

新 碑

THE MICROMERITICS

NO. 10 WINTER 1964

細川粉体工学研究所

故 細 川 永 一 会 長 の 死 を 悼 む



故 細川永一氏略歴

明治22年12月14日兵庫県洲本市中川原町に生まる

大正3年 名古屋高等工業学校機械科卒業
大正5年 細川鉄工所設立
昭和5年 世界的に著名な微粉碎機“ミクロンミル”を
発明
昭和30年 発明賞を受く
昭和32年 紫綬褒章を受く
昭和33年 細川粉体工学研究所設立
昭和35年 英国に欧州総代理店ホソカワインターナシ
ョナル設立

その後米国スリックコーポレーションおよ
びオランダ国ナウタミックス社と彼我製品の
技術交換契約を結び世界的名声を博した。又
発明に力を入れ国内特許27件、外国特許世界
6ヶ国、13件を取得し製品の海外輸出に力を
そそいだ

昭和39年 従五位勲四等瑞宝章を受けた
昭和39年4月23日兵庫県甲南病院にて逝去

私達が慈父とお慕いして居りました細川永一会長は、
桜花地に落ち松風六甲の峰に騒ぐ、本年4月23日薄暮、
その輝かしき76年の生涯を閉じられました。私達社員一
同の心より敬慕してやまざる人が幽玄の境を越えて唯一
人天高く九泉の道を歩まれたこの悲しむべき現実の前に
私達は唯々ひとしく頭をたれて面影を追うより他はなか

“粉碎” 第10号 昭和39年 冬季号 目 次

故細川永一会長の死を悼む……………	1
〔報 文〕円環状オリフィスからの粉体の流出…………	3
大阪大学工学部 大竹伝雄	
“ 東稔節治	
粉碎用各種媒体の磨耗比較……………	6
名古屋工業技術試験所 山内史朗	
ナウタミキサーについて……………	12
細川粉体工学研究所 所長 松山卓蔵	
“ 鈴木昭明	
振動スクリーフイーダーの	
試作と性能……………	16

細川粉体工学研究所 所長 松山卓蔵	
“ 中本正弘他	
アラジンバッグのテスト……………	20
細川粉体工学研究所 所長 松山卓蔵	
“ 鈴木昭明	
〔文献紹介〕集塵用布フィルタ使用の最近の傾向…	23
大阪市立大学 工学部 向阪保雄	
ソ連における粉碎研究……………	30
粉体工学研究会 三輪茂雄	
〔講 座〕化学者のための	
MICROMERITICS 入門……………	35

つたのであります。

願ひますれば会長は大正5年細川鉄工所を創設され、幾多の産業機械の製造販売に従事されましたが、その当時すでに優秀な微粉砕機の発明こそ日本が必要とし細川鉄工所が専門メーカーとしてその基礎をおくべき分野と卓見され、当時世界的にも貴重な遠心力分級型超微粉砕機の発明研究に畢生の努力を傾けられ、昭和5年にミクロンミルが特許となつたのであります。これが現在の日本の超微粉砕機の代表として世界にその名を唱われている細川のスーパーミクロンミルの原型となつた発明であります。このミクロンミルを幹として幾多の粉体機械の枝が分かれ現在の細川鉄工所の製品に結実されました。

会長がまかれた粉体技術の種より多くの産業が芽生え大きく成長していることは真に驚くべき広範囲に涉つております。その業績は会長の御人格そのものの如く地味であります。縁の下の方力持ちとして広く産業界全般に貢献されており、現在も又将来も日本はもとより海外にまで会長の開拓された粉体技術は永久に生き続けるであります。その存命中に多数の国内および外国特許を取得され、特に昭和32年には発明家として最高の榮譽である紫綬褒章を受けられました事は私達の最も誇りとするところであります。

会長の人となりは稀にみる誠実、努力と情愛を兼ねそなえられた人でした。質素を旨とし、ひたすら粉体技術を自己の天職と覚悟され40数年間粉一筋の研究に打ち込まれました。その日常の真剣な姿に私達は心からなる敬

慕と信頼を寄せました。更に当社に關係のある業界、学界の方々も会長が粉まみれになつて老軀をいといわず発明に挺身される態度に驚き且つ賛嘆されることはしばしばでありました。真に技術者の真骨頂であり天才の名を捧げるにふさわしい方でありました。他面情に厚く従業員をみると家族の如く家長として日々諭され導かれた言動には人情味溢れるものがありました。おやじさんの命令とあらば水火をも辞せずという忠実な社員を多数育んでおります。

来年は会長が細川鉄工所を創設されてから満50年の最も意義深い年であります。せめてその喜びの祭典を会長と共に盛大に分ちあいたかつたのであります。その望みもついえ唯々胸に熱いものがあふれて無念この上もありません。

しかし会長御安心下さい。私達は失意傷心のうちにありましたが、今は会長の分身であります。非凡な後継者の細川社長並に細川専務を中心として会長の遺訓であります。和と誠意と積極の精神を以て一致団結し会長の残されたこの立派な輝き事業を守りぬき、更に大きく発展させ、会長の精神を永久に生かすことを誓つて日夜、仕事に励んで居ります。あの暖かい爐で何時までも、いつまでも私達を見守つて下さい。

願くば私達の衷情を受けさせられ安らかに永眠されんことを。

株式会社 細川鉄工所従業員一同

"MICROMERITICS" No.10 WINTER 1964

武田薬品工業株式会社 美間博之

" 北森信之

〔特許紹介〕粉砕に関する

最近の特許発明について……………41

特許庁審査官 安達 功

〔新製品紹介〕ホソカワ/マイクロ モニターについて……………44

〔工場見学記〕NAUTAMIX, N. V を訪れて……………47

細川鉄工所 技術部長 丹羽久雄

〔座談会〕海外出張よもやまばなし……………49

〔細川ニュース〕

アメリカ P. M. D 社より……………53

細川鉄工所 佐藤 功

最近の粉砕、分級、乾燥、集塵の興味ある例……………55

細川鉄工所 営業部

ホソカワニュース……………57

表紙説明

表紙写真は粉体混合機ホソカワ/ナウタミキサーでありその内でも最も大型のもので容器最大径3.57m、容器高さ5.13m、有効容積10m³である。迅速混合、低所要動力、取扱容易、等に特徴があり、写真のものはロットの均質化に使用されて威力を発揮している。

円環状オリフィスからの粉体の流出

大阪大学工学部 大 竹 伝 雄
大阪大学工学部 東 稔 節 治

1. 緒 言

化学工業において粉体を連続的に供給することは、最近めざましい発展をとげた各種粉体処理操作において重要であり、供給装置としてオリフィス、ホッパが用いられている。供給装置の設計には、粉体の流出機構の解析とともに流出量の関係式が求められる必要があり、これまで円形オリフィスについてはこれらの取扱いがなされている。^{1-7) 9)} 移動層反応操作において、粉体は供給装置出口部を自由落下する一方、流出粉体が安息角で堆積し、粉体円堆を形成し、これによつて出口部が一部閉塞されて粉体が流出する形式をとり、このときの流出量の

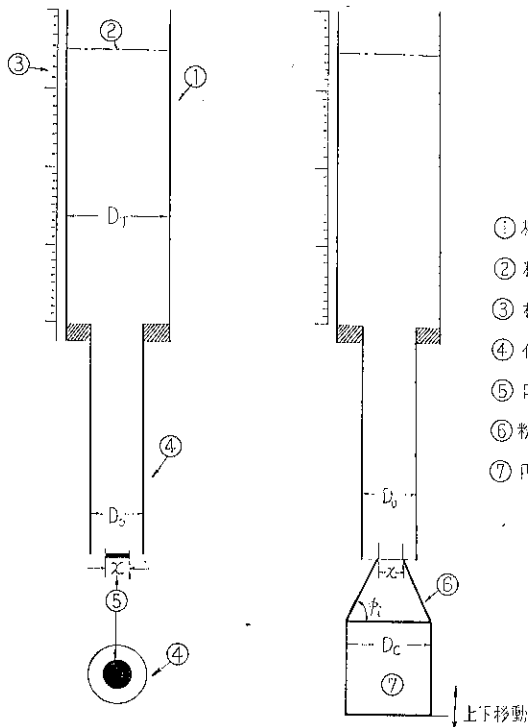
関係式を求めることが必要となる。この形式は見かけ上円環状オリフィスからの粉体流出とみなしうる。このことから円環状オリフィスにおける流出機構を解析し、流出量を求めるとともに、一方安息角により堆積形成された粉体円堆による供給装置出口部における一部閉塞を伴うオリフィスからの流出機構を解析し、流出量を求め、両者の関係を比較し、これまで取扱われた口形のことなるオリフィスからの流出量との結びつきについて検討し、オリフィスの特性を解明した。

2. 実験装置と操作

使用した装置は Fig. 1 a), b) に示すように口径のことなる二つのガラス管を組合せた二種類であり、Fig. 1 a) は、粉体供給部にあたるガラス管口により口径の小さい厚み 1 mm の円板を同心状に設置した円環状オリフィスであり、Fig. 1 b) は粉体供給部のガラス管口に円板を設置せず、下方に円柱台を置き、この上部に粉体を堆積させ安息角によつて粉体円堆を形成させ、管出口部に閉塞部を作り、管口と閉塞部との間の開放部口から粉体が流出するオリフィスである。使用した粉体は豊浦砂であり、その物性値を Table 1 に示した。

Table 1 豊浦砂の物性値

	D_p	ρ_s	ρ_b	ϕ_i
⑤ タイラ メッシュ		[gr/cc]	[gr/cc]	[°]
⑥ 粉体円堆層 [mesh]	[mm]			
42~60	0.298	2.61	1.40	37.5
⑦ 円柱台 60~80	0.211	2.61	1.41	38.2



a) 円環状オリフィス b) 粉体円堆形成によるオリフィス

Fig. 1 実験装置

実験操作として円環状オリフィスについては、供給管口の同心状円板の直径を変え、円板と管口間の円環部分から粉体を流出させ、装置上部のガラス管に付した標線によつて一定間隔を落下する粉体量と時間を測定して流出量を求めた。一方粉体円堆によつて形成されるオリフィスの有効流出口径の変化に伴う流出量を求めた。なお操作条件としての供給管口径 D_0 、円板直径 X 、円柱台径 D_c の寸法を Table 2 に示した。

Table 2 操作条件

Do [mm]	X [mm]	Dc [mm]	D _T [mm]
14, 16	5, 6, 8, 10, 12	35, 45, 55	50

3. 実験結果と整理

3-1 円環状オリフィスからの粉体流出速度

同心状円板の直径を種々変化させ、円環部の有効流出口径の変化に伴う流出量と操作条件との関係を Table 3 a) に示した。

いま円管口径 D_o の円形オリフィスからの流出量 Q_o の関係式として次式が用いられる²⁾³⁾。

$$Q_o = C \frac{\pi}{4} (D_o - D_p)^2 \sqrt{2g \left(\frac{D_o}{8} \right) \tan \phi_i} \quad (1)$$

ここに C は流出係数で、砂では $C = 1.4 \sim 1.8$ である。

流出量 Q_o の代わりに、流出口断面積基準の流出速度を考えれば $U_o = Q_o / \frac{\pi}{4} D_o^2$ として次式をうる。

$$U_o = C \left(1 - \frac{D_p}{D_o} \right)^2 \cdot \sqrt{(g/4) \tan \phi_i \cdot D_o} \quad (2)$$

これまで口形のことなるオリフィスからの流出量は、円形オリフィスの関係式において円管口径 D_o に対応して有効流出面積を考慮した相当水力直径 D_h を採用して取扱われている¹⁾⁵⁾。円環状オリフィスにおいて同様の取扱いがなされうるとし、いま粒子径 D_p が小さく、相当水力直径 D_h に対して $D_p \ll D_h$ とすれば、流出速度 U_h は次式で与えられる。

Table 3 粉体流出量と操作条件 (豊浦砂 60~80 mesh)

a) 円環状オリフィスからの粉体流出量

Do [mm]	X [mm]	$1 - \frac{X}{D_o}$	$\sqrt{1 - \frac{X}{D_o}}$	Q [cc/min]	U _h [cm/min]	$\frac{U_h}{U_o}$
14	0	1	1	2710	1760	1
14	5	0.643	0.802	1880	1410	0.803
14	6	0.571	0.767	1590	1270	0.722
14	8	0.428	0.750	1250	1200	0.682
14	10	0.283	0.531	638	848	0.483
14	12	0.143	0.380	241	591	0.355

b) 粉体円堆形成によるオリフィスからの粉体流出量

Do [mm]	$H_1 - H$ [mm]	$1 - \frac{X}{D_o}$	$\sqrt{1 - \frac{X}{D_o}}$	Q [cc/min]	U _h [cm/min]	$\frac{U_h}{U_o}$
14	0	0	0	0	0	0
14	0.5	0.0944	0.308	130	469	0.267
14	1.5	0.283	0.532	555	740	0.430
14	2.5	0.472	0.686	1340	1200	0.684
14	4.0	0.755	0.870	2110	1460	0.826
14	4.5	0.850	0.922	2340	1570	0.910
14	5.3	1	1	2710	1760	1.000

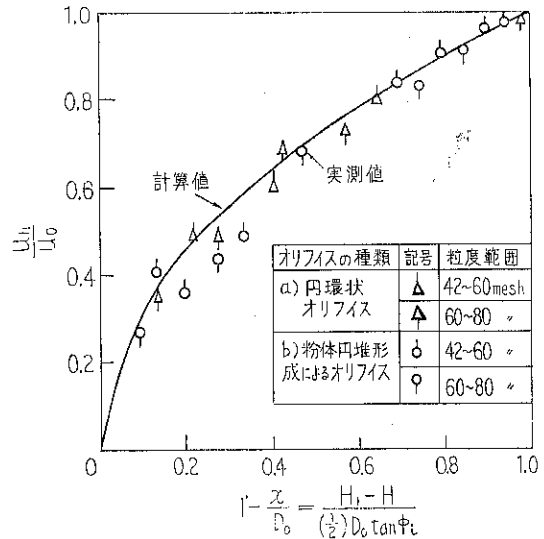


Fig. 2 流出速度の実測値と計算値の比較

$$U_h = C \cdot \sqrt{(g/4) \tan \phi_i \cdot D_h} = \alpha \sqrt{D_h} \quad (3)$$

ここに α は定数で、 $\alpha = \sqrt{(g/4) \tan \phi_i}$

相当水力直径 D_h は動水半径 m の4倍であり、円板直径 X とすれば

$$D_h = 4m = \frac{4 \left(\frac{\pi}{4} D_o^2 - \frac{\pi}{4} X^2 \right)}{\pi (D_o + X)} = D_o - X \quad (4)$$

となり、 $X=0$ 、すなわち $D_h=D_o$ のときの流出速度 U_o との比をとれば、次式をうる。

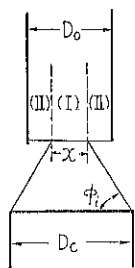
$$\frac{U_h}{U_o} = \sqrt{\frac{D_h}{D_o}} = \sqrt{1 - \frac{X}{D_o}} \quad (5)$$

すなわち(5)式が流出速度と円板直径との関係式となる。実測した円環状オリフィスからの流出速度について(5)式で整理すれば、Fig. 2に示すごとく一致が良好であり、この取扱いが妥当である。

3-2 粉体円堆形成によるオリフィスからの粉体流出速度

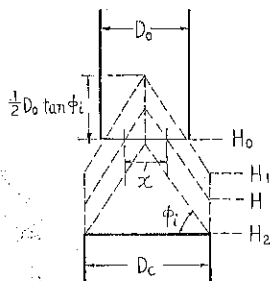
円柱台を上下移動させ、安息角によつて堆積形成した粉体円堆による管口の閉塞部断面積を変化させ求めた流出量と操作条件との関係を Table 3 b) に示した。

流出機構の解析を行なうために、Fig. 3 a), b) に示すモデルを考える。管口において粉体円堆形成のために Fig. 3 a) に示すように閉塞部 (I) と開放部 (II) とが存在し、粉体安息角 ϕ_i とすれば Fig. 3 b) から高さ H が H_1 になるとき流出せず $U_h=0$ で、 H が H_2 になるとき、最大流速 $U_h=U_o$ となり、



(I): 肉塞部 (II): 肉放部

(a)



(b)

Fig. 3 粉体円堆形成によるオリフィスのモデル

一般には $H_1 \leq H \leq H_2$ にあるとすると, Fig. 3 b) から

$$H_1 - H_2 = (\frac{1}{2})D_0 \tan \phi_i \quad (6)$$

が成立し, このときの閉塞部口径を X とすれば, 高さ H のときの相当水力直径 D_h は次式で表わされ

$$\frac{D_h}{D_0} = \frac{D_0 - X}{D_0} = \frac{H_1 - H}{H_1 - H_2} = \frac{H_1 - H}{(\frac{1}{2})D_0 \tan \phi_i} \quad (7)$$

(5)式に(7)式を代入すれば任意の高さ H に対する流出速度が求まる. 実測した流速についてこれらの関係式で整理すれば Fig. 2 に示すように一致が良好で, Fig. 3 のモデルが適用しうる. なお(6)式の関係について実測値と比較すれば Table 3 b) において $(H_1 - H_2)_{obs} = 5.3\text{mm}$ に対して $(H_1 - H_2)_{calc} = 5.48\text{mm}$ と一致が良好であり, また粉体が流出しない均衡する高さ $H_0 - H_1$ について Fig. 3 b) から円柱台径 D_c として次式をうるが,

$$H_0 - H_1 = (\frac{1}{2})(D_c - D_0) \tan \phi_i \quad (8)$$

実測値と比較すれば $(H_0 - H_1)_{obs} = 15.4\text{mm}$ に対して $(H_0 - H_1)_{calc} = 15.8\text{mm}$ と良好な一致を得, これらの取扱いが妥当であることが分かる.

4. 結 言

これまでオリフィスからの流出機構の解析は相当なされ, 流出量の関係式も求められている^{1~7)}. 移動層においては, 粉体は閉塞されず自由落下する一方, 安息角によつて形成された粉体円堆のために供給管口が一部閉塞され, 流出することがある. これは一種の円環状オリ

フィスとみなされる. これまで口形のことなるオリフィスの取扱いには, 円形オリフィスにおける口径の代りに相当水力直径が採用され解析されているが, 円環状オリフィスからの流出機構の解析ならびに流出量の関係式は, これらの取扱いに準じて円形オリフィスの延長として取扱うことができ, 一方粉体円堆形成によるオリフィスからの流出機構ならびに流出量は, 円環状オリフィスと同等に取扱いうることを確めた. なおこのようにして求められる粉体流出量は移動層反応操作において粉体滞留量と結びつきがあり⁸⁾, 操作上重要な因子である.

(記号)

C : 流出係数, D_c : 円柱台径, D_0 : 供給管口径, D_p : 粒子平均径, D_T : 粉体移動管口径, g : 重力加速度, H : 粉体円堆高さ, Q : 流出量, U_h : 円環部断面積基準の流出速度, U_0 : 管口断面積基準の流出速度, X : 円板直径または粉体円堆による閉塞部口径, ϕ_i : 粉体安息角, ρ_s, ρ_b : 粉体の真密度および見かけ密度

(文 献)

- 1) Fowier, R.T., Glastonbury, J.R.: *Chem. Eng. Sci.*, **10**, 150 (1959)
- 2) 植松: 化学機械技術, 第5集 (1954)
- 3) 大竹, 東稔, 黒田: 粉砕 (細川粉体工学研究所) 1962年, No. 7, Summer, P. 9
- 4) 外山: 最近の化学工学 "移動層の設計" P. 187 化学工学協会 (1963年)
- 5) 田中, 川合: 化学工学 **20**, 144 (1956)
- 6) 上滝, 早野: 粉砕 (細川粉体工学研究所) 1962年, No. 8, Summer P. 3
- 7) 青木: 化学工学 **24**, 598 (1960)
- 8) 大竹, 東稔, 樋口, 田村: "多段移動層の研究", 化学工学協会名古屋大会報告 (1963年10月)
- 9) Beverloo, W.A., Leniger, H.A., Van de Velde, J.: *Chem. Eng. Sci.*, **15**, 260 (1961)



粉砕用各種媒体の磨耗比較

名古屋工業技術試験所

山 内 史 朗

まえがき

ボールを粉砕媒体とする粉砕機は古くから利用され、新しい研究開発もおこなわれており、ボールについても、それぞれ粉砕機種、被粉砕物の材質、あるいは乾湿式などの条件に応じての選択はされてはいるが、ボール自体についての充分な説明はなされていないように思われる。

従来のボールミルなどにおいては粉砕速度の遅いことから、ボールの磨耗も目立つた変化は認められず、特にボールの性状に留意するということは少なかった。しかし粉砕機が改良され、より高度の粉砕能力を持つようになり、ボールの磨耗も増大し、それによりさらに良質の例えば、均質な、硬い、靱性にすぐれた、ボールが要求されるものである。

われわれはハイスイングボールミルを用いて、現在までに各種の粉砕実験を試みて来たが、一般のボールミルに比較して数十倍の粉砕能力を有していることなどを確かめ、すでに報告した。

ここで、粉砕能力の高いということは、被粉砕物の粉砕が進行するにしたがい、相対的にボールの磨耗も大きくなるということであり、実験的にも明らかにしめされている。(このことから、逆にこの粉砕機を研磨機として利用することなども考えられている)。

粉砕機の形式、形状、チャージ量などによつて、ボールの磨耗の状態、量などが異なり、結果の数値だけでは判断は出来ないが、しかしボールの磨耗は被粉砕物の純度の点から、少しでも小さな方が望ましいことは当然で、筆者らが現在までに得た実験数値と、2, 3試作したボールを用い、これについて実験し、性状など検討したので何らかの御参考になればと考え、紹介する。

実 験

実験(i) 同質ボールの各条件による磨耗比較

実験に用いたハイスイングボールミルについてはすでに紹介¹⁾済みであり、その大略については省略するが、実験条件は

ボールミル——ステンレス鋼製

内径 12.9cm 容量 2,500cc

被粉砕物(研磨材)——ホワイトコランダム(α - Al_2O_3) 80メッシュボール——ステンレス鋼製 比重 7.79
1,500g を標準

添加水——蒸溜水 400cc を標準

以上の条件をもとにして、ボールの大きさ、量、添加水の量、被粉砕物量、時間などを变化させて2時間づつの回転を与え、結果を Fig. 1 に、実験後の被粉砕物の粒度分布曲線を Fig. 2 にしめた。

なお、磨耗量の計算は次のようにおこなつた。

$$\text{磨耗量}(\%) = \frac{A - B}{A}$$

A : 回転前のボールの総重量

B : 回転後のボールの総重量

実験(ii) 同一材質ボールの製造条件の相違による磨耗比較

同じ材質の金属ボールが、同様な硬さを有しながらも製造条件の相違により、いろいろの性状に相当に差違の生ずることを栗野、落合²⁾が報告しているが、これらについて磨耗の比較をおこなつてみた。実験条件および磨耗量は Table 1 にしめた。

実験(iii) 試作ボールの磨耗比較

同一材質のものでも特に磁製ボールは、原料粒度、製造条件の他に、焼成温度が更に大きな影響を及ぼすことは良く知られている。われわれはさきに、アルミナの焼結に関する研究で Al_2O_3 90% SiO_2 5% CaO 5% 配合の比較的単純な組成のものの耐磨耗性が非常にすぐれ、サンドブラストノズルに使用して好結果を得たことについて報告³⁾したが、この組成のもので、条件を変えて、2, 3のボールを試作し実験をおこなつてみた。

硬さは焼結温度にもつとも影響をうけ、高温での焼結が望ましく、Fig. 3 にしめたように、高温になるにしたがい硬さも増すが、ただ1,800°C 前後では、結晶成長が顕著になり、もろくなる場合もあり、またもちいた焼結炉の性能の点からも最高を1650°Cにとどめた。

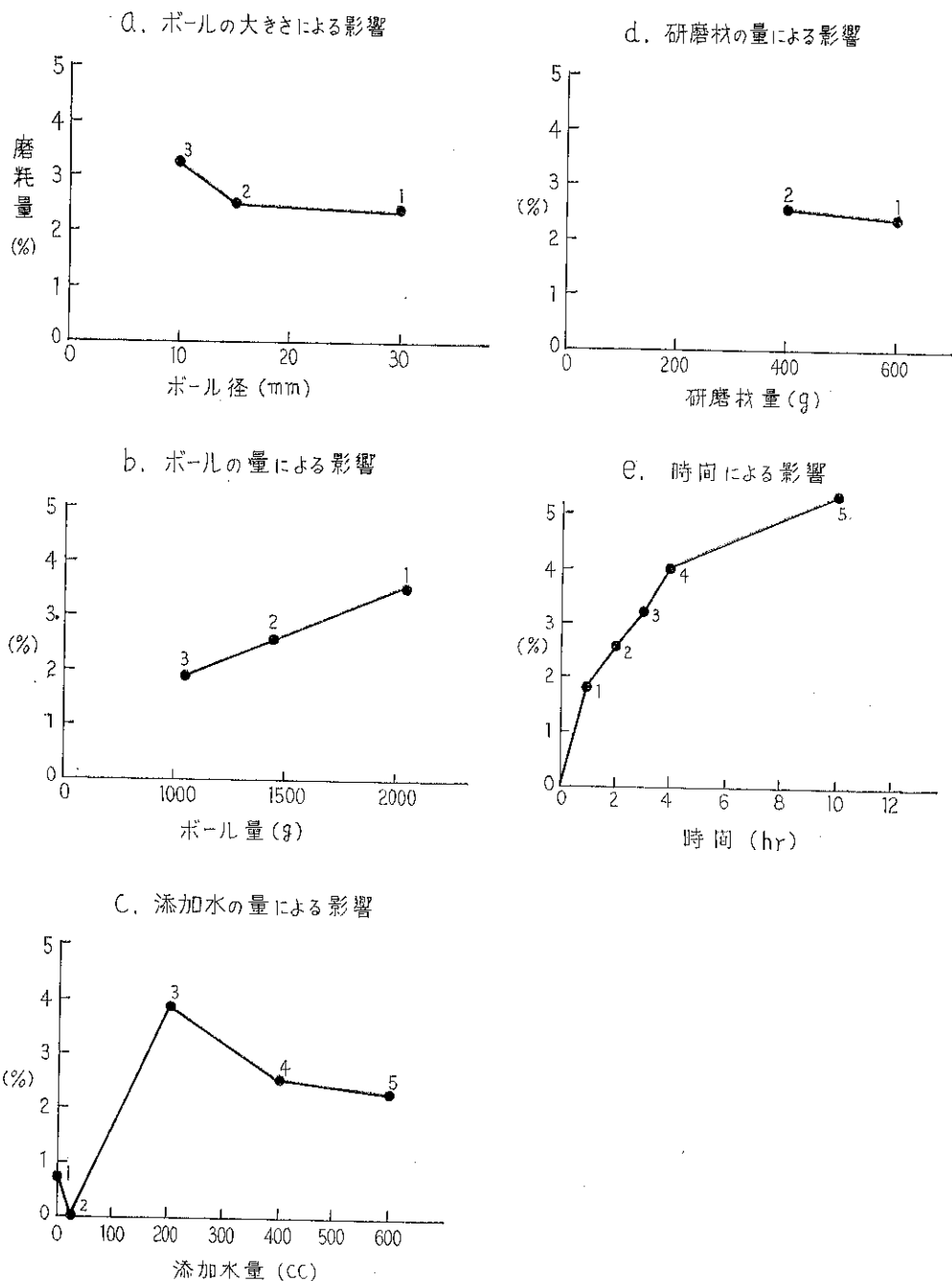


Fig. 1 各条件による鋼球の磨耗比較

その他の試作条件と結果は Table 2 にしめた。なおこの場合、硬さはマルティンスの引かき硬度計により求めたものである。

実験 (iv) ボールの形状変化の観察

ハイスイングボールミルによる粉碎では、その粉碎方式が圧縮磨耗を主とするものであり、ミル内でのボール

は、一般のボールミルでの状態に較べて、特殊の働きをおこなうものと推定される。したがってボールの状態は複雑に変化する。勿論球状のものが、徐々に不規則に手作りの凸凹したものが、徐々に球形に近い形に変化することなどは当然であるが、極端に一ヶ所だけが甚だしく磨耗するといった場合も生ずることがあつた。

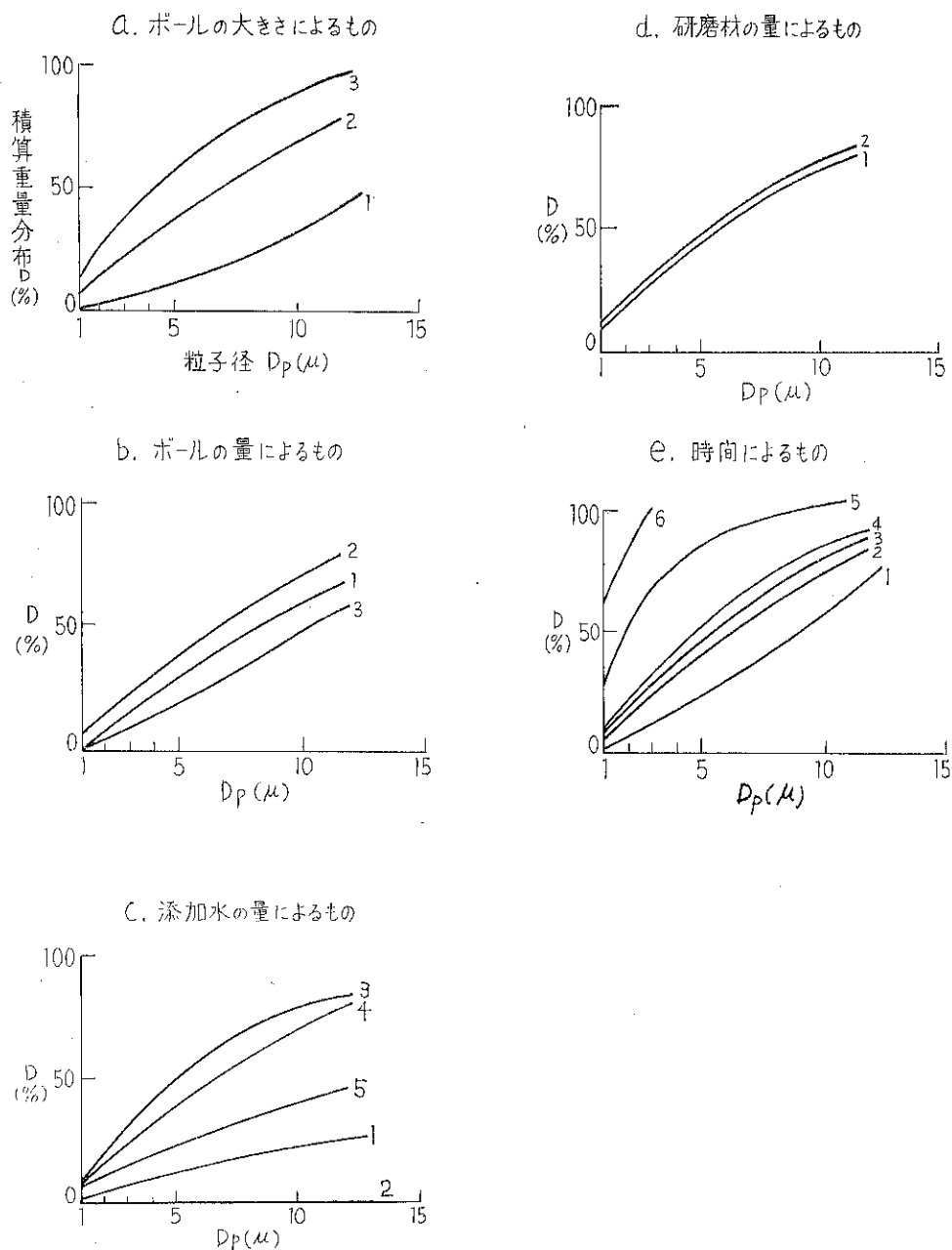


Fig. 2 試験後の研磨材の粒度分布

ここでは、レール鋼、ベアリング鋼、高アルミナ質のボールについて一つの傾向といつたものを推定する意味で実験前と後との形状を観察し、また、低マンガン鋼において転造と型打ちとが特徴ある傾向をしめすようであったので、併せて、ボールの形状変化を Fig. 4 にしめた。

実験 (V) ボールの各部分の硬さ

金属質ボール、磁器質ボールいずれの場合もボールの表面部から深部に至るまでの間、各部分での硬さは、製造条件の影響により、或る程度異なるものではないかの考えから、2, 3のボールについて、ダイヤモンドカッターをもちいて切断し、ボールの中心部から表面部までの各部分の硬さを、ショアーおよびマイクロヴィッカースで測定した。充分な測定ではなかつたので、はつきりし

た相違を見出すことは出来なかったが、一つの傾向らしいものを得たので Fig. 5 にしめた。

Table 1 同一材質ボールの製造条件による磨耗比較

ボール材質	硬さ (HRC)	製造条件	研磨材および量 (g)	回転時間 (hr)	磨耗量 (%)
SUT-2	20	A	アランドム80 #400	2	0.89
"	20	B	" "	"	0.73
"	64 (60)	A	" "	"	1.32
"	63 (62)	B	" "	"	0.94
"	20	A	アランドム36 #500	5	4.63
"	20	B	" "	"	3.29
"	64	A	" "	"	3.64
"	63	B	" "	"	2.67
SCr-3	49 (53)	A	" "	"	3.71
"	50 (53)	B	" "	"	2.63
低 Mn 鋼	57 (63)	A	" "	"	2.5
"	57 (62)	B	" "	"	1.43

備考 硬さ数値は実験前のもの、() 内は実験後製造条件、Aは型打ちBは転造

Table 2 試作ボールの磨耗比較

試作ボール No.	原料種類	製造条件	焼成温度 (°C)	磨耗量 (%)	備考
1	I	P	1550	—	焼結不充分
2	"	H	"	—	
3	"	C	"	—	
4	"	P	1600	6.32	
5	"	H	"	8.63	キ烈多く使用中破砕
6	"	C	"	15.29	
7	"	P	1650	5.50	
8	"	H	"	7.15	
9	"	C	"	7.50	収縮率大
10	II	P	1550	—	
11	"	H	"	—	
12	"	C	"	—	
13	"	P	1600	4.81	キ烈大使用中破砕
14	"	H	"	5.27	
15	"	C	"	12.41	
16	"	P	1650	4.09	
17	"	H	"	6.67	収縮率大、不純物付属多
18	"	C	"	—	

実験条件 ボール個数 3ヶ 研磨材アランドム80 #500g
添加水 200cc 回転時間 2時間

原料種類 I : 10μ以下 約80% II : 5μ以下 約80%

製造条件 P : 石膏型プレス H : 手作り

C : 泥漿鑄込み

結果の考察

実験 (i) ~ (V) によつて得られた結果から考察すると、ボールの磨耗は、それ自体の製造条件、形状、量、硬さ、靱性、また被粉碎物の性状、量、添加水量などの相違により複雑な変化状態をしめし、単純な時間に対応する場合さえ、直線的関係を表わさず、ボールの磨耗と粉碎速度の間には明らかな比例関係は認められない。Table 1 および Fig. 4 の低マンガ鋼について考えると明らかに製造条件のみによつて磨耗の状態が異なつて来ることが分るが、これなどは外見は同一であつても磨耗の状態に一つの傾向を表わすことから内部構造は

