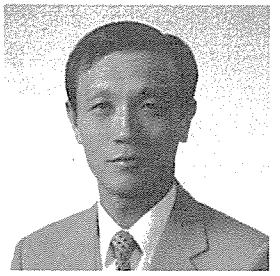
"쾌적한 居住·生産공간의 유지"

-공기조화기술의 發展과 利用展望



崔 相 弘
〈공기조화냉동공학회 會長〉

오늘날 일상생활을 영위함에 있어서 공기조화의 많은 혜택을 받고 있는 일반인들 뿐만 아니라, 공기조화기술에 직접 관여하고 있는 전문기술인들 조차도 "공기조화란 무엇인가?"라는 질문에 올바른 대답을 내놓기란 그리 쉬운 일은 아니다. 이것은 공기조화기술이 현대생활의 필요불가결한 요소로서 우리의 주변에 아주 밀착되어 있으며, 그 영역이 매우 광범위하여 그 개념을 간단하게 표현하기란 그리 쉽지 않기 때문일 것이다.

인간은 어떤 공간에서 살아 움직이는 유기체이며 또한 그 공간의 환경상태에 지배적인 영향을 받는 존재이다. 인간이 환경에 순응하는 방법에는 크게 두가지가 있는데, 하나는 환경조건에 최대한으로 적응하여 同化되는 親自然에의 방향이고, 또 하나는 주어진 조건을 인간의 지혜로 극복하여 환경을 재창조·조화시켜 나가는 기술적인 접근방법이다.

〈도-1〉은 後者의 입장에서 본 광의의 환경공학과 설비공학 및 건축설비와의 관계 및 공기조화기술의 위치를 圖示한 것으로 환경, 건축, 에너지 정보를 통괄하는 사회시스템 공학으로서의 体系를 나타낸 것이다.

◇쾌적한 거주공간의 유지

人体는 일종의 에너지변환 기관이다. 사람은 물질(식품)을 섭취하여 활동에 필요한 힘과 열을 방출하고 에너지의 일부를 축적하거나 저장된 에너지를 소비 하기도 한다. 이러한 인체의 대사작용(에너지 변환) 과정에서 열이 발생하는데 이 体熱이 원활하게 발산, 제거 되어야만 인체는 활동을 계속할 수 있다. 공기조화는 본질적으로 이러한 인간의 활동에 필요한 온열환경을 조성하는 응용기술이며, 기술적으로는 『공기의 온도, 습도, 청정도, 기류 등을 목적하는 상태로 조정하기 위해 공기를 가열, 냉각, 가습, 감습, 정화, 순환시키는 일련의 과정』이라고 정의된다. 보다 엄밀하게 말하면 위의 모든 과정을 동시에 그리고 연속적으로 시행하는 것

이며 이렇게 함으로써 인간의 거주공간을 쾌적하게 유지할 수 있는 것이다.

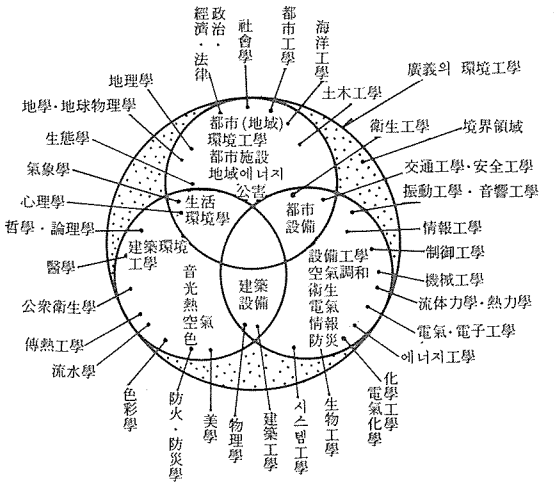
공기조화설비 시스템은 건축물의 용도나 형상, 규모 및 산업용의 각종시설의 특성에 따라 최근에는 아주 복잡 다양하게 발전하고 있다. 특히 경제발전에 따른 생활수준의 향상, 첨단산업의 胎動에 의한 엄밀한 작업환경의 요구 증가들은 주목할만한 현상이다.

