

# 흡기 포트 내 물 분사에 의한 디젤 기관의 배기 유해물 배출 및 기관 성능 변화에 관한 실험적 연구

김철순\* · 김기형\* · 박태인\*\* · 류정인\*\*\*

## An Experimental Study on the characteristic of Exhaust Emissions and the Engine Performance with Intake Port Water Injection in Diesel Engine

C. S. Kim · K. H. Kim · T. I. Park · J. I. Ryu

**Key words** : Water Condensing System(물 응축 시스템), Water Injection(물 분사), Emission(배출물), EGR(배기재순환), Diesel engine(디젤 기관)

### Abstract

This study was carried out to reduce NOx emissions from diesel engine and to investigate the variation of engine performance using the water injection. In this study, the water was extracted from the exhaust gas and injected directly into the intake port with the inlet charge. The water condensing system operated as a closed system without any supplementary water supply.

The experimental parameters such as the revolution, the torque and the water injection rate are varied, and the result from this experiment found the significant NOx reduction, whereas the smoke emission increases as water/air ratio increases as the cases like the EGR. In spite of increasing the quantity of the water injection, the engine output was slightly decreased, and the specific fuel consumption was increased as was anticipated. Especially, the system was founded to be effective on the reduction of the NOx emissions at the high load region relatively.

### 1. 서 론

디젤 기관은 가솔린 기관에 비하여 열효율 높고

수 kW의 소출력 기관에서부터 수만 kW 이상의 대출력 기관에 이르기까지 다양한 크기로 제작되어 이용되며 배출 유해 가스 중 미연탄화수소와

\* 충남대학교 대학원(원고접수일 : 98년 8월)

\*\* 한국기계연구원

\*\*\* 충남대학교 기계공학부

일산화탄소의 양이 매우 적어서 육상, 해상 수송 수단의 원동기와 발전기 등 여러 산업 분야에서 널리 사용되고 있다. 그러나 배기 가스 중의 HC와 CO의 양은 극히 적은 반면에 질소 산화물과 매연 미립자의 배출량은 많아서 대도시를 비롯한 연안 해역 등 지역의 대기 오염 문제가 심각한 사회 문제로 대두되고 있으며, 우리 나라 뿐만 아니라 세계 각국에서의 규제가 더욱 엄격해져 앞으로 디젤 기관의 이용이 매우 어렵게 될 전망이다.

내연기관에서 질소 산화물을 줄이기 위해서는 실린더 내 연소장의 온도를 낮추어 고온의 유지시간을 짧게 하여야 하는데, 그 방법으로서 사용되고 있는 것들로는, 연료의 분사시기 지연과 물을 사용하는 방법, 그리고 가솔린 기관에서 사용되고 있는 EGR 등이 있다. 이 중 EGR을 디젤 기관에 적용하면 특히 고 부하의 운전 범위에서는 NOx 이외의 배출물이 상당히 증가하고 매연 미립자 및 SOx의 순환에 의한 기관 내부의 마모나 침식이 발생하며, 연료 소비율 역시 어느 정도 증가한다. 이 때문에 디젤 기관에 EGR을 적용시켜 NOx 배출물을 효과적으로 저감시킨다는 것은 간단하지 않다. 그러나 열 용량이 큰 수분을 흡기 중에 넣어주면 매연 미립자와 연료 소비율의 큰 증가 없이 질소 산화물을 저감할 수 있다고 한다." 따라서 이 방법은 디젤 기관에서 EGR의 적용이 곤란한 고 부하 영역에서 NOx를 저감하기 위한 방법으로 연구될 가치가 있다.

본 연구에서는 연소실 내에 물을 공급함으로써 연소장의 온도를 낮추는 방법을 사용하였다. 그 중 외부에서 물을 공급받지 않고 배기 가스 중의 수분을 응축하여 재순환하는 폐시스템으로 EGR 회로를 구성하였으며 이 방법은 응축 과정에서 매연 미립자와 유황분을 어느 정도 제거할 수 있다는 장점을 가지고 있어, 흡입 공기에 물을 분사시키는 시스템 기술을 디젤 기관에 응용하여 실용성 있는 유해 배기 가스 저감 기술을 구성하는 것이 본 연구의 목적이다.

## 2. 배기 가스 중의 물 응축 시스템

본 연구에서의 흡기 포트 내 물 분사를 위하여

배기 가스 중의 수분을 응축할 수 있는 시스템과 물 분사 시스템을 설계·제작하였다. 이들 시스템은 다음과 같다.

