

## 自動車用機関の吸気弁の流量係数 (定常流実験)

Coefficient of Automobile Intake Valve at Steady flow

金 栄 吉

1. 緒言 吸気弁の平均流量係数を 1.5l 4 シリンダの自動車ガソリン機関を用いて測定し、あわせて従来のデータとの比較検討を試みた。

2. 流量係数 任意の弁リフトのときの流量係数  $C$  は

$$C = \frac{G_a}{G_{th}} \quad \dots \dots \dots (1)$$

として定義される。

ここで

$$G_{th} = A_{v2} \sqrt{\frac{2g(\kappa/\kappa-1)P_{v1}\gamma_{v1}[(P_{v2}/P_{v1})^{2/\kappa} - (P_{v2}/P_{v1})^{\kappa+1/\kappa}]}{1 - (A_{v2}/A_{v1})^2(P_{v2}/P_{v1})^{2/\kappa}}}$$

$G_a$  = 実際弁を流れる空気量 (kg/s)  $P_{v1}$ ,  $P_{v2}$  = 弁前, 後の絶対圧力  $\text{kg/m}^2$   $A_{v1}$ ,  $A_{v2}$  = 弁前, 後の開口断面積  $\text{m}^2$   $\gamma_{v1}$  = 弁を通る前の空気の比重量 ( $\text{kg/m}^3$ )  $\kappa$  = 空気の比熱比 1.4  $g$  = 重力の加速度 ( $9.8 \text{ m/s}^2$ )

また実用流量係数  $C_0$  をつぎのように定義する。

$$C_0 = \frac{G_a}{G_{th0}} \quad \dots \dots \dots (2)$$

ここで

$$G_{th0} = \frac{A}{A_{v2}} G_{th} \quad (\text{kg/s})$$

$A$  = 弁の公称開口断面積 ( $\text{m}^2$ )

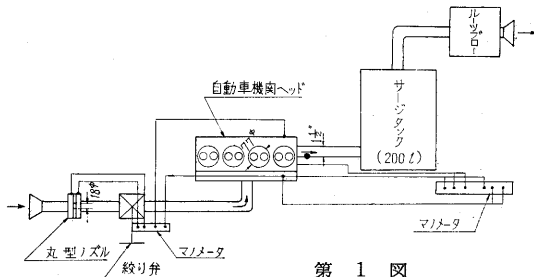
しかして吸気弁が開き始めてから閉じるまでの平均流量係数  $C_{ms}$  は次式によって求められる。

$$C_{ms} = \frac{1}{A(\theta_c - \theta_0)} \int_{\theta_0}^{\theta_c} C(\theta) A_{v2}(\theta) d\theta \quad \dots \dots \dots (3)$$

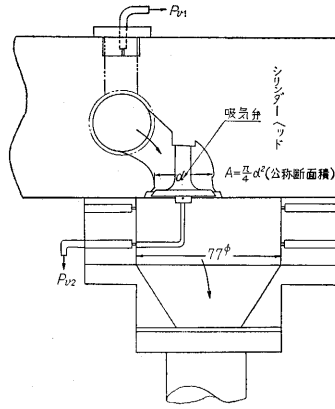
$C(\theta)$  = クランク角度  $\theta^\circ$  における流量係数  $\theta_0$  = 吸気弁の開く角度  $\theta_c$  = 吸気弁の閉じる角度  $C(\theta)$  の代わりに  $C_0(\theta)$  を用いると (3) 式はさらに簡易化される。

$$C_{ms} = \frac{1}{\theta_c - \theta_0} \int_{\theta_0}^{\theta_c} C_0(\theta) d\theta \quad \dots \dots \dots (4)$$

3. 実験装置 実験装置の概略を第 1 図に示す。この場合出口側圧力の測定法が問題になるが、種々試みた結果、第 2 図に示す測定法を用いることにした。空気量測定には 18 $\phi$  丸型ノズルを用い、弁リフトの測定にはダイ



