

# クランク室圧縮形二サイクル機関の掃気

(ピストン弁形吸気孔開閉時期が給気比におよぼす影響について)

田中義弘・浜崎和則・石神重男

(受理 昭和50年5月31日)

## SCAVENGING OF CRANKCASE COMPRESSION TYPE TWO STROKE CYCLE ENGINE

(Effect of Piston Valve Type Inlet Port Timing on the Delivery Ratio)

Yoshihiro TANAKA, Kazunori HAMASAKI and Shigeo ISHIGAMI

Using the motor driven crankcase compression type two stroke cycle engine that has a piston valve type inlet port, the influence of inlet timing on the delivery ratio were studied. Consequently, it became clear that:

- (1) Concerning the various inlet port area, the longer the inlet port opening hour is, the smaller the delivery ratio is. When the inlet port opening hour is short, the more increase the inlet port area ratio  $F_{10}/F_{142}$  is, the larger the delivery ratio is.
- (2) When the inlet port area and the engine speed are constant, delivery ratio of the various inlet port opening time goes down linearly with the increase of time ratio  $t_0/t_{52}$  about the inlet port timing.
- (3) When the inlet port opening area and hour are constant, it is considered that delivery ratio is nearly constant. When the inlet port opening hour is short, delivery ratio is nearly constant and when it is long, delivery ratio becomes smaller and smaller.

### 1. ま え が き

クランク室圧縮形二サイクル機関の給気比におよぼす諸影響の研究については多くの研究<sup>1)2)3)4)</sup>がなされているが、特に吸気孔開閉時期の影響についての研究は少ない。本研究はピストン弁によつて吸気・掃気・排気孔を開閉するクランク室圧縮形二サイクル機関を電動機駆動し、掃気・排気孔の開閉時期は供試機関のままとし、主として吸気孔開閉時期のみを変化させ、回転数と吸気孔の開閉時期が給気比におよぼす影響を実験的に検討した。このさいシリンダヘッドを取り付けた場合とシリンダヘッドを取り外して大気開放した場合について検討した。

### 2. 実験装置および方法

実験装置の概略を図1に示す。本研究においては極力吸・排気管系の影響を除くために吸気管はサージ

表1 供試機関諸元

シリンダ内径×行程	52 mm×100 mm
行程容積	567 cc
掃気方式	クランク室圧縮形 シュニーレ方式
クランク室容積	2260 cc
クランク室圧縮比	1.33
掃気孔開閉時期	下死点前後 57°
排気孔開閉時期	下死点前後 71°
吸気孔開閉時期	上死点前後 52°

タンクIIと機関との結合を考慮して最小限度の長さにとどめ、排気管は取除いた状態で実験した。供試機関の諸元を表1に示す。実験した吸気孔開閉時期は42°, 44°, 46°, 48°, 50°, 52°, 54°, 56°, 58°, 60°、

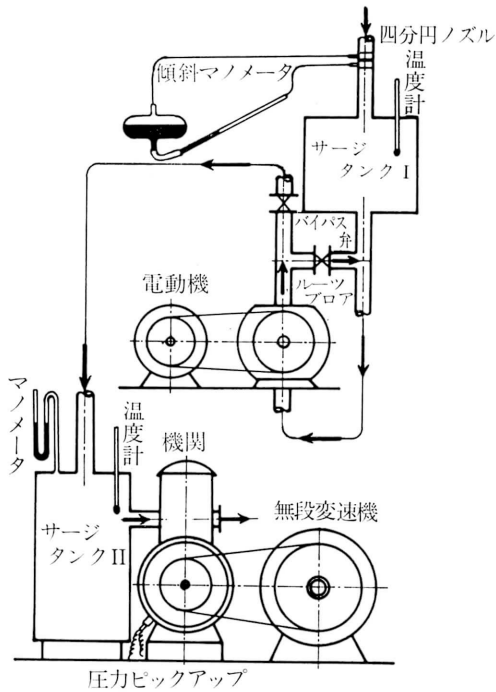


図1 装置全体図

70°, 80°, 90° の13種類で I<sub>42</sub>, I<sub>44</sub>, I<sub>46</sub>, I<sub>48</sub>, I<sub>50</sub>, I<sub>52</sub>, I<sub>54</sub>, I<sub>56</sub>, I<sub>58</sub>, I<sub>60</sub>, I<sub>70</sub>, I<sub>80</sub>, I<sub>90</sub> の記号であらわす。ただし掃・排気孔開閉時期は全吸気孔開閉時期について全て同じである。装置の都合で I<sub>52</sub>~I<sub>90</sub> までの8種類については吸気孔面積は同じであるが吸気孔開閉時期が変化している。I<sub>52</sub>~I<sub>42</sub> までの6種類について

