

PA44) Paint Booth에서 발생하는 휘발성유기화합물의 분석 및 특성연구

A Study of Characteristics and Analysis of VOCs Generated in Paint Booth

김 광 석 · 강 성 규¹⁾ · 정 진 도²⁾

호서대학교 대학원 환경공학과, 한국에너지기술연구원¹⁾, 호서대학교 환경공학과²⁾

1. 서 론

Paint Booth 등의 공정에서 배출되는 휘발성유기화합물(Volatile Organic Compounds, VOCs)등 유해물질로 인한 대기오염의 증가와 이의 이동 확산에 따른 수질 및 토양오염으로 지역 주민의 호흡기 또는 식물체를 통한 노출 위해성이 증가하고 있다. 석유화합단지 및 주변에서 발생하는 VOCs등 유해물질은 발암성 등 만성적으로 환경성 질환을 유발할 가능성이 매우 높다. 이러한 VOCs물질의 저감을 위하여, 회수율 또는 제거효율이 90%이상 만족하도록 흡착, 흡수, 소각, 및 응축 등의 시설을 설치하도록 정하고 있으나 VOCs의 관리대상물질에 있어 혼합물질에 대한 명확한 구분이 없고, 혼합물질에 대한 규정이 없어 단 1%의 규제대상 VOCs물질이 포함된 혼합물의 경우에도 관리대상으로 취급되는 상황으로 규제자와 업체간의 논란이 야기되고 있다. 따라서 보다 높은 효율의 VOCs의 저감을 만족하는 고효율의 방지 시설이 요구되고 있다. 따라서, 본 연구에서는 페인트 도장공장에서 VOCs의 발생을 줄이기 위한 목적으로 기초 연구 자료를 제공하고자 하며 VOCs의 처리방법 중 촉매연소를 이용하여 Paint Booth에서 발생하는 VOCs를 측정하고 그 특성을 분석 파악하고자 한다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 Zeolite를 이용한 흡착탑을 3단으로 설치하였으며, VOCs를 흡착 후 별도의 탈착용 기기를 사용하지 않고 흡착탑에서 탈착시키기 위하여 열교환기와 2개의 Heater를 사용하였다. 최종적으로 배출되는 VOCs가스는 촉매연소 장치를 통하여 대기중으로 배출되었다. Paint Booth에서 발생하는 VOCs 측정을 위하여 흡착 전, 후와 촉매층을 통과하기 전과 촉매층을 통과하여 Paint Booth에서 발생하는 VOCs가 완전 연소되어 대기로 배출되기 전에 sample line을 연결하여 분석하였다. 촉매 소각장치의 특성 분석을 위해 혼합가스와 모사 VOCs 배기가스를 측정하여 촉매 소각장치의 처리 효율을 계산하였다. 분석하고자 하는 가스는 전처리 시스템에서 가스 중에 들어있는 불순물과 수분을 제거한 후 분석기에 공급하였다. 처리 효율은 단일성분이기 때문에 THC 값을 기준으로 하였고, CO와 CO₂ 측정에는 NDIR법(HORIBA, VIA 510), THC측정에는 FID검출기법(HORIBA, FIA 510)을 사용하였으며, 본 실험 장치에 대한 공정도는 Fig. 1과 같다. 자동차 Paint Booth에서 발생된 VOCs는 Blower를 통하여 유입하고 Filter층에서 분진이나 Paint mist 등을 제거한 후 흡착 장치를 통과하여 VOCs를 흡착한 후에 대기로 방출되도록 되어 있다. 한편, 흡착탑 장치에 농축된 VOCs는 열교환기를 통해 유입되는 뜨거운 공기로 탈착하여, 이를 촉매소각에서 완전 소각하며, 온도가 더욱 높아진 소각된 가스는 열교환하여 온도를 낮춘 후에 대기로 방출한다. 이 때에 탈착 및 소각 작업은 흡착 중에 또는 흡착 작업 후에 별도로 수행할 수 있게 하였다.

