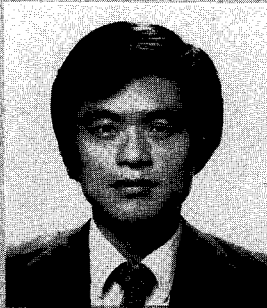


실내공기오염 관리

일반적으로 실내오염 제거를 위해서는 공기와 오염원을 분리시켜야 하고, 건물내의 오염원제거, 공기중의 오염원제거, 오염물질에 대한 노출 등을 최소화시키는 것이다. 쾌적한 실내공기질을 유지하기 위하여는 건물내의 기후조건, 사용목적 등에 따라 최적의 에어클리닝 시스템을 선정하여야 한다.



金潤信
(한양대 의과대학 부교수)

I. 서론

현대인이 밀폐된 실내공간에서의 생활시간이 길어짐에 따라 실내공기는 생활활동, 건축자재, 생활용품 등의 발생원에서 나오는 오염물질에 의해 더욱 실내환경을 악화시키고 있다. 따라서 각종 실내공기오염물질이 방출되는 발생원은 표1과 같이 다양하나 이에 대한 기준치와 실내공기오염방지에 대한 정책을 관장하는 행정적 기관이 없는 상태이다.

표1. 주요 실내공기 오염물질과 발생원

발생원		실내공기오염물질
인체	호흡	CO ₂ , 수증기, 냄새
	재채기·기침·대화	세균입자
	피부	피부조각·비듬·NH ₃ ·냄새
	의류	섬유·모래먼지, 세균, 곰팡이·냄새
	화장품	각종 미량물질
사람의 활동	흡연	분진, 타아르·니코틴·각종 발암물질
	가스	CO ₂ , CO, NH ₃ , NO, NO ₂ , SO ₃ , C _x H _y , 냄새
	보행 등의 동작	모래먼지·섬유류·세균·곰팡이
	연소기기	CO ₂ , CO, NO, NO ₂ , SO ₃ , C _x H _y , 매연·냄새
	사무기기	NH ₃ ·O ₃ ·용제류
건축자재	합판류·내화재·단열재·시공발생물	HCHO·Asbesto·섬유·유리섬유·Rn 및 그 피변물질·접착제·용제·곰팡이·세균·진드기
	유지관리	작업·재료
살충제류	직접	분사제, 살충제, 소독제, 방충제
	재비산	살충제, 살균제, 쥐약

실내공기오염을 방지하고 깨끗한 실내환경을 유지하기 위한 최선의 방법은 외부의 신선한 공기를 유입시켜 실내의 오염공기와 교체시키는 환기방식이다. 그러나 대도시의 대기는 각종 오염물질에 의하여 오염되어 있어 공기청정장치를 사용하여 유입되는 외기를 정화시키도록 한다.

따라서 최근에는 가정을 비롯한 일반 사무실에까지 실내 공기조화용의 공기 청정기가 많이

사용되고 있다. 또한 첨단산업시설, 의약품, 병원 등에서 오염된 공기를 제어하기 위하여 클린룸(청정실)이 사용되고 있다.

II. 공기청정장치

주요 실내공기오염물질은 부유미립자, 각종 가스, 부유미생물로서 그 제거방법은 표2와 같다. 일반적으로 공기조화용의 공기청정장치는 부유미립자 제거용으로서 에어필터, 전기집진기, 유독가스 제거용으로는 활성탄필터를 중심으로 한 가스제거용 공기 청정장치, 부유미생물 제거용으로는 고성능상의 에어필터, 살균 등, 오존방식 등이 있으며 일반적으로 공기조화장치내에 장치되어서 사용되는 경우가 많다.

일반 공조용으로서 사용되고 있는 분진용 공기청정장치의 원리는 여과식과 정전식의 2종류

로 크게 분류할 수 있으며, 그외에도 여과식의 한종류인 충돌집착식을 들 수 있다. 보수방식으로는 여제교환식, 유닛교환식, 자동갱신식, 자동세정식, 정기세정식으로 분류할 수 있다. 최근에는 정전식과 여과식을 조합시킨 정전여과식도 있다. 표3에 집진원리, 보수방식별의 공기청정장치의 분류표를 나타낸다. 또한 공기청정장치를 분진포집성능별로 분류하면 표4와 같다.

