코로나 방전-EGR 조합시스템에 의한 디젤기관의 배기 가스 특성

하현진, 박재윤, 정장근, 김선호, 고희석, 배명환*
경남대학교, 경상대학교*

The Characteristics of Exhaust Gas in Diesel Engine by Corona Discharge-EGR System

Ha.H.J, Park.J.Y, Jung.J.G, Kim.S.H, Koh.H.S, Bae.M.H
Kyungnam Univ.*, Gyeongsang Univ.**

Abstract

A great part of flint fuel is Hydrogen and carbon's combination. they should be generated steam and carbon gas when combine with oxygen for perfect combustion in the inside of engine, but the pollutive material especially NOx and Soot are exhausted, even though fuel is combine perfectly.

In this paper the characteristics of exhaust material from diesel engine is investigated for the corona discharge-EGR hybrid plasma reactor, which combined corona discharge with EGR system. NO_x is decreased in all load and applied voltage to plasma reactor. However Soot is increased as increasing EGR rate and it is decreased as increasing applied voltage.

Key Words : corona, plasma, EGR

1. 서 론

최근에, 우리가 사용하고 있는 화석 연료의 대부분은 수소와 탄소의 화합물이다. 이러한 수소와 탄소 화합물들은 엔진 내에서 완전 연소를 위해서 산소와 결합하여 수증기와 탄소가스를 발생시켜야 한다. 그러나, 현재의 기술 수준으로는 완전 연소가 되지 않는다. 비록 엔진이 최적의 연소 조건이라 할지라도, 배출가스의 오염 물질, 특히 CO, HC, NO_X 가스 그리고 파티클이 배출된다.

디젤 엔진에서 발생되는 대기 오염 물질의 종류로는 배출가스, 블로우 바이 가스, 그리고 증발가스가 있다. 환경 오염물질 배출에 대한 규제가 점점 더 엄격해짐에 따라 NO_X 감소와 파티클 배출의 감소를 위해 모두는 연구를 하고 있다.

본 논문에서는 디젤기관에 플라즈마 EGR 조합시스템 장치를 사용하고 기관회전속도, 기관부하, EGR률 및 인가전압을 파라미터로 하여 연소성능 및 배기 배출물 특성을 측정하였으며, 배기 가스 저감 특성을 분석 하였다.

2. 실 험

2.1 실험장치

실험에 사용된 기관은 수냉식, 4기통, 와류실식의 4행정 디젤기관으로 국내에서 생산되는 자동차용 디젤기관을사용하였다.

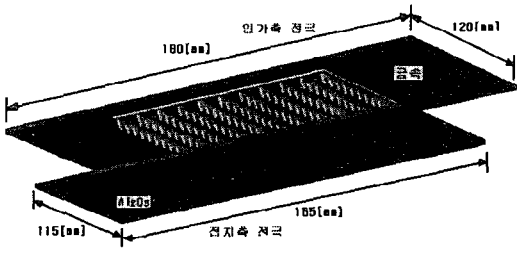


그림 1. 반응기

Fig 1. reactor

그림1은 플라즈마 반응기를 나타낸 것이다. 플라즈마 반응기 형상은 침 대 평판으로 전극은 톱니대 평판의 전극이 다층으로 이루어져 있으며, 고전

압이 인가되는 튭니형전극은 세라믹으로 50 ㎛ 두께로 코팅 처리하여 탄소에 의한 절연 파괴를 막았으며, 접지전극은 유전체인 Al_2O_3로 안쪽에 삽입하여 barrier 방전의 형태를 사용하였다. 플라즈마 반응을 일으키기 위한 인가전압은 60[Hz] AC 전원장치인 네온 변압기를 사용하였다.

2.2 실험방법

본 실험에서는 기관회전속도가 1800, 2800,rpm의 2가지 경우에 대해서 기관부하를 25 ~ 100%까지 25%씩 증가시키고, EGR률을 0 ~ 20%까지 10%씩 증가시키면서, 인가 전압은 0 kV, 6.8 kV, 7 kV, 7.2 kV, 7.4 kV 간격으로 증가시키며 실험하였다. 기관회전속도, 기관부하, EGR률, 인가전압의 4개 파라미터 중 3개를 고정한 상태에서 하나만을 변화시키면서 실험을 실시하였다. 그리고 실험에서 동일조건의 기관회전속도와 기관부하를 갖는다고 할 경우라도 EGR률의 변동율은 ±1%이고, 동일 기관회전속도와 EGR률일지라도 기관부하를 바꿀 경우에도 ±5%의 기관부하 변동율을 나타내었다. 또한, 측정조건을 변경할 경우에는 반드시 저회전, 무부하상태에서 고회전, 고부하쪽으로 측정조건을 조절하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 NOx의 변화 특성

