

### 3B3) 복합 악취 및 미세입자 제거를 위한 하이브리드형 정전 세정 탈취 시스템 연구

## A Study of Hybrid Type Electronic Scrubber System for Eliminating Complex Odor and Micro Particle

손 승 우 · 유 경 훈<sup>1)</sup>

주)성림피에스 환경기술센터, <sup>1)</sup>한국생산기술연구원

#### 1. 서 론

산업화가 급속히 진행되면서 분진 및 유해가스의 발생량이 더욱더 증가하고 있으며 인체 및 산업공정의 여러 요소에서 부작용에 따른 많은 심각한 문제를 일으키고 있다. 분진을 수반하는 유해가스의 경우 음식물처리기나 퇴비화 공장 등에서 복합악취에 대한 저감문제가 심각하게 대두되고 있다. 2006년 고시된 환경법상 악취에 관한 법률이 강화되고, 동시 수반되는 각종 유해 물질의 저감은 현재 미완의 과제로 남아있는 상태이다. 산·알카리 물질의 동시 발생과 미세분진을 포함한 다량의 분진 발생이 광범위한 지역의 국부오염 형태로 나타나고 있다. 본 내용은 고온의 가스에 대한 온도, 습도 제어와 비산 오염물질에 대한 제어 및 작업장내 시야 확보, 복합악취에 대한 저감대책 등 단계별 처리방안에 대한 신개발 기술을 살펴보고자 한다.

#### 2. 연구 방법

##### 2.1 복합악취 발생 퇴비장의 단계별 오염 실태

하이브리드 형 정전 세정기의 성능을 테스트하기 위해 처리 곤란한 환경인 음식물 처리장이나, 퇴비화 공장을 주 환경으로 고열, 복합악취 및 미세분진 발생 오염 등의 조건을 부여한다. 그림 1과 같이 첫 번째 톱밥과 다량으로 섞인 음식물찌꺼기나 분뇨나 내장 등이 적재된 적재동, 발효를 위한 폭기 팬이 설치된 발효장, 포장 및 출하를 위한 포장동으로 구분하여 발생 복합 악취와 분진의 저감에 대하여 테스트를 하였다. 적재동과 발효동의 오염원을 살펴보면 60℃ 이상의 고온상태에서 포화 증기가 발생하고, 폭기팬의 가동에 따라 시야확보가 불가능하며, 강염기성 물질의 내부 지지 철골 산화와 응축수와 침출수의 재오염이 이루어지고 있다.

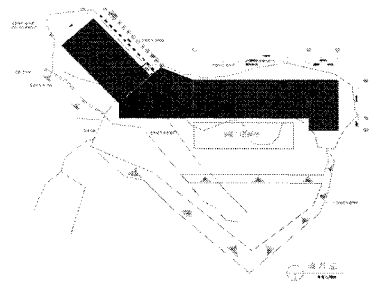
오염원의 발생정도는 표 1과 같이 나타나고 있다. 악취 샘플링은 시료 채취 백을 통하여 이루어 졌으며, 배출구와 부지 경계선 두 가지 시험이 이루어졌다. 부지경계선내 취기농도는 수식화가 어려운 관계로 배출구내로 한정하여 실시하였다. 분진발생에 대한 부분은 PM<sub>2.5</sub>를 기준으로 폭기팬 가동과 교반기가 작동 될 때, 발효조 내부에서 이루어졌다.



a) 기존 발효장 복합악취 가스발생 형태



b) 응벽 및 비산방지 차폐막



c) 발효장 배치 형태

Fig. 1. Schematic diagram of fermentation process.

배출구에서 측정된 각 악취의 농도는 암모니아나 트리메틸아민과 같은 염기성 악취가 대부분을 차지하고 있으며, 메틸머캅탄의 경우는 거의 발생하지 않았다.

Table 1. Result of sampling test.

종류	발생 농도(ppm)	단일악취 허용기준(ppm)	복합악취	
암모니아	700-1200	1-2	공장지역 배출구: 1000 이하 부지경계선: 20 이하	기타지역 배출구: 500 이하 부지경계선: 15 이하
트리메틸아민	400-600	0.005-0.02		
황화수소	0.2	0.02-0.06		
아세트알데히드	0.01	0.05-0.1		
메틸머캅탄	-	-		
분진	150-700	-	-	-

### 2.2 복합악취 및 미세입자의 저감 장치

앞에서 언급한바와 같이 각 단계별 비산방지, 온·습도제어, 복합악취 및 분진 저감이 각각 이루어져야 한다.

첫 번째로 오염원 발생지역의 강제 배기를 통해 비산되는 악취의 제어가 중요한데 전체 발효장의 외부 용벽 상단에 염기에 비활성체인 재질을 사용하여 밀폐공사가 이루어져야 한다. 투입 폭기 유량을 상회해야 하고, 국부 발생 오염원의 유량에 20% 이상의 여유율을 포함하여 덕트 라인 구성과 배기가 이루어져야 한다. 여기서는 동을 4지역으로 구분하여 주관 1덕트라인에 600CMM의 배기가 이루어지도록 테스트 하였다. 전체 음압의 영향으로 비산이 방지되고, 염기를 포함한 증기의 시야가림현상은 국부 배기 시 여유 유량으로 인하여 원활한 배기형태를 띄게 되었다. 동기 때 발생하는 외부 유입공기의 온도차에 의한 응축현상은 내부 가열로 제어함으로써 해결되었다.

