

# 공기조화설비에서의 공기청정 기술

임 태 빈  
삼성건설(주)ROCA T/F  
선임연구원 (공학박사)

## 1. 서론

일반적으로 공기조화의 목적은 인간의 생활환경을 쾌적하게 하고 작업능률을 향상시키기 위함과 실내에 있어서 생산 또는 격납되는 물품에 지장이 없도록 하기 위하여 인공적으로 실내공기의 온도, 습도, 기류, 청정도등을 적정 범위내에서 유지하는 것이라 할 수 있다. 그러나 이와같은 공기조화의 기본목적에도 불구하고 종래에는 온도·습도등의 온열환경 요소를 중심으로 설계에 반영하여 왔으며 실내 청정도에 대하여는 에너지 절약 등의 이유로 상대적으로 크게 고려치 않았던 것이 사실이다.

최근 실내공기의 청정화에 대한 필요성은 "빌딩병 증후군 (Sick Building Syndrome)" 문제에 따른 거주공간의 쾌적화 및 작업능률 향상에 대한 욕구와 더불어 급속히 증대되고 있다. 쾌적한 생활환경이나 작업환경을 유지하기 위한 가장 간단하고 유효한 방법은 신선외기를 도입하여 실내의 오염공기와 교체시키는 환기에 의한 방법이다. 그러나 일반적으로 도심부의 외기는 부유미립자 및 유해가

스 등에 의해 오염되어 있기 때문에 공기정화 장치를 이용하여 취입외기를 정화하여야 하며, 또한 공조설비를 갖춘 일반건물에서는 실내에서 발생된 오염물질이 함유된 재순환 공기에 대해서도 공기정화 장치가 요구되고 있다.

본고에서는 이와같은 관점으로 부터 실내 공기오염에 대한 현황과 그에 따른 대책으로 공조설비에서의 공기정화 장치의 개요에 관하여 기술하고자 한다.

## 2. 실내 공기오염의 현황

### 2.1 오염 발생원

에너지 파동 이후 에너지 절약을 위한 조치로서 건물내의 열손실 및 열취득 방지를 위한 기밀성 및 단열성의 확보와 실내 환기량의 감소에 따라 실내공기가 오염되어 재실자가 불쾌감을 느끼는 이른바 빌딩병 증후군 (Sick Building Syndrome)의 문제가 발생되고 있다.

실내 공기오염 물질의 발생원으로는 인체 및 사람의 활동, 건축자재, 유지관리작업, 살

층제류등이 있으며 이들로 부터 발생하는 오염물질은 표1에 나타내듯이 각종 유해가스, 미생물, 포름알데히드, 아스베스토 등 여러가지가 있다. 그중에 인체에 큰 영향을 미치는 오염물질을 요약 정리하면 다음과 같다.

- 1) 이산화탄소 (CO<sub>2</sub>)
  - 일반적으로 실내공기의 환기상태를 평가하는 지표로 이용
- 2) 일산화탄소 (CO)
  - 연료가 불완전 연소됨으로써 발생 (가정의 취사, 난방, 흡연등)
  - 혈액중의 헤모글로빈과 결합력이 높아서 혈액의 산소운반 기능 저해 → 질식유발
- 3) 이산화질소 (NO<sub>2</sub>)
  - 취사, 난방용 기구사용, 흡연, 실내 건축자재 및 외부유입 오염물질 등으로 발생
- 4) 아황산가스 (SO<sub>3</sub>)
  - LPG나 도시가스의 연소에 의해 발생
  - 식물에 대한 성장변화나 결실감소
- 5) 담배연기
  - 실내에서 배출되는 오염물질중에 가장 큰 비중을 차지함.
  - 미립자 성분 : 타르, 니코틴, 툴루엔, 페놀 등
  - 기체성분 : 일산화탄소, 이산화탄소, 암모니아, 메탄 등
  - 비흡연자에 대한 환경흡연 (Environmental Tobacco Smoke)문제유발
- 6) 부유분진
  - 기관지, 폐 등에 흡착하여 염증성, 알레르기성 변화 진폐증 유발
  - 분진입경 0.5~5.0 μm정도가 침착성이 가장높다.
- 7) 석면(아스베스토스)
  - 광물섬유로서 단열재로 사용되는 석면에서 석면 섬유형태의 미세한 가루로 방출
  - 피부질환 호흡기질환 유발, 직업병(석면증)유발

8) 라돈

- 토양, 시멘트 등의 건축자재, 우물, 동굴 등에서 방출
- 공기보다 9배 무거워서 지표면에서 존재
- 낭핵종으로 붕괴되어 인체에 흡입되어 암의 발생율을 증가시킴.

9) 포름알데히드

- 건축자재와 섬유옷감에서 발생
- 단기간 폭로되었을 때 기침, 설사, 구토, 피부질환 등 유발(발암성)

10) 미생물

- 세균, 곰팡이, 각종 알레르기성 물질, 화분, 식물의 흄씨 등
- 알레르기성 질환, 호흡기질환 유발
- 레지오날레균 (Legionnaire s disease)

11) 냄새(악취)

- 인체 또는 각종기기 사용과 같은 인위적 활동에 기인
- Masking 제도 : 재실자에게 좋은 냄새를 적극적으로 부가

2.2 실내환경 기준

국내의 환경기준을 살펴보면 표2와 같이 실내 공기환경과 대기환경으로 구분되어 있으며 실내 공기환경은 건축법 및 공중위생보건법에 규정되어 있고 대기환경은 환경보전법에 규정되어 있다.