표2. 실내공기오염물질의 종류와 제거방법

오염물질	제거방법
부유미립자	여과법*, 집착(열적, 정전기적)법
각종가스	흡착법*, 흡수법, 소각법(직접소각법, 촉매산화법)
부유미생물	여과법*, 가열살균법, 소각법, 오존살균법, 자외선살균법

*공조용의 공기청정장치로서 일반적으로 많이 사용되고 있는 것.

표4. 공기청정장치의 성능별 분류 및 개요^{주)}

공기청정장치의 성능분류	공기청정장치형	적용분진입경	적용분진농도 ^{m)}	입력손실(mmAq)	분진포집율(%)			분진보지중량	비고
					중량법	비색법	개수법		
조집용 에어필터	자동갱신형 롤필터 (건조여제) 멀티판넬형필터 ^{주)} (자동세정) 정기세정형판넬필터 (건식여제) 여제교환형판넬필터 (건식여제) 정기세정형판넬필터	5 μ m 이상	중~대	3~20	70~90	15~40	5~10	500~2000 g/m ³	고성능에어필터, 정전기공기청정장치 등의 전지필터로서 사용한다.
중성능 에어필터	여제점목형 필터 디프베드형필터 취출형 필터	1 μ m 이상	중	8~25	90~96	50~80	5~50	300~800 g/m ³	여제절곡형의 중성능 필터의 여제면적은 필터전면적의 10~20배의 것이 많다.
고성능 에어필터	상동	1 μ m 이상	소	15~35	99이상	80~95	50~90	70~250 g/m ³	여제절곡형의 고성능 필터의 여제 면적은 필터전면적의 20~40배의 것이 많음
초고성능 에어필터	여제절곡형 필터	1 μ m 이하	소	25~50	NA	NA	95~99.99 (99.97 이상 ^{c)})	50~70 g/m ³	여제절곡형의 초고성능 필터의 여제면적은 필터전면적의 50~60배임.
정전기식 공기청정장치	2단하전식 정기세정형 2단하전식 여제집진형 1단하전식 여제유전형	1 μ m 이하	소	8~10 10~20	99 이상	80~95 70~90	60~75	(600~1400 g/m ^{3b)})	

a) 분진농도 대 : 0.4~7.0mg/m³ 중 : 0.1~0.6mg/m³ 소 : 0.3mg/m³이하

b) 여제부의 집진보지중량(g/m²)

c) HEPA필터의 경우 d) 충돌집착식필터

주) 일본 후생성환경위생국 기획과(감) : 공기청정장치관리지침, (사)일본공기청정협회, 1980. 10. p.69

표3. 집진원리 및 보수방식에 의한 공기 청정장치의 분류^{주)}

집진 원리	보수 방식	기 구	적용 입경	적용함진 농 도	보집율 (%)	압력손실 (mmAq)	용 도	
여 과 식	자동 경신	특수가공의 유리여재를 사용 해서 자동적으로 감음	1 μ m 이상	대	85 (중량법)	8.5~12.5	일반공업 및 빌딩공조용	
		부식포여재를 지그재그로 해서 여과면을 증대시켜, 여재를 자동변경	"	"	" (")	10~16	상동	
		특수여재를 사용한 자동감음	3 μ m 이상	"	90 (")	5~20	인쇄공장의 잉크미스트, 방 적공장의 린트	
	자동 재생	정기 제정	식모여재를 이용해서 포집한 분진을 자동적으로 세정	"	"	60~70 (")	5~15	분진농도가 높은 지역의 공 조, 린트성분진
			부식포여재를 사용한 자동감 김형으로, 별도세정	1 μ m 이상	중	80 (")	8~12	일반 빌딩공조용, 전기 집진 기의 전치필터
			부식포여재의 유닛형, 별도세정	"	"	80 (")	6~12	소형공조기용
	여재 교환	유닛 교환	스폰지형상의 유닛형 별도세정	3 μ m 이상	"	80 (")	8~15	상동
			여재를 주름형상으로 한 유닛 형	1 μ m 이상	"	92 (")	3~15	일반빌딩공조 및 도장공장
			유리여재이포켓형 유닛필터	"	소	85 (변색도법)	3~25	정밀기기공장, 사진공업
		유닛 교환	면을 여재로한 포켓형	"	"	85 (")	3~15	방직공장의 공조
			유리섬유여재에 의한 특수취 출형	"	"	95 (")	3~25	사진, 정밀기기공업 등, 특 히 고청정도를 요구하는 곳 에 적합함
			유리여재에 의한 유닛필터	3 μ m 이상	중	80 (중량법)	4~10	고성능 필터의 전치필터
정 전 식	자동 세정	특수가공유리여재를 주름형 상으로 한 고성능 필터	1 μ m 이하	소	99.97 (DOP)	25~50	클린룸의 최종필터 방사성미 린트더스트의 제거, 무균실 등	
		2단하전에 의해 집진극판부 를 회전시켜서 자동세정	1 μ m 이하	소	85~90 (변색도법)	8.5	1 μ m이하의 초미립더스트제 거, 정밀기계공업· 제약· 병 원, 연속운전에 적합함	
	자동 경신	2단 하전형, 집진극판부에 더스트를 응집시켜서 더스트 포집부의 유리섬유 모든 부 시포재 여재 자동적으로 감 김	"	"	90 (")	12	상동 여재감김형이기 때문에 고층 빌딩의 공조에 최적	
		1단하전형(여재유전형)여재 (부식포)를 지그재그로 이용 하는 자동경신	"	"	70 (")	10~20	일반공업, 빌딩공조	
	정기 세정	2단하전형, 집진극판을 정기 적으로 세정	"	"	85~90 (")	8	정밀기계공업· 제약· 병원, 정기세정으로 연속운전은 불 가능	
여재 교환		1단하전형(여재유전형), 특수 여재를 사용한 여재만 교환	"	"	70 (")	3~20	일반공업, 빌딩공조 비교적 소용량의 경우에 적합함	

