

超 高 圧 に 就 て (第六報)

5,000 kg/cm² 壓力の測定に就て

歸 山 亮

5,000 kg/cm² 程度を測定し得る壓力計の入手が可能であれば問題にならない。然しながら此の程度の壓力計は販賣されてゐない。従つて自ら製作せねばならぬ。それに伴ふて壓力檢定の方法を考へねばならぬ。

5,000 kg/cm² 壓力の獲得は先に述べた¹⁾如く、ピストン徑を異にする複合ピストンによつて高壓側と低壓側を平衡せしめ²⁾低壓側を Bourdon 型壓力計にて測定する。此の値にピストン比を乗じて高壓側を算定するのである。此の際問題となるは此の目的を備へた増壓機に補正を必要とすることである。此は複合ピストンの抵抗の問題である。此のピストン上部には漏洩止めの自己締附けによるゴムパッキング³⁾を使用してゐる。此のゴムパッキングは壓の上昇と共に自己壓で逐次強く締附けられる。此の結果壓の上昇に従つてピストンに漸次増大して行く抵抗を與へるものと考へられる。ピストンとシリンドラーの金屬部の摩擦は常壓に於て自重にて降下する程度である。加壓下ではその間隙は増大しても減少することはないから抵抗は問題とならない。各加壓状態に於けるピストンの抵抗を無視して低壓側の壓の測定を以て高壓側の壓を算定すると充填パッキングによつては甚だ高過ぎる値が出るのである。

パッキングの抵抗を求めるために次の如き試みを行つた。

増壓機 Fig. 1 の高壓(瓦斯側 G)及び低壓(液側 L)に夫々 Bourdon 型壓力計 M_G, M_L を取附ける。複合ピストン (A_G + A_L) の中 A_L はリスリンに浸つてゐる。A_L と A_G は二つに分斷されてゐて A_L の上に A_G が載せられてゐる。P_L はリスリン、P_A は瓦斯に対する漏洩防止であるから抵抗の程度は異なつてゐる。従つて L のリスリンの開放に當つて G が極めて低壓であれば A_G を残して A_L が自重で緩く降下する。漸次 L の壓をあげると G の壓は此に伴ふて増大し所要の壓に達する。複合ピストンが平衡位置に止まるが如き目的の壓力の前後に於て細かいピストンの上下を強制して M_L と M_G の壓力計の讀みを記録する。

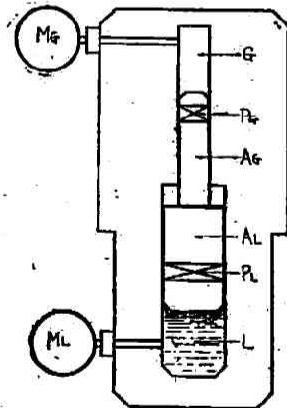


Fig. 1

Exp. 1 M_L 某計器製作所製。

最高 500 kg/cm², 一度盛 20 kg/cm²。

M_G, 同所製。

- 1) 歸山, 本誌, 本輯, 1頁。
- 2) 歸山, 本誌, 本輯, 26頁。
- 3) 歸山, 本誌, 本輯, 21頁, 38頁。

最高 $2,000 \text{ kg/cm}^2$, 一度盛 50 kg/cm^2 .

Exp. 2 M_L , Schäffer Budenberg,

最高 300 kg/cm^2 , 一度盛 1 kg/cm^2 .

M_G , 某計器製作所製.

最高 $1,000 \text{ kg/cm}^2$, 一度盛 10 kg/cm^2 .

Exp. 1 によれば使用壓力計の精密程度ではピストンパッキングの抵抗が現はれぬといふことである Fig. 2. Exp. 1 と同條件で壓力計の精密度の高いものを取り附けた結果が Exp. 2 である. Exp. 2 の結果は Fig. 3 で表はされる. 此の結果からパッキングの抵抗は瓦斯壓 800 kg 程度迄で指示壓の 1% 以下である.

