



멀티에어컨의 기술 동향



박 윤 철

제주대학교 기계공학과 조교수
ycpark@cheju.ac.kr

약력 : 고려대학교 기계공학과 졸업
고려대학교 대학원 공학박사

University of Illinois at Urbana-Champaign PostDoc.
삼성전자(주) 시스템가전사업부 책임연구원

1. 서론

인간의 주거공간수준이 향상되고 쾌적한 환경에 대한 요구가 증가되는 시점에서 건물이 대형화·복합화 되는 추세에 따라서 대형 냉난방설비의 사용이 증가하고 있다. 대형 건물의 공조방식도 건물 전체를 하나의 공간으로 간주하여 공조를 하던 기존의 중앙공조방식에서 각각의 실마다 하나의 에어컨을 가동하는 개별공조 방식으로 변화하고 있다. 최근에는 중앙공조방식과 같이 기계실에 실외기가 존재하며 하나의 실외기로 다수개의 실내기가 운전될 수 있는 개별공조의 개념을 도입한 멀티에어컨의 시장이 점차 증가하고 있는 실정이다.

멀티공조시스템의 중앙공조와 같이 집중화된 설비를 사용하는 장점과 부하에 따라서 임의로 시스템을 제어할 수 있는 개별공조의 개념을 접목시킨 복합시스템이라 할 수 있다. 이러한 방식은 쾌적 냉난방 개념이 각각 다른 개인들의 취향을 추종할 수 있는 시스템이며, 또한 일률적인 부하적용을 탈피하여 각각의 공간에 적합한 최적공조가 가능하여 부하의 과부족을 해소하고 에너지

절약에 기여 할 수 있는 기술이다.

멀티에어컨은 Fig. 1에 나타난 바와 같이 별도의 기계실이나 환코일유닛(FCU) 또는 에어핸들링유닛(AHU) 없이도 냉매배관을 이용하여 각 실별로 설치된 실내기에 냉매를 공급하여 각실별로 공간공조를 하는 방식이다. 기존의 중앙공조 방식에서는 몇몇 세대의 공조를 위해서라도 중앙공조설비가 가동되어야 하므로 각 세대당 냉각탑 및 펌프 등에 소비되는 전력에 대한 기본요금이 발생하나, 멀티에어컨은 사용량에 따라 동력비가 산정되는 개별공조방식이며, 고효율의 부분부하 운전제어를 통하여 부하변동에 대한 에너지 절약을 도모할 수 있는 시스템이다.

멀티에어컨은 중앙공조방식에서 발생하는 설치상의 어려움과 기능상의 단조로움에서 탈피하고, 개별에어컨에 있어서 여러 대의 실외기를 설치해야 하는 난점을 극복하여 건물 당 실외기 설치면적을 감소시켜 공간상 잇점을 가지며, 자신만의 생활공간에 대한 개별·분산 공조의 요구에 부합하는 시스템이라고 할 수 있겠다.

최근의 멀티에어컨은 실내기를 건축공간에 매립하는 매립형(built-in) 제품과 실내기를 다수

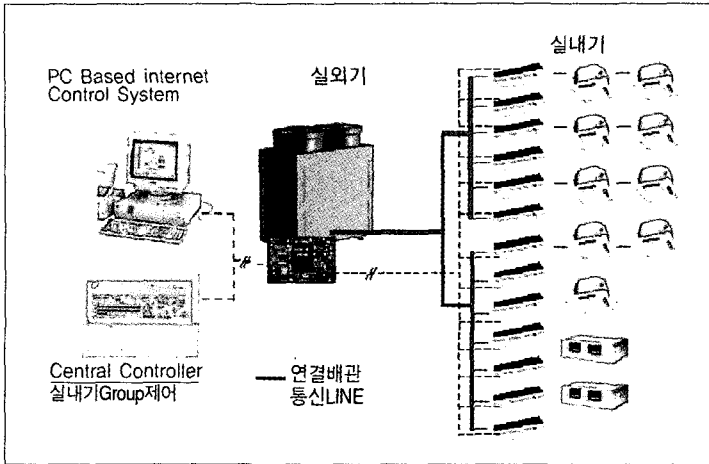


Fig. 1 Structure of the multi air conditioning system.

로 설치하여 국지제어(zone control)가 가능한 프리멀티제품의 보급이 확대되고 있는 상황이며, 건축물의 대형화, 고급화 및 인텔리전트화 추세에 따라 그 수요가 상승하고 있어서 향후 에어컨 시장의 미래대응 기술로서 전세계 각 제조사들의 기술개발 경쟁이 치열한 상황이다.