### 2.1 물 응축 시스템

실린더 내에서 연소된 후 발생하는 배기 가스 중에는, 연료에 포함된 H, O 성분과 흡기 중의 습기로 인해 소량의 수분을 포함하게 된다.

NOx를 저감하기 위한 방법 중 단순한 물 분사의 경우, 별도의 물 Tank를 지니고 다녀야 하고, 또 배기 가스 중의 유황분과 PM에 대한 대책이 미미한 단점을 지니고 있으나, 배기 가스 중의 수분을 응축하여 그 응축수를 다시 흡기관 내에 분사하는 방법을 사용하면 외부로부터의 물 공급이 필요치 않고 열 교환기에서 수분을 응축하는 과정에서 유황분과 어느 정도의 매연 미립자를 해결할 수 있어 다른 방법에 비해 부가적인 효과를 볼 수 있다.

본 연구에서 설계 제작된 응축시스템은 Fig. 1과 같이, Main gas condenser, Drain water evaporator, Re-evaporating Gas Condenser 등으로 구성되며, 공급 가스 온도는 500℃, 배출 가스 온도는 30℃에 맞추어 설계하였다.

### 2.2 물 분사 시스템

실린더 내에 물을 투입하는 방법에는, 첫째, 실린더 내의 직접 물 분사, 둘째, 흡기포트로의 물 분사, 셋째, 물과 경유의 혼합유(emulsified fuel) 분사 등

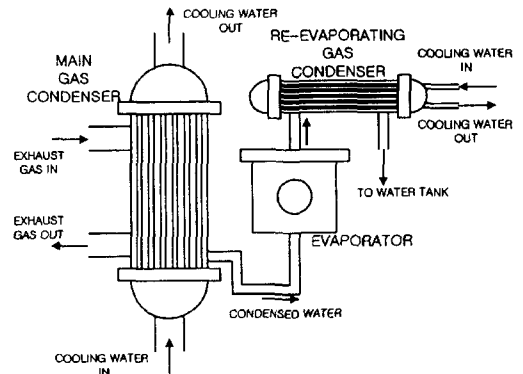


Fig. 1 Schematic Diagram of Water Condensing System

**Table. 1 Specifications of Water Injection System**

Item	Specification
Nozzle Type	Single point Injector for Electronic Fuel Injection
Number of Nozzle	1 at Each Cylinder (total 4)
Injection Rate Control Method	Proportional to Engine Speed
Range of Water Injection Rate	1.6 to 8.4L/h (at 1800rpm)
Range of Absolute Humidity	Approx. 15 to 60 g/kg.Air
Water Injection Pressure	Approx. 250 kPa
External Signal	TDC, 1° Signal from Encoder

의 방법이 있다. 본 연구에서 낮은 물 분사압으로도 사용이 가능하고 연소실 및 연료 분사 시스템의 어떤 수정도 필요치 않은 시스템 구성이 가능하기 때문에 흡기포트 내 물 분사를 선택했다.<sup>2)</sup>

Table. 1은 이 실험에서 사용된 물 분사 시스템의 제원을 나타낸다.

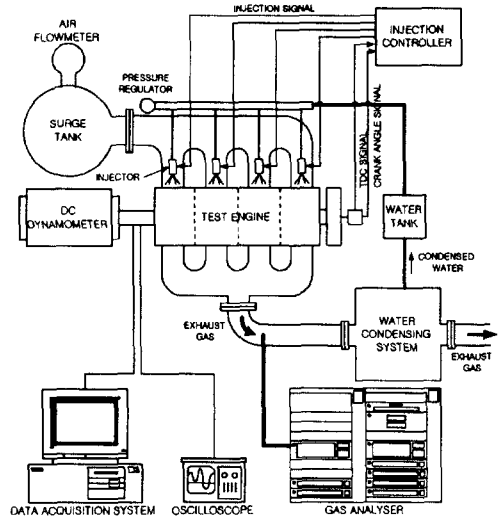
이 시스템은 기관 운전 조건에 따라 분사율을 제어할 수 있는 기능을 가지고 있다. 가솔린 기관의 전자식 연료 분사 시스템의 분사 인젝터가 물 분사 노즐로서 사용되었고 흡기 포트에서, 각 실린더의 흡기 밸브에 가까운 벽에 설치되어, 분사된 물이 밸브 스템 등 주위 구조물과 충돌하여 흡기 공기와 혼합이 잘 되도록 설계되었다.

