

# 활성탄 담지 필터의 흡착 특성

장현태, 이지윤, 정호영, 홍영기, 김태엽, 김아람  
한서대학교 화학공학과  
e-mail:htjang@hanseo.ac.kr

## Characitritics of Adsorption on Activate Carbon Impgrenated Filter

Hyun Tae Jang, Ji Yun Lee, Ho Young Jung, Young Ki Hong,  
Tae Yeob Kim and A Ram Kim  
Dept of Chem. Eng, Hanseo University

### Abstract

활성탄 등의 흡착제를 필터 표면에 담지하므로써 흡착능을 지니고 있는 필터를 제조하고, 이때 흡착제 담지 필터의 흡착효율과 흡착능을 VOC, 황 및 질소화합물에 대하여 고찰 하였다. 담지법에 따른 흡착능의 변화를 연구하여 최적의 흡착제 담지법을 도출하고자 흡착물질, 담지량, 온도, 농도에 따른 흡착능의변화를 연구하였다. 또한 활성탄의 진처리에 따른 흡착능의 향상을 연구하여 활성탄 담지 필터에 대한 흡착 및 재생 성능 파악하고자 하였다.

### 1. 서 론

현대 산업의 발달로 인간의 삶의 질이 크게 향상 되었으나 그 부산물로 환경오염은 날이 갈수록 심각 해지고 있는 상황이다. 특히 대기 및 수질오염은 산업의 급속적인 발달과 변화로 다양한 독성이 강한 오염물질로 인하여 오염이 진행되고 있으며, 이로 인하여 다양한 문제점을 발생시키고 있다. 이러한 문제점의 해결방안으로는 흡착법이 있으며, 대표적인 흡착제는 활성탄, Aluminum oxide, Molecular sieve, Silica, Zeolite 등이 있다.,

실내공기에 대한 심각한 문제가 대두됨에 따라 공기정화의 요구가 높아지고 있으며, 공기정화를 위한 방안에 대한 성능 향상에 대한 연구도 활발히 진행되고 있다. 실내공기 중의 주 오염물질은 분진과 기상 물질로 분류되며, 최근 메세 필터의개발에 따라 작은 입자의 효율적인 포집이 가능하다. 악취와 같은 기상 오염물질의 경우 흡착 또는 산화 환원에 의하여 처리될 수있다. VOC와 같은 기상 오염물질의 제거 방법으로는 현재 광촉매를 사용하는 방법과 흡착법이 주로 사용되고 있으며, 광촉매의 경우 최근에 활발한 연구가 진행되고 있으며, 실제 공정 적

용시 반응성의 문제와 분해 후 다양한 새로운 생성물로 인한 문제점의 해결에 연구를 집중하고 있다. 이러한 문제점으로 인하여 적용이 아직은 미비하다. 따라서 많은 공정에서 활성탄과 같은 흡착제를 이용하는 방법을 사용하고 있으며, 활성탄 등의 흡착제를 필터표면에 담지하므로써 분진의 제거기능과 흡착능을 지니고 있는 필터가 생산되고 있다. 이때 담지법에 따라 흡착능의 변화가 크게 나타나고 있다. 본 연구에서는 담지법에 따른 활성탄 담지 필터의 성능 향상에 대한 연구를 수행하였다. 활성탄 담지 필터에 대한 흡착 및 kinetic 실험을 통하여 흡착 및 분해 성능 파악하고자 하였다.

### 2. 실험장치 및 방법

#### 2.1 실험장치

본 실험에서 사용된 실험장치는 <그림 1>에 나타내었으며, 흡착실험에 사용되는 가스는 장치의 하층부로 부터 유입되며, 공기와 N<sub>2</sub>가 균일하게 혼합하기 위하여 pre-mixer를 통과하여 VOC 증발기로 유입된다. 유입된 가스는 증발기내의온도에 의하여

액상의 VOC 물질이 증기압에 의하여 포화되어 일정농도로 흡착장치로 유입된다. 농도의 조절은 각각의 유량계와 증발기의 온도 조절에 의하여 이루어지며, 각 농도와 유량에 따라 장치내로 유입되도록 구성되어 있다.

