

PS48(CT27) 자외선을 이용한 이산화황과 암모니아의 제거

Removal of Sulfuric Dioxide and Ammonia by using Ultraviolet

윤혁민·김창국·김희택

한양대학교 화학공학과 · 클리어테크놀로지(주)*

1. 서론

자외선을 이용한 분자의 광분해반응은 석유화학, 고분자합성 및 신물질 개발 등의 화학공정분야에 널리 이용되고 있으나, 기존의 환경오염물질을 처리하는 기술에 대한 응용은 아직 미약하다. 한편 전자빔이나 플라즈마를 이용한 환경오염물질의 처리방법에 대한 연구는 여러 연구기관들을 통하여 꾸준히 연구, 발표되고 있으나, 아직까지는 이러한 기술을 산업현장에 적용하기에는 실제적인 어려움과 실제 공정에 적용시 외국 기술에 비해 상대적으로 많은 비용으로 인하여 어려움을 겪고 있다. 이러한 상황에서 다른 경쟁 기술에 비하여 장치 비용과 운전비용을 크게 절약할 수 있는 자외선 분해 공정의 개발은 산업에 큰 반향을 일으킬 것이라 생각된다. 따라서 본 기술이 제공하는 자외선 유발 광분해 반응에 의한 황산화합종의 생성과 이를 이용한 연속적 분해반응의 경우는 순수한 기체상 반응원리에 기초하고 있기 때문에 기존의 환경오염물질 처리기술이 가지고 있던 응축계에서의 제한점들을 극복할 수 있는 획기적인 방법이라 사료된다. 특히 이 기술은 장기간에 걸쳐 대용량의 오염물질을 지속적으로 처리할 수 있는 특징을 가지고 있기 때문에 대규모 산업시설 등의 환경오염원에서 방출되는 다량의 유해물질을 효율적으로 분해, 소멸시키는 것이 가능하며 특히 대기 환경 정화사업에 매우 적합한 특성들을 가지고 있다.

2. 연구 방법

자외선에 의한 광분해 단계는 다음과 같다. ① O 라디칼의 생성과 오존의 생성 ② 오존의 광분해 ③ 2차적인 O 및 OH 라디칼의 생성 ④ 후처리 과정

위와 같은 반응을 통하여 유해배기가스가 제거되며, 본 연구에서 사용된 처리대상 가스는 SO₂가스와 NH₃가스이다. 본 연구에서 사용된 반응 장치의 구성은 UV 조사를 통한 광분해 반응 장치, 유해 가스 주입 장치, 공기 주입 장치, 스팀 주입 장치, 혼합기 등으로 되어있다.

광분해 반응장치는 반응기내에서 대상물이 UV Lamp에 대하여 더욱 많은 접촉을 갖도록 baffle을 설치하였으며, 반응기 내부에서 자외선 조사시 일어나는 변화를 관찰하기 위하여 아크릴로 된, 임의로 일정 체류 시간을 갖는 반응기를 제작하였으며, 반응기의 크기는 가로×세로×높이 : 120mm×120mm×810mm 이다. Fig. 1에 반응장치도를 나타내었다.

반응은 주입 공기량을 조절하여, 체류시간과 처리가스의 농도를 변화시키며 반응을 관찰하였으며, 반응은 모두 상온에서 진행하였으며, 별도의 가열장치를 사용하지 않고, 수분 주입을 위해 사용되는 증기와 UV Lamp에서 나오는 열에 의한 온도상승만을 고려하였다. 사용된 UV Lamp는 국내와 국외 4개의 Lamp를 비교하여 선택하였으며, light intensity와 오존량 그리고 life time을 고려하여 선택하였다. Lamp의 intensity 측정은 Controlled Radiometer(Cole-Parmer Microprocessor)에 의하여 측정하였으며, 오존량을 비롯한 가스의 농도는 일본 Gastek사의 가스 측정기와 검지관을 사용하여 측정하였다. 각 Lamp 성능에 대한 결과를 Table.1에 수록하였다.

