

FRYMA 社からの新しい製品紹介

Introduction of New Program from FRYMA



(化)技術部 技術第2課
谷 口 十 一
Toichi Taniguchi

This is intended to give you a short survey of the FRYMA machines which we can offer you for the production of pharmaceuticals, cosmetics, foods and other pasty or high viscous products.

Those machines are Toothed Colloid Mill MZ and Corundum Stone Mill MK for fine grinding and dispersing, Processing plant VME for emulsifying, continuous vacuum deaerator VE for pasty media and so on.

ま え が き

当社はこのたびヨーロッパ有数の医薬品、化粧品、食品機械の専門メーカ FRYMA 社（スイス、ラインフェルデン市）の日本における総代理店契約をかわし、同社の特長ある製品の販売を行うことになった。同社とは既に湿式連続微粉砕・分散機コロイド・ミルを通じて密接な技術交流を行ってきたが、これを機会に、同社の優れた技術を日本のマーケットに積極的に紹介して行きたいと考えている。

ここでは、同社の製品の中から、湿式連続破砕、微粒化機であるコロイド・ミル、コランダム・ミルおよびディスク・ミル、超微粒乳化分散装置である VME、連続真空脱気装置である VE について機構、特長、用途などを紹介する。

1. コロイド・ミル

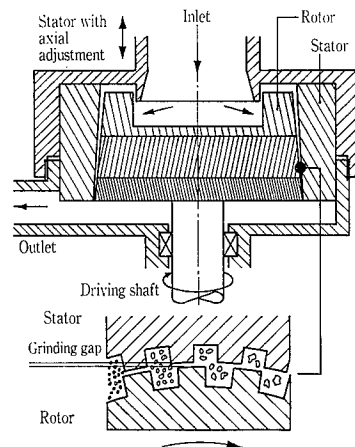
1.1 機構

コロイド・ミルは、第1図に示すように、やや円錐状をした一組の歯形面を原料が通過する際、繰り返しせん断力や磨砕力を受けることによって、破砕、分散、乳化などの作用を受けるものである。一組の歯形面は、モータの出力軸に直結したロータと、固定されたステータとにより構成されており、破砕面、すなわちロータとステータとの間のギャップは、ステータを上下に動かすことにより 0.05 mm の精度で調整できる。このギャップの大きさは、本体容器についている目盛板で読みとることができる。

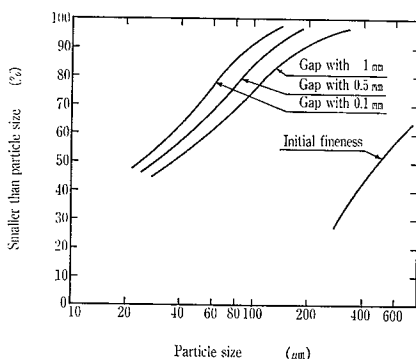
コロイド・ミルの破砕の強さは、破砕面で生じるせん断

力の大きさや、その繰り返し数による。せん断力の大きさは、流体の粘度およびせん断速度、したがって粉碎歯の直径、回転速度、ギャップ幅に関係する。第2図にギャップ幅による粉碎効果の相違を示す。これは、約 500 μm に凝集した殺虫剤を、コロイド・ミルのギャップ幅を変化させて粉砕（解砕）した例で、ギャップ幅を狭める方が粉碎効果が大きくなっている。

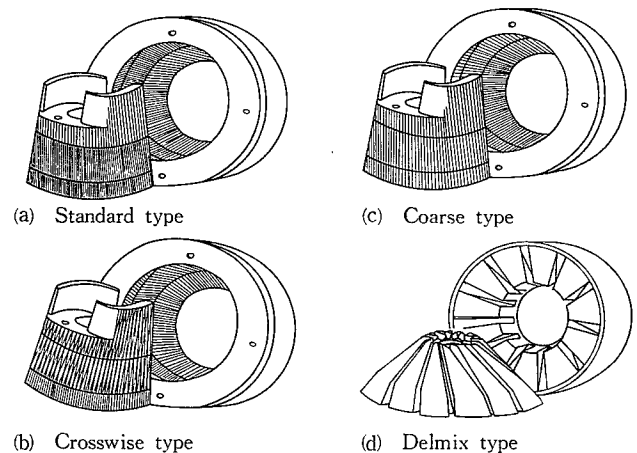
コロイド・ミルの粉碎効果は、粉碎歯の形状によっても異なる。第3図に四種類の粉碎歯を示す。(a)は標準的なもので、ロータ、ステータとも三段階になっており、径が大きくなるほど、すなわち粉碎ギャップ間の原料が粉砕され