◇自然力 이용한 傳統住居양식

주택은 인간의 거주환경으로서 가장 큰 비중을 차지 하고 있으며, 이에 따라 주택설비로서의 공조기기의 역할도 매우 중요하다 할 것이다

우리나라의 전통적인 주거양식은 自然力을 최대한 이용하도록 가옥의 입지, 구조, 의복 생활도구 등을 적절하게 고려함으로써 건축재료의 축열성을 극대로 이용한「온돌」이라는 독특한 난방방식과 창호지에 의한 습도조절, 대청마루와 삼베·모시옷으로 연결되는 자연통풍메카니즘 등 가장 경제적인 공조시스템을 완성하였다. 반면에, 현대 산업사회에서의 도시주택은 건축환경상의 모든 여건이 매우 불리하여 설비적 수단에 의하지 않고는 쾌적한 거주환경을 확보할

〈도－1〉 環境工學의 영역과 空調설비



수 없게 되었다. 그러나 아직 우리의 경제수준은 대부분의 가정이 난방연료로 저급연료인 '무연탄'에 의존하고 있고, 대규모 아파트에서 조차도 난방비 부담 때문에 간헐난방을 실시하고 있으며, 주택에서의 냉방보급은 이제 겨우 시작하고 있는 실정이다. 앞으로 우리의 경제수준이 발전하고 소득이 향상됨에 따라 주택용 공조기기로는 창문형 룸·에어컨과 함께 분리형 멀티에어컨 등의 확대보급이 기대된다.

우리나라 공조산업의 진보발전은 산업화·도시화에 따른 상업용·공공용 건축물의 증가와 함께 건축설비로서의 보급이 주류를 이루어 왔다.

건축 설비로서의 공조시스템은 그 본질상 건축적 요소에 지배적인 영향을 받으며 특히 건축물의 종류(사무소, 병원, 호텔, 백화점, 전시·공연장, 체육관, 연구시설 등)에 따라 그 특성이 다르지만 최적시스템으로서의 우수한 기능을 발휘하기 위해서는 환경·에너지절약·경제성의 세가지 기본요소간에 적정한 균형을 갖추어야 한다.

◇건축적 요소가 지배적 영향처

예를 들어 에너지절약을 극단적으로 추구하다보면 비용면에서 불리하게 되고, 결국은 자원절약이라는 관점에서도 바람직하지 못하다. 또한 환경의 質이라는 제약조건에 있어서 이를 너무 엄격히 고수하면 에너지와 비용의 낭비를 초래하게 된다. 따라서 이들을 적절히 조화시켜 가장 높은 비용효과(Cost Performance)를 얻도록 하여야 할 것이다. 최근에는 이러한 관점에서 건축물과 설비를 하나의 시스템으로 하여 動的 熱特性을 파악 하려는 움직임이 두드러지고 있다. 또한 건축물의 대형화·고층화, 건축환경의 고급화, 高度의 에너지절약성능, 건축공법의 Module화·Prefab화 경향, Intelligent화 빌딩의 등장 등과 관련한 설비의 품질개선과 신뢰성 향상이 요구되고 있으며 공조설비에 있어서도 고유기술향상, 타 기술과의 적극적인 융합

모색등 여러가지 해결과제가 가로놓여 있다.

산업용 공조설비에는 일반공장의 냉·난방설비, 제조공정에서 발생하는 유해가스를 배출하기 위한 환기설비, 고온작업장에서의 국부냉방(Spot Cooling)뿐만 아니라, 정밀측정실·컴퓨터실 등의 항온항습시설, 반도체공장의 산업용 Clean Room, 제약·식품공장 등의 Bioclean Room, 식물재배공장·종합환경시험실 등의 인공기상조절실 등이 이에 속한다.

산업용공조설비는 제품의 생산성향상을 제1의 목적으로 하고 있으나, 최근 첨단산업의 등장으로 제품의 제조환경 자체가 고급화되어 공조설비가 생산시설에 필수적인 요소로 되는 경향이 많아졌다.

