

건축물의 실내공기청정과 환기설비

안 병욱(충청대학 건축학부 교수, 공학박사)

목 차

1. 머리말
2. 현대건축과 환경
3. 공기조화시스템의 기본구성과 환기
 - 3.1 공기조화의 정의 및 목적
 - 3.2 공기조화시스템의 기본구성과 역할
 - 3.3 공기조화시스템의 종류 및 특징
4. 주거용 건축물의 공조환기시스템
 - 4.1 단독주택의 환기
 - 4.2 공동주택의 환기
 - 4.3 주택용 공조시스템
5. 사무소용건물의 공조환기시스템
 - 5.1 사무소건축물의 부하특성
 - 5.2 최근의 공조시스템
6. 대공간 건축물의 공조환기시스템
 - 6.1 대공간 건축물의 정의 및 특징
 - 6.2 대공간 건축물의 공조계획
 - 6.3 대공간 건축물의 공조방식 예
7. 맺음말

참고문헌

1. 머리말

원시시대의 건축물을 포함한 과거 건축물에 있어서 가장 핵심적인 건축환경조절 요소는 열환경이라 할 수 있다. 과거 건축물은 그 규모가 비교적 작고 자연환경은 양호하였을 뿐 아니라 자연의 정화기능이 발생하는 오염물질을 충분히 희석시킬 수 있었기 때문에 봄, 여름, 가을, 겨울의 4계절을 나는 동안 실내 열환경만 거주하기에 적합하도록 실내의 열환경을 조절하여 주면 인간이 기본적인 생활을 영위하는데는 커다란 문제가 없었고 여타 심각한 환경문제는 유발되지 않았다. 즉, 외부환경이 비교적 양호하였던 시기의 환기설비와 공기조화설비는 건물내의 오염물질을 외부로 배출시키고 자연의 정화능력에 의존하여도 커다란 무리가 없이 실내환경을 유지할 수 있었다.

그러나, 근년에 들어오면서 건축물의 규모는 점차 커지고 대기오염이 가중되면서 건물내 공기환경은 심각한 지경에 이르고 있다. 아울러, 현대건축물은 대형화, 대공간화, 초고층화, 지하공간화되어 가고 있기 때문에 실내공간의 공기환경문제는 매우 중요한 문제로 부각되고 있다. 건축물내의 공기환경 문제를 해결하고자 환기설비 및 공기조화설비가 고안되어 적용되어 왔지만, 보다 근본적인 문제해결이 필요한 시기가 되었다. 현재의 도시환경은 오염이 가중되어 단순 환기설비만으로는 부족하여 공기청정기가 개발되어 문제해결에 활용되고 있지만, 실내공기환경 오염문제는 단순히 공기청정기를 사용하는 것만으로 원만히 해결할 수는 없는 실정이며, 건축물의 열환경 조절기능과 연계한 에너지 절약적이면서도 경제적인 시스템 적용이 필요한 실정이다. 즉, 현대건축물에서 실내공기환경조절 문제는 열환경과 공기환경을 연계하여 처리하여야 적은 에너지의 사용으로 바람직한 실내환경을 얻을 수 있게 된다.

본고에서는 건축물의 열환경과 공기환경의 연계처리란 관점에서 최근의 건축물에 적용되고 있는 공기조화시스템의 특징적인 변화에 대하여 기술한 본고는 ① 환경과 건축, ② 환기설비의 종류, ③공기조화설비의 종류 및 특징, ④ 주택의 환기설비, ⑤ 사무소건물의 환기설비, ⑥ 대공간의 환기설비로 구성되어 있다.

2. 현대건축과 환경

원시시대 인간이 살수 있었던 곳은 그림 1과 같이 더위와 추위를 해결할 수 있었던 극히 제한된 장소일 수 밖에 없었다.

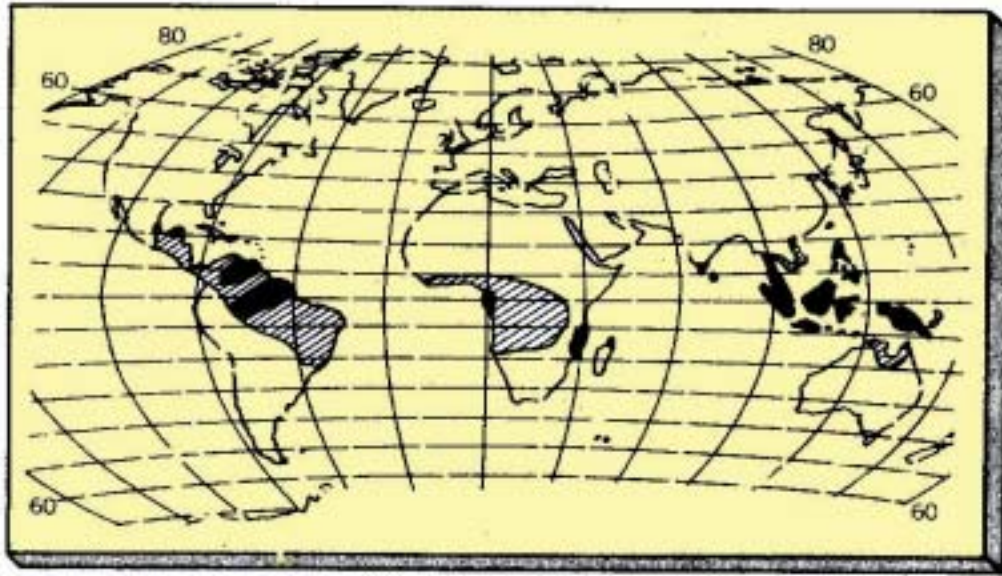


그림 1 원시시대 인간이 살수 있었던 곳

인간을 둘러싸고 있는 환경에는 그림 2와 같이 가장 넓은 의미로서의 지구환경을 비롯하여, 하나의 도시를 기준으로 하는 도시환경 그리고, 건축물 단위로서의 건축환경 등이 있으며 이들 환경단위는 모두 각각에 적합한 환경기준이 존재하게 된다. 원시시대의 건축물과 같이 건축물이 「shelter」의 개념으로 추위·더위를 피하고 맹수로부터 몸을 보호하기 위한 것이었을 때는 건축물로 인한 환경오염이 문제가 되지 않았으므로 위와 같은 지구환경·도시환경 및 건축환경의 의미는 전혀 없었다고 할 수 있다. 그 이후에도 건축물과 환경오염 문제와는 상당기간 큰 연관성이 없었다.

그러나, 눈부시게 이루어진 과학기술의 발전은 건축물에도 그 영향을 미치면서, 건축물을 대형화, 대공간화, 초고층화, 지하공간화 하여 왔다. 현대의 건축물은 아름다움을 추구하는 예술의 개념과 함께 쾌적함·편리함이 추구되어 다기능화 되어왔고 또한, 인간 생활의 장이 점차 실외에서 실내로 이동되면서 필요한 각종 시설들이 장치되고 있다. 과거에는 옥외에서 이루어지던 각종 활동들이 실내에서 이루어지게 되었으며 필연적으로 인간은 실내에서 생활하는 시간이 많아지게 되었다.

따라서, 다기능화된 건축물내에서 어떻게 쾌적한 공기환경을 만드는가가 중요한 요소로 부각되고 있다. 문제는 대규모화, 복잡화되는 건축공간내의 실내공기오염문제는 날로 심각해지고 있다는 데 있다. 특히, 대기오염문제 뿐 아니라, 실내공간의 미려함을 추구하기 위한 각종 마감재료의 사용이 실내공간의 오염원으로 등장하여 심각한 지경에 이르고 있기 때문이다. 음식물이 맛이 없거나 상한 경우에는 섭취하지 않을 수 있지만, 인간은 호흡을 멈추고 살수는 없다. 초고층 또는, 대형건축물에 실내공기오염이 심각한 지경에 이르렀다고 가정하고 그 해결방법을 연상해보자.

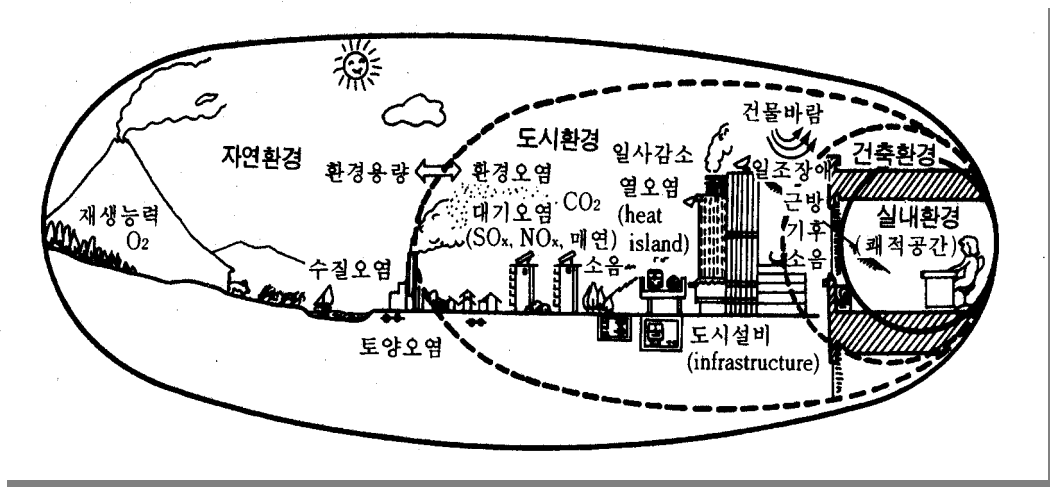


그림 2 자연환경과 건축환경

3. 공기조화시스템의 구성과 환기

3.1 공기조화의 정의 및 목적

공기조화 (air-conditioning)란 주어진 건축공간에서 사람 또는, 물품을 대상으로 온도, 습도, 기류속도, 청정도(부유분진, 냄새, 세균, 유해가스 등)를 그 실의 사용목적에 적합한 상태로 유지하는 것이며, 쾌적하고 위생적인 환경을 조성하는데 그 목적이 있다. 공기조화는 장소와 사용조건에 따라 다음의 3 가지로 분류한다.