3. 결과 및 고찰

Paint Booth에서 발생하는 VOCs의 흡착성능을 측정하기 위해 흡착탑을 가열 탈착하여 재생한 후에 현재 정비업소에서 사용하고 있는 2종의 페인트(일반 도색 페인트, 투명(코팅) 페인트)를 각각 약 14분, 7분씩 3.7L통을 2통, 1통씩 분사하여 측정한 결과는 Fig. 2와 같다. 이때 유입 풍량은 일반 조업 때와 마찬가지로 300~320m³/min, 대기온도 23℃에서 실험하였으며 일반 도색 페인트에 대한 Zeolite의 흡

착제거 효율은 85~96% 범위에서 이루어지고 있음을 알 수 있다. 투명 페인트의 탈착실험은 분석기를 Conditioning없이 측정하여 크게 변하지 않는 경향을 보이지만 그 성능은 우수한 것으로 판단되며 영점 조정을 감안한 Zeolite의 흡착제거 효율은 97~98% 범위에서 이루어질 수 있을 것으로 사료된다. Fig. 3은 탈착 실험에 있어 시간에 따른 Zeolite의 탈착 성능과 촉매층에 대한 온도의 변화를 나타낸 것이다. 반응초기 처리효율이 90% 미만으로 나타나는 것을 볼 수 있는데 반응 초기에는 촉매가 반응하는데 있어 촉매층의 온도가 높지 않음으로 완전연소 반응이 일어나지 않아 초기에 처리효율이 낮은 것으로 판단되며 촉매연소 반응이 일어난 35분 정도에서는 95% 이상의 VOCs 제거효율을 볼 수 있었으며 65분 경과후에는 98% 이상의 효율을 유지할 수 있었고 촉매층은 80분 정도가 경과하여 온도가 300℃이상 상승하면 안정적으로 연소가 일어남을 알 수 있었다. 또한 빠른 시간내에 촉매의 반응온도가 300℃ 이상 될 때 VOC 배출 농도를 10ppm 이하로 낮출 수 있었다.

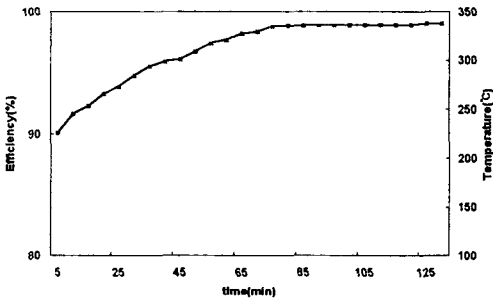


Fig. 2. Removal efficiency of paint booth as a function of reaction time & temperature

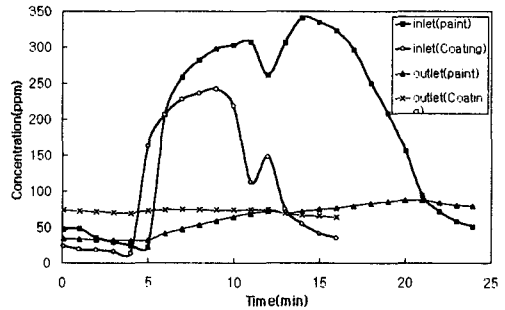


Fig. 3. Adsorption performance of Zeolite

사 사

본 연구는 한국에너지기술연구원주관 환경부 ECO 위탁연구의 일환으로 수행되었으며 도움을 주신 분들께 감사드립니다.

참 고 문 헌

- 1) Simona Minico, Salvatore Scire(2000) Catalytic combustion of volatile organic compounds on gold/iron oxide catalysts
- 2) 도장공학(일본), Vol.27, No.8, 374-395(1992)
- 3) 국내 VOC 관리의 현황과 문제점(1997), 한국대기환경학회
- 4) 대기환경규제지역 휘발성유기화합물질 배출시설 규제 업무편람 (1999), 환경부
- 5) 유해가스 배출량 산정에 관한 조사연구 (I) & (II) (1995,1996), 국립환경연구원