

のみ關係する故 n_2 とサフィクス 2 をつけて k_1 を含む項と區別した. ($n_1 = ANc_1/a^2 d\pi$)

(3) 鐵, ツケル共に k_2 の符號が負であるから

n_2 が負となる場合を圖示した. 従つて加へられたトルクは正の値である.

回轉眞空ポンプの到達眞空度について

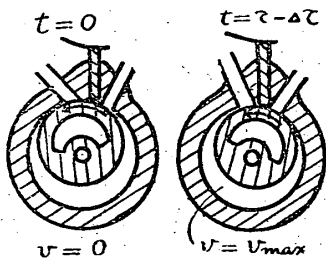
山田和郎・岩永賢三・柴田英夫

(1948年1月15日受理)

§ 1. 序 言

種々の眞空ポンプの中現在最も廣く用いられているものは回轉眞空ポンプと擴散ポンプの二種である. 高眞空度をを得るのには擴散ポンプが必要であるから之については種々の研究がなされているのに反して回轉ポンプは擴散ポンプの補助眞空を作れば充分とあまり深く追求されていながつた. しかし我々はこの種ポンプの眞空工業及び學術研究に占める位置の大きい事を考へてその性能について研究を試みた.

我々の用いたのは Cenco 型のポンプであつてこの構造の概略は第1圖の様である. ポンプの各部には特



第 1 圖

に常用されている名稱がないので圖に示す様な名稱を附しておいた.

回轉ポンプの性能はその到達し得る最低の壓力 p_0

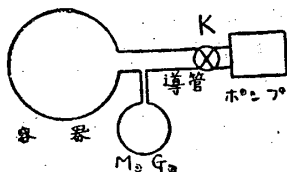
(到達眞空度) と

その排氣速度によつてきまる. 排氣速度については後の論文で述べる事にして, ここでは到達眞空度が何によつて定まるか, 種々實驗を試みた結果を述べる.

以下特に斷わらない限り壓力はすべてマクラウド眞空計で測つたもので従つて凝縮性の蒸氣は測定にかかつていない事に留意して欲しい.

§ 2. 到達眞空度は眞空容器からの漏り (空氣漏洩) で定まらない

實驗装置は簡單で第2圖の様である.



第 2 圖

第3圖の様な眞空系では

$$1/S = 1/S_0 + 1/G$$

ここに S l/min は一分間に容器から排出される氣體の體積 S_0 l/min はポンプ自體の排氣速度, G l/min は導管のコンダクタンスである. もし外部から容器への漏りの量 Q がポンプの排氣量と釣合つて到達眞空度が定まるとすれば,

$$Q = p_0 S = p_0 S_0 G / (S_0 + G) \quad (1)$$

となる. 但し Q は一分間の漏りの量で體積と壓力との積で表はしたものである. これによれば導管のコンダクタンス G が異なれば p_0 は當然變化すべきである. 而るに $r \doteq 0.6$ cm, $l \doteq 100$ cm で $G \doteq 20$ l/min の導管を用いても $r \doteq 0.25$ cm, $l = 100$ cm で $G \doteq 0.5$ l/min の導管を用いても p_0 は殆ど變化なく $p_0 = 1.2 \times 10^{-3}$ mmHg である. 但しポンプとしては試作 PN-100 を用い, ポンプ油としてはモビール油を用いた. ちなみにコック K を閉じた場合の漏りの量 Q は

$$Q = 0.2 \text{ cc mm Hg/min}$$

である. (1) 式を用いて p_0 を出すと $G \doteq 20$ l/min の場合は $p_0 = 10^{-5}$ mmHg, $G = 0.5$ l/min の場合は $p_0 = 4 \times 10^{-4}$ mmHg, となる. 但し S_0 は 110 l/min と假定した. 従つて p_0 は眞空容器からの漏りの量によつて定まらない.

§ 3. 到達眞空度はポンプ自體からの漏りによつて定まる

第2圖でコック K を開けたまま回轉中のポンプを止めて眞空劣化を測定して約十秒に 7×10^{-2} mmHg を得た. ポンプ自體の排氣速度は 110 l/min であるから容器の體積を 300 cc としてこれより p_0 を出すと,

$$p_0 \times 110 = 7 \times 10^{-2} \times 60 / 10 \times 0.3$$

従つて $p_0 = 1.1 \times 10^{-3}$ mmHg となる.

