

E-4

플라즈마를 이용한 실내 악취물질 처리에 관한 연구

(The Treatment Of The Indoor Odor Materials Using The Surface Discharge Induced Plasma)

김신도 · 봉춘근 · 나정복 · 김종호*

서울시립대학교 환경공학과, * 한서대학교 환경공학과

I. 서 론

건축물의 과도한 기밀성·공조시설의 불량 등에 의한 실내공간에 있어서 절대 환기량 부족, 환기에 이용되는 외부공기의 오염 심화, 건축자재 등 실내에서 배출되는 오염물질에 의한 Sick Building 증후군의 확대 등에 의하여 실내공기 정화에 대한 필요성이 크게 대두되고있다. 또한 최근 생활수준의 향상으로 인하여 쾌적한 환경에 대한 요구가 많아짐에 따라 에어컨, 공기청정기 등의 사용이 증가하고 있는데 현재의 냉방위주의 에어컨에 공기청정기의 기능을 추가한다면 쾌적한 실내환경을 조성할 수 있을 것이다.

현재에는 여러 유해가스 제거를 위한 물리·화학적 흡착 방식의 Chemical Filter 또는 활성탄이 공기정화기에 적용되고는 있지만 높은 압력손실, 단수명, 높은 공간 점유, 2차 폐기물 처리 등 많은 문제점이 제기되고 있다. 또한 사람들의 취각을 자극하여 크게 불만을 유도하는 악취물질은 기존의 처리방식으로 거의 처리가 이루어지지 않고 있다.

이러한 문제를 해결하기 위한 연면방전의 플라즈마 화학처리방식은 주로 저농도 오염물질 처리에 적합한 기술로, 알루미늄 화인세라믹을 이용한 고주파 연면방전형 소자 표면에 강력한 연면방전을 형성하여 다량의 Radical과 오존을 생성하고 이 영역에서 유해가스를 산화처리하므로써, 기존의 공기정화기술 보다 압력손실이 적고 보수가 용이하며 수명과 안전성이 높은 장점이 있다. 따라서, 연면방전 저온 플라즈마를 이용하여 실내에서 문제시되는 악취물질을 처리할 수 있는 공기정화기술을 개발하고 실제 적용 가능성을 타진해 보고자 한다.

II. 실험방법

플라즈마 발생장치, 전기집진기, 송풍기 등을 풍동에 구성하고 처리대상물질 농도를 인위적으로 맞추어 연속발생이 되도록 하였으며 처리유속은 0.5, 1.0, 1.5 m/sec로 구분하여 처리효율실험을 수행하였다. 처리대상물질선정은 일반 실내공기질을 조사한 결과 주로 많이 검출된 휘발성 유기화합물질 중에서 보건학적으로 인체에 유해한 발암성 물질인 벤젠, 우리나라에서는 아직 악취물질로 규정되어 있지 않지만 일본에서는 악취물질로 새로 규정된 톨루엔, 자일렌, 스티렌 등 4개의 물질을 처리대상물질로 선정하였다.

실제 적용실험에서는 플라즈마에 의한 처리 정도를 확인하기 위하여 그림.1과 같이 7.29m×3.41m×2.70m 규모의 밀폐된 방에 플라즈마를 장착한 에어컨을 설치하여 아래 표1. 의 A,B,C,D case에 대하여 시간에 따른 처리효과를 확인하였다.

Table 1. 실험조건별 운전상태

구 분	실 험 조 건	구 분	실 험 조 건
A-case	연면방전체 OFF + 전기집진기 OFF + 냉방	C-case	연면방전체 ON + 전기집진기 OFF + 송풍
B-case	연면방전체 ON + 전기집진기 ON + 냉방	D-case	연면방전체 ON + 전기집진기 ON + 송풍

