621. 436. 038:621. 436. 05:662. 612. 32

ディーゼル機関における燃焼うず流れの効果*

長尾不二夫**, 柿本治利**, 蛭川 昌***

The Effect of Combustion Swirl on the Combustion
in a Diesel Engineby Fujio NAGAO, Harutoshi KAKIMOTO,
and Masaru HIRUKAWA

In order to investigate the effect of the timing of swirl creation upon the combustion process of a Diesel engine, various amounts of fuel were injected from two sets of fuel-injection equipments into the main and auxiliary chambers respectively at a different period. A swirl was created in the main chamber by a violent outflow of gas from the auxiliary chamber.

Swirl creation prior to fuel injection into a main chamber brings a little improvement on the combustion state, but is accompanied by an unfavorably rapid rise of high pressure.

Swirl creation after ignition is more effective to shorten the after-burning of fuel, as ascertained by the high-speed photography. When fuel is injected into an auxiliary chamber after TDC, the noiseless and smokeless combustion with fairly low maximum pressure is materialized without the increase in fuel consumption.

1. 目 的

高速ディーゼル機関では、噴射燃料の混合気形成・燃焼に与えられる時間はきわめて短いから、空気うず流れの重要なことは言うまでもない。うず流れと混合気形成・燃焼の関係については、H. R. Ricardo のスリープ弁付四サイクル機関を用いたうず流強さと燃焼に関する実験⁽¹⁾を始め、幾多の研究が行われ、うず流れの効果的利用によりディーゼル機関の燃焼は改善されてきた。ところが空気うず流れが燃料噴射時すでに燃焼室内に存在する場合（流入うず流れ、押込うず流れ）と燃焼により初めて発生する場合（燃焼うず流れ）とでは、混合気形成および燃焼の過程に根本的な相違が存在するはずであるが、うず流れ発生の時期が燃焼に及ぼす影響についてはいまだ系統的な研究は見当らない。副燃焼室式機関において噴射時期とうず流れ発生時期の相対的關係を見ると次の三つに大別される。容積比の大きいうず流室は明らかに噴射前のうず流れによるものであり、普通の予燃焼室は主燃焼室への噴射と同時に発生される燃焼うず流れを利用するものである。ラノバ空気室あるいは最近発表された MWM 社

の等圧予燃焼室 (die Gleichdruck Vorkammer) では主燃焼室への噴射後副室内の燃焼によりうず流れを与えている。すなわち前者では噴射燃料の一部が空気室にはいるように設計されており⁽²⁾、後者では噴射燃料の一部が噴気孔を貫いて主燃焼室へ達するようになっている⁽³⁾。また自由ピストンガス発生機 GS 34 では主燃焼室へ燃料を直接噴射した後、別に設けられた予燃焼室へも噴射し燃焼うず流れを発生させている⁽⁴⁾。この三つの形の副室式機関はそれぞれ異なった燃焼特性をもっているが、これは主として噴射とうず流れ発生との相対的時期、うず流れの強さ（主・副室内で燃える燃料割合）、うず流れと噴射の相対位置に関係し、いずれも最適の条件が存在するものと考えられる。

本研究はこの問題を系統的に研究するために、第 1 図に示す副室式燃焼室を用い、二組の燃料噴射装置から主・副室へ任意の割合の燃料をそれぞれ任意の時期に噴射せしめ、主室内に発生するうず流れの時期・強さを変えられるようにし、このいろいろな組合せにおける燃焼特性、排気煙濃度ならびに運転の静粛性を比較しようとするものである。

