

CT13) 악취가스 제거용 조립상 침착 활성탄소의 제조 및 흡착 특성

The preparation and adsorption characteristics of impregnated pellet type activated carbon for removal odorous compounds.

박영태 · 김정덕¹⁾ · 손부순¹⁾ · 임계규²⁾ · 임철규.

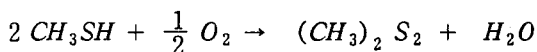
(주)동양탄소, ¹⁾순천향대학교 환경보건학과, ²⁾호서대학교 제3공학부 화학기술개발 연구소

1. 서 론

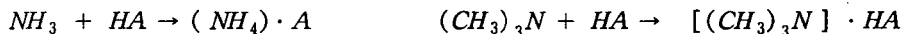
악취가스제거용으로 흔히 파쇄상 활성탄소를 사용하고 있는데 조립상 침착 활성탄소를 사용하면 경도가 높고 입도가 균일하여 흡착탑 내에서 일정한 가스 유속분포를 얻을 수 있고 Life Time을 연장할 수 있기 때문에 여러 장점이 있다. 일반 활성탄소의 표면은 비극성이며 흡착력이 본질적으로 단순히 반델발스 힘에 의한 물리흡착이기 때문에 황화수소나 NH₃ 등 비점이 낮은 성분에 대해서는 충분한 흡착성을 갖지 못한다. 따라서 활성탄소 표면을 화학적으로 개질하거나 화학약품을 침착시켜 특정 성분에 대해 선택적 흡착을 가진 악취가스제거용 활성탄소가 많이 이용되고 있다. 일반 활성탄소에 비휘발성 무기물인 가성소다(NaOH)나 탄산나트륨(NaCO₃)을 침착시킨 알칼리 침착활성탄소는 산성가스용 활성탄소로 불리며 황화수소(H₂S)나 메칠 메캅탄(CH₃SH)과 같은 산성가스와 접촉 산화하여 원소상 유황 또는 황산으로 흡착 保持한다.



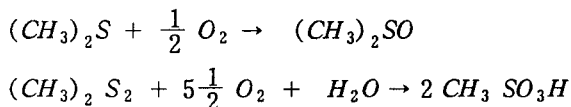
또 메칠메캅탄과 접촉산화하여 이황화 메칠로 변화시킨다.



그런데 염기성 가스(주로 NH₃) 공존 하에서 H₂S나 메칠메캅탄을 제거시킬 때는 할로젠 화합물(주로 F)을 침착시켜 촉매로 작용함으로써 산화·흡착시킨다. 비휘발성 무기산인 염산, 황산(H₂SO₄)이나 약산인 인산(H₃PO₄)을 침착시켜 제조한 산침착 활성탄소는 염기성 가스용 활성탄소로 불리며 암모니아 가스(NH₃)나 트리메칠아민[(CH₃)₃N]과 같은 악취성분을 암모늄염, 아민염으로 흡착 保持한다.



할로젠화합물(주로 F)로 표면 처리한 중성가스용 활성탄소는 황화메칠 [(CH₃)₂S]이나 이황화 메칠 [(CH₃)₂S₂] 또는 탄화수소류(CH₄)를 산화 흡착하여 술포키프나 술포산으로 변환시킨다.



2. 연구 방법

가. 조립 활성탄소의 제조

조립활성탄소의 원료는 식물성계로서 야자각 char, 톱밥 소회 등이 있으며 석탄계로는 유연탄, 무연탄 등이 있는데 ASH가 낮은 야자각 char를 원료로 사용하였고 Binder로는 Coal tar pitch를 이용하였다. 야자각 Char와 Coal tar pitch의 물성은 Table 1.과 같다.

Table 1. Raw Material and Binder for pelletized activated carbon.