- 보건용 공기조화 (comfort air-conditioning) :
사람을 대상으로 거주하는 공간의 환경을 쾌적한 상태로 유지하기 위한 공기조화
- 산업용 공기조화 (industrial air-conditioning) :
제품의 생산, 저장 등에 적합한 환경을 조성하기 위한 공기조화
- 의료용 공기조화 (medical air-conditioning) :
병원의 수술실 등 의료 목적을 수행하는 데 적합한 환경을 조성하기 위한 공기조화

표 1은 보건용 공기조화의 실내환경 기준을 나타낸다.

표 1 보건용 공기조화의 실내환경 기준

항 목	부유분진	CO	CO ₂	온도	습도	기류
기 준 치	0.15 이하 (mg/m ³)	10 이하 (ppm)	1,000 이하 (ppm)	17℃이상 28℃이하	40% 이상 70% 이하	0.5m/s 이하

3.2 공기조화설비의 기본구성과 역할

공기조화설비는 열원설비, 공기조화기, 열운반장치, 자동제어장치의 4 요소로 구성된다.

- 열원설비 : 보일러, 냉동기, 냉온수기, 냉각탑 등 냉온열원을 생산하는 제반 장치
- 공기조화기 : 공기의 온습도와 청정도를 조정하는 장치로 공기냉각기, 가열기, 에어필터, 송풍기 등으로 구성된다.
- 열운반 장치 : 덕트와 송풍기, 배관과 펌프 등 생산된 열을 필요한 장소까지 운반 및 제어하는 데 필요한 설비
- 자동제어장치 : 실내의 온습도 청정도를 일정하게 유지하고 또한, 장치의 경제적인 운전을 도모하기 위한 제반 제어장치

공기조화설비의 기능은 열적인 기능(온습도 조절)과 환기의 기능(청정도 및 기류속도 조절)으로 나뉘어진다. 과거에는 주변 대기 환경이 비교적 양호하였고 실내오염 발생물질도 인간의 활동이외에 커다란 문제가 되지 않았기 때문에 기본적인 환기량을 확보하는 전제하에 공기조화는 열적인 기능이 주 기능이었다. 그러나, 현대건축물은 그 구조가 복잡 다양하고 실내 오염물질 발생량도 상대적으로 증가하여 경우에 따라서는 인간에게 치명적일 수 있기 때문에 공기조화설비의 환기기능이 상대적으로 커졌다.

그림 3은 공기조화설비의 기본 계통도를 나타낸다.

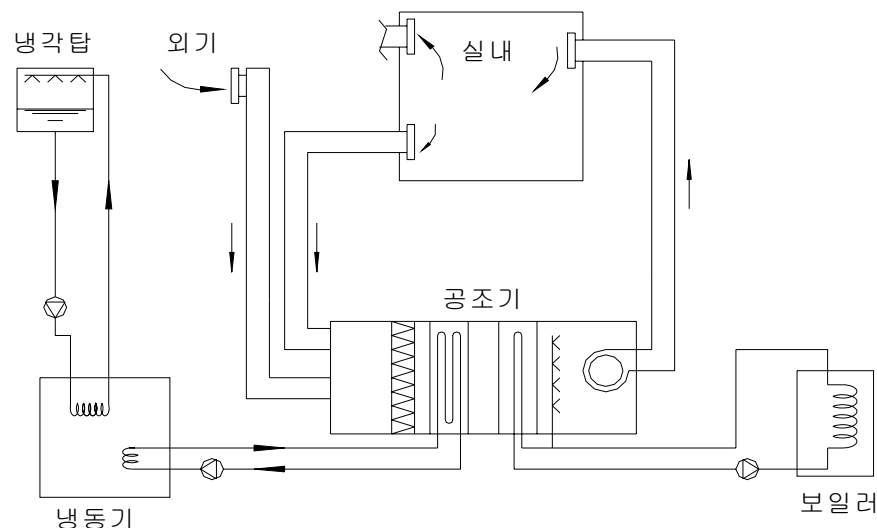


그림 3 공기조화설비의 기본 계통도

3.3 공기조화시스템의 종류 및 특징

공기조화설비는 열에너지의 운반 방식에 따라 전공기방식, 공기-수방식, 전수방식, 개별방식(냉매방식)으로 분류된다. 열운반 능력에 있어서는 물이 공기보다 우수하므로 동일 공간을 공조하는데 수방식이 운송동력과 공간을 적게 소요한다.

그러나, 전수방식은 기본적으로 환기가 되지 않으며 특히, 중간기의 외기 냉방도 불가능하다. 표 2는 공기조화시스템을 분류하여 나타낸 것이다.

표 3 공기조화방식의 분류

중앙방식	전 공 기 방 식	단일덕트방식	정풍량방식 가변풍량방식	재열방식
		2중 덕트방식	정풍량방식 가변풍량방식 멀티존방식	
		각층 유닛방식 멀티 조닝 방식		
	공기- 수 방 식	인덕션 유닛방식 덕트병용 팬코일유닛방식 덕트병용 복사냉난방방식		
	전 수 방 식	팬코일 유닛방식		
개별방식		룸 쿨러방식 패키지 유닛방식 멀티유닛 방식 히트펌프방식		

3.3.1 전공기방식

전공기 방식에는 단일덕트방식(정풍량, 가변풍량, 재열방식), 2중덕트방식(정풍량, 가변풍량, 멀티존유닛방식), 각층 유닛방식, 멀티조닝방식 등이 있으며, 기본적으로 정풍량 단일덕트방식의 단점을 보완하기 위해 고안·변형된 방식들이다.

전공기방식은 실내공기오염이 적고, 배관으로 인한 누수의 염려가 없으며 외기냉방이 가능하다. 그러나, 부하특성이 다른 다수의 실이나 존이 존재할 경우 부하변동에 대처하기 어렵고, 큰 덕트스페이스가 필요하며, 운송 동력도 커진다.

가. 단일덕트방식

공기를 열매체로 하여 실내공간의 온도를 유지하는 방식으로 가장 기본적이고, 가장 많이 사용되는 방식이다. 단일덕트방식은 송풍량을 일정하게 유지하고, 열부하의 변동에 따라서 송풍온도를 변화시켜 제어하는 정풍량방식과 송풍온도를 일정하게 유지하고 송풍량을 변화시키는 가변풍량방식으로 구분된다. 그림 4는 단일덕트 정풍량 방식, 그림5는 단일덕트 가변풍량방식의 시스템 구성을 나타낸 것이다.

정풍량방식은 부하특성이 다른 다수의 실이나 존이 존재할 경우 최대부하가 예상되는 실을 기준으로 제어하게 되는 데, 이 경우 나머지 실이나 존은 너무 덥거나 춥게 될 수 있다. 이를 보완하기 위하여 재열방식, 가변풍량방식이 고안되어 적용되고 있다. 가변풍량방식은 부하변동에 따라 송풍량을 제어함으로써 송풍동력을 줄일 수 있는 에너지 절약적인 방식이지만, 부하량이 작은 경우에는 송풍량이 감소하여 실내환기에 문제가 발생할 수 있다. 이와 같은 경우에는 최소풍량(필요환기량 확보)을 설정하고 냉방하여야 하기 때문에 실내는 춥게되고 재열방식을 도입하여 해결하게 된다.