이와같이 실내 공기환경 기준은 일산화탄소 및 탄산가스 농도로서 다른 가스상의 오염물질을 대표하고 있고 최저기준으로서의

표 1. 실내에서 발생하는 주요 오염물질

발 생 원		실 내 오 염 물 질
인 체	호 흡 재채기, 기침, 대화 피부 의류 화장품	CO <sub>2</sub> , 수증기, 냄새 세균입자 피부조각, 비듬, NH <sub>3</sub> , 냄새 섬유, 모래먼지, 세균, 곰팡이 냄새, 각종 미량물질
사 람 의 활 동	흡 연 보행등의 동작 연소기기 사무기기	분진, 타아르, 니코틴, 각종발암물질 모래먼지, 섬유류, 세균, 먼지 CO <sub>2</sub> , CO, NO, NO <sub>2</sub> , SO <sub>2</sub> , C <sub>x</sub> H <sub>y</sub> , 매연, 냄새 NH <sub>3</sub> , O <sub>3</sub> , 용제류
건 축 자 재	합판류, 내화재 단열재, 시공	HCHO, Asbestos, 유리섬유 Rn, 접착제, 용제
유 지 관 리	작업, 재료	모래먼지, 분진, 세제, 용제, 곰팡이, 세균
살 충 제 류	직접 재비산	분사제, 살충제, 소독제, 방향제 살충제, 살균제

표 2. 환경관리 기준

구 분	실 내 공 기 환 경	대 기 환 경
	공중위생보건법/건축법	환 경 보 전 법
부 유 분 진 (TSP)	0.15mg/m <sup>3</sup> 이하	연평균치 0.15mg/m <sup>3</sup> 이하 24시간 평균치 0.3mg/m <sup>3</sup> 이하
일 산 화 탄 소 (CO)	10ppm 이하	1개월 평균치 8ppm 이하 8시간 평균치 20ppm 이하
이 산 화 탄 소 (CO <sub>2</sub> )	1,000ppm 이하	-
질 소 산 화 물 (NO <sub>2</sub> )	-	연 평균치 0.05ppm 이하 1시간 평균치 0.15ppm 이하
옥 시 던 트 (O <sub>3</sub> )	-	연 평균치 0.02ppm 이하 1시간 평균치 0.1ppm 이하
아 황 산 가 스 (SO <sub>2</sub> )	-	연 평균치 0.05ppm 이하 24시간 평균치 0.15ppm 이하
탄 화 수 소 류 (THC)	-	연 평균치 3ppm 이하 1시간 평균치 10ppm 이하
온 도	(1) 17°C 이상, 28°C 이하 (2) 거실온도를 외기온도보다 낮게 할 경우 그 차이는 7°C 이하로 할 것	
습 도	40%이상, 70% 이하	-
기 류	0.5m/s 이하	

표 3. 취입 외기의 규정농도

오염물질	레벨 시간 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{ppm}$	레벨 시간 $\mu\text{g}/\text{m}^3\text{ppm}$
CO		40,000 35 1h 10,000 9 8h
납(Pb)	1.5-3개월	
NO <sub>2</sub>	100 0.055 1년	
SO <sub>2</sub>	80 0.03 1년	365 0.14 24h
부유입자	75-1년	260 - 24h
오존		235 0.12 1h

표 4. 실내공기오염물질에 대한 지침

오염물질	농도	ppm	노출시간
CO <sub>2</sub>	1.8g/m <sup>3</sup>	1000	연속
클로로다인	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.0003	"
오존	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	0.05	"
라돈가스			연간평균

표 5. 필요 외기취입량

종별	실명	재실자율		소요외기량			
		인/100ft <sup>2</sup>	인 m <sup>2</sup>	1/s · 인	m <sup>3</sup> /h · 인	1/s · m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /h · m <sup>2</sup>
호텔	침실, 거실			15	54		
	욕실			18	64.8		
	집회실	50	0.54	10	36		
사무소	사무실	7	0.075	10	36		
	회의실	50	0.54	10	36		
특수	이발소	25	0.27	8	28.8		
	미용실	25	0.27	13	46.8		
스포츠시설	관객석	150	1.61	8	28.8		
	게임실	70	0.75	13	46.8		
	아이스링크실					2.5	9
	수영 풀 볼링	70	0.75	13	46.8	2.5	9
극장	로비	150	1.61	10	36		
	관객석	150	1.61	8	28.8		
	무대, 스테이지	70	0.75	5	18		

환경기준으로 설정되어 있기 때문에 실내공기질 (IAQ : Indoor Air Quality)의 관점에서는 약간의 문제점을 내포하고 있다.

이와 관련하여 미국의 환경기준을 살펴보면 표3,4,5에 나타내듯이 실내공기질, 취입외기의 질, 필요 외기 취입량에 대해 규정하고 있다.

### 3. 공기청정 계획

#### 3.1 실내 오염물질과 제거방법

공기조화를 위한 공기청정을 계획하기 위하여는 오염물질의 종류와 형상, 공기청정의 장소와 요구도, 공기청정의 유지관리를 충분히 검토하지 않으면 안된다. 건물내에서의 오

염물질은 외부로부터 침입하는 것과 내부에서 발생하는 것으로 구분할 수 있으며 오염물질로는 주로 부유미립자, 유해가스, 부유미생물의 3종류로 대별할 수 있다.

