

사무실 환경 개선을 위한 공기조화기 관리 및 개선 방법

창원대학교 환경공학과
하현철

1. 서론

생활수준이 높아지면서 쾌적한 사무실(실내)환경에 대한 요구도가 높아지고 있다. 쾌적한 실내환경조건을 결정짓는 요소로 실내의 열환경, 공기질 환경 그리고 물리적 환경인 음환경과 광환경 등을 들 수 있다.

사무실 공기질 환경 제어는 쾌적성과 유해성 측면에서 고려되어야 하는데, 쾌적성 측면이란 직접적인 건강에는 유해하지 않더라도 악취나 텃텃(답답)함 등에 의한 불쾌감을 유발하지 않도록 관리하는 것을 말한다. 유해성 측면은 실내에 존재하는 유해한 성분(화학적 인자 및 생물학적 인자)이 실내환경 기준을 초과하지 않도록 유지하는 것을 말한다.

열환경요소인 온도와 습도는 일정한 범위에서 운전되어야 하고, 실내공기질은 유해성 측면에서 실내환경 기준이하로 유지해야 한다. 오염물질의 농도를 최소화하도록 실내환경을 제어하기 위해서는 에너지가 수반되므로 모든 오염물질이 전혀 존재하지 않은 상태를 만들 수는 없다. 즉, 적절한 실내환경 유지를 위한 에너지 비용과 쾌적함을 유지하지 못했을 때 발생하는 의료비 및 생산성 저하로 인한 인건비 손실 등을 종합적으로 고려한 범위에서 실내공기질을 유지하는 것이 필요하다.

사무실 환경의 오염문제는 일반적으로 알려진 바와 같이 1960년대 말과 1970년대 초에 걸친 오일쇼크 이후, 에너지 효율이 높은 밀폐된 건물이 설치되면서 부터이다. 창문이나 출입문을 통해 외기가 유입될 경우 냉난방 부하 증가로 에너지 손실이 크게 발생하기 때문에 창문이나 출입문을 통해 외기가 유입되는 것을 막고, 공기조화기(이하 공조기라고 함)를 설치하여 실내의 공기순환과 온도, 습도를 기계적으로 조절하였다.

에너지비용이 높지 않았던 시절에는 공조기를 설치하더라도, 환기를 위해 창문이나 건물 틈 사이로 유입되는 외기를 포함하여 총 외기 유입량이 전체 공조량의 약 25%까지 되도록 설치하였다. 이렇게 유입된 깨끗한 외기에 의해 오염된 사무실 공기가 희석되어 실내 공기는 항상 일정농도 이

하로 유지될 수 있었다. 특히, 과거의 경우에는 사무실에서 발생될 수 있는 오염물질의 종류가 별로 많지 않고 농도도 낮은 상태에서 충분한 외기가 유입되어 사무실 환경은 쾌적한 상태로 유지될 수 있었다.

하지만, 현대의 사무실은 각종 파티션(금속재질이 아닌 섬유재질), 카펫, 복사기 및 프린터, 컴퓨터 등 사무용품의 사용과 좁은 공간에 많은 사람들이 근무하면서 사람으로 부터 발생하는 이산화탄소(CO₂) 및 채취 등에 의해 옛날보다 훨씬 더 다양하고 고농도의 오염물질이 발생하고 있지만, 에너지 비용을 고려해 외기 유입량은 급격하게 감소시켜 실내 공기질이 악화되었다. 그 결과로 실내 거주하는 사람들이 두통, 무기력증, 피부발진, 눈과 코 점막자극증상, 호흡기 장애 등을 호소하는 이른바 빌딩증후군(Sick Building Syndrome)이 나타나게 되었다.

빌딩증후군을 예방하기 위해서는 효율적인 환기가 무엇보다도 필요하다. 사무실의 쾌적성과 유해성 측면의 관리에 있어 가장 중요한 것은 사무실 공기교환률인데, 미국냉동공조학회(ASHRAE, American Society of Heating, Refrigeration and Air conditioning engineers) 등에서는 일반적으로 6회/hr이상으로 유지하도록 하고 있다.

유해성 측면에서의 사무실의 공기질 관리를 위해, 산업보건기준에 관한 규칙 제 49조에 분진과 가스상 물질 3종 등 총 4종에 대한 기준이 제정되어 있다.

<표 1> 사무실 공기 기준

항 목	기 준
호흡성분진	150 ug/m ³ 이하
일산화탄소	10 ppm 이하
이산화탄소	1,000 ppm 이하
포름알데히드	0.1 ppm 이하

하지만, 사무실 환경의 쾌적성을 유지하기 위한 온습도 기준은 아직 제정되어 있지 않지만, 미국냉동 공조학회에서는 다음과 같은 권고치가 제시되어 있다.

<표 2> ASHRAE 의 온습도 및 기류속도 권고치

구 분	여 름	겨 울
온도(℃)	23-26	21-23
습도(%)	50-60	20-30
기류속도(m/s)	0.25 이하	0.15 이하

사무실 환경 개선을 위해서는 적절한 환기가 필수적이고, 쾌적함을 위해서도 온습도 및 기류를 고려한 환기를 해야 한다. 이러한 모든 것을 달성하기 위해 공조기를 이용한 냉난방 및 환기를 실시하는 사무실에서, 공조기 관리 소홀로 인해 공조기 내부에서 미생물 증식, 필터 파파에 의한 분진 유입 등으로 공조기가 오히려 오염원으로 작용하는 경우를 많이 보게 된다.

쾌적한 사무실 환경을 조성하고 관리하기 위해서는 사무실 환경을 제어하는 공조기에 대한 이해와 관리방법의 숙지가 필수적이다.

본 강의에서는 공조기 시스템에 대한 이해와 공조 방식에 대해 개략적으로 이해를 하고, 사무실 공기질 개선을 위한 공조시스템의 관리 방법에 대해 알아보고자 한다.

2. 공기조화 설비의 기초

2.1 공기조화의 정의

공기조화(air conditioning)라고 함은 실내의 온도, 습도, 기류, 청정, 환기 등의 조건을 실내에 있는 사람 또는 물품 등에 대하여 알맞은 조건으로 유지하는 것을 말한다. 이 가운데서 온도는 우리들의 감각에 가장 민감하게 느껴지므로 온도에 비중을 두어 냉방 또는 난방이라고 부르기도 하지만, 다른 요소를 무시해서는 완전한 공기조화라고 부를 수 없다. 따라서 공기조화(줄여서 空調라 부른다)란 공기의 상태를 조정하여 인간에 대해서는 居住感을 양호하게 하고, 물품에 대해서는 최적한 공기의 상태를 기계적으로 만들어 내는 것의 의미가 된다. 공기조화설비는 넓은 의미로 해석하면 실내에 방열기를 설치하는 직접난방설비등도 포함되며 온습도에 관계되지 않은 환기설비도 포함될 수 있다. 그러므로 공조설비는 곧 HVAC(Heating, Ventilation, and Air Conditioning)라고고 표현을 한다.

2.2 공조의 기본 역할

공조기의 4대 요소는 온도, 습도, 기류, 공기정화로 나눌 수 있다.

1) 온도

여름철에는 냉방을 통해, 겨울철에는 난방을 통해 실내의 온도를 조절하여 20~23℃ 정도로 유지하게 된다. 일반적으로 유닛히터나 냉각 코일을 이용해서 실내 온도를 조절하는 경우가 있고, 공조기를 통해 냉·난방된 공기를 공급하는 경우도 있다.

2) 습도

실내 습도는 ASHRAE에서 제시한 50~60% 범위(겨울철 최소 20-30%)로 유지하기 위해 가습과 제습을 하게 된다.

① 제습(감습)

장마 등과 같이 습도가 아주 높아 불쾌한 경우에는 공기 중의 수분을 감소시켜 적절한 습도를 유지하는 것이 필요하다. 일반적으로 일정수분을

유지한 상태에서 온도를 낮출 경우 어떤 온도 이하로 될 때 공기 중의 수분이 물방울로 낙하하게 된다. 이온도를 노점 온도라고 하는데, 공조기에서도 수분을 함유한 공기를 냉각코일을 통과시켜 노점온도 이하로 유지해주면 공기 중에 포함된 수분이 물로 응축되게 된다. 여름철 아파트 단지에서 보면 윗집의 에어컨 실외기에서 발생된 응축수가 아랫집 빨래나 이불에 떨어져 분쟁이 발생하는 것을 보게 된다. 공조장치를 이용한 제습(감습) 방법은 그림 1과 같다.

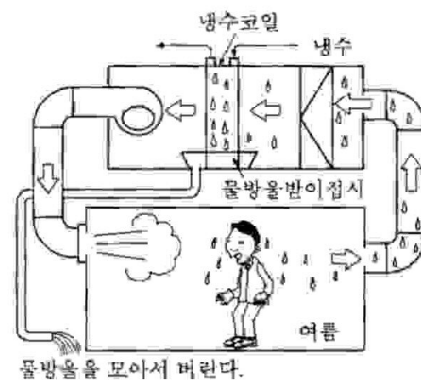


그림 1. 공조기의 제습 원리(출처 건축공기조화설비, 성안당)

② 가습

겨울철에 실내 습도가 너무 낮으면 눈이 건조해지거나, 코의 점막이 건조해지기 쉽게 때문에 일정 습도 이상을 유지할 수 있도록 가습을 해주어야 한다. 가습의 원리는 그림 2와 같은데, 건조한 공기에 물을 분무하고, 수조에 떨어지는 물을 계속 분무하면 분무수의 온도는 통과하는 공기의 습구온도에 서서히 근접하고, 분무수는 공기로부터 증발에 필요한 열(잠열)을 빼앗아 수증기로 되고 공기 중에 가습시켜 간다. 공기는 열을 빼앗긴 만큼 건구온도가 낮아지기 때문에 가습 후 반드시 가열이 필요하다.

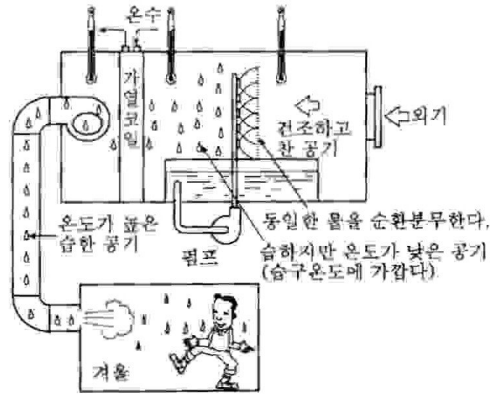


그림 2. 공조기의 가습 원리(출처 건축공기조화설비, 성안당)

3) 기류 속도(급기 속도)

온도가 적절하게 조절된 공기라도 급기 유속이 적절하지 않을 경우에는 불쾌감을 주기 때문에 적절한 유속을 골고루 급기시키는 것이 매우 중요하다. 공조를 하고 있는 실내에서는 온도와 습도를 일정하게 제어하기 때문에, 기류에 대해서는 어떤 범위 내에 유속을 묶어 둘 필요가 있다. 이와 같이 실내의 기류는 실의 형상, 취출구의 형태와 속도, 실내 공기의 온도차, 취출구와 흡입구의 위치관계 등 여러 가지 요소에 의해 결정된다.

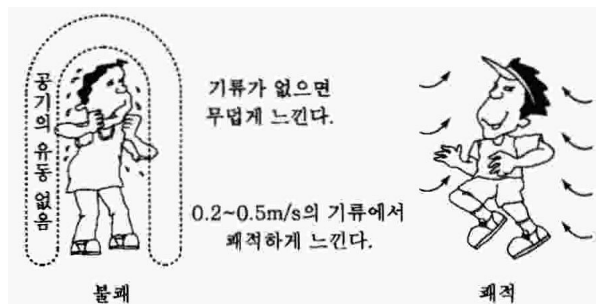


그림 3. 급기기류에 의한 쾌적도(출처 건축공기조화설비, 성안당)

4) 공기정화

실내에서는 사무기기 및 가구, 사람의 활동 등에 의해 사무실 내부 오염도가 높아질 수 있기 때문에 적절한 외기 유입으로 희석을 해 주고 있다. 하지만, 외기의 경우에도 분진 등에 오염되어 있기 때문에, 실내 재순환기류 및 유입외기도 적절하게 처리하여 분진과 오염물질을 제거해 줄 필요가 있다.

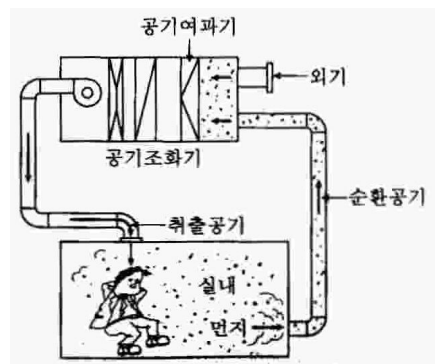


그림 4. 공조기의 공기정화 원리(출처 건축공기조화설비, 성안당)

2.3 공조설비의 구성

주택의 거실이나 사무실빌딩의 사무실 등에서 재실자가 쾌적한 환경아래에서 생활하고 작업을 계속하려면 실내공기 상태를 어떤 한정된 범위내의 온도와 청정도로 유지해야 한다. 그러나 이 사무실 주변의 외부상태는 항상 변동하고 있어 외벽이나 유리창을 통해서 실내로의 열 출입이나 발열은 항상 실내온습도 변동의 원인이 되므로 실내의 열을 조절해서 실내온습도를 희망하는 상태로 유지한다. 재실자의 호흡작용이나 흡연, 실내에 설치한 각종 기기류의 운전에 따라 실내공기 중의 탄산가스나 먼지뿐만 아니라 때로는 인체에 해로운 일산화탄소, 암모니아, 아황가스등이 발생하고 또한 그 농도가 높으면 다른 재실자에게 불쾌감을 주게 된다. 이와 같이 원래 실내공기 중에 포함되면 좋지 않거나 허용되지 않는 불순물의 농도를 저하시키기 위해서 이들 불순물을 포함하지 않거나 또는 포함되었다 해도 농도가 아주 낮은 신선한 외기를 도입해서 실내공기의 청정도를 유

지하는 것을 환기라고 한다. 환기용 도입외기의 온습도는 실내공기와 다르므로 실내공기 상태까지 냉각 제습 또는 가열, 가습 해야 한다. 직접 공조대상 공간에 유출입하는 열을 실내열부하라고 하고 환기용 외기를 실내 조건까지 냉각 또는 가열하기 위해서 필요한 열량을 외기부하라고 한다. 열부하는 냉방을 필요로 하는 경우에는 냉방부하, 난방을 필요로 하는 경우에는 난방부하라고 한다.

