

# 四サイクルディーゼル機関の性能におよぼす 吸排気管系の影響について（第三報）

福田 浩・佐々木 章・樋渡 久孝

Effect of Intake and Exhaust System on Engine  
Performance in 4-cycle Diesel Engine (3rd. Report)

Hiroshi FUKUDA, Akira SASAKI, Hisataka HIWATARI  
(昭和55年10月31日受理)

## 1. 緒 言

内燃機関の体積効率におよぼす吸排気管系の動的特性について、四サイクル・ディーゼル機関を使用して実験を行ない、その結果のいくつかをすでに本紀要に報告している（本校紀要第10号、第13号）が、これらはすべて単一吸排気管系についてのものである。

実際の機関の場合には、吸気管系ではその途中にエアクリーナやキャブレタが、排気管系では消音装置がそれぞれ取り付けられている。

これら管路系途中の附属装置は、機関としての必需部品であるが、一般的には通気に流動抵抗を与える阻害要素となっていると考えられることから、吸排気的作用に何らかの影響をおよぼしていることが十分に推察される。

とくに、ガソリン機関では、気化器の絞り弁開度が機関の運転条件に対応して異なることから、ディーゼル機関の場合に比べて吸気作用に対してより複雑さを与えているようである。

このような見地から、本実験では管路系途中の附属装置の代りに金属製のオリフィス板を使用し、その絞り開度を変化させるとともに取り付けの位置をも変えて、これらの吸排気におよぼす影響の度合を体積効率値として整理するとともに、管路内発生圧力波を検出し解析することによって明らかにしようと試みたものである。

なお、吸気管系の方が排気管系に比較して従来の結果と同様、体積効率におよぼす影響度合が支配的であったことを確かめたので、排気管系については省略することとした。

## 2. 実験の装置と方法

供試機関は、これまでと同様ヤンマー NS -90で

ある。

機関の運転条件は、無着火電動機駆動運転と負荷値1および3 P.S. の着火運転とし、回転速度  $n$  は1000~2000 r.p.m. の範囲とした。

吸気管長さ  $L_s$  は1.1, 2.0, 3.2 m の3種類とし、排気管長さ  $L_e$  は2.1 m 一定とした。

管路途中に装置したオリフィス板は、厚さ3 mm の鋼板製で、その絞り開度を絞り比  $K = a/A$ （オリフィス板の開口面積/管路断面積）とし、 $K$  の値を1.0（絞りなし）、0.75, 0.50, 0.25の4通りに選んだ。

オリフィス板の装着位置は、機関吸気弁側端からの路離を  $l$  とし、各吸気管長さにおいて0から50 cm とびに変化させた。

データの整理では、これを無次元化し  $l/L_s$  とし示した。

なお、吸気量の測定および管路内発生圧力波の検出は前報までと同様である。

## 3. 実験の結果と考察

無着火および着火負荷運転時における吸気管長さ  $L_s$ 、オリフィス板絞り比  $K$  およびその位置  $l$  の種々の組合せにより行なった一連の実験結果の中から、無着火と着火3 p.s. 運転時につき  $K = 1.0$ （絞りなし）の場合を選び体積効率  $\eta_v$  と回転速度  $n$  の関係を示すと図—1のようになる。

ここに示された結果から、 $\eta_v$  はそれぞれの  $L_s$  に対して無着火時に比べ着火負荷運転時には  $n$  による傾向はほぼ同様であるが、一様に低い値を示している。

このことについては、前報において詳しく解析しその差異を明らかにしている。

$L_s$  の違いに着目すると、 $L_s = 3.2$  m の場合には低

四サイクルディーゼル機関の性能におよぼす吸排気管系の影響について(第三報)

