44 大韓機械學會論文集 第11卷 第1號, pp. 44~52, 1987.

<論 文>

直接噴射式 디이젤機關의 燃燒室形狀과 火焰의 發達

方 重 哲*·太田幹郎**

(1986年 8月 19日 接受)

The Effect of Air and Spray Turbulence in a D.I. Diesel Engine on the Flame Progress

Joong Cheol Bang and Motoo Ohta

Key Words: High Speed Camera(高速度 카메라), Piston Cavity(피스톤 凹部), D.I. Diesel Engine(直接噴射式 디이젤기관), Ignition Nuclei(發火核), Mixture Formation(混合氣形成)

Abstract

For the favorable performance of a D.I. diesel engine, it is important to improve the mixture formation process and the ensuing early stage of combustion process.

In the present paper, high speed photography was employed to investigate the effectiveness of a cavity digged in a piston crown for some more useful utilization of air. The cavity would function to improve mixing of fuel and air by the increase of turbulence of air and by the impingement of fuel spray on the cavity wall.

The results obtained are summarized as follows:

(1) From an aspect of thermal efficiency, it is effective to inject the spray tangentially to the cavity wall to enlarge the area of spray evaporation.

(2) Some deductions obtained from previous investigations using a hot air stream duct are supported by the present results. For example, it is effective for the quick development of flames throughout the combustion chamber to mix the evaporated fuel of main spray with the intermediates brought about by the early stage of combustion of the preceded auxiliary fuel spray.

1. 緖 論

디이젤기관의 연소과정은 무엇보다도 혼합기형성의 良·不良에 좌우되는 일이 많다. 이것은, 디이젤기관의 혼합기형성에 허용되는 시간이 가솔린기관의 약 1/18에 지나지 않는, 매우 짧은 것이 원인이다. 또 실린더내의 공기이용율도 가솔린기관은 거의 100%인데 비해, 디이젤기관에서는 副室式機關이 약 80%, 單室式機關은 약 60~70%에 지나지 않는다. 따라서 디이젤

* 正會員, 日本國 大阪府立大學院 工學研究科
** 日本國 大阪府立大學 工學部

기관의 燃燒改善策으로서는, 어떻게 하면 혼합기형성 시간을 단축시킬 것인가, 아니면 어떻게 하면 분무 또는 연소화염을 실린더내에 골고루 분산시켜 공기를 유효하게 이용할 것인가의 2가지 방법에 결론이 모아진다.

일반적으로, 直接噴射式 디이젤기관에서는 혼합기형성을 주로 噴霧特性이나 燃料의 性狀에 의지하는 경우가 많다. 또 初期燃燒가 급격해서 노크(knock)의 발생이나 黑煙의 발생도 많은 편이다. 이와 같은 특유의 결점을 개선시켜 가능한 한 정숙하고 無煙燃燒 운전에 접근시키기 위해서는, 연소실내에 적당한 공기流動을 가하여 혼합기의 형성과 연소의 촉진을 꾀하지 않으면 안된다.

한편, 高溫空氣流덕트에 의한 분무의 연소과정연구[1~3]에서, 主噴霧에 반응성이 좋은 補助噴霧를 接觸시키는 방법이나, 主噴霧의 前方에 공기의 亂流를 발생시키는 방법 등이 착화지연기간과 연소기간을 단축시키는데 있어 유효한 방법중의 하나임을 밝힌 바 있다.

본 연구에서는, 앞서의 연구들에서 얻은 연구성과를 실제의 디이젤기관에 적용시켜 화염의 발달상태와 기관속도의 상승 등을 고찰하여, 그 유효성을 평가했다. 또 高溫空氣流덕트에서는 실험하기가 곤란했던, 噴霧自體에 旋回운동을 일으킨 경우의 燃燒過程에 대해서도 피스톤凹部의 벽면에 충돌하는 분무의 각도를 변화시켜, 고속도 화염사진으로 부터 검토했다.

2. 實驗裝置 및 實驗方法

2.1 機關의 改造와 실린더 헤드 및 피스톤

실험기관은, 농업용 空冷 單실린더 4사이클 디이젤기관(직경 80 mm, 행정 90 mm)의 실린더 라이너(cylinder liner)에, Fig. 1에 나타내는 바와 같이 2개의 掃氣孔과 2개의 排氣孔을 뚫어 2사이클 Schnürle 掃氣方式으로 개조했다. 또 실린더 헤드에는 Fig. 2에 나타내는 바와 같이 연소경과를 촬영할 수 있도록 두께 1인치(inch)의 强化유리(ϕ110)를 사용해서 관찰창을 만들었다. 관찰창 下部의 유리(ϕ86)는 가능한 한 압축비를 높이기 위하여 넣은 것이다.

피스톤頂部는, 실험목적에 적합한 각종 연소실 형상으로 바꿀 수 있도록 두께 24 mm(또는 23 mm)의 알루미늄 피스톤을 上部에서 3개의 볼트로 고정시켰다. 연료분사는, 실린더 헤드의 측면에 있는 3개의 구멍을 사용해서 분무가 유리면에 직접 닿지 않도록 5° 또는 25° 下向 분사했다.