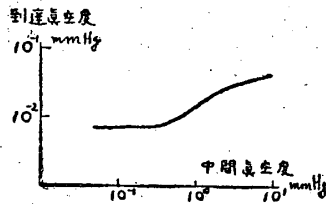
實驗値は測定毎に相違はあるが即ち p_0 の値にして

20%~30%の誤差はあるが上の結果によると p_0 はポンプ自體からの漏りによつて定まると思われる。この漏りの原因が何によるか次の色々の實驗をした。

§ 4 中間壓側から低壓側への漏り

第1圖に於てポンプ自體の漏りについて考えて見るにポンプは油の中にひたされてゐるので大氣中の空氣が直接漏洩するとは思われない。従つて先づポンプの低壓側と中間壓側に壓力差があつてそれによる漏りの量が問題となる。

我々はポンプに加工して中間壓側に通ずる孔をうがち、そこへ外部から空氣を少量宛流入して中間壓をだんだん高くしていつてそのときの p_0 を測定した。但しこれに用いたポンプは大亞メガバックポンプである。第3圖は x 軸に中間壓を y 軸に到達眞空度 p_0 をとつたものである。



第3圖

これによれば中間壓が $4 \times 10^{-1} \text{ mmHg}$ 位までは p_0 は殆ど一定で普通にポンプが作動している場合は中間壓は 10^{-2} mmHg の程度であり従つて中間壓側から低壓側への漏りは極めて少い事となる。

§ 5. ポンプ油と到達眞空度

この種のポンプを使用した者は誰しも氣付く事であるが回轉後到達眞空度は時間と共にだんだん悪くなり同時に油の溫度も上昇して行くものである。それで油の溫度と到達眞空度の關係を求めた。油の溫度をあげるには電氣ヒーターでポンプの外部からこれを熱してやり寒暖計はポンプの低壓側の迂り弁の上部においた。用いたポンプはセンコハイバックポンプである。

第1表 到達眞空度と油の溫度

油の種類	溫度(°C)	到達眞空度 (mmHg)
センコハイバック油	30°	1.2×10^{-3}
〃	45°	1.3×10^{-3}
〃	60°	1.8×10^{-3}
〃	80°	4.5×10^{-3}
魚臭のある機械油	30°	1.5×10^{-3}
〃	50°	2.7×10^{-3}
〃	80°	2.0×10^{-2}

次に同じくセンコハイバックポンプを用い種々の油で到達眞空度を測定した。但しこのときの油の溫度は 30°C 内外である。

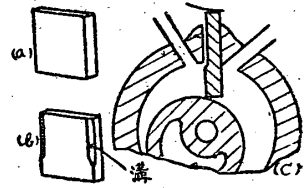
第2表 油と到達眞空度

油の種類	到達眞空度 (mmHg)
センコハイバック油	1.2×10^{-3}
魚臭のある機械油	1.5×10^{-3}
變壓器油	1×10^{-2}

これ等の結果によると到達眞空度とポンプ油は密接な關係のある事が想像される。

§ 6. 低壓側へ流れ込む油の量と到達眞空度

普通低壓ポンプの迂り弁は第4圖(a)の様であるがこの迂り弁の角をおとして第4圖(b)の様にすると低壓ポンプへ流れ込む油の量を増す事が出来る。



第4圖

即ち迂り弁が第4圖(c)の位置をとつたときは迂り弁の溝を通じて、外部の油と低壓側が直接繋がり外部から多量の油が流れ込む。第4圖(a)の迂り弁を用いた場合は低壓側に流れ込む油の量は毎分 50 cc 程度、第4圖(b)の迂り弁を用いた場合は 500 cc 程度となる。

更に油量を減らそうとすれば迂り弁(a)を用いてポンプの容器全體を眞空にして外部と低壓側の壓力差を減らす事である。我々はポンプの容器全體を他の眞空ポンプで排氣して $2\sim 3 \text{ cmHg}$ の眞空を得た。この場合の油量は當然 cc/min の程度である。この様にして低壓へ流れ込む油量と到達眞空度との關係を求めこれを第3表に示した。ポンプは大亞メガバックポンプを、油は魚臭のある機械油を使用した。