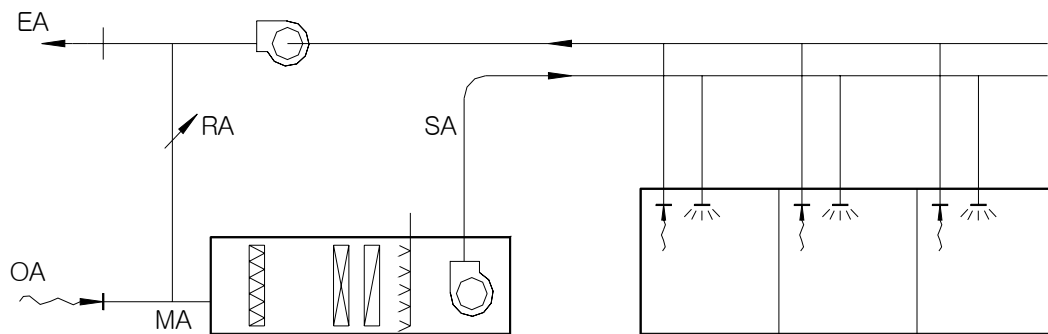


그림 4 단일덕트 정풍량 방식

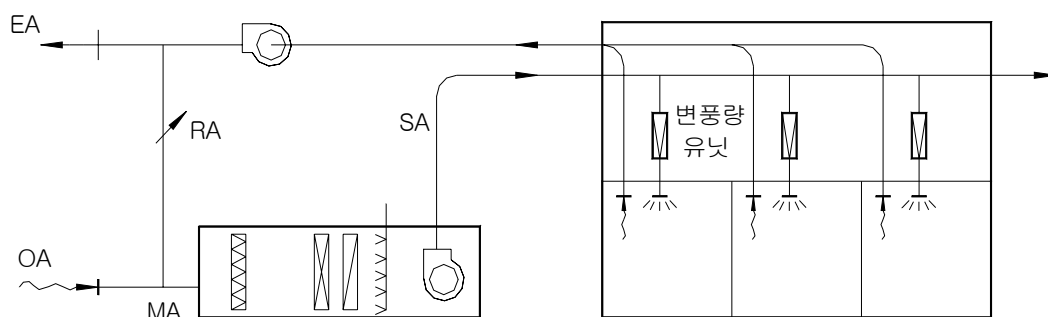


그림 5 단일덕트 가변풍량방식

나. 2중덕트방식

건물 각 존의 말단에 공기혼합상자를 설치하고 부하량에 따라 냉풍과 온풍을 혼합하여 각 실에 공급하는 방식으로 온도와 송풍량이 조절되므로 최고의 쾌적감을 유지할 수 있다. 또한, 냉난방이 동시에 필요하고 일정량의 환기가 필요한 건물, 수술실, 실험실 등 용도가 넓지만, 설비비가 고가이고, 혼합손실이 많아 비경제적이다. 정풍량방식과 가변풍량방식 모두를 채용할 수 있으며, 혼합손실을 가급적 줄이기 위하여 부하특성이 비슷한 존을 구분하고 존별로 필요수준의 냉온풍을 사전 혼합하여 공급하는 보완된 방식이 멀티존유닛방식이다. 그림 6에 2중덕트방식의 시스템 구성을 나타낸다.

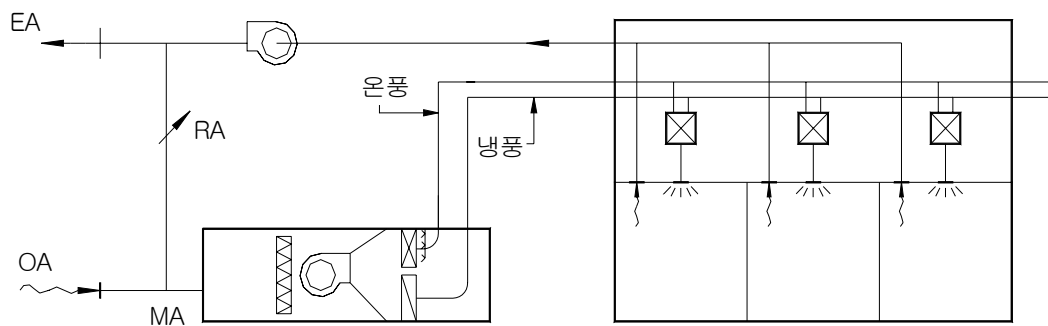


그림 6 이중덕트방식

3.3.2 공기-수 방식

공기-수방식에는 유인유닛방식, 덕트병용 팬코일유닛방식, 덕트병용 복사냉난방방식 등이 있다. 이 방식은 덕트와 배관계통이 동시에 필요하므로 구조가 복잡해 지지만, 전공기방식에 비해 덕트스페이스 및 운송동력을 줄일수 있고, 부하변동에도 효과적으로 대응할 수 있다. 특히, 덕트병용 팬코일 유닛방식의 경우 외주부에는 팬코일 유닛을 설치하여 부하변동에 대응할 수 있도록 고려하고 동시에 환기부하 및 내주부 부하는 단일덕트 정풍량방식이 처리할 수있도록 하여 환기는 물론 시스템의 효율향상을 꾀한 시스템으로 우리나라 사무소 건물에 일반적으로 적용되고 있다.

3.3.3 전수방식

전수방식은 온수 또는, 냉수를 각 실에 있는 유닛에 공급하여 냉난방하는 방식으로 팬코일유닛(FCU)방식, 복사냉난방방식이 있다. 전수방식은 기본적으로 각 유닛마다 조절운전이 가능하고, 개별제어를 할 수 있는 장점이 있으며, 전 공기방식에 비해 소

요 스페이스가 적고 동력비도 적게 들지만, 환기장치를 별도로 설치하지 않으면 실내 공기오염을 처리할 수 없으며, 외기냉방도 불가능하다. 그림 7은 팬코일 방식의 예를 나타낸 것이다.

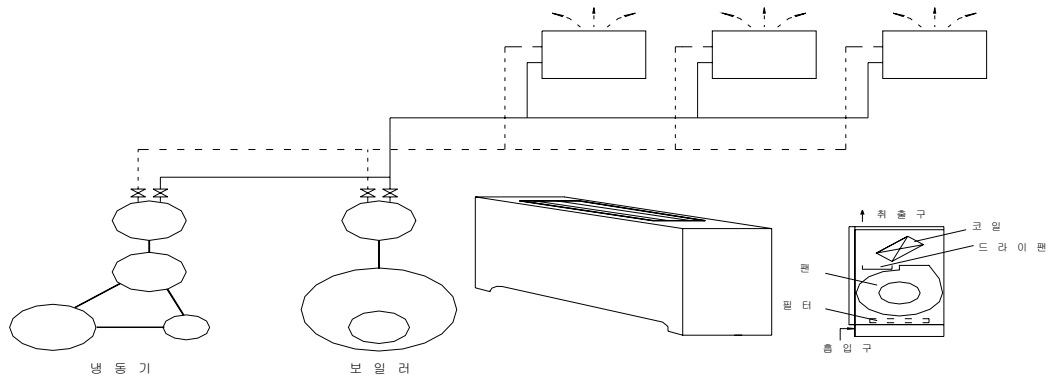


그림 7 팬코일 유니트 방식

3.3.4 냉매방식(패키지 방식)

패키지 방식은 냉동사이클의 구성요소인 압축기, 응축기, 팽창밸브, 증발기와 송풍기, 필터 등을 하나의 케이스 내에 조립한 것이다. 최근에는 소음 문제를 해결하기 위하여 실내기와 실외기를 따로 설치하는 분리형이 많이 사용되고 있다. 패키지 공조기를 난방용으로 사용할 때에는 냉각코일 위쪽에 가열코일을 별도 설치하고 외부로 공급되는 온수·증기 또는, 전열코일을 설치하여 가열하던가 히트펌프를 이용한다. 패키지 방식은 설치 및 운전이 간편하고 개별제어가 쉽지만 기본적으로 환기가 되지 않기 때문에 공기환경제어에는 문제가 있다.

4. 주거용 건축물의 공조환기시스템

4.1 단독주택의 환기

주택은 그 규모가 비교적 작고 구조도 단순하며, 외기에 면한 부위가 많아 필요시 창문을 여는 등의 수단으로도 필요환기량이 충족되는 경우가 많다. 즉, 특별한 환기장치를 사용하지 않아도 개구부 계획에 의한 자연환기 설비만으로도 그 목적을 충분히 달성할 수 있었다. 그렇기 때문에 단독주택의 경우 실내환기문제를 소홀히 취급하는 경우가 많으며, 환기설비를 설치하는 경우에도 팬 또는, 덕트와 송풍기를 연결하여 일정 풍량만 확보하면 환기설비는 별로 문제될 것이 없다라는 단순한 관념을 가지고 대하는 경우가 많다. 그러나, 대기오염의 가중과 더불어 현대건축물에서 각종 오염원과 환기경로 등을 고려한다면 더 이상 가볍게 처리해서는 곤란한 처지가 되었다.

주택환기에 대한 기존의 개념으로는 주방과 욕실의 배기, 보일러실의 환기 정도만을 고려하여 주방에는 레인지 후드, 욕실과 보일러실에는 환기창 또는, 축류팬, 관류팬 등을 설치하는 수준이었다. 또한, 냉난방도 환기와 별개의 개념으로 이루어져 왔다.

최근의 경향은 환기팬과 덕트를 이용하여 환기량을 확실하게 확보할 수 있는 시스템이 권장되고 있으며, 냉난방과 환기를 연계한 일체화 시스템도 적극적으로 도입되고 있다. 이러한 점에 대하여서는 공동주택의 경우도 마찬가지이며 뒷부분에서 함께 기술하였다.

4.2 공동주택의 환기

최근의 공동주택은 그 규모도 대단히 크고 구조도 복잡한 경우가 많으며 욕실 등에는 대부분 외기에 면하는 창문이 없기 때문에 효과적인 환기설비를 설치하지 않으면 실내 공기의 질은 상당히 악화될 수 있다. 더구나, 최근의 건축물은 과거에 비해 기밀성능은 양호한 반면 각종 건축자재로부터 많은 오염물질이 발생되고 있기 때문에 이에 대한 충분한 고려가 필요하다.