2. 実 験 装 置

供試機関は四サイクル水冷単シリンダ立て形ディーゼル機関 (ヤンマー ST-95 を試験用に改造) で、そ

* 昭和 34 年 4 月 3 日 第 36 期通常総会講演会において講演、原稿受付 昭和 34 年 4 月 3 日。

** 正員、京都大学工学部 (京都市左京区吉田本町)。

*** 准員、大阪瓦斯会社。

第1図 実験機関の燃焼室

第2図 燃料噴射時期の影響

の主要目は次のとおりである。

シリンダ径/行程	95 mm/115 mm
圧縮比	15
副室容積比	25%
噴気孔面積比	0.25%

燃焼室は第1図に示すように副室内の燃焼に伴う圧力上昇により、噴気孔から噴出する燃焼ガスが排気弁の下の主室内にうず流れをひき起すようくふうされている。両室へはそれぞれ別個のポンプ（ボッシュ形）で噴射され、そのプランジヤ径はそれぞれ 6.5 mm, 7 mm である。なお上記の副室容積比および噴気孔面積比はこの機関を予燃焼室式またはラノバ空気室式として運転する場合、いずれにも最適の大きさ*でなく、ほぼ中間の値に選ばれている。また燃料は常にA重油（比重 0.85, セタン価 45）を用いた。

* 予燃焼室式としては副室容積比 30%, 噴気孔面積比 0.4%, 空気室式としてはそれぞれが 20%, 0.2%がほぼ最適値である。

燃焼室圧力変化は抵抗線式インジェクタ（共和無線 PHF-7B, 固有振動数 35 kc/s）を用い、トランジスタ回路で増幅してのち電磁オシログラフ（横河電機B形パイプレータ, 約 3.5 kc/s まで感度一定）により記録した。また機関騒音は電磁マイクロホン（アイワ DM-11）を用い増幅器を経てインジェクタ線図と同時にオシログラムに記録した。

排気煙濃度の測定は Saurer 式排気濃度計によった。これは排気 0.5 l を直径 30 mm のろ紙に通じて、そのろ紙の黒さを比較するもので、ここではろ紙の明るさを 0%, 完全黒色を 100% としその間を等分する尺度によった。

3. 燃焼うず流れの効果

3.1 燃料噴射時期の影響

両室への噴油量割合をほぼ等しくし、主室内噴射時期 3 とおりに対しそれぞれ副室内噴射時期を連続的に変え、回転数、負荷一定のもとで燃料消費率を測定した。第2図にその結果を示す。主室内各噴射時期に対しそれぞれ最適の副室内噴射時期が存在し、ほぼ主室内噴射時期に一致している。この噴射時期は噴射ノズル針弁の動きから測定したもので実際の噴射始めを表わしているが、主室内のうず流発生時期は後述するように噴射時期よりかなり遅れている。したがってこの場合うず流発生は主噴射直後が有効であると考えられる。もしうず流れの効果が同一であるとすれば、副室内噴射がおそくなるに従い熱供給時期がおそくなるため、熱力学的熱効率は低下し排気温度は上昇するはずであるが、上死点附近で再び燃料消費率が減少しているのは、この附近でうず流れの効果が特に顕著なことを意味するものである。

3.2 噴油量割合の影響

副室内噴油量を増すと主室内のうず流れは強くなるが、一方噴気孔における絞り損失、熱損失は増加する。したがってうず流れによる燃焼の改善とこれらの損失が相殺する点で最適の噴油量割合が与えられる。しかし一方うず流れの効果はその発生時期によるが、副室内噴射時期がおそくなると熱力学的損失は増加し、副室内噴射量割合が増すほどこれによる損失は増大するはずである。上の実験で最良の成績の得られた条件、すなわち副室内噴射ノズル DN8S1, 主室内噴射時期上死点前 10.5° において、一定の負荷・回転速度のもとで両室への噴油量割合を変え、第3図に示す結果を得た。主室噴射のみの運転（0%）に比べ、副室へわずかの燃料を噴射する

第 3 図 副室内噴油量割合と噴射時期の影響

と燃焼は著しく改善され、副室内噴油量割合が小さい場合 (20%) には、サイクルは主として主室内噴射時期に支配され、副室内噴射時期に影響されることが少いから、広範囲に噴射時期を変えることができ、上死点前 20°～後 10°において燃料消費率の低下が得られる ($b_e=220\sim 230$ g/PS·h). 副室内噴射量割合が多くなるに従い、この噴射時期が全燃焼過程に影響することが大きくなるのでおそい噴射は許されなくなるが、最適時期に噴射すれば 216～219 g/PS·h の燃料消費率に達する。

