

청정에너지 회수용 유증기/매연 포집모듈에 관한 연구

김명수*, 오킴라 시게노부**, 함경춘***

*(주)우남산업(wni6464@chol.com), **(주)하이텍(s.ohkura@hidec-82.co.jp),
***인하공업전문대학 기계설계과(kcham@inhac.ac.kr)

A Study on the Oil-mist/Smoke Collecting Module for the Pure Energy Recycling

Kim, Myung-Soo*, Shigenobu Ohkura**, Ham, Kyoung-Chun***

*Woo Nam Industrial Co., Ltd.(wni6464@chol.com),
**HIDEC Co., Ltd.(s.ohkura@hidec-82.co.jp),
***Dept. of Mechine Design, Inha Technical College(kcham@inhac.ac.kr)

Abstract

Traditionally, so-called "industrial waste gases", such as exhaust from boilers at industrial installations and a large quantity of soot discharged from power station, before their release into the atmosphere, have been on occasion subjected to an air cleaning process to remove fine particles that may pollute the atmosphere (such as mist and dust containing various powdery or oily substances and moisture from industrial waste gases). The release of industrial waste gases containing these particles directly into the atmosphere poses a serious threat to the earth environment; and recovery of these noxious substances is required by law in some countries and local governments. In urban areas, air pollution from automobile exhaust and others creates a serious condition. Some homes are equipped with and use indoor air purifiers. In many of the kitchens of restaurants, smoke generated during cooking and otherwise contaminated air are cleaned by air purifiers before being released outside or recycled inside.

For the dust collecting devices to recover the fine particles contained in contaminated air, the cause for air pollution and how to purify air, many types based on various principles are known. Specifically, classified based on theories of particle collection, filtration, gravity, inertia, centrifugation, electricity, and cleaning types are cited as available processes. Among them, an appropriate type is selected according to the size or type of fine particles to be collected and conditions for installation. For the efficiency of dust collection, a filtration system (by using bag filters and others) and electric system are particularly outstanding and are therefore used widely in various areas of industry.

In this research, rotary type high performance oil mist and smoke collecting system with self auto cleaning device equipped with the cleaning fluid spraying section is investigated.

Keywords : 유증기 (Oil mist), 매연 (Smoke), 포집시스템 (Collecting System), 자동세정 (Auto Cleaning), 집진효율 (Dust Collecting Efficiency)

기 호 설 명

PS	: 유증기 입자크기 (μm)
Nc	: 환기횟수 (회/H)
Rh	: 열 부하 ($kcal/m^3H$)
Γ	: 유증기 농도 (mg/m^3)

1. 서 론

건축기술의 발달은 건축물을 점차 고단열화, 고기밀화로 만들어 왔으며, 실내 공기환경은 이로 인하여 상대적으로 악화되어 왔다. 더욱이 건물의 유지관리 과정에서 단순히 에너지 소비를 경감시키기 위하여 외기도입량을 차단하거나 경감시킴으로서 결과적으로 실내 공기환경이 악화되었다. 특히 산업현장에서 복잡하고 다양한 공기조화 설비의 채택은 오히려 작업 환경 제어의 문제를 야기할 수 있어 작업장 환경에 대한 근로자들의 건강과 작업능률에 직접적인 영향을 받기에 이르렀다. 따라서 작업공간의 근로자에 대한 쾌적 환경의 확보는 향후 산업보건 측면에서 매우 중요하게 될 것이다. 작업장 청정 기술은 생산성 향상을 위한 창조의 공간을 조성한다는 관점에서 작업자를 중시한 쾌적성 확보, 에너지 절약에 의한 경제성 확보, CO_2 감축⁽¹⁾, 근로자의 인권의 건강과 일의 능률을 향상시킬 수 있는 작업장 환경의 창출이라는 중요한 과제로 인식되고 있다.

작업장에서는 근로자의 신진대사나 활동, 각종 기기나 기계 등으로부터 방출되는 열이나 이산화탄소, 먼지, 각종 휘발성 유기화합물질(VOCs)이 공기를 오염시키고, 실내 공간이나 건축설비 시스템에서 서식하는 세균, 곰팡이와 같은 미생물들이 실내로 유입될 수 있다. 이러한 물질이 실내공기 중에 정체되거나 재비산되어 작업자에게 직업병이나 각종 질병을 유발할 수 있다. 따라서 작업장내의 오염물질을 적절히 관리하지 않는다면 공조설비

나 환기시스템이 적절하게 설계시공 되었다고 하더라도 공기환경은 악화될 수밖에 없다⁽²⁾.

