

〈논 문〉 SAE NO. 97370053

주위 압력 및 충돌면 위치 변화가 디젤분무에 미치는 영향

Effects on Diesel Spray for Variation of Ambient Pressure and Impingement Land Position

박 대 순*, 김 문 현**, 박 권 하***
D. S. Park, M. H. Kim, K. Park

ABSTRACT

A diesel engine has become smaller and higher, thus sprays injected in high speed may be impinged on a small combustion chamber wall if there is not enough strong swirl. Those combustion chambers should have proper measures to avoid the spray impinged and deposited on a wall.

One of the measures is a chamber prepared impingement parts raised on a chamber wall surface. In this system a spray is injected into the raised pip, broken into a number of smaller drops and spreaded out away from the wall surface. Therefore the fuel droplets distributes over inside of the combustion chamber.

In this study, the positions, sizes and angles of the raised land are discussed to help the chamber design using spray wall impaction. The characteristics of the spray impinged on various lands are investigated and compared with each other. Then the chamber shapes are discussed with the spray characteristics and the proper positions and sizes are proposed in some chamber volumes.

주요기술용어 : Diesel Engine(디젤 기관), Combustion Chamber(연소실), Spray Wall Impaction(분무 벽면 충돌), SMD(평균직경)

1. 서 론

환경오염에 크게 영향을 미치는 디젤엔진에 대한 존폐의 논의에도 불구하고, 미국의 정부와 빅3가 협동으로 추진하고 있는 슈퍼카 프로젝트,

유럽의 3L사업 등 세계적으로 추진되고 있는 차세대 자동차 개발은 CO₂문제와 에너지소비저감 목표를 달성하기 위하여 연료소비율 측면에서 우수한 디젤 기관을 선택하고 있으며 그 개발에 중점적인 연구가 진행되고 있다. 소형디젤기관은 연소실의 소형화와 고속분무를 요구하게 된다. 결과적으로 고속 분사된 연료는 분사시 연소실 벽면에 충돌함으로써 연료가 벽면에 퇴적되고 연료증발과 주위공기와의 혼합을 저해시킨다. 이

* 정회원, 숭실대학교 대학원
** 정회원, 숭실대학교 기계공학과
*** 정회원, 한국기계연구원

현상을 해결하는 방법으로 연료의 벽면충돌을 이용하여 연소장치내에 분무를 적절히 위치시키는 연구가 진행되고 있다. 이러한 연구 사례는 다음과 같다.

Watkins와 Park¹⁾은 5개의 분공을 갖는 직접 분사식 디젤엔진에서 각 분무마다 적절히 마련된 충돌면에 분사된 연료를 충돌시켜 연료입자를 깨뜨림으로써 연료가 연소실 내부에 적절히 분포하고 주위공기와 잘 혼합되도록 하는 연구를 하였으며, Kato 등^{2,3,4)}은 그들의 연속된 논문에서 하나의 분공으로 분사되는 연료를 돌출부에 충돌시켜 연료입자가 연소실 내부에 골고루 분포될 수 있도록 만든 시스템을 보여주고 있으며, 이러한 실험결과로서 배출미립자의 감소와 함께 NO_x의 동시 저감을 보여주고 있다. Ogura 등⁵⁾은 4개의 분공을 가지고 있는 여러 가지의 충돌면 형상에 대하여 분석하고 있다. 간접분사식 디젤엔진의 부연소실에서는 분무연료의 글로우 플러그 충돌을 이용한 연구들이 진행되고 있다.⁶⁾ 본 연구에서는 이러한 분무충돌을 이용하는 디젤연소실 설계에 있어서 최적의 충돌면 위치와 크기 및 분무특성에 관한 자료를 제공하고자 한다.

2. 실험장치 및 방법

가시화시킨 정적분무실에서서의 분무화상취득을 위하여 Fig.1과 같은 실험장치를 구성하였다. 실험장치는 연료펌프 구동부, 분사시스템, 웨도우 그라피 광학계, CCD 카메라와 이미지 프로세싱 장치, 데이터 취득 및 처리장치로 구성된다. 연료펌프는 4기통 분배형 펌프를 사용하였으며, 펌프의 회전축을 DC모터와 커플링하여 타코미터로 회전수를 측정하고, 변화시킬 수 있도록 하였다. 연료공급은 연료펌프의 4개 풀러저 중 한 개의 풀러저만 이용하였으며 나머지는 연료탱크로 재순환하도록 하였다. 연료분사펌프에서 인젝터 간의 관로에 피에조 압력측정 게이지(AVL QPL)를 설치하여 관로의 동압을 측정하였다. 웨도우 그라피 광학계 구성을 위하여 점광원으로 스트로보스코프를 이용하였고, 직경 6mm인 핀홀과 초점거리 1,450mm인 두 개의 오목거울을 사용하여 평행광을 만들어 실험하였다. 분무화상취득시스템(Hama Co.)으로는 CCD 카메라, 화상증폭장치, 이미지 처리장치를 구성하였으며 구성된 분무화상시스템은 PC와 Timer-Counter Board(PCL-

