한국대기환경학회 2006 추계학술대회 논문집
Proceeding of the 43rd Meeting of KOSAE(2006)
Korean Society for Atmospheric Environment

4B5) 휘발성 유기화합물의 간헐적 배출원에 대한 최적의 활성탄 흡착시스템 설계

Design of Optimum Activated Carbon Adsorption System for the Intermittent Emission Sources of Volatile Organic Compounds

박희재 · 서만철 · 이시훈[1] · 임정환[1] · 우광재[1] · 김상도[1] · 손미숙[1]
시흥환경기술개발센터, [1]한국에너지기술연구원 청정시스템연구센터

1. 서 론

휘발성 유기화합물의 배출 방지기술로 사용되는 활성탄은 최적의 방지기술이 아니다. 활성탄으로 제거가 가능한 휘발성 유기화합물은 종류별로 제한되어 있다. BTX로 대표되는 방향족 용제류는 활성탄으로 제거하기가 가장 용이한 물질이다. 평균적으로 활성탄의 자체 무게의 35-40% 정도를 제거한다. 물론 파과는 15-20% 수준이다. 케톤류는 반응성이 커서 활성탄에 흡착할 때 발생되는 흡착열로 인해 열화현상이 발생한다. 열화란 열에 의해 반응이 촉진되어 케톤류가 다른 물질로 전이되어 지고 전이되어진 물질들은 활성탄의 기공을 막아 활성탄의 성능을 저하시키는 현상이다. 알콜류는 활성탄으로 제거하기 어려운 물질이다. 따라서 용제를 사용하는 업체별로 배출물질과 농도를 파악하여 방지시설을 정확하게 설계하여 설치하여야 한다(Department of US Army, 2001). 현재 시화 및 반월 산업단지의 휘발성 유기화합물 배출업체에서는 이러한 제약조건을 무시하고 설계한 경우가 많다. 본 연구에서는 시화 및 반월 산업단지에 입주하고 있는 업체 중에서 휘발성 유기화합물을 배출하는 업체를 대상으로 배출원 분석을 수행하였으며 활성탄 흡착탑을 설계하고 설치하는 과정에서 가장 많은 오류를 범하고 있는 물질별 흡착성능을 분석하여 최적의 흡착탑 설계를 하고자 하였다.

2. 연구 방법

활성탄 흡착탑을 설계하기 전에 우선적으로 해결하여야 하는 것은 배출의 최적화이다. 본 연구팀이 3개의 업체별로 작업장 국소배기 시스템을 최적화 하여 설치하였으나 본 논문의 목적이 활성탄 흡착탑의 최적 설계이므로 본 논문에서는 국소배기에 대해서는 간략하게 결과만을 소개하기로 한다(이시훈, 2006). 그림 1에 작업장 국소배기 시스템 최적화 설치 전후의 농도를 비교 하였다. Baseline 부분이 야간에 작업하지 않는 시간대의 분석결과이다. 여기에서 알 수 있는 것은 작업이 없음에도 약 100ppm 이상의 잔류농도가 관측되고 있다는 것과 특히 업체 B의 경우 작업 시간 이후에 잔류농도의 변화가 심하다는 것이 관측되고 있다. 업체 B의 경우에는 용제가 그대로 생산품이기 때문에 가능하면 용제를 날리지 않기 위해 배기 가스양을 조절하므로 실내 누적양이 많기 때문이다. 업체에서 사용하는 용매중에 알콜류인 IPA가 있다. 특히 인쇄용 잉크 용매로는 톨루엔, IPA, EA(Ethyl acetate)가 주성분이다. IPA는 메틸알콜, 에틸알콜

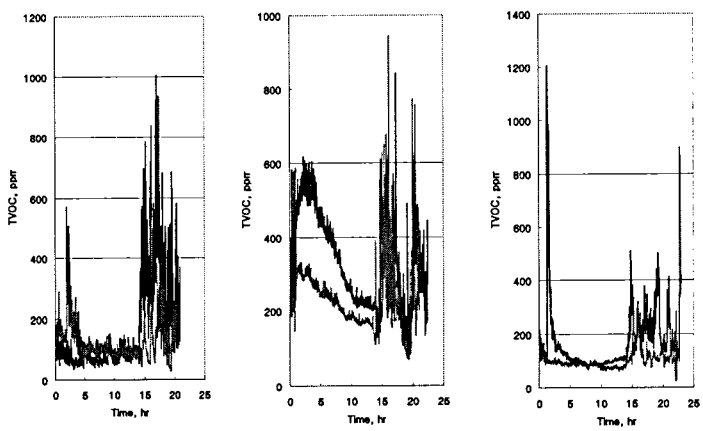

Fig. 1. Comparison of THC concentration before and after the optimization of ventilation system in the selected 3 companies.

