

하이브리드 자동차용 가솔린엔진 연료공급 특성연구

이상인*, 이성원*, 박성영**
*공주대학교 일반대학원 기계공학과
*공주대학교 기계자동차공학부
e-mail; eneese@naver.com

Study on the Performance Characteristics for the Gasoline Engine of Hybrid Automotive

Sang-in Lee*, Sung-won Lee*, Sung-Young Park**
*Mechanical Engineering, Graduate School, Kongju National University
**Div. of Automotive & Mechanical Engineering, Kongju National University

요 약

본 연구는 자동차용 가솔린엔진에 장착되는 인젝터의 연료공급 특성에 대한 것으로, 4홀과 12홀 인젝터의 분무질량분포, 벽류 및 가시화 실험을 수행하였다. 분무질량분포 실험을 통하여 인젝터 별 분무특성을 파악하고, 벽류측정실험을 통하여 흡기포트내의 연료 Wetting 특성을 확인하였다. 가시화실험을 통하여 분사각과 분무특성을 비교 분석하였다. 4홀과 12홀 인젝터의 분무특성비교를 통한 각 인젝터의 연료공급 특성분석은 가솔린엔진 설계시 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

1. 서론

최근 들어 유가 상승 및 각종 연비 규제에 영향을 받으면서 저연비 구현 기술 개발의 중요성이 새롭게 부각되고 있다. 또한 지구 온난화 및 각종 배기가스 규제와 고출력, 저소음, 저연비 및 운전안전성과 같은 기본적인 성능에 대한 요구가 증가하고 있는 실정이다. 이러한 다양한 요구에 부응하기 위하여 엔진에 대한 기술개발이 더욱 요구된다. 연소 특성을 지배하는 연료의 공급특성 및 미립화는 승용차용 엔진의 대부분을 이루고 있는 가솔린 엔진에 있어 매우 중요한 성능인자이다.[1-2]

대부분의 자동차용 엔진에는 전자제어식 포트 연료 분사 기구를 사용하고 있다. 이는 미립화, 신뢰성 및 가격면에서 여러 장점을 가지고 있기 때문이다. 포트 분사 가솔린 엔진의 연소는 분무장치에 의한 미립화 특성 및 포트 벽면에 wetting된 연료의 벽류에 큰 영향을 받는다.[3-5]

본 연구의 목적은 4홀 인젝터와 12홀 인젝터의 분무 질량분포, 벽류량 및 가시화실험과 분석을 수행하여 인젝터별 분무특성을 분석하는 것이다.

2. 본론

2.1 인젝터

본 연구에 사용된 인젝터는 가솔린 연료를 사용하는 MPI용 4홀 및 12홀 인젝터로 그림 1과 같다.



4홀 인젝터



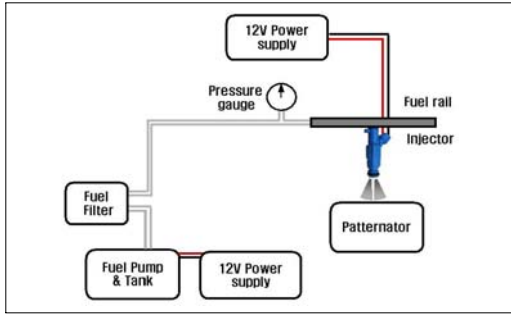
12홀 인젝터

[그림 1] 인젝터 사진

2.2 분무질량분포 측정

거시적 관점에서 분무특성을 파악하기 위하여 그림 2와 같이 분무질량분포 측정장치(Patternator)를 구성

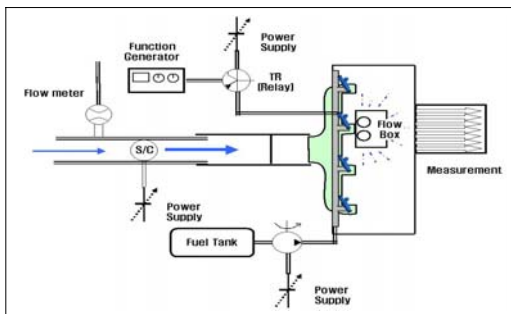
하였다. 분무질량분포 측정장치는 직경이 4mm인 원형 셀을 400 (20×20)개 가공한 측정판을 통해 분무된 연료가 포집되도록 하였다. 포집판과 포집판 사이는 내경 3mm인 무색 플라스틱 튜브를 이용하여 연결하였다. 별도의 전원공급장치를 제어하여 연료의 분사압을 제어하였다.