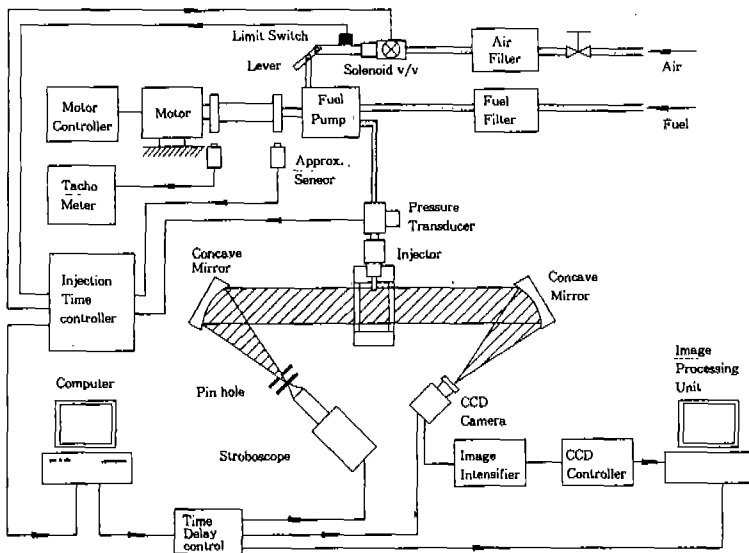


Fig.1 Schematic Diagram of Experimental Apparatus

830)를 이용하여 스트로보 스코프와 CCD 카메라를 동기시켜 작동되도록 하였다. 정적분무실은 충돌면과 인젝터를 실제 연소계의 직접분사식 디젤엔진의 연소실 형상을 고려하여 배치하였으며, 분무충돌의 위치와 충돌면의 크기 및 형상을 자유롭게 조절할 수 있도록 정적분무실 하단부에 나사를 이용한 설치부를 마련하였다. 분무실의 기밀을 유지하기 위하여 가시창 접촉면에 O링과 테프론을 사용하였으며, 질소를 공급하여 분위기 압력을 최대 2.5MPa이상 유지할 수 있도록 제작하였다. 분무의 화상취득은 분사펌프 회전축에 근접센서를 부착, 신호를 PC에서 검출하여 화상 취득시기를 결정하도록 하였다.

본 실험에 사용된 분사노즐과 분사펌프의 조건은 Table 1과 같다. Fig.2는 핀틀형 분사노즐의 형상을 보여주고 있으며 핀틀 끝의 각도는 0°이다.

본 실험은 주위공기의 압력을 1MPa로 하고 있는데 이는 통상 디젤기관의 분무조건과 유사한 분무조건을 만들기 위하여 Cho⁶⁾ 등에 의하여 제시된 다음 (1)식에 따른 것이다.

$$P_g^* = \frac{P_{inj} P_g R_g^* T_g^*}{(P_{inj} - P_g) R_g T_g + P_g R_g^* T_g^*} \quad (1)$$

여기서 하첨자 g는 분위기 가스를, inj는 분사를 나타내며, 위첨자 *는 실험시의 조건이 되며, *가 없는 경우는 실제 대상이 되는 조건이다. 본 연구에서는 이를 고려하여 통상 기관과 유

사한 조건에서 충돌분무현상을 비교 검토하였다.

충돌면의 위치와 형상에 따른 분무충돌현상을 파악하기 위하여 분사노즐 선단으로부터 충돌면까지의 거리를 변화시켰으며, 충돌면의 경사각도와 크기를 변화시켰다. Table 2는 실험조건들을 나타내고 있으며 총 51가지의 경우에 대하여 실험하였다. 분무화상취득은 분사개시 후 0.1ms 혹은 0.2ms 간격으로 노즐팁에서 분무선단이 나타나는 분무 초기부터 분무가 어느 정도 성장한 약 2ms까지 이루어졌다. 분사 펌프의 속도는 1000rpm으로 설정하였다. 또한 충돌분무의 분무입경을 측정하기 위하여 Malvern사의 분무입경측정장비를 이용하여 자유분무와 충돌분무의 입경을 비교하였다. 실험장치는 분무화상취득을 위해 구성하였던 Fig.1의 측정장치에서 오목거울의 위치에 발광부와 수광부를 설치하여 구성하였다. 광산란을 이용한 본 장비의 측정범위는 지름이 10mm이고 파장은 633nm이다.

3. 실험결과 및 분석

Fig.3은 분사개시 후 시간경과에 따른 압력 선도이다. 분사노즐의 분사개시 압력은 13MPa이

Table 1 Specification of Injection Nozzle and Pump

Variables	Value
Inj. Hole Diameter(mm)	1
Nozzle Tip Diameter(mm)	0.5
Nozzle Max. Needle lift(mm)	0.6
Inj. Amount/Stroke(g)	0.04
Motor Revolution/Min(rpm)	1000
Inj. Opening Pressure(MPa)	13
Max. Line Pressure(MPa)	16
Ambient Pressure(MPa)	1

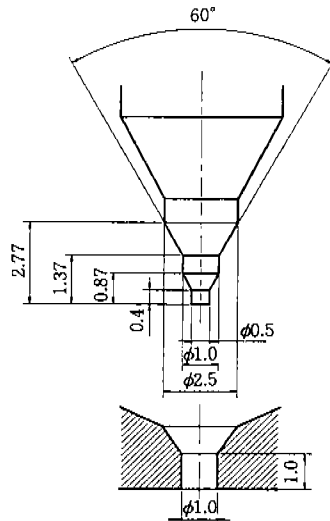


Fig.2 Nozzle Tip Profile

Table 2 Test Conditions

(a) Normal Impingement Cases

Ambient Pressure(MPa)	Distance Between Nozzle and Impingement Land(mm)	Impingement Land Diameter(mm)
1	5	2, 4, 6, 8, 10
	10	2, 4, 6, 8, 20
	15	2, 4, 6, 8, 12, 30
	20	2, 4, 6, 8, 16, 40

(b) Angled Impingement Cases

Ambient Pressure(Mpa)	Impingement Land Angle(deg.)	Distance Between Nozzle and Impingement Land(mm)	Impingement Land Diameter(mm)
1	0, 15, 30	5	4, 6, 8
		10	4, 6, 8
		15	4, 6, 8
		20	4, 6, 8

며 2.6ms이후에 분무를 마치지만 0.8ms동안의 짧은 압력파에 의해서 2차분무가 발생하였다.