공동주택의 환기는 생활계의 급배기와 연소(燃燒)계의 급배기로 분류할 수 있으며, 여기에 대응 하는 환기방식으로는 집합환기방식과 개별환기방식이 있다.

4.2.1 집합환기방식

집합환기방식은 <표 3>에 나타난 3가지 시스템으로 분류할 수 있으며, 외벽측 어딘가에 급기구를 두고 배기통을 공용덕트에 연결시켜 환기시키는 방식이다. 우리나라에서는 이와 같은 집합환기방식을 흔히 찾아볼 수 있다. 이러한 방식은 충분한 환기성능을 확보할 수 있지만 다음과 같은 특징이 있다.

<표 3> 집합환기방식의 비교

구분	압출방식	흡출방식	병용방식
계통도		팬	팬
장점	개별사용이 가능 타세대에 불편이 적음 유지비 세대부담	역류가 없고 위생적임	역류가 없음.
단점	비사용시 역류 우려	연속운전이 필요 유지비 크고 공동부담 개별제어 불가 야간 소음	개별팬 정지시도 환기됨. 설치비 증대 유지비 증대 유지비 이중부담

- ① 시공정도를 높이지 않으면 덕트내부의 마찰저항 등에 따라 설계시의 배기량이 확보되지 않을 수도 있다.
- ② 각 세대 배기량의 밸런스를 유지하기 어렵다.
- ③ 공용덕트 운전으로 불필요한 환기가 이루어지고 냉난방부하를 증가시키는 원인이 된다.
- ④ 옥상에 설치된 공용팬의 소음,진동이 문제로 된다.
- ⑤ 타세대에서 배출된 오염공기가 실내로 역류할 우려가 있다.
- ⑥ 각 세대의 생활소음이 공용덕트를 통하여 전파된다.
- ⑦ 건축 평면계획에 커다란 영향을 미친다.
- ⑧ 방재상 문제가 있다.

4.2.2 개별환기 방식

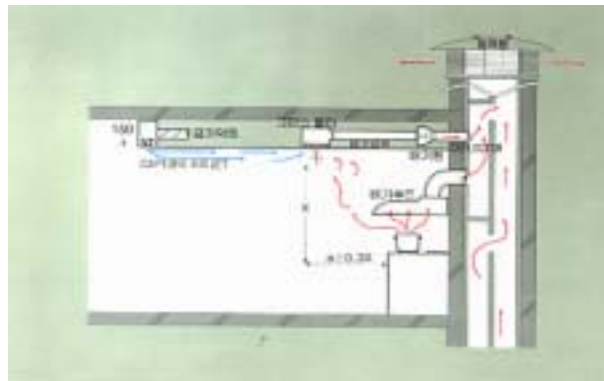
이 방식은 그림 8에 나타난 것과 같이 환기대상 장소에 개별 수평덕트를 접속하여 외벽의 한쪽으로 배출시키는 것으로 간편하기 때문에 단독주택이나 소규모의 집합주택 등에서 많이 이용하여 왔다. 개별환기방식은 다음과 같은 문제점이 있다.

- ① 외부 풍의 영향을 받기 쉽고 특히, 고층인 경우에는 벽면에 미치는 풍압력이 크기 때문에 배기팬의 성능이 저하될 수 있다.
- ② 덕트의 길이가 길면 압력손실이 증가하고 배기량이 감소된다.
- ③ 오염된 공기를 외벽 부근에 배출시키기 때문에 배기구가 바람이 불어오는 방향 쪽에 설치되어 있으면 인접 개구부를 통하여 고농도의 오염물질이 그대로 유입될 우려가 있다.

개별방식은 환기대상개소가 외벽 부근에 있는 경우에 널리 사용되고 있으나, 내부공간에 존재할 경우에는 관통형 덕트방식을 채용한다. 개별환기방식이 외벽의 한쪽에 덕트를 접속해두는 것에 비해서 이 방식은 각 세대를 관통하는 급기용, 배기용 2개의 덕트를 연결하고 여기에 배기팬을 접속하는 방식이다. 급기용 덕트는 안정된 급기를 목적으로 설치하는 것이지만, 급기용 갤러리(흡입구), 창문 등으로 대용할 수 있다.

4.2.3 Capture Air jet System

주방용 레인지 후드의 경우 조리과정에서 발생하는 기름성분 때문에 필터가 쉽게 막히고 저항이 커져서 오염된 공기가 제대로 배출되지 않는다. 필터를 자주 세척내지는 교체하여야 제성능을 발휘할 수 있다. 환기효율을 높이기 위한 방안으로는 다음 그림 9와 같은 capture air jet system 등이 고안되어 적용되고 있다.



1) 개념도



2) 평면도

그림 9 중앙식 Capture Air Jet System

4.3 공동주택용 공조시스템

전통적으로 우리나라에서는 (온수)온돌을 주거용 난방방식으로 이용하여 왔으며, 주방이나 욕실 등 일부 공간을 제외하고는 일반적으로 별도의 환기설비를 설치하지 않아도 커다란 문제가 없었다. 그러나, 최근의 고급아파트는 타워형의 초고층으로 지어지는 경향이 있으며, 기존의 아파트에 비해 훨씬 구조가 복잡하고 환기부족 문제가 심각하게 대두되고 있다. 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 종래의 자연환기방식을 탈피하여 근본적으로 실내공기환경을 개선시킬 수 있는 적극적인 환기시스템이 필요하게 되었다. 특히, 냉방시스템이 일반화되면서 여름에도 창문을 거의 열지 않고 생활하는 아파트에서 냉난방과 환기방식이 실내공기질 뿐 아니라

에너지 절약에 커다란 영향을 미치기 때문에 냉난방과 환기가 일체화된 공기조화시스템으로 발전되고 있다.

4.3.1 세대별 멀티에어콘시스템

그림 10의 멀티에어콘 시스템은 최근 초고급 주택을 대상으로 적용되고 있는 시스템으로 1대의 실외기에 복수의 실내기를 접속하여 냉방하는 방식이다. 실외기는 실내기의 개별운전에 대응할 수 있어야 하며, 일반적으로 2단압축기가 내장되어 각각의 실내기 운전시에도 효율적으로 조절되고, 에너지 절감도 가능하도록 구성되어 있다.

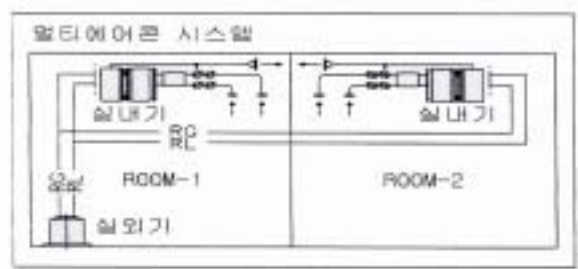


그림 10 멀티에어콘 시스템

즉, 세대별 멀티에어콘 시스템은 세대별 개별운전이므로 중간기에도 냉방이 가능하고, 설정온도에 따라 각 실내의 온도조절이 가능하다. 세대내 구성원의 다양한 생활패턴에 적절히 대응할 수 있는 시스템으로서 실별 제어 특성이 우수하고, 유지관리가 간단하며, 부하변동에 따른 용량 제어성이 뛰어나다. 반면, 발코니에 설치되는 실외기 및 실내 천장 속에 설치되는 실내기의 소음이 문제로 될 수 있다. 기본적으로 신선 외기를 도입할 수 없기 때문에 쾌적한 공기환경을 확보하기 곤란하고 이러한 문제를 해결하기 위해서는 별도의 환기설비를 설치해야 한다.

그림 11은 중앙공조기를 별도로 설치하여 환기문제를 해결한 예이다.

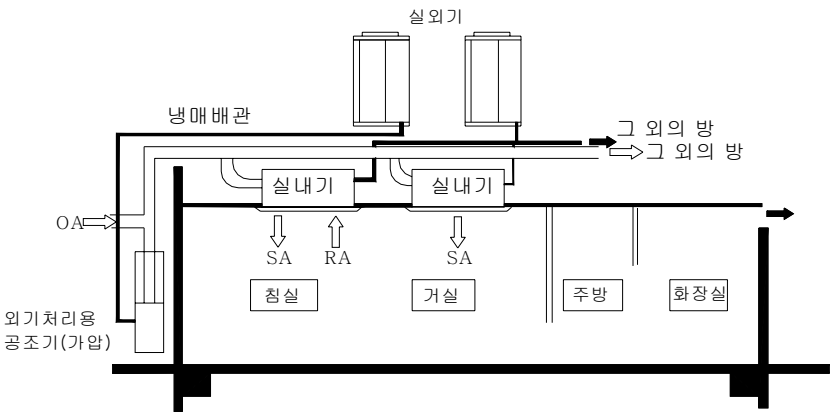


그림 11 멀티에어콘 + 중앙공조기 방식

4.3.2 각 세대 공조기방식(중앙열원)

각 세대 공조기 방식은 그림12와 같이 중앙기계실에서 생산한 냉수를 세대별 공기조화기(AHU)에 공급하고 덕트를 통해 각 존에 냉풍을 공급하여 공조하는 방식으로 구성기기는 냉동기, 냉각탑, 냉수순환펌프, 냉각수순환펌프, 세대별 공기조화기, 덕트, 배관 등이다. 존별로 ON/OFF가 가능하며 각 존의 ON/OFF 여부에 의해 FAN 및 냉수량이 제어된다.

