

PE10) 가스센서를 활용한 대기오염물질 흡착제의 실시간 성능 평가 시스템 구축

Development of the Real-time Evaluation System of Air Pollutant Adsorbent by using Gas Sensors

김준철 · 김선태 · 김하나 · 유미애
 대전대학교 환경공학과

1. 서 론

대표적인 대기오염방지 기술 중 하나인 흡착과정에 대한 성능평가는 대부분 기기분석에 의존하여 연구하고 있다. 이러한 기기분석은 고가의 장비 사용으로 인해 전처리의 번거로움과 전문관리인력 확보 등의 어려움으로 중간 중간에 몇몇 시료만을 분석하는 단속적 분석에 그치고 있어, 파과점 판단이나 처리 효율의 평가에 일정한 한계를 지니고 있다. 흡착제의 경우 파과점을 지나면서 급격히 효율이 떨어지기 때문에 흡착제의 교환시기가 장치의 성능(흡착탑)을 유지하는 가장 중요한 인자이나 현실적으로 흡착제의 파과점 판단 및 흡착제의 교환은 대부분은 현장 관리인의 경험에 의존하고 있어 비효율적인 수준에 머무르고 있다. 이에 본 연구에서는 전기화학식 가스센서를 활용하여 실시간으로 흡착제의 성능을 평가하기 위한 새로운 방법을 제안하고, 이를 정립하기 위한 기초실험결과를 검토하는 것을 목적으로 하였다.

2. 연구 방법

본 연구에 사용하기 위하여 제작한 시스템은 그림 1과 같이 크게 악취발생부, 반응부, 측정부로 나누어진다. 악취발생부는 원하는 농도의 악취를 제조하여 공급하는 곳으로, MFC(Mass Flow Controller)와 펌프를 설치하여 악취 표준가스를 실리콘겔과 활성탄을 통과시킨 무취공기로 희석하여 공급하도록 하였다. 반응부는 악취발생부에서 흡입한 악취를 흡착제에 의하여 제거하는 곳으로, 실험에 사용한 반응조는 직경 30 mm, 높이 194 mm인 원통형으로 외부물질에 의해 영향을 받지 않는 테프론 재질로 제작하였다. 측정부는 악취가스의 농도를 평가하기 위한 곳으로, 시판 중인 전기화학식 가스센서를 이용하였다. 전기화학식 가스센서를 반응부의 입구와 출구 부분에 각각 설치하였고, 전기화학식 악취가스센서와 악취성분이 반응하여 생성되거나 변화되는 전기적인 변화를 데이터로거(AAC-2 모듈)를 이용하여 연속 측정하도록 하였으며, 센서 신호를 실제 농도로 환산하기 위하여 악취가스의 농도는 검지관을 이용하여 측정하였다.

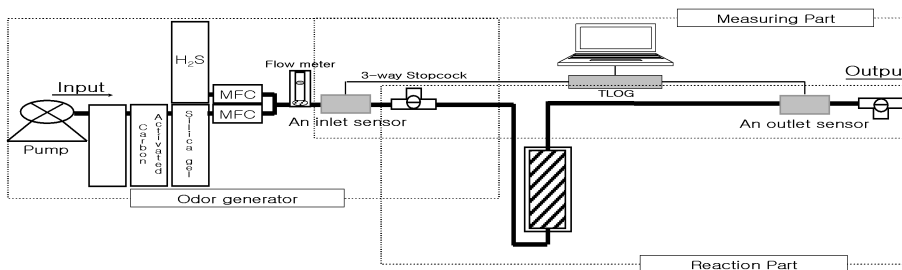


Fig. 1. 흡착제 실시간 센서 효율 성능평가 장치의 모식도.

3. 결과 및 고찰

H₂S의 표준 농도와 장치 내에서의 실제농도(검지관 측정농도) 차이를 확인하기 위하여 장치 유출부에서 황화수소 농도를 측정하여 비교하였다. 반응장치에 315 ppm의 표준농도 분배에 들어 있는 황화수소를 주입한 후 3시간이 경과하여 안정화되었다고 판단되는 시점에 냄새봉지로 시료를 채취하여 검지관을

로 3회 이상 측정된 평균값을 그림 2에 정리하였다. 황화수소 이론농도(MFC유량을 계산된 농도)를 보정하여 계산한 값은 이론농도에 비해 검지관의 실제농도 차이는 크게 나지 않았으며, 상관계수는 0.9962로 양호하게 나타났다. 이에 이후의 모든 실험에서의 황화수소 농도는 이론농도를 이용하여 평가하는 것으로 하였다.