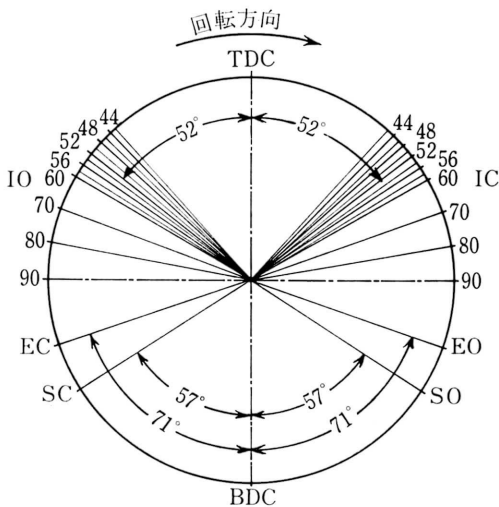


図2 吸気孔開閉時期線図

ては吸気孔面積ならびに吸気孔開閉時期も変化する。吸気孔の開閉時期を図2にしめす。また吸気孔面積とクランク角度との関係を図3にしめす。吸気孔直前のサージタンクII内の圧力はルーツブロウとバイパス弁の調節により常に大気圧に保ち、大気吸入状態として実験した。機関の回転数は無段変速モータにより800~2500 rpm までを50 rpm 毎に変化させて測定した。吸気量測定には四分円ノズルを使用した。

使用した記号は  $K$  : 給気比,  $N$  : 毎分の回転数 (rpm),  $IO$  : 吸気孔開,  $IC$  : 吸気孔閉,  $SO$  : 掃気孔開,  $SC$  : 掃気孔閉,  $\theta$  : 吸気孔開閉時期,  $F_i$  : 吸気孔角度面積 (deg·cm<sup>2</sup>),  $F_f$  : 相当角度面積 (deg·cm<sup>2</sup>),  $F_s$  : 掃気孔角度面積 (deg·cm<sup>2</sup>),  $F_e$  : 排気孔角度面積 (deg·cm<sup>2</sup>),  $R_i$  : 吸気孔角度面積比とすると

$$R_i = F_i / F_f$$

$$\text{ただし } \frac{2}{(F_f)^2} = \frac{1}{(F_s)^2} + \frac{1}{(F_e)^2}$$

(シリンダヘッド有の場合)

$$F_f = \sqrt{2} \cdot F_s \text{ (シリンダヘッド無の場合)}$$

本実験においては  $F_s = 1118.4$  (deg·cm<sup>2</sup>)