1) 열원 또는 냉원

공기를 가열할 때는 그 열원을 공급하는 증기 또는 온수를 발생시키기 위한 보일러, 냉각의 경우에는 냉원을 만드는 냉동기가 필요하다

2) 공기조화기(AHU : Air Handling Unit)

먼저 공기로부터 먼지 및 불순물을 제거하여 깨끗이 하고, 열원 또는 냉원을 사용하여 공기의 온도 및 습도를 조절한다.

3) 공기 분배 장치

공기를 필요한 장소에 보내고 적당히 분배하는 장치를 말하다. 송풍기 및 덕트가 이에 속한다.

4) 자동 제어 장치

실내 온도 습도를 일정하게 유지하고 가열과 냉각을 행하는데 있어서 경제적인 운전을 하기 위하여 각종 조작을 자동으로 행하는 장치이다.

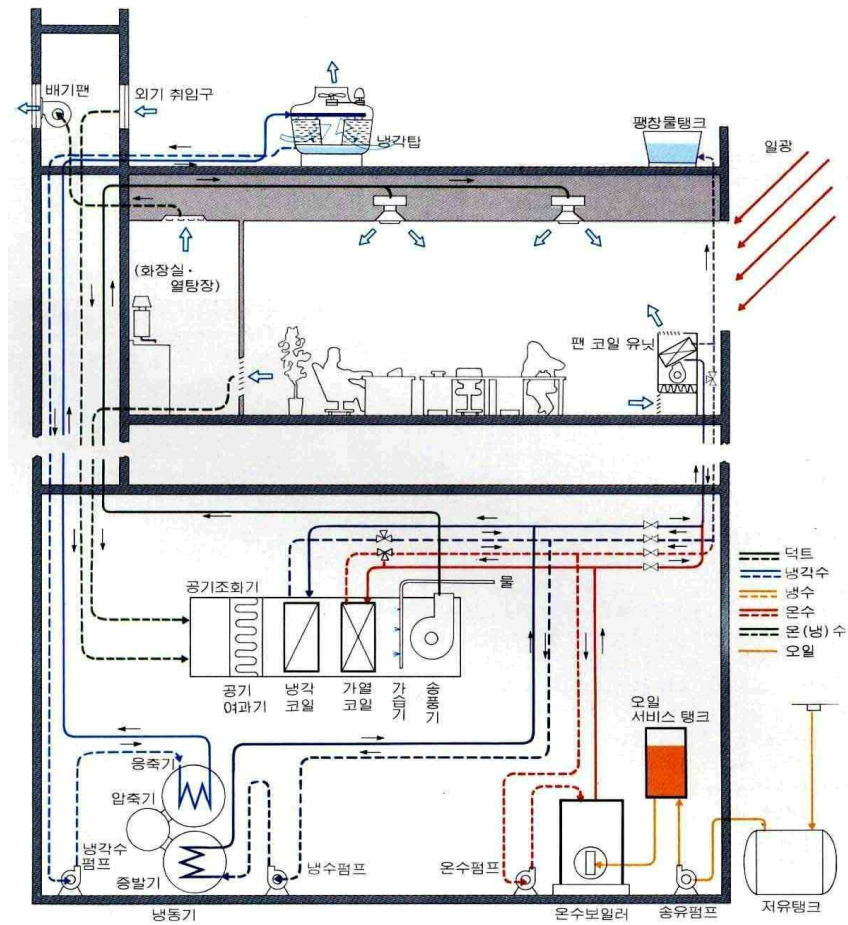


그림 5. 공조설비 구성 예

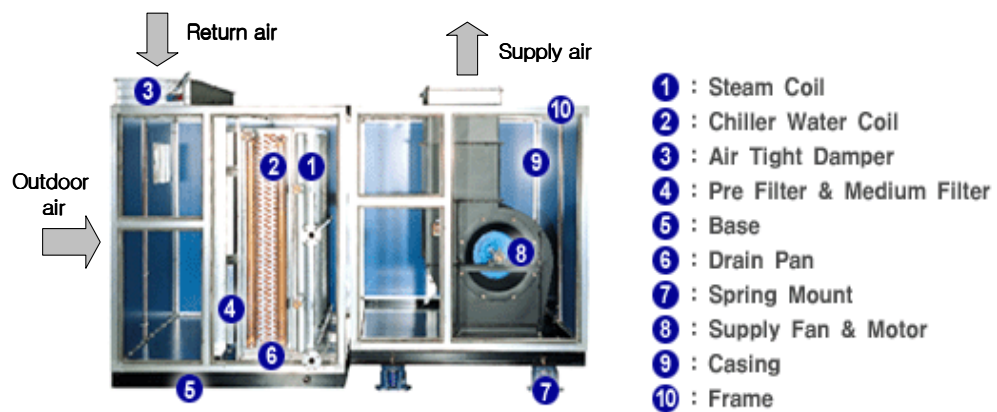


그림 6. 공조기의 기본 구조(출처 : www.shinsungeng.biz)

3. 공조방식

3.1 공조방식의 분류

일반적으로 공조방식은 그림 7과 같이 중앙식과 개별식으로 분류할 수 있으며, 중앙식은 다시 전공기방식, 공기수방식, 전수방식으로 나누어진다. 또한 개별식 공조방식은 패키지 에어컨에 의한 방식이 이용된다. 이들 각각의 간단한 특성 및 장단점을 기술하면 다음과 같다.

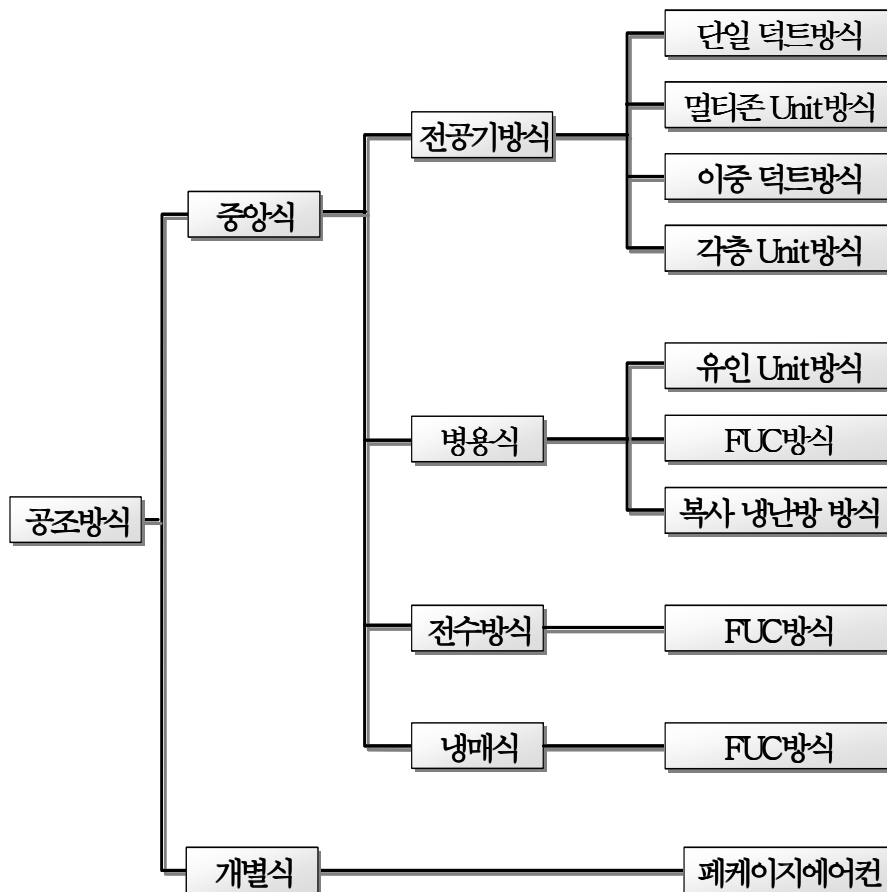


그림 7. 공조방식의 분류

1) 전공기 방식

실내의 열을 공급하는 매체로 공기를 사용하는 것이 전공기방식이다. 그림 8에서와 같이 외기와 실내환기의 혼합공기를 공조기로 이끌어 제진한 후, 열원장치에서 만든 냉수와 증기 또는 온수와 열교환시켜, 냉풍 또는 온풍으로 해서 덕트를 통해 실내로 송풍한다. 공기조화는 온습도를 조정하는 것 외에 공기의 정화도 필요한 요소이므로 탄산가스, 세균, 냄새 등의 희석과 산소의 보급을 위해 외기를 도입하는 것이 효과적인 방법이다. 대체로 집회실이나 회의실과 같이 사람이 많이 모이는 장소에는 아주 많은 양의 외기를 필요로 한다. 전공기 방식은 이러한 경우에 적합한 방식으로 단일덕트 방식, 멀티존유닛 방식, 이중덕트 방식, 각 층 유닛 방식이 있다.

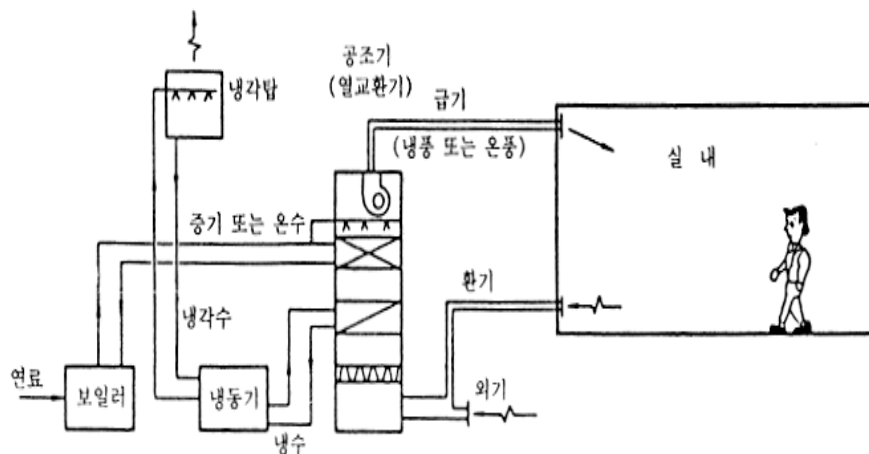


그림 8. 전공기 방식

2) 병용식(공기-물)

열의 매체로서 물과 공기를 병용하는 방식이다. 이 방식은 아래 그림 9에 나타난 바와 같이 열원장치에서 만든 냉수, 온수 또는 증기를 실내에 설치한 열교환 유닛으로 보내서 실내공기를 냉각 또는 가열한다. 또한, 전공기방식과 마찬가지로 공조기에서 냉각·감습 또는 가열·가습한 외기를 실내로 송풍한다. 물의 경우에는 동일한 열량을 처리하는데 공기에 비해

단면적이 매우 적게 든다. 따라서 실내의 열을 처리하기 위해서는 공기보다 물이 스페이스를 절약할 수 있는 유리한 점이 있다. 그러나 공기조화의 요소 중 공기의 환기를 할 수 없으므로, 필요최소량의 외기는 실내로 송풍해야만 한다. 종류로는 유인유닛 방식, FCU(fan coil unit) 방식, 복사냉난방 방식 등으로 분류된다.

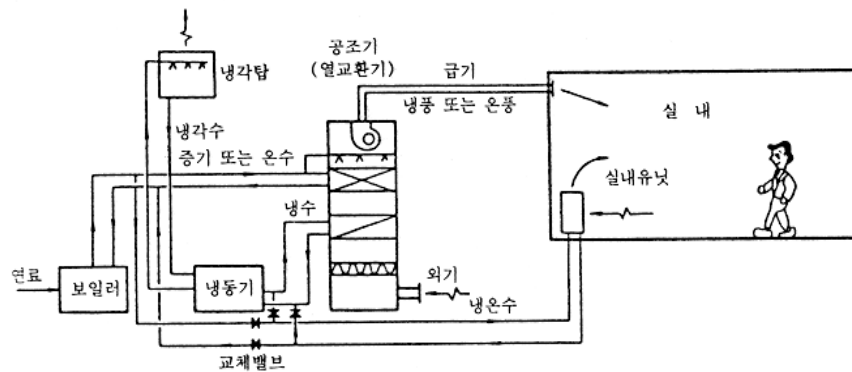


그림 9. 병용식(공기-물)

3) 전수방식

이 방식은 물만을 열매로 해서 실내 유닛으로 공기를 냉각·가열하는 것으로써, 실내의 열은 처리가 가능하지만 외기를 공급하지 못하기 때문에 공기의 정화 및 환기를 충분히 할 수 없다. 따라서 이 방식은 문의 개폐 등에 의해서 공기가 실내로 유입되는 경우와 적은 인원이 단시간 체류하는 경우에 사용되며, 겨울철의 가습도 공조기로 하기에는 부적합하다. 이 방식에는 FCU 방식이 있다.

