

琉球大学学術リポジトリ

予燃焼室式ディーゼル機関におけるピストン頂面形状が性能におよぼす影響

メタデータ	言語: 出版者: 琉球大学理工学部 公開日: 2012-03-22 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 新里, 隆男, Shinzato, Takao メールアドレス: 所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/23928

予燃焼室式ディーゼル機関におけるピストン頂面形状が性能におよぼす影響[†]

新 里 隆 男*

The Effect of Cavity on a Piston Crown
in a Pre-Combustion Type Diesel Engine

Takao SHINZATO

In a main combustion chamber, which is formed by piston and cylinder, the process of mixing and combustion of the fuel is promoted to cavity on a piston crown. Exactly, the form and the size of piston exerts great influence upon the performance of Diesel engine.

In this paper, the writer has tried to find the relationship of the various forms of cavity on a piston and the performance.

1. 諸 言

予燃焼室式ディーゼル機関の性能は主燃焼室内の燃焼に左右されることが大きく、従来より予燃焼室の配置、噴気孔の方向、ピストン頂面のくぼみ部形状などいろいろくふうされてきた。すなわち多くの高速予燃焼室式機関では、噴流部に空気を集め燃焼促進を計るようピストン頂面の形状に特別の考慮を払っている⁽¹⁾。

ディーゼル機関のシリンダ内の燃焼は空気流動に関係することが知られており⁽²⁾、このことは直接噴射式または予燃焼室式を含む他の副室式を問わずいえることで、特に副室式機関では、噴気孔(または連絡孔)をどうして主燃焼室へガスが流入するのであるから、その噴流の方向をピストン頂面に対しある角度をもたし、積極的に衝突により噴流を四方へ分散せしめ空気との混合を促すことができる。

本研究では、ピストン頂面にくぼみをつけることにより予燃焼からのガス噴流と主燃焼室内の空気とがすみやかに混合し良好な燃焼が得られることを期待し、燃料消費率、排気煙濃度を比較検討して考察するのを主な目的とする。

2. ガス噴流と性能

2.1 実験機関

四サイクル、単シリンダ水冷式ディーゼル機関（ヤママディーゼルST95型、シリンダ内径95mm、行程容積815 cc）Fig. 1に示すシリンダヘッドを取りつけたものである。

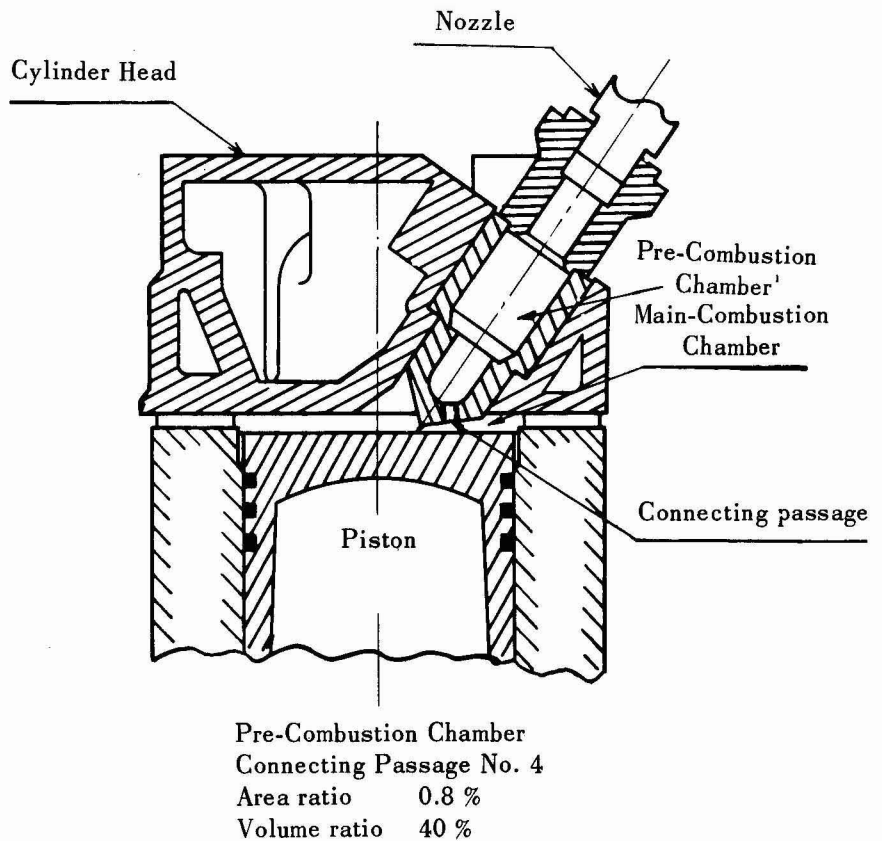


Fig. 1 Cross-sectional view of the Combustion Chamber for performance test.

機関の圧縮比は18と16で別々に実験した。噴射ポンプはBosch型、燃料は軽油（比重0.834、セタン価55）を使い、排気煙濃度はBosch式排気煙濃度計を用いて測定した。排気温度はアルメルクロメル熱電対で測定し、吸気流量の測定は、サージングタンクの空気

取り入れ口パイプにオリフィスを取りつけ、マンメータを使用した。
 Fig. 2 はピストン頂面の試作形状を示す。

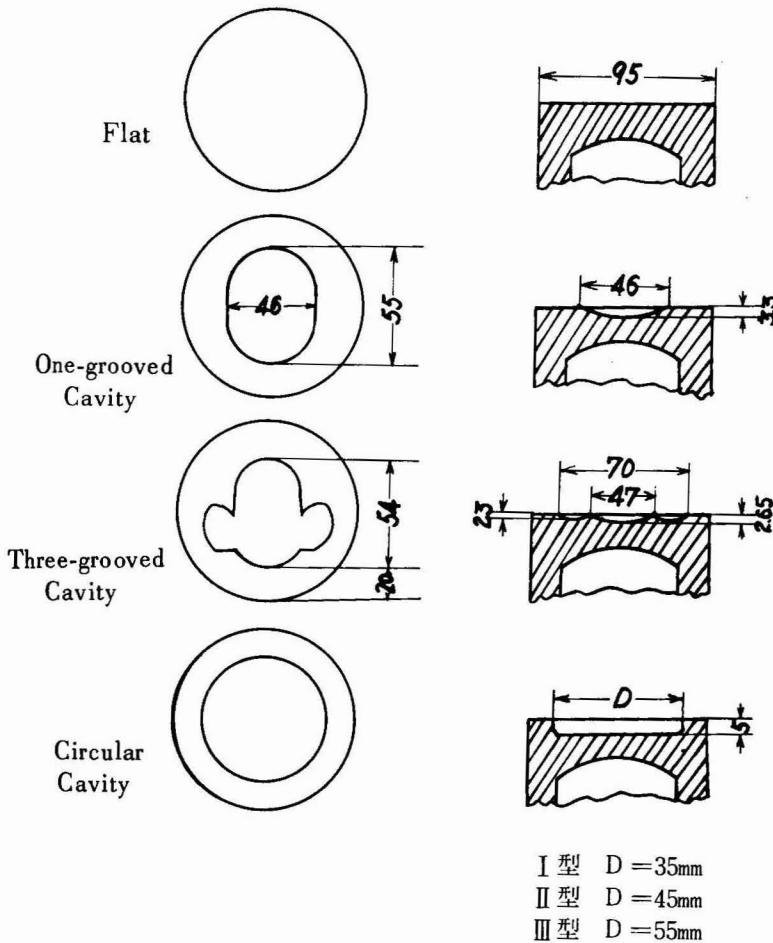


Fig. 2 The size of cavity on piston crown.