第1図 コロイド・ミルの機構
Fig. 1 Toothed Colloid Mill



第2図 ギャップ幅による粉碎効果への影響
Fig. 2 Dependence of the particle size distribution on the gap width (Example: pesticide suspension)



第3図 粉碎歯の種類
Fig. 3 Various type of grinding sets

1 表 コロイド・ミルの適用例

Table 1 Output figures for typical applications of Colloid Mill

Material	Type	MZ-50	MZ-80	MZ-100	MZ-110	MZ-130	MZ-150	MZ-170	MZ-190	MZ-250
		q kW	q kW	q kW	q kW	q kW	q kW	q kW	q kW	q kW
l, 100 cp		300 0.75	1 000 2.2	2 000 4	3 000 5.5	7 000 11	15 000 22	20 000 37	26 000 45	40 000 75
and cream, 3 000 cp		250 0.75	700 2.2	1 400 4	2 100 5.5	4 900 11	10 500 22	14 000 37	18 000 45	28 000 75
eat paste, creamy		150 1.1	500 4	800 5.5	950 7.5	1 800 15	3 200 30	4 300 45	5 700 60	8 600 90
ayonnaise (82 % Oil)		130 0.75	400 2.2	800 4	1 200 5.5	2 800 11	6 000 22	8 000 37	10 400 45	16 000 75
othpaste, Emulsion paint 000 cp		120 1.1	350 4	700 5.5	1 050 7.5	2 500 15	5 300 30	7 000 45	9 000 60	14 000 75
tty 100 000 cp		— —	100 5.5	200 7.5	300 14	700 22	1 500 37	2 000 60	2 600 75	4 000 90

q=Output of the mill(kg/h)

kW=Required motor power

また、歯形間隔が狭くなっていく。(b)は(a)よりもさらに細かい製品粒度が必要な場合に使用する、歯面の凹凸が交差しているタイプである。第4図に標準型の粉碎歯と交差の粉碎歯とを比較した例(殺虫剤の解砕例)を示すが、差型では標準型のほぼ1/2の粒径になっている。

(c)の粉碎歯は、粗い粒子を一次的にある程度の大きさに砕いたり、粉碎あるいは分散しやすいものを量的に多く出す場合に使用し、さらに(d)は、マヨネーズやソースなど特殊なエマルジョンに対して使用する。

コロイド・ミルは、連続処理に使用されるが、オープンで使用とクローズでの使用に分かれる。オープンの場合

第5図(a)のように、ホッパーに原料を投入し、処理されたものをそのまま容器に受ける形となり、クローズの場合は、(b)のように配管ライン中に組込まれる形となる。クローズの場合、吐出圧が必要となるので、軸封部にダブ・メカニカルシールを使用し、最高10 kg/cm²までの圧が可能な構造としている。

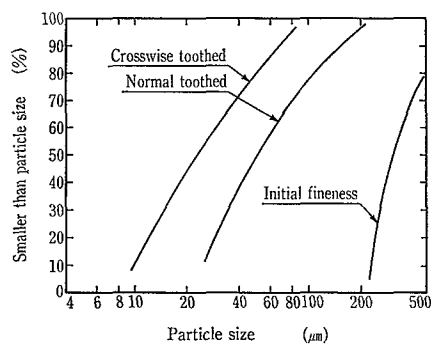
また1パスで所要の製品粒度が得られない場合には、パス回数を重ねる循環使用方法をとる。第5図(c)は、オープンタイプに循環パイプを取り付けた例である。第6図5% soya oilと水とを乳化した場合の、パス回数による液滴の大きさの変化を示している。このテスト結果から、パス回数を重ねると、当初は液滴径が小さくなるものの、そのうちある一定の大きさに収束してしまうこと

