機械全部実演可能とした為会期中試料持参で実験した件数も非常に多く多大の成果を収め得た。

出 品 機 械

スーパーミクロンミル (M₂₀₂NC) 本体のみ
ハンマーミル (5 HPモートル付)
バーチカルミル (")
ミクロンパルベライザー (") SOS-7 製
バイブシフターB型 (1/4HP付) SUS-7 製
カッターミル (3 HPモートル付)
ミクロンコロイドミル (5 HP 付)
デイスパーミル (5 HP 付)
縦型デイスパーミル (3/4HP 付)
サンプルミル (1 HP 付)
ミクロンセパレーター (Mon付)

以 上 11 機 種

担当者 東京支店 八木節男を主任として大阪本社より各営業系の応援を得。

§ 試験室の状況

支店試験室は相変わらず大繁昌で大体 1 週間位先迄予定されている状態で、毎日あわただしい活況を示しています。一応試験室設備諸機械を紹介しておきますと

スーパーミクロンミル M₂₀₂ (本体)
" M₅₂ (7 1/2 HP)
ミクロンミル Mon型 (1 HP用)
ハンマーミル H₁₅ (5 HP用)
サンプルミル 2 種 (各 1 HP用)
ミクロンパルベライザー 2 種 (各 5 HP用)
コロイドミル C-1 (5 HP用)
デイスパーミル D-1 (5 HP用)
バイブシフター A型及 B型
ミクロンセパレーター (MS-1 型)
バーチカルミル (5 HP用)
カッターミル (3 HP用)

その他 計 17台、なお 1~6 月間の粉碎試験室利用状況を下に表出致します。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	合計
台数	24	40	15	37	21	42	179
件数	18社	24	22	21	15	31	131

機種別に利用度の高いものは矢張り M₅₂、MP-1、MS-1、H₁₅、(以下略)の順である。

※昨年後期に比して、更に増加している。

(支店長 細 川 明 彦)

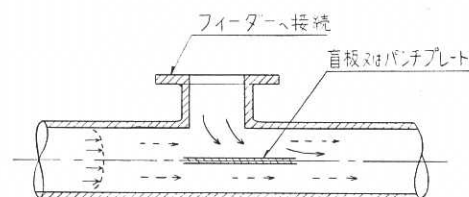
Micromeritist の Idea

粉も両手に空気

水平の風管内へ粉を供給する時に、下の方に貯つて、動かなくなり御困りの方はありませんか？ この様な時にちよつとした工夫が案外うまくいくものです。

図の様に供給位置のパイプの中間辺に盲板か、パンチプレートをし張るとこの苦勞は完全になくなります。一旦供給機から落ちた粉体が、このプレート迄に一部ガス流れに乗つて、運ばれますが、残りの一部はそのままこの板の上に落ちて来ます。この時上からと下から空気が粉を浮かせようとするので、粉はパイプの下に貯ることなく完全に気流に乗ってくるのです。レイノルズさんがパイプの中心の流速が最大であると述べてからもう何年になりますかな？

粉もやつぱり真中が良く、両手に花、いや両側に空気流れがある方が良いらしい。(m.m)



編 集 後 記

2号までは廿数頁だったこの“粉碎”誌が3号は倍を超えるの頁にふくれ上りました。内容も各号毎に充実して技術専門紙としてはずかしくない立派な体裁を整えてきたことは編集子として誠に肩身の広い次第です。

これは偏に各界の諸先生方の御寄稿と御協力によるもので、今回は多くの方々からの玉稿をいただき、豊富な内容を盛る事が出来ました事を厚く御礼申し上げます。

この“粉碎”誌が粉体技術者のサロンとして親しく利用される事を願い、皆様の御指導御鞭撻をお願い申し上げます。(横山)

“粉 碎” 1959年 夏季号

昭和34年7月20日印刷

昭和34年7月25日発行

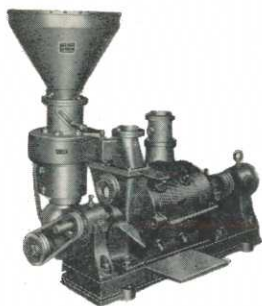
編 集 者 横 山 正

発 行 所 細川粉体工学研究所
大阪市港区三ツ樋町11番地
(非売品)

印 刷 所 K.K ナニワ印刷所
大阪市北区川崎町38

細川の粉碎機

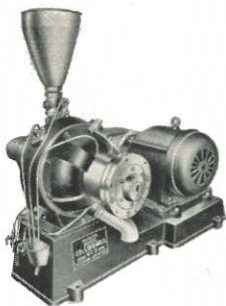
粉碎・乳化・分級・篩分・輸送・集塵 その他 粉体化学機械装置 設計 製作



スーパーミクロンミル



ハンマーミル



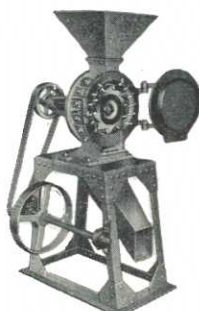
ミクロンコロイドミル



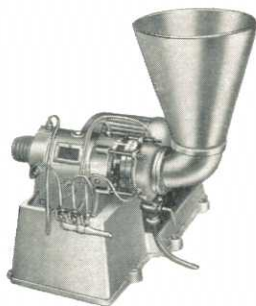
ミクロンセパレーター



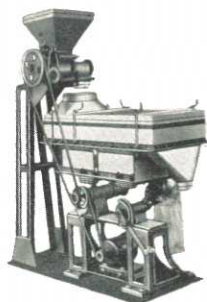
ミクロンパルベライザー



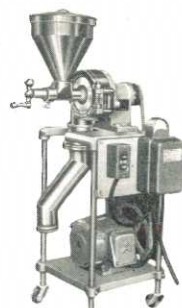
カッターミル



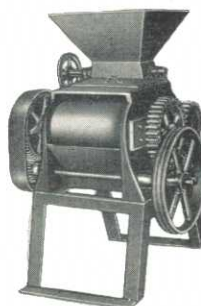
デイスパーミル



パイブシフターA型



サンプルミル



ロールミル



ポニーミキサー



パイブシフターB型

株式会社 細川鉄工所



本社工場

大阪市港区高尾町2丁目30番地
電話 本社 築港 (57) 1097・2313・2213
工場 1512 4795

東京支店

東京都中野区新井町12番地
電話 中野 (38) 9 4 3 4

細川粉体
工学研究所

大阪市港区三槌町11番地
電話 築港 (57) 2 3 6 0