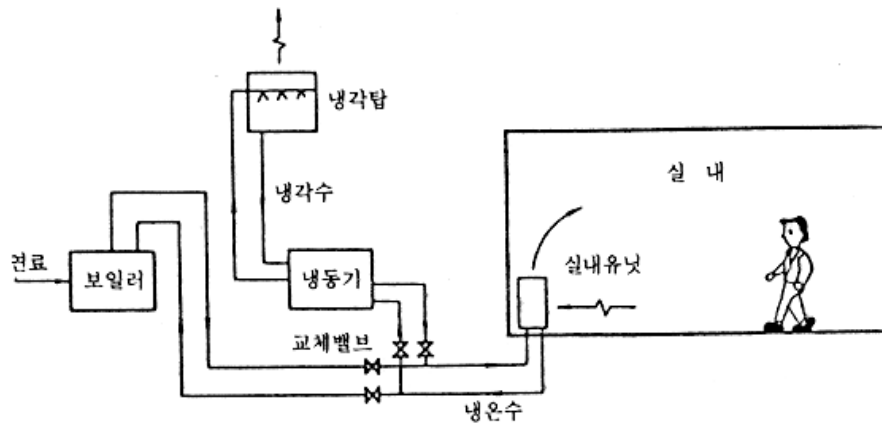


그림 10. 전수방식

4) 냉매방식

이 방식은 냉매에 의해 실내의 공기를 냉각·가열하는 방법으로, 옥외의 공기나 물과 열교환해서 배열 또는 흡열한다. 여름에는 냉매의 직접팽창에 의해 실내 공기를 냉각 감습하지만, 겨울에는 열펌프로서 가열하는 경우와 다른 열원장치에서 만든 증기, 온수 또는 전열에 의해 가열하는 경우가 있다.

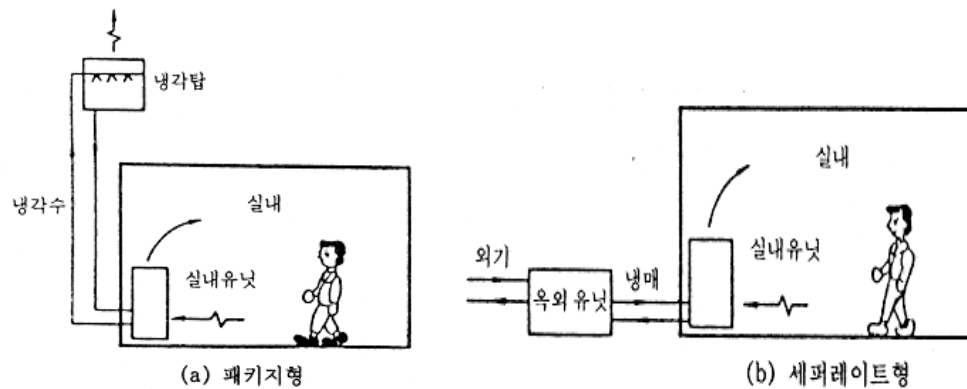


그림 11. 냉매방식

5) 세부 방식

① 단일덕트 방식

㉠ 일정풍량 방식(constant air volume : CAV)

이 방식에는 다른 공조방식에 비해 가장 일반화된 것이며, 각 공조방식의 근원이 되고 있다. 중앙기계실에는 다른 기기와 함께 AHU를 설치해서 냉각·감습 및 가열·가습한 공기를 덕트를 통해 각실로 송풍하는 방식이다. 보통의 경우는 그림 12에 나타난 바와 같이, 외기와 실내환기의 혼합공기를 공조기에서 체진한 후, 냉각·감습 혹은 가열·가습해서 각 실로 하나의 덕트를 통해 일정량의 공기를 송풍한다. 각 실에는 그 실의 최대부하를 처리할 수 있는 만큼의 공기를 송풍한다. 단일덕트·일정풍량 방식에서는 각 실로 보내는 송풍량이 언제나 일정하고, 열부하에 따라서 송풍온습도를 변화시켜 실내의 온습도를 조절한다. 이 방식의 내용은 풍량이 일정하고 송풍덕트가 하나라는 것이 요지이지만, 부하특성이 다른 여러 개의 실을 이 방식으로 공조하기 위해 동일한 부하변동을 하는 구역마다에 공조기를 분할하는 방식도 채택될 수 있다. 이 방식에서 실내 공기의 온습도 제어는 대표가 되는 실 또는 환기덕트 속의 공기온도 및 상대습도를 검지해서, AHU의 냉각코일 또는 가열코일로 들어온 냉수와 온수 또는 증기의 유량을 가감하고 가습량을 조정해서 송풍온도와 습도를 조절하는 것이 보통이다. 그러므로 이 방식은 사무실의 내부와 홀(Hall)등과 같이 부하변동이 적은 실이나 동일한 부하변동을 하는 실의 공조에 적합하다. 또한, 극장·공장 등의 대규모 공간과 건물의 내부, 식당, 회의실, 및 엄밀한 온습도를 요구하지 않는 곳에 주로 채용될 수 있다.

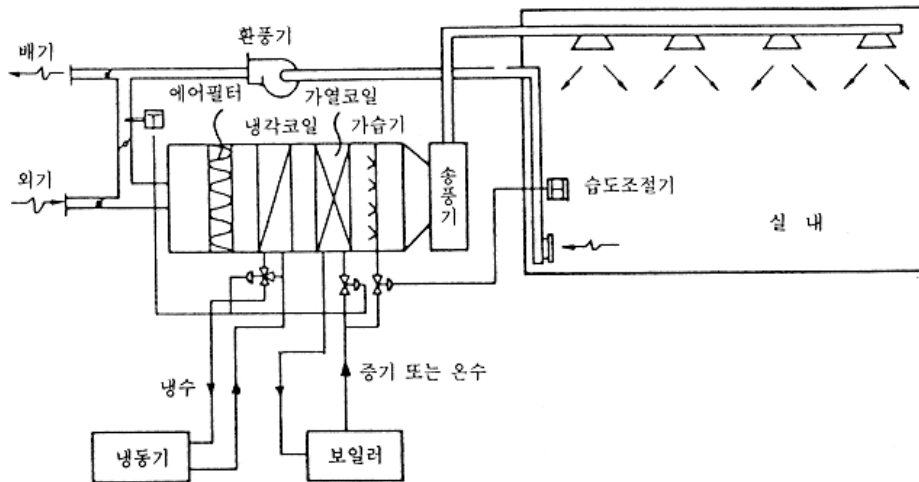


그림 12. 단일덕트 (일정풍량방식)

㉠ 재열방식

단일덕트·일정풍량 방식에서는 동일 공조계통 내에서 부하변동이 있을 경우 제어할 수 없으므로, 중앙공조기를 분할하는 조닝(zoning)의 방법이 있다. 그러나, 기계실 스페이스와 장치용량의 관계 등으로 공조기의 분할이 불가능한 경우에는 여러 개의 존(zone)에 공통인 공조기를 두고, 각 존별로 나누어지는 덕트 속에 재열기를 설치하여 각각 개별제어 한다. 냉방시에는 중앙공조기로부터 냉풍을 급기하여 현열부하가 적게 된 존은 재가열해서 실온의 과냉을 방지할 수 있다. 난방시에는 중앙공조기의 가열코일에서 1차로 가열하고, 필요에 따라 덕트 속의 재열기에서 2차 가열을 한다. 이와 같은 공조방식을 단일덕트존리히트 방식이라 한다. 이 존 리히트(zone reheat) 방식도 일정풍량 방식과 마찬가지로 존의 제어가 가능하지만, 각 실마다 부하변동이 생기는 경우 개별제어가 가능하므로, 호텔과 같이 객실이 많은 건물에서는 이 방법을 사용해도 좋다. 이와 같은 공조방식을 단일덕트 터미널 리히트(terminal reheat) 방식이라고 한다. 이들 재열방식은 냉방시에는 냉각한 공기를 재열 하므로, 열 경제적으로는 유리한 방법이 아니다. 난방시에는 중앙공조기의 가열코일에 1차 가열하고

필요에 따라 재열기로 2차 가열을 해서 실내로 송풍하기 때문에, 열의 혼합손실 없이 실온을 조정할 수 있다. 재열기의 열원으로 전열·증기·온수가 사용되지만, 전열의 경우에는 온도조절을 하기 위해서 만이 아니고 공기의 과열방지를 위한 보안장치를 반드시 설치해야만 한다. 증기 또는 온수를 사용하는 경우에는 배관과 제어밸브 등이 천장 속에 설비되기 때문에, 수량을 조정할 때의 발생소음과 누수에 주의해야한다.

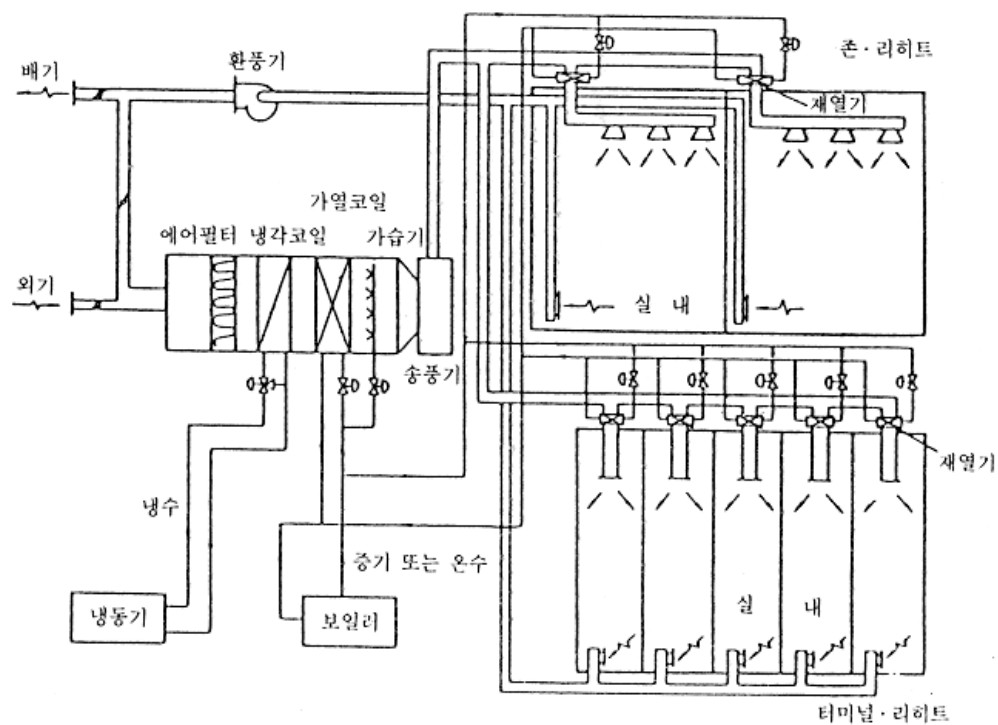


그림 13. 단일덕트(재열방식)

㉔ 가변풍량방식(variable air volume : VAV)

단일덕트·일정풍량 방식에서는 송풍량을 일정하게 하고 송풍온도를 바꾸어 실온을 제어하지만, 가변풍량 방식(VAV)은 송풍온도를 일정하게 하고 송풍량을 변경해 부하변동에 따라 실온을 소정의 상태로 유지하는 방식이다. 이 VAV 방식에서 덕트계통은 각 터미널의 최대부하에 대처할

수 있는 능력을 갖게 되지만, 열원 및 공조기의 용량은 동일시각에 대해서 각 터널부하의 합계가 최대로 될 때의 용량을 갖추면 좋다. 냉방시에는 실내부하가 가볍게 되면 그에 따라서 VAV유닛이 작동해서 냉풍량이 지나치게 냉각되는 것을 방지한다. 또한, 난방시에는 냉방을 할 때와 마찬가지로 부하가 가볍게 되는 경우 실온이 지나치게 상승을 하지 않도록 풍량을 조절한다. 전체적으로 실내부하가 감소하면 터미널에서 조여지는 풍량도 많아지며, 덕트속의 정압이 상승해서 가변풍량 장치의 발생소음이 커지게 되는 원인이 된다. 또, 송풍기가 불안정한 운전상태로 들어가는 일이 있으므로 정압의 조정이 필요하다.

