46신기술 00.7.21 2:49 PM 페이지4

외기 도입형 공기청정장치의 적용

한용희|건축기술부차장

서 론

1) 머리말

우리나라는 1970년 이후 급속한 경제발전에 따른 산업화와 인구의 도시집중화에 따라 환경오염의 문제가 대두되기 시작했으며, 두차례의 석유파동 이후 에너지절약이 강조되면서 최근에는 건물의 기밀화에 따른 환기부족 현상및 건축자재의 다양화에 따른 건축자재 및 마감재에서 발생하는 휘발성 유기 화학물질 등에의해실내공기오염이심각성을더해가고이에대한 대책이 시급한 실정이다. 한정된 실내공간에 오염된 공기가 계속 정체되면, 각종 오염물질의 농도가 증가하여 실내의 공기 환경이 악화된다. 대부분의 시간을실내에서생활하는재실자의건강과작업능률의향상을 위하여 쾌적한 실내환경을 조성해야 하며, 실내에서 방출되는 오염물질을 제거하거나 희석하기 위하여 환기설비가 채택되고 있다. 실내의 오염물질을 제거하기 위한 환기의 필요성에 반해 이로 인한 에너지의소비및에너지절감을위한환기량의제한등서로상반된요구가대두되고있다.

실내에서생활하는재실자의활동이나실내의흡연, 열화에 의하여 많은 양의 부유분진이 방출되며, 또한 외부로부터 많은 양의 분진이 유입되어 실내 공기를 오염시키고있다.

2) 개발배경

최근 실내환경의 중요성이 대두되면서 부유분진을 효과적으로 제거하고 거주 영역내의 공기오염을 제어하기 위한 수단으로 공기청정기를 채택하여 왔다. 그러나기기의효율이정량적으로평가되지않은상태에서 무분별하게 개발되어 보급되고 있는 실정이며, 공기청정기가 목표하는 성능을 제대로 발휘하지 못하고 있다.

그 중요한 이유로는 국내의 경우 시판되고 있는 각종 공기청정기의 성능에 대한 자료부족으로 공기청정기의규격선정시제조업체의자료에만의존하여외관만을중요시하는경향을들수있다. 이것은곧공기청정장치의기능에대한불신으로이어져사용자들의사용기피현상을초래하기도한다.

따라서, 당사에서특허출원한새로운개념의외기도입형 공기청정장치(출원번호 제99-10905호)의 소개와 함께 공동주택에서의 실내공기 오염상태를 알아보고 공기청정장치에 의한 환경개선 방안을 제시하고자 한다.

공동주택의 실내공기 환경특성

1) 실내공기오염의개요

실내공기오염이란 다양한 실내공간(주택, 학교, 사무실, 공공건물, 병원, 지하시설물, 교통수단 등)에서 공기가 오염된 상태를 말하며, 이것은 매우 복합적인 원인들에 의해서 야기될 수 있고, 그 영향은 실내거주자들의생명을위협할정도는아닐지라도분명히건강에큰영향을미치고있다.

(1) 인간과실내환경의관계
(2) 인공설비에의한공기오염
(3) 건축자재에의한공기오염
(4) 건물의밀폐화

2) 실내공기오염의 제어

일반적으로실내공기오염제어의4가지원칙은다음과같다.

- 공기와오염원의분리
- 건물에서오염원의제거
- 공기로부터오염원의제거
- 오염물질에대한노출최소화

3) 실내에서발생하는주요오염물질

공동주택의 공기질을 정확하게 파악하기 위해서는 실내오염물질의발생량의특성및오염발생원을정확하게 파악하는 것이 필요하다. 대표적인 실내 오염원으로서는조리및난방용의각종기구, 담배연기, 건축자재, 가구, 사무기기등이있다.

