



(化)技術部 設計第2課
本郷 孝 男
Takao Hongo

Recently multi-purpose plants and equipment are required in the fine chemical industries. This paper briefly describes our newly developed apparatus capable of filtration, cake washing, drying and discharge of the filter cake, without getting into contact with atmosphere.

まえがき

当社ではファインケミカル分野向けに、晶析・濾過・乾燥が一台でできる多機能濾過乾燥機「Hi-ROF DRYER」を開発し、昨年より販売を開始した。一方、当社で以前より製作してきた濾過機を改良し、さらに「Hi-ROF DRYER」で開発した技術を付加した縦型濾過乾燥機がユーザ各位の支持を得て、納入実績も増加しつつある(写真1)。ここではこの縦型濾過乾燥機の概要を紹介する。

1. 概要

従来、最終製品が粉体の場合、反応・晶析などによって生成した固液混合スラリーを濾過・乾燥するプロセスにおいてはそれぞれ別々のプロセス機器が用いられてきた。このプロセスの中でも、濾過後の湿潤ケーキを次工程に輸送する部分は機械的に搬送する適当な手段が見当たらず、人手に頼ることが多い。

一方、自動化への試みとして、第1図に示すような、遠心分離機と空気輸送とを組合わせた濾過乾燥の自動化システムが行われる場合がある。しかし、一般に空気輸送に適する粉体は限られ、この濾過・乾燥システムの場合はさら

に粉体が湿潤しているため、輸送管壁への付着や凝固による閉塞などの問題があり、実施には多くの危惧がある。また、遠心分離機における濾過ケーキの洗浄は、洗浄液をケーキ上に吹き付け透過させるいわゆる置換洗浄のみであり、透過液が不均一に流れた場合には洗浄むらが発生し製品に影響を及ぼすことも考えられる。

濾過乾燥機では、一台の機器で濾過工程、乾燥工程はもちろんのこと、濾過ケーキの洗浄工程においても置換洗浄、攪拌洗浄を行うことが可能であり、高品質の製品を人手をかけずに生産することができる。

2. 構造

濾過乾燥機の構造図を第2図に示す。基本的構造は圧力容器と底部の濾過板より構成されたヌッチェ型濾過機であり、その上に洗浄・展延・攪拌・排出を行う多機能攪拌翼とこれを回転・昇降するための伝動装置部、加圧ガスを大気と遮断する軸封部、および粉体排出弁などから構成される。

