高圧スライムポンプの研究*

河村 左 武 郎**

Study on High Pressure Slime Pumps

Saburo KAWAMURA

1. ま え が き

鉱山における選鉱工場の操業系統ではスライム輸送ポンプは不可欠の存在であるが、現在使用されているポンプを大別すると回転ポンプと往復動ポンプである。

回転ポンプは主として選鉱工場内の繰り返し系統で大体50m以下の低圧でしかも比較的濃度の低い輸送に使用され、それ以上の高揚程や高濃度のスライム輸送になると回転ポンプの使用は困難で往復動ポンプに頼らなければならない。

選鉱工場内で使われている往復動ポンプで最もポピュラーなのはダイヤフラムポンプであり、このポンプは消耗部品も少なく操業上のトラブルも比較的少ないが、その構造上、使用可能圧力が15kg/cm²位までが適当であり、それ以上の高圧になると、いろいろの問題が生ずるので、2段、3段の中継輸送をしなければならない。

中継輸送は設備費や人件費が嵩むのみならず、操業上にもいろいろなトラブルが、つきまとうので高圧スライムポンプの必要性が業界の一致した要望である。

最近特に各鉱山共サンドスライムの坑内充填方式が採用される事になり、なお一層この要望が大きくクローズアップされている。

2. 往復動高圧スライムポンプの現状

現在使用されている高圧スライムポンプとしては、現在各鉱山で使用されているポンプ以外に見るべきものはなく、このポンプは構造も割合簡単で、しかも70~80kg/cm²以上の高圧にも充分耐え得るので、専ら推積場への廃滓の輸送や、サンドスライム充填のための高圧輸送に使用されているが、このポンプの大きな欠点は、シリンダーに直接スライムが出入する構造であるために、シリンダーライナー、ピストン、ピストンロッド、グランドパッキングの摩損が甚しく、特に高圧になるに従い、加速度的にこれらの摩耗が多くなり、消耗部品費の

増大と部品取替労務費の増加のために高価な輸送費となるので、その耐摩耗対策には従来共、あらゆる研究が重ねられて来た。

例えばシリンダーライナー内面に高周波焼入れを施して、その硬度を上げる方法、硬質クロームメッキを施して耐摩耗性を増す方法等、ある程度の効果はあげているが、いづれも決定的解決策にならず、依然として高圧スライムポンプの問題は、鉱山業界の一つの共通問題として、その解決が要望されており、鉱業協会主催の現場担当者会議には、毎年これ等の問題が提出されている。

3. 新型スライムポンプ試作までの経緯

以上の様に在来の高圧スライムポンプに対する耐摩耗対策の研究にもかかわらず、問題が依然として解決されないで、何か、これに代るべき高圧ポンプを作る検討をはじめた。

先ず考え方としては、バルブ関係は、いづれにしてもサンドスライムを直接通過させないわけにはいかないので、この問題は後日にゆずる事として、シリンダーに直接スライムを入れなければ摩耗が生じないので、その事を中心に検討を進めた。

ダイヤフラムポンプは、シリンダー側に油を使用しているために、シリンダーやプランジャーに殆んど摩耗が生じないが、スライムとの隔壁にゴムのダイヤフラムを使用しているために、このゴム板の強度や寿命に問題があつて高圧には使用できないので、何とかして、このネックであるゴム板を使わない構造を中心に考えた。

昔から水と油は相性の合わない事の代名詞に使われて来たものであるが、その主な原因の一つが比重差にあるので、その比重差を利用すればよい事に気がついた。

ダイヤフラムポンプのケーシングは、油と水を縦に分けているために、その境界にゴムのフラムを置かなければならないのであるから、これを上下に分けて、比重差を利用すればこのダイヤフラムを設けなくとも油と水を混合しない事になるので、シリンダーとバルブボックスとの間にオイルチャンバーを設けて、その上部に油、下部に水を入れればよいという結論に達した。

