

폐기물

○ 중국 생활쓰레기 적환장 악취제거 기술 소개

▶ 개요

본 내용은 중국 생활쓰레기 적환장(生活垃圾转运站)*의 오염발생 현황, 악취 발생원과 악취가 주변 환경에 미치는 영향을 어떻게 줄일 수 있는지에 대해 중점적으로 소개하였다. 물리적 흡수법, 화학적 탈취법, 연소법 등 악취처리 기술 소개 및 비교를 통해 향후 쓰레기 적환장에서 발생하는 악취를 효과적으로 처리하는 방법을 알아보고자 한다.

* 생활쓰레기 적환장(生活垃圾转运站) : 매립장에 가기 전에 쓰레기를 임시로 모아 두는 곳을 뜻한다.
(네이버 지식백과, 2020.5.6.검색)

도시의 발전 속도가 빠르게 진행되면서 쓰레기 처리 문제가 빈번히 발생하고 있다. 따라서 쓰레기 적환장 건설을 통해 분산되어 있는 쓰레기를 집중시켜 규범화·무해화 처리뿐 아니라 주변 생활환경 수준을 향상할 수 있다.

하지만 쓰레기 적환장도 주변 환경에 가장 많은 영향을 미치는 것은 악취이다. 악취가스는 암모니아, 메탄올, 황화수소(hydrogen sulfide, 硫化氢)*, 메틸메르캡탄(methyl mercaptan, 甲硫醇)**, 트라이메틸아민(trimethylamine, 三甲胺)*** 등과 같은 물질을 많이 포함하고 있다. 또한 성분이 복잡하여 어떻게 악취가스를 효과적으로 처리할지가 쓰레기 적환장마다 중요한 사항이다.

* 황화수소(hydrogen sulfide, 硫化氢) : 달걀 썩는 냄새가 나는 무색 기체인 황화수소는 독성, 부식성, 가연성이 있으며, 하수구나 습지와 같이 산소가 부족한 장소에서 유기물이 미생물에 의해 분해될 때 생성된다.
(네이버 지식백과, 2020.5.6.검색)

** 메틸메르캡탄(methyl mercaptan, 甲硫醇) : 메르캡탄의 일종으로 메탄티올이라고도 한다. 휘발성, 무색, 불쾌한 냄새가 강한 액체로서 공기의 10'1분의 1이라도 인간의 코로 감지된다. 악취 방지법에서 악취 물질로 지정되어 있다. 콜타르(coaltar, 석탄을 고온건류할 때 부산물로 생기는 검은 유상 액체) 속에 함유되어 있어서 유기물에 혐기성균이 작용하면 생성되며 살충제나 살균제 등으로 쓰인다.(네이버 지식백과, 2020.5.6.검색)

*** 트라이메틸아민(trimethylamine, 三甲胺) : 암모니아에 있는 세 개의 수소가 모두 메틸기로 바뀐 삼차 아민이다. 썩은 고기 냄새가 나는 기체로 물·알코올·벤젠 등에 녹으며, 유기 합성·소독제 원료로 쓰인다.(2020.5.6.검색)

현재 대부분의 쓰레기 적환장은 전자동화 구조로 되어 있다. 쓰레기 수거차량이 적환장에 도착 후, 쓰레기를 모두 투입구에 넣으면 유압장치를 통해 쓰레기를 압축한다. 압축된 쓰레기는 수거차량을 통해 각 매립장으로 운송되어 매립되거나 소각된다. 따라서 쓰레기 적환장은 분산되어 있는 쓰레기 수집과 유압장치로 쓰레기의 부피 감소를 통해 쓰레기 운송의 비용을 절감할 수 있으며 도시 생활쓰레기에서 발생하는 오염을 통제하는 필수적인 시설이다.

▶ 악취가스 발생원

중국 생활쓰레기 분류는 재활용품(回收垃圾), 유해쓰레기(有害垃圾), 음식물 쓰레기(厨余垃圾), 기타(其他垃圾)로 나뉜다. 그중 음식물 쓰레기가 악취가스의 주요 발생원이다. 음식물 쓰레기는 주로 유기성분으로 이루어져 있으며, 온도, pH값 등 다양한 요소로 인해 악취를 유발한다.

특히, 온도의 영향을 많이 받는다. 여름철 고온으로 인해 황화수소, 암모니아 등과 반응하여 자극적인 냄새를 유발한다. 또한 지역마다 음식물 쓰레기의 형태와 성분이 다양하기 때문에 pH값도 다르게 나타난다. 하지만 pH값이 4.5~6 사이가 되면, 발효가 되면서 음식물 쓰레기에서 악취가 발생하기 시작한다.

