

쾌적한 실내공기질을 유지하기 위한 기술적 관리대책

권 필 현고 문

[(株) KAF ENGINEERING]

목 차

I . IAQ 해설

1. 쾌적한 실내공기질(Acceptable Indoor Air Quality)
2. IAQ 관리의 중요성
3. 주요 Indoor Air Quality오염물질 및 인체에 미치는 영향
4. IAQ 오염물질 및 실내환경에 영향을 주는 인자

II . IAQ 해설

1. VOC의 분류
2. VOC 발생원
3. 저농도 VOC의 권고치와 TVOC의 권고치
4. FORMALIN
5. 연소생성물
6. 미생물오염
7. 입상물질오염
8. 실내환경기준법
9. 임대 BUILDING의 공조설비 법적 책임 추궁 사례
10. IAQ 관리체계도
11. 실내 및 지하공간 공기질 기준 비교

III . BUILDING 실내공기 환경측정의 의무화 종용

1. 2-3개월 주기 실내환경
2. IAQ불량시 강제 개선 명령
3. IAQ불량시 형사 처벌 입법화
4. 강력한 개선의지와 지도단속의 실행

IV. BUILDING 실내공기 개선책

1. 오염입자별 크기
2. 대기중 DUST의 평가
3. 입자의 침강속도(SUMMARY OF FRANK CHART)
4. CONTAMINATION INDICES
5. 오염물질별 입자크기와 AIR FILTER 적응도
6. OUTSIDE AIR REQUIRED COMPARISONS
7. VENTILATION RATE PROCEDURE
8. 대전미립자중성화장치의 LAY OUT
9. 대전미립자중성화장치의 입자 및 오염물질 활성화

1. IAQ 해설

1. 쾌적한 실내공기질(Acceptable Indoor Air Quality)

IAQ는 Indoor Air Quality의 약자로 '실내공기질'이라고 풀이할 수 있다. 실내환경에 영향을 미치는 공기, 기류, 습도, 온도등 여러인자들을 종합적으로 평가하는 용어로서 최근에는 조명이나 소음도 포함시켜 실내환경 전체를 하나의 system(Building Ecology)으로 인식, 개선하고 문제를 해결하려는 움직임이 일고 있다. ASHRAE Standard 62-1989에 명시된 쾌적한 실내공기의 정의란 "거주자의 최소한 80%의 대다수가 쾌적성을 느낄수 있고 적절한 측정 방법을 통해 공기의 오염정도가 거주자의 건강에 무해하다고 입증된 공기" 로 이것은 병을 예방하는 객관적인 기준(오염농도 측정)과 쾌적성을 제공해주는 주관적인기준(냄새등) 두가지 모두를 만족해야 해야 한다는것을 내포하고 있다. 실내공기 오염은 눈을 자극하거나, 편·두통, 졸음 등을 초래하고 이러한 환경 조건이 결과적으로는 사람들의 생산성을 저하시킨다. 따라서 쾌적한 실내 환경은 그 공간에 있는 사람들에게 아무런 신체자극이나 생산성에 영향을 주지않고 최적의 조건에서 최고의 생산성을 실현하는데 필수적인 요소가 된다. 실제로 현재 외국에서는 IAQ 관리가 잘된 건물은 임대수요가 높고 따라서 임대료가 높게 책정되고있다.

공기오염물질 및 실내환경에 영향을 주는 인자가 잘된 IAQ관리로 파생되는 결과를 도식화하여 나타내면 다음과 같다.

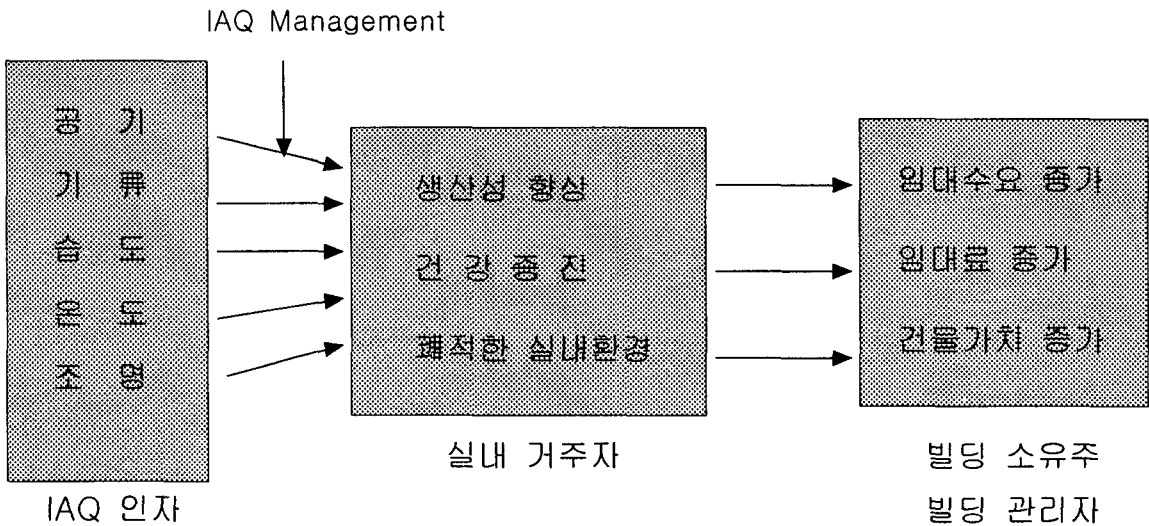


그림 1-1. IAQ Management의 효과

Table 1-1 Why study indoor air quality (IAQ)?

<ul style="list-style-type: none"> ● Substantial environmental health risks <ul style="list-style-type: none"> - most time spent indoors - indoor pollutant sources(CO, Rn, VOCs, microbes)
<ul style="list-style-type: none"> ● Human comfort and well-being <ul style="list-style-type: none"> - workplace productivity (SBS symptoms) - aesthetics of indoor environments(odors)
<ul style="list-style-type: none"> ● Material damage concerns <ul style="list-style-type: none"> - cultural artifacts - electronic equipment
<ul style="list-style-type: none"> ● Energy cost of buildings <ul style="list-style-type: none"> - example : in US, 38% of primary energy is used indoor - ventilation, energy use, and IAQ are coupled

사람이 실내에서 활동하는 시간은 전체 하루 활동시간의 90%를 차지한다. 집(주택공조), 직장(사무용 빌딩), 쇼핑센터(상가, 백화점, 지하상가), 교통(지하철)등 거의 모든 활동시간을 실내에서 보내고 있다. 외국에서는 주택공조가 일반화되어 있기 때문에 여기서 파생되는 여러 가지 환기시스템과 관련 IAQ 문제가 일반인들에게도 널리 인식되어 있고 그 만큼 연구도 활발히 진행되고 있다. 국내 주택의 고급화 흐름에 비추어 목조 주택의 수입, 공조시스템이 적용된 고급빌라 및 아파트 신축 등이 이루어지고 있다는 것을 생각해볼 때 IAQ에 대한 중요성 인식이 그만큼 국내에서도 커질것이라고 본다. 이 지침서에서 다루게되는 내용은 국내에서 문제가 되어왔던 공공장소 - 사무용 빌딩, 쇼핑센터, 지하철 등에 적용되는 내용을 중심으로 다루고 이들의 IAQ 문제점과 해결 및 예방책 등을 제시해보고자 한다.

2. IAQ관리의중요성

2.1 배경 및 원인

1970년초에 전세계적으로 발생한 석유파동으로 원유값이 10배 이상 상승되자 빌딩의 냉·난방에너지 절약 방법으로 빌딩을 밀폐화(tight building) 시켰고, 외기도입량을 줄이기 위해 환기횟수를 감소시키는 것이 불가피했다. 이러한 대응책은 빌딩의 에너지 비용을 줄이는데 일조는 하였으나 재순환된 공기의 이용으로 희석에 필요한 외기도입량이 적어져 실내 공기가 오염되어 불쾌감을 유발하거나 눈이나 코, 호흡기관을 자극한다. 이는 Sick Building Syndro-

me(SBS) 혹은 Building Related Illness(BRI)로 불리운다. 또한 불충분한 환기로 빌딩과 Heating, Ventilation and Air-Conditioning (HVAC) system에 박테리아, 곰팡이, 세균 등 미생물이 생육하면서 기침, 천식, 재채기 등을 유발하기도 한다.

2.2 Sick Building Syndrome(SBS) 와 Building Related Illness(BRI)

"Sick Building Syndrome(SBS)" 이나 "Building Related Illness(BRI)" 는 실내 공기오염 뜻하는 대표적인 용어들이다.

빌딩 IAQ 조사중에 많은 부분을 차지하고 있는 Sick Building Syndrome은 실내거주자의 20%이상이 무엇인가 건강상의 불만을 호소하며 거주자가 머문시간에 비례하여 실내 공기오염이 급성적인 건강침해나 쾌적성에 영향을 미치는 증상으로 특정한 병이나 원인이 규명되지 않으며 빌딩을 떠나면 아무런 증상도 보이지 않는다. SBS 증상은 두가지 group으로 나뉘어 질수 있다. 그 중의 하나는 감각기관이 반응하는 정도에 따라 발생하는 sensory reaction으로 눈, 코, 목을 자극하거나 가려움을 유발하며 점막이 건조해지고 피부 발적이 나타난다. 다른 하나는 systemic effects로 두통, 피로, 현기증, 졸음 및 소화기 장애증세를 보인다. SBS의 원인은 매우 다양한 것으로 많은 전문가들은 생각하고 있다. 이와는 대조적으로 Building Related Illness는 거주자의 2인 이상에서 나타나고(전 거주자수가 몇 명이든 상관없이) 증상과 원인이 명확히 규명될 수 있는 경우를 의미한다. 이때는 Legionnaire's disease, Pontia fever, 과민성 폐렴, 비염과 같이 병과 빌딩의 오염원인을 곧바로 알 수있다. 이때 병의 회복을 위해서는 빌딩 밖으로 나온 정도로는 곧 증상이 없어지지 않아 회복에는 장시간이 필요하다. BRI가 발생한 곳에는 SBS가 함께 발생하고 다른 요소들과 연관되어 병의 정도를 악화시키기도 한다.