◇제조환경의 고급화 추세

따라서 공조설비의 에너지비용이 제품의 원가구성에 큰 비중을 차지하게 되었고 설비시스템의 성능이 곧 제품의 경쟁력과 직결되기 때문에 이에 대한 관심과 중요성이 한층 고조되고 있다. 더구나 우리나라는 2천년대를 겨냥한 정부의 공업발전구상에 있어 반도체·유전자공학·항공우주산업 등 초정밀산업에 집중투자계획을 갖고 있어서 이와 관련한 고도의 공조설비 기술의 개발이 절대적으로 요구되고 있다.

교통기관 및 시설과 관련한 공조설비의 응용으로는 승용차·버스등의 카·쿨러(Car Cooler), 철도차량의 냉방장치, 선박용 에어컨, 항공기의 공조장치외에 지하철역의 냉·난방설비, 터널의 환기시설 등이 있다. 우리 나라의 승용차 보급율은 아직 선진국에 비하면 저조한 수준이나, 점차 그 보급이 활발해지고 있고 국민생활수준의 향상과 함께 카·쿨러, 철도차량의 냉방장치의 수요가 증대할 것이며, 지하철망의 구축에 따른 관련시설의 공조·환기설비도 점차 늘어날 전망이다.

또한 우리의 조선건조능력은 세계최상위그룹으로 선박용공조장치의 수요잠재력도 크다. 그러므로 관련제품의 국산화율을 높이고 기술개발과 품질향상을 기한다면 그 전망도 매우 밝은 편이다.

◇공조시스템의 기술동향

前述한 바와 같이 공조시스템의 중요한 평가항목인 환경·에너지성능·경제성의 세가지 요소 중에서 세계적으로 주요 과제로 부각되었던 1960년대의 환경보존기술과 1970년대의 에너지절약 기술의 보급은 공조기술의 발달에 커다란 계기가 되었으며 최근에는 이들 두 기술의 조화를 위한 소프트기술의 진전에 관심이 집중되고 있다. 또한 공조산업의 시장환경변화로는,

① 가격경쟁의 격화와 機器를 포함한 시스템 전체의 초기비용低減壓力 증가

② 보건환경수준의 고급화 요구

③ 거주자의 다양한 요구에 따른 공조시스템의 非中央化·개별화 경향

④ 청정에너지로서의 가스연료 이용확대

⑤ 에너지절약기술의 확대

⑥ 컴퓨터에 의한 공조시스템의 연간 에너지 Simulation 기술의 보급과 부분 負荷시의 경제성을 중시하는 설계기술의 발전

⑦ 신소재·신기술의 적용과 타 기술영역과의 결합보완 시도 등으로 요약될 수 있을 것이다. 다음에 이러한 기술동향의 대강을 소개하기로 한다.

(1) 집단에너지 공급시설

열수요가 집중되어 있는 도시·지역규모를 대상으로 하는 집단에너지공급시설은 지역냉난방, 열병합발전, 토탈에너지시스템 등 에너지 자원의 효율적 이용을 추구하는 시스템으로 열 효율의 향상에 의한 에너지가격의 절감과 열발생플랜트의 집중화에 따르는 환경개선이라는 장점을 가지고 있다. 지역냉난방의 열발생설비는 크게 열전용플랜트방식과 열병합 발전방식의 두가지로 나눌 수 있는데 열병합발전방식은 에너지이용효율이 높기 때문에 이에 대한 연구가 활발하다. 또한 열전용플랜트방식에서도 열효율과 경

제성을 높이기 위한 방법으로 지역내 쓰레기소각열의 이용, 축열시스템 및 히트펌프의 채용이 연구되고 있으며, 대형건물의 단독 시스템으로 가스터빈 또는 디젤엔진에 의한 發電과 그 排熱을 냉난방열원으로 이용하는 토탈에너지시스템에 대한 시도도 꽤 활발하게 진행되고 있다.