2. 2 実験結果および考察

2. 2. 1 みぞ型くぼみの影響

Fig. 3. Fig. 4 は実用機関そのものの結果で、ピストン頂面は平でくぼみはない。圧縮比は18で実験した。

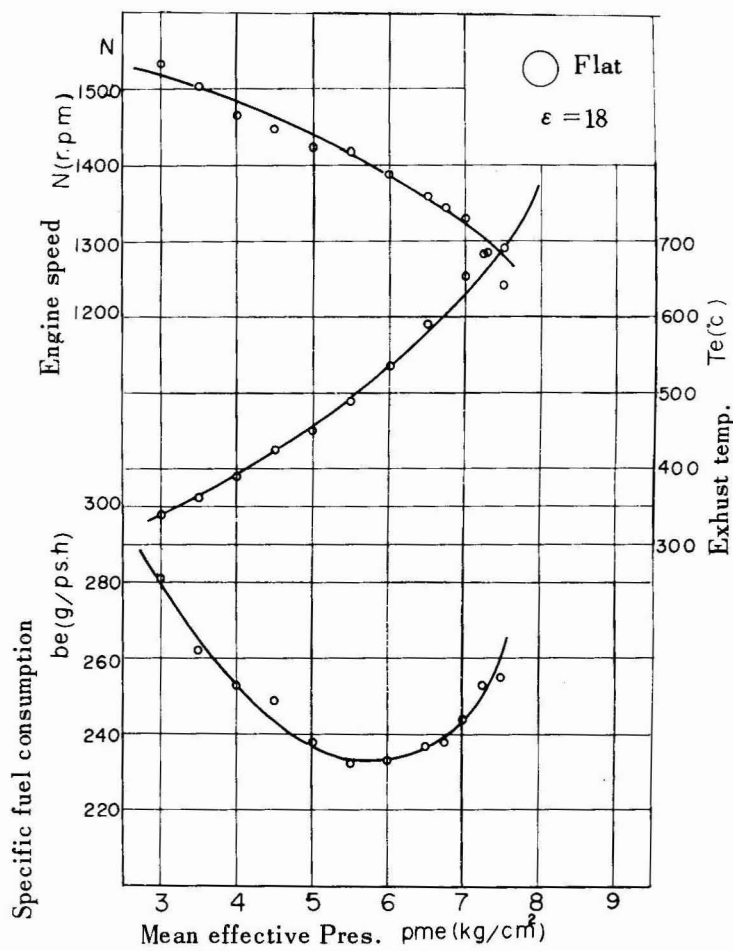


Fig. 3

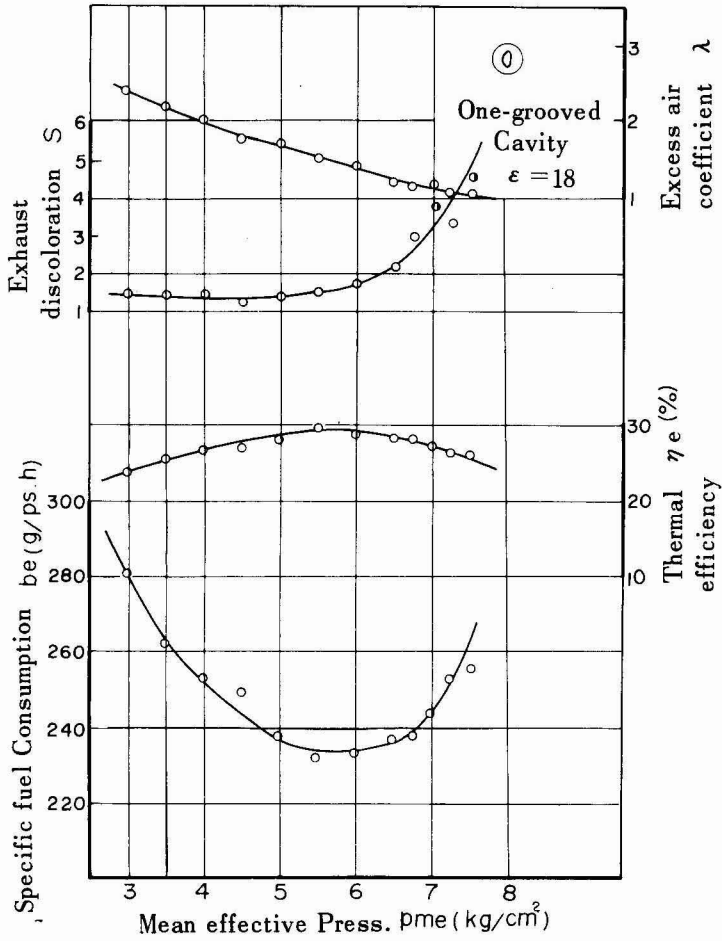


Fig. 4

最小燃料消費率は232g/PS.hを示しており、その最小燃料消費率での運転範囲が平均有効圧で高々1kg/cm²であるから広い運動範囲が要求される用途には不適當であることがわかる。

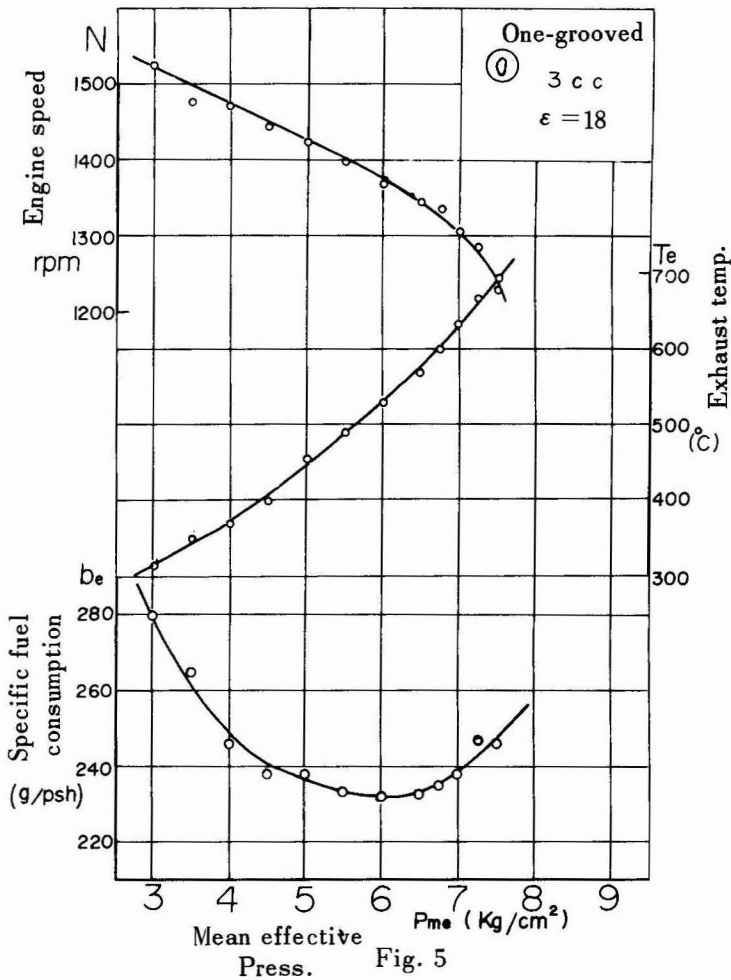
最高負荷で正味平均有効圧は7.5kg/cm²であるが、排気濃度からもわかるように、発煙限度をはるかに越えているのでこの負荷での長期運転は無理である。

発煙限度以内でかけられる最高負荷は平均有効圧にして6.5 kg/cm²である。

Fig. 5, Fig. 6 はピストン頂面に主噴気孔からの噴流ガスの流れにそって一条みぞ形くぼみをつけた場合の実験結果である。

図からもはっきりわかるように、最小燃料消費率は平ピストンの場合と同じでその点改善はみられないが、高負荷域ではそのくぼみの影響が顕著に現われている。すなわち高負荷での燃料消費率が減少したことと、排気濃度が著しく低下したことである。