2.1 攪拌翼

写真2は濾過乾燥機用攪拌翼をマンホールから見たもの

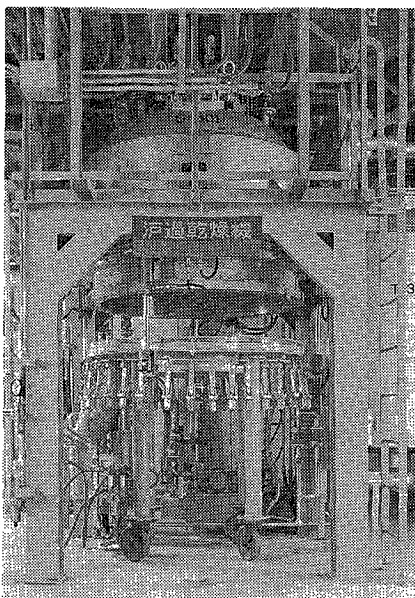
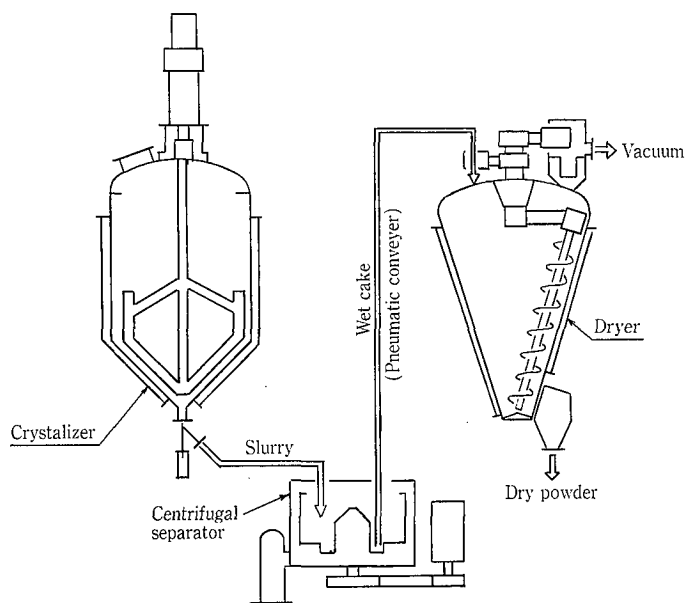
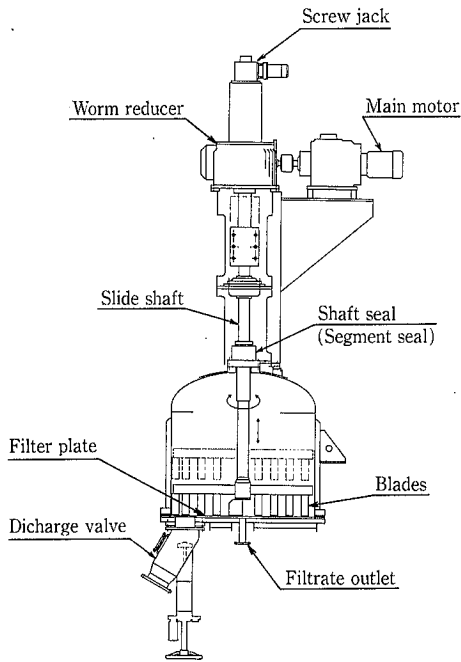


写真1 1.5 M² 濾過乾燥機
Photo 1 Filter dryer



第1図 自動濾過乾燥システム
Fig. 1 Automatic filtration and drying system



第2図 濾過乾燥機の構造
Fig. 2 Structure of Filter dryer

である。濾過面の円周方向に角度を持った傾斜翼からなり、さらにケーキと接触する翼の先端は回転方向によって、展延・かきとりの使い分けができる形状になっている。

2. 2 伝動装置

濾過乾燥機では操作上、攪拌翼の回転に付加して昇降を同時に行う必要があり、高度な設計技術を要する。本機ではホローシャフト型のウォーム減速機に攪拌軸を通し、スプラインによって回転トルクを伝える構造をとっている。一方、軸昇降は電動スクリージャッキにより精度良く遠隔操作が可能である。

回転速度は高速・低速の2速を標準とし、スラリー懸濁と展延・かきとり・排出に使い分ける。

2. 3 軸封

次の2種類の軸封を機器仕様により選択している。

- (1) セグメントシール
- (2) メカニカルシール+ベローズ

セグメントシールとは缶内圧より高い圧力のパージガスをセグメントリングと軸との間隙より缶内側へわずかに導入させることにより、缶内の腐食性ガスの外部への洩れを防ぐものである。グランドシールに比べて、異物の発生が少なく耐久性でも格段に優れている。

一方、回転方向のシールにメカニカルシール、往復動のシールにベローズを組合せた軸封は缶内への異物の混入がほとんどなく、医薬品の製造など極度にコンタミを嫌う仕様に向く。この形式の構造を第3図に示す。