受 理 昭和38年10月10日

* 第30回例会研究発表（昭和38年5月11日）

** 三菱金属鉱業株式会社 生野製作所副長

第1表 某鉱山における在来のスライムポンプ（4½"×10"型）の消耗部品実績の一例

部 品 名	項 目	数量	単 価	金 額	実送泥量 1時間 当 り	送泥量 1 m ³ 当 り	送泥乾量 1 ton 当 り
(1) Oリング		6	円 250	円 1,500	円 1.65	円 0.05	円 0.09
(2) ピストンラバー		32	1,100	35,200	78.69	1.19	2.21
(3) ピストンロッド		7	6,800	47,600	52.33	1.62	2.97
(4) ピストンボデー		14	4,200	58,800	64.64	1.99	3.70
(5) シリンダーライナー		11	17,000	187,000	205.56	6.34	11.75
(6) Vパッキング		105	120	12,600	13.85	0.43	0.79
(7) 凸型パッキング		3	450	1,350	1.48	0.05	0.07
(8) 凹型パッキング		1	480	480	0.53	0.02	0.03
(9) ライナーパッキング		1	650	650	0.71	0.02	0.04
(10) オイルストップヘッド		1	200	200	0.22	0.01	0.01
(11) ワイパーパッキング		1	200	200	0.22	0.01	0.01
(12) ピストンロッドリング		4	550	2,200	2.42	0.07	0.14
(13) シリンダーカバーパッキング		3	650	1,950	2.14	0.07	0.12
(14) バルブラバー		185	360	66,600	73.21	2.26	4.19
(15) バルブガイド		5	2,200	11,000	12.09	0.37	0.69
(16) 同上 (再生産)		40	520	20,800	22.87	0.70	1.31
(17) バルブシート		2	3,600	7,200	7.91	0.24	0.45
(18) 同上 (再生産)		30	530	15,900	17.48	0.54	1.00
(19) バルブボデー		7	2,300	16,100	17.70	0.55	1.01
(20) 同上 (再生産)		4	510	2,040	2.24	0.07	0.13
(21) サクションバルブスプリング		1	220	220	0.24	0.01	0.01
(22) デリベリーバルブスプリング		1	180	180	0.20	0.01	0.01
(23) その他		1	180	180	0.20	0.01	0.01
計				489,750			

使用ポンプ仕様

シリンダー径×ストローク(吋) $4\frac{1}{2}" \times 10"$

モータ一馬力(HP) 100

ポンプ回転数(r/m) 56

吐出压力(kg/cm²)

48~54

吐出容量(m ³ /hr)	32.4
--------------------------	------

サンドスライム節分表

メッシュ	+48	+65
%	5.15	7.84
+100	+150	+200
24.75	25.00	15.69
+270	+325	-325
7.60	3.86	10.29

運 転 期 間 5 ヶ 月

実送泥時間 約910時間

(182時間/月 7.3時間/日)

送泥濃度 35~45%

第1図 新型スライムポンプ説明図

しかし、如何に油と水でも、激しく揺動を与えれば、気泡状態になって混入を生ずる事になるので、その構造や形をいろいろ研究した結果一応の結論が得られたので、第1図の様な試作ポンプを設計製作した。

即ち、シリンダーは油だけしか入らないので、シリンダーライナー、ピストン、ピストンロッド、グランドパ

ッキング等は油中の完全潤滑の状態で使用されるので、その寿命は半永久的であるものと確信した。

4. 構造概要及び

使用方法

構造概要 (第1図)

シリンダー(A)とバルブボックス(C)との間に縦型のオイルチャンバー(B)を設置し、その上部に油、下部に水を入れてある。

チャンバー(B)の中の油と水

は、その比重差により上下に分かれポンプを運転してもシリンダー(A)には、絶対に水（またはスライム）が浸入しない構造になっている。

従つて、シリンダー、ピストン関係部品の摩耗は殆んど生じない。

使用方法

給水パイプ(D)より清水（スライムでも可）を注入し、検出コック(E)より水が出たら、下部（バルブボックスを含む）に満水した事になるので注水を止める。

次にタンク(B)の上部の空気抜弁(F)を開き、給油弁(G)より油を入れると、タンク内の空気は油に排除されタンク上部まで油が充滿する。

油が充滿したら(G)、(F)を閉じる。

ポンプを起動すれば、ピストンの往復動に従ってタンク(B)の油はシリンダー(A)に出入りし、そのためにタンク(B)の油とスライムの境界面が上下運動を生じ、サクションパイプ(H)より水を吸入し、バルブボックスを経てデリバリーパイプ(I)より吐出する。

5. 試作1号機の工場並に現場試験実績

試作1号機は第1図の様に、単シリンダーで、その仕様は次の通りである。

シリンダー径×ストローク	170mm×350mm
最高圧力	40kg/cm ²
回転数	60、20
揚水量	800l/min、300l/min
使用電動機	75HP、40HP

