1. クランク室圧縮に要する動力は全荷重において出力の約 10% であつて, 軽荷重になるに従い次第に増加する。

2. 機械効率⁽¹⁾は全荷重において 63% である。

3. 摩擦平均有効圧は全荷重で 1.3 kg/cm^2 で割合に低い⁽²⁾が, 機械効率の低いのは図示平均有効圧が低い⁽³⁾ためである。

この研究は大阪船用内燃機協会技術委員会の委託に

より行つたもので実験機関は松下金属会社から提供されたものである。

注:—

(1) 昭和 24 年 3 月 19 日 関西支部 165 回講演会において講演, 原稿受付 昭和 25 年 2 月 23 日。

(2) 正員, 京都大学。

(3) 准員, 京都大学。

(4) 学生員, 京都大学。

小形焼玉機関の燃料噴射および燃焼⁽¹⁾

長尾不二夫⁽²⁾ 小早川 隆⁽³⁾ 高岡 利照⁽⁴⁾

Fuel Injection and Combustion in a Small Hot-Bulb Engine

by Fujio NAGAO, Takasi KOBAYAKAWA and Tositeru TAKAOKA

When the fuel with much distillation residue was used in a small hot-bulb engine, there remained a great deal of carbon deposit in the hot bulb. In order to find out the cause and the method to keep from this trouble, the process of fuel injection, combustion, and time lag of ignition were studied.

From the results of experiments with a small hot-bulb engine (120 mm ϕ × 120 mm, 5HP at 900 r. p. m.), two types of combustion were found out. The one occurs in the case of earlier fuel injection, accompanied with sudden pressure rise and a great deal of carbon deposit. The other occurs in the case of later injection with better atomizing, resulting smooth combustion and less carbon deposit.

1. 目 的

海務院型 5 HP 焼玉機関は焼玉内に炭素残さいがたまるとからこの原因を見出す目的で燃料噴射経過, 燃焼状況, 発火遅れ等を調査したものである。

2. 実験装置および実験方法

使用機関要目 シリンダ内径: 120 mm ϕ

ピストン行程: 120 mm

全燃焼室体積: 210.9 cc

行程体積: 1356.5 cc

圧縮比: 7.4:1 (見掛)

5.06:1 (第一ピストンリングより圧縮)

掃除孔開: 下死点前 67.4°

排気孔開: 下死点前 84.5°

正規出力: 5 HP

正規回転数: 900 rpm

第 1 図に燃焼室各部分の体積を洗油を入れて実測した結果を示してある。

噴射圧力およびシリンダ内圧力測定 光電管指圧計を用いてシリンダ内圧力および噴射弁入口の圧力を電磁オシログラフによつて同時に記録した。

焼玉温度 焼玉の頂端に熱電対を 1/8" のねじにより取り付け表面温度を測定した。

使用燃料 白鉛印重

油(比重 0.925, 15°C)

実験方法 カム突き

始めを上死点前 91°,

76.5°, 62°, 47.3°, 33° の

5 種類に変え; 5HP, 900

rpm の n^3 曲線に沿うて

出力を変えて上記の測定

を行つた。

第 1 図 焼玉の形

3. 実験結果およびその考察

第 2 図に噴射圧力, シリンダ内圧力変化の代表的な記録例を示してある。開口弁であるからシリンダ内圧力が噴射圧力曲線にも現れ, シリンダ内圧力よりも高くなる部分 B が噴射の行われている部分である。

燃料噴射過程 噴射圧力の変化は第 2 図曲線 B に示すごとく, 噴射時期が早い場合には背圧が低いから噴射圧力は低く燃焼前に圧力は下がっているが, 遅い噴射の場合には同一出力に対して噴射量が多いのと背圧のため噴射圧力は高くなり, 噴射圧力の下りは緩や

第2図(A) シリンダ内圧力(A)および噴射圧力(B)

第2図(C) シリンダ内圧力(A)および噴射圧力(B)

第2図(B) シリンダ内圧力(A)および噴射圧力(B)

かで締切点は明瞭でない。第3図に各噴射時期、各荷重に対する最高噴射圧力を示してある。噴射圧力は30~70 atm で背圧に影響されることが大きい。

カム突き始めから燃料が噴射されるまでの期間は第4図に示すごとく早い噴射の場合は甚だ短くて1/1000秒ぐらいであるが、噴射が遅くなると背圧のため長くなる。また荷重が大きくなると回転速度が高くなるため幾分短くなる傾向にある。