두 번째로 본체 반응부로 유입되기 전 온습도 제어를 하지 않을 경우 암모니아 저감 활성 온도인 영역에 맞출 수 없기 때문에 냉각 응축 장치를 통해 20℃ 이하(최적은 수도수온도)를 유지할 수 있게 하였다. 응축을 통한 유입 기체 내 수분을 제거 함으로서, 본체 반응부의 순환수 수명을 연장하는 이중효과도 거두었다.

세 번째로 본체 반응부내 정전력을 통한 미세 입자의 제거가 이루어졌고, Pre-chager를 통한 오존탈취와 링일렉트로드 부분의 대전에 의한 촉매 활성화를 통한 악취 저감과 분진제거가 동시에 이루어졌다. 기준치에 비해 천배 이상의 오염원을 제거하기 위해서는 각 단계별 독립적인 제어가 이루어져야 한다.

마지막으로 전단부에서 저감한 각 오염원들의 효율이 99.9%의 효과를 보인다 하더라도 기준치 내 효율을 보이기 힘들다. 따라서 후단부에 케미컬 필터를 통하여 허용기준치를 초과하지 않는 효율을 확보할 수 있다. 전체적인 반응 Flow는 그림 2와 같다.

### 3. 결과 및 고찰

1) 복합악취의 제거에 있어서 각 단일물질의 제거 효율과 더불어 연돌과 부지경계선의 병행 테스트를 실시한 결과는 그림 3과 같이 최대의 효율을 나타내고 있으나, 환경 기준치의 근사치에 가까운 값으로 제거 될 뿐 완벽한 제거는 불가능하다.

2) 미세입자의 제거에 있어서 PM<sub>10</sub>과 PM<sub>2.5</sub> 두가지를 구분하여 제거 효율 실험을 한 결과 교반기 작동 후 급격하게 증가 하여 유입된다. 본체 반응부의 관성충돌과 정전력을 이용한 집진이 이루어져 서브 마이크로입자의 집진 하락 성능이 대폭 개선되어 효과 적인 제거가 이루어졌다.

3) 각 부분별 탈취 집진 효과는 특성에 맞게 독립적인 형태를 지니며 나타났고, 간섭에 의하거나 중속적인 변화 추이는 보이지 않았다.

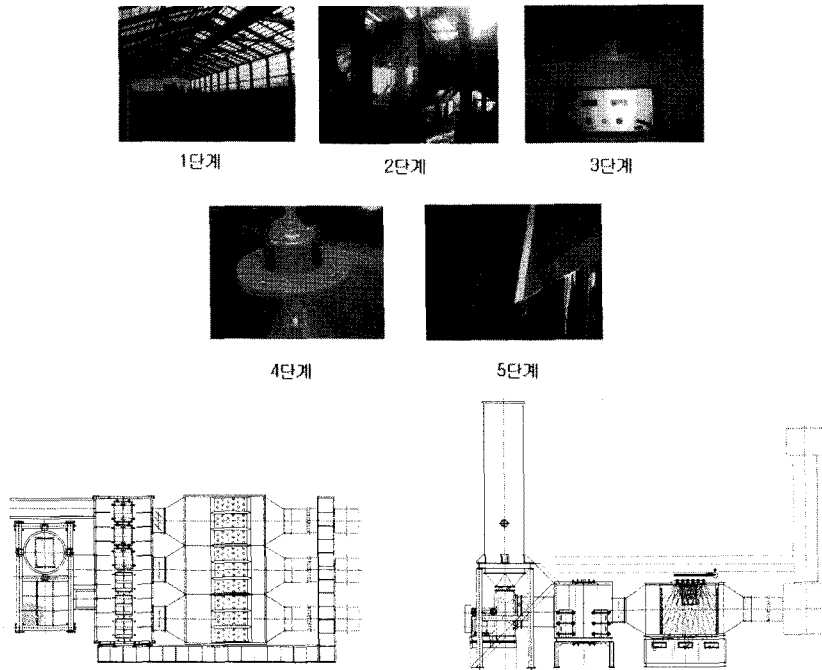


Fig. 2. Picture of the present experimental apparatus.

### 2.3 복합악취 및 미세먼지의 제거 효율

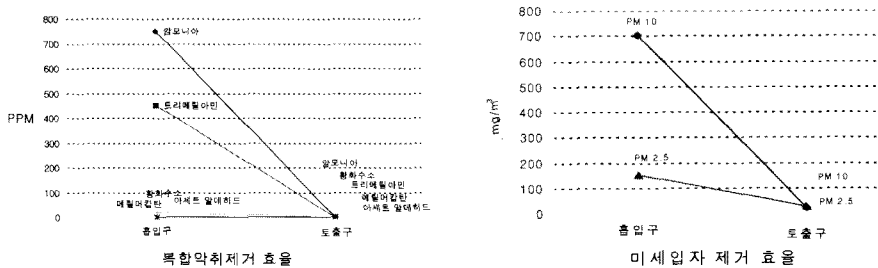


Fig. 3. Remove of air pollution.

### 참고 문헌

- 와이어-평판 하전기의 입자하전 수치해석 (2003) The 4th Korean conference on Aerosol and Particle Technology.
- 정전분사노즐의 수액적 하전특성 실험 (2003) The 4th Korean conference on Aerosol and Particle Technology.
- Howard E. Hesketh (1995) "Predict Particle Collection in Spray towers" Chemical Engineering Progress.
- Lanzerstorfers, C. (2000) "Solid/Liquid-Gas Separation with Wet Scrubbers and Wet Electrostatic Precipitators" Filtration Separation.
- Reist, P.C. (1993) "Aerosol Science and Technology, 2nd ed."