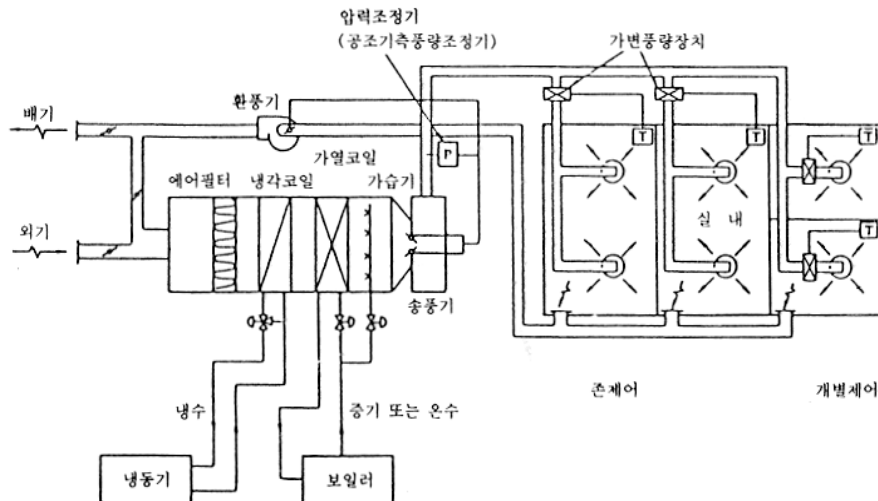


그림 14. 단일덕트(가변풍량방식)

② 각층 유닛방식(step unit system)

이 방식은 단일덕트 방식의 변형으로서 각 층마다 공조기를 분산 설치한 것이며, 각 층마다 또는 각 층의 존마다 운전이 가능하고 온도제어도 가능하다. 각 층 유닛 방식에도 여러 가지 방법이 있지만, 아래 그림(a)에서와 같은 경우에는, 외기용 공조기(1차 조화장치)를 설치하고 이것으로부터 필요한 외기를 도입해서 조화한 1차공기로 한다. 냉각·가열 또는 가열·가열된 1차 공기는 덕트를 통해 각 층 또는 각 존에 설치된 2차 조화장

치로 송풍한다. 2차 조화장치에서는 복도 또는 수평덕트에 의해 실내환기를 흡입하여(2차공기), 이것과 1차 공기를 혼합·조화한 뒤 취출한다. 이 방식에서는 외기용 덕트가 각 층을 관통하고 있지만, 단일덕트 방식보다 덕트스페이스가 적게 된다. 또 각 층 단독운전이 가능하지만 외기용 공조기는 전체 계통분의 용량을 갖고 있으므로, 단시간 운전이면 외기용 공조기는 정지시키고 실내공기를 순환해서 급기해도 좋다, 또 한 가지의 경우는 아래 그림 (b)에 나타난 바와 같이 옥상에 1차 조화장치를 설치하고, 각 층의 환기를 공용의 환기팬을 이용해서 이 공조기에 되돌려 보내서 외기와 혼합하고 조화시킨 뒤 각 층의 2차 조화장치로 송풍한다. 각 층의 공조기에는 필요한 온도까지 냉각 또는 가열해서 실내로 송풍한다. 중간 공조기에는 환기를 1차 공조기로 되돌려 보내지 않고 전량을 옥외로 배출하고, 실내로는 외기만을 제진한 후 송풍하면 열원의 절감을 도모할 수 있다. 이 경우는 제진장치를 1차 공조기에서만 모아서 설치할 수 있으므로 고도의 제진이 가능하고 유지관리 면에서도 유리하다.

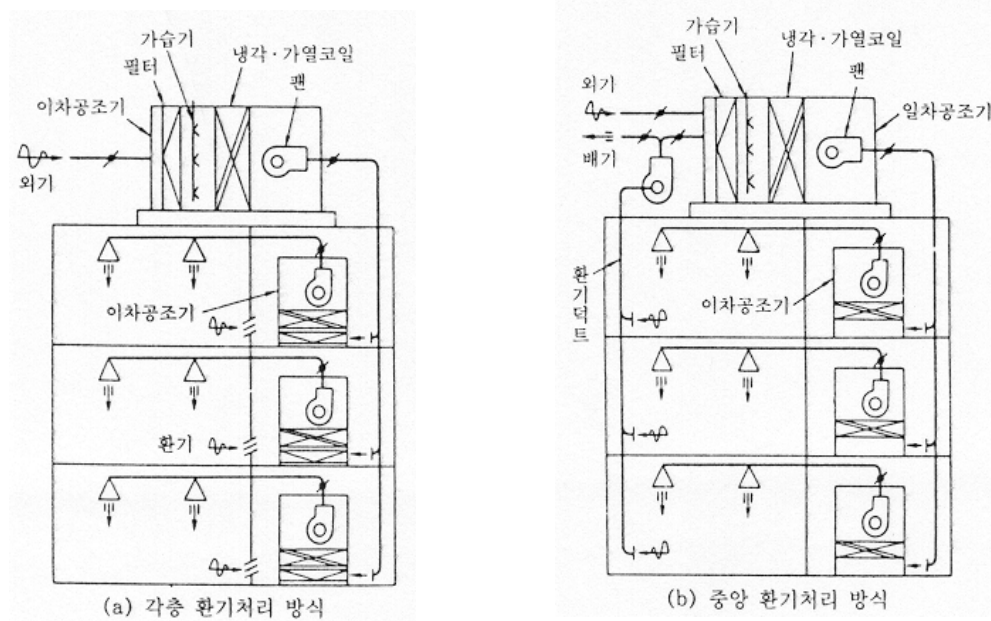


그림 15. 각층 유닛(unit) 방식

③ 멀티존 유닛 방식(multi zone unit system)

공조기(AHU)에 냉온 양열원 코일을 설치하고, 각 존의 부하상태에 따라 냉온풍의 혼합비를 바꾸어서 송풍공기를 필요 온습도로 유지하여 각 존별 덕트에 공급하는 방식이다. 즉, 이 방식은 아래 그림에 나타낸 바와 같이 송풍기의 토출 측에 냉각코일과 가열코일을 병렬로 설치한 멀티존 유닛(multi-zone unit)이라 부르는 중앙식 공조기를 사용하는 방식이며, 공조기로부터 덕트는 여러 개의 존으로 분할되어 있다. 이 방식에서는 각 존별 제어댐퍼(control damper)에 의해 냉풍·온풍의 혼합비가 바뀌며, 그에 따라 송풍온도가 변화면서 실내로 송풍된다. 또, 각 존의 대표실 내에 설치한 써머스탯(thermostat)에 의해 존마다의 설정온도로 조정해서 송풍하기 때문에 실내온도는 터미널 리히트 방식과 마찬가지로의 제어성이 얻어진다. 그러나 존이 아주 많은 경우에는 덕트의 분할수에 한도가 있으므로, 중소규모의 공조 스페이스를 조닝하는 경우에 사용된다. 또한, 이 방식에서는 냉난방부하가 최대일 때는 댐퍼의 누설 이외에 냉풍과 온풍의 혼합이 없으므로 열의 혼합손실은 비교적 적지만, 냉풍과 온풍의 혼합량이 같은 양에 가깝게 되면 혼합손실도 많아진다. 소형 건물 등에서 복열원이 없는 경우에는 바이패스 외기에 의해 온도의 조정을 하는 수도 있다. 또, 이 방식에서 혼합량의 조정은 댐퍼에서 행하기 때문에, 어떤 존댐퍼의 조이는 정도에 따라서 다른 존의 풍량에 영향을 미치게 하는 수도 있다

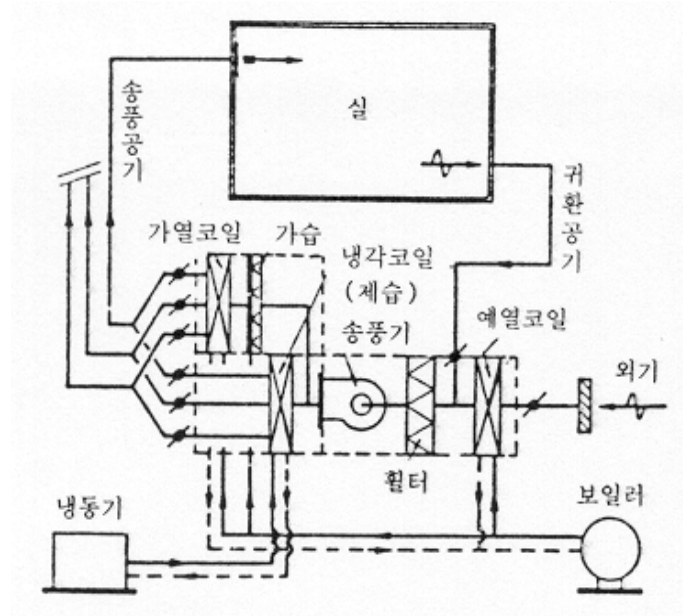


그림 16. 멀티존 유닛 방식

④ 이중덕트 방식(double duct system)

이중덕트 방식은 중앙기계실에 설치된 AHU에서 냉온풍이 각각 전용의 덕트를 통해 공급되고, 이것이 혼합상자(혹은 혼합기)에서 각 실의 부하상태에 따라 냉온풍을 혼합해서 소정 온도의 공기가 되어 송풍되는 것이다. 즉, 이 방식은 아래 그림에 나타난 바와 같이 공기의 냉각장치와 가열장치 및 2개의 전용덕트로 되고, 이 덕트에 의해 냉풍과 온풍을 별도로 보내서 혼합상자(mixing unit or mixing box)에서 적당한 비율로 혼합하여 각 실이나 혹은 각 층에 보내는 것이다. 멀티존 방식에서는 각 층에서 요구하는 송풍온도로 하기 위해 공조기로 냉풍과 온풍의 혼합비를 바꾸어 단일덕트를 송풍하지만, 이중덕트(dual duct) 방식에서는 공조기에서 처리한 냉풍과 온풍을 각각 별개의 덕트로 송풍해서 필요한 장소에 설치한 혼합 상자에서 혼합한다. 이때 혼합공기는 실내의 써머스탯의 지령에 의해 혼합비를 바꾸어 소정의 온도로 해서 실내로 송풍한다. 이중덕트 방식의

경우에도 멀티존 방식과 마찬가지로, 냉난방부하가 최대로 될 때 이외에는 냉풍과 온풍이 혼합되기 때문에 열의 혼합손실이 생긴다. 그러나 제어상으로는 혼합상자의 설치장소에 의해서, 존리히트 또는 터미널 리히트 방식의 경우와 마찬가지로 존제어 또는 개별제어가 가능하다. 또, 존 전체가 냉난방 어느 쪽인가 한편으로 좋은 때는 다른 편의 덕트는 실내 환기를 순환시킨다. 이 경우 냉온풍의 송풍기, 덕트, 조화장치 등의 용량은 각각 최대부하에 대응하는 것이어야 한다. 이 방식에 의하면 하계 냉방시에 일부 난방을 필요로 하는 경우에도 가능하다.

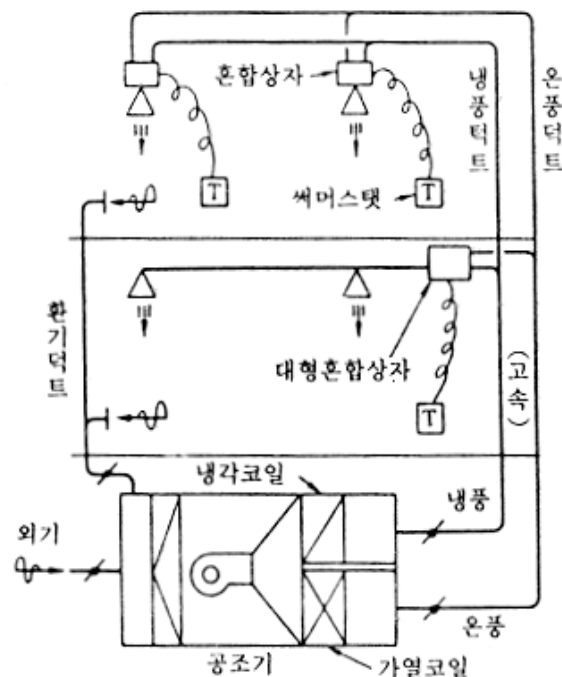


그림 17. 이중덕트 방식

⑤ 유인유닛 방식(induction unit system)

이 방식은 실내에 유인유닛(induction unit)을 설치하고, 아래 그림에 나타난 바와 같이 1차 공조기로부터 조화한 1차 공기를 고속 덕트를 통해 각 유닛에 송풍하면, 1차 공기가 유인유닛속의 노즐을 통과할 때에 유인작용을 일으켜 실내 공기를 2차공기로 하여 유인한다. 이 유인된 실내 공

기는 유닛 속의 코일에 의해 냉각 또는 가열된 후, 1차·2차의 혼합공기로 되어 실내로 송풍되는 방식이다.

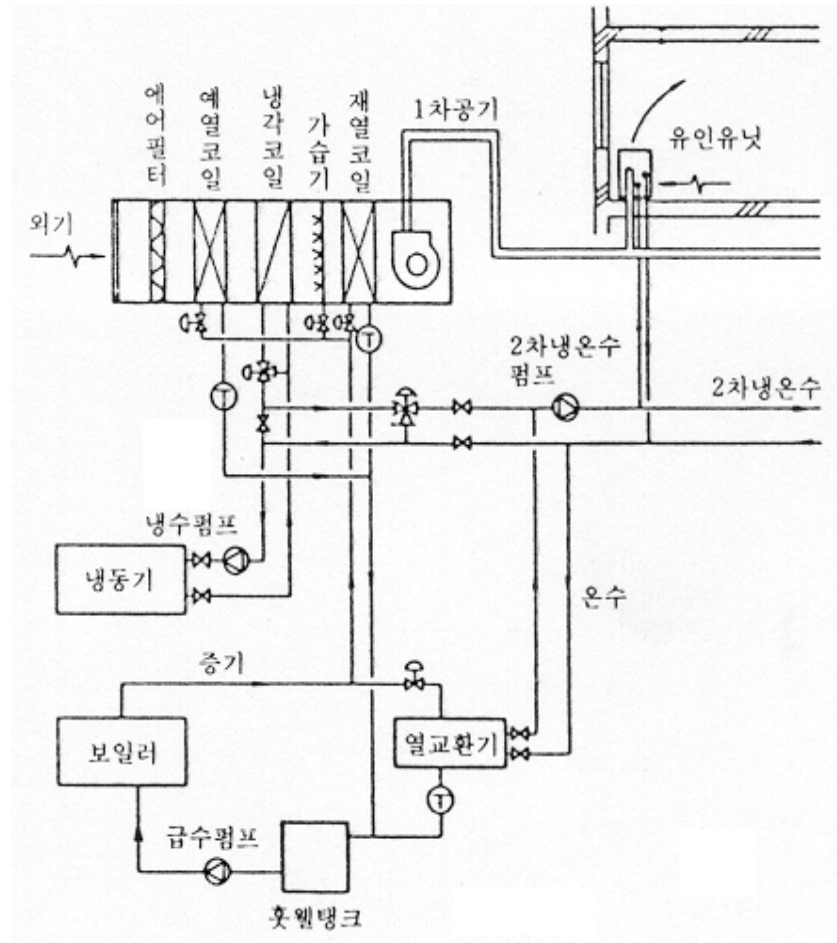


그림 18. 유인유닛 방식

⑥ 팬코일 유닛 방식(Fan-coil unit system : FCU)

이 방식은 물-공기 방식의 공조방식 중 가장 많이 사용되는 것이며, 송풍기·냉온수 코일 및 공기정화기 등을 내장시킨 유닛(FCU)을 아래 그림에 나타낸 바와 같이 실내에 설치하고, 냉수 또는 온수를 공급해서 내장된 코일 등의 작용으로 실내 공기를 냉각·가열해서 공조하는 방식이다.