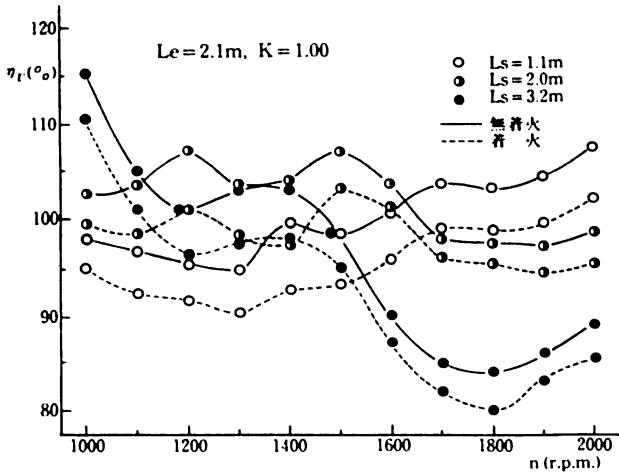


図-1 体積効率と吸気管長さ

回転域で $\eta_v$ の値が高く、高速度になるにしたがってほぼ一様な減少の傾向にある。

$L_s=2.0m$ では、 $n$ の増加につれてわずかに減少しているが、ほぼ横ばいと見てよい。

$L_s=1.1m$ と短い場合には、 $L_s=3.2m$ と長いときとは逆に高回転になるにしたがい $\eta_v$ の値は漸増している。

この結果、 $n$ によって $\eta_v$ におよぼす $L_s$ の長短の違いによる傾向は逆転し、中間回転域で交叉することとなる。

このような結果となる考察については、吸気管にオリフス板を挿入し、絞り比およびその位置を変化させて行なった実験結果の考察に含めて後述することにする。

図-2にオリフス板の絞り比 $K$ を変化させた場合の体積効率 $\eta_v$ におよぼす影響を、吸気管の長さ $L_s=3.2m$ 絞り板の位置 $l/L_s=1.0$ について示した。

ここに示された結果から、 $K$ の値が小さくなるにつれて低回転域では $n$ に無関係に $\eta_v$ は低下してい

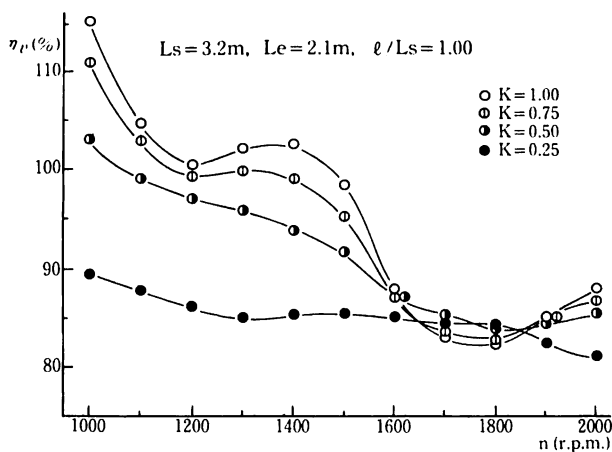


図-2 体積効率と絞り比

るが、 $n$ が大になるにしたがって $K$ の大きい場合ほどその低下の度合は大きく表われる。

ついに、 $K$ の値の小さい場合ほど $n$ による減少の度合が少ないことから、高回転域( $n=1800r.p.m.$ )で $\eta_v$ は逆転する結果となっている。

以上のような $\eta_v$ の $K$ による傾向と差異を明らかにするため、図-2の結果の中から $n=1000$ と $1800r.p.m.$ の場合における吸気管発生圧力波を検出して示したのが図-3と4である。

図-3に示した圧力波形から、吸気弁が開いている期間に同期している圧力波のサイクル数は、 $K$ 値には関係なくほぼ同一であり、弁開き始めの時期(バルブオーバーラップ)および弁の閉じ時期には正の波が同期し、吸気の慣性および圧力波脈動による正効果が期待できることを示している。

しかし、圧力波の振幅(圧力の強さ)は $K$ の値の小さくなるにつれて順次急激に減衰し、それだけ正効果の度合が少なくなることから結局は、 $\eta_v$ は $K$ の小さいほど低く、 $K$ の大きなものほど高い結果となって表われる。