3.1 충돌분무의 형상 정의

Fig.4는 충돌분무의 형상 정의를 나타낸 것이다. 수직충돌의 경우 충돌분무반경(Radius of Impinging Spray)은 분무충돌점에서 분무선단까지의 반경방향 거리를 나타내며, 충돌분무높이(Hight of Impinging Spray)는 충돌면으로부터 높이 방향으로의 퍼짐을 말한다. 경사충돌의 경우에는 충돌면의 아래방향과 위방향으로 나누어 정의하였으며, 각각 아래(down), 위(up)의 표현을 붙였다. 즉 하단부 분무반경(Down-Radius), 상단부 분무반경(UP-Radius), 하단부 분무높이(Down-Height), 상단부 분무높이(Up-Height)로 정의하였다.

Fig.5는 본 실험의 주위압력 1MPa에서 사용한 분사노즐의 분무각도를 보여주고 있다. 분무각도는 분사노즐로부터 분사되는 분무를 분사노즐과 충돌면 거리 20mm인 지점에서 시간경과에

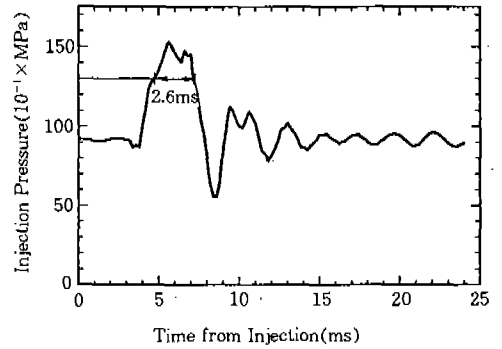
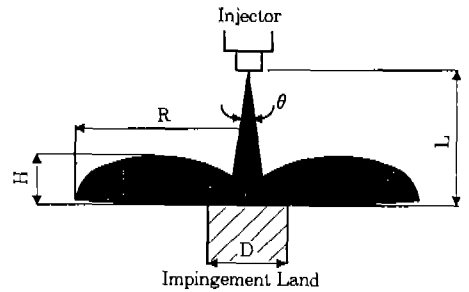
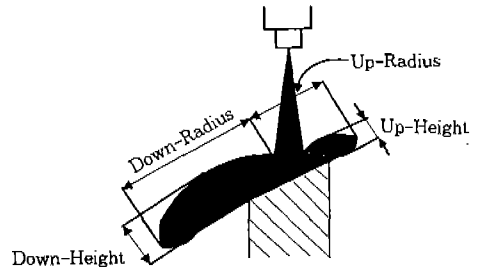


Fig.3 Injection Pressure for Time from Injection



(a) Normal Impingement Case



(b) Angled Impingement Case

- D - Diameter of Impingement Land
- L - Distance Between Nozzle Tip and Impingement Land
- R - Radius of Impinging Spray
- H - Height of Impinging Spray
- θ - Spray Angle

Fig.4 Spray Shape Configuration

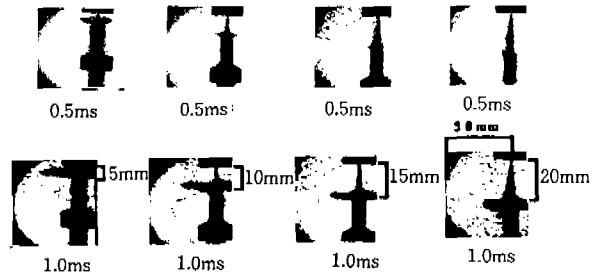
따라 측정된 결과, 초기 분무각도는 크게 형성되고, 시간의 경과에 따라 분무각도가 작아지는 경향을 보여주고 있다. 이것은 최초 분사노즐이 열리면서 밀폐되었던 연료들이 핀틀홀을 통해 일순간에 분출하면서 분무각도를 크게 형성한 것으로 판단된다. 핀틀 끝 각도가 0°이기 때문에 분무각도는 비교적 안정적이며 1.3ms 이후에는 12° 정도로 유지함을 보여준다.

3.2 충돌면 거리 변화에 따른 분무특성

Fig.6(a)와 6(b)는 일정 충돌면 지름 6mm에서 충돌면과 분사노즐과의 거리변화에 따른 충돌 분무특성 변화를 나타낸 것으로, 충돌면의 거리를 L=5, 10, 15, 20mm로 변화시키면서 실험이 이루어졌으며 분무개시 후 0.5ms, 1.0ms일 때의 분무화상을 나타낸 것이다. 0.5ms 일때는 분무 성장의 초기이기 때문에 명확한 경향을 알 수 없었으며, 1.0ms인 경우 충돌면의 거리가 증가할수록 분사중심축에서 분무의 선단까지의 거리인 분무반경은 감소하며, 상하방향 최대넓이인 분무 높이는 증가하는 경향을 나타낸다. 이는 충돌면의 거리가 멀어지면서 자유분무의 폭이 증가하기 때문으로 사료되며, 분무의 폭이 아직 충돌면보다 적은 경우에는 체트기류를 형성하는 분무 주변의 공기 흐름에 의하여 벽면에 충돌한 분무가 충돌면 아래로 휘어져 내려감을 의미한다.