미국 NIOSH가 446개의 건물을 대상으로 행한 연구결과에 의하면 실내공기질에 영향을 미치는 인자는 크게 환기, 실내오염원, 실외오염원, 건축재료, 미생물, 기타 등으로 구분하고 있는데, 이 중 환기가 실내공기질에 가장 큰 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다.

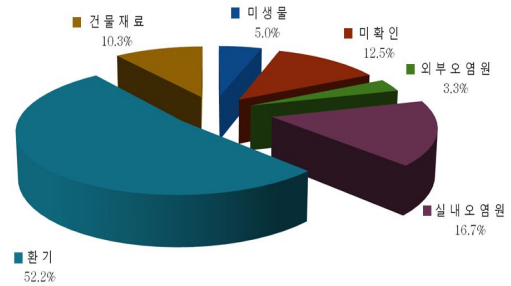


그림 1. 공기 오염원

2. 유증기의 특성에 대한 예비적 고찰

유증기^(3,4)는 수용성 유증기와 지용성 유증기로 구분된다. 수용성 유증기는 기계가공 공장 등에서 절삭유 등의 사용으로 기계가공시 중절삭에서 발생하는 고온으로 인하여 미세화 된다. 입자의 크기가 $1.0\mu m$ 이하의 초 미세 유증기가 발생되면 BROWN 운동에 의하여 유증기 상호간의 입자의 반발력에 의하여 공기중에 부유현상에 의하여 확



그림 2. 건물 내에서의 에너지 절감인자

산이 활발해 지고, 반 영구적으로 공기중에 떠돌게 된다. 그러나 입자의 크기가 $1.0\mu\text{m}$ 이상이 되면 유증기는 건물바닥설비의 외면, 벽면 등에 부착, 성장하며 기름때를 형성하여 환경오염에 주 원인이 된다. 입자의 크기가 $2\text{--}4\mu\text{m}$ 이 되면 일반적으로 우리 인간이 느낄 수 있는 입자 크기로서 가장 많은 분포량을 보인다.

지용성 유증기는 종류가 다양하여 제 3석 유류로 대부분 정제 광물류로 만들어 지고, 여러 가지 첨가제가 사용된다. 주성분 으로는 정제 광물류, 윤활성 향상제, 계면 활성제, 방청제, 방부제, 방식제, 유화제등이 있고, 이러한 다종류의 성분에 윤활유, 작동유 등의 혼입으로, 가공시에 유분이 함유 된 혼입 유증기가 되어 공장을 오염시키고, 작업자에게는 유해 요소가 된다. 첨가제 중에는 발암 물질을 함유한 것으로 밝혀져 사용 중지 된 것도 있으므로 주의를 요 한다.

이러한 유증기는 인간에게 매우 유해하여 유증기가 비산, 부유 하는 장소에서 유증기를 흡입하면 일차적으로 혐오감이 발생하고, 폐기능 장애나 간기능 장애등의 건강을 해치는 위험요소가 존재하며, 안구 통증을 일으키고, 정제 광물류, 윤활성 향상제, 계면 활성제, 방청제, 방부제, 방식제, 유화제 등은 , 함유 피부에 흡착되거나 침투하기 쉬운 물질 등을 다량 함유 하고 있다. 또한

유증기는 건물 바닥에 부착되어 미끄러지기 쉬워 안전사고에 노출되기 쉽다. 이렇게 천정이나 설비 등에 부착된 유증기는 후에 기름방울이 되어 다시 바닥에 떨어진다. 또한 공조기의 필터 등에 부착하여 현저한 처리 풍량의 감소를 초래하고, 기름방울이 되어 바닥에 떨어진다. 그리고, 환기 덕트에 흡입된 유증기가 덕트 내에서 기름방울이 되어 이음매 등으로 누출된다.

환경적인 요인으로 유증기는 그림 2. 및 그림 3.에 보인바와 같이 바닥, 설비, 부품, 완제품 등에 부착된다.

건물내 공조의 주요한 에너지 절감 항목은 그림 2. 에 나타낸 바와 같다. 기존 건물의 냉,난방시의 부하상황은 그림에 보인바와 같이 건물 공조 실시시, 공조부하로서 관계되는 항목은, 내부 발열 부하, 환기부하, 건물부하 등이고, 그 중에서도 환기부하가 가지는 비율은 냉난방시에 44%, 난방시 88%로 대단히 큰 것이 밝혀졌다.