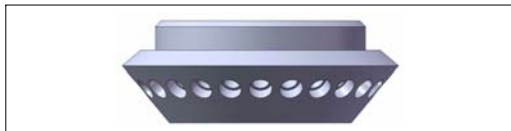
[그림 2] 질량분포 실험장치

2.3 벽유량 측정

벽유량은 인젝터의 분사각, 무화정도 및 흡기의 속도 등에 많은 영향을 받는다. 각 인젝터의 흡기속도에 따른 벽유를 측정하기 위해서 그림 3과 같은 벽유 실험장치를 구성하였다. 흡기량을 조절하기 위하여 엔진에 사용되는 과급기(Super Charger)를 사용하였으며, 인젝터 분사 신호 제어를 위하여 Function Generator와 증폭 및 릴레이 회로를 연동하였다. 벽유측정의 편의를 위하여 포트 실험용으로 제작된 플로우 박스를 흡기매니폴드에 장착하였으며, 벽유 측정을 위해 제작된 특수한 시트링을 장착하였다. 밸브시트링은 24개의 벽유 포집판을 장착될 수 있도록 홀이 가공되었다.



(a) 벽유측정 개략도

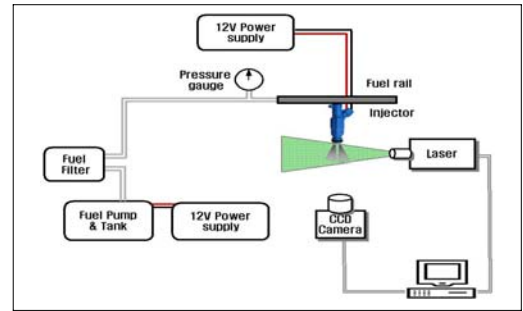


(b) 벽유측정용 밸브시트링

[그림 3] 벽유량 실험장치

2.4 가시화 실험장치

각 인젝터의 분사각과 분무의 성장을 확인하기 위해서 그림 4와 같은 가시화 실험장치를 구성하였다. 광원으로는 ND-Yang 레이저를 사용하였으며, 4 Mega Pixel CCD 카메라를 사용하여 촬영하였다. 각 인젝터의 분무성장을 확인하기 위해서 인젝터의 주 분무 방향으로 촬영하였다.

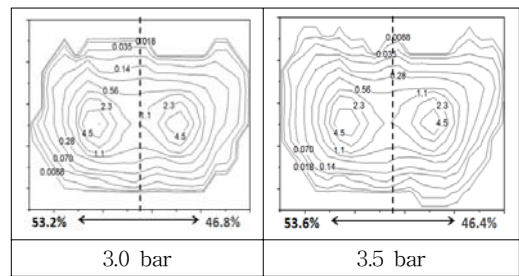


[그림 4] 분무 가시화 실험장치

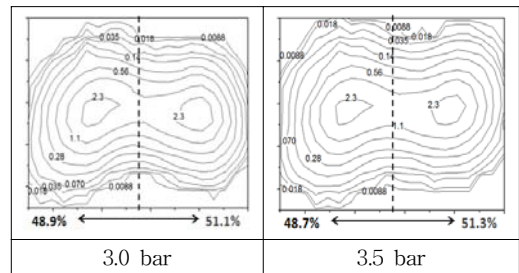
3. 결과 및 고찰

3.1 분무질량분포 측정결과

그림 5는 분무질량분포 측정결과를 보여주고 있으며, 동일 압력과 거리에서의 4홀과 12홀 인젝터의 분무특성을 측정하기 위해서 인젝터 끝단과 포집판의 거리를 150mm로 제한하였다. 4홀 인젝터는 좌우의 분포가 3%이상의 차이를 보이거나 12홀 인젝터에서는 1~1.3%의 차이를 보인다. 따라서 12홀 인젝터가 4홀 인젝터 대비 좌우 흡기포트로의 연료 공급 특성이 우수하며, 넓고 고른 분무형태를 보여줌을 알 수 있다.