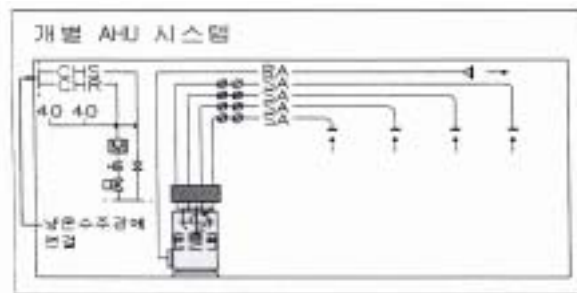


그림 12 개별 공조기 방식

중앙공급식이므로 냉각탑, 냉수 및 냉각수 펌프는 계속 운전되어야 하며 일부 세대 냉방에도 불구하고 전체 세대에 기본요금이 부과될 수 있다. 세대내에는 AHU만 설치하므로 소음이 적고, 환기를 별도로 하지 않는 경우에는 외부 급배기 루버 등이 불필요하여 건축적 제한이 없는 장점이 있다. 한편, 옥탑에 설치된 대형냉각탑의 운전에 따른 소음 및 진동 발생이 문제시 될 수 있고, 중앙에 대형 기계실을 필요로 하나 중앙식이므로 유지관리는 용이하다. 장비의 하자 발생시 전세대에 냉방공급이 차단될 수 있고, 개별식에 비해 초기투자비 및 운전비가 상승하나 수명이 길다.

4.3.3 멀티에어콘 + 전열교환기 방식

그림 13은 멀티에어콘+전열교환기 방식의 계통도를 나타낸 것이다. 냉방을 위한 멀티에어콘(Muilt-Air-conditioning)방식은 1대 또는, 2대의 실외기와 각 실의 실내기 여러 대를 접속한 방식으로, 실외기는 베란다에 설치하고 실내기는 필요한 각실에 설치한다. 환기시스템은 냉난방과 독립하여, 전열교환기를 통하여 도입 외기와 배기 사이에 열교환(현열, 잠열)이 이루어진 외기를 도입한다.

냉매배관에 의한 직팽식 시스템이므로 천장 속의 공간이 상당히 절약되며, 각 실의 실내기에서 풍량제어 및 on/off 제어가 가능하다. 또한, 제품의 국산화로 인해 아파트에 적용시 별도의 기술개발이 필요 없다. 각 실별 독립 운전이 가능하고 부분 부하에 대한 유량제어도 가능하며, 각 세대별로 독립된 시스템이어서 각 세대 독자적으로 시스템을 운영할 수 있다.

그러나, 신선외기를 급기구에서 외부로부터 직접 받아들이거나 전열교환기를 통하여 각 실로 받아들이게 되어 겨울철에는 재실자에게 콜드 드래프트(cold draft)를 유발시킬 수 있다. 또한, 멀티에어콘 방식은 실내기(각실 유닛)에 송풍기가 내장되어 있으므로 소음 발생시 제어의 어려움이 있고, 실내기를 실내 중앙 가까이 두어 바람의 방향을 바꾸는 시스템이어서 가구배치 등에 따라서는 취침 시 침대에 있는 재실자의 얼굴부위에 취출공기가 닿아 불쾌감을 조성할 우려가 있다.

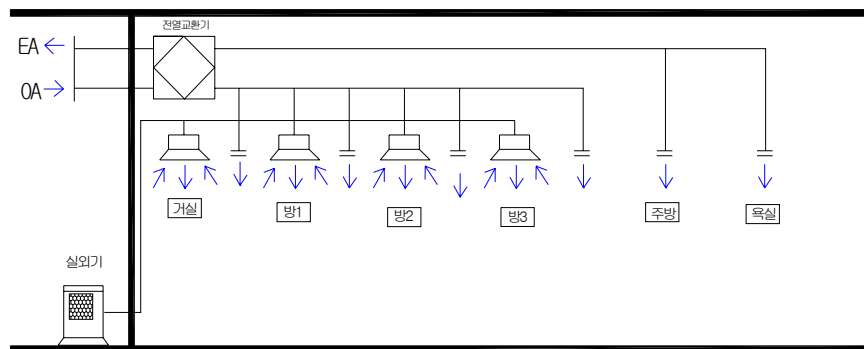


그림 13 멀티에어콘 + 전열교환기 방식 예

4.3.4 각 세대 공조기 방식 + 외기공조기(중앙공조기)

미국 등에서 많이 채택되고 있는 시스템으로, 양호한 실내 열·공기 환경을 만들 수 있다. 냉방 및 환기겸용으로 일관된 공기조화 시스템의 구축이 가능하고 외기 온도에 따른 엔탈피 제어로 외기 도입 및 환기효과의 극대화가 가능하다. 비교적 대용량이고 효율이 좋은 기기를 사용함으로써 운전효율이 우수하며, 부하특성에 맞게 기기의 대수를 분할 설치하여 부분부하에 유연하게 대응할 수 있다. 축열조를 사용할 경우 열원기기의 용량을 감소시킬 수 있는 장점도 있다.

그러나, 유지관리 책임이 공동부분과 단독(각 세대별)부분으로 혼합되어 있어 단독 관리, 단독소유를 선호하는 우리나라 실정에는 반드시 잘 맞는 방식이라고 할 수는 없다. 또한, 외기도입과 배기와의 열교환을 할 수 있는 열교환기를 설치하지 않으면 에너지 낭비를 초래하게 된다.

4.3.5 전열교환기 내장형 공조기 방식

그림 14와 그림 15는 전열교환기 내장형 공조기 방식의 개념도와 세대 내 덕트·배관 경로를 나타낸 것이다. 세대 내에서는 계획에 의해 전체 냉방과 환기를 실시할 수 있고 식당, 주방, 다용도실, 욕실에서는 국소환기를 실시하는 것을 기본원칙으로 한다. 또한, 급기는 각 실에서 이루어지고 배기는 주로 주방, 식당을 통하여

이루어지게 함으로써 세대 전체의 공기가 주방·식당으로 유입되어, 주방·식당에서 발생하는 오염물질과 함께 외부로 배출된다.

전술한 멀티에어콘 + 전열교환기 방식은 공조기를 실내기, 실외기로 분리하였으나, 이 방식은 공냉식 소형 공기조화기(AHU)를 설치하고 덕트를 통하여 각실에 조화된 공기를 공급하는 중앙식 공조시스템이다. 공조기에는 전열교환기를 내장하여 외기와 배기가 열교환(현열, 잠열)되도록 고려함으로써 에너지절약이 가능하다.

겨울철의 난방을 위하여서는 아파트 전체 중앙난방시스템에 의한 바닥 온수온돌 난방방식에 전열교환기를 통하여 외기를 공급하며, 공조기 내에 외기용 온수가열코일을 설치하게 되면 전열교환기를 거친 공기를 다시 쾌적온도로 가열한 후 급기할 수도 있다.

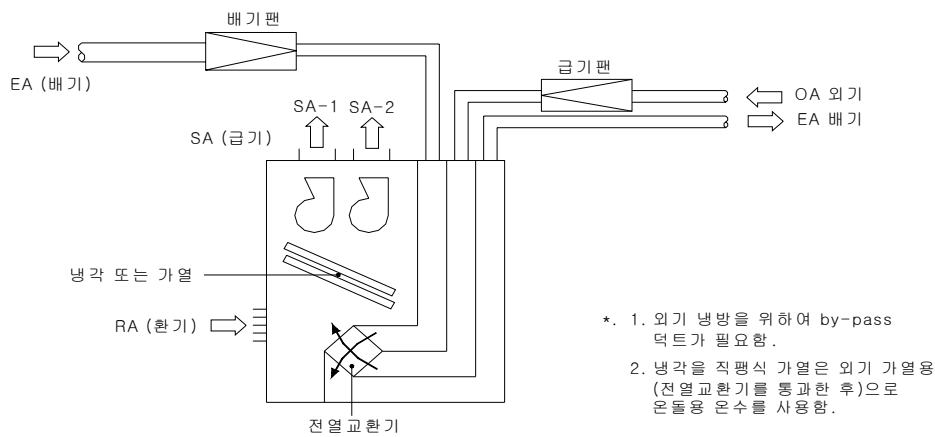


그림 14 전열교환기 내장형 공조기 개념도

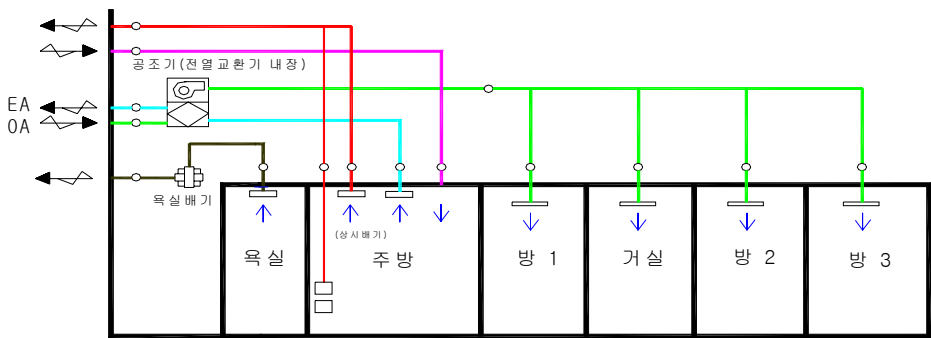


그림 15 전열교환기 내장형 공조기 방식의 구성 예

4.3.6 멀티에어콘 + 중앙공조기 방식

쾌적한 실내공기환경의 유지를 위해 필요 외기도입량을 외기처리용 공조기를 통해 1차 공조공간인 침실 또는 거실로 공급하고 1차 공조공간에 가압된 풍량은 2차 공조공간인 거실 또는 주방으로 유동하게 된다. 2차 공조공간에서도 1차 공조공간과 마찬가지로 가압된 풍량은 최종 공조공간인 화장실로 유동하여 외부로 배출된다.