Fig.7(a)와 7(b)는 주위압력 1MPa, 충돌면

거리 5, 20mm, 충돌면의 지름 6mm일 때, 시간경과에 따른 분무성장상을 보여준다. 충돌면 거리가 5mm일 때 분사된 연료는 빠른 속도로 충돌면에 부딪치게 되고 충돌면을 따라 밖으로 퍼져 나감을 볼 수 있는데, 분사개시 후 1.0ms가 되면 분무의 선단 부분이 아래방향으로 휘어지면서 진행하게 된다. 1.2ms 이상이 되면 이 현상이 더욱 뚜렷하게 되는데, 이는 충돌부를 중심으로 상하면에 발생한 2차, 3차 스윙유동에 의한 것으로 판단된다. 이러한 유동은 충돌액적들이 수많은 적은 액적들로 미립화되면서 넓어진 액적표면적과 함께 주위공기에 큰 모멘텀을 줌으로서 발생된다. 충돌 거리가 20mm인 경우 충돌면이 분무의 폭과 유사하기 때문에 그 주위로 발달된 공기



(a) Image of Spray Development with Impaction Distance Variation

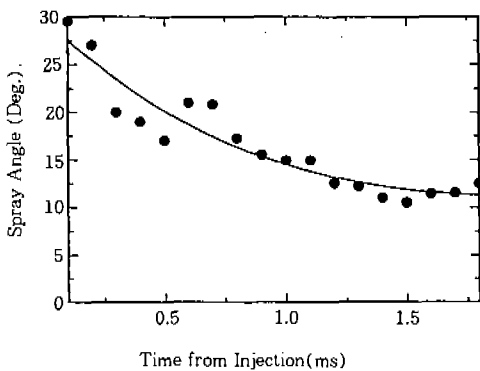
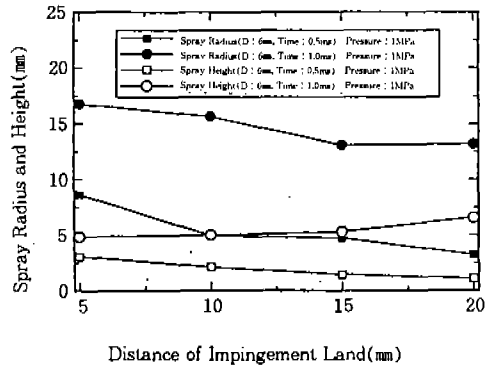
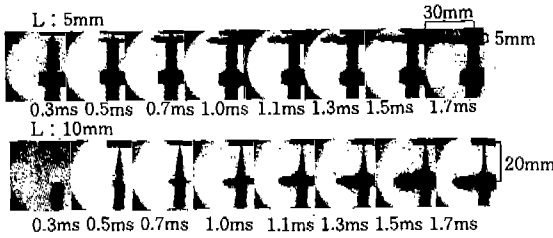


Fig.5 Spray Angle vs. Time from Injection at Ambient Pressure 1MPa

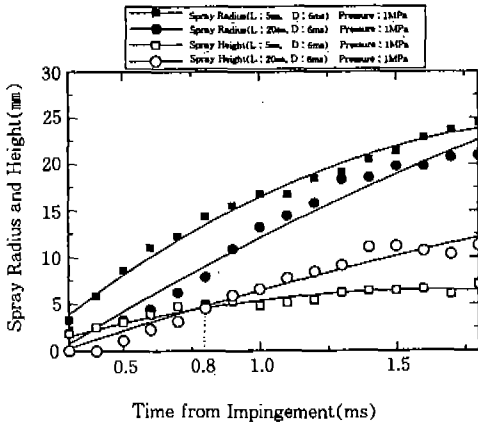


(b) Wall Impaction Spray Radius and Height vs. Impaction Distance

Fig.6 Effect of Impaction Distance



(a) Image of Spray Development at Impaction Distance L : 5, 20mm



(b) Comparison of Wall Impaction Spray Radius and Height at Impaction Distance L : 5, 20mm

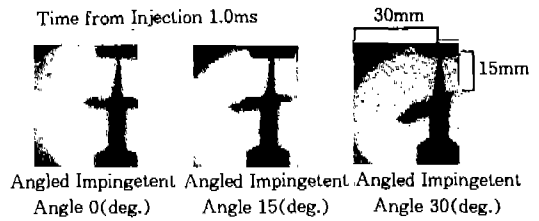
Fig.7 Effect of Wall Distance

유동에 의하여 벽면에 충돌된 액적들이 반경방향으로 충분히 퍼져 나가지 못하고 충돌면의 아래 방향으로 휘어져 분포함을 알 수 있다.

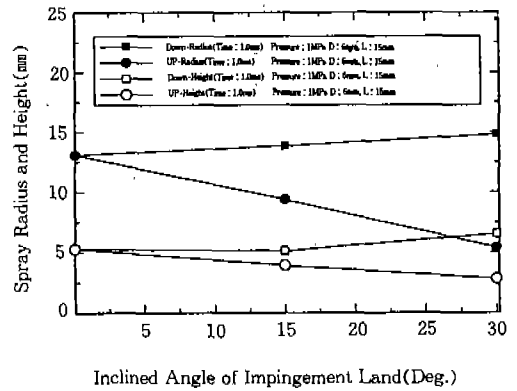
Fig.7(b)는 역시 L : 20mm인 경우 반경방향으로 퍼짐이 둔화되면서 위아래로 넓게 분포됨을 보여준다.