が推測される。このテストでは20パス後のものは、処理量に関係なく、ほぼ一定の大きさに収束している。

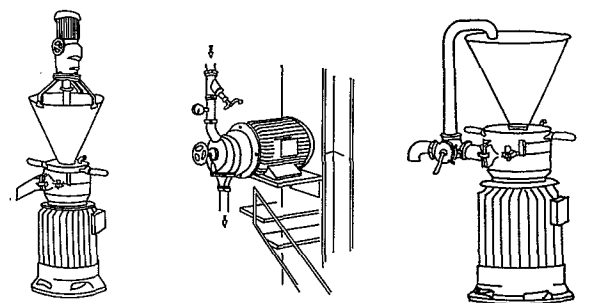
1.2 特長

FRYMA コロイド・ミルは、医薬品、食品、化粧品などのペースト状のものに対し、微粒化、破砕、乳化、分散、均質混合などの用途に使用される。その特長としては

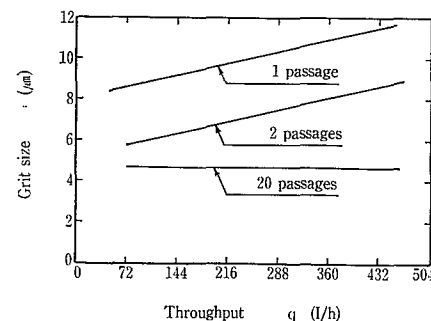
- (1) オープンで使用する大気圧仕様のほか、クローズで使用できる耐圧仕様(最大10 kg/cm²)が製作できる。
- (2) 製品の要求粒度により、ロータ、ステータの粉碎歯の形状を選定できる。



第4図 歯面形状による粉碎効果への影響
Fig. 4 Dependence of the particle size distribution on the toothing of the grinding gap (Example: pesticide suspension)



a) Open type (b) In-line type (c) Circulating type
5 図 コロイド・ミルの使用例
Fig. 5 Suggested installations



第6図 パス回数の差による乳化への影響
Fig. 6 Dependence of the droplet size on the throughput and on the number of homogenizing steps (Example: O/W-emulsion with 5% soya oil)

- (3) 製品粒度の調整のため、運転中でも粉碎ギャップ幅を変更できる。
- (4) 用途に応じ、本体、ステータ、ロータの冷却または加熱仕様を選択できる。
- (5) 粉碎歯を取り替えることによって、別項で述べるコロイド・ミルやディスク・ミルに転用が可能であり、一台で三役の機能を持たせることができる。

などがあげられる。

1. 3 適用例

第1表にコロイド・ミルの代表的な処理例を示す。

2. コランダム・ミル

2. 1 機構

コランダム・ミルは、第7図に示すように、一組の砥石の間隙を原料が通過する際の強いせん断力や衝撃力により、乳化、分散、粉碎などの微粒化作用を受けるもので、いわゆる摩砕による微粒化機である。一組の砥石は、モータの出力軸に直結した回転砥石と、ケーシング側に取り付けられた固定砥石とから構成され、砥石間のすき間は、固定砥石を上下することにより簡単に変化でき、このすき間の大きさは目盛板により読みとることができる。

コランダム・ミルの砥石は形状、材質ともに FRYMA 社独自のもので、低温で最大の粉碎効果が得られるように設計されている。また材質的にも酸やアルカリ、溶剤に対する耐性があり、硬度的にはモース硬度9と非常に硬く運転寿命も長くとれる。