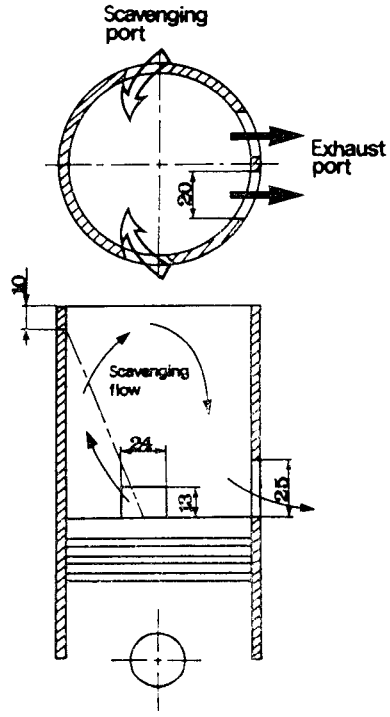


Fig. 1 Schnürle scavenging method designed in this test

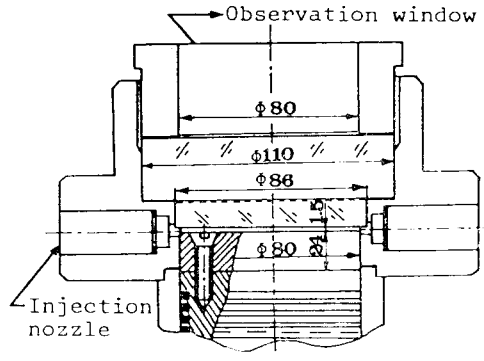


Fig. 2 Remodeling test engine and its cylinder head

2사이클 Schnürle 掃氣方式으로 개조한 기관에서는 실린더의 원주방향으로 회전하는 스월(swirl)이 발생되기 어렵다. 따라서 Fig. 3에 나타낸 바와 같은 피스톤을 사용해서 분무를 燃燒室壁에 接線方向으로 충돌시켜, 분무자체에 旋回운동을 일으켜 주므로 해서 燃燒改善效果를 검토할 수 있다. 한편, Fig. 4에 나타낸 피스톤에서는, 凹部의 직경을 줄이고 그대신 깊이

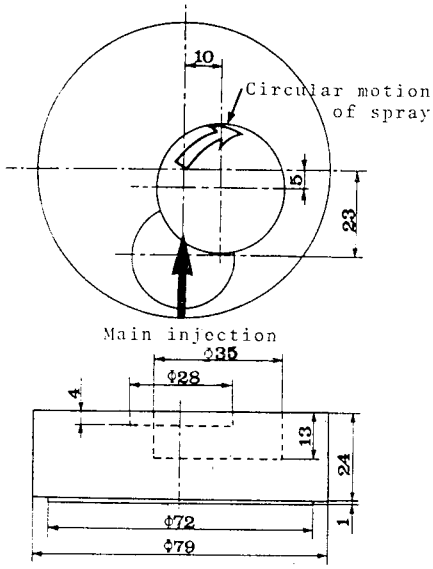


Fig. 3 Piston A: for creating circular motion of spray

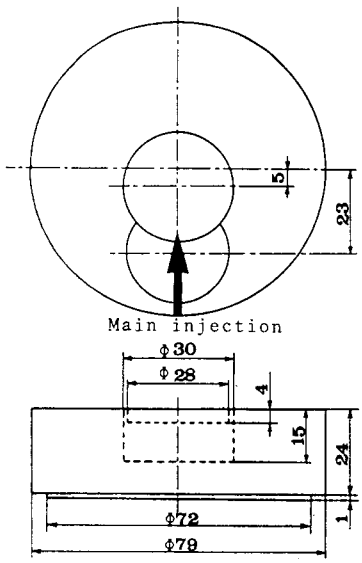


Fig. 4 Piston B: for testing the bounding effect of spray

를 눌였다. 이 피스톤에서는 분무가 凹部의 중심을 통과하도록 분사하면, 凹部의 壁面에 충돌한 분무의 反射効果와 스퀴시(squish)에 의해 실린더의 軸方向으로 발생되는 공기流動의 효과를 검토할 수 있게 된다.

Fig. 3 및 Fig. 4에 있어서의 연료분사는, 2孔노즐(분사각 50°)의 한쪽 噴孔을 용접으로 막고 90° 회전시켜 수평면에 對해 25° 向下분사 하므로써 분무가 확실히 凹部에 들어가도록 했다. 사용한 연료는 輕油(gas oil)이며, 분사시기는 23° BTDC, 분사량은 35 mm³/stroke(以下 mm³/st로 略記함)이다. 또 이때의