2.3 실내·실외 공기오염

사람들은 실외 공기오염이 건강에 미치는 영향에 대해 잘 알고 있지만 실내 오염이 건강에 미치는 중요성은 잘 알고 있지 못하는 것 같다. 미국의 Environmental Protection Agency (EPA)의 한 조사에 의하면 다수의 실내 오염물질 농도가 외부공기(실외)에 비해 적게는 2-5배에서 최고 100배까지 오염되어 있는 것으로 보고되었다. 이와 같은 사실은 EPA가 최근에 수행한 무작위 추출로 뽑힌 13개 빌딩에 대한 조사(1994년)결과와 일치하고 있으며 data는 아래와 같다

(BASE Study Environmental Measurements, EPA).

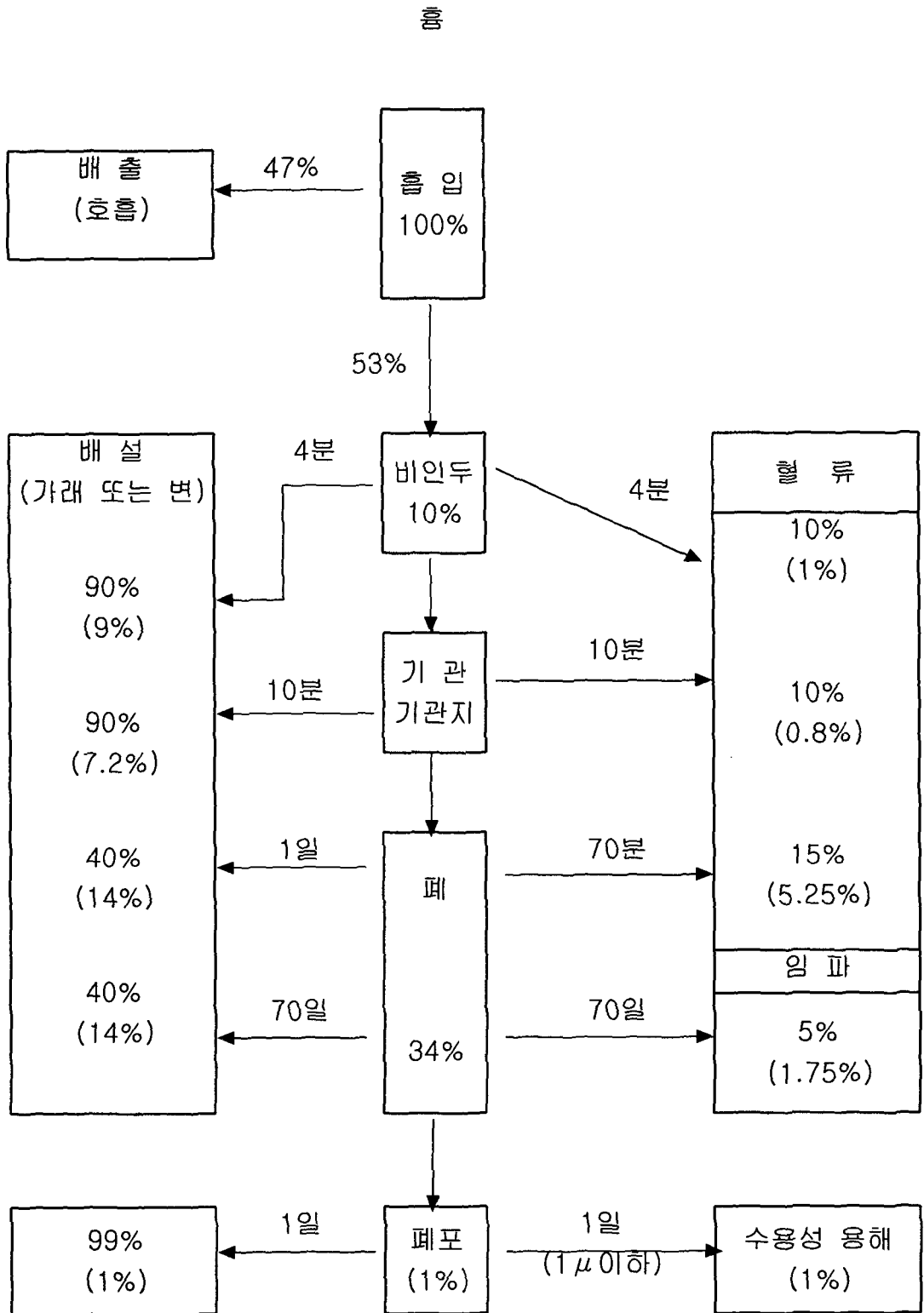


그림 2-1 흡의 흡수와 배설비율과 시간

표 2-1 실내·외 농도 비교

항 목	실내농도(평균)	실외농도(평균)
이산화탄소 (ppm)	490	380
상대습도 (%)	40	60
온도 (°C)	22.6	18.0
포름알데히드 (ug/m ³)	18	5
박테리아 (CFU/m ³)	37	31
Fungi (CFU/m ³)	80	78
분진:PM10 (μg/m ³)	13.8	29.1
톨루엔 (μg/m ³)	18	13
벤젠 (μg/m ³)	6	4

위의 조사표에서 알 수 있듯이 분진을 제외한 모든 실내 오염물질이 실외 농도 보다 높거나 부적당한 것으로 나타났다. 실내의 오염물질들은 사람의 활동으로부터 발생하는 이산화탄소, 건축자재에서 발생하는 포름알데히드, 유기용제계통인 톨루엔, 벤젠 등에 이르는 광범위한 오염물질을 포함하고 있다. 이들 물질중 벤젠, 톨루엔, 포름알데히드 등은 발암성 물질로 분류되어 있고 실내에서 장기간 저농도에 노출되는 사람인 경우 만성적 병세가 나타나기도 한다. 특히 이산화탄소는 실내 공기오염의 척도로 이용되는 물질로서 환기량과 밀접한 관계를 가지고 있다. 따라서 이산화탄소의 농도변화를 시간과 장소에 따라 조사분석하면 어느 정도의 IAQ 문제를 해결하는데 많은 도움을 주기도 한다.

박테리아, 곰팡이 등은 공조기내 가습기설비 및 duct내 습도·온도와 밀접한 관련이 있어 겨울철에 난방과 가습효과가 미생물의 증식을 초래하기 때문에 각별한 주의가 요구된다. 결론적으로 실내의 환기는 외부의 오염농도, 실내에서 발생하는 양 및 오염물질의 특성, 적용 장소의 용도, 유동인구를 고려하여 적절한 환기횟수 및 적당한 환기설비로 실내의 농도를 낮추도록 설계해야 한다.

Table 2-2 Classes of IAQ models

Conserved pollutants	reactive pollutants	
(1) single chamber (2) multiple chamber - steady-state - transient - variable parameters	(3) homogeneous transformations (4) surface interactions	well-mixed (reactors)
(5) mixing time • age of air/ventilation efficiency • computational fluid dynamics	(6) computational fluid dynamics - largely unexplored - precedents in urban airshed modeling	incomplete mixing

(4) EXAMPLE: INDOOR-OUTDOOR OZONE RELATIONSHIP

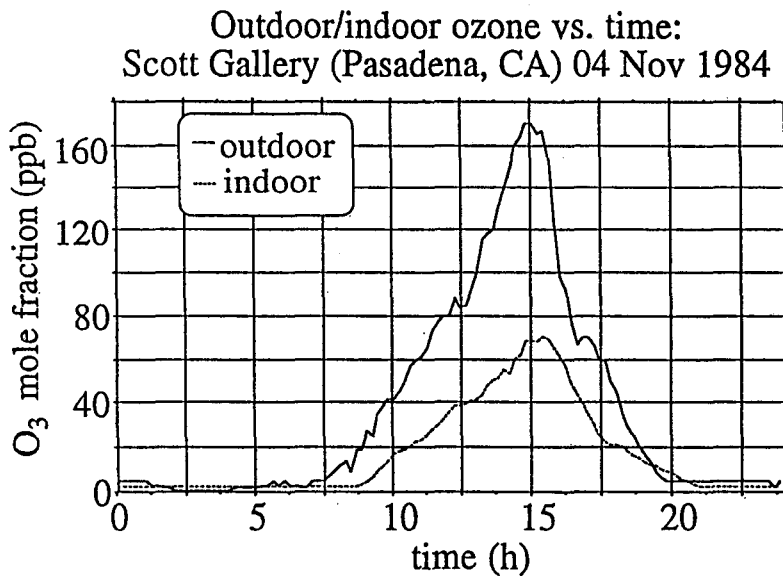


Figure 2-2 Example : Indoor-outdoor ozone relationship

3. 주요 Indoor Air Quality오염물질

그림 3-1 National Institute of Occupational Safety and Health(NIOSH, 1984)조사에서듯이 IAQ 문제는 여러가지 원인에 의해 발생된다. 사람의 활동에 의해 필연적으로 발생하는 내부 오염원에서 부터 공기의 청정도·습도·온도 등을 유지하기위한 Heating, Ventilation and Air-Conditioning (HVAC) system에서 비롯되는 오염물질에 이르기 까지 그 발생원들은 다양하다. 그리고 현대의 발달된 화학기술은 합성 건축자재나 가구, 개인용 화학제품, 살충제 그리고 세제 등의 사용을 촉진시켰고 여기에서 발생하는 화학물질이 실내 공기 오염의 주 원인중의 하나로 등장하였다. 이들 오염물질을 및 원인별로 분류하여 살펴보면 다음과 같다.