コランダム・ミルの製品粒度は、砥石間のすき間の大きさや、砥石粒度、処理量などによって決まる。

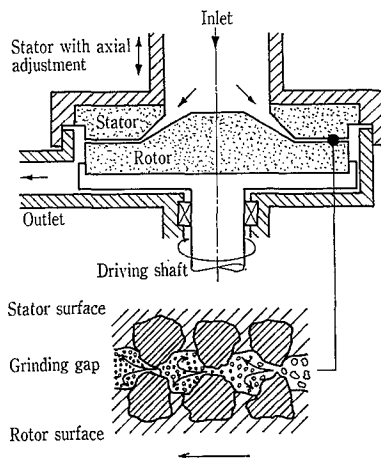
処理物によって、製品粒度がさほど要求されず、処理量を要求される場合には、砥石のかわりに硬質クロム鋼製のディスクを使用する。このディスクは、コロイド・ミルの交差型粉碎歯（第3図b）と同様の形状をしたものである。

コランダム・ミルも、コロイド・ミル同様、連続処理に使用され、オープンあるいはクローズで使用される。

2. 2 特長

FRYMA コランダム・ミルは、食品をはじめ、医薬、ケミカルなどあらゆる産業分野でのペースト状製品に対して使用されているが、その特長としては、

- (1) 大気圧仕様のほか、最大 10 kg/cm² まで使用可能



第7図 コランダム・ミルの機構
Fig. 7 Corundum Stone Mill

な耐圧仕様が製作できる。

- (2) 製品の要求粒度により砥石の粒度が種々選択できる。
- (3) 製品の粒度調整のため、運転中でも砥石間隙を変化できる。
- (4) 用途に応じ、本体、砥石を加熱または冷却することもできる。
- (5) 一組の砥石を取り替えることにより、別項で述べたコロイド・ミルやディスク・ミルに転用できる。

などがあげられる。

2. 3 適用例

コランダム・ミルは固体粒子を 5~200 μm に粉碎したり医薬用軟膏やクリーム、口紅の顔料粒子の分散などに使用されるが、型式別による処理量の目安を 50 μm 以下に粉碎する場合（ケースA）と、サスペンション粒子の分散に使用する場合（ケースB）について次に示す。

型 式	モータ (kW)	ケースA (kg/h)	ケースB (kg/h)
MK-95	2	20	80
MK-160	7.5	60	240
MK-180	11	120	480
MK-200	11	160	560
MK-250	18.5	240	1000
MK-270	22	280	1100
MK-360	60	440	2000

2. 4 FRYMA 各種ミルの比較

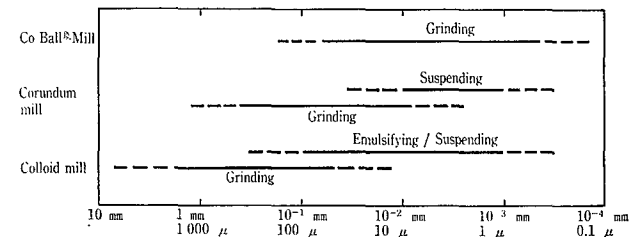
FRYMA 社では連続微粒粉機として、ここに紹介したコロイド・ミル、コランダム・ミル以外に、当社にて技術提携により製作しているコボール・ミル^{1),2),3),4)}がある。

これらの相互関係を第8図に示す。数ミリの原料を、目安として（粉碎粒度は物性により大きく異なるので、概念的な目安として）40 μm 以下が 95 %、10 μm 以下が 50 % 程度要求される場合にはコロイド・ミルを、さらに 15 μm 以下が 95 %、5 μm 以下が 50 % 程度要求される場合にはコランダム・ミルを、そして 95 % が数 μm 以下というような場合にはコボール・ミルをご使用願っている。

3. ディスク・ミル

3. 1 機構

ディスク・ミルの構造を第9図に示す。このミルは固定の多孔板および多孔リングと、一体で回転するプレカッター、ナイフおよびエジェクターにより構成されている。ある程度の大きさの果実や野菜、魚肉のすり身などをホッパ