次いで副室内噴射時期を一定 (上死点前 10°) にし、いろいろな噴油量割合に対し主室内噴射時期の影響を求めた結果を第 4 図に示す。主室噴射のみ (0%) の場合に比べて副室へわずかに噴射することにより燃焼は著しく改善されるが、副室内噴油量割合が小さい場合には燃焼は主室内噴射時期により支配されることが大きいから、主室内噴射時期はあまり遅らすことはできない。副室内噴油量割合が増すに従い主室内噴射時期を広げることができる。

以上のことから副室内噴油量割合の影響はその噴射時期によって定まり、適当な時期に噴射すれば、噴油量割合 20～75% の範囲で最低燃料消費率には大差がない。しかし副室内噴油量割合が大きくなると絞り損失、熱損失が大きくなるので、燃料消費率が同一であればそれらの損失を補うだけの燃焼改善が行われなければならない。したがって燃料消費率が同一であれば、副室内噴油量が多いほど燃焼の改善は大きくなってい

第 4 図 主室内噴射時期と噴油量割合の影響

るはずである。たとえば上死点附近では副室内噴射量割合 75% の排気温度は特に高いのにもかかわらず燃料消費率には大差ないことからでも明らかである。

副室内噴油量をある値に固定し、主室内噴油量を加減して負荷を変えた場合の燃料消費率曲線を第 5 図に示す。負荷を増すに従い副室内噴油量割合が多い方が燃焼はよくなり、燃焼うず流れの増大は燃焼室内の空気利用率を改善する。

3.3 燃焼うず流れの方向と燃料噴射 燃焼うず流れに対する燃料噴射方向の影響を調べるため、第 6 図に示すように主室内噴射方向を変え、噴油量一定のもとで燃料消費率と排気煙濃度を比較した。うず流れと逆方向に噴射した場合 (Ⅲ) では、燃焼が悪く、とくに主副室内同時噴射のとき排気煙は最も黒くなっている。順方向噴射 (Ⅰ) ではほぼ同時噴射の場合燃料消費率が最低になるが、副室内噴射がおそいときはそ

第5図 各負荷における噴油量割合の影響

の効果は比較的少い。うず流れを噴霧に対し横から吹きつける中央方向噴射のとき(Ⅱ)燃料消費率は最も低くなり、最低点はほぼ同時噴射の附近である。主室中心の両側に2本噴射した場合(Ⅳ)には、燃料消費率最低の点が同時噴射と上死点后 6° 附近の2点で得られ、排気煙濃度は最も薄い。

排気煙濃度は副室内噴射を遅らすに従い総体的によくなくなる。この事実は燃料の完全燃焼を意味し、主室内発火後うず流れを与えることが燃焼改善に効果的なことを示しているが、このためには副室内噴射を遅らさねばならぬので熱力学的損失が大きく、したがって燃料消費率の減少はそれに伴わない。

4. インジケータ線図ならびに高速度写真による考察

4.1 インジケータ線図による考察 第7図はインジケータ線図の代表例で、オシログラム番号1~5は主室内噴射時期一定のもとで副室内噴射時期を変えた場合、6は主室内噴射のみ(直接噴射式)、7および8は空気室式、9は予燃焼室式の場合であり、その運転条件を第1表に一括して示す。

第8図は両室への噴油量をそれぞれ一定とし、副室内噴射時期のみを変化させた場合のオシログラムから測定した数値を性能とともに表わしている。副室内噴射が早いときには、最高燃焼圧力は主室の方が高く、発火時期は主室の方がおそいが、副室内噴射を遅らすに従い両室内圧力、発火時期はともに接近し、両室の発火が同時に起る上死点前 13° 附近において両室の圧力はいったん最低になり、それ以後両室の発火時期および圧力の関係は反対になる。主室内圧力上昇率も同

