円筒型簡易真空濾過機の試作と試験操業

蒲 生 達 一 *

Simplified drum type-vacuum filter and its experimental operation.

by Tatsuichi Gamo

The author designed the simplified drum type-vacuum filter without conventional blow-back mechanism and applied to filtration of the flotation concentrate slurries.

The details of construction are shown in Fig.1, Fig.2, and Fig.3.

It was found that this simple filter could successfully be carried out in the experimental operation. The cake can easily be stripped off by the scraping plate and is more highly dehydrated.

Because of elimination of complicated structure, this is unexpensive and can be run at low cost.

1. 緒 言

大選鉱場における少量の有価鉱物回収、又は中小選鉱場の少量の精鉱等の処理に当り、一般に使用されているアメリカン型、オリバー型等の本格的濾過機を新設することは経済的には勿論、色々な面からみて億却であろう。そうかと云つて一単位だけのフィルタープレスやパンフィルターは、連続操業に不向きであり、穴明き箱を用いたり、土間に流して自然に水が切れるのを待つにいたつては相当のロスも心配されなければならないし、いくら少量でも時間がかかつてやり切れないであろう。

吾国選鉱場に於けるオリバー型濾過機の使い方をみると、かならずしも suction と blow-back を交互に連続して行わなければ、極端に cake の剥離が困難になるとか、濾布が甚しく目詰りし操業不能になる等のことは少く、返つて逆に blow-back を続けると、濾水の逆流により Cake の水分が増加する場合もあると云われ、実際に、二三の選鉱場では、1 方 1 回、又は 1 日 3 ~ 4 回の blow-back で良い成績が得られている様である¹⁾。

オリバー型フィルターの濾過面の仕切り、隔壁と回転摺動弁間の配管、摺動弁等は何れも構造複雑にして、中でも摺動弁はややもすると磨耗等のため、真空と圧縮空気が短絡し、脱水力低下、動力浪費の原因となりやすい。

佐藤、山崎両氏は blow-back を廃止した単純な機構の円筒型濾過機を設計、澱粉原乳等による実験成績を発表され、農産化工等の分野には blow-back 又は多段向流洗滌を行うための複雑な機構を持つ連続真空濾過機を必要としない対象物が案外多いのではないかと論ぜられた²⁾。

以上の如き示唆により、筆者は選鉱に用いる濾過機においても、blow-back の連続は必ずしも必要ではないと考え、田老鉱山選鉱場の修繕工場で次に述べる円筒型簡易真空濾過機を試作し、少量の精鉱処理に応用した。

2. 構 造

試作した濾過機は Fig.1 に示す如く簡単な構造にして、濾過筒は Fig.2、3 に詳細を示すが、千鳥型配列、直径 9 mm の打抜き孔を有する軟鋼板製円筒に、サランの下敷を敷き、ナイロン又は綿の濾布を巻いた単一室のものである。此の濾過筒①の両端面には中空軸頸②を取りつけ、鉱液容器⑤の中に納る様に軸承③を以て支持する。濾過筒内に吸引された濾液排出のために、垂直吸揚管を有する気液排出管④を中空軸頸②を貫通して設ける。濾過円筒は排出管④を中心軸として自由に回転し、中空軸頸貫通部は stuffing box とし、気密を保たしめる。回転数は伝導機構の中に組入れた可変速プーリー⑥により自由に変える事が出来る。

気液排出管は真空ポンプ系に、途中気液分離槽を挟んで連結される。

管⑦⑧より、4 kg/cm² 位の圧縮空気、圧力水を同時に又は交互に、濾過円筒内に押し入れ、濾布が目詰りした時に、巻いたまま適宜 blow-back, washing することが出来る。

濾布の表面には、blow-back の際、膨張を防ぐため、約 25mm 間隔に wiring を行う。

吸揚管は佐藤氏等の資料²⁾を参考に、次の諸元を得て Fig.3 に示す如く設計した。

$$LA=2l/sec$$

$$GA=15l/sec$$

$$A=0.0114m^2$$

$$L=175kg/m^2/sec$$

* ラサ工業株式会社田老鉱業所 選鉱課長

$$G=1.65\text{kg/m}^2/\text{sec}$$

$$\frac{\Delta h}{H} \approx 0.2 \sim 0.3$$

$$\Delta h \approx 0.14 \sim 0.18 \text{mAq}$$

$$\Delta p \approx 6.75 \text{m}$$

但し G = superficial mean mass velocity of air
($\text{kg/m}^2/\text{sec}$)

L = superficial mean mass velocity of water
($\text{kg/m}^2/\text{sec}$)