これは高負荷時において、主噴孔からのガスはそのみぞによって主燃焼室の上方へ吹き上げられて空気との混合がよくなるものと推察される。



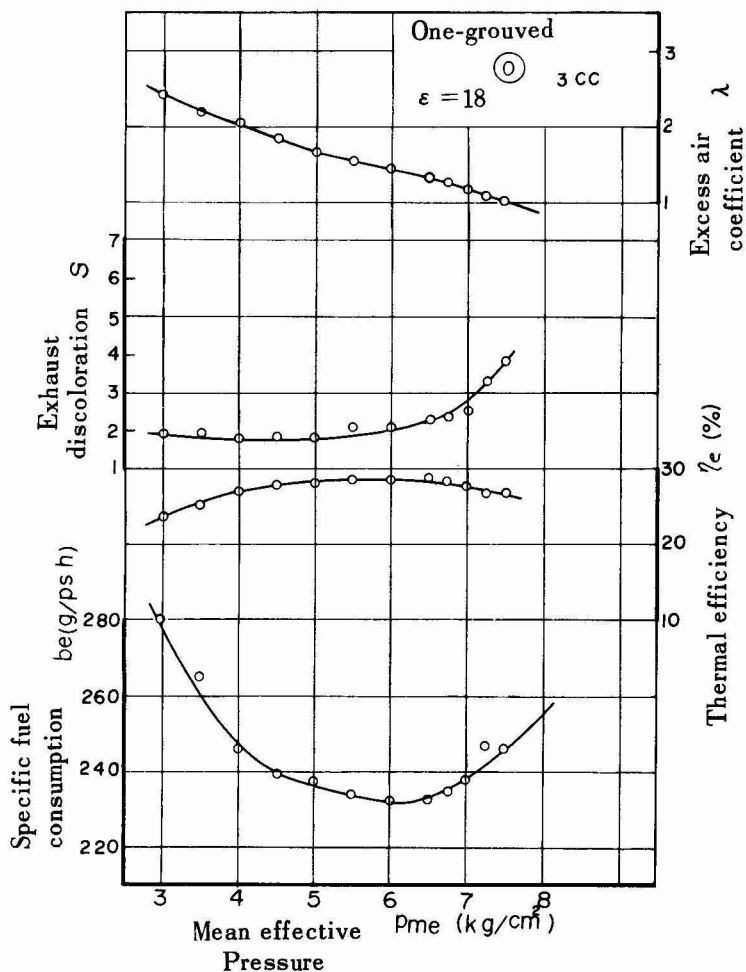


Fig. 6

平ピストンで高負荷時において排気煙濃度が大きいのは噴気孔から出た噴流はピストン頂面に衝突した後、頂面にそって分散し燃焼室上部の空気との接触が不十分となるためと思われる。いかえれば空気流利率が悪いためである。

Fig. 7, Fig. 8, は主噴気孔側に一つ、副噴気孔側に二つ、計三つのみぞ形くぼみをつけた場合の結果を示す。

最小燃料消費率は明らかに低下していることがわかる。平ピストンおよび一条みぞつきの場合と比べて燃料消費率にして $10g / ps \cdot h$ の大巾な性能改善がみられる。

このことは各噴気孔毎にみぞ形くぼみをつければ性能改善がみられるという長尾不二夫らの研究と一致している⁽³⁾。

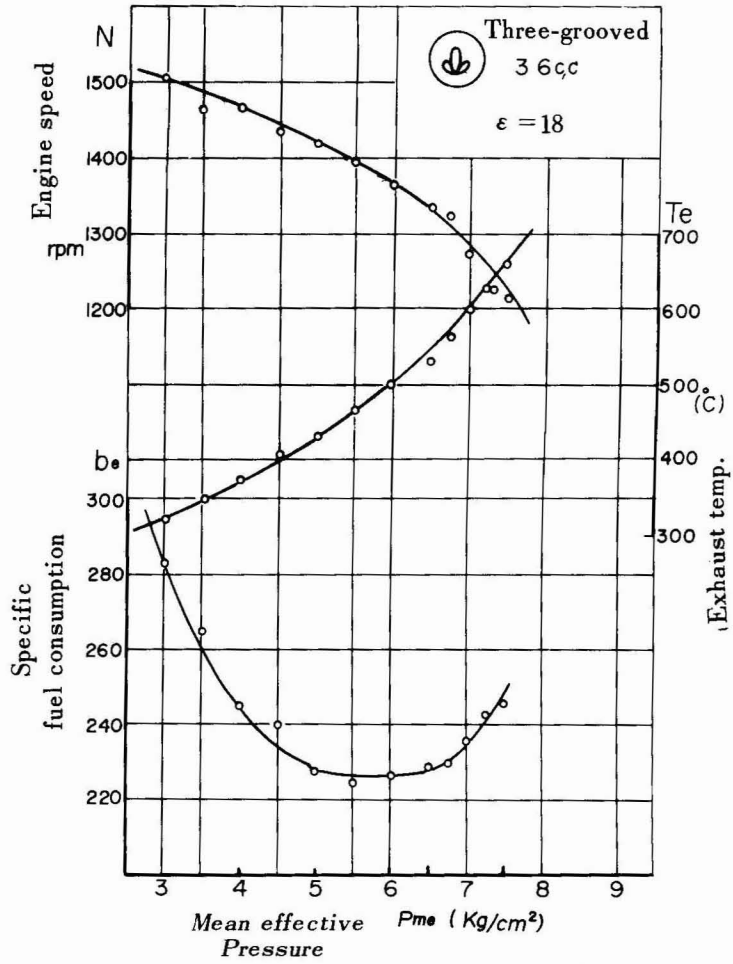


Fig. 7

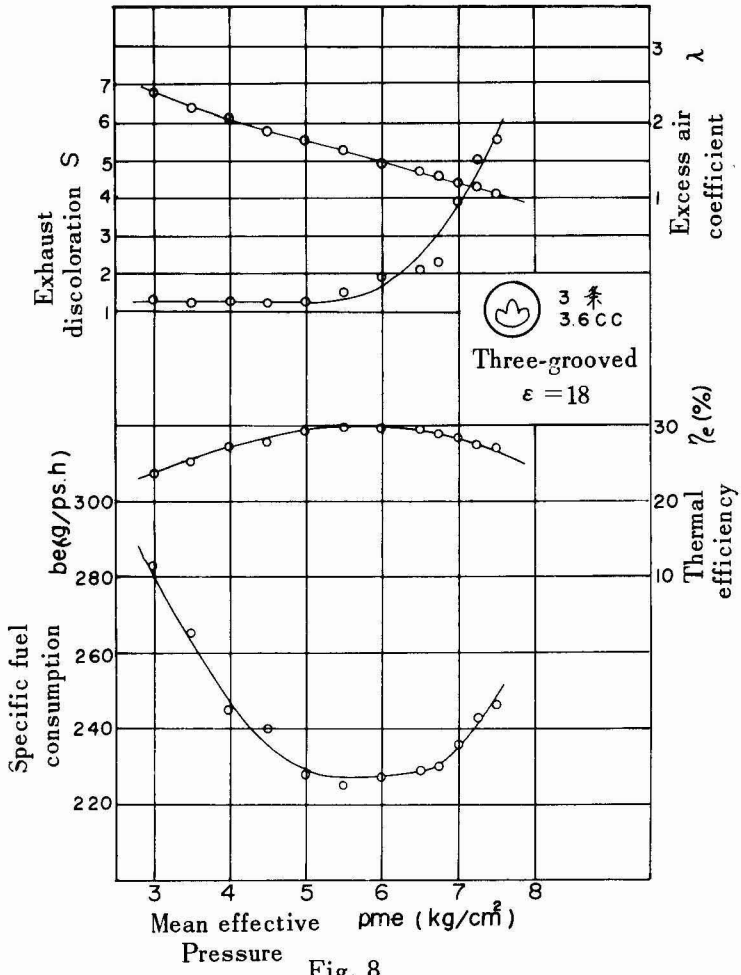


Fig. 8

Fig. 9 は平ピストンと一条みぞ形くぼみとの比較を一つにまとめたものである。全負荷をつうじて燃料消費率の低下がみられる。しかし、排気煙濃度の点は逆の現象がみられる。これは主噴気孔からの噴流がみぞをとおって未燃ガスが反対側の比較的冷たい壁にあたるので炭素分が遊離して発煙するものと推察される。

