

PS21(MA32) 시판 활성탄의 악취 가스에 대한 최대 흡수량과 제거효율 측정

Evaluation of Maximum Absorption and Removal Efficiency of Commercial Active Charcoal to the Typical Odorous Gases

곽민규·문영준·양성봉

울산대학교 화학생명과학부

1. 서론

활성탄은 1,000m²/g 이상의 큰 표면적을 가지며, 이것을 활용하여 공업적인 용도로 옛부터 탈취제와 같은 흡착제로서 이용되고 있다. 최근에는 생활 수준의 향상으로 인해 악취에 대해 민감해져서 악취 제거제로서 활성탄의 사용량은 갈수록 늘어나고 있는 추세이다. 특히 우리나라의 경우 공업단지 주변에서의 악취에 대한 민원이 급증함으로써 여러 악취발생업체에서 악취 제거장치로서 활성탄을 이용하는 곳이 많아지고 있다. 활성탄 흡착탑을 설계함에 있어서 악취 성분에 대한 최대흡수 당량이나 제거율은 장치의 규모나 활성탄 교체의 주기를 예측하는데 대단히 중요한 자료로 활용될 수 있다. 여기서는 공기 중 악취 제거용으로 흔히 사용되고 있는 입자상 활성탄(쿠라레 GC, 일반가스 흡착용, 일본)을 대상으로 대표적인 악취성분인 암모니아, 트리메틸아민 및 황화수소에 대한 최대 흡수량과 탈취율을 측정해보았다.

2. 연구 방법

2-1. 최대흡수량 측정

악취물질로서 암모니아는 26.5% 수용액을 또한 트리메틸아민의 경우 30.0%의 수용액을 사용하였으며 황화수소는 질소를 바탕으로 하는 약1% 황화수소 가스를 사용하였다. 이 실험을 위해 1ℓ의 깨끗한 병 2개를 마련하여 이 중 한 병속에 활성탄을 넣어(1.0g) 고무마개로 밀봉한 다음 미량주사기(microsyringe)로 동시에 같은 양의 암모니아수(10.0μℓ)를 주입하였다. 즉시 검지관(Gastek사, 측정범위 10~1,000ppm, 일본)으로 활성탄이 없는 병 속의 공기(시료채취량 20ml)를 측정하고 초기농도로 삼았다. 1시간이 지난 후 각 병 속의 남은 암모니아의 농도를 측정하고 활성탄이 든 병에는 다시 10.0μℓ의 암모니아수를 주입하였다. 1시간이 지날 때마다 이 과정을 되풀이 하여 잔류 농도를 구한 다음 두 병 속의 암모니아 농도가 같아질 때 활성탄이 포화된 것으로 간주하여 이 시점에서 암모니아가 활성탄에 흡수된 최대량을 산정하였다. 트리메틸아민의 경우도 암모니아와 같은 방법으로 병속에 주입하였다. 다만 트리메틸아민의 농도는 가스밀봉 주사기(gas-tight syringe)를 이용하여 병 속의 공기 1.0ml를 채취하여 가스 크로마토그래프(Donam GC DS6200, FID, DB-1 column)에 직접 주입하여 구하였다. 황화수소의 경우는 1.0ℓ의 양쪽 끝에 마개 또는 발브가 달린 유리세 진공병 두 개를 마련하고 이 중 한 곳에 1.0g의 활성탄을 넣고 각 병의 마개를 열어 1ℓ/min의 유속으로 1분간 흘려 담은 후 병내 기체 0.5ml를 GC(Shimadzu GC-9A, FPD, Chromosil 310, 8'×1/8' OD Teflon(FEP))로 분석하여 초기농도로 하였다. 1시간 후 두 병속의 기체 채취한 다음 활성탄이 든 진공병을 열어 같은 양의 황화수소가스를 흘린다. 채취된 시료는 즉시 남은 황화수소의 양을 측정하였고 이 과정을 되풀이 한 다음 활성탄이 있는 병속의 황화수소가 없는 병속의 농도와 같아지면 포화된 것으로 간주하여 최대 흡수량을 산정하였다.

2-2. 탈취효율의 측정

농도가 일정한 표준가스를 얻기 위해 암모니아와 트리메틸아민의 경우 표준가스 발생기(Permeator, Gastek사, 일본)를 사용하였고 황화수소의 경우는 앞서와 같은 가스를 이용하였다. 암모니아와 트리메틸아민 수용액을 표준가스발생기에 주입하고 농도와 유량을 조절하여 각각 3,800ppm, 636ppm의 농도로

100ml/min의 유량으로 연속적으로 나오도록 하였다. 그리고 황화수소의 경우(17,000ppm)는 유량계를 달아 같은 유속으로 조절하였다. 직경이 10cm, 길이가 30cm의 유리관 3개를 마련하여 각각에 활성탄 5.00g을 채우고 하단으로부터 이들 악취 가스를 각각 연속적으로 흘려주었다. 주기적으로 입구와 출구 농도를 측정하였으며 각 성분에 대해 포화될 때까지의 평균 탈취효율을 구해보았다. 그리고 60℃에서의 탈취효율 변화를 알아보기 위해 활성탄이 든 관을 욕조에 넣어 같은 방법으로 각 성분의 농도를 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

암모니아의 활성탄에 의한 흡수량은 총 주입량에서 잔존량의 합계와 자연감소량을 뺀 값이며 암모니아 10.0 μ l는 1.58mg에 해당하므로 활성탄의 암모니아에 대한 흡수당량은 0.18mg/g으로 계산되었다. 이와 같은 방법에 의해 각 성분에 대한 흡수당량을 표 1에 정리하였다.

Table 1. Maximum amount of odorous gases statically absorbed into the active carbon.

Ammonia	Trimethyl amine	Hydrogen sulfide
0.18mg/g	6.28mg/g	52.8mg/g

탈취효율 측정에 있어서는 활성탄 전후의 농도가 같아지면 포화된 것이므로 이로부터 최대 흡수량을 알 수 있었다. 이 양을 흘려 준 총 악취성분의 양으로 나누면 평균 제거효율을 구할 수 있으며 이 결과를 표 2에 나타내었다.

Table 2. Removal efficiency and maximum amount of odorous gases absorbed dynamically.

Temp.	Efficiency/Absorption	Ammonia	Trimethyl amine	Hydrogen sulfide
R.T.	Average removal efficiency	15.1%	49.1%	65.5%
	Maximum amount of absorption	2.12mg/g	6.18mg/g	55.8mg/g
60℃	Average removal efficiency	12.0%	46.2%	62.8%
	Maximum amount of absorption	1.58mg/g	6.02mg/g	53.5mg/g

전반적으로 유리병에 계속적으로 악취성분을 첨가함으로써 구한 최대 흡수량과 가스를 흘려줌으로써 구한 최대 흡수량은 거의 같은 값을 나타내었다. 그리고 상온과 60℃에서의 탈취율은 상온에서보다 조금 떨어지는 경향을 보였지만 현격한 차이를 나타내지 않았다. 그러나 탈취율은 활성탄과 악취성분과의 접촉시간 즉 가스의 유속이나 입자가 관내에서 채워져 있는 상태 등과 밀접한 관계가 있었다.

참 고 문 헌

- 田中榮治 (1996) 「활성탄의 최적설계기술과 그 응용, 실제 예」, Kurare Chemical, 제1판, 3쇄
 전의찬 (1996) 활성탄, 학술대회 요지집, 93~95