국내에서 에어컨 보급율이 약 40%에 달하고, 건축물이 고급화되고 있는 추세를 이루고 있어 기존의 단품에어컨 제품시장의 성장성이 둔화되고 수익성 감소하고 있으나, 멀티에어컨이 시장에 참여함으로써 새로운 수익모델을 만들어 가고 있다. 멀티에어컨은 장치사업이라는 특성과 건축과 동시에 시공되는 특성으로 인하여 여름철에 집중되던 기존의 에어컨 수요와는 달리 연중 수요가 발생하여 각 에어컨 제조메이커 뿐만 아니라 유통업체들도 시장에 참여하고 있는 실정이다.

2. 멀티에어컨 주요기술

멀티에어컨은 일반에어컨에 비하여 많은 기술

이 필요한 제품이며, 현재까지 개발중이거나 개발된 멀티에어컨에 관련된 기술은 다음과 같다.

2.1 용량가변형 압축기

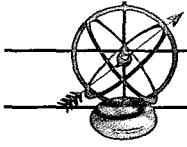
멀티에어컨에 사용되는 압축기는 기본적으로 용량가변형 기종을 채택하고 있으며, 국내에서 주종을 이루고 있는 용량가변형 압축기는 인버터형과 PWM제어를 통한 압축엔로딩방식이다. 인버터 방식은 인버터 제어기술과 인버터 구동부가 복합된 전력변환기술이며, 일본

의 경우에는 BLDC 전동기를 채용한 압축기가 개발되고 있다. 각 제조사에서는 인버터형 멀티에어컨의 고가격을 해결하고, 범세계적으로 주요한 테마인 친환경(절전, EMI free, 청정, 신냉매 등) 제품개발에 대응하기 위하여 많은 노력을 기울이고 있다.

국내에서는 LG에서 인버터스크롤 압축기를 사용한 용량가변형 시스템과 인버터를 사용하지 않고 2대의 압축기를 병렬 연결한 고효율시스템을 개발하여 친환경에 대한 노력을 가속화시키고 있다. 삼성전자가 개발한 중대형 용량가변형 냉난방기는 가정용, 영업용, 빌딩용 및 학교용 냉난방을 가능하게 한 제품으로서, 기존에 이용하던 인버터 방식과 달리 냉매의 바이패스회로를 통하여 용량제어가 가능하도록 한 제품이다.

2.2 자유조합형(free joint type)

멀티에어컨은 개별 공조 시스템으로 건축초기에 실내기의 용량과 제품 형태를 건물구조에 맞게 선정하므로 각각의 실내기를 자유자재로 연결할 수 있는 자유조합형(free joint)이어야 한다.



멀티에어컨에 사용되는 실내기는 4way-cassette, 2way-cassette, duct형, 벽걸이형, stand형 및 ceiling형 등 다양하다.

또한 거주자의 유무에 따라 비가동 실내기가 있으므로 실내기의 운전율이 50~80%인 영역에서의 운전특성인 부분 부하 운전효율이 높아야 하고 실외기의 용량을 10~100%로 제어가 가능해야 한다. 따라서 자유조합형과 부분 부하 운전이 가능한 제품이 기술적으로 우수한 제품이다.

멀티에어컨의 실내기에 용량에 따라서 다양한 형태의 실내기를 장착하는 실내기의 자유도가 확보되면 각 실의 제어는 실내기가 설치된 방의 실내온도와 설정온도의 차이에 의해 전자팽창밸브를 제어하여 실내기의 냉난방 능력을 제어한다.

2.3 열회수운전(냉난방동시운전)

멀티에어컨은 많은 수의 실내기가 접속되기 때문에 봄/가을의 중간기에는 일부의 실내기에서 냉방수요가 발생하고 일부에서는 난방수요가

발생하는 경우가 있다. 이때 멀티에어컨은 냉난방이 동시에 운전되어야 하며, 이를 기술적으로 냉방시에 실외기에서 발생하는 냉각부하를 난방시에 활용할 수 있으므로 열회수 운전이라 한다.

