

# 빌딩용 멀티에어컨의 요구조건과 제반 기술

멀티에어컨 중에서 다층 건물에 설치하는 빌딩용 멀티 히트펌프 에어컨의 요구조건 및 개발에 필요한 주요 기술에 대하여 소개하고자 한다.

홍기수, 장세동

## 빌딩용 멀티에어컨이란 무엇인가

싱글(single)에어컨(단일유닛 에어컨)이 1대의 실외기에 1대의 실내기가 접속되어 시스템을 구성하는 것과는 달리 멀티에어컨은 1대의 실외기에 2대 이상 복수대의 실내기가 접속되어 동시 또는 개별공조가 가능한 것이 가장 큰 특징이다. 멀티에어컨을 효율적으로 사용하기 위해서는 사용목적과 설치조건 등에 따라서 최적의 모델을 선정하여야 하며, 사용자의 다양한 요구사항에 맞도록 여러 가지 모델이 개발되어야 한다.

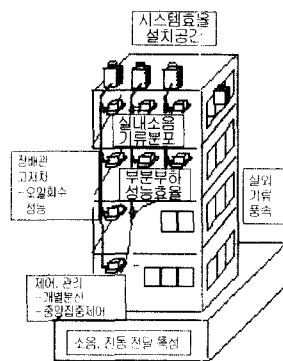
멀티에어컨을 사용용도에 따라 분류하면 빌딩용, 업소용, 가정용으로 나뉜다. 빌딩용 멀티에어컨은 대용량이란 면에서 가정용과 구별되며, 실내기 1대 단위의 개별공조가 가능하고 실외기의 병렬연결을 통한 시리즈화로 용량증가가 가능하다는 점에서 업소용과 구별된다.

빌딩용 멀티에어컨은 주로 다층 건물에 설치되기 때문에 실외기와 실내기간, 또는 실내기와 실내기간 배관의 길이와 고저차가 크게 발생하게 되며, 실내기 설치공간의 형태와 사용용도에 따라서 다양한 용량 및 타입의 실내기가 설치된다. 이에 따라 설치현장에서 공간의 특성에 맞는 실내기를 선택할 수 있도록 자유접속형(free joint형) 실내기 조합방식을 채택하고 있으며, 장배관·고저차의 설치제약을 효과적으로 대응하기 위하여 헤더형(Y분지형 포함) 분지관 방식이 주목을 이룬다. 대공간, 고밀폐형 건물에서는 에어컨 기능 이외에 환기, 배기, 탈취시스템 등을 추가하여 하

나의 완전한 공조시스템으로 구성하는 시스템형 실내기 조합방식을 채택하기도 한다.

## 빌딩용 멀티에어컨의 요구조건

앞서 살펴본 바와 같이 빌딩용 멀티에어컨은 분산배관방식의 대용량급으로서 1대의 실외기에 여러 대의 실내기가 자유접속되어 실내기 1대 단위의 개별제어가 가능하다는 점과 실외기의 시리즈전개가 가능하다는 점에서 가정용 및 일반 업소용 멀티에어컨과 구별된다. 따라서 빌딩용 멀티에어컨을 개발하기 위해서는 그림 1과 표 1에 나타낸 것과 같이 일반 에어컨에서 요구되는 ① 고효율의 성능뿐만 아니라 건물 내에 실외기와 실내기의 설치위치에 따른 장배관·고저차로 인한 성능저하 방지 및 냉동기유 회수 등의 신뢰성, ② 건물구조물의 안전성, ③ 시스템의 제어 및 관리, ④ 건물 위치 및 형상에 따른 설치환경 등을 고려



[그림 1] 빌딩용 멀티에어컨의 제반기술

홍기수 LG전자 디지털 어플라이언스 연구소(hflag@lge.com)

장세동 LG전자 디지털 어플라이언스 연구소(sdchang@lge.com)

해야만 한다. 즉, 빌딩용 멀티에어컨은 단순히 시스템 자체의 성능 및 신뢰성뿐만 아니라 설치되는 건물의 특성과 주변환경까지 고려하여 최상의 운전 및 유지 관리가 이루어질 수 있도록 제품이 개발되어야 한다. 그림 2는 이러한 빌딩용 멀티 히트펌프 에어컨의 요구조건을 만족시키기 위하여 자사 LG전자가 개발한 빌딩용 멀티에어컨 구성예이다.

### 빌딩용 멀티에어컨 제반 기술

설치환경에 대한 영향을 반영하고 성능 및 신뢰성을 확보한 빌딩용 멀티에어컨을 쉽고 안전하게 설치할 수 있으며, 사용 및 유지 관리가 용이한 시스템을 구성하기 위한 제발 기술들에 대하여 알아보기로 한다.