$$F_e = 1331.6 \text{ (deg·cm}^2)$$

供試機関の吸気孔, 掃気孔, 排気孔の形状と寸法を図4にしめす。

### 3. 実験結果および考察

#### 1) 回転数 ( $N$ ) と給気比 ( $K$ ) について

吸気孔開閉時期をパラメータとして回転数に対する給気比の変化をとつたのが図5(a), (b)である。(a)はヘッド有の場合, (b)はヘッド無の場合であ

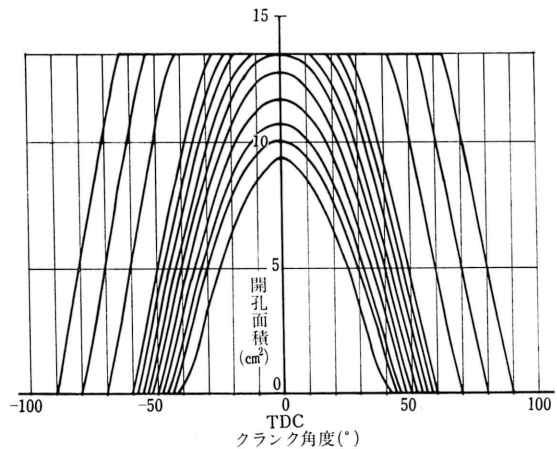


図3 吸気孔開孔面積クランク角度線図

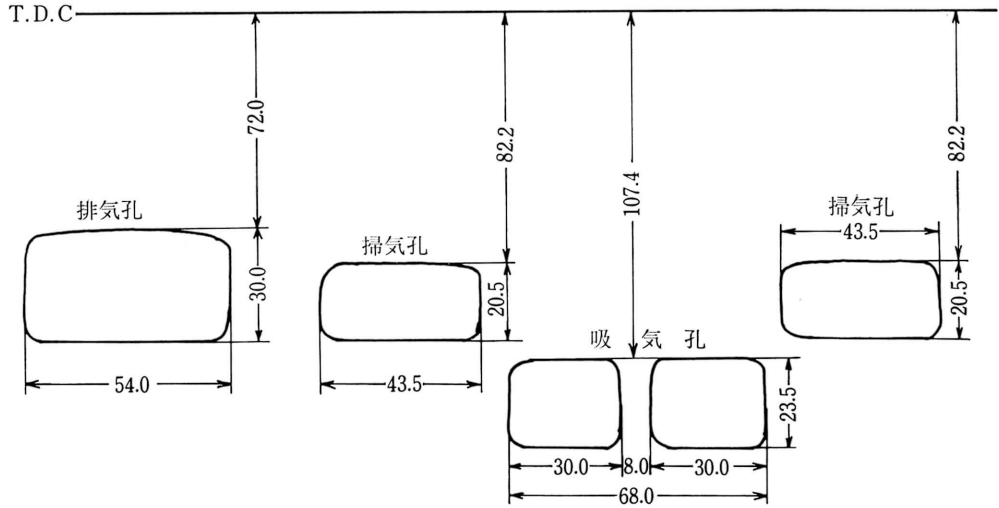


図 4 各孔の形状展開図

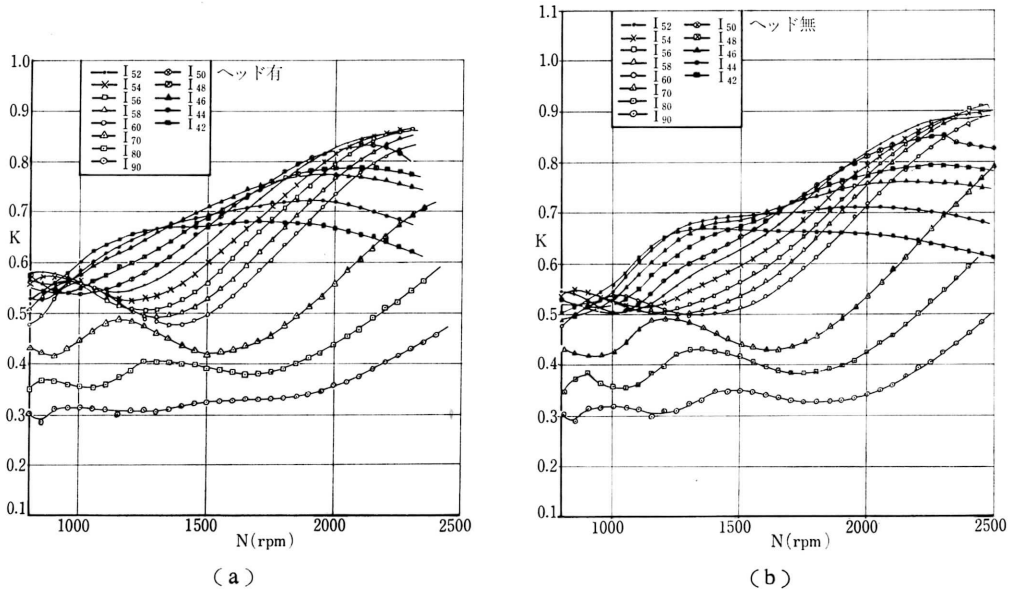


図 5 給気比と回転数の関係

る。吸気孔開閉時期の小さい  $I_{42}$  から  $I_{46}$  までは給気比の値は回転数の増加につれてなだらかに増加し、低速域に山ができる。吸気孔開閉時期が次第に大きくなって  $I_{48} \sim I_{70}$  では 800~1200 rpm に給気比の小さな山ができ、以後谷になって後なだらかに増加し高速域の山にいたる傾向をしめす。低速域での給気比の小さな山は吸気孔の開閉時期が大きくなるにつれて低くなり、かつ高速域の方に移動する。また給気比の最大値