2.4 단배관 방식

실외기에서 각 실내기로 냉매를 공급하는 냉매 회로가 하나의 실외기에서는 출력파이프와 입력파이프의 한쌍으로 연결될 경우에 단배관 방식이라고 하며, 중간에 분배기를 두는 방식등의 여러 가지 변형된 형태가 있다. 단배관 방식은 다배관 방식에 비하여 배관작업의 단순화 등을 통하여 공사비를 절약할 수 있으며, 설치가 용이한 잇점이 있으나 기술적으로는 하나의 배관으로부터 냉매의 유량제어를 수행하여야 하는 어려움이 있는 기술이다. 멀티에어컨은 주로 고층건물에 설치되기 때문에 고저낙차가 크게 발생하게 되므로, 하나의 배관으로 연결된 단배관 방식이 설치 용이성이 뛰어나다.

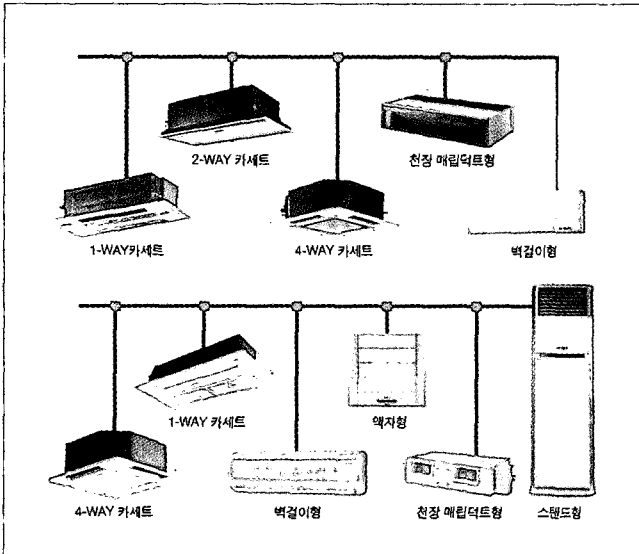


Fig.2 Freedom of indoor units (free multi system).

2.5 장배관 및 고저차

멀티에어컨의 실외기는 주로 고층건물의 옥상 등에 설치되므로 실외기와 실내기 간, 또는 실내기와 실내기 간의 배관길이가 길고 각각의 실내기까지 거리가 달라진다. 배관길이는 건물의 형태와 각 실의 위치에 따라서 결정되기 때문에 배관길이가 각기 다른 실내기의 각 부하공간마다 균일한 용량의 냉매를 공급할 수 있는 기술은 멀티에어컨의 중요 기술 중의 하나이다. 배관길이가 차이가 날 때 각각의 실내기 능력을 최적화하기 위해서는 각 실내기의 냉매유량을 자동적으로 제어하는 선형적인 전자팽창밸브를 구비해

야 한다.

냉매배관 길이의 증가에 따라 추가 냉매 봉입량이 필요하므로, 시스템의 신뢰성 특히 압축기로의 액냉매 유입 가능성을 억제하기 위해서는 충분한 내용적의 어큐뮬레이터(accumulator)와 시스템 내의 냉매량 변화에 대해 안정적인 사이클 제어가 가능하도록 수액기(receiver)를 부착하여야 한다.

또한 멀티에어컨은 주로 빌딩공조용으로 설계되므로 실외기와 실내기 간의 고저차가 50m 이상으로 할 수 있는 고층건물에서 충분한 신뢰성을 가지는 제품이어야 한다.

2.6 균유 및 오일회수

배관이 길어지고 고저낙차가 발생하면 제품 성능뿐만 아니라, 운전 신뢰성 측면에서도 큰 영향을 줄 수 있으므로 압축기로부터 토출된 오일에 대해 오일분리 및 오일회수의 신뢰성 확보가 필수적이다. 따라서 멀티에어컨은 오일을 회수할 수 있는 오일 분리기의 적용이 요구되며, 오일회수 및 균유(oil balance)운전에 관한 제어 알고리즘이 구축되어야 한다. 오일온도의 측정 등을 통한 오일 희석도 관리가 요구되며, 1실 운전과 같이 운전용량이 작은 경우에도 오일순환에 문제가 없도록 최소 운전 영역에서도 냉매 유속이 충분

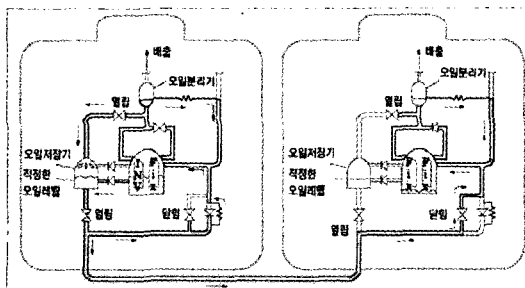


Fig.3 Typical oil return system.