부유미립자의 경우 그 입도분포, 비중량, 실내에서 요구되는 청정도를 파악하여 그에 적합한 에어필터, 전기집진기를 설치하고 경우에 따라 사이클론 이나 프리에어필터등도 필요하게 된다. 유해가스의 경우에는 활성탄필터, 벤츄리 스크러버, 습식 에어필터 등에 의한 흡착 및 흡수 또는 일산화탄소에 적용되는 촉매에 의한 산화 등이 있으나 흡착·흡수후의 폐기물 처리를 고려하지 않으면 2차 오염 또는 수질오염의 원인이 될 위험성이 있다. 미생물의 경우는 에어필터에 의한 정화 또는 약품 그리고 자외선 등에 의한 멸균·살균이 필요한 경우도 있다. 이상의 실내 공기오염물질의 종류와 제거방법을 정리하여 표6에 나탄낸다.

표6. 실내 공기오염물질 종류별 제거방법

오염물질	제 거 방 법
부유미립자	여과법*, 침착법(열적, 정전적*)
유해가스	흡착법*, 흡수법, 소각법 (직접소각법, 촉매산화법)
부유미생물	여과법*, 가열살균법, 소각법, 오존살균법, 자외선살균법

\*공조용 공기정화장치로서 일반적으로 많이 사용되는 것

### 3.2 공기정화 장치의 선정

#### 1) 장치선정을 위한 필요항목

공기정화 장치의 선정에 있어서는 타 공조기기에 의한 제한조건 및 관련법규에 의한 규제 등을 충분히 고려하여 모든 조건을 만

족시킬 수 있도록 신중히 검토하여야 한다. 이들 조건을 설정하기 위하여는 다음과 같은 조건을 명확히 할 필요가 있다.

- ① 공기정화의 목적 (실의 용도)
- ② 취입 외기량과 외기 오염농도
- ③ 순환 공기량과 실내 오염농도
- ④ 실내 오염 발생량 (재실인원)
- ⑤ 송풍량 (송풍기의 용량)
- ⑥ 공기정화장치의 성능
- ⑦ 유지관리 비용

#### 2) 정화장치의 선정방법

공기정화장치의 기준으로 절대적인 것은 없고 각 설계담당자에 의해 개별적으로 행하여 지고 있으나 일반적인 선정기준을 살펴보면 그림1과 같다.

##### (1) 공기정화 대상실의 용도 확인

건축법 및 공중위생보건법의 적용 대상 건축물 또는 클린룸을 필요로 하는 특수용도 건축물인가의 여부 검토

##### (2) 정화수준의 결정

건축법 및 공중위생보건법의 적용 대상 건축물일 경우에는 부유분진량  $0.15\text{mg}/\text{m}^3$  이하, 탄산가스농도  $1000\text{ppm}$  이하를 설계용 실내 청정도로 설정하고 그외에는 실의 용도에 적합한 청정도를 설정한다.

##### (3) 공조방식·기본 공기정화방식의 설정

공기정화장치는 공조설비의 부대설비로서 그 계통내에 포함되는 경우가 많이 있으나 정화수준이 높고 송풍량이 많을 경우에는 단독계통으로 설치되는 경우도 있다. 공기정화 장치의 기본적인 설치방법으로는 다음의 4종류가 있다.

- ① 도입외기에 대하여 외기처리용 공기정화장치를 설치하는 방법

- ② 급기계통에 공기정화장치를 설치하는 방법
- ③ 환기계통에 공기정화장치를 설치하는 방법

- ④ 단독으로 공기정화계통을 설치하거나 또는 실내형(Package Type)공기정화장치를 설치하는 방법

이들 방법을 적절히 혼합하여 (2)에서 설정된 정화수준에 맞는 공기정화방식을 선정한다.

- (4) 송풍량, 도입외기량, 틈새바람, 설계용 외기 오염농도 및 실내 오염발생량의 산정  
송풍량은 클린룸 등의 특수한 용도의 실을 제외하면 일반적으로 최소 외기도입량과 공조부하에 의하여 결정된다.

- (5) 외기처리용필터, 중간필터, 최종필터, 가스 제거필터 등의 종류 및 포집·제거효율의 설정

(3)에서 설정된 공기정화시스템에 필요한 공기정화장치의 포집·제거효율을 가정한다.

- (6) 실내오염농도의 산정

- (7) 계산한 실내오염농도에 대한 검토
- (8) 사용필터 및 오염제어장치의 선정  
카탈로그 등의 자료로 부터 사용할 필터 및 오염제어장치의 선정

- (9) 경제성, 유지관리의 용이성 등의 평가

선정된 오염제어장치에 대하여 설치 Space, 보수방법, 초기투자비 및 운전경비 등의 경제성에 대하여 검토를 실시한다. 평가결과 적합하지 않을 경우 (3)으로 돌아가 방법의 선정부터 재검토를 행한다.