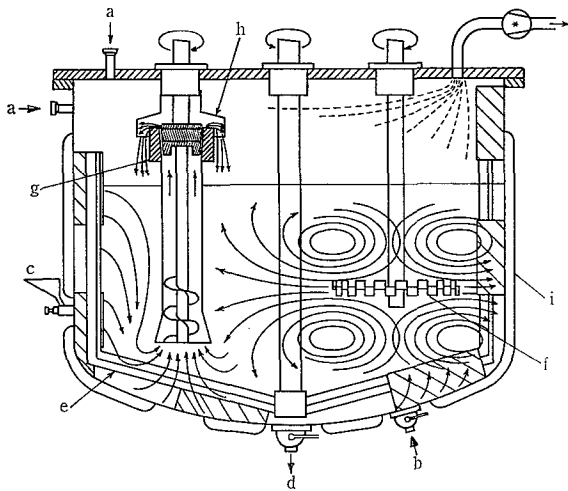
第8図 FRYMA ミルの用途比較
Fig. 8 The relationship between particle size and machine type

表 2 ディスク・ミルの適用例

able 2 Output figures for typical applications of Disc Mill

Type	ML-150	ML-180	ML-250	ML-330
Motor (kW)	2.2	11	22	30
Meat, bacon (3 mm)*	150	700	1 500	3 000
(13 mm)	300	2 000	4 000	8 000
Apples, oranges (6 mm)	400	2 000	5 000	10 000
Spinach (Blanched) (2 mm)	800	4 000	8 000	15 000
Fresh tomatoes (13 mm)	2 500	12 000	20 000	40 000

* The figure in bracket indicates the hole diameter of the perforated disc



a: Inlet b: Inlet c: Inlet d: Outlet
e: Scraper-stirrer f: Dissolver g: Toothed colloid mill
h: Thin-film distributor i: Jacket

Fig. 10 Processing plant VME

-に投入すると、プレカッターで粗砕され、所要の大きさの孔があいた多孔板にナイフで押しつけられ、多孔板を通してることによって微粒化される。

製品粒度や処理量は、多孔板の孔径によって決まる。孔径は通常 1.5 mm から 22 mm の間で目的にあったものを選ぶ。

2 特長

ディスク・ミルもコロイド・ミルやコランダム・ミルと同様に、

- (1) 耐圧仕様が可能である。
- (2) 本体を加熱または冷却することもできる。
- (3) 他種のミルへの転用は破砕部品を替えることにより可能である。

などの特長がある。

3 適用例

第2表にディスク・ミルの代表的な処理例を示す。

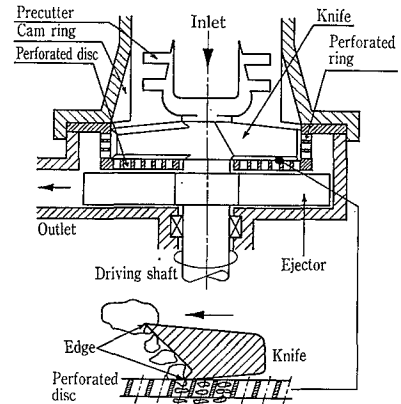
1. 超微粒乳化分散装置 VME

VMCは多目的真空乳化装置であり、スクレーパ、ディゾルバーおよびコロイド・ミルの相乗効果により、乳化、懸濁、均質混合に限らず、すべての液体/液体系および固体/液体系の処理プロセスに幅広く適用されている。

1.1 機構

VMCの構造を第10図に示す。

1) 原料供給



第9図 ディスク・ミルの機構
Fig. 9 Perforated Disc Mill

液体および粉体原料は、真空吸引によって供給ノズル a および b から投入される。主として添加剤の供給に使用するノズル b は、容器底部の、高速攪拌を行っているディゾルバー f の影響範囲に設けてある。

真空吸引することによって、粉体（もしくは液体）を、その貯蔵容器から早く VMC に供給でき、また、粉だちなどの作業環境の汚染を防ぐことができる。さらに高速攪拌ゾーンに粉体が供給されることにより、液中で粉体が凝集することを避け、粉体表面を素早く濡らし、分散しやすくする。