실내공기 오염물에는 부유분진(TSP), 흡연, 이산화질소(NO_2), 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO_2), 라돈

<표1> 실내에서발생하는주요오염물질

발생원		실내오염물질
인체	호흡	CO_2, 수증기, 냄새
	기침, 대화	세균입자
	피부	피부조각, 비듬, NH_3, 냄새
	의류	섬유, 모래먼지, 세균, 곰팡이
	화장품	냄새, 각종미량물질
사람의활동	흡연	분진, 타르,니코틴, 각종발암물질
	보행등의동작	모래먼지, 섬유류, 세균, 먼지
	연소기기	CO_2, CO, NO, NO_2, SO_2, 매연, 냄새
	사무기기	NH_3, O_3, 용제류
건축자재	합판류, 내화제	HCHO, Asbestos, 유리섬유
	단열재, 시공	Rn, 접착제, 용제
유지관리	작업	모래먼지, 분진, 세제, 용제, 곰팡이,
	재료	세균

(Radon), 포름알데히드(HCHO), 석면(Asbesto
발성유기용제(VOCs, Volitile Organic Compou
미생물, 악취(Oder) 등이있으며, 외부공기의상
기율, 이용할 수 있는 공기의 체적, 실내 거주에
한공기체적등의요인이작용할수있다.

4) 실내공기환경 관리 기준 고찰

국내의 환경기준은 <표 2>와 같이 실내공기환
대기환경으로 구분되어 있으며 실내공기환경은
법및공중위생보건법에규정되어있다.

<표2> 국내실내공기환경에대한환경관리규정

구분	실내공기환경	대기환경
	공중위생보건법/건축법	환경보전법
부유분진 (TSP)	0.15mg/m³이하	연평균치0.15mg/m³ 24시간평균치0.3mg/m
일산화탄소 (CO)	10ppm 이하	1개월평균치0.05ppm 8시간평균치20ppm
이산화탄소 (CO_2)	1,000ppm 이하	-
질소산화물 (NO_2)	-	연평균치0.05ppm 1시간평균치0.15ppm
옥시던트 (O_3)	-	연평균치0.02ppm 1시간평균치0.1ppm
아황산가스 (SO_2)	-	연평균치0.05ppm 24시간평균치 0.15ppm
탄화수소류 (THC)	-	연평균치3ppm 이 1시간평균치10ppm
온도	(1) 17℃이상, 28℃이하 (2) 거실온도를외기온도보다낮게 할경우차이는7℃이하로할	-
습도	것	-
기류	40% 이상, 70% 이하	-

공기청정장치의 구성요소와 특성

1) 실내오염물질과제거방법

실내공기 청정을 계획하기 위해서는 오염물질

를충분히검토해야한다.

건물 내에서의 오염물질은 외부로부터 침입하는 것과내부에서발생되는것으로구분하며, 오염물질로는 부유미립자, 유해가스, 부유미생물등이지배적이다.

<표3> 실내공기오염물질의종류별제거방법

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

2) 필터의효율

공기청정장치의 성능평가는 공기여과기(Air filter)의 부유분진 포집율, 정격처리풍량, 최종압력손실, 분진포집용량등으로표시된다.

일반적으로 공기청정장치의 분진의 포집효율(=제진율)은 부유분진을 포집할 수 있는 성능으로 표시되며, 다음식과같이나타낸다.

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

η 제진효율(포집율)

C: 상류측(여과전)의부유분진농도

C_1: 하류측(여과후)의부유분진농도

3) 공기청정장치의선정

일반적인선정기준은다음과같다.

(1) 공기청정의목적

- 공기청정장소에대한사용용도에대하여파악한다.

(2) 청정수준의결정

- 건축법 및 공중위생보건법의 적용대상 건축물일 경우에는 부유분진량 0.15mg/m³이하, 탄산가스농도 1000ppm이하등을 실내 청정도로설정한다.

(3) 기본공기조화방식설정.

- 취입외기량과외기의오염농도

- 외기오염농도및실내오염발생원의산정

- 실내공간에대한유동성에따른풍량산정.

(5) 공기청정장치의성능

- 계산한실내오염농도에대한공기청정장치의사용필터선정

- 사용필터의종류및포집 · 제거율선정

(6) 경제성, 유지관리의용이성평가

- 공기청정장치설치공간, 보수방법, 초기투자비검토

4) 공기청정장치의구성

(1) 공기청정장치의 개발목적 : 외기(外氣) 30%, 내기(內氣) 70%를 유입한 후 2단계 Filter를 통하여 공기를 정화한 후 다시 실내로 순환시키는 방식의 공기청정장치로서, 실내에서창문을열지않고도외기를 받아들여 공기를 환기시킬 수 있도록 함으로써, 한정된부분에서만순환하여집진성능및2차오염원이되었던 기존의 공기청정기의 단점을 보완하는데 중점을 두었다.