$n=1000r.p.m.$ ,  $L_s=3.2m$ ,  $Le=2.1m$ ,  $l/L_s=1.00$

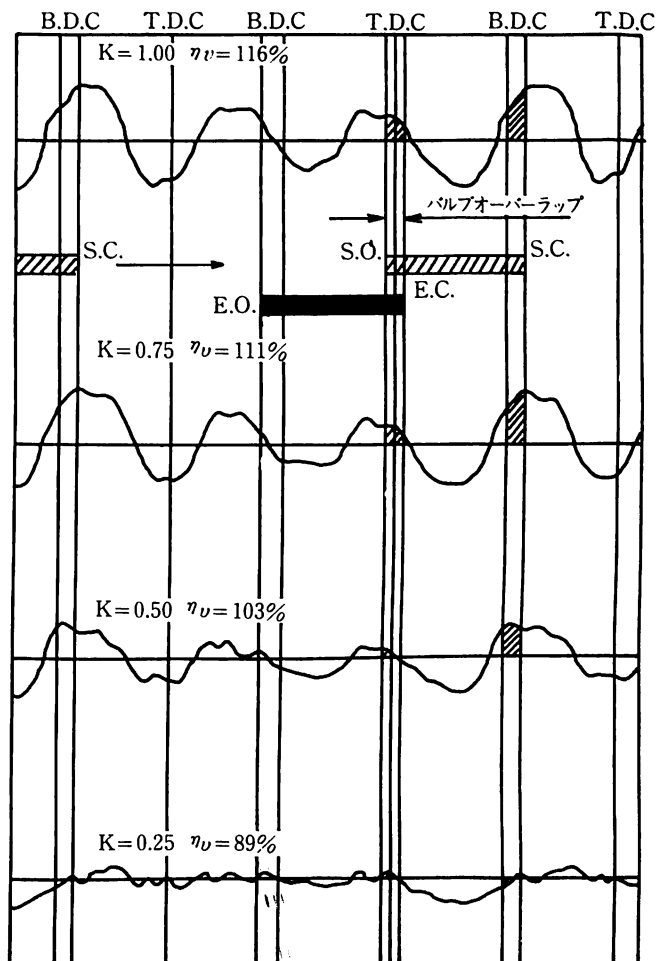


図-3 吸気管内圧力波線図

図-4においては、Kの値には無関係にバルブオーバーラップ時に正の圧力波が同期し吸気的作用に正の効果を与えているが、弁閉止時に同期する圧力波は負圧波で吸気の押し込み作用を阻害している。

これはKの値の大きいほど圧力波振幅の大きいことから、負の効果が大きいことを意味し、K値の小さい場合には負効果が少ない結果、この回転数域では $\eta_v$ の値が逆となる結果をもたらすことが明らかとなる。

このような結果は、オリフィス板の位置の変化に対しても変わらないことから、しぼり比Kは回転数nとともに $\eta_v$ に大きな影響を与えることがわかる。

つぎに、 $\eta_v$ におよぼすオリフィス板の位置の影響を明らかにするため一連の実験結果の中から、吸気管長 $L_s=3.2m$ 、しぼり比 $K=0.25$ の場合を選び、しぼり位置 $l/L_s$ との関係として示したのが図-5である。

ここに示された結果から、全般的に見ると、 $l/L_s$ は無関係にnの増大につれて一様に $\eta_v$ は低下して

$n=1800r.p.m., L_s=3.2m, L_e=2.1m, l/L_s=1.00$

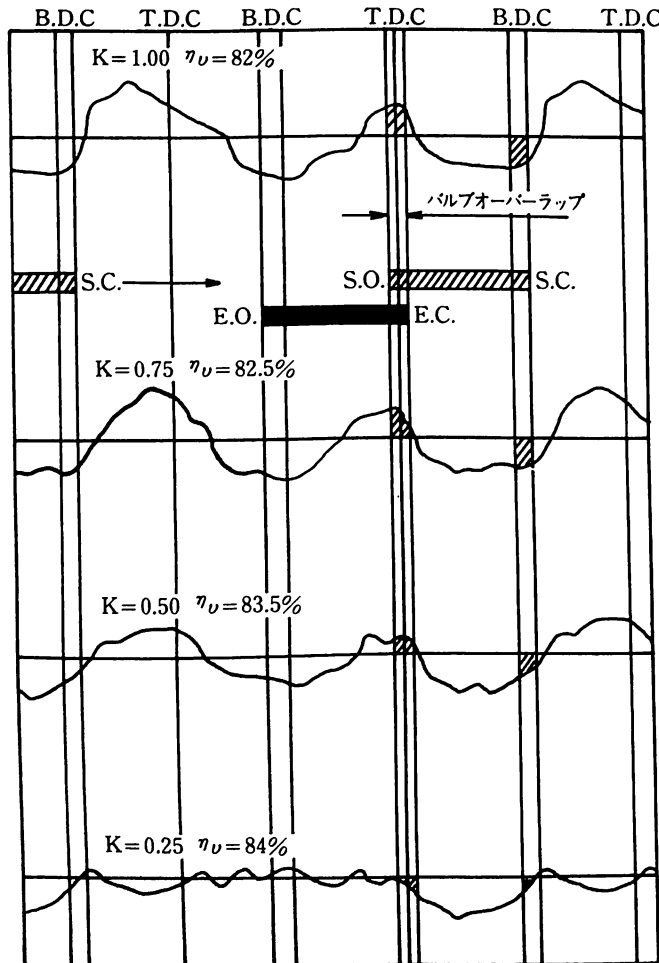


図-4 吸気管内圧力波線図

いるが、nの小さい範囲では $l/L_s$ の小さいほど、すなわちしぼり位置が機関に近いほど $\eta_v$ は高く、nが大となるにしたがってその減少の割合は顕著になってくる。

