

# 파라핀 계열 프로판 가스의 연소 반응 특성 연구

고재선\*

\*호원대학교 소방안전학과

e-mail: 119kjs@howon.ac.kr

## A Study on the Combustion Reaction Characteristics of Paraffin Series Propane Gas

Koh Jae Sun\*

\*Dept. of Fire Safety, Howon University

### 요약

탈탄소화 정책이 세계적인 이슈로 급부상하고 있으며, 친환경에너지인 전기와 수소에너지에 대한 관심이 급증하고 있다. 그러나 화석연료를 이용하는 내연기관 의존도가 높은 현실이며, 화석 에너지 중 청정에너지인 수소함량이 많은 메탄이나 프로판 가스의 연소 반응을 통한 수소를 생성시키는 연구는 필요하며 중요하다. 이 연구는 안정적인 결합구조를 가지는 있는 파라핀 계열 프로판 가스가 질소산화물을 저감시키는 희박 질소산화물흡장 장치를 이용하여 온도에 따라 연소 반응의 특성을 파악하였다. 산소가 있는 조건에서는 질소산화물이 이산화질소로 산화되었지만, 산소를 제거하면 프로판의 환원 반응으로 인하여 질소산화물 저감과 함께 중간생성물인 암모니아가 생성이 되었으며, 이러한 반응은 수소를 생성시키는 중간 단계의 화학 반응이다. 향후에는 프로판이나 메탄을 대상으로 저온에서 연소 반응을 통하여 수소 생성 선택도를 높이는 연구가 필요하다.

**Keywords :** Cracking, Urea, Selective reduction catalyst, Activity, Dilute nitrogen oxides, Exhaust purification device

### 1. 서론

화석에너지 사용이 증가함에 따라 환경오염 문제 및 지구온난화가 가속됨에 따라 배기가스 규제가 엄격해졌다. 특히 자동차, 선박, 건설기계, 농기계 및 보일러 등에 대한 배기가스 기준이 더욱 엄격해졌다. 아직까지도 국내에서는 화석연료를 기반으로 하는 내연기관 비중이 높은 상황이며, 그 중 상용차와 스포츠유틸리티자동차(SUV) 등에 디젤 엔진의 점유 비율이 높다. 최근에 내연기관에서 배출되는 질소산화물을 저감하기 위해 Urea-SCR 장치가 상용화되었으나, 요소수(Urea)는 중국 등 외국 의존도가 높으므로 공급 부족 시 차량을 운행하지 못하는 불편함을 초래하였다. 반면에 희박질소산화물흡장(Lean NOx Trap) 장치는 환원제 요소수 공급 없이도 첨단화된 전자제어분사기술로 유해가스를 저감이 가능하므로 계속 연구되어야 한다. 이 연구는 희박질소산화물 흡장 장치에서 파라핀 계열 프로판(C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) 가스가 공존할 때 연소 반응 특성을 파악하고자 한다.

### 2. 본론

SCR 선택적 촉매 환원법으로 배출되는 대기오염물질을 줄

이기 위하여 설치하는 장치로서 즉 배출되는 질소산화물인 대기오염물질을 줄이기 위해 부착하는 장치로 디젤 엔진의 엔진에 촉매나 순환장치 그리고 필터 등을 장착을 해서 이산화탄소, 일산화탄소, 질소산화물 등의 배출량을 줄이기 위함이다.

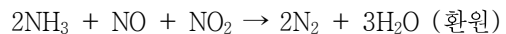
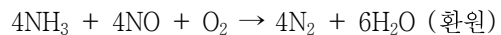
배기 정화 장치는 Fig 1과 같이 다음과 같이 4단계로 구성되어 있다.

(1) DOC (Diesel Oxidation Catalyst) : 디젤 산화 촉매 CO, HC가 산화촉매에 의해 CO<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>O로 산화하고 DPF 재생 시 HC와 반응하여 배기 온도가 상승한다.



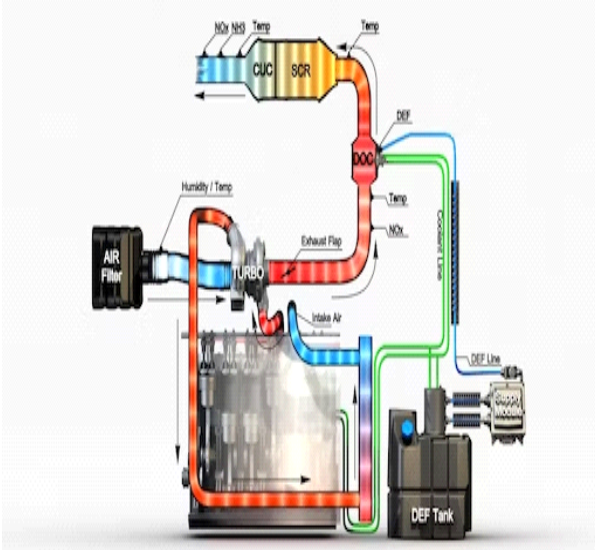
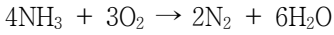
(2) DPF (Diesel Particulate Filter) : 디젤 매연 필터 필터를 이용하여 물리적으로 포집한 후 매연의 발화 온도 이상으로 승온 시켜 매연을 제거한다.