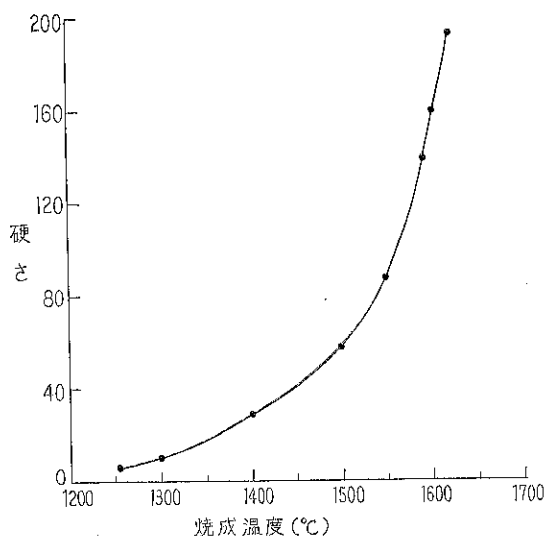


Fig. 3 高アルミ質磁器の焼成温度と硬さの関係

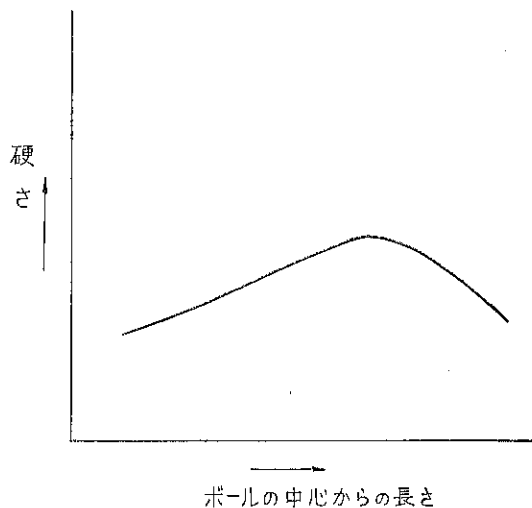


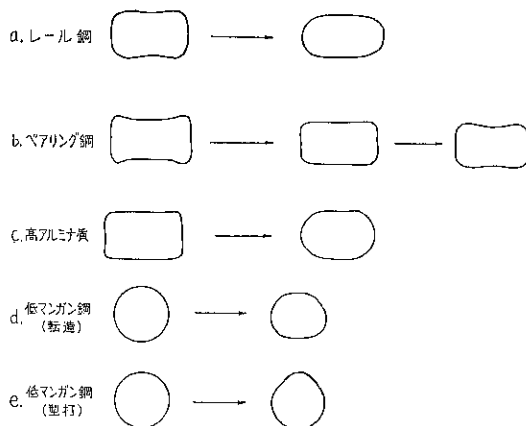
Fig. 4 ボールの各部分の硬さ

相当に相違があることが充分考えられる。

同一材質、同容量のものであつても、形状によつて差が生ずるのは、表面積の差による影響が主となるものであり、ボール量がいたずらに多い場合には、被粉砕物へ加わる力よりボール相互に働き合う力の方が多くなるといつたこと等も考えられる。これらボールの磨耗が多く複雑な条件によつて大きく左右されるものであり、仮りにすべての条件を殆んど同一におこなうにしても、被粉砕物（研磨材）の粒状は常に変化する訳であり、粒が細くなれば磨耗も小さくなる。あるいはボールも部分的に硬さが多少なりとも変化するなどの点から、ボールの磨耗量の予測的な計算は非常に面倒であると考ええる。

この性状の相違は、磁製ボールの場合、さらにははなはだしくなり、表2の結果に見られるように製造条件によつて相当の差異が生ずるものである。ボールの焼結には、原料粒度および焼結温度が大きく影響することは表において傾向を認めることが出来る。しかし外観から判断することの出来難い成形条件によつてこのように異つた磨耗変化をしめすということは、実際の場合、磁製ボ

ールといつた観念だけで予測することが製品（被粉砕物）の純度保持上から相当危険があるとも考えられる。勿論



備考：a, b, c, は製造方法不明

Fig. 5 ボールの形状変化

Table 3 各種ボールの磨耗量

ボール材質	形状	平均大きさ (m/m)	量 (g)	研磨材および量 (g)	添加水 (cc)	磨耗量 (%)	備考
磁器質 Ia	ほぼ球形	30	600	アランダム80 # 500	300	8.77	同 質
" Ib	"	20	"	" "	"	13.85	
" Ic	"	8~10	"	" "	"	15.87	
" II	球形	20	400	" "	500	13.62	
" III	ほぼ球形	20	600	" "	"	19.46	
アルミナ質 I	"	20~25	400	" "	"	17.29	アメリカ製 ドイツ製 名工試製作
" II	球形	20	"	" "	"	7.88	
" III	円筒形	15φ×20	300	" "	"	4.05	
" IV	球形	40~50	"	" "	"	8.06	
高アルミナ質 I	ほぼ球形	10~30	1000	" "	"	8.00	
" II	円筒形	25φ×25	"	" "	"	2.51	名工試製作
" III	球形	30	"	アランダム36 # 500	"	3.66	
ジルコニア質 I	ほぼ球形	20~25	400	" 80 # 500	"	17.38	
" II	"	20	"	" "	"	20.62	
ステアタイト質 I	球形	30	500	" 80 # 500	"	6.90	
" II	"	30	"	" "	"	7.10	
メノウ質	不規則形	25~40	"	" 80 # 500	"	5.25	
鋼球 ()	球形	20	1500	アランダム80 # 500	400	3.84	
" (ステンレス鋼)	"	18	"	" "	"	2.51	
" (クロム鋼)	"	20	"	" "	"	2.63	
" (軸受鋼)	"	20	"	" "	"	2.67	
" (レール鋼)	円筒形	15φ×20	"	" "	"	1.97	
" (ベアリング鋼)	"	15φ×20	"	" "	"	2.55	

(メーカー名は省略)

これらの実験をおこなうについては、原料の熟成、脱気、PH値および、濃度（水分量）の調整なども充分ではなかつたのでそれによるバラツキも多少含まれているが、泥漿鑄込みの場合などは、石膏型の乾燥状態、泥漿濃度によつて、ボール中心部に中空部分を生ずることもあるので厳密に同一性状のものを作ることはやはり困難である。

参考値として、Table 3 に各種のボールの磨耗量をしめたが、一般に磁器質あるいは磁製ボールと呼称されているものでも多種多様であり、その値も相当幅広いものである。

ま と め

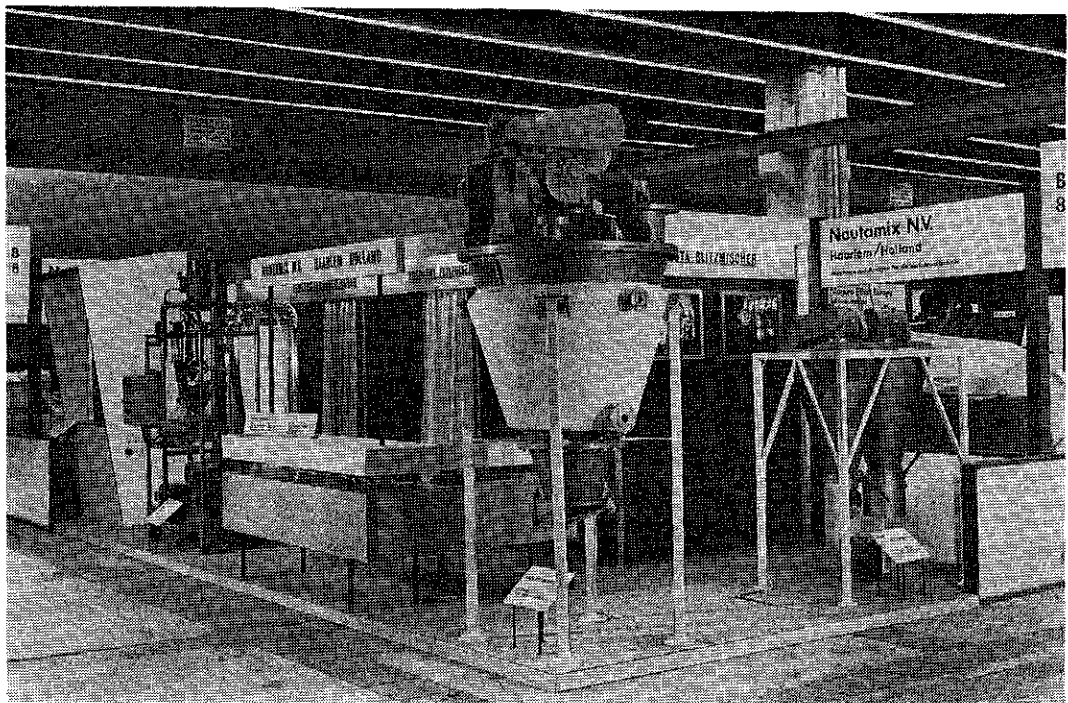
以上われわれが今までにおこなつた各種のボールによる粉碎実験から得られたボールの磨耗量と状態について記したが、ただ用いた粉碎機がハイスイングボールミルといった特殊なものであり、条件も湿式に限つたため、

或いは片寄つた数値をしめしていることも考えられ、他の粉碎機の場合に適用されるものではないが、ボールミル使用に際しての、ボールの選択に多少とも参考になれば幸いである。

なお超硬質（WC質）ボールによる粉碎が、すべて良好ではなかつたが、このような材質で、ミルおよびボールを充分に作ることが出来たらと考えるのは、現在では夢であつても、いつかそのようなものを用いて実験することの出来るよう希うものである。しかし現実には、それぞれボールミルの条件に適したボールを選択すること、さらに良質のボールを作ることを課題と考える。

参 考 文 献

- 1) 山内：”粉碎”，細川粉体工学研究所 No. 3
- 2) 栗野，落合：名工試報，10，12，768（昭36）
- 3) 日比野，山内，若尾：名工試報，4，11，506（昭30）



Achema 展示会場に於けるオランダ Nautamix N.V. 社の展示場（1964年6月フランクフルトa.M.西独）
写真 中央 耐圧型加熱ジャケット付ナウタミキサー 右ナウタコンビミキサー 左細川鉄工所ミクロンセパレーターMS-0

ナウタミキサーについて

細川粉体工学研究所

松 山 卓 蔵

鈴 木 昭 明

ま え が き

今般、弊社に於いてはオランダの Nauta N.V. 社との技術提携が確立し、遊星スクリー型混合機であるナウタミキサーの製造を始め、既に数十台が各所の工場に於いて実際に稼動している。本稿においてはナウタミキサーの構造、特徴、使用例、及び弊社におけるテスト例などについて述べ、ナウタミキサーを紹介し、混合機選定に対する参考に供したい。

ナウタミキサーの構造及び混合作用

ナウタミキサーは固定容器型混合機の一つでその構造は Fig. 1 に示す如く、逆円錐型の固定容器の内壁に沿って混合スクリーが位置し、このスクリーはスクリー軸を中心とした回転と、容器の内壁にそって軸全体が移動する運動が与えられる。即ちスクリーは自転しながら容器壁に沿って公転するいわゆる遊星運動が与えられる。

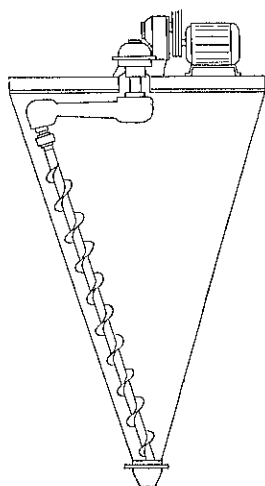


Fig. 1 ナウタミキサーの構造

円錐型容器に入れられた被混合原料はスクリー自身の軸まわりの回転によりスクリー羽根の攪拌作用を受けて混合されながら上方に運ばれる。一方スクリーは常に円錐型容器の内壁にそって移動する公転が与えられているので原料は全壁面に涉って円運動しながら移動する。又スクリーの輸送作用により原料はスクリーの位置する場所ではたえず円錐型容器の底から上部の粉体層の表面に向って運ばれ、スクリーの位置しない側においては自重で落下し底部に集まり混合が行なわれる。このような三つの動作が重なって容器内に立体的な交叉流を生ぜしめて混合を促進するものである。

混合は粒子層の中で行なわれるので粒子の大きさの差あるいは、比重の差により混合中に分離作用の生じる率

は少ない。装置は内容積 30ℓの実験室用から内容積 10m³ の大容量のものまで製作可能であり、スクリー回転数は 300ℓ以上のものについては全て同じで自転が 60R/M 公転が 2R/M となっている。

Fig. 2 に示したものはナウタコンビミキサーと呼ばれるもので、単円錐型のナウタミキサーを 2 個以上複合したものである。2 本のスクリーは全く同位相で同一方向に回転する。したがって中に入れられた混合原料は、個々の円錐型容器の中で単体型のナウタミキサーと全く同様に立体的な交叉流によって混合されるとともに、2 個の容器の重なりあつた部分においてスクリー

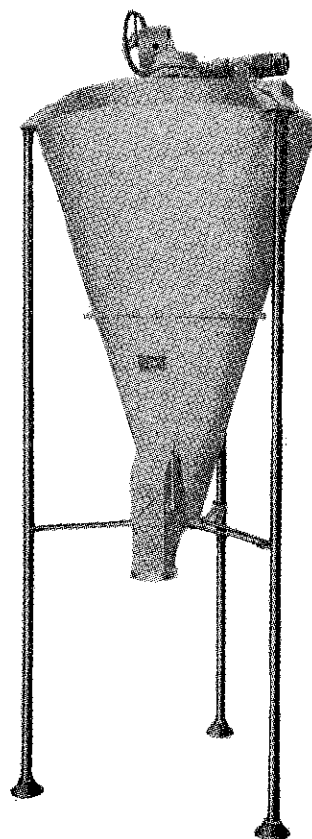


Photo 1 ホソカワ/ナウタミキサー

NX—3 型 (300ℓ) ~ NX—35 型 (3,500ℓ)

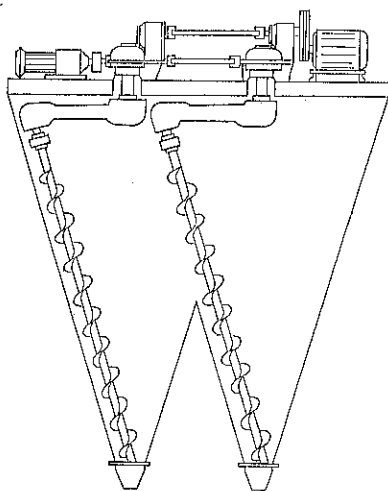


Fig. 2 ナウタコンビミキサーの構造

により、一方の容器から他方の容器へ交互に移動が起り混合作用が促進される。コンビミキサーは同じ容量の単体型ナウタミキサーに比べて当然床面からの高さが低くなり、2本のスクリーンを使用してスクリーン1本当りの負荷が減少するとともに容器底から粉体層表面までの距離が短くなるため全体の混合時間が短縮される。

容器の重なりはかなり大きくとつてあり、1本のスクリーンによつて底部の粉体がかき上げられ、その後底

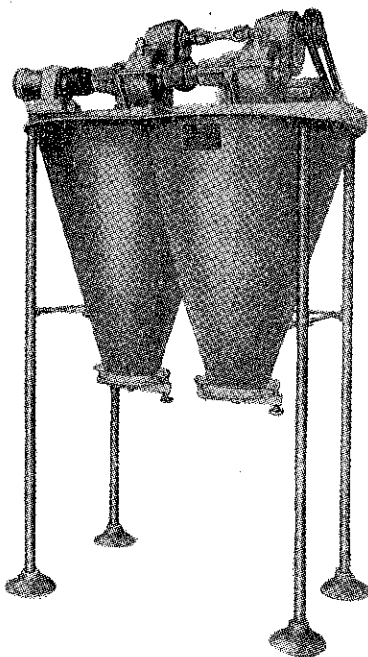


Photo 2 ホソカワ/ナウタコンビミキサー
CX—4型 (400ℓ) ~CX—6型 (600ℓ)

部に向つて斜に移動しようとする粉体を他のスクリーンにより、さらに攪拌しようとする運動がスクリーンの180度ごとの回転に伴ない交互に生じて単体型ナウタミキサーに較べてさらにすみやかな混合を行なう。

使用面においては単体型ナウタミキサーと全く同様であるが、混合時間の短いものに対しては2個の円錐型容器の一方より原料を連続的に投入し、他方の容器の底部より連続的に排出する連続混合も可能である。

ナウタミキサーの利点

昨年末Chemical processing誌に米國においてナウタミキサーを実際に使用したユーザーが、その利点として挙げるものが数例紹介された。ここでもそれを引用して説明する。

Chas. Pfizer & Co (Indiana) では3台のナウタミキサーが1962年に納入された。ここではナウタミキサーがきわめて短時間に清掃出来る事が最も喜ばれている。即ちこの工場では1日に4~6種の異なつた製品を生産しており、装置が短時間に清掃できる事が必要な条件である。ここでは飼料の生産にナウタミキサーが使用されており、トウモロコシのグルテン飼料と大豆粉とを計量してナウタミキサーにて予備混合し、ハンマーミルにて粉碎後、2台のナウタミキサーにて仕上混合を行なっている。混合時間は3~5分である。

American Home Products Corp (Chicago Ill) では衣料品用洗剤の粉末混合用にナウタミキサーを使用している。即ち少量の清浄剤、石けん粉、と液状香料とを混合するものである。ナウタミキサーを使用する前はここでは2台の水平式ブレンダーを使用して、その内1台を液状原料と粉末原料との予備混合に使用し、予備混合された少量の原料を次の主ブレンダーを使用して他の粉末原料と仕上混合を行なっていた。即ち混合工程が2工程となり時間がかかり、埃ばく、後の工程との能力バランスも取りにくかつた。この2台のブレンダーの代りに、ナウタミキサー1台を設置し、逆円錐型容器の下部に液体注入装置をとりつけ、少量の粉末原料に液状原料を混合した後に他の原料を送入して仕上混合を行なっている。1,500ℓのナウタミキサーをバッチ運転して1150kg/hの能力が得られ、原料の投入から機械の運転まで2人の人手でまかなえた。同社の製造部長のJ.H. Whitney氏は予備混合の工程が省略し得た事に急速且つ均一な混合が行なえるようになった事を利点として上げている。Carter Products Inc. (Crabury N.J) の社長、Kirby Peak氏はナウタミキサーで作つた錠剤は以前使用していたミキサーによるものよりも医薬品としてより高い価値があると云っている。

ここではジヒドロキシアンストラキノン、増量剤、不活

性原料よりなる下剤を作る工程中にナウタミキサーが使用されている。以前使用していたブレード型ミキサーでは容量が少なく、1バッチを5回に分けて行なう必要があった。しかも負圧にすることが出来ないで原料の投入排出は全て人手によつていた。しかしこれをナウタミキサーに代える事により、予備混合された原料は地上から吸引によりナウタミキサー内に入れられ、水と混合されて直接にエクストルーダーに送られ造粒される。これは乾燥された後適当な粒径に粉碎される。そして再び吸引により混合機にもどされて増量剤と混合される。

ナウタミキサーを採用した事により1バッチの容量が大きくなっただけでなく、均一な原料を作り得るようになった。又掘付面積は小さくなり製品の排出が極めて簡単且つ、衛生的となつた。

Chemical processing 誌には以上の他にまだ二三の例が上げられているが、ナウタミキサーの特徴とする所を要約すれば以下の通りとなる。

i) 混合時間短かく均一な混合が出来る

前項で記述したスクリュウの遊星運動により立体的な交叉流が生じ混合を促進するためである。

ii) 湿潤粉体の混合は勿論、マイクロジェットを併用して液体の添加が可能である

純歯磨の生産用にナウタミキサーを使用するテストを行ない気泡の混入もなく今までのものよりずつとノビのあるスムーズな製品を得る事に成功している。

iii) 清掃容易

型状が逆円錐型であると共に内側はスクリュウのみで複雑なブレードを持たない為、上から容易に水洗又は清掃用のブラシ等の挿入が出来る。

iv) 排出容易

稼動したまま底部の排出口が開けられるのでミキサー内部が流動状態にあり容易に排出が出来る。又湿潤粉体、スラリー状原料のように架橋しやすいものは排出時にスクリュウを逆に回転させ、原料を排出口に向つて押し出す事が出来る。

v) Dead Zone が無い

構造上、死角になる所は無い。強いて上げればスクリュウ羽根と容器壁の間、スクリュウ最下端の羽根と容器底との間であるが、例えば内容積 10m^3 の大容量のものでも前者は 6mm 以下、後者は 0.5mm 以下に仕上げられる。

vi) 大容量の回分混合が得られると共に小量の場合でも非常に正確な混合が得られる。

逆円錐容器で大量に装入した時も、小量に装入した時も相似型であり、混合作用に変化はない。しかも最高回転速度、最適装入率に類する操作条件はなく同じように操

業できる。

vii) 消費動力が少ない

例えば有効容積 $2,000\text{l}$ のもので 5HP のモーターで充分運転可能である。

ナウタミキサーの付属機械

a) 液体添力装置

粉体への液体の添加法には種々あるが、ナウタミキサーに適合するものとしてマイクロジェット及びマイクロインジェクションが開発されている。マイクロジェットは液体圧送用ポンプ、液体噴霧用メンブラン板、粉体を攪拌するためのプロペラが一体に組まれており、ナウタミキサーの最も粉体の移動の激しい逆円錐型容器の下部に取りつけられる。プロペラの回転により粉体を流動化させておき、そこへ霧状の液体を噴射して液体添加を行なう。又マイクロインジェクションはナウタミキサーのスクリュウの支持及び回転を行なうアームに噴霧ノズルを取りつけ、粉体層表面のスクリュウにより粉体が移動されている部分にたえず液体の噴霧を行なう。どちらも粉体への液体添加に便利である。

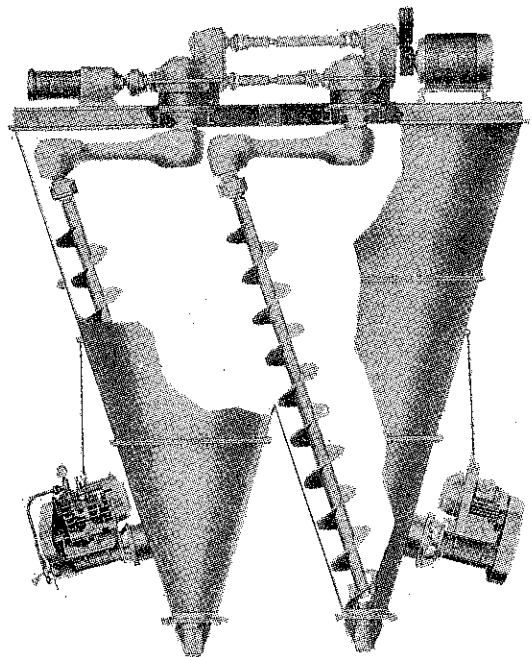


Photo 3 ホソカワ/ナウタコンビミキサー

(左) マイクロジェット付き (右) ランプブレイカー付き

b) ランプブレイカー

混合原料中に強固な塊 (Lump) がある場合は、これを積極的に解砕せねばよい混合精度は得られない。ランプブレイカーはこの目的に対しナウタミキサー用に作ら

れたものである。外観、機構はマイクロジェットに似ているが、液噴射の機構はなくプロペラの代りに解砕を促進するピンタブレードが取り付けられている。ランプブレイカーと同様に逆円錐型容器の下に取りつけて使用する。

ランプブレイカーはただ塊の解砕に用いられるだけでなく高混合比の混合を行なう場合に少量物質を広く展開させて精度のよい混合物を得るためにも使用される。

ナウタミキサーのテスト例

ナウタミキサーの混合性能を炭酸カルシウム粉と食塩を混合してテストして見た。有効容積100lの単体型ナウタミキサーの下部に平均粒度 120メッシュの炭酸カルシウム粉、上部に食塩を、重量比 9 : 1 の割合で合せて100lになるように完全に分離して仕込み一定時間毎の混合を行ない、ミキサー内部の7箇所よりサンプルを採取して、これを分析して食塩濃度の変化を調べたものである。一箇所からのサンプル採取量は全混合原料 125kg に対し約 0.5g とした。食塩と炭酸カルシウム混合物の濃度の定量は水に懸濁、溶解させた試料に、クローム

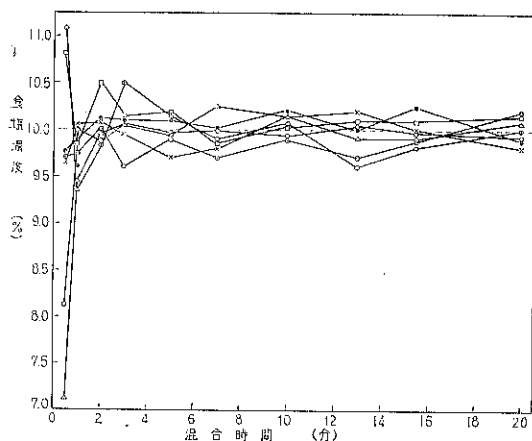


Fig. 3 ナウタミキサーによる炭酸カルシウムと食塩の混合

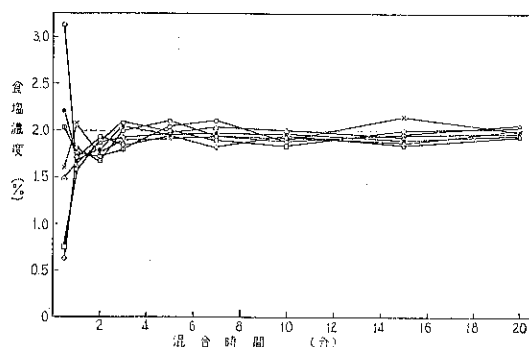


Fig. 4 ナウタミキサーによる炭酸カルシウムと食塩の混合

酸カリ溶液を指示薬として加え、硝酸銀溶液にて滴定した。Fig. 3 に示す通り混合時間 2～3 分で混合を終り場所による濃度のバラッキも約 0.5g のサンプル単位で 0.5%以下になる。Fig. 4 は同様なテストを混合比を変えて行なった時の結果を示すもので、炭酸カルシウムと食塩の重量比を 98 : 2 として混合した時のものである。一箇所からのサンプル採取量は同様に約 0.5g として、このように混合比が高い場合でも混合時間は 2～3 分で完全に混合されている。

ナウタミキサーにランプブレイカーを付加すると混合原料中の塊を解砕するばかりでなく、高混合比の時に少量物質を広く展開させるのに大きく役立つ事は前にも記したが、そのテスト例を上げると、炭酸カルシウム粉と青色顔料を重量比 998 : 2 の混合比でナウタミキサーにて混合し、ランプブレイカーのついているものとならないものについて比較した。混合度の比較は白度で行なった。すなわち炭酸カルシウム粉に青色顔料が混合により展開されてくると当然原料の白度は低下してくる。したがって一定時間ごとにミキサー内よりサンプリングし

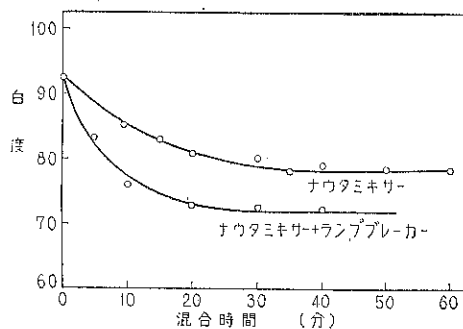


Fig. 5 ランプブレイカーをつけた場合の炭酸カルシウムと顔料の混合

て白度計にて測定すれば混合の度合がわかる。Fig. 5 はその結果を示したものであるが、明らかにランプブレイカーを使用した方が白度が低下して居り、原料の微小単位に至るまで顔料がよく混合展開されている。

むすび

以上ナウタミキサーについて紹介したが、その三次元交叉流混合に特徴を有し、低動力、大型化容易、作業性の良さに加えて液体添加装置、ランプブレイカー等の付加により用途は非常に広範囲にわたり、一般の乾式混合は勿論、湿潤粉体の捏和、液体添加、粉体の着色、或いは、架橋防止用のホッパーに至るまで鉱物、薬品、食品、飼料、顔料等の製造プラント中に使用出来、今後の混合機の一勢力となる事が期待できる。

振動スクリュウフィーダーの試作と性能

ミクロンドライヤーへの応用

細川粉体工学研究所

松 山 卓 蔵
中 本 正 弘
安 芸 良 明

湿潤物質、液状物質は最も取り扱い難く、当社の発明したミクロンドライヤーに於てもフィーダーには最も苦心を要した。又凝集性粉体、附着性粉体もフィーダーホッパー内でブリッジを作り易く、これ又満足な供給装置が少ない。ここに紹介する振動スクリュウフィーダーは、これら難問の一解答として試作したものでスクリュウフィーダー自体に振動を与えるのは勿論ホッパーにも振動を与えて容易にブリッジ現象をおこす粉体群を確実に定量的に供給又は、排出しうるものであつて、当社ミクロンドライヤー用フィーダーとしてのみならず、他方面に応用しうることを示した。

1. 装置の概要

装置はFig. 1 の如くで、ホソカワ・マイクロバルベライザーAP-1用スクリュウフィーダー部を振動架台に設置してこの振動架台は4本のコイルばねを経て、固定架台上に積載される。振動架台の下面には、安川製ユーラスモーター 0.4kW を付け、振動発生の源とす。スク

リュウ駆動用モーターは $\frac{1}{4}$ HPでVベルト、ウォームとウォームホイールを介して、スクリュウ軸を回転させる。実験の都合上、この回転数は108rpmである。

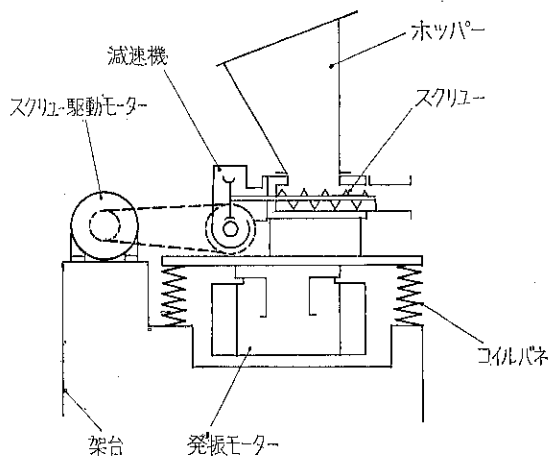


Fig. 1 振動スクリュウフィーダーの構造

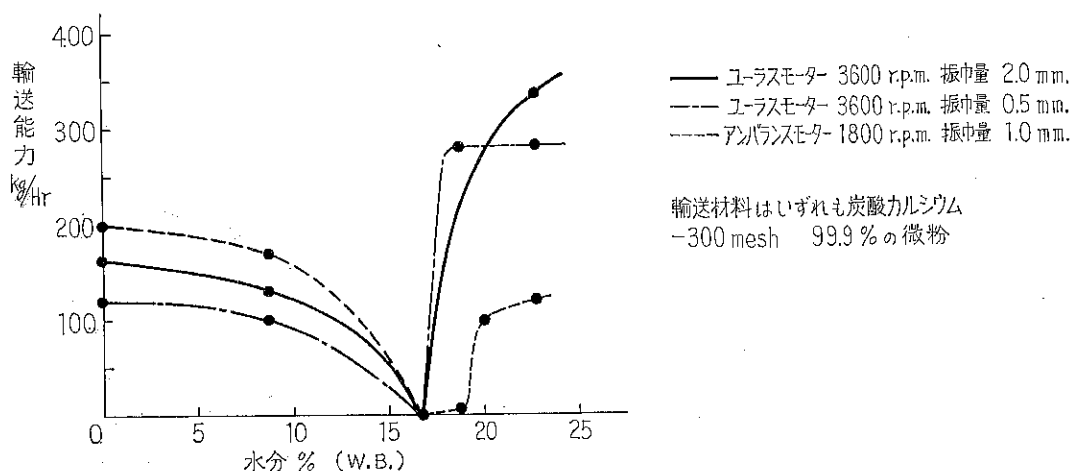


Fig. 2 湿潤炭酸カルシウムの輸送能力

2. 実験結果

2.1 炭酸カルシウムの各種含水率における供給性能

(1) 水分 0% の場合 Fig. 2

使用した炭酸カルシウムは、スーパーミクロン粉碎製品で、 -5μ 55% + 325 Mesh 痕跡、見掛け比重 0.55 の過微粉である。これをホッパーに投入し、スクリーのみを回転すれば、ブリッジを作り輸送不能である。棒にてブリッジを破壊しながら輸送すれば、150kg/hr の排出をなし得た。次に安川製 ユーラスモーターにより振動を与えると順調に排出し得るが、余りに強い速い振動を加えることは直くなく、結局 1.5mm ~ 1.0mm の振動で円滑に全量を定量排出しうることが分つた。

(2) 水分 9% (W.B.) の場合

問題なく輸送しうる。ホッパー内で湿潤粉体が転動し、造粒現象が部分的におこる。振動がない場合には勿論輸送不可能。

(3) 水分 16.7% (W.B.) の場合

この水分付近でレオロジー的異常（ダイラタンシー）が見られ、粒体間の水分が振動により外方へ滲出し、粒子同志は次々とくつつきあつてホッパー内一杯の大塊となり、輸送不可能となる。この凝集状態は Funicular I, II の状態に相当すると思われるが、粉体の粒度分布、粉体形状、振動の強弱、ホッパーの設計により異なることが予想される。如何にもシャープに表われる異常点なる故、現場作業ではこの点を回避する様水分の調

節、振動の調整を要する。

(4) 水分 32% (W.B.) の場合

振動により完全に流動化し非常にスムーズに輸送される。より以上の水分の時は全く問題なし。

2.2 4 極振動モーターを使用した場合の実験結果

前実験では、2 極振動モーター (3,600rpm) であつたのでこれを 4 極モーター ($\frac{1}{4}$ HP 1,800 rpm) を用いて同じく輸送能力及び輸送の dead point が現れるか否かをテストした。原料は同上の炭酸カルシウムである。