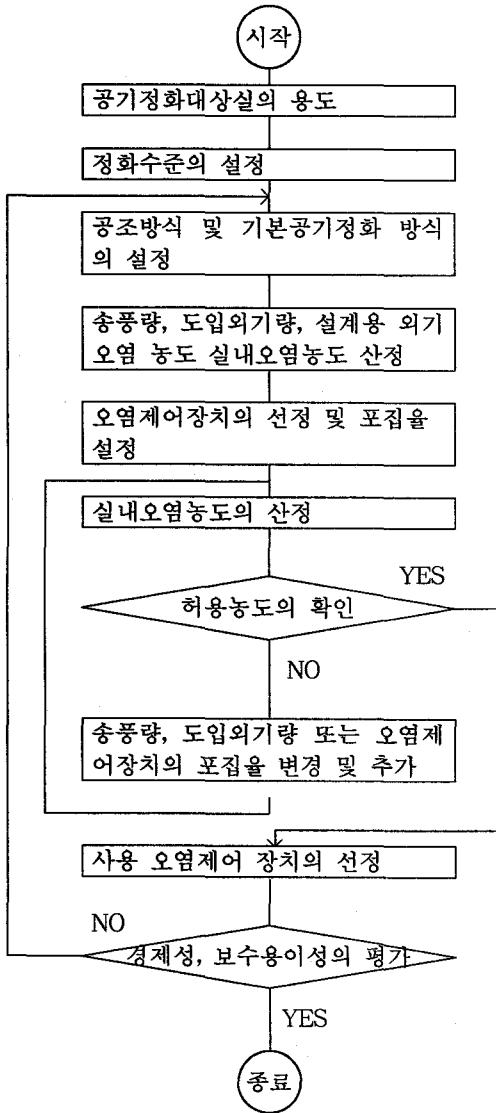


그림1 공기정화장치의 선정방법

### 3.3 공기청정 장치의 정화능력 산정

실내 공기오염물질의 농도는 공기오염발생량, 취입외기량, 취입외기의 오염물질농도, 재순환율, 공기정화장치의 정화효율 등의 영향을 받는다. 여기서 이와같은 조건들이 정상상태에 있다고 가정할 경우 실내에서의 공기오

염물질의 물질평형을 고려하면 실내 오염물질농도 또는 공기정화장치의 필요 정화능력의 산출식을 구할 수 있다. 이때에 필요한 가정조건은 다음과 같다.

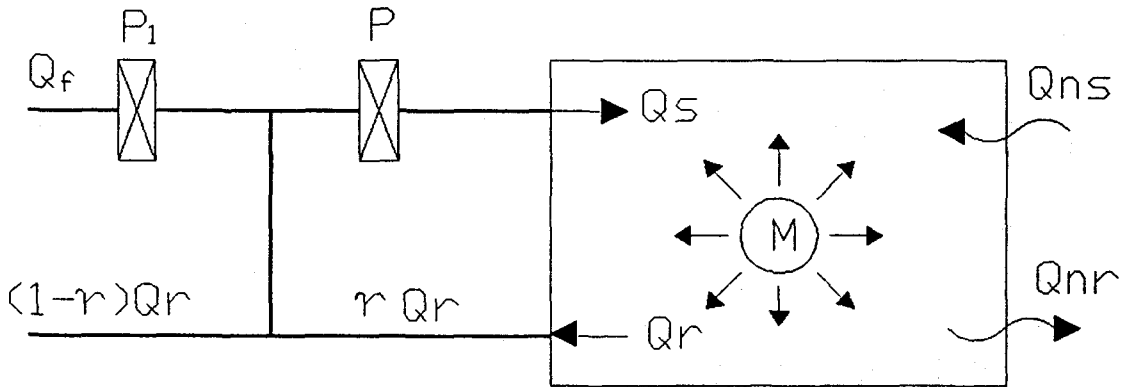
- ① 외기오염물질 농도, 실내 공기오염물질 발생량, 송풍량, 틈새바람등은 전부 일정하다.
- ② 실내에서의 오염물질농도는 균일하게 분포하고 실내에 유입·발생된 오염물질은 순간적으로 균등하게 확산된다.
- ③ 실내외의 오염물질에 입경분포·밀도는 같다.
- ④ 실내에서의 침강등에 의한 자정작용은 무시한다.
- ⑤ 덕트내에서의 오염물질의 침적·재비산은 무시한다.

이들 가정은 실상과는 상당히 거리가 있으나 평균적인 예측으로서는 충분히 실용적이라고 할 수 있다. 이 간략화 계산에 의한 이론치와 실측치를 비교하여 보면 실내 오염물질농도에 15분간 정도의 평균치를 이용한 경우에 정상계산치와 상당히 일치하는 것으로 알려져 있다.

실내 오염물질농도 계산식은 공조방식에 의해 다름으로 각 방식에 대하여 실내에서의 오염물질의 물질평형으로 부터 계산식을 도출하여야 한다.

공기정화시스템의 대표적인 예로서 그림2와 같은 시스템(외기용 Pre-Filter와 Main filter로 구성)을 생각할 경우에 계산식의 도출 방법은 다음과 같다.