Fig.10は平ピストンと三条みぞ形くぼみとの比較結果を示す。燃料消費率の点で著しい性能改善を示している。

排気濃度では一条みぞと同じで逆に悪くなっているが、理由は同じように説明できる。

Fig.11は以上三つを燃料消費率で比較したものである。

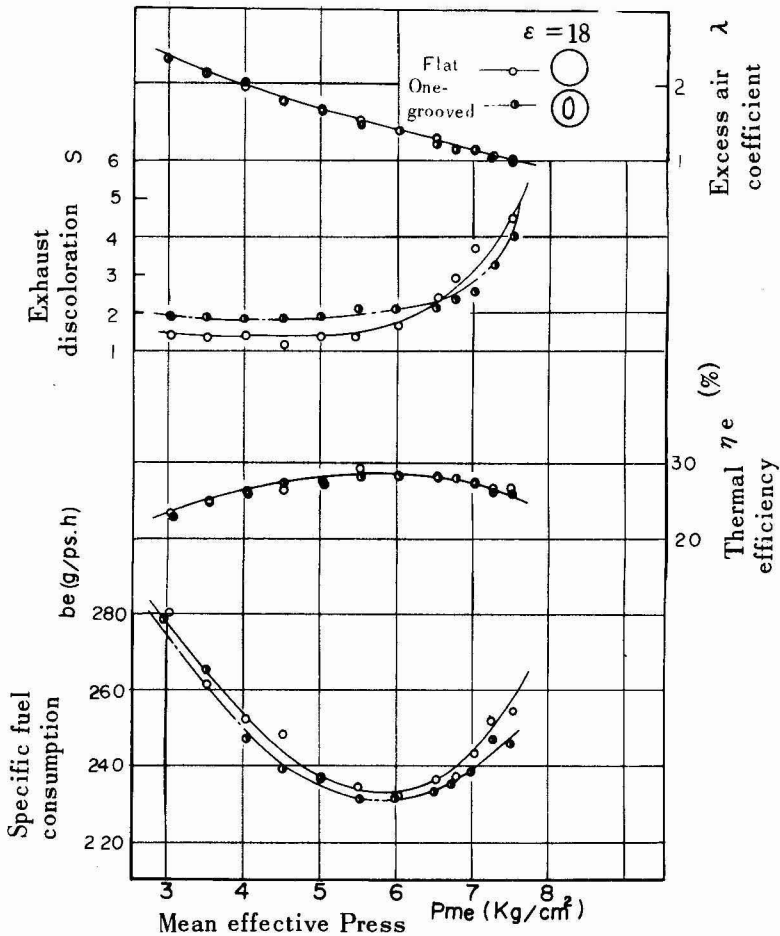


Fig. 9

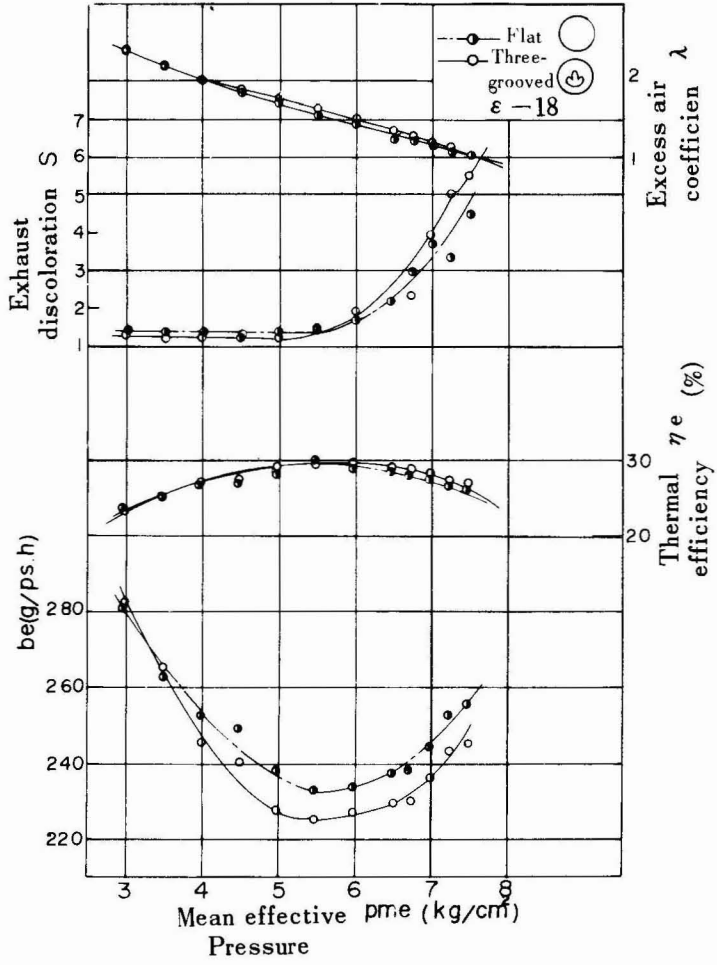
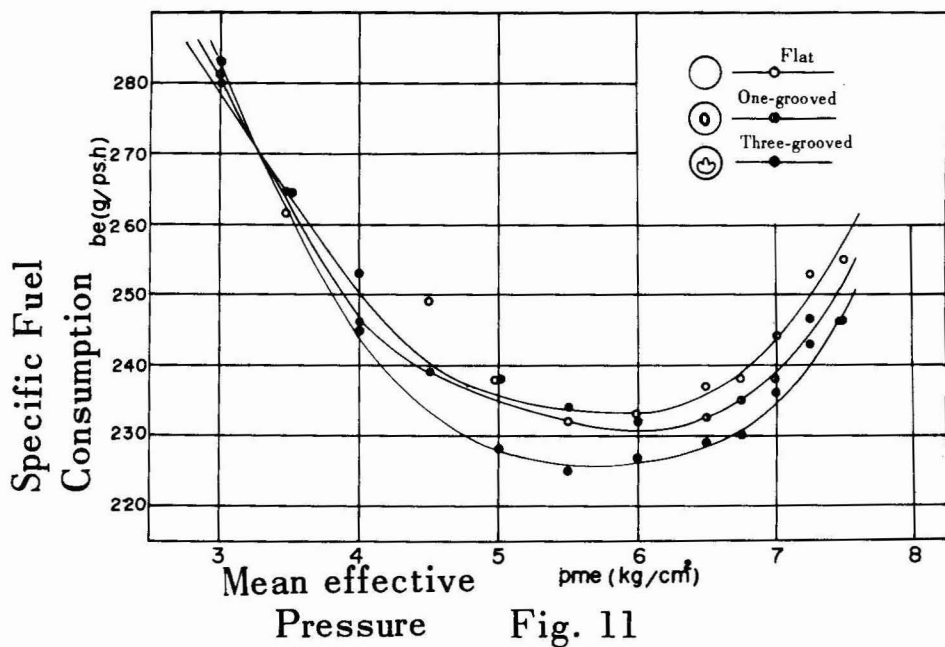


Fig. 10



2. 2.2 円形くぼみの影響

深さ5mmのくぼみをつけるので、ピストンヘッドの厚い陸用機関のピストンを使用した。このピストンは第一ランドが長くなるのでその分だけがスケットを厚くしなければならない。というのは吸・排気弁のオーバーラップの時期にピストン頂面と弁の頭とがあたり不都合になるので、そのために圧縮比を16に下げざるを得なかった。

Fig. 12 , Fig. 13 は比較の基準となるもので圧縮比16の場合の結果を示す。やはり圧縮比下げれば理論熱効率が低下するので、燃料消費率も全負荷をつうじて増大している。