Item	TM(%)	VM(%)	ASH(%)	FC(%)	TS(%)	Remark
Coconut Char	5.9	11.7	6.8	75.6	Trace	B.D 0.55 g/cc
Coal tar pitch	1.0	60.7	0.2	38.1	0.27	Softing Point(120℃)

야자각과 점결제를 각각 약 100 mesh로 분쇄하여 일정한 비율로 혼합하여 전기 Heater에 의해 95℃ 이상 승온된 Double Mixer에서 교반한 다음 Pelletizer에서 4mm로 성형시켰으며 조립활성탄소 제조 장치는 Fig 1.과 같다.

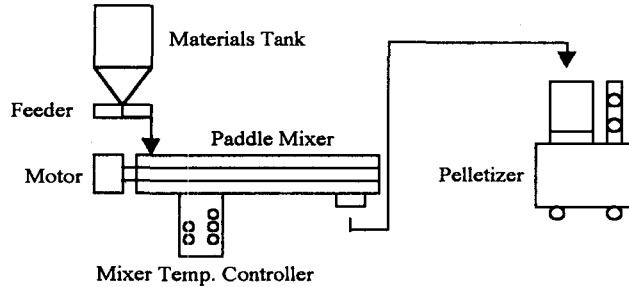


Fig. 1. Schematic diagram of pelletizing apparatus.

나. 활성화 방법

성형된 조립활성탄소를 115±5℃ 건조기에서 4시간 건조시킨 다음 Fig 2.의 활성화 시험로 Sample-용기에 80g을 담아 질소가스를 2 l/min 씩 넣으며 500℃까지 5℃/min 속도로 승온시켰다. 일정온도에 도달하면 2시간동안 탄화를 시킨후 850℃까지 동일한 조건으로 승온시킨후 질소가스 대신 수증기를 4.75 l/min 씩 넣으며 활성화하였다.

활성화후 냉각공정으로 질소가스를 2 l/min 씩 넣으며 200℃까지 냉각하였으며 꺼내어 데시케이터에서 실온까지 냉각후 수율, 물성분석 및 흡착실험을 하였다.

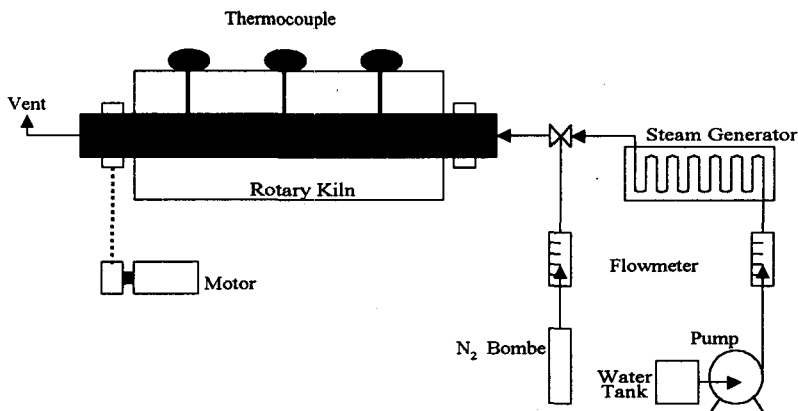


Fig. 2. Schematic diagram of Activation apparatus.

다. 침착 방법

활성화된 조립활성탄소를 증류수로 수 차례 세척한 후 150℃ 건조기에서 24시간 건조하여 데시케이터에 보관한 후 사용하였다. 염산원액은 5V/V%로 희석시키고 고체 가성소다는 5W/W%로 용해시킨 다음 준비된 활성탄소를 약 6시간동안 담지 시킨 다음 115±5℃ 건조기에서 4시간 건조하였다 .

