

## ピストンリング圧力測定の一工夫

柳 沢 延 房

## 前 書

ピストンリングの気筒壁に及ぼす圧力に就いての理論的研究も、実験的研究も今まで内外多くの先輩によつてなされている。理想的ピストンリングを製作することは物理的、化学的両方面から研究を進めねばならないが、出来上つた製品のの一つ一つが気筒中で一樣な圧力を及ぼすと共に圧力の大きさも適切でなければならない。現在技術的にも理論的にも非常に進歩して、しかも市販されるまでには現場で相当厳選されるのであつて出来上るまでには非常な手数を要する。そして出来上つた品は理論上理想であるべき筈であつても、半分もそれ以上も不合格品となるのである。その物理的試験丈に就いて考えると製品一つ一つの圧力の問題を精細に吟味する時間的余裕がなく、精々気筒壁に密着するかどうかの程度である。結局一樣の圧力がしかも適当な大きさで気筒壁に及ぶかどうかまでは一々手が廻らないのが現場の状況である。

水晶を使つてピエゾ電気を利用した測定機が着想上極めて優れている反面、その性能のいゝだけ、濕氣、電磁気感応の影響、電位計の調整等取扱上、保存上の注意も容易でない。

ピストンリング圧力の測定に當つて最も大きな誤差を生ずる原因の一つは、試験中ピストンリングの微かな移動にも、支持物と接触する部分に誘起する摩擦力であつて、この点水晶は圧力による変位がなくその圧電作用を利用した上記の測定機は摩擦の影響が巧みに取除かれる。筆者は実験中ピストンリング支持部分の微かな移動は許しても、その摩擦を最小限に止めるよう工夫したのである。

一、二工場を見学して、ピストンリングの圧力測定が時間的に容易にしかも正確に得られないのかと考へているものであるが、以下述べようとする測定機も以上のねらいからは遙かに遠いのである。只こんな風に考を進めていつたつともつといゝ工夫が得られないのか諸賢の御教示を得度いため拙い実験を取て発表する次第である。

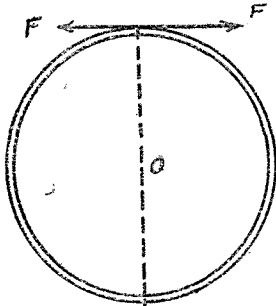
## 実 験

製作されたピストンリングが気筒中で一樣な圧力を気筒壁に及ぼすかどうかは容易に解る。即ち第1図のようにピストンリングの割目の両端を細針金を結んで外形に切線方向に割目が縮まるように引張り、その力が $F$ であつたとして最後にピストンリングが気筒内径に等しい直径を持つた真円になるならば、このピストンリングは気筒中で一樣な圧力を気筒壁に與え、その圧力の大きさは次の式で與えられる。

$$\text{即ち } P = \frac{F}{eR}$$

こゝで $e$ はピストンリングの軸方向の厚さ、 $R$ は気筒の内半径、 $F$ は上述の張力である。

そこで気筒中で気筒壁に一樣な圧力を與えるようなピストンリングは以上の実験で張力



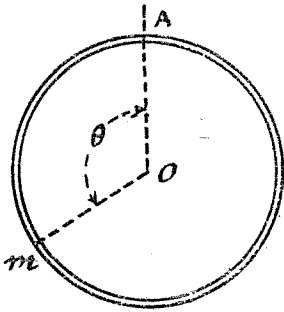
第 1 図

$F$  を求めると、圧力の大きさは  $P = \frac{F}{eR}$  である。

ところが実際は厳密には以上の条件を満足するようなピストンリングでないのが一般であつて、従つて以上の実験から張力  $F$  を求めても、それから直ちに圧力  $P$  を求めることが出来ないのである。

ピストンリングが気筒から取り出されたまゝの自由形は、之が理想的ピストンリングであるならば次の式で與えられる。

$$\text{即ち } \frac{1}{\rho} = \frac{1}{R - \frac{t}{2}} - \frac{24R^2P}{t^3E} \sin^2 \frac{\theta}{2}$$



第 2 図

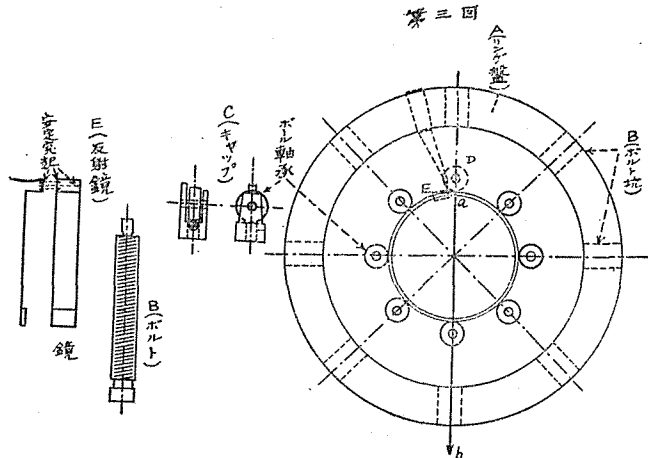
こゝで第 2 図から  $\rho$  はピストンリング上の任意点  $m$  の曲率半径、 $\theta$  は  $m$  点と割目  $A$  とが中心  $O$  に於てなす角、 $E$  はヤング率、 $t$  はピストンリングの半径方向の厚さ。