工場試験成績

第2表 参照

上記の通り工場試運転において一応の成功を収めたので、尾去沢、生野両鉱業所においてそれぞれ、現場試験を行なった。

尾去沢における試験

使用箇所は選鉱工場より坑内充填用のサンドスライム

第2表 ポンプ試験表

昭和37年 8月30日

仕様 シリンダー径 170 mm、シリンダー数 1、行程 350 mm、
回転数 52R/M、全圧力 20kg/cm² 揚液量 693l/min

試驗 順位	回 轉 數	電 動 機			圧 力			揚 水 量	動 力		効 率	
		電圧	電流	入力	吸入	吐出	全圧力		軸	水	容積	全
r.p.m	V	A	W	kg/ cm ²	kg/ cm ²	kg/ cm ²	l/ min			%	%	
1	52		6			0	0	800		0		
2	51		7			5	5	720		8	92.8	
3	50		8			10	10	690		15.3	90.7	
4	50		10			15	15	660		22	86.6	
5	50		11.5			20	20	660		29.3	86.6

記事（試運転時）

使用電動機 安川製 75HP 10P 取扱液 水 比重 1 液温 22℃
気温 30℃ 軸受最高温度 ℃ 運転時間

を坑内に送るポンプとして使用した。

従つて、選鉱の廃滓をサイクロン分級機にかけそのアンダーを選泥した。

篩分サイズ

+65メッシュ以上が 22~27%

-325メッシュ 5~6%

濃 度 66%

第3表 新型スライムポンプ運転実績

使 用 期 間	36/9/8 ~9/16	9/19	9/20 ~9/26	9/28	10/4~ 10/14	小 計	10/17 ~11/16	合 計
使 用 条 件	スラリー 連絡パイ プをV型 に改め	バルブボ ックスの 各セット のバルブ を1組の み使用と す	前記条件 のままバ ルブチャ ンバー内 にシリン ダーを入 れる	前記シリ ンダーを 廃止チャ ンバー内 を鉄板に て仕切る	ポンプ仕 様を変更 する rpm32.63 吐出容積 454.37l/ 分			
運 転 時 間	30.05	4.55	51.43	15.40	140.55	243.18	275.00	518.18
試験運転時間	2.00	3.00	7.10	0.30	18.55	31.35	—	31.35
サンドスライム充填揚泥時間	25.55	1.15	40.50	14.10	111.20	193.35	260.35	454.10
送泥パイプ洗滌時間	2.10	0.40	3.43	1.00	10.40	18.13	14.25	32.38
サンドスライム揚泥量 m ³	404.6	20.2	653.0	229.5	1,922.5	3,229.8	4,729.8	7,959.6
サンドスライム含鉱量 T	448.8	21.9	705.8	248.6	2,089.7	3,514.8	5,199.0	8,713.8
サンドスライム揚泥量 m ³ /分	0.2601	0.270	0.2665	0.2700	0.2877	0.2781	0.3025	0.2920
サンドスライム揚泥含鉱量 T/分	0.2886	0.292	0.288	0.2924	0.3128	0.3027	0.3325	0.3198
毎時間当送鉱量 T/時	17,316	17,520	17,280	17,544	18,768	18,162	19,950	—
揚 泥 圧 力 kg/cm ²	13.5	20.0	9.6	15.5	11.7	11.82	12.15	—
揚 泥 濃 度 %	65.92	65.0	64.7	65.0	65.2	65.16	65.61	—

第 2 図

第 3 図

粒度分布

粒度 (mesh)	+65	+100	+150	+200	+325	-325	計
分布率 (wt%)	0.04	0.08	0.64	2.99	6.84	89.41	100

給鉱方法は吸揚方式でなく、サイクロンのアンダーをそのままホッパーに落して、サクシオンパイプに流入させる方法をとつたので、サクシオンパイプにはサンドスライムと空気とが混合吸入される状態であつた。

成績は第 3 表及び第 4 図の通りである。

結論としては、後に述べる様に今後製作するポンプに対する改良の諸条件が発見されたが、518 時間運転の結果 30kg/cm^2 までの圧力で容積効率も 90% 以上確保でき、良好な成績を取めた。

生野鉱業所に於ける試験

目 的

尾去沢で 2 ヶ月にわたつて試験を行なつたが、操業の都合上、断続運転のみであつて、長時間の連続運転を行

第 4 図 吐出圧力 30kg/cm^2 送泥における圧力計指示

- 条件
1. 本吐出圧力は使用 30kg/cm^2 在来スラムポンプ $4\frac{1}{2}'' \times 10'' \times 70\text{kg/cm}^2$ における送泥と同一に維持し吐出量を比較するものである。
 2. 送泥条件、パイプ距離は在来スラムポンプ $4\frac{1}{2}'' \times 10'' \times 70\text{kg/cm}^2$ における条件と同一である。
 3. 同一送泥条件における送泥量の同一圧力における比較のためである。
 4. 圧力計指示の変動は在来スラムポンプ同一条件におけるときより上下動が多い。
 5. 圧力計変動によるプロット上下はその時間における高低を示す。