5. 사무소 건물의 공조 환기시스템

5.1 사무소건물의 부하특성

최근 사무소 건물의 경향은 다음과 같다.

- 1) OA 기기 및 요구 조도의 증가 등에 의해서 내부발열량이 증가하고 있다.
- 2) 쾌적성에 대한 요구수준이 향상되고 있고, 공간에 대한 미적요구수준 증가에 따른 다양한 내장재가 사용되고 있다.
- 4) 아트리움 같은 대공간을 갖고 있는 건물도 증가하고 있다.
- 5) 건물이 대형화되면서 복잡해지고 있다.
- 6) 고층화되면서 상대적으로 바닥면적이 작아지고 있다.

사무소 건물을 대상으로한 공조방식으로는 단일덕트 방식+FCU 방식이 일반적이었지만 최근에는 다양한 시스템이 고안 적용되고 있다.

5.2 최근의 공조시스템

5.2.1 외주부 공조방식(Perimeter Zone Air Conditioning System)

공조방식의 적용에 있어서 중소규모 사무소의 경우 내주부와 외주부의 구분없이 공조방식을 적용하는 경우가 많지만, 부하특성의 변동이 큰 대규모 또는, 초고층 사무소의 경우 내주부와 외주부의 공조방식을 각각 다르게 적용하는 경우가 일반적이다. 건물의 외주부(Perimeter zone)는 냉·난방 부하의 주된 원인이 되고, 재실자에게 쿨드드래프트 혹은 불균일한 복사열환경 등 불쾌감을 일으키는 부분이다. 이러한 부하특성으로 기존처럼 단순히 팬코일 유닛이나 유인유닛을 창측에 설치하는 것으로 부터 벗어나 적극적인 부하처리를 고려할 필요가 있다.

외주부의 열적 부하는 다음과 같은 특성이 있다.

계절변동 : 하기 냉방부하, 동기 난방부하 발생

시각변동 : 태양의 고도 및 외기온의 변화

외피영향 ; 유리, 블라인드, 외벽의 단열 성능 등

외주부공간을 건축적 방법과 설비적 방법을 이용하여 내주부에 근접한 온열환경으로 조성하는 것을 페리미터레스(perimeterless)화 라고 하며 페리미터레스 방식으로는 그림 16과 같이 창하부 취출 천장흡입방식과 더블스킨(double skin) 환기방식 등이 있다.

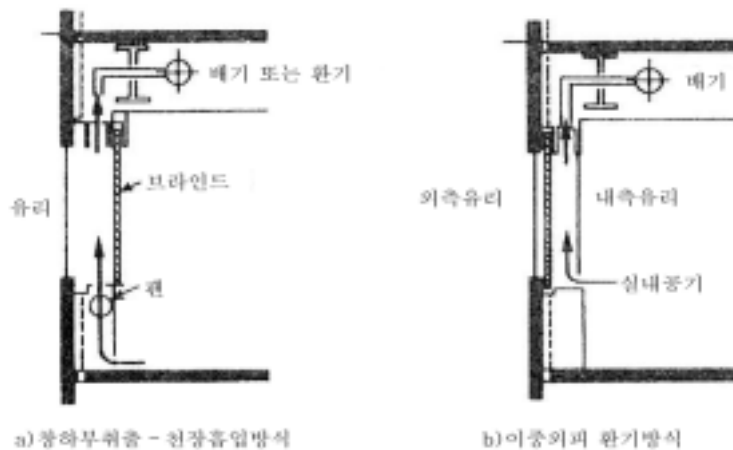


그림 16 외주부의 공기처리방식

5.2.2 바닥 공조시스템(Underfloor Air Conditioning System)

건축물의 인텔리전트화에 따라, OA기기, TC 등 전기 및 통신설비 관련 배선량이 증대되고 있으며, 이를 효율적으로 처리하기 위하여 바닥 구조를 액세스 플로어(access floor) 형태로 채용하는 건축물이 늘어나고 있다. 건축물의 층고를 줄이고 쾌적성 향상을 위해서 액세스 플로어의 유효공간을 활용한 바닥급기 공조시스템이 개발되어 보급되고 있다. 바닥급기 공조방식은 1990년대 초반부터 도입되기 시작하였으며, 대학, 국공립연구소 및 건설회사를 중심으로 연구개발과 거주 후 평가에 대한 연구가 진행되고 있다.

바닥 공조시스템은 레이아웃 변경에 따른 플렉시블리티(flexibility)가 우수하고, 취출구의 위치, 풍량이 각자의 기호에 따라 변경이 가능하고 개별 공조가 가능하다. 또한, 열의 흐름과 기류가 같은 방향으로 흐르기 때문에 발열을 효과적으로 처리할 수 있고, 오염물질이 바닥에서 천장을 향해 상승하기 때문에 제거가 쉽게 되는 등의 장점을 갖고 있다. 그러나, 취출구가 거주역에 가깝기 때문에 콜드 드래프트(cold draft)가 일어나기 쉬운 단점이 있다. 실험 결과 종래의 공조시스템과 비교하여 쾌적성이 향상되고 적은 외기량에도 불구하고 상당히 향상된 공기질을 얻을 수 있는 것으로 평가되고 있다. 바닥 공조시스템은 건축과 설비가 공통의 공간 및 부재를 이용하여 쾌적한 실내환경을 얻고자 하는 공조시스템으로 그 개념 및 유형 등을 나타내면 그림 17과 같다.

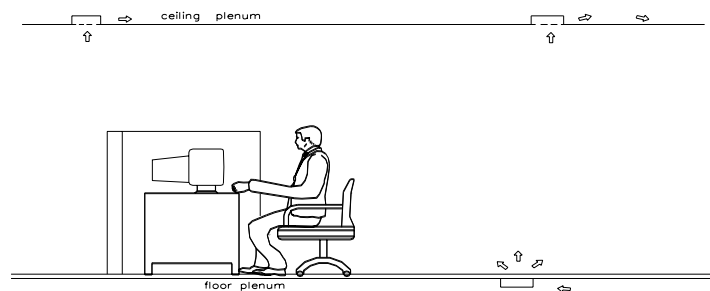
5.2.3 Task & Ambient Air Conditioning System

건물의 인텔리전트화에 따라 사무실내 사무기기가 증가하고 이로 인하여 증가된 열부하의 효율적인 배열과 업무에 따른 개인별 작업환경이 요구되고 있다. 이러한 요구에 따라 작업공간별로 다량의 열부하를 효율적으로 제어하고 개별 작업환경의 제어가 가능하도록 고안된 공조방식이 Task & Ambient Air Conditioning 시스템이다. 그림 18은 Task-Ambient Air Conditioning 시스템의 개념을 나타낸 것으로 기존의 천장 취출형 공조시스템과 함께 작업공간에 대해 바닥 취출형 공조시스템을 조합한 것으로 실험결과 작업공간의 효과적인 냉방이 가능하고, 개인별 작업환경에 따라 환경의 제어가 가능할 뿐 아니라, 에너지 절약측면에서도 유리하다.

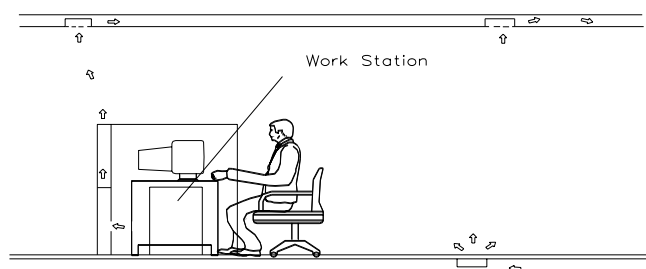
5.2.4 자연환기 병용형 하이브리드 공조시스템

사무소 건물을 대상으로 창문 등 개구부의 개방에 의한 자연환기와 기계식 냉방 시스템을 합리적으로 이용함으로써 실내 온열환경과 공기질을 쾌적하게 유지하면서 에너지절약을 꾀할 수 있는 자연환기 병용형 하이브리드(Hybrid) 공조시스템이 제안되고 있다.