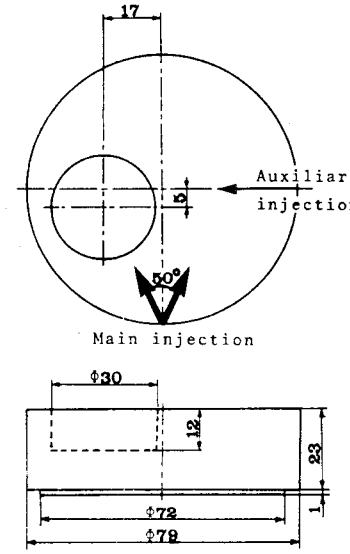


Fig. 5 Piston C: for testing the squish effect

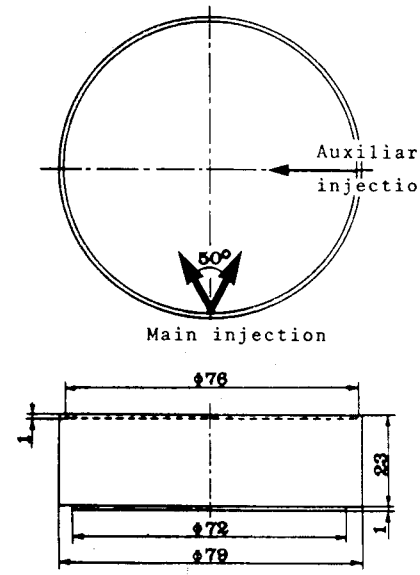


Fig. 6 Piston D: flat piston

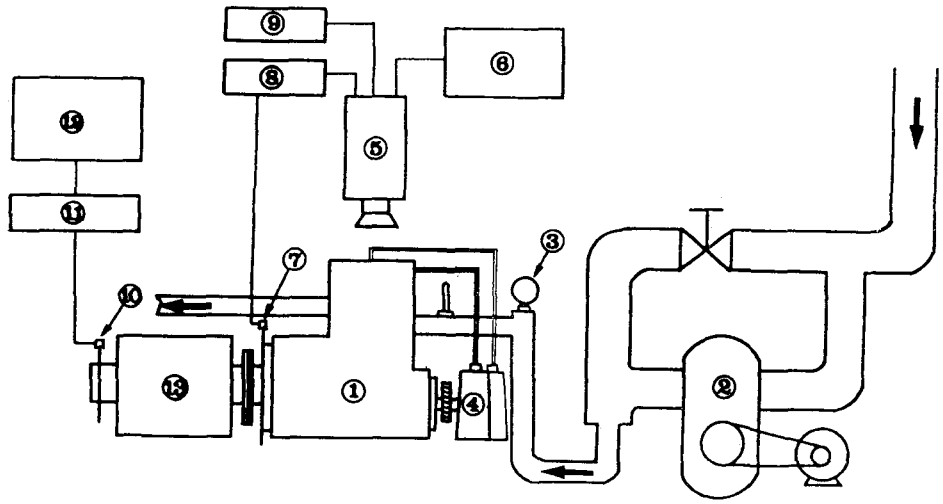
공기과잉율은 약 1.3으로 약간 연료과잉의 高負荷운전에 상당한다. 단 凹部의 위치는, 분무자체에 旋回운동을 일으키기 위한 목적과 분무를 凹部의 正面壁에 충돌시키기 위한 목적이 달성될 수 있도록, 사용한 노즐의 연료분사방향과의 관계로 부터 정한 것이다.

일반적으로, 디이젤기관의 연소과정은 가솔린기관의 경우에 비해서 안정되어 있고, 연소경과의 再現性도 양호한 편이다. 그러나 실험용기관에서는, 피스톤이나 실린더 헤드 등을 豫熱시키는 방법에 따라 연소경과의 재현성이 實機보다 떨어질 것으로 생각된다. 그러므로 혼합기 형성과정의 微少한 차이에 의한 연소과정의 微妙한 변화를 정확히 평가하기 위해서는, 동일條件內의 연소실에 2가닥의 분무를 분사시켜, 그 어느 한쪽 분무의 혼합기 형성과정을 변화시켜 보는 방법이 유효하다. 예를 들어, Fig. 5에 나타낸 것과 같은 피스톤頂部形狀을 사용하면 스월이나 스퀴시 등이 연소과정에

Table 1 Details of various test conditions

Piston type	Effective comp. ratio	Main injection nozzle		Fuel, mm³/st		Injection duration*
		Holes	Injection direction	Main	Auxi.	
A	15.9	1	25° down	35 (gas oil)		Main : 18°CA
B	15.7	1	25° down	35 (gas oil)		
C	16.5	2	5° down	28 (gas oil)	8 (gas oil)	Main : 15°CA Auxi : 7.5°CA
D	19.8	2	5° down	35 (gas oil)		
D				28 (gas oil)	8 (n-heptane)	

Others: Scavenging pressure; 0.15MPa, Scavenging air temp.; about 35°C, Cylinder head temp.; about 80°C, Piston surface temp.; about 100°C, Cylinder head surface; glass, Injection pump plunger dia.; 5 mm (main), 4mm (auxi.), Injection timing; 23° BTDC (main), 65° BTDC (auxi.), Nozzle opening pressure; 120 kg/cm² (main and auxi.),
* Mean duration measured at atmospheric condition



① Test engine ② Roots blower ③ Scavenging pressure gauge ④ Main and auxiliary injection pumps
⑤ High speed camera ⑥ High speed camera control unit ⑦ Crank angle sensor ⑧ Amplifier
⑨ Timing pulse generator ⑩ Revolutions sensor ⑪ Universal counter ⑫ Personal computer
⑬ Electric dynamometer

Fig. 7 Schematic arrangement of experimental apparatus

미치는 효과를, 피스톤頂部에 凹部가 없는 경우와 거의 동일한 조건에서 비교할 수 있다. 이때 사용한 노즐은 분사각 50°의 2孔노즐(NPDL-50S202)이다. 단 엄밀히 말하면, 凹部의 有無에 따라 左右噴霧에 대한 공기과잉율이 달라진다. 따라서 이 실험에서는, 보조의 單孔노즐(NPDL-0S201)을 사용해서 左側凹部에 8 mm³/st의 輕油를 主噴霧와 동시에 분사시켜 가능한 한 左右의 噴霧가 같은 공기과잉율 下에서 연소될 수 있도록 조정했다.