なう事と、マイナสบッグの吸入状態における試験が主目的であつた。

配置状況は第 2 図、第 3 図参照

第 1 回試験として 60r/m で運転を行なつた結果、激しいハンチングによる振動と異状音を発し、油の温度も上昇し、運転継続不能であつた。

この原因は後述の検討の項に詳述するので、ここでは省略するが結論は、サクシオン抵抗の過大であつた。

次に回転を 25r/m にして運転し、かつ油連結パイプの改造等直ちには困難なので、サクシオンパイプにエアーチャンバーをつけてサクシオン抵抗を軽減して運転した。

その結果、油とスライムの混濁状態は満 5 日間 (116 時間) 連続運転を行なつたが、大体確信の持てるデータを得る事ができた。

即ち、116 時間運転し、その間 4 回オイルチャンバーから試料を取つたが、油中に混入しているスライムの量は殆んど変化なく、混入量も境界面だけで量も少なく、粒度も小さいものだけである事がわかつた。

以上の結果から設計を一部改良すればスライム輸送用として、在来のスライムポンプよりも遙かにランニングコストにおいて有利に使用できる事が確認された。

社外 N 鉱山における試験

生野において実験したマイナสบッグの場合のサクシオン抵抗増大によるハンチング現象を解決するため、シ

第4表 新型スライムポンプ揚水量

昭和37年10月

測定時間	フィー ド濃度	ピット 濃度	ゲージ 圧力	揚水量 m ³ /min	ピット内 0.5m 吸揚時間	効率	アン ペア	エアー 抜き
	%	%	kg/cm ²		分 秒	%	A	
3D・18h		34.5	25	0.6458	4 48	82.0	7.5	18時45分
" 19h		36.9	25	0.6619	4 41	84.4	7.7	
" 20h		37.8	26	0.6562	4 43	83.7	7.6	
" 21h		36.2	25	0.6690	4 38	85.2	7.7	
" 22h		36.2	26	0.6562	4 43	83.7	7.8	
平均		36.32	25.4	0.65728	4 42	84	7.66	
6D 9h 30m	6.1	7.1		0.6485				11時30分
" 10・30	5.7	7.2		0.6432				
" 11・30	36.8	43.4		0.6499				
" 12・30	8.4	16.9		0.6526				
" 13・30	9.8	11.6		0.6596				
" 14・30	8.4	10.4		0.6624				13時30分
" 15・30	5.8	8.4		0.6554				
平均	11.57	15.0		0.6530				

備考

- (1) 正常運転時攪拌機（ピット内攪拌）を停止して測定。
- (2) フィード濃度は、カラーコンに給鉱される濃度。
- (3) ピット濃度は、カラーコンで濃縮されてピットに入れたもの。
- (4) ピット内水位 0.5m下るまで測定。
- (5) ピット容積 4.0m×1.55m×0.5m=3,100l
- (6) 揚水量の測定は、ピット内水位の下がる時間から算出したものであるため正確ではない。従って上記容積効率も正確なものではなく正確な値としては、工場試験成績表に示す88～89%となる。

リンダーとオイルチャンバーの連結パイプを大きく改造し、N鉱山のご好意により約3週間連続運転試験を行なうことができた。

その結果は第4表及び第5図に1例を示す。

この結果、オイルチャンバーに空気が入らない様にする事と、チャンバーの空気を運転中に簡単に抜く事のできる構造とすれば、充分実用可能であり、特に、シリンダーライナー4本/月の消耗だけでも約10万円/月の合理化ができるとの好評を戴いた。

第5図 新型スライムポンプ揚水量及び液濃度
(昭和37年10月3日調査)6. 現場試験により生じた
問題点とその対策(1) サクション抵抗が大きい場合
の対策

往復動ポンプはサクション抵抗が大きい場合には、ある程度、回転数を少なくしないとサクションパイプ内の流体の粘性や摩擦抵抗のために、ピストンの運動性と流体の運動性とはマッチしないので、シリンダー内で真空が破れて、ハンチング現象を惹起するものであるが、このポンプの場合オイルチャンバーがついているために、普通の往復動ポンプよりも大きなイナーシャがサクション側に生じ、この現象が特に顕微に現われる。(生野鉱業所試験の通り)