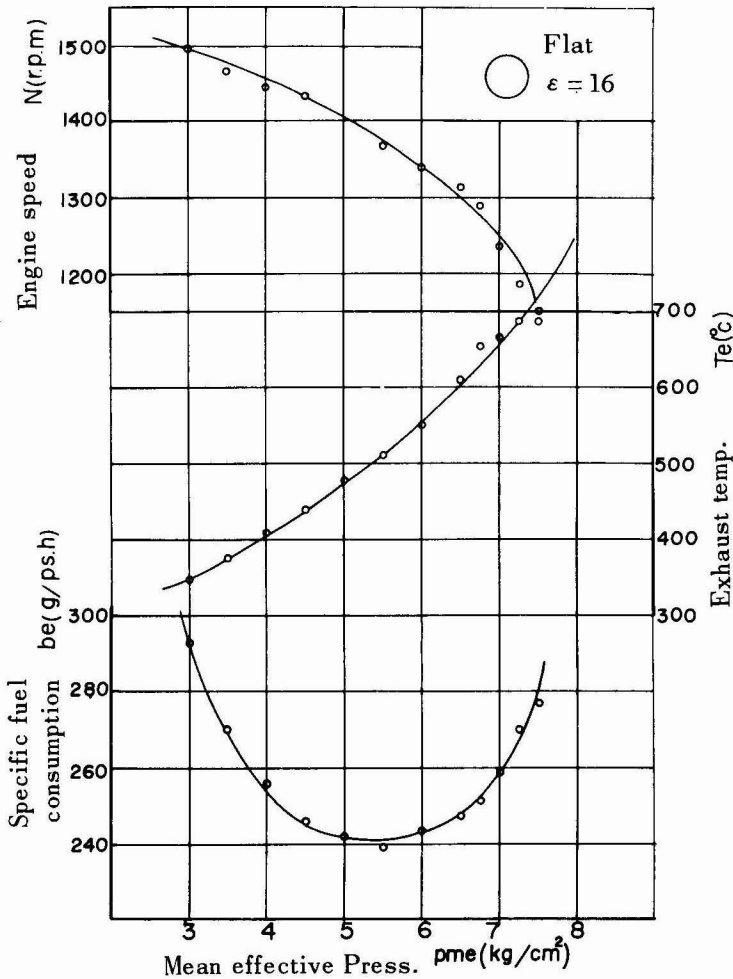


Fig. 12

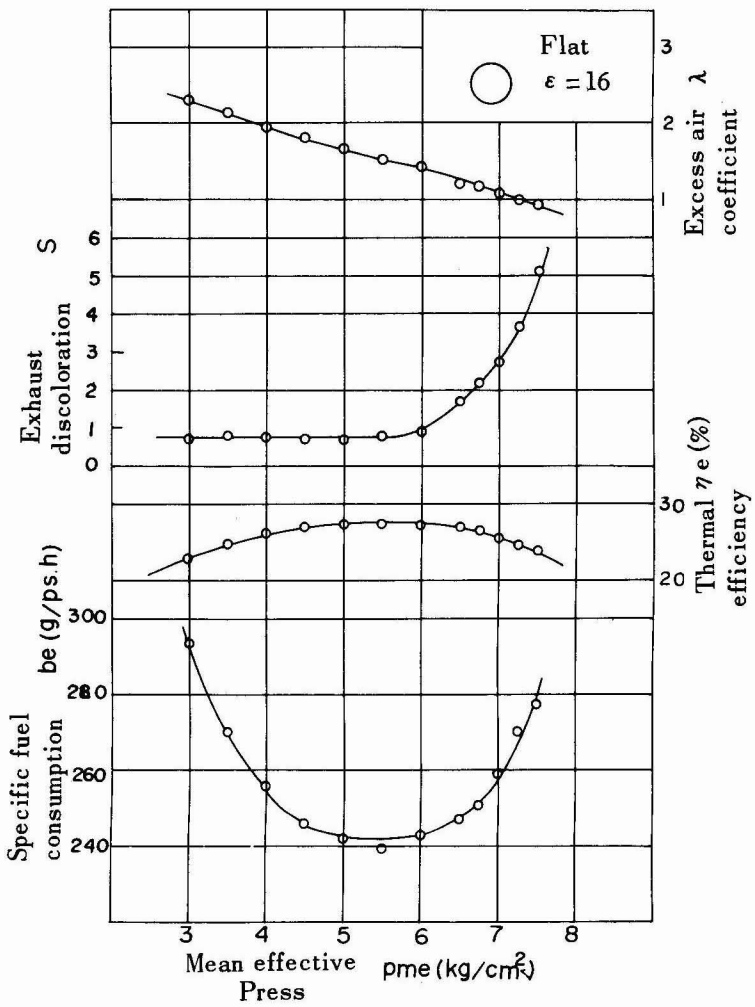


Fig. 13

Fig. 14, Fig. 15 はI型円形くぼみ（直径35mm, 深さ5mm, 容積4.8 cc）の結果を示す。最小燃料消費率の低下したいことで改善がみられるが、最大平均有効圧はかえって低くなっている。このことはくぼみの直径が小さすぎるため噴気孔からのガス噴流はくぼみへは直接衝突せず、ピストン頂面に当たった後にくぼみへ流入してくるので、くぼみの影響はたいして現われていない。

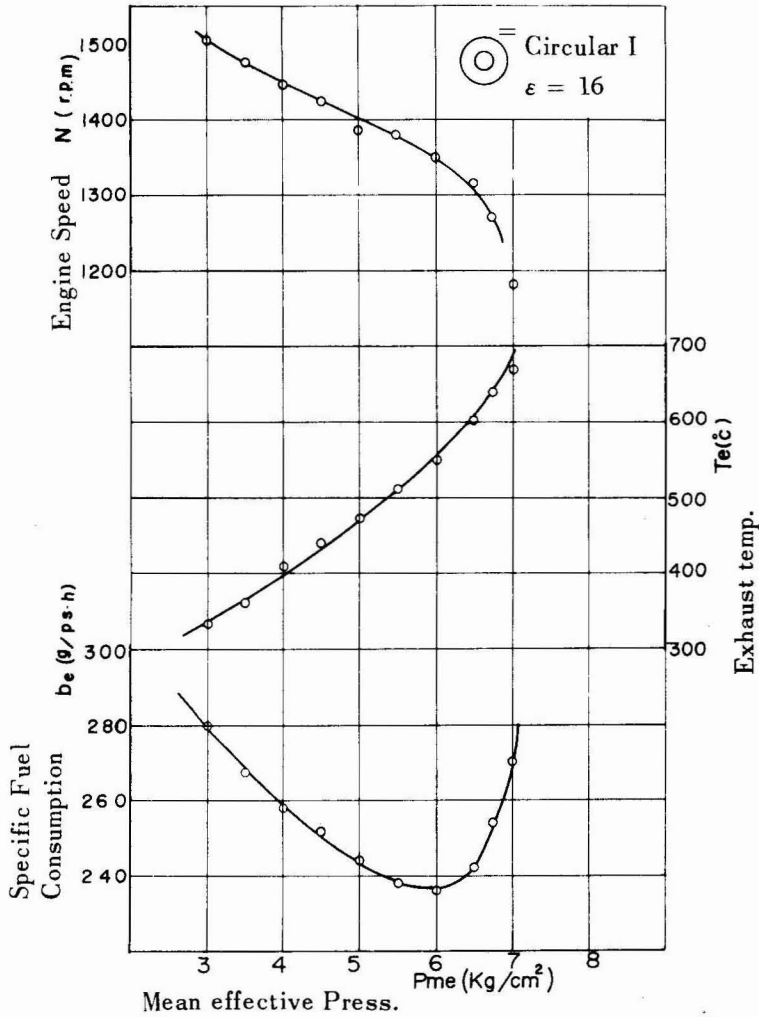


Fig. 14

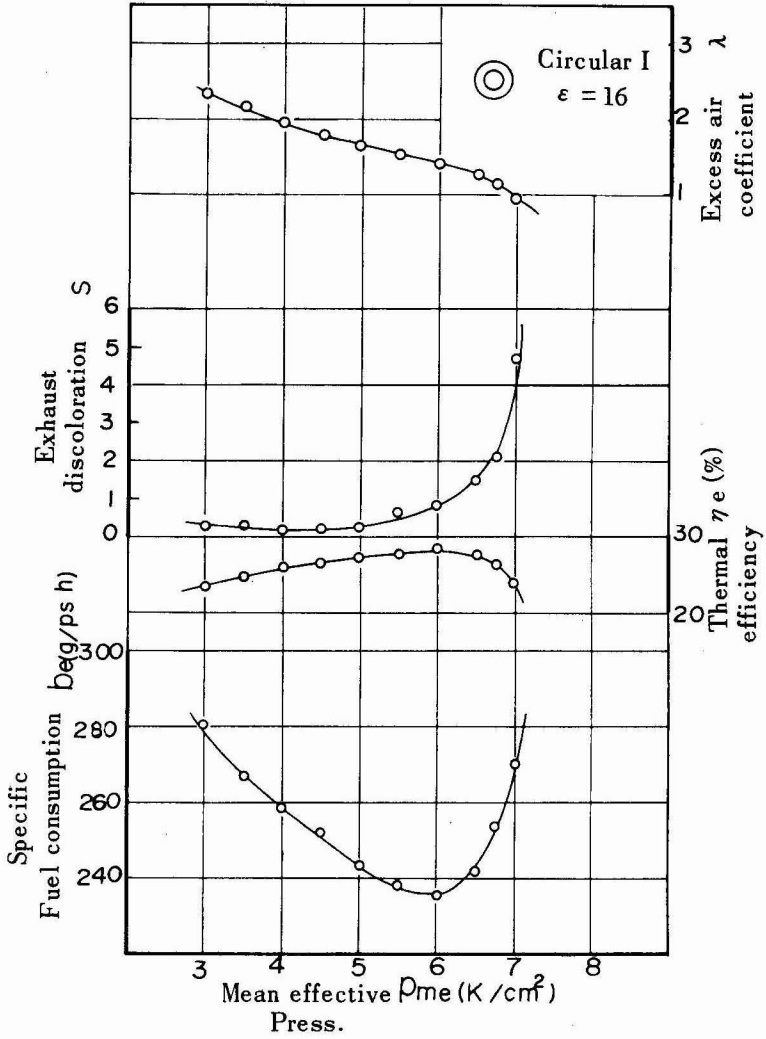


Fig. 15.