(1) 실내에 유입하는 오염물질



- $Q_f$ : 취입 외기량 ( $m^3/h$ )
- $Q_s$ : 취입 급기량 ( $m^3/h$ )
- $Q_r$ : 취입 환기량 (순환풍량) ( $m^3/h$ )
- $Q_{ns}$ : 자연 급기량 ( $m^3/h$ )
- $Q_{nr}$ : 자연배기량 ( $m^3/h$ )
- $r$ : 재순환율
- $C_o$ : 외기 오염물질 농도 ( $mg/m^3$ )

- $C_s$ : 급기 오염물질 농도 ( $mg/m^3$ )
- $C$ : 실내 오염물질 농도 ( $mg/m^3$ )
- $M$ : 실내 오염물질 발생량 ( $mg/h$ )
- $P$ : 주필터의 오염물질 통과율 ( $1-\eta$ )
- $P_r$ : Pre-Filter의 오염물질 통과율
- $V$ : 실용적 ( $m^3$ )

그림 2 공기정화시스템의 일례

① 공조를 통한 유입 오염물질량 :  $P \cdot (P_f \cdot C_o \cdot Q_f + C \cdot \gamma \cdot Q_r)$

② 자연환기에 의한 유입 오염물질량 :  $C_o \cdot Q_{ns}$

③ 실내 오염발생량 :  $M$

(2) 실내로부터 배출되는 오염물질량

① 공조를 통하여 배출되는 오염물질량 :  $C \cdot Q_r$

② 자연환기에 의해 배출되는 오염물질량 :  $C \cdot Q_{nr}$

단,  $Q_s + Q_n = Q_r + Q_{nr}$ 라고 한다.

정상상태에 있어서 (1)과 (2)는 같기 때문에 다음식이 성립한다.

$$P \cdot (P_f \cdot C_o \cdot Q_f + C \cdot \gamma \cdot Q_r) + C_o \cdot Q_{ns} + M = C \cdot Q_r + C \cdot Q_{nr}$$

$$(P \cdot P_f \cdot Q_f + Q_{ns}) \cdot C_o + M = C \cdot \{(1 - P \cdot \gamma) \cdot (Q_r + Q_{nr})\}$$

$$\therefore C = \frac{(P \cdot P_f \cdot Q_f + Q_{ns}) \cdot C_o + M}{(1 - P \cdot \gamma) \cdot (Q_r + Q_{nr})} \dots (1)$$

$$\therefore P = \frac{C \cdot (Q_r + Q_{nr}) - C_o \cdot Q_{ns} - M}{P_f \cdot C_o \cdot Q_f + C \cdot \gamma \cdot Q_r} \dots (2)$$

이와 마찬가지로 공조방식별로 계산식을 산출하면 표7과 같다. 이상과 같은 산출방법은 상기에서 서술한 바와 같이 실내 공기오염물질 농도의 정상상태를 가정한 것으로 실제 상황과는 거리가 있어 비정상상태를 고려한 계산이 바람직하나 시각변화에 따른 외기 오염물질 농도와 실내 오염물질 발생량을 정확히 추정하기 어려운 현시점에서 실내의 평균오염농도를 추정하기 위하여는 충분히 실용적이라 할 수 있다.

#### 4. 공기정화 장치의 종류

공기정화 장치는 전술한 바와 같이 오염물질의 종류에 따라 구분할 수 있으며 각 정화 장치의 특성을 분진용 정화장치를 중심으로 개략적으로 살펴보면 다음과 같다.

##### 4.1 분진용 공기정화 장치

###### 1) 에어필터의 종류와 성능

분진용 공기정화장치의 성능을 결정하는 것은 필터라고 해도 과언이 아니다. 필터의 성능은 일반적으로 조진용 필터부터 초고성능 필터 까지의 대상분진과 포집효율에 따라 표8과 같이 분류할 수 있다. 또 이들 필터의 주된 용도는 다음과 같다.

###### (1) 조진용필터

입경  $5.0 \mu m$  이상의 분진을 포집대상으로 하며 가정용 룸쿨러, 팬코일유니트(F.C.U), 패키지 에어컨(P.A.C) 등의 기기보호용 필터로서 또 일반빌딩용 및 산업공조용 전치필터(Pre-Filter)로서 반드시 필요하다.

###### (2) 중성능필터

입경  $1.0 \mu m$  이상의 분진을 포집대상으로 하며 기기보호용 및 일반빌딩용으로서 어느정도 청정도를 필요로 하는 경우 또는 초고성능필터의 전치필터로서 사용된다.

###### (3) 고성능필터

입경  $0.1 \sim 1.0 \mu m$  범위의 분진포집을 대상으로 하며 담배연기등을 제거할 목적으로 사용된다. 실내환경기준이 제정된 이후 일반빌딩용의 최종필터 또는 클린룸의 전치필터로서 사용된다.