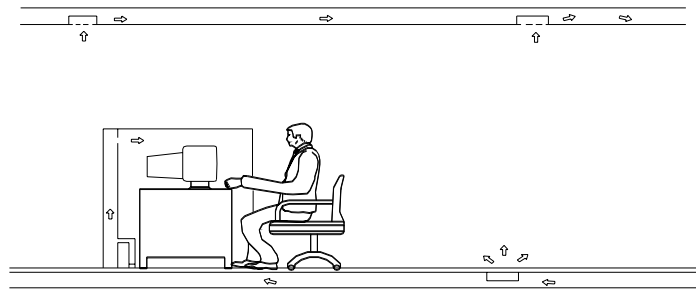
자연환기 병용형 하이브리드 공조시스템은 에너지 절약을 도모하면서 거주역만 공기조화를 실시함으로써 거주역의 열적 쾌적성을 확보하고 자연환기에 의해 엠비언트(ambient) 공간의 잉여열, 실내로부터의 오염물질을 배출함으로써 공기질의 쾌적성 향상을 도모한 시스템이다. 이 방식의 개념을 나타내면 그림 19와 같다.



a) 바닥급기 공조방식



b) 바닥급기 공조방식 + 배열 (heat exhaust) 파티션



c) 바닥급기 공조방식 + 개인 공조방식

그림 17 바닥급기 공조방식의 유형

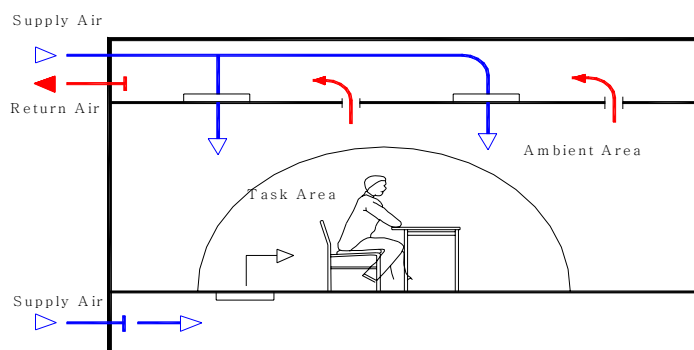


그림 18 Task-Ambient Air Conditioning 시스템의 개념도

자연환기 병용형 하이브리드 공조시스템은 실내의 태스크(task) 영역에서 발생하는 열과 오염물질을 자연환기에 의해 옥외로 배출함으로써 실내 온열환경과 공기질을 쾌적하게 유지하는 한편, 태스크 영역에 대해서는 자연환기만으로 열부하 제거가 충분치 못할 경우, 공조에 의한 보조냉방을 행함으로써 태스크 영역에 대한 온열환경을 쾌적하게 유지한다. 최소한의 필요 외기량만을 도입하는 기존의 공조방식에 비해 자연환기 병용형 하이브리드 공조시스템은 자연환기 이용시 외기도입량이 비약적으로 증가되므로 실내공기질이 크게 개선될 수 있다.

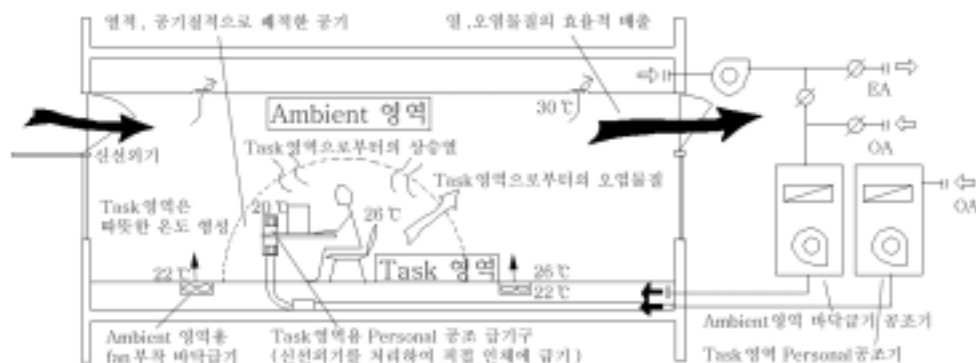


그림 19 자연환기 병용형 하이브리드 공조시스템의 개념

5. 대공간 건축물의 공기조화

5.1 대공간 건축물의 정의 및 특징

대공간이란 벽, 유리, 지붕으로 둘러싸인 건물내의 큰 공간을 의미하며, 열적인 부력(thermal buoyancy)이 공기의 유동에 주목할 만한 영향을 미치거나 거주역이 전체 용적에 비해 작은 경우의 공간을 의미한다. 대규모 스포츠홀, 관람장, 전시장, 종교 시설, 공항 시설, 철도 역사, 아트리움, 공장 등이 이러한 공간에 해당된다.

대공간이란 단어의 의미대로 큰 용적을 갖는 공간을 칭하는 것이긴 하지만, 열·공기 환경 조절의 난이도라는 관점에서 이해되어야 한다. 환경조절의 어려움은 공간 규모, 형상과 거주 영역(사용 공간) 등과 밀접한 관련이 있으며, 대규모 공간의 경우는 거주 영역이 바닥 근처에 한정되어 있으며, 천장고가 높아 일반 건물과는 달리 공간에서의 온도 분포차가 커지는 특징을 가지고 있다. 다음에 나타나 있듯이 실내환경조절 측면에서 대규모 공간을 정의하는 데 사용되는 주요한 몇 가지 요소는 ① 천장 높이, ② 실공간의 용적, ③ 실 거주영역, ④ 외벽 면적비 등이다. 이러한 요소들에 의해 발생하는 문제점은 다음과 같다.

- 수직방향 온도차가 크며 온도 성층화 발생
- 한정된 조건으로 인한 유입구·유출구의 배치 문제
- 과대 풍량에 의한 수평방향의 온도차 발생
- 냉기류에 의한 불쾌감 발생
- 아트리움의 설치에 대한 태양 일사열 취득
- 구조체의 열용량과 단열성능 저하에 따른 냉난방 부하의 증가
- 공간용적에 비해 사용영역 한정
- 기류패턴에 따른 환기효율 저하

또한, 대공간은 그규모가 크기 때문에 건물 내부가 온열 환경의 측면에서 전혀 다른 존(zone)으로 구성되는 경우가 많으며, 이러한 경우 공조 존을 명확히 분리할 필요가 있다. 예컨대, 체육관에서는 경기용 에어리어를 위한 부분과 관객석으로 성격이 크게 다른 존으로 분리될 수 있다. 경기용 에어리어는 선수의 운동량을 고려하여 여름, 겨울 모두 관객석보다 낮은 실온이 바람직하다. 특히 아이스링크장과 같은 경우 경기용 에어리어를 상당히 저온 상태로 유지하지 않으면 얼음이 녹는 등의 문제가 발생된다. 또, 경기면이 수영장인 경우는 중간기부터 겨울철에 걸쳐 관객석보다 높은 실온으로 유지하는 것이 이상적이다.

5.2 대공간 건축물의 공조 계획

대규모 공간의 환기 시스템을 설계할 때는 순환되는 공기량이 크므로 자연형 환경 조절 수법이 우선적으로 고려되어야 한다. 이러한 방식의 환경 조절 수법은 자연 환기 방식 즉, 외부 바람에 의한 풍력 환기와 실내외 온도차에 의한 환기(굴뚝효과) 등이 있다. 그러나, 자연형 환경 조절 수법만으로 조절되기 어려운 공간에는 설비형 환경조절 수법이 사용되어야 하므로 두가지 수법의 병행이 필수적이라 할 수 있다.

그림 20은 대공간과 소공간의 공조영역을 비교하여 나타낸 것이고, 그림 21과 그림 22는 냉방 및 난방에서의 공기유동상태를 나타낸 것이다.

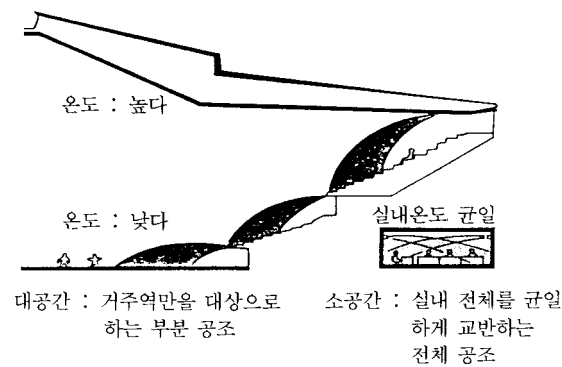


그림 20 대공간과 소공간의 공조영역 비교

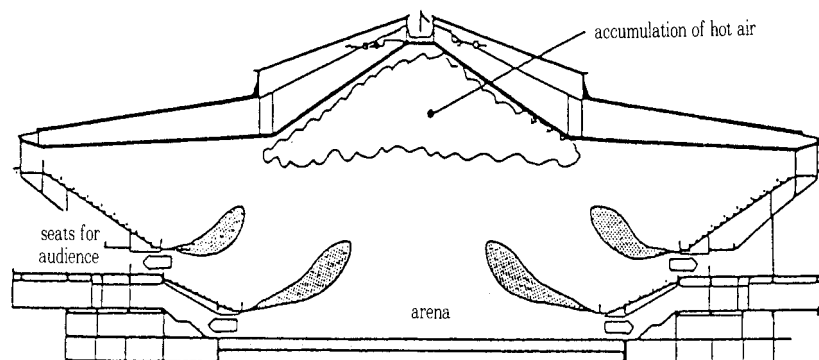


그림 22 난방시 공기의 유동 상태

온풍은 부력에 의해 위로 올라가 사용 공간이 아닌 천장 밑 부분에 모이게 되고, 냉풍은 반대로 하강기류를 형성하게 된다. 대규모 공간에 가장 확실한 난방 시스템

은 바닥을 직접 난방하거나 의자 아래에 유입구를 두어 난방구역에 직접 온풍을 공급하는 것이다, 만약, 그렇지 못한 경우에는 수동으로 작동되는 팬 시스템을 사용하는 것이 필요하다. 이러한 시스템은 더운 공기를 바닥 부근까지 이동시킬 수 있다.