高負荷時において平均有効圧が上がらないのも、くぼみがあるがために未燃ガスがそこへ停たいてしまい燃焼がおくれるためと考えられる。

排気煙濃度が良くなっているのは、くぼみによって未燃ガスの比較的冷たい周囲の壁にあたるのが少なくなるためであろう。

Fig. 16は平頭ピストンと工型円形くぼみとの比較図である。

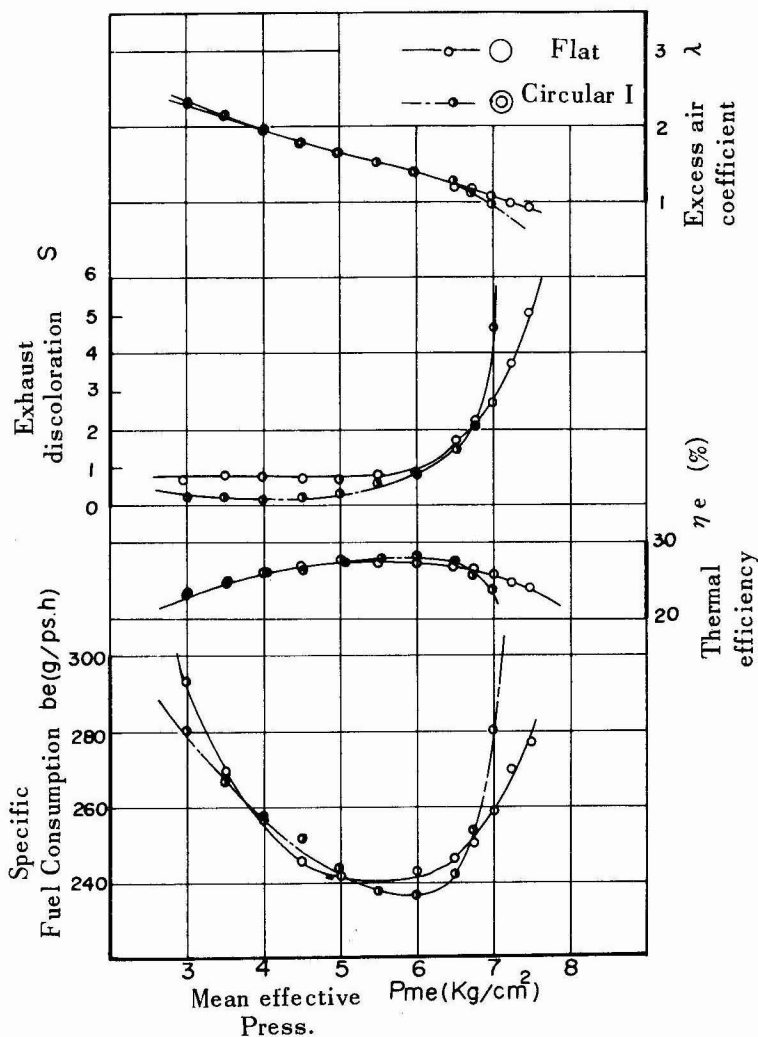


Fig. 16

Fig. 17, Fig. 18はⅡ型円形くぼみ（直径45mm, 深さ5mm, 容積7.95cc）の結果を示す。低負荷時と高負荷時に燃料消費率の改善がみられる。Ⅰ型よりも最大平均有効圧は増している。排気煙濃度は大差はない。この場合、噴気孔からの噴流は直接くぼみへぶつつかって四方へ分散し周囲の壁によって上へ吹き上げられ混合が促進されて性能が改善される。

