

# 작업환경중 황화합물계 악취제거에 적합한 침착흡착제의 흡착특성

유승현, 김기환, 신창섭  
충북대학교 안전공학과

## 1. 서론

각종 공장에서 발생하는 오염물질 중 악취물질은 작업환경을 나쁘게 하고 작업자의 건강을 해치고 있으며, 외부로 방출될 경우 공장 혹은 주택지까지 이동하여 지역주민의 민원의 요인이 되고 있다. 악취는 사람의 관능에 따라 즉시 폐해를 주며, 특히 황화수소와 메틸메르캡탄은 아주 적은 농도에서도 악취를 발생시키고, 그 자극이 메스꺼움, 두통, 식욕감퇴, 호흡곤란 및 알레르기 현상 등의 인체의 자각반응을 나타내므로 이들 악취물질들의 제거는 필수적이라 하겠다.

흡착법으로 악취를 제거할 경우 산성 오염물질인 황화수소와 메틸메르캡탄은 저 분자량의 극성물질로 물리적 흡착에만 의존할 경우 흡착능력이 적을 뿐 아니라 충전량이 많아 경제적으로도 비효율적이다. 따라서 이들 물질의 효과적인 제거는 흡착제를 표면 처리 함으로써 이를 수 있는데, 이때 형성되는 표면 산화물의 특성이나 양은 흡착제의 형성단계, 비표면적, 처리온도 등에 따라 달라지게 된다. 그리고 표면에는 여러 가지 관능기가 발달하게 되는데 이 관능기들이 흡착질의 흡착에 크게 영향을 미치는 등 미세공 구조와 함께 흡착특성을 제어한다.

본 연구에서는 흡착제로 활성탄(AC), 활성탄소섬유(ACF)를 사용하고 침착 물질로는 일반적으로 알려진  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 와 함께 KI,  $\text{KIO}_3$ 를 사용하여 악취물질 각 성분에 대한 흡착특성을 실험하여 실험결과를 바탕으로 높은 흡착력과 경제성을 고려한 침착흡착제를 선정하고자 하였다.

## 2. 실험장치 및 방법

### 2.1 흡착제의 침착

침착법에는 함침법, 승화법이 등이 있으나 본 실험에서는 AC, ACF를 함침법을 사용하여 침착시켰다. 먼저 흡착제의 수분을 제거하기 위하여 건조기에서 충분히 건조시키

고 대상이 되는 악취물질을 효율적으로 제거하기 위해 침착화합물질을 수용액에 적당량을 녹여 AC와 ACF를 함침시킨 후 1시간정도 침착시킨다. 침착된 흡착제는 진공펌프를 이용하여 수분을 제거한 후 110°C의 건조기에서 24시간 이상 건조시킨 다음 사용하였다.

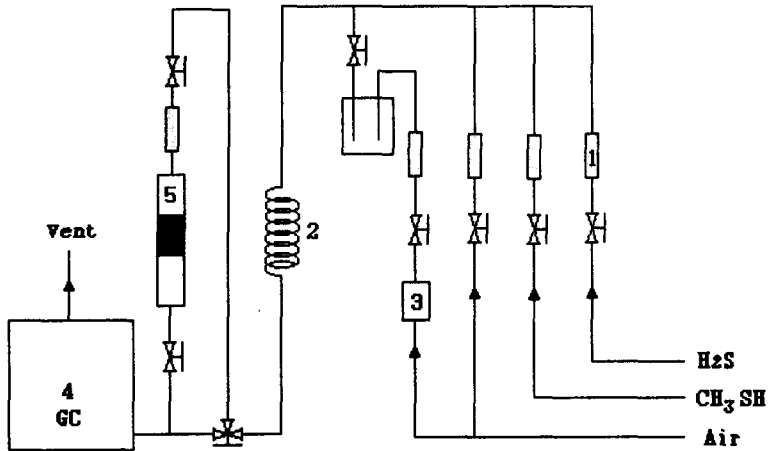
## 2.2 실험장치 및 방법

본 실험의 흡착장치는 Fig. 1 이며 흡착제거 대상물질인 황화수소와 메틸메르캡탄의 0.3~0.5 vol% 저장용기 가스를 공기와 혼합하여 사용하였고, 시료농도는 황화수소는 100ppm, 메틸메르캡탄은 300ppm을 기준으로 실험하였다. 흡착제로는 AC, ACF를  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , KI,  $\text{KIO}_3$  등의 화학물질로 침착 시킨 후 110°C 온도에서 24시간 동안 건조기에서 건조시켜서 사용하였다. 실험에 사용한 반응관은 내경 6mm, 길이 360mm인 파이렉스를 사용하였고 흐름라인은 1/4 inch 스테인레스 튜브를 사용하였다. 이때의 시료량은 파과시간을 고려하여 활성탄의 경우 0.15g을, 활성탄소섬유는 0.01g 을 충전하였고, 반응관에서 흡착제가 충전된 위, 아래에는 주입되는 물질이 충분히 분산되도록 유리섬유를 넣었으며, 이때의 흐름유량은 유량계를 조절하여 0.5 l/min가 주입되도록 하였다. 그리고 황화수소와 메틸메르캡탄의 농도는 GC(FPD)로 측정하였다.