집진 원리	보수 방식	기 구	적용 입경	적용함진 농 도	보집율 (%)	압력손실 (mmAq)	용 도
총 돌 집 착 식	자동 세정	플레이트 스크린 또는 와이어 스크린이 유막을 형성, 자동회전세정	3 μ m 이상	대	80~85 (중량법)	12	함진농도가 높은 지역의 공조 전동기의 공냉용공기
	정기	와이어스크린을 3각추 모양으로 적층한 유닛형	5 μ m 이상	"	70 (")	3~12	철도차량용
		상동	"	"	80 (")	3~10	주방의 오일미스트, 증기포집
	세정	화학세유를 특수정형한 유닛형	3 μ m 이상	중	80 (")	5~15	소형공조기용
	여재 교환	유리여재를 이용한 유닛필터	"	"	80 (")	3~15	소용량의 공조 및 일반빌딩용

주) (사)공기조화·위생공학회 : 공기조화·위생공학회편람 11. 1981. 4. pp. 566~557

표5. 클린룸의 미국 연방기준

CLASS	입 자			압 력 온 도				습 도			기 류 조도	
	입경 μ m	입자수		mmAq	범위 $^{\circ}$ C	추장 $^{\circ}$ C	제어 범위	최고 %RH	최저 %RH	제어 범위		
100	≥ 0.5	≤ 100	≤ 3.5	1.3 이상	19.4 ~ 25	22.2	± 2.8 특수 환경 ± 0.25	45	30	± 10 특수 환경 ± 5	총류방식 0.45m/s 난류방식 ≥ 20 회/h	1080 ~ 1620
	≥ 5	≤ 0	≤ 0.35									
1,000	≥ 0.5	$\leq 1,000$	≤ 35									
	≥ 5	≤ 10	≤ 0.35									
10,000	≥ 0.5	$\leq 10,000$	≤ 350									
	≥ 5	≤ 65	≤ 2.3									
100,000	≥ 0.5	$\leq 100,000$	$\leq 3,500$									
	≥ 5	≤ 700	≤ 25									

III. 클린룸의 개요

1. 클린룸의 정의

최근에 각종 첨단 산업시설뿐 아니라 병원, 제약회사 등에서 클린룸의 이용이 다양하게 사용되고 있다. 클린룸(Clean room)이란 공기속에 부유하는 입자뿐 아니라 온도, 습도, 공기압 및 조도에 관해 환경적으로 제어되는 밀폐된 공간을 말하며 청정한 공기를 유입시켜 공기의 난류와의 소용돌이가 발생하지 않도록 한 기류는 만들어 실내에 발생한 먼지를 빨리 밖으로 내보내도록 한 공간이라고 할 수 있다.