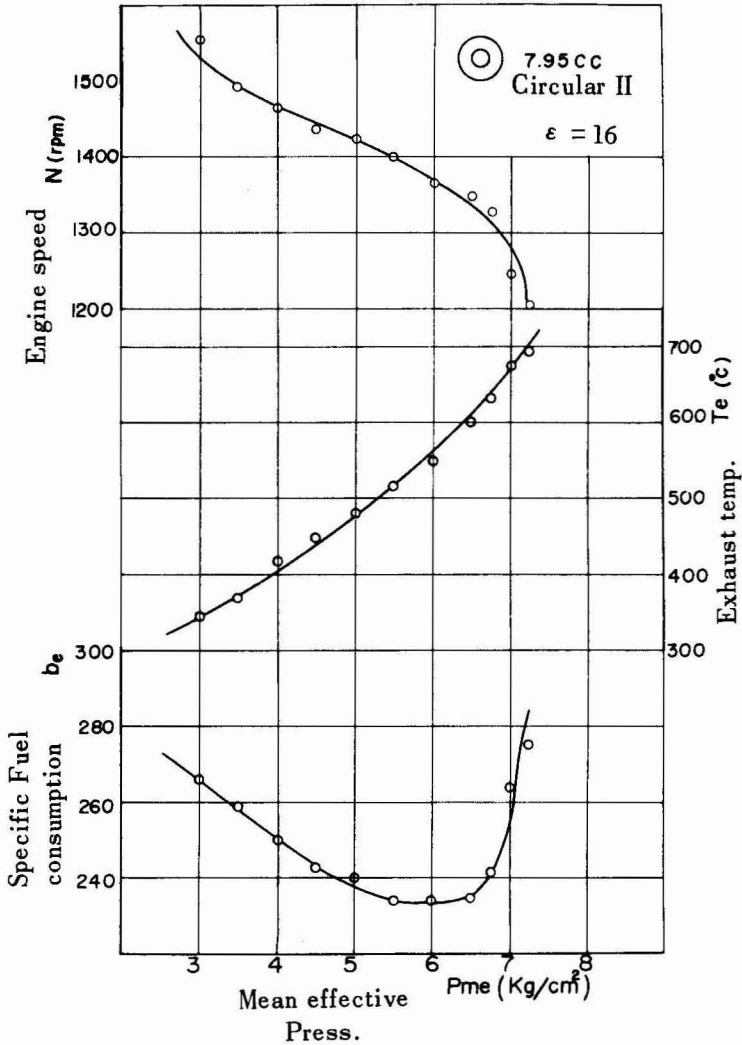


Fig. 17

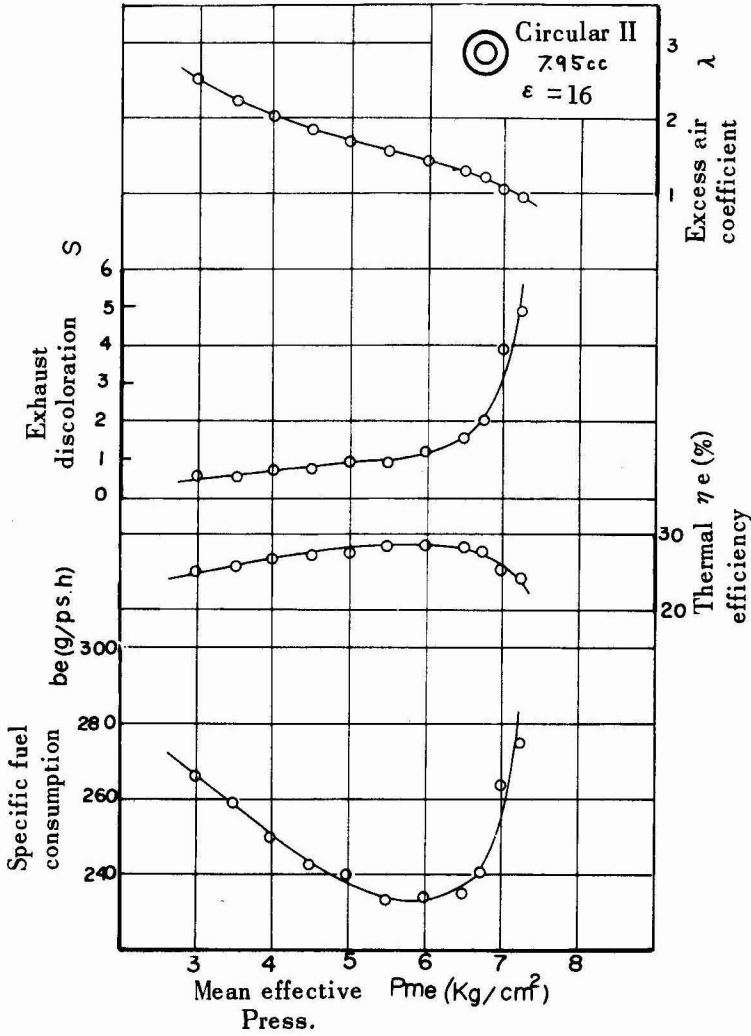


Fig. 18

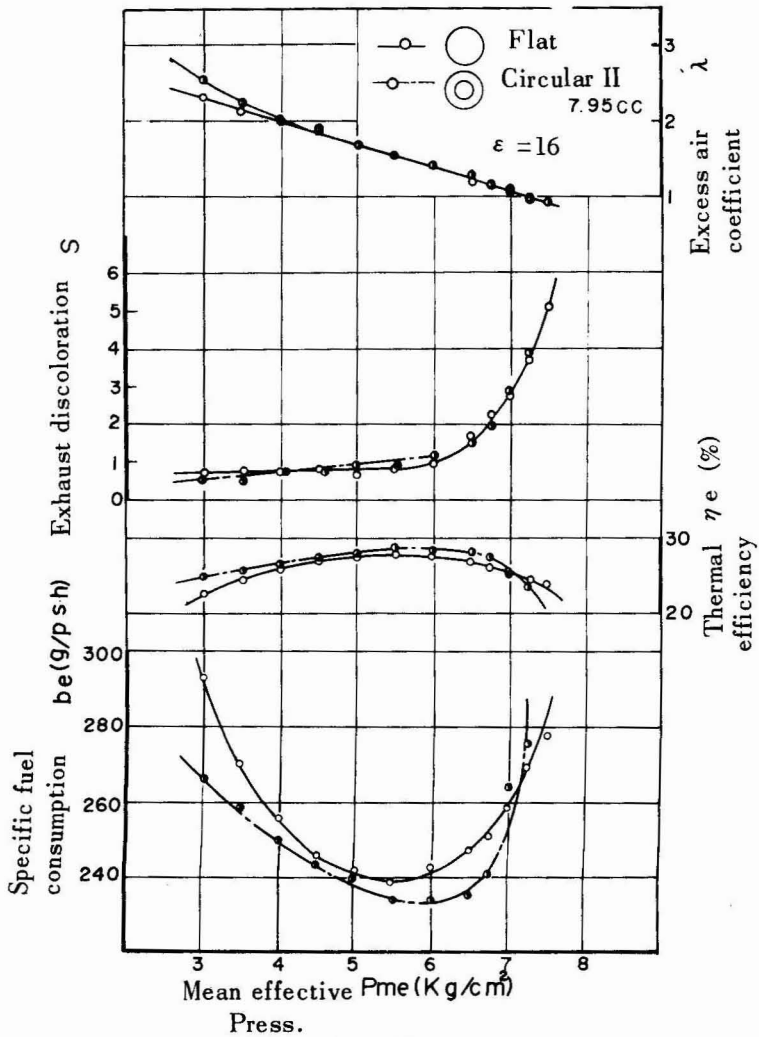


Fig. 19

Fig. 19は平頭ピストンとⅡ型円形くぼみつきピストンとの比較図である。低負荷において著しい改善がみられる。

Fig. 20, Fig. 21はⅢ型円形くぼみ(直径55mm, 容積11.87 cc)の場合の結果を示す。燃料消費率からみれば, 低負荷での改善はみられるが高負荷域ではⅠ型, Ⅱ型にくらべて劣る。

