

## 흡기가습 시스템을 이용한 중형엔진의 NOx 저감 기술 연구

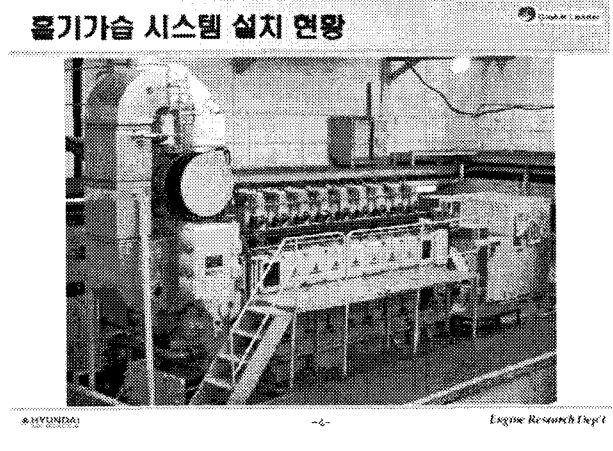
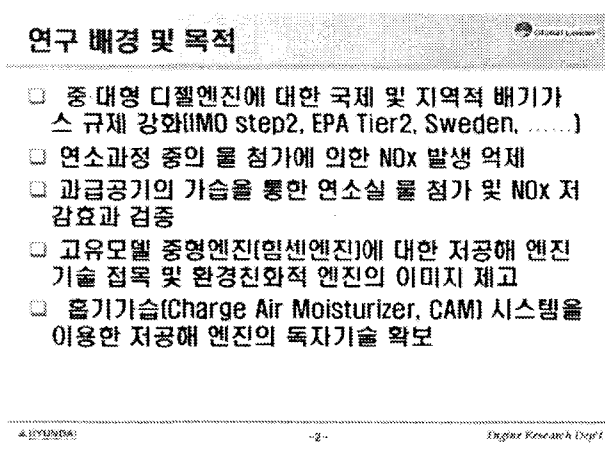
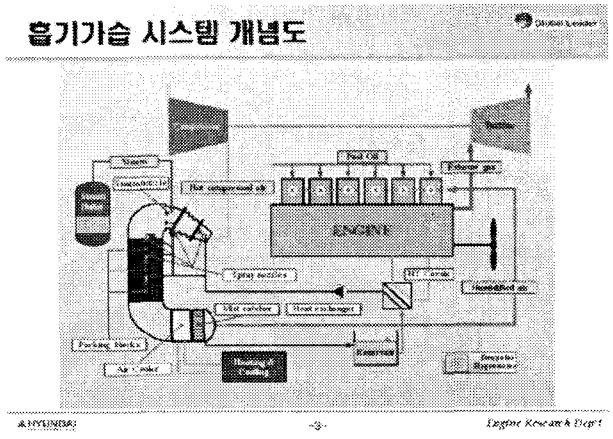
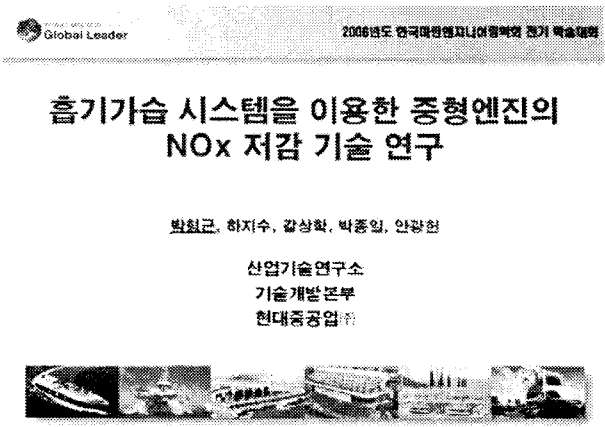
박형근<sup>+</sup>·하지수<sup>++</sup>·갈상학<sup>++</sup>·박종일<sup>++</sup>·안광현<sup>+++</sup>

### A Study on NOx Reduction of a Medium Speed Diesel Engine Using a Charge Air Moisturizer System

Hyoung-Keun Park<sup>+</sup>, Ji-Soo Ha<sup>++</sup>, Sang-Hak Ghal<sup>++</sup>, Jong-Il Park<sup>++</sup> and Kwang-Hean An<sup>+++</sup>

**Abstract :** 디젤엔진에서 배출되는 배기가스 중의 주요 오염물질 중의 하나인 NOx(질소산화물)는 대부분 고온의 연소 과정에서 발생하고, 발생량은 연소온도에 따라 결정되는 것으로 알려져 있다. 또한 연료의 연소 중에 물이 첨가 되면 연소공기의 비열 증가에 의하여 연소온도가 감소하여 NOx 발생량이 급격하게 감소하게 되는데, 연소실에 물을 첨가하는 방법으로는 유화연료, 직접물분사, 흡기가습 등이 있다. 이중 흡기가습은 구조가 간단하면서 NOx 저감 효율이 가장 높은 것으로 알려져 있다. 본 연구는 당사 고유모델 중형엔진인 힘센엔진에 흡기가습 기술을 적용하여 연소성능 및 NOx 저감효과 등을 시험하고, 흡기가습 시스템의 상용화 모델 개발을 위한 기초 데이터를 확보하기 위해 수행되었다.