## 2.3 결과 및 고찰

### 가. 황화수소의 제거

Fig. 2는 AC의 침착물질에 따른 제거효율을 나타낸 것으로  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 를 침착하였을 경우 보다  $\text{KIO}_3$ , KI를 침착하였을 경우 제거효율이 매우 높게 나타났다. 이 때의 흡착능은 흡착초기에는 KI를 침착한 AC가  $\text{KIO}_3$ 를 침착한 것보다 약간 높게 나타났으나, 전체 흡착량은 비슷하게 나타났다. Fig. 3는 AC에 흡착효율이 높은  $\text{KIO}_3$ 를 농도별로 침착한 결과로써  $\text{KIO}_3$  4wt%가 가장 우수한 흡착능력을 보임을 알 수 있었다. Fig. 4는 표면적이 활성탄 보다 넓고 평균세공직경이 10~20Å으로 아주 균일하며 미세공이 모두 표면에 분포하고 있어 흡·탈착이 빠른 ACF를 흡착제로 사용할 경우 침착물질에 따른 황화수소의 제거효율 및 흡착량을 나타낸 것으로, 초기 제거효율은 KI보다  $\text{KIO}_3$ 가 높게 나타났으며, 침착농도가 비슷한 KI 9wt%와  $\text{KIO}_3$  8.2wt%의 흡착량을 비교하여 보면  $\text{KIO}_3$ 가 2배 이상의 제거효율을 나타내었다. 이로써, 황화수소를 제거할 경우 ACF에  $\text{KIO}_3$ 를 사용하는 것이 매우 효율적이다. 그러나, ACF는 AC에 비하여 월등히 가격이 높으므로, 악취발생사업장의 여건에 따라 흡착제 선정하여야 할 것이다.

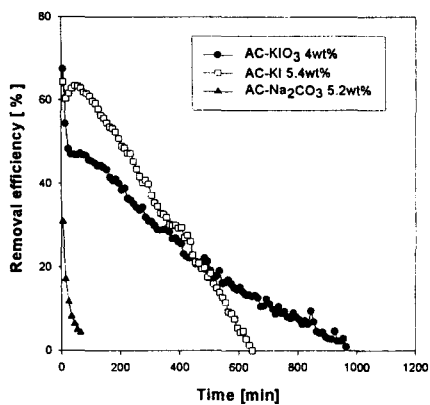


- |                   |                            |
|-------------------|----------------------------|
| 1. Flowmeter      | 4. Gas chromatography(FPD) |
| 2. Mixing chamber | 5. Adsorption bed          |
| 3. MFC            |                            |

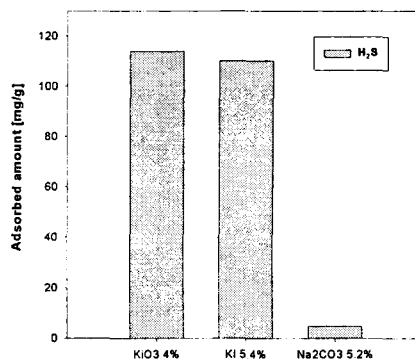
Fig. 1. Schematic diagram of experimental apparatus.

#### 나 메틸메르캅탄의 제거

AC의 침착물질의 농도에 따른 제거효율을 Fig. 5에 나타내었다. 각각의 화학물질에서 가장 효율이 우수한 농도간의 비교에서 황화수소의 결과와는 달리 KI를 침착하였을 경우  $KIO_3$ 나  $Na_2CO_3$ 보다 제거효율이 우수하게 나타났다. AC-KI 2.3wt% 흡착제가 276.5mg/g을 AC- $KIO_3$  4wt%가 97.21mg/g을 흡착하는 것을 알 수 있었다.

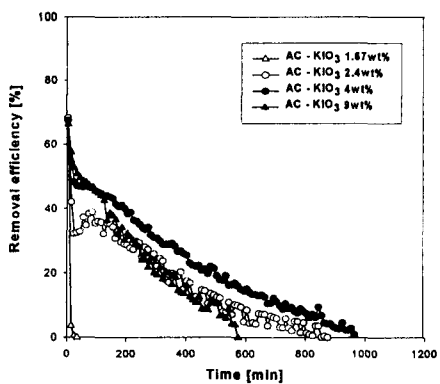


(a) Removal efficiency

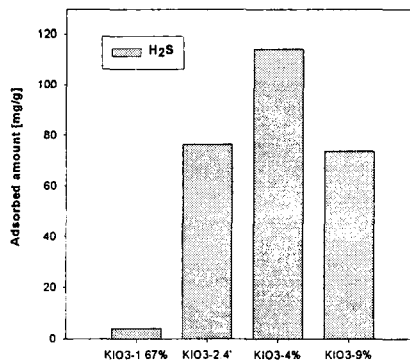


(b) adsorbed amount

Fig. 2. Effect of chemical treatment on the adsorption characteristics of hydrogen sulfide on the impregnated activated carbon