(1) 水分、0% (W.B.) の場合

定量性良好である。振巾 1mm で約 200kg/hr の輸送能力をもつ。勿論振動がなければ輸送不可能である。以下同様。

(2) 水分 9% (W.B.) の場合

良好である。

(3) 水分 12% (W.B.) の場合

(4) 水分 16.7% (W.B.) の場合

前テスト同じく輸送不可能、即ち水分が粉体外面に押し出され漸次にしてホッパー一杯の大塊となる。

(5) 19% の場合

上記(4)と同様な現象で輸送量は低いが少々定量性をもつて排出し得る。

(6) 20% の場合

更に流動性を増した為に、輸送量は(5)に比べて増す。

(7) 23% の場合

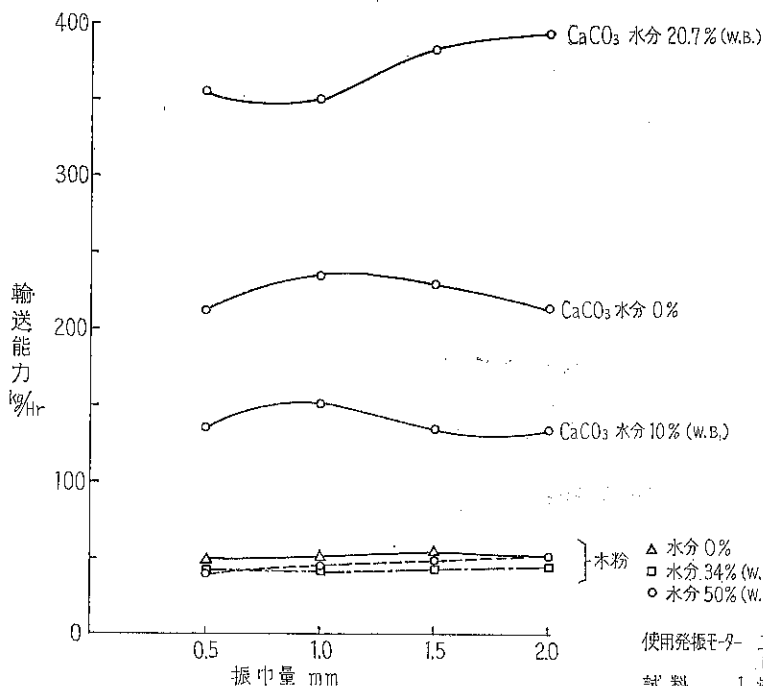


Fig. 3 振巾量に依る輸送能力の変化

使用振動モーター ユーラスモーター (3600rpm) に依る。
試料 1. 炭酸カルシウム (CaCO₃)
2. 木粉

ホッパー内の塊状物は軟くなり一層輸送能力は増す。

2.3 その他の材料に於ける輸送実験

(1) 木粉（所謂おが屑で粒径は平均 1 mm）

これは問題なく輸送しうる。乾粉水分34%，W.B.，50% W.B. であつても炭酸カルシウムの如く死点を生ずることはない。又ホッパー内の材料の多少にも影響されず定量性は良い。

(2) パルプ解砕品パルプをハンマーミルで解砕して綿状となつたものであるがこれは輸送不可能、スクリューフライトに刻みを入れるとか、リボン状にする等の工夫が必要である。

(3) パルプと炭カル微粉の混合物

上記輸送不可能パルプに炭カルスラリーを加えて幾分流動性をもたせると輸送可能である。例えばパルプ8.4%，炭カル 30.8%，水60.8% であつた。輸送能力 115kg/hr

2.4 振動の振巾による輸送量の変化

ユーラスモーター（3,600rpm 1/2HP）により振動輸送

を行なつた結果を Fig. 3 に示す。炭酸カルシウムでは水分10%以下では振巾の小さい方が好ましく、高水分20.7%では、振巾の大きい方が輸送能力に関しては良好である。しかしその差は10%以内であり大きな差ではない。又余りに大きい振巾では、ホッパー中の水分が飛散する傾向もあり機械的にも望ましくない。

2.5 振動スクリューフフィーダーの定量性について

Fig. 4 はフィーダーの定量性を見る為に2分毎の排出量を実測した時間的経過を示す。炭カルの乾燥品、湿つたもの木粉等非常に定量性良く、各種粉砕機ミクロンドライヤー等のフラッシュドライヤー用フィーダーその他工業的用途には充分使えることが分つた。

2.6 ミクロンドライヤーへの応用

Fig. 5 はミクロンドライヤーの配置図である。ミクロンドライヤー本体は固定されたものであり、振動スクリューフフィーダーは2 mm 以下の振動をなす様に、その接続法としてはネオプレンゴムで機密を保持し、その冷却には水冷ジャケットを設けて支障なく運転し得た。

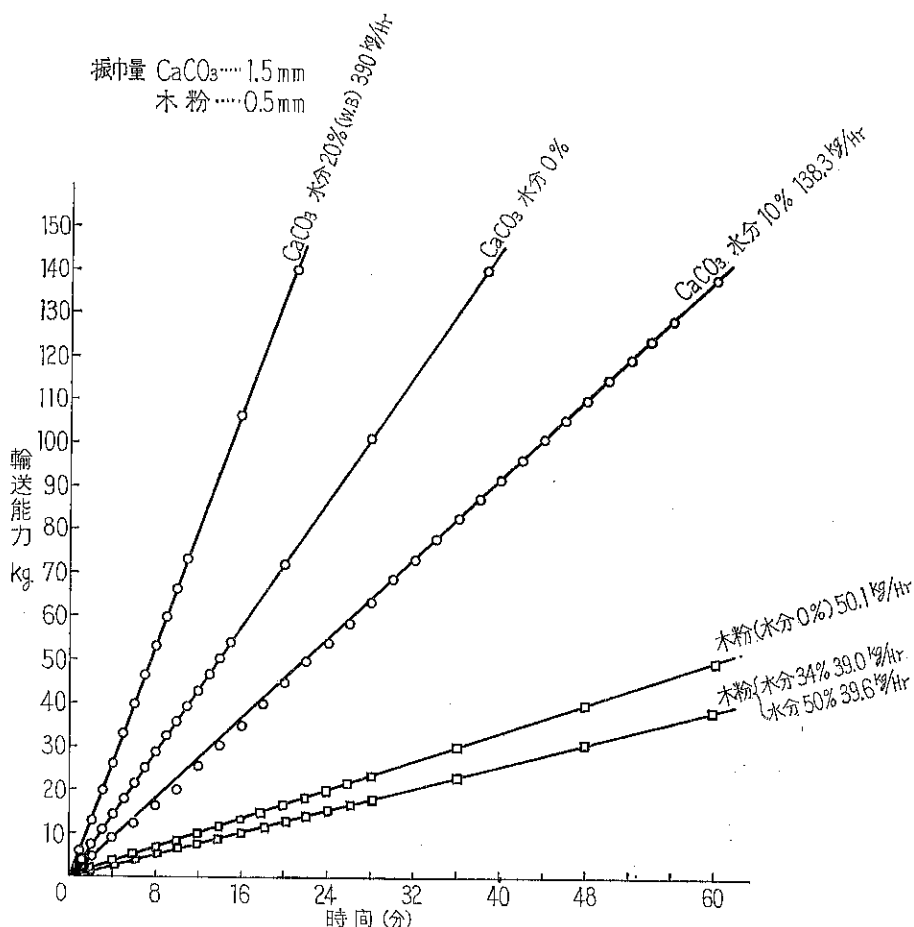


Fig. 4 振動スクリューフフィーダーの定量性

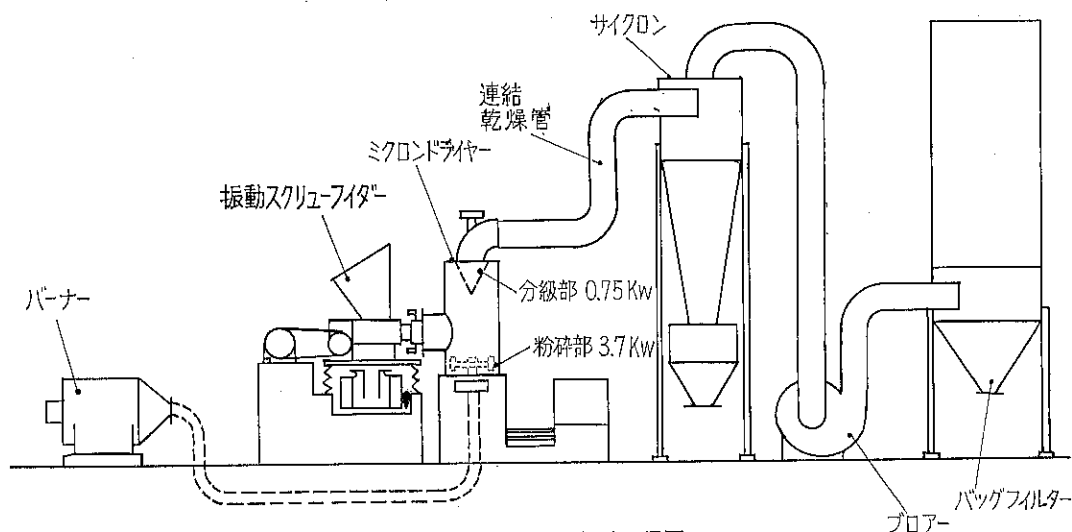


Fig. 5 ミクロンドライヤー概略配置図

Table 1

テスト No.	1	2	3	4
M. D. 入口温度	300°C	300°C	310°C	310°C
M. D. 出口温度	83~85°C	150°C	120°C	100~85°C
原料水分 (W.B)	19.2%	20.0%	20.0%	20.2%
仕上水分 (W.B)	0.2%	0.15%	0.1%	0.2%
処理能力 (kg/Hr)	192	200	133	150
供給量/時間 kg/分'	75/23'27"	60/18'0"	30/13'30"	30/12'0"
空気量 m ³ /min	11	11	11	11
M.D. 粉砕部回転数	5000 rpm	5000 rpm	5000 rpm	5000 rpm
M.D. 分級部回転数	370 "	370 "	370 "	370 "
パイプスクリュウ条件	水冷ジャケット使用	水冷なし	標準の短かいスクリュウを使用水冷使用	No. 3 項と同様
特記事項他	M. D. との連結部異状なし	M. D. との連結用ネオプレーンシートが1ヵ所亀裂が生じて破損した	始動後斯くして M.D. 粉砕部ローターの Amp が大きく振れることが多くなった	No. 3 確認をしたが Amp は同じ様に振れる

実験データは Table 1 の如くである Run 3.4 ではスクリュウ長さがケーシングに比して短い時では Run 1 の如くケーシング長さ一ぱいのスクリュウがあれば、供給は定量的であり、マイクロドライヤーそのものの運転も安定する。斯くしてこのような流動性のない泥状物質でも全くスムーズに供給し瞬間乾燥し得た。

結 語

振動スクリュウフィーダーで好結果を得た因としては、スクリュウ自体がケーシング中で微少振動し、この

中で湿潤物質がスクリュウに粘着閉塞することなく推進される事が一因であり又、ホッパー内の原料が振動の為、自重で垂下しそれがスクリュウフライで削り取られてスクリュウケーシングに入ることの容易さも一因である。両者相俟つて斯かる処理し難い泥状、ペースト状物質にも円滑に定量排出しうるのである。現在は取敢えずマイクロドライヤー用フィーダーの一型式として製品化するが、広い応用面が予想されるので、諸彦の指導をお願いしたい。実験に協力された松本和充君に謝意を表す。

アラジンバッグのテスト

—高温用バッグフィルター集塵について—

細川粉体工学研究所 松 山 卓 蔵
鈴 木 昭 明

§ 1 はじめに

従来、バッグフィルターはその濾布の性質上、高温の気体の清浄には使用できなかつた。しかし近年、種々の考案がなされ高温にも使用できる可能性のある濾布が種々開発されてすでにかなりのものが実用化の段階に入つて来た。現在までに知られているものには

- 1) ガラスクロス
- 2) テフロン繊維 (ポリフロン)
- 3) カーボン繊維
- 4) 耐熱ナイロン (アラジン)

がある。この内最も実用化の進んでいるものはガラスクロスであり、米国ではカーボンブラック工場を初めとしてセメント関係、鉄鋼電気炉関係に多くの使用を見ている。ポリフロンは高価な点で実用化に遠く、カーボン繊維は、一般にアクリル系合成繊維より成る濾布を焼成、炭素化したものであるが、強度、寸法安定性、耐熱度等が品質管理の上から不安定であり未だ実験段階である。耐熱ナイロンは近年米国において、原子炉、ミサイル、ロケット工学分野の要請により開発された耐熱繊維であり、高温においてすぐれた性質を示し高温用バッグフィルターとしても充分使用出来る。

Table 1 に主な繊維の性質を示した。

§ 2 ガラスクロスバッグフィルター

Table 1 各種繊維の性質

	常時使用 可能温度	(1) 引張強度	(2) 伸度	(3) 水分率	耐アル カリ性	耐酸性
グラスファイバー	300°C	7.6~10	3.4%	0%	良 好	良 好
テ フ ロ ン	200°C	1.6	13	—	良 好	良 好
テ ト ロ ン	140°C	3~4.3	7~40	0.4~0.5	やや不可	良 好
ア ク リ ル	110°C	1.3~1.6	20~25	1.5	やや良好	良
ナ イ ロ ン	90°C	3.6~4.1	16~42	4~5	良 好	やや良好
ウ ー ル	80°C	1	25~35	16~18	不 可	やや良好
耐 熱 ナ イ ロ ン	230°C	2.8	17	0.4	やや良好	良 好

(注) (1) 20°C湿度65%においてウールを1とした時の比

(2) 破断点における伸率

(3) 20°C湿度65%における平衡水分

ガラス繊維の利点を上げれば、耐熱度が高い事と、耐蝕性のある事である。したがってガス温度140°C以上に於いてバッグフィルターを使用する場合には、ガラスクロスが推奨されている。しかし反面、ガラスクロスは耐久度寿命が短かく、今までは他に耐熱濾布に適当なものがなくやむを得ず使用されて来た感もあつた。

ガラス繊維は単純な引張試験においては表に示す如く非常に強い力に耐える。しかしクロスにしたものは、くり返しの折りまげ、摩擦、引かきに対して非常に弱くこれを使用する場合にも非常に制約を受ける。

即ち一般によく用いられている強い機械的なシェーキングによる濾布面の清掃は出来ない。無理にするならばクロスの寿命を短かくするだけである。

機械的なシェーキングでなくて、ハーシー型のリバースジェットに於ても、リングが濾布を摩擦するため使用は難しい。弊社のパルスエアー方式でも、air pulsの強度、リテーナーとの摩擦等により多少無理があつた。

現在一般に使用されているガラスクロスバッグフィルターの払落し機構の多くは、数個の室に分けたバッグハウスを順番に運転を中断して、逆風をかけるのが普通である。ガラス繊維の場合、他の濾布と違って比較的濾布表面がなめらかであり、附着したケーキは弱い清掃効果でも落ちやすい点に大いに助けられている。

集塵率と強度の点からガラスクロスを使用した場合は

一般に濾過速度は $0.5\text{m}^3/\text{m}^2\text{min}$ 以下、圧力損失50 mmAq 以下にするのが安全である。ガラスクロスバッグフィルターの使用例についてのべれば、カーボンブラックの分解炉の後に使用した場合、カーボンブラックの粒子径は $0.005\mu\sim 0.1\mu$ 程度のものでガスは原料の油から出る硫黄分を SO_2 , SO_3 の形で含んでい

て、露点は $130^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ であり、炉過は $180^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ で行なわれる。この種のガスは冷却しすぎると露点附近では SO_2 、 SO_3 のため装置炉布への腐蝕がはげしくなるので、かえって高温のまま炉過した方が有利な場合が多い。

炉過速度は $0.3\text{m}^3/\text{m}^2\text{min}\sim 0.5\text{m}^3/\text{m}^2\text{min}$ で炉布寿命は半年以内である。

セメントキルン関係では炉過速度 $0.3\sim 1.5\text{m}^3/\text{m}^2\text{min}$ 製鋼平炉、転炉では $0.6\text{m}^3/\text{m}^2\text{min}$ 当りが普通である。

他にキュポラーの排気、製鋼アーク炉、乾燥機等の排気に使用できるが現状としては、希釈、加水、熱交換等により温度が下げられる場所では、 130°C 以下の低温にしてテトロン等の炉布を使用しているのが普通であり、これはひとえにガラスクロスが寿命が短い事に帰因している。

§ 3 耐熱ナイロン（アラジンバッグ）

最近米国に於て開発された耐熱ナイロンであるが、これは耐熱繊維としては従来のものにない画期的な性質を備えたものであり、今後高温用フィルターバッグとしても、今までのガラスクロスの分野に大きく入り込むものと考えられる。当社に於ては米国 PMD 社とこの耐熱ナイロンバッグについても技術提携し、商品名アラジンとして国内販売を準備している。この耐熱ナイロンは全く新しい繊維であり、その性質を紹介すれば、その化学構造は Nylon 6 の炭素の直鎖結合の部分がベンゼン環に代つたもので、ベンゼン環中の共軛二重結合がすぐれた耐熱性を示す基となつている。このアラジンは高温に於ても Nylon のように融解する事はない。しかし、 700°F (371°C) では急速に劣化する。高温における強度は 6—6 ナイロンの融点である 250°C にて、アラジンの破断強度の 60% に低下するだけである。長時間、高温にさらしておいた場合の強度の低下は Fig. 1 に示す如くであり、 230°C 以下の温度ならば、充分長時間の使用に耐えるだけの強度を保っている。

アラジンは熱によりとけることはなく燃える恐れは少ない。 700°F (371°C) 以上では熱源強度に比例して劣化し、脆くなり炭化する。アラジンが酸化されて焰を出しても熱源より遠ざげると焰は消滅する。

アラジンは化学薬品に対しても優れた性質を示す。殊に炭化水素、その他の有機溶剤によく耐える。耐酸性は 6—6 Nylon より良いがテトロン、アクリルと比べると劣る。室温では耐アルカリ性は良いが、高温で強アルカリには劣化する。しかし、ガラス繊維と違って含弗素化合物、高温のフロンガスにも耐える。 SO_2 SO_3 を含む気体に対しても露点以上の温度であれば優れた性質を

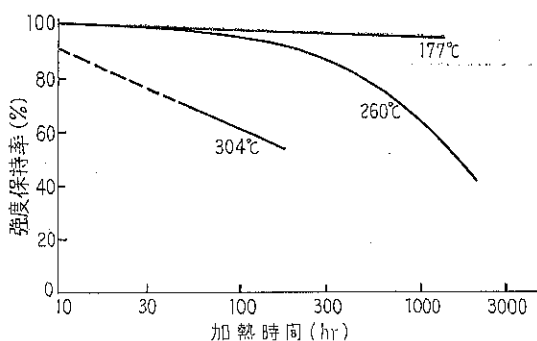


Fig 1 加熱ナイロン（アラジン）の高温における強度保持率

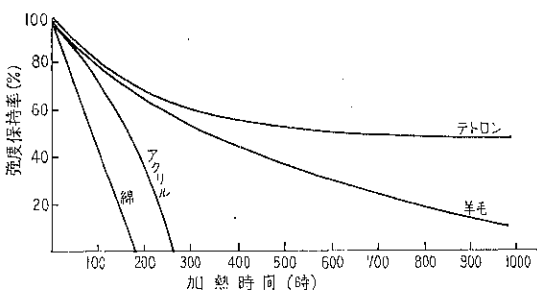


Fig 2 各種繊維の 150°C 加熱による強度保持率

もつ。しかし、硫酸が Bag 上に凝結すれば強度が落ちる。

以上、耐熱ナイロン、アラジンの性質について説明したが、当社のパルスエアーの技術提携先である。米国 PMD 社でも早くからこの繊維に着目し、すでに3年前から Louisiana の Cabot Carbon 社に於て、この耐熱ナイロンのバッグを使用したパルスエアー・コレクターにてテストを始めた。

ここではカーボンブラックの熱分解炉からの排気を集塵する目的である。熱分解炉の排気は炉から 700°C で発生し、水冷塔を通つて約 205°C まで冷却されてパルスエアーに入る。Cabot Carbon 社では小型のパルスエアーによる 80 日間のテストに成功し、現在では、処理風量 $250\text{m}^3/\text{m}^2\text{min}$ のものが2台、 $1\text{m}^3/\text{m}^2\text{min}$ の炉過速度で稼働しているが、5ヶ月以上、内部に入る事なく連続運転をしている。

Calif の Mineral Products Division, FMC ではドロマイト焼成炉からの排気ガスの除塵に耐熱ナイロンを使用する事を計画し、1962年12月から、P—9—4パルスエアーを使用して4ヶ月の試運転を行つた結果、現在では、1 F 4パルスエアーにて、 205°C の排気を $1.8\text{m}^3/\text{m}^2\text{min}$ の炉過速度にて $450\text{m}^3/\text{m}^2\text{min}$ の風量を処理して、バッグフィルター圧力損失 $100\sim 125\text{mmAq}$ で異

常なく運転しています。又、セメント関係に於ても、ユタ・ポオートランドセメント社に於て、昨年10月から4ヶ月にわたり、210°Cのセメントキルン排ガスを処理して、2m³/m²minの濾過速度で、バッグフィルター圧力損失70mmAqにて連続運転に良好な結果を得ている。

当社に於て、PMD社よりアラジンバックを輸入して行つたテストは200°Cの空気を処理して濾過抵抗、効率等に於て、普通のフェルト濾布を常温で使用するのと同程度の性能を示して居る。

Table 2 アラジンバックつきパルスエア高温集塵試験

テスト No.	濾 過 率	入口ダスト濃度	Bag 圧力損失
No. 3	m ³ /m ² min 2.7	g/m ³ 0.2	minAq 30
No. 5	4.0	6.8	70
No. 6	4.0	37	160
No. 7	5.3	6.8	120

ダスト炭酸カルシウム 325mesh pas 品
処理ガス温度 200°C

現在某社がカーボンブラック高温集塵の長期テストを進めている。

以上述べて来たように現在使用中の高温用のバッグフィルターはそのほとんどがガラスクロスであり最近耐熱ナイロンの使用が有望となつて来た。

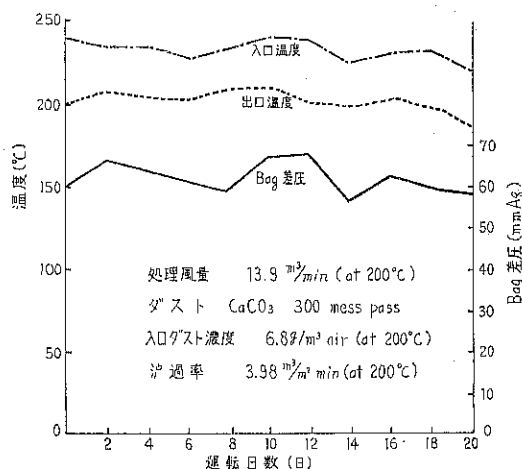


Fig 3 アラジンバックつきパルスエアによる高温集塵テスト

§ 4 結 び

高温用バッグフィルター集塵は公害問題の喧しい今日、是非とも吾々技術者の手により解決すべき問題の一つである。従来は実用に耐える高温 Bag として、ガラス繊維しかなかったが、これは上述の如く機械的強度が弱く、且つ集塵率の点で、理想的とは言えぬ。今後の集塵率は排ガス中の粉塵が目に見える様では Bag Filter として落第である。少くも集塵率99.9%以上でない資格ではない。この点耐熱ナイロンアラジンにける期待は大きい。今後共高温用 Bag Filter 集塵に努力を続けるべく皆様の協力をお願いする。

化学工学協会主催

工場見学討論会が弊社において行なわる

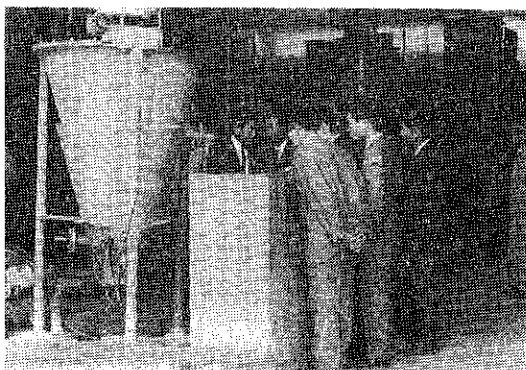
化学工学協会関西支部主催の第7回工場見学討論会は9月25日、当株式会社細川鉄工所において開催される予定であつたが、当日はあいにく台風の影響を受け交通機関もほとんど麻痺する悪天候に見舞われたため略会にとどめ改めて10月12日に行なわれた。参加者合わせて50人あまり、当社の第一工場、第二工場、試験室を見学の後、下記の講演、座談会が行なわれ、盛会であつた。

講演、当社の海外技術輸出 細川鉄工所 細川益男氏
高温用Bag Filter 集塵について

細川鉄工所 松山卓蔵氏
衝撃粉碎のメカニズム

同志社大学 奥田 聡氏
座談会 粉体技術に関して

司会 京都大学 吉岡直哉氏



写真は試験室にてナウタミキサーの説明を聞く参加者

集塵用布フィルタ使用の最近の傾向

(Dir. Wolf Muhlrads Staub 23 (1963) Nr. 11 から)

(抄訳) 大阪市大工学部 吉田研究室

向 阪 保 雄

やつかいな集塵問題を処理するため、最近布フィルタが広く用いられるようになってきた。ドイツではアメリカ、イギリス、フランス等の国よりもこの布フィルタによる方法を軽視してきた傾向があるが、自動フィルタが初めてドイツで開発され普及するに及んで、このような傾向は改まってきた。20年前の布フィルタでの苦い経験があるので、今でも布フィルタを拒む技術者は珍らしくはないが、しかし近年この方法は布の品質や、フィルタの自動払落しや、含塵空気の前処理の点に関しめまぐるしい進歩が続けている。

1. 布の品質

次の表は最もよく用いられる種々の布の主な性質を掲げている¹⁾。この表から、合成繊維は羊毛に比べて平均3倍の強度を有していること、吸水性が少ないこと、および使用最高温度が高いことがわかる。

Fig. 1 は温度に対する強度の変化を種々の繊維について示している。ここで注意すべきことは Polyester 繊維は150°Cで強度がもとの17%しか低下しないのに、木綿では52%、Nylon では63%もその強度が低下してしまうことである。

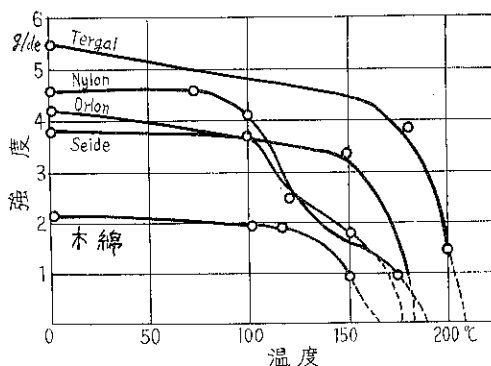


Fig. 1 種々の繊維の温度に対する強度 (実験時間72時間)

種々の繊維の摩耗強度を Fig. 2 に示す。これでわかるように合成繊維の摩耗強度は天然繊維をはるかにしのいでおり、摩擦円板 15,000 回転後の摩耗減量は木綿で 2,000mg、羊毛で 1,100mg であるのに比べ Nylon ではわずか 300mg、Tergal では 120mg である。

木綿は安価であるので簡単なものの集塵には適している。羊毛はその値段が一般の合成繊維とほぼ同じであり

Table 1 布の性状

	木 綿	羊 毛	Polyamid (Nylon- Perlon)	Polyester (Tergal-Tre- vira, Dacron)	Polyacrylnitril (Redon, Dacron, Orlon, Crylor)
比 強 度 kg/mm ²	31—76	12—24	42—86	57—83	42—58
比 重 量 kg/dm ³	1.54	1.32	1.14	1.38	1.14—1.17
吸 水 性 %	7	13—15	4—4.5	0.4	1
最高使用温度(連続)°C	90—95	95—100	90—100	120—125	110—120
耐 酸 性 能	高温の薄いまたは低温の濃い酸で破かい	高温の硫酸で破かい、他の酸に對してよく耐える	低温の塩酸・硫酸・硝酸で破かい	大低のミネラル酸に對してよく耐える、濃硫酸に溶解	酸によく耐える
耐 アルカリ 性能	膨湿するが損傷せず	アルカリに對して破かい	良好な耐アルカリ性	弱アルカリに對しては強いが、高温の強アルカリには溶解する	弱アルカリに對してはよく耐える

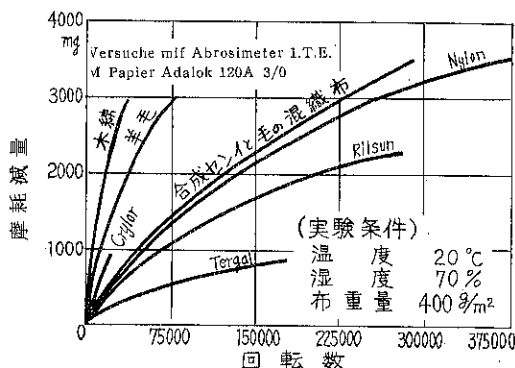


Fig. 2 種々な繊維の摩耗強度

大変高い集塵効率が必要な場合だとか、粉塵粒子が細かくまた電気の良い導体である場合等に用いられる。羊毛フィルタの典型的な使用例としては、石炭およびコークスの乾燥粉砕器があげられる。Nylon や Perlon はアルカリ性雰囲気中の集塵に適しているが、この場合温度は 100°C をこえてはいけな。その他の場合に対しては、Poly-acrylnitril と Polyester 繊維が優れている。

以上の繊維の他に例外的なものとしてガラス繊維があげられる²⁾。これは近年アメリカで盛んに用いられているもので、もともと硫黄分を含んだ低品位の油を処理した際に生ずるカーボンブラックの分離用に開発されたものである。その後これの使用範囲が拡張され、例えばセメント工業のクリンカ炉、鉄鋼の Siemens-Martin 炉、Electric arc 炉、キューボラに用いられるようになった。この繊維の主な利点は、まず耐酸性（Flourine 酸を除く）であること。次に $250^{\circ}\text{C} \sim 300^{\circ}\text{C}$ まで耐える耐熱性であることである。したがってガスを $120^{\circ}\text{C} \sim 140^{\circ}\text{C}$ 以下まで冷却することが、腐蝕の面でもまた経済的な面でも好ましくないような場合には、これの使用が推奨される。われわれの研究ではクリンカ炉と Electric arc 炉についてこれを用いたが、効率についてもまたフィルタ面のケーキの払落しについても優れた結果を得た。しかし一面、フィルタ筒の耐久力がやや乏しかつたが、これもケーキの払落し方法の改良でかなり伸び、平均してカーボンブラック炉では 20~24 ヶ月の運転寿命であると考えてよい。

このように種々の布を適材適所に使い分け、集塵問題の解決に役立たせることは大切なことである。

2. フィルタ面のケーキ払落し技術

2-1 Adhesion (粘着性)

布の耐久力、分離効率、圧力損失および運転間隔は、フィルタ面に捕集された粒子がどのようにして除去され

るかによつて左右されるので、フィルタに附着した粒子の adhesion に関して研究することは大切なことである。粉塵粒子と電気集塵板との間の adhesion については、すでに Brandt 氏によつて報告されているが、布フィルタの場合でもこれに 2, 3 の修正を加えるだけで適用することができる。

a) 粒子の cohesion (凝集力)

粉体の凝集作用は粒子そのものの形状、粒度、性質によつて影響される。大きな凝集力をもった粒子は、フィルタ表面に層を形成して附着し、これがフィルタに優れた分離効率を与えている。この粒子層は丁度濾過材として作用し、一方布それ自体はただの支持円筒の役目をしているに過ぎない。これの一例としてわれわれの行なったフェロシリコン炉の実験結果を紹介すると、まず同種繊維から織られた 190g/m^2 と 350g/m^2 の 2 種の布を用いた場合に、その布目の性状は著しく異なるにもかかわらずその効率や圧力損失が同じであつたということである。このようにフィルタの効率や圧力損失は一般に用いられた布目の性状よりも粉体粒子そのものによつて大きく影響されていることがわかる。

粒子の凝集が良すぎると、フィルタの圧損が増えるのでフィルタ表面積を拡げたりフィルタエレメントの払落し回数を増やさねばならない。一方粒子の凝集が悪ければ一般にフィルタの分離効率が悪い。この場合フィルタの裏側に布を貫通した粒子が附着しているのをよく見かけるが、これはフィルタの分離効率低下の原因ともなるので、ガス流速を注意深く制限してこのような現象が起らないようにしなければならない。凝集力の少ないものの典型的な例としては、ミルで生じる細かいコークスの粒子や鑄造工場からのサンドブラストによる割合大きな砂粒子がある。この場合には最も良い性状の布フィルタを用いてもフィルタ出口で $10 \sim 50 \text{ mg/m}^3$ 程度の含塵量はやむを得ないが、一方この同じ布を使つて転炉や Electric arc 炉の排ガスの集塵をすればわずか $2 \sim 3 \text{ mg/m}^3$ の清浄ガスが得られる。したがつてこのような悪い凝集性の粒子に対しては、布種の選定に注意するとともに、ガス流速をあまり大きくとらないようにすることが望ましい。

b) 分離面における機械的 adhesion

粒子とフィルタとの間に働く機械的な adhesion は、粒子の表面形状と布の粗さと更に布の両面の圧力差によつて左右される。この機械的 adhesion については Brandt 氏がすでに報告しているが³⁾、これは布に対して平行な方向と垂直な方向に作用していて前者の力の方が後者より著しく強い。このことは電気集塵板で叩いたり振動させたりする方向が板に対して垂直だということ

を考へてもよくわかることである。布フィルタでもこれと同様最近では大低布に対して垂直方向に動かすようにしている。

c) 静電力

布表面に作用する静電力についてはまだあまり知られていないが、濾過能力やフィルタ表面の払落しに対しては決定的な影響を及ぼしていることは確かである。静電気は摩擦によつて起され、その電位は繊維の質や摩擦の物理的条件によつて影響されることはよく知られている。また静電荷の蓄積は布の電気伝導度とガスの相対湿度と粒子の電気伝導度によつて影響される。

さて粒子が高い電気抵抗を有している場合（例えば珪素の蒸気やある種の合成樹脂）、この粒子は静電粘着力が強いのでフィルタの払落し方法には特に注意を払わねばならない。このような粒子では圧損は高くなるが分離効率は良好である。

粒子の電気抵抗が低い場合（例えばミルで生ずる石炭やコークス粒子）、フィルタに附着したこの導電体によつて静電荷はアースされてしまうので静電粘着力を示さないが、その反面粒子が布を貫通する傾向が見うけられる。

粒子の電気抵抗が以上の中間程度のものの場合（ $10^6 \sim 10^{10} \Omega \cdot \text{cm}$ ）、一般に濾過効率および払落しに対する布フィルタの耐久力を良好にしている、このような粒子はいかなる種類であつても特に問題とはならない。

2-2 フィルタ面のケーキ払落し方法

a) フィルタ面に垂直方向の機械的振動を与え同時に逆風をかける方法

これは効果的ではあるが、フィルタ筒をいためつけることと、払落しに際して一時運転を中断しなければならぬことが欠点である。

b) フィルタ面に平行方向の機械的振動を与え同時に逆風をかける方法

これはフィルタの保護の面では有利であるが、布自体弾力性に富んでいるので振動の伝達が布全長にゆきわたり難い。したがつて効率もあまり良くない。

c) フィルタ筒の吊枠に固定されたアンバランスウェイトにより横方向の回転振動を与えると同時に逆風をかける方法

これは濾布自体には機械的な歪みが全く与えられないものであるが、フィルタ面に垂直方向の振動を与えた場合のような高い効率は得られない。

d) 以上のような機械的な振動は与えないで逆風のみをかける方法

これには機械的な曲げ応力をきらうガラス繊維がよく用いられる。

e) 間接的に逆風をかける方法

これには与えられたフィルタ表面積に対して、その容積を小さくとれるバッグフィルタが用いられる。

f) 圧縮空気の吹付けによる方法

この方法ではフィルタの運転を中断することなく払落しができるので、このことは他の方法では得られない利点といえる。

フィルタの比表面積の選び方およびフィルタで生じる圧損は以上のような払落し機構によつて左右される。もしこの払落しの効率が悪ければ、粒子層がどうしても厚くなり高い圧力損失が生ずるので、フィルタの比表面積を大きくとつておかねばならない。もしこの効率が良くフィルタの比表面積を小さくしたような場合は、機械的に強度の高い布が必要となり寿命も実質的には短くなりがちである。したがつてこのようなフィルタは、後で生じる補修があまり問題とはならない不連続的な運転をする装置にその適用を限つていようである。一方連続運転をする場合には、フィルタの比表面積を大きくとつた、また布を機械的に至ませないで払落しを行えるフィルタが好ましい。この場合当然装置が大きくなり建設費が高くつくが、補修費が節減されることにより十分償われる。最もひどい運転条件のもとでもこの種のフィルタは20,000時間以上の耐久力を示すことも珍しくない。フィルタ筒を機械的に強く歪ませるような払落し方法ではこれはとても考えられないことである。