第 1 図



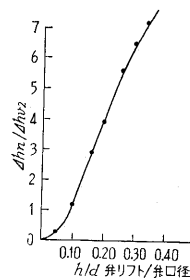
第 2 図

ヤルゲージを用いた。弁準にはグリスを十分ぬり、ここからの空気もれを防いだ。

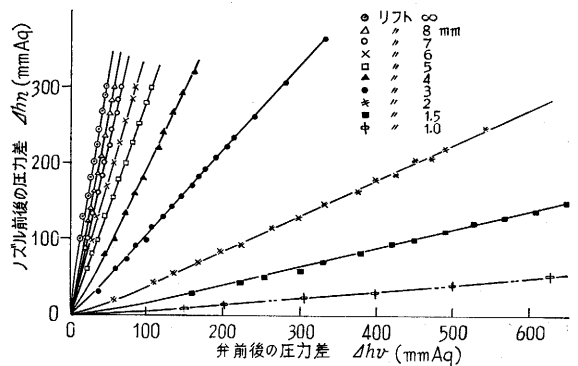
4. 実験結果および考察  $G_{th0}$ ,  $G_a$  は第 1 近似として  $G_a = C_n A_n \gamma \sqrt{2g \Delta h_n}$ ,  $G_{th0} = A \gamma \sqrt{2g \Delta h_v}$  ( $\Delta h_n$ ,  $\Delta h_v$  はノズル, 弁前後の圧力差 ( $\text{mmAq}$ ),  $C_n A_n$  は

ノズルの流量係数, 開口面積) と表わせるから,  $C_0 = \sqrt{\Delta h_n / \Delta h_v} \cdot A_n / A \cdot C_n$  となる。横軸に  $\Delta h_v$ , 縦軸に  $\Delta h_n$  をとると, リフトについて測定結果は第 3 図に示されるようにはほぼ比例関係となる。3 図の  $\Delta h_n / \Delta h_v$  の値を弁リフトを横軸にしてプロットすると第 4 図が得られる。この図から  $C_0$  はリフトによって変わることがわかる。

(1) 圧力差と空気流量 第 5 図は弁前後の圧力差  $\Delta h_v$  mmHg と空気流量  $G_a$  kg/s の関係を各リフトについて表わしたものである。この関係はほぼ  $\tan \theta = .54$  の直線となる。もっと圧力差の大きい範囲までデータを取りたいところであるが、装置の関係でできなかった。一般に  $\tan \theta$  の値は .50 と考えられているが、厳密には弁前後の圧力差すなわち空気の圧縮性によって変化し、また前後の圧力差を

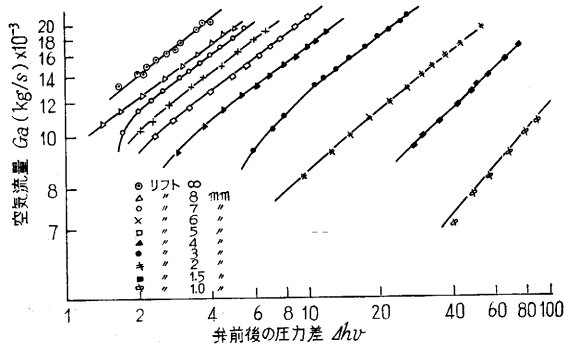


第 4 図

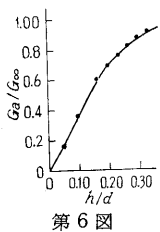


第 3 図

研 究 速 報



第 5 図



第 6 図

どこで測定するか測定位置によっても変わる。

180<sup>0</sup> の鉄パイプに外径 80φ の弁を用いた実験では .44 .47 という値が報告されている。弁リフトと空気流の関係性を圧力差をパラメータにして無次元表示したのが第 6 図である。

$h/d=0.03\sim 0.133$  の範囲内では  $\tan\theta=.406$  の直線であるが以後この関係は失われる。

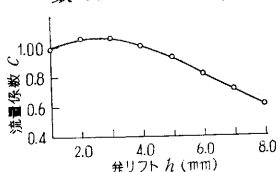
(2)  $Re$  数との関係 弁座を通る流れについては  $Re$  数は次式で与えられる。

$$Re = \frac{vd}{\nu} = \frac{4}{\mu g} \cdot \frac{Ga}{\pi(2D+h)} = k \cdot \frac{Ga}{2D+h} \dots (5)$$

$D$ : 流路の水力半径 (mm)  $k=7.01 \times 10^4$

$h$ : 弁リフト (mm)

