

3D4) 시화·반월산단의 VOCs 제거를 위한 활성탄 카트리리지 흡착기술 적용 조사연구

Feasibility Study on the Application of Activated Carbon Cartridge for VOCs Adsorption in Sihwa/Banwol Industrial Complex

임경수·이시훈·박현설·박희재¹⁾

한국에너지기술연구원 청정석탄연구센터, ¹⁾시흥환경기술개발센터

1. 서 론

국내의 대표적인 VOCs 배출 산단인 시화·반월산단의 경우, 약 8,200개의 업체가 입주해 있고, 이중 약 1,200개 업체에서 VOCs를 배출하고 있으며, 이 VOCs 배출업체중 약 90% 이상이 활성탄 흡착탑을 사용하고 있다. 하지만, 시화·반월산단에 적용된 기존 활성탄 흡착설비는 실제 흡착성능에 영향을 미치는 VOCs 조성 등을 고려하지 않고 설계되었을 뿐만 아니라 교체주기 등의 유지관리의 문제점이 있어, 산업단지의 대기개선에 크게 기여하지 못하고 있다. 이를 개선하기 위해 방지설비의 관리가 용이하고 일정한 수준의 흡착성능을 확보가능할 뿐만 아니라 유지비용이 저렴한 활성탄 카트리리지 흡착설비가 최근 개발되었다. 그러나 현재로서는 카트리리지형 흡착시스템이 효과적으로 확산되지 않고 있으며, 카트리리지의 효율적인 관리적인 측면에서 공백이 있다. 따라서 본 연구에서는 카트리리지 흡착설비를 실제로 적용하기 위해서 VOCs 배출업체에 대한 카트리리지 흡착설비의 설계 및 그 적용성을 분석하였다.

2. 연구 방법

본 연구에서는 먼저 기존자료를 이용하여 시화·반월산단의 VOCs의 배출특성을 파악하였다. 배출특성을 업종별, 공정별, 시간별로 세분하여 파악하고, 이를 이용해 흡착제의 적용여부를 조사하였다. 즉, 방향족류, 케톤류, 알코올류의 VOCs에 따른 활성탄소, 지올라이트, 활성탄소섬유 등의 흡착제의 흡착특성을 조사, 분석하였다. 이와 함께, 실제로 적용될 수 있는 활성탄 카트리지를 설계하여, 이 활성탄 카트리지를 적용한 흡착설비의 장단점을 분석하였다. 최종적으로 활성탄 카트리지를 적용했을 때, 타 VOCs 처리기술과의 경제성 및 기존 활성탄 흡착탑과의 경제성을 비교하여 활성탄 카트리리지 흡착설비의 효과를 분석하였으며, 설문을 통해 업체의 적용의사를 조사하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 업종별 VOCs 배출특성

2005년도 시화·반월산단 대기배출업체 전수조사(김정근 등, 2005) 자료를 바탕으로 VOCs 배출특성을 분석해보면 배출 VOCs 중 대부분이 톨루엔 성분이며, 기타 화합물제조업, 가죽제조업, 폐기물 수집운반 및 처리업종에서 많은 VOCs를 배출하고 있다. 기타 화합물 제조업은 대부분이 도료 및 페인트 제조업으로서 반응, 혼합, 포장공정을 가지고 있다. 따라서 공정별 분석에서도 반응, 혼합, 포장공정에서 많은 VOCs를 배출하고 있으며, 이외에도 다양한 업종의 공정에 속해 있는 도장 및 건조공정에서도 많은 VOCs가 배출되고 있다. 시간별 배출특성을 알아보면 시화·반월산단의 대부분의 업체가 비연속적 작업을 하고 있기 때문에 시간에 따라 간헐적인 배출특성을 가지고 있다. 이러한 특성 때문에 VOCs 처리기술중 산화처리 기술의 적용이 어렵고 대부분 활성탄을 이용한 흡착시설을 이용하고 있다.