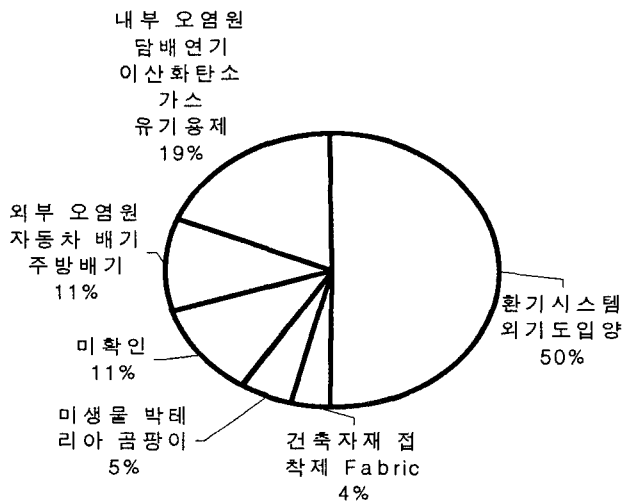


그림 3-1 IAQ 오염원별 분류(NIOSH Survey, 1984)

3.1 HVAC System (공조시스템)

원인별 분석에서 가장 큰 원인으로 나타난 것이 HVAC system이다. 이는 잘못된 설계·소홀한 system유지관리·부족한 환기횟수등으로 전체의 50%에 달하는 것으로 조사결과 나타났다. 이 NIOSH 결과를 참고로 볼 때 외기도입부의 위치, HVAC system에서 자라나는 미생물 등을 감안하면 HVAC system 관련 원인은 70 - 75%를 차지할 것으로 보인다.

부족한 환기 횟수는 건물의 에너지 절약과 밀접하게 관련되어 공기의 희석이나 배기가 충분히 되지않아 일어난다. 충분치 못한 외기도입량, 즉 잘못된 설계나 system, damper의 위치/개폐가 바르게 이루어지지 않아 충분한 양의 외기량 도입이 되지 않아 실내 공기가 오염되어 일어나기도 한다. 설계시 반영되어져야 할 1인당 필요 외기 도입량은 ASHRAE 62-1989에 따른다. HVAC system에서 비롯되는 원인중 가장 큰 원인으로 지적되는 것은 아래 표에 나와있듯이 대부분은 부적절한 시스템 유지관리에 있다.

표 3-1 HVAC문제 원인별 발생빈도

문제분류	원 인	빈도수(%)
설 계	system상의 원인	
	• 부적절한 외기양	75
	• 실내에서의 고르지 못한 공기 분포 (supply 및 return 장치에 기인)	75
	장비상의 원인	
	• 제대로 여과되지 않은 supply air	65
	• 부적당한 drain lines와 drain pans	60
	• duct 나 duct lining의 청결상태	45
	• 가습기의 고장	20
운 영	• 부적절한 관리방법	90
	• 부적절한 유지	75
	• 열부하 및 오염발생을 변화	60

air filter의 적절한 교환이나, 시스템을 이루고 있는 각 부분(filter banks, coils, fan, duct humidifiers, drain pan) 등에 먼지가 부착되거나 특히 먼지가 기름이나 물등과 같은 공기중의 액체성분과 혼합되어 duct나 fan에 엉겨 붙으면 급기의 송풍량이나 정압에 영향을 주어 제대로 설계되었어도 충분한 양의 공기 공급이 어렵게 된다. 또한 겨울에 가동했다가 여름에는 작동을 시키지 않는 humidifier reservoir에 물이 고여 있는 경우 여름철 높은 기온 탓으로 미생물이 자라나 실내 전체에 환기시스템을 따라 번지기도 한다. 따라서 HVAC관리는 최소한 계절별로, 적절한 시기마다 교환이나 점검이 정기적으로 이루어져야 한다. 마찬가지로 drain pan에 물이 오랫동안 고여 있게 되면 미생물이 빌딩전체에 퍼져 문제가 유발되므로 3개월 마다 미생물의 존재여부를 확인해야한다. duct liner로 사용되는 porous insulation은 습기가 있는 경우에 미생물이 자라날 수있고 오래된 insulation인 경우는 protective cover가 벗겨져 실내에 fibre glass particle이 공기중에 떠다니다 책상위나 물체 표면위에 내려앉아 또 다른 오염을 유발시키므로 insulation 시공은 각별한 주의와 점검관리가 요구된다.

3.2 내부오염원

3.2.1 담배연기 (Environmental Tobacco Smoke: ETS)

흡연은 각종 가스 및 분진을 발생시키며 집중력저하, 호흡기 질환, 폐질환, 심장질환, 폐암을 유발한다. 최근에는 흡연자(active smoker)뿐만 아니라 주위에서 담배를 직접 피우지 않고도 흡연의 영향을 받는 간접흡연자(passive smoker)에 미치는 영향 평가 연구가 활발히 이루어지고 있다. 담배연기는 주로 흡연자가 흡입하는 주류연기(mainstream smoke), 담배가 타고 있을 때 발생하는 비주류담배연기(sidestream smoke)로 나뉘는데 독성은 비주류 담배연기가 더 높고 실내공기와 혼합 확산되어 실내전체에 오염을 유발한다. 흡연으로 인한 건강에 미치는 영향은 그 범위가 크기 때문에 최근 미국의 California주는 주 전체지역을 대상으로 공공장소(일터포함), 유흥업소 등에 금연을 제정하였고 미국 법정은 담배 제조회사들에게 내려진 미국법정이 내린 배상판결취지에서 보더라도 흡연이 건강에 미치는 영향이 얼마나 심각한지를 알게 해준다.

3.2.2 사람의 활동에 기인한 오염물질

가장 큰 비중을 차지하는 물질은 Volatile Organic Compounds(VOCs)로서 건축자재나 사무기기 사용에 부수적으로 필요한 solvents(유기용매), toner 등에서 발생한다. 또한 일상생활과 밀접한 관계가 있는 가구 마감재로서 페인트나 왁스, 방향제에서 유기화합물중 벤젠, 톨루엔, 크실렌, 에테르, 에스테르, 알데히드 등의 물질들은 발암성 물질로 규정되어 대기 뿐만 아니라 실내 오염물질중 중요한 물질로 취급되고 있다. 그리고 이들 물질에 따른 거주자의 반응중에 multi chemical sensitivity, allergy등은 IAQ 원인규명에 대한 전형적인 논란의 쟁점이 되고 있고 최근에는 미생물성 물질과 함께 가장 중요한 실내 오염물질로 분류되고 있다.

이외에도 인체 대사의 산물로 발생하는(bioeffluent) 이산화탄소(CO₂), 사무용기기의 복사기나 laser printer, 정전식 공기정화기등에서 발생하는 오존 및 청사진(blue print machine)에서 발생하는 암모니아(NH₃)가 있다. 오존은 오존 특유의 냄새와 함께 발생하며 일정농도 이상에 노출하게 되면 건강에 위협을 받게 된다.

3.3 외부오염원

외부 오염원의 실내 유입은 주로 설계 잘못으로 자동차 배기 가스, 식당 배기가스, 공장 굴뚝등에서 배출된 가스, 분진, fume 등에 포함된 오염물질이 충분히 걸러지지 않거나 배출된 공기가 외기도입부를 통해 빌딩내로 다시 역류되어 들어와서 오염을 빌딩전체로 오염을 확산시키기도 한다. 특히 배출구와 외기 도입부가 서로 가까운 곳에 위치한 경우 크게 문제를 유발한다. 주방에서 배출된 냄새나는 공기는 다시 mixing chamber로 들어와 혼합되어 냄새를 빌딩내 퍼지게 하기도 한다. 또한 외기도입부가 자동차의 배기 가스 배출관과 비슷한 높이에 있을 경우 암, 폐질환을 일으키는 SO₂, NO₂가 포함되어 있는 자동차배기 가스가 빌딩내로 들어오게 되는 때도 있다.

3.4 미생물성 물질

실내 공기중에 떠다니거나 실내물건에 부착되어 오염을 일으키는 미생물성 물질은 virus, 세균(bacteria), 곰팡이(moulds), 각종 allergy성 물질(allergen), 집진드기(dust mite), 화(pollen), 식물의 흄씨(spores) 등이 있다. 이들은 온도와 습도의 영향을 크게 받아 고온 다습한 경우 그 성장 번식이 왕성해져 천식·호흡기 질환, 알레르기성 질환 때로는 폐결핵과 같은 전염성 질환을 일으키기도 한다. 이들 오염원들은 번식/성장후 전염 매개체에 의해 전염되는데 그 경로와 정도는 매개체에 따라 다르게 나타난다. 특히, 환기가 충분치 못할 경우 미생물성 오염원들의 전염은 급속하게 확대되며 이는 집단적인 감염사태를 일으킬수 있다. 예를 들어 1명의 감기환자가 있는 공간에서는주위에 있는 사람들이 감기에 걸릴 확률이 높다는 것은 누구든지 경험에서 잘 알고 있다. 이는 환기부족에서 비롯된 것이다. 감기 virus가 다른 거주자로 전염될 가능성은 공기 순환이 잘 안되는 정체된 실내 공기에서 높게 나타나기 때문이다. 최근 연구결과 서울시내 주요 빌딩의 약 30%가 냉방장치와 관련 오염된 수질중에 발생한 Legionnaire's disease에 감염되어 있는 것으로 보고되었다. 일반 주거공간에서도 carpet사용이 늘면서 미생물 번식에 따른 실내오염이 대두되고 있다. 특히 습한 기후와 공기 오염이 심한 곳에서는 carpet이 집진드기같은 미생물 번식의 서식지 역할을 하므로 항상 적당한 습기를 유지해야 한다. 선진국에서는 이러한 carpet의 문제점 때문에 주택 바닥에 carpet대신 나무로 대체하고 있는 추세이다. 집진드기는 carpet 이외에도 소파나 이불 등에도 서식하여 천식이나 호흡기 질환을 일으키는 원인이므로 항상 적당한 실내 습도 유지가 필요하다.



