

새집증후군 제거를 위한 고효율 광촉매 기술

김종수, *김동규, ***서정섭, **장은영, ****이상호

부경대학교 기계공학부*, (주)동남이엔지**, 고신대학교 의과대학

High-Efficiency Photo-Catalyst Technology for the removal of the Sick House Syndrome

Jong-Soo Kum^{†*}, Dong-Gyu Kim^{*}, Jeong-Seop Seo^{***},

Eun-Young Jang^{**}, Sang-Ho Lee^{****}

^{*}Department of Mechanical Engineering, Pukyong National University, Busan 608-738, Korea

^{**}Graduate School of Refrigeration & Air conditioning Engineering, Pukyong National University, Busan 608-738, Korea

^{***}Dongnam Engineering co. LTD. Busan 604-836, Korea

^{****}Department of Surgery, Kosin University, Busan 602-702, Korea

ABSTRACT: Photo-catalyst technology to the decomposition of formaldehyde, and many are capable of VOC. In this research, effects of screw type photo-catalyst device will announce the experimental results.

Key words: 새집증후군(Sick House Syndrome), 광촉매(Photo-catalyst)

1. 연구배경 및 목적

새집증후군이란 세계보건기구(WHO)의 정의에 따르면 일종의 화학 물질 과민증의 하나로 현대 건축물에서 주로 사용하는 건축자재와 접착제에서 발생하는 포름알데히드와 휘발성 유기화합물(VOCs)로 인해 일반적으로 나타나는 이상 증세를 말한다. 현기증, 구토, 두통, 눈, 코, 입, 목의 점막상해 각종 호흡기 증상, 아토피성 피부 질환 등의 제반 증상을 Sick House Syndrome 즉 새집증후군이라 규정하고 있다. 관련자료^{1,2,3)}에 의하면 새집증후군의 원인은 새로 지은 집의 건축자재, 벽지나 장판 같은 내장재, 불박이장, 씽크대 같은 가구에서 여러 가지 인체 유해물질이 배출되기 때문이다. 새집에 입주한 이후 이유없이 온몸에 붉은 반점이 나고 비염·아토피성피부염·천식·두통·기관지염 등에 시달린다면 ‘새집

증후군’ 이나 화학물질과민증(MCS, Multiple Chemical Sensitivity)을 의심해 봐야 한다.

새집증후군 증세로는 ‘눈이 따갑고 건조하다’가 44.8%로 가장 많았으며 ‘자른 기침 등의 목 관련’이 36.4%, ‘원인 모르는 발진, 가려움 등의 피부 질환’이 36.0%, ‘코막힘, 콧물 흐름’29.7%, ‘두통, 구역질 등 내과 관련’18.0%, ‘호흡곤란’13.4%, ‘귀가 아프고 안 들림’4.2% 등으로 집계됐다. 발병자들의 특성으로 여성이 과반수 이상인 61.5%로 나타났고, 연령대별로는 10대가 35.6%로 가장 많았고 그 뒤로 30대와 40대 순이다. 특히 주목할 부분은 새집증후군이 가장 많이 발병한 10대의 경우 이를 보다 세분한 결과, 0세에서 7세 이하가 과반수 이상인 52.9%를 차지하고 있어 상대적으로 집에 머무는 시간이 긴 취학 전 영·유아들이 새집증후군에 노출될 우려가 훨씬 높다는 것을 입증하기도 했다. 직업별로도 주부, 학생 등 비직업인이 전체의 72.5%를 차지해 전체적으로 볼 때 집에 거주하는 시간이 많을수록 발병할 확률이 높은 것으로 조사됐다.