そこで気筒壁に対し一定の圧力  $P$  を與えるピストンリングの自由形は完全に定まる。

この理論的自由形と市販のピストンリング自由形とがどの程度相異しているかを本校工専機械科卒業生（昭和二十四年度）町田、浦田、野口の三君が実験し昭和二十三年全国工専学生科学聯盟の発表会で発表している。その結果を見ると理想形と相当異つている。

そこで筆者は次に述べるようなピストンリング圧力測定機の試作を思い立つたのであるが前書で述べたように完成までには多くの思索と工夫と御教示を必要とする。

第 3 図に於てリング盤  $A$  に 8 本のボルト  $B$  をリング盤  $A$  の中心に向つてとおし、ボルトの頂点にボールベアリングを備えたキャップ  $C$  を取りつけ、ボールベアリングを 8 支点と



して気筒壁に代用させ、それに試験片を挿入するのである。8 支点の位置が気筒内径を直径とした一円周上にあるよう調整した上ピストンリングを挿入し、次に支点の一つ例えば  $D$  を取り去つて、その代わりに糸  $ab$  をリングに掛け  $b$  の方向に引いて元の位置に戻す時の糸の張力を読み取る方法である。この際ピストンリング上に取り付けた反射鏡  $E$  で光源よりの光を反射させ直立上にその像を映し、像が元位置に来た時の糸の張力を読み取る。かくして逐次ピストンリングを廻転しつゝ以上の測定を繰り返すのである。

方法は以上のものであるが、測定操作が煩雑で現在第 2 回目の試作機で曲りなりにも圧力が測定出来る迄に至つた。経験を生じつゝ今後第 3、第 4 の試作をし容易に測定し得るものにしたい。

第 2 試作機による測定値は次の第 1 表である。

第 1 表 (単位  $Kg$ )

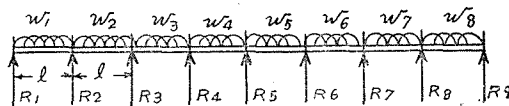
試験 リング	$R_1 + R_9$	$R_2$	$R_3$	$R_4$	$R_5$	$R_6$	$R_7$	$R_8$	$-e$ (mm)	$t$ (mm)	$2r$ (mm)
No. 1	1.30	1.20	1.90	1.05	1.95	1.20	0.90	1.65	3.94	3.35	85.4
No. 2	1.00	0.85	1.10	1.40	2.05	1.35	1.00	0.80	3.94	3.35	85.4
No. 3	0.60	0.55	1.20	0.20	0.50	0.75	1.00	0.85	3.48	3.27	91.6
No. 4	0.90	0.90	0.95	1.40	1.45	1.00	1.35	1.30	3.48	3.27	91.6

表中  $R_1, R_2, \dots, R_9$  は各支点の反力、特に  $R_1$  と  $R_9$  はピストンリング割目両端の支点反力で測定の際同時に行つたものである。 $2r$  は気筒の内径、 $e, t$  は夫々ピストンリングの軸方向及び半径方向の厚さである。そしてこの表の  $R_1, R_2, \dots$  等をピストンリングと気筒壁との接触円周の 8 分の 1 の圧力に等しいと仮に定めると次の第 2 表のようになる。

第 2 表 (単位  $g$ )

試験リング	$P_1 + P_9$	$P_2$	$P_3$	$P_4$	$P_5$	$P_6$	$P_7$	$P_8$
No. 1	9.84	9.09	14.38	7.95	14.76	9.09	6.81	12.49
No. 2	7.57	6.43	8.33	10.60	15.52	10.22	7.57	6.06
No. 3	4.80	4.40	9.59	1.60	4.00	6.00	7.99	6.79
No. 4	7.19	7.19	7.59	11.19	11.59	7.99	10.79	10.39

上述のように第 1 表の支点圧力  $R_1, R_2, \dots$  等を夫々様にピストンリングと気筒との接触円周の 8 分の 1 の圧力を表わすものとして  $P_1, P_2, \dots$  等を求めたのである。正確にはピストンリングを一つの連続梁と考へて取扱うべきである。第 2 表はその点手数を省き近似値としたのである。第 4 図は各支点間に於て夫々様な荷重  $w_1, w_2, \dots, w_8$  を想像して各支点反力を求めて見た。但し  $l$  は各支点間の長さ、 $w_1, w_2, \dots$  は単位長さ当りの荷重とする。