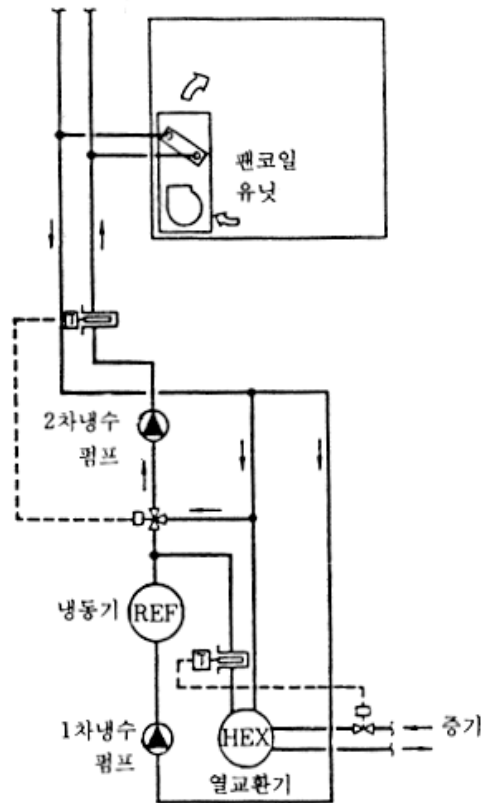


그림 19. 팬코일 유닛 방식

⑦ 복사냉난방 방식

이 방식은 파이프코일(혹은 패널)을 바닥이나 천장에 설치하여 냉수 또는 온수를 보내고, 이것과 병용한 중앙의 조화장치에서 조화된 공기를 덕트로 실내에 보내 냉난방하는 것이다. 즉, 통상의 공조방식과는 달리 복사냉난방 방식은 아래 그림에 나타낸 바와 같이, 건물의 바닥 또는 천장 속에 파이프를 매입해서 이것에 냉수 또는 온수를 보내 냉난방하는 방식이다. 냉방시에는 표면온도를 낮추어서 벽과 천장으로부터의 열이 실내 부하로 되는 것을 사전에 제거하는 것이므로, 천장·벽 등의 표면에 코일을

매설해서 냉각한다. 이 경우 냉수에 의해 벽면 및 천장의 표면온도가 낮기 때문에, 실내 공기의 노점온도가 높으면 표면에 결로가 생기게 된다. 따라서 패널 표면온도를 실내 노점온도보다 높게 해 둘 필요가 있다. 이와 같은 제습조작은 별도로 냉각·감습한 공기를 송풍하는 것에 의해 보충해야만 한다. 또한, 이 방식에서는 외기의 직접도입이 어려우므로 일반적으로 덕트방식과 병용하게 된다. 우리나라의 경우에는 주로 겨울만을 대상으로 한 바닥복사난방이 성행하고 있으며, 냉수에 의한 패널방식은 천장과 벽의 표면온도가 낮아서 실온분포는 균일하게 할 수 있지만 냉각면의 설치, 배관, 제어설비가 높게 되므로 사용하지 않는다.

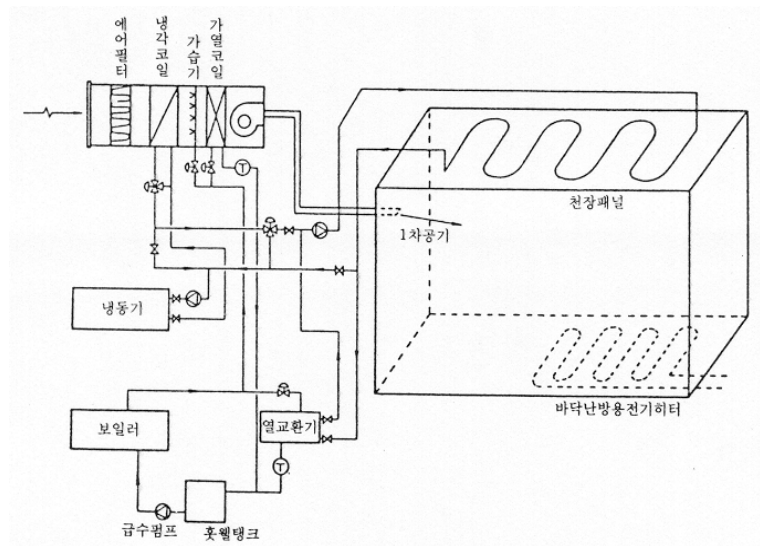


그림 20. 복사냉난방 방식

⑧ 패키지형 유닛 방식(package unit system)

이 방식은 송풍기, 가열코일(혹은 냉각코일), 공기여과기 및 냉동기 등을 내장한 공장제작의 공조기를 단독 또는 여러 개 설치하여 공조하는 방식이다. 즉, 이 방식은 중앙식에 쓰이는 것을 소형화해서 한 개의 유닛으로 한 것이지만, 공조장치에 필요한 것은 모두 포함하고 있는 일종의 개별식 공조방식이다. 응축방식에 따라 수냉식과 공랭식으로 나뉜다.

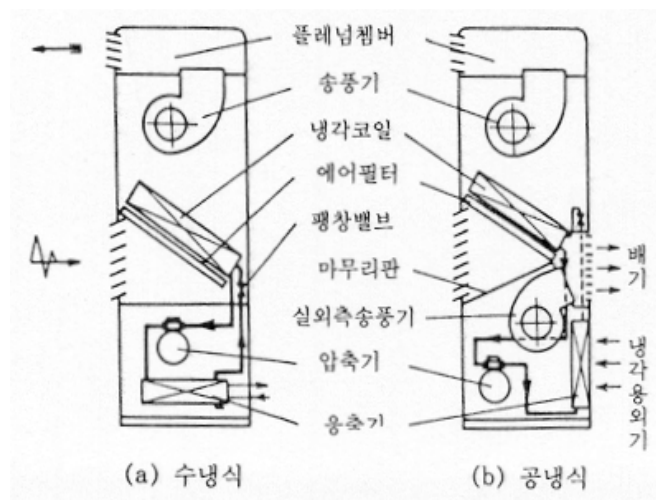


그림 21. 패키지형 유닛 방식

4. 공조시스템과 실내 오염 저감 방안

부적절한 공조시스템 관리에 의한 미생물 증식 등으로 인해 공조기를 가동하면 냄새가 난다는 경우를 많이 보게 된다. 특히, 주말에 가동하지 않은 공조기를 다시 가동하는 월요일 오전이나 비오는 날 공조기에서 냄새가 난다는 불만을 제기하는 경우가 많다. 또, 공조 급기 그릴에 분진이 많이 부착된 경우에는 필터에서 분진을 제거하지 못해 분진을 다량 함유한 공기가 급기 되고 있는 것은 아닌지 의심하는 경우도 많다.

공조기에서 냄새가 나거나 분진이 유입되는 경우는 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 외기 유입구로 부터 고농도의 오염물질 유입
- 외기 유입을 하지 않음으로 인해 실내에서 발생된 오염물질이 고농도로 정체되는 경우
- 필터, 덕트, 냉각 코일, 가습 장치 등의 청소 미비로 미생물 성장
- 부적절한 필터 선택 및 필터 청소와 교체를 하지 않아 필터 자체가 실내 오염원으로 작용

부적절한 공조 시스템 관리와 설계 불량 등으로 인해 실내 오염문제가 발생하는 것을 방지하기 위한 대책은 다음과 같다.

1) 외기 유입구 위치

외기를 유입하는 유입구 위치가 부적절하여 오염된 외기를 유입하여 실내 공기질을 오히려 악화시키는 경우가 있다. 그림 22는 모 자동차 공장 도장부스 옥상의 모습이다. 도장 건조라인에서 나오는 각종 오염물질을 배출시키는 팬 토출구에 공조기가 설치되어 있다. 여기에 설치된 공조기는 사무실과 연결된 것으로 사무실 직원들이 공조기에서 도장 악취가 너무 많이 난다는 불만을 토로해서 원인을 찾고 해결책을 제시한 사례이다.

공장 내에서 발생된 각종 오염물질이 배출되는 위치에 공조기 외기 유입구를 설치하였지만, 공조기 내부에서는 전처리 필터만 설치되어 있을 뿐 가스 및 악취를 제거할 수 있는 시스템이 설치되어 있지 않았다. 따라

서 이러한 경우에는 그림 23과 같이 공조기 유입구를 신선한 공기를 유입할 수 있는 위치로 옮기는 것이 최상의 대안이라고할 수 있다.



그림 22. 공조기 주변 상황

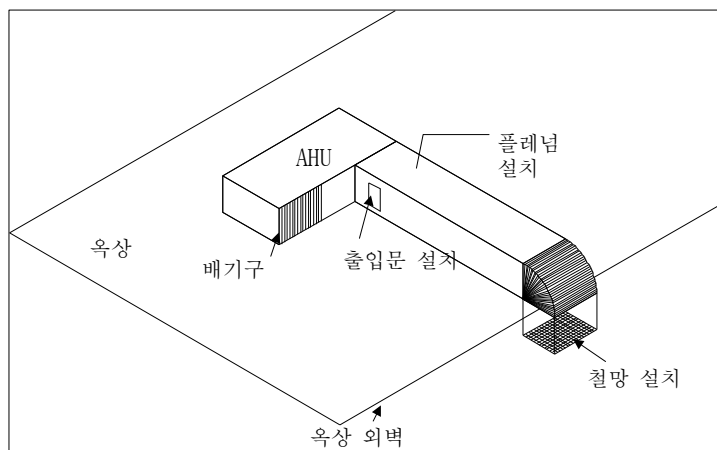


그림 23. 공조기 외기 유입을 위한 덕트 설치

공장뿐만 아니라 일반 사무실의 경우에도, 공조기 외기 유입구를 설치할 경우에는 보일러 배출구, 수냉식 열교환기, 도로변 주변을 피하고 최대한 오염물질이 유입될 가능성이 적은 곳으로 선택해야 한다.

특히, 수냉식 냉각탑의 관리가 부적절할 경우에는 수증기에는 레지오넬라균과 같은 미생물이 포함되어 증발되는데, 냉각탑 주변에 설치된 외기 유입구를 통해 수증기에 포함된 미생물이 실내로 유입될 가능성이 높다. 또, 수분의 농도가 높은 곳에 외기 유입구를 설치할 경우에 덕트 내부에 수분이 응축되어 미생물이 서식할 수 있는 환경을 조성할 수 있기 때문에 그에 대한 고려도 충분히 해 주어야 한다.

2) 취출구 및 배기구 위치

공기조화를 행하고 있는 실내에서 거주자의 쾌적감은 주위공기의 온도, 습도 및 기류에 의해 좌우된다. 일반적으로 인간의 거주역(居住域)인 바닥면에서 1.5~2m 정도의 높이의 범위에 있는 온습도 및 기류속도를 적절한 값으로 유지할 필요가 있다.

취출공기의 온도 또는 풍속은 실내공기의 그것과는 대단한 차이가 있으므로 취출공기는 거주구역에 도달하기 전에 실내공기를 유인하여 온도·습도 및 풍속이 다 같이 허용치에 달한 후에 거주구역에 흐르도록 해야 한다. 이것이 적당하지 않으면 드래프트를 느끼거나 공기의 정체감을 일으켜서 거주자가 대단한 불쾌감을 느끼게 된다. 즉 인체주위의 기류가 너무 빠르면 드래프트를 느끼게 되고, 기류가 너무 늦게 흐르면 체류감이 있어서 모두 불쾌감을 초래하게 된다. 드래프트에 있어서 특히 문제가 되는 것은 겨울철 창면을 따라서 생기는 냉기가 취출기류에 의하여 밀려 내려와서 바닥을 따라 거주구역으로 흘러들어오는 “콜드·드래프트”(Cold Draft)이다. 이를 방지하기 위하여 창대 또는 창 밑의 바닥면에 취출구를 설치하여 창면의 냉기를 실내 상부로 불어 올리는 방법이나 또는 방열기를 설치하여 밀려 내려온 냉기를 가열하는 방법 등이 채용된다.

이와 같이 난방 또는 공기조화의 목적으로 실내에 공급되는 공기는 그 온습도와 풍속을 적당하게 하여 재실자로부터 불쾌감을 주지 않도록 분배되어야 한다. 아울러 실내에 공기를 분배하는 목적은 위생적이고 신선한 공기를 보내서 재실자에게 쾌감을 주도록 하기 위함이므로, 취출구 및 흡입구의 위치를 적절히 배치하지 않으면 안 된다.