アメリカでは機械的な振動を伴つた布フィルタの払落し方法はあまり用いられない。というのはこの国では時間賃金が高いので、できるだけ人手のかからないものが歓迎されるからではないだろうか。したがつてアメリカでは、ヨーロッパに比べてフィルタの比表面積がずっと広くなつていようである。

フィルタの払落しに関して行つてきたわれわれの実験結果の一端を最後に述べることにしよう。ここで用いたフィルタは3つのエレメントからなる表面積 $3 \times 24 \text{m}^2$ のもので、粒子はフェロシリコン炉の後のフィルタで生じた径 $10 \mu\text{m}$ 以下が93%のものであつた。全実験を通じて布上の粒子層の厚さは一定とした（フィルタ初期圧損：1.4cm/s のガス流において150mm 水柱）。実験結果は Fig. 3 に示すとおりである。

曲線—1は振動力による圧力損失の回復度合を示している。振動はフィルタ筒の吊枠上に固定されたアンバランスウェイトによつて起される。このように振動力だけでは実質上ほとんど効果がないことがうかがえる。

曲線—2は一定時間（10秒間）の連続的な逆風をくわえた場合で、その吹付空気流速と圧力損失の回復度合を示している。この方法では前述のようにガラス繊維のフ

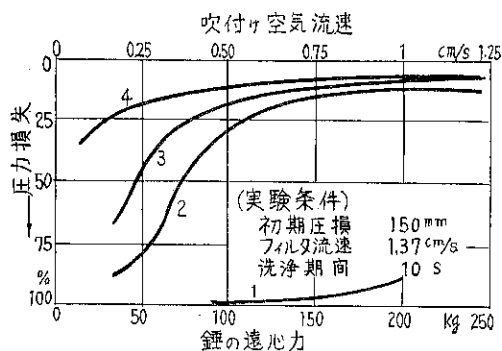


Fig. 3 種々なフィルタのケーキ払落し方法
 曲線—1—回転振動による払落し
 2—連続的に逆風をかける払落し
 3—間けつ的に逆風をかける払落し
 4—連続的に逆風をかけ同時に回転振動を与える払落し

フィルタ筒が用いられている。空気流速が1 cm/s をこせば効率は十分であり87%以上の圧損が回復される、すなわち初期値150mm水柱が20mm水柱となることを示している。

曲線—3—は間けつ的に逆風をかけること(10秒あたり6回の吹付け)による圧損回復状況を示している。この方法ではただ連続的に空気を吹付ける場合に比べて効率が良いことは注目し得る。

曲線—4—は連続的な逆風と遠心力が240kgであるアンバランスウエイトによる振動とを組合わせた場合で、圧損が空気流速によつていかに変わるかを示している。この場合逆風をかけることは単に布を引張る役目のみして、振動の伝達能力を良好にし振動による粒子層の払落しを容易にしている。

以上の結果は一定の実験条件のもとで行われた単なる比較データであるが、粒子の性質、粒径、初期粒子層の厚さ、粒子の除去のために加えられる力等が変われば当然上記以外の異つた結果が得られるであろう。さらにこの実験ではフィルタとして木綿を用いたことおよび粒子の帯電も弱かつたので静電力はほとんど無視できたが、静電力が強い場合には以上の実験データはあてはまらない。

3. 含塵空気の前処理

布フィルタの性状に適するように含塵空気を前処理するようになってから、フィルタの新しい分野が開けてきた(転炉, Electric arc 炉, カーボンブラック炉)⁴⁾。

3-1 粉塵の前処理

機械的に発生した粉塵粒子に対しては特別な前処理は必要としない。しかし非常に高温での昇華や化学反応によつて生じた細かい粒子(1 μm の断片)は効率よく濾過することが困難であり、またフィルタの布目をすぐ閉

塞させてしまう。そこでフィルタの入口より手前でこの粉塵をあらかじめ凝集させることが必要となつてくる。一部の凝集はブラウン運動によつて自然に行なわれ、そしてまた粒子が接近した場合は Van-der-Waals の力によつても行なわれる。

凝集によるガス中の粒子数の減少については次の式が通用する。

$$-\frac{dn}{dt} = kn^2$$

ここで、 n = 粒子数、 t = 時間である。

凝集速度は粒子数の2乗に比例している。この法則は均質な煙霧質の場合で実験されたもので、このことから次のことがいえる。すなわち最初の濃度が1 μm の粒子 10^{10} 個/cm³ の場合、たつた3秒で粒子数が最初の値の $1/40$ に減つてしまうということである⁵⁾。この粒子数は粒子径0.2 μm の場合の茶色の煙の濃度30g/m³に相当している。このようにガス中の粉塵粒子の数は非常に多いので、数秒の間に一部は凝集してしまう。

自然の凝集はこのほか粒子の静電力によつても行なわれる。さらに大抵の粉体、例えば酸化鉄、においては磁性による凝集力をも伴っている。しかしながらこれら自然の凝集力だけでは、多くの場合、フィルタの設計条件を有利にするにはまだ不十分である。そこで人工的に凝集を助ける方法が大切となつてくる。

まずこれの最も簡単な方法として考えられることは、フィルタ手前のガス導管を長くし、「時間」および「粒子の衝突の公算」のチャンスを活かすことである。しかしこれは導管の設備および補修費用が高つくあまり有利とはいえない。

戦後超音波による凝集について大きな期待がよせられたが、これは信頼性が薄くまた動力費も高つくことがわかつた。

布フィルタの手前で静電場を通過させる方法も研究されたが(特にカーボンブラック製造で)、運転費が高つくのでやはり駄目なようである。

乾式で最も経済的な凝集方法はサイクロンであり、これによつて電気炉から出る連素粒子およびカーボンブラックの処理を良好に行い得た。

高い電気抵抗をもつた粉体の場合には前もつて放電させておくことも一つの方法である。ある程度の放電ならば粉体の凝集やガスを湿らすことによつても行なわれる。またラヂオアイソトープ(β線)の使用を推奨する技術者もいるが、現在の技術では費用がかかりすぎる。さらにもう一つの可能性として、ケーキの払落しの際人工的にイオン化した空気を吹付けることによりフィルタ上の荷電を取除く方法が考えられる。

3-2 ガスの前処理

ガスの前処理は主として炉布の性状に応じてガスの温度や湿分を調整するのがその狙いである。

3-2-1 吸引空気を増加することによる冷却方法

この方法では最終ガス量およびフィルタ表面積が増え、設備費と所要動力が増加する。この方法は附加的な冷却法として用いられる程度でごく稀にしか使用されない。

3-2-2 給水スプレイとその蒸発による冷却

ガスの出口温度が300~400°Cをこえず、またガスが酸を含んでいず露点が高くなっても差支えないような場合によく用いられる方法である。この方法によれば、例えば40gの水の蒸発で1kgのガスを100°C冷却することができる。いまガスを400°Cから100°Cにまで冷却しようとするれば、1kgのガスあたり120gの水を蒸発させねばならない。これは1m³の乾きガスあたり190lの水蒸気を含ませることであり、そのときの露点は56°Cである。

この方法の欠点はガスの露点が高くなることおよびガス量が増加することである。

3-2-3 乾式ガス冷却

出口ガス温度が700°Cをこえるような場合廃ガスボイラが適用されるが、一般にこれの設備費は高くつきまたこれだけでは200~300°C以下に冷却できないので、水や空気による熱交換器をも併用しなければならない。この際ガスに曝される熱交換面は閉塞や汚損がひどいので、これの洗滌方法を考慮しておかねばならない。

出口ガス温度が300~400°Cをこえる場合には熱アキュムレータが優れている。これは柱状の形をしていて、その内面は耐熱鋼の格子によつて垂直方向の溝が形成され、そこをガスが上から下へ流れるようにしたものである。熱源が不連続的な転炉では、このアキュムレータを冷却する十分な合間があり、また熱源が連続的な場合は一方で加熱され一方で冷却される2つの部分にわかたれている。この方法は運転上安定しておりそしてガス量が増えることも露点に影響することもない。設備費はスプレイ塔よりも高いが、保温費用だとかガス量の少ない面を考えれば一部は償われる⁶⁾。

4. 布フィルタ使用の典型的な例

集塵技術の発展状況は実際の工業上の使用例によつて知ることができるが、ここでは含塵ガスの前処理を必要とするやや複雑なもののいくつかをあげることにする。

4-1 熱風キュボラ

キュボラから出る煙の色を完全に除くことのできる唯一の集塵器は布フィルタである。ここで用いられるフィ

ルタ材は従来からの布かガラス繊維であり、フィルタの前にはガス冷却器がつけられることが多い。

4-2 カーボンブラック生産工場

カーボンブラック粒子のサイズは100分の2, 3~10分の2, 3μmで、低品位の硫黄分5~8%の油から出るカーボンブラックを含んだガスの露点は130~150°Cである。したがって炉過は180~200°Cで行われなければならない。この場合硫黄分の点からガラス繊維のフィルタのみが使われ得る。このガラス布フィルタは多くのエレメントからできていて、これらは順番に運転を一時中断して逆風をかけることによつて払落しが行なわれる。この場合フィルタ流速は0.5~0.7cm/sで、運転寿命は平均20~24ヶ月である。フィルタの上流には一般にサイクロンセパレータがつけられる。

もし硫黄分を含まない場合には、温度が100~120°Cで普通の繊維の布フィルタが使用でき、またガス容積が少なくなり、さらに効果的な払落し方法が採用されると、フィルタ速度も1~1.2cm/sと高くとることができる。

4-3 フェロシリコン炉⁷⁾

凝縮した珪素蒸気は、粒径が平均して0.3μm、比重量は軽く150~250g/lであり、高い電気抵抗を有する。このことは布表面での著しい堆積の原因となっており、したがって粉体の凝集と放電とフィルタのケーキ払落し方法については特に注意が肝要である。フランスでスプレイ塔をもつた、ガス冷却と粒子の放電と凝集を同時に行なっている装置が運転されている。これでは温度コントロールは自動注水式であり、このコントロール温度範囲をこえた場合のために、さらに附加的な設備として冷却空気を入れるようにしている。このフィルタの分離効率率はフィルタ出口で10mg/m³の含塵量であり実質上100%に近い。フィルタ筒の平均寿命は15,000~20,000時間であり、布の品質が改善されればこれはさらに伸びるものと思われる。

4-4 茶色の煙の集塵

茶色の煙の3つの主だつた出所は、Electric arc 炉、Siemens-Martin 炉、および転炉である。

Electric arc 炉の場合については“Deutschen Ausschuss der Electrostahlbetriebe”で1963年4月われわれが発表したものを述べよう⁸⁾。ここでまず第1の問題は、炉内での爆発を避けるためのガス量を正しく測定することと同時に、炉の廃ガスを排出させることである。炉の上部にあるフードから排気される場合は、排気の温度は100~120°Cであるので前処理なしに布フィルタが直接使える。しかしフードのない炉頂の開孔部から直接排気する場合には排ガス温度は700~800°Cにも達して

いるので、布フィルタの手前には冷却器が欠かせない。炉頂から直接排気するようになった40トンと20トンの2基の Electric arc 炉で、熱アキュムレータと Polyester フィルタを使って良好な結果を得ることができた⁸⁾。すなわちこれらではフィルタ筒の寿命は20ヶ月以上であり、そして清浄ガスの含塵量は 7 mg/m^3 以下であつた。さらに2基の100トンの炉でガラス布フィルタを使用した。集塵効率および運転の安定性については従来の布フィルタに全く匹敵することが確かめられた。この場合、所要動力、所要布面積が非常に大きくなり、また寿命もある程度短くなるようであるが、 $250 \sim 300^\circ\text{C}$ という高い温度のガスを処理することができ装置が簡略化されている。しかし現段階では運転経験が乏しいので従来の布とガラス布との優劣はつけ難い。

酸素の吹付けを行う Siemens-Martin 炉の集塵問題について、Guthmann は電気集塵器やベンチュリ理論等の一連の研究を発表しているが、最近の傾向は、特にアメリカにおいては、ガラス布フィルタの使用に目標がおかれている。磨熱ボイラ出口ガス温度は平均して 250°C であるので、ガラスフィルタであればガスの前処理なしでそのまま使用でき大変経済的である。Siemens-Martin 炉に適用したガラス布フィルタの運転経験はまだあさいが⁹⁾、これに適さないという理由は全く見当たらない。ところで酸素の吹付けを伴う Siemens-Martin 炉の集塵には、ガラス布フィルタ、電気集塵器、ベンチュリスクラバが用いられるが、これら3つのやり方には各々得失がある。まず排ガスの煙の色を全く無色にする必要がある場合、ことに清浄ガスの含塵量を 20 mg/m^3 以下に制限しなければならないときは、ガラス布フィルタは最適だといつて過言ではない。ガラス布フィルタの設備費は電気集塵器のそれより高く、運転費はベンチュリ

スクラバの場合よりずっと安いようであるが、これら3つの方法の経済性を正確に比較するのにまだ十分データが揃っていない。

次に茶色の煙の主な発生源である転炉についてであるが、これにも布フィルタ使用の可能性が認められ、その後多くの装置が運転に入りあるいは建設されている¹⁰⁾。Fig. 4 はフランスでの最初に据付けられた装置の系統を示している。図に示すようにこれは水冷の排ガスフード、熱アキュムレータ、冷却塔、フィルタ、それにベンチレータからできている。3年間の運転後これの成果は全ゆる点で優れていることがわかり、この間一度もフィルタを交換する必要すらなかつた。しかしこの成果は、熱アキュムレータによる冷却システムに負うところが大きいである。

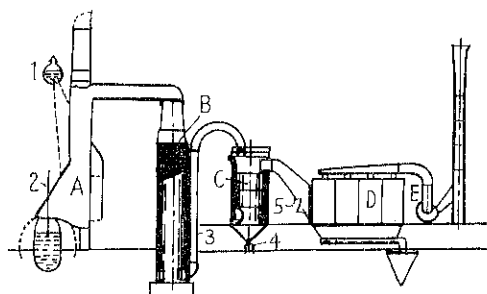


Fig. 4 ガス冷却器とフィルタの系統
A: 水冷フード B: アキュム・レータ
C: 冷却塔 D: フィルタ
E: ベンチレータ
1: タンク 2: 酸素吹付装置
3: 弁 4: ホッパ
5: 冷却空気吸引口

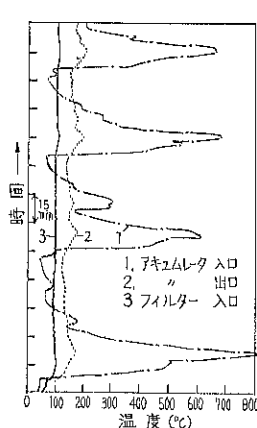


Fig. 5 夏季ガス温度

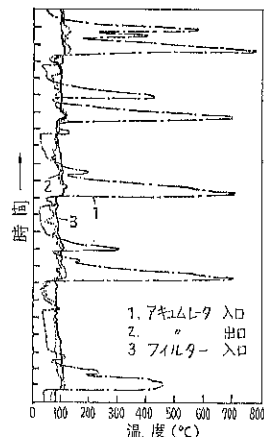


Fig. 6 冬季ガス温度

Fig. 5 と Fig. 6 は熱アキュムレータの入口、出口、およびフィルタ入口における温度の測定値である。この例の一つは冬季におけるもの、もう一つは夏季におけるものであり各々両極端を示している。これでわかるように冬季ではアキュムレータだけで十分な前冷却ができるのに反し、夏季ではスプレイ塔でさらに $30 \sim 60^\circ\text{C}$ 冷却してやる必要があるということで、この際ガスの露点は勿論 $30 \sim 35^\circ\text{C}$ をこえることはない。両者をみてわかることはフィルタ入口ではほとんど温度変動がなく、また酸素の吹付け以外では温度は安定しているが、このことは Polyester 布やそのほか温度条件を厳格にしなければならない布の寿命を高め得る一つの要素となつている。この装置の清浄ガス中の含塵量は最大 7 mg/Nm^3 であつた。アキュムレータのガスの流れる溝は全然手入れしなかつたのに、1年間の運転後汚損はあまりみられなかつた。この最初の装置では、酸素の吹付けのない静かな期間中アキュムレータは冷却空気によつて冷却される

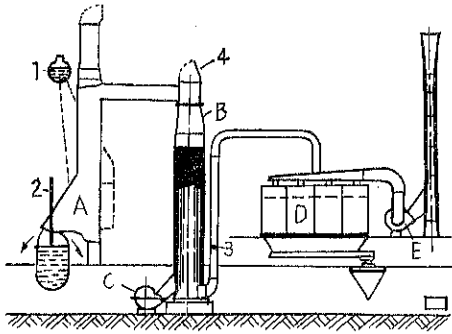


Fig. 7 新しい装置の系統

- | | |
|-------------|------------|
| A: 水冷フード | B: アキュムレータ |
| C: 補助ベンチレータ | |
| D: フィルタ | E: 排気ファン |
| 1: タンク | 2: 酸素吹付装置 |
| 3: 弁 | 4: 排気蓋 |

ようになってきているが、この冷却空気はガス流と平行であるのでアキュムレータ下部は十分冷却され難く、このため附加的な冷却器としてスプレイ塔を必要としていた。

Fig. 7 はこのような不具合をなくすための最近の装置で、補助ベンチレータによる向流の冷却空気を酸素の吹付けの合間にアキュムレータの下から上へそして上部の蓋から屋外へ流すようにしたものである。この冷却期間中フィルタと排気ファン“E”は停止されている。

このほか大切なことは処理すべきガス量を正しく見積ることであつて、これによつて建設費や所要動力が著しく節減され得ることに注意しなければならない。

鉄鋼工場で乾式集塵器を選ばないよく問題になるのは、布フィルタと電気集塵器との経済性および技術上の得失比較であるが、大抵前者の方が有利だという結論に達している。布フィルタにとつて有利な2つの決定的な

要素は集塵効率と所要スペースであり、さらに鋼1トンあたりの総コストは、減価償却、租税、修理費、および運転費を考慮して布フィルタの方が安価であるということである。この裏付けとなる実例をあげると、ベルギーのある鉄鋼工場にある55~60トンのL.D.A.C. 転炉の後に布フィルタの集塵装置が設置され、そしてその工場での2ヶ月の運転後、2基の180~220トン転炉用に同じ構造の集塵装置をもう1基発注したということである。

上述の例のほか、鉛、亜鉛、銅工業でも多くの場合すでに布フィルタは電気集塵器に置き代つてきており、含塵空気の前処理設備および自動コントロール装置を備えた布フィルタは、やつかいな冶金工業の煙道ガスの集塵問題を解決し得る唯一の手段であることを今一度認識されねばならない。

文 献

- 1) Deutschen Forschungsinstitut für Textilindustrie の A. Wilhelm による
- 2) Schlegel: Staub Bd 21 (1961) Nr. 9 444~448
- 3) Brandt: Staub Bd 21 (1961) Nr. 9 392~398
- 4) Muhlrad: Staub Bd 21 (1961) Nr. 9 434~435 および 454~455
- 5) Avy: Les Aérosols 78~82
- 6) Ihlefeldt: Staub Bd 21 (1961) Nr. 9 448~453
- 7) Muhlrad: Staub Bd. 22 (1962) Nr. 2 42~50
- 8) Muhlrad: Stahl u. Eisen Jg. 83 (1963) 921~929
- 9) Herrick: Air Pollution Control Assoc. Bd. 13 (1963) Nr. 1 28~32
- 10) Muhlrad: Stahl u. Eisen Jg. 82 (1962) 1579~1585

“ミクロンセパレーター発明表彰される”

当社特許製品ミクロンセパレーターは、この程近畿地方発明表彰において特賞を受賞し、大阪府知事および発明協会より賞状並びに賞品を受けた。

以下はこれを報道して、関西発明ニュースが紹介したミクロンセパレーターの記事である。

回転式粉末分離機 外3件

大阪細川鉄工所 細川 益 男

“ 松山 卓 蔵

粉末を分級して希望の粒度を得るためには、従来は篩分機またはサイクロン等の風力分級機によつていたが、前者は数十メッシュが工業的限界であり、後者は分級粒度、収率等につき満足なものがなかつた。本発明は特225750号に示される如く回転選別筒の遠心力と選別筒に

流入する空気のパランスにより分級を行なわんとする独創的発明の工業化であり、単一機械で数ミクロンより100メッシュ(150ミクロン)に至る広範囲の任意の分級粒度で効率よく乾式分級をなし得る世界的発明である。特301267号、特301268号、実551201号はより一層性能を向上せしめ、実用的価値を高めた改良発明である。本発明により炭酸カルシウム、クレー、カオリン、タルク、有機無機の顔料の超微粉の生産、低融点物質の微粉碎、プラスチックの粉碎等従来の技術では生産不可能であつた粉体を多種類に亘つて製造しており、その工業的価値は多大である。本発明により海外からの同種機械の輸入を殆んど防止し、逆に本機の輸出が増大している。

ソ連における粉碎研究(2)

粉体工学研究会

三 輪 茂 雄

〔1〕まえがき

粉碎に関する研究が、ソ連において、ユニークな発展を示していることを前号で紹介したが、引つづき入手した文献^{1, 2)}にもとづいて、今回は、粉碎理論の考え方を主にして解説する。Rittinger, Kick, Bond の理論の解説の仕方は、従来ひとつの型ができてしまっていて、わかたつつもりでいて、さてとなるとまどつくことが多いが、以下にのべるような、ちがった解説の仕方によつて説明されると、あらためて再認識させられる点が多い。

また閉回路粉碎についての Шынов の論文もあわせて紹介する。

〔2〕均一粒径 d から d' への粉碎仕事

粉碎は外力を作用させて、固体物質を構成する粒子相互間の内部的力を変えて破壊し、固体のサイズを小さくする過程である。

粉碎法則は、粉碎に必要な外力のなす仕事量を決定するもので、次の2つに分けられる。

固体の変形に要する仕事

$$\varepsilon_1 = k_1' \cdot \Delta v \quad (1)$$

k_1' : 比例定数

Δv : 変形体積

新表面積を形成するに要する仕事

$$\varepsilon_2 = k_2' \cdot \Delta s \quad (2)$$

k_2' : 比例定数

Δs : 新表面積

したがつて、粉碎に要する全仕事量は

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 = k_1' \Delta v + k_2' \Delta s \quad (3)$$

によつて与えられる。

いま、一辺が d なる1個の立方体を考えると

$$\text{体 積} \quad v = d^3$$

$$\text{表面積} \quad s = 6d^2$$

である。

1辺 d なる立方体を粉碎して、1辺が d' なる、均一粒径の立方体のみをうるものとする、粉碎比 r は次式で定義される。

$$r = d/d' \quad (4)$$

いま仮りに、 d なる粒子から d' なる均一な粒子のみを生じたものとする、生じた粒子数は

$$\frac{d^3}{(d/r)^3}$$

よつて

$$\Delta s = 6 \left(\frac{d}{r} \right)^2 \cdot \frac{d^3}{(d/r)^3} - 6d^2 = 6d^2(r-1)$$

一方 Δv は v に比例すると考えられるから

$$\Delta v = k_3' \cdot v$$

よつて

$$\varepsilon_1 = k_1' \cdot \Delta v = k_1' \cdot k_3' \cdot v = k_1 \cdot v = k_1 d^3 \quad (5)$$

ここに $k_1 = k_1' \cdot k_3'$

$$\varepsilon_2 = k_2' \cdot \Delta s = 6 \cdot k_2' (r-1) \cdot d^2 = k_2 \cdot d^2 \quad (6)$$

ここに $k_2 = 6 \cdot k_2' (r-1)$

(3)式より、粉碎比 r なる均一粒径の粉碎の全仕事は

$$\varepsilon = \varepsilon_1 + \varepsilon_2 = k_1 d^3 + k_2 \cdot d^2 \quad (7)$$

となる。

しかし、(7)式は2つのパラメータ k_1, k_2 を有するので、扱いにくい。もつと簡単な式が望ましいが、粗粉碎では表面積増加は、比較的小さいから、 ε_1 が支配的であると考え、これはKickの法則となる。また微粉碎では、逆に表面積増加が支配的となり、 ε_2 によつて決定されRittingerの法則をうる。

次に、中粉碎でパラメーターを1つにするためには、 ε_1 と ε_2 の幾何平均をとる方法が考えられる。

$$\varepsilon_3 = 2\sqrt{\varepsilon_1 \varepsilon_2} = 2\sqrt{k_1 k_2} \cdot d^{2.5} = k_3 \cdot d^{2.5} \quad (8)$$

$$k_3 = 2\sqrt{k_1 \cdot k_2}$$

これはBondの理論になる。これがあくまでも近似的な、便宜的なものであることは、上述から明らかである。

以上では、1個の立方体粒子の粉碎を考えたが、実用上は、重量に換算しておいた方がよい。

いま、一辺 d なる立方体の単位重量当りの粒子個を N とすれば

$$N = \frac{1}{\rho d^3} \quad (9)$$

であるから、単位重量の粉碎に要する仕事は

$$\text{Kick} \quad E_1 = N \varepsilon_1 = k_1 \cdot d^3 / \rho d^3 = k_1 / \rho \quad (10)$$

$$\text{Rittinger} \quad E_2 = N \varepsilon_2 = k_2 \cdot d^2 / \rho d^3 = k_2 / \rho d \quad (11)$$

$$\text{Bond} \quad E_3 = N \varepsilon_3 = k_3 \cdot d^{2.5} / \rho d^3 \\ = k_3 / (\rho \sqrt{d}) \quad (12)$$

〔3〕平均粒子径による一般化

以上では、均一粒径の粉碎を考えたが、実際にはフィード粒子も、粉碎物も、ある粒度分布をもっている。そこで、平均粒子径を考え、フィードの平均粒子径を D_F 、粉碎物の平均粒子径を D_P とする。

粒子径 $d_1, d_2, d_3, \dots$ を有する実際の粒子群を仮想的な平均粒子径（均一粒径） $D, D, D, \dots$ によつて置きかえても、現象の本質に変化を与えないように、平均粒子径を定義するものとする。（詳しくは後述）

また、粉碎は粉碎比 r で、 n 段階に行われるものと考え、全粉碎比を i とすると、次式が書ける。

$$i = D_F / D_P = r^n \quad (13)$$

各粉碎段階について、(10), (11), (12)式が成立するものと考え、全粉碎仕事は、それぞれ次のように計算される。

$$\text{Kick} \quad E_K = n \cdot k_1 / \rho$$

$$(13) \text{式より} \quad n = \log i / \log r$$

$$E_K = (\log i / \log r) \cdot k_1 / \rho$$

$$(k_1 / \rho \cdot \log r) = K_K \quad \text{とおくと}$$

$$E_K = K_K \cdot \log i = K_K \log (D_F / D_P)$$

あるいは

$$E_K = K_K \left[\log \left(\frac{1}{D_P} \right) - \log \left(\frac{1}{D_F} \right) \right] \quad (14)$$

これは、単位重量当りの粉碎仕事を与える Kick の法則である。

Rittinger

この場合は、フィードと粉碎産物の表面積のみを考えればよいから

$$E_R = (k_2 / \rho) \left(\frac{1}{D_P} - \frac{1}{D_F} \right)$$

$$= K_R \left[\frac{1}{D_P} - \frac{1}{D_F} \right]$$

$$\text{ここに} \quad K_R = k_2 / \rho$$

Bond

(11)式より、粉碎比 r のとき

$$E_B = k_3 / (\rho \sqrt{d})$$

各段階の粒子径は

$$D_F, \frac{D_F}{r}, \frac{D_F}{r^2}, \dots, \frac{D_F}{r^{n-1}}$$

単位重量の粉碎仕事は、各段階について

$$\frac{k_3}{\rho} \cdot \frac{1}{D_F^{0.5}}, \frac{k_3}{\rho} \left(\frac{r}{D_F} \right)^{0.5}, \frac{k_3}{\rho} \left(\frac{r^2}{D_F} \right)^{0.5}, \dots$$

$$\dots, \frac{k_3}{\rho} \left(\frac{r^{n-1}}{D_F} \right)^{0.5}$$

よつて、全粉碎仕事は、その和をとつて

$$E_B = \frac{k_3}{\rho} [1 + r^{0.5} + (r^{0.5})^2 + (r^{0.5})^3 + \dots$$

$$\dots + (r^{0.5})^{n-1}] \frac{1}{D_F^{0.5}}$$

$$= \frac{k_3}{\rho} \cdot \frac{(r^{0.5})^n - 1}{r^{0.5} - 1} \cdot \frac{1}{D_F^{0.5}}$$

$$= \frac{k_3}{\rho (\sqrt{r} - 1)} \cdot \frac{\sqrt{(D_F / D_P)} - 1}{\sqrt{D_F}}$$

$$= \frac{k_3}{\rho (\sqrt{r} - 1)} \left(\frac{1}{\sqrt{D_P}} - \frac{1}{\sqrt{D_F}} \right)$$

$$\text{いま} \quad E_B = \frac{k_B}{\rho (\sqrt{r} - 1)} \quad \text{とおくと}$$

$$E_B = K_B \left(\frac{1}{\sqrt{D_P}} - \frac{1}{\sqrt{D_F}} \right) \quad (15)$$

すなわち、単位重量の粉碎仕事を与える Bond の式をうる。

Bond は、この式をちがった観点から導いている。1 トンのフィードを、理論的に無限大の大きさから D ミクロンの産物サイズまで粉碎するに要する仕事を

$$K_B / \sqrt{D} \quad \text{kwh/ton}$$

とし、これを energy resistor と称して、理論の出発点としている。また、平均粒子径を80%、パスサイズによつて代用している。

〔4〕平均粒子径の定義

平均粒子径は、現象の特性にしたがつて決定されなければならない。

Kick の法則

D_F 一定として、その産物の粒子径が d_P なるフラクシヨンの重量割合を w とすると、粉碎仕事は

$$K_K \{ \log (D_F / d_P) \} w$$

全仕事は

$$E_K = K_K \cdot \sum \{ w \cdot \log (D_F / d_P) \}$$

d_P を平均粒子径 D_P で置きかえらるための条件は

$$\sum \{ w \cdot \log (D_F / d_P) \} = \sum \{ w \cdot \log (D_F / D_P) \}$$

$$\sum (w \log D_F) - \sum (w \log d_P)$$

$$= \sum (w \log D_F) - \sum (w \log D_P)$$

$$\sum (w \log d_P) = (\sum w) \cdot \log D_P$$

$$\log D_P = \frac{\sum (w \log d_P)}{\sum w} \quad (17)$$

すなわち、Kick の法則の平均粒子径は、(17)式で計算せねばならない。

Rittinger の法則

同様な方法で

$$D_P = \frac{\sum w}{\sum (w / d_P)} \quad (\text{個数基準で体面積平均径}) \quad (18)$$

Bond 理論

$$D_P = \left(\frac{\sum W}{\sum (W/\sqrt{d_P})} \right)^2 \quad (19)$$

〔5〕粉砕仕事の一般化の試み

1個の粒子の粉砕仕事は, Kick, Rittinger, Bond に
より, それぞれ次式で与えられる.

$$\text{Kick} \quad \varepsilon_1 = k_1 \cdot d^3$$

$$\text{Rittinger} \quad \varepsilon_2 = k_2 \cdot d^2$$

$$\text{Bond} \quad \varepsilon_3 = k_3 \cdot d^{2.5}$$

これを一般化して

$$\varepsilon_4 = k_4 \cdot d^m$$

と書くことができる. 単位重量の粉砕に要する仕事は

$$E_4 = N \cdot \varepsilon_4 = k_4 \cdot d^m \cdot \frac{1}{\rho d^3} = k_4 \cdot d^{m-3} / \rho$$

(13)式を用い, 前と同様にして各粉砕段階の粒子径は

フィードの平均粒子径を D_F として

$$D_F, \frac{D_F}{r}, \frac{D_F}{r^2}, \dots, \frac{D_F}{r^n}$$

単位重量の粉砕仕事は, 各粉砕段階について

$$\begin{aligned} & \frac{k_4}{\rho} \cdot D_F^{m-3} \\ & \frac{k_4}{\rho} \cdot \left(\frac{D_F}{r} \right)^{m-3} \dots\dots\dots \\ & \frac{k_4}{\rho} \cdot \left(\frac{D_F}{r^{n-1}} \right)^{m-3} \dots\dots\dots \end{aligned}$$

よつて全仕事は

$$\begin{aligned} E_P &= (k_4/\rho) D_F^{m-3} \left[1 + \left(\frac{1}{r^{m-3}} \right) + \left(\frac{1}{r^{m-3}} \right)^2 + \dots \right. \\ & \quad \left. \dots + \left(\frac{1}{r^{m-3}} \right)^{n-1} \right] \\ &= (k_4/\rho) \cdot \frac{r^{m-3}}{1-r^{m-3}} \cdot D_F^{m-3} \left\{ \frac{1-(D_F/D_P)^{m-3}}{(D_F/D_P)^{m-3}} \right\} \end{aligned}$$

いま $(k_4/\rho) \cdot \frac{r^{m-3}}{1-r^{m-3}} = K_A$ として

$$E_P = K_A (D_P^{m-3} - D_F^{m-3}) \quad (20)$$

(20)式で $m=2$ なら Rittinger, $m=2.5$ なら Bond, $m=3$ なら Kick の式となる.

この式は, Рундквист³⁾ が別の方法で導いている.

以上, Rittinger, Kick, Bond およびそれらの一般式についてのべたが, いずれも比例定数が未知数であるから, 粉砕仕事の絶対値を必要とする場合の定量的な計算には用いることができない. これらの式は, 粉砕に費される相対的な仕事の値を決定する目的で, 実験的に比例定数を求めて用いることはでき, Bond の仕事指数の考えも, この線に沿ったものといえる.

〔6〕閉回路粉砕における循環負荷の計算

前号で紹介した Разумов の閉回路粉砕理論は, 粒度

を比表面積で表わしていたが, 最近 Шупов は, 網上残滓による解析についてのべているので紹介しよう.

まず, 粉砕速度の一般式は次式で表わされる.

$$R_P = R_F \cdot \exp \left(-\frac{K}{Q^m} \right) \quad (21)$$

Q : フィード・レート (ton/hr)

R_P : 粉砕産物中の網上残滓

R_F : フィード中の網上残滓

K : プロセスの経過の条件を表現する工学的係数
(その物理的本質は, 与えられた瞬間における未粉砕粒子の確率の log にひとしい.)