2. 4 粉体排出弁

Y型弁の構造をした粉体排出弁は遠隔操作によって開閉でき、乾燥粉体はもちろん、濾過後の湿潤した粉体も遅滞なく排出可能である。

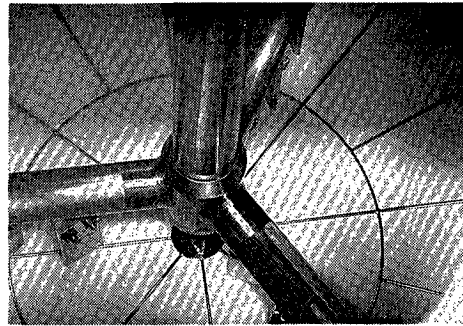
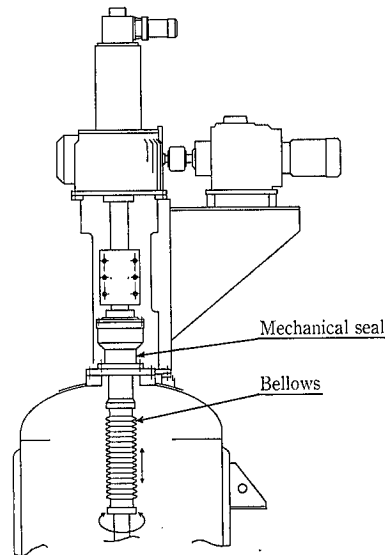


写真2 1.5 M² 濾過乾燥機用攪拌翼
Photo 2 Blades of filter dryer



第3図
メカニカルシールと
ベローズによる軸封
Fig. 3
Shaft seal with Mech.
seal and Bellows

3. 工程

晶析槽で生成した結晶スラリーはポンプによって濾過乾燥機に送られ各工程を経た後、乾燥製品として排出口より取り出される。

3. 1 濾過

加圧、または濾板下よりの減圧によって濾過を行う。濾過後のケーキ高さは一般には30 cm程度である。

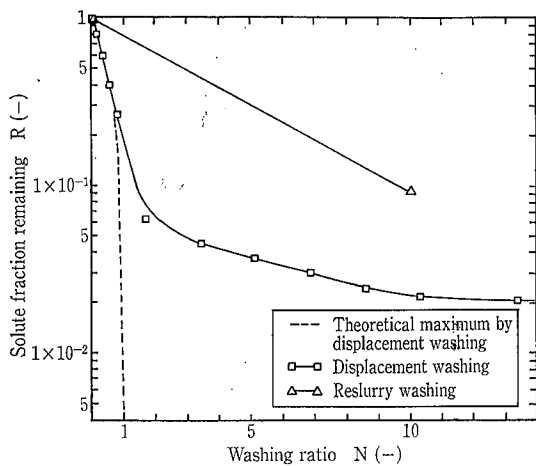
3. 2 展延

濾過後のケーキ表面には濾材面まで貫通したクラックが発生し、加圧ガスがショートパスして濾過が進まなくなる場合がある。この時攪拌翼を用いてケーキ表面をならすと、濾過がさらに進行して、ケーキ中の母液の含水率を下げる事ができる。

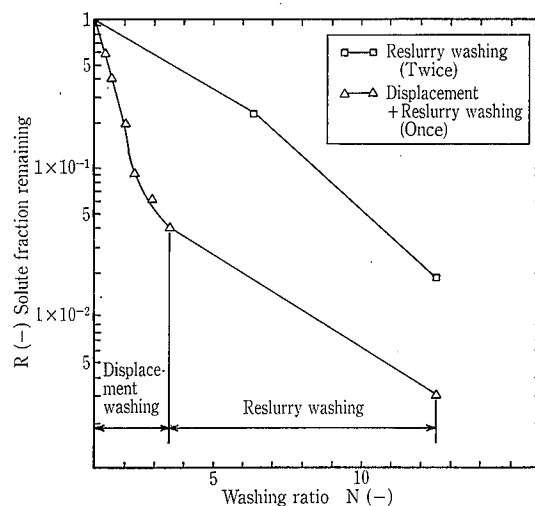
3. 3 ケーキ洗浄

濾過後のケーキは、残留した母液中の未反応物などの不純物を除くため純水や溶剤などの洗浄液でケーキ洗浄される。ケーキ洗浄には攪拌洗浄と置換洗浄とがある。攪拌洗浄はケーキに洗浄液をため、これを攪拌することにより不純物濃度を薄めていこうとするものである。一方、置換洗浄はケーキ中の残留液を洗浄液によって、押しだし流れで置換することにより洗浄を行う。当社の濾過乾燥機では両方の洗浄方法を組合せることが可能である。