(2) 외기유입구 : 외기 · 내기 온도차를 최소화한 유입구외부의공기를Scirocco Fan의흡입력을이용하여 유입하며, 외기 도입구는 벽면바깥(실외)으로 나와있어, 공기청정기로 유입되는 공기중 30%가 유입된다.

▷구조및특징

①외기유입구내부에결로(結露)현상을방지하기 위하여결로핀장착.

(온도차에의한수분내부유입방지)

②C.F.D 공법의적용및설계.

- C.F.D 공법(Computational Fluid Dynamic : 전산유체역학)은외부공기의유동이원활히유입될 수 있도록 Computer를 이용하여 각 유체의 흐름및마찰저항등유체의특성을계산하여적용.

(예측된 simulation을통한저소음, 고풍량의 성능발휘)

(3) 내기유입구: 내부 design을고려한유입구 벽면안쪽에의치하며, Scirocco Fan의흡입력을이

<표4> 에어필터의종류및특성

종류 특성	형식	사용여재	분진입경	압력손실(mmAq)		포집효율(%)		
				초기	최종	중량법	비색법	계수
조진용	롤형 패널형	부직포 유리메트	5㎛이상	1 10	5 20	30 98	5 20	-
중성능	여재절곡형 취류형	부직포 유리메트	1㎛이상	5 10	10 20	98이상	50 70	20
고성능	여재절곡형 취류형	glass fiber	1㎛이하	10 15	20 30	98이상	85 98	50
초고성능	여재절곡형	glass fiber	1㎛이하	12 25	25 30	-	-	99.9

용하여내부공기를70% 유입한다. (C.F.D 공법적용, 실내공기를공기중 70%가유입됨)

(4) HEPA filter : 초고성능필터(여재절곡형)

공기청정장치의성능을결정하는것은필터이다.

필터의 성능은 일반적으로 조진용 필터부터 초고성능필터까지의대상분진과포집효율에따라분류할수 있다.

- 필터의성능

포집효율의특성면에서통상HEPA filter는 DOP입자(약 0.3㎛)로 99.97%이상포집효율을갖으며, 공기의 흐름을 따라 같이 이동하는 미립자가 필터를 여과할때여재의직유(纖維)와직유사이에끼어미립자가 제거되는효과가나타난다.

(5) 탈취filter : 악취제거용필터(흡착법적용)

근래탈취방법은아래의6가지가있다.

①수세에의한방법

② 약제세정에 의한 방법 : 설비는 간단하지만 그 효과의 실효성과 다량의폐수처리기술에문제점이있는경우가많고처리비용이비싸다.

③ 흡착에의한 방법 : 흡착제로 활성탄이 널리 쓰이지만 조건에 따라흡착열에의한발화의위험이있고시간이지남에따라흡착효율이떨어지기때문에활성탄의재생, 교환이필요하다.

④직접연소에의한방법: 가열온도를 700℃ 900℃를유지하여야 하기 때문에 과다한 연료소비와 부산물로 NOx을 발생시켜 오염

⑤촉매연소에의한방법: 장치의유지비가비교적실용성이 촉매의 온도를 250℃ 400℃로유지해야하기때문에만 대상가스의 온도가 낮거나 가연성 가스의경우에는 처리 라간다.

⑥O_3산화에 의한방법등 : 오존의강력한산화작용을 이용 취성분을처리하는방법으로 실온 정도의저온에서도 유지 적게든다.

6가지 탈취방법 중에는 각각의 장 · 단점이 있 실내 · 외기 혼합형 공기청정장치는 실내공간에 용하는데 어려움이 없고 비용 등을 고려하여 흡 의한방법을적용하였다.

본탈취필터의적용사양은다음과같다.