フィード" Q_F, R_F

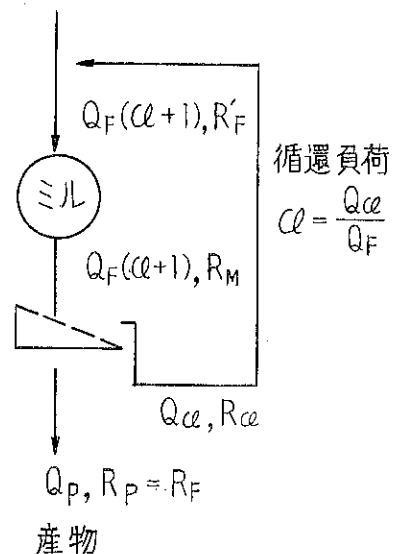


Fig. 1 方式I

フィード" Q_F, R_F

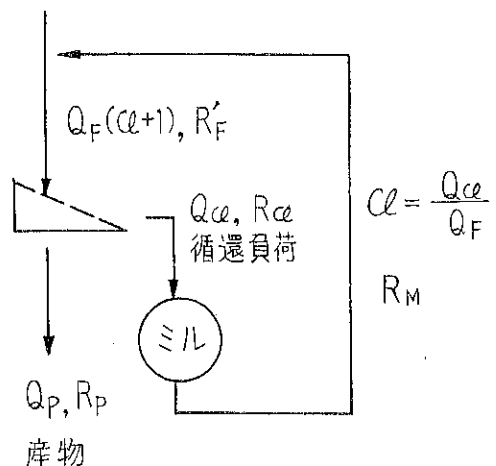


Fig. 2 方式II

m : はじめの瞬間と比較した粉碎条件の変化を特性化する工学的係数で、大部分の場合、この係数は1にひとしいとみなしうる。

a) 方式I コントロール分級

Fig. 1 の方式について

$$R_M = R_F' \cdot \exp \left\{ -\frac{K}{(Q_F(CI+1))^m} \right\} \quad (22)$$

分級器に入る物質収支から

$$R_M(CI+1)Q_F = Q_F \cdot R_P + R_{CI} \cdot CI \cdot Q_F$$

$$\text{変形して } R_M = \frac{R_P + R_{CI} \cdot CI}{CI+1} \quad (23)$$

ミルに入る物質収支から

$$R_F \cdot Q_F + Q_F \cdot CI \cdot R_{CI} = R_0' \cdot Q_F(CI+1)$$

$$\text{変形して } R_F' = \frac{R_F + R_{CI} \cdot CI}{CI+1} \quad (24)$$

(23), (24)式を(22)式に入れると

$$R_P = (R_F + R_{CI} \cdot CI) \exp \left\{ -\frac{K}{(Q_F(CI+1))^m} \right\} - R_{CI} \cdot CI \quad (25)$$

CI=0 なら(25)式は、開回路の式になることから、開回路のKとmの値を、閉回路の計算に用いうるものといえる。

変形して

$$Q_F = \frac{K^{1/m}}{\left\{ \ln \left(\frac{R_F + R_{CI} \cdot CI}{R_P + R_{CI} \cdot CI} \right) \right\}^{1/m} (CI+1)} \quad (26)$$

理想的分級条件においては、 $R_P=0$, $R_{CI}=100\%$ であり、また $R_F=100$ であるとする、次式をうる。

$$Q = \frac{K^{1/m}}{\left\{ \ln \left(\frac{100+100CI}{0+100CI} \right) \right\}^{1/m} (CI+1)} = \frac{K^{1/m}}{\left\{ \ln \left(\frac{1+CI}{CI} \right) \right\}^{1/m} (CI+1)} \quad (27)$$

これは Разумов-Товаров の式である。

Table 1 計算と実験の比較 (方式I)

選鉱工場における第1段粉碎の運転結果 %					フィード レート (計算)
-0.074 mm の含量			Ct%	フィード レート Q _F (ton/hr)	
フィード	分級器 粗 粉	分級器 細 粉			
0.6	10.2	52.7	110	69.5	67.2
0.8	8.3	60.8	76	57.8	58.0
0.8	7.4	62.5	66	55.1	56.4
6.2	11.1	51.1	165	76.5	75.8
5.6	9.0	58.9	178	64.0	64.0
3.1	7.2	47.2	153	80.0	79.6

Table 1 は IOGOK-1 工場の実験結果と計算の比較である。非常によく一致した結果をえられる。

b) 方式II 予備分級

粉碎速度式

$$R_M = R_{CI} \cdot \exp \left\{ -\frac{K}{(Q_F \cdot CI)^m} \right\}$$

分級器に入る物質収支より (Fig. 2)

$$R_F'(CI+1) \cdot Q_F = R_F Q_F + R_M \cdot CI \cdot Q_F$$

分級器出口について

$$R_F'(1+CI)Q = R_{CI} \cdot CI \cdot Q_F + R_P \cdot Q_F$$

上式より

$$R_F + R_M \cdot CI = R_{CI} \cdot CI + R_P$$

$$R_M = \frac{R_{CI} \cdot CI + R_P - R_F}{CI}$$

$$R_P = CI \cdot R_{CI} \cdot \exp \left\{ -\frac{K}{(Q_F \cdot CI)^m} \right\}$$

$$+ R_F - R_{CI} \cdot CI$$

$$Q_F = \frac{K^{1/m}}{\left\{ \ln \left(\frac{R_{CI} \cdot CI}{R_P + R_{CI} \cdot CI - R_F} \right) \right\}^{1/m} \cdot CI} \quad (28)$$

Table 2 は、IOGOK-1 工場のデータである。

Table 2 計算と実験の比較 (方式II)

第 2 段 粉 碎 結 果					フィード レートの (計算)
-0.074mm			C1%	フィード レートの Q _F [ton/H]	
フィード	分級器 粗 粉	分級器 細 粉			
46.2	63.0	15.5	97.0	78.0	90.5
53.6	75.7	17.3	41.6	62.8	62.1
50.9	74.9	11.1	131.5	58.0	59.9
56.0	79.3	22.0	93.2	57.8	55.4
49.0	77.9	15.4	98.7	47.0	49.7
47.2	79.5	19.3	99.0	43.0	42.8
43.6	80.8	14.5	158.0	38.0	37.8
49.2	85.3	20.9	87.0	38.0	37.5

c) 最適条件

粉碎能力 Q_F が最大になる条件

方式Iについて、(26)式より Q_F 最大の条件は

$dQ_F/dCI=0$ の条件として

$$\frac{R_F + R_{CI} \cdot CI}{R_P + R_{CI} \cdot CI} \exp \left\{ \left(\frac{R_{CI}}{R_F + R_{CI} \cdot CI} - \frac{R_{CI}}{R_P + R_{CI} \cdot CI} \right) \left(\frac{1+CI}{m} \right) \right\} = 1 \quad (29)$$

方式IIについて(28)式より

$$\frac{R_{CI} \cdot CI}{R_P - R_F + R_{CI} \cdot CI} \exp \left\{ \left(\frac{R_P - R_F}{R_P - R_F + R_{CI} \cdot CI} \right)^{\frac{1}{m}} \right\} = 1 \quad (30)$$

をうる。

[7] Андреев の著書²⁾の目次紹介

Андреев らは、さきに本誌 No. 7 (1961) で紹介し

たように、粉碎の基本的著書を出したが、引きつづきその応用篇ともいうべき、実用的な著書を出した。

第1部 フルイ分け

第2部 破 砕

第3部 粉 砕

の3部に分け、実用上極めて有益な記述が多い。ここではその目次のみを紹介し、参考に資したい。第1部(略)

2.1. 粉碎および破砕操作

2.1.1. 基礎概念

2.1.2. 破砕および粉碎操作の目的

2.1.3. 破砕および粉碎段階と粉碎方式

2.1.4. 破砕法則

2.1.5. 破砕方法、破砕および粉碎機の分類

2.2. ジョークラッシャー

2.2.1. 作用原理、分類および適用分野

2.2.2. ジョークラッシャーの構造

2.2.3. ジョークラッシャーの工学的特性

2.2.4. ジョークラッシャーの操作

2.3. コーンクラッシャー

2.3.1. 作用原理、分類および適用分野

2.3.2. 粗砕用コーンクラッシャーの構造

2.3.3. " " の工学的特性

2.3.4. " " の操作

2.3.5. 中砕および細砕用コーンクラッシャーの構造

2.3.6. " " の工学的特性

2.3.7. " " の操作

2.4. ロールクラッシャー

2.4.1. 作用原理、分類および適用分野

2.4.2. ロールクラッシャーの構造

2.4.3. " " の工学的特性

2.4.4. " " の操作

2.5. 反撥式クラッシャーおよびデイスインテグレーター

2.5.1. 反撥式クラッシャーの作用原理、分類および適用分野

2.5.2. 反撥式クラッシャーの構造

2.5.3. " " の操作

2.5.4. デイスインテグレーターの作用原理、構造および操作

3.1. 回転式ミル

3.1.1. 作用原理、分類および適用分野

3.1.2. ボールミルおよびロッドミル

3.2. ボールミルのボールの力学

3.2.1. ミルの速度図式

3.2.2. ミルの臨界回転速度

3.2.3. ミル中のボールの運動の放物線および円軌道の式

3.2.4. ミル中のボールの運動の放物線軌道の特性点の座標

3.2.5. ミル中のボールの回転性

3.2.6. ミル中のボールの落下速度

3.2.7. ボールの移動の幾何学的位置

3.2.8. ミル中におけるボールの内部層のはなれの限界角とパラメータ k

3.3. ボールミルの有効動力

3.3.1. 粉碎物負荷の重量

3.3.2. カスケード方式におけるボールミルの有効動力

3.3.3. ウォーターフォール方式におけるボールミルの有効動力

3.4. ボールの摩耗

3.4.1. 摩耗の法則性と、ボールのサイズ特性

3.4.2. ミルにおける合理的ボール負荷

3.5. 粉碎動力学

3.6. 循環負荷

3.6.1. 粉碎サイクル

3.6.2. 多段粉碎

3.6.3. 循環負荷の形成過程

3.6.4. パルプ

3.6.5. 循環負荷の決定

3.7. 回転ミルの粉碎動力

3.7.1. ミルの粉碎能力測定単位

3.7.2. ミルの粉碎能力を決定するファクター

3.7.3. ミルの粉碎能力の決定

3.8. 回転ミルの操作

3.9. 選鉱工場の粉碎、破砕プラントにおける安全工学

なお、挿図も222図に及び、極めて初歩的な解説から、かなり高度の内容まで含めた親切な本である。

〔8〕あ と が き

最近、ポーランドからも、篩分機に関する詳しい単行本が発行され入手したが、これも Андреев の著書に似て、懇切丁寧な本であつて、これらに共通した考え方が感じられる。東欧諸国におけるこの分野の発展について、総合的に把握する必要を痛感させられる。以上

(40頁へ続く)

化学者のための Micromeritics 入門 (3)

武田薬品工業株式会社

美 間 博 之
北 森 信 之

第四章 圧力を加えた場合の粉体の挙動

粉体に圧力を加えた場合のその挙動についての問題はこれまでの問題よりさらに複雑である。というのはこの場合これまでに扱って来た問題にさらに粒子の拡散、粒子同志の摩擦、粒子自身の変形、粒子の凝集力、その他諸々の問題がすべて加わるためである。これらの問題は個々に扱っても非常に難かしい問題である。

ところがこのように複雑になればなる程その問題は実際に重要な事柄となるのである。粘土の成形、レンガの成形、粉末冶金、など粉体工学での重大な問題である。また粉末の流動、錠剤の成形に関する問題が農薬、食品、医薬品工業などでは重要であろう。それぞれの分野で扱う対象も異なるためか、別々に研究されて来たが、最近ではその関係は非常に密接なものとして見なおされているようである。

それぞれの分野での結果など織り混ぜてこれから簡単に見て行こうと思う。

§ 4—1 粉体の内部摩擦

粉体を平面上に静かに堆積して行くと堆積体は円錐形を形成する。これは粉体に内部摩擦があるためである。円錐形の母線と水平とのなす角を安息角または休止角 (angle of repose) という。この値は粉体の内部摩擦の尺度として使われ摩擦係数そのものよりもよく用いられているようである。

粉体層の力学的な挙動には多くの因子が関連していて粉体の取り扱い方によつてその挙動もおのずとかなり変わつて来る。従つて測定方法によつて非常に異なる値が得られるので、目的に応じて測定法を選択または工夫する事が必要である。しかも粉体では内部摩擦係数の他に粉体の付着力が流動性その他の挙動に影響し、その取り扱いをさらに複雑にしている。

そこで先ず安息角の測定法について簡単に述べてみよう。安息角は排出角、注入角およびその他の三つに大別

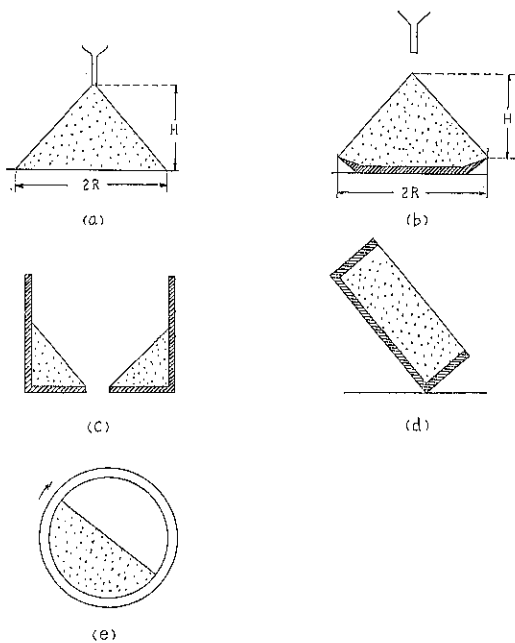


Fig. 4—1 種々の安息角測定法

することが出来る。(1)(2)が注入角、(3)が排出角、(4)(5)がその他という事になる。

(1) Fig. 4—1 (a) に示すように、水平面からの距離を固定した漏斗から水平面上に粉体を静かに落し、円錐体を形成させる。円錐形の堆積体の頂上が漏斗の先に達した時に、その円錐形の底円の平均半径 R を測定して $\tan \phi = H/R$ から安息角を求める。

(2) Fig. 4—1 (b) に示すように、(1)の方法とは逆に円錐形の底円の大きさ ($2R$) を既定しておきその上に円錐形を作らす。円錐体の高さが最高になった時の高さ H を測定して安息角を求める。

(3) Fig. 4—1 (c) に示すように、容器底部にある穴を作りそこから容器中につめた粉体を自然排出させる。そして排出せずに容器に残った粉体層の斜面のなす角を測定してこれを安息角とする。

Table 4—1 各種方法により得られたガラス球の安息角の比較

I. (a)の方法で得られた安息角

粒 度	100~120メッシュ	
測 定 条 件	A	B
漏斗から水平面までの距離 (cm)	$\tan \phi$	
1.0	.580	.630
2.0	.550	.605
3.0	.500	.550
4.0	.465	.520
5.0	.465	.512
6.0	.435	.510

A : Neumann の方法により得られた値

B : 注意深く漏斗に粉体を注入して得られた値

III. (d)の方法で得られた安息角

粒 度	100~120メッシュ	14~16メッシュ
ベッドの長さ (cm)	$\tan \phi$	
1.0	.740	—
2.0	.760	.780
3.0	.680	.640
5.0	.630	.650
7.0	.615	.625
10.0	.580	.600
14.0	.570	.570
18.0	.550	.550
22.0	.560	.540

(4) Fig. 4—1 (d) に示すように、箱の中に粉体を詰めておきこれを徐々に傾けて行く。粉体層の表面がくずれて滑り落ち始めるようになった時の傾斜を測定し、これを安息角とする。

(5) Fig. 4—1 (e) に示すように、(4)と同様な方法で円筒中の粉体層がまさにくずれようとする時の表面の傾斜を測定する。また円筒を一定速度で回転させ、この時に粉体層表面の水平となす角を測定すると動的な摩擦係数の測定も可能である。

以上の測定は実験者間の再現性を要求する事がなかなかむずかしい。が一定の条件に定めておくと比較的よい再現性が得られる。前にも測定法間の結果の違いについて述べたが Train がガラス球についてそれぞれの測定法の違いによる結果の比較を行なっているので参考のためにそれを次に示しておく。

粉体層の任意の面において剪断力により滑りが生じた時、その面での剪断力と垂直力との比が内部摩擦係数で

II. (b)の方法で得られた安息角

粒 度	14~16メッシュ		
測 定 条 件	A	B	C
ベースの径 (cm)	$\tan \phi$		
0.64	.560	.650	—
1.28	.558	.597	.480
1.80	.522	.557	.465
2.48	.517	.544	.445
3.43	.490	.554	.425
4.38	.485	.520	.420
7.01	.485	.515	.425
11.00	.460	.520	.430

A : Nelson の方法により得られた値

B : 注意深く粉体を漏斗に注入して得られた値

C : 堆積体の表面が滑り落ちた後での結果

IV. (e)の方法で得られた安息角

粒 度	100~120メッシュ	14~16メッシュ
筒 の 径 (cm)	$\tan \phi$	
2.0	.750	.760
5.5	.615	.640
9.0	.590	.580
12.0	.570	.580

ある。理想的にはこれは安息角の正切と等しい。しかし実際にはこれらは一致しないばかりか時にはかなりかけ離れた値になる。これは内部摩擦係数測定と安息角測定での条件が異なるためであり、これが粉体を扱う場合の最大の悩みである。

次に内部摩擦係数の直接的測定法を述べる。適当に詰めた粉体のベッドを作りその表面を平らでしかも水平になるようにする。この上に粉体を詰めた底のない箱を置き、さらにその粉体を上から種々の荷重で圧縮する。この状態で箱を水平に引張りその箱がまさに滑り出すに要する力を測定する。その時の力の間の関係は

$$P = \mu W$$

Fig. 4—2 にも示したように P は水平引張り力 (剪断力), W は箱の中の粉体の荷重 (垂直力), μ が摩擦係数である。実際にこの方法で測定を行なうと P と W は直線関係を示す。しかし W 即ち垂直力を零に内挿しても P (剪断力) は零とならず P_0 なる値が残る。(Fig. 4—3)

p および w をそれぞれ単位面積当りの剪断力と垂直力とすると Fig. 4—3 の関係は箱の底面積に無関係であ

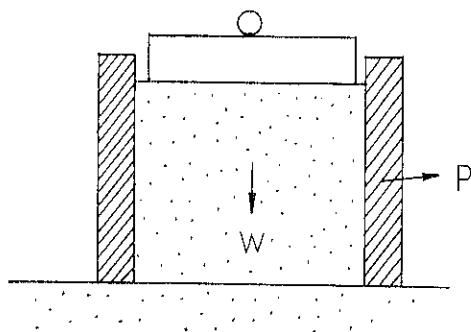


Fig. 4-2 摩擦係数測定装置

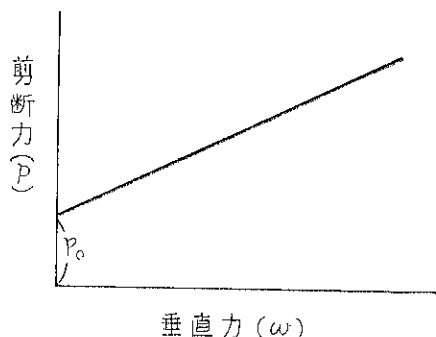


Fig. 4-3 剪断力 (p) と垂直力 (w) の関係

るから、この傾斜が粉体の内部摩擦係数であり p_0 が粉体自身の付着力であると考えられる。土質工学においてはフランスの技術者 Coulomb (1776年) によつて土粒子間の付着力と摩擦力が土の剪断強度としてある事を述べている。

$$p = p_0 + \mu w$$

$$= p_0 + w \tan \phi \quad (4-1)$$

Fig. 4-3 の関係はこの Coulomb の式に丁度対応している。

§ 4-2 粉体層の空隙率と加えた圧力との関係

一般に容器に入れた粉体に圧力を加えると粉体層はその中で体積を減少し、その結果として空隙率は減少する。加えた圧力と空隙率の減少の関係について Athy (1930年) が地下の土壌の空隙率について研究を行ない次のような関係式を提出している。

$$\theta = \theta_0 \exp(-bz) \quad (4-2)$$

ここで θ は深さ z での空隙率で θ_0 は地表での空隙率である。また b は定数である。彼の研究によると地表での空隙率は45~50%であり、地下6,000ft では約5%にまで減少していた。

しかし Athy の式は特殊な場合にのみ適用出来るもの

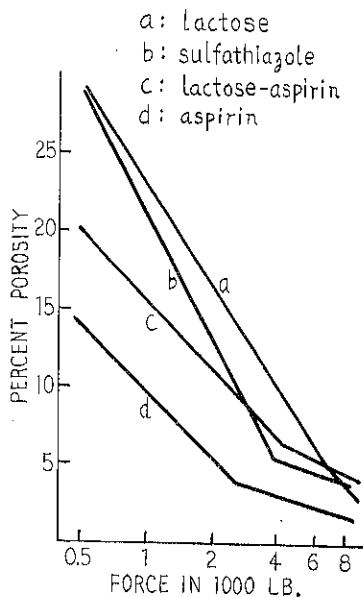


Fig. 4-4 空隙率と圧力の関係

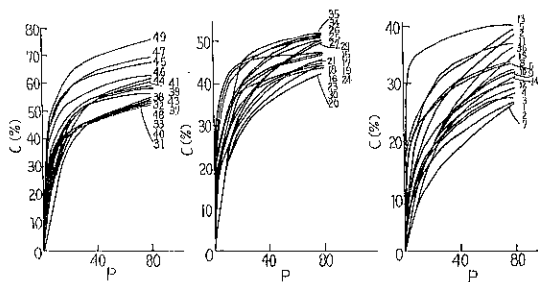


Fig. 4-5 かさべり度 (c) と圧力 (p) との関係

で決して一般的であるとはいえない。

Higuchi等 (1953年) による錠剤成形に関する研究においても打錠圧と錠剤の空隙率との関係に注目している。その関係についての詳細な解析は行なわれていないが、Fig. 4-4 に示すように圧力の対数と空隙率が直線関係にあり、圧力の大きい所でその勾配が変化している。彼等の研究で対象とするのは顆粒であり、一次粒子の影響等は明らかでない。

川北 (1956~1958) は直接空隙率ではないが、それと密接な関係を持つと考えられるかさべり度 (粉体体積減少率) と圧力との関係について実験式を提出した。

彼の研究によるとかさべり度 c と圧力 p の間には

- (1) p が非常に小さい時には c は p に比例する。
- (2) p が中位の値の時には c は $kp/(1+kp)$ に比例する。
- (3) p が非常に大きい時には一定値に近づく。

という関係があつた。これらの関係を満足する関係式は

$$c = \frac{V_0 - V}{V_0} = \frac{abp}{1+bp} \quad (4-3)$$

である。a および b は定数、 V_0 および V はそれぞれ加圧しない時と加圧した時の粉体容積である。

(4-3) 式を変形すると

$$\frac{p}{c} = \frac{1}{ab} + \frac{1}{a} p \quad (4-4)$$

となり p/c と p に直線関係が成立するはずである。

Fig. 4-5 についてこの関係を調べると **Fig. 4-6** のようにすべての場合について直線関係の得られる事がわかる。また Athy の式を展開して第2項までとると

$$\frac{V - V_\infty}{V} = \frac{V_0 - V_\infty}{V_0} (1 - \beta p)$$

となり、これを調べると (4-3) 式の $V_0 \gg V_\infty$ の条件の場合に相当する事もわかる。

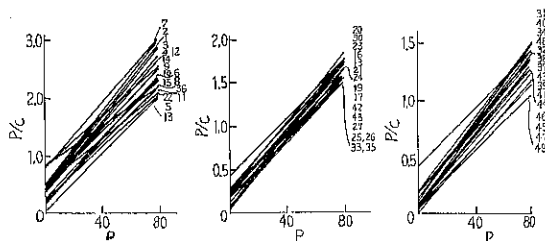


Fig. 4-6 p/c と p の関係

粉体圧縮を実在気体の状態方程式のような関係

$$(p + p_0)(V - v_0) = K$$

が成り立つとする。 V は外圧 p の時の粉体の容積、 p_0 は外圧のない自然状態で粉体に働いていると考えられる内部圧（粉体の凝集力など） v_0 は粉体の真容積である。このような関係式から (4-3) 式を導びき出す事が出来る。

§ 4-3 粉体層の自重による圧力

この問題は古く Rankine によつて理論的に取り扱われた。Rankine の土圧論と呼ばれているのがこれである。

粉体の自重は鉛直方向に働くがこの力が層を水平方向に拡がらせようとする力となる事は明らかである。

層の表面が傾斜していてそれが水平となす角を θ としよう。鉛直方向の圧力は深さに比例する。粉体の単位体積当りの重力を w とすると深さ z での圧力は次式で与えられる。

$$p_z = w \cdot z \cdot \cos \theta \quad (4-5)$$

また表面と平行に働く圧力 p_θ は

$$p_\theta = \frac{\cos \theta - \sqrt{\cos^2 \theta - \cos^2 \phi}}{\cos \theta + \sqrt{\cos^2 \theta - \cos^2 \phi}} \cdot p_z \quad (4-6)$$

ここで ϕ は先に述べたこの粉体の安息角である。

層の表面が水平即ち $\theta = 0$ であれば (4-5)(4-6) 式はそれぞれ直ちに次のようになる。この場合に表面に平行な方向の圧力を p_x と表わす。

$$p_z = w \cdot z \quad (4-7)$$

$$p_x = w \cdot z \cdot \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \quad (4-8)$$

さてここで **Fig. 4-7** にあるように垂直な壁でささえられた粉体が壁に及ぼす圧力を計算してみよう。

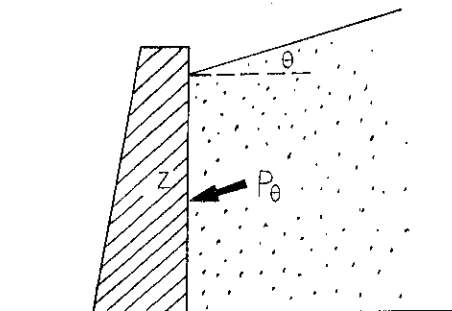


Fig. 4-7

単位巾の壁にかかる全圧力を P_θ とするとこれは (4-6) 式を零から z まで積分する事により容易に求める事が出来る。

$$\begin{aligned} P_\theta &= \int_0^z p_\theta dz \\ &= \frac{wz^2}{2} \cdot \cos \theta \cdot \frac{\cos \theta - \sqrt{\cos^2 \theta - \cos^2 \phi}}{\cos \theta + \sqrt{\cos^2 \theta - \cos^2 \phi}} \end{aligned} \quad (4-9)$$

§ 4-4 応力分布 (その一)

きわめて簡単に粉体面に荷重圧を加えた時の応力分布を算定するのに次のような方法がある。即ち圧力がある角度 α で拡がりつつ下に伝わるものと仮定するのである。そして普通その角度は 30° とされる。このように拡がり伝わる圧力は同一水平面内で等分布するとする。従

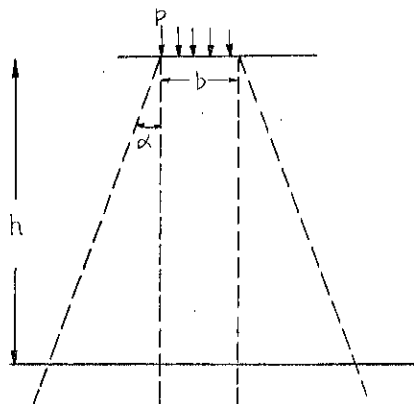


Fig. 4-8

つて圧力は下へ行くほど小さくなる。

今単位面積当り P なる力が一辺 b なる正方形に加えられた場合について考えて見よう (Fig. 4-8)

深さ h での単位面積当りの圧力を容易に計算する事が出来る。

$$p_h = \frac{pb^2}{A_h} = \frac{pb^2}{(b+2h \tan \alpha)^2} \quad (4-10)$$

この考え方は非常に簡単ではあるが、例えば横方向に応力が分布することの影響や剪断変形などを考慮に入れていないので適当ではなくむしろあやまりである。

§ 4-5 応力分布 (その二)

この問題を始めて理論的に扱ったのはフランスの数学者 Boussinesq である。彼は粉体を半無限弾性体即ち表面が水平で無限の深さと拡がりがある層と仮定してその表面の一点に圧力が作用した場合について解析した。

Fig. 4-9 に示すように点 O に点荷重 P を加えた場合に鉛直方向と角 θ をなした R だけ離れた点 (z, r) での応力が彼によつて次のように算出された。

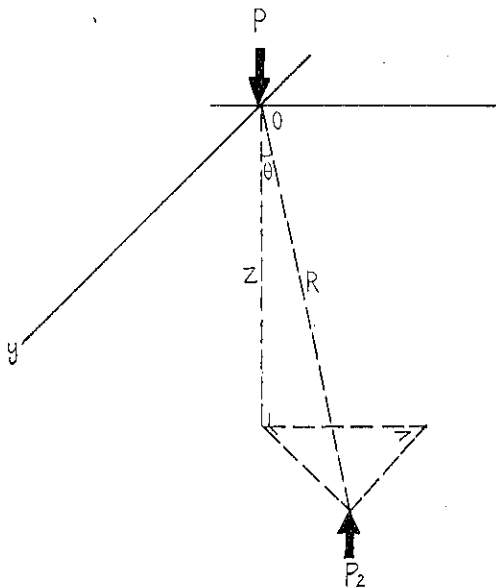


Fig. 4-9

鉛直方向の応力は

$$p_z = \frac{3P}{2\pi z^2} \cos^5 \theta = \frac{3P}{2\pi} \frac{z^3}{(r^2+z^2)^{5/2}} \quad (4-11)$$

であり同様に点 (z, r) での水平方向成分 p_r は

$$p_r = \frac{P}{2\pi} \left\{ (1-2\nu) \left[\frac{1}{r^2} - \frac{z}{r^2(r^2+z^2)^{1/2}} \right] - \frac{3r^2z}{(r^2+z^2)^{3/2}} \right\} \quad (4-12)$$

でありここで ν はポアソン比である。そして剪断応力は

$$\tau_{rz} = \frac{3P}{2\pi} \cdot \frac{rz^2}{(r^2+z^2)^{3/2}} \quad (4-13)$$

である。

点 (z, r) での点 O に向う応力 p_R は $p_z/\tau_{rz} = z/r$ である事から次のように容易に求める事が出来る。

$$p_R = \sqrt{p_z^2 + \tau_{rz}^2} = \frac{3P}{2\pi} \frac{z^2}{(r^2+z^2)^2} = \frac{3P}{2\pi} \frac{\cos^2 \theta}{r^2+z^2} \quad (4-14)$$

今 z 軸上に中心を持ち点 O に接する径 D なる球を考えて見よう。この球面上の任意の点 (z, r) において

$$r^2+z^2 = D^2 \cos^2 \theta \quad (4-15)$$

なる関係が成立する。

(4-15) 式を (4-14) 式に代入すると球面上での p_R が $3P/2\pi D^2$ となり一定である事がわかる。

弾性体についての Boussinesq の解析結果を簡単に説明したが、これを実験的に確かめようという試みもなされている。弾性体に剪断応力を加えると結晶が一定方向に並び偏光をあてると剪断応力の等しい所が同じ色に縞模様を生ずる。このような光弾性実験をベークライトとかゼラチンなどについて行なうと点荷重に対しては等剪断応力線がほぼ円形となり Boussinesq の結果とよく一致する。しかし一般に粉体を弾性体とするのはあやまりで、むしろ塑性体とすべきである。

近年 Weiskopf はこの点を改善すべく次のような結果を示した。Fig. 4-10 に示すように点 (z, r) における応力を求めるためにその点の垂直線上に点 $(z/c, r)$ (cz, r) を考える。即ち

$$R_1^2 = (z/c)^2 + r^2$$

$$R_2^2 = (cz)^2 + r^2$$

ここで c は固有定数で一般には 4.5 である。

$$p_z = \frac{Pcz}{\pi(c^2-1)} \left(\frac{1}{R_1^2} - \frac{1}{R_2^2} \right) \quad (4-16)$$

$$p_r = \frac{Pcz}{\pi(c^2-1)} \left(\frac{1}{c^2 R_1^2} - \frac{c^2}{R_2^2} \right) \quad (4-17)$$

$$\tau_{rz} = \frac{Pcr}{\pi(c^2-1)} \left(\frac{1}{R_1^2} - \frac{1}{R_2^2} \right) \quad (4-18)$$

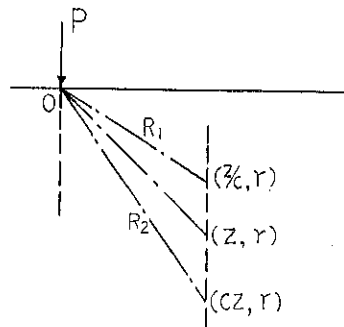


Fig. 4-10

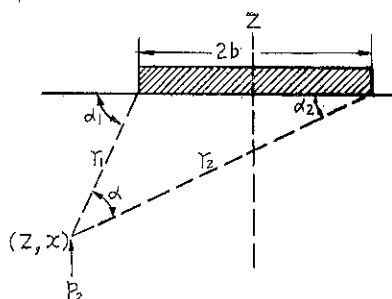


Fig. 4-11

§ 4-6 応力分布 (その三)

前節で点荷重の場合について考えたが、今度は分散荷重の場合を考えよう。前節と同様弾性体として粉体層を考える。

Fig. 4-11 に示すように単位巾で長さ $2b$ の荷重で単位面積当りの圧力を P_0 とする。この場合に点 (z, x) における垂直応力は

$$p_z = \frac{P_0}{\pi} \{ \alpha - \sin \alpha \cos (\alpha_1 + \alpha_2) \}$$

$$= \frac{P_0}{\pi} \left\{ \sin^{-1} \frac{2bz}{r_1 r_2} + \frac{2bz}{r_1^2 r_2^2} (z^2 - x^2 + b^2) \right\} \quad (4-19)$$

ここで図から明らかなように $r_1^2 = z^2 + (x-b)^2$, $r_2^2 = z^2 + (x+b)^2$ である。また z 軸上の垂直応力は

$$p_z = \frac{P_0}{\pi} (\alpha - \sin \alpha)$$

$$= \frac{P_0}{\pi} \left(\sin^{-1} \frac{2u}{1+u^2} + \frac{2u}{1+u^2} \right) = kP_0 \quad (4-20)$$

となりここで $u = b/z$ である。

この場合にも点荷重の場合の Weiskopf の解に相当する解を得る事が出来る。式中の記号は Fig. 4-12 に従う。

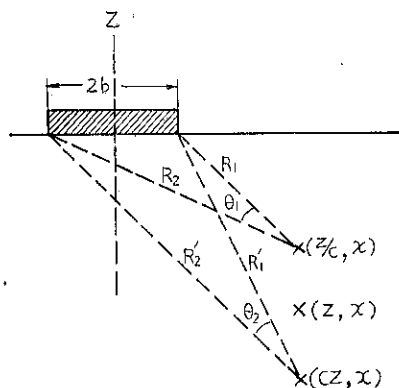


Fig. 4-12

$$p_z = \frac{P_0}{\pi(c^2-1)} (c^2 \theta_1 - \theta_2) \quad (4-21)$$

$$p_x = \frac{P_0}{\pi(c^2-1)} (\theta_1 - c^2 \theta_2) \quad (4-22)$$

$$\tau_{rz} = \frac{P_0 c}{\pi(c^2-1)} \ln \frac{R_1 R_2'}{R_1' R_2} \quad (4-23)$$