실린더 내로 공급되는 물의 양을 계량하는 방법으로는, 같은 기관 속도에서 공기 유량 비례법과 연료 유량 비례법이 있는데, 디젤 기관의 경우 흡입 공기 유량에 기초한 물 분사를 고려하는 것이 타당한 것으로 보인다.<sup>2)</sup> 그래서 본 실험에서는 물 분사량을 흡입 공기 유량을 고려하여 계산하였다.

### 3. 실험 장치 및 방법

본 실험에 사용된 실험 장치의 구성도는 Fig. 2에 나타낸 것과 같다. 그리고 실험용 기관은 선박용 디젤 기관으로 수냉, 4기통, 간접분사식의 4행정 디젤 기관이며, 주요 제원은 Table. 2와 같다.

기관의 축 출력은 DC Dynamometer에 의해서 측정되어 Digital Torquemeter에 나타나며, 회전



**Fig. 2 Schematic Diagram of Experimental Apparatus**

**Table. 2 Specifications of Test Engine**

Item	Specification
Type	4 Cylinder, Water-Cooled, 4 stroke Cycle, Indirect Injection, Natural Aspiration
Piston Displacement(cc)	3330
Bore(mm) × Stroke(mm)	96 × 115
Max. Power	34kg · m × 1800(rpm)
Fuel Injection Timing	BTDC 15.3°
Compression Ratio	20 : 1

속도는 크랭크축의 Timing detector로부터 보내는 신호에 의해 측정하였다. 연소실 압력 측정을 위해 1번 실린더의 연소실에 압력 변환 (Kistler 609A, Natural Frequency 90kHz)를 부착하였다. 그리고 연속적인 아날로그 신호를 Rotary Encoder에서 나오는 펄스에 의해서 크랭크 각 2°마다 데이터를 받아 들여 그 값을 디지털 신호로 바꾸어 처리하였다.

연료 소비율은 유량계를 이용하여 연료 125cc의 소비시간을 측정하여 단위 시간당 소비량을 환산하는 체적식 방법을 이용하였다.

기관의 흡기 측에는 Surge Tank를 설치하여 맥동 현상을 줄이도록 하고, 기관에 흡입되는 공기량을 계량하기 위하여 Surge Tank 입구에 오리피

스형 유량계를 설치하고 Inclined manometer를 부착하여 흡입공기량을 계량하였다. 기관 및 각 부위(배기관, 냉각수 출·입구, 오일, 서지 탱크, 열교환기, 응축기 등)는 K형 열전대(Φ3.2mm)와 다점 Digital indicator를 이용하여 계측하였고 서지탱크와 대기의 습도측정은 디지털 습도계를 이용하였다.

배기가스의 경우 smoke 측정을 위해 보쉬식 스모크 미터(Bosch smoke meter)를 이용하여 측정하였고, 그 외의 배기 배출물은 배기계로부터 배출가스를 연속적으로 샘플링 하여 배기 가스 분석기(HORIBA)로 HC, CO, NO<sub>x</sub>의 농도를 측정하였다.

본 실험에서는 중·고 부하 때의 연소 및 배기가스 배출 특성에 대해 알아보고자 기관 속도를 1400, 1800rpm으로 가변하고 부하는 25, 50, 75, 100%로 정한 다음 물 분사량을 각 기관 속도에서의 흡입공기량을 계량하여 각 기관 부하 조건에 상관없이 물/공기의 질량 비율로, 0, 15, 30, 45, 60g/kg.Air의 5단계로 정하여 실험하였다. 이때, 동력계에서 고정되는 값은 기관 회전수이며, 물 부하에 따라 예상되는 출력의 감소 및 연료 소비율의 변화로 기관 성능 변화를 관찰하고자 하였다.

연료의 분사시기는 실험에 사용된 디젤 기관 본래의 분사시기인 BTDC 15.3°로 고정하였고, 물 분사는 로터리 엔코더로부터 얻어진 TDC 신호와 1°신호로부터 계산되어 흡입 행정과 동력 행정 때 점화 순서에 의해 각각의 흡기 포트에 한 사이클에 두 번 분사되는데, 분사 시기는 흡기 밸브가 열리는 시점인 BTDC 31°를 지난 후인 BTDC 14°로 고정하였다. 한 사이클에 두 번 분사하는 이유는 인젝션 컨트롤러의 제작 문제 때문이다. 그러나 분사량은 각 운전 조건에 따른 흡입 공기량을 계량하여 계산함으로써 각 분사 시기에서의 양을 결정하였다. 물의 분사량은 인젝터의 열림 지속시간의 변화에 의해 제어된다.