###### (4) 초고성능필터

입경  $0.3 \mu m$  이하의 미세분진포집을 대상으



표 7. 공기조화 방식별 실내공기정화 설계계산식

형식	공조방식	관 계 식	
		실내공기 오염물질 농도 C	공기청정 장치 오염물질 통과율 a)
①		$C = \frac{(P \cdot Q_r + Q_{ns}) C_o + M}{(1 - P \cdot \gamma) Q_r + Q_{nr}}$	$P = \frac{C(Q_r + Q_{nr}) - C_o \cdot Q_{ns} - M}{C_o \cdot Q_r + C \cdot \gamma \cdot Q_r}$
②		$C = \frac{(P \cdot P_r \cdot Q_r + Q_{ns}) C_o + M}{(1 - P \cdot \gamma) Q_r + Q_{nr}}$	$P = \frac{C(Q_r + Q_{nr}) - C_o \cdot Q_{ns} - M}{P_r \cdot C_o \cdot Q_r + C \cdot \gamma \cdot Q_r}$
③		$C = \frac{(P_r \cdot Q_r + Q_{ns}) C_o + M}{(1 - P \cdot \gamma) Q_r + Q_{nr}}$	$P = \frac{C(Q_r + Q_{nr}) - C_o(P_r \cdot Q_r + Q_{ns}) - M}{C \cdot \gamma \cdot Q_r}$
④		$C = \frac{(P \cdot Q_r + Q_{ns}) C_o + M}{(1 - P \cdot \gamma) Q_r + Q_{nr} - P_e \cdot Q'_r + Q'_r}$	$P = \frac{C(Q_r + Q_{nr} + Q'_r - P_e \cdot Q'_r) - C_o \cdot Q_{ns} - M}{C_o \cdot Q_r + C \cdot \gamma \cdot Q_r}$ $P_e = \frac{C(Q_r + Q_{nr} + Q'_r - P \cdot \gamma \cdot Q_r) - C_o(P \cdot Q_r + Q_{ns}) - M}{C \cdot Q'_r}$
⑤		$C = \frac{(P \cdot P_r \cdot Q_r + Q_{ns}) C_o + M}{(1 - P \cdot \gamma) Q_r + Q_{nr} - P_e \cdot Q'_r + Q'_r}$	$P = \frac{C(Q_r + Q_{nr} + Q'_r - P_e \cdot Q'_r) - C_o \cdot Q_{ns} - M}{P_r \cdot C_o \cdot Q_r + C \cdot \gamma \cdot Q_r}$ $P_e = \frac{C(Q_r + Q_{nr} + Q'_r - P \cdot \gamma \cdot Q_r) - C_o(P \cdot P_r \cdot Q_r + Q_{ns}) - M}{C \cdot Q'_r}$
⑥		$C = \frac{(P_r \cdot Q_r + Q_{ns}) C_o + M}{(1 - P \cdot \gamma) Q_r + Q_{nr} - P_e \cdot Q'_r + Q'_r}$	$P = \frac{C(Q_r + Q_{nr} + Q'_r - P_e \cdot Q'_r) - C_o(P_r \cdot Q_r + Q_{ns}) - M}{C \cdot \gamma \cdot Q_r}$ $P_e = \frac{C(Q_r + Q_{nr} + Q'_r - P \cdot \gamma \cdot Q_r) - C_o(P_r \cdot Q_r + Q_{ns}) - M}{C \cdot Q'_r}$
⑦		$C = \frac{C_o \cdot Q_{ns} + M}{Q_{nr} - P_e \cdot Q'_r + Q'_r}$	$P_e = \frac{C(Q_{nr} + Q'_r) - C_o \cdot Q_{ns} - M}{C \cdot Q'_r}$
⑧		$C = \frac{P_r \cdot P_m \cdot P \cdot C_o \cdot Q_o + M}{Q_{nr} - P_m \cdot P \cdot Q_r}$	$P = \frac{C \cdot Q_r - M}{P_m(P_r \cdot C_o \cdot Q_o + C \cdot Q_r)}$

a) 제진효율을 구할 경우  $\gamma = 1 - P$

표8. 에어필터의 종류 및 특성

특성 종류	형 식	사용 여재	분진분경	압력손실 (mmAq)		분집포집효율(%)			분진보지 용량
				초기	최종	※1 중량법	※2 비색법	※3 계수법	
조진용	롤형 필터 (재생, 사용후폐기) 판넬형 필터 (재생, 사용후폐기)	부직포 직물, 스폰지 유리매트	5 $\mu\text{m}$ 이상	1~10	5~20	30~98	5~20	-	300~800 g/m <sup>2</sup>
중성능	여재절곡형 필터 취류형 필터	부직포, 스폰지 유리여지 유리매트	1 $\mu\text{m}$ 이상	5~10	10~20	98이상	50~70	20~40	100~500 g/unit
고성능	여재절곡형 필터 취류형 필터	부직포, 스폰지 유리여지 유리매트	1 $\mu\text{m}$ 이하	10~15	20~30	98이상	85~98	50~90	100~500 g/unit
초고성능	여재절곡형 필터	유리여지	1 $\mu\text{m}$ 이하	12~25	25~50	-	-	※3 99.97	200~800 g/unit
정전식	일단저하+여재 이단저하 이단저하+여재 유전형	부직포 유리매트	1 $\mu\text{m}$ 이하	3~7	3~15	80~90	80~90	60~90	※4 500~800 g/m <sup>2</sup>

※1: ASHRAE STANDARD 52-76에 따른 측정

※2: 0.3  $\mu\text{m}$  단분산 DOP입자에 따른 측정

※3: 일반적인 HEPA FILTER의 경우

※4: 여재부의 분진 보지 용량

로 하며 VLSI, ULSI생산공장, 시계·사진기의 조립공정등의 공업용클린룸 또는 병원의 수술실용 클린룸의 최종필터로 사용되며 일반적으로 HEPA, ULPA 필터로 불리운다.

(5) 정전식 공기정화장치

입경 1.0  $\mu\text{m}$  이하의 분진을 대상으로 하며 특히 일반섬유필터에서는 제거가 어렵다는 입경 0.2  $\mu\text{m}$  범위와 그 이하의 초미립자를 포집할 수 있다. 사용되는 여재의 종류로는 이전에는 유리나 금속, 각종섬유로 만들어진 매트나 직물이 주류를 이루었으나 현재는 제거 성능 우수하고 취급이 용이한 부직포의 사용이 일반화되어 있다.