그림 3은 센서의 감도값과 황화수소 농도의 상관관계를 나타낸 그림이다. 황화수소의 농도가 안정화 된 뒤 측정된 결과, inlet 센서와 outlet 센서의 황화수소에 대한 감도는 선형적으로 나타나고 있으며, 상관계수는 각각 0.9920, 0.9763로 양호한 상관성을 보이는 것으로 나타났다. 기울기의 값도 두 개 센서 모두 유사하게 나타나 센서의 감도는 비슷한 것으로 판단되어 본 연구에서 사용한 악취센서에 의해 황화수소 농도의 변화를 충분히 평가할 수 있는 것으로 확인되었다.

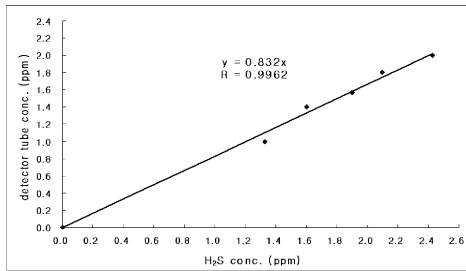


Fig. 2. H₂S의 농도.

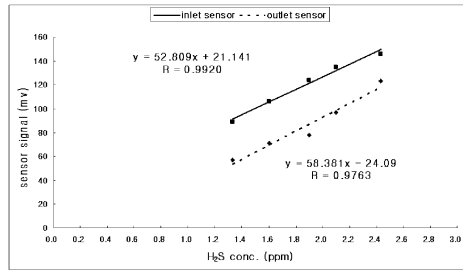
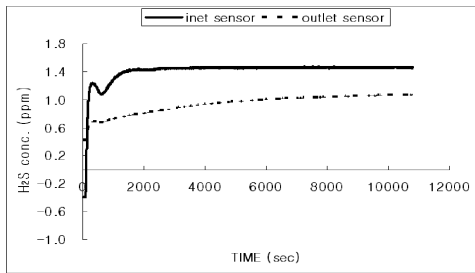
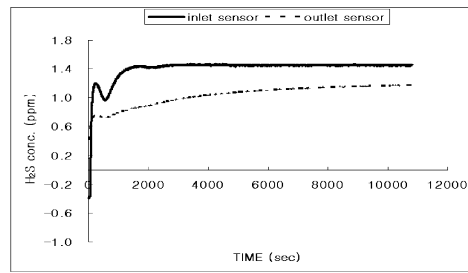


Fig. 3. 센서 감도값과 H₂S 농도의 상관관계.

충전량에 따른 활성탄의 흡착 효율 평가를 위하여, 충전량을 5 g과 7 g으로 하여 실험한 결과를 그림 4에 나타내었다. inlet 센서의 값은 실험 과정에서 유사한 수치를 보이는 것으로 나타났으며, outlet 센서의 값은 반응초기에 약간의 흡착이 일어나고 시간이 지남에 따라 출구 이론농도인 1.1 ppm에 수렴하는 것을 확인할 수 있었다. 본 예비실험만으로 흡착제의 성능에 따른 센서값의 변화를 명확히 구분하기는 어려우나, 추후 흡착제의 양의 변화와 흡착탑의 설계에 대한 고려, 안정적인 가스의 공급 등의 내용을 보완한다면 흡착제의 성능을 악취센서에 의해 실시간으로 평가하는 것이 충분히 가능할 것으로 판단된다.



충전량 5g.



충전량 7g.

Fig. 4. 흡착제 충전량에 따른 센서 감도값.

사 사

본 연구는 재단법인 연강재단의 환경·안전 관련 학술연구 사업 운영규정에 의거하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

홍성주 (2009) 반도체 악취가스센서를 활용한 실시간 탈취제 성능 평가 시스템 개발, 대전대학교 석사학위논문.