この解決策は回転数を一定におさえる事と、サクションパイプにエアーチャンバーを取付ける事によつて解決された。

回転数はサクションパイプの長さや構造により、一概に決定はできないが、50r/m以下であれば全然問題

なく、エアーチャンバーその他サクションパイプの構造を考慮すれば、55r/mまでは可能である。

回転数 50r/m 以上の場合の サクション 抵抗の限度の実験値はサクションパイプの構造にもよるが、大体 250 % Hg までは可能である。

(2) オイルチャンバーに空気が溜る事による容積効率
の低下とその対策

このポンプには、サクション側にオイルチャンバーがあるために運転開始時にシリンダーを含めたサクション側の中の空気を、完全に除去しないとこの空気がオイルチャンバーの上部に溜り、エアーアクションとなつて著しくポンプの容積効率を低下させる。

一応の計算では、 $\frac{\text{吐出圧力}}{\text{吸入圧力}} = 40$ の場合チャンバー内の空気が、ピストン吐出容量の 0.5% 溜ると容積効率は正常の場合を 100% とすると、90% となり、空気量が 1% になると、80% に容積効率が低下する事になる。

従つて、始動時の空気を完全に抜く事と、運転中オイルチャンバーに空気が入らない構造にする事と、オイルチャンバーに入つた空気を運転中、簡単に抜く事が必要である。

選鉱工場のスライムには、大なり小なり必ず多くの気

泡が存在するので、サクシヨンプाइブからはこの気泡が吸入されるのを防ぐ事はできないので、吸入された空気がオイルチャンバーまで入らない様にする事が必要である。

そのためには、第1図の様にバルブボックスとオイルチャンバーとの間の連結管を逆サイフォン型とした。

また、始動時には、バルブから先のサクシヨンプाइブには空気が充滿しているの、このサクシヨンプाइブに水が充滿するまでの間は、空気を吸入する事になるので、この空気がオイルチャンバーに入つて来ない様にしなければならない。

そのためには連結管の容量を大きくして、シリンダーの1ストロークの容量だけの空気を吸入してもこの空気がオイルチャンバーの下部まで絶対侵入しない様にした事で解決された。(尾去沢における試験結果と、後述2号機による工場試験で立証される)

また、始動時完全に抜けなかつた空気が、オイルチャンバーに溜つた場合は、運転中簡単にこの空気を抜く事ができる様に、特殊バルブを取付ける事によつて解決された。

(3) 運転中オイルチャンバー内の油量の確認と調整ができるかどうか。

前述の通りオイルチャンバー内の空気は始動時に充分除去しても、なかなか、完全には除去できないもので、これは運転開始してから徐々に、オイルチャンバーの上部に溜つて来ると容積効率の低下を生ずるので、どうしても運転中にこの空気を除く必要があり、前述の様なバルブを取付ける事によつて解決されたが、この場合、若干の油が空気と一緒に補助タンクに放出されるので、回

を重ねるとオイルチャンバー内の油量が減少する事になる。

この場合の油量の確認は補助タンクに第6図の様に、ゲージグラスを取付ける事によつて確認される。

また、その減少した油をオイルチャンバーに補給するために、特殊バルブを取付ける事によつて運転中簡単に油の補給が可能となつた。

(4) 休転時の対策

休転時連結管内のスライムが沈降し、再起動に支障を来す恐れがあつたが、その対策は連結管内のサンドが全部底面に沈澱しても管断面が100%閉鎖されない様に、連結管の容積を設計する事によつて解決された。

しかし、寒冷地では凍結のために、どうしても連結管のスライムを抜き出さなければならないが、この場合は、第1図及び第6図の給水パイプより圧力水(2kg/cm²位)を注入し、オイルチャンバー上部の油補助弁を開く事により、簡単にオイルチャンバー内の油を補助タンクに抜出す事ができるので、その後第1図及び第6図の排水弁を開けば簡単に連結管内のスライムは除去できる。

7. 試作2号機について

1号機による前述の諸実験の結果、確認された種々の問題点を勘案して、2号機を製作し、工場試験を行ない、大体満足すべき結果を得る事ができたので、その概要を説明する。

(1) 仕様

シリンダー径	185mm × 2本
ストローク	350mm

回転数 48.5 (試験は44r/m 及び 51r/m で施行)

吐出圧力 最大 40kg/cm²

吐出量 1.5m³/min

使用電動機 200HP

(2) 構造概要

第6図の様に4つのオイルチャンバーの真中上部に油補助タンクを設け、このタンクの内部は4つに区分され、各々4つのオイルチャンバー上部の空気抜弁及び、油補助弁と透明ビニールパイプで連結され、パイプ中を流れる気泡や油が確認できる様になっている。