Fig. 6은 頂部가 平面인 피스톤이다. 高溫空氣流덕트를 사용한 연구에서 얻었던 성과와 비교해 보기 위해, 스월이나 스퀴시의 작용이 없는 연소실내에 前記의 2孔노즐 및 單孔노즐을 사용해서 2가닥의 분무를 5° 下向 분사하고, 그 한편의 분무에 착화성이 좋은 보조연료(n-heptane)를 미리 소량 분사했다. 이것은 보조연료의 有無에 따라 主噴霧의 연소과정이 어떻게 변화하는지를 알아보기 위한 것이다. 이때 主 및 補助噴射量은 28 mm³/st와 8 mm³/st이며, 그 분사시기는 23° BTDC와 65° BTDC이다.

以上 4종류의 피스톤에 대한 실험조건을 Table 1에 나타낸다.

2.2 實驗裝置 및 實驗方法

Fig. 7은 실험장치의 旣略圖이다. 실험기관은 2사이클기관으로 改造되어 있으나, 殘留가스量을 4사이클기관과 같은 정도로 맞추기 위하여 2회전에 한번씩 연료를 분사했다. 또, 掃氣壓은 루우츠 블로우어(roots blower)와 바이패스 밸브(bypass valve)를 사용해서 0.15 MPa로 조정했다. 이것은 4사이클기관을 2사이클기관으로 개조함에 따른 유효압축비의 저하를 보충하기 위한 것이다. Fig. 7의 ⑤는 고속도카메라(日立, 16 HM 形)이고, 이 카메라에 내장되어 있는 2개의 네온램프를 400 V의 短形波로 점멸시켜, 16 mm 필름 兩端에 1 ms 간격의 타임 마아크(time mark)와 10° 간격의 크랭크각도 마아크(crank angle mark) 및 TDC 마크를 넣었다. 이 방법은 반사경을 사용해서 크랭크각도를 동시에 촬영하는 방법[4]보다 간단하고도 정확하다.

연소사진의 촬영에 즈음해서는, 관찰창의 유리를 부착시킨 상태에서 엔진을 충분히 暖氣운전 시킨후 유리창을 깨끗이 닦는다. 그후 1,200 rpm으로 모터링(motoring)시켜 두고, 연료분사를 시작한다. 연료를 분사하면 바로 연소가 일어나나, 관찰창의 유리면이나 피스톤표면의 온도상승에 약간의 시간을 필요로 하므로, 촬영은 연소가 개시되고 1~2초 정도 경과한 후 화염의 발달상태가 안정된 것을 확인한 뒤, 최고 5,000 frames/sec의 속도로 촬영한다. 이 촬영 속도로서는 100 ft의 필름에 약 12사이클分의 연소과정을 찍을 수 있다.

또 피스톤頂部의 形狀을 바꿔가면서 촬영한 화염의 발달상태와, 기관성능과의 관계를 조사하기 위하여, Table 1에 나타낸 바와같이 거의 동일한 실험조건下에서 연료분사 개시후 5초간 기관속도상승을 측정했다. 이때 기관속도의 변화는, 시간간격측정장치(TAKEDA RIKEN, TR 5153)와 퍼스널 컴퓨터(NEC, PC 9801 F 2)를 온라인(on-line)시켜 크랭크축이 1회전하는 시간간격을 5초간 計測하고, 디지탈 X-Y 플로터(ROLAND, DXY 980)에 의해 속도상승율곡선을 구했다.

단, 본 연구에 있어서의 기관은 무부하상태이며, 主 및 補助연료의 분사에는 기관속도가 변화해도 분사량은 일정한 봇쉬(Bosch) B형 분사펌프를 각각 사용했다.

3. 實驗結果 및 考察

3.1 燃燒經過의 光學的 解析 및 考察

내연기관의 연소경과는 ms의 속도로 완료되는 매우 빠른 현상이기 때문에, 고속도사진 촬영법은 연소현상을 고찰하기 위한 적절한 방법중의 하나이다.

Fig. 8의 (a)와 (b)는, 單孔노즐을 사용해서 분무가 凹部의 中心을 통과하도록 분사한 경우와, 凹部壁의 接線方向으로 분사해서 분무에 旋回운동을 일으킨 경우의 고속도 화염사진의 한 예이다. Fig. 8의 (a)에 의하면, 연소실내 최초의 발화는 첫번째 사진의 2.5° BTDC를 전후해서 凹部의 안에서 일어나고 있다. 이 최초의 발화는 凹部正面壁에서 거의 左右對稱으로 형성되어 있으므로, 분무가 凹部의 정면벽에 충돌한 후 벽면 좌우를 따라 얇은 필름형상으로 퍼짐을 추측할 수 있다. 또 분무가 충돌한 벽면 이외에도, 凹部의 공간에 화염이 발생되어 있음을 볼 수 있으므로, 이것은 일부의 분무가 벽면으로 부터 反射되면서 再微粒化 되어 빠른 시간에 혼합기를 형성한 것으로 생각된다. 그후 연소가스의 급팽창에 의해 凹部내의 未燒燃混合氣가 Fig. 9의 (a)에 나타내는 바와 같이 압축 간극부로 분출되어 연소한다. 이 경우 두번째 및 세번째 사진에서 볼 수 있듯이 일부 혼합기 형성이 늦었던 분무도 旣燃가스의 팽창과 동시에 분출되기 때문에 그다지 流動이 없는 火焰塊가 형성된다. 또 스월이 없기 때문

