

제올라이트 및 활성탄의 유해가스 제거능에 대한 연구

채수천^{1)*} · 장영남²⁾ · 김혁³⁾ · 배인국⁴⁾ · 류경원⁵⁾ · 이성기⁶⁾

1. 서 론

산업발달은 새로운 고기능성 물질 및 첨단장비를 요구하고 있으며, 이를 통하여 인류의 복지향상을 추구하여 왔다. 그러나 이러한 물질 및 장비의 생산시, 부가적으로, 위해한 물질 또한 동반되는 특성이 있다. 특히 환경오염의 주범인 유해가스는 인류 건강에 치명적 요인으로 간주되어, 이를 제거코자, 다양한 종류의 물질이 개발되어 왔다. 따라서 본고에서는 이러한 유해가스의 제거능력이 탁월한 것으로 간주되어 온 다양한 종류의 제올라이트 및 활성탄의 유해가스 제거능을 측정하여 환경문제에 대한 비교자료를 제시코자 한다.

2. 본 론

2.1. 연구대상 물질 및 유해가스

본 연구의 대상물질로는 제올라이트와 활성탄을 선택하였다. 제올라이트의 경우, 상용제올라이트 13X 및 4A 타입을 그리고 활성탄의 경우에는 대나무, 목재, 코코넛 및 석탄으로부터 생성된 활성탄을 연구대상으로 하였다. 또한 이들의 유해가스 제거능의 측정을 위하여, 현재 각 공장으로부터 발생하는 다양한 유해가스 중 가장 일반적인 유해가스로 평가되고 있는 H₂S(10%), NH₃(10%) 및 아세트알데히드(CH₃CHO 0.986%)를 사용하였으며, 희석가스로는 N₂가스(순도 5N)를 사용하였다.

2.2. 연구방법

유해가스 흡착용량 측정은 Fig. 1에서 제시된 가스흡착장치를 사용하였다. 측정시료는 입도 #30~#80인 것을 사용하여, H₂S 및 NH₃에 대한 측정 시, 5g 그리고 아세트알데히드인 경우, 3g을 평량하여 column에 충전하였다. 오븐 내의 온도를 30℃로 유지한 후, 가스 조절기를 이용하여 유해가스의 용량을 5-50ml/분 그리고 희석가스 0-95ml/분을 주입하였다.

각 시료별 흡착용량은 배출가스를 Gastec사 검지관식 가스농도 측정기로 매 5분 간격으로 측정하였다. 인입가스 농도의 10% 초과하기 시작할 때(유해가스 제거율 90%까지)를 파과점(breakthrough point)으로 판정했다. 흡착용량은 파과점까지 Column을 통과한 유해가스의 유량과 사용된 시료의 무게로부터 아래와 같은 식에 의하여 계산하였다.

$$\text{흡착용량(\%)} = \text{유해가스유량(ml/분)} \times \text{파과시간(분)} \times (1 \text{ L}/1000\text{ml}) \times (1\text{mol}/22.414 \text{ L}) \times (\text{유해가스의 g분자량/mol}) \times (1/\text{시료의 무게}) \times (\text{유해가스의 농도 \%}/100) \times 100$$

주요어 : 활성탄, 제올라이트, 흡착용량, 파과점, 유해가스

1) 한국지질자원연구원 자원활용소재연구부 (chae@kigam.re.kr)

2) 한국지질자원연구원 자원활용소재연구부 (crystal@kigam.re.kr)

3) 한일그린텍 부설 연구소 (hyukim03@hanmail.net)

4) 한국지질자원연구원 자원활용소재연구부 (bae@kigam.re.kr)

5) 한국지질자원연구원 자원활용소재연구부 (@kigam.re.kr)

6) 과학기술연합대학원 대학교 자원순환공학(skilee@kis.kigam.re.kr)

흡착 시험 전후에는 흡착력 측정장치의 line을 가스검지관을 이용하여 유해가스가 검출되지 않을 때까지 N₂가스로 충분히 세척하여 시험오차와 line의 부식 방지를 유도하였다.