Fig. 3과 Fig. 4는 실험에 사용된 인젝터(800cc 경차용)의 흡기 중의 절대 습도에 대한 물 분사량을 계량한 결과와 실험용 기관에서 발생한 응축수의 양을 흡기 중의 절대 습도에 대하여 계량한 결과를 나타낸 그림이다. 본 실험에 사용된 인젝터

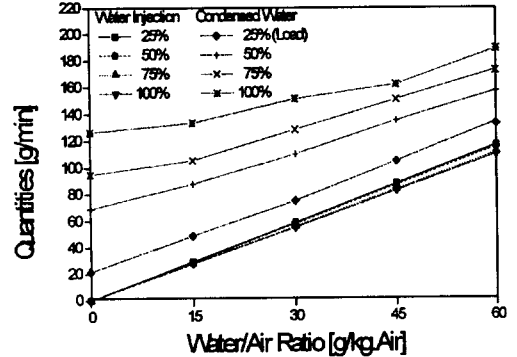


Fig. 3 Amount of Water Injection and Condensed Water at 1400 rpm

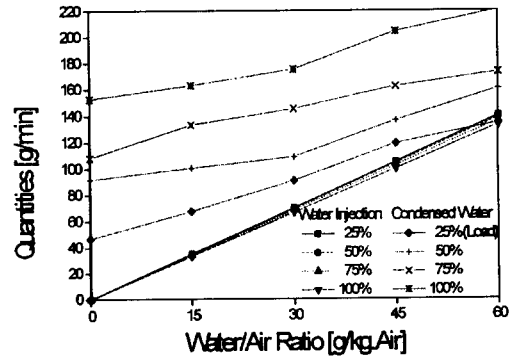


Fig. 4 Amount of Water Injection and Condensed Water at 1800 rpm

는 펄스 지속시간으로 1.6msec 미만에서는 분사되지 않았으며 2.4msec부터는 분사량이 거의 선형적인 분사 특성을 보였다. 물 응축 시스템에서 생성된 응축수는 회수하여 물 분사 시스템에서 사용하기에 충분한 양이었다.

#### 4. 실험 결과 및 고찰

##### 4.1 연소 특성

Fig. 5는 1800rpm, 부하 100%일 때, 크랭크 각에 대한 물 분사량 변화에 따른 연소실 내압력 변화를 나타낸다.

연소실 내의 압력 변화는 각 조건에서 서로 유사한 경향을 보이고 있으며 물 분사에 따른 점화 지연보다는 연소 압력의 저하가 더 현저하다. 알

려진 바에 의하면, 디젤 기관에 있어서 배기 배출 물에 미치는 EGR의 영향은 흡기 중의 열용량 증가로 인한 연소실 온도의 저하에 의한 것과 흡기 중에 포함된 EGR 가스로 인한 흡기 산소 농도의 저하에 의한 것이 있다. 본 실험에서는 물 분사 시기가 연료를 분사한 직후이기 때문에 증발된 수증기의 잠열로 인해 연소실 온도가 낮아지기 때문으로 보인다. 물-경유의 혼합 연료의 경우 액적의 미소 폭발 현상에 의해 연소가 활성화되면서 후기 연소특성이 향상되어 연소 압력이 상승하는 반면에 물 분사의 경우는 분사된 물이 연소를 억제하는 효과를 나타낸다.<sup>5)</sup>

Fig. 6은 물 분사량에 따른 각 실험 조건에서의 배기 가스 온도의 변화를 보여준다. 물 분사의 양을 증가시키면 비례하여 배기 가스의 온도도 감소