라. 가스 흡착실험

본 실험에 사용된 유기용매 흡착시험장치는 Fig. 3에 나타내었고 이 장치에서의 구체적인 실험조건은 Table 2와 같다. 유리로 만들어진 U자관에 건조된 활성탄소를 약 5g 넣고 정확히 무게를 단 다음 25± 0.2℃로 조절된 시험장치에 2ℓ/min의 공기를 흐르게 하여 1/n포화도의 혼합공기를 만든다. U자관을 장치에 부착하고 혼합공기를 흐르게 하여 각각의 악취가스를 흡착시킨 후 1시간 이상 경과한 후에 U자관을 떼내어 마른천으로 잘 닦아서 그 무게를 정확히 단다. 이 조작을 U자관의 무게 증가량이 5mg 이내 일 때까지 반복하고 최종 무게로부터 처음의 무게를 뺀 시료의 무게 증가량을 구하였다.

모든 장치는 항온조에 넣었으며 건조공기를 만들기 위해 실리카겔 병에 통과시켰다.

Table 2. Experimental Conditions

Parameters	Temp. of odorous gas	U type Column		Flow Rate	Packing Amount of A/C
		I.D	Height		
Unit	℃	mm	mm	ℓ/min	g
Conditions	25±0.2	18	85	2.0	about 5.0

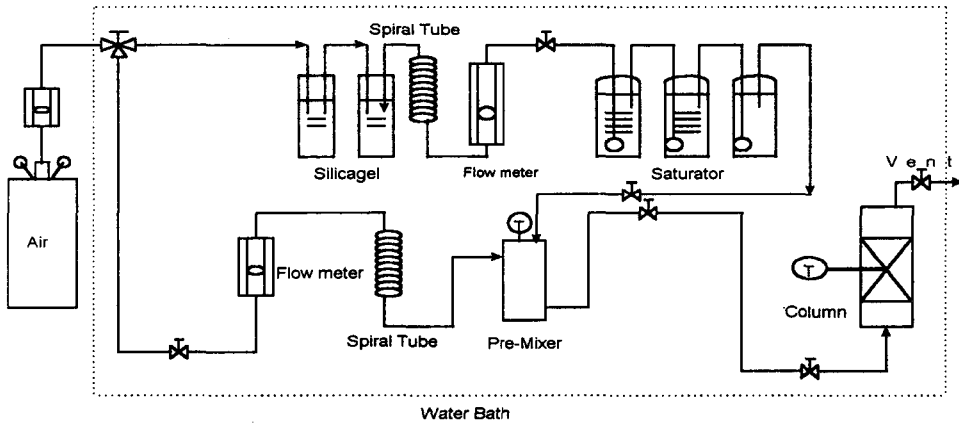


Fig. 3. Schematic diagram of experimental apparatus for adsorption equilibrium.

3. 결과 및 고찰

가. 조립상 침착활성탄소 물성

성형 및 탄화, 활성화 과정을 거쳐서 제조된 조립상침착활성탄소의 특성은 Table 3. 과같다.

Table 3. Characteristics of pelletized activated carbon

Item	size	Hardness(%)	B.D(g/cc)	I ₂ capacity(mg/g)	B.E.T(m ² /g)	pH
H C ℓ A.C	4mm ×6mm	99.5	0.49	1,120	1,230	1.2
NaOH A.C	"	99.6	0.49	1.150	1,250	13.5

나. 가스흡착 실험결과

각종 조립상 침착 활성탄소와 무침착 야자각 파쇄 활성탄소의 각 악취가스 종류와 농도에 따른 평형 흡착량을 Fig. 4, 5에 나타냈다. 가스농도가 높을수록 활성탄소 Kg당 가스의 평형 흡착량도 증가하는데, 특히 무침착 활성탄소는 농도의 증가에 따라 흡착량이 급격히 증가하므로 커브의 경사가 높은 반면에 조립상 침착활성탄소는 비교적 완만하다. 염화수소 농도 10ppm에서 산성 가스용 침착 활성탄소가 Kg당 400g을 흡착하는 반면에 무침착 활성탄소는 20g에 불과함으로서 조립상 침착활성탄소가 무려 20배 만큼 흡착량이 높음을 알 수 있다.