히 커야 한다.

2.7 중앙제어 및 시스템의 신뢰성

멀티에어컨은 각 실내기가 설치된 부하공간에서 개별제어가 가능하면서도 효율적인 관리를 위하여 중앙제어가 가능하여야 한다. 중앙제어부에서는 모든 실내기의 운전상태를 모니터링 할 수 있어야 한다. 이러한 기술은 각 실내기에 고유인 어드레스 코드를 부여하여 실내기와 실외기의 PCB에서 통신을 하며, PC네트워크 기능이 가능하여 원격제어가 가능하도록 구성되어 있다. 이러한 기술은 냉난방 분야에서 BMS(Building Management System) 혹은 BAS(Building Automation System)등에 선도적인 역할을 담당하고 있다.

2.8 신뢰성 및 서비스성

국내 동절기 여건을 감안할 때, 실외온도가 영하 10℃ 이하로 내려가는 한랭지 조건에서도 증가한 난방부하에 대응하기 위하여 에너지 소비효율을 고려한 난방저온성능이 확보되어야 하며, 다양한 운전조건에서도 신뢰성이 확보되기 위해서는 고압 및 저압 센서를 부착하여 시스템의 안전성 및 최적 제어관리가 필요하다. 그리고 시스템 멀티 에어컨은 천정 면이나 벽체에 삽입되는 매립형(built-in) 제품으로서, 장시간 사용되어 지므로 유지보수가 쉬우며, 고장 시 수리가 간편하도록 제품 구조가 간단하여야 한다.

2.9 적산전력분배 시스템

멀티에어컨은 각각의 실내기가 독립적으로 운전되고 각각의 실내기를 사용하는 주체가 다르기 때문에 시스템의 운전에 따른 운전비의 분배문제가 발생한다. 따라서 멀티에어컨은 적산전력 분



배 시스템에 의해 사무실 등에서 각각의 구역(zone)마다 전력요금을 분리하여 계산이 가능하여야 하며, 각각의 실내기에 대하여 개별 유무선 제어가 자유로우면서도 동시에 효율적인 관리를 위하여 중앙제어가 가능하여야 한다. 모든 실내기의 운전상태 및 고장여부 등을 모니터링(monitoring) 할 수 있는 기능과 유지관리(maintenance)의 편의성을 제공함은 물론 인터넷을 통한 원격제어가 가능하도록 다양한 제어솔루션(control solution)을 제공하여야 한다.

2.10 Modular Muti System(MMS) 기술

멀티에어컨의 개발과정을 살펴보면 정속도형 압축기, 복수압축기, 속도가변형 압축기 등으로 압축기 위주의 용량가변방향으로 기술개발이 이루어지다가 최근에는 시스템의 대형화로 인하여 용량가변형 압축기를 기본으로 장착하고 시스템에서 냉매의 유량제어가 가능한 제품으로 개발방

향이 변화하고 있는 중이다.

이러한 기술개발은 일본 다이킨(Daikin)사가 처음으로 자사의 상품명에 냉매유량가변형(Variable Refrigerant Volume or Flow)을 사용하였으며, 최근에 일본 산요(Sanyo)사에서는 ECO-Multi를 출시하였으며 후지쯔(Fujitsu)는 3대의 압축기를 연결한 시스템을 개발하였다.

냉매의 유량제어 기술을 바탕으로 최근에 개발되고 있는 첨단기술인 멀티에어컨의 시스템화 기술은 대형 건물에서 용량가변형 멀티시스템이 여러 개가 접속되어 단일시스템으로 구성되는 멀티복합시스템(Modular Multi System, MMS) 기술이다. MMS기술은 10마력 혹은 8마력급 실외기를 기본으로 구성하여 건물의 냉난방 부하에 따라서 각 모듈 시스템을 병렬로 연결하는 방식으로써 외관적으로는 하나의 실외기에 또 다른 실외기가 단순하게 접속되는 형태이나 모든 냉매 회로 및 제어 시스템 등이 하나의 시스템으로 집

Table 1. Trend of multi air conditioner's technology

Definition	Residential Variable Speed Multi-System	Commercial Variable Speed Multi-System	Commercial Single VRV	Commercial MMS
Application	Residential	Residential, Shops, Restaurants	Commercial	Commercial
Capacity	Max, 3 HP	3~10 HP	4~10 HP	13~10 HP
No. FCU	1 to 4	1 to 4	1 to 1	61 to ?
EXV in FCU	No	No	Yes	Yes
Compressor	Rotary or Scroll	Rotary or Scroll	Rotary or Scroll	Rotary / Scroll + Fixed Speed
Controls	Simultaneous Heating or Cooling	Simultaneous Heating or Cooling	One to One Individual Control	One to One Individual Control
Lift	15M	20M	50M	50M
MaxPiping	25M	50M	100M	100M

약되어야 하는 고 난이도의 시스템 기술이다. Table 1은 가정용 에어컨으로부터 MMS시스템 기술까지 기술개발 과정과 각 시스템의 특징을 간략하게 나타내고 있다.