( $K_{max}$ ) を与える回転数は吸気孔開閉時期が大きくなるにつれて高速域に移り、 $K_{max}$  の最高値は  $I_{56}$  の場合で、吸気孔開閉時期がこれ以上大きくなっても次第に小さくなる。次にシリンダヘッドの有無について比較すると吸気孔開閉時期が同じならば  $K-N$  曲線の変化の傾向はほとんど同じであるが、ヘッドの無い方が  $K_{max}$  の値は大きく、 $K_{max}$  を与える回転数は高速域に移る。 $K-N$  曲線の  $K_{max}$  の包絡線を図 6 にし

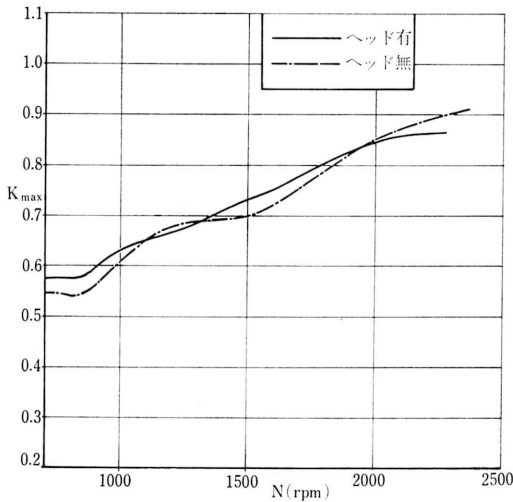


図6 回転数に対する  $K_{max}$  の包絡線

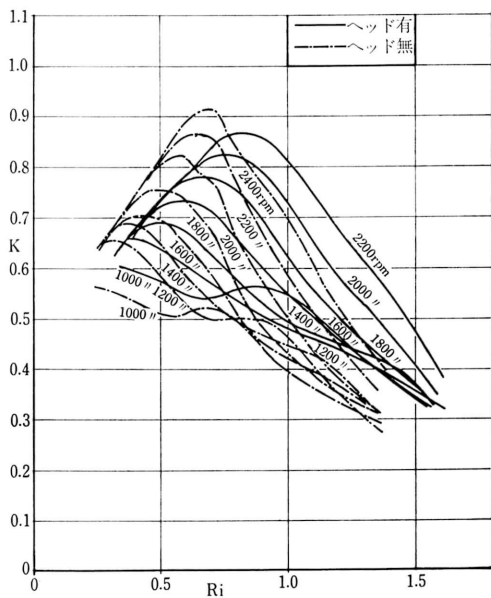


図7 給気比と吸気孔角度面積比の関係

めず、ヘッド無の場合の掃気はシリンダ内の圧力は  
 大気開放であるので一般にヘッド有の方が掃気流入抵抗  
 が大きいと考えられ  $K_{max}$  は小さくなる、しかし中  
 速域 (1500~2000 rpm) ではヘッド有の方が給気比  
 が大きい、これはクランク室内指圧線図の傾向からみ  
 て、クランク室、掃気通路、シリンダ、排気管という管  
 系の慣性および脈動効果が有効に作用し、掃気期間中  
 シリンダ内圧は大気開放の場合より低くなり  $K_{max}$  は  
 大きくなるものと考えられる。2000 rpm 以上になる

とヘッド有の方が  $K_{max}$  の値は小さくなる。また吸気  
 孔開閉時期が極端に大き化した  $I_{70}$ 、 $I_{80}$ 、 $I_{90}$  におい  
 ては、開孔時間の増大による逆流の影響も大きい、一  
 方クランク室圧縮比も低下するための圧力波形全体も  
 小さくなり、給気比は非常に小さくなる。