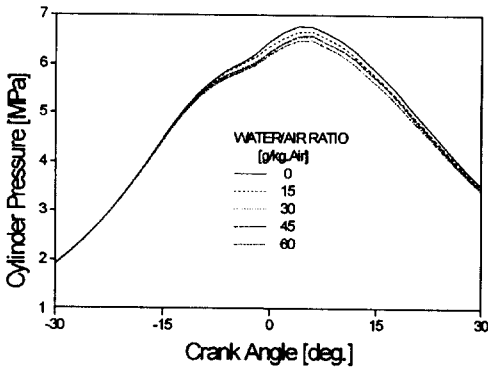


Fig. 5 Effect of Water Injection on Cylinder Pressure

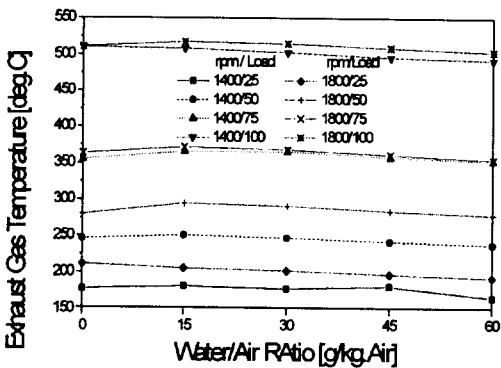


Fig. 6 Effect of Water Injection on Exhaust Gas Temperature

하는 경향을 보인다. 그러나 감소율은 아주 작은 것을 알 수 있다. 이러한 결과는 역시 분사된 물이 증발하면서 연소실 내의 연소 온도를 낮춘다는 것을 보여준다.

#### 4.2 연료 소비율과 출력 변화

Fig. 7은 각 실험 조건에서의 연료 소비율을 나타낸 것이다. 기관 속도에 상관없이 부하가 100% 일 때는 물 분사량이 증가함에도 불구하고 연료 소비율은 큰 증가를 보이지 않는다. 1800rpm에 부하가 25%일 때에는 물 분사량이 물/공기 비율로 45g/kg을 넘어서야 약 7.7%의 연료 소비율 증가가 발생하였고, 1800rpm에 부하가 50%일 때에도 최대 5.2%의 연료 소비율의 증가가 발생하였으며, 부하가 75%와 100%일 때의 연료 소비율의 증가

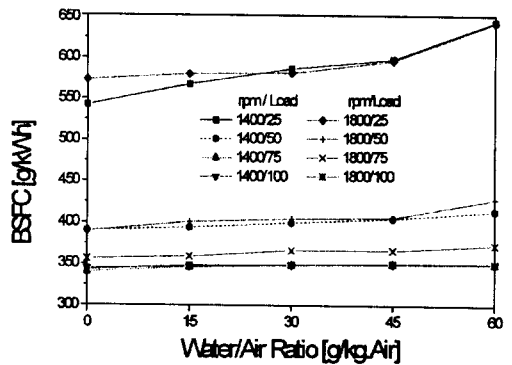


Fig. 7 Effect of Water Injection on Fuel Consumption

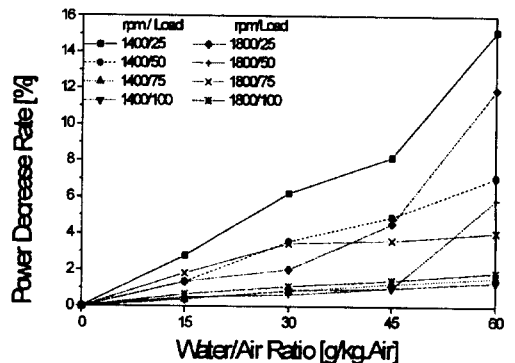


Fig. 8 Effect of Water Injection on Power Reduction

는 무시해도 될 정도로 미미하였다. 연료 분사량은 물 분사를 하지 않았을 때와 같지만 물 분사에 따른 약간의 출력 저하로 인하여 출력 당 연료 소비율에는 다소의 변화가 생겼다.

Fig. 8은 물 분사에 따른 출력의 변화를 나타낸다. 저 부하일수록 출력의 감소가 더 크며 부하가 25%, 50%일 때 물/공기의 비율로 45g/kg을 넘어서면서 급격한 출력의 감소가 나타남을 알 수 있다. 이는 연료 소비율과 상통한 결과이다. 그러나 75%와 100%의 고 부하에서는 역시 출력의 감소는 그리 크지 않다.

