

PD2) 천연망간광석 촉매를 이용한 오존 제거에 관한 연구 A Study on the removal of Ozone by using Natural Manganese Ore as a catalyst

정규철 · 이준업¹⁾ · 박태성²⁾ · 홍성창

경기대학교 환경공학과, 고려대학교 화학공학과¹⁾, (주)매그린 기술연구소²⁾

1. 서 론

일반적으로 오존(O₃)은 친전자성 및 친핵성반응 때문에 탄소-탄소 이중결합을 가진 분자들을 떼어 놓을 수 있는 매우 강한 산화능력을 갖고 있는 것으로서 살균, 맛과 냄새의 조절, 색도 제거 등에 이용되어 왔다. 그러나, 오존은 대기 중에 미반응상태로 잔류하는 경우에는 광화학 스모그를 발생시키는 주된 요인이 되고 있으며, 강력한 산화력을 지니고 있기 때문에 0.1~1 ppm의 범위에서 인체에 노출되면 두통, 목 건조증, 점막손상과 같은 호흡기 질환 등의 원인이 될 뿐만 아니라 악취를 유발하여 불쾌감을 야기한다. 특히, 1980년대 이후 산업의 고도화에 따라 각종 산업공정, 플라즈마를 이용하는 공정, 냉장고, 복사기, 살균기, 항공기 등과 같은 가전제품 등에서 지속적으로 발생되어 대기 중으로 배출되고 있는 관계로 이에 대한 규제 필요성이 제기되어 왔으며, 국내는 물론 외국에서도 오존과 관련한 규제를 강화하고 있는 실정이다. 현재 오존분해 촉매의 경우 가장 효과적인 촉매가 이산화망간임이 밝혀져 이를 지지체에 담지하여 사용하고 있으나, 오존발생원이 다양하게 증가하는 현실을 고려시 기존 촉매시스템에 비하여 원가절감 및 간단히 제조할 수 있는 경제적인 촉매 시스템 개발이 요구되며, 따라서 위의 목적에 잘 부합되는 천연망간광석을 오존촉매 시스템에 적용하여 연구를 수행하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 그림1, 그림2와 같이 Lab scale과 Pilot scale 장치를 구성하여 오존제거 실험을 수행하였다. 오존의 생성을 위하여 Lab scale에서는 오존램프를 장착한 오존발생기(OZ BIO Co., Ltd.)에 오존발생을 위한 Air(2)를 일정압력(0.5~1.0 kg/cm²)을 유지하며 흐르게 하고 Air(1)와 희석하여 일정농도를 반응기에 주입시켰으며, Pilot scale에서는 오존램프(Bioclimatic Co.)를 사용하여 오존을 발생시킨 후 반응기에 주입하였다. 반응기내에 충전한 오존제거 촉매는 천연망간광석을 전처리로 분쇄(약 0.1~50 μm)하여 honeycomb(Lab:23×23×23mm, Pilot:150×150×100mm)에 담지 후 400℃에서 소성하였으며, 촉매의 개질을 위하여 Pt, Pd, Zn, Fe, Ag 등 전이금속을 담지하였다. 오존의 분석은 반응 전후의 오존농도를 49C UV photometric ozone analyzer (Thermo Environmental Instruments Inc.)를 사용하여 측정하였으며, 상온에서 수행하였다.