2) 吸気孔角度面積比 ( $R_i$ ) と給気比 ( $K$ ) に  
 ついて

回転数をパラメータとして  $R_i-N$  の関係をとつた  
 のが図7である。ヘッドの有無にかかわらず  $F_f$  が  
 一定であるから  $F_i$  が大きくなるにつれて  $K_{max}$  はあ  
 る  $R_i$  の点で最大となり、しかも  $K_{max}$  点は高速に  
 なるほど  $R_i$  の大きい方へ移る。ヘッド有の場合がヘ  
 ッド無の場合より  $R_i$  の大きいところで  $K_{max}$  が生  
 ずるが、これは相当角度面積  $F_f$  のとり方が異なる  
 ために生ずるものである。 $R_i$  に対する  $K_{max}$  の関係  
 を回転数についてプロットしたのが図8である。掃・  
 排気孔の角度面積一定で吸気孔角度面積が大きいほど  
 $K_{max}$  は大きくなるがこれには限度があり、ある  $R_i$   
 において  $K_{max}$  の最大値をしめす。すなわち  $K_{max}$   
 を与える最良の吸気孔角度面積が存在することがわか  
 る。

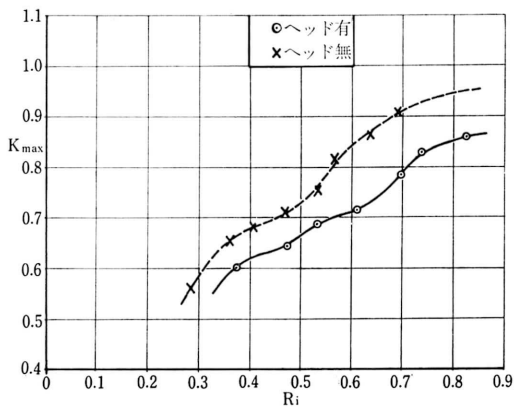


図8 最大給気比と吸気孔角度面積比の関係

3) 吸気孔開孔面積と給気比について

$I_{42} \sim I_{52}$  の6種類の吸気孔について  $I_{42}$  の吸気孔面  
 積を基準とした  $F_{I40}/F_{I42}$  の面積比と給気比の関係に  
 ついて吸気孔開孔時間をパラメータとしてあらわした  
 のが図9である。吸気孔の開孔時間が長い ( $7 \times 10^{-3}$   
 sec.) では吸気孔面積を大きくしても給気比はほとん  
 ど増加せず、吸気孔における吹き返しのために給気比  
 はかえって低下する。吸気孔の開孔時間が ( $5 \times 10^{-3}$   
 sec.) となると吸気孔面積の増加にともない給気比は

幾分増加するが、吸気孔面積の増加割合ほど増加しない。吸気孔の開孔時間が ( $3.89 \times 10^{-3} \text{sec.}$ ) とさらに短かくなると、吸気孔面積の増加につれて給気比は比例的にさらに大きく増加する。これらのことはクランク室内指圧線図の  $IO \sim IC$  間の  $IC$  直前の圧力波形において吹き返しの検討から明らかに説明できる。クランク室内指圧線図を図 10 にしめす。

#### 4) 吸気孔閉時期と給気比について

吸気孔面積一定の  $I_{52} \sim I_{90}$  の 8 種類について  $I_{52}$  を基準にして各閉時期  $\theta$  の時間比を  $t_0/t_{52}$  とし、回転数をパラメータとして  $K-t_0/t_{52}$  をとつたのが図 11 である。1000 rpm では  $t_0/t_{52}$  の小さい範囲においては給気比の変化は少ないが、 $t_0/t_{52}$  の値が 1.15 以上では  $t_0/t_{52}$  の増加とともに給気比は直線的に低下する。1400 rpm 以上の回転数においても給気比は直線的に低下する傾向にある。この傾向は図 12 のクランク室内指圧線図の  $IO \sim IC$  間の波形において説明することができる。次に吸気孔開孔面積と吸気孔開孔時間の積が  $I_{52}$  の状態と同じになるデータの給気比と吸気孔開孔角度との関係について吸気孔開孔時間をパラメータとしてとつたのが図 13 である。そのさいのクランク室内指圧線図が図 14 である。理論的には給気量  $\infty$  (開孔面積  $\times$  開孔時間) であるはずであるから図 13 の各線は水平になるべきであるが、開孔時間が短い場合は給気比の値は大きく、かつ給気比曲線はフラットで理論に近い傾向をしめす。開孔時間が長いと給気比の値は小さく、かつ給気比曲線は開孔角度の増加につれて低下する。これは図 14 のクランク室内指圧線図により説明できる。