광촉매기술은 새집증후군의 주요 오염물질로서 포름알데히드(Table 1 참조)를 비롯한 다양한

† Corresponding author

Tel.: +82-51-629-6178; fax: +82-51-629-6178

E-mail address: jskum@pknu.ac.kr

Table 1 포름알데히드 농도에 따른 신체증상

농 도(ppm)	병 상
0.01	포름알데히드 측정기의 측정 하한치
0.04	아토피성 피부염 및 신경조직 자극
0.05~0.1	냄새를 느낌
0.1	실내대기환경 기준
0.2	눈에 자극이 시작됨
0.25~0.3	호흡기 장애 시작됨
0.5	목에 자극이 시작
2~3	눈을 찌르는 듯한 고통이 생김
4	눈물이 나옴
10~20	정상적인 호흡이 관란
30~50	급성 중독 증상, 독성 폐기종으로 사망 가능
50	포름알데히드 측정기의 측정 상한치포

VOC들을 분해하는 능력이 있다. 광촉매반응은 모든 냄새와 세균, 유기 독성물질을 'CO₂ + H₂O'로 분해한다. 본 고에서 제안한 스크류 방식의 기술은 기존의 기술인 Filter형, Plasma형, 음이온방식, 오존방식, 실내공간의 광촉매 Spray방식과 비교하여 살균, 탈취, 독성 유기화합물 분해능력이 뛰어나며 안정하고 안전하다.

따라서 본고에서는 스크류형 광촉매 기기를 활용하여 새집증후군의 원인이 되는 가스 제거에 대한 실측결과를 발표하고자 한다.

2. 연구방법

2.1 광촉매 원리 및 특징

이산화티타늄(TiO₂) 광촉매는 자외선(400nm이하)을 받으면 전자(Electron), 전공대(Electron Hole)가 형성되어 강한 산화력을 가진 하이드록시 라디칼(-OH)과 슈퍼 옥사이드를 생성한다.

하이드록시 라디칼과 슈퍼 옥사이드가 공기와 수증의 유기 화합물과 오염물질을 산화 분해시켜 무해한 물과 탄산가스로 변화시키게 된다.

반응에 따라 광촉매 효과는 오염방지 효과, 공기정화 효과, 수질정화 효과, 살균 효과, 냄새제거 효과 등을 들 수 있다. 세균도 유기 화합물이므로 광촉매의 강력한 산화작용에 의해 산화분해되어 살균된다 .



Fig. 1 TiO₂ Coated Screw



< LAMP > < SCREW + LAMP >

Fig. 2 UV램프와 스크류 결합

2.2 스크류 광촉매 기기의 특징

본 고에서 소개하는 스크류 광촉매 기기의 형상 및 구조는 Fig.1 및 2와 같으며, 특징은 아래와 같다.

1) Screw 표면에 TiO₂가 Coating 되어 표면에서 자외선과 함께 광화학반응을 일으켜 유해물질을 제거한다.

2) Screw 표면의 주름은 광화학반응 면적을 높여 기기의 효율을 높이는 효과뿐만 아니라 유해물질이 Screw 내부로 유입되면 Screw를 따라 회전하면서 주름에 의해 여러 방향으로 분산되어 반응효율을 높일 수가 있다.

3)UV LAMP (자외선 파장범위 : 100~400(nm))는 다단계의 구조로 적용한다. 1차는 O₃ LAMP로서 살균 및 탈취능력 (185nm)을 가지고 있다. 2차는 UV-C LAMP로서 자외선 중에서, 가장 살균력이 강하며, 1분간 쬐이면 대장균, 디프테리아균, 이질균 등은 99% 사멸 (254nm)된다.

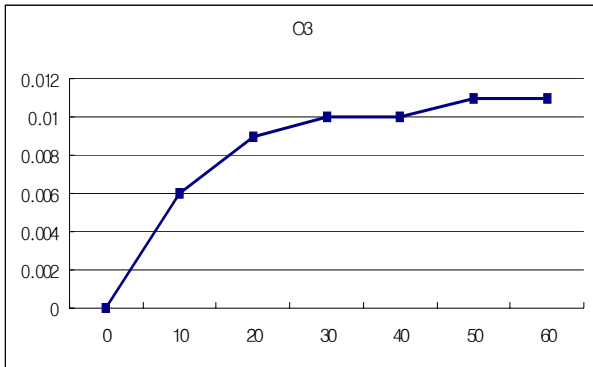


Fig. 3 오존(O₃) 제거 추이

Table 1 측정 조건

장소	고신의료원 해부학실습실내
공간체적	38m ³
초기농도	25.85ppm

3차는 UV-A LAMP로서 유기물질, 오존 분해 (360nm)등의 역할을 담당하게 된다.