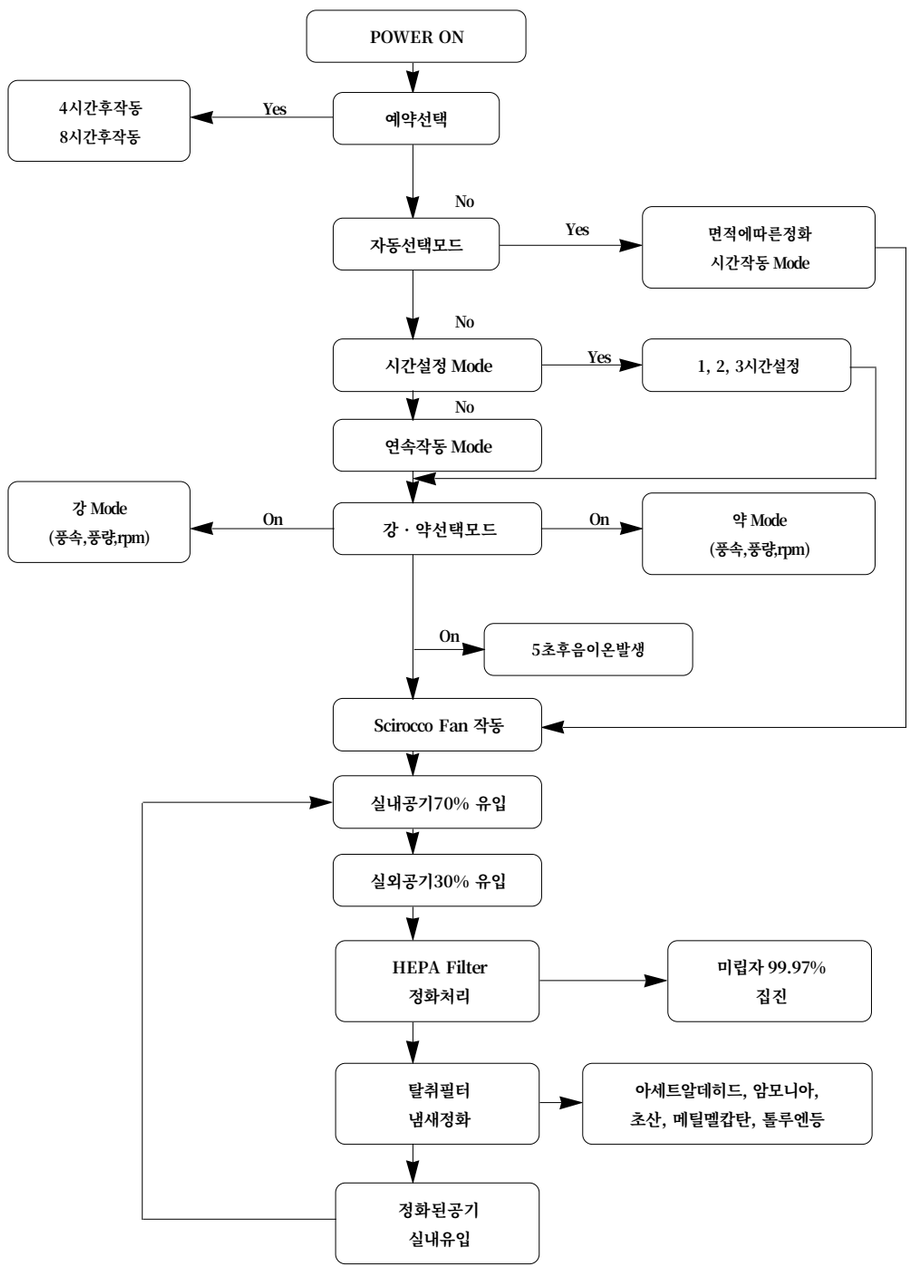
①소재: 폴리우레탄+Binder+활성탄(우레탄스폰지)

