

## PE14) 전자빔 조사 기술을 이용한 Hexane의 분해 특성 연구

### Study on the Characteristics of Hexane Decomposition using Electron Beam Irradiation

박강남 · 김조천 · 선우영 · 김기준 · 박현주 · 손윤석 · 김기형  
건국대학교 환경공학과

#### 1. 서론

석유화학시설과 휘발유 관련 산업공정으로부터 상당량 배출되고 있는 휘발성유기화합물질(Volatile Organic Compounds, VOCs) 중 대표적 지방족 VOC인 Hexane( $C_6H_{14}$ )은 대기 중에서 오존형성의 전구 물질로 작용하여 인체의 건강에 유해하게 작용한다(Kim et al., 2005; Gupta and Verma, 2002). 또한 Hexane은 대기환경보전법에 의하여 휘발성유기화합물규제제품 및 물질 37개 화합물에 지정 관리되고 있으며 RTO, RCO, Biofiltration 등의 제어기술로 제어관리가 이루어지고 있으나 단일 공정으로는 완전한 제어가 어렵고 유지관리비가 높은 단점이 있다. 하지만 전자빔(Electron Beam, E-Beam)을 이용한 Hexane의 제어기술은 다양한 VOC를 제어할 수 있고 유지관리비가 낮아 기존제어기술을 보완하고 대체 가능한 신기술 중의 하나이다(Lichi et al., 2003; Hirota et al., 2002). 본 연구에서는 전자빔을 이용한 Hexane의 분해 특성을 연구하고자 하였으며 제어인자는 1) 산소(Oxygen), 질소(Nitrogen), 공기(Air), 헬륨(Helium) 등의 배경가스(Background gas) 2) 반응기형태 3) 흡수선량(Absorbed Dose, kGy)이다.

#### 2. 연구 방법

본 연구에서는 1MeV ELV4 E-Beam 가속기(Maximum power 40kW, (주)이비테크)를 사용하였고 60ppmC과 140ppmC의 Hexane을 대상으로 한 배치식(Batch system)의 연구가 진행되었으며 Tedlar Bag(SK, USA)을 반응기로 사용하였다. E-Beam을 이용한 Hexane 제어 시스템의 전체적인 장치 구성도와 분석 시스템의 사진을 그림 1에 나타내었다. 전자빔 제어 시 흡수선량(kGy, kJ/kg)을 0~10kGy의 범위에서 반응기를 컨베이어(Conveyor system) 위에 위치시킨 후 10m/min의 이동속도로 E-Beam 가속기의 조사창 아래로 통과시켰다.

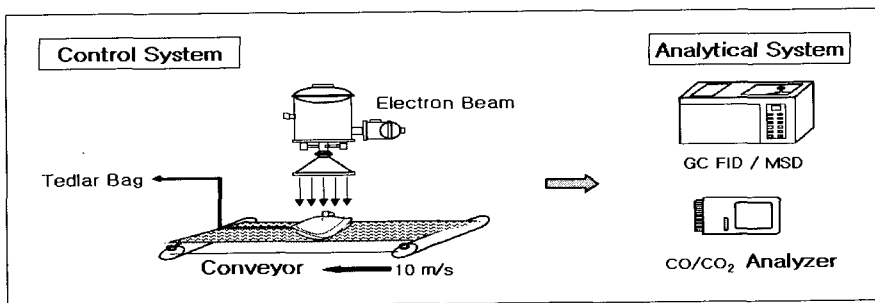


Fig. 1. System of the Hexane control using electron beam irradiation.

배치식 반응 전후 시료의 정량 분석을 위하여 GC/FID (HP5890 Series II, Hewlett Packard, USA)와 HP-1(25m(L) × 0.32mm(ID) × 0.52 $\mu$ m) 컬럼이 사용되었다. 정성분석을 위하여 GC/MSD(Clarus 500, Perkin Elmer, USA) / 냉각농축장치(Aerotrapp 6000, Tekmar, USA)와 capillary DB-1(50.0m×320 $\mu$ m×5.0 $\mu$ m) 컬럼이 사용되었다(Kim et al., 2005). 반복분석(Replicate analysis)이 이루어진 시료의 상대표준편차(RSD) 값은 7.6% 이하로 나타났다. 또한 반응 전후의 일산화탄소(CO)와 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)의 변화를 측

정하기 위하여 CO/CO<sub>2</sub> 분석기(Gas data PAQ, Gas data Ltd., UK)가 사용되었다.