$n=1800r.p.m.$  近傍では完全に $\eta_v$ に対する $l/L_s$ の傾向は逆となり、途中回転域で交わっている。このような傾向は、Kの値のいずれの場合にも同様である。

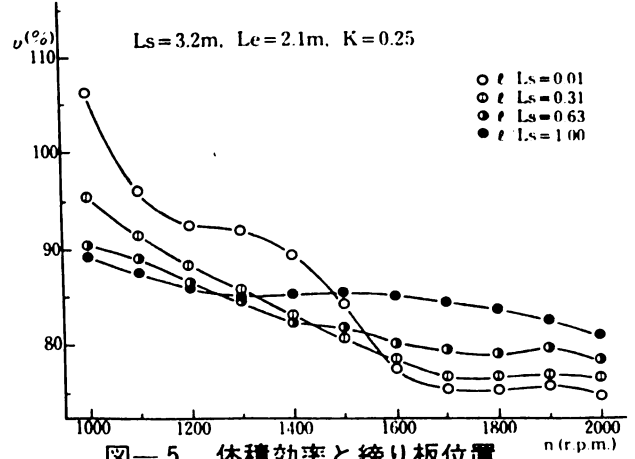


図-5 体積効率としぼり板位置

$n=1000r.p.m., L_s=3.2m, L_e=2.1m, K=0.25$

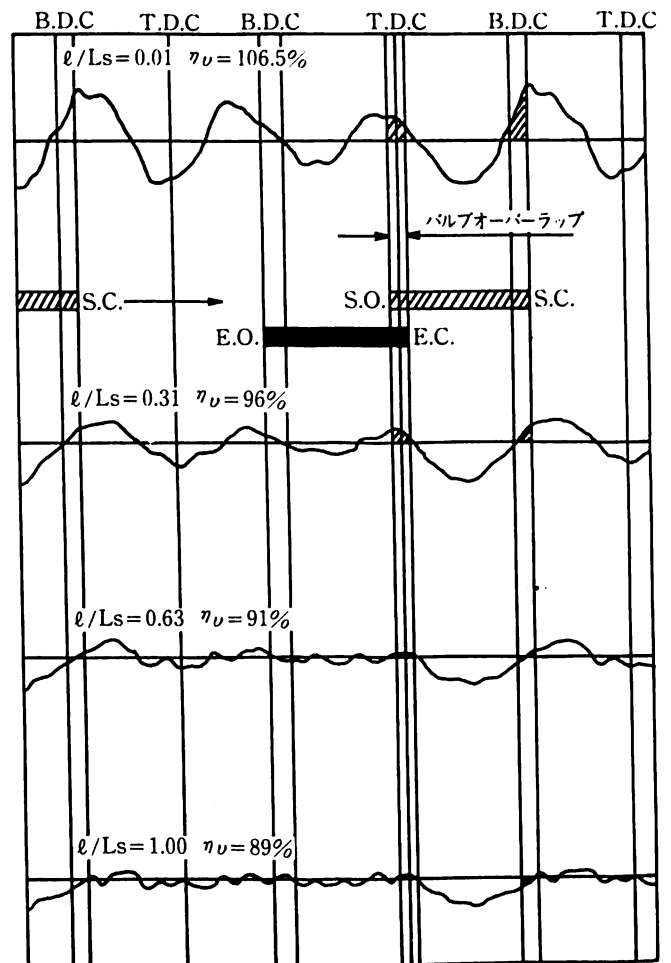


図-6 吸気管内圧力波線図

四サイクルディーゼル機関の性能におよぼす吸排気管系の影響について(第三報)

上記の結果を明確にするため、吸気管内発生  
の圧力波形を  $n = 1000$  および  $1800$  r.p.m. の場合について  
示すと図-6 と 7 のようになる。