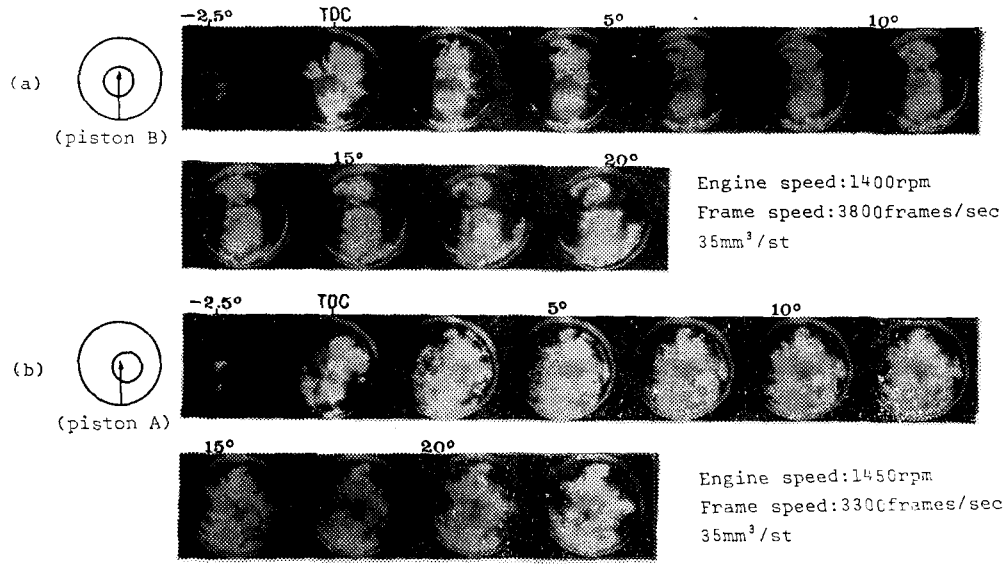


Fig. 8 High speed flame photographs of different injection-angle against cavity wall

에 TDC 이후 부터의 화염은, 압축간극부내에서 좌우로는 거의 전파되지 않은 채 분무의 진행방향으로만 발달하고 있다. 한편, 분무가 충돌한 凹部의 壁面에 부착된 연료는 서서히 증발하여 연소되기 때문에, 이 부분은 제법 연소후기(約 20° ATDC)까지 둥글게 발광하고 있음이 관찰된다. 그리고, 노즐 근처의 피스톤 周邊에 발생된 圓弧狀의 화염은 TDC 근처에서 분사된 연료가 피스톤側面에 충돌해서 생긴 것으로 생각된다.

다음에, Fig. 8의 (b)처럼 분무에 旋回운동을 일으킨 경우는, 분무가 벽면을 따라 石側으로 돌기 때문에 이 벽면에서는 反射되는 분무 및 Fig. 9의 (b)에 나타내는 바와 같이 스퀴시에 의해 凹部의 中心部 쪽으로 되돌아 들어가는 飛沫領域(overhanged mist zone)이 Fig. 9의 (a)보다 많고, 凹部의 제법 넓은 범위로 부