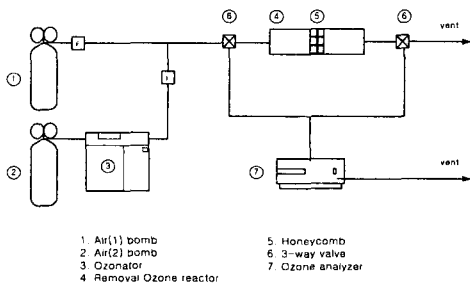


Fig. 295. Schmatic diagram of lab. scale reactor

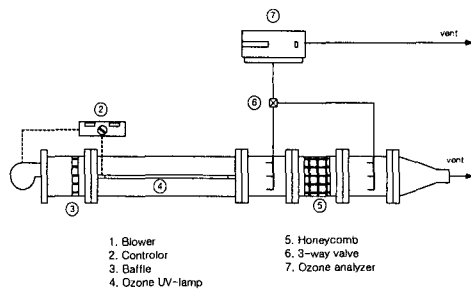


Fig. 296. Schematic diagram of pilot scale reactor

3. 결과 및 고찰

오존분해 문헌을 바탕으로 오존 분해반응성은 MnO_2 , Co_3O_4 , NiO , Fe_2O_3 등의 순으로 뛰어나다는 보고가 있으며 일반적으로 오존분해 촉매로 MnO_2 를 개질하여 사용하고 있다. 그림 3은 Lab scale의 반응기에서 MnO_2 와 개질된 MnO_2 함량이 약 50%정도인 NMO(Natural Manganese Ore)를 비교하였으며 NMO에 0.5%의 전이금속으로 개질을 하여 SV $36,000hr^{-1}$ 에서 MnO_2 와 비슷한 효율을 가지는 개질된 촉매를 얻었으나, 오존의 분해율의 차가 크지 않은 것은 NMO의 오존 분해 능력이 SV $36,000hr^{-1}$ 에서 월등하여 담지금속의 종류에 크게 영향을 받지 않은 것으로 사료된다.

그림 4, 5는 pilot scale의 반응기에서 NMO와 Zn/NMO의 오존제거 실험결과를 나타낸 것으로 이때 오존램프의 사용시 오존의 발생 농도가 유량에 따라 급격하게 변화되며, SV의 증가에 따라 그림 4와 같이 NMO의 활성저하가 측정되었다. SV $125,000hr^{-1}$ 에서 NMO의 급격한 활성 저하가 나타나는데 비하여 그림 5의 전이금속 담지 촉매들 중 경제적이고 전환율이 좋은 Zn/NMO는 SV $125,000hr^{-1}$ 에서도 85% 이상의 양호한 전환율을 나타내고 있다. 따라서 SV $60,000hr^{-1}$ 이상에서 NMO의 급격한 활성저하를 극복하기 위해서는 NMO의 개질이 필요하며, 담지 금속 중 Zn이 경제적인 최적 금속임을 알 수 있었다.

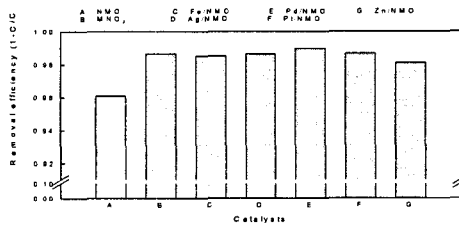


Fig. 297. Removal efficiency of ozone on various catalysts (inlet ozone : 1ppm, SV: $36,000hr^{-1}$, metal/NMO: 0.5%wt, temp : ambient, honeycomb : $23 \times 23 \times 23mm$)

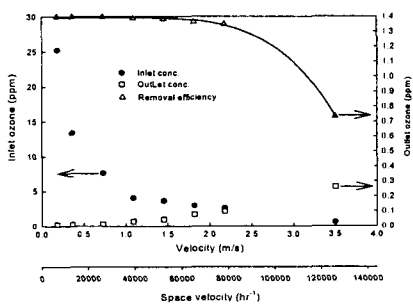


Fig. 298. Removal efficiency of ozone on NMO (temp : ambient, honeycomb : $150 \times 150 \times 100mm$)

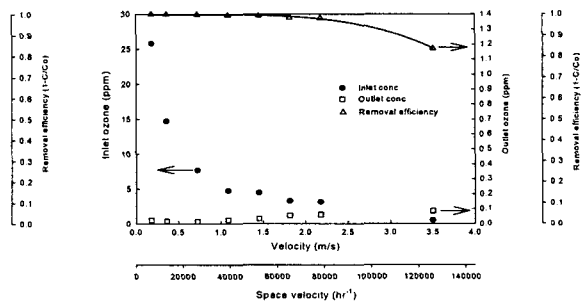


Fig. 299. Removal efficiency of ozone on Zn/NMO (temp : ambient, honeycomb : $150 \times 150 \times 100mm$)

참고 문헌

- S. T. Oyama and B. Dhandapani, Gas phase ozone decomposition catalysts, Applied Catalysis B: Environmental, Volume 11, Issue 2, 7 February 1997, Pages 129-166
- Rakesh Radhakishnan, Structure and ozone decomposition reactivity of support manganese oxidecatalysis, Blacksburg, Virginia, Jan 18, 2001