②냄새제거: 땀냄새, 양파, 마늘, 담배냄새등의생활가스및

<표5> 각종탈취법의개요

건식법	연소법	직접연소법	악취성분을고온으로열분해
		촉매연소법	악취성분을저온으로열분해
	흡착법	활성탄흡착법	활성탄표면에악취성분을물리흡
		이온교환수지법	이온교환수지에화학흡착
		첨착탄흡착법	오존과의첨착제에의해화학반응
	산화법	건식오존법	오존과의반응에의해악취성분을
습식법	수세법	수세정에의해수용성분을흡수제거	
	산,알칼리 법	산 · 알칼리의중화반응에의하여악취성분을흡수	
		산화제(NaClO, H_2O_2, ClO_2, O_3 등)용존중에산화	
생물법	습식산화법	활성오니법에의해악취성분을생물처리	
	활성오니법	특약종의미생물을이용하여악취성분을생물처리	

■외기도입형공기청정장치의Flow Diagram



가스류제거

③탈취성능: 냄새제거율(90%이상)

④정압: 2 2.5mmAq이하

⑤내열성: 건열수축율(50℃×24시간)은 0%에서 -0.3%

⑥특징: 일반활성탄보다가격이낮고취급이간편함, 정압이적게 걸린다.

(6) Scirocco Fan : 저소음으로 최대한의 효율을 나타낸다.

오염된공기및각종오염물질을배출하고실내공기 70%, 실외공기 30%를 유입하여 실내의 오염된 공기의정화및각종오염물질, 악취등을신속히배출하여 실내공기의청정을유지하도록한다.

(7) 음이온핀: 인체에유익한음이온발생

①양이온

사람의몸은정신적긴장이나육체적인피로, 스트레스를받을때 양이온을 과다하게 배출하게 된다. 이것을 몸 바깥으로 내보내지 않으면각종신경통, 경련, 신경장애등이나타난다.

- 발생원

혼탁한공기나환기가안된실내, 폭풍우직전에발생됨.

②음이온

숲에 많이 있는 음이온은 사람의 양이온을 상쇄하여 자율신경을 안정시킨다.

- 발생원

태양의자외선, 식물의광합성작용, 폭포, 계곡물, 분수등에서다량발생됨.

<표6> 서로다른환경의대기중에포함된음이온의양(입자의수) (단위: 개/㎤)

환경	음이온의양	숲과의비교
도회지실내	30 70	1.0
도회지실외	80 150	1.1 5.0
교외	200 300	2.8 10.0
산야	700 800	10.0 26.7
숲	1000 2200	14.3 73.3
인체수요량	700	

③음이온의적용

음이온발생장치를적용시킴으로써평균 30,000개/CC 이상의음

이온발생을통해숲속에서삼림욕을하는느낌이들게해주

로인해두뇌를맑게하고신경안정과피로회복, 식욕증진

과를발휘한다.

결 론

1) 실내공기오염의해결책

공동주택의 실내환기는 하절기에는 별 문제기 나동절기에는에너지손실과직결된다.

틈새 환기량에 의한 에너지 손실은 전체 에너 하의 42%정도에이르므로이를개선하기위한 술 및 창호재료의 꾸준한 발달로 점차 틈새 환 감소하고 있는 실정이다. 또한 입주자는 에너지 비용 절감을 위하여 환기를 최대한 줄이는 노력 게 되므로 동절기에 있어서는 실내 공기 환경 확보에 필요한 환기량 조차도 부족하게 될 우려 다. 따라서, 실내공기오염의해결책으로

①적절한환기가될수있는구조의환기장치를설치.

②외기량에맞추어부유입자를제거할수있는공기청정장치

를제시하고자한다.

2) 공기청정장치의설치(외기도입형공기청정기)

밀폐된 공간만에서의 공기정화를 실시하는 공기청정장치와는 달리 실내 · 외기를 함께 유 방법으로공기를정화함으로써쾌적한실내상태 들 수 있으며, HEPA Filter 및 탈취 Filter의 교체로실내순환에의한2차오염을방지할수있

또한, 공기정화기의주요기능인미세분진, 알 발생원, 담배연기 등의 제거, 탈취 Filter를 이용 활악취의 제거와 음이온 발생이 동시에 이루어 쾌적한 실내공간 형성 및 사용자의 건강 증진을 할수있다.