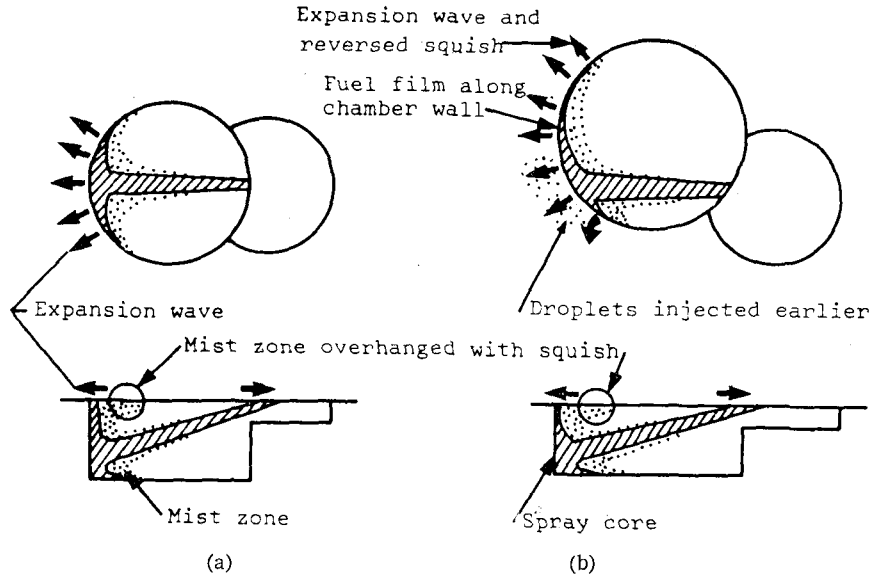


Fig. 9 Spray and flame behaviour imaged from high speed flame photographs

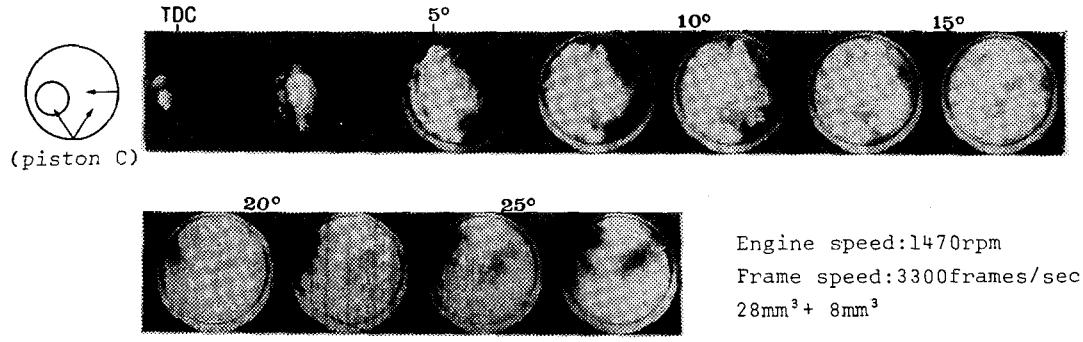


Fig. 10 High speed flame photographs with and without piston cavity

터 화염이 압축 간극부로 분출된다. 따라서, TDC 이후의 화염사진으로 부터도 명백한 바와 같이 연소실 거의 全域에 화염이 퍼지므로 실린더내의 공기이용율은 Fig. 8의 (a)보다 상당히 개선된 것으로 생각된다.

Fig. 10에서 사용한 피스톤에서는, 피스톤의 左側에는 凹部가 있어 스퀴시의 효과를 얻을 수 있으나, 피스톤의 右側은 平面이기 때문에 공기流動의 효과를 얻을 수 없어 初期의 혼합기형성은 오직 噴霧特性에 左右된다.

Fig. 10에 의하면, 연소실내에서 최초로 발생되는 發火核은 분무에 스퀴시를 제공한 凹部內의 主噴霧가 충돌한 위치에서 발생하고, 이 左側 연소실에서는 시간의 경과와 더불어 명백히 逆스퀴시의 효과가 나타나 5° ATDC에서는 화염이 거의 연소실 左側半을 점령하게 된다. 특히 발화핵의 발생직후에는 연소에 의해 가벼워진 既燃가스가 凹部로 부터 분출하게 되고, 이 燃燒渦流에 의해 未燃燒燃料의 혼합기형성도 촉진되어 화염의 발달은 매우 빨라진다. 한편, 연소실의 右側에 분사된 연료는 Fig. 11에 나타내는 바와 같이 세번째

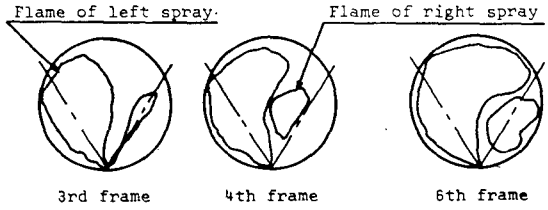


Fig. 11 Two kinds of flame illustrated from previous photographs

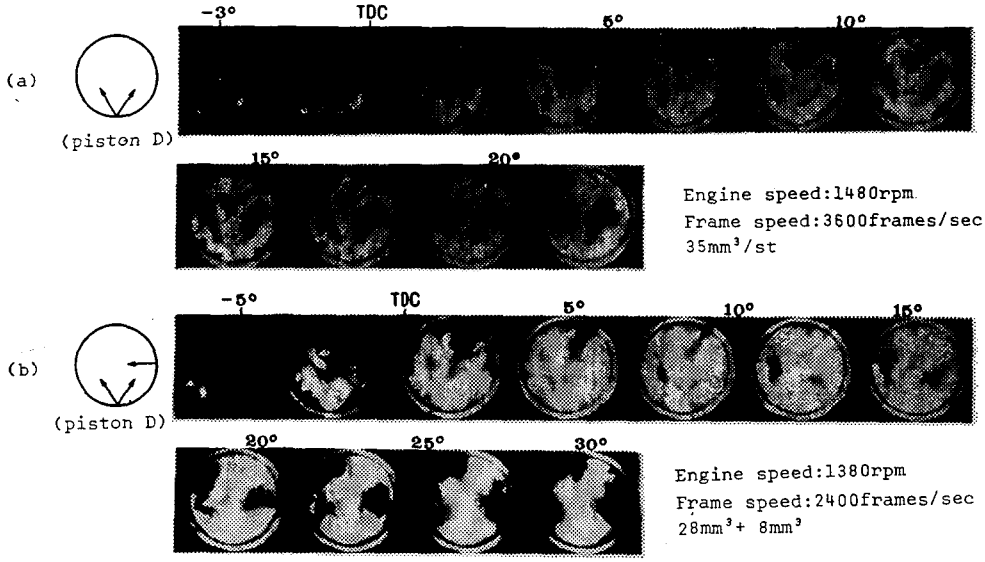


Fig. 12 High speed flame photographs with and without auxiliary injection

사진까지는 분무의 중심만이 발달하고, 4번째 사진부터 어느 정도 화염이 넓게 형성된다. 그러나 이 화염은, 左側燃燒室로 부터 분출되어 나오는 殘留酸素가 부족한 연소가스의 팽창에 의해 연소실의 右側壁쪽으로 밀려나 6~7번째의 사진에서 볼 수 있듯이 화염領域이 연소실 전체의 約 1/3에도 미치지 못하게 된다. 따라서 이 右側噴霧의 殘光期間은 길어지게 된다.