また円板状に均一荷重をかけた時のその中心下 z 軸上での垂直応力は次の式で求められる。D は円板の直径である。

$$p_z = \frac{P_0 z^3}{(D^2 + z^2)^{3/2}} - P_0 \quad (4-24)$$

(48頁からつづく)

む す び

NAUTAMIX N.V. へ行く前は農業国オランダにある混合機メーカーだから大した事はないと思っていたが、お互いの質疑、工場見学を経てそのスタッフの優秀なこと、生産性の高いことに感銘した。我が国ではこの規模での混合機専門メーカーを寡聞にして知らない。彼の今日あるは E.E.C. という共通の大きな経済圏に生まれた事も一つの原因とは思うが、その圏内の諸国へよく販売され自国を含めて25ヶ所の代理店を持つようになったのは機能的な優秀性によるものと思う。特に欧州圏での雇用は総て職能的なものであり、自分の技能を第一義的に考えるから技術的見解が割合い自由である関係上、代理店の個々のメンバーに納得のゆく製品でなければ伸びないという事であつて、NAUTAMIXER はその批判を乗り越えて来たものと云えるのである。

彼等との数日の懇談を終え再度ロンドンへ入った。アムステルダム空港 (スキップホール) 発12時飛行時間50分ロンドン着11時50分とは時差のいたずらである。

(34頁からつづく)

参 考 文 献

- 1) Андреев, С.Е.: Горный Журнал [4] 66~70 (1962)
- 2) Андреев, С.Е., Зверевич, В.В., Перов, В.А. "鉱石の破碎, 粉碎およびフルイ分け" Москва 全384頁 (1961)
- 3) Рундквист, А. К.: Научно-Технический информационный бюллетень института Механообр, No. 2 (1956)
- 4) Шупов Л.П. Цветн Металлы [6] 14~18 (1962)

粉碎に関する最近の特許発明について

特許庁審査官

安 達 功

液体かきまぜ法

(特許第305077号, アンドルー・セグワ, アメリカ合衆国)

本発明は、液体中に懸濁した粒子を細かく粉碎する方法に関する。

ボールミルのような普通の装置内で玉部片またはその他の粉碎用部片をかきまぜて処理する際に、かきまぜ作用が主として、前記のような玉部片と容器壁との相互作用によつて生ずる場合には、粉碎作用が遅く、処理した材料は、かきまぜ作用や粉碎作用の最もはげしい容器壁から生ずる不純物がまざるようになる。

本発明は、粉碎用部片の群を、これ等にかきまぜ用部材により加えた運動エネルギーによつて活動状態に保ち、粉碎しようとする材料から成る懸濁状態の粒子に、活動中の粉碎用部片から衝撃作用をおよぼすことによつて細かい粉碎作用を行なうものにおいて、容器の周壁ではかきまぜ作用を高めないので容器内方におけるかきまぜ作用を高め、容器壁の摩耗を少くし、粉碎材料の汚染の機会を少くした点を要旨としている。

以下発明方法およびその装置の例を図面により説明すると、円筒形容器5には、Fig. 2 に示すように、それぞれ軸6と6個のかきまぜ用腕部片とから成る3個のかきまぜ用部材が設けられている。(Fig. 1 には各かきまぜ用部片軸6に対して、頂部のかきまぜ用部片7だけを示している) 粉碎用部片13は、静止時には容器5の大部分を満しているが、運動時には、液体中に分散して、比較的均等に分布するようになる。この液体はその有効な作動時には、容器5の頂部腕部片7の上方まで満すようになる。

腕部片8は、頂部腕部片7のわずかに下方に設けられ、前向きにわずかに傾き、かきまぜ用部材回転時には、液体と懸濁粒子と粉碎用部片13とを上昇させる作用を行う。

Fig. 1 に示されているように、本装置にはかきまぜ用部材が複数個設けられ、これらはすべて同速で同方向に駆動されるようになってい

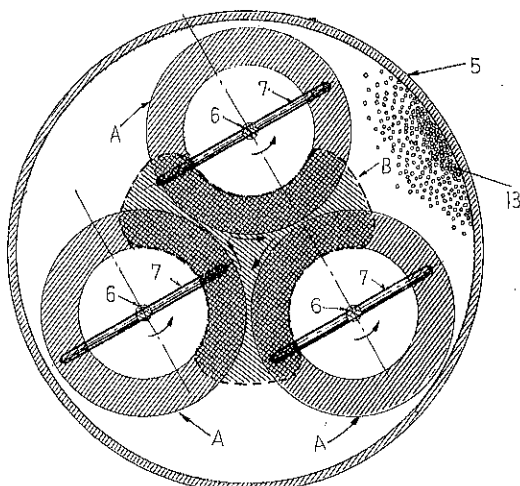


Fig. 1 本発明かきまぜ法を実施する装置の水平断面図

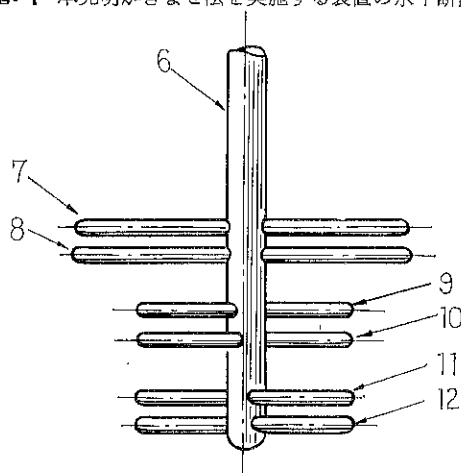


Fig. 2 Fig. 1 の要部の拡大側面図

粉碎用部片13は、各かきまぜ用部材により、その区域A内で周辺方向に移動し、区域A内では粉碎用部片13の遊動が最もはげしい。異なつたかきまぜ用部材の腕部材の腕部片の端部間の領域Bでは、粉碎用部片13は対向する向きに動いている隣接したかきまぜ用部材によつて動かされる粉碎用部片13の遊動の向きとは反対の向きに遊動する。粉碎用部片13は、領域Bでは特にはげしく動か

され、一方の向きに遊動する粉碎用部片13と他方の向きに遊動する粉碎用部片13との接触によつて生じるエネルギーは、かきまぜ用部材を1個だけしか持たない同様なかきまぜ装置内の粉碎用部片間の接触によつて生じるエネルギーよりはるかに大きい。

発明者は次のような実験結果を示している。

卵形容器内に、2組のかきまぜ用部材を取付けた装置を使つた。この容器は、巾20cm、長さ37.8cm、深さ19cmで容量は18リットルであつた。各かきまぜ用部材は直径2.5cmの駆動軸の側方に5.7cmの長さ突出する8個のかきまぜ用部片を Fig. 2 のように対して配置した。

325メシのタングステンカーバイド9kgを6.8kgの四塩化炭素内に懸濁させ、この液を前記装置内で、直径6.4mmのタングステンカーバイド製玉部片を使つて処理した。かきまぜ用部材は110r.p.m.の速度で回転し、この作業を2時間続け、溶媒を蒸発し、5~7μの粒子状タングステンカーバイドを得た。

振動ミル

(特許第417248号、汽車製造株式会社、東京都千代田区)

本発明は、ボールを装入した胴体を要部とする本体の軸線に直交した重心を通過する軸に駆動装置を取付け、その本体とサイドアームを同じバネ常数の各弾性体を介してベースフレームに支持させ、これらを上記駆動軸の所要の不釣合重量を有する部材を取付けた中立軸に対して、それぞれ同じ偏心量で180°ずらして形成した上記駆動軸の各偏心軸に回転し得るごとく取付け、電動機で上記駆動軸を駆動することにより、本体とサイドアームが逆位相のほぼ同一円運動でバランスして振動させることを特長とする振動ミルに関するもので、ボールを装入した胴体を要部とする本体に、二重偏心の駆動軸で振動を

与え、本体を胴体の軸線に平行な平面で円運動を行わせ、この胴体に設けられたエンドプレートの孔からボールによつて粉碎された処理物を容易に排出させることを目的としている。

図面により本発明を説明すると、ボール6を装入した胴体を要部とする本体1の軸線に直交した重心を通過する軸11に駆動装置を取付け、その本体とサイドアーム22を同じバネ常数の各弾性体34を介してベースフレーム31に支持させ、これらを前記駆動軸の所要の不釣合重量を有する部材を取付けた中立軸13に対して、それぞれ同じ偏心量で180°ずらして形成した前記駆動軸の各偏心軸12、14に回転できるように取付けたものである。

前記駆動軸11を電動機30によりVプーリー28を介して回転させれば、本体は中立軸13に対する偏心軸12の偏心量を半径とした円運動を画いて振動し、サイドアーム22は偏心軸14の偏心量を半径とした円運動を画いて振動し、しかもバランス車18のバランス片19の不釣合重量と、その作用点と中立軸13の軸心間の距離の積に、駆動軸11の中立軸13に対する偏心軸14の偏心量とサイドアーム22の重量の積を加えたものが、駆動軸11の中立軸13に対する偏心軸12の偏心量と前記本体1の重量の積に同一とすれば、本体1とサイドアーム22は互にバランスして運動し、しかも本体1とサイドアーム22は同一のバネ常数の弾性体34によつて弾性的に支えられているので、ベースフレーム31に振動が伝わることなく、本体1は軸線に平行する平面で円運動の振動をする。

上述のように、本発明の振動ミルでは、ボールを装入した胴体を要部とする本体の軸線に直交した重心を通る軸に駆動装置を取付けているので、胴体はその軸線に平行する平面で円運動が行なわれ、従来の胴体の軸線方向に貫通して駆動装置の取付けられた振動ミルとは運動方向が異なり、その結果、ボールによつて破碎された処理物は、胴体に設けられたエンドプレート7の孔8からき

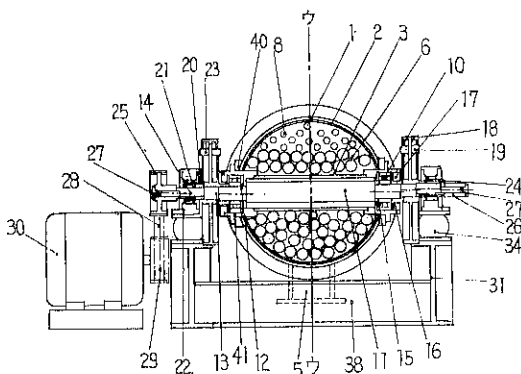


Fig. 3 本発明装置の断面側面図

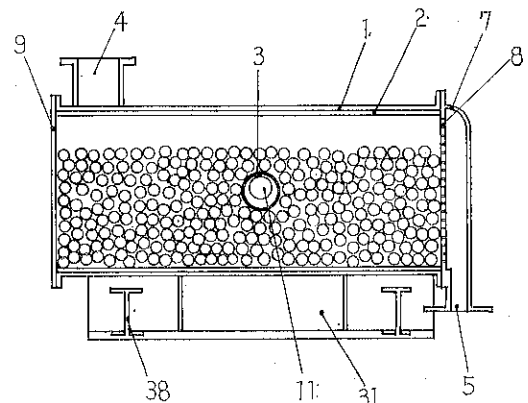


Fig. 4 Fig. 3 のウーウ線における断面側面図

わめて容易に流出し、排出口5より排出されることができ...

予備粉碎した固形物質、液体およびガスの微細分散、均質化、混合および附着添加を行う装置
(特許第418968号、アントニオ、バリコルディ、スイス国)

本発明は、予備粉碎した無定形または結晶形の固形物質、液体およびガスを、単独かまたは任意の組合せで、コロイド粒子および分子状粒子に碎き、粒子を互に密に混合し、均質化し、これらの物質を他の物質に附着添加する装置に関する。

図面により、本発明装置を説明すると、円筒状の室2の中心に設けられた中空の回転軸6には、数個の渦動体7が設けられている。回転軸6を回転しながら、軸の中空部へ物質を供給すると、物質は中空部から中空室12へ入り、腕11の遠心力により、中空室12に穿設されている放射状の孔を通して追い出され、攪乱流動を生じ、腕11と渦動体7の外壁との間の室内で、そこに生じる他のマイクロ渦動と衝突し、マイクロ渦動となつてこの室から出る。

渦動体内室を取囲む外側囲壁は、多面状の蜂の巣状の穿孔された細胞室によつて形成されている。これらの蜂の巣状の細胞室は、六角形の中空室の形をし、数ミリの深さを有しているとともに、縁およびウェブは鋭くなつており、一方のウェブは他方のウェブより幾分高くなつてゐる。このような形状の細胞室は、無数のマイクロ渦動の

形成を可能にし、誘起し、そのウェブおよび縁はマイクロ渦動を分裂させ、粒子のための衝突および切断断面として役立つ。またこの渦動体の端面と外枠3との間には、同様の多面状の蜂の巣状の細胞室によつて形成されるステータが設けられ、これら両細胞室の相互作用によつて効果は倍加する。

また種々異なる供給管15aによつて、種々異なる物質を、任意の割合で同時に円筒状の室2内に供給することができ、この導入された物質は、たんに同時に一樣な細かさにされるだけでなく、粒子が粒子に附着添加させられることによつて完全に混合され、附着添加の効果を得られる。

発明者は次のような実験データを示している。

ステータの高さ	約1000mm
軸に取付けられた渦動体の数	32
渦動体の直径	約80mm
ステータの直径	約430mm
細胞室の総数	約300000
細胞室の辺の長さ	約3000m
渦動体の外周速度	約75m/sec
マイクロ渦動の数	約50000000/sec
流入管(軸方向)	6本
消費動力	約10kw
実験材料	約700μの酸化鉄
作業能率	約50~70kg/時
一回の作業過程で達成された細かさ	約1/10000mm
作業過程時間	1/2秒

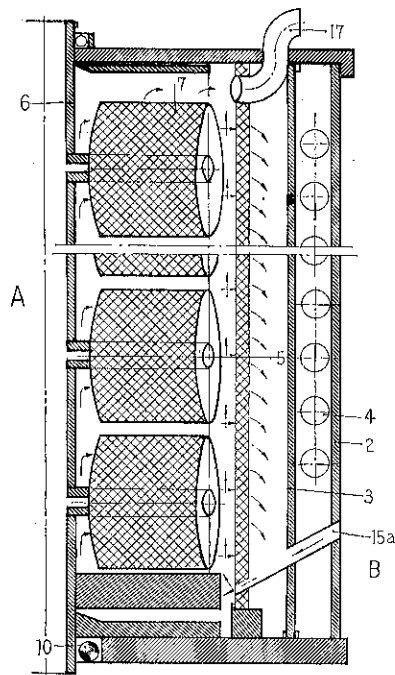


Fig. 5 本発明による装置の一部縦断面図

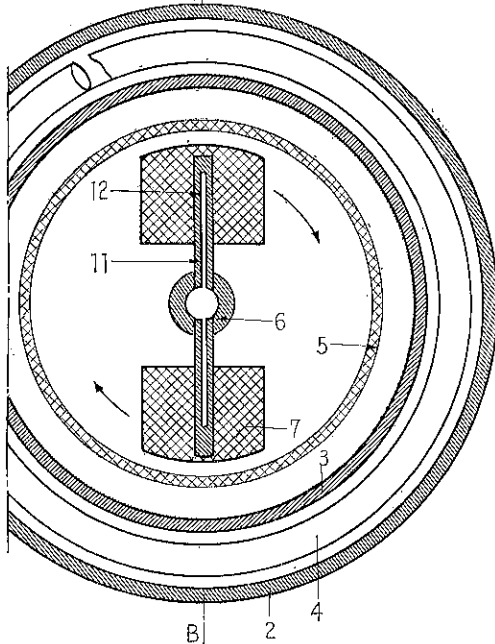
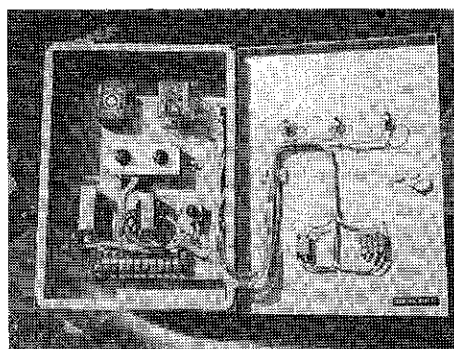


Fig. 6 Fig. 5 の横断面図

ホソカワ/マイクロモニター

(過負荷自動制御装置)



1. 概要

粉砕機を能力一杯に働かし、均一な製品を得るためには、粉砕機にかかる負荷を常に一定に保ち、安定した運転を行なうことが最も大切な条件です。特に微粉砕機ではこの運転条件が要求されます。しかし粉砕機等の粉粒体供給機は常に定量を供給するとは限りませんし、又、原料中に固いものを混入、粒度の差などもあり、粉砕機のモーターにかかる負荷は常に不安定な状態にあります。従来より粉砕機の運転に当っては、モーターの電流を作業者がつききりで監視して供給機の手操作をしたり、あるいはモーターの全負荷電流の70~80%で供給量を設定したりして、この面倒な問題を処理していました。

ホソカワ/マイクロ モニターは、これらの不安定要素を人間に代つて監視し、モーターを常に全負荷で連続的に

運転させる、新しい方式の過負荷制御装置です。(勿論、電流制御器ですから、粉砕機以外の装置にも応用できます。)

2. 粉砕機への接続と動作

ホソカワ/マイクロ モニターはFig. 1に示すようにメインモーターの回路と供給機の電源回路に接続して用います。

モニターと組合せて使用する供給機は惰性のない型式のものを使うことが調節精度を上げるキーポイントで弊社製品の電磁供給機フロートロン (FLOTRO) とコンビで使用した場合最高の性能を発揮いたします。

Fig. 1 はこの場合の結線を示します。供給機がモーターでドライブされる場合には、モニターの制御回路は電磁開閉器のマグネット回路に接続いたします。

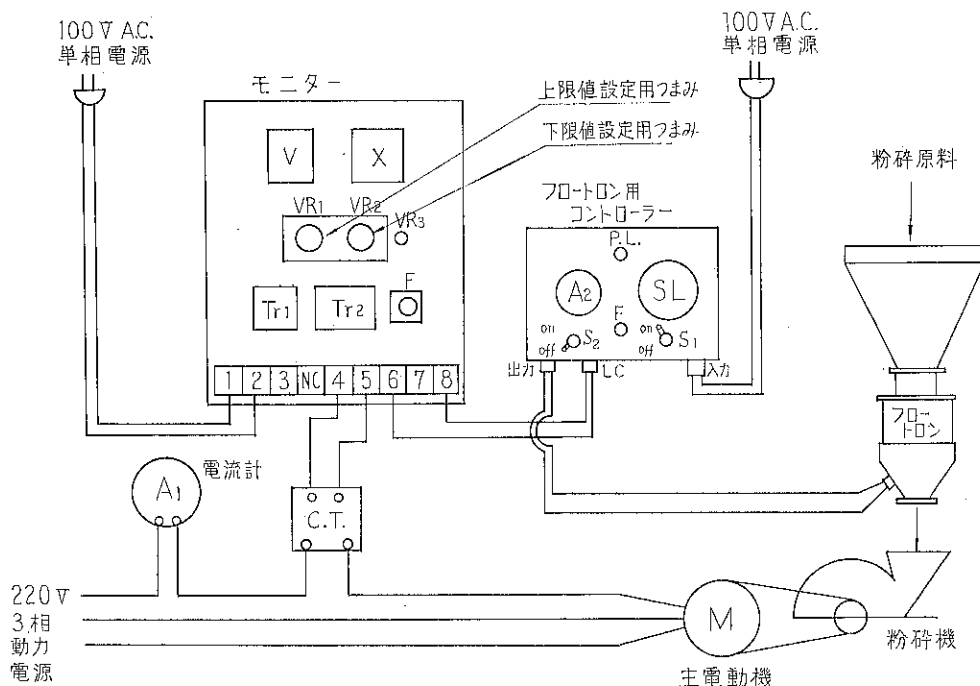


Fig. 1 ホソカワ/マイクロモニター結線図

粉碎原料が粉碎に余分に入ったり、又は原料の物理的性質（粒度・硬度等）が変化した時にメインモーターのロードが上り、この電流の変化量が自動的にモニターで検出されて、設定値以上になりますと、フィーダーの電源回路が遮断され原料供給が停止します。そしてメインモーターのロードが一定値まで戻ると再びフィーダーの運転が自動的に開始せられ、所謂ON、OFFの動作で働きます。制御電流の設定は簡単で広範囲で、動作範囲の調節も任意に行なうことができます。

3. カーレント・トランス（CT）の使用

電動機の容量に応じて Fig. 1 に示すようにモニターの外部に適当な変流比のカーレント・トランスを挿入して、モニターに入る電流は常に最高 5 Amp に制御されています。したがって使用電動機の馬力数によって C.T. は次表の変流比のものを使用します。

使用モーター馬力	制御電流範囲	C.T. 変流比
1/4 ~ 1 HP	0.6 ~ 5 Amp	C.T. 不用
2 ~ 3 "	2 ~ 13 "	15 : 5
5 ~ 15 "	6 ~ 50 "	50 : 5
20 ~ 50 "	30 ~ 200 "	250 : 5

以上は電源電圧が 200V の場合です。

ホソカワ/マイクロ モニターは 75HP 以上 3300Volt 用にも使用できます。この場合は C.T. のみ高圧用を用います。

4. 設定電流の調節

1) 上限値

メインモーターの電流がこの値まで上昇すると、供給機が停止します。

上限値の設定はモニター内部の VR-1（左側つまみ）を調節することによって行ないます。

VR-1 の目盛と設定電流の関係は各 C.T. について Fig. 2 に示すようになります。

使用モーターの馬力と全負荷電流は、電源が 3 相 200Volt の場合次表のようになります。

モーター馬力	全負荷電流	モーター馬力	全負荷電流
1 HP	3.5 Amp	15 HP	43 Amp
2 "	6.5 "	20 "	57 "
3 "	9.3 "	25 "	70 "
5 "	15 "	30 "	83 "
7 1/2 "	22 "	40 "	110 "
10 "	29 "	50 "	136 "

これは連続定格値ですから、短時間運転の場合は上記の約 15% 高い値に設定することもできます。

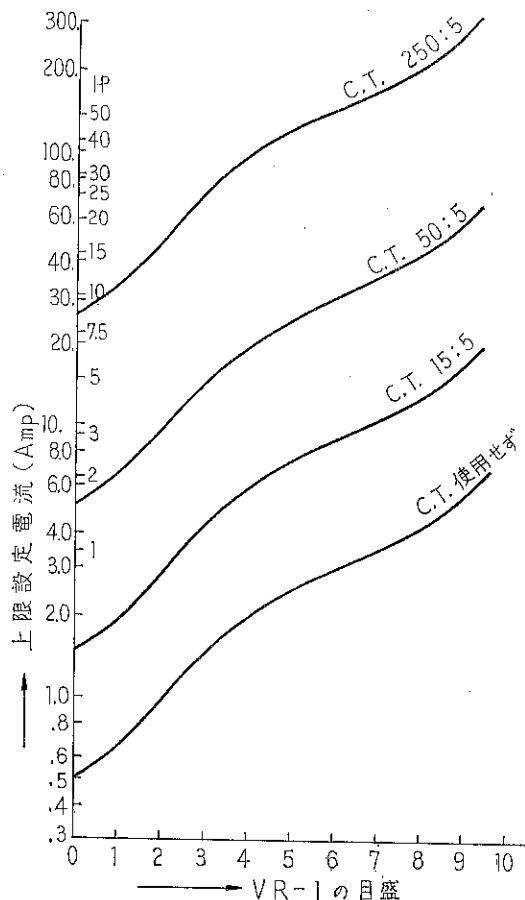


Fig. 2 VR-1 の目盛と上限設定電流

又粉碎原料が粉碎し易く滞留時間の短い原料では全負荷電流で設定すればよろしいが、他の条件の制御を受ける原料、たとえば温度上昇で制限されるプラスチックの粉碎等の場合は、限界温度に於けるモーターのロードによって電流を設定します。

2) 下限値

メインモーターの電流がこの値まで下ると再び供給機が運転を開始します。

下限値の設定は VR-2（右側のつまみ）を調節することによって行ないます。VR-2 の目盛と下限値の関係は Fig. 3 A.B.C. にその例を図示しましたように、これは設定した上限値（即ち VR-1 の位置）によって異なりますので、実際の設定に当っては運転電流を監視しながら適当な位置に調節します。

VR-2 の指示を 0 の目盛におけば、電流は殆んど一定した状態で運転できますが、供給機の運転停止の頻度が高くなります。又上限、下限の範囲を広くしすぎます

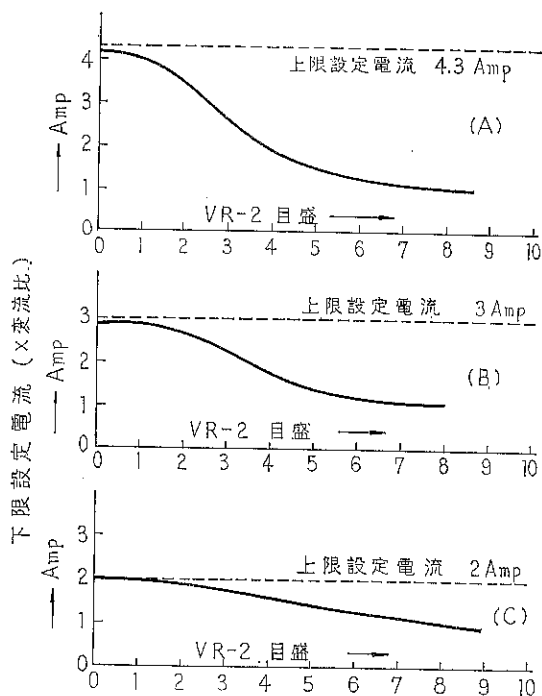


Fig. 3 VR-2 の目盛と下限設定電流 (CTなしの場合)

と粉砕機の能率が低下します。

下限値の設定は粉砕条件、原料の種類等によつて異なりますが、上限値の 10% 位小さい値に選ぶのが普通です。

5. 原料供給量の調節

これはモニターを能率よく働かし、粉砕機の性能を十分に発揮するために重要です。

- 1) 供給量が多すぎるとモニターの動作の頻度が多くなり、時には供給が停止されても尚メインモーターの負荷が増大することがあります。
- 2) 供給量が少なすぎるとモーターの電流は全負荷定格値まで達しません。
- 3) 原料供給量の調節は、夫々の粉砕条件の下において実際に電流計をみながら最適値を選んでセットします。
- 4) その後のオーバーロードについてはモニターが監視します。

6. ホソカワ/マイクロモニターは次のような場合に偉力を発揮します

- 1) 原料の投入が不均一で、作業員がつさつききりでないとうまくゆかない。
- 2) 知らぬ間に原料の過大供給でモーターを焼いた。機械が破損した。
- 3) 原料の融着、粘着で度々機械を止めねばならない。
- 4) 原料供給が不均一で製品の品質が変わる。
- 5) 原料の性質によつて規定電流が保てない。
- 6) 所定生産量が上らない。
- 7) 無人運転がしたい。

以上のような問題を解決するためにモニターは最適で確実に安価な装置です。

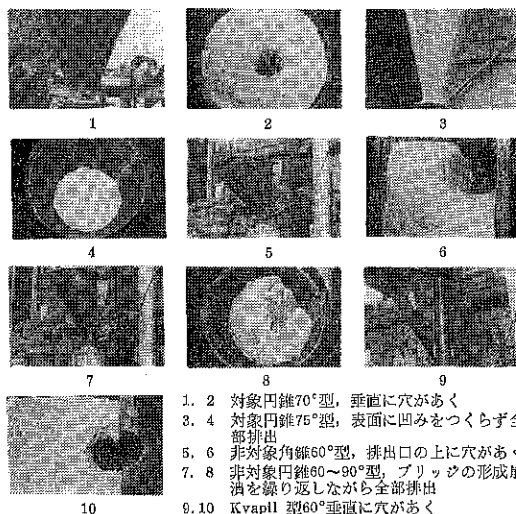
“ホッパー形状と架橋現象”

200~300 mesh 以上の凝集力の強い粉体を供給しようとするとき、架橋現象 (ブリッジ・フォーメーション) は現場で頭のいたい問題である。

ブリッジが形成崩潰を繰り返すと、供給機は定量性を劣化し、ときには供給停止の状態となる。こんなときホッパーを外部からたたいたり、機械的に振動を与えたりしているが、なかなかうまくゆかないことがある。

ここにホッパー形状と傾斜角度について調べた写真があるのでお目にかける。使用粉体は炭酸カルシウムの超微粉で、ホッパーは鉄板製である。傾斜面が5°大きくなると全く様子が変わることが分る。

(T.Y.)



1. 2 対象円錐70°型、垂直に穴があく
3. 4 対象円錐75°型、表面に凹みをつくらず全部排出
5. 6 非対象円錐60°型、排出口の上に穴があく
7. 8 非対象円錐60~90°型、ブリッジの形成崩潰を繰り返しながら全部排出
9. 10 Kvapl1 型60°垂直に穴があく

NAUTAMIX N.V. を訪れて

細川鉄工所 丹羽久雄
技術部長

はじめに

細川鉄工所は御承知の様にオランダの NAUTAMIX N.V. とクロスライセンスを結び、当社は分級機ミクロンセパレーターの欧州に於ける製造販売権を提供し、彼からは公自転攪拌軸付逆円錐型混合機所謂 NAUTAMIXER の極東一円の製造販売権をうけ入れた。私は昨年末より本年1月末に至る欧州出張の際に彼よりのミクロンセパレーターの質疑に應ずるため1月上旬に数日間を細川 インターショナルの英国ピリングハウスト試験室駐在当社社員増田君と共に出向し、担当各部門長と会話し会社的にも亦個人的にも友情を深め得たのは幸いであつた。ただロンドン滞在中にフィルム一駒を節約しようとしてカメラを故障させ、その実体を目を通してお伝え出来ないのが残念であることと、その期間が非常に短かつたで或いは一斑を以て全豹を推す誤をおかしているかも知れぬという点を先づお詫びして筆を進めてゆく事とする。

ハーレム市

NAUTAMIX N.V. はオランダのハーレム市の海岸近くにある。「ハーレム」と云えば頭の回転の早い方は「ハレム」と語感が似ているなどお気付きでしょうが、実際は非常に静かな地味な小都市でアムステルダム西方約 25km、ハーグの北方約 50km の北海沿岸にあり大阪をアムステルダムとすれば方向は違うが、和歌山港近くにある工場と想像されるのが適切であろう。オランダは例の風車で有名だが、アムステルダムよりハーレムへ至る間遂にこれを見られなかつたのは残念であるが、難波から和歌山へ行く間の畑を見て日本は玉葱だけを作っていると判断するのと同様、その国勢の発展と地域感覚とは無関係の或る固定先入観にとらわれているとこういう事になる。

ここは北緯太の北端と同緯度で北緯約 52° である。この緯度数からすれば相当寒からうと想像されるが、小寒の入りの日にいたが、一寸寒いと思う程度であつた。これはメキシコ暖流の分派がドーバー海峡を通つてこの海岸へ来ているためと思う。ただこの様な高緯度であるから寒さの実力は持つていて、去年の様に一旦寒波襲来

ともなれば海岸線より約 2 km も海が凍結する様な事になるとの事であつた。又日照時間が短いのも特徴である。朝 8 時ではまだ多少薄暗く、8 時半で漸く朝という感じで、出勤時間は日本と大差がないから、この頃ホテル前の通りは勤めの男女の自転車の行列が続く。夕方 4 時半ともなれば既に暗くなる。夕に星を頂いて帰るとは寧ろこれら北欧の各都市では冬期日常茶飯事なのである。

NAUTAMIX N.V.