第 4 図

$$\begin{aligned}
 R_1 &= \frac{l}{43,456} (18,817w_1 - 2,131w_2 + 571w_3 - 153w_4 + 41w_5 - 11w_6 + 3w_7 - w_8) \\
 R_2 &= \frac{l}{43,456} (28,330w_1 + 23,650w_2 - 3,426w_3 + 918w_4 - 246w_5 + 66w_6 - 18w_7 + 6w_8) \\
 R_3 &= \frac{l}{43,456} (-4,680w_1 + 24,904w_2 + 24,568w_3 - 3,672w_4 + 984w_5 - 264w_6 + 72w_7 \\
 &\quad \vdots \\
 &\quad -24w_8) \\
 R_9 &= \frac{l}{43,456} (-w_1 + 3w_2 - 11w_3 + 41w_4 - 153w_5 + 571w_6 - 2,131w_7 + 18,817w_8)
 \end{aligned}$$

仮りに  $w = w_1 = w_2 = w_3 = \dots = w_8$  と置くと、上式は次のようになる。

$$\begin{aligned}
 R_1 &= \frac{1071}{2716} wl = \frac{1071}{2716} P_1 \cdot e \cdot l \\
 R_2 &= \frac{3080}{2716} wl = \frac{3080}{2716} P_2 \cdot e \cdot l \\
 R_3 &= \frac{2618}{2716} wl = \frac{2618}{2716} P_3 \cdot e \cdot l \\
 &\quad \vdots \\
 R_9 &= \frac{1071}{2716} wl = \frac{1071}{2716} P_9 \cdot e \cdot l
 \end{aligned}$$

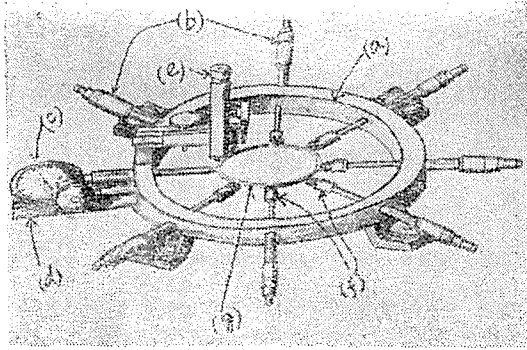
こゝに  $e$  はピストンリングの軸方向の厚さである。よつて

$$\begin{aligned}
 \frac{P_1 + P_9}{2} &\doteq \frac{R_1 + R_9}{el} \times 1.27 \doteq 1.3 \cdot \frac{R_1 + R_9}{el} \\
 P_2 &\doteq \frac{R_2}{el} \times 0.89 \doteq 0.9 \cdot \frac{R_2}{el} \\
 P_3 &\doteq \frac{R_3}{el} \times 1.04 \doteq 1 \cdot \frac{R_3}{el} \\
 P_4 &\doteq \frac{R_4}{el} \times 0.98 = 1 \cdot \frac{R_4}{el} \\
 P_5 &\doteq \frac{R_5}{el} \times 1 \doteq 1 \cdot \frac{R_5}{el} \\
 &\quad \vdots
 \end{aligned}$$

上のように考えて  $P$  と  $R$  との関係を求めても、上式を吟味することによつて許されるべき誤差範囲である。そこで上述の試験方法がもつと時間的に容易に実行出来るならばと考え、更に第3試案に着手したのである。

第5図に於て円形基盤( $a$ )の円周に添い、等角度四十五度置きにマイクロメーターを基盤の中心に向つて装置し、マイクロメーターネジの先端の支点は前同様ボールベアリング附キャップ( $f$ )を有し、マイクロメーターの目盛りは八つの支点で決定される気筒直径を直接読み取るように目盛つて置く。初め測定せんとするピストンリングの気筒内径をマイクロメーター目盛りで決定した後、試験片( $g$ )を挿入、顕微鏡( $e$ )を移動して、試験片の外縁を顕微鏡のヘーヤラインに合せる。かくした後マイクロメーターの一支点を取り去つて示圧計( $c$ )に置き換え、その先端支点にて試験片を元の位置に戻す迄、顕微鏡をのぞきながら示圧計ガイドに取り付けた送りネジを廻してその時の圧力を読み取る。

かくして順次試験片を四十五度宛廻転して、各点の圧力  $R$  を読み取り、上述の係数を乗じて直ちに圧力の強さ  $P$  を知ることが出来る。



第 5 図

本機の目的とする点はその実用価値にあるのであつて、従来の圧電作用による試験機の湿度、電磁気感応の影響、電位計の調整気筒ゲージの製作努力等を除き、本機の欠点と考えられる、支点の摩擦の影響を最小限に止めようとしたのである。今後更に種々の点に工夫をこらし、実用価値の向上を計り度い。読者各位の御叱正を乞う次第である。

尙第1. 第2試作機の設計製作に当つては本学部内民生科学研究所の援助を得たことに対して衷心謝意を表します。

## 参 考 文 献

- |        |   |         |          |      |
|--------|---|---------|----------|------|
| 井口在屋   | : | 機械学会    | 24, 24,  | 1921 |
| 愛知敬一   | : | 同       | 25, 51,  | 1922 |
| 大河内正敏  | : | 同       | 30, 205, | 1927 |
| 海老原敬吉  | : | 同       |          |      |
| BENNET | : | V. D. I | 15, 3,   | 1924 |