また、補助タンクの油面の変化は、外部より見える様にゲー

第6図 180φ × 350型低圧新型スライムポンプ

第7図 180φ×350型低圧新型スライムポンプ

第5表 ポンプ試験表

仕様 (工号) 1252 (機番) D.L.P~108 (型式) 機型夜筒復動
(試験施行) 昭和38年4月17日
(シリンダー径) 185mmφ (シリンダー数) 2 (行程) 350mm
(回転数) 40.5 R/M
(全圧力) $22 \frac{kg}{cm^2}$ (揚液量) $1250 \frac{l}{m}$

試験 順位	回 転 数 rpm	電 動 機			圧 力			揚 水 量 l/min	動 力		効 率		摘 要 ノ ッ チ 盛 目	
		電 圧		電 流 A	入 力 KW	吸 入 kg/cm ²	吐 出 kg/cm ²		全 圧 力 kg/cm ²	軸 KW	水 KW	容 積 %		全 %
		V												
1	43	3,300	21	15	0.26	0	0.26	1556	5	0.66	99.8	13.2	204	
2	43	3,300	22	40	0.26	10	10.26	1446	30	24.2	92.8	80.7	198	
3	43	3,300	24	60	0.26	20	20.26	1391	50	46.0	89.4	92.0	196	
4	43	3,300	27	85	0.26	30	30.26	1373	75	67.8	88.3	93.5	194	
5	43	3,300	30	110	0.26	40	40.26	1356	100	89.0	87.1	99.0	193

記事 (試運転時)

使用電動機 三菱製 220kW 12P 取扱液 水 比重1 液温 12°C
気温 22°C 軸受最高温度 °C 運転時間

ジグラスを付けている。

その他、前述の(1)~(4)の問題点を全部解決した構造となつている。

即ち、

- (イ) サクションパイプにエアーチャンバーを設けた。
- (ロ) オイルチャンバーとバルブボックスの連結管の構造容積を合理的に設計した。

(ハ) 運転中オイルチャンバー内の空気を簡単に抜く事ができ、また、補助タンクから運転中簡単に油をオイルチャンバーに補給できるように特殊弁を取付けた。

(ニ) 補給タンクの油面計を見る事によって、オイルチャンバー内の油面を充分管理できる様にした。

等である。

(3) 工場試験結果について

(イ) 配 置

第7図に示す。

(ロ) 試 験

回転数 43 r/m 及び 51 r/m の2様について行ない、サクションパイプより空気を吸入させる試験及び、オイルチャンバーに一定量の空気を入れた場合の容積効率の低下の測定を行なつた。

(ハ) 試験結果

第5表及び第6表の通りであり、

(a) 最高圧力 $40 \frac{kg}{cm^2}$ の場合の容積効率は、43 r/m で 87.1%、51 r/m で 88.6%であつた。

(b) 長時間運転による容積効率の変化は第7表の通り、8時間運転で全く変化なく空気の混入はないものと判断された。

(c) サクションパイプを取付けたコックより3分間空気を吸わせ、次にコックを閉じて空気の吸入を止める実験を2回繰返し行なつた結果は下表の通りである。

	回転数	吐出圧力	吸入圧	吐出量
空気吸入しない時	R/M	kg/cm ²	mmHg	l/min
	43	30	180	1,373
空気吸入中	43	30	165	1,270
空気吸入中止した時	43	30	180	1,373
再び空気吸入中	43	30	165	1,237
空気吸入中止	43	30	180	1,373

即ち、サクションパイプより空気を吸入してもオイルチャンバーに空気は侵入しない事が確認さ

第6表 ポンプ試験表

仕様 (工号) 1252 (機番) D.L.P~108 (型式) 横型複筒復動
 (試験施行) 昭和38年4月18日
 (シリンダー径) 185%φ (シリンダー数) 2
 (行程) 350% (回転数) $40.5 \frac{R}{M}$
 (全圧力) $22.40 \frac{kg}{cm^2}$ (揚水量) $1250 \frac{l}{min}$

試験 順位	回 転 数 r.p.m	電 動 機			圧 力			揚 水 量 $\frac{l}{min}$	動 力		効 率		摘 要 ノ ッ チ 盛
		電 圧 V	電 流 A	入 力 KW	吸 入 $\frac{kg}{cm^2}$	吐 出 $\frac{kg}{cm^2}$	全 圧 力 $\frac{kg}{cm^2}$		軸 KW	水 KW	容 積 %	全 %

記事 (試運転時)