第6図 うず流れと燃料噴射方向の影響

様の傾向を示し、最低点を生ずるが、これは同時発火のためガス噴出が弱められるためである。更に副室内噴射を遅らすと、副室内発火時期がおそくなるに反し主室内発火時期は一定に止るので、両室内圧力、圧力上昇率はいったん上昇するが上死点附近では両者は著しく低下し、それ以後一定の値[主室にて $p_{max}=39at$, $(dp/d\theta)_{max}=1.4 at/deg$]を保つ。この附近のインジケータ線図は第7図4, 5に示すように両室の圧力曲線の燃焼部分が二段になり、圧力上昇率曲線にも二つの山が見られる。

早い副室内噴射により主室に強いうず流れを与えた場合には、発火前に主室内に多量の混合気が形成されやすく主室の圧力および圧力上昇率は増大し、また排気煙濃度も高くなる。

おそい副室内噴射たとえば上死点后 6° の場合の燃焼を上死点前 10° 噴射の場合に比べると、主室内圧力上昇率は $1/2$ 以下、主室内最高圧力は $15 kg/cm^2$ も低く、ほとんど等圧燃焼に近くなるにもかかわらず、燃料消費率に変わりなくかつ排気煙濃度は $1/3$ に低下している。このように燃焼後期にうず流れを与えることは注目に値する静粛な燃焼法である。

第8図に示す燃焼騒音曲線はオシログラムに記録された波形の最大振幅を示すものであって、上死点より前では圧力上昇率曲線に似ているが、おそい噴射の部分に起伏が生じている。これは第7図3, 4, 5に見られる圧力上昇率曲線に生ずる二つの山の間隔に關係す

上から副室内圧力 N 、主室内圧力 H 、主室内圧力上昇 H' 、副室内噴射時期、主室内噴射時期およびクランク角度を示す

第 7 図 インジケータ線図の例

第1表 各インジケータ線図(第7図)の運転条件

オシログラム 番 号	噴射ノズル		噴射時期 deg		噴油量 mg/行程		回 転 数 rpm	出 力 PS	備 考
	主 室	副 室	主 室	副 室	主 室	副 室			
1	0.25-2孔	DN8S1	-10	-20	16.2	15.4	1275	4.8	複 噴 射 (主室噴射時期一定)
2	"	"	"	-10	"	"	1275	5.5	
3	"	"	"	-6.5	"	"	1280	5.3	
4	"	"	"	0	"	"	1260	5.3	
5	"	"	"	+3	"	"	1240	5.3	
6	"	—	-10	—	35.2	—	1295	5.6	直接噴射式
7	DN0SD21	—	-18	—	32.8	—	1280	5.3	ラノバ空室式
8	"	—	-15	—	33.8	—	1260	5.5	
9	—	DN4S1	—	-14	—	32.6	1270	5.3	予燃室式

第8図 副室内噴射時期を変えた場合の燃焼特性

るものであろう。

一般に燃焼状態, 冷却損失が同一であれば, 噴射をおくらずと排気温度が高くなり, 燃料消費率も増加する。しかるに第8図に見るように上死点前3°附近から噴射をおくらずと, 排気温度が上昇するにもかかわらず燃料消費率にはほとんど変化なく上死点后6°附近ではかえって低下している。これはおそく噴射するほど燃焼の改善が大きくなることを示すもので, 排気煙濃度が次第に減少していることから明らかである。しかしこの改善で不完全膨脹損失が補われなくなると燃料消費率は上昇し始める。

4.2 高速度写真による考察 次いで主室内で燃

第9図 高速度燃焼写真撮影装置

焼うず流れが燃焼の促進に実際どのように役立っているかを明らかにするために, ループ掃気式二サイクル機関⁽⁵⁾のシリンダヘッドを第9図に示すように, 耐熱ガラス張りの燃焼室に改造し, 主室内燃焼状態を高速度撮影した。撮影には日立製作所 KPC-25 高速度カメラを使用し, 斜め上方から燃焼室内を照射し, 噴霧と炎を同時に写せるようにした。第10図に撮影例を示す。図(a)は主室内噴射のみの写真で, 圧縮行程の終りに副室内に流入したわずかの燃料が燃焼の終り近くで(25°)噴出する以外ほとんど炎は停滞し, 燃焼は長引いている(炎消滅は50°)。図(b)は(a)の場合に同じ時期の副室内噴射を加えた場合で, 主室内の発火に