인체 주위에 흐르는 공기속도에 대하여 어느 정도가 좋다고 하는 명확한 값은 없지만, 일반적으로 0.1~0.2m/s가 알맞다고 한다. 그러나 기류속도에 따라 인체의 방열량도 달라지므로 이보다 약간 빠른 속도까지 허용된다고 생각해도 된다. 따라서 냉풍인 경우는 0.3m/s 이내, 온풍에서는 0.5m/s 이내 정도의 기류속도이면 된다.

① 취출구의 종류

취출구는 덕트로부터 실내로 공기를 취출하기 위해 쓰이는 기구이며, 취출 풍속과 취출 방향이 조절 가능한 것이 보통이다. 취출구의 설치위치는 천장이나 벽면이 많지만 창대나 바닥면에 설치하는 경우 또는 천장의 조명기구에 조합시키는 경우 등이 있다. 취출구의 종류는 기류의 방향과 형상에 의하여 그림 24와 같이 축류(軸流) 취출구와 복류(福流) 취출구로 대별된다.

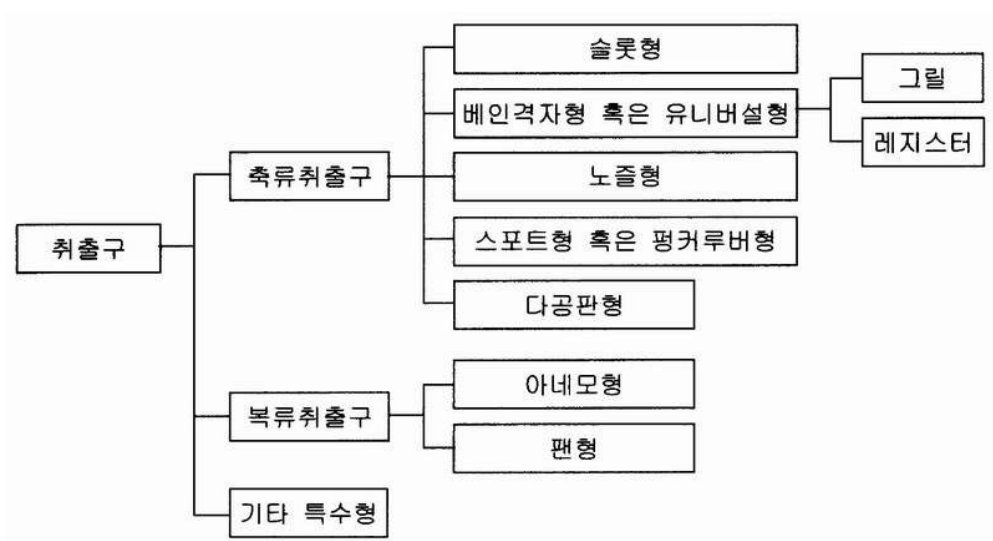


그림 24. 취출구 종류

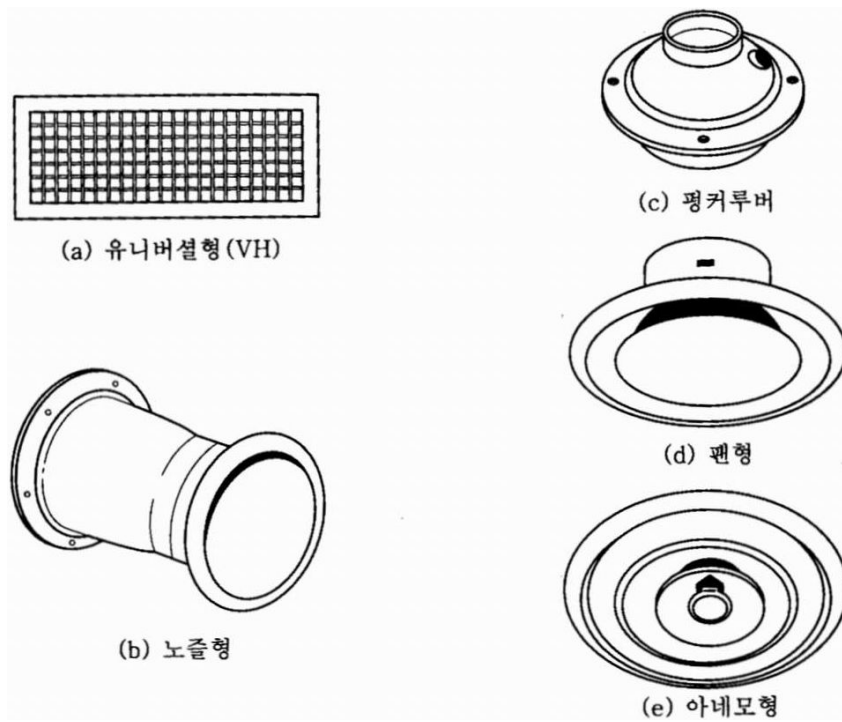


그림 25. 취출구 형상(출처 건축공기조화설비, 성안당)

한편, 취출구에서의 추출풍속은 빠른 편이 좋으나, 발생소음이 커지게 되므로 실의 사용목적에 따라 제약을 받는다. 일반적으로 쓰이는 취출구 풍속과 건물 종류와의 관계를 표 3에 나타내었다.

<표 3> 벽면설치 취출구의 허용 취출 풍속

실 의 용 도		허용 토출 풍 속[m/s]
방송국		1.5~2.5
주택, 아파트, 교회, 극장, 호텔, 고급사무실		2.5~3.75
개인사무실		4.0
영화관		5.0
일반사무실		5.0~6.25
상 점	2층 이상	7.0
	1층	10.0

② 흡입구의 종류

흡입구의 종류는 별로 많지 않은데, 일반적으로 편칭형 혹은 갤러리 등이 사용되고 있으며, 머시룸(Mushroom)형 흡입구를 설치하는 경우도 있다.

편칭형은 다공금속판(Punching Metal)을 사용한 것으로 큰 설치면적이 필요하다. 갤러리(Gallery)는 벽 또는 문에 설치하는 환기용으로 문 등에 붙일 때는 도어그릴(Door Grille)이라고 부르고, 외기취입구 등에서는 갤러리라고 부른 경우가 많다. 머시룸형은 극장 등의 큰 실내에서 좌석 밑에 설치하여 바닥 밑의 환기덕트에 연결하고 있으며, 기류의 침체를 방지하는 것으로서 방호용으로 덮개를 지닌 버섯 모양의 형상을 하고 있다.

흡입구의 설치 위치는 실내의 천장·벽면 등이 많으나, 출입문·벽면에 그릴 또는 언더컷(Under Cut)을 설치하여 여기에서 복도를 거쳐 흡입하는 경우도 있다.

③ 취출구와 흡입구의 배치

㉠ 취출구의 배치

공조부하가 평면적으로 균등하게 분포되어 있을 때는 취출구도 원칙적으로 균등 배치한다. 특히, 냉방시에는 저온 취출기류가 자중으로 내려앉으므로, 상층부 공간에서 충분히 확산된 후 거주역에 강하시키면 된다. 천장높이가 낮은 방에서는 유인비가 큰 취출구를 선정한다.

부하가 집중되어 있을 때는 취출기류를 그 근처에 불어내서 부하기류의 온도를 완화시킨다. 특히 난방시에는 외기에 면한 창에 부하가 있고, 그 부분에서 생긴 저온 공기를 취출기류로 교반함으로써 바닥 가까이 유입하는 공기온도를 높여서 상하온도차를 적게 할 수 있다. 그림 26은 각종 취출구의 일반적인 설치위치를 나타내고 있다.

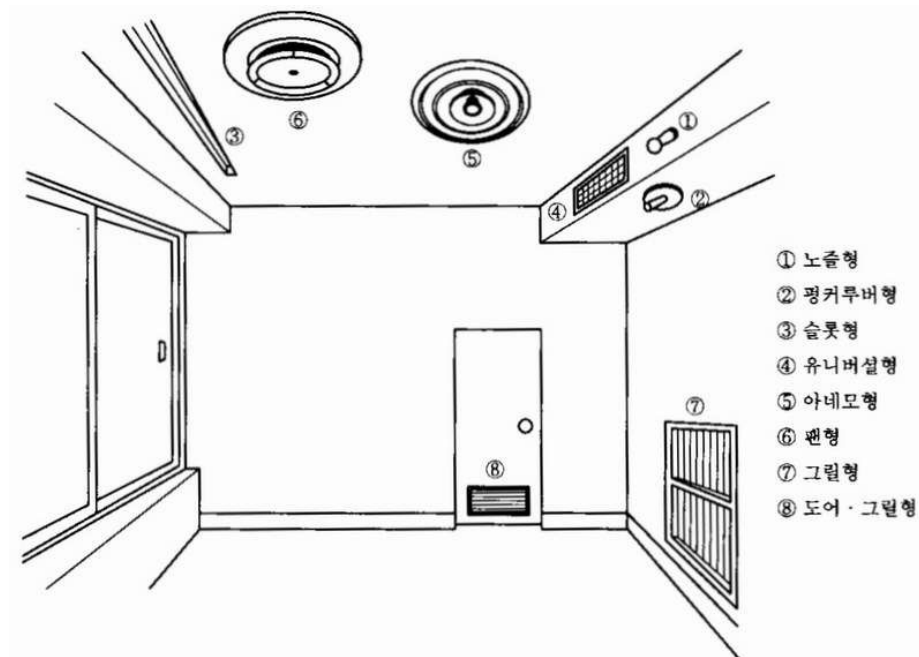


그림 26. 취출구와 그 설치위치(출처 건축공기조화설비, 성안당)

㉠ 흡입구의 배치

흡입기류는 취출기류만큼 공기분포에 영향을 미치지 않지만, 취출구와의 상대적인 위치관계에 의해 실내에 기류가 고르게 흐르도록 배치한다. 부하가 집중되어 있을 때는 부하에 의해 생긴 기류를 거주역에 분산하기 전에 회수하는 위치에 배치하면 실내열부하도 적게 되고 실내 공기 분포도 매우 양호해진다. 여름에는 창면 상부, 겨울에는 창면 하부가 이러한 점에서 바람직한 위치로 된다.

이 밖에 조명기구로부터의 발열이 큰 실에서는 천장면에 흡입구를 설치하여 배열을 하도록 한다. 마찬가지로 회의실 등과 같이 많은 사람이 모이는 장소나 담배를 심하게 피우는 실내에 있어서는 연기가 실내 상부에 모이기 때문에 천장면에 전용의 흡입구를 설치하는 경우가 있다. 머시룸형 등의 바닥에 설치하는 흡입구는 바닥에 있는 먼지 등을 함께 흡입하므로, 흡입공기를 환기로서 재이용하는 경우에는 이러한 흡입구 위치는 바람직하지 못하다.

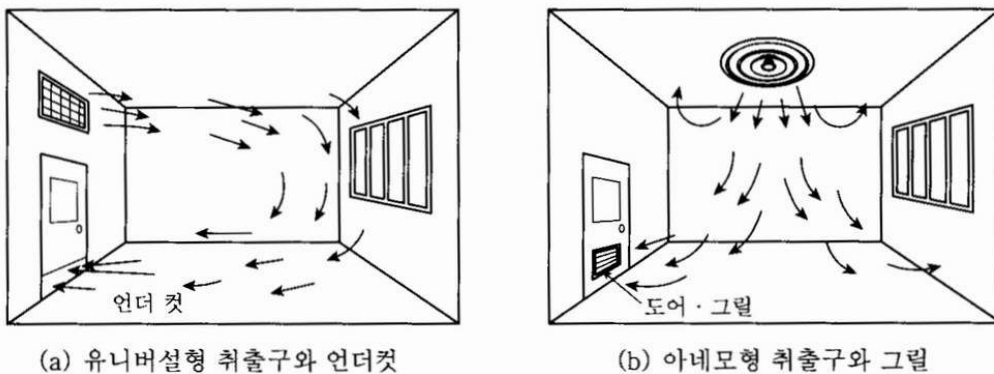


그림 27. 취출구와 흡입구의 상대위치(출처 건축공기조화설비, 성안당)

3) 필터 관리 방안

외기를 실내의 위생, 작업환경 유지, 기기의 보호 등 공조용의 목적으로 도입 또는 재순환하여 사용할 경우 그 공기를 정화시키기 위해 공기정화 필터가 사용된다. 필터는 사용 목적에 따라 수십 종류가 되지만, 일반적으로 사무실 환경에 적용되는 것은 에어필터(또는 전처리 필터)와 포켓필터 등이 많이 사용된다. 그림 28은 일반적인 에어필터의 모습으로 초기에는

하얀 색이지만, 장시간 사용 후 교체를 하지 않으면 그림 29와 같이 분진이 퇴적되어 짙은 색으로 변한다. 그림 30은 장시간 사용한 에어필터의 단면을 나타낸 것이다. 장시간 교체를 해주지 않으면 필터 전면에 분진이 침투하게 되고, 필터 후단으로 분진이 탈리되어 사무실로 재유입될 수 있기 때문에 그림 30의 오른쪽과 같이 필터 전체가 오염되기 전에 반드시 교체해 주어야 한다.