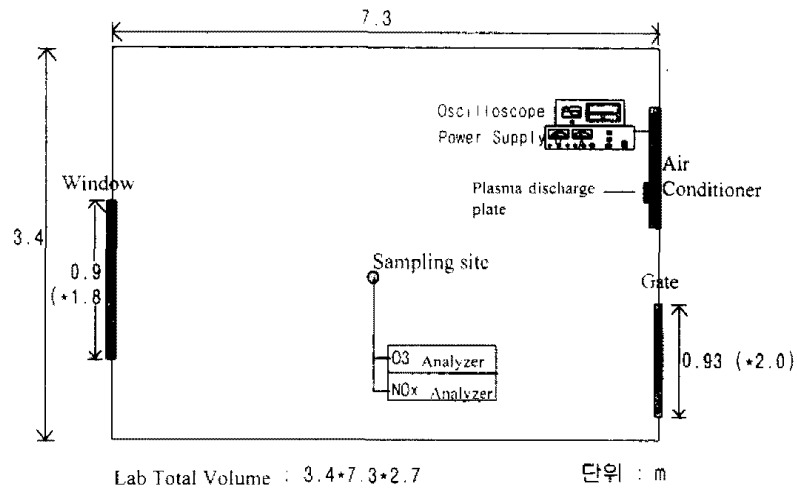


그림.1 실제 적용실험 장치구성도

III. 결과 및 고찰

풍동 처리실험 결과, 각 처리대상물질의 평균처리효율은 벤젠 26.1%(표준편차:13.19), 톨루엔 27.7%(표준편차:12.48), 스티렌 26.5%(표준편차:13.97)로 약 26%의 처리효율을 보였으며, 자일렌의 경우는 34.7%(표준편차:15.49)로 처리효율이 가장 높았다. 풍속에 따라서는 1.0 m/s 가 처리효율의 표준편차가 가장 적어 가장 안정된 결과값을 나타내었다.

실제 에어컨에 연면방전체를 장착하여 냉방시 온도 25℃, 송풍시 온도 30℃, 습도 60±5%의 조건에서 8평 규모의 방에서 실험한 결과, 자연환기에 의해 오염물질이 제거되는 정도(A-case)는 686 ppb가 3.5 시간뒤에는 약 401 ppb로 감소하여 41.5%의 제거율을 보였으며 열교환기의 영향을 판단하기 위한 B-Case와 D-Case를 보면 처리효율은 92.7%와 93.8%로 비슷하였다. 전기집진기의 영향을 파악하기 위한 C-Case와 I-Case의 경우를 보면 87.4%, 93.9%로 전기집진기를 가동한 경우가 약간 더 처리효율이 높았다. 연면방전체에 의하여 생성되는 부산물의 경우, O₃ 은 일반생활환경기준(WHO for Europe)이 50 ~ 60ppb, 작업환경기준이 100(TWA), 300(STEL)이며 측정결과 17 ppb에서 45 ppb 정도까지만 서서히 증가하였다. 또한 NO₂는 실내환경기준이 권고치(환경부)로 150ppb이며 초기 4.1 ppb에서 최고 16.7 ppb 까지 증가하다가 서서히 감소하여 12 ppb정도를 계속 유지하였으므로 부산물에 의한 영향은 그리 크지 않을 것으로 판단된다. 그러나, 오존의 경우 연면방전체에 직접 접촉한 공기를 사람이 바로 앞에서 흡입할 경우 아주 일시적이지만 약간의 냄새를 느끼게 되는 문제점을 가지고 있지만, 챔버실험에서도 보듯이 자체적으로 급격히 환원되므로 실제적으로는 재실자에게 큰 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다.

참고문헌

- 1) 이주상, 1995, 고주파 연면방전 플라즈마를 이용한 NH₃, H₂S, CH₃SH 의 악취처리에 관한 연구, 서울시립대학교 박사학위논문
- 2) 봉춘근, 1995, 연면방전 플라즈마를 이용한 연소가스중의 SO₂ 처리에 관한 연구, 서울시립대학교 석사 학위 논문
- 3) 부문자, 1996, 연면방전 플라즈마를 이용한 톨루엔 처리에 관한 연구, 서울시립대학교 석사학위논문
- 4) 김신도 외 2인, 1996, 모형실을 이용한 실내오존농도 감소율에 관한 연구, 1996년도 한국대기보전학회 추계학술대회 요지집