燃料噴射期間は全荷重において 60°~70° で遅い噴射の場合には燃料消費量が多くかつ燃料の締め切りが悪いために 120° 以上におよんでいる。

発火遅れ 発火遅れは第3図に示すように早い噴射の場合は甚だしく大きく、遅く噴射するほど小さくなっている。そして荷重が増すと幾分小さくなるが回転速度が高くなるからクランク角で表わせば第4図に示すようにかえつて大きくなっている。掃除孔が完全に閉じ圧縮の始まるのは上死点前 95°5' であるから 91° 前噴射した場合には噴射始めにおける焼玉内圧力はほとんど大気圧に近く、また焼玉内は掃除が不完全であるから酸素の濃度が小さいため、焼玉の温度は発火を起すに十分であつても発火は起らない。そのために噴射された燃料は熱分解を起し発火性の悪い低分子の物質になる。圧縮の進行に伴つて焼玉内に新気が侵入して酸素濃度が高くなり、空気温度も上昇し遂に発火する。このために発火遅れが著しく大きくなることが想像される。噴射を遅くするに従い熱分解の傾向は次第に少くなり、33° 前噴射の場合には圧縮が進行しているから焼玉内には新気が侵入しており酸素濃度は高くまた空気温度も高くなっているから熱分解は起らず、ディーゼル機関における程度の短い発火遅れで燃焼を起している。かように早く噴射すると熱分解のため発火遅れが甚だしく大きくなるから早く噴射すれば早く発火するとは限らない。すなわち第4図に示すように遅く噴射した方がかえつて発火は早く起っている。

燃焼経過 噴射圧力から噴霧の進行距離と時間との関係を概算してみると⁽⁵⁾第5図のようになる。図から明らかなように早い噴射(76°5'~91° 前)においては

第5図 噴射よりの経過時間と油粒到達距離
 τ_1 33° 前噴射の発火遅れ

発火前に噴霧は焼玉壁に到達し第4図に示すように 91° 前噴射の場合には噴射が終つて後に発火が起り 76°5' 前噴射の場合には噴射終りの直前で発火が起っている。しかるに遅い噴射においては背圧が大きいのと発火遅れが短いため噴霧の大部分は焼玉壁に到達する前に発火しかつ噴射期間中に燃焼している。かように早い噴射と遅い噴射とで全く違つた燃焼を起している。早い噴射では焼玉に附着した燃料の蒸発、熱分解により発火性の悪い物質になり長い発火遅れの後に全体が一時に燃焼状態に入るため燃焼圧力は第2図に示すようにディーゼルノックのごとく急激な上昇を示している。これに対して遅い噴射では甚だ短い発火遅れで噴射しながら燃えるから圧力上昇は緩やかに起り円滑な運転をするが燃料の切れが悪くかつ空気と燃料の混合が不十分のため後燃えが多く燃料消費率は多い。

上述のごとく早い噴射では燃料が焼玉壁の附近で燃焼するから焼玉温度は第3図に示すごとく高くなるが熱分解は吸熱反応であるから噴射量が多くなると(高荷重になると)かえつて下つて来る。91° 前噴射高荷重の時、最高圧力が下つているのはこの原因であると思われる。

4. 燃料噴射率および燃焼率

クランク角 $d\theta$ の間の噴油量 dB は次の式で計算される。

$$dB = \mu \cdot f \cdot \sqrt{2g \cdot \Delta p \cdot \gamma} d\theta$$

μ : 流量係数 f : 噴口面積 = $\left(\frac{0.4}{2}\right)^2 \cdot \pi \text{ mm}^2$

Δp : 圧力差 γ : 油の比重 = 0.925

1 サイクルの噴油量 B に対する割合は流量係数を一定とすれば

$$\frac{1}{B} \cdot \frac{dB}{d\theta} = \frac{\mu \cdot f \cdot \sqrt{2g \cdot \Delta p \cdot \gamma}}{\mu \cdot f \int_0^\theta \sqrt{2g \cdot \Delta p \cdot \gamma} d\theta} = \frac{\sqrt{\Delta p}}{\int_0^\theta \sqrt{\Delta p} d\theta}$$