3.3 충돌면 경사각도 및 거리변화에 따른 분무특성

Fig.8(a)와 8(b)는 주위압력 1MPa, 충돌면의 거리 15mm, 충돌면 지름 6mm에서 충돌면의 경사각도 변화에 따른 분무특성을 나타낸 것이다. 경사면의 각도가 증가함에 따라 경사면 위로의 분무 퍼짐은 급격히 줄어드는 것을 보여주며, 아래로의 퍼짐은 증가하는 것을 알 수 있다. 경사



(a) Image of Spray distribution with Impaction Angle Variation

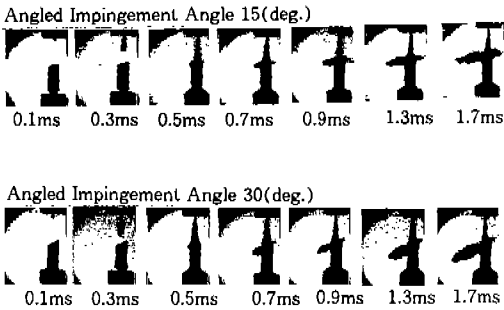


(b) Comparison of wall Impaction Spray Development with Impaction Angle Variation

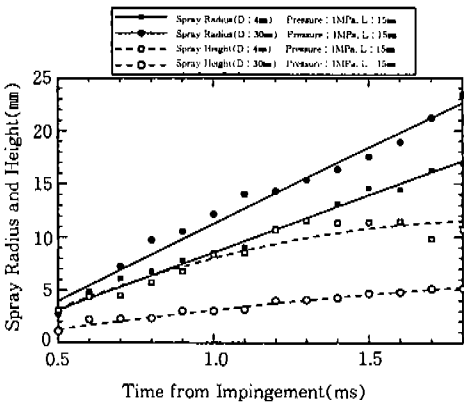
Fig.8 Effect of Angle Variation

면 아래의 반경방향퍼짐(Down-Radius)은 증가율이 둔화되고 반면에 높이 방향(Down-Height)의 분무폭이 더욱 증가함을 알 수 있는데, 이는 경사면의 경우 충돌면적이 수직면에 비하여 넓어지는 요인과 충돌각이 증가하면서 액적들이 멀리 튀어올라가기 때문으로 사료된다.

Fig.9(a)는 충돌면의 경사각도 15°, 30°, 주위압력 1MPa, 충돌면 거리 15mm, 충돌면 지름 6mm에서 시간 경과에 따른 경사충돌면의 분무특성을 나타낸 것이다. 9(b)는 15°일 때의 분무성장 거리를 보여준다. 그림에서 볼 수 있듯이 하단부 분무반경과 높이는 시간 경과에 따라서 성장하지만 충돌 후 1.3ms이상이 되면 높이의 성장이 둔화됨을 보인다. 상단부 분무반경은 1.0ms까지는 성장을 보이지만 그 이후 성장이



(a) Image of Spray Development at Impaction Angles 15°, 30°



(b) Spray Development at Impaction Angle 15°

Fig.9 Effect of Angle Variation

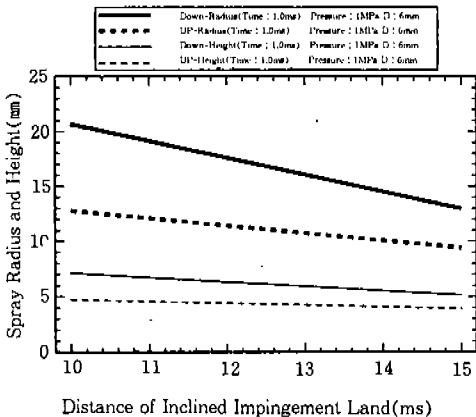


Fig.10 Spray Development with Wall Distance Variation at Angle 15°

둔화되며 상단부 분무높이는 꾸준히 성장함을 보인다.

Fig.10은 주위압력 1MPa, 충돌면 지름 6mm와 경사 각 15°에서 경사충돌면의 거리에 따른 분무특성을 보여주고 있다. 경사충돌면의 거리가 멀수록 분무 하단방향 반경과 높이 및 상단방향 반경과 높이가 모두 짧아지는 것을 보여주지만, 높이방향에는 영향이 적은 것을 알 수 있었다. 이는 충돌면이 멀어지면서 액적들의 모멘텀이 줄어들었고, 아래로 발달한 주위유동의 영향이 증가하였음을 의미한다.

3.4 충돌면 지름변화에 따른 분무특성

Fig.11(a)와 11(b)는 주위압력 1MPa, 일정 거리 5mm에서 충돌면지름 변화에 대한 분무특성을 보여주는 것이다. 충돌면이 넓어질수록 액적들의 반경방향 퍼짐은 증가하지만 높이 방향의 퍼짐은 감소함을 알 수 있다. 충돌면 지름이 4mm일 때 충돌전 자유분무의 폭이 충돌면의 크기와 유사하게 되므로서 분무가 반경방향으로 충분히 발달하지 못하고 상하방향 즉 폭방향으로 퍼져나감을 알 수 있다. 한편 충돌면이 8mm이상이 되면 반경방향의 증가가 거의 일정하게 유지하면서 높이방향으로의 퍼짐은 지속적으로 감소함을 보여준다.

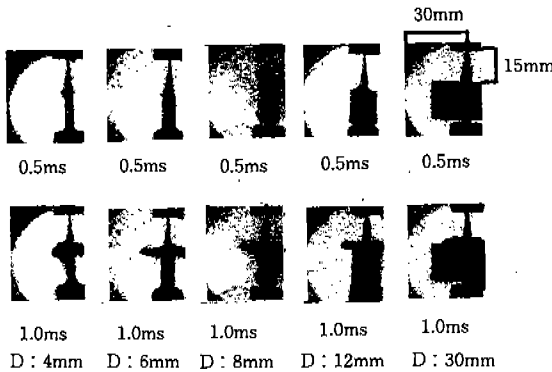
Fig.12는 주위압력 1MPa, 충돌면의 거리 15mm일 때 충돌면의 지름 변화에 대한 분무특성을 비교한 것이다. 충돌면 지름이 큰 경우에는 분무 반경이 빠르게 성장하며 분무높이는 둔한 성장을 보인다. 충돌면 지름이 작을 때는 분무반경과 높이가 시간 경과에 따라 유사하게 성장한다.