2) 에어필터의 시험방법 및 규격

최적의 에어필터를 선정하기 위하여는 필터의 시험방법에 의해 구한 여과성능을 이해할 필요가 있다.

필터의 시험방법으로는 중량법(질량법), 비색법(변색도법) 및 개수법(계수법)의 3종류로 대별된다. 미국에서는 오래전에 AFI 중량법과 NBS 비색법이 있었으나 현재의 ASHRAE52-76으로 일원화되었고 유럽에 있어서도 통일규격으로 1980년 ASHRAE52-76이 도입되었다. 한편 일본에 있어서는 미국의 규격 또는 일본공업규격, 일본공기청정협회 규격등의 각종규격이 적당히 사용되고 있는

실정이다.

(1) 중량법 (질량법)

중량법의 시험방법으로는 AFI (Air Filter Institute), ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, Inc.) 등에서 규격화된 것이 일반적으로 이용되고 있다. 이 시험법은 시험용분진을 사용하여 공기필터의 상류측과 하류측에 있어서의 분진중량을 측정하여 분진의 포집율을 결정하는 방법이다.

이 방법은 대입자의 영향을 받기 쉽기 때문에 미소입자를 대상으로하는 에어필터의 시험에는 적당치 않다.

$$\eta = (1 - W_2/W_1) \times 100$$

$\eta$ : 중량법에 의한 분진포집율 (%)

$W_1$ : 상류측 분진중량 ( $mg/m^3$ )

$W_2$ : 하류측 분진중량 ( $mg/m^3$ )

(2) 비색법 (변색도법)

비색법에 의한 시험법으로서는 NBS, ASHRAE 등에서 규격화된 것이 일반적으로 사용되고 있다. 이 방법은 시험용 분진을 사용치 않고 대기진을 이용하여 시험하는 것이 일반적이다. 샘플공기는 시험장치내의 공기필터 상류측과 하류측으로 부터 동일풍량을 시험용 여지를 통하여 흡인 채취한다. 공기필터 전후 2매의 시험용 여지가 동일한 불투명도가 되기 위한 시간을 예상하여 하류측에서는 연속흡인하고 상류측에서는 미리 예상했던 시간만큼을 조정 흡인한다. 따라서 분진포집율은 다음과 같이 나타낸다.

$$\eta = \{1 - (t_1/t_2 \times E_2/E_1)\} \times 100$$

$\eta$ : 비색법에 의한 분진포집율 (%)

$t_1$ : 상류측 시험용 여지의 측정시간 (min)

$t_2$ : 하류측 시험용 여지의 측정시간 (min)

$E_1$ : 상류측 시험용 여지의 분진부착에 의한 불투명도 (O.D.)

$E_2$ : 하류측 시험용 여지의 분진부착에 의한 불투명도 (O.D.)

또 상류측의 측정시간을 조정하여 공기량의 비율로 부터 구하는 방법도 있다.

$$\eta = \{1 - (Q_1/Q_2 \times E_2/E_1)\} \times 100$$

$Q_1$ : 상류측 측정공기량 ( $m^3/h$ )

$Q_2$ : 하류측 측정공기량 ( $m^3/h$ )

(3) 개수법 (계수법)

개수법에 의한 시험법으로서는 미군규격 MIL, STD-282의 시험용 분체로서 D.O.P. (Di-octyl Phthalate)를 이용하는 방법이 가장 일반적으로 사용되고 있다. 또한 개수법에 이용되는 시험용 분진으로서 D.O.P.외에 폴리스틸렌 라텍스, 스테아린산등의 단분산입자가 있다. 이 방법은 광산란식 입자계수기를 이용하여 공기필터 상류 및 하류의 미립자 산란광으로 부터 그 입경과 갯수를 제측하여 농도를 측정함으로써 분집포집율을 구한다.

$$\eta = (1 - C_2/C_1) \times 100$$

$\eta$ : 개수법에 의한 분집포집율 (%)

$C_1$ : 상류측의 입자수

$C_2$ : 하류측의 입자수

4.2 유해가스용 공기정화 장치

가스오염물질을 제거하기 위하여는 가스의 종류에 따라 제어대책을 수립하여야 하며 일반적인 가스상 오염물질의 제거방법으로는 흡착및 흡수에 의한 방법과 화학반응을 이용한 방법등이 있으며 제거장치의 특성을 살펴 보면 다음과 같다.

1) 공기정화장치

공기정화장치는 미소한 물분자사이에 가스를 포함한 공기를 통과시켜 가스를 물에 용해시켜 제거하는 것으로 가용성 가스에만 효과가 있으며 제거효율은 낮은 편이나 장치가 간단함으로 많이 이용되고 있다. 또한 이 방법은 폐가스의 온도를 저하시키는데 유효하다.

2) 스크러버

스크러버는 물에 잘 용해되는 가용성 가스에 적용하는 방법으로 샤워경우와 마찬가지로 물과 가스와의 접촉면적이 크기 때문에

효율이 높다. 일반적으로 유리섬유등으로 만든 필터에 물 또는 가성소다 용액을 분무하고 그 사이에 공기를 통과시켜 공기와 액체의 접촉면적을 크게한다.