그림 3 - 2 집진드기(현미경촬영)

3.5 건축자재

주로 접착제, 밀폐제, 코팅제, particle board 및 합판, carpet, 절연물질등에서 주로 발생되고 이들 물질 대부분이 알데히드를 비롯한 VOCs, 분진등이다.

3.5.1 VOCs

용도별 건축자재에서 발생하는 오염물질은 다음과 같다.

표 3-2 건축자재에서 발생하는 오염물질

건 축 자 재	발 생 되 는 물 질
접착제, 밀폐제, 코팅제	VOCs
particle board 및 합판	VOCs, Urea Formaldehyde(UF)
carpet, 바닥재, 벽마감재	VOCs
절연물질, 방음, 천정tile, 가구	VOCs, 분진

VOCs에 대한 연구는 아직도 진행중에 있지만 VOCs중 알데히드에 관한 연구는 활발히 이루어지고 있다. 다만 나머지 VOCs화합물에 대해서는 그렇지 못하다. 그이유는 VOCs화합물은 다른 VOCs와 반응을 일으키기 때문에 VOCs에 대해 명확한 규명을 내리기가 어렵기 때문이다. 따라서 VOCs 오염원 방출 평가에는 Total VOC(TVOC)가 쓰인다.

3.5.2 Radon

그외 방사선물질로 분류되어있는 라돈(Radon: Rn-222) 가스는 자연적으로 발생하는 방사선 물질로 반감기는 3.8일이며 Radium:Ra-226의 핵분열 생성물질이다. 라돈은 일반적으로 흙, 시멘트, 콘크리트, 대리석, 모래, 진흙, 벽돌 등의 건축자재 및 우물물, 동굴, 천연가스에 존재한다. 라돈은 α 붕괴에 의하여 라돈의 낭핵종(Radon daughter)를 생성하는데 이때 이 낭핵종은 기체가 아닌 미세한 입자로 폐에 흡입되어 폐포나 기관지에 부착해 α 선을 방출하기 때문에 폐암발생율을 높이고 특히 흡연자는 비 흡연자에 비해 석면이나 라돈과 관련된 폐암(asbestos-induced or radon-induced lung cancer)발생율이 높다. 실제로 미국에서 폐환자의 약 15%가 라돈 노출로 인한 것으로 보고되어 있으며 EPA는 라돈을 발암물질로 분류하고 있다.

3.5.3 석 면

주로 내화성 건축자재로 석면타일, 석면, 시멘트 등의 형태로 많이 사용되고 있다 또한 가정용품, 전기제품, 자동차, 비행기 등에 내열성의 공업제품으로서 다양하게 사용되고 있다. 이와 같은 석면이 공기중에 석면섬유 형태의 미세한 가루입자로서 인체의 폐속에 쉽게 흡입되어 섬유조직의 증식을 유발한다. 석면분진에 노출되면, 피부질환, 호흡기질환을 일으키고 asbestosis(석면폐증) 또는 폐암을 발생시키는 확률이 높은 것으로 나타났다. 라돈과 마찬가지로 흡연시 석면노출에 의한 암발병율이 현저히 높은 것으로 보고되고 있으며 암발병율은 asbestosis가 발생할 수 있는 농도보다도 훨씬 낮은 농도에서도 발생, 발암물질로 EPA는 규정하고 있다.

3.6 실내오염물질과 발생원

실내 오염물질과 그 발생원을 정리해보면 다음과 같다.

표 3-3 실내오염물질과 발생원

오염원	발생원
VOCs	향수, 헤어스프레이, 가구광택제, 살충제, 세제용매, 접착제, 페인트, 방향제, 오염된물, 프라스틱
포름알데히드	particleboard, 실내내장재합판, 가구, carpet, Urea formaldehyde foam insulation
살충제	살충제, 살균제, 제초제
납	鉛성페인트, 외부 먼지와 토양
일산화탄소, 이산화탄소, 이산화질소	연소기기: heater, 벽난로, 담배연기, 가스레인지, 자동차배기
이산화황	황화합물을 포함하고 있는 연료 연소시에 발생(석유난로)
RSP(Respirable Particulates)	벽난로, 연소기기, 석유난로, 담배연기
PAHs(Polycyclic aromatic hydrocarbons)	벽난로, 연소기기, 담배연기
ETS(Environmental Tobacco Smoke)	담배연기
생물학적 오염물질	고여있는 물, 가습기, 증발냉각기, 동물, 조류, 사람, 베개, 침구류, 축축하거나 젖은 집안먼지, 온수탱크
석면	파이프나 爐의 절연체, 천정이나 바닥 tile, 장식용 spray
라돈	토양과 바위, 건축자재, 물

3.7 주요 오염물질과 인체에 미치는 영향

주요오염물질과 인체에 미치는 영향은 다음과 같다.

표 3-4 오염물질과 인체에 미치는 영향

오염물질	인체에 미치는 영향
부유분진, 석면	분진은 눈이나 목의 통증, 호흡기 질환, 진폐증, 석면은 호흡기 질환을 유발시키고 과다한 흡입이나 피부에 접촉되면 폐암이나 폐질환, 석면폐증을 발생시킨다
이산화탄소(CO ₂)	이명, 두통, 졸음, 현기증, 3%이상에서는 불쾌감, 5%이상에서 호흡중추가 자극되어 호흡이 촉진되며 10%가 넘으면 호흡곤란으로 사망
일산화탄소(CO)	두통, 시각·중추기능 손상, 1000 ppm에서 사망
라돈 (Rn ²²²)	라돈에서 발생하는 α 입자가 폐암이나 유전물질을 손상시킬 위험이 높다
이산화질소(NO ₂)	호흡기 질환 환자의 폐기능 저하, 면역성의 저하, 기도 장애
VOCs	신경독성(마취, 식욕부진, 피로, 기억장애등), 간장독성, 발암성 변이원성 등을 볼수있다
다환 방향족 탄화수소	대다수가 발암물질들로서 변이원성을 가진다. 심혈관계에 영향
살충제	신경계, 간장, 생식기에 영향을 미친다.
담배연기	암, 호흡기 계통이나 심혈관계에 영향, 저항력 감소
생물학적 인자	감염성 질환(결핵, 재향군인병등), allergy, 중독
방사선	암(신경계), 유산

4. IAQ오염물질 및 실내환경에 영향을 주는 인자

4.1 화학적인자

4.1.2 종류

공기중에 떠 다니는 화학물질들은 순수한 gas나 vapour 혹은 gas와 그 외의 물질과의 혼합 물질을 이루고 있다. dust, fumes, mists, smoke는 고체나 액상의 입자형태로 공기중에 분포되어 있으므로 gas 및 vapour와는 구별지어 Aerosol이라 부르고 있다.

4.1.2.1 Gas

무형태의 fluid로 liquid나 solid로 변형이 가능하고 예로서는 CO, F, H₂S, CI 등이다.

4.1.2.2 Vapour

고체나 액상의 형태로 공기중에 떠있는 것을 의미한다. 크기는 0.005 μm 정도이다. 예로는 Trichloroethylene vapour, Carbontetra chloride vapour, gasoline vapour 등이 있다.

4.1.2.3 Dust

공기중에 떠다니는 고체 입자로 복사지에서 발생하거나 사람의 활동, 고형물의 연마, 파쇄, 그라인딩에서 발생하며 주로 0.1 μm에서 25 μm이에서 존재한다. 이중 10 μm이하의 분진은 특별히 "Respirable Suspended Particulate(RSP)"로 불리우며 10 - 0.5 μm사이의 입자는 alveoli에 0.5 - 0.1 μm분진은 호흡과 함께 배출되며 0.1 μm이하의 alveoli에 침착된다.

4.1.2.4 Fumes

고형입자의 기체상태로 금속(주로 무기물)이 녹아 vapour가 형성되고 이것이 응축되어 형성된다. 이에 는 금속산화 반응이 수반된다. 크기는 0.001 μm - 1 μm이며 lead oxidize fume iron oxide fume 등이 있다.

4.1.2.5 Mists

공기중에 부유하고 있는 액체 물방울로서 크기는 0.01 - 10 μm 정도이다. 가스가 응축되어 액체 상태로 되거나 액체가 확산, 분사, 거품, 원자화될 때 생성된다. oil mists, acid mists pesticide mists, paint spray mist 등이 이에 해당된다.

4.1.2.6 Smoke

크기는 0.5 μm 이하이며 탄소 화합물인 석탄이나 기름이 탈 때 불완전한 연소로 발생된다. 건조 먼지와 물방울이 결합되어 생기기도 한다. 예를 들어 담배연기는 타르 성분의 물방울로 이루어져 있는 젖은 연기이다.

4.2 물리적 인자

4.2.1 소음

현재 노동부에서 정하고 있는 소음 노출한계치는 8시간 동안에 90 dBA이다. dB는 음의 강도와 크기를 나타내는 단위이다.

4.2.2 전리방사선

원자나 분자로 부터 전자를 분리할 수 있을 정도의 많은 에너지를 가지고 있으며 파장을 가진 electromagnetic radiation(전자기 방사선)과 입자형태의 particle radiation(입자방사선)으로 나뉜다. electromagnetic radiation은 γ -ray, X-ray을 포함하고 있으며 입자방사선에 α , β , neutron이있다. 전리방사선은 유전인자를 변형시키므로 취급에 주의를 요한다.