また供給ノズル c は少量の添加剤を加える場合に使用する。供給ノズル a より液体を仕込む場合には、大気圧下でも行う。

一般の自動供給装置と組合せることにより、VMC への原料投入を自動化することもできる。

2) 攪拌機構

ディゾルバーおよびコロイド・ミルによる処理液の高速攪拌と、スクレーパ翼によるゆるやかな攪拌により、粉碎、分散、エマルジョン化において粒度が微細化し、完全な固体粒子の分散による、安定で、均質な製品が得られるとともに、処理時間が大幅に短縮される。これら3種類の攪拌機構は、それぞれ独立した別個の駆動系により運転されるので、製品の必要度に応じ、各々の運転時間を選ぶことができる。

(1) スクレーパ(e)

スクレーパは、内容物にゆるやかな攪拌効果を与える。ナイロンまたはテフロン製の翼が容器内面をかきとり、内容物が壁面で過熱されたり、過冷却されることを防ぐとともに、壁面からの熱交換を良くし、内容物全体の温度を均一化する。

(2) ディゾルバー(f)

ディゾルバーは、高速回転により周辺の液にせん断力を与え、供給された固体粒子表面の濡れ作用を促進することにより、粒子の分散を早める働きをする。ディゾルバーの高さ位置は調整することができるので、内容物の供給量により、常に最適の位置で運転することが可能である。

ディゾルバーの回転方向は、スクレーパと反対方向

第 3 表 VME 付属のコロイド・ミルの概略処理量例

(単位 ℓ/min)
Table 3 The throughput of the built-in colloid mill (Examples)

Type	Liquid up to approx. 1 000 cp	Semi-liquid to viscous 1 000-50 000 cp	Pasty, Highly viscous >50 000 cp
VME-20	17	8	5
VME-120	60	30	25
VME-400	120	60	40
VME-1 300	500	250	160
VME-2 400	800	400	260

第 4 表 VME の代表的処理時間例 (単位: min)

Table 4 Standard processing time of VME (min)

Material	VME-6 to VME-50	VME-120 to VME-700	VME-1 300 to VME-2 400
Toothpaste	40-70	60-90	80-100
Make-up (Heated to 70 °C with steam)	20-40	30-50	40-60
Hair shampoo	10-20	10-30	20-40
Salad and spiced sauces (Heated to 83 °C with steam)	30-60	30-80	40-100
Silicone rubber sealing compounds	40-60	50-70	60-90

(Figures incl. feeding, heating, cooling, discharging)

になっており、内容物全体を程よく循環することができる。ノズル b から粉体はディゾルバーの分散ゾーンに供給されるため、凝集を起こす前に分散される。このため処理時間を短縮し、ほとんどのエマルジョンを冷間乳化により製造することができる。

(3) コロイド・ミル (G)

VME の特長は、コロイド・ミルを標準装備していることである。コロイド・ミルは、固体粒子を粉砕し、凝集粒子を解砕し、液滴を微粒化する。したがって、製品粒度を要求される場合や、歯みがきペーストのように固体濃度の高いものの処理には最高である。

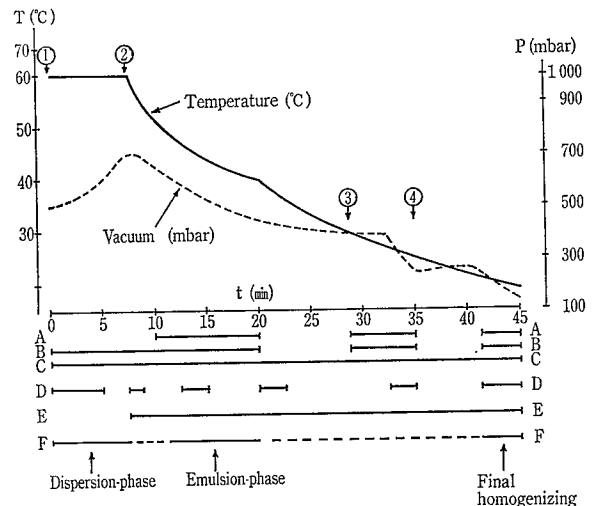
内容物は、コロイド・ミルに直結したドラフト・チューブ内を、スクリューによって供給され、ミルで処理される。処理粒度は、ミルの歯面形状およびロータ、ステータ間のギャップ幅によって変わり、このギャップ幅は、運転中でも容器外部から調整できる。またドラフト・チューブをつけることにより、内容物の上下循環流が図られる。