正規出力 5HP, 900 rpm において各噴射時期に対するインジェクタ線図から Δp を測定して計算した結果を第6図に示す。

クランク角 $d\theta$ の間に燃焼により発生する熱量を dQ , シリンダ壁へ失われる熱量を dQ' , その間の内部エネルギーの変化を dU , ガスのする仕事を dW とすれば有効発生熱量 dQ_e は

$$dQ_e = dQ - dQ' = dU + A \cdot dW$$

これを完全ガスと仮定すれば

$$\frac{dQ_e}{d\theta} = \frac{A}{\mu - 1} \cdot \frac{d(pV)}{d\theta} + A \cdot p \cdot \frac{pV}{d\theta}$$

5HP, 900 rpm の場合、各種噴射時期に対して有効熱発生率を求めた結果を第6図に示す。この結果から早い噴射の場合には発火遅れが大きくその間に全燃

第6図 噴射率と燃焼率

料が噴射され発火までに空気との混合がよく行われているから燃焼初期における熱発生率は大きい。遅い噴射の場合には噴射燃焼が並行して行われ熱発生率は小さく、後期における噴射燃料はシリンダへの熱損失に費され有効熱量として現われない。

5. 結 論

1. 焼玉機関における噴射圧力は全荷重において

30~70 atm. で、背圧により影響されることが大きく噴射期間はクランク角で 60°~70° に及んでいる。

2. 早い噴射と遅い噴射で全く違った燃焼をする。早い噴射では燃料は焼玉に附着し、気化あるいは熱分解して燃焼するから発火遅れが甚だ大きく、急激な燃焼をするが、遅い噴射では発火遅れが小さく焼玉壁に到達する前に発火しディーゼル機関におけると同様な燃焼をする。

この研究は大阪船用内燃機協会技

術委員会の委託により行つたもので実験機関は松下金属会社から提供されたものである。

注：—

- (1) 昭和 24 年 3 月 19 日 関西支部 165 回講演会において講演
原稿受付 昭和 25 年 2 月 23 日。
- (2) 正員，京都大学。
- (3) 准員，京都大学。
- (4) 学生員，京都大学。
- (5) F. Sass, Kompressorlose Dieselmotoren, s 50 (1929)

ノズルを使用せる煙道炭酸ガス含有率測定 (第1報)

臨界ノズル使用吸収方式⁽¹⁾

馬 杉 尙 次⁽²⁾

Measuring of CO₂-percentages in Flue-gases with Nozzles (Part 1)

Critical-nozzle-type CO₂ meter with Chemical-absorbent

by Naotsugu MASUGI

This new CO₂-meter consists of the next four main parts,

- (1) forward-orifice,
- (2) chemical CO₂-absorber like KOH,
- (3) backward-nozzles,
- (4) vacume-pump or steam-ejector.

Maintaining the backpressure of the backward-nozzle simply under the critical pressure, the quantity of gas-flow after the CO₂-absorber is normalized, and by the law of continuity of materials, the CO₂-percentage can be indicated by the manometer of the forward-orifice.

According to the result of the several experiments, this apparatus seems to be useful to the practical uses, especially to the burning test of industrial furnaces because of its simplicity and correctness.

1. 緒 言

本方式の原理は前方流量計，CO₂ 吸収装置，後方ノズルを直列に配置して適当な真空装置により試料を順次通過吸引させ、かつ後方ノズルの背圧を臨界圧以下に常に保つて臨界流量を維持しておけば、試料中に含有される CO₂ の分だけ当然前方流量計を通る流量が増加するので、その流量計の指示から逆に CO₂ 含有率を知ることができることにある。著者はとくに前

方流量計として簡単なノズルオリフィスを使用する場合についての理論解析と基礎実験、実ボイラ試験等を行つた。それらの結果本方式の理論が良く合ひ、かつ簡単にして正確である実用性を認めた。従来から自動 CO₂ 計の一型式として CO₂ 吸収剤通過前後のガス流量を連続かつ機械的に測る方式のものとして Autorisator⁽³⁾, Uehling CO₂ 計⁽⁴⁾などのものがあるが、それらの流量規定化方法は複雑な恒圧装置によるのに反し、著者の方式は後方のノズルを臨界圧以下に背圧を