장치 내로 유입된 가스의 배출을 위하여 suction pump를 설치하였으며, 배출량의 조절과 장치내의 압력을 조절하기 위하여 PT와 유량계를 설치하여 조절하였다. 온도영향을 실험하기 위하여 반응부에 동관을 설치하고, 항온수조를 이용하여 온도를 조절하였다. 또한 반응부 온도를 측정하기 위하여 thermocouple(K-type)을 설치하였으며, 설치위치는 시료 고정 위치에서 측정하기 위하여 열전대의 끝부분이 시료가 고정될 바로 밑 부분에 위치하였다. 또한 유입되는 모사가스의 농도 측정은 G.C.를 사용하였으며, 분석조건은 다음과 같다. G.C.의 Detector는 Pulsed Discharge Detector(Valco Instruments Co. Inc. Model : D-2)를 사용하였으며, Discharge gas와 Carrier gas는 He(99.9999%)을 사용하였으며, 각각의 유량은 100 ml/min, 30 ml/min의 조건에서 수행하였다. 또한 Column은 HayeSep Q(80/100) 8ft, Porapak N(60/80) 1m를 연결하여 사용하였다. 또한 검출기 및 오븐온도는 50℃로 유지하였으며, 6-port valve는 150℃이고 sample loop는 50 $\mu$ l를 사용하였다. 실험장치의 중앙에는 sight glass를 설치하여 장치의 내부를 관찰할 수 있고, 시료의 투입과 제거를 용이하게 구성 하였다. 또한 Gas의 배출을 위하여 2개의 배출구와 ball valve를 설치하였다. 이것은 시료의 유입과 제거를 위하여 sight glass를 열었을 때, 반응기 내부의 stream line의 변화를 줄이고, 장치내 가스의 유출을 막기 위하여 sight glass를 중심으로 하여 위쪽과 아래쪽에 각각 위치하게 구성하였다. 흡착량의 측정을 위하여 실험장치의 상층부에 electronic balance(Precisa 205A)를 설치하여 암모니아의 흡착에 따른 시료의 중량 변화를 측정하므로써 흡착과과곡선을 수 있게 하였다. 또한 electronic balance (Precisa 205A)는 personal computer와 연결되어 시간에 따른 시료의 흡착량을 1초간격으로 연속적으로 기록 할 수 있게 하였다. 시료집계는 암모니아의 흡착을 막기 위해서 stainless steel(SUS-316, 400mesh)을 이용하여 20×20×15mm 의 크기로 제작하였으며, 시료 집계 및 부분에는 유입되는 가스에 흐름에 의한 오차를 최소화하기 위해 집계 및 부분에 quartz로 제작한

부력 보정기를 설치하였다. 또한 시료집계 및 저울의 이동은 winch assembly를 설치하여 상, 하로 이동 할 수 있게 하므로써 시료의 반응영역으로 주입하였다.

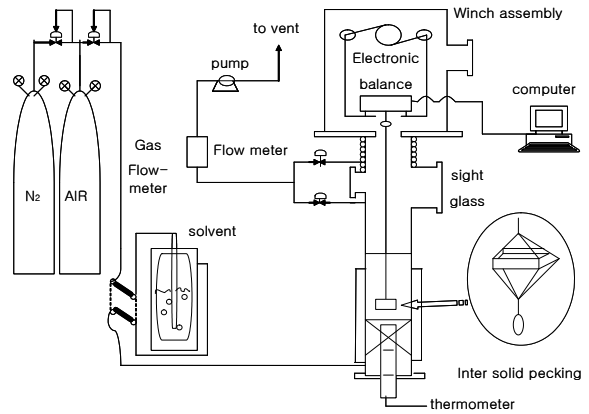


그림 1. 흡착과과 실험 장치 개략도

## 2.2 실험방법

강 물질에 대한 흡착과과곡선을 얻기 위하여 열중량반응기에 증발기 온도 및 통과 유량을 유량계를 이용하여 일정농도와 유량으로 조절한 후 sight glass를 열고 시료집계에 시료를 장착한 후 winch assembly를 이용하여 시료집계를 반응부로 이동시킨 후 저울이 연결된 컴퓨터를 이용하여 1초 간격으로 무게의 변화를 관측하였다. 실험조건은 <표 1>에 나타내었다.

표 1. 실험조건

Temperature (°C)	25, 60, 90
flow rate(cc/min)	50~2,000
Sorbent loading weight(g)	2~10
VOC	Formaldehyde Acetone Ethanol Ammonia Hydrogen sulfide Toluene
VOC Conc.(ppm)	50~5,000

## 2.3 시료

본 실험의 함침에 사용된 활성탄 흡착제는 (주)동양탄소에서 제조한 입자 활성탄 (8×30 mash)이며, 150℃ 조건의 강제대류형 dry oven(Chang Shin Scientific, C-DF)에서 약 2시간 이상 전 처리한 후 필터에 담지하여 사용하였다. 활성탄의 특성은 실험조건은 <표 2>에 나타내었다.