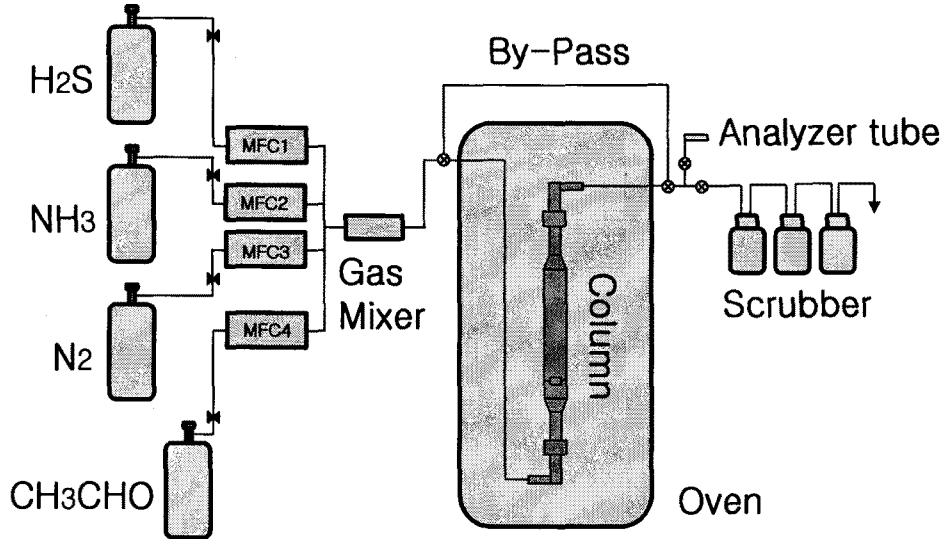


Fig. 1. Schematic diagram of experimental apparatus for measuring the amounts of hazardous gas adsorbed on adsorbent.

2.3. 연구결과

H₂S의 경우, 활성탄의 흡착용량은 야자각, 대나무계에서 각각 1.2-1.8%와 2.4%로 우수한 흡착력을 보인 반면, 제올라이트의 경우에는 제올라이트 13X가 비교적 야자각 활성탄의 흡착용량과 유사하였지만, 제올라이트 4A의 경우에는 0.15로 낮은 경향을 보였다. NH₃의 경우, 활성탄의 흡착용량은 0.16-0.44인 범위였으나, 제올라이트는 0.2-0.6정도로 활성탄에 비하여 높은 흡착력을 보였다. 또한 아세트 알데히드의 경우에는 대나무계의 활성탄이 9.5%로, 1.0-4.0%인 나머지 다른 물질과 비교하여 가장 우수한 물질임을 확인하였다.

본 연구는 극히 일부 종류의 가스를 대상으로 실험하였기 때문에, 향후 보다 다양한 유해가스에 대한 흡착력을 측정할 필요가 있다. 또한 다양한 종류의 활성탄 및 제올라이트가 환경적 오염요인의 해소를 위한 환경 정화제로써의 가능성 여부에 초점을 맞춘 연구가 수행되어야 할 것으로 사료된다.

시료 내용	H ₂ S			NH ₃			CH ₃ CHO		
	흡착 용량, %	N ₂ /H ₂ S 유속 ml/분	Column 직경, mm [시료량g]	흡착 용량, %	N ₂ /NH ₃ 유속 ml/분	Column 직경, mm [시료량g]	흡착 용량, %	N ₂ /CH ₃ CHO 유속 ml/분	Column 직경 mm (시료량g)
야자각 AC	1.2-1.8	80/20	15 [5]	0.16	95/5	15 [5]	3.2-4.0	0/50	15 (3)
교표면적 야자각 AC	2.3	80/20	15 [5]	-	-	-	-	-	-
석탄계 AC	-	-	-	0.25	95/5	15 [5]	1.0	0/50	15 (3)
대나무 AC	2.4	80/20	15 [5]	0.44	95/5	15 [5]	9.5	0/50	15 (3)
제올 4A	0.15	95/5	15 [5]	0.3-0.6	95/5	15 [5]	2.3	0/50	15 (3)
제올 13X	0.91	80/20	15 [5]	0.23	95/5	15 [5]	2.9	0/50	15 (3)

3. 결 론

다양한 제올라이트 및 활성탄에 대한 유해가스의 흡착능을 측정하였다.

측정한 결과, H_2S 의 경우, 활성탄은 1.2-2.4%의 흡착용량을 보인 반면, 제올라이트는 0.15-0.91의 낮은 흡착용량을 보였다. NH_3 의 경우 활성탄은 0.16-0.44%의 흡착용량을 보인 반면, 제올라이트는 0.23-0.6을 보임으로써 활성탄보다 다소 우수한 흡착능력을 가진 것으로 확인되었다. 또한 CH_3CHO 의 경우, 활성탄은 1.0-9.5%의 매우 다양한 흡착용량을 보인 반면, 제올라이트는 2.3-2.9로 비교적 일정한 흡착용량을 보였다.