3.5 주위 압력변화에 따른 분무특성

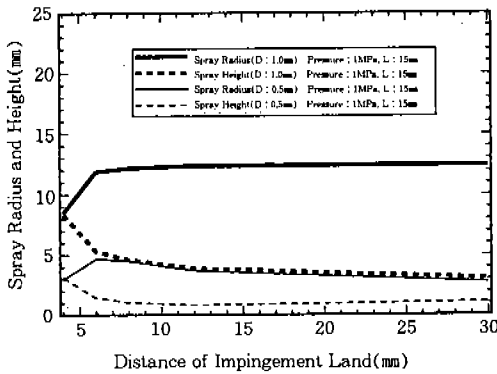
Fig.13(a)와 13(b)는 충돌면 거리 15mm, 충돌면 지름 6mm일 때 주위압력변화에 따른 분무특성을 나타낸 것이다. 분무성장은 압력이 증가할수록 둔화되는 것을 볼 수 있는데, 충돌분무반경은 다소 급격한 감소를 보인다.

3.6 충돌분무와 자유분무의 액적크기 분석

Fig.14는 액적크기 측정 위치를 나타낸 것이



(a) Image of Spray Development for Variation of Impingement Land Diameter



(b) Spray Radius & Height vs. Land Diameter

Fig.11 Effect of Land Size

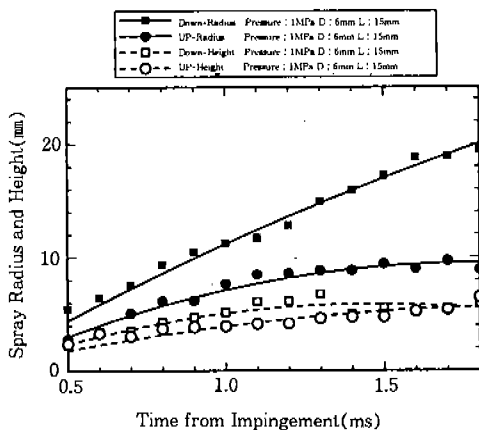
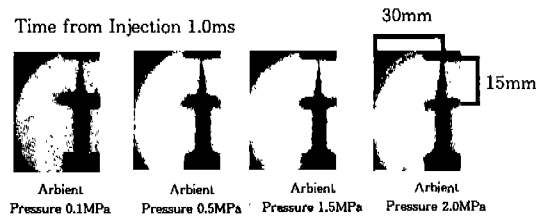
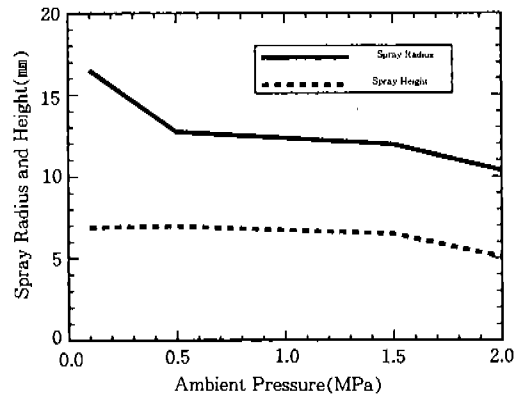


Fig.12 Comparison of Wall Impaction Spray Development for Variation of Impingement Land Diameter



(a) Image of Spray Development for Variation of Ambient Pressure

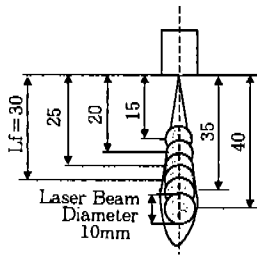


(b) Spray Radius and Height vs. Ambient Pressure

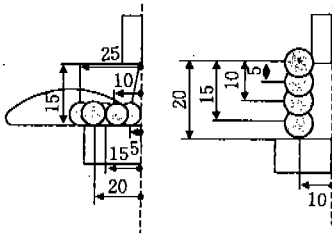
Fig.13 Effect of Ambient Pressure

다. 자유분무는 분사노즐 끝으로부터 15, 20, 25, 30, 35, 40mm인 지점을 지름 10mm로 측정하였고 충돌분무의 경우는 분사노즐 끝과 충돌면의 거리 15mm인 지점의 충돌면 위치에서 분사노즐 중심선을 기준으로 해서 반경방향으로 자유분무와의 등거리 5, 10, 15, 20, 25mm 지점을 측정하였으며 충돌면 거리 변화에 대한 액적크기는 분사노즐 중심선을 기준으로 반경방향 10mm 지점에서 충돌면의 거리를 변화시키면서 자유분무와의 등거리 5, 10, 15, 20mm인 지점에서 측정하였다.