(2) 히트펌프(Heat Pump)의 이용

히트펌프는 에너지절약효과 외에도 排熱이나 廢가스가 발생하지 않고 자연열·건물배열 등을 효과적으로 회수이용할 수 있는 등 환경보존효과가 있고 또한 축열조와 결합 사용함으로써 전력의 효율적 이용과 전력설비의 가동율 향상으로 인한 전력원가의 절감 및 안정 효과를 얻을 수 있다. 현재 주택 및 건물의 냉난방에 이용되고 있는 히트펌프로서는 공기 및 水熱源방식의 전력구동 압축식히트펌프가 주종을 이루고 있으나, 앞으로 시스템의 개선을 위한 보완과 성적계수향상을 위한 여러가지 고려가 필요한다. 이에 따라 태양열이용, 地熱 및 지하수열원의 개발, 도시배열의 효과적 이용방법, 축열시스템의 기술향상 등의 기술개발이 활발하게 추진되고 있으며, 산업용히트펌프의 이용확대와 함께 가스엔진 구동식 히트펌프, 가스흡수식 히트펌프, 프론터빈 히트펌프, 축열을 겸한 화학식 히트펌프 등이 개발되고 있으며, 시스템의 효율향상, 작동조건의 확대를 목표로 한 새로운 냉매의 연구, 새로운 사이클, 구동방식의 연구등도 활발하다.

(3) 축열시스템기술

축열조이용의 본래 목적은 냉동기 등 열원장비의 용량삭감과 운전효율상승에 의한 에너지비용의 절감이었으나, 近年 전력사정의 변화에 기인한 또 다른 관점에서 축열시스템의 중요성이 재인식되고 있다. 이것은 여름철에 주야간의 전력수요의 격차가 심화되고 있는 추세이고, 발전설비는 조정운전이 쉬운 수력발전 보다도 정격부하운전에 적합한 화력발전이나 원자력발전의 비율이 훨씬 높기 때문에 급격한 부하변동에 추종하기 곤란하게 되어 발전설비의 가동 효율이 떨어지고 전력수급계획에 많은 지장을 초래하였기 때문이다. 따라서 계절별·시간대별 전력부하의 평준화를 위해 전력회사도 심야전력요금 할인제도를 확대적용하여 축열시스템·히트펌프 방식 등을 적극 보급해야 할 필요성이 높아지고 있다.

축열시스템은 냉수축열과 온수축열의 두가지로 나눌 수 있는데, 온수축열은 난방 시스템에 있어서 熱的쿠션탱크 정도로 이용되며 그 의미는 별로 크지 않다. 냉방용축열시스템으로는 냉수축열이 일반적이나, 현열에 의한 축열방식이므로 축열조의 용적이 크고 효율이 낮으며 공사비용이 많이 들고 방열손실, 개방회로에 따르는 동력손실, 배관부식 등 많은 문제점이 있다. 이에 반하여 최근 잠열축열을 이용하는 하나의 방법으로서 氷축열에 대한 관심과 시도가 새로운 각광을 받고 있다. 氷축열방식은 냉수 축열에 비해 설계·시공·취급이 다소 복잡하나, 축열조의 용적이 크게 줄어들고, 밀폐회로의 채용에 따라 동력손실 및 배관부식문제를 해결할 수 있으며 종합적인 에너지효율이 높고 공사비용도 훨씬 줄어들기 때문에 향후 급속한 보급이 예상된다. 또 신소재기술의 발달에 따라 잠열축열재로서 우수한 物性을 가지는 PCM(Phase Change Materials)도 개발되어 실용화 단계에 있다.

(4) 가스에너지의 공급확대

가스연료의 특성은 종합열효율이 높고, 無公害·Clean Energy이며, 원료가 다양하고 代替性이 풍부하여 공급에 안정을 기할 수 있는 등 여러가지 장점이 있으나, 가격이 비싸고 안전관리에 세심한 배려를 필요로 한다는 단점이 있다. 이제까지 도시가스의 공급은 주로 취사용연료에 국한되어 왔으나 근래에 들어서 도시구조의 현대화에 적합한 고급에너지로서 가스연료의 공급확대가 주목을 끌고 있다. 이러한 도시가스에 의한 냉난방의 보급은 전력의 여름철 피크현상을 완화시키고 전력·가스공급설비의 효율적 운

용에 크게 기여할 수 있으므로 국가전체의 에너지 수급정책에 유리한 영향을 미칠 것으로 기대되며 앞으로 LNG를 주체로 한 도시가스의 공급이 실현되면 가격도 다소 낮아질 것으로 전망된다.