当社と NAUTAMIX N.V. とに偶然とはいはいくつかの類似点があり、その両者が技術的に兄弟会社になつたというのは面白い。先づ会社の今日の基礎を前社長が確実なものに築かれ、現社長がそれを堅実に発展させたということと、社長及びスタッフ連が若く、お互いに「生き」のよいのが揃つていて、相互に躍進の過程にあるという点である。後には人物評でふれるがこの点は実によく似ている。次には建物配置及び規模で、規模は当社と殆ど同一と見てよい。建物配置では彼の営業部門のみはハーレム市の中心部にあるが、その子会社の NAUTAVOMETIC になる研究所が道路をへだてて工場と対向しているのは、当社の研究所（本社屋を含む）と工場との関係によく似ている。

工場内がどうなっているかを以下一寸とふれてみる。入口を入り通路の右側は部品倉庫となつていて加工部品は一々チェックの上納入され部品単位に配列されている。通路の左側は機械工場となつていてカップリング、ユニバーサル部、ギヤーボックス等を 10 組単位で加工していた。ここは NAUTAMIXER だけを製作しているので工作機械の種類は寧ろ当社より少い位である。この奥に組立場があり例えばスウィングアーム、ギヤーボックス、下部メタル等の所謂パーツアセンブリーの組立を行なう所で新型式のマイクロジェットを組立てていた。ここで組立てられたものは再び部品倉庫へ搬入される。この奥が製缶工場で当社規格 NX-50 相当のベッセルやブリッジを製作していた。その方法は当社と殆ど同様である。又ここには NAUTAMIXER のベッセル大小約 40 ケが所狭しと転つていた。最大は 13,000 l との事であつた。その横が塗装及び組立工場で最終検査がここで行

なわれ出荷されることとなる。設計室は工場2階にあり
小人数ではあるが規格化が進んでいるので、脚、投入
口、排出口等を標示さえすればよい様になつている。工
場長室はこの設計室の隣に、食堂は部品倉庫の上にあ
る。この工場建物と平行に道路に面して本社屋があり、
当時鉄筋2階建を増築中でこれが完成して（既に完成し
たと思う）当社のそれよりわづか大きいかという位規模
もよく似ている。

シュティクター営業部長

自国、ドイツ、アメリカ等25ヶ所にある代理店の総元
締である。納期に関して次のロイマンスとよく張り合う
とのことである。

ロイマンス設計課長

眼鏡をかけた上品な若いエンジニア。社内食堂のオ
ッサンがコーヒーを持ってくると気前よく金を払ってく
れた。先年渡米した谷口部長から P.M.D. でのジュース
販売機のことを聞いていたのでこども公私になかなか割
切っているなど感心した。シュティクター営業部長から
来る注文書を社内仕様書に書き換え設計予定をたてるの
が彼の役目である。仕様書に2通りあり内容が完全の
時は緑色に、後日補足せねばならぬ所がある時は桃色に
記入して流すのだが、その記載事項の説明にオランダ
語からお互いの下手な英語をへて日本語へとハカドラな
かつた。遂に彼がオランダ、英語辞典をひく面も出て来
た。日本へ一度行つてみたいとしきりに云つていた。こ
の若い色白の美青年？が来社したら当社の諸嬢は胸をと
きめかすことであろう。但し彼が独身であるか否かを聞
きそこなつた。

エントロープ研究主任

彼も亦眼鏡をかけたスタイリストである。マドロスパ
イブを喰えているが尊大ではない。ミクロンセパレータ
ーの直接試験者であるので質疑は殆ど彼と終始した。当
社製のミクロンセパレーターが既に据付けられ、彼の手
で種々のデーターが整理されており、彼の実験と我々の
それとの比較、スケールアップの問題等にも言及した。

ヘーニス工場長

亭主関白である。或る日製作上の不都合箇所があり現
場係長が彼に訴えて来た。早速ロイマンスを呼んで3人
で2時間位激論した。私はオランダ語を全々解しない。
ただ語感と彼等の表情よりその様に判断したのである。
その間に終業ベルがなり彼の奥さんが迎えに顔を出した
が、それ以後でも1時間位続けたろうか漸く図面訂正と

なつた様である。ここで又我々とミクロンセパレーター
製作上の打合せをしていたら今度は設計者がやつて来て
恐らくは自分の正当性を主張していたのであろう。これ
に又30分は十分にとられた。再び我々の打合に入り漸く
帰る段になつた。工場へ降りて行くと、この直前に私が
長足のスクリュウの加工方法を質問していたので旋盤の
所へ行き実施説明をしてくれた。彼の奥さんはまた持ち
ばうけである。この日退社したのが8時を過ぎていたか
ら3時間以上嫌な顔をするでもなく御主人をお待ち申し
ていた。尚車に乗る際もオーバーを無雑作につっかけて
襟の半ば立つたままであるのを助手席より優しくなおし
てくれている。これらを眺めていると昨今の我が国の恐
妻家連盟は少し彼を見ならう必要があると思つた。

ヴァン・ムーンスター博士

彼は NAUTAMIX N.V. の子会社の VOMETIC N.V.
の所長で NAUTAMIX N.V. の製品の研究と導入機器の
性能チェックとを行ない、前記エントロープ氏との打合は
総て彼の部屋で行なわれ、彼も都合のつく限りは出席し
ていた。彼は去年 A 社の業務で来日の際当社へ来られた
事があり、日本及び細川鉄工所への理解が深い。当社の
試験室は「紺屋の白袴」に恥じないものであるが、彼の
研究所にはボイラー、冷凍機等の附帯設備が完備して実
験室をつけてテストしなければならぬ自然の環境をつく
つてゐる。その環境の下で現在いくつかの貴重なデター
が得られているのは喜ばしい事である。

ナウター社長

彼は若く、躍進する会社を正に代表している。彼は都
合のつく限り我々の会合に出て、ミクロンセパレータ
ーの特性を聞くと共に、我々が NAUTAMIXER を正しく
使うように種々忠告してくれそれが今日非常に有効であ
るので感謝している。私達が彼の会社を去る時「私の車
へ乗れ、よいものを見せてやる」と彼がいう。私のプー
アーな英語の理解力がこの時一段と飛躍して「オランダ
娘のなにやらを見せてくれるのかなあ」といい気になっ
て同乗した。案の定、車はいつもの逆コースで海岸の方
へ進む。がものの 100m といかぬうちにターンした。忘
れものでもしたのかな位に思つていると増築事務所の手
前に木材等を置いてある場所を指して「ここを買収して
ある。拡張予定地である」と。なる程見方を変えればこ
れ程よいものはない。我々の兄弟会社が愈々盛んになる
事はお互に喜ぶべきことである。誠によいものを見せて
貰つた。

(40頁へ続く)

海外出張よもやまばなし

細川鉄工所がその技術の海外進出を積極策としてから約10年、その間従業員の海外出張は延29名の多くを数えている。特にここ2～3年の間に約10人が海をこえて新しい知識と体験を得てきた。

初秋の一夕、それらの選ばれた人達に集つていただいて肩のこらぬ海外出張よもやまばなしの花を咲かせてもらった。

〔出席者〕ABC順

細川 明彦 専 務 (米, NZ, 濠, 比, 東南亜)

幸光敬一郎 営業部第二課長 (中国)

間島淳一郎 貿易部長 (比, 濠, 東南亜, 台湾)

森本 益弘 技術部技術課長 (ギリシャ, エジプト,
英, オランダ)

中本 正弘 細川粉体工学研究所 (中国)

中野 秀章 製造部 (韓国)

丹羽 久雄 技術部長 (ギリシャ, 英, オランダ)

谷口 浩 製造部長 (米, NZ, 濠, 東南亜)

横山 藤平 研究部長 (比, 濠, NZ)

司 会

松山 卓蔵 細川粉体工学 (英, 西独, 東南亜)
研究所長

松山 (司会)



ものがあります。

今夕はこれらの方々に集つていただきましたので名々の経験話を話していただき何かと今後の発展を期したいと思ひます。

先づ順番に第一番の専務からどうぞ。

専 務



第1回の日本機械巡航見本市が企画され約100日間船ででかけました。昭和31年の暮です。

マストと水平線を見乍ら聞えるのはエンジンと波の音、もつたない様な、こんなのんびりした旅はないでしょう。海外市場のPR並びに視察が目的ですが若干、観光的な気分をもち込んだものだったと思います。神戸をふり出しに横浜で2回の国内フェアを行いました。これは通産省、日本機械輸出組合が主催したもので日章丸約1万トンをチャーターして、サイゴン、バンコック、シンガポール、ラングーン、セイロン、ボンベイ、カラチ、ニューデリー、カルカッタ、マニラを廻りました。

これは東南アジアにPRした第1回のチャンスでしたが、各港で開催したものが漸くここ数年の成約数に大きく貢献しています。7年前にまき散したカタログ約2万部で今頃引合がきている状態です。時間がかかっていますが非常に嬉しく思っています。

約100日間せまい船中にあつて色々苦勞もありましたが私にとっては気分の楽な海外旅行でした。

機械の整備やPRで相当気もつかいましたが、サイゴンの美しく色どられた屋根、世界の7不思議の1つであるタジマハールの壮大さ、或はマニラ港の夕暮れ時、そして、そのアイスクリームの味等……今でもはつきりと目に浮びなつかしい思い出になります。機会があればもう一度船でノタリ、ノタリと、後進諸国を放浪してみたいと思っています。

松山

丁度同じ頃井上貞敏氏(現在日立製作所勤務)が第1回北京上海の日本商品展覧会に出かけていますね。

次が昭和33年5月に香港におけるパルペライザーの展示実演会に社長が自ら出かけられ、続いて昭和34年5月東南ア8ヶ国へ社長が巡回して得意先の開拓をし、更に同年8月には社長と東京支店の田中設計課長がヨーロッパの視察に約1ヶ月英国に滞在し、その後独、仏、伊、瑞、諸国の化学機械の調査特に粉碎機の現況をつぶさに調べてきました。この調査の結果吾々の製品の技術水準が決して彼等に劣ることのないことを確認し、当社機械の世界市場進出の決意を新たにすることは大きな功績でした。これがホソカワインターナショナル設定の直接の動機になった訳です。

間 島



そのホソカワインターの設定と実験機械、スーパーミクロンミルとミクロンセパレーターの運転指導のために松山所長が英国出張ということになったのですね。

松 山

昭和35年2月11日から5月3日迄、約80日間英国のホソカワイン

ターナショナル試験室開設の援助に派遣されました。これは技術相談、試験機械の試運転指導などが仕事の目的でした。帰途フィリピンで約1億円の珪石粉碎分級プラントの受注促進の仕事もあった訳です。私自体としては国産の産業機械をヨーロッパやアメリカにもつていつて通用するかという疑念は多分にあつた訳ですが外国をみてきて私達の技術が決して先進国に遅れていないことを知って、特色のある吾々の技術に大いに自信をもつた訳です。日本の粉末業界は品質の競争が激しく又独占欲が強く、粒度、品質に対して非常にデリケートな要求をして、きつい条件をつけるおかげです。これは日本人の性質かも知れませんが、日本の粉体技術は世界的に進歩した高いレベルにあることは確かです。こういった点で外国をみて来られたことは大きな収穫でした。あの当時の色々のテスト中、英国ではユニオンカーバイト、イングリッシュクレイ、コーリンシュワートのスーパーやミクロンセパレーターが何れも成約して、私の行つた効果もあり、その後細川専務や大阪府大の北浦先生などもユニオンカーバイトへ見学にゆかれてたいした評判だということでした。

英国2ヶ月、ドイツ、フランス、イタリアを学会の見学で寄り、東南アジアを廻つて、シンガポールでは納めた機械のアフターサービスをやりました。又、クアラルンプールではドロマイトインダストリーでターバンを巻き腰巻きはだしの汚いインド人がミクロンセパレーターを運転している状態もみました。その後マニラ、ホンコンに寄つて帰国しました。全体として吾々の技術が十分に世界に通じるということが分つたので、今後どんどん海外に発展したいと思つています。

英国で多くの学者と会いましたが、英国人は堅実な人種で彼等のやることは老成した感じです。ドイツはコツコツやるが理屈っぽい、仏、蘭、イタリアはインデューアスなところがある。

私が帰国して間もなく佐藤君が長期滞在の予定で英国ホソカワインターナショナルに派遣されましたね。

間 島

それから村井東京支店営業課長が第2回巡航見本市に派遣、細川社長が米国へ、これはPMD社との技術交流

の話しが主な目的でした。

そして次に専務と谷口製造部長の米国行となる訳ですね。

専 務

私達の米国行の主な仕事はPMD社のパルスエアーおよびパルベライザーの技術導入についてノーハウの習得、それと併せて生産設備の視察及びユニオンカーバイトその他の吾社の機械のユーザのその後の状態を調査することにありました。帰路ニュージーランド、オーストラリア、マニラの各地の納入機械のアフターサービス、新規機械の受注促進などが目的でした。

谷 口



ユニオンカーバイトの原子炉工場へ見学に行けたのは日本人では吾々が始めてではないでしょうか、めつたに聞きませぬね。

間 島

次に社長が昭和37年10月から約2ヶ月再度欧州、米国をたずねました。これはホソカワインターナショナルの組織拡張、一般業務の推進、西独における粉体技術の調査、オランダナウタ社との技術交流の話し合い、更に米国PMD社に対する技術輸出の件等多くの成果を得てきました。

松 山

次は森本君ですね。

森 本



私は38年の3月3日から12月の末迄の約300日間でギリシャ、エジプト、英国、オランダ、西ドイツの5ヶ国を廻りました。

エジプトではスーパーミクロンミルM202型、ギリシャではM502型の試運転指導、オランダナウタ社ではナウタミキサーの技術提携による技術習得、および技術輸出の話し合いが主な目的です。

なぜナウタ社がホソカワを知つたかをナウタ社の工場長であるMr. ヘネシーに聞くと、英国である化学会社へナウタ社が機械を納入したところ、そこでホソカワのミクロンセパレーターをみたこれに刺激されて、分級機の方へ手を上げたいと思つていたところへ細川社長が乗り込んで来たということです。全くタイミングもよかつた訳です。吾々が長い間ホソカワインターナショナルでやつていた仕事が無駄になつていない。技術も大いに大切ですが名前も知らせるということも同時に大切なことだと思ひます。日本の製品は優秀なものも多いのですが、

案外この名前を知らせることが余りなされてい
ないのではないのでしょうか。

松 山

次は横山君の番ですね。

横 山



私は38年4月15日に羽田をたつ
てマニラで1ヶ月、オーストラ
リアで1ヶ月、ニュージーランドで
約1週間を過して、ホンコンを経
由して7月5日に日本に帰しまし
た。

すべて、納入機械のスーパーミ
クロンミルとミクロンセパレータ
ーMS-4号の試運転指導で、おかげで全部順調にゆき
大変ラッキーな海外旅行をさせてもらいました。

4月のマニラは真夏の暑さですが、オーストラリア、
N. Z は初冬で数時間飛行機に乗ればすっかり季節が変
つてしまい面くらいました。

間 島

英国の佐藤君はその後米国PMD社に移り、設計の増
田君が8月31日に佐藤君の後任として英国に飛びました
ね。彼から最近きた手紙によると日本のある印刷会社が
英国から技術を導入するのに、通訳のお手伝いをしてい
るということです。

森 本

佐藤君の英語の上達ぶりはすばらしいですね。日本の
商社の人が英国人と間違つたぐらいですから。もち前の
人なつこきで、すっかり向うでは人気者になっていますよ。

松 山

次は幸光君ですか。

幸 光



長崎で国旗事件があり、長い間
とだえていた日本と中国のはしが
けみたいなもので北京日本工業展
覧会が開かれることになり、そこ
での出品と実演が私の出張の目的
で10月5日に出発しました。

北京ではコマのふりあて、出品
物の配置、カタログの問題でむづ
かしいことがありましたが、比較的現地の人が親切で
10月10日の開会式には間に合いました。

一応商品の出品と運転が目的で行つたのですが展覧会
自体がPRにならなくて、むしろ技術交流によつてPR
する方が効果的であるということになり、早速技術交流
を申し込んで、なんとか最後に穀物関係特に食品関係の

技術屋と話が出来ました。他に化学工学部門、製粉関係
のひととの話のチャンスをつかんで交流することができ微力
ながら効果があつたと思います。

向うでは総て規則づくめで型にはめられた感じでし
た。上海へ廻りホンコンへよつて帰国しました。

松 山

上海の展覧会の方を受持つたのが中本君ですね。

中 本



幸光さんの後を受けて上海の日
本工業展覧会へ出張しました。上
海はあかぬけのしたところですよ。

北京が非常に盛大であつたと同
様に上海でも人気を呼び非常に熱
心な見学者が多く、専門的な質問
を多く受けました。粉砕実演は主
にトウモロコシを使用しました。

「スーパーミクロンミル」で粉砕した平均5ミクロンの
CaCO₃の見本には特に興味を持たれました。簡単な説
明ですが、まがりなりにも中国語でできました。という
のは日本人が話すのが珍らしいらしく親しみを持つてく
れたからだと思います。

展示小間の手すりが折れそうになる程、多くの熱心な
参観人を迎えました。ホテルでは毎晩技術交流のための
準備をし、又昼間は中国の著名な工場の見学をすること
ができて大いに勉強になりました。

松 山

次は中野君をお願いします。

中 野



私は韓国の東洋粉体工業へ納入
したカオリンの粉砕分級プラント
の試運転指導に出張しました。

ソールへ着いたのは丁度朴大統領
領が当選した日でした。

仕事の方は材料不足であれこれ
と問題が起り、なかなかはかどら
ずやきもきました。その間にも
個人的にも多くの人と接触して親しい人ができ、みんな
好感をもつてくれました。日本と韓国は今自由往来
出来ない状態ですが、自由にゆききできるようになれば
細川の機械もまだまだ韓国へ売れるのではないかと思
います。

松 山

次は技術部長の丹羽さんですが、丹羽さんの場合出張
命令が出発の3日前に出たという、いわくつきの出張で
したね。

丹 羽



今松山所長のいわれた通り後にも先にもこんなことは私が始めてのことでしょう。1ヶ月前に大体の話は聞いていましたが、10日前に具体化し、出発の日取りが確定したのは3日前です。とにかくあのときは落ち着かない毎日を過しました。

出張の目的はギリシャでのスーパーミクロンミルとミクロンセパレーターの運転指導とナウタ社での技術提携に関する話し合いです。ロンドンへ向うのが丁度クリスマスで、先方に交渉すると年内は人がおらぬから年明けにしてくれとのこと、ギリシャでは石造物ばかりみてきたので、今度は人間をみてやれとパリを選んで、数日を過し、ロンドンへ入ったのが丁度12月31日、ラングトン氏の出迎えを受けて、明るく元旦Happy new yearとあいさつすると直ぐ仕事です。その点向うの人はすごくあつさりしていますね。約1週間ロンドンに滞在して、オランダへゆき、ナウタミキサーの設計、技術を学び同時にわれわれのミクロンセパレーターの技術質問に答えました。又1週間程ロンドンにおり、ジュッセルドルフからアテネを経由して帰国しました。

松 山

次は間島貿易部長にお願いします。

間 島

今年3月2日に出発して、マニラ、バンコック、クアラルンプール、シンガポール、シドニー、ホンコン、台北を廻ってきました。約40日間の出張でした。

私の仕事は東南アジア方面の輸出ルートを確認するために各地で代理店の交渉をやり又userを廻つてアフターサービスやPRをやってきました。

その間に私が特に感じましたことは“世界は一つでない”ということでした。いずれの国に於いても、特に東南アの各国は、自国の民族、経済を維持するために、民族主義と国民経済の維持、推進に全力を傾けているという事実です。海外に於けるこういう見聞が自国の国家意識を呼びさますといわれることは本当です。又、各国特有の人情、風俗、国民性も、これはどうしようもない事実です。

松 山

話がすっかり硬くなってきましたので、ではここらで趣向をかえてチャプター2とでもいきましょうか。外国で経験した一番印象に残ったこと、食べ物の話、特に女性観はいかがですか。

では先ず司会者から披露することになります。私は北極

廻りでアンカレッジを経由していつたのですが、ここで給油のために止つているときにスチュワーデスとよもやまの話をして私の英語が通じるかどうかをためしたのですが、結構受答えができて自信をつけました。次についた所はハンブルグですが、ここでは北欧の若い女性の美しいのにアッとはばかりに驚嘆しました。実に神々しい。(笑)

ロンドンでは夜のつれづれにストリップ劇場を歴訪しました。中でも30年間戦争中も閉じたことがないという世界的に有名なウィンドビルシアターへは屢々通いました。終演の幕が下りると皆んな起立してゴッセルザクイン……と英国々歌をうたうわけですがビックリです。パリではモンパルナスのナイトクラブなんかも出かけましたが、2～3年前東京でみたストリップガールが出ており、こちらはなじみがあるのですが向うは知らんらしい。(笑)

イタリアのローマでも時々ナイトクラブへ出かけましたが向うの女性は小柄で非常にパッションートです。ソフィア・ローレンの様なのがぞろぞろ町を歩いているしジナロブリジダの様なのがホテルの廊下を掃除している。(笑)

向うの女性は実にサービスが美味ですね。その点日本人は亭主関白で、きめの細い日本女性に接する吾々は幸福だと思いますね。

司会者はこの位にして丹羽さんどうですか。

丹 羽

女性と喰い物では、私の場合言葉の点で松山所長程の経験はありませんが、ただ外見的に申しますとギリシャへ行つて先ず驚いた事はギリシャの女性はみなヒゲが目立ちますね。(笑)これはどうも例外がないようです。多分顔が白く彫りが深いからでしょう。

食べ物のことではギリシャのあるレストランのパンが非常にうまかつたですね。

森 本

私は最初から日本人のスチュワーデスには縁がなく飛行機の中でスイス人のスチュワーデスにタバコを持つて来てくれと頼んだのですが、何んと砂糖をもつてきたんで、それ以来女性に対してはすつかり気がくじけてしまつて……(笑)

エジプトでは女は普通ベールをかぶつていて目だけ光らせていますから……オランダの女性はきれいですね、特に脚が、自転車できたえるせいでしょう。

幸 光

北京は気候がドライでからつとしていて、立派な公園が目につきました。中国は女性の発言力の非常に強い所

(56頁へ続く)



P.M.D 便り

アメリカ P.M.D 社より

細川鉄工所 佐藤 功

英国ホソカワインターナショナルに3年半駐在後、昨年11月に英国より当地転勤し早や6ヶ月すぎた。P.M.D社の工場及び本社はニューヨーク郊外のサミット市にある。サミット市は人口3万の住宅都市でありその近辺で工場といえばP.M.D社の工場位のもので緑の丘と川にかこまれた美しい街である。

◎当社製品に対するアティチュード

P.M.D社での当社製品に対する関心は非常に強い。彼らはP.M.Dの製品を誇りとすると共に、細川の技術を導入することを大きな誇りとしている。又彼らが細川の技術を習うというモットーを所持していることも注目すべきであると思う。当社の機械がこちらで注目をあびているその一例として彼らが当社機械をホソカワミル、ホソカワセパレーターと呼んでいることから判断して頂けるであろうもはや当社の機械は単なる優秀な粉砕機分級機ではなしに細川の粉砕機或いは細川の分級機である。これは社是“世界の細川”をよく表しており、細川鉄工所の誇りであると共に日本産業の誇りであると私は考えている。

◎P.M.D社でされている粉砕研究について

中粒粉砕機の改造に力を入れているのが目立つ。いわゆる彼らのいうインタメディアグライディングである。200 Mesh から30, 40 μ は微粉砕ではなくて中粒粉砕であると彼らは考えている。粉砕機の能率を上げるために粉砕機内に分級機をもうけ粗粒は直接粉砕機内へ戻すという型式の粉砕機の試作、改造がさかんになされている。その筆頭に上げられるのは、“MIKRO-ACM PULVERIZER”であろう。Fig-1はMIKRO“ACM”の機構を示しており、原料はスクリーフィーダーにて粉砕機部へ投入される、粉砕部はピンローターとライナーより構成されており、物質は高速で回転されているピンにより衝撃を受け粉砕されながらピンローター下部より入つて来る空気流に乗り分級部へ移動される。分級

部は24枚（型式10 ACM）の羽根から構成されており要求に従い任意の速度で回転される、分級部を通過した微粉は、上部バルートを通り捕集機へ送られる、粗粉は分級部から直接粉砕機構へ循環される。

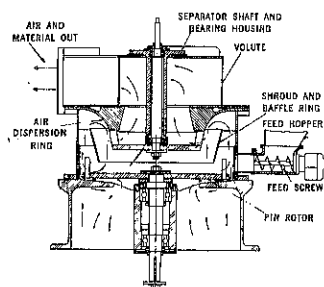


Fig-1

Higher Capacities

The most significant engineering feature of the MIKRO "ACM" PULVERIZER—a "directed" internal flow of material—eliminates random flow of materials within the grinding chamber, eliminates surging loads through regular, efficient return of oversize particles to grinding chamber. Feed rate is maintained, high capacity assured.

Fig-2はACM 60HPでの砂糖の粉砕成績を示している、今迄アトマイザーやパルペライザーでは2ヶ月に一度粘着のために掃除を必要としたが、ACMで連続運転が可能である。

Fig 2. Typical Sugar Curve on Model 60 MIKRO "ACM" Pulverizer.

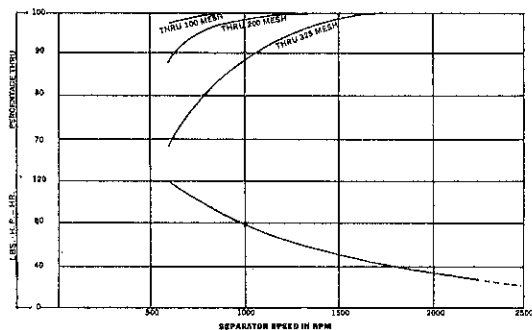


Fig-2

Fig-3はACMのデーターの例である。又ACMの一つの特徴として、小麦の粉砕が上げられる。今迄高速粉砕機は小麦の粉砕に適さないと云われてきたが今回

CAPACITIES FOR THE MIKRO

"ACM" PULVERIZER

Fig-3

Material	Fineness	Pounds/ H.P.HR.
Sugar (Fine)	99.6% thru 325 Mesh	46
Sugar (Medium)	99.9% thru 200 Mesh 95.7% thru 325 Mesh	64
Sugar (Coarse)	98.1% thru 200 Mesh 86.3% thru 325 Mesh	88
Borax	99.94% thru 325 Mesh	8
Calcium Formate	99.96% thru 325 Mesh	21.5
Sodium Phosphate Glass	99.6% thru 60 Mesh 94.4% thru 100 Mesh	208
Casein	99.95% thru 100 Mesh	17
Copper Oxide	99.98% thru 325 Mesh	84
Tobacco Scrap	99.1% thru 100 Mesh	43
Limestone	99.57% thru 100 Mesh 88.95% thru 200 Mesh 67.52% thru 325 Mesh	115

ACM で良い成績を上げており、小麦粉業界より注目されている。

◎ミクロンセパレーターのアメリカでの反響

熱に鋭敏な原料に対して分級機と粉碎機を直結することにより粉碎性能を上げることが、すでに知られているがその為には効率の高い空気分級機が必要であり、ミクロンセパレーターが大きな反響を起している。又熱に鋭敏でない原料でもミクロンセパレーターを併用することにより好成績を上げている。炭カルを使用して得られたデーターの例を示すと次の様である。

データーはマイクロパルペライザーとマイクロパルペライザー+ミクロンセパレーターの比較である。尚ミクロンセパレーター直結の場合戻り品は循環粉碎した。

製品粒度	マイクロパルペライザー	マイクロパルペライザー+ミクロンセパレーター
20μ97% Pass	—	74Lbs/HP/Hr.
50μ97% Pass	—	110Lbs/HP/Hr.
100μ97% Pass	45Lbs/HP/Hr.	140Lbs/HP/Hr.
150μ97% Pass	90Lbs/HP/Hr.	—

上記の様にミクロンセパレーターを使用することにより、能力増大はいちじるしい。又マイクロパルペライザーとミクロンセパレーターを併用して複写用レジンの粉

砕に成功した例がある。このレジンは軟化点低く、非常に粉碎困難でマイクロアトマイザーでドライアイスを使用し能力 1¾Lbs/5HP/Hr である。マイクロパルペライザーとミクロンセパレーターを併用することにより、ドライアイスを使用せずに 3Lbs/5HP/Hr がら得れた。尚アトマイザーの製品粒度は98%<43μでミクロンセパレーターを併用した時は99%<43μ平均12μ先にも述べたがACMでは小麦の粉碎が可能であり、これにミクロンセパレーターを直結することにより、蛋白質含有率を移動させることが出来る。これは蛋白質の方が澱粉より粉碎されやすいことを応用したもので、ミクロンセパレーターから回収された微粉中の蛋白質の割合は粗粉に比べて大きい、下表はミクロンセパレーターのデーターである。

セパレーター 一回転数	2,100 r.p.m		1,700 r.p.m		1,510 r.p.m		920 r.p.m	
	微粉	粗粉	微粉	粗粉	微粉	粗粉	微粉	粗粉
歩留り(%)	7.5	92.5	17.5	82.5	40	60	72.5	27.5
蛋白質コン テント(%)	23.75	8.46	21.61	7.49	16.82	7.35	10.75	8.72

上記ミクロンセパレーター及びACMの小麦粉テスト結果はP.M.Dの研究課長ダイキン氏が去る5月に小麦シンポジウムで発表された。尚ミクロンセパレーターは当地で製作予定で現在その準備を行なっている。

アメリカでのフロートロン

フロートロンもMSと同様、非常な人気があり、特にフィーダーとして定量性の高いことが賞讃されている。例えば砂糖に混入する澱粉のフィーダーとしてその定量性は、32.7Lbs/M±0.92%という好結果を出している。

すでに大阪本社よりフロートロン10台を購入したが、将来はミクロンセパレーターと同様に当地で製造することになるであろう。

当社の機械がこちらで製造されるのは、以前の様に日本の製品は安価であるからという考えに基づいたものではない。もしそうならば、生産コストの高いアメリカでは決して対抗出来ない。機械自体の輸出をするのではなく機械の性能或いは技術を輸出するのであり、その技術がすぐれている限り人件費の高いアメリカで製作しても十分対抗出来る。今後日本の産業が益々発展し技術輸出の増加がなされんことを望みつつ結語とする。

最近の興味あるテスト成功例

細川鉄工所営業部

(粉碎)

原料名	目的又は用途	機種	摘要
1. 大豆粕	ノズルにより表皮の分離と微粉碎	スーパーミクロンミル	ノズル分離
2. 鉛粉	蓄電池用リサージとして最適の粒度分布に粉碎	"	"
3. 酸化アンチモン	Sb ₂ O ₃ 中の Sb 分離	"	ノズル分離
4. 金属石鹼	微粉碎	"	融点低, 附着性大
5. ゴム薬品	微粉碎	"	融点低, 靱性有
6. 陶土, 粘土	原料中の珪石除去及び粉碎	"	ノズル分離
7. 水酸化マグ	原料中の異物質除去及び粉碎	"	ノズル分離
8. 食品防腐剤	超微粉碎 max 4 μ	{ スーパーミクロンミル ミクロンセパレーター	超微粉碎
9. 活性炭	超微粉碎	"	ノズル分離にて不活性物除去
10. 砂糖	チョコレート用微粉糖に粉碎, ホソカワ/マイクロパルベライザー	"	"
11. C. M. C	100~150 mesh に粉碎	{ ホソカワ/マイクロパル ベライザー, ミクロンセ パレーター	硬く靱性有
12. ベニシリン	40°C以下にてmax 4 μ に粉碎	{ ホソカワ/マイクロパ ンタムミル, ミクロンセ パレーター	注射用
13. 糊剤	繊維状の原料を微粉碎	特殊パルベライザー	融点低, 繊維状
14. 化学糊剤	水分60~70%の糊状物を粉碎	ホソカワ/マイクロパ ルベライザーS	平均40メッシ
15. 樹脂	熱可塑性樹脂の再生用粉碎	"	平均20メッシ
16. 尿素樹脂	成型材料粉碎	"	融点低, 吸湿性大
17. 金属酸化物	中間粒度に粉碎	ホソカワ/マイクロパ ルベライザーS	附着性大, 微粉を好ま ず
18. パルプ	繊維状に解砕	"	繊維長さ最適
19. 顔料	合維用顔料分散	ディスパーミル	乳化機
20. C. M. C.	飲料用添加物の混合, 分散	"	"
21. グリース	練合	"	"
22. マヨネーズ	製造工程中練合に使用	"	"

(分級)

1. アルミナ	製品 5 μ 95%	ミクロンセパレーター	振動ミルに直結
2. ゴム屑	再生ゴム粉末の繊維屑分離	"	"
3. イルミナイト	製品 300 mesh 98.5%	"	300HP チューブミルに接続
4. カーボンブラック	製品中の粗粒, 不純物除去	"	"
5. 尿素樹脂	ボールミルに接続し連続粉碎可能	"	成型粒度一定となる

(乾燥)

1. フェノール醋酸水銀	製品粒度 350 mesh に乾燥, 粉碎,	ミクロンドライヤー	発塵なく, 工程合理化 さる
2. 酸酵フレーク	乾燥, 粉碎	"	原料水分 47% (W.B)
3. 樹脂	粒度 50 mesh に乾燥, 粉碎	"	" 40% (")
4. カーボンブラック	乾燥, 粉碎	"	" 70% (")

5. 澱粉	乾燥 (仕上水分2%以下一定)	マイクロドライヤー	原料水分20% (W.B)
6. 製薬原料	乾燥, 粉碎, 分級	"	融点低, 吸湿, 粘着性
7. 安息香酸	乾燥, 粉碎	フラッシュドライヤー	原料水分20% (W.B)
(集塵)			
1. 製錬炉ダスト	製錬炉廃気より貴金属ダスト集塵	ホソカワ/マイクロパルスエア	利益巾著しく向上
2. 尿素樹脂	成型粉末捕集ボールミルにマイクロセパレーターの併用と共に連続粉碎可能, 能力向上	ホソカワ/マイクロパルスエア	
3. 農薬	直接捕集及び集塵	"	公害, 薬害問題解消, 環境衛生向上
4. 酸化チタン	超微粉碎製品の直接捕集	"	製品の附着性大
5. 洗剤	製品直接捕集	"	"
6. アグリセライド	粉霧機より凝固した粉末を直接捕集	"	
7. 医薬品	湿式スクラッパーより転換して有価塵を回収	"	
(混合)			
1. 練歯磨	練合	ナウタミキサー	マイクロジェットランプブレーカー } 使用
2. 飼料	薬剤添加混合	"	"
3. ゼラチン	品質均一混合	"	
4. 染料	色調均一	"	ランプブレーカーにて塊状物粉碎

(52頁からつづく)

で男性の弱い方には反撥を感じました。機械の説明は女の人にもしてもらいましたが生意気で反抗的なところがあります。反面世話好きです。大柄な女性が多いですね。

化粧けのない女性が多いです。外国人との恋愛は絶対許されないようです。

中 本

中国へ旦那をやつたら奥さんは安心してよいという位かたいところです。

食事は大変おいしかったと思います。

中 野

韓国は美人の多い所ですね。ソールではスタイルのよい女性が目につく。

横 山

外国に出張して日がたつとどんな女性でもきれいにみえてきますね。しかし最も嬉しかったのは2ヶ月目にニュージーランドのオークランドから国際電話で女房の声をきいたときです。まるで隣の部屋に居る様にはつきりきこえてね一寸胸がどきどきして……

専 務

なんといつも家からの手紙は嬉しいですね。アメリカ女性のアノ脚線美あれも嬉しいですね。その他では、マンゴの味、何とも言えないね。それから、たまらないのはハワイの夜の(かがり火)これは最高にロマンチックだな、フラダンスも良いけど……

谷 口

私は面と向つての会話はたいして困らなかつたが、電

話で話すのだけは弱つた。相手の顔が分らないと言葉が直ぐに出て来ないのです。特に印象に残つたことは、フィジーからニュージーランドへ飛んだとき丁度夜で左手に飛行機の窓から南十字星がみえたのですが、このときなんともいえないロマンチックなものを感じましたね。

間 島

食べ物全般的にまずいですね。日本の食べ物のは非常にデリケートでおいしい。これは海外旅行された人からよく聞くことですが、確かにそうです。洋食は特にまずい。牛肉でも豚肉でも、マテリアル自体がまずいところへ味つけが悪い。あえておいしいといえるのは東南亜諸国の支那料理ですが、これは悲しいことに自分で選択する呼び名がわからない。日本の食堂に於けるサンプルはグッドアイデアです。

外国をみた印象としては有名どころは大い写真や映画やテレビでみているので、始めてそこに行つても、例えばシドニーの有名なハーバーブリッジをみても何か始めてでないようなファミリーなものを感じた。それだけわれわれお互に国際性がついているともいえますが。

私はよく国内でも旅行をするのですが、一人でいることにはたいして淋しさは感じない方ですが、外国で一番嬉しかったことといえばやはり各地で先方の人達が親切な歓迎をしてくれたことで、東南亜諸国では特にお客を大切にするといういわゆるホスピタリティがわれわれ日本人と共通であるようです。台湾では特にそうです。

松 山

今晩は長時間に亘つてありがとうございました。ではこのへんで……

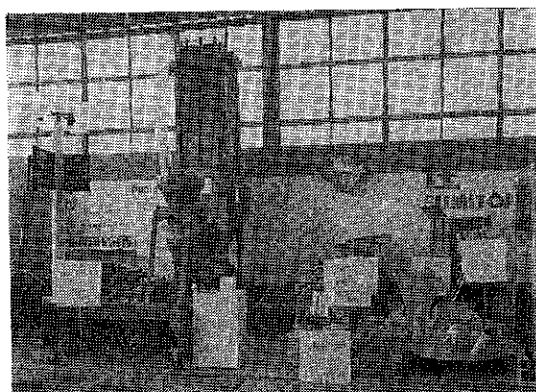
ホソカワ ニュース

☆第6回大阪国際見本市 (昭39.4.9~4.29)