第 10 図 高速度燃焼写真

やや遅れ (5°) 副室内に燃焼が始まり, 噴気孔からの強力なガス噴出により主室内にうず流れを生じている. 炎消滅までの時間は図 (a) の場合の約 2 倍の噴油量にもかかわらず短縮されている (炎消滅は 45°). 図 (c) は主室内へ単孔ノズルから噴射した場合で, 主室内発火に先立ち副室からガス噴出が起っている. 図 (d) は

副室内噴射のみすなわち予燃焼室式であり, 噴気孔からの噴出の初期に炎が一部消え ($10 \sim 15^\circ$), その後主室内に強いうず流れの生ずる状態がよく現われている. またおそい副室内噴射の場合には主室内で発火した炎は最初には停滞しているが, 副室からの噴出が始まるとかく乱され, 急激に燃焼が促進されることが明

らかにされた。

副室からのガス噴出の現象は両室の圧力差すなわち両室内の燃焼速度、ピストン運動などによって支配され、予燃焼室式機関でさえも主室内の燃焼が進むと一時噴出が止まることが知られており、明確にとらえ難いものである。主室内へ燃料噴射を伴うこの実験では、副室からのガス噴出は一層複雑になり、主室内の燃焼うず流れの発生時期および強さを単に副室内噴射により知ることは困難である。しかし以上の実験結果から、ディーゼル機関における燃焼うず流れの効果に関し次の諸点が明らかになった。

(1) 主室内噴射前に強いうず流れを発生させると、圧力および圧力上昇率は高く、燃焼音は大きくなり、また発火前の混合気形成は良好になるにかかわらず、燃焼の改善は少い。しかし燃焼圧力が高いことに基く熱力学的熱効率の増加により燃料消費率の増加は補わ

れる。

(2) 主室内発火後にうず流れを与えると燃焼の改善は著しく、あと燃え期間が短縮され、排気煙濃度も薄くなり、燃焼圧力、圧力上昇率も低くなる。副室内噴射をおくらすにつれてこの傾向は顕著になり、上死点後の噴射では等圧燃焼に近づき静粛、無煙燃焼が得られる。しかしこれによる燃焼の改善は熱力学的熱効率の低下のため燃料消費率低減には著しい効果はない。

(3) 副室への噴油量割合は適当な時期に噴射すれば最低燃料消費率には大差ない。しかし高負荷の場合には副室内噴油量を増しうず流れを強化した方が有効である。

5. 副室式ディーゼル機関における 燃焼うず流れ

実際の副室式ディーゼル機関の燃焼に主室内の燃焼

第 11 図 ラノバ形空気室式の燃焼特性

第 12 図 予燃焼室式の燃焼特性

うず流れがどのように利用されているかを調べるために、四サイクル試験機関をラノバ空気室式または予燃焼室式として運転した。

5.1 空気室式機関とした場合 空気室式の場合の燃焼性能を噴射時期で整理して第 11 図に示す。燃料は主室内から噴霧角 0° のスロットルノズル (DN0-SD 21) より噴気孔に向けて噴射した。最高燃焼圧力および主室内圧力上昇率曲線は噴射時期上死点前 15° を境にして不連続になっている。この限界噴射時期より早い噴射では、空気室内へ流入した燃料がまず発火し、ガス噴出によりうず流れを発生し、主室内で急激な燃焼が起り、また限界時期よりおそい噴射では主室内で最初の発火が起るため⁽⁶⁾、燃焼うず流れの発生がおくれ、初期の燃焼が抑制されるので、静粛な燃焼をするものと解せられる。第 7 図のインジケータ線図 7 および 8 は早い噴射時期とおそい噴射時期の例である。空気室式機関のねらいである低い燃焼圧力、静粛な運転はこの限界時期よりわずかに後で燃料噴射した場合に実現できる。しかしこの場合には噴射時期がおくられるため燃料消費率が多少増加するのはやむを得ない。