4) Multi-Step Process (공간반응 / 표면반응)

파장별로 독립된 각각의 자외선램프와 오존램프를 독립된 튜브에 설치하여 직렬 또는 병렬의 형태로 연결하고, 각각 특성이 다른 LAMP가 내장되어 있는 Screw를 차례로 통과하면서 단계별로 살균, 탈취, VOC분해 공정이 일어난다.

2.3 기존 기기와와의 차이

1) 필터형 공기청정기

Hepa Filter를 비롯한 Filter 방식은 일정한 크기의 Particle, 오염물질을 걸러내는 역할일 뿐 Filter의 Mesh보다 크기가 적은 물질(세균, 유해가스)은 통과시킨다. 또한 Filter 관리를 잘못하면 더 많은 세균이나 오염물질이 공기중에 떠다닌다.

2) 허니컴형 광촉매기기

허니컴형의 광촉매기기는 규칙적이거나 확실한 반응을 기대하기가 어렵다. 허니컴형의 통공으로 오염물질이 통과할 때 광촉매반응을 일으켜야 하는데 빛(자외선)과 촉매의 반응 효율이 낮은 까닭이다.

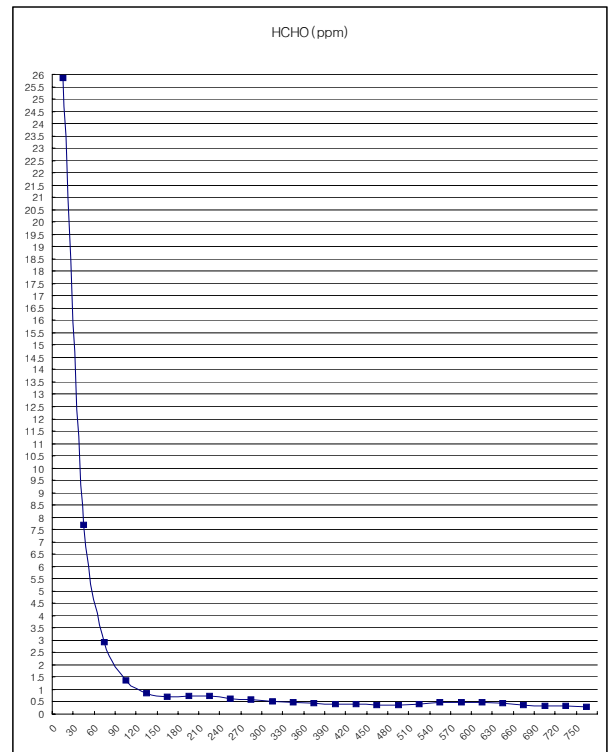


Fig. 4 포름알데히드 제거 추이

3) 전기집진 방식

산업용으로 많이 쓰이며 기기의 내부에 고전압을 발생시켜 그 정전기로 오염물질을 포집하는 방식. 무필터 정화기 또는 음이온 정화기라고도 불리며, 기계 내부의 방전사를 이용해 높은 볼트의 직류 전압을 보내 방전사 주변에 전위계를 형성시켜서 흡입된 공기를 전위계를 통과할 때 부유 물질을 순간적으로 소각시키는 방식이다.

3. 실험결과 및 분석

3.1 O₃ 제거 결과

당사 실험실에서 수행한 결과를 Fig. 3에 나타내었다. 실험은 60분동안, 기기의 배출구로부터 50mm지점에서 측정된 data로서 단위는 ppm이다. 대기중에 오존은 항상 존재하며 통상 0.01 ~ 0.03ppm이다. 또한 오존은 환경기준상 연간 평균치는 0.02ppm이하이며, 1시간 평균치는 0.1ppm이하이다. 실측결과 기준을 만족하고 있음을 알 수 있다.