또한 건물의 환기부하 특성 요인을 그림3. 에 나타냈다. 상기 특성 요인에 따라 환기부하에 큰 영향을 미치는 유증기 경감에 관하여 검토하였다. 환기부하(외기부하)를 줄이는 것은 환기량을 줄이면 되나, 반면에 건물내부의 설비에서 발생하는 분진, 유증기에 의해 건물내부가 오염되어 환경의 악화를 초래한다. 건물 내 공기는 건물의 형

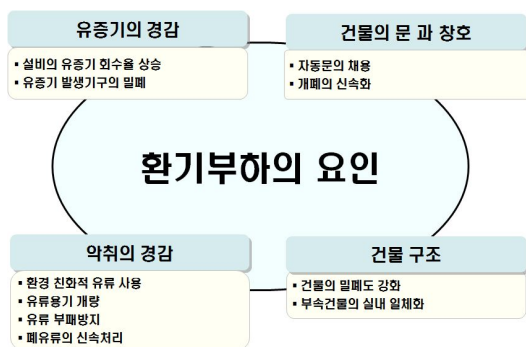


그림 3. 환기부하의 요인

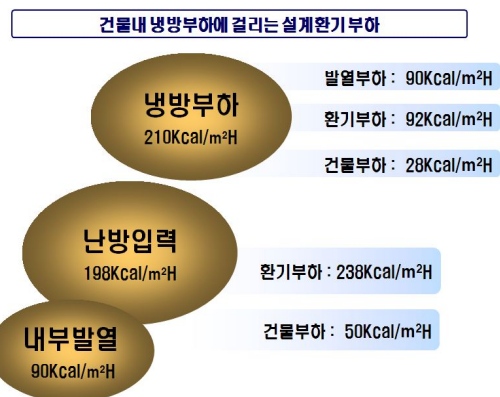


그림 4. 건물내 냉난방부하에 걸리는 설계환기부하

상 및 공장 내 환기 횟수 (외부 공기 도입량)에 따라 크게 좌우된다. 종래는 환기 횟수 6회/H 로 하고 있었다.

에너지적인 측면에서 건물 내의 유증기나 분진을 청정화 하기 위하여 그림 4. 에 보인바와 같이 건물 전체를 환기함으로 해서 공조에 따르는 부하 에너지를 환기와 동시에 방출하게 되며, 냉방 부하의 44%, 난방 부하의 88%가 환기로 방출 하게 된다.

설비보전을 위하여 제어반을 열교환기는 방열기등의 오염에 따라 기능이 저하되거나 또는 기능이 정지하게 된다. 또한, 수용성 유증기에 의한 온도의 상승 및 결정화에 의한 전자기기 고장도 발생된다^(5,6).

3. 청정에너지 회수용 유증기/매연 포집 모듈의 개발

청정에너지 회수용 유증기/매연 포집모듈의 개발 핵심은 그림 5. 에 보인바 와 같이 고속회전(3600rpm/min)의 응집코아 내부에 설치된 병렬직립형 스테인레스 핀에, 초속 60m/sec의 유증기 함유공기를 물리적으로 정압, 고속, 반복 충돌시켜 입자의 확대를 꾀하여, 액화된 유증기를 원심력으로 응집코아 내벽에 고속충돌, 침강 시켜 외부 드레인으로 배출하여 재사용한다. 이렇게 하면 물리적으로 계속 반복포착으로 장기간 안정된 성능을 발휘하며,

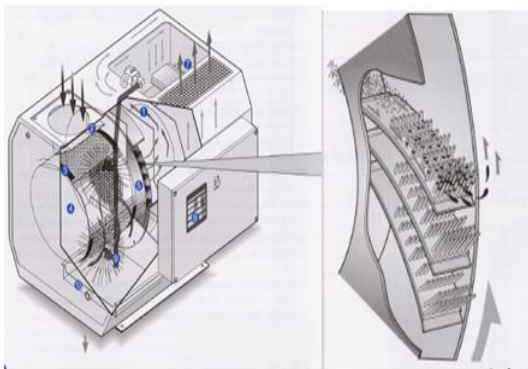


그림 5. 청정에너지 회수용 유증기/매연 포집모듈

수용성, 불수용성을 막론한 모든 종류의 유증기의 포집, 대응이 가능하며, 정비 보수 횟수가 년 1-2회이고, 특수자재나 전문 기술이 필요 없고 비용이 거의 들지 않는 장점이 있다.

모듈의 구성은 그림 5. 에 보인바와 같이 유증기를 효율성 있게 포착할 수 있음과 동시에 팬효율을 높이기 위하여 유증기 응집 포착팬을 장치하였고, 흡기구 및 배기구, 배유구를 갖는 케이싱과, 팬축판에 설치된 다수의 날개를 구비하여, 케이싱 외부로 부터 모터에 의해 회전되는 흡기구에서 유증기를 포함한 공기를 빨아들여, 날개 사이의 강제풍로를 거쳐 원심방향으로 압송하는 흡기팬과, 흡기팬 사이의 강제풍로에 간격을 두고 설치된 다수의 유증기 포착체를 구비하여 제작된 것을 특징으로 한다.