5.2 予燃焼室式機関とした場合 第 12 図は予燃焼室として運転した場合の結果を同様に示している。噴射ノズルにはピントルノズル (DN4S1) を用いたが、広い噴霧角のノズル (DN8S1) に比べて許容時期範囲が広がっている (第 3 図 100 % の線参照)。これは燃料が主室へ未燃焼のまま噴出されやすくなり、

主室内でのうず流れが有効に使われるためと考えられる。この場合主室圧力上昇率が高くなるのは、未燃焼燃料が噴気孔から噴出される際、多量の混合気を形成し爆発的燃焼するという予燃焼室式機関のディーゼルノックに基づくためである⁽⁷⁾。排気煙濃度に関しては予燃焼室式ではおそい噴射がよく、空気室式では早い噴射がよくなり、反対の傾向を示す。

この燃焼うず流れを自由ピストンガス発生機の燃焼に適用する場合、副室内噴射を適当におそくするとシリンダ内最高圧力は低く、静粛な無煙燃焼が実現できることはすでに述べたが、この場合第 8 図から排気温度が高いのにもかかわらず燃料消費率は変わらないことが想像される。この事実はガスタービンと組合せた場合の熱効率を向上するに役立つであろう。

終りに実験機関の試作に御尽力下さったヤンマーディーゼル会社の横井元昭氏に厚く感謝の意を表する。なお本研究は昭和 33 年度文部省科学試験研究費の一部により行われたことを附記する。

文 献

- (1) H. R. Ricardo, *The High-Speed Internal Combustion Engine* (1951), Blakie & Son, London.
- (2) S. J. Davies, *Engineering*, **23**, 7 (1954), 105.
- (3) K. Kollmann, *MTZ*, **17**, 8 (1956), 256.
- (4) R. Huber, *Schweiz. Bauzeitg.*, **24**, 6 (1957), 364.
- (5) 長尾, 柿本, 松岡, 藤野, 本論文集 1324 ページ.
- (6) 長尾, 他, 関西支部第 34 期総会講演会前刷 講演番号 412 (昭 34-3).
- (7) 長尾, 柿本, 平岡, 機械学会論文集, **24**, 144 (昭 33-8), 599.

討

〔質問〕 おもしろい実験結果を発表いただき非常に参考になりました。たとえば第 8 図で全燃料の約半分を予燃焼室に上死点後 6° (発火 $+18^\circ$) というおそい時期に噴射しても燃料消費率の上にはなほだしい悪化が無かったということは非常に興味を感じました。ただよくわからないのは噴射時期 ($-12^\circ \sim +6^\circ$) という広い範囲において燃料消費率にほとんど変化がなかった理由です。燃焼の等容度はやはり噴射の時期の早いものほど良かったと思われます。排気温度にもそれが現われています。したがって噴射時期の早いものほど不完全燃焼があるいは冷却損失が増加しているはずですが、不完全燃焼については煙濃度の形で実験結果が示されています。ただ第 8 図の実験の燃料噴射量 31.6 mg/行程 と燃料消費率 $230 \text{ g/PS} \cdot \text{h}$ から p_0 を求めると 4.56 気圧 になっており、この負荷は第 5 図から見るととらくな負荷であり、普通の機関なら不完全燃焼は非常に少いはずですが、したがってこの実験機関の場

論

合特別に不完全燃焼が多かったのでしょうか。実験機関を予燃焼室式に使用した場合の性能が第 3 図に書いてあり、燃焼の一部を主燃焼室の方に分担した方が性能は良くなっていますが、実験機関に改造する前の予燃焼室機関の性能はどうなっていたのでしょうか。