3.2 포름알데히드와 새집증후군 인자 DATA

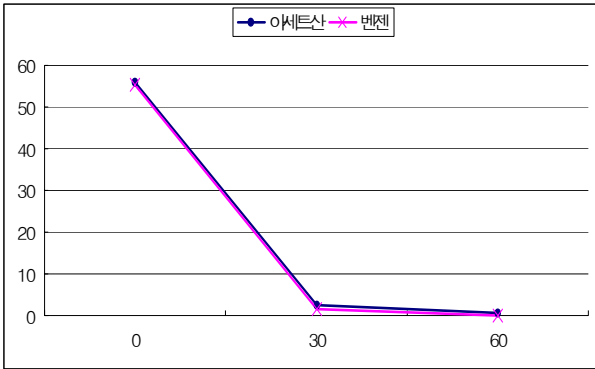


Fig.5 아세트산 및 벤젠 제거 추이



Fig.7 Odor 제거 추이

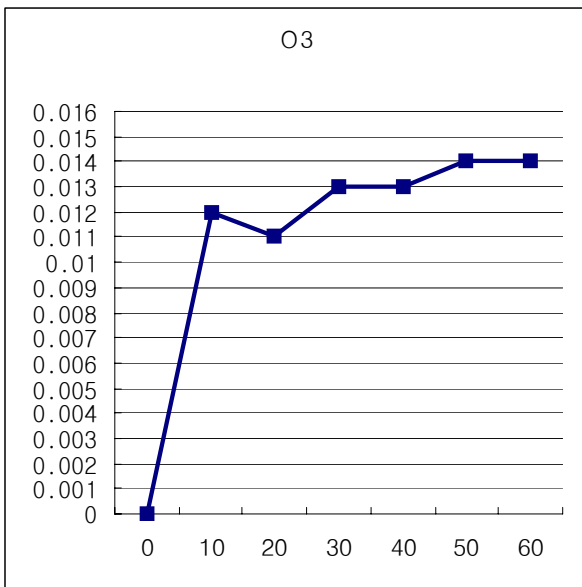


Fig.6 오존 제거 추이

새집증후군의 원인인 포름알데히드의 제거실험을 수행한 결과를 Fig.4에 나타냈다. 실험조건은 Table 1과 같고, 포름알데히드의 실내대기환경기준은 0.1ppm이다. 측정결과 30분 후 7.68ppm(약 70% 감소), 60분 후 2.92ppm(초기 대비 89%감소), 12시간 후 0.32ppm(초기대비 99%감소)으로 나타났다.

3.3 기기별 성능 비교

Fig.5는 Test Chamber(1.1mX1.1mX1.8m)에서 60분 동안 아세트산 및 벤젠(ppm)의 제거를 나타낸 추이다. 약 60분 이후에는 대부분이 제거가 됨을 알 수 있다.

3.4 실물 테스트(42㎡)

Fig. 6 및 7은 오존(O₃) 및 ODOR 제거 추이로서 측정시간은 60분이고, 측정 단위는 ppm이다. 측정결과 O₃ 최대 0.014(ppm)이고, ODOR 감소율은 90.7%로 나타났다.

4. 결론

광촉매를 이용한 공기정화기기는 2차오염이 발생하지 않는 무공해 기기로 새집증후군을 일으키는 포름알데히드, VOCs 등을 분해하여 제거한다. 테스트 결과로서 이를 입증할 수가 있으며, 기존 공기정화기에서 제거하기 어려운 악취까지 같이 제거를 할 수 있어 효율이 매우 높다.

또한, 새집증후군 원인물질은 시간이 흘러도 계속적으로 발생하는 것이므로 광촉매를 이용한 공기정화기를 이용해 이를 지속적으로 제거해낸다면 여러 가지 피부질환, 호흡기질환, 만성적 피로감등을 해결함으로써 많은 효과를 거둘 것이라고 보여진다.

참고문헌

- 1)주거환경신문, 2004년 09월 30일
- 2)환경부 2005년도 발표자료
- 3)국립환경과학원 2008년도 발표자료