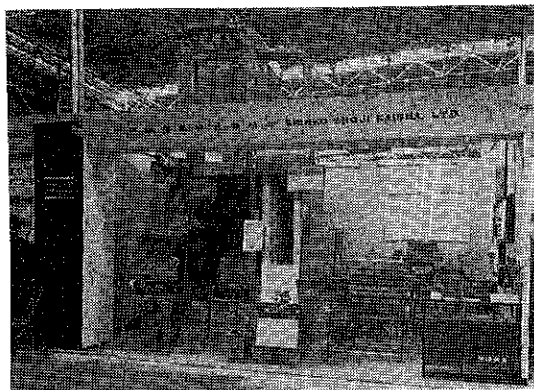
第6回大阪国際見本市は、参加国日本を含めて33ヵ国、小間総数、6,766小間と云う戦後最大の規模をもつて開かれた。当社も例年の通り積極的に出品参加、殊に本年度は開放経済体制に臨む年とあつて、細川鉄工所、住友商事、神鋼商事、小間の3ヵ所に展示し、各小間では夫々実演も併せ行い“秀れた技術を売る特色ある企業”として、その充実せる機種は各方面よりの注目を浴びた。尚此の見本市を期してホソカワ/マイクロモニター、及び耐熱用沪布“アラジン”の新製品発表展示を兼ねて行い、非常なる好評を得た。



① 細川鉄工所小間



② 住友商事小間



③ 神鋼商事小間

(写真①)

出品小間	港会場	小間数
細川鉄工所	7号館	4小間
出品機種		
スーパーミクロンミル、ミクロンセパレーター、ホソカワ/マイクロパルベライザー、ホソカワ/マイクロパルスエアー、ホソカワ/ナウタコンビミキサー、パイプシフター、フロートロン、ホソカワ/マイクロモニター、耐熱用沪布“アラジン”		

(写真②)

出品小間	港会場	小間数
住友商事	2号館	2小間
出品機種		
ホソカワ/マイクロパルベライザーS型、ホソカワ/マイクロ、パルベライザー、バンタムミル、ニューカッターミル、フェザーミル、デイスパーミル、フロートロン、ホソカワ/マイクロモニター。		

(写真③)

出品小間	港会場	小間数
神鋼商事	6号館	2小間
出品機種		
ホソカワ/マイクロパルスエアー、ホソカワ/マイクロパルスエアー内部公開型、ロータリーバルブ、耐熱応用沪布“アラジン”		

☆第4回西日本総合機械展 (昭和39.5.30~6.8)

会場：北九州市小倉区勝山公園内 (旧陸軍造兵廠)

主催：福岡県，北九州市，九州産業技術連盟

展示：ホソカワ/マイクロ，パルスエアー

P-206型

ミクロンセパレーター，MS-1型

(実演共)



☆第4回優秀機械工業見本市

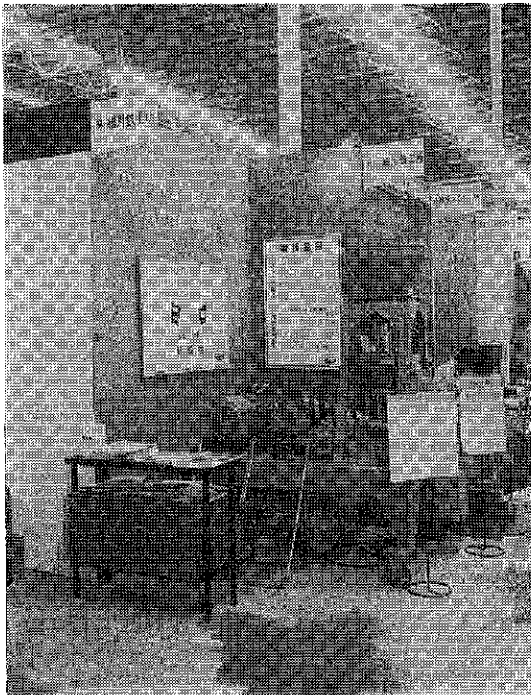
(昭和39.6.5~6.12)

会場：大阪国際見本市港会場 6号館

主催：日刊工業新聞社

展示：ホソカワ/マイクロ，パルベライザーS型，フ

ロートロン，ホソカワ/マイクロ，モニター



☆第2回粉体機器展示会 (昭和39.9.28~9.30)

会場：京都公会館公会堂

共催：日本化学会，近畿化学工業会，粉体工学研究会，他

協賛：京都科学機器協会

展示：ホソカワ/マイクロ パンタムミル，フロート

ロン，ホソカワ/マイクロ モニター，ホソカ

ワ/ナウタ ミキサー

☆第11回全国優良機械展 (昭和39.10.10~10.20)

会場：名古屋市中区白川公園広場

主催：愛知県，名古屋市，名古屋商工会議所

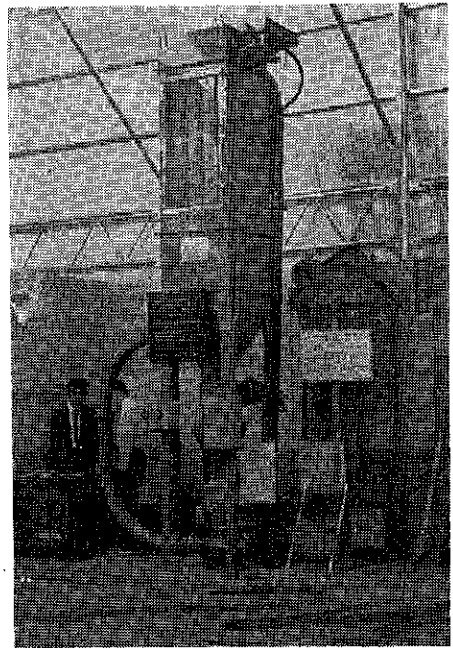
展示：ホソカワ/マイクロ，パルスエアー，

ロータリーパルプ，

フロートロン，

ホソカワ/マイクロ，モニター，

ホソカワ/ナウタ，ミキサー。



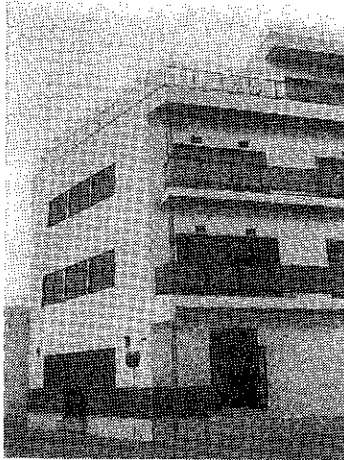
39年度，大阪府，愛知県，岡山県，合理化月販， 特定メーカーに指定される。

本格的な開放経済体制を迎えて中小企業設備合理化の促進が愈々急務となり，又正常な月賦販売条件を確立すると共に，中小企業需要を喚起し，機械工業の健全な発展を計ることも重要となつて来た。

こうした情勢に対応する為，38年度に引き続き，本年度も現在，合理化機械月賦販売制度を有する大阪府，愛知県，岡山県，等の同制度特定メーカーに指定された。

☆独身寮落成式 (昭38.12.21)

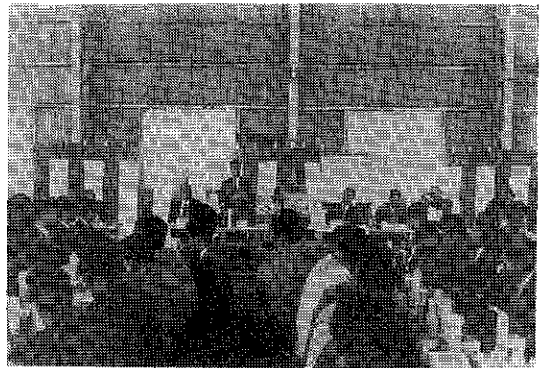
当社福利厚生設備の一環として工事中の独身寮“有備館”の落成式は12月21日行なわれ、鉄筋コンクリート、4階建、延370平方米、のデラックスな姿は周囲に偉容を誇り、高級ホテルのムードさへ漂はせている。



☆創立49周年記念式 (昭39.4.18)

創立49周年記念式は、来日中の当社ヨーロッパ総代理店、ホソカワ、インターナショナル、社長、G.S.、セール氏を来賓に迎え、社長以下全従業員出席のもと、第二工場に於て、盛大に挙行された。

此の後、恒例の通り優良社員、永年勤続社員、皆精勤社員の表彰が行なわれた。



☆人事移動、及び組織変更 (昭39.2.21)

(組織変更) 研究所から研究部を分離独立。
技術企画部を新設。
製造課より工務課分離独立。
東京支店、営業第二課新設。

(新人事)

技術企画部長	松山卓藏
研究部長	横山藤平
支店営業課長	藤井博
技術課長(代)	森本益弘
工務課長(代)	樋口由次
設計課長(代)	竹内史幸
資材課長(代)	八木節男
業務課長(代)兼務	原田盛夫
営業係長	猪木巍嗣
同上	熊倉正祐
倉庫係長	真弓政信
購買係長	森正剛
設計係長	小林重純
貿易係長	高地政仁
製造課職長(代)	田水嘉三郎
製造課機械組長	
その他、若干の人事移動があつた。	

☆創立者、会長、細川永一氏逝去 (昭39.4.23)

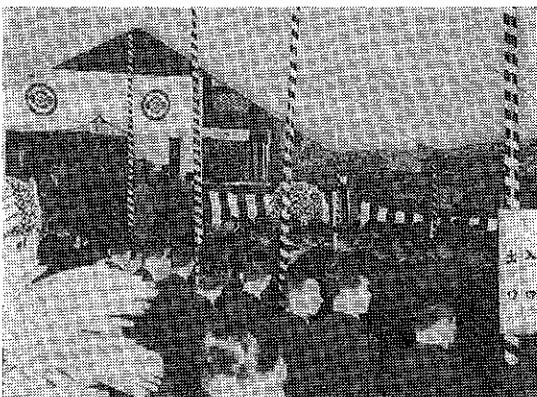
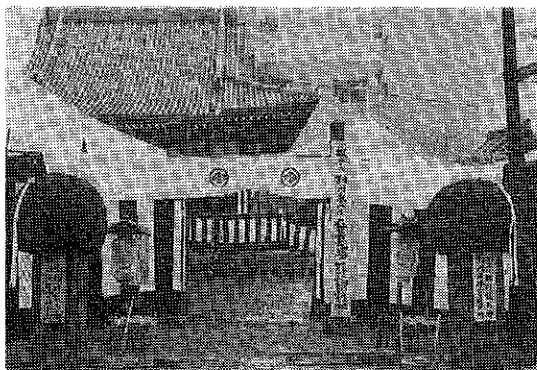
当社創立者、細川永一会長は神戸市御影、甲南病院でかねて病氣療養中のところ、4月23日午後7時、永眠された。76歳。



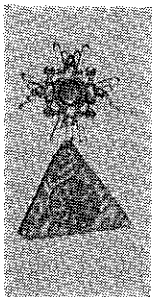
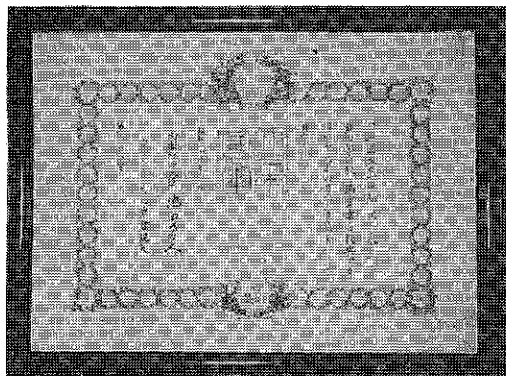
故会長は、兵庫
県洲本市出身。名
古屋高等工業卒。
大正5年当社創
立。昭和15年微粉
砕機“ミクロンミ
ル”を発明、世界
的に注目され、当
社今日の発展の基
盤を築かれた。
又、此の業績に対
して、昭和30年発

明賞、昭和32年紫綬褒賞を受けた。

葬儀は社葬を以て、4月28日午後2時から、大阪市北区太融寺に於て、喪主、細川社長、葬儀委員長、榊桃谷順天館、桃谷社長により盛大に執り行なわれ、故会長生前の偉業を偲んで長蛇の列が跡を断たなかつた。



☆故、細川永一会長に叙勲 (昭39.4.23付)



大正5年細川鉄工所を創立以来、終始一貫微粉砕機の製造、改良、に専任し、その間優秀な発明を多数完成して吾国産業界の発展に寄与した功績に対し、4月23日付を以て、“従五位勲四等瑞宝章”を贈られた。

海外関係

☆ 韓国東洋粉体工業 (株) 黄技術部長来社 (昭38.10.24~12.28)

先にカオリンの乾式微粉砕分級装置を輸出したが、同社の技術部長黄徳沚氏が来社、約2ヵ月間に亘り機械取扱いの習熟と粉体工学一般の学修に従事した。

☆ 丹羽技術部長、ギリシャ及欧諸国出張 (昭38.12.9~39.1.24)

技術部長丹羽久雄は、ギリシャアテネ市の Titan Cement Co. へ納入したスーパーミクロンミル M502 型 (75HP) 及びミクロンセパレーター MS-5 型の試運転指導、英国ロンドンのホソカワインターナショナルとの業務打合せ、オランダ国ナウタミックス社に於てナウタミキサーの製造技術見学と併せて我々の分級機ミクロンセパレーターの技術指導の目的のため上記期間出張した。

☆ 濠 M.B.T 社 MR. HARDIE 来社 (昭39.1.2~1.16)

Mauri Brothers & Thomson 社は、濠川及びニュージーランドに於いて、当社製品の販売代理権を希望し、製品の検討と条件交渉のため副社長 D. Hardie 氏が正月早々来社した。その後2月10日、シドニー市に当社の代表製品の展示室を設置することを条件に、総代理店契約が成立した。

☆ 濠 Mineral Pty 支配人 Mr. Densky 来社 (昭39.3.3~4.10)

同社は石灰石の粉碎を業としているが、日本の石灰石微粉の優秀性に着目し、現地の石灰石原石1トンを船便で送り来り、スーパーミクロンミル及びミクロンセパレーターのテストに立会した。

☆ 間島貿易部長、東南亜及濠州出張 (昭39.3.3~4.10)

当社製品の輸出促進、現地代理店の推進、納入先へのアフターサービス、市場調査などを目的として、マニラ→バンコック→クアラルンプール→シンガポール→シドニー→メルボルン→香港→台北→台南を周遊した。

☆ Nauta mixer の技術導入政府認可 (昭39.3.10)

オランダ Nautamix 社よりナウタミキサーを導入する契約について政府認可を申請中であったが、この日付で認可された。

☆ 比島 Pan Commercial Corp. 社長
等来社 (昭39.4.13~4.23)

現地産のChina clayを微粉碎精製する plant 購入の目的で Tan 社長及技術重役 Santos 氏が来社し技術打合せをした。

☆ Hosokawa International セール社
長来社 (昭39.4.10~19)

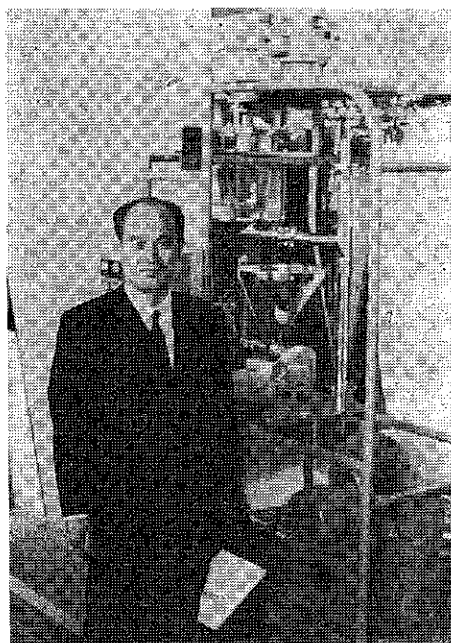
欧州に於ける販売推進、現地に於ける製造権許与問題等の協議のため来社した。同氏は7月下旬迄滞日し、その後数回来訪された。

☆ 比島 Mayon Rock Industries 賠償
Plant受注 (昭39.5.15)

かねて懸案であつた比島向硅石粉碎分級 Plant (磁製ボールミル+ミクロン、セパレーター、1 ton/毎時) が木下産商経由で成約した。船積9月末。

☆ Achema 展示会へミクロンセパレーター出品 (昭39.6.19~27)

西独フランクフルトに於ける化学機械の世界的展示会 Achema へ、欧州製造ライセンスたるナウタミックス社を通じて、ミクロンセパレーターMS-0型 (全ステンレス鋼製) を出品した。



西独 Achema 細川ミクロンセパレーター MS-0 号
大阪府立大学 矢野教授 (昭39.6.19~27)

☆ 輸出貢献企業認定賞受く (昭39.6.27)

昭和39年度認定証が通産大臣より授与された。

★ 濠 M.B.T 社技術課長来社
(昭39.6.29~7.2)

上掲の如く、Mauri Brothers & Thomson 社が、当社製品の濠州及びN.Z.の総代理店となり、スーパーミクロンミルM52型 (7½HP)、ミクロンセパレーターMS-1型、フロートロン等がシドニー市に於ける展示試験室用に船積されたので、その取扱い実習と技術習得の目的で、Mr. Skidmore が来社した。

☆ 濠 George Shirley社Mr. Burn 来社
(昭39.7.4~7.6)

同社は硫黄の微粉事業を行なっているが、不活性ガス利用の閉回路式ミクロンセパレーターの分級テストのため来社した。

☆ Nautamix 社長 C.J. Nauta 氏来社
(昭39.7.14~17)

すでに紹介の通り、昨年7月ナウタ社と技術交流契約を結び、彼のナウタミキサーを当方で製造し、我のミクロンセパレーターを先方で製作しているが、その両面の業務打合せと相互親善理解の目的で来社した。折から滞日中のホソカワインターナショナル社長セール氏もこの会談に参加された。

☆ Mohamed Deen社 (W. Pakistan)
Ahmad 氏来社 (昭39.7.17~7.24)

今年3月、スーパーミクロンミル M202型 (30HP) を輸出したが、その据付運転方法習得のため同社専務 A. Ahmad 氏が来社した。

“粉 碎” No. 10 1964 冬季号

昭和39年12月15日印刷

昭和39年12月20日発行

編集者 松山卓蔵
発行所 細川粉体工学研究所
(非売品) 大阪市港区三ツ師町13番地

印刷所 (株) ナニワ印刷所
大阪市北区川崎町38

ホソカワ

粉体化学機械装置

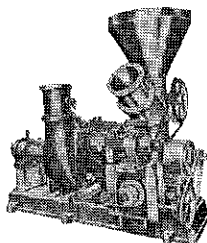
■【特許】超々微粉砕機

スーパーミクロンミル

(特徴)

- (1) 平均粒径3~5ミクロンの超々微粉砕。
- (2) 特殊ノズル式分離機により鋭敏な分級効果を示すと共に異物の除去排出をして粒度の均一、製品の純度向上に卓越した性能を示す。
- (3) 粉砕室の2段階合による粉砕効果の増大、その他。

(型式) M52NC, 7.5HP
M202NC, 20~30HP
M502NC, 50~75HP



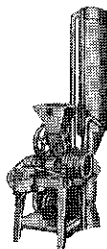
1957年 紫綬褒章受賞
1955年 発明賞受賞
日、米、英、仏、特許

■【特許】小型微粉砕機

ミクロンミルMon型(1HP)

- 1 300メッシュ以上の超微粉砕可能。
- 2 金網を使用せず粒度調節自由。
- 3 特殊ノズルを備え分級異物の除去可能。

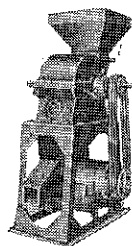
(型式) Mon (1HP)



■ 粗・中砕機ハンマーミル

- 1 粗・中砕を目的とした鉱石、肥料、食糧品、薬品など広い範囲に用いられる。
- 2 処理能力著しく大、粒度調節可能。
- 3 構造堅固で取扱容易である

(型式) H-8 (1HP) H-12 (3HP), H-15 (5HP)
H-18 (10HP) H-24 (20~30HP)



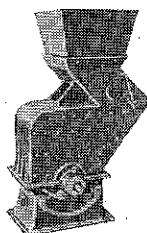
■ 破・粗砕機

ハンマーブレイカー

- (1) ハンマーミルでは投入困難な大塊の原料用で粉砕比が大
- (2)(3) 上記ハンマーミルと同様

(型式)

上記ハンマーミルと同様

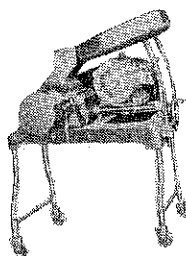


■ 中 砕 機

フェザーミル

- 1 医薬品、食品の造粒用に最適。
- 2 粉体接触部はステンレス製で異物が入らない。
- 3 取り扱いと調節が簡単。
- 4 処理能力が大きく、所要動力が少ない。

(型式) 3~5HP用



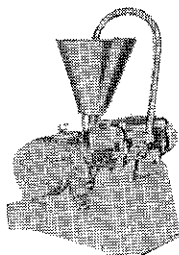
■【特許】湿式ミル

ミクロンニューコロイドミル

ミクロンミルの機構を取入れた湿式粉砕機で。

- 1 固体粒子と液体の混合懸濁及び微粉砕。
- 2 液体と液体の混合懸濁反応の促進。
- 3 ペイント、顔料、飲料、化粧品などの薬品工業用。
- 4 ステンレス製

(型式) NC-1 5HP

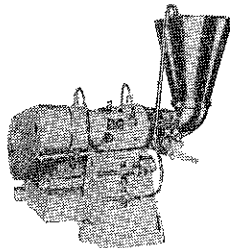


■ 乳 化 機 ディスパーミル

- 1 取扱分解掃除容易。
- 2 反復循環可能。
- 3 発熱気泡少ない、分散乳化機である。
- (4) ステンレス製。

(型式) D-1 (5HP)

D-2 (7½~10HP)



■ 堅型乳化機

堅型ディスパーミル

上機ディスパーミルを縦型にしたもので左の写真はVD-1(実験室用)で単相用4HPで研究用に好適

(型式) VD-1 (4HP) 100v



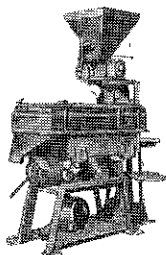
■【特 許】篩 機

パイプシフター (A型)

- 1 凝集性大なる粉状、粘着性のものも可能。
- 2 金網面の閉塞がない。
- 3 高性能で小型、所要馬力小
- 4 創意の垂直旋動運動1段式及2段式有り。

(型式) VSA-1 (½HP)

VSA-2 (1HP) VSA-3 (2HP)

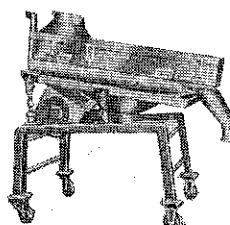


■【特 許】篩 機

パイプシフター (B型)

- 1 2 3 は上機と同様。
- 4 振動は本機内部に吸収されるので基礎不要
- (5) 伝導用モートルは不要で可搬型である。

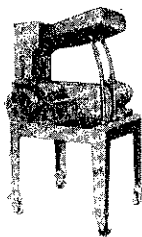
(型式) VSB-1 (½HP)



■【特許出願中】特殊型粉碎機

ニューカッターミル

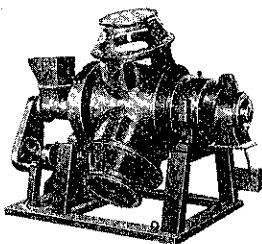
- 1 軟質、低融点物質の微粉砕に最適（1回掛8～80メッシュ）。
- 2 完全剪断粉碎のため発熱僅少。
- 3 固定及回転刃は超硬質特殊鋼使用。
- 4 原料供給容易、清掃容易。（型式）NK-1（5～10HP）



■【特許】混合機

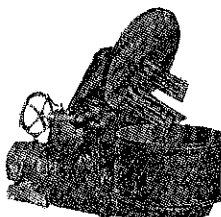
プロミックス“Y”

- 1 正確にそして高能力。
- 2 簡単に粉塵が出ない。
- 3 プログラム制御の方式をとっている。
- 4 連続混合が出来る。（型式）150型（150l）3HP
500型（500l）7½HP



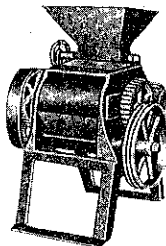
■混合機 ポニーミキサー

- 1 特に高比の粉体の混合用として
- 2 又、粉体に少量のペースト状のものの添加混合に極めて、卓越せる性能を示す。
- 3 混合翼、スクレーパーとタンクが逆転し変速可能にして、取出し容易。
- 4 ステンレス製。（型式）20, 30, 50, 60 ガロン用



■粗砕機 ロールミル

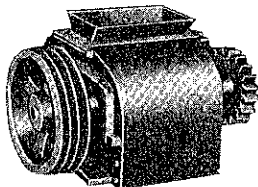
- 1 ¼～¾" 程度の粗砕40～80メッシュの中砕用。
- 2 特に水分、油分を含む他種粉碎機には困難なものに便利、粒度の調節自由。
- 3 粉塵が立たず、掃除に便利
- 4 低速回転で故障少く安全（型式）2～20HP



■粗砕機

鬼歯ロールミル

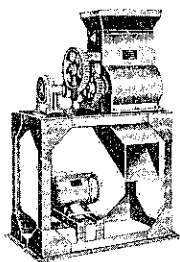
上機ロールミル表面に鬼歯状突起を有し比較的大塊を圧壊するに便利広範な用途有り。
（型式）2～20HP



■粗砕機

アイスクラッシャー

上機鬼歯ロールミルの鬼歯の代りに鋭利な錐状突起がついている、化学工場の氷の割砕、レジンその他大塊の中砕機として好適。
（型式）1HP 4HP

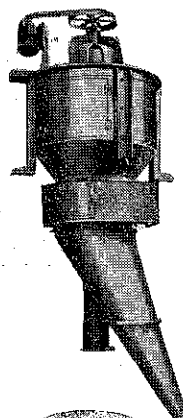


■【特許】分級機

日・米・英・仏・特許
独・加・瑞・特許出願中

ミクロンセパレーター

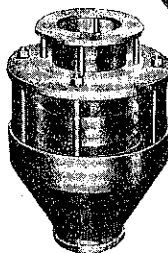
- 1 分級範囲が広い、0.3mmから2μ迄自由。
- 2 分級精度がシャープで回収率が高い。
- 3 構造簡単で運転と調節が容易。
- 4 各種粉碎機への附設が容易（型式）MS-0～MS-6 各種



■フロートロン

英・仏・特許
日・米・独・特許出願中

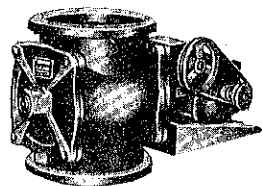
- 1 モートルを使用する事なく粉体の供給排出用として珍しい機構を有している。
- 2 簡単な機構で巾の広い調節可能。
- 3 摩擦部分がなく粒体を破壊する事なく排出出来て粘着もなく円滑な排出が出来る



■ロータリーエアー

ロックバルブ

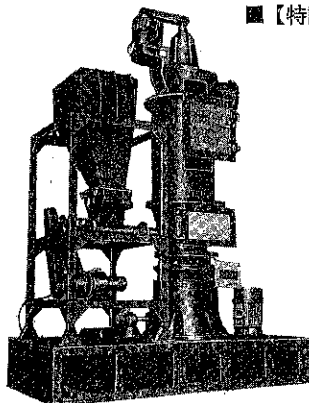
- 1 気密を要するホッパー、サイクロンなどの粉粒体の定量の取出し供給用として、用途が広い。
- 2 空気の漏洩がなく故障が少ない。
- 3 取扱い簡単。（型式）各種あり



■【特許】粉碎乾燥機

ミクロンドライヤー

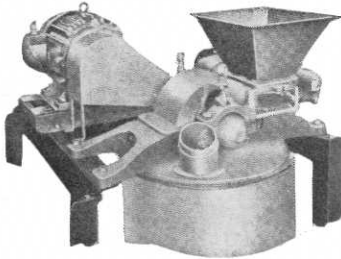
- 1 粉碎、分級、乾燥を一工程で処理。
- 2 卓越した乾燥効率を有し均一な乾燥が出来る。
- 3 極めて大きい能力を有しながら掘付面積が小さく簡潔になっている。（型式）MD-1～MD-5



粉体工学の

トップコンサルタント

米 国 P.M.D 技 術 提 携
マ イ ク ロ



■ HOSOKAWA-MIKRO PULVERIZER

- 1 据付面積小さく能力大。
 - 2 容易に分解組立出来る。
- (型式) #1SH #2DH #3TH
#4TH その他

■ HOSOKAWA-MIKRO PULVERIZER S TYPE

- 1 軟化低融点、靱性物質の微粉砕用、特殊型。
 - 2 標準水冷型
- (型式) 5 IP ~ 75 IP

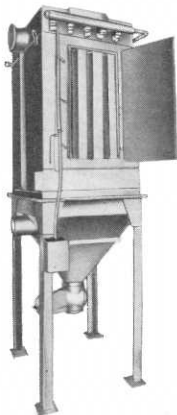


■ HOSOKAWA-MIKRO
BANTAM MILL

- 1 粉塵が立たず組立掃除容易
 - 2 自働フイダー
- (型式) 1 IP (3 相)

■ HOSOKAWA-MIKRO
SAMPL MILL

- 1 研究所、試験室用。
 - 2 運転容易、掃除簡単。
 - 3 ステンレス製
- (型式) 1 IP (3 相)



■ HOSOKAWA-MIKRO
PULSAIRE COLLECTOR

- 1 捕集効率99.99%。
 - 2 可動部分なし。
 - 3 含塵濃度が高くとも使用出来る。
 - 4 所要濾過面積は他種に比して最少。
- (型式) 12A-6 20A-6 30A-6
1A1, 1C1その他各型式



株式会社 細川鉄工所

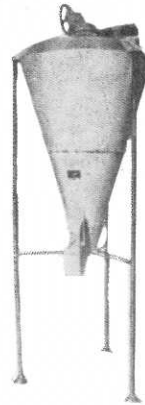
大阪府 中合小企業設備 指定メーカー
愛知県 理理化協機 指定メーカー
岡山県 合理化協機 指定メーカー
備後 機械類 指定メーカー
備前 機械類 指定メーカー
備後 機械類 指定メーカー

ホソカワ

技術提携製品

オランダナウタ社技術提携

■ ホソカワ/ナウタミキサー



自転するスクリーが円錐型容器の壁に沿って公転し、ミキサー全体にタテとヨコの流れを生じさせる、いわゆる交叉流混合効果により、極めて完全かつ迅速な混合を行なう。

- 1 交叉流効果により、極めて小さい動力消費で能力が大 (2000l で 5 IP)
 - 2 大容量回分混合が可能なため、少ない時間で大量の精密分散が出来、広い用途を持つ。
 - 3 水冷、加熱、液体添加容易
 - 4 機構簡單、取扱、掃除容易
 - 5 安全運転。
- (型式) 30l ~ 10000l

■ ホソカワ/ナウタ
コンビミキサー



- 1 高混合比および混合時間の短縮に最適。
 - 2 連続投入方式も可能
- (型式) 400l ~ 6000l

細川粉体工学研究所試験室の開放!

当社には別に上記研究所を設け学界、実業界の権威者を網羅し、粉体工学部門の開拓、研究に我国最高の智脳を結集して、各位のご相談を承っておりますがまた、多数の実験機を設備してご遠慮なくご利用を願っております。

絶えずご需要家のご便益に奉仕し緊密な接触を保てるのが当社の念願であります。

“あらゆる粉砕のご相談は細川へ!”

本 社 工 場 大阪市港区三ツ樋町13番地
電 話 (572) 5 3 7 1 (代表)
(工場) 5678 (代表) ~ 5679
東 京 支 店 東京都中野区松ヶ丘町2丁目
電 話 (386) 1156 (代表) ~ 1157
細川粉体工学 大阪市港区三ツ樋町13番地
研 究 所 電 話 (572) 5 3 7 1 (代表)

技術提携製品

ホソカワ/マイクロ

マイクロ アトマイザー
マイクロ パルペライザー
マイクロ パルスエアー

米国 P.M.D 社

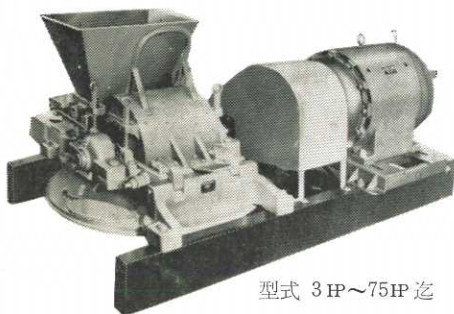
微粉砕機

スーパー ミクロンミル
ミクロン セパレーター
粉体処理専門メーカー
細川鉄工所

ジェット集塵機

パルペライザー

ホソカワ/マイクロ パルペライザーは取扱いが簡単で、運転費が安く、機械的には堅牢であらゆる種類の原料の混合、造粒、微粉砕に用いられます。更にこのホソカワ/マイクロパルペライザーは、粉砕と混合、分散が一度に出来ると共に、熱に敏感な物質、粘着性のもの、引火性物質等の粉砕を乾式、湿式いずれの方法でも能率よく出来る特徴をもっています。低融点、靱性、繊維状物質には、特殊型パルペライザーS型があります。



型式 3HP~75HP迄

(詳細お問合せは

本店機械第2部化工機械第2課まで)

販売総代理店



住友商事株式会社

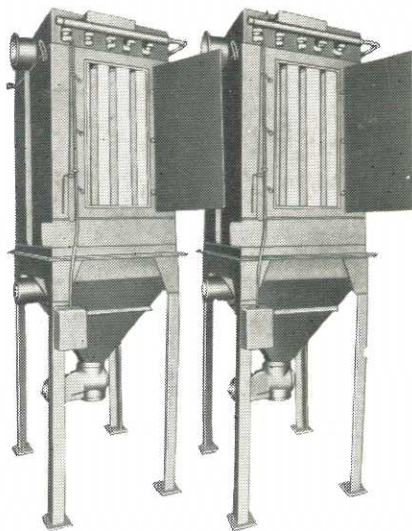
本店 大阪市東区北浜5丁目15
TEL (203) 1221 (大代表)
支社 東京都千代田区丸の内1丁目8
(211) 0111 (大代表)
支店 名古屋・札幌・福岡・神戸・仙台・横浜・
富山・京都・広島・宇都・高松・八幡・
長崎・新居浜
出張所 室蘭・釜石・新潟・千葉・和歌山・広島・
岡山・徳山

パルスエアー

すばらしいジェットアクションによる完璧な自動清掃機構を備えた集塵機です。

ジェット噴流→濾過面積小、処理風量大
ベンチュリー効果→所要圧縮空気量他種の1/10
上下動リングなし→濾布寿命半永久的
圧損一定→安全操業

集塵効率 99.99%
型式 1m³/min から無限大迄



(詳細御問合せは神鋼商事機械部迄)

販売総代理店



神鋼商事株式会社

本社 大阪市東区北浜3丁目5
TEL (202) 2231 (大代表)
東京支社 東京都中央区京橋2丁目2
(281) 6361 (代表)
名古屋支店 名古屋市中村区広井町3丁目98
(56) 12/1 (大代表)
広島支店 広島市基町7
(28) 2336 (代表)
出張所 福岡・小倉・長崎・富山・新潟・仙台・札幌

製造元

株式会社 細川鉄工所

大阪・東京