

E-4 스티렌 증기의 활성탄 흡착에 관한 연구

A Study for Carbon Adsorption of Styrene Vapor on Activated Carbon Bed

임계규¹⁾, 박영태²⁾, 박무열¹⁾, 라승훈¹⁾

1) 호서대학교

2) ㈜한일그린텍 (舊, 동양탄소)

1. 서론

악취는 산업이 발전함에 따라 급격히 늘어나는 환경공해 중의 하나이다. 최근 환경부에서는 악취에 대한 규제를 종래의 관능적인 측정방법에서 악취의 원인 및 성분을 분석하는 구체적인 규제로 강화하려는 계획이다.

악취란 많은 종류의 악취성분이 복합해서 생기는 현상이기 때문에 어떤 특정 한 성분에 대해 유해나, 무해나를 판별하기는 쉽지 않다. 따라서 각 단일 성분에 대한 정확한 특성이 선행되었던 후에 복합요인에 의한 유해성 평가를 내려야 하며, 유해성 판단시에는 보편적인 평가 기준과 측정 방법을 적용시켜야 한다.

악취의 측정기준인 악취 전과 강도, 전파성, 용인성등을 바탕으로 악취가스 제어방법으로는 Condensation, Incineration, Wet scrubbing with chemical solutions, Activated carbon adsorption, Biofiltration, Odor modification, Air dilution 등이 있다.

본 연구 실험에서는 악취가스 중에서도 방향족 탄화수소계의 화합물인 고농도의 Styrene Vapor를 활성탄 흡착에 의해서 처리 후, G/C분석에 의해서 농도 변화를 측정하여 궁극적으로 Breakthrough Curve를 작성, 그 흡착능을 파악하는데 그 목적이 있다고 할 수 있겠다.

일본에서는 0.4 - 2 ppm 을 악취 한계로 규정하고 있는 Styrene은 분자량 104.15, Boiling Point 145.2°C, Specific Gravity 0.906-0.908, 인 특성을 지니고 있다.

현재 우리나라에서는 Styrene에 대한 규제기준이 마련되어 있지 않으나 최근의 추세로보아 환경 규제 대상에 포함시켜야 한다고 본다.

2. 실험방법

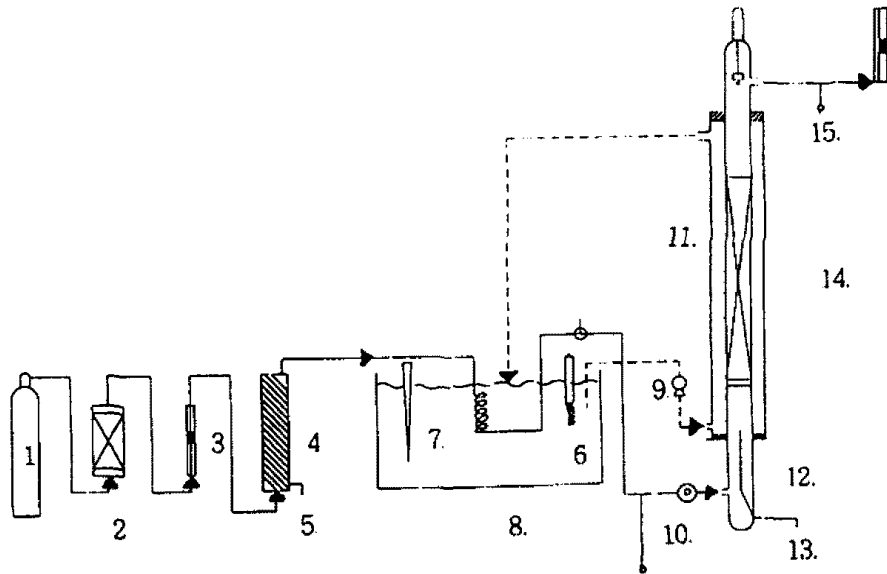
실험장치는 크게 시료 주입부와 흡착탑, 그리고 분석기기로 나눌수 있다.

N₂ gas 실린더를 통해 나오는 질소가스는 실리카겔로 충전된 제습장치를 통과 하면서 질소 가스 내의 수분이 제거된다. 수분이 제거된 질소 가스는 일정한 유량을 유지 시키기 위해 1 ~ 10 l/min의 용량을 가진 Flow meter를 통과해서 Vaporizer로 유입되어 기화된 Styrene Vapor를 흡착탑까지 운반하는 역할을 담당한다.