4.2.3 비전리방사선

전리방사선 보다 더 긴 파장을 지닌 방사선으로 Ultraviolet(자외선), 가시광선, Infra red(적외선), microwave, radio wave등이 있다. 전리방사선에 의해 에너지가 작기 때문에 인체에 끼치는 영향은 그다지 크지는 않으나 오랫동안 조사되었을 경우에는 피부암이나 피부손상등이 일어난다.

4.2.4 온열

실내 기류 및 습도와 밀접하게 관련되어 있어 쾌적성을 결정하는 중요한 인자이다. 체온유지와 관계되어 더운환경에서는 열발산이 느리게 진행되어 일사병(heat stroke)가 일어나고 추운환경에서는 반대로 열발산이 빠르게 진행되어 hypo-thermia가 일어난다.

4.2.5 진동

진동공구를 사용할 때 손을 통해 기계적 진동이 신체 일부분에만 전달되거나 신체 전체로 전달되어 일어난다.

4.2.6 압력

표준상태에 비해 신체에 높은 압력이 작용한후 원래의 표준상태의 압력으로 낮아질 때 산소의 분압과 질소의 분압의 불균형으로 발생하며 주로 "Bends"라고 불리운다.

4.3 생물학적인 인자

세균, 곰팡이, 비루스, 박테리아, 수분등이 있다.

II. IAQ 현황

1. VOC의 분류

- 비점 0-100℃ : WVOC(Very Volatile Organic Compound)
- 100-260℃ : VOC(Volatile Organic compound)
- 260-400℃ : SVOC(Semi Volatile Organic Compound)
- 380℃이상 : POM(Particulate Organic Compound)
- TVOC(Total Volatile Organic Compound)

2. VOC 발생원

2.1 가정용품

- 자동차용품
- 가정용 세제, 연마제
- 도료
- 직물 및 피혁처리제
- 전자기구세정제
- 오일, 그리스, 윤활유
- 접착제

2.1.1 빈도높은 VOC 순서

톨루엔, 메틸렌클로라이드, 크실렌, 에틸벤젠

2.2 건축재료

- 건재 : 석고보드, 유리면, 발포스티렌
- 도료 : 유성페인트, 수성페인트, 라덱스페인트, 벽지
- 바닥재 : PVC타일, 장판

3. 저농도 VOC의 권고치

- 3.1 TVOC로서 $300\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하의 권고치로서 개별 VOC의 농도 구성은 $10\%(30\mu\text{g}/\text{m}^3)$ 이하를 권고치로 한다.

3.2 WHO의 개별 VOC의 권고치는

Formaldehyde(Formalin)	0.1 mg/m ³ /30분
Styrene	0.8 mg/m ³ /24h
Trichloroethylene	1 mg/m ³ /24h
Dichloromethane	3 mg/m ³ /24h
Tetrachloroethylene	5 mg/m ³ /24h
Toluen	8 mg/m ³ /24h

4. Formalin

4.1 용도

- 대량 : 접착제 1-10만톤, 수지류 5-10만톤
- 소량 : 종자소독, 방부제, 비누, 진균치료 및 살균제
영료, 은경, 방축제, 현상액, 가죽, 벽지

4.2 방출원

- 합판, 파티클보드, 화장합판

4.3 유해성, 독성

- 유전자 독성 : DNA손상, 돌연변이, 염색체이상, 발암성
- 일반독성 : 호흡기 점막 손상
- EPA는 발암가능성물질(사람)로 그룹 B1으로 분류

4.4 건축물내 오염실태

- 학 교 : 0.4ppm
- 집합주택 : 0.3ppm
- 사 무 실 : 0.27ppm
- 일반주택 : 0.23ppm

4.5 실내오염 경시변화

- 실내 formalin농도 : 0.16ppm (신축 2년이내)
- 실내 formalin농도 : 0.09ppm (신축 2-5년)
- 이발과 레코드점 : 0.3-1ppm(개수 직후)
0.3-0.08ppm(3개월후)
- 학교, 사무실등 : WHO권고치 0.1ppm 초과가 많음.

5. 연소생성물

- DUST, SO₂, SPM, NO₂, NO, CO, CO₂, HCHO 등 골똥없는 석유난로 사용은 치명적이다.

6. 미생물오염

- 곰팡이, 세균, 집진드기

7. 입상물질 오염

- 분진, FUME, MIST, 연기, 담배연기, 아스베스트

8. 실내환경기준법

8.1 실내환경기준(공중위생법)

대중 이용 시설물의 실내환경기준을 새로이 정한 공중위생법 시행규칙의 유효기간이 1992년 말로 끝남에 따라 1993년 2월부터 병원, 백화점, 지하상가등과 같이 많은 사람들이 이용하는 건물이나 시설물에 대하여 실내환경기준이 크게 강화되었다. 새 실내환경기준에 따른 점검항목은 모두 7가지로 허용기준은 아래표와 같다.

1993년 2월 현재 신고된 대상건물은 4400여 곳에 이르고 대상 건물주는 이들 항목에 대해서 매달 1차례씩 실내환경을 점검하여야 하며, 6개월마다 1번은 지정관리 용역업체로 부터 정기점검을 받아야 하는 것으로 되어 있다.

표 8-1 실내환경기준(공중위생법)

구 분	허 용 기 준
부 유 분 진	1m ³ 당 0.15mg이하로 유지하여야 한다.
일산화탄소	10ppm이하로 유지하여야 한다.
탄 산 가 스	1,000ppm이하로 유지하여야 한다.
온 도	17℃내지 28℃이하로 유지하여야 한다.
상 대 습 도	40%내지 70% 이하로 유지하여야 한다.
기 류	0.5m/s이하로 유지하여야 한다.

◎ 추가법령<제5장 공중위생관리 제1절 27조 3항>

공중이용시설의 소유자, 점유자 또는 관리자는 당해시설의 위생관리상태에 관하여 보건사회부령이 정하는 사항에 대하여는 년 2회 이상 제2항의 규정에 의한 위생관리담당자로 하여금 정밀조사를 하도록 하여야 한다. <신설 '90. 1. 13>

8.2 지하공간공기질기준(개정, 건축법)

1998년 1월 1일부터 시행되는 지하생활공간공기질관리법의 세부사항은 표2와 같으며, 모든 지하역사 및 연면적 2,000㎡이상의 지하도상가는 지하생활공간공기질관리법에 따라 환기 시설 및 공기정화설비를 설치하여야 한다. (건축법 제6조 제1항)

작금 관심의 대상이 되고 있는 PM10이란 1987년 7월 미국 EPA에서 과거의 총부유분진(TSP; Total Suspended Particle) 개념을 폐지하고 새로운 대기질기준(NAAQS; Nation Ambient Air Quality Standard)을 발표하면서 등장한 개념으로, 공기역학적 직경이 10 μm 이하인 분진(Particulate matters less than 10 μm as an aerodynamic diameter)들로써 호흡기 환이나 폐암을 일으키는 직접적인 원인이 된다.

표 8-2 지하생활공간 공기질관리법 허용기준

구 분	허 용 기 준
아황산가스(SO ₂)	1시간 평균치 0.25ppm 이하
일산화탄소(CO)	1시간 평균치 25ppm 이하
이산화질소(NO ₂)	1시간 평균치 0.15ppm 이하
미세먼지(PM-10)	24시간 평균치 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하
이산화탄소(CO ₂)	1시간 평균치 1000ppm 이하
포름알데히드(HCHO)	24시간 평균치 0.1ppm 이하
납	24시간 평균치 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하

비 고: 지하공기질기준중 미세먼지(PM-10)에 대하여는 1999년 12월 31일까지는 "24시간 평균치 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하"를 적용하고, 2000년 1월 1일부터 2001년 12월 31일까지는 "24시간 평균치 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하"를 적용한다.

8.3 일본의 빌딩관리법, 환경위생기준

8.4 21세기의 실내공기환경관리

8.4 바람직한 공기질

9. 임대 BUILDING의 공조설계 법적 책임 추궁 사례

- 그 지역의 평균 수준 공조설계 시공보다도 현저한 설계시공 수준 미달에 대하여 형사처벌과 손해배상을 명한 사례
- 유지보수 불량에 대한 책임 추궁은 실례가 없고, 강화되어야 할 것이다.
강남고속버스터미널 지하상가의 유지보수의 실상은 최악의 상태이다.

10. IAQ 관리체계 비교

IAQ 관리체계비교는 표 10-1과 같다.

표 10-1 IAQ 관리체계 비교

항 목	지하생활공간공기질관리법 - 환경부 -	공중위생법 - 보건복지부 -	건 축 법 - 건설교통부 -
적용대상	<ul style="list-style-type: none"> • 지하역사 • 2,000m²이상의 지하도상가 • 지하보.차도 • 터널 	<ul style="list-style-type: none"> • 공중이용시설 <ul style="list-style-type: none"> - 3,000m²이상 건축물 2,000m²이상 학원 - 1천석이상의 공연장 - 백화점, 쇼핑센터 및 2,000m²이상의 지하상가 - 2,000m이상의 결혼예식장 	<ul style="list-style-type: none"> • 관광숙박시설.위락시설. 관광집회시설 및 바닥면적합계 500m²이상인 대중음식점 기타 이와 유사한 용도에 쓰이는 건축물의 객실.조리장.관람석.집회실 및 식당등 • 거실바닥면적 1,000m² 이상인 지하층
관리대상 오염물질	<ul style="list-style-type: none"> • SO₂, NO₂, HCHO, CO, CO₂, PM-10, Pb <p>※ 공기질유지기준 및 권고기준</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 먼지, CO, CO₂ <ul style="list-style-type: none"> - 온도 17-28℃ - 습도 40-70% - 기류 0.5m/s - 조명 100 Lux <p>※ 위생관리기준</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 먼지, CO, CO₂ <ul style="list-style-type: none"> - 습도 40-70% - 기류 0.5m/s <p>※ 중앙공조기공급 공기질 기준</p>
측정주기	년간 1회 측정후 보고	반기 1회 자가 측정	중앙공조기 출구 공기질을 준공시 확인
환기설비 기준	환기설비, 공기정화설비의 용량 및 시설기준을 설정	없음.	설치 및 구조기준 설정
관리수단	<ul style="list-style-type: none"> • 기준초과시 <ul style="list-style-type: none"> - 이행수단: 개선명령 - 벌칙 : 1년이하 징역 또는 1천만원이하 벌금 - 과태료 : 500만원이하 • 환기설비 정상가동 	<ul style="list-style-type: none"> • 기준초과시 <ul style="list-style-type: none"> - 이행수단 : 시정명령 - 벌칙 : 50만원이하 과태료 	<ul style="list-style-type: none"> • 기준초과시 <ul style="list-style-type: none"> - 이행수단: 철거.사용금지등 조치 - 벌칙 : 2년이하 징역 1천만원이하 벌금 • 환기설비 정상가동

11. 실내 및 지하공간 공기질 기준비교

실내 및 지하공간 공기질 기준 비교는 표 11-1과 같다.