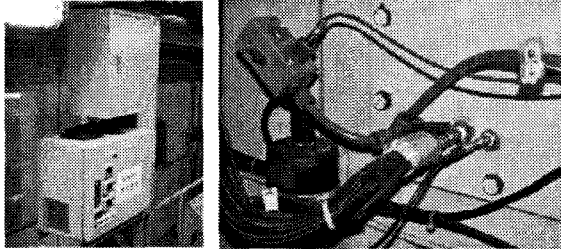
**Key words :** diesel engine(디젤엔진), water addition(물 첨가), steam(증기), charge air moisturizer(흡기가습), NOx reduction(NOx 저감)



+ 박형근, 현대중공업(주) 기술개발본부 산업기술연구소, E-mail:masterc@hhi.co.kr, Tel: 052)230-3227  
 ++ 하지수, 갈상학, 박종일, 현대중공업(주) 기술개발본부 산업기술연구소  
 +++ 안광현, 현대중공업(주) 엔진기계사업본부 엔진기술개발부

## 주요 계측 장비

- Dew-point Hygrometer
- 과급압력 및 Dew-point Hygrometer 센서



HYUNDAI

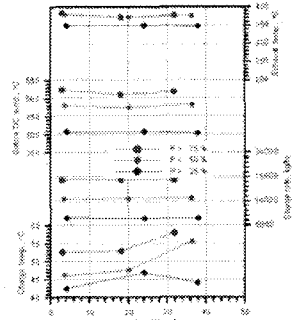
-5-

Engine Research Dept.

## 가습조건 연소성능 시험 결과

- 과급 공기 및 배기가스 온도

- ◆ 최대 38g/kg 가습 조건
- ◆ 과급온도 상승
- ◆ 과급유량 불변
- ◆ T/C 전단 및 배기가스 온도 변화 거의 없음



HYUNDAI

-9-

Engine Research Dept.

## 힘센엔진 제원 및 성능시험 조건

- 힘센엔진 제원

Engine Type	25/33			
Cylinder Bore [mm]	250			
Piston Stroke [mm]	330			
Engine Speed [rpm]	720	750	900	1000
Output/Cylinder [kW]	240	250	290	300
Piston speed [m/s]	7.9	8.3	9.9	11.0
B.M.E.P [bar]	24.7	24.7	23.9	22.2
S.F.O.C [g/kWh]	184	184	185	185

- 성능시험 조건

- ◆ Load : 25, 50, 75%
- ◆ 가습 조건 : Reference, 가습수, 가습수 + 스팀

HYUNDAI

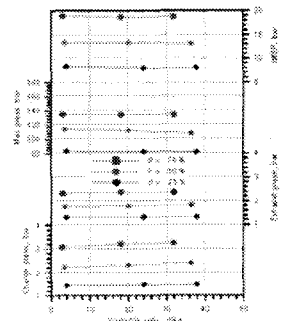
-6-

Engine Research Dept.

## 가습조건 연소성능 시험 결과

- 흡배기 압력 및 연소실 최대 압력

- ◆ 과급 압력 상승 (최대 0.2bar 상승)
- ◆ 배기가스 압력 상승 (최대 0.1bar 상승)
- ◆ 연소실 최대 압력 상승 (과급압력 상승 효과 대비 감소)
- ◆ IMEP 미세 감소 또는 불변



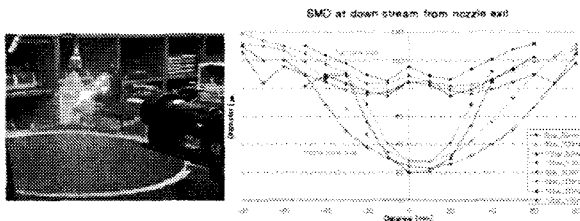
HYUNDAI

-10-

Engine Research Dept.

## 분사노즐 분사 특성 실험

- 5, 10bar 분사압력에서의 분사 특성
- 분사액적 유속 및 분사각, Rosin-Rammler 액적 분포



HYUNDAI

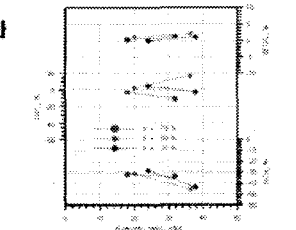
-7-

Engine Research Dept.

## 가습조건 연소성능 시험 결과

- Emission 및 연료소모량

- ◆ 최대 45% NOx 저감 효과
- ◆ THC 증감 경향성 없음
- ◆ 연료소모량 소폭 증가



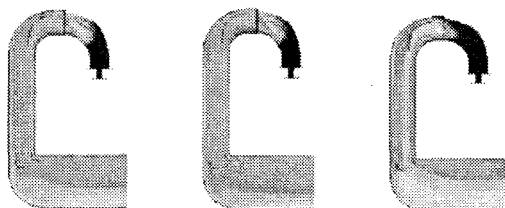
HYUNDAI

-11-

Engine Research Dept.

## 분사 가습수 액적 중발 전산 해석

- 엔진 부하 : 75%, 가습수 압력 : 5bar



호기 노즐 분사 상태

노즐 분사 각도 조건

노즐 분사 위치 조건

HYUNDAI

-8-

Engine Research Dept.

## 결론

- 힘센엔진에 대한 흡기가습 시스템의 적용 결과, 최대 38g/kg의 수분을 공급한 결과 약 45%의 NOx 저감효과를 나타내었다.
- 가습량이 증가하면 연료소모량이 소폭 증가하나 연소최적화에 의해 상쇄할 수 있는 수준이다.
- 흡기가습 시스템을 적용한 중형엔진의 NOx 저감기술의 상용화를 위한 기반을 확립하였다.

HYUNDAI

-12-

Engine Research Dept.