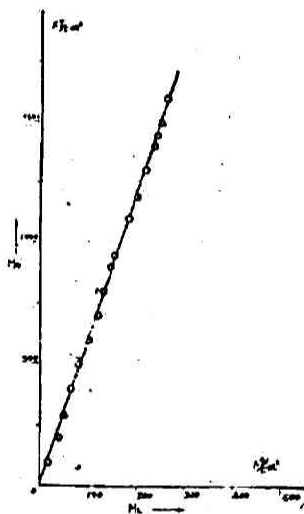


Fig. 2

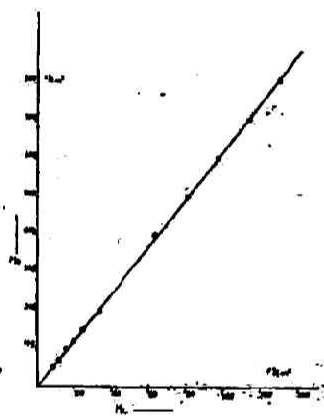


Fig. 3

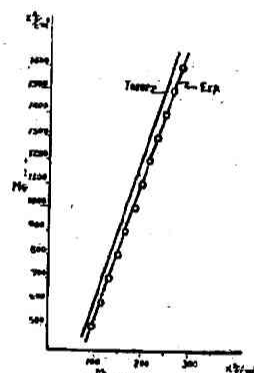


Fig. 4

抵抗は使用するゴムパッキングの性質, 枚数及びデメンションによるものであるが, 使用壓によつて可及的にデメンションを適合する大きさに切斷して使用すれば抵抗が少ないことは明瞭である.

次に相當大きさに餘裕のあるパッキングを押し込み使用した結果を Exp. 3 にあげる.

Exp. 3 M_L , Exp. 2 の M_G .

M_G , Exp. 1 の M_G .

Fig. 4 の測定値を結んだ Exp. の直線に対する, Theor. の直線はピストン比によつて M_G と M_L の関係を表はしたもので, 兩直線の開きが此の場合の各々壓のパッキングの抵抗を表はすものである. M_L の 217 kg/cm^2 に対して M_G は $1,200 \text{ kg/cm}^2$ を示す. 抵抗がなければ M_G の $1,200 \text{ kg/cm}^2$ は M_L の 197 kg/cm^2 と平衡を保つべきである. M_L によつて M_G を讀む立場から抵抗を誤差として表はせば M_G $1,400 \text{ kg/cm}^2$ で 8.5% の過大壓力を示す. 各々の瓦斯壓 (M_G の示す實壓) に対して M_L にピストン比を乗じたものとの関係を Fig. 5 に與へる. 此の表より水壓側の壓力から瓦斯側の壓力を直接讀みとることが出来る.

Fig. 5 は都合よく直線関係にあるから、最高 $2,000 \text{ kg/cm}^2$ 迄の市販壓力計を吟味⁴⁾して使用し、使用パッキングに就て Fig. 5 を描き此を延長する。斯の様に Fig. 6 が與へられ