直射式と予燃焼室式の長所を合せもった燃焼方式をできれば 1 個の噴射弁で達成することは我々の夢ですが、この夢が必ずしも不可能でないことを示したものと思います。

(黒岩 保)

〔回答〕 本文中にも同じ意味のことを書いたつもりですが、おそく噴射すれば当然燃料消費率は多くなるにもかかわらず、この実験結果ではほとんど変化がない。冷却損失の減少は不明であるが、排気煙濃度の減少から燃焼の改善に基づくものと解せられる。この機関を予燃焼室式として運転した場合の燃焼効率は悪くないと思う。附図 1 に他のディーゼル機関において同じ装置にて排気煙濃度を測定した結果を示してある。

附図1 排気煙濃度の測定例

が, 予燃焼室式機関においては普通の噴射時期では軽

負荷時にも 20% 程度の値を示しており, これに対しこの実験機関を予燃焼室式として運転したときの値は 2~18% (第 12 図参照) 悪いとは考えられない. 平均有効圧 5 kg/cm^2 以下の負荷にて燃焼性能を比較したのは, 噴射時期を広範囲に変えて試験したためシリンダ内最高圧力が高くなることを恐れたからである.

この試験機関の燃焼室は燃焼うず流れの効果を調べる目的に作られたものであって, 予燃焼室式としては, 本文および 1316 ページ注において述べたとおり, 容積比ならびに噴気孔面積比は過小であり, かつ圧縮比も低過ぎるため, その性能は好ましいものでない.

改造前(すなわちヤンマー ST-95 機関)の性能は回転速度 1500 rpm において最低燃料消費率 $200 \text{ g/PS}\cdot\text{h}$, 最高平均有効圧 7.7 kg/cm^2 (排気煙濃度 60%) であった.

621.436.038:621.436.05:662.612.32

うず流室式ディーゼル機関の燃料噴射と燃焼*

長尾不二夫**, 柿本治利**, 松岡義一***, 藤野良和****

Fuel Injection and Combustion in the Swirl Chamber of a Diesel Engine

by Fujio NAGAO, Harutoshi KAKIMOTO,
Yoshikazu MATSUOKA, and Yoshikazu FUJINO

The state of air-swirl, mixture formation and combustion in the swirl chamber of a Diesel engine was studied through a glass window by using the high-speed photography.

The air in a swirl chamber rotates in the same direction throughout the combustion. After ignition, gas flows out into a cylinder from its periphery, layer by layer.

The boundary of fuel spray is blown off and the core is bent by the strong swirl. However, the distribution of fuel in a swirl chamber is mainly settled by the direction of fuel injection:

1) The fuel injected against the swirl is concentrated near the center of the chamber and remains there throughout the combustion, thereby causing soot formation.

2) In the case of fuel injection along the swirl, rich mixture forms in the peripheral layer, flows out rapidly into a cylinder and mixes there with air, thus burning up completely.

1. 目 的

うず流室式ディーゼル機関ではうず流室内への燃料噴射方向により性能が大きく左右される事実は,すでに H. R. Ricardo⁽¹⁾ および Moore & Collins ら⁽²⁾の研究から明らかであるが, うず流室内における噴射燃料の混合気形成および発火・燃焼過程についてはほ

とんど知られていない. またうず流室にはいろいろな変形があり, それぞれの特長が述べられているが, それらに共通した定説はない.

本研究はまず耐熱ガラス張りのうず流燃焼室により, 燃焼室内うず流, 噴射燃料の混合気形成・燃焼状態を高速度撮影し, 次いで噴射方向ならびに燃焼室形状を変えられるシリンダヘッドを用い, 性能の比較試験からそれらの影響を求め, 更に両者の結果を検討して, うず流室式機関の燃焼改善に適切な燃料噴射法を

* 昭和 34 年 4 月 3 日 第 36 期通常総会講演会において講演, 原稿受付 昭和 34 年 4 月 3 日.

** 正員, 京都大学工学部 (京都市左京区吉田本町).

*** 正員, ヤンマーディーゼル会社.

**** 准員, 川崎重工業会社.