#### 4.3 NOx 배출 특성

Fig. 9는 각 실험 조건에서 물 분사량에 따른 NOx의 감소율을 나타낸다. 물 분사량이 증가함에 따라 NOx는 45.7%까지 급격히 감소됨을 알 수 있다. 감소율은 고 회전 저부하일수록 더 커짐을 알 수 있다. 회전 속도의 차에 따라 감소율의 차이를 보이는 것은, 고속에서 가스의 혼합이 증진되어 연소가 개선되기 때문으로 생각된다.<sup>6)</sup>

물 분사에 의한 NOx 저감의 주된 원인은 압축 말기의 연소실 내에 분사된 물이 흡입과 압축 행정 동안 증발하면서 가스 온도와 연소 온도를 감소시킨다는 것으로 설명될 수 있다. 또한 수증기에 의하여 국부 산소 농도의 감소도 이루어진다. 일반적으로 알려진 바로는 화염 온도의 감소보다는 흡기의 저 산소 농도로 인한 NOx 감소의 효과가 크다. 화염과 연료 액적의 표면 사이의 연료 과잉 영역에서 증가된 수증기와 감소된 연소 온도는

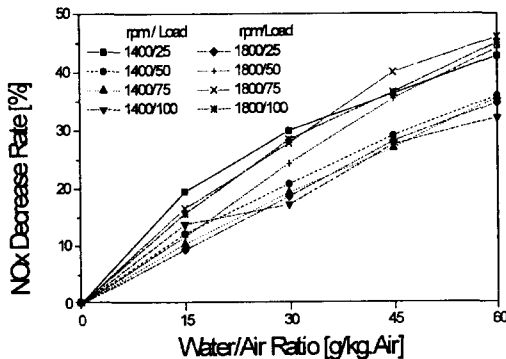


Fig. 9 Effect of Water Injection on NOx Emissions

NOx의 형성에 억제 요인으로 작용한다.<sup>2)</sup>

#### 4.4 매연 배출 특성

일반적으로 EGR을 했을 때에는 매연의 배출이 증가하는 것으로 알려져 있다. 이 때 그 양은 부하가 클수록 증가한다. 물 분사의 경우에도 NOx 감소와는 반대로 매연은 증가하는 경향을 보인다. Fig. 10은 각 실험 조건에서 물 분사량에 대한 매

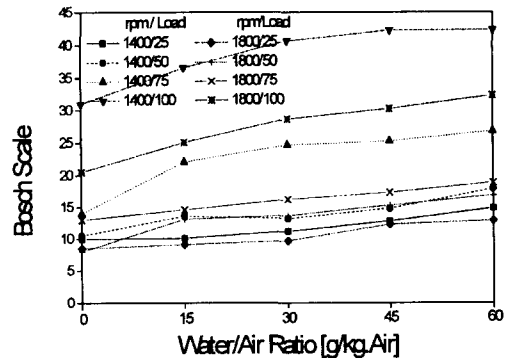


Fig. 10 Effect of Water Injection on Smoke Emissions

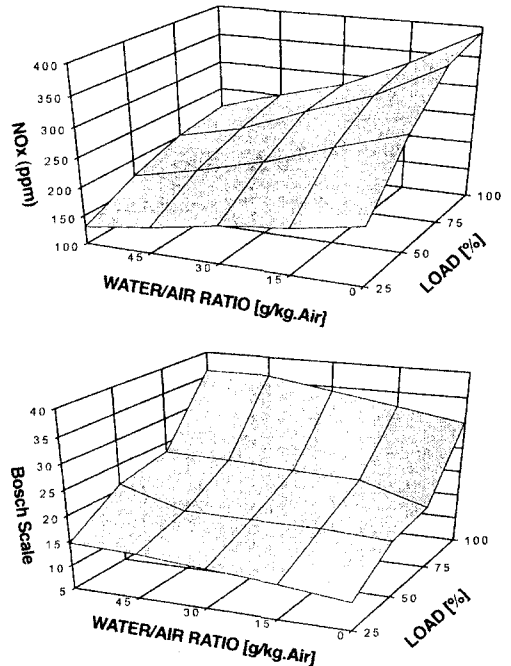


Fig. 11 Effect of Water Injection on NOx and Smoke Emissions at various Load

연의 양을 나타낸다. 그림에서 나타난 바와 같이 매연은 지속적으로 증가하는데, 저 회전, 고 부하 일수록, 물 분사량이 많을 수록 더 많은 배출을 보인다. 저 부하 영역에서는 배출량도 적고 증가량 또한 고 부하 때에 비해 작음을 알 수 있다. Odaka 등<sup>2)</sup>의 연구에서는 흡입 공기의 절대 습도의 증가가 매연의 증가에는 약한 영향을 미치는 반면, 본 실험에서는 비교적 많은 증가를 보이는 이유는 Odaka 등<sup>2)</sup>의 연구에서 보다 더 많은 수분이 연소실로 유입되었기 때문으로 생각된다. 이는 저 회전, 고 부하는 연료펌프의 회전수가 낮아서 높은 분사압력을 얻을 수 없기 때문에, 연료의 미립화와 연료·공기의 혼합이 나빠서 매연 배출물은 증가하는 것으로 알려져 있다.<sup>7)</sup> 이러한 이유로 지금까지의 다른 연구 결과처럼 매연 미립자의 배출이 증가한다.