또한 트리메틸 아민의 농도 10ppm에서도 염기성 가스용 침착활성탄소가 Kg당 70g을 흡착한 반면에 무침착 활성탄소는 10g을 흡착함으로써 침착탄의 흡착량이 7배 만큼 증가하였으며, 황화메틸 10ppm에서도 중성가스용 침착활성탄소가 Kg당 45g을 흡착한 반면에 무침착 활성탄소는 15g을 흡착함으로써 침착탄의 흡착량이 3배 만큼 증가하였다.

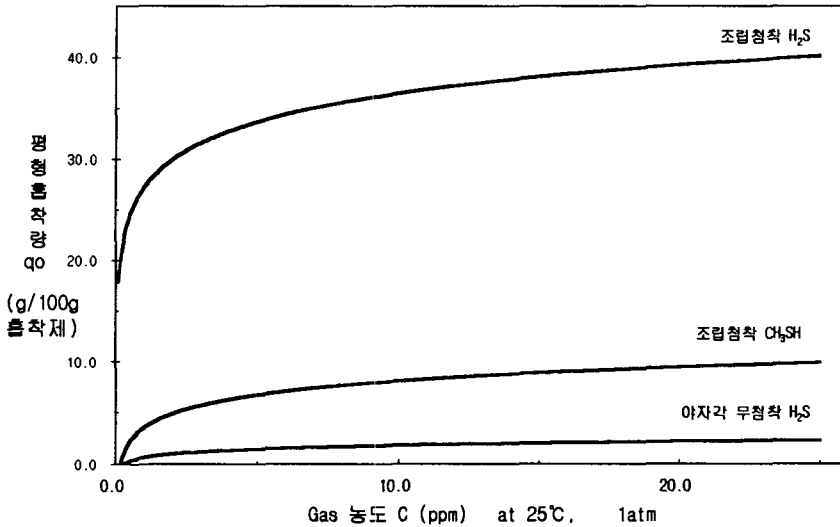


Fig. 4. Adsorption isotherm of H_2S CH_3SH on NaOH impregnated carbon.

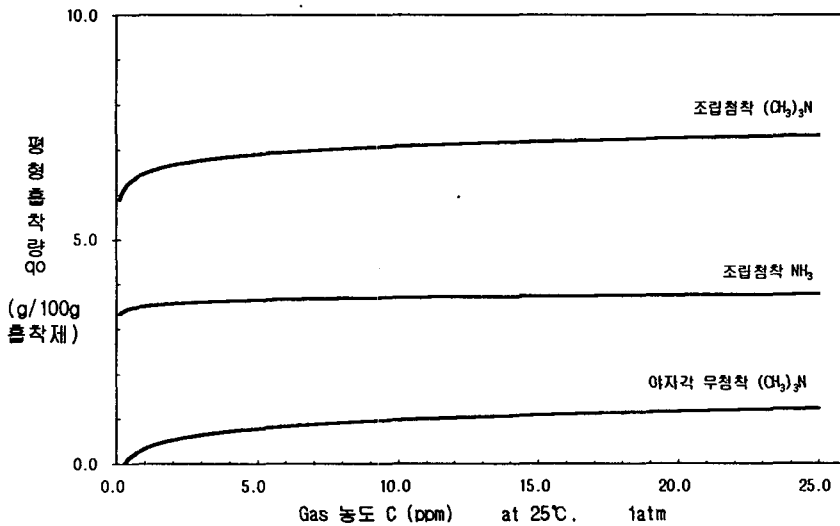


Fig. 5. Adsorption isotherm of $(CH_3)_3N$ NH_3 on HCl impregnated carbon.

참 고 문 헌

- 眞田雄三, 鈴木基之, 藤元 (박영태譯)(1996), 신판 활성탄 기초와 응용, 동화기술
 박영태(1999), 「직결식 반면형 가스마스크 및 필터의 공정개발」 한국대기환경학회 춘계학술대회
 요지집, 38-40