Fig.15는 측정 위치에 따른 자유분무 액적들의 체적분포를 나타낸 것이다. 전반적으로 분무거리가 30mm까지는 액적크기가 그 이상에 비하여 크게 나타났으며 그 분포도 넓은 것을 알 수 있었다. 즉, 큰 액적들과 적은 액적들이 많이 섞여있음을 말한다. 한편 분무거리가 35mm 이상이



(a) Free Spray Measuring Position



(b) Impinging Spray Measuring Position

Fig.14 Measuring Position of SMD

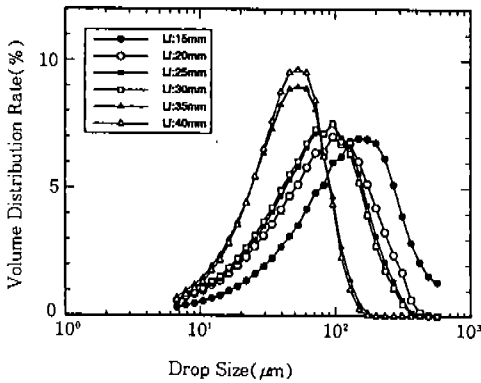
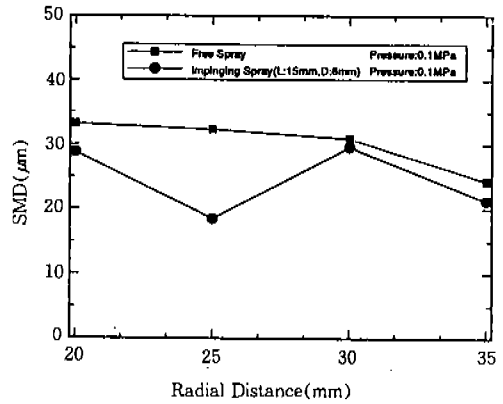


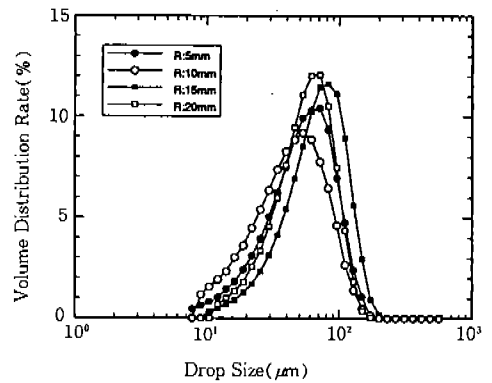
Fig.15 Comparison of Particle Size Distribution with Measuring Position

되면 액적들이 대부분 미립화되어 직경 $40\mu\text{m}$ 에 집중되어 있는 것을 알 수 있다.

Fig.16(a)와 16(b)는 평균 충돌면에서 자유분무와 충돌면 거리 15mm, 지름 6mm인 충돌면에서 반경방향 거리변화에 대한 SMD변화와 충돌분무액적의 체적분포를 보여주는 것이다. 그림에서 보는 바와 같이 충돌분무의 SMD가 자유분무보다 작은 것을 알 수 있다. 자유분무의 경우 분



(a) SMD Comparison of Free Spray and Impinging Spray at Equivalent Distance

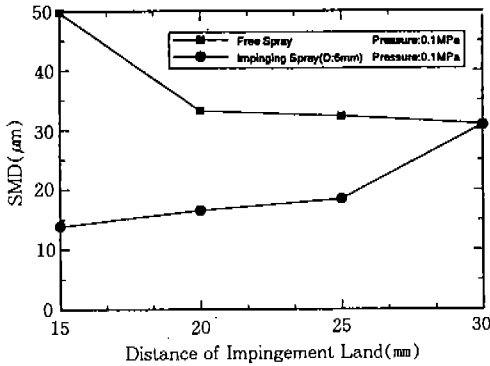


(b) Drop Size Distribution at Equivalent Distance

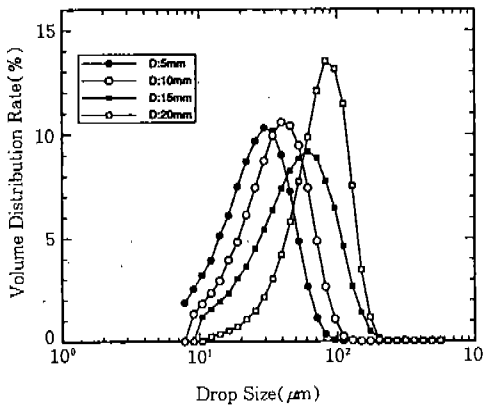
Fig.16 Effect of Wall Impaction on SMD

사노즐 끝으로부터 멀어질수록 SMD가 작아지는 것을 알 수 있고 충돌분무의 경우 반경방향으로 10mm(자유분무의 등가거리 25mm)부분에서 감소하며 15mm(자유분무의 등가거리 30mm)에서는 증가 경향을 보인다 다시 감소한다. 충돌 후 액적들이 불균일한 입경을 가지고 있음을 알 수 있다. 이는 충돌면 상하의 강한 스윙 유동과 관련이 있는 것으로 판단된다. 여기서 등가거리란 자유분무와 충돌분무의 특성을 비교하기 위하여 정의된 값으로 분사노즐로부터 분무의 유동을 따라 측정된 거리이다.

Fig.17(a)와 17(b)는 수직 충돌의 경우로 자



(a) SMD Comparison of Free Spray and Impinging Spray with Wall Distance Variation



(b) Drop Size Distribution vs. Wall Distance

Fig.17 Effect of Wall Distance

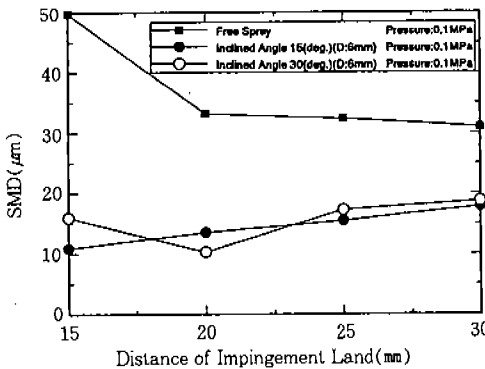


Fig.18 SMD Comparison of Free Spray and Impinging Spray for Distance Variation

유분무와 충돌면 거리 5, 10, 15, 20mm, 지름 6mm인 충돌면에서 SMD변화와 충돌분무액적의 체적분포를 보여주는 것이다. 충돌면의 거리가 가까울수록 SMD가 작은 경향을 보여준다. 즉 충돌면의 거리가 멀수록 분무의 벽면충돌 속도가 저감하고, 충돌에 의한 액적의 Break-Up 효과가 감소하는 것으로 사료된다. 등가거리 30mm가 되면 자유분무의 평균입경과 동일하게 되는데 이는 충돌에 의한 액적분열효과가 없는 것을 나타낸다.