ここに示された結果から、 $n$  の小さい場合には、  
吸気弁の開閉時に同期する管内圧力波は、 $l/Ls$  に  
は無関係にいずれの場合にも吸気作用の正効果を示  
す形となっているが、 $l/Ls$  の小さくなるにつれて  
圧力波の減衰度合が大きく、その効果度は少なくな  
っている。

これに対して  $n$  の大きい場合には、すべて吸気弁  
の閉じる時期に負圧波が同期していて、負の効果  
を示すようになっているが、上記同様圧力波の減衰の  
程度は  $l/Ls$  の大となるにつれて大きくなる。

結局は負効果の度合は  $l/Ls$  の大きいほど大きく  
受けることから、絞り位置が機関に近いほど負効  
果の度合が大きく、機関より遠くはなれるにしたが  
ってその影響は少なくなっている。

すなわち、 $l/Ls$  により  $K$  値の大小の示す傾向は  
 $n$  の高低によって逆に表われ、中間回転域で交叉す  
る結果となる。

このような傾向は、 $Ls$  や  $K$  の値のその他の組合  
 $n = 1800$  r.p.m.,  $Ls = 3.2$  m,  $Le = 2.1$  m,  $K = 0.25$

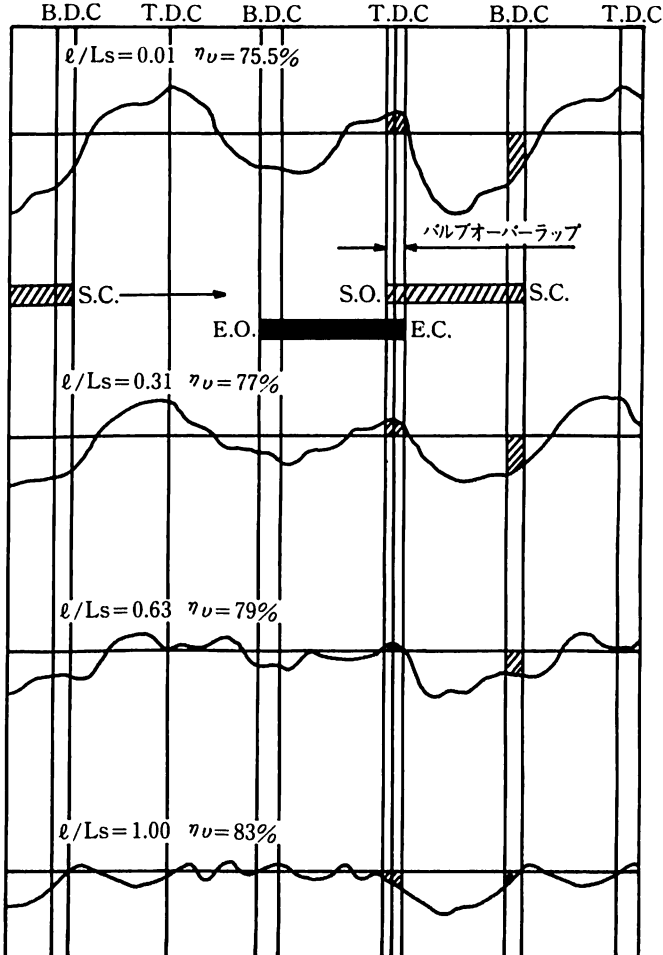


図-7 吸気管内圧力波線図

わせによる実験においても同様であることからここ  
では省略したい。

図-8 は、吸気管長さ  $Ls = 3.2$  m の場合につきオ  
リフィス板の絞り比  $K$  およびその位置  $l/Ls$  が体積  
効率  $\eta_v$  におよぼす影響を回転数  $n$  に関連づけてま  
とめて示したものである。

ここに示された結果から、 $n = 1000$  r.p.m. では  
 $l/Ls$  の大きいほど、また  $K$  値の小さいほど  $\eta_v$  の  
減少度が大きく表われている。