(a) 4홀

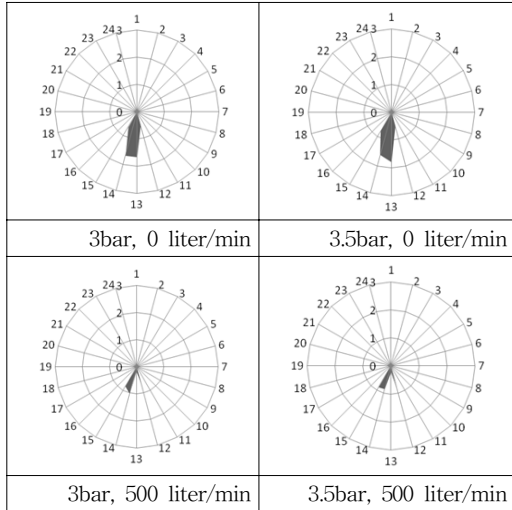


(b) 12홀

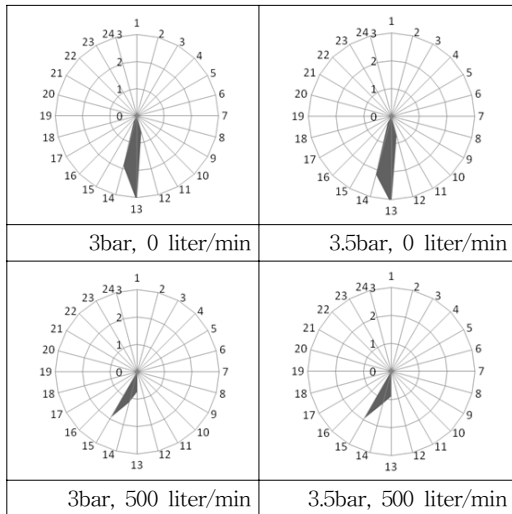
[그림 5] 분무 질량분포 실험결과

3.2 벽유량 측정 결과

벽유량 측정의 편의를 위해 제작된 밸브시트링은 24개의 포집관을 장착할 수 있도록 제작되었으며, 1번 포집관은 배기밸브를 향하도록 장착하였으며, 포집관의 번호는 시계방향으로 선정하였다. 실험에서 사용된 포트는 좌우대칭이므로 각 밸브별 벽유량의 특성이 동일한 것으로 가정하여 좌측의 흡기포트에만 밸브시트링을 장착하였다.



(a) 4홀



(b) 12홀

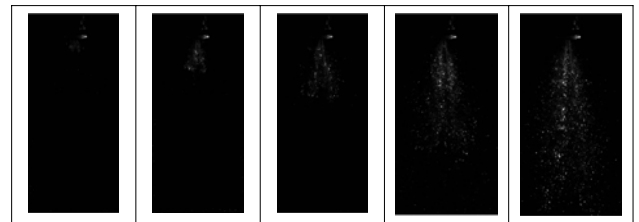
[그림 6] 인젝터별 벽유량

그림 6은 4홀 및 12홀 인젝터의 흡기 유량별 벽유량을 보여주고 있다. 전반적으로 13, 14, 그리고 15 포집관에 벽유량이 편중된다. 연료압의 증가(3.0bar, 3.5bar)는 벽유량의 분포에 미미한 영향을 미치며, 연료분사량의 증가에만 영향을 미치는 것으로 판단된다. 벽유량의 분포는 흡기량의 변화에 영향을 받는 것으로 판단되며, 흡기량의 증가가 클수록 벽류의 유량이