Fig. 11은 각 물 분사 조건과 부하 조건에 대한 매연의 배출량을 나타낸 그림이다.

#### 4.5 일산화탄소 배출 특성

Fig. 12는 CO의 배출 특성에 대한 물 분사량의 영향에 대한 그래프이다. CO는 NOx와는 반대의 경향을 지닌다. 물 분사량이 증가할수록 CO의 양은 증가하며 물/공기 비율이 대략 45g/kg.Air를 넘어서면 그 증가폭은 급격해진다. 이는 물 분사에 의한 연소 온도와 흡기 중의 산소 농도 저하로 CO가 미처 산화하지 못하고 그대로 배출되기 때문이다.

#### 4.6 배기 배출물의 상관관계

일반적으로 배기 가스에서 질소 산화물과 매연은 서로 상관관계(trade-off)가 있다고 알려져 있다. 유화연료를 사용한 경우, 질소 산화물의 저감과 더불어 매연 또한 감소시킬 수 있으나, 통상적인 EGR이나 물 분사의 경우 질소 산화물의 감소는 곧 CO, HC, 매연의 증가로 나타난다.

Fig. 13은 본 실험에서 나타난 결과로서 다양한 부하와 물 분사량에 대한 질소 산화물과 매연과의 상관관계를 나타낸다.

이 결과로, 물 분사량이 증가함에 따라 감소하는 NOx의 양이 증가하는 매연의 양보다 더 많음을 알 수 있다. 증가한 매연 역시 열 교환기를 거치

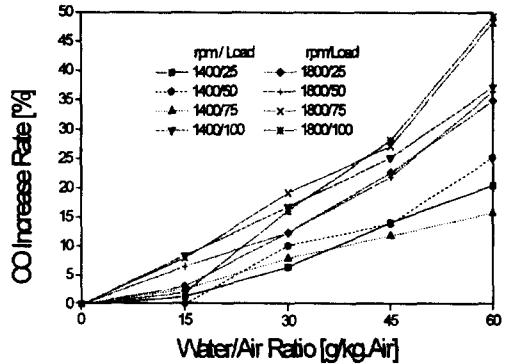


Fig. 12 Effect of Water Injection on CO Emissions

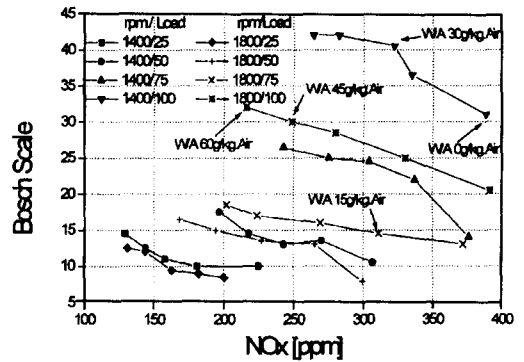


Fig. 13 NOx and Smoke Emissions

면서 대부분 포집되게 되므로 본 실험에서 사용한 시스템은 효과적이라고 볼 수 있다.

## 5. 결 론

본 연구에서는 수냉, 4기통, 간접 분사식 4행정 디젤 기관을 실험용 기관으로 사용하였고, 배기 가스 중의 수분을 응축하여 회수한 물을 다시 흡기 포트에 분사하여 엔진의 성능과 배출 가스 특성 변화에 대한 실험을 수행하였다. 그 결과를 다음과 같이 정리하였다.

- 1) NOx 배출물은 물 분사량이 증가함에 따라 최고 45.7%까지 감소한다. 특히 고 회전일 수록 감소량은 증가한다.
- 2) 매연은 물을 분사함에 따라 상당한 증가를 보이는데, 일정 수준에서 NOx 저감 효과와 균형을 유지할 수 있다면 매연의 증가는 NOx

의 감소량 비교하여 그리 크지는 않으며, 이는 EGR을 사용했을 때와 비교하여도 그 양이 적다.