中間回転速度  $n = 1400$  r.p.m. の場合には、 $l/Ls$  の  
大きいほど、 $K$  値の小さいほど低回転数のときと同

$Ls = 3.2$  m,  $Le = 2.1$  m

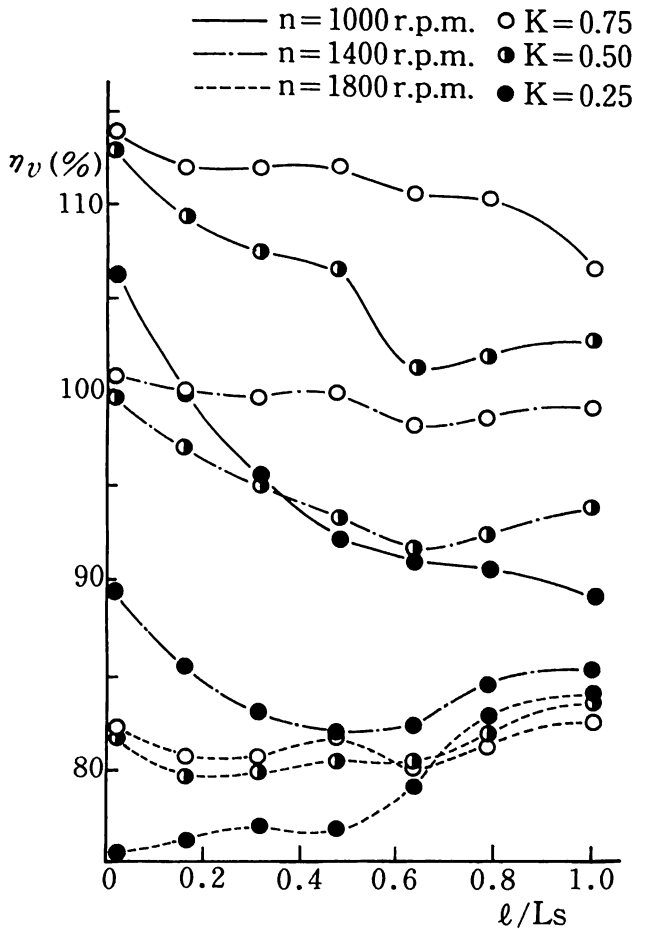


図-8 絞り比と位置の影響

様  $\eta_v$  の減少傾向が見られるが、その減少の度合は  
 $K$  の大きいものほど少なく、 $K$  の小さいものでは  
 $l/Ls$  の小さいときは減少を、 $l/Ls$  の大きな場合  
には逆に若干ながらも増大する傾向を示している。

高回転速度  $n = 1800$  r.p.m. の場合には、 $K$  の値に  
関係なく、 $l/Ls$  の大きいほど  $\eta_v$  はわずかながら  
も増加し、 $K$  の値の小さいものではその位置の大  
なるにつれ増加の度合が著しく、 $l/Ls$  の大きな範囲  
で逆となっている。

以上、 $\eta_v$ におよぼすオリフィス板のKと $l$ の影響はきわめて顕著に表われ、しかもLsおよびnの変化にも対応してきわめて明確な傾向を持っていることがわかった。

これらのことから、実際の機関を運転する場合にはできるだけ上述のような結果に留意することが性能の向上のため望ましいことと考える。

#### 4. 結 言

四サイクルディーゼル機関の体積効率におよぼす吸排気管系の途中に装着されているエアークリーナやキャブレターなどの部品の影響の度合を明らかにするための実験を行ない、得られた結果の中から主なものをまとめるとつぎのようになる。

- 1) 絞り板の絞り比の小さいものほど体積効率は回転数の低い範囲で少ないが、高回転域では逆に絞り比の大きい場合がその減少率が増加するために小さくなる。

体積効率曲線は途中の回転域で交叉する。

- 2) 低回転域では絞り板位置が大となるにしたがって体積効率は低下するが、高速域では逆の傾

向となり、途中回転域で性能曲線は交わる。

- 3) 体積効率におよぼす絞り板の絞り比と位置の影響は、管内発生圧力波に大きく左右され、とくに圧力波減少の度合が支配的な要因となっている。

終りに、本実験を進めるに際して終始熱心に協力された当時学生 of 川口佳之、早坂俊広、鈴木均、堀部宏文、草階均、坂爪英道の諸君に感謝します。

#### 参 考 文 献

- 1) 八田桂三、浅沼強、「内燃機関ハンドブック」、朝倉書店、(1969)
- 2) 長尾不二夫、「内燃機関講義(上巻)」、養賢堂、(1977)
- 3) 八木静夫他、自動車技術、23、5、(1969)
- 4) 西脇一宇、嶋本讓、日本機械学会論文集、42、364、(1976)
- 5) 福田基一他、同上、38、307 (1972)
- 6) 福田浩、保坂新英、秋田高専紀要、10、(1975)
- 7) 福田浩、佐々木章、同上、13、(1978)