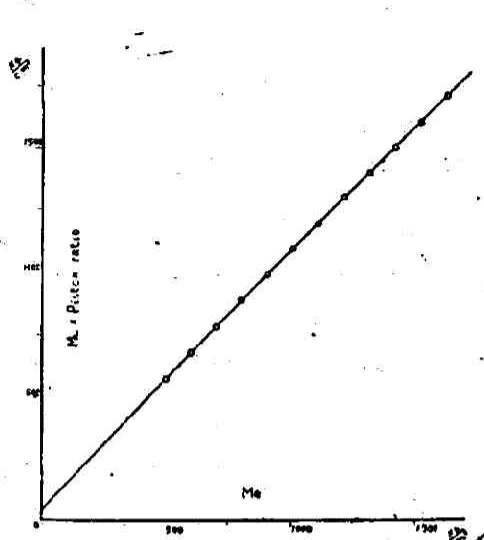


Fig. 5

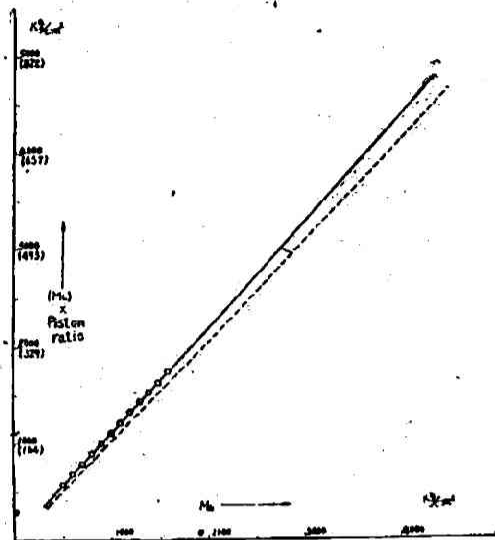


Fig. 6

る。Fig. 6 は縦軸に M_L の示す壓と M_L にピストン比を乗じたものとを表はし、横軸に M_G が示す壓をとつたものである。測定値を超えた直線部は測定値よりの延長である。此の直線部に對する M_G 側の壓は市販で得られぬものであるから M_L 側の壓力から間接に求めるのである。

Fig. 6 の點線はピストン摩擦のない場合であるから、此の表から各々の壓に對するピストンの抵抗を求めることが出来る。實驗値を延長すれば瓦斯壓零に對して縦軸を切る。此の値は圖から凡そ 30 kg/cm^2 である。今 L 側 (又は G 側) の壓をぬきピストンの緩い認め得べき動きに對する M_G (又は M_L) を Schäffer Budenberg の 100 kg/cm^2 壓力計を使用して測定した結果 27 kg/cm^2 を得た。此によつて考へるに本方法によつて $5,000 \text{ kg/cm}^2$ 測定は相當信用してよいものと考へられる。

間接に壓力を求める方法に對して Fig. 1 の M_G に $5,000 \text{ kg/cm}^2$ 壓力計の直結は望ましいことであるが、此に對してピストン比により低下せしめた壓を読む方法は結局 M_L で讀むことに戻るものである。その他電氣的乃至磁氣的な方法によつて高壓の測定が考へられるが、それ等の一、二のものに就て報告する機會がある。

Fig. 6 の延長部の信用度に就て吟味するに原理の異つた方法をとらねば意味が少ないと考へられる。此に對して壓力固定點が考へられるが、材料が少なく、また取扱に關しては不便である。

ピストンに充填するパッキングの耐久性に就て試験を重ねた結果相當期間もつものであれば、實驗室的使用程度に於ては此が抵抗を一定として上の方法で壓力を讀んでも差岡はない。何れにせよ一定容積、壓力の豫備壓縮の瓦斯を増壓機に導入すれば増壓後の壓はピストン

4) 露山、本誌、本報、38頁。

の位置を遊尺で読めば判る。瓦斯が變る時は豫め増壓機で壓縮率をピストン位置で測定すればよい。

然しながらピストンの運轉が早い場合、即ち實驗室的な瓦斯量を超える場合は準靜的に近いピストンの動きはとれぬから、瓦斯の加熱も行はれパッキングは消耗されピストンパッキングに一定の抵抗は望めなくなつて來る。此は金屬をゴムに變へても同様であつて、金屬パッキングはゴムを腐蝕する瓦斯に對して有效であるに過ぎない。

此の場合は前に述べた増壓機と同構造の小型のピストン壓力計を製作して Fig. 1 の M_0 として取附ければよい。

増壓機のピストンは長い衝程を往復し壓縮行程を續けるに反し、ピストン型壓力計は低壓側にリスリンを入れ此を Bourdon 型壓力計で讀むのであるから、此のピストンの衝程は極めて短かく取り得るから摩擦は増壓機のそれに比して問題とならぬ。