3. 결과 및 고찰

Table 1.에 나타낸 것과 같이 Lamp의 다양한 성능 비교를 통하여 선택한 독일 A사의 UV-C Lamp를 이용하여 실험을 행하였다. Fig. 2.은 15L/min으로 air를 주입시키며 자외선에 의한 암모니아의 분해반응을 관찰한 것으로, 암모니아가 UV 조사에 의하여 거의 100% 분해됨을 알 수 있다. 반응결과는 Lamp를 켜 후 Lamp의 Light Intensity가 안정화 되기 위해 필요한 적절한 시간(3~5min)이 지난 후에 측정하였

다. UV Lamp의 조사시 생성되어 반응에 참여한 후 없어지게 될 오존의 잔존량은 최종적으로 증기량을 늘렸을 때 충분히 제거 가능하였다.

Fig. 3은 이산화황의 분해반응을 나타낸 것으로, 암모니아의 분해반응실험과 같은 방법으로 진행하였다. 반응과정은 반응장치내의 시각적인 변화로도 관찰할 수 있었는데, 반응이 진행됨에 따라서 반응장치 내에 주입된 이산화황 가스는 흰색의 가는 실과 같은 모양을 만드는 데, 이는 삼산화황으로 반응이 진행되는 유무를 판단할 수 있었다. 생성된 삼산화황은 주입된 증기에 의해 황산으로 생성되며, 이는 간단히 리트머스 시험지를 통하여도 확인할 수 있었다. 결과적으로 암모니아와 이산화황은 200nm 이하의 UV 조사시 90~100% 산화 분해되는 것을 볼 수 있었으며, 체류시간과 주입농도에 따라서 분해율의 차이를 보이기는 하지만, 높은 유량 (100L/min, 1m³/min) 에서도 80%이상의 분해율을 유지하였다.

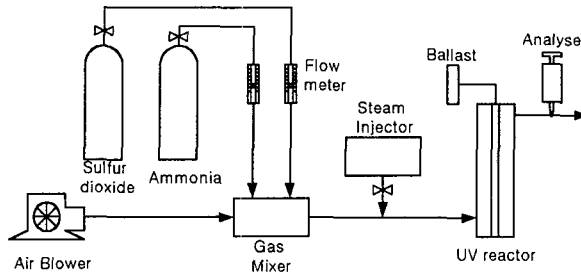


Fig. 1 Schematic Diagram of Experimental System for Photo-oxidation

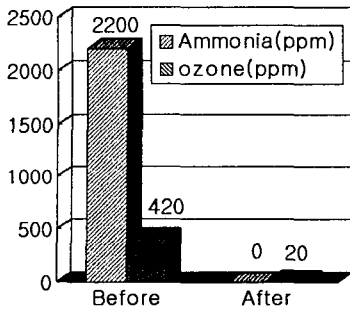


Fig.2 Photo-oxidation of Ammonia with UV-C Lamp

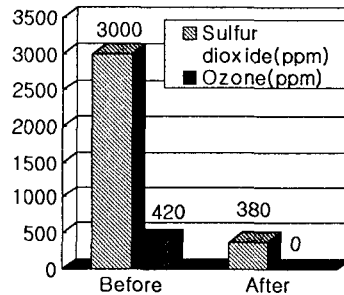


Fig.3 Photo-oxidation of Sulfur Dioxide with UV-C Lamp

Table 1. Comparison of Various UV-C Lamp

	독일 A사 (50W)	독일 B사 (40W)	국산 C사 (40W)	국산 D사(40W)
Light Intensity (mW/cm ²)	43.53	19.50	9.50	4.42
Ozone (ppm)	420	200	100	40
Life Time (hr)	8000	8000	6000	6000

참고문헌

1. William L. Chameides and Douglas D. Davis, Chemistry in the troposphere, Oct. 4, C&EN, 1982
2. 조기현, 전자선가속기를 이용한 동시탈황·탈질기술, 기계저널 제 38권 제 4호, 1998
3. 봉춘근·부문자·김중호·이정주·김신도, SPCP를 이용한 오염물질 [SO₂,NOx] 처리 특성, 한국대기보전학회지, 14, 4, 1998