## 4. 結 論

ピストン弁形吸気孔開閉のクランク室圧縮形二サイ

クル機関の吸気孔の開閉時期を変えて、給気比と回転数との関係について検討した結果次のようなことが明らかとなった。

1) 吸気孔開孔時期を一定とするとき給気比一回転数曲線は上に凸なる山形曲線となり、ある回転数で  $K_{\max}$  となる。また開孔時間を大きくすると  $K_{\max}$  の点は回転数の大きい方に移行するが、その値はある開孔期間で最大となり以後低下する。

2) 各回転数毎に最大の給気比を与える  $R_t$  が存在する。すなわち回転数ごとに最良の吸気孔の開閉時期が存在する。

3) 吸気孔開孔時間を一定として吸気孔面積を変化させたときの給気比は吸気孔開孔時間が長ければ小さくなり、かつ  $F_{I0}/F_{I42}$  が増加してもほとんどフラットで、吸気孔開孔時間が短かくなると  $F_{I0}/F_{I42}$  の増加とともに増大する。

4) 吸気孔面積一定で吸気孔開孔時期を変化させたとき、回転数を一定とすると給気比は  $t_0/t_{52}$  が増加するとともにほぼ直線的に低下する。

5) 吸気孔開孔面積と吸気孔開孔時間を一定としたときの給気比は吸気孔開孔角度とともにほぼ一定になると考えられるが、吸気孔開孔時間が短いときはほぼ一定であるが、長くなると次第に低下する。

## 参 考 文 献

- 1) 渡部・小茂鳥：日本機械学会論文集，第34巻第268号（昭43-12） p. 2200.
- 2) 長尾・嶋本・三宅：日本機械学会論文集，第26巻 第171号（昭35-11） p. 1675.
- 3) 渡部・小茂鳥：日本機械学会論文集，第36巻第285号（昭45-5） p. 826.
- 4) 大東・浜本：日本機械学会論文集，第36巻第289号（昭45-9） p. 1551.