그림 23은 극장, 대강당 등의 좌석이 있는 경우에 사용되는 국소 공조 방식이며, 좌석에 취출구가 조립된 경우이다. 일반적으로 취출 온도차를 작게 하는 유도 취출 방식이 채용되는 경우가 많으며 쾌적성 향상을 도모하고 있다.

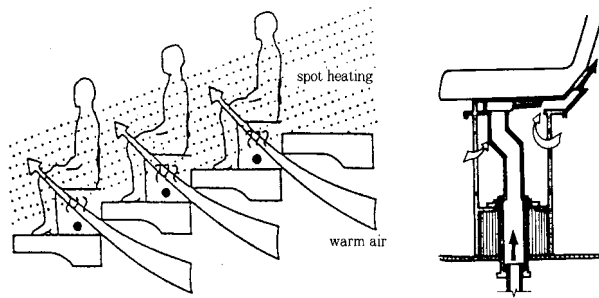
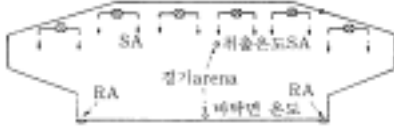
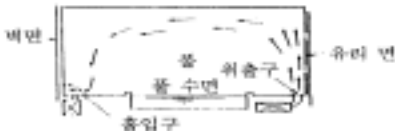
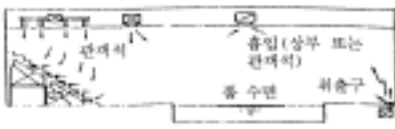
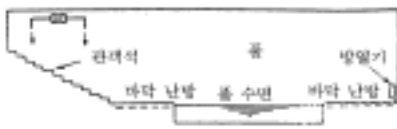


그림 23 좌석 공조 방식의 예

6.3 대공간 건축물의 공조방식 예

대공간 건축물의 공조 방식 분류는 각종 방법을 고려할 수 있으나, 스포츠 관련 시설에 적용된 공조 방식의 예를 표 4에 나타낸다.

표 4 대공간 건축물의 공조 방식 적용 예

공 조 방 식	특 징
1. 가로 취출 방식 	벽면에 노즐형 취출구를 설치하는 방식이며, 취출구 위치를 내림으로써 거주역의 부분 공조가 가능하며 에너지 절약화를 도모할 수 있다. 냉·난방 시 통풍에 유의해야 하며 냉·난방 시 취출 각도를 변화할 수 있다.
2. 천장면 아래 취출 노즐 방식 	극장, 홀, 방송, 스튜디오 등에서 오래 전부터 적용해온 방식으로 풍량을 소용량의 노즐로 분산하여 천장에서 취출하고 바닥면에서 환기한다. 냉방 통풍은 감소되어 양호한 환경이 되지만 난방 시 상하 온도차가 커질 수 있다.
3. 노즐+확산 취출구 방식 	경기장 에리나 부분은 노즐에 의하여 도달 거리를 길게 하고 관객석은 일반 취출구에 의해 난방 부족분을 보충하는 방식이다.
4. 방열기 또는 바닥 난방 방식 	겨울철 난방 부하는 창문 하부 방열기 또는 바닥 난방으로 처리하여 상하 실온 분포의 균일화와 거주역의 쾌적성을 향상시킬 수 있다.
5. 페리메터의 취출 및 흡입방식 	수영장 데크 부분에서 휴식하는 이용자에게 되도록 실내 기류를 적게 고려한 방법이다. 유리면 하부에 결로를 방지하기 위하여 창 측에서 취출하고 반대편의 벽면으로 환기시키는 방법으로 수영장 시설에 많이 채용된다.
6. 페리메터+관객석 취출 방식 	관객석이 있는 경우 객석과 수영장을 별도로 처리하여 관객석에는 실온과 같은 공기를 천장 노즐에서 취출하여 객석을 중점적으로 공조하고 풀 공간을 유리면에서 취출하고 객석의 바닥면에서 흡입하는 방식이다.
7. 방열기+관객석 취출 방식 	공조 취출은 관객석에 국한하여 흡입구 일부를 수영장 측면에 설치하고, 수영장 데크 부분에는 방열기와 바닥 난방으로 설치하는 방식으로 바닥 난방은 이용자의 쿨드 드래프트의 방지 차원이라 할 수 있다.
8. 관객석 바닥면 취출 방식 	일반적으로 실내 스케이트장에 채용되는 방식으로 천장면에서 별계통으로 외기를 취출하고 객석 부분에서 공조된 공기를 상부로 배기하여 스케이트 링크에서 생기는 미스트를 제거한다.

7. 맺음말

20세기는 눈부신 기술개발의 시대였으며 인간은 기술개발로 인한 생활의 편리함을 만끽한 시대이기도 하였다. 그러나, 환경의 면에서 본다면 20세기는 환경을 이용만 했을 뿐, 환경친화적인 또는, 환경보전적인 측면에서의 고려는 미흡했던 시대이기도 했다. 20세기 말엽에 그에 따른 문제점들이 심각하게 발생되었으며, 그 중 특히 프레온가스에 의한 지구오존층 파괴, 이산화탄소 증가에 따른 지구온난화, 대기오염에 따른 산성우(酸性雨) 문제 등은 우리의 생활에 심각한 영향을 미치는 주요 폐해로 대두되었다. 20세기 말엽은 이러한 문제점에 대한 대책이 마련되기 시작한 시기이기도 하였으며, 21세기에 들어선 현재, 각국별로 또는, 국제적으로 이러한 문제점에 대해 적극적인 대처 방안을 마련하고 있다.

대형화, 대공간화, 초고층화되고 있는 현대 건축물에 있어서는 더더욱 실내공기환경이 중요한 문제로 부각될 수밖에 없으며, 이의 해결을 위한 각종 공기청정장치 및 환기설비가 다양하게 발전해나갈 전망이다.

본고에서는 건축물의 열환경과 공기환경의 연계처리란 관점에서 최근의 건축물에 적용되고 있는 공기조화시스템의 특징적인 변화를 중심으로 ① 환경과 건축, ② 환기설비의 종류, ③ 공기조화설비의 종류 및 특징, ④ 주택의 환기설비, ⑤ 사무소건물의 환기설비, ⑥ 대공간의 환기설비에 대하여 기술하였다.

본론에서도 기술하였듯이 현재의 건축물은 단순 환기설비 또는, 공기청정기를 사용하는 것만으로 실내공기환경문제를 해결할 수는 없는 실정이며, 건축물의 열환경 조절기능과 연계한 에너지 절약적이면서도 경제적인 방안이 고안 적용되어야 할 것이다.

참고문헌

1. わかりやすい住宅の設備 換氣, 日本空氣調和衛生工學會編, オーム社, 1999年
2. 건축공기조화설비, 박진철, 안병욱 편저, 도서출판 세화, 2000년
3. 에너지절약을 위한 대공간 건축물의 온도 및 기류분포 해석, 손 장열 외, 산업자원부, 2000년 8월
4. 실내공기질 향상을 위한 내장재 및 공조시스템에 관한 연구, 건설교통부, 2002년 11월

기 본 사 항	
성 명	안 병 옥
생 년 월 일	1958. 3. 30
학 력 및 약 력	
1976.3 - 1983.2	한양대학교 공과대학 건축공학과 졸업, 공학사
1983.3 - 1985.2	한양대학교 대학원 건축공학과 석사과정 수료, 공학석사
1985.3 - 1990.2	한양대학교 대학원 건축공학과 박사과정 수료, 공학박사
1985.3 - 현재	충청대학 건축학부 현, 교수
대 외 활 동	
1994.4 - 현재	한국생활환경학회 이사
1996.6 - 현재	충청북도 지방건설심의위원회, 건축위원회 위원
1997.11- 2001.11	한국건축설비학회 이사
2000.5 - 2002.12	괴산교육청, 청주교육청 학교시설심의위원
저 서 및 발 표	
□ 건축공기조화설비(공저), 난방설비(공저) 외 □ 대공간 건축물의 온도 및 기류분포 예측기술, 설비저널 Vol.30, No.4 □ 온돌난방공간의 내표면 열전달 특성에 관한 연구, 한양대 박사학위논문	
상 훈 및 공 적 사 항	
□ □ □	
현재의 진행중인 중점활동 사항	
□ 건축설비 제도개선에 관한 연구, 설비건설협회 □ 실내공기질 향상을 위한 내장재 및 공조시스템 개발 □ 공동주택의 냉방시스템 적용 연구	