Fig. 12의 (a), (b)는 피스톤頂部가 平面인 연소실을 사용해서主噴射만을 한 경우와, 발화성이 좋은 n-헵탄(n-heptane)을 左側의 분무에만 미리 補助噴射한 경우의 연소과정이다.

Fig. 12의 (a)에 의하면, 主噴射만을 한 경우의 발화핵은 兩噴霧가 거의 동시에 같은 크기의 발화핵을 형성한다. 또 그 발생위치는, Fig. 13에 나타내는 바와 같이 噴霧中에서 적정혼합기가 형성된, 발화에 가장 조건이 좋은 부분에서 발생하고, 이 위치를 더욱 상세히 記述하면, 공기온도가 높은 排氣孔근처이다. 또 착화후 約 5° ATDC까지의 화염은, 실린더내에 공기流動이 거의 없기 때문에 좁고 길게, 兩噴霧가 거의 좌우대칭으로 발달하고 있다. 그리고 7~8번째의 사진에서 볼 수 있듯이 噴射末期에 압축 간극내의 좁은 연소실에 분사된 분무는, 中心部가 濃混合氣를 형성하게 되므로, 이 부분은 화염이 발생되지 않고 空洞狀態로 남아 있다.

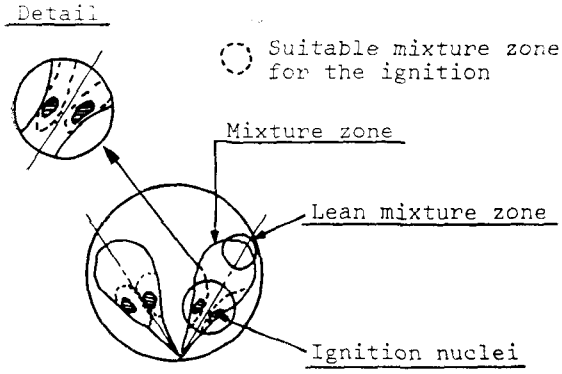


Fig. 13 Ignition nuclei and suitable mixture zone imaged from high speed flame phtoographs

한편, Fig. 12의 (b)처럼 연소실의 左側에 補助燃料의 稀薄豫混合氣가 미리 존재한 경우에는, 명백히 左側噴霧의 着火가 빨리 일어난다. 또 발화핵이 발생하는 범위도 主噴射만을 한 경우 보다 훨씬 넓어, 발화가 일어나기 쉬운 적정혼합기의 영역이 보조연료에 의해 현저히 擴大되었음을 알 수 있다.

이상 記述한 바와 같이, 거의 동일한 조건의 연소실내에 2가닥의 분무를 분사하고, 그 한편의 분무에 혼합기 형성과정 및 발화핵이 발생될 수 있는 조건을 바꾸어 보는 실험방법은, 着火에 이르기 까지의 조건이 다른 연소경과를 비교, 검토하는데 유효한 방법의 하나이다. 그러나 이 방법은, 화염의 발달상태는 比較的 관찰하기 쉬우나, 실린더내의 압력변화를 개개의 분무에 대해서 채취할 수 없으므로 실린더내에서 발생되는 熱量의 時間的 經過(熱發生率)는 兩噴霧의 평균치를 취할 수 밖에 없는 결점이 있다.

3.2 燃燒室形狀의 차이에 의한 機關性能의 評價

디이젤기관의 성능을 평가함에 있어서는 기관의 출력 및 배기농도, 배기온도, 배기가스中의 성분등을 측정하는 경우가 많다[5]. 특히 연소실형상의 차이에 의한 기관성능의 평가에는 테스트(test)기관의 負荷試驗을 하던지[6], 실린더내의 연소과정에 가능한 한 영향을 미치지 않도록 작은 관찰창을 내어 負荷試驗을 하는 경우가 많다.

이 章에서는, 디이젤기관의 始動性을 평가할 때 이용되는, 분사개시후로 부터 기관속도상승율을 평가해서 화염의 발달 상태와 기관성능과의 관계를 조사하는 방법을 택했다.

Fig. 14는 前記한 5종류의 피스톤을 사용해서, 연소실형상의 차이에 따라 기관속도상승율이 어느 정도 달라지는가를 조사한 것이다.