使用電動機 三菱製 220kW 12P 取扱液 水 比重1 液温 28°C
 気温 15°C 軸受最高温度 °C 運転時間

れた。

- (d) オイルチャンバーに、一定量の空気を入れた場合の容積効率の変化を確認するために、1本のオイルチャンバーに、その容量の0.5%の空気を入れた場合と、2本のオイルチャンバーに同じく0.5%の空気を入れた場合の試験を行ない、その結果は次表の通りである。

計算ではこの場合容積効率は82.3%であり、大体計算通りの結果が確認された。

- (e) オイルチャンバー内の油量の変化について前述の8時間連続運転後ポンプを休止し、油面検出口

第7表 180φ×350型 新型スライムポンプ試験表

時 間 H	回転数 R/M	電 圧 V	電 流 A	入 力 kW	軸動力 kW	吐 出 量 L/M	全効率 %	容積効率 %	電 動 機 表面温度 °C	大気温度 °C
11.00	43	3,300	27.0	85	75	1,373	90.5	88.3	—	—
14.00	43	3,215	27.0	83	73	1,373	—	—	48.0	26
15.00	43	3,355	27.0	83	73	1,373	—	—	49.0	26
16.00	43	3,480	30.5	85	75	1,373	—	—	49.5	26
17.00	43	3,450	29.5	83	73	1,373	—	—	49.0	22
18.00	43	3,400	28.0	83	73	1,373	—	—	49.0	19
19.00	43	3,400	28.0	83	73	1,373	—	—	47.0	18

仕様 (工号) 1252 (機番) D.L.P~108 吐出圧力 30 $\frac{kg}{cm^2}$ 時における連続運転経過記録

	回転数	吸入圧	吐出圧	吐出量	容積 効率
	r/m	$\frac{kg}{cm^2}$	$\frac{kg}{cm^2}$	$\frac{l}{min}$	
正 常 の 場 合	51	0.26	10	1,652	89.1%
1本のオイルチャンバーに0.5%の空気を混入した場合	51	0.25	10	1,594	86.3
2本のオイルチャンバーに夫々0.5%の空気を混入した場合	51	0.25	10	1,519	82.3

ックを開いた結果、直ちに油が流出した。

即ち、油量は全く減少していない事が確認され、この事は絶対に油が水に混入して流出していない事の確認として最も重要な事である。

- (f) サクション抵抗の最大限の確認

前述の様にサクション抵抗は、その配管方式によって異なるので、このポンプの最大可能サクション抵抗値の決定は、今後検討して決定する積りであるが、その1例として第7図の配置の場合 51 r/m で運転した場合の最大可能抵抗を確認するためにサクションパイプに取付けたバルブにより抵抗を増加しながら、ハンチングの発生する状態を調査した結果、250%Hg、即ち、約0.33 $\frac{kg}{cm^2}$ までは全然ハンチングが発生しない事を確認した。

勿論配管を改良すれば更に高抵抗でも使用可能である。

8. 結 論

以上試作2号機までの設計と試験結果の概要を述べたが、この結果、充分実用可能であり、しかも従来懸案となつているシリンダーライナー、ピストン、ピストンロッド、グランドパッキング等の摩耗は殆んどなくなるので、在来のスライムポンプと比較した場合、第1表に例をとれば(1)~(12)までの合計金額 348,000円/5ヶ月 (835

(試験施行) 昭和38年4月17日

千円/年)は少なくとも物品費の節約となる。(7¼"×14"の大型ポンプの場合約1,350,000円/年)

これは物品費のみであり、これの取替えに要する労務費の節約を考えると、大きな合理化になると確信する次第である。

また、在来のスライムポンプはこの消耗部品取替えのため、常に1台の予備機を設置しなければ操業不能であるが、このポンプの場合はバルブ関係のみの取替えで単

時間に交換できるので、24時間連続運転でなければ、予備機の必要はなく、また、24時間連続運転の場合についても、本体は全々交換部品の必要がないので、バルブボックスのみを2組設置し、連結管の切替バルブの操作を行なう事によって1台のポンプのみで、操業可能にする事を研究中である。

なお、この新型スライムポンプの構造については、既に特許認可を得ている事を附記して説明を終る。

見学記—6

同和鋳業(株)岡山製錬所

例会終了後、見学班一行は、岡山市に宿泊し翌16日朝製錬所に到着した。吉田所長の御挨拶の後、鳥居課長から岡山製錬所の概況について詳細なご説明を拝聴した後、長時間にわたり懇切なご案内を受けながら所内を見学させていただいた。以下その概要を紹介すると次の通りである。