악취가스는 공기 중에서 휘발되면서 쓰레기 적환장뿐 아니라 주변 주민생활 지역에도 심각한 영향을 미친다. 이는 악취로 인해 불면증, 기억력 저하, 메스꺼움 등 질환을 일으키고 내분비계(endocrine system, 内分泌系统)*의 분비 기능에 지장이 생겨 활동대사에 영향을 준다. 또한 고농도의 악취는 순간적으로 사람을 쓰러지게 하는 등의 사고를 유발할 수 있다.

* 내분비계(endocrine system, 内分泌系统) : 동물의 몸에서 호르몬을 분비하는 기관들의 모임을 말한다. 이 기관들은 몸의 물질대사, 성장, 조직 및 기분까지 통제한다.(네이버 백과사전, 2020.5.6.검색)

따라서 쓰레기 적환장을 건설하는 사업단위는 자극적인 악취 기체 배출로 주변 환경에 미치는 영향을 줄이기 위해 조치를 취해야 한다.

▶ 악취가스 처리 주요기술

악취가스의 주요 처리기술은 물리적 흡수법, 화학적 탈취법(액체흡수법·광산화촉매탈취법), 연소 탈취법 등으로 분류할 수 있다.

<악취제거 처리 주요 기술 특징>

구분	장점	단점
①물리적 흡수법	· 조작 간단, 원가 낮음 · 저농도·저온도의 악취가스 처리에 적용	· 흡착 매개체 재사용불가
②액체흡수법	· 암모니아, 황화수소 등 산 알칼리성 기체를 흡수하며 고농도의 악취가스 처리에 사용 · 기술보급 상용화 단계임	· 중성의 유기성분의 경우, 흡수가 잘 되지 않아 다른 처리설비 필요
③광산화촉매탈취법	· 흡착 매개체가 필요 없고 처리 가능한 악취가스 종류가 많음 · 설비의 부지면적이 작음	· 운영비용 높음
④연소탈취법	· 유기성분에 대한 탈취 효과가 좋음 · 충분한 연소 후 주위 환경에 별도의 영향을 미치지 않음	· 무기질에 황화수소, 암모늄 이온 등 비율이 높으면 별도의 처리 설비 설치 필요 · 에너지 소모 및 설비의 부지면적이 크고 운영비용 높음

자료 출처 : 북극성VOCs재선(北极星VOCs在线) 내용 기반 작성자 자체 작성, 2020

- ① 물리적 흡수법(Physical solvent processes, 物理吸收法) : 주로 활성탄, 제올라이트(zeolite, 沸石)* 등의 표면적보다 큰 활성 매개변수가 분자간의 힘(intermolecular force, 范德华力)**을 통해 기체 분자가 다공성 물질(porous media, 多孔介质)***의 표면에 흡착하여 악취물질이 기체에서 고체로 전환되면서 악취제거를 한다.

* 제올라이트(zeolite, 沸石) : 알칼리 금속 및 알칼리토금속이 알루미늄 산화물과 규산 산화물의 결합으로 생성된 음이온과 결합되어 있는 광물을 말한다.(네이버 백과사전, 2020.5.6.검색)

** 분자간의 힘(intermolecular force, 范德华力) : 분자와 분자 사이에 서로 끌어당기는 힘을 가리킨다. 이는 이온간에 작용하는 힘에 비해 훨씬 약하다.(네이버 지식백과, 2020.5.6.검색)

*** 다공성물질(porous media, 多孔介质) : 고체 내부 또는 표면에 작은 구멍이 많이 있는 물질로 세포막, 셀로판 등이 있다.(네이버 지식백과, 2020.5.6.검색)

이 공법은 원가가 낮고, 조작이 간단하고, 흡착효과가 좋아 2차오염이 없으며, 고농도의 악취에 대해 처리에 대해서는 효율이 낮아 저농도·저온도의 악취가스 처리에 적용된다. 하지만 흡착 매개체는 한 번만 사용 가능하며 재이용이 불가능하다. 또한 흡착이 끝난 매개체는 대부분 소각하여 처리해야 한다.

- ② 액체흡수법(Liquid absorption method, 液体吸收法) : 화학적 흡수법으로 알칼리, 산액 등을 사용하여 기체에서 냄새가 나는 무기물질을 세척하는 방식으로 악취를 제거한다. 주로 암모니아, 황화수소와 같은 산 알칼리성 기체를 흡수하며, 그 원리는 산 알칼리 중화반응이다.