표 11-1 실내 및 지하공간 공기질 기준비교

항 목	대기환경기준	지하공간 권 고 치	시행규칙	유해물질 허용농도	실내공기질 기 준	공기조화 설비기준	
먼 지	TSP	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{년}$ 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{일}$	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{일}$	-	10 $\text{mg}/\text{m}^3/8\text{h}$	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	PM-10	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{년}$ 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{년}$	-	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{일}$	-	-	-
CO ₂	-	1000ppm/8h	1000ppm	5000ppm/8h	1000ppm	1000ppm	
CO	9ppm/8h 25ppm/h	20ppm/8h	25ppm/h	50ppm/8h	10ppm	10ppm-	
SO ₂	0.03ppm/년 0.14ppm/일 0.25ppm/h	0.15ppm/일	0.25ppm/h	2ppm/8h	-	-	
NO ₂	0.05ppm/년 0.08ppm/일 0.15ppm/h	0.15ppm/8h	0.15ppm/8h	3ppm/8h	-	-	
HCHO	-	0.1ppm/일	0.1ppm/h	1ppm/8h	-	-	
석면	-	0.01개/cc	-	0.2-2개/cc	-	-	
Pb	1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3/3\text{월}$	3 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{일}$	3 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{일}$	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3/8\text{h}$	-	-	
Cu	-	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{일}$	-	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3/8\text{h}$	-	-	
Hg	-	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{일}$	-	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3/8\text{h}$	-	-	
Cd	-	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{일}$	-	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3/8\text{h}$	-	-	
Cr	-	1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{일}$	-	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3/8\text{h}$	-	-	
As	-	0.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{일}$	-	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3/8\text{h}$	-	-	
Rn	-	4pCi/ℓ	-	-	-	-	
온도	-	-	-	30-32.2℃	17-28℃	-	
습도	-	-	-	-	40-70%	40-70%	
기류	-	-	-	-	0.5m/s	0.5m/s	
조명	-	-	-	75-750Lux	100Lux이상	-	

III. BUILDING 실내공기 환경측정의 의무화 증용

1. 2-3개월 주기 실내환경 측정 방안 수립
2. IAQ불량시 강제 개선 명령
3. IAQ불량시 형사처벌 입법화
4. 강력한 개선의지와 지도단속의 실행

IV. BUILDING 실내공기 개선책

1. 오염입자별 크기
2. 대기중 DUST의 평가
3. 입자의 침강속도(SUMMARY OF FRANK CHART)
4. CONTAMINATION INDICES
5. 오염물질별 입자크기와 AIR FILTER 적응도
6. OUTSIDE AIR REQUIRED COMPARISONS
7. VENTILATION RATE PROCEDURE
8. 대전미립자중성화장치의 LAY OUT
9. 대전미립자중성화장치의 입자 및 오염물질 활성화

오염원자별 크기

RELATIVE SIZE CHART OF COMMON AIR CONTAMINANTS
PARTICLE DIAMETER, MICRONS-LOGARITHMIC SCALE

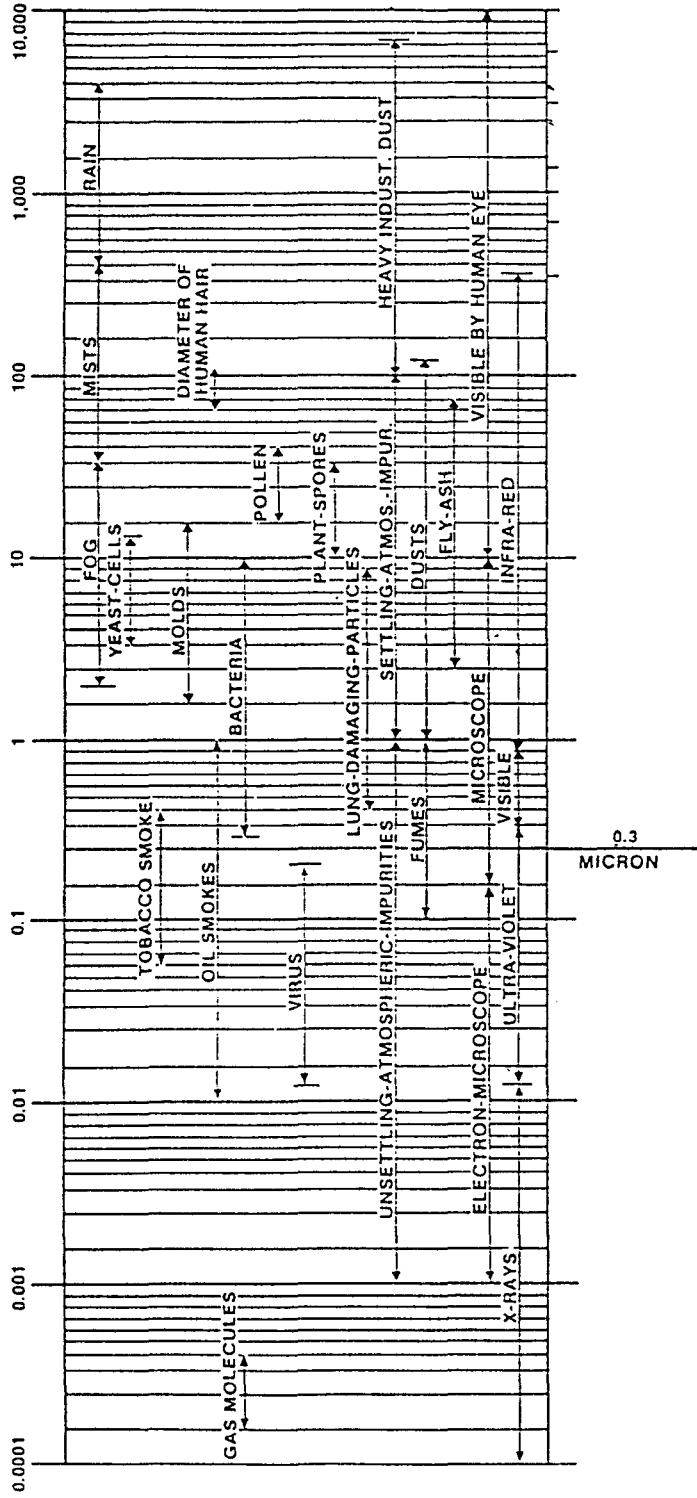
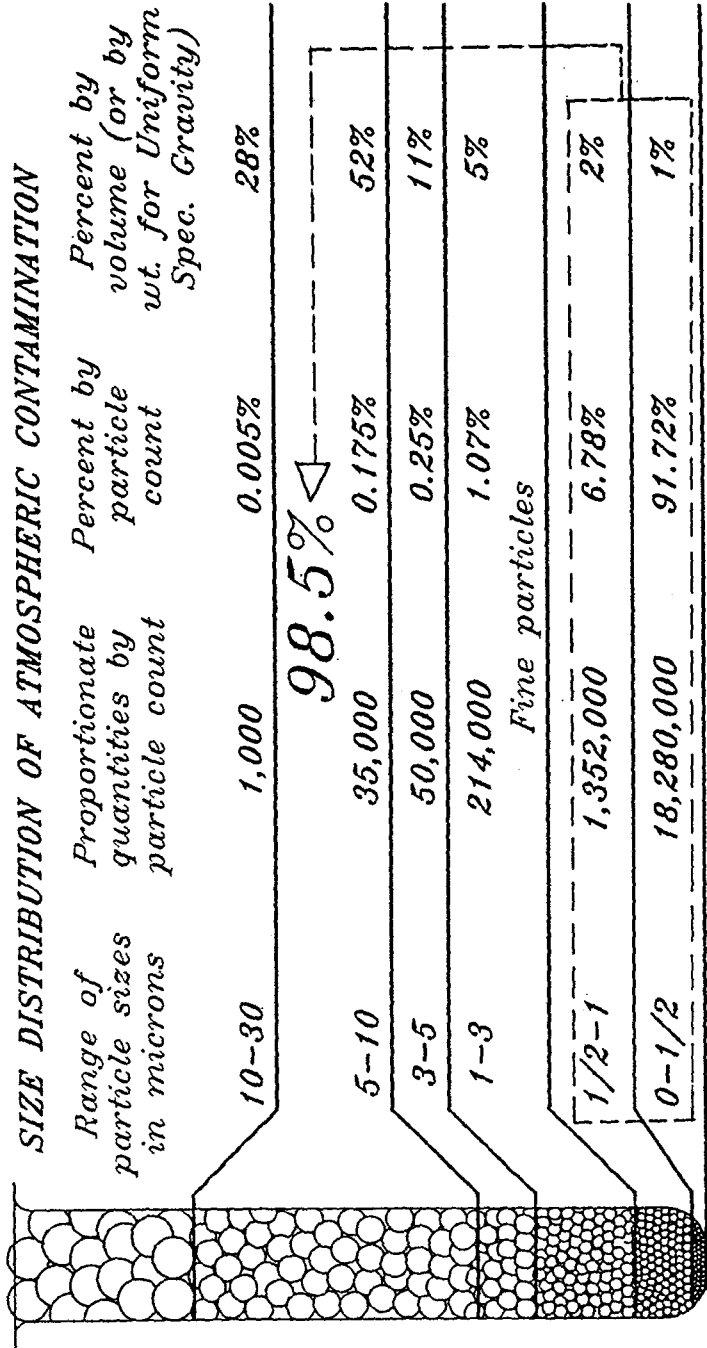


