

1D3) 전자빔을 이용한 암모니아의 제어 특성 연구

A Study on the Removal Characteristics of Ammonia using Electron Beam

손윤석¹⁾ · 김조천^{1),2)} · 김기형²⁾ · 손영식¹⁾ · 김수연¹⁾ · 김기준³⁾ · 정상귀¹⁾ · 김정환²⁾

¹⁾건국대학교 신기술융합학과, ²⁾건국대학교 환경공학과,

³⁾국립환경과학원 배출시설연구과

1. 서 론

대기오염 중 악취에 대한 문제는 산업의 발전과 경제 성장에 따른 생활수준의 향상으로 더욱 심각해지고 있는 실정이다. 암모니아(NH₃)는 무색의 자극성이 매우 크고 부식성이 있는 알칼리 기체로 실생활에서 쉽게 접할 수 있을 뿐만 아니라 각종 공업, 농·축산업에서 대량으로 발생되고 있다(이종해 등, 2000; McCulloch et al., 1998). 이 중 산업 및 공단 시설에서 대량으로 배출되는 암모니아는 인근지역에 악취성분으로 직접적인 영향을 끼치며, 대기 중에서 질산이나 황산 등과 같은 산성 대기 오염물질과 반응하여 입자상 물질인 질산암모늄(NH₄NO₃)이나 황산암모늄((NH₄)₂SO₄) 생성에 기여하는 등 대기 환경적으로도 심각한 영향을 초래한다(Chao et al., 2007; Irwin and Williams, 1988). 현재 암모니아를 제어하기 위해 개발된 물리적, 화학적 원리를 이용한 기술의 경우 운영비 및 유지관리비가 높은 단점을 지니고 있다(Kim et al., 2000). 따라서 암모니아에 대한 효율적이면서도 관리 및 운영이 용이한 기술의 개발이 필요한 실정이며, 본 연구에서는 상온에서 운영되어 에너지의 소모량이 적고, 2차 오염물 발생이 적어 다양한 탄화수소화합물의 제어에 효율적이라고 평가되고 있는 전자빔 처리공정을 이용하여 암모니아의 제어 특성을 고찰하고자 하였다(Hakoda et al., 1998).

2. 연구 방법

본 연구에서는 2.5MeV 전자빔 가속기(Maximum power 100kW, ELV-8 type, EB Tech Co., Ltd.)를 사용하였다. 배경가스에 따른 암모니아의 제어 특성을 살펴보고자 N₂, O₂, Air, He을 배경가스로 하여 암모니아를 희석하였으며, 전자빔 흡수선량 1~5kGy의 범위에서 회분식 실험을 수행하였다. 회분식 반응기는 상대적으로 전자빔 반응에 안정한 Tedler 반응기(SKC, USA)을 사용하였으며, Conveyer를 사용하여 10m/min의 속도로 전자빔 가속기의 조사창 아래로 통과시켰다. 또한 회분식 실험 결과를 바탕으로 수행된 연속흐름식 시스템에서는 전자빔 흡수선량을 2.5~15kGy의 범위로 하였고, 부피 0.213L의 원통형 금속 반응기가 사용되었다. 연속흐름식 시스템의 전체 유량은 15L/min으로 유지되었으며, 50~150ppm의 암모니아를 대상으로 하였다. 전자빔 조사 전·후 암모니아의 정량분석을 위하여 Ion Chromatograph(Dionex, DX-100, USA)가 사용되었으며, 용리액으로는 MSA(CH₄O₃S, methanesulfonic acid) 99% 용액을 20mM로 희석하여 사용하였다. 양이온의 분리를 위하여 컬럼(Column)은 CS12A(4 × 250mm, Dionex)를 사용하였으며, 가드컬럼(Guard Column)으로는 CG12A(4×50mm, Dionex)를 사용하였다. 또한, 서프레스어(Suppressor)는 CSRS-ULTRA II(4mm, Dionex)를 사용하였으며, 전자빔 조사 전·후의 O₃ 발생 경향을 살펴보기 위하여 O₃ Analyzer(Model 49C, Thermo, USA)가 사용되었다.