VME に装備しているコロイド・ミルは、内容物が時間当たり 10~15 回程度ミルを通過できる大きさのものを選定している。第 3 表に代表的なミルの処理量を示す。

上に述べた三つの攪拌機構の駆動部は、容器上蓋に設置されており、接液部には軸封部がない。したがってメンテナンスが極めて容易であり、内容物を汚染することもない。上蓋での軸封は、容器内を真空に保つ必要性から、メカニカル・シールを採用している。

3) 真空脱気機構

コロイド・ミルで処理された内容物は、ミルの吐出作用によりディストリビュータ h の表面を薄膜状で流下する。



第 11 図 VME の運転操作例
Fig. 11 Processing cycle for emulsion manufacture on the processing plant VME (Batch size 500~750 liters)

容器内は真空に保たれているので、薄膜状の内容物に含まれている気泡が脱気される。内容物全体が時間とともにコロイド・ミルを通過し、この脱気機構を通るので、次第に全体が脱気され、製品として気泡のないものが得られる。

脱気することにより、製品の安定性が増し、酸化反応を防止することができ、また製品を充てん機にて充てんする場合の精度を向上させることができる。

4) 製品排出

製品の排出は、容器最底部の排出バルブ d から行う。VME-6 型から VME-700 型では、容器を傾けて排出することもでき、さらに高粘度物質の排出、あるいは排出時間の短縮のためには、容器内部を加圧したり、排出バルブにポンプを接続することもできる。

4.2 特長

VME は次のような特長がある。

1) 処理時間が短い。

真空吸引により原料の供給時間を早くし、コロイド・ミルを標準装備することにより、強力な分散、乳化作用を内容物に与え、さらに薄膜形成による真空脱気機構を備えることにより、従来の類似装置に比べ、大幅に処理時間を短縮している。第 4 表に標準的な処理時間を例示する。

2) 接液部にシール部分がない。

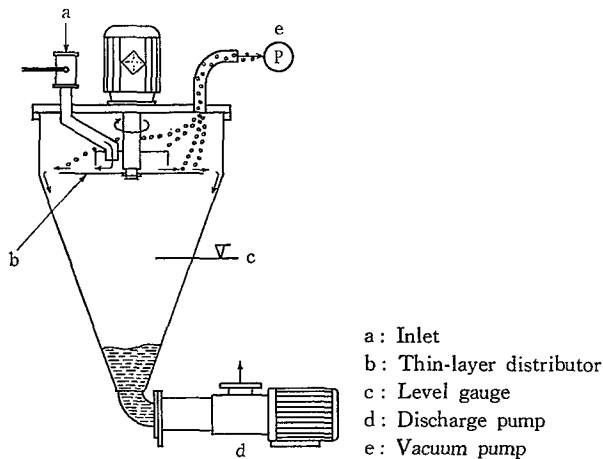
製品が接する部分には軸封部がないため、品替え時の洗浄などのメンテナンスが極めて容易に行える。

3) GMP 対応

使用される分野が医薬、化粧品、食品業界が多いため、GMP 仕様にて製作することができる。

4.3 運転操作例

容量 500 ~ 750 ℓ の VME を用いて、ある種の W/O エマルジョンを製造する場合の運転操作の例を第 11 図にて説



第12図 VEの機構
Fig. 12 The vacuum deaeration unit VE

明する。

まず 65~80 °C に予熱した容器内に真空吸引にてオイルを入れる。スクレーパおよびディゾルバーを起動させ、水溶液を真空吸引する。この時、水溶液の温度はオイルと同じか、5 °C程度高い目に予熱しておく。W/Oエマルジョンを作る場合には、水溶液を連続的に、ゆっくりと入れることが肝要である。スクレーパおよびディゾルバーの運転により初乳化が行われ、水溶液を供給し終ると、冷却を始める。

