한국대기환경학회 2000 추계학술대회 논문집
Proceeding of the 31st Meeting of KOSAE (2000)
Korean Society for Atmospheric Environment

# DA1) 흡기스월 변화에 따른 GDI 기관의 배기특성에 관한 연구

# A Study on Characteristics of Emissions in GDI Engine with Intake Swirl Variation

채재우[1] · 차민혁 · 이상만
[1]인하대학교 기계공학과, 인하대학교 기계공학과 대학원

## 1. 서 론

GDI(Gasoline Direct Injection) 기관은 전체적으로 희박한 영역에서 작동되기 때문에 저연비, 고출력화 및 배기유해가스 저감에 매우 유리하다. GDI 기관에 있어서 희박연소를 실현하고자 한 연구는 공기유동 강화방식, 연소실 형상의 최적화, 부실식 연소, 분사된 연료의 미립화, 흡기포트의 형상 변화, 운전조건 변화에 따른 분사전략의 변화 등 그 방식도 다양하며,[1~5] 최근엔 이러한 각 방식들의 장점들을 적절히 활용하고 이에 따라 각기 고유한 모델을 채택하여 접근하려는 시도를 하고 있다.[6] 본 논문에서는 희박연소를 실현한 선행연구결과를 기반으로 하여,[7] 그 중 한 방법으로써 흡기스월 변화에 따른 GDI 기관의 배기특성에 관하여 서술하였다.

## 2. 연구 방법

본 연구에서는 4행정 단기통 직접분사식 디젤기관을 GDI 기관에 적합하도록 개조하였고, 연소실 내의 공기유동을 특성화하기 위하여 별도의 정상유동실험을 수행하였다. 한편, 실제 기관 적용에 있어서 나사산의 수를 조정하여 흡기유동의 특성인자인 스월을 0.6, 1.0, 1.2, 1.5, 1.8, 2.0으로 각각 변화시키면서 부하조건에 따른 기관성능 및 배기가스 특성을 알아보았다.

## 3. 결과 및 고찰

본 연구에서는 연료분사시기를 53° BTDC로 고정시키고 점화시기는 MBT(Maximum Brake Torque Timing)로 설정하여 기관속도 1500rpm인 경우에 대한 각 부하조건에 따른 흡기스월의 영향을 살펴보았다.

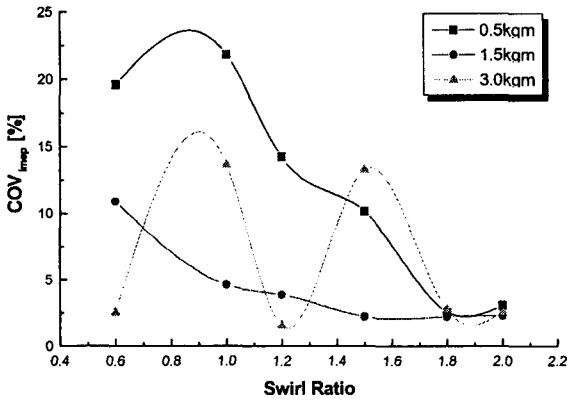


Fig1. The effect of swirl ratio on $COV_{imep}$

그림 1에서 보는 바와 같이 저부하시 흡기스월 증대에 따라 연소의 안정화가 이루어지는 것이 명확하며, 이 때의 공연비는 대략 14.7:1의 이론공연비로 운전되는 일반적인 가솔린기관에 비하여 상당히 희박한 초희박연소영역에 해당되고(A/F=42) GDI 기관이 전체적으로 희박한 영역에서 운전되는 점을 감안한다면 이 영역에서 흡기스월 증대가 공기와 연료의 혼합에 미치는 영향은 크다고 할 수 있다. 이는 중부하 조건에서도 같은 경향성을 갖는 것으로 나타났다(A/F=28). 한편, 고부하 조건에서의 공연비는 일반적인 가솔린기관과 비슷한 이론공연비 연소영역에 해당하며(A/F=15) 흡기스월변화에 따라 $COV_{imep}$는 다른 운전조건과 달리 큰 영향을 받지 않지만, 모든 부하조건에서 있어서 스월비 1.8 부근에서 대체로 연소의 안정성이 이루어지는 것으로 확인되었다. 그러나, 저부하 조건에서는 1.8, 중부하 조건에서 1.5 및 고부하 조건에서 1.2인 경우가 본 연구에서는 최적의 흡기스월인 것으로 나타났으며, 따라서 부하증가에 따라 흡기스월을 낮추는 것이 기관 안정성에 효과적이

라는 것을 알 수 있었다.