Fig.18은 경사충돌면에서 충돌면의 지름 6mm, 자유분무와 충돌면의 거리 5, 10, 15, 20mm 변화에 대한 액적크기 변화를 보여준다. 전체적인 경향은 경사충돌분무가 자유분무보다 액적크기가 매우 작은 것을 알 수 있고 경사면 각도의 증가와는 크게 관련이 없는 것을 보여준다. 이는 충돌면에서 분무액적들간의 결합(Drop-Drop Coalescence)으로 해석되는데, 수직충돌의 경우 충돌된 액적들이 충돌면에 쌓이면서 액적간결합을 위한 조건을 제공함을 의미하며, 경사면인 경우 충돌액적들이 벽면을 신속하게 떠나감으로서 액적간 결합을 위한 충분한 시간을 제공하지 않는 것으로 사료된다.

4. 결 론

직접 분사식 디젤엔진의 연소실 시스템 개선을 위하여 분무연료의 벽면 충돌효과를 분석하였다. 동일한 분사조건 하에서 분위기 압력, 충돌면 지름, 분사노즐과 충돌면과의 거리, 충돌면 경사각도를 변화시켰을 때 액적들의 분포, 퍼짐정도, 액적들의 크기 등을 관찰하였으며, 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 충돌면 거리에 따른 효과 : 충돌면이 분사노즐과 가까워질수록 분무의 속도에너지 증가와 함께 충돌 후 더욱 적은 액적으로 부서짐을 알 수 있었으며, 충돌분무는 반경방향으로 더욱 멀리 퍼지는 현상을 보였다. 충돌면이 20mm가 되면 분무입경이 자유분무와 동일하게 되는데, 이는 충돌에 의한 액적분포효과가 없는 것을 의미하므로, 연소실 설계시 고려함이 요구된다.

2) 충돌면 크기의 효과(충돌면 직경) : 충돌면의 직경이 분무의 직경보다 작은 경우 충돌 후 분무의 방향이 벽에 충돌한 분무와 충돌하지 않은 분무로 나뉘어 분포하게 되는데 충돌면의 지름이 분무폭과같은 지점(충돌면 거리 15mm, 충돌면 직경 4mm)에서는 분무가 주위 공기의 유동에 의하여 반경방향과 높이방향으로 충분히 퍼져 나감을 알 수 있었다. 충돌면의 크기가 8mm 이상이 되면 반경방향으로의 퍼짐이 더 이상 증가하지 않으며 높이 방향으로는 계속 감소함을 보여주는 데 이는 8mm 이상의 충돌면은 좋지 않다는 것을 의미한다.

3) 충돌경사면 각도가 0°인 경우 분무는 좌우로 대칭을 이루면서 시간 경과에 따라 성장하지만, 경사도가 커질수록 분무의 좌우 균형이 깨지고 경사면 상단의 분무는 성장이 둔화되며 하단의 분무는 시간에 따라 성장함을 알 수 있다.

분무충돌을 이용한 연소실 설계에는 위에서 언급한 내용들을 참조함이 요구되며, 다음은 여러 가지 종류의 연소실을 설계할 때 고려되어야 할 사항을 요약하여 본다.

4) 연소실 크기가 작은 경우 분무의 공간적인 분포특성을 좋게하기 위해서 충돌면 하단부의 액적치짐을 동반하는 작은 크기의 충돌면이 요구된다.

5) 연소실 폭이 넓은 경우 충돌면을 크게 하여 분무를 충분히 퍼지게 하는 것이 필요하지만 8mm 이상이 되면 퍼짐이 더 이상 증가하지 않으며 높이 방향으로는 계속 감

소하기 때문에 8mm가 적당한 것으로 판단된다.

6) 연소실 형상이 오메가형인 경우 옆 벽면에 경사충돌부를 마련하여 연료가 벽면 코너의 우묵한 곳에 퇴적되지 않도록 하는 것이 필요하다.

참 고 문 헌

1. Watkins, A. P. and Park, K. 1996, "Assessment and Application of a New Spray Wall Impaction Model", Computers in Reciprocating Engines and Gas Turbines, I. Mech. E, pp. 1~10.
2. Kato, S. and Onishi, S., 1990, "New type of Diesel Engine by Impingement of Fuel Jet (OSKA-D)", SAE 901618.
3. Kato, S. and Onishi, s., 1991, "Performance of Glow Plug Assisted Direct Injection Methanol Engine by Impingement of Fuel Jet(OSKA-F)", SAE 911769.
4. kato, S., Onishi, S., Tanabe, H. and Sato, G. T., 1992, "Development of low NO_x Emission diesel by Impingement of Fuel Jet", SAE 921645.
5. Ogura, M. and Lin, B., 1994, "A New Multi-Impingement Wall Heat Diffusion Combustion System(NICS-MH) of a D. I. Diesel engine", SAE 940196.
6. 조래희, 박권하 외, 1996, "IDI 디젤분무의 글로우 플러그 충돌효과에 관한 연구", 대한기계학회 춘계 논문집, Vol(II), pp. 22~26.