그림2는 1800, 2800 rpm 에서 인가전압, 부하 및 EGR률 중 2개의 조건을 고정시키고, 1개의 조건만을 변화시키면서 실험조건에 대한 NO_x 배출물을 측정한 결과를 나타낸 것이다. 기관회전속도 1800,2800 rpm에서 각각의 부하율에서 EGR률을 0 ~ 20 %의 범위에서 10 %씩 증가시키고, 인가전압을 0 kV, 7 kV, 8 kV, 9 kV로 증가시킨 경우의 NO_x 배출물에 대한 결과를 비교한 것으로 NO_x 배출물은 동일 기관부하율에서 EGR률과 인가전압이 증가할수록 NO_x의 발생량이 현저히 감소함을 알 수 있다. NO_x의 저감율은 조건에 따라 10%에서 79%까지 저감되어 짐을 알수 있다. 이는 NO_x가 플라즈마에 의해서 발생되어지는 전자가 N_2를 N로 변화 시키고 이때 발생되어진 N가 NO와 화학 반응을 일으켜 N_2와 O로 변환된다. 또는 NO가 O 라티컬과 결합하여 NO_2로 산화가 일어나는 것이다. 그러나 본 실험에서는 NO가 NO_2로 변환 되어지는 반응은 2[ppm]내외의 미미한 양만 발생하였다.

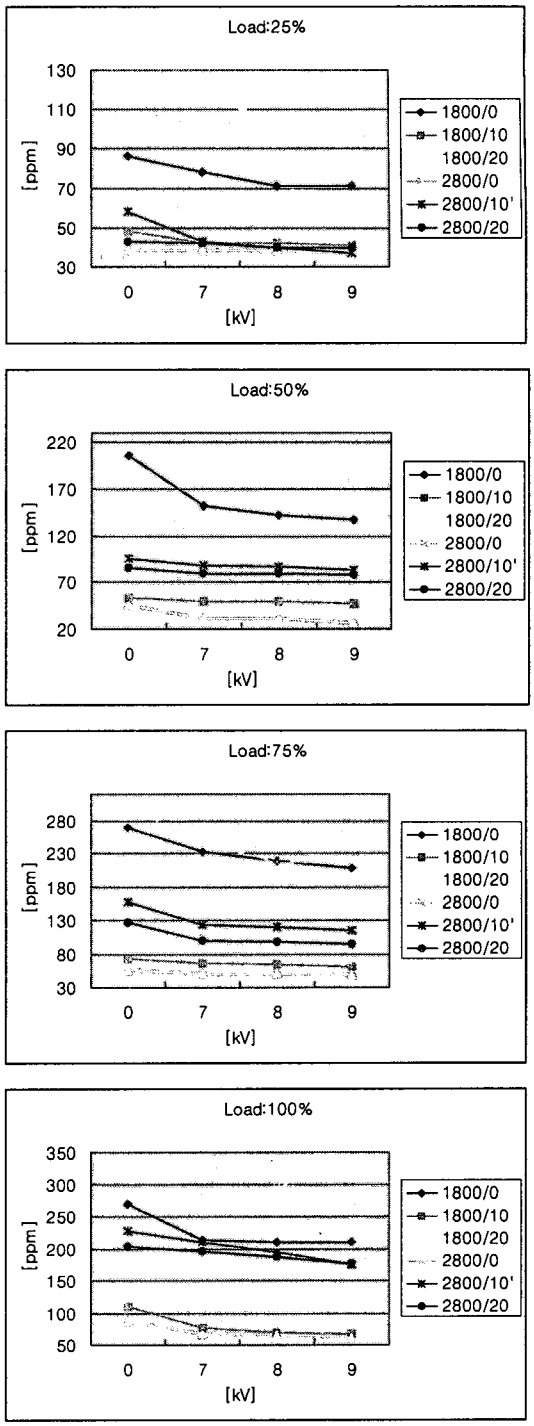
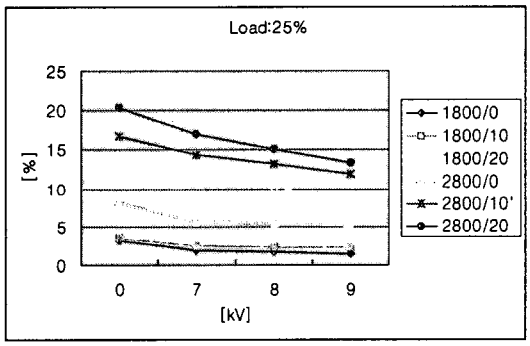