こゝに $5,000 \text{ kg/cm}^2$ を外挿した場合、壓縮の爲溫度上昇を來し、此がため誤差を伴はぬかと云ふことである。増壓機は使用瓦斯量と比較して熱容量は極めて大きい。又實際實施操作に就ては壓縮速度が緩いため溫度の上昇は伴ひ難いと考へられる。筆者は $5,000 \text{ kg/cm}^2$ を定めるには $5,500 \sim 6,000 \text{ kg/cm}^2$ 迄壓縮を行つた。此の状態で暫くおき、又緩いピストンの降下を強制して $5,000 \text{ kg/cm}^2$ を挟んで往復測定してその差を遊尺の讀みで $1/100 \text{ cm}$ を超えぬ事を認めた。即ち實施したピストン運轉速度では壓の上昇降下に對する瓦斯溫度の上昇降下はないと云はねばならぬ。摩擦面に於ける溫度上昇はピストンの上下共行はれる筈である。此の場合發熱面は接觸金屬面であるから熱容量の大きな面上の溫度の變化であつて、影響が小さいと考へられる。此に對しては或る程度の壓縮速度の緩急及び停止時間を変へて溫度變化なしと考へて差岡なき壓縮條件を見出した。斯の如き條件での運轉は相當期間パッキングの抵抗檢定を行はず、水壓側の Bourdon 型壓力計で瓦斯の測定が行はれ、また水壓側壓力計の檢定を要せぬ實施期間を延長さすものである。

瓦斯に對するピストンのパッキング材質のゴムの種類、枚數、形狀、大きさを變へること、及びリスリンに對するピストンパッキングはファイバーを混用し同様な試みを行つた。その結果、各々のパッキングの組合せによつてピストンの抵抗を測定して Fig. 4, 5, 6 に相當する多くの實驗結果が得られた。然しながらパッキング材質である人造、天然のゴム、ファイバーに就て機械的な値がわからぬから、こゝに系統的な報告を行ひ得ない。

報告を終るに當り、御鞭達と御指導を賜りたる堀場教授に厚き感謝の意を表す。

本研究費の一部は文部省科學研究費並に日本學術振興會の御援助によつた。茲に厚き感謝の意を表す。

京都帝國大學理學部化學教室

物 理 化 學 研 究 室

(昭和19年11月15日受理)

ULTRA PRESSURE.

VI. The Measurement of 5,000 kg/cm² Gas Pressure.

By RYŌ KIYAMA.

(Abstract)

The method of measuring 5,000 kg/cm² by means of the intensifier reported previously is examined. For this method a direct gauge for 5,000 kg/cm² is unnecessary.

It is enough for us to measure the pressure of the glycerine-side by means of a fine Bourdon gauge. The multiplication of the value thus obtained by the piston ratio gives the gas-side pressure. In this case, the piston resistance should be examined. The higher the pressure becomes, the greater is the piston resistance; and the relation between them should be known.

By the two methods, i. e. that mentioned in Report V and that by free piston, 300, 1,000 and 2,000 kg/cm² gauges were respectively corrected. Three sets of gauges, viz. 300 kg/cm² and 1,000 kg/cm² gauge, 300 kg/cm² and 2,000 kg/cm² gauge, and 1,000 kg/cm² and 2,000 kg/cm² gauge, were connected with the intensifier, and three series of measurements were performed. In the measurement, the low pressure gauge was always connected with the glycerine-side, and the high pressure gauge with the gas-side.

In these measurement, by plotting the value obtained by multiplying the pressure of low pressure gauge by the piston ratio against the pressure of high pressure gauge, a straight line was obtained.

When the gas-side gauge shows zero, the value of glycerine-side pressure multiplied by the piston ratio intercepted by the straight line expresses the piston resistance in atmospheric pressure. This value of the piston resistance is experimentally obtainable. This extrapolated value agrees well with the experimental value.

Supposing that the above straight line is extrapolated for the high pressure portion, the gas-side pressure of ultra-compression is measured from liquid-side pressure.

The extrapolation of the high pressure side will be further compared with that of the gauge by another principle.

*The Department of Physical Chemistry,
Chemical Institute, Kyoto Imperial University.*

(Nov. 15, 1944)