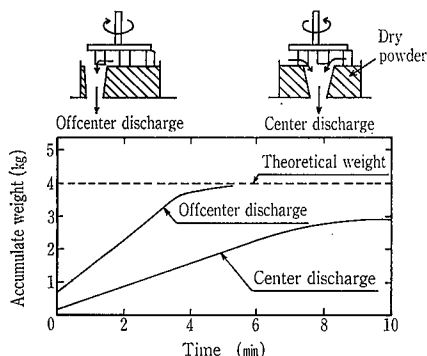
第4図は当社で行った置換洗浄と攪拌洗浄との効率を比較した実験の結果である。各々における理論式は



第4図 ケーキ洗浄方法による洗浄効率
Fig. 4 Cake-washing effectiveness



第5図 置換洗浄と攪拌洗浄を併用した場合の洗浄効率
Fig. 5 Cake-washing effectiveness



第6図 排出方法による排出速度の比較
Fig. 6 Comparison of discharge rates between two methods

攪拌洗浄の場合

$$R = \left(\frac{1}{No + 1} \right)^{N/No}$$

置換洗浄は完全押しだし流れの場合について

$$R = 1 - N$$

と表すことができる。

ここに、

R = ケーキ中の溶質残留率
= ケーキ中の残留溶質 / 初期ケーキ中の溶質量

N = 洗浄液量比
= 洗浄液量 / ケーキ中の全母液量

No = 攪拌洗浄 1 回における母液に対する洗浄液量比とする。

図中、置換洗浄の場合初期には押しだし流れの理論線²⁾に従って、効率の良い洗浄が行われるが、途中から急に効率が悪くなることがわかる。これはケーキ層内の洗浄液流に偏在があり洗浄液の到達しない死空間が形成されている

ためと考えられる。

第5図に、初期に置換洗浄し、次いで攪拌洗浄に切り替え両者を組合わせた洗浄効率を示す。また、等量の洗浄液を用いた攪拌洗浄のみを行った場合も比較のために示したが、これに比べて効率の良いケーキ洗浄が行われたことがわかる。

3. 4 乾燥

乾燥は温風による通気乾燥が一般的であり、攪拌翼によるケーキ攪拌は伝熱を促進し粉体の乾燥むらを防ぐ。ジャケット加熱による真空乾燥も可能であるが、粉体容量に対する伝熱面積の比から比較的小型のものに限定される。

3. 5 排出

当社の汎用乾燥機では排出口は汙板上の壁面に近い位置にあり、乾燥粉体は攪拌翼によって外側へ押し出されるように搬送され、排出口に落とされる。第6図は中央に排出口を設けた場合と外側に設けた場合との排出速度の比較実験結果である。外側排出は中央排出に比べ約1/7の時間で排出を完了し、残留粉体も少なかった。

また、排出効率がよいため湿潤ケーキの排出も可能である。このため本機の攪拌洗浄に着目して、さらに効率の良い乾燥機と組合わせたシステムも可能である。

むすび

当社で開発した汎用乾燥機の概要を紹介した。

ファインケミカル・プロセスでは、生産性の向上だけでなく、安全衛生面からもクロズド化が求められている。現在、各分野においても多目的・多機能な装置やシステムが提唱されており、各々の目的に合った機器を選択する必要がある。汎用乾燥機は、バッチ切り替えの多い多品種生産や、毒性物質の生産などに最適な新しいユニット機器として、生産合理化・品質向上に大いに役立つと考えている。

【参考文献】

- 1) 本郷, 神鋼ファウドラ-技報, Vol. 32, No. 1 (1988)
- 2) Perry, J. H.: "Chemical Engineers' Handbook" (1984)