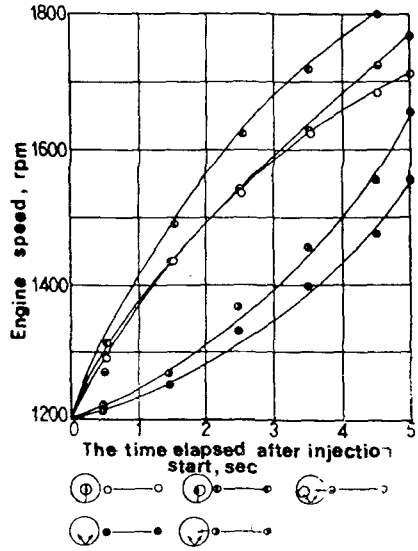


Fig. 14 An evaluating method of engine output with different combustion chamber

Fig. 14에 의하면 기관속도의 상승은 凹部의 有無에 따라 크게 달라짐을 알 수 있다. 즉 凹部를 가진 피스톤을 사용한 경우는 분사개시로 부터 급격히 속도가 상승함에 비해, 平面피스톤을 사용한 경우는 속도상승율이 완만하다. 이것은 Fig. 12에서 말한 바와같이 좁은 압축간극부에 연료가 분사되는 平面피스톤의 경우는, 실린더 軸方向으로 퍼지는 噴霧量이 적고 또 豫混合燃燒量이 凹部가 있는 경우보다 감소되는 것이 主원인으로 생각된다. 그러나 平面피스톤도, 補助噴霧에 의해 左側主噴霧의 연소를 改善시킨 경우는 어느 정도 기관속도상승율이 增加된다. 한편 凹部를 가진 피스톤의 경우는, 압축행정 때 발생되는 스퀴시에 의해 분무가 凹部를 통과할 때 또는 凹部內에서의 혼합기형성이 촉진되어 분사개시로 부터 급격히 기관속도가 상승한다. 더우기 凹部의 壁面을 이용해서 분무에 旋回운동을 일으킨 경우는 분무의 증발 및 혼합기 형성영역이 확대되고, 그위에 연소가스가 凹部로 부터 流出될 때의 연소渦流도 연료의 분산과 혼합기 형성에 큰 役割을 하므로써, 平面피스톤의 경우 보다 기관속도상승율이 현저히 높아진다. 따라서 5種類의 연소실 中에서 가장 양호한 연소과정을 거침을 알 수 있다. 또 이로 인해, 분무의 着火를 化學的으로 促進시키기 보다는 物理的 方法으로 促進시키는 편이 기관출력의 增大에 효과적이라고 말할 수 있다. 또 기관의 출력을 增大시킴에 있어 바람직 하다고 생각되는 燃燒形態는 분무를 연소실 全域에 분포시키는 것 보다도, 燃燒渦流와 逆스퀴시에 의해 未燃燒의 燃料를 연소실 全域에 擴散시키는 방법이, 실린더내의 공기이용율의 改善도 期待되고 출력增大에도 有効할 것으로 생각된다.

4. 結 論

本 硏究에서는, 單실린더 4사이클의 디이젤기관을 2사이클 Schnürle 掃氣方式으로 改造한 實驗用機關을 使用해서, 피스톤頂部形狀의 차이에 의한 燃燒과정의 變化를 고속도 촬영하고, 그 화염사진으로 부터 연소개선효과를 고찰했다.

硏究成果를 요약하면,

(1) 연소실에 凹部를 만들어 스퀴시를 발생시키면, 發火核은 스퀴시가 발생하는 凹部內에서 形成되는 경우가 많다. 또 初期의 연소가스가 凹部로 부터 분출될 때 일어나는 燃燒渦流는 末期에 噴射되는 분무의 分布性을 向上시키고, 특히 연소실의 空間에 분무를 이동시키는데 유효하다.

(2) 소형 2사이클기관 처럼 스월이 발생되기 어려운 機關에서는, 분무 자체에 旋回운동을 일으켜 주던지, 燃燒室壁面이 液滴의 蒸發에 유효하게 利用될 수 있도록 분사방향을 택하면 燃燒過程을 상당히 改善시킬 수 있다. 이 경우의 연소과정을 고속도 화염사진으로 부터 관찰해 본 결과, 화염의 發達은 연소가스의 팽창에 힘입어 두드러지게 빠르고, 또 연소실全域에 화염이 전파된다.

(3) 피스톤頂部의 어느 한쪽에 凹部를 만들고 2孔노즐을 사용해서 凹部의 有無에 의한 燃燒經過를 比較한 결과, 凹部가 있는 側에 분사된 분무는 着火가 빠르고 동시에 화염의 발달도 빠르다. 그러나, 다른 한편의 분무는 凹部로 부터 분출된 화염에 밀려나 좁고 긴 띠(帶)狀의 화염이 되어 발달하므로 연소과정이 길어진다.

(4) 피스톤頂部가 平面인 연소실에 2孔노즐로 분사하고 그 한쪽 분무에는 미리 補助噴射를 한 결과, 補助燃料의 稀薄豫混合氣가 존재했던 분무의 着火時期가 명백히 빠르다. 또 着火後의 燃燒經過도 빨리 完了된다. 그러나 이와 같이 연소과정을 化學的으로 촉진시키기 보다는 스퀴시를 利用해서 物理的으로 혼합기형성을 촉진시키는 편이 기관의 출력增大에 有効하다고 말할 수 있다.

參 考 文 獻

(1) 方重哲, 太田幹郎, 高溫空氣流에 噴射한 噴霧의 自然燃燒에 관한 硏究, 大韓機械學會論文集, 第8卷, 第4號, pp. 321～327, 1984

(2) 方重哲, 太田幹郎, 高溫空氣流에 噴射한 噴霧의 自然燃燒에 관한 硏究(續報), 大韓機械學會論文集, 第9卷, 第5號, pp. 627～637, 1985

(3) 方重哲, 太田幹郎, 高溫空氣流에 噴射한 噴霧의 自然燃燒에 관한 硏究(第3報), 大韓機械學會論文集, 第10卷, 第3號, pp. 367～375, 1986

(4) J.F. Alcook and W.M. Scott, SOME more Light on Diesel Combustion, Proc. Instn. Mech. Engrs. (AD), No. 3, pp. 179～200, 1962～1963

(5) 예를 들면, 池上, 燃料噴射·燃燒の改善によるディーゼル機關の熱效率向上, 內燃機關, Vol. 22, No. 276, pp. 3～9, 1983

(6) 예를 들면, 長尾, うず室式ディーゼル機關の燃料噴射と燃燒, 日本機械學會論文集, Vol. 25, No. 160, p. 599, 1959