- 3) 연료 소비율과 기관 출력은 물 분사에도 불구하고 통상적인 EGR에 비해 적은 감소를 보였다. 특히 고 부하 영역에서는 1% 내외로, 다른 배기 배출물의 증가량에 비하면 EGR에 비해 더 적은 출력 저하가 이루어졌다.
- 4) 배기 가스 중의 수분을 응축하는 열 교환 시스템에서 회수되는 물의 양은 본 실험에서 소요되는데 충분하였다. 또한 물 분사 시스템 구성에 있어서 연구팀이 설계·제작한 제어 장치는 물 분사량 및 분사 시기 제어의 폭을 넓게 할 수 있어 앞으로 물 분사 효과 실험에 더 많은 성과를 기대할 수 있다.

이상에서 알 수 있듯이, 배기 가스 중의 수분을 응축하여 흡기 중에 분사하는 기술은 질소 산화물을 줄이는데 효율적이며, 다소 증가된 매연은 배기 가스가 물 응축 시스템을 지나는 동안 대부분 걸러지게 되어 날로 심각해지는 배기 가스에 의한 대기 오염을 예방하는데 유용하게 사용될 수 있는 기술이라고 생각된다

### 후 기

본 연구는 97년도 한국과학재단 지원 연구로 수행된 것임을 밝히며 도움에 감사드립니다.

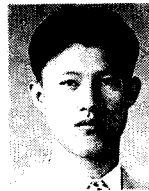
### 참고문헌

- 1) Fukuda, M., Yamane, K., Neichi, T., and Ikegami, M., "Reduction of Nitrogen Oxides of Diesel Engines by Exhaust-Water-Selective Recirculation", 日本機械學會論文集, No.94-1496
- 2) Odaka, M., Koike, N., Tsukamoto, Y., Nurusawa, K., and Yoshida, K., "Effects of EGR with a Supplemental Manifold Water Injection to Control Exhaust Emissions from Heavy-Duty Diesel Powered Vehicles", SAE Paper, No.910739
- 3) Miyamoto, N., Ogawa, H., Wang, J., and Ohashi, H., "Significant NOx Reductions with Direct Water Injection into the Sub-chamber of an IDI

Diesel Engine", SAE Paper, No.950609

- 4) H. T. C. Machacon, S, Shiga., T, Karasawa., H, Nakamura., "Effect of EGR on the Particulate and Its Component Emissions in a D.I. Engine", Bulletin of the M.E.S.J., Vol.25, No.2
- 5) 박권하, 박태인, 김기형, "물혼합 연료 및 EGR의 조합에 의한 디젤기관의 질소산화물과 매연미립자 동시저감 기술에 관한 연구", 한국박용기관학회지, 제 21권 제4호, 1997
- 6) 이창식, 로스리, 김정훈, "직접분사식 디젤엔진에서 엔진성능과 배출가스에 대한 유화연료의 효과", 한국자동차공학회 춘계학술대회 논문집, 1997
- 7) 배명환, 임재근, "디젤기관의 매연 배출물에 미치는 재순환 배기의 영향", 한국자동차공학회 춘계학술대회 논문집, 1997

### 저 자 소 개



#### 김철순(金喆濔)

1970년 9월생. 1997년 충남대학교 기계공학과 졸업. 1997년~현재 충남대학교 대학원 기계공학과 석사과정 재학 중. 당 학회 회원.



#### 김기형(金起亨)

1971년 9월생. 1998년 대전산업대학교 기계설계공학과 졸업. 1998년~현재 충남대학교 대학원 기계공학과 석사과정 재학 중. 당 학회 회원.



#### 박태인(朴泰仁)

1939년 2월생. 1964년 한국항공대학교 항공기계공학과 졸업. 1991년 한국해양대학교 대학원 선박기계공학과 졸업(석사). 1995년 한국해양대학교 대학원 선박기계공학과 졸업(박사). 1978년~현재 한국기계연구원 책임연구원. 1997년~현재 충남대학교 공과대학 기계공학부 겸직교수. 한국내연기관협회 부회장. 당 학회 부회장.



#### 류정인(柳正人)

1945년 3월생. 1968년 동아대학교 기계공학과 졸업. 1976년 서울대학교 대학원 기계공학과 졸업(석사). 1985년 인하대학교 대학원 기계공학과 졸업(박사). 1995년~현재 한국자동차공학회 평의원. 1978년~현재 충남대학교 공과대학 기계공학부 교수.