A = total sectional area of lifting pipe (m^2)

Δh = pressure difference between both the
ends of lifting pipe, in water head (mAq)

H = total pipe length (m)

Δp = vacuum (mAq)

木製搔板の edge ⑨を spring ⑩を以て軽く、沪過筒表面に押しつけ、cake を搔き取る。wiring は搔板の edge で沪布が損傷されることを防ぎ、同時に鉄線の直径に相当する厚さで cake が沪布面に残るから、それが所謂 precoat agent の役目をなし、cake が削り取られた後、沪布面がむき出しになってしまうことを防ぐ。

給鉱液管⑪は scraper のすぐ下側に、沪過面巾一ぱいの長さに取り付けられ、沪過筒に面する側には slit を開

けて、pulp が一様に沪過面に掛る様にする。試作機の運転経験によれば、此の程度のことと真空と大気の短絡は防がれ、目的の真空度を充分保つことが出来た。

又沪過筒を出来るだけ深く沈め沪布面の露出時間を少くし、容器の上ぶちには切欠き⑩を付け、極少部分の鉱液を surge tank 等へ overflow せしめ、常に鉱液水準を最高の位置に保つ。

前述の如き pulp の供給方法では、対流攪拌が出来ない、又行つても、比較的沈澱しやすい精鉱 Pulp では不充分であるから、鉱液容器内の底部には水平軸攪拌翼を設け、運転中は勿論、沪過を止めた時も、容器内に残つた pulp が沈澱しない様に攪拌する。

取り扱う鉱液の種類によつては、真空吸引だけでは目的の水分まで脱水することが困難な場合もあるが、其の時は cake の表面に spring で木ローラー⑬（ゴムローラーの方が良い）を押し付け、圧縮する。ローラー面には軽く scraper をあて粘着した cake を削り落す。

以上の要領により試作、試運転した沪過機の諸元は次の如し。

沪過筒：径1.37m 巾1.40m 表面積6.00 m^2

回転数0.5~2.5r.p.m

有孔板 厚9mm 孔径9mm 孔数19,266.

開孔率22.4%

Fig.1 簡易円筒型真空沪過機

沪布 ナイロン 沪布 (中尾 No.9) 又は綿
 沪布 (月星 B-33) 巾 55" 長さ 4.5m
 下敷 サラン、糸の直径 #20 目の大さ
 16 mesh

wiring、特別の reel に巻いた #16 亜鉛引
 鉄線を約 25mm pitch を以て沪布全
 幅に spiral に巻く。

気液排出管：垂直吸揚管、5" ガス管、1" ガス管 18 本
 (Fig.2、3)

圧縮空気管、圧力水管：2" ガス管 (Fig.3)

中空軸頸：外径 230mm 内径 156mm 長 366mm
 (Fig.3)

伝動方式：沪過円筒、1HP4P 電動機→可変速プーリー
 (1/16)→歯車減速機→鎖車及鎖
 攪拌機、2HP 減速電動機→鎖車及鎖 (Fig.1)

ローラー：木製、径 300mm 長 1350mm 沪過円筒
 周速と同じ (Fig.1)

攪拌機：翼、厚 9mm 巾 70mm 長 70mm 30°

Fig. 2 沪過筒

Fig. 3 中空軸頸と吸揚管

交互に反転、32枚 軸、径 38mm 回転数
60r.p.m. (Fig.1)

容 器：断面三角型、巾1550mm 長1600mm、
深900mm (Fig.1)

総重量：約1.6t

真空度：350~370mm (Hg)

ブロー圧力：約4kg/cm² (空気、水共ほぼ同じ)

3. 試験操業

第二浮遊選鉱工場 (200t/d) に於て、此の試作浮過機により、浮選から産出する鉛精鉱、又は Pb、Zn を夫々 15~16%以上含む銅精鉱の pulp を処理したが、その成績を次に示す。

Table. 1 浮 過 成 績

鉱 種	処 理 量		パ ル プ		ケ ー キ		
	乾量 t/hr	パルプ量 m ³ /hr	濃度 %S	PH	水分 %	化 学 分 析 %	
銅 精 鉱	0.25~0.30	0.8~1.0	25~30	± 9.0	16~18	Cu 8~10	SiO ₂ 4~5
鉛 精 鉱	0.45~0.60	1.4~2.0	25~30	± 9.0	7~8	Pb 50~55	SiO ₂ 2~3