(3) SCR (Selective Catalytic Reduction) : 선택적 촉매 환원배기관에 분사된 요소수에서 생성되는 암모니아(NH<sub>3</sub>)가 질소산화물(NOx)과 화학 반응을 일으켜 N<sub>2</sub>와 H<sub>2</sub>O로 변환된다.



(4) AOC (Ammonia Oxidation Catalyst) : 암모니아 정화 촉매 SCR에서 반응하지 못하고 배출되는 암모니아를 정화시킨

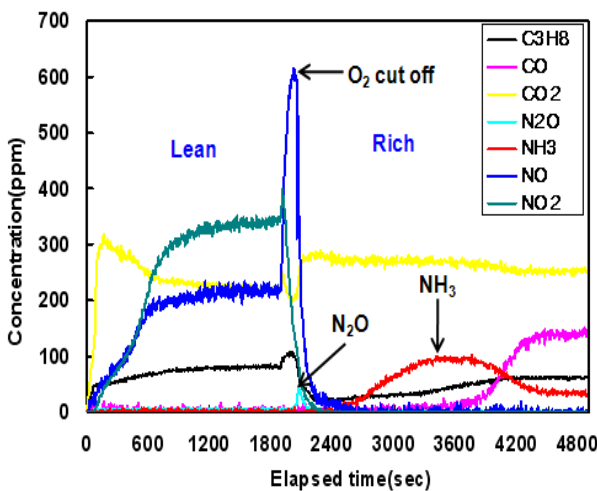
다.



[그림 1] Structure of selective catalytic reduction device.

### 3. 결 론

파라핀 계열 프로판 가스의 연소 반응 특성을 살펴보면 그림 1에서 희박질소산화물 흡장 장치가 350°C에서 프로판 가스가 공존 시 연소 반응 거동을 나타내고 있다. NO<sub>x</sub>가 500ppm에 이르는 시간은 약 1800s로 Pt의 활성도가 높아 NO가 NO<sub>2</sub>로 전환되는 비율 또한 높고, O<sub>2</sub> 공급 중단 시 빠른 반응속도로 NO<sub>x</sub>가 저감됨을 확인할 수 있다. 그리고 C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>이 분해(cracking)되어 생성된 수소(H<sub>2</sub>)와 희박질소산화물 흡장 장치에 흡장된 NO<sub>x</sub>가 반응하여 2500s 부근에서 선택적환원 촉매(SCR)의 환원제로 사용 가능한 NH<sub>3</sub>가 생성되었다.



[그림 2] Results of combustion behavior according to the chemical reaction of propane gas.

또한 4000s 부근에서 CO가 검출되는데, 이는 희박질소산화물 흡장 장치의 증진제인 산소흡장(OSC) 물질인 세리아(CeO<sub>2</sub>)가 흡장된 산소(O<sub>2</sub>)가 소진함에 따라 CO가 CO<sub>2</sub>로 산화되지 못하여 생성된 것으로 보인다. NH<sub>3</sub>는 질소산화물 유해가스가 저감되면서 생성되는 중간생성물로서, 촉매의 화학 반응을 통하여 친환경에너지원인 H<sub>2</sub>가 생성이 가능하므로 프로판 가스의 연소 반응의 연구는 중요하다.

### 참고문헌

- [1] B. C. Choi and K. S. Lee, 2014, "LNT/CDPF Catalysts for Simultaneous Removal of NO<sub>x</sub> and PM from Diesel Vehicle Exhaust", Chemical Engineering Journal, Vol. 240, No. 5, pp. 476-486.
- [2] C. K. Seo, H. N. Kim, B. C. Choi, M. T. Lim, C. H. Lee and C. B. Lee, 2011, "De-NO<sub>x</sub> Characteristics of a Combined System of LNT and SCR Catalysts according to Hydrothermal Aging and Sulfur Poisoning", Catalysis Today, Vol. 164, No. 8, pp. 507-514.
- [3] C. K. Seo, H. N. Kim and B. C. Choi, 2010, "Characteristics of Adsorption, Desorption of Exhaust Gases and Deactivation of LNT and SCR Catalysts for Diesel Vehicles", Journal of The Korean Society for Power System Engineering, Vol. 14, No. 12, pp. 13-19.
- [4] C. K. Seo, 2016, "NH<sub>3</sub> Generation Characteristics of a LNG Catalyst Downstream", Journal of The Korean Society for Power System Engineering, Vol. 20, No. 1, pp. 18-23.
- [5] C. K. Seo, H. N. Kim, B. C. Choi, M. T. Lim, C. H. Lee and C. B. Lee, 2011, "De-NO<sub>x</sub> Characteristics of a Combined System of LNT and SCR Catalysts according to Hydrothermal Aging and Sulfur Poisoning", Catalysis Today, Vol. 164, No. 8, pp. 507-514.
- [6] J. K. Lee, J. K. J. S. Lee and H. K. P, 1999, "Reduction of CO and NO<sub>x</sub> in Excess Oxygen by Zeolite-supported Catalysts", Korean Chemical Engineering Research, Abstract, a-08.