4. 유증기/매연 포집모듈의 적용결과 및 평가

유증기/매연 포집모듈의 적용결과 건물내의 환경이 환기부하에 많은 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다. 환기 부하 경감을 위하여 건물내에 발생하는 분진, 유증기, 발열 등을 억제할 필요가 있고, 대책으로서 각종 설비의 밀폐화와 유증기/매연 포집모듈의 자기 세정처리 완결 방식을 추진했다.

분진처리를 위하여 종래의 설비운영방식은 각종 분진의 비산 방지와 작업자의 안전

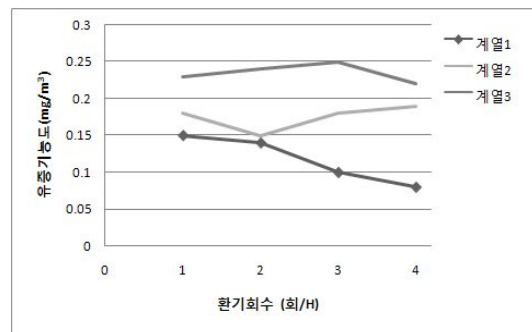


그림 6. 냉방시(계열 1), 난방시(계열 2), 평상시 계열 3의 유증기농도

을 주요 안점으로 측면 부만의 밀폐 후처리
리를 기본으로 하였으나, 금번에는 설비의
전반적인 packaging의 혁신을 시도 하였다.
주요 개선 항목은, 표 1.에 정리한 바와
같이 전면 밀폐식으로 하여 밀폐도 및 시

표 1. 원 자료의 변환 및 처리

원 자료	변환후 자료
공조설비 상부 개방형 ○ 철판 슬라이드부 하강식 ○ COVER 무	전폐식 DOOR
○ 상부로의 비산 누출이 많다, 천정형 HOOD	○ 환경 향상 ○ 전면 COVER식으로 유 증기, 소음 방지효과
○ 철판으로 인한 압박감	○ 디자인성 향상 ○ 수지판으로 압박감이 없어지고 내부 확인이 가능 하며 해방감 성취
○ 탈착식 COVER로서 중 량이다.	○ 작업성 향상 ○ 슬라이드 식 경량
○ 소형 개폐구부로 협소	○ 안전성 향상 ○ 대형으로 안전성 증대

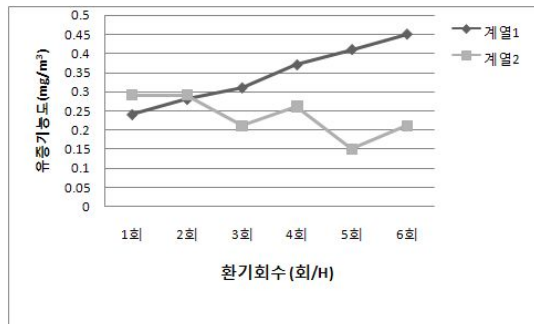


그림 7. 환기회수와 유증기농도(계열2, mg/m³) 및
최고시 냉방부하(계열1, Kcal/H)

공성을 고려하였으며 알루미늄 부재의 채
용, 측면 부는 물론 공조 설비의 상부, 및
치구 부도 밀폐하였다. 그 결과 수지판의
투명성으로 거주자들의 공기오염에 대한 압
박감도 없어지고 건축물의 디자인성도 대단
히 양호하게 되었고 작업성, 보전성이 대폭
향상 되었다. 기타의 주요한 에너지 절감
대책으로 공조기의 발열부하가 경감하였는

데, 이는 표 1.에서 보는바와 같이 TOP
LIGHT 방식 채용에 따른 조명의 국소점등,
고온 CLEAN ZONE의 배출 방법 개선, 내
부 발열의 적극적 공장의 배기, 가공 동력
의 간헐 운전, 및 공조설비의 고속, 고능률
화에 따른 것으로 평가된다. 또한, 그림 5.
에서 보는바와 같이 환기 부하의 경감을 볼
수가 있고, 건물 단열의 강화 및 건물 구조
와 출입에 따르는 창호 개선으로 인한 건물
부하의 경감을 볼 수가 있으며, 공조방식
의 재인식으로 그림 6.의 결과와 같이 환기
를 회수하기 위하여 공조기, 및 배풍기를
INVERT 화 하고, 건물내 분리 벽 설치에
의한 열 처리 구역과 일반 구역의 분리함
으로써 건물내의 공조열 부하가 종래 250
kcal/m³H 이었던 것을 180kcal/m³H로 대
폭 개선 하였다.