3.2 VOCs 배출성분에 따른 흡착/탈착특성

앞서 언급했듯이 대부분의 업종이나 공정에서는 배출성분중 톨루엔이 가장 큰 비중을 차지하고 있으며, 톨루엔은 과포점을 기준으로 활성탄에 적게는 0.10g/g에서 많게는 0.3g/g까지 잘 흡착이 되었다. 하

지만 공정에 따라 알코올 및 알데히드, 케톤 계열의 VOCs가 상당부분 발생이 되기도 하며, 이러한 성분
 분에 대한 활성탄의 흡착량은 매우 작게 나타났다. 반면에, 활성탄소섬유나 지올라이트를 흡착제로 사용
 할때 IPA와 MEK의 흡착율이 상당히 높아짐을 확인할 수 있었다. 3가지(Toluene, IPA, MEK)의 성분을
 동시에 유입시켜 흡착특성을 살펴보면 초반에는 IPA 및 MEK가 흡착이 되지만 경쟁흡착에 의해 톨루
 엔의 흡착이 주가 된다. 이는 분자량이 크고, 탄소친화성이 톨루엔이 좋기 때문이다. 이러한 현상은 활
 성탄소나 활성탄소섬유에서 모두 일어나는데 활성탄소섬유의 경우에 영향을 덜 받는 것으로 나타났다.
 따라서 실제 현장에서는 여러 성분의 VOCs가 함께 배출이 되기 때문에 활성탄소만을 사용했을 때는
 배출성분에 따라 많은 제약이 있을 수 있으며, 활성탄소섬유나 지올라이트와 조합해서 사용해야 하는
 경우가 생겨나게 된다. 하지만 현재는 활성탄소섬유나 지올라이트가 고가이고 차압이 크기 때문에 이에
 대한 활용에 좀 더 고려할 점이 남아 있다.

3.3 활성탄 카트리지의 적용가능성

기존 활성탄 흡착탑의 경우, 교체에 대한 비용 때문에 많은 업체에서 활성탄이 과파 되어도 교체하지
 않고 흡착탑을 운전함으로써 제대로 된 효율을 보여주지 못하고 있다. 따라서, 활성탄 카트리지를 이용
 하여 이를 재생하면 교체비용을 줄일 수 있고, 관리상의 어려움도 해결할 수 있다. 즉, 산화기술 중에
 가장 경제적인 기술인 농축 산화처럼, 활성탄 카트리지를 이용하여 VOCs를 흡착하고 이를 고농도로 탈
 착, 산화시키고 활성탄을 재생하게 되면 보다 효과적으로 VOCs를 처리할 수 있을 뿐만 아니라, 재생된
 활성탄을 다시 쓸 수 있기 때문에 교체비용도 줄일 수 있다. 활성탄 카트리지를 재생하는 방법은 크게
 두 경우로 나눌수 있으며, 첫째는 업체별로 자체 연소장치 및 재생장치를 설치하여 카트리지를 재생, 관
 리하는 방법이고, 두 번째는 공동으로 연소장치 및 재생장치를 설치하여 카트리지를 공동관리하는 방법
 이다. 첫 번째 방법은 개별업체의 시설 및 설치에 대한 부담이 크기 때문에 시화·반원산단에 입주한
 업체와 같이 중소규모 사업장에서 적합하지 않다. 반면 두 번째 방법은 공동으로 연소 및 재생설비를
 설치하여 공동관리하게 되면 경제적 부담 및 관리상의 부담을 줄일 수 있으며, 기존의 소각로나 지역냉
 난방 연소장치의 연소가스를 재생에 사용하게 되면 보다 경제적으로 시스템을 운영할 수 있다. 또한, 활
 성탄 재생과정에서 탈착된 VOCs를 연소장치의 연료로 사용하게 되면, 많은 연료를 절약할 수 있다. 이
 러한 활성탄 카트리지의 공동재생 및 관리시스템을 실제로 적용하기에는 위해서 산단내 대부분의 개별
 업체들이 활성탄 카트리지를 적용하여 공동관리에 적극 참여를 해야 하며, 공동관리를 하는 사업자의
 수익성이 보장되어야 한다. 또한, 공동처리 및 관리에 대한 법적제도도 마련이 되어야 한다.

참 고 문 헌

김정근 등 (2005) 2005년도 시화·반원공단 대기배출업체 전수조사 최종보고서, 시흥환경기술개발센터
 (한국수자원공사 용역).