### 3. 결과 및 고찰

전자빔을 이용한 Hexane의 제어 방법은 Tedlar bag(SKC, USA)을 이용한 Batch식으로 이루어 졌고 배경가스(O<sub>2</sub>, Air, N<sub>2</sub>, He)에 따른 Hexane의 제거효율 및 Hexane의 분해 특성 연구결과는 다음과 같다.

1. 배경가스의 종류에 상관없이 흡수선량(0~10kGy)이 증가함에 따라 전자빔제어에 의한 Hexane의 제거효율은 증가하였고(그림 2) 흡수선량 10kGy에서 배경가스별 Hexane의 제거효율은 N<sub>2</sub>(98.3%), Air(96.4%), O<sub>2</sub>(95.2%), He(49.1%) 순으로 나타났다(그림 3).
2. 전자빔에 의하여 Hexane의 분해와 함께 발생된 일산화탄소(CO)와 이산화탄소(CO<sub>2</sub>)의 발생 경향을 그림 4와 그림 5에서 살펴볼 수 있다. 흡수선량이 증가함에 따라 CO와 CO<sub>2</sub>의 발생량도 증가하는 경향을 나타내고 있으며 고농도(140ppmC)보다 저농도(60ppmC)에서 그 발생량이 높게 나타났다.

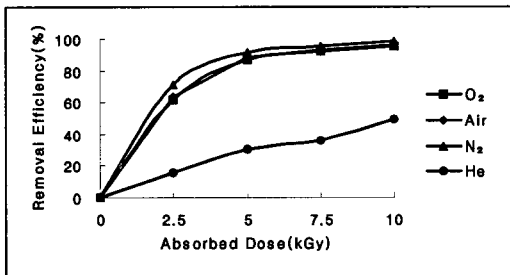


Fig. 2. Removal Efficiency of Hexane by E-Beam.

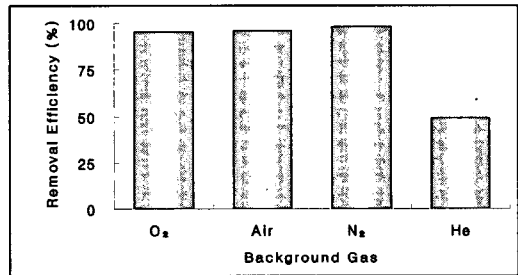


Fig. 3. Removal Efficiency of Hexane (At 10kGy).

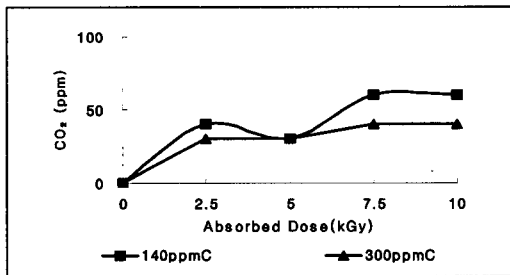


Fig. 4. Trends of CO<sub>2</sub> Concentration.

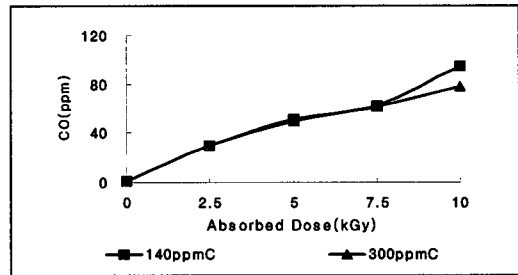


Fig. 5. Trends of CO Concentration.

### 사 사

본 연구는 과학기술부의 “원자력연구기반확충사업”으로 지원받은 과제입니다.

### 참 고 문 헌

- 1) Licki, J., A. G. Chmielewski, E. Iller, Z. Zimek, J. Mazurek and L. Sobolewski (2003) Electron-beam flue-gas treatment for multicomponent air-pollution control Applied Energy, Vol.75, 145-154.
- 2) Kim, K.J., J.C., Kim, J.K., Kim and Y., Sunwoo (2005) Development of coupling technology using E-beam and catalyst for aromatic VOCs control, Radiation Physics and Chemistry, Vol.73, 85-90.

- 3) Gupta, V. K. and Verma N. (2002) Removal of volatile organic compounds by cryogenic condensation followed by adsorption Chemical Engineering Science, Vol.57, 2679-2696.
- 4) Hirota, K., T. Hakoda, H. Arai and S. Hashimoto (2002) Electron-beam decomposition of vaporized VOCs in air, Radiation Physics and Chemistry, Vol.65, 415-421.