第3表 到達眞空度と油量

油量 (cc/min)	到達眞空度 (mmHg)
2~3	1.2×10^{-3}
50	6×10^{-3}
500	3×10^{-2}

この結果は低壓側へ流れ込む油の量が到達眞空度と關係の深い事を示している。

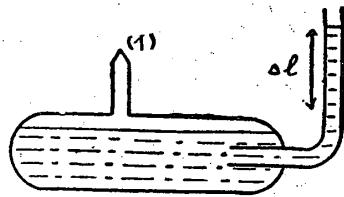
§ 7. 油の含む空氣の量

油を眞空中で充分空氣を追い出してからこれを第5圖の様な容器に入れて (イ) の口を封じ l の變化を測定した。 l は約一日を経て變化しなくなり $dl=32 \text{ cm}$ を得た。試料油の體積を V とし管の半徑を r とすると油の吸収した氣體の體積は一氣壓のもとで $\pi r^2 dl$

となり油の單位體積あたりに含まれる空氣の量は $\pi r^2 \Delta l / V$ となる。

魚臭のある機械油について實驗を試み

すべくとも油は 1/6 の體積だけの空氣 (一氣壓のもとで) を含む事を確かめた。



第5圖

§ 8. 電離真空計で測定した到達真空度

今までは専らマクラウド真空計で測定した壓力で従つてその到達真空度も空氣の分壓についての事であつた。我々は次に空氣で補正した電離真空計を用いて、到達真空度を測定した。ポンプは試作 PN-100 を用いた結果を第4表にかかげる。

第4表 電離真空計による到達真空度

油	M. G. による p_0 (mmHg)	電離真空計による (p_0 mmHg)
モビール油	$1 \sim 2 \times 10^{-3}$	2.0×10^{-2}
ポンプ油 A	$1 \sim 2 \times 10^{-3}$	1.9×10^{-2}
魚臭のある機械油	4.5×10^{-3}	3.7×10^{-2}

電離真空計で得た p_0 はマクラウド真空計で得た p_0 の十倍程度となつている。電離真空計で得た p_0 は空氣の壓力よりもむしろ、主として油に含まれている蒸發し易い凝縮性の蒸氣の壓力らしく思われる。

但し電離真空計は空氣で補正してあるためこの種の蒸氣については直接壓力を表わしては蒸氣の衝突斷面積、電離電壓から考えて、眞の壓力はこれより低いと思われる。

§ 9. 結 論

第一に空氣の分壓による到達真空度を考えるにこれはポンプ自體から出す空氣によつて定まり、この空氣は低壓側の入り弁と壁とのすき間を通つて低壓側に流れ込むポンプ油が含むものと思われる。

油の粘性は溫度と共に急激に變化するので、(約 10 °C 上昇すると粘性係数は半分になる) 溫度の上昇すると共に低壓側に流れ込む油量も急激に増し、したがつて到達真空度は、溫度上昇と共に悪くなると考えられる。

次に p_0 が低壓側に流れ込む油量に比例しないのはポンプの一回轉する間 (1/6 秒) に充分空氣を出しきらないまま、中間壓側に排除されてしまうと考えると説明出来る。

第二に油の蒸氣も含めた到達真空度に関しては油に含まれている蒸氣壓の高い成分によるか又は、ポンプの回轉中に油が分解するためかいずれかであろうと思われる。

最後にこの實驗について種々御教示を賜つた熊谷寛夫先生、並びに種々實驗の手傳いをして下さつた西川正巳君に對して厚く御禮申上げる。

回轉真空ポンプの排氣速度について

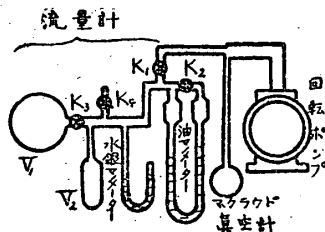
柴田英夫・山田和郎・岩永賢三

(1948年1月15日受理)

§ 1. 序 言

排氣速度は到達真空度と共に回轉ポンプの性能を表わす最も重要なものの一つである。

實際に真空容器を排氣するにはポンプと容器とを連結する導管が必要である。従つて我々はこの様な真空系についてその排氣速度を研究した。



第1圖

§ 2. 實 驗 装 置

第1圖に實驗裝置の概略を示した。

最初コック K_4 をとじてコック K_1, K_2, K_3 をあけて回轉ポンプを働かせ裝置全體を充分排氣し、次に K_1, K_2 をとち K_4 を少しあけて容器に空氣を流入してその壓力の適當な所で K_4 をとじる。

次にコック K_1 を少しあけてポンプ側へ少量の空氣を流してやる容器の壓力變化を測定するには水銀又は油マンメーターを用いる。ポンプ側への流量を加減するにはコック K_1 の開閉の度合を以つてし流量が多くて容器の壓力變化の大きいときは K_3 を開けたまま即