位 置

同和鋳業岡山製錬所は、国鉄岡山駅南方約10km、岡山市南部工業地帯に位置し、南は児島湾、東は旭川河口に面している。

沿 革

昭和26年6月同和鋳業(株)、神島化学工業(株)、藤田興業(株)、鐘淵紡績(株)の4社が、硫酸製造を目的として西日本化学工業株式会社を設立し、硫酸工場の建設に着手した。同和鋳業(株)が昭和27年12月硫酸焼鉱の脱銅設備の建設に着手し昭和28年10月西日本化学工業(株)から経営を委託され同和鋳業岡山製錬所として発足した。昭和31年7月設備を増強し、昭和35年10月銅製錬設備を新設し昭和36年9月硫酸製造設備を増強し昭和37年2月銅電解設備を増強し今日にいたっている。

製造系統は硫酸化焙焼系統と銅製錬系統とに分けられる。

硫酸化焙焼系統

同和鋳業(株)柵原鋳業所産磁鉄鉱および硫化鉄を主体として処理している。

貯鉄および調合

貨車をカーダンパにより傾転し鉄石はスタッカーを経て貯鉄場にベディングされた後、グラブクレーンにて払出されコンクラッシャーを経て10mmとなり貯鉄舎に送られる。

粉碎および焙焼

ボール・ミルとエーキンス分級機で閉回路粉碎し、その分級機オーバーフローをアジテーター付コンタンクで濃縮し、そのスピゴットをフリュオソリッド焙焼炉に給鉄する。コン・タンクのオーバーフローはボール・ミルに繰返される。焙焼炉内で焙焼温度650°Cで硫酸化焙焼する。焙焼炉オーバーフロー中の焼鉱は、その大部分がサイクロンで回収され続いて残部がコットレル収塵装置などで回収される。焼鉱はいずれも薄硫酸の浸出液でバルブとなり脱銅工程に入る。焙焼炉排ガスはサイクロン、コットレル収塵装置を経て硫酸系統に入る。

脱銅および収銅

バルブとなった焼鉱は、リーチング・タンク内で攪拌抽出され、まず第1ドラッグ・ベルトで粗粒鉄と微粒鉄に分離される。粗粒鉄は第2、第3ドラッグ・ベルトで洗滌脱水され、さらにフィルターで脱水される。微粉鉄は第1シッケナーに入り、このオーバーフローは焙焼炉クエンチタンクに繰返され、スピゴットは第2、第3、第4シッケナーでカウンター・カレント方式で洗滌され、第2シッケナーのオーバーフローが銅液として収銅槽に送られる。スピゴットは、第4シッケナーで洗滌が終り、ドラッグ・ベルトからの粗粒鉄と共に、フィルターで脱水され脱銅焼鉱(Fe 57~58% Cu 0.15%)となり製鉄原料として出荷される。銅液は送風収銅槽で鉄屑を使用して可溶性銅を洗滌銅として回収され、尾液は脱銅工程の洗滌液およびコットレル煙灰の抽出液として繰返使用される。

硫酸製造

サイクロン、コットル収塵装置を通過した焙焼炉排ガスは、増湿塔、冷却塔、洗滌塔、ミスト・コットレル、乾燥塔、排風機、熱交換器を経て転化器に入り、SO₂がSO₃となり、吸収塔でH₂SO₄となる。硫酸化焙焼の冷却水を多量に使用するため薄硫酸が生ずるので、これの大部分が脱銅工程に使用される。

銅製錬系統

銅鉄をフリュオソリッド焙焼炉で酸化焙焼した焼鉱にコークスを還元剤として混合し電気炉で熔融反応させ粗銅を作り、これを精製炉で不純物を除去して粗銅板とし、これを電気分解して電気銅とする。電気炉は、尼崎選鉱場で硫酸化焙焼後脱銅されて製鉄原料となる。酸化焙焼時の発生ガスは、余熱回収後硫酸系統に入る。回収余熱は銅電解液加温に使用される。

公害処理

硫酸工場排出ガス中の少量の未反応亜硫酸ガスを除害塔で炭酸ソーダに吸収して亜硫酸ソーダを製造する。

月間の生産能力は、電気銅800t、脱銅焼鉄鉱6,100t濃硫酸10,000t、亜硫酸ソーダ200tで、従業員数は227名である。

斬新なアイデアを勇敢に実行している岡山製錬所の将来の発展を祈りつつ一行は車の人となった。

参加者：光富勝義(東邦亜鉛)、高木孟義(日本鋳業協会)、藤本浩三(日本鋳業)、加島二郎(事務局)。
(日鉄・中研・藤本記)