이는 어린 아이들이 좋아하는 만화 영화인 “독수리 오형제”와 같이 각기 독립적인 객체로 활동을 하다가 총체적인 전력이 필요할 경우에는 이들이 합치되어 큰 힘을 발휘하는 것과 같은 이치이다. 만화영화 같은 이야기로 쉬운 기술처럼 보이나 독립적인 운전이 가능하던 제품이 (실외기 한대에 약 16개의 실내기 접속) 합쳐져서 하나로 시스템화(복수개의 실외기 구성) 되어 운전될 수 있는 것은 눈에 보이지 않는 기술들이 집약되어 있는 시스템이다. 즉, 제품이 하나 더하기 하나가 단순히 둘이 되는 기술이 아니라 제 3의 기술이 필요한 분야이다.

3. 멀티에어컨의 향후 전망

이상에서 언급한 바와 같이 멀티에어컨은 기존의 중앙공조방식에 비하여 설치성, 기능성 및 사용성에 있어서 편리함과 다양함을 지니고 있고, 실외기 설치면적의 문제점을 해결할 수 있으므로, 자신만의 생활공간에 대해 개별·분산 공조라는 소비자의 요구에 따라 그 보급은 급속히 확대될 전망이다.

향후 개발될 주요기술로 언급한 대규모 빌딩에서 대형공조를 위한 제품의 모듈화(Module Multi System) 뿐만 아니라 다양한 사용조건 및 공조공간의 특성을 위한 냉난방 동시운전시스템, 빙축열 시스템 및 GHP(Gas Engine Driven Heat Pump) 등 운전비용의 획기적 절감을 위한 새로운 에너지원을 이용한 시스템이 지속적인 개발 또한 전망되고 있다.

공조시스템에 있어서 실시간으로 고장을 검출하고 진단 및 고장을 예지할 수 있는 기술의 개발과 빌딩 전체의 공조시스템 제어 프로그램 및 원격 데이터 전송 시스템 구축, 그리고 더 나아가 빌딩 전체의 모든 제어기기(공조설비, 전력설비, 방재/방법 및 조명 등)를 제어하는 빌딩관리시스템(BMS)의 개발 또한 전망되고 있으므로, 향후 2년~3년 이내에 국내 주요 메이커들이 공조 분야에서 멀티에어컨의 제어기술과 다양한 통신기술을 바탕으로 세계 수준의 제품력을 확보할 것으로 기대된다.

마지막으로 멀티에어컨이라는 신제품의 개발에 따라서 이의 보급 확대를 위해서는 관련 규격이 뒷받침 되어야 하나, 국내는 멀티에어컨의 성능평가방법에 관한 규격이 없는 상황이고, 중국에서는 2002년도에 제정되어 2003년 4월부터 시행되고 있는 중화인민공화국 국가표준인 “멀티에어컨디셔너 유닛(GB/T18837-2002)”이 전세계적으로 유일한 국가규격이다. 향후 개발될 국내 규격에서는 멀티에어컨이 실외기 용량에 비하여 실내기를 70~130%로 연결하고 또한 사무실 거주상황에 따라 실내기의 일부만 가동할 수 있으므로 부분부하 운전의 평가기준이 필요하다. 국내에서는 아직까지 멀티에어컨에 대한 기준이 없어 일본제품이 성능에 대한 객관적인 평가 없이 대량으로 유통업체를 통하여 수입되고 있으며, 소비자가 제품을 성능을 정확하게 판단할 수 있는 기준이 없는 실정이다. 향후 국가규격은 빠른 시일내에 제정되어야 하며, 국가규격의 제정이 지연될 경우에도 각 생산업체의 협의를 통하여 단체규격으로도 관련규격이 제정되어 새로이 개발되는 신기술이 정확히 평가될 수 있는 기틀을 만들어야 할 것이다.

기획 : 권혁성 편집위원, hskwon@eruum.com