乳化のはじまるある温度に達した時に、コロイド・ミルを起動させる。この温度は通常 55~65 °C であり、冷却をそのまま続け 45~50 °C になるとコロイド・ミルの運転を止める。この時、ディゾルバーの運転も同時に停止し、スクレーパによるゆるやかな攪拌のみ続行する。製品温度が 40 °C に達すると添加剤を加え、再びディゾルバーとコロイド・ミルを起動し、懸濁、分散を行う。35 °C になると、ある香料を加え、この香料を加える時には、ディゾルバーとコロイド・ミルは再停止し、スクレーパのみを回転させ、製品温度で 25~28 °C になるまでこの状態を続ける。容器内の真空度は 50 °C から 25~28 °C までは、ほぼ 300 mbar 程度に保つ。

そして真空度を 150 mbar 程度にまで高めると同時にコロイド・ミルおよびディゾルバーを約3分程度運転する。この操作によりエマルジョンが完全に均質化され、脱気される。そして攪拌機構を停止し、真空ブレイクしたのち製品を排出する。

このようにして、VMEにより安定なW/O エマルジョンが製造される。

5. 連続真空脱気装置VE

高粘度液やペースト状製品中に気泡が存在すると、製品を酸化させたりして、その化学安定性を損ない、また、製品比重が一定せず、チューブなどに充てんする場合の精度

第5表 VEの概略処理量例
Table 5 The throughput of VE (Examples)

Type	Motor kW	Output (kg/h)	
		Shampoo 10 000 cp	Toothpaste 50 000 cp
LVE/A	1	120	75
LVE/B	1	120	75
LVE/C	2	240	150
VE-0	2.5	400	250
VE-I	3	1 200	750
VE-II	5	3 200	2 000
VE-III	7	6 400	4 000
VE-IV	13	12 000	7 500
VE-V	17	16 000	10 000

も悪くなる。これは製品製造中の攪拌工程で気泡を巻き込んだり、液中に分散される固体粒子に微細な気泡が随伴するため起こる。このような現象を防止するためには、VMEのように真空中で攪拌操作を行うか、製品中の気泡を何らかの装置で脱気することが必要である。VE (ラボ・サイズはLVE) は、このような脱気装置である。

5.1 機構

VEの構造を第12図に示す。真空ポンプeにより真空吸引された容器内に原料が供給口aより連続的に供給される。この原料は、ディストリビュータと呼ばれる特殊設計の回転円板b上で、遠心力の作用により薄膜にされる。この時、原料中の気泡が真空下のため破裂し、脱泡され、コーン形の容器内に脱気された製品がたまる。容器にはレベル計cが附属しており、一定レベルに製品が達するとポンプdが作動し、排出される。

5.2 適用例

VEは、特殊な構造をしたディストリビュータの作用により、かなり高粘度液まで連続脱泡することができる。第5表に、シャンプーおよび歯みがきにVEを適用した場合の処理量の目安を示す。

むすび

当社が新しく総代理店となったスイス FRYMA 社の固体/液体系の処理装置のいくつかについて、簡単にその概要を説明した。

このうち超微粒乳分散装置 VME-12、コロイド・ミルMZ-80、コランダム・ミルMK-95については、当社の技術開発センターに実験機として常設しており、お客様各位のテストに御使用頂ければ幸いである。

今後、これらのテスト機によりテストを積み、稿を改めてご紹介させて頂きたいと考えている。

[参考文献]

- 1) 谷口：神鋼ファウドラ-技報, Vol. 28, No. 2, (1984) p. 5
- 2) 谷口, 平尾, 田中：粉体工学会誌, Vol. 22, (1985) p. 376
- 3) 谷口：神鋼ファウドラ-技報, Vol. 30 No. 1, (1986) p. 26
- 4) 谷口：化学装置, Vol. 29 No. 5 (1987) p. 125