(5) 式で計算される  $Re$  数と (1) 式で求めた  $C$  との関係性を第 7 図に (記号は前図と共通) 示す。  $1.2 \times 10^4$  以上の  $Re$  数では  $C$  は  $Re$  数に無関係になる。

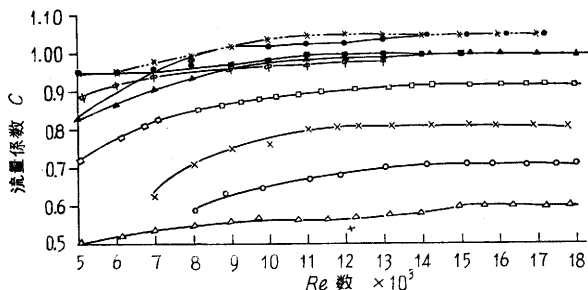


第 8 図

(3) 流量係数  $C$

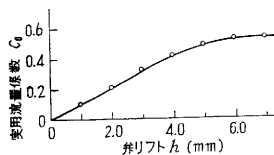
第 7 図を弁リフトについて整理すると第 8 図になる。  $C$  の値は  $h=2\sim 3$  mm において、  $C_{max}=1.05$  となり以後

後リフトの増大とともに減少している。  $h=1\sim 2$  mm の



第 7 図

$C$  の減少は、流体の摩擦により  $h=3$  mm 以後の減少は縮流現象によるものと考えられる。  $C$  の値が 1.00 以上になることに関しては、開口面積のとり方と圧力測定位置によるものであろう。

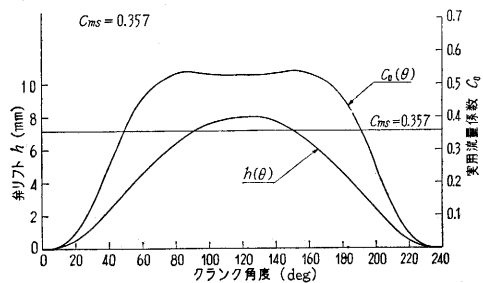


第 9 図

(4) 実用流量係数  $C_0$  (2) 式で計算された結果を第 9 図に示す。  $h=7$  mm.  $C_{0max}=.538$  を生じ以後減少する。これは 7 mm 以後は

開口面積が実質的にはあまり増加しないにもかかわらず縮流が著しく進むからである。

(5) 平均流量係数  $C_{ms}$  クランク角度について弁のリフトを測定し各リフトについて、  $C_0$  を同一グラフ上にプロットすると  $\theta-C_0$  曲線が得られる。この曲線を  $\theta_0$  から  $\theta_e$  まで図式積分して  $\theta_e-\theta_0$  で割ると  $C_{ms}$  が求められる。この結果を第 10 図に示す。この実験に



第 10 図

用いた機関ヘッドと吸気弁の平均流量係数は 0.357 であった。この値に対し文献 1) の  $C_{ms}$  は 0.322 であり、文献 3) の  $C_{ms}$  は 0.4 に近い値と思われる。文献 4) によれば小型高速機関の値は 0.3 未満である。これらの値がいろいろ異なるのは測定条件が違うためであり、定常流か非定常流か、また弁前後の圧力差の大きさ、弁の形状、ポートの形式、カムの形等が直接影響する。文献 2) の弁は外径 2 インチを有する航空機関用のものであり、測定に使われた弁は外径 34<sup>φ</sup> の自動車機関用のものである。

5. 結語 今回自動車機関用吸気弁の平均流量係数は 0.357 という結果を得た。この値は弁前後の圧力差の小さい定常流における結果であり、今後弁前後の圧力差の大きい場合また非定常流の場合につき各種各様の機関を用いて測定する必要がある。(1962 年 11 月 12 日受理)

文 献

- 1) 田中敬吉:「発動機の吸気弁の形と其の流入量について」機械学会誌 Aug. 1928.
- 2) J, D Stanitz: NACA TN, No. 1035
- 3) C, F TAYLOR: "Internal Combustion Engine" p 173
- 4) C, D Waldron: NACA TN No. 701
- 5) 内燃機関ヘッドブック: p 137
- 6) 蓮尾論吉:「丸型ノズルによる空気流量の簡易算出について」中島研究報告,