표 2. 시료의 물리화학적 특성.

particle size (mesh)	8×30
Specigic surface area (m <sup>2</sup> /g)	1,050
Total pore volume (cc/g)	0.8
Averagen pore diameter (Å)	20
Bulk density (g/cc)	0.45
Porosity	0.55

### 3. 결과 및 고찰

흡착제 담지 필터의 파과곡선의 측정(대상물질별, 온도, 수분함유)에 의하여 최적 담지법을 선정하기 위하여 흡착과과실험을 수행하였다. 활성탄 담지 필터의 흡착능을 측정하기 위하여 고정층반응기와 열중량반응기를 이용하여 각각의 흡착과과곡선을 측정하므로써 흡착량을 산출하였다. <그림 2>, <그림 3>에 각각의 결과를 나타내었으며, 담지되지 않은 상태의 활성탄보다 50% 정도의 저감을 나타내었으나 아세트과 같은 용해성이 큰 화합물에 대하여는 담지체가 용해되므로 인하여 흡착량이 증가하는 결과를 초래하였으나 흡착대상물질의 분압 감소에 따라 탈착이 일어나고 있음을 알 수 있었다. 따라서 담지시의 사용되는 유기용매량의 조절에 의하여 최적의 흡착능을 나타낼 수 있음을 알 수 있었다.

파과곡선으로부터 흡착제 담지 필터의 내구성을 측정된 결과는 실 제품의 개발 사용시 흡착필터 재생 및 교환주기를 결정하게 된다. 따라서 재생실험을 수행한 결과 결과 흡착과과된 활성탄의 재생법으로 상온 진공탈착의 경우 우수한 탈착을 나타내었으나 일부의 흡착제가 탈리되는 현상을 나타내었다. 분압의 감소에 따라 탈착 현상이 일어나므로 자연상태에서 방치하였을 경우 30%정도의 탈착이 일어났으며, 이는 필터의 장기간 교환없이 사용이 가능함을 나타내었다.

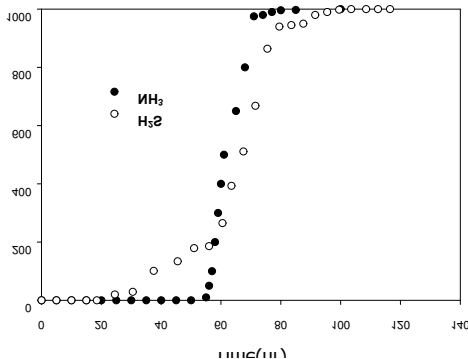


그림 2. 활성탄 담지 필터의 흡착등온선(온도 : 298K, NH<sub>3</sub> 농도: 2000ppm, H<sub>2</sub>S 농도: 2000ppm).

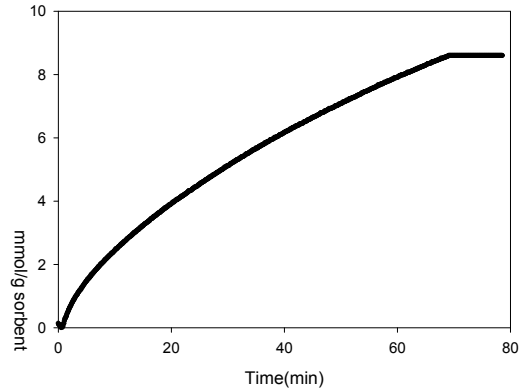


그림 3. 활성탄 담지 필터의 흡착등온선(온도 : 298K, 아세트 농도: 500ppm).

### References

1. 대기오염 저감기술 조사분석 및 기술개발 계획”, 한국동력자원연구소, 에너지환경연구부, 1990
2. U. S. EPA, Process Design Manual for Carbon Adsorption, 1973
3. Ruthven, D. M., "Principles of Adsorption & Adsorption Processes", John Wiley & Sons, New York, 1984
4. Yang, R. T., "Gas Separation by Adsorption Processes", Butterworths Publishers, Boston, 1987
5. 토양분석법, 농업진흥청, 1989
6. Cooper, G. R. and McGillem, C. D., "Probabilistic Methods of Signals and System Analysis", Holt, Rinehart and Winston Inc., 1971
7. Bendart, J. S. and Piersol, A. G., "Random Data", John Wiley, New York, 1971
8. Sung, J. H. and K. H. Lee, "Adsorption of Ammonia on Active Carbon", *HWAHAK KONGHAK*, **37(2)**, pp.158-164, 1999
9. Helminen J, J. Helenius, E. Paatero, "Comparison of sorbents and isotherm models for NH<sub>3</sub>-gas separation by adsorption", *AIChE Journal*, **46(8)**, pp.1541-1555 (2000)
10. Kang, S. M., S. I. Lee, S. K. Kim and C. S. Lee, "Adsorption Equilibria and Enthalpy of Adsorption for Ammonia-Metal Chloride System", *HWAHAK KONGHAK*, **36(1)**, pp.105-108 (1998)
11. Douglas M. Ruthven, "Principles of Adsorption and Adsorption Processes", John Wiley & Sons, 1984