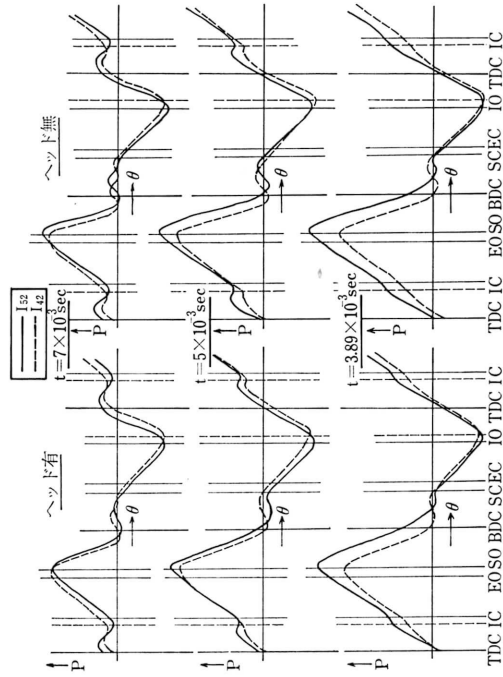


図10 クランク室指圧線図

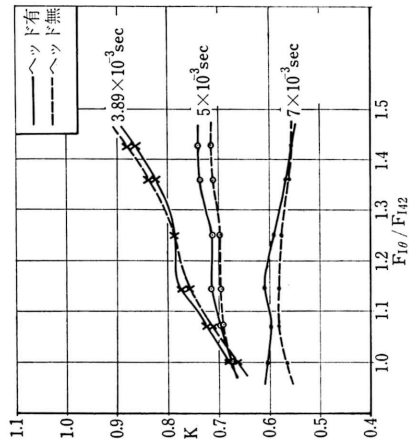


図9 給気比と吸気孔面積比の関係

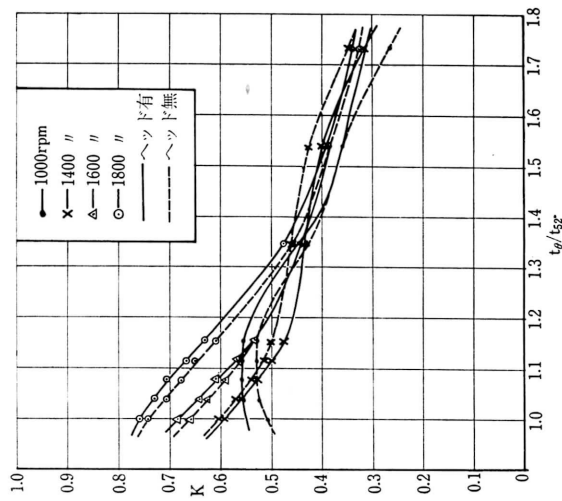


図 11 給気比と吸気孔開閉時間比の関係

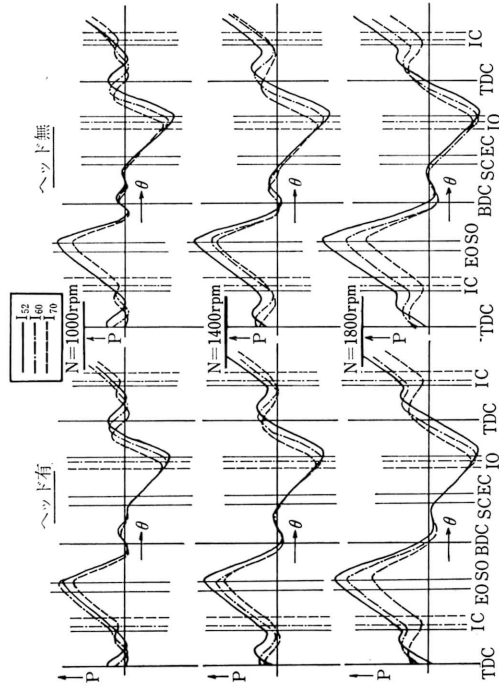


図 12 クランク室指圧線図

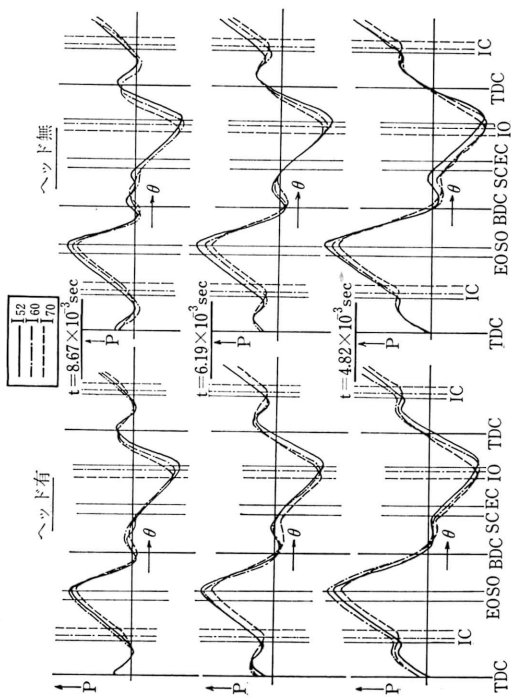


図14 クランク室指圧線図

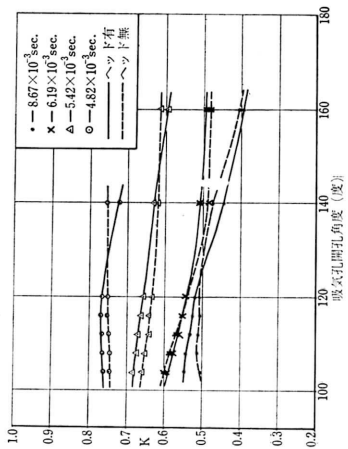


図13 給気比と吸気開孔角度の関係