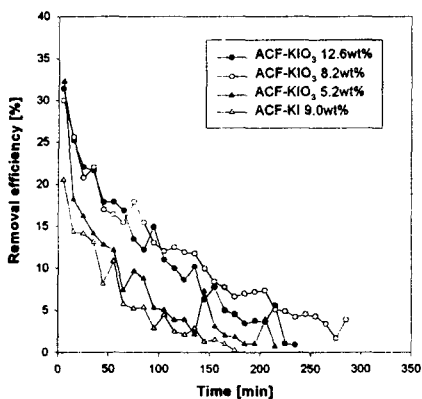


(a) Removal efficiency

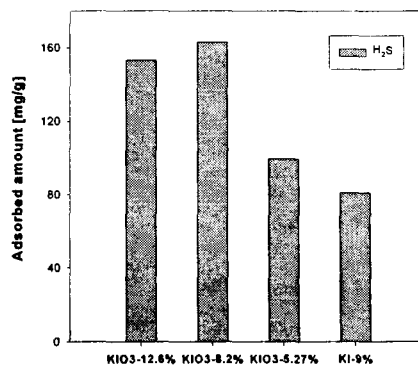


(b) adsorbed amount

Fig. 3. Effect of impregnation concentration on the adsorption characteristics of hydrogen sulfide on the impregnated activated carbon

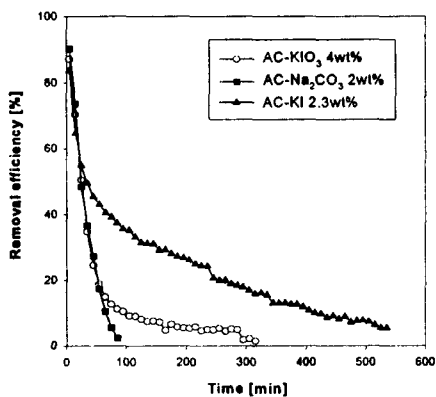


(a) Removal efficiency

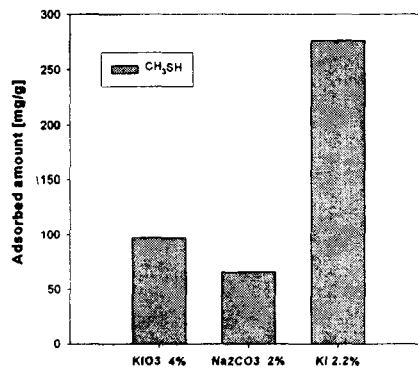


(b) adsorbed amount

Fig. 4. Effect of impregnation concentration on the adsorption characteristics of hydrogen sulfide.(ACF)



(a) Removal efficiency



(b) adsorbed amount

Fig. 5. Effect of chemical treatment on the adsorption characteristics of methyl mercaptan on the impregnated activated carbon

### 3. 결론

본 실험에서 황화합물계 악취인 황화수소와 메틸메르캅탄의 제거에 적합한 흡착제의 흡착특성을 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 황화수소의 제거효율은 AC의 침착제로 사용되던  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 에 비하여  $\text{KIO}_3$ , KI를 침착하였을 경우 제거효율이 매우 높게 나타났다. 또한 AC에  $\text{KIO}_3$ 를 농도별로 침착한 결과  $\text{KIO}_3$  4wt%가 가장 우수한 흡착능력을 보임을 알 수 있었다

2) ACF를 흡착제로 사용할 경우 황화수소의 제거시 초기 제거능은 KI보다  $\text{KIO}_3$ 가 높게 나타났으며, 침착농도가 비슷한 KI 9wt%와  $\text{KIO}_3$  8.2wt%의 흡착량을 비교하여 보면  $\text{KIO}_3$ 가 2배 이상의 제거효율을 나타내었다.

3) 메틸메르캅탄의 제거시에는 KI를 침착하였을 경우  $\text{KIO}_3$ 나  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ 보다 제거효율이 우수하게 나타났다. AC-KI 2.3wt% 흡착제가 276.5mg/g을 AC- $\text{KIO}_3$  9wt%가 97.21mg/g을 흡착하는 것을 알 수 있었다.

### 4. 참고문헌

1. Suetaka T., Y. Maeda and J. Inoue. "Study of Deodorization by Adsorption III Deodorization of Odor Gas Containing triethylamine by Adsorption." *J. Odor Research and Eng.*, Vol.18(5), pp.215-220, 1987
2. Mark P. Cal, Susan M. Larson. and Mark J. Rood. "Experimental and Modeled Results Describing the Adsorption of Acetone and Benzene onto Activated Carbon Fibers." *Environmental Progress*, Vol.13(1), pp.26-30, 1994
3. Bandosz, T. J. and Q. Le. "Evaluation of Surface Properties of Exhausted Carbons used as  $\text{H}_2\text{S}$  Adsorbents in Sewage Treatment Plans." *Carbon*, Vol.36, pp. 39-44, 1998
4. Nitta T., T. Suzuki and T. Katayama. "Gas-phase Adsorption Equilibria for Aceton, Diethylether, Methanol, and Water on Activated Carbon Fiber." *J. Chem. Eng. Japan*, VOL.24(2), pp.160-165, 1991