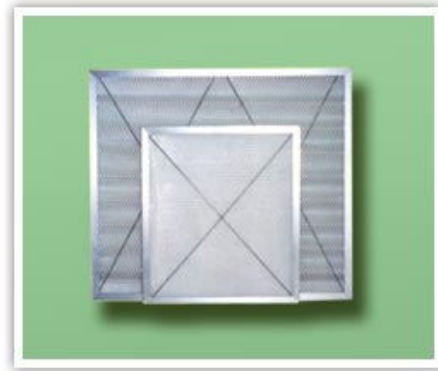


그림 28. 공조기에 사용되는 에어필터



그림 29. 장시간 사용한 에어필터 모습

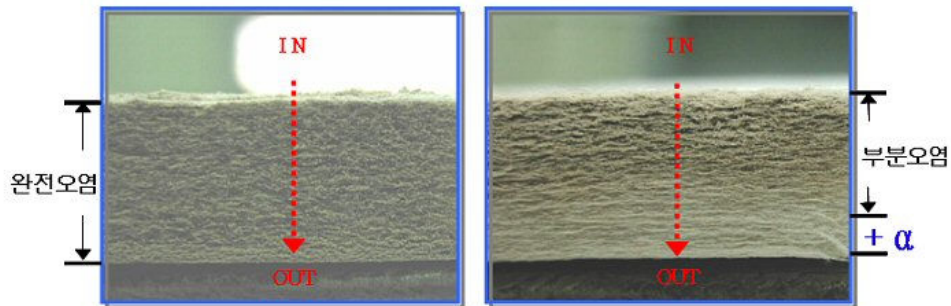


그림 30. 장시간 사용한 에어필터 단면 모습

그림 31은 일반적인 에어필터 보다 효율이 좋은 포켓형 필터 모습이다. 이 필터의 경우 필터 표면적이 넓어 에어필터 보다는 입자 제거 효율이 좋다.

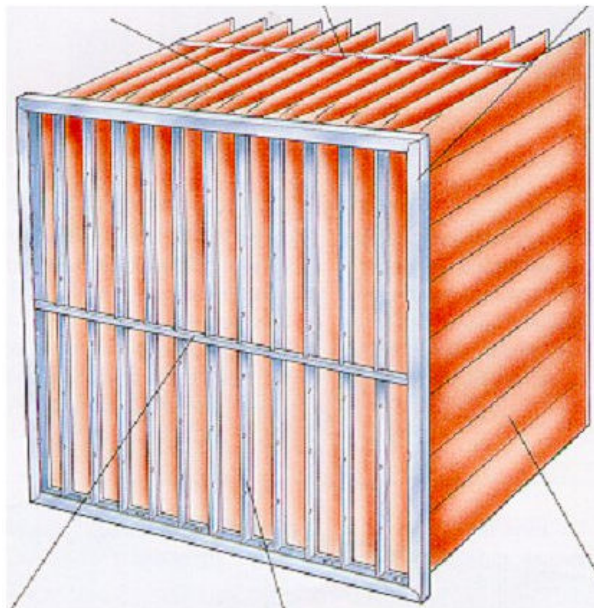


그림 31. 포켓형 필터 모습

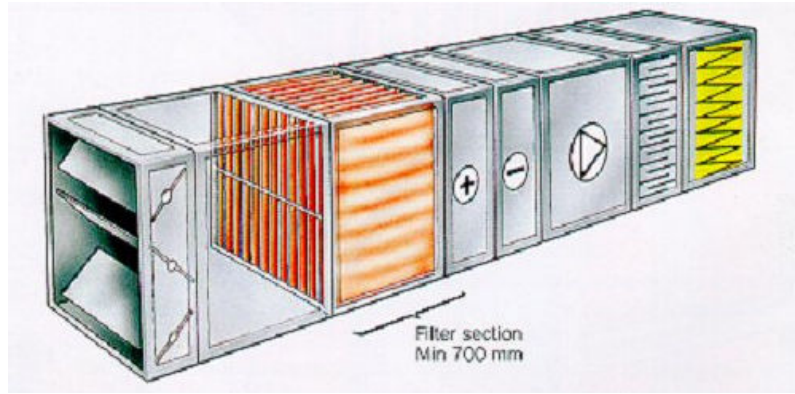


그림 32. 포켓형 필터 장착 모습

그림 33은 자동롤형 필터의 모습이다. 일반적인 고정식 필터는 분진이 퇴적되면 교체를 해주어야 하지만, 이 방법은 분진이 퇴적되어 차압이 일정정도 이상이 되면 모터가 작동하여 분진이 퇴적된 필터는 감기고, 새로운 필터로 자동 장착되는 형태이다. 이 방법은 필터 교체 주기를 길게 해 주고, 또, 분진이 다량 발생되는 곳에 설치된 공조기에서는 전처리용으로 사용되는 경우도 있다.



그림 33. 자동롤 필터 모습

기타 필터로는 정전기를 이용해서 분진을 제거하거나, 미세한 입자를 제거하기 위한 고효율 필터 등이 있지만, 사무실 환경에서는 잘 사용되지 않는다.

그림 34는 2단 필터 시스템을 적용하여 미생물이 실내로 유입되는 것을 방지하는 공조 시스템의 모습이다. 공조기 전단에 외기에서 유입된 분진을 제거하는 필터가 장착되어 있고, 열교환기 후단에 미생물 등을 제거할 수 있는 고효율 필터를 장착한 모습이다.

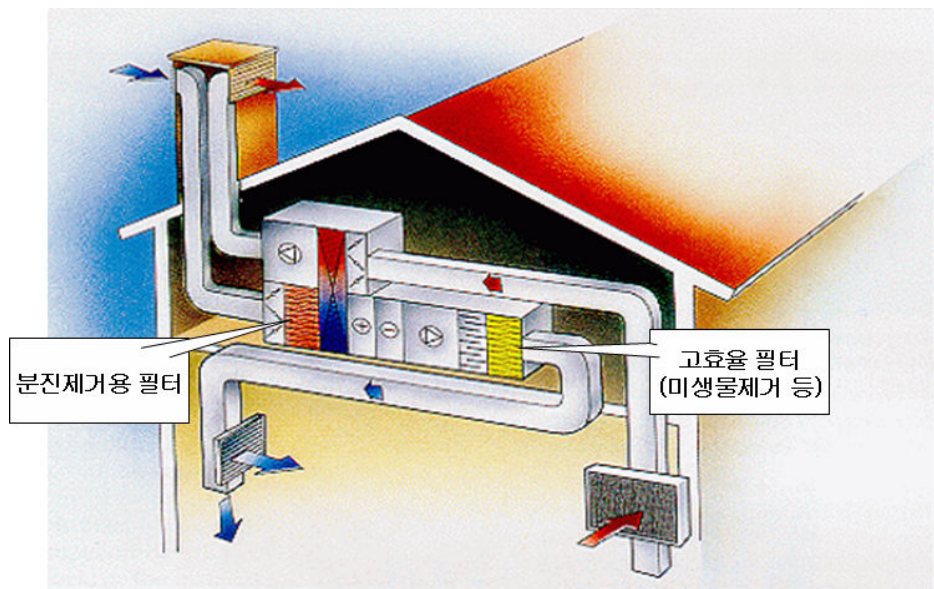


그림 34. 2단 필터 시스템

4) 기타 공조시스템의 악취 관리 방안

공조시스템에 의한 실내오염물질로는 가습장치, 필터 및 덕트 등에서 증식하는 미생물과 필터시스템 효율 저하에 의한 분진 재유입 등 다양하다. 이 장에서는 1998년부터 2000년 까지 AIRLESS라는 프로젝트 명으로 유럽의 12개 연구소 및 대학이 수행한 연구로써 공조시스템에서 발생하는 악취를 저감하기 위한 방안으로 공기필터, 덕트, 가습장치, 냉난방코일의 관리법에 대한 연구 결과를 정리하였다.

논문 출처 :

**Why, when and how do HVAC-systems pollute the indoor environment
and what to do about it? the European AIRLESS project**

Philomena M. Bluysen^{a,*}, Christian Cox^a, Olli Seppänen^b, Eduardo de Oliveira Fernandes^c,
Geo Clausen^d, Birgit Müller^e, Claude-Alain Roulet^f

Building and Environment 38 (2003) 209–225

① 필터 관리 방안

Design	Operation
Prevent filters from becoming a source of pollution - Select a low-polluting new filter. - Condition new filters before use: out-gas before the filter is placed in the system. - Use another filtering method like electrostatic filtering or apply a two or more phase filtering system. - Keep the filter dry (by proper outlay of air intake section, heating of supply air with pre-heater or heating filters for a certain period). - Minimize microorganisms for example with UV-radiation. - Avoid snow penetrating in the HVAC-system by proper outlay of air intake section. - Keep filter bags from lying on the bottom of the filter chamber when the - HVAC-unit is not in operation (preventing filters absorbing water due to eventual rain or snow penetration) Prevent outdoor air passing the filter - Make certain the filter frame and sealing seat have no leaks. - Prevent outdoor air impurities from passing the filter itself: proper choice of filter type.	- Change filter on time: depending on the situation, traffic and other loads once in 3.12 months, but in general every 6 months for high polluted areas (town) and 1 year for low-polluting areas (country side). - Check pollution effect regularly in sensory, chemical and biological terms. - Make certain the filter frame and sealing seat have no leaks

② 덕트 관리 방안

Design	Operation
Prevent ducts from becoming a source of pollution - Use duct material that does not require oil during the manufacturing process. - Use duct material that does not emit pollutants itself. - Interior surfaces shall be smooth. - Avoid sharp-edged curves, transition pieces or self-tapping screws in walls of ducts. Prevent dust accumulated during operation or debris from construction - Close end of ducts when not in operation (at construction site, during transport or in factory, and when installed when terminal units are still missing). - Keep accessories packed in closed boxes. - Package should be removed just before installation. - Check prior to the first operation, all parts in contact with the air flow for cleanliness and re-clean if necessary. - Install a filter system that cleans the air before it enters the duct. Prevent condensation points - Add insulation material to exterior of the duct. - Prevent condensation or water from humidifiers. Other recommendations - Limit flexible air ducts (difficult to clean). - Avoid sealant with high emission and do not attach tapes or tags. - Install a service opening for inspection and cleaning. - Install stiffeners and other fittings in such a way that deposits of dirt are prevented and cleaning can be carried out.	- Inspect and clean ducts if necessary, with regular intervals (at least once a year). - Inspect and clean ducts if necessary, with regular intervals (at least once a year). - Check filter system that provides clean air to duct, with regular intervals (inspect at least once a year). - Check location and service openings, especially in spaces with suspended ceilings. Very often service openings in ducts are useless, because there is no opening in the suspended ceiling or there are cables under the service opening.

③ 가습장치 관리 방안

Design	Operation
Prevent pollution from water, water tanks and devices/agents to disinfect, demineralise and/or desalinate the water - Remove oil residue before use of humidifier to prevent an oil film on water. - Take care using disinfecting material (in water for example) Use UV-handling of water. - Take care when using cartridges to prepare soft water, they can emit VOCs. - Install demineralisation device in disperser to keep the oscillator circuit board free from mineral precipitation for as long as possible Use a control system with which - Humidifier shall automatically shut down when the HVAC-system is shut down, to prevent humidifier from running dry. - New water is added when the water temperature exceeds 20.C (spray nozzle and evaporative humidifiers, ultrasonic humidifiers). Other recommendations - Do not use wetted plates of soft material as a humidifier (so-called evaporative system). - Prevent moisture from a steam humidifier: a steam humidifier not correctly installed or misconstructured can lead to condensation in ducts.	- In case there is an oil film on water surface: water must be drained and humidifier must be cleaned immediately. Use clean water every week. - Clean tank (not possible for steam: keep them dry=empty when not in use). Clean humidifier regularly: every 6 months (dry or wet). - Water must be changed in operation breaks or after 1-week of use. - Desalinisation must take place with an agent that does not smell. - Check operation of control system regularly.

④ 냉난방 코일 관리 방안

Design	Operation
Prevent water reservoirs and material of coils to become a source of pollution - Keep outlet of drain free at the lowest point of the drain pan (include angle). -Water/condense should not stay too long in reservoirs: change system design. - Remove oil before installation. - Prevent corrosion by selecting the proper material. - Do not place any adsorbing material behind cooling coil Prevent water droplets from being produced - Place a droplet catcher behind coil.	- Maintain on time: . Water collection reservoirs: remove water regularly, clean. . No visible growth of moulds on coil surface.

⑤ 열교환기 관리 방안

Design	Operation
- Select a wheel equipped with purging sector, and install it with the purging sector on the warm side of the wheel. - Supply and exhaust fans should be located and sized so that a positive pressure difference of about 200 Pa is achieved between supply and exhaust ducts at the wheel level. - Avoid hygroscopic wheels when contamination is an important concern. - Hygroscopic materials increase in most case the efficiency of the heat exchange. - However, odours and other contaminants are also better adsorbed on such surfaces. - If wheel is warped: change wheel or use modern seals made of thin plastic foils between two brushes. - Install filters in both ducts upwind the heat exchanger.	- If pressure on supply side is negative compared to exhaust side: change pressure hierarchy. - If the rotation of wheel is in the wrong direction: change to proper direction. The wheel should pass from exhaust to supply ducts in front of the purging sector. - Clean dirty wheels according to instruction of the manufacturer, with either compressed air or vacuum cleaner, or pressurized water. - Check that the wheel control stops the wheel when no heat can be recovered.

⑥ 일반적인 관리방안

Design	Operation
Prevent pollution from outdoor air coming in the system - Select appropriate filtering system. - Location of outdoor air intake nearby a pollution source: locate outdoor air intake at a clean site.	- Discontinuous outdoor air sources: Match operation strategy (close system at certain hours or use recirculation with an appropriate filtering system). - Continuous outdoor air sources: use an appropriate filtering system
Prevent pollution from recirculation - Install appropriate filtering system in exhaust part of the system. - Install possibility for switching of recirculation system at certain hours.	- Avoid recirculation if possible - Discontinuous indoor air sources: no recirculation at certain hours. Continuous outdoor air sources: use an appropriate filtering system
System settings/operation strategies - Room temperature 20°C ((lower air temp improves PAQ) (set-point has to be higher because of possible deviations (control system)). - Room humidity at 30.50% (lower RH improves PAQ, but lower than 30% might affect health negatively).	- Daytime-nighttime: start system before official business hours (eg. 1 h earlier); - Weekend off: start systems before official business hours. - Off during certain periods during the day: for example when no one is present (meeting rooms for example).