그림 4-1 일반적의 오염물질의 크기

AN EVALUATION OF ATMOSPHERIC CONTAMINATION

COLLECTED AT THE UNIVERSITY OF MINNESOTA



SUMMARY OF FRANK CHART

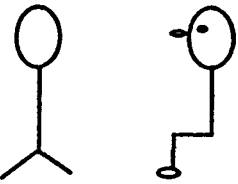
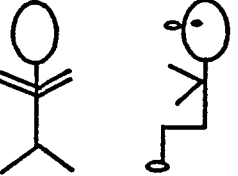
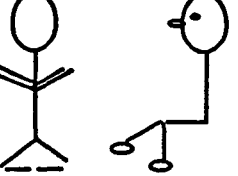
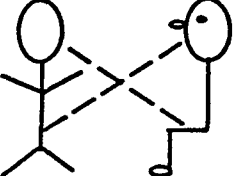

Diameter of particles in microns	Number of particles in one cu. ft.* of air	Settling rate in FPM** for spheres	Time required to settle 8' - 0"
100	75	59.2	8.1 sec
10	75×10^3	.592	13.5 min
1	75×10^6	.007	19 hrs.
0.1	75×10^9	.00007	79 days
0.01	75×10^{12}	0 (Brownian movement)	∞

*Based on air containing .00006 grains of impurities per cubic foot

**In still air
70 F, Density = 1
(S-C factors included)

▶ 부록 4.

CONTAMINATION INDICES

ACTIVITY	PARTICLES/CU. FT./MINUTE .3 MICRONS & LARGER	DESCRIPTION OF ACTIVITY
	100,000	MOTIONLESS EITHER SITTING OR STANDING
	500,000	HANDS, ARMS, NECK, TRUNK, & HEAD MOTION
	1,000,000	HANDS, ARMS, TRUNK, NECK, & HEAD- SOME FOOT MOTION
	2,500,000	SITTING TO STANDING OR VICE VERSA
	5,000,000 7,500,000 10,000,000	WALKING 2.0 MPH WALKING 3.5 MPH WALKING 5.0 MPH

▶ 附圖 5.

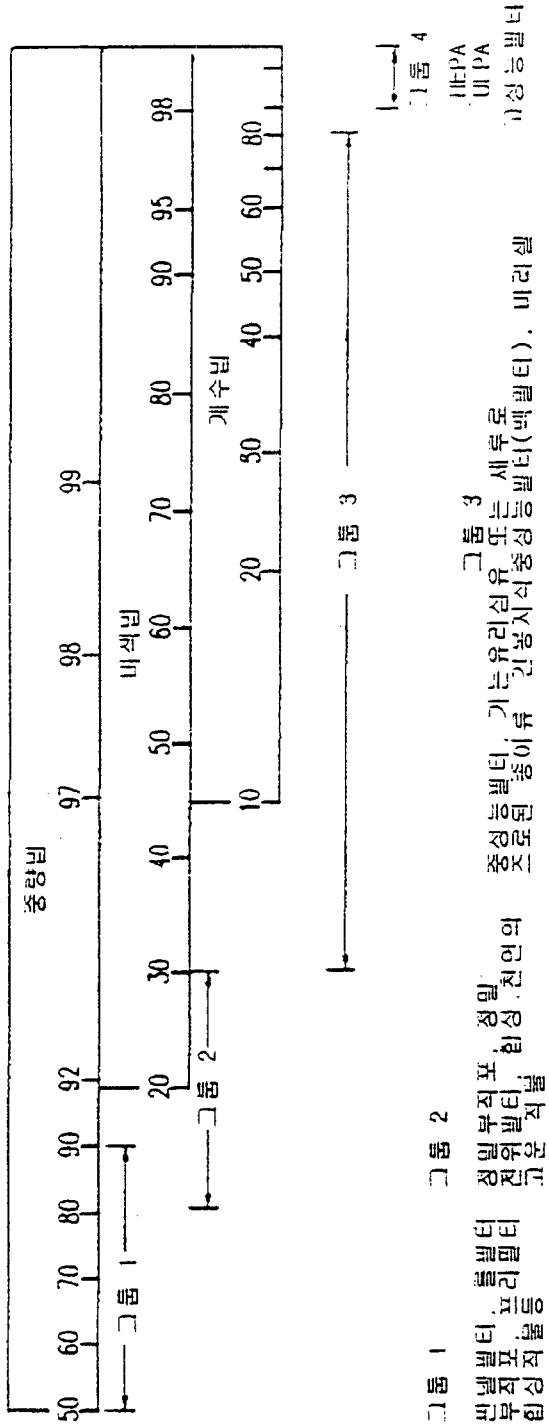


그림 5.9 시험법에 따른 에이필터 효율비교 (KAF 시료)

**TABLE 2. OUTSIDE AIR REQUIRED
COMPARISONS, CFM/PERSON**

<u>TYPE OF SPACE</u>	<u>MIN</u>	<u>RECOMMEND</u>	<u>SMK</u>	<u>NO-SMK</u>	<u>REQUIRED</u>
GENERAL OFFICE	15	15-25	20	5	20
CONFERENCE ROOMS	25	30-40	35	7	20
WAITING ROOMS	10	15-20	35	7	15
PUBLIC RESTROOMS	15	20-25	75	-	50
SMOKING LOUNGES	-	- -	50	-	60
TELECOMMUNICATIONS OR DATA PROC. AREAS	7	10-15	-	-	20

AIR CONDITIONING

Simultaneous Control
of Air Temperature
Air Humidity
Air Contamination
Air Distribution