3. 결과 및 고찰

N₂, O₂, Air, He을 배경가스로 하여 암모니아의 제어 특성을 살펴보고자 수행한 회분식 실험에서는 1~5kGy 흡수선량 범위 내에서 전자빔을 조사 하였으며, 그림 1에는 배경가스에 따른 암모니아의 제어 효율이 나타나 있다. 실험 결과 조사된 전자빔 흡수선량이 증가할수록 제어효율이 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 그림 1에서 보는 바와 같이 Air와 O₂ 및 N₂를 배경가스로 한 경우에 He에 비해 상대적으로 높은 제어효율을 나타내었다. 또한, Air의 경우 5kGy에서의 암모니아 제어효율이 최대 93%로 가장

높게 나타났다. 그러나 He의 경우 5kGy에서의 암모니아 제어효율이 최대 44% 정도로 나타나 다른 배경 가스에 비해 낮은 제어효율을 보였다.

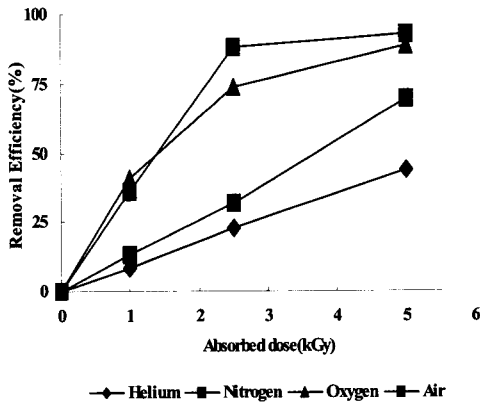


Fig. 1. Ammonia removal efficiency by difference background gases.

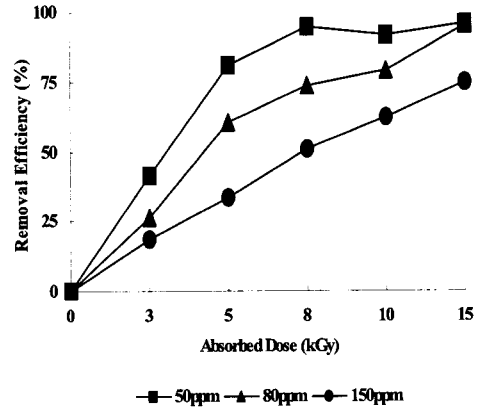


Fig. 2. Ammonia removal efficiency by difference concentrations.

그림 2는 다양한 초기 농도(50ppm, 80ppm, 150ppm)에 따른 연속흐름식 시스템에서의 암모니아 제어 효율을 보여주고 있다. 그 결과 15kGy의 흡수선량에서 50ppm과 80ppm 암모니아의 제어효율은 95% 이상으로 나타났고, 150ppm의 암모니아도 흡수선량이 증가할수록 제어효율이 증가하여 최대 75%의 제어 효율이 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

참고 문헌

- 이종해, 민병훈, 문동민, 김진석 (2000) 이온 크로마토그래피를 이용한 암모니아 가스의 정량화에 관한 연구, 한국대기환경학회 추계학술대회 논문집, 352-353.
- Chao, L., S.Z. Charles, B. Huisheng, and M. Swen (2007) Role of ammonia chemistry and coarse mode aerosols in global Climatological inorganic aerosol distributions, Atmospheric Environment, 41, 2510-2533.
- Hakoda, T., M. Yang, K. Hirota, and S. Hashimoto (1998) Decomposition of Volatile Organic in Air by Electron Beam and Gamma Ray Irradiation. J. Adv. Oxid. Technol., 3(1).
- Irwin, J.G. and M.L. Williams (1988) Acid : chemistry and transport, Environ. Pollut. 50, 29-59.
- Kim, N.J., Y. Sugano, M. Hirai, and M. Shoda (2000) Removal of a High Load of Ammonia Gas by a Marine Bacterium, *Vibrio alginolyticus*, Journal of Bioscience and Bioengineering, 90(4), 410-415.
- McCulloch, R.B., G.S. Few, G.C. Murray, and V.P. Aneja (1998) Analysis of ammonia, ammonium aerosols and acid gases in the atmosphere at a commercial hog farm in eastern North Carolina, USA, Environmental Pollution 102, S1, 263-268.