3) 가스필터

가스필터는 활성탄이나 실리카겔층 속에 가스를 통과시켜 가스를 흡착하는 것으로 효율이 높다. 저농도의 가스를 완전히 제거할 필요가 있을 경우에 유효하며 폭 넓게 사용되고 있다. 가스제거용 필터를 제거원리, 제거목적, 대상공기, 사용법등에 의해 분류하면 표9와 같다.

표 9. 가스제거용 필터의 특성

제거원리		제거목적		대상공기	사용법	
흡착	물리적	고제거율	다성분	도입외기	통기	재생사용
흡수	화학적	저제거율	특정성분	순환공기	확산	폐기
화학반응				배기		

4.3 부유미생물 공기정화 장치

공기조화 또는 환기장치에서의 부유미생물 정화방법으로는 미소분진과 마찬가지로 고성능 에어필터 또는 전기집진기에 의해 오염공기로 부터 분리하는 것이 일반적이나 자외선 방전 및 오존등에 의해 덩트의 일부에서 오염공기중의 세균을 살균하는 방법도 있다.

에어필터에 의한 세균방법 및 경우에는 필터속에서의 증식을 방지하기 위하여 적당할 시기에 살균을 행하던가 필터를 교환할 필요가 있다. 또한 살균등을 이용할 경우에는 덩트내장재 또는 인체에 대한 자외선의 장해 및 오존발생등에 대하여 위생적으로 처리될

수 있도록 만전을 기하여야 한다.

5. 결론

본고에서는 최근 문제시되고 있는 실내공기의 오염현황과 공기조화설비에 있어서의 공기정화장치의 개요에 관하여 살펴보았다. 향후 실내공간에서의 쾌적성에 대한 요구는 증대되리라 예상되며 이를 위하여는 취입외기 및 재순환 공기에 대한 공기정화설비의 도입은 필수적이라 할 수 있다. 또한 최적의 정화장치를 선정하기 위하여는 각종 건축 자재등의 실내 오염발생원에 대하여 건축물의

설계단계에서 부터 철저히 고려하여야 함과 동시에 발생 오염물질의 종류 및 형상, 공기 청정 필요개소 및 요구 청정도를 정확히 파악하여 그에 따른 정화장치를 선정하여야 할 것이다. 그리고 건축후에도 쾌적한 실내환경 유지를 위하여는 지속적인 점검 및 확인이 요구되며 보다 효과적으로 행하기 위하여 유지관리 매뉴얼등을 포함한 종합적이고 체계적인 유지관리 수법을 개발할 필요가 있다.

-참고문헌-

1. 김신도, 「일반 빌딩내 환경 문제」, 공기청

정기술, Vol.5, No.1, pp.58-71, 1992

2. ASHRAE STANDARD 55-1981

3. ASHRAE ANSI/ASHRAE 62-1989, Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality, 1989

4. 田村 忠, 「空氣淨化裝置の淨化能力について」, 空氣調和冷凍, pp.38-45, 1988

5. 냉동건조기술(상급편), 한국 냉동공조 기술협회, 1991

6. 村松 學, 「ビル衛生管理法からみた空氣清淨計劃」, 空氣調和・衛生工學, Vol. 52, NO. 3, P.46, 1978

뉴스

■ LED 시장 활황

發光다이오드(LED)시장이 램프용·디스플레이 모듈용·전광판용 등의 수요급증으로 사상 유례없는 폭발적인 活況勢를 보이고 있다.

2일 관련업계에 따르면 지난 89년 이후 계속된 수요격감으로 극심한 판매부진에 빠졌던 국내 LED업체들은 최근 일본의 디스플레이 모듈제품 주문쇄도와 동남아국가 증권거래소용 전광판 플랜트 受注에 힘입어 LED 램프 생산량이 월간 8천만개를 넘어서는 등 최대 호황을 누리고 있다.

이에 따라 국내 LED업계는 램프·디스플레이 모듈·전광판 등 분야를 가릴 것 없이 생산라인을 풀 가동하고 있다. 三光半導體(대표 金得星)는 최근 일본지역으로 부터 파친코 기기용 도트 매트릭스 타입의 LED디스플레이 모듈 주문이 몰려 월 4백50만개의 램프를 소화하고 있다.

이 회사는 1/4분기에 3월말 기준 12억원 규모의 판매실적을 기록했으며 4월 들어서도 주문이 폭주, 야간작업까지 하고 있다. 서울 半導體(대표 李正훈)는 최근 LED디스플레이 판매급증에 힘입어 올들어 월 매출이 전년에 비해 50%이상 늘어난 4억5천만원을 기록하고 있으며 주문이 계속 밀리고 있는 실정이다.

東永半導體(대표 金澤東)도 최근 가전경기가 되살아나는 데 힘입어 LED디스플레이 판매가 꾸준히 증가, 램프 매출량이 전년대비 20% 가량 늘어난 월 9백만개에 이르고 있다.

奉吾電子(대표 崔炳石)는 지난해말 필리핀 증권거래소로부터 총 50만 달러 규모의 주식시세 표시판용 LED전광판을 受注, 지난달말 2대분을 선적했다.

이번 奉吾電子의 LED전광판은 필리핀 마닐라 증권거래소 및 마카티 증권거래소 등 2곳에 내달 설치될 예정이다.