5. 공조시스템 청소

공조시스템 내부에 미생물 증식 및 필터를 통한 분진 유입 등의 문제를 해결하기 위해서는 공조시스템의 주기적인 청소 및 관리가 필요하다. 예전에는 공중위생법 제 27조 2에 의해 일정규모 이상이 되는 공조시스템의 경우에는 덕트를 주기적으로 청소하도록 하였지만, 현재는 규제 완화조치로 인해 현재는 그 법이 적용되지 않고 있다.

공조시스템의 가장 효율적인 관리 방법인 청소를 강제조항에서 건물주 임의로 시행하도록 하였기에, 현재는 거의 청소가 이루어지지 않고 있는 실정이다. 본 장에서는 공조시스템 청소 방법을 간략하게 정리하도록 하겠다. 본 장에 정리된 내용은

www.ductwash.com, www.nadca.com, www.serve-tech.co.kr

www.harriscarpetcleaning.com, www.collincreekservices.com 등을 참조하였다.

① 공조시스템 청소의 필요성

오랫동안 청소하지 않은 덕트 및 필터에 퇴적된 먼지에는 각종 박테리아 및 병원성 미생물 그리고 각종 중금속 등이 포함되어 있다. 이러한 오염물질을 청소하지 않고 방치할 경우 취출구를 통해 실내로 유입되어, 사무실환경을 악화시킬 수 있다. 그림 35는 덕트 및 필터의 청소전 상태와 청소 후 모습을 나타낸 것이다.



그림 35. 덕터 및 필터 청소 전후 모습

② 공조시스템 청소 방법

일반적인 공조 시스템 청소는 덕트 내부를 자유롭게 다니는 로봇을 이용하여 압축공기를 분사하거나 물을 이용하는 방법이 있다.

그림 36은 로봇에 상하로 움직이는 브러시를 부착하여 덕트내 분진을 청소하는 모습이고, 그림 37은 로봇에 압축공기 분사노즐을 부착하여 청소하는 모습을 나타낸 것이다.

덕트에서 탈리된 분진은 송풍기를 통해 덕트 외부로 배출되고, 고효율 집진에 의해 분진이 제거된다.

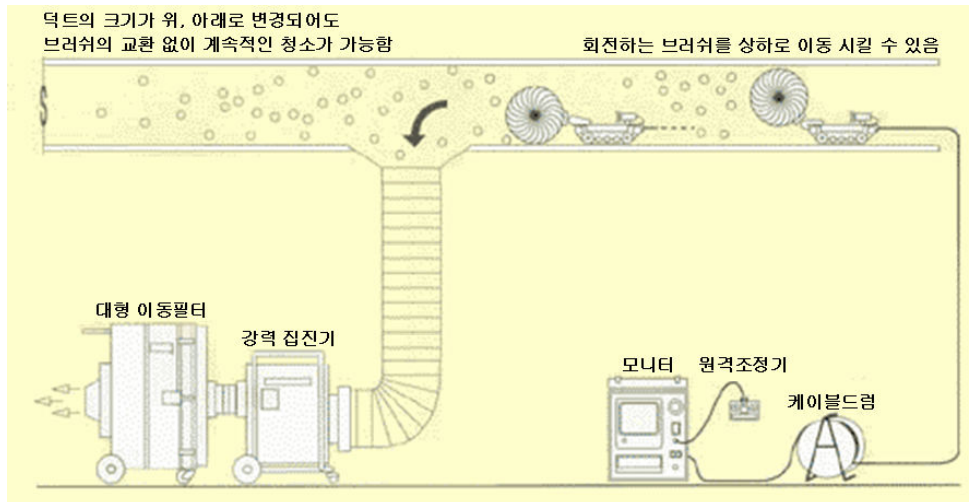


그림 36. 브러쉬를 이용한 청소 방법(출처 www.ductwash.com)

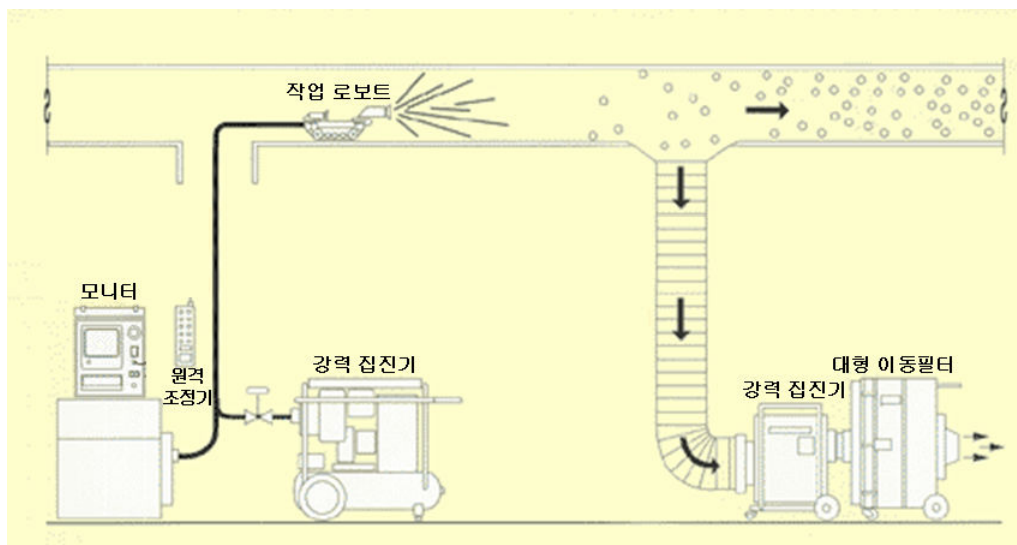


그림 37. 압축공기를 이용한 청소 방법(출처 www.ductwash.com)



그림 38. 각종 브러시 및 로봇 모습

6. 공조시스템 TAB

1) TAB의 개요

시험, 조정, 평가(Testing, Adjusting and Balance : TAB)기술이란, 공기조화설비의 에너지 반송매체인 공기와 물에 대하여 시공된 설비시설에 출입하는 양이나 질이 설계 값에 합당한가를 시험(testing)하고, 오차가 있는 경우 조정(adjusting)하여 최종적으로 설비계통을 평가(balancing)하는 분야로 공기조화설비의 성능과 품질확보, 기기의 수명 연장, 에너지 절약, 소음방지 및 실내 환경의 쾌적성 등을 추구하는 중요한 기술 분야이다.

2) TAB의 필요성

각종 건물 내에서 사용하는 공조에너지의 사용량이 다른 에너지의 사용량에 비하여 비중이 큰 데도 소홀이 취급함으로서 공조설비 시스템의 불안정 및 비효율적인 운전으로 인하여 경제적이고 쾌적한 실내환경을 유지할 수 없다. 따라서 TAB를 실시함으로서 공조설비의 효율증대 및 경제적 운전으로 에너지 낭비를 억제하고 쾌적한 실내환경을 유지할 수 있으며, 이에 의한 이점은 다음과 같다.

① 설비비 초기 투자비의 절감

신축 건물의 공사발주시 TAB용역을 초기단계에서부터 실시하면, 설계도서상의 오류와 시스템 및 기기용량을 확인하여 부적절한 설계 부분의 자료를 발주자에게 제공함으로서 정확한 장비 발주 및 시공비를 절감할 수 있다.

② 공사과정의 품질 향상

국내 건설 분야의 기술 수준은 많은 발전이 있어 왔으며, 선진국 이상으로 품질향상을 위해 건설 분야에 종사하는 많은 사람들이 노력하고 있다. 특히 설비부문의 TAB 기술자는 현장의 공정별 시공 상태를 점검하여 불합리한 부분을 개선하고, 향후 TAB작업 및 시스템운영에 합리적인 운전관리가 가능하도록 하여, 시공측면의 품질향상 효과를 얻을 수 있다.

③ 쾌적한 실내환경 조성

공조설비 시스템에 설치, 시공된 설비기기가 적정한 용량과 소음·진동 등의 상태가 설계자의 의도대로 시행되어 있는지, 또한 열원분배는 적절하게 밸런싱되어 있는지 확인하여 실내환경을 유지시켜 실내 거주자의 만족도를 높일 수 있다.

④ 불필요한 열손실 방지

공기조화설비의 열반송 매체인 공기와 물에 대한 이송량을 측정·조사하여 설계치와 비교·분석하고 누수, 누기의 요인을 점검하여 손실을 예방하고, 불필요한 열손실의 원인을 제거할 수 있다.

⑤ 운전비용 절감

실내의 온·습도 및 공기분포 상태를 균형 있게 유지시키기 위하여 설비기기를 과다하게 운전하는 현상을 TAB 과정을 통해 해결함으로써 관리비를 절감할 수 있다.

⑥ 공조설비의 수명연장

공조설비 기기의 과부하 운전 및 불안정한 운전을 TAB 과정을 통해 적정 상태로 운전 및 유지되어 진다면 공조설비 기기의 수명단축이나 개보수 등을 최소화할 수 있다.

⑦ 효율적인 시설관리

공조설비의 각종 시스템에 대하여 TAB를 실시하면 각각의 기기와 종합적인 시스템의 용량·효율·성능·작동상태 운전 및 유지관리에 필요한 사항에 대해 종합적인 자료를 작성함으로써 시설물의 유지 관리업무에 많은 도움과 경제적이고 합리적인 시설관리가 가능하게 된다.

3) 측정장비

TAB의 여러 가지 목표중 사무실 환경과 관계되는 것은 공조급기량과 공기 기류 평가가 있다. 공조 급기량은 유속 측정계로 측정을 하고, 공조 기류는 발연관등을 이용해서 측정하게 된다.

① 열선풍속계

열선 풍속계(heated wire anemometer)는 그림 39에 나타난 바와 같이, 가열된 물체 주위로 공기가 흐르고 있을 때 이 공기흐름에 의해 발생된 손실 열량이 공기의 유속과 관계가 있다는 원리를 이용한다. 시판되고 있는 열선풍속계는 두개의 센서가 결합되어 있다. 즉 유속과 온도 센서로 이루어져 있다. 유속센서는 일정한 온도로 작동되며, 센서의 온도는 주위 온도보다 25C정도 높게 조정된다. 유속센서 주위로 공기가 흐를 때 주어진 온도를 유지하기 위해서는 센서를 통과하는 전류량을 늘여야 한다. 이 전류량은 유속과 비례관계가 있으므로 전류량을 지시계기로 보내어 유속 눈금으로 된 계기판에 아날로그로 나타내던지 디지털로 나타낸다. 부가적으로, 변동하는 유속을 전기적으로 적분하여 평균유속을 나타낼 수도 있다.

유속센서는 매우 가늘기 때문에 사용시 주의를 요하며, 분진이 센서에 달라붙으면 센서의 민감도가 떨어지기 때문에 주의해야 한다. 분진이 많이 함유된 공기흐름에는 사용이 불가능하며, 세척제를 이용하여 주기적으로 센서를 세척해야 한다. 벨로미터와 마찬가지로 급기 및 배기 개구의 유속을 바로 측정할 수 있으며, 적절한 부속장치를 접속시키면 정압도 측정할 수 있다. 프로브(probe)의 직경이 작기 때문에 피토투브처럼 덕트내에 삽입하여 유속을 직접 측정할 수 있다. 축전지로 가동되기 때문에 사용 전에 축전지의 전압을 항상 점검해야 하고, 주기적인 보정을 해야 한다.



그림 39. 열선풍속계

② 풍량 측정 후드

풍향 측정 후드(flow measuring hood)는 디퓨저, 그릴 등 공기시스템의 말단장치에서 신뢰성 있는 풍량을 측정하게 되는데, 다른 측정 장비들보다 시판과 노력을 감소시킬 수 있으므로 가장 많이 사용된다. 측정단위는 단위시간당 풍량(CMH, m^3/hr) 또는 CFM(ft^3/min)으로 직접 읽으며, 후드는 사용처에 따라 끝부분을 디퓨저에 잘 맞도록 크기를 맞춰 조립하고, 누설을 막기 위해 주위의 부드러운 개스킷이 설치되어 있다. 공기시스템의 말단장치를 통과하는 공기속도가 측정 속도 범위를 초과하는 곳에는 사용할 수 없다. 최근의 디지털 타입 비는 메모리 기능도 가지고 있으며, 공기의 온도를 측정할 수도 있다.



그림 40. 풍량 측정 후드



그림 41. 풍량 측정 모습

참 고 문 헌

건축공기조화설비, 정광섭 외 7명, 성안당.2005.

공기조화핸드북, 신성Eng역, 한미, 2004.

TAB 이론과 실제, 김규생 외 5명, 지문당, 2004.

사무실 실내환경 현황 및 제도 개선, 한국산업위생학회 동계 학술대회 발표
집, 2005.

100만인 속 100만인의 공기조화, 금종수 외 2명 역, 태훈출판사, 2000.

Industrial ventilation manual 25th, ACGIH, 2004.

실내공기환경의 제어, 한화택, 공기조화냉동공조학회 제 24권 제2호
187-193, 1995.

www.ductwash.com

www.nadca.com

www.serve-tech.co.kr

www.harriscarpetcleaning.com

www.collincreekservices.com