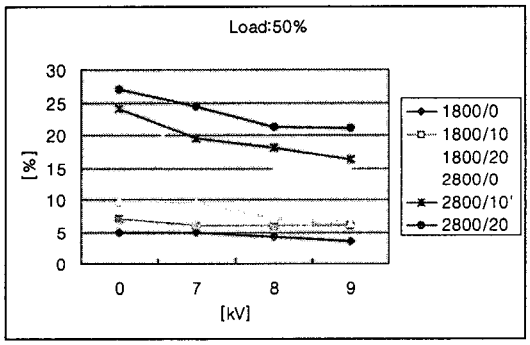
그림 2. 인가전압에 따른 NO_x의 제거특성.

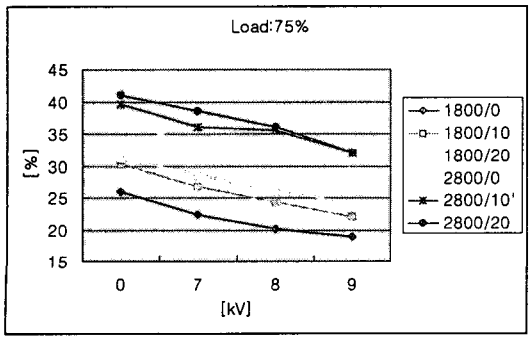
Fig. 2. The characteristic of NO_x removal as applied voltage.

3.2 Smoke의 변화 특성

그림3은 위와 같은 조건에서 매연 배출물(smoke)에 대한 결과를 비교한 것으로 동일 기관부하율에 있어서 EGR률이 증가할수록 매연 배출물의 농도는 증가함을 알 수 있다. 또한 각각의 EGR률에서 기관부하율이 증가할수록 매연 배출물은 증가하고 있다. 또한 인가전압이 증가할수록 매연 배출물이 감소되는 것을 알 수 있다. 이는 플라즈마 반응기 내부에 유입되어진 Soot 즉 탄소 덩어리가 도전성이 있기 때문에 이 탄소를 통하여 전로가 형성되므로 이 부분에서 많은 에너지가 발생되어 탄소 덩어리들이 O라디컬과 결합하여 CO를 생성하게 된다. 이로 인해 Smoke의 발생량은 감소되어지나 CO의 발생량은 오히려 증가하게 된다.







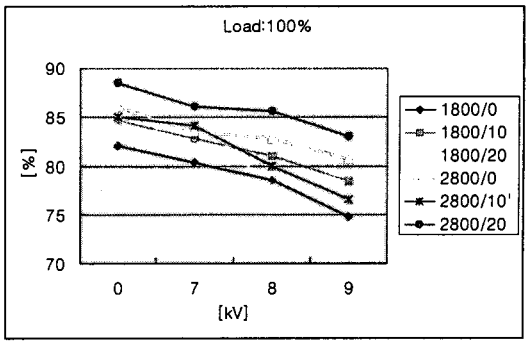
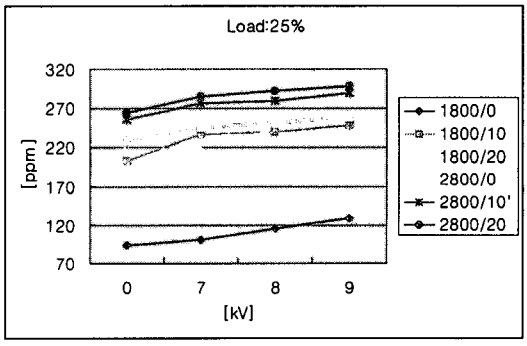


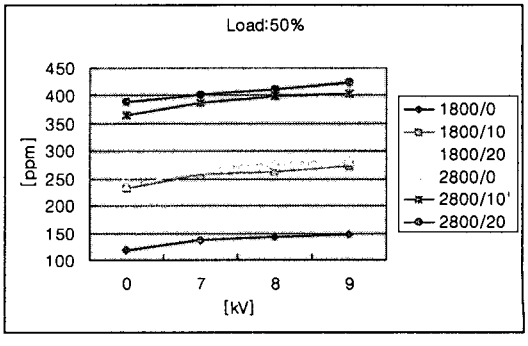
그림 3. 인가전압에 따른 smoke의 제거특성.