(註) 処理量は当時供給された量で max. capacity を示すものでない。

Fig.4 粒度分布

銅精鉱ケーキの残留水分は鉛精鉱に比較し、約2倍である。明確ではないが、此の原因は主として鉱粒の粒度

及び表面の相違にあるものと思われる。即ち、粒度の差は Fig.4 にみられる通りであり、又銅精鉱は Pb-Cu differential flotation の sink として得られるが、鉛精鉱は froth として回収され、更に灯油浮選³⁾により処理されたものである。

此等の精鉱 pulp に就いて行つた batch test の成績を Fig.5~Fig.8 に示す。何れの場合でも鉛精鉱の方が良い結果が得られており、鉛精鉱 pulp の方が浮過しやすい。然し銅精鉱 pulp にオレイン酸ソーダ、又は灯油を加え攪拌した後浮過すれば、少しではあるが残留水分が少なくなることが認められた。

浮過時間と残留水分の関係は Fig.6 に示す通りであるが、試作機では脱水時間を 13~65sec の間で、pulp や

浮過成績に合せ調節する事が出来るが、鉛精鉱は 13sec で行き過ぎる位に脱水出来る。此の状況よりみれば、鉛精鉱の如く脱水抵抗が小さいもの場合には、浮過円筒速度を早めるか、feed の pulp density を高くすることにより水分を増すことなく、処理量増加を計ることが出来る。一方 65sec では、銅精鉱の脱水は充分出来ないが Fig.6 に示す batch test の結果によれば、脱水時間を増すことにより、更に 1%位の水分を減ずることが出来ると思う。然し、Fig.8 にみられる如く、cake 層が厚くなれば脱水抵抗も大きくなり、従つて残留水分は多くなるから、浮過筒の直径はそのまま、減速だけ行う場合には浮過面が pulp 中に潜没している時間も長くなり、ある限度迄は吸着される cake 層が厚くなるから、脱水時間を長くするには、同時に浮過円筒の直径を考慮に入れないといけない。

Fig.7 に示す batch test の成績によれば、鉛精鉱の場合には pulp density が高くなると残留水分は減少するが、銅精鉱の場合にはほとんど変化がみられない。試作機の操業に於ても、同様な現象が起きた。浮過面積に充分余裕があれば、むしろ比較的稀薄な pulp を供給し、薄い cake 層が出来る様にすれば脱水しやすくなる。

浮布の目詰りに対し、圧縮空気と圧力水を同時に用いて blow-back を行うが、浮布を更新して 1 週間位は 7

～8時間に1回の blow-back で満足出来たが、だんだん目詰が進行し、2～3時間に1回位の blow-back を必要とする状態になった。3週間目位には新しい沪布と取りかえるが、古いものは叩き洗いの上、2～3回繰返し使用する事ができる。佐藤氏等は沪布の目詰りは沪布そのものの撰択に重点があると述べているが、此の試験操業に於ても同様な事がいえる。

鋅を処理した場合は極めて良く脱水されており、かつ単位沪過面積当り処理量も大きく優秀な成績であると云い得る。又銅精鋅の如く脱水し難いものの沪過に当つては、前述の如く機械の改善を行い、沪布の撰択を誤らなければ成功すると思う。猶このままでも処理量を減ずるか、この程度の残留水分で我慢出来るなら実用価値を認めることが出来る。

Fig. 5

灯油又はオレイン酸ソーダの影響

Fig. 6

脱水時間の影響

Fig. 7

Pulp densityの影響

Fig. 8

Cake厚さの影響

4. 円板型沪過機との比較

通常は試験操業に供された鋅液を一般にアメリカンフィルターと称される円板型沪過機 (8ft×3disk) にて処理しているが、その操業状況と試作機の成績を比較するは次の如し。但し沪布は何れの場合も綿布 (月星B-33) を用い、吸引は同じ真空系に連結されている。

この表に示された円板型沪過機の成績は決して満足出来る操業状況のものではないから、これと比較して、試作機の性能を論ずるわけには行かないと思うが、明に鉛精

5. 結 論

筆者はいくつかの選鋅場に於けるオリバーフィルターの実用状況及び佐藤氏等の報文より示唆を得て、上記の円筒型簡易真空沪過機を自家修繕工場で試作、現場の系統に入れて試験操業を行つたが、その結果、選鋅の精鋅等も此の程度の簡易沪過機で実用的に充分沪過出来ることを実証した。