본 유증기/매연 포집모듈의 적용에 따른
결과로 유증기 및 소음을 packaging 의 충
실화에 의해 개선하고, 특히 유증기에 관하
여는 목표치를 대폭 초과 달성했다. 유증기
/매연 포집모듈의 적용에 따른 에너지 절감
에 대단히 유효하며, 환기량을 종래의 6회
/H에서 2회/H 로 격감 시켰으나 오히려 공
장 내의 유증기 농도는 전역에서 0.3mg/m³
이하를 달성하고 환경 상태는 지극히 양호
하게 개선되었다.

금번의 유증기/매연 포집모듈의 적용에
따른 대기의 청정도 환경이 대폭 개선됨과
동시에 동력절감에도 큰 효과가 있었던 것
으로 판단 되었으며, 따라서 유증기의 발생
이 많이 배출되는 각종 상업건물에도 본 모
듈의 적용이 대기 환경개선은 물론 냉난방
에너지의 절약에도 기여하리라고 생각되며,
아울러 탄소배출권의 확보등 더욱 적극적인
에너지 절감책에도 필요하리라고 생각된다.

5. 결 론

최근 CO₂삭감법을 위한 다양한 연구가

다각적으로 이루어지고 있다. 본 연구에서는 유증기/매연 포집모듈을 적용하여 오염된 공기를 자연 상태의 공기질 이상으로 정화하는 기술을 취득하여 실내 공기 중 유증기 및 매연 등을 포집하여 건물 내의 냉난방 에너지를 오염공기와 함께 배출하지 않고 재사용을 할 수 있는 방법을 실험적으로 검증 하였다.

CO₂삭감법과 청정에너지 회수를 위한 본 연구의 결론은 다음과 같다.

- (1) 본 유증기/매연 포집모듈의 적용에 따른 결과 건물내의 공조열 부하가 종래 250 kcal/m³H 이었던 것을 180kcal/m³H로 대폭 개선 하였다.
- (2) 유증기/매연 포집모듈의 적용에 따른 에너지 절감에 대단히 유효하며, 환기량을 종래의 6회/H에서 2회/H로 격감 시켰으나 오히려 공장 내의 유증기 농도는 전역에서 0.3mg/m³ 이하를 달성하고 환경 상태는 지극히 양호하게 개선되었다.
- (3) 유증기/매연 포집모듈의 적용결과 건물내의 환경이 환기부하에 많은 영향을 미치는것을 확인할 수 있었다. 환기 부하 경감을 위하여 건물내에 발생하는 분진, 유증기, 발열 등을 억제할 필요가 있고, 대책으로서 각종 설비의 밀폐화와 유증기/매연 포집모듈의 자기 세정처리 완결 방식을 추진했다.

참 고 문 헌

1. 첨단첨단환경기술, 탄소 배출권 거래 시장의 성장과 전망 탄소 배출권 거래 시장의 성장과 전망, 양혜영, Journal of environmental hi-technology ,v.15 no.4 = no.167 ,2007 ,pp.88-93.
2. 창호시스템의 환경성능평가기법 정립에 관한 연구 창호시스템의 환경성능평가기법 정립에 관한 연구, 최두성, ; 김은규, ; 조균형, Journal of the Korean Solar Energy Society ,v.24 no.3 ,2004 ,pp.101-109.
3. 주유기의 유증기 회수 의무화 실시 의미와 과제 : 2008년 stage II 실시 내용 주유기의 유증기 회수 의무화 실시 의미와 과제, 윤은정, The Korea petroleum association journal ,no.264 = no.264 ,2008 ,pp.66-72.
4. 덕트형 세정집진기의 입자포집 특성실험, 유경훈, 여국현,손승우, 대한기계학회 2004년도 춘계학술대회 ,2004 Apr. 28 ,2004 ,pp.1795-1800.
5. 충전층식 세정집진기의 집진특성 실험, 유경훈, 노희환, 최은수, Korean journal of air-conditioning and refrigeration engineering, v.15 no.4 ,2003 ,pp.305-311.
6. 실공간에서 공기정화시스템을 이용한 실내 오염 입자 제거 특성에 관한 연구, 구정환, 김성찬, 김장우, 대한기계학회 2000년도 추계학술대회논문집 B2000, Nov. 02, 2000, pp.532-537.