Fig 3. The characteristic of smoke removal as applied voltage.

3.3 CO의 변화 특성

그림4는 CO 배출물을 측정한 결과를 나타낸 것이다. CO 배출물은 동일 기관부하율에서 EGR률과 인가전압이 증가할수록 증가함을 알 수 있다. 이는 Soot가 플라즈마에너지에 의해서 탄소 덩어리들이 분해되어지면서 O라디컬과 재결합하여 발생되거나 THC가 분해 될 때 발생되는 C가 O라디컬과 결합하여 발생될 것으로 사료된다.





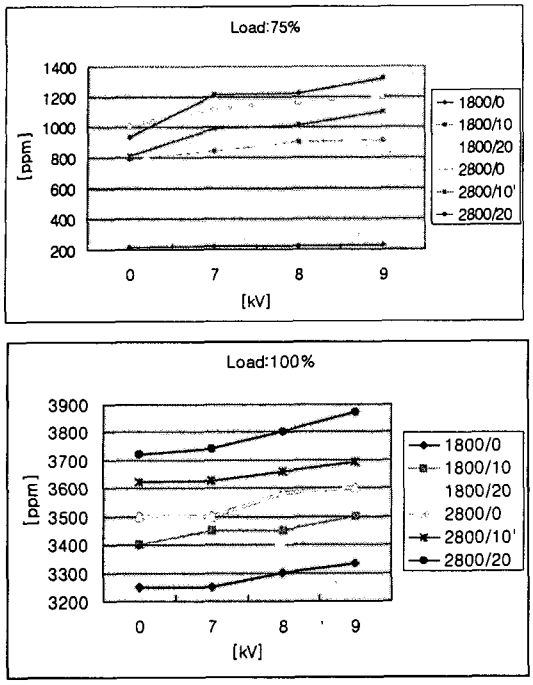


그림 4. 인가전압에 따른 CO의 제거특성.

Fig 4. The characteristic of CO removal as applied voltage.

4. 결 론

수냉, 4기통, 4행정, 와류실식 디젤기관에 플라즈마 EGR 조합시스템 장치를 사용하여 기관회전속도, 기관부하, EGR률 및 인가전압을 파라미터로 하여 연소성능 및 배기 배출물 특성을 비교, 분석하여 다음과 같은 주요한 결과를 얻었다.

1) NO_x 배출물은 모든 부하영역 에서 EGR률의 증가에 따라 감소하고 있으며, 플라즈마 인가전압이 증가할수록 NO_x 배출물의 감소율은 증가하고 있다.
2) 매연 배출물은 각각의 기관회전속도에서 EGR률의 증가에 따라 완만하게 증가하며, 플라즈마 인가전압이 증가함에 따라 매연 배출물의 감소율은 증가하고 있다.
3) CO 배출물은 저 부하영역에서는 감소하고, 고 부하영역에서는 EGR률과 플라즈마 인가전압을 증가시킬수록 CO 배출물은 증가하였다.

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2000-00307)지원으로 수행되었음.

참고 문헌

[1] Senichi Masuda and Hideyuki Nakao, "Control of NOx by positive and negative pulsed corona discharges", IEEE transactions on industry application. VOL.

[2] Kazuo Shimizu, Hiroyuki Sone, Akira Mizuno, "Effect of water on NOx removal using pulsed discharge plasma", 靜電氣學會講演論文集, PP.355-358, 1993.

[3] S. Pekarek, J. Rosenkranz, and H. Lonekova, "Generation of electron beam for technological processes", Non-Thermal Plasma Tecniques for Pollution Control Part A, Springer-Verlag Pub.Co., PP.345-389, 1993.

[4] N. W. Frank and S. Hirano, "The history of eletron beam processing for environmental pollution control and work performed in the united states", Non-Thermal Plasma Tecniques for Pollution Control Part B, Springer-Verlag Pub.Co., PP.1-26, 1993.