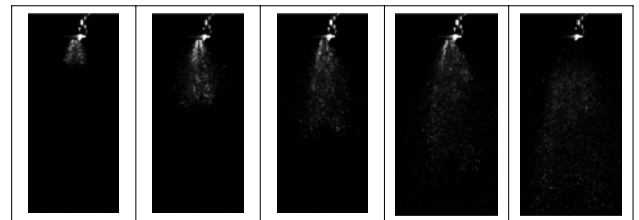
감소하는 것을 확인하였다. 이는 미립화된 연료가 흡기포트 벽면에 충돌하기 전에 흡기유동을 따라 포트로 유입되기 때문으로 사료된다. 흡기유속이 증가하면 미립화된 연료가 서로 충돌하여 입자의 크기가 성장하여도 중력에 의한 영향보다 흡기유속의 영향이 지배적이므로 벽유량은 감소하게 된다. 하이브리드 엔진의 주 운행 구간은 저속 고부하 영역이므로 이러한 벽류의 엔진작동에 대한 영향력은 상당할 것으로 사료된다.

3.3 분무 가시화

분무 가시화 실험을 통하여 각 인젝터들의 분무 성질을 확인하였다. 그림 7에서 4홀 인젝터 대비 12홀 인젝터의 분사각이 증가된 것을 알 수 있다. 4홀 인젝터의 경우 큰 액적들이 분사되어 분무유동의 중하단으로 가면서 액적들이 충돌을 통해 성장, 분열하고, 12홀 인젝터의 경우 분무 초기부터 미립화된 액적이 분사되고, 4홀 인젝터보다 큰 분사각으로 인하여 액적들 사이의 충돌로 인한 분열과 성장 효과는 미미한 것으로 사료된다.



(a) 4홀 인젝터



(b) 12홀 인젝터

[그림 7] 분무 가시화 실험사진

4. 결론

본 연구를 통하여 분무 질량분포, 벽유량 및 가시화 실험과 분석을 통하여 분무특성을 확인하여 다음과 같은 결론 및 효과를 얻을 수 있었다.

- 1) 12홀 인젝터는 4홀 인젝터 대비 우수한 질량분포 특성을 가지고 있으며
- 2) 흡기포트로 유입되는 공기량의 증가에 따라 흡기

유동의 영향을 받는 연료의 벽류량은 감소하고 저속 고부하영역을 주로 운행하는 하이브리드 엔진의 특성상 운전중 엔진에서 벽류는 상당한 영향을 미칠 것으로 사료된다.

- 3) 분무특성 가시화 실험을 통해서 분무를 확인한 결과 4홀 인젝터 대비 12홀 인젝터가 우수한 분무특성을 보였다.

후기

본 연구는 지식경제부 산업기술개발사업의 연구과제로 진행되었으며 이에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] 윤면근, 이재성, 류정인 “6 hole 가솔린 인젝터의 분무특성에 관한 실험적 연구”, 한국자동차공학회 2001년도 춘계학술대회 논문집, pp. 3-9, 2001.
- [2] 윤면근, 이재성, 김진구, 류정인 “Air-Shrouded 2-hole 가솔린 인젝터의 질량분포특성” 한국자동차공학회 1999년도 추계학술대회 논문집, pp 28-33, 1999.
- [3] 김봉규, 이기형, 이창식, 강건용 “가솔린 엔진 흡기포트내의 연료거동 및 벽류생성 가시화 방법에 관한 연구”. 한국자동차공학회 1997년도 춘계학술대회 논문집, pp 47-52, 1997.
- [4] 이기형, 이창식, 김봉규 “MPI인젝터 분무 특성에 따른 벽류 생성 및 분포에 관한 연구”, 한국자동차 공학회 1996년도 춘계학술대회 논문집, pp 361-367, 1996.
- [5] 이기형, “전자제어식 가솔린 엔진의 연료거동 특성에 관한 연구”, KOSEF 961-1005-039-2, 1998.