To Meet Space Requirements

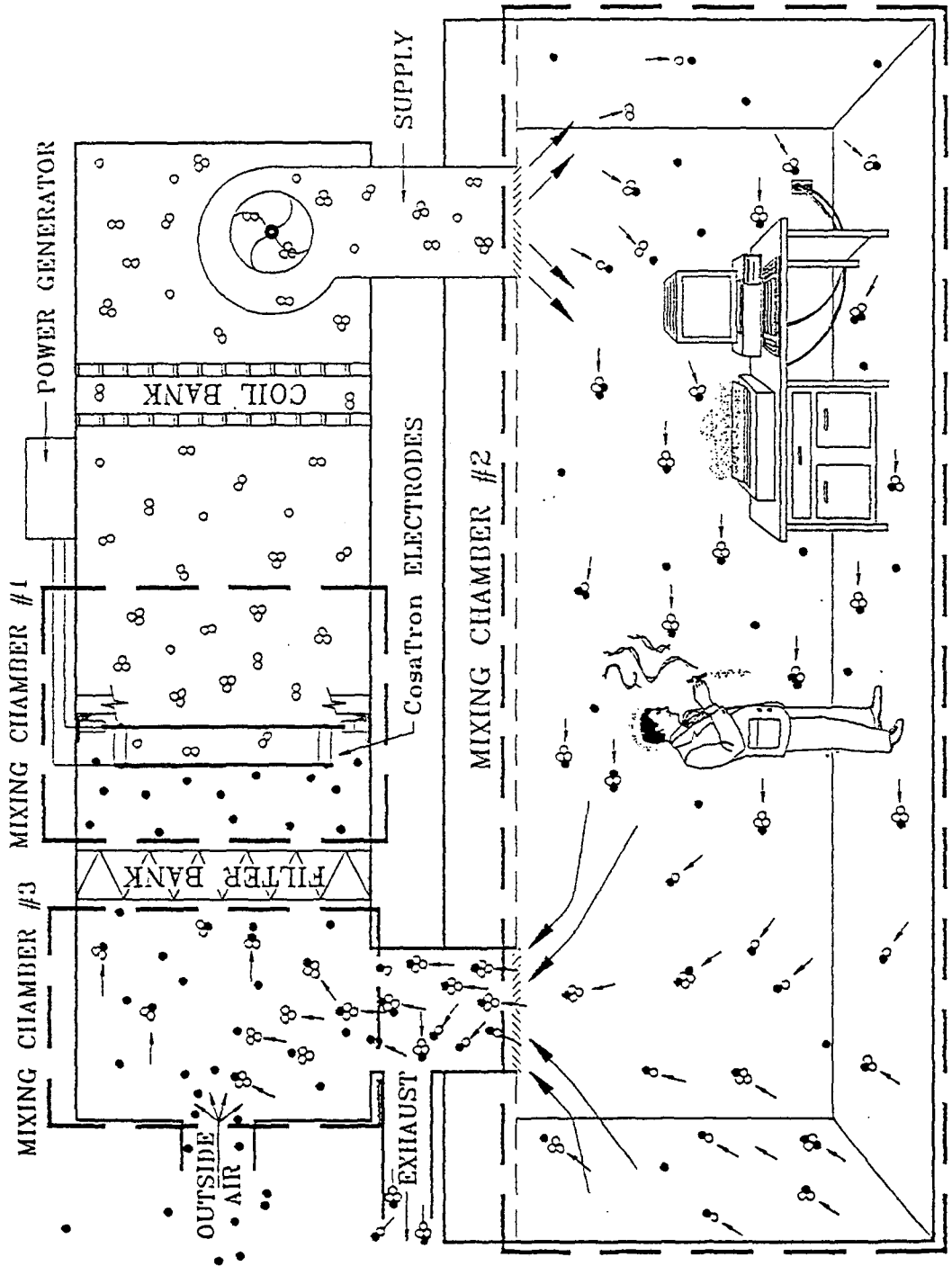
6.1 VENTILATION RATE PROCEDURE

- ✓ ACCEPTABLE OUTSIDE AIR
- ✓ OUTSIDE AIR TREATMENT
 - ✓ VENTILATION RATES
 - ✓ OUTSIDE AIR REDUCTION
BY TREATMENT

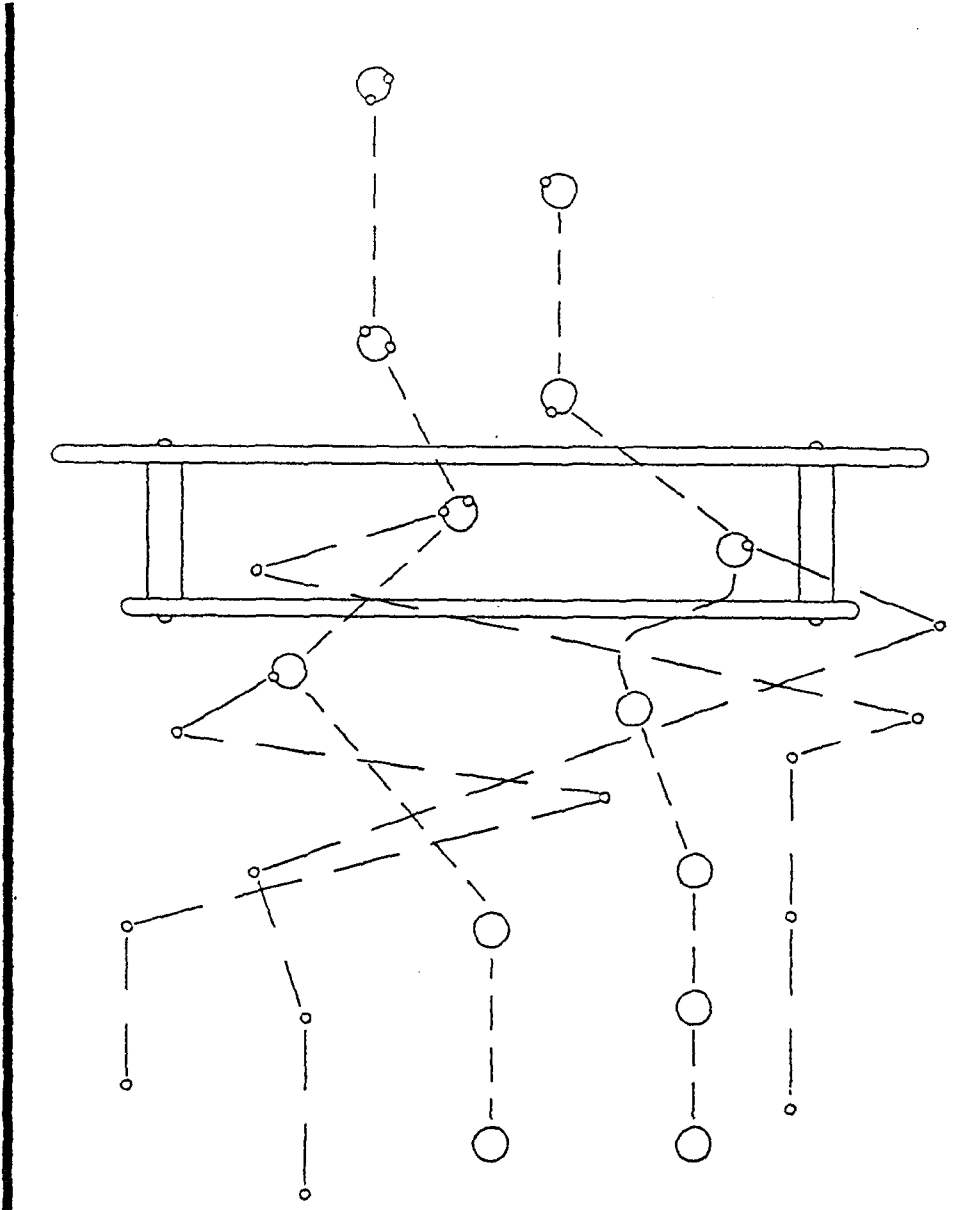
**STANDARD 62--
VENTILATION FOR ACCEPTABLE
INDOOR AIR QUALITY**

▶ 图 10.

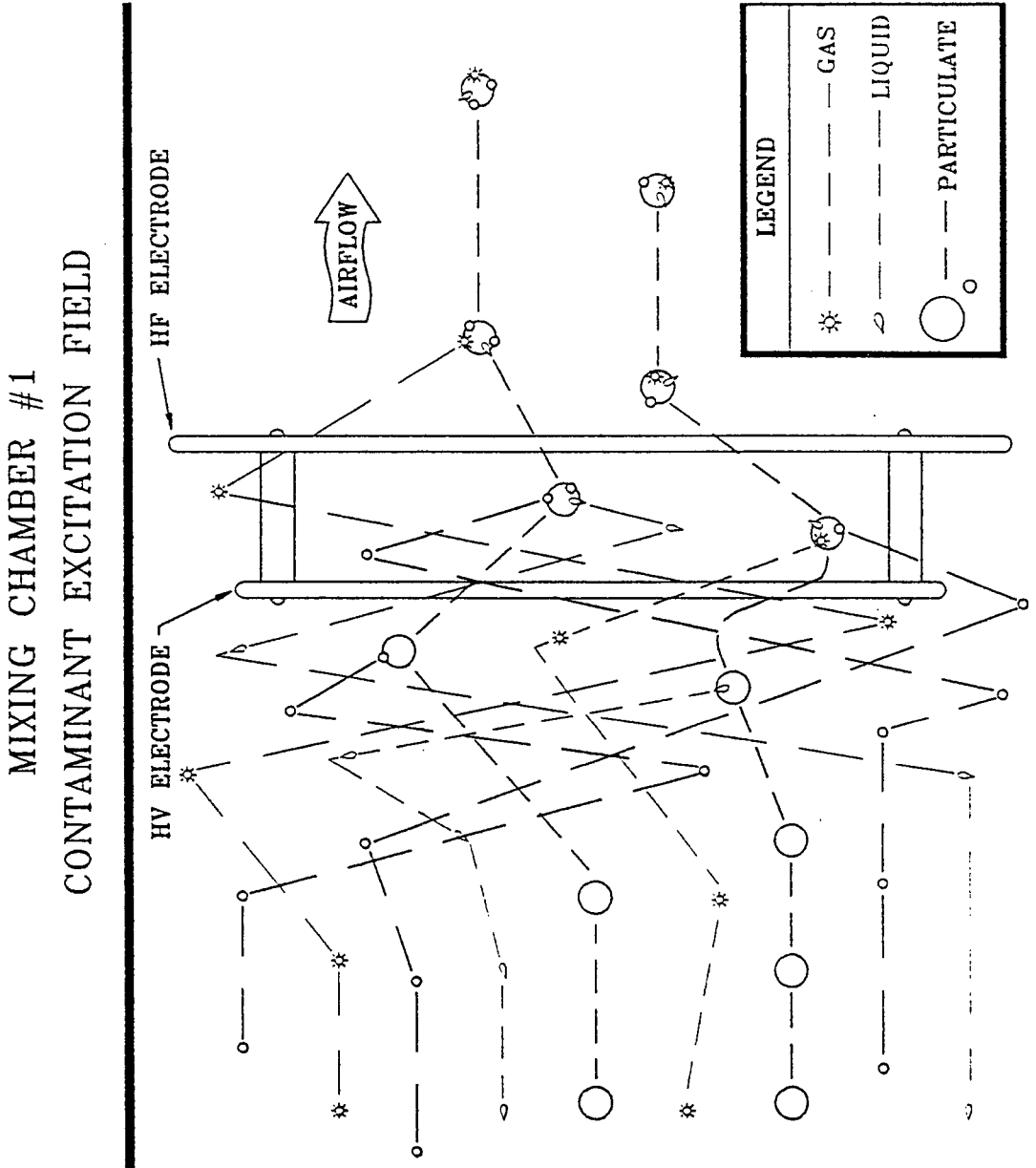
AIR UNIT ROOM LAYOUT



MIXING CHAMBER #1
PARTICULATE EXCITATION



MIXING CHAMBER II - 混合室 II



Osaka University Clean Rooms

The results obtained using Model 236 Laser Aerosol Counter
Average No. of Particles per cubic foot

CLASS 10,000 CLEAN ROOM 20 A/C Standard Air Distr. Hepa Filter

Reading	Particulate Size Range in micron	CosaTron off	System on	Reduction (%)
1	0.12 - 0.17	2448	396	83.8
2	0.17 - 0.27	1405	292	79.2
3	0.27 - 0.42	418	42	90.9
4	0.42 - 0.62	65	8	87.7
5	0.62 - 0.87	27	7	74.1
6	0.87 - 1.17	7.5	0	-

CLASS 1,000 CLEAN ROOM 40 A/C Laminar Flow Hepa Filter

Reading	Particulate Size Range in micron	CosaTron off	System on	Reduction (%)
1	0.12 - 0.17	733	585	20.2
2	0.17 - 0.27	243	52	78.6
3	0.27 - 0.42	70	42	40.0
4	0.42 - 0.62	10	0	-
5	0.62 - 0.87	0	7	-
6	0.87 - 1.17	0	0	-
7	1.17 - 1.52	0	0	-
8	1.52 - 1.92	0	0	-