真空、圧気の切換バルブ、その他複雑な構造を除去し、沪布が目詰りした時のみ blow-back 洗滌を行う様

Table. 2 沪 過 成 績 の 比 較

沪 過 機	鋅 種	沪過面積 m ²			円板又は円筒速度 m/min (r.p.m)	吸着時間 min-sec	脱水時間 min-sec	処 理 量 ¹		ケーキ厚 m. m	水分 %
		吸着	脱水	全				t/hr	t/m ² /hr ²		
円 板 型 試 作 機 (比較%) ³	鉛精鋅	8.16	9.52	21.8	2.43(3.15)	1—18	1—31	0.45~0.60	0.024	12~15	11~12
	鉛精鋅	2.37	3.20	6.0	2.15~10.75(0.5~2.5)	47~10	65~13	0.45~0.60	0.088	5~7	7~8
		29	34	28	89	60	71	100	367	42	64
円 板 型 試 作 機 (比較%) ³	銅精鋅	8.16	9.52	21.8	2.43(3.15)	1—18	1—31	0.25~0.30	0.013	10~12	15~16
	銅精鋅	2.37	3.20	6.0	2.15~10.75(0.5~2.5)	47~10	65~13	0.25~0.30	0.046	2~3	16~18
		29	34	28	89	60	71	100	354	20	107

(註) 1. 処理量は1時間に供給した精鋅の乾量にして、max. capacity ではない。

2. t/m²/hr は1時間当り平均処理量を全沪過面積で割つたもの。

3. 円板型を100とし、%をもつて示す。

にした簡単な構造であれば、製作費が比較にならない位安いことは当然であり、又機械の重量も軽いから、木造ポケットの上にも安易に設置することが出来る等の利点も多い。

沪布は3週間目位に更新され、その作業量は工員1人で約2時間を要する位であるが、此の点を考慮に入れても、他の型式の沪過機に比較し操業費は安いと思う。

一般に選鉱場では沪過機の前に thickener 又は少くとも surge tank 等が置かれる様であるから、沪布の取替は選鉱系統の他の部分に重大な影響を及すこともないであろう。

最後に参考とした報文の筆者各位、試作、試験を心よ

く許可された当所長伊庭三郎氏、又協力された課員に深謝の意を表す。

参 考 文 献

1. 第7回全国鉱山現場担当者会議選鉱青化議事録 P. 377
2. 佐藤敬夫、山崎章：化学工学、
20巻10号（1956） P. 21～25
21巻5号（1957） P. 24～30
3. 蒲生達一：灯油浮選による鉛精鉱の精選について
日本鉱業会誌、70巻795号 P. 17

会 員 異 動 報 告 (I)

（昭和33年4月～昭和33年9月末）

正会員入会の部

月 日	勤 務 地	氏 名
4. 3	京都大学工学部 鉱山学教室	大 森 滋
" 21	東京大学工学部 総合試験所	鈴 木 徹 男
5. 14	東北大学選鉱製錬研究所	橋 本 敏 雄
" 28	東洋鉱山(株) 本 社	岩 田 三 郎
"	東京大学工学部 鉱山学科	井 上 外志雄
"	高越鉱業(株)	岡 村 日出夫
6. 7	日本鉱業(株) 岩国工場	久 松 三千雄
" 30	古河鉱業(株) 飯盛鉱業所	中 村 信一郎
7. 25	松尾鉱業(株) 松尾鉱山	日 下 一
" 8	同和鉱業(株) 柵原鉱業所	池 上 隆 敏
"	同 上	山 本 正 範
"	同 上	日 景 国 美
"	同 上	岡 田 俣
"	同 上	岩 谷 正 男
"	同 上	吉 田 稔
"	同 上	塩 見 津 可
"	同 上	池 上 博
" 26	同和鉱業(株) 花岡鉱業所	金 沢 敏 光
"	同 上	橋 本 滋
"	同 上	庄 子 喜士夫
9. 30	東邦亜鉛(株) 技術部	辻 岡 要
"	大蔵鉱業所	橋 本 宏

賛 助 会 員

月 日	事 業 所 名	口 数
5. 12	横 山 工 業 (株)	15 口
" 19	(株) 大 塚 工 場	10 口
" "	" 田 原 製 作 所	10 口
6. 9	住友機械工業(株) 新居浜製造所	20 口
7. 3	日 本 磁 力 選 鉱 (株)	2 口
9. 30	東 邦 亜 鉛 (株)	3 口

退 会 の 部

月 日	会員別	所 属 及 氏 名
5. 16	正会員	三菱金属鉱業(株)妙法鉱業所 佐藤政文
6. 17	"	野上鉱業(株)美東鉱山 藤井英二
9. 26	"	同和鉱業(株)花岡鉱業所 河田政弘
" "	"	同 小坂恵孝
" "	"	同 畠山康博
9. 30	"	古河鉱業(株)飯盛 " 平井教止
"	賛助会員	積水化学工業(株)大阪営業所