과 함께 활성탄으로 제거하기에 용이한 성분이 아니다. 따라서 IPA용 흡착제를 별도로 찾아서 투입하여야 하는 문제가 있다. 알콜류를 흡착하는 데는 지올라이트나 ACF를 사용하는데 일반적으로 활성탄에 비해 가격이 20-60배 정도 차이가 있고 특히 ACF의 경우에는 비중이 작아 성능이 우수하다 하더라도 사용량이 제한되므로 흡착제를 적절하게 배합하는 것이 필요하며 이를 위해 다양한 흡착제(한독활성탄, 신광활성탄, ACF)를 이용하여 흡착 실험을 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

3성분계 중 IPA에 대한 흡착능력은 실험결과 활성탄소섬유가 가장 우수하였으며, 한독 활성탄이 가장 저조하였다. 하지만, 한독 활성탄은 IPA 단일성분 흡착에 있어서는 신광 활성탄보다 파과시점이 지연되면서 우수한 흡착능력을 나타냈다. Toluene-MEK-IPA 3성분계 흡착에서 파과점을 지배하는 IPA의 효과적인 처리를 위하여 제조사별 활성탄을 조합하였는데, 활성탄+활성탄소섬유 조합보다는 파과점을 연장시키지는 못하였으나, 현장 적용성을 검토 하였을 때 만족할 만한 결과를 얻을 수 있었다. 그림 2는 내경 2cm 흡착탑에서 흡착제 종류와 활성탄제조사에 따른 Toluene-MEK-IPA 3성분계 흡착특성을 나타낸 것이다. 활성탄소섬유의 활성탄과의 병행은 실험적으로는 월등하나 활성탄소섬유는 현장에 많은 양을 충진할 수 없을 뿐만 아니라 압력손실이 매우 커서 현장에 적용하기에는 더 많은 검토가 요구된다. IPA와 같이 흡착력이 약한 단일성분만을 용이하게 흡착할 수 있는 한독 활성탄을 일반적인 활성탄과 조합해서 사용한다면 활성탄소섬유와 조합하는 것보다 현장 적용성이 더 우수하리라 사료된다.

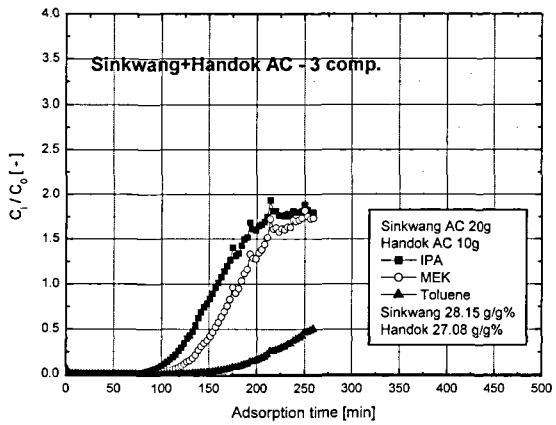

Fig. 2. Adsorption characteristics for the activated carbons equipped with series for the 3-component VOC mixtures.

공탑속도와 체류시간, 그리고 물질별로 활성탄을 조합하여 현장에 설치하고 성능을 검증하였으며 각각의 배출농도에 맞게 교체주기를 결정하여 실질적인 배출 방지시설이 되도록 하였다.

참 고 문 헌

이시훈 (2006) 화학제품 제조공정 발생 휘발성 유기화합물 처리기술 개발, 한국에너지기술연구원 보고서.

「Engineering and design; Adsorption Design Guide」, Department of the Army (2001).