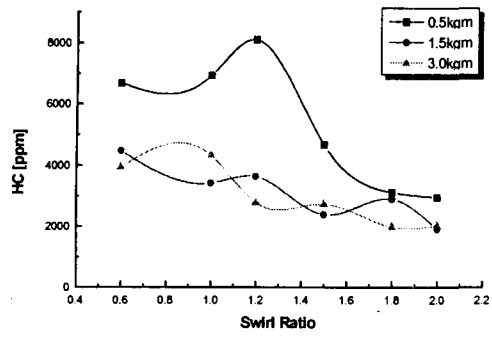


Fig2. The effect of swirl ratio on HC

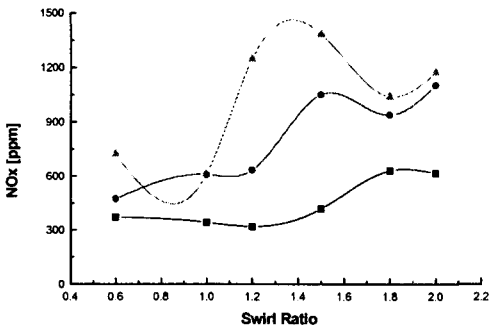


Fig3. The effect of swirl ratio on NOx

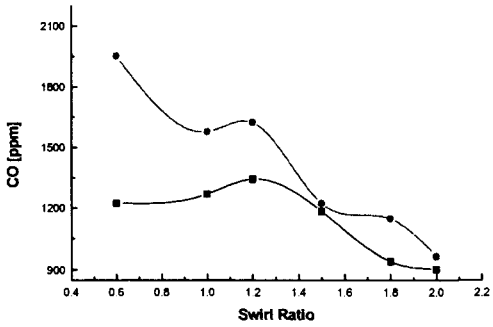


Fig4. The effect of swirl ratio on CO

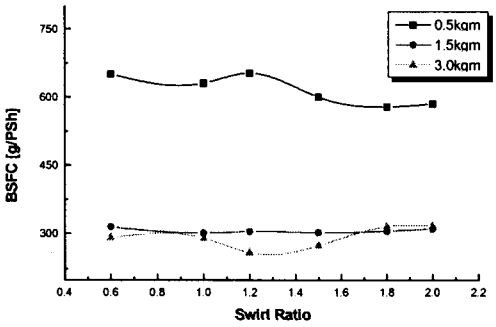


Fig5. The effect of swirl ratio on BSFC

그림 2, 3, 4는 흡기스월 변화에 따른 HC, NOx, CO의 배기가스 배출농도를 각각 나타내고 있다. 저부하 조건인 경우 최적의 연소 안정성이 이루어지는 스월비 1.8 부근에서 NOx 배출이 급격히 증가되는 반면, HC 및 CO 배출은 감소되고 있음을 알 수 있다. 이처럼 각각의 운전조건에 대하여 연소의 안정화가 이루어지는 최적의 흡기스월에서 NOx 배출은 급증하며, HC 및 CO 배출은 감소되는 것을 살펴볼 수 있다. 이는 최적화된 흡기스월에서 공기와 연료의 혼합이 촉진되고, 이에 따라 연소효율이 향상된 결과라 할 수 있다.

한편, 그림 1의 $COV_{imep}$에 미치는 흡기스월의 영향에서도 알 수 있듯이 부분부하시 흡기스월이 연소의 안정성 및 배기가스배출에 미치는 영향은 큰 것으로 나타났다. 부분부하시 흡기스월 1.2 부근에서 HC 및 CO 배출이 증가하고 있으며, 반대로 NOx의 경우 감소하고 있음을 알 수 있다. 이는 부분부하시 흡기스월 1.2인 경우 불완전연소의 증가에 기인하며 열효율 감소의 결과로 나타나게 될 것이다.

그림 5는 흡기스월 변화가 제동연료소비율에 미치는 영향을 나타내고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 대체적으로 부하증가에 따라 연료소비율은 감소하는 경향이 있으나, 저부하 조건에는 중부하 및 고부하시에 비해 연료소비율이 상대적으로 크며, 이는 결국 열효율의 감소로 기관출력이 저하되는 결과를 가져오게 된다. 특히 저부하인 경우 그림 2, 3, 4의 배기가스 분석을 통해서도 알 수 있었듯이 흡기스월 1.2 부근에서 불완전연소의 증가로 연료소비율이 상대적으로 크게 나타났다.

## 참 고 문 헌


<1> S. Matsushita, T. Inoue et al, "Effects of Helical Port with Swirl Control Valve on the Combustion and Performance of SI Engine", SAE850046

<2> S. Matsushita, T. Inoue et al, "Development of Lean Combustion System", SAE850044

<3> R. W. Anderson, "Lean Air-Fuel Ignition System Comparison in a Fast-Burn Engine", SAE850076

<4> L. Zhou, H. Zhao, "Experimental Study on a New Type Direct Injection Circularly Stratified Charge Combustion System for Gasoline Engine", Seminar in ICE, Inha Univ., 1997

<5> X. Liu et al, "A Microscopic Analysis of In-Cylinder Swirl Generated by Directed Port", SAE941754

<6> T. Inoue, S. Matsushita, K. Nakahashi et al, "Toyota Lean Combustion System-the Third Generation", SAE930873

<7> 채재우, 이상만, 차민혁 외, "직접분사식 가솔린기관 개발에 관한 연구(Ⅰ)", KSAE '96 추계학술대회, 96380316