

프로필렌 가스의 연소 반응 특성 연구

고재선*

*호원대학교 소방안전학과

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

A Study on the Combustion Reaction Characteristics of Propylene Gas

Koh Jae Sun*

*Dept. of Fire Safety, Howon University

Abstract

Purpose of study : The purpose of this study is to determine the effect on catalytic combustion when propylene (C_3H_6), an unsaturated hydrocarbon, is included. In addition, the characteristics of urea-SCR (Selective Catalytic Reduction), which selectively reduces nitrogen oxides (NO_x), a carcinogen designated by the WHO, are determined when propylene (C_3H_6) is included in the exhaust gas, and the effect on catalytic combustion when propylene (C_3H_6), an unsaturated hydrocarbon, is included. **Research Method** : This study aims to investigate the effect of temperature on the combustion reaction characteristics of paraffin-based propylene gas with a stable bonding structure, that is, the effect of temperature on catalytic combustion when propylene (C_3H_6), an unsaturated hydrocarbon, is included, using a lean nitrogen oxide absorption device and an MRU-200 combustion device. **Results of study** : NH_3 was at the level of 100 ppm in the temperature range of about 250 to 400°C, and the NO concentration increased rapidly to about 310 ppm. This is thought to be because the oxidation reaction of C_3H_6 , an olefin-based gas, occurs in this temperature range when it coexists, which interferes with the reduction reaction, which is the main reaction of the SCR catalyst. In addition, the decrease in N_2 selectivity due to C_3H_6 oxidation at the reaction point where NO and NH_3 are absorbed into NH_4NO_3 is also a cause. **Conclusion** : In the future, research is needed to increase the hydrogen production selectivity through combustion reaction at low temperatures targeting propylene, propane, or methane.

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

1. 서 론

화석 연료 사용으로 지구 온난화가 진행되고 있으며, 환경 오염에 미치는 영향이 크기 때문에 전 세계적으로 환경 규제가 강화되고 친환경 에너지로의 전환이 지속되고 있다. 아울러 한국은 여전히 화석 연료를 사용하는 내연기관에 대한 의존도가 높고, 수소 및 전기 에너지와 같은 친환경 에너지원을 사용하는 기계 시스템이 증가하고 있다. 또한 화석 연료는 탄소와 수소의 화합물로 구성되어 있으며, 지방족 탄화수소, 포화 탄화수소, 불포화 탄화수소로 분류된다. 그리고 전기에너지, 수소에너지 및 신재생에너지 등 친환경에너지에 대한 사회적인 수요가 증가하고 있지만, 아직도 국제사회는 화석에너지에 대한 의존도가 높은 현실이다. 따라서 자동차, 선박, 건설기계, 농기계 및 보일

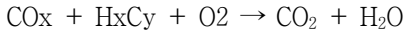
러 등에 대한 배기가스 규제가 강화되고 있으며, 기계시스템에서 배출되는 유해가

스와 이산화탄소(CO_2)는 최소화해야 한다. 화석연료는 탄화수소(HC)로 구성이 되어 있으며, 포화 탄화수소, 불포화 탄화수소 및 지방족 탄화수소로 분류가 된다. 그 중 불포화 탄화수소는 구조가 쉽게 크래킹되는 특성이 있어서 연소(combustion)에 미치는 영향이 크다. 따라서 본 연구는 WHO에서 정한 발암 물질인 질소산화물(NO_x)을 선택적으로 저감시키는 Urea-SCR(Selective Catalytic Reduction)이 배출가스 중 프로필렌(C_3H_6)이 있을 때 연소에 미치는 특성을 파악하고, 불포화 탄화수소인 프로필렌(C_3H_6)이 포함될 때 촉매 연소에 미치는 영향을 파악하고자 한다.

2. 본 론

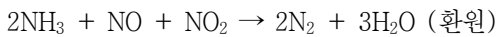
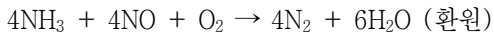
배기 정화 장치인 그림 1은 다음과 같이 4단계로 구성되어 있다.

(1) DOC (Diesel Oxidation Catalyst) : 디젤 산화 촉매
CO, HC가 산화촉매에 의해 CO₂와 H₂O로 산화하고 DPF 재생 시 HC와 반응하여 배기 온도가 상승한다.