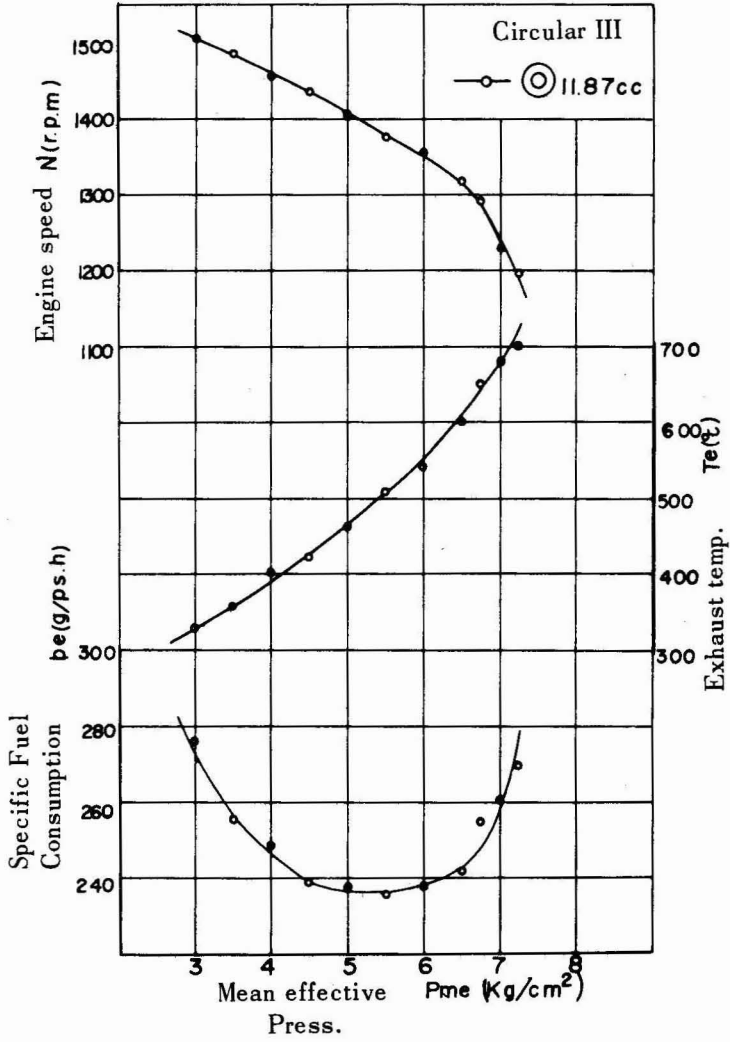


Fig. 20

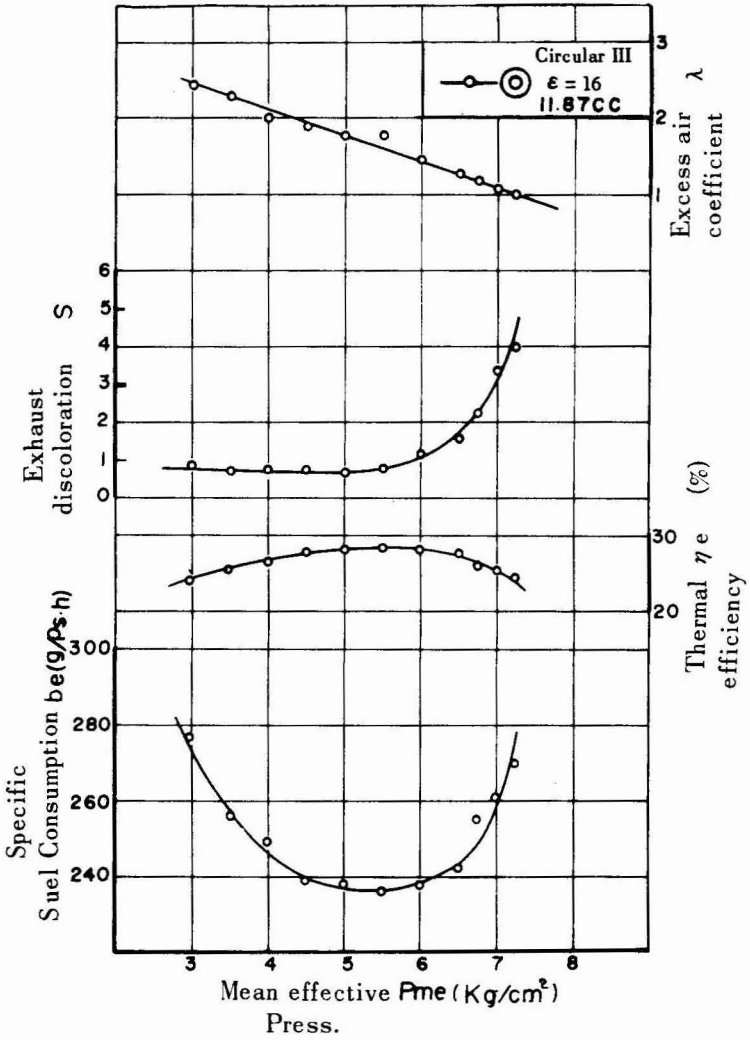


Fig. 21

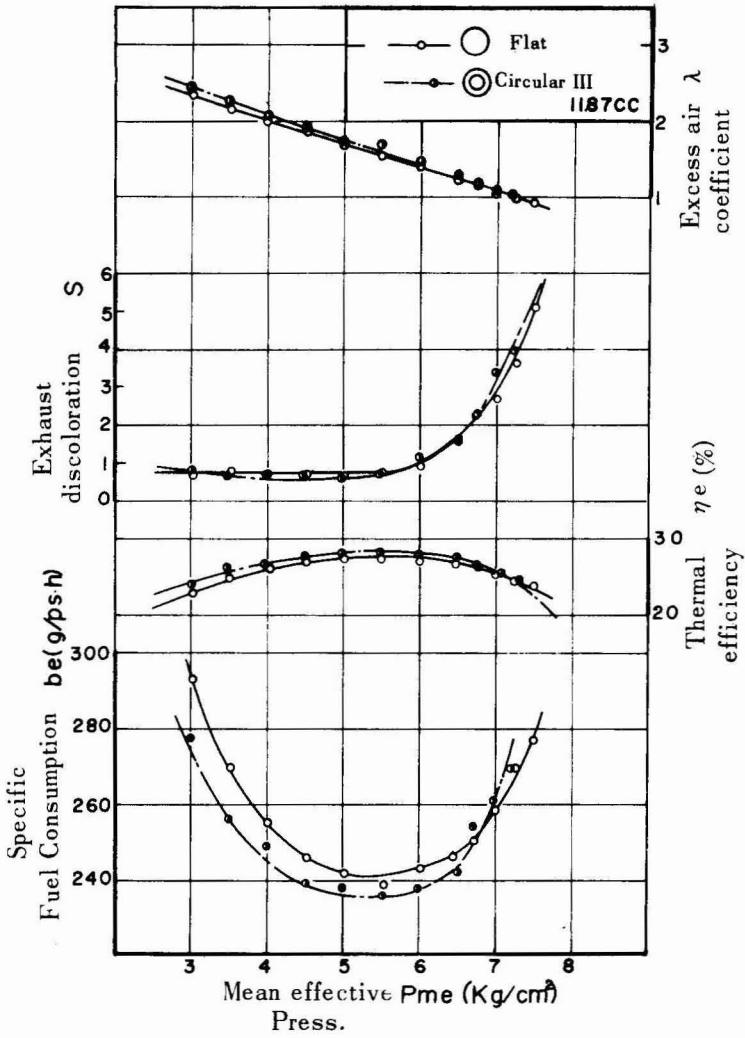


Fig. 22

Fig.22は平頭ピストンとⅢ型円形くぼみつきピストンとの比較図である。

Fig.23は以上四つのピストンについて燃料消費率を比較したものである。最も良い改善がみられるはⅡ型円形くぼみの場合である。

各噴気孔毎にみぞをつける、いわゆるみぞつきくぼみとは異なりこの円形くぼみの場合は噴気孔からの噴流が大部分は円形くぼみの周囲の壁に衝突してエネルギーが適当に減衰し空気との混合が良くなれば性能は改善される。またくぼみ周囲の壁に衝突することによって小さなうずが発生して混合が促進されるものと予想される。

このことは、燃焼室内の気流が規則的な流れであれば燃焼は促進される⁽⁴⁾ことや、小さなうずが極局部的に発生すれば混合が促進される⁽⁵⁾ことから一応うなずけることである。

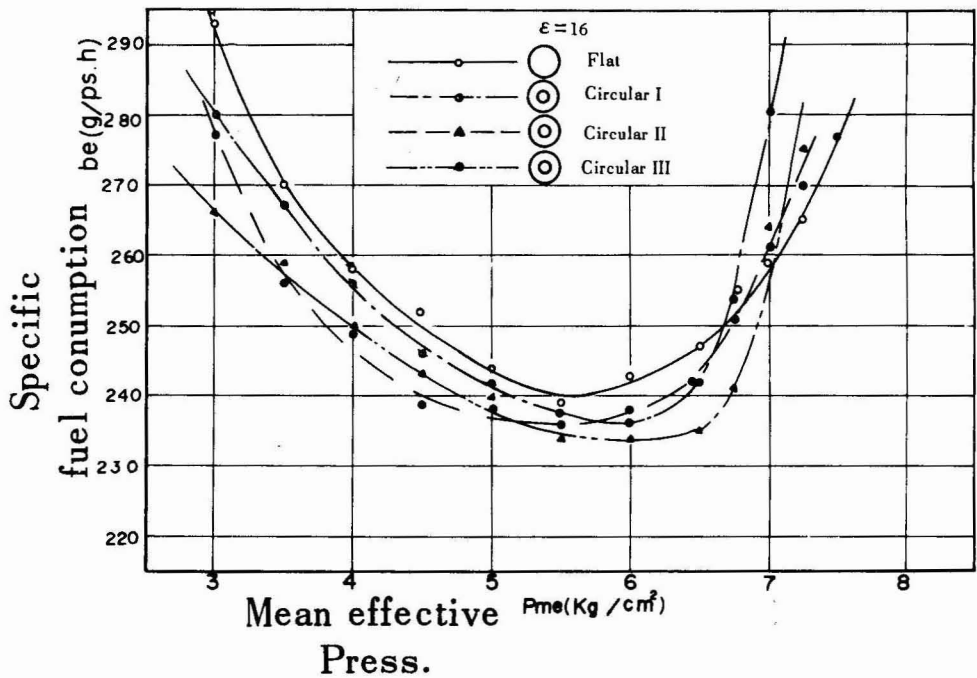


Fig. 23

3. 結 言

以上性能の比較試験結果の数例をあげたが、それぞれの結果はほぼ同じ大気条件のもとで得られるものでその影響は少ないと考えられる。くぼみの効果を見出すにはそれに適合する噴流衝突角および位置を選ばねばならぬが噴気孔の方向を変えると、予燃焼室内の燃焼状態も変化するため、主燃焼室内の燃焼のみを調べることは困難であり、またこの実験では、みぞ形くぼみの場合と円形くぼみの場合とでは圧縮比も異なっているので各形式のピストンくぼみ優劣を比較することはむずかしいので、みぞ形くぼみの場合と、円形くぼみの場合と別々に推論してみる。

みぞ形くぼみ

- (1) 各噴気毎にみぞをつけた方が最小燃料消費率も低下し、最大平均有効圧も得られる。
- (2) 主噴気孔のみぞは噴流がシリンダヘッド上方へ吹き上げられるようにすれば良いと思われる。
- (3) みぞ形くぼみによる排気煙濃度の改善はあまり期待できない。

円形くぼみ

噴流がくぼみに入っていく際に適当な角度が要求されるが、入った後の噴流がくぼみの周囲の壁に到達するまでの距りも要因となろう。すなわちくぼみの直径が大きすぎると平頭ピストンに近づくことなのである。いずれにせよ、円形くぼみをつければ多少の性能改善がみられる。

以上この論文の考察を述べたが、予燃焼室式機関の性能は主燃焼室より予燃焼室内の燃焼状態に左右されることが大きいと長尾不二夫らは述べている⁽⁶⁾。

終りに実験のデータをとってくれた、親川清君、儀間利彦君、国仲昌典君、瀬底正好君に謝意を表する。

なおこの研究は1969年度研究助成費により行なわれたことを附記する。

文 献

- (1) 長尾、柿本、松岡、大鹿、日本機械学会
論文集、26, 162 (昭35.2)
- (2) 長尾、池上、新里、香場、日本機械学会
論文集、33, 246 (昭42.2) P P 291~292
- (3) 長尾、柿本、松岡、大鹿、日本機械学会
論文集、26, 162 (昭35.2) P 352
- (4) 長尾不二夫、内燃機関講義（上）、養賢堂（昭42.1）P P 230~231
- (5) J. F. Alcock & W. M. Scott, oc. Inst. Mech. Egnrs, Adtomobile Divisin, 5 (1962 - 1963) P 179
- (6) 長尾、柿本、松岡、大鹿、日本機械学会論文集、26, 162 (昭35.2) P 353