(5) 회전수제어기술의 응용

종래의 설비시스템은 定回轉數로 운전하는 것이 일반적이었고 부분부하시에는 댐퍼 밸브 등으로 흡입량이나 토출량을 제어하여 대처하는 방식이 보편적이었다. 그러나 공조시스템에서 변풍량방식(VAV), 변유량방식(VWV) 등의 우수성이 확인되면서 이러한 시스템에 사용되는 송풍기·펌프등 각종 회전기기의 용량조정 및 부분부하효율을 개선하기 위한 회전수제어기술의 응용에 대한 요구가 급증하고 있다. 이러한 경향은 공조설비 뿐만 아니라 모든 산업분야에 걸쳐 공통적인 현상이다. 회전수제어의 여러가지 방법중 가장 성능이 우수한 것으로는 Inverter에 의한 VVVF 방식이 있으나 가격이 비싼 단점이 있다. 공조시스템에서의 회전수제어 응용으로는 VAV, VWV시스템의 송풍기 및 펌프제어, 외기도입 및 환기량제어, 에어컨·히트펌프 등의 압축기용량제어, 보일러설비의 O_2 Trimming제어, 냉각탑의 송풍기제어 등을 들 수 있으며 앞으로 반도체기술의 향상과 함께 그 응용범위도 급속히 증가할 것으로 예측된다.

(6) 직접디지탈 제어기술(DDC)

감시제어계에 있어서도 최근 設備系의 질적 향상요구와 에너지관리기능의 중요성이 인식되면서 컴퓨터의 도입이 필수적인 경향으로 되어가고 있다. 컴퓨터를 이용한 감시제어설비의 구성은 크게 중앙집중형과 분산형의 두가지로 나눌 수 있는데, 이제까지의 감시제어시스템은 미니컴퓨터를 이용한 중앙 집중형의 것이 대부분으로 감시제어의 목적을 달성하기 위한 유효한 수단이기는 하나, 관리성능·신뢰성·제어성능에 몇가지 문제점이 있었다. 이러한 사정과 마이크로컴퓨터 관련기술의 발전을 배경으로 최근에는 기능분산형의 DDC(Direct Digital Control)방식의 감시제어시스템이 새로운 경향으로 등장하고 있는데, 개념적으로는 분산배치된 Intelligent Controller와 관리용의 Man-Machine Interface 장치로 구성되고 이들은 서로 필요한 정보를 교환하며 각 요소간의 역할은 프로그램으로 설정되는 것이다. 또한 에너지 관리의 필요성이 높아지면서 에너지계측시스템의 보급이 증가되고 있으며 향후 센서기술의 발전에 따라 디지탈 계측제어기술이 주류를 이루게 될 것으로 예상된다.

(7) 에너지 분석을 위한 컴퓨터 시뮬레이션 기술의 응용

건축이나 설비의 에너지 절약을 위해서는 계획의 초기단계에서부터 에너지소비를 고려한 설계를 진행시킬 필요가 있고 이를 위해 건축물의 熱的性能, 공조시스템의 소비에너지, 기기가동상황, 경우에 따라서는 실내온습도조건 등을 정확히 파악할 필요가 있다. 이러한 시스템·시뮬레이션기술의 응용은 건물의 공조에 필요한 에너지소비량, 각종기기의 운전상황, 실내 환경의 변화, 운전비 및 경상비용 등을 정확히 예측함으로써 공조시스템의 사전평가를 가능하게 하고 시스템기기의 최적용량 선정, 자동제어 및 운전스케듈의 선택 등 효과적인 에너지 절약 방법의 탐색에 크게 기여하고 있다.

위에서 살펴본 것 이외에도 공조 설비에서의 중요한 동향으로는 傳熱촉진기술의 개발, 공조기기와 시스템의 개별화·모듈화 경향, 환경개선을 위한 설비개수요구의 증가(Retrofit, Renovation), 태양열 이용기술의 개발, 공사품질관리의 요구와 Prefab화 등을 들 수 있다. 또한 新素材·新技術의 개발, 他기술과의 결합에 의한 새로운 기술영역의 확대 등 급변하고 있는 기술환경에 대처하여 관련기술인 모두가 연구와 기술개발에 대한 노력을 아끼지 말아야 할 것이라 생각된다.

-힘찬도약! 굳건한단결! 영원한전진!-