따라서 고농도의 악취가스 처리에 적용되며 어떠한 악취가스도 처리가능 하다. 현재 기술보급은 상용화 단계이다. 하지만 중성의 유기성분은 흡수가 잘 되지 않아 다른 처리 설비와 함께 사용해야한다.

- ③ 광산화촉매탈취법(Photocatalytic deodorization, 光氧化催化除臭法) : 자외선을 이용한 악취 제거는 오존이 존재하는 환경에서 특정 주파수의 고에너지 자외선을 이용하여 악취를 제거하고 촉매 작용에 의해 이산화탄소(CO₂)와 물(H₂O)로 분해된다. 암모니아, 트리메틸아민, 아세트산 부틸(Butyl acetate, 乙酸丁酯)*, 이황화탄소(carbon disulfide, 二硫化碳)**, VOCs 등과 같은 화합물의 악취제거에 효율적이다. 이러한 악취제거 방법은 흡착 매개체가 따로 필요가 없으며, 처리 가능한 종류가 많고 설비의 부지면적이 작다는 이점이 있다.

* 아세트산 부틸(Butyl acetate, 乙酸丁酯) : 아세트산부틸 분자는 12개의 수소 원자, 6개의 탄소 원자 그리고 2개의 산소 원자로 구성되어 총 20개의 원자로 형성된다.(네이버 지식백과, 2020.5.7.검색)

** 이황화탄소(carbon disulfide, 二硫化碳) : 상온에서 무색투명하고, 휘발성이 강하면서 일반적으로 불쾌한 냄새가 나는 유독성액체로 공기 중에서 서서히 분해되어 황색을 띤다. 중독증상은 알코올, 클로로포름(무색의 휘발성 액체로 이전에는 마취약으로 사용되었으나, 발암성이 의심되어 미국에서는 사용금지 품목) 등의 마취작용과 비슷하고, 통상 흥분상태를 거쳐 마비상태로 되며 심하면 호흡곤란을 일으켜 사망한다.(네이버 지식백과, 2020.5.7.검색)

- ④ 연소탈취법(Combustion deodorization, 燃烧除臭法) : 연소탈취는 악취제거의 가장 직접적인 방법으로, 폐기가스가 수집되어 소각로에 보내져 유기 가스를 소각하여 이산화탄소와 물로 배출된다. 이 악취제거 방법은 유기성분에 대한 탈취효과가 좋으며 충분한 연소 후에는 환경에 별도의 영향을 미치지 않는다.

하지만 무기질에 황화수소, 암모늄 이온(ammonium ion, 铵离子)* 등 비율이 높으면 탈황, 탈질 설비를 함께 설치해야 하며 에너지 소모 및 설비의 부지면적이 크다. 또한 운영 비용이 많이 든다는 단점이 있다.

* 암모늄 이온(ammonium ion, 铵离子) : 암모늄염이나 그 수용액에 존재하는 이온으로 양전하를 띠는 다원자 양이온이다. (네이버 지식백과, 2020.5.7.검색)

▶ 시사점

중국 생활쓰레기의 악취처리 문제가 빈번히 발생하고 있다. 악취물질의 성분도 복잡하고 처리과정에서 효율성뿐 아니라 설비원가, 운영원가 등도 고려해야 한다. 또한 도시의 생활 공간이 좁아지면서 설비가 차지하는 면적도 중요한 요소가 되고 있다.

따라서 악취제거 처리기술은 설비면적을 최소화하고, 악취제거 효과를 최대한으로 내야한다. 쓰레기 적환장의 폐기가스 처리시설은 지역별 상황에 따라 종합적으로 고려하여 적절한 악취제거 처리기술을 선정해야한다.

북극성VOCs재선(北极星VOCs在线), <http://huanbao.bjx.com.cn/news/20200422/1065546.shtml>, 2020.5.7.접속

※ 기술용어 번역·해석이 일부 상이할 수 있으니 반드시 중문본을 확인하시기 바랍니다.



중국 환경산업 주간기술동향

발행

2020년 5월 7일 KEITI 중국사무소

기획총괄

▶ 박재현 소장(korea@keiti.re.kr)

주저자

▷ 차목승(cms0522@keiti.re.kr)

자료제작

▷ 김종균(jaykim@keiti.re.kr)



중국 환경산업 주간기술동향은 매주 목요일 발행됩니다.

문의 : +86-10-8591-0997~8