흡착탑은 두개의 원통형 튜브로 이루어지며 재질은 Pyrex로 안쪽 튜브는 내경이 20mm, 길이가 310mm로 활성탄을 충전하여 가스가 흡착되도록 하였으며 바깥쪽 튜브는 가스의 온도를 유지시

키기 위한 Water Jacket으로써 기체의 응축방지를 위하여 기체의 온도보다 다소 높게 유지하였다. 가스의 유입 온도와 압력을 check하기 위해 탑 상부에 디지털 온도계와 압력계를 설치하고 탑의 유입구와 유출구에서 Tedlar Bag을 이용하여 일정 시간 간격으로 sample을 채취하여 G/C로 농도 변화를 분석했다.

분석한 자료를 통해 활성탄의 스티렌에 대한 Breakthrough Curve를 도식하여 파파가 일어나는 시점을 관찰하였다.



- | | | |
|------------------------|---------------------------|-----------------------|
| 1. N ₂ Tank | 6. Temperature Controller | 11. Water Jacket |
| 2. Dehumidifier | 7. Thermometer | 12. Adsorption Column |
| 3. Flowmeter | 8. Water Bath | 13. Thermometer |
| 4. Vaporizer | 9. Pump | 14. A/C Bed |
| 5. Heating Tape | 10. Pressure Indicator | 15. Sampling Port |

Fig.1. Schematic Diagram of Experimental Setup

3. 결과 및 고찰

검량선 작성방법 :

Benzene에 Styrene 희석하여 Standard Solution을 단계별로 만들어 GC분석을 통해 검량선을 작성하였다. 검량선 작성시에는 직선성을 확보하기 위해 2개의 검량선(High Range, Low Range)을 이용하여 실제 측정물질의 농도를 파악했다.

GC 분석조건

GC 장치명 : TREMETRICS (U.S.A.)

Carrier gas : 순도 99.99% 질소가스 (유입압력 20psi, 유량 40ml/min)

Temperature Rate : 10°C/min
Oven 온도 : 170°C - 200°C
Detector 온도 : 220°C
Injection 온도 : 200°C
Detector 종류 : FID(Flame Ionization Detector)
Attenuation : 1024
Chart Speed : 10mm/min

Styrene 농도의 산출 :

GC분석을 통해 얻어진 크로마토그램의 피크면적에 의해 검량선을 작성하고, 검량선으로부터 시료가스 속의 Styrene의 양을 구한후 가스의 농도를 계산한다.

4. 결 론

1. 초기 유입부의 Styrene농도가 800mg/m³이었으나 A/C Bed 통과 후 약 80min만에 초기농도의 10%로 Breakthrough Point를 파악했다.
2. Breakthrough Point의 파악으로 인하여 활성탄의 주입량과 교체시기를 판별할 수 있었다.
3. 실험에 있어서는 초기 농도의 10%에 근접했을때를 Breakthrough Point로 보았으나, 만일 Styrene에 대한 법적규제 기준이 마련되어 있다면 그 규제값을 Breakthrough Point로 볼 수 있다.
4. Styrene Vapor는 외부온도에 민감한 반응을 보임에 따라 응축방지를 위해 G/C분석을 종료할때까지 일정온도를 항상 유지시켜 주었다.
5. 일정시간 경과 후, 활성탄의 흡착능이 현저히 낮아지면 탈착현상을 보였다.

5. 참고문헌

- 1) Kenneth E. Noll, Vassilios Gounaris, Wain-Sun Hou, " Adsorption Technology for Air and Water Pollution Control ", Lewis Publishers, INC. 1992.
- 2) L. Theodore, A. Buonicore, " Air Pollution Control Equipment ", springer-Verlag.
- 3) 양성봉, 이성화 共編 "악취의 성분분석" 동화기술, 1994.
- 4) Karel Verschueren, "Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals", V.N.R. Company, 1983.
- 5) 김병우, "廢가스의 吸收處理", 全國環境管理人聯合會(弘文館), 1994.
- 6) David Cooper and F.C Alley, " Air Pollution Control - A Design Approach", 1986.
- 7) Dobbs, R.A. and J.M. Cohen, "Carbon Adsorption Isotherms for Toxic Organics", EPA-600/8-80-023, MERL, USEPA, Cincinnati, OH, 1980.
- 8) Weber, W.J., JR., and K.T. Liu, "Determination of mass Transport Parameters for Jixed-Bed Adsorbers, " Chem. Comm., 6,49(1980)
- 9) " 활성탄소 " (주) 한일 그린 테크 (舊, 동양탄소)