클린룸을 만드는 6가지 원칙에는

1) 청정한 공기순풍, 2) 미립자의 침입을 방지, 3) 필요한 온습도 및 실내압을 유지, 4) 미 환경관리인. 1991. 10

립자의 회수를 방지, 5) 미립자의 누적을 방지, 6) 미립자의 발생을 제거하는 것이라 할 수 있다.

2. 클린룸의 기준 및 응용분야

국내에는 클린룸에 대한 기준은 없고 1973년에 발표된 미국 연방규격(표5 참조)에 준하여 행하여 지고 있는 실정이다. 클린룸은 주로 먼지 등 미립자를 대상으로 하는 ICR(Industrial clean Room), 세균이나 곰팡이 등의 생물입자를 중요시하는 BCR(Bio clean room), 생물학적으로 위험한 박테리아나 기타 위험물질로 부터 오염을 방지하기 위한 BHZ(Bio Hazard)시설이 있다.

ICR에는 전자, 전기산업, 기계, 금속, 비금속, 인쇄, 도장 산업을 들 수 있고 BCR에는 병

원의료, 약제, 식품, 농림, 축산시설 등이며, BHZ는 예방의학, 유전공학 등에서 이용될 수 있다. 따라서 각종 산업에는 매우 높은 청정상태가 요구되는데 일반적인 청정의 기준은 표6과 같다.

표6. 각 산업분야별 필요청정도

산업분야	용도	청정도
반도체공장	결정 제조	10-100
	확산	100이하
	에칭, 표면처리	10-100
	입자, 시험	100-100,000
	Photo	10이하
	연마	100이하
	원료 및 제품 보관	1,000-10,000
광학, 기계	레이저 공업	100이하
	렌즈 연마	100-10,000
	눈금 조각	100이하
	의료용 카메라 가공	100이하
	Film제조, 건조	10,000이하
	Microfilm현장, 건조	100-1,000
	조립	100-10,000
기계·정밀기계	포장	10,000-100,000
	검사	10,000-100,000
	전자시계, 부품조립	100이하
	로켓트 부품가공	100이하
	인공위성 제어장치	100이하
	고 신뢰도 부품장치	100-1,000
	Mininture Bearing	100이하
식품	보통 Bearing	100,000
	조립, 검사	100-100,000
	우유, 술, 유산균음료	100이하
	청량음료 마개봉입	100-10,000
	유제품, 생과자포장	100,000
	햄 제조	100-1,000
	버섯	100-1,000
전자계산기	식육가공	1,000-100,000
	자기 드럼	100이하
	자기 테이프	100이하
	가공, 조립, 검사	100-100,000

산업분야	용도	청정도
약품, 의료, 병원	제약공정	100-100,000
	주사액 봉입	100이하
	혈액, 링겔액, 약진보관	100-1,000
	무균수술실	100이하
	일반 수술실	10,000-100,000
	회복실, ICU, CCU	10,000-100,000
	무균 병실	100-10,000
	신생아, 미숙아실	10,000-100,000
	무균실	100이하
	수술용구 보관	100이하
전자기기 전산계측기	무균 동물실험	100이하
	약제실	100-10,000
	브라운관	100-1,000
	고 신뢰관	100이하
	프린트 판	10,000
	소형 리레이	100-1,000
	정밀, 전기, 계기	100-10,000
	액정판	100-1,000

IV. 결론

최근에는 실내공기오염을 감소하기 위한 신기술이 개발되고 있다. 일반적으로 실내 오염제거를 위해서는 공기와 오염원을 분리시켜야 하고, 건물내의 오염원 제거, 공기중의 오염원 제거, 오염물질에 대한 노출 등을 최소화 시키는 것이다. 쾌적한 실내공기질을 유지하기 위하여는 건물내의 기후조건, 사용목적 등에 따라 최적의 에어클리닝 시스템을 선정하여야 한다. 따라서 선택된 에어클리닝의 설계기법은 실내오염물질의 양을 감소시키는 것은 물론 냉방, 난방과 관련된 에너지 비용도 절감시킬 수 있다.

따라서 실내공기오염의 적절한 관리를 위하여는 실내공기의 오염도를 측정후 건물내의 에너지 최적화와 병행하여 최적의 청정기술을 도입하면 쾌적한 실내공기를 공급함으로써 우리의 건강도 유지된다고 할 수 있다. ◻

내가버린 오염물질 순환되어 내 몸속에