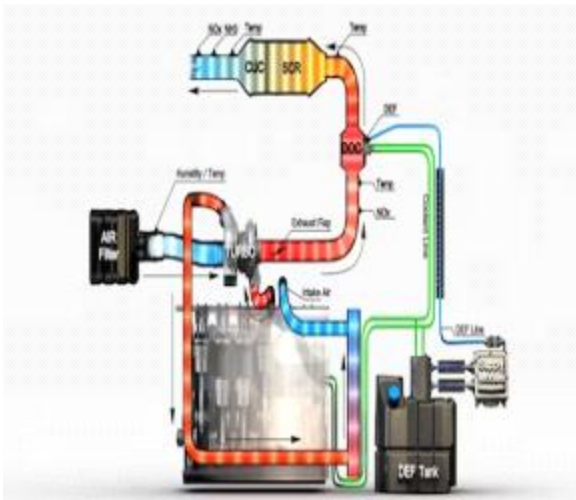
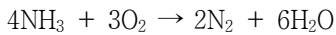


(2) DPF (Diesel Particulate Filter) : 디젤 매연 필터
필터를 이용하여 물리적으로 포집한 후 매연의 발화 온도 이상으로 승온시켜 매연을 제거한다.

(3) SCR (Selective Catalytic Reduction) : 선택적 촉매 환원
배기관에 분사된 요소수에서 생성되는 암모니아(NH₃)가 질소산화물(NO_x)과 화학 반응을 일으켜 N₂와 H₂O로 변환된다.



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

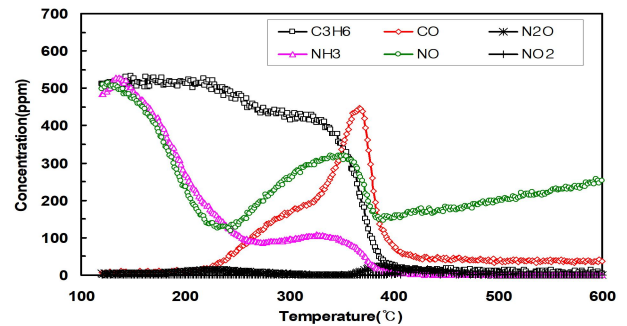


[그림 1] Structure of selective catalytic reduction device.

3. 결 론

그림 2는 SCR에 유해가스 NO_x와 프로필렌이 함께 있을 때의 연소 반응 특성을 나타내고 있다. 살펴보면 SCR 온도가 120~250°C까지 NO, NH₃ 가스는 동시에 감소되며 환원반응이 주반응을 이룬다. 그런데 약 230°C에서 C₃H₆가 산화되면서 CO, CO₂ 가스 농도가 증가한다. 또한 NH₃는 촉매 온도 약 250~400°C 영역에서 100ppm 수준을 나타내고 있으며, NO 농도는 급격히 증가하여 약 310ppm 수준의 농도를 보인다. 이는 olefin 계열인 C₃H₆이 공존할 경우, 이 온도영역에서 C₃H₆의 산화반응이 일어나 SCR 촉매의 주반응인 환원반응을 방해하기 때문이다.

아울러 NO와 NH₃가 NH₄NO₃로 흡장 되어있던 반응사이트에서 C₃H₆ 산화반응으로 인한 N₂ 선택도의 감소도 이의 원인으로 작용한다.



[그림 2] Gas behavior according to chemical reactions of propylene gas.

또한 4000s 부근에서 CO가 검출되는데, 이는 희박질소산화물흡장 장치의 증진제인 산소흡장(OSC) 물질인 세리아(CeO₂)가 흡장된 산소(O₂)가 소진함에 따라 CO가 CO₂로 산화되지 못하여 생성된 것으로 보인다. NH₃는 질소산화물 유해가스가 저감되면서 생성되는 중간생성물로써, 촉매의 화학 반응을 통하여 친환경에너지원인 H₂가 생성이 가능하므로 프로필렌 가스의 연소 반응의 연구는 중요하다.

참고문헌

- [1] B. C. Choi and K. S. Lee, 2014, "LNT/CDPF Catalysts for Simultaneous Removal of NO_x 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_x 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, "NH₃ Generation Characteristics of a LNG Catalyst Downstream", Journal of The Korean Society for Power System Engineering, Vol. 20, No. 1, pp. 18-23.
- [5] J. K. Lee, J. K. J. S. Lee and H. K. P, 1999, "Reduction of CO and NO_x in Excess Oxygen by Zeolite-supported Catalysts", Korean Chemical Engineering Research, Abstract, a-08.