<표 1> 빌딩용 멀티에어컨의 주요 기술분야

기술분야	요구수준	대응방안
시스템	친환경	고 인터래이성 ODP규제
	운전범위	10~130%
	高揚程	장배관 : 100m 고저차 : 10~50m
소음/구조진동	고효율	부분부하성능 계절성능
	실외기 저소음	별도의 기계실 설치 60dB ↓
통신및 제어 시스템	진동강성설계	건축구조물 안전성 보장
	BMS	BACNet/Lonworks Internet
설치환경	기류/풍속 소음전달	풍속 35m/s 전달소음 57dB ↓

BMS : Building Management System

<표 2> 회전수 제어형 압축기와 실린더 로딩 주기 제어형 압축기의 비교

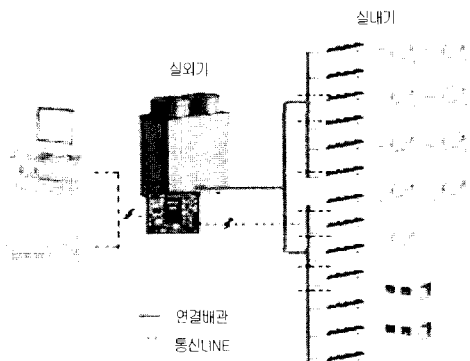
구분	회전수 제어형(인버터타입)	실린더 로딩 주기 제어형
압축기 용량 가변범위	10~130%	10~100%
용량제어수단	주파수 가변(1Hz단위의 선형 제어)	로딩-언로딩 제어장치(스텝제어)
효율	저부하/난방저온 시 고효율	저부하/난방저온 시 저효율
구조	압축기 구조는 간단함	압축기 구조는 복잡함.
외형	작고 가벼움	크고 무거움
부하제어		

### 용량제어

멀티에어컨은 다수의 실내기가 1대의 실외기에 접속되어 운전되므로 전실운전부터 1실운전에 이르기 까지 용량제어의 범위가 광범위하며, 냉난방 겸용인 히트펌프의 경우에는 -20~50℃의 외기온도 변화에 따른 부하변동에도 적절히 대응할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 압축기의 용량제어와 팽창기구의 냉매량 제어기술과 각각의 실내기에 요구되는 부하에 알맞게 능력을 분배하는 회로 제어기술이 필요하다.

실외기의 용량을 요구되는 부하량에 적절하게 제어하기 위하여 압축기의 토출냉매량과 팽창기구를 통과하는 냉매량을 제어하는 것이 가장 중요한 기술이며, 실외기와 실내기의 팬(fan) 풍량을 제어하는 기술이 보조적인 수단으로 활용된다. 여기서 압축기의 토출냉매와 팽창기구의 냉매순환량을 최적인 상태로 제어하여 시스템이 안정되게 운전 가능하도록 하는 것을 냉동사이클 매칭(matching)이라고 하며, 압축기와 팽창기구의 제어에 따라서 운전범위가 결정된다. 즉 압축기와 팽창기구의 용량제어를 어떻게 하면 넓은 범위에서 가능하게 할 수 있는가 하는 것이 에어컨 시스템의 운전가능 범위를 결정하게 되며, 이때 압축기와 팽창기구의 용량제어를 최적화하는 것이 고효율 운전의 가장 중요한 요소가 된다.

외기온도 변화에 따른 부하변동과 실내기 댓수 제어로 인한 용량변화에 효과적으로 대응하기 위하여 멀티에어컨에 탑재되는 압축기는 용량을 선형적으로 제



[그림 2] 빌딩용 멀티에어컨 시스템 구성도

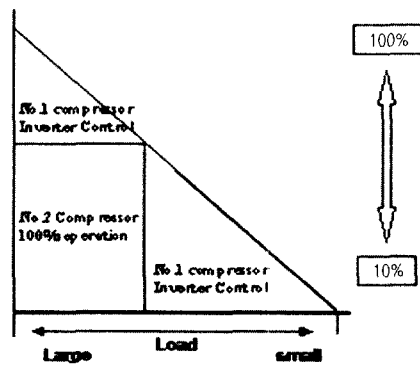
어가 가능해야 하며, 겨울철 난방저온 운전시 요구되는 대용량 난방능력에 대응할 수 있어야 한다. 선형제어가 가능한 압축기로는 회전수 제어형과 실린더 로딩주기 제어형이 있다. 표 2에 나타낸 바와 같이 회전수 제어형은 인버터 압축기로 널리 알려져 있으며, 인버터 제어를 통하여 압축기 모터의 회전수를 증감하여 시스템 용량변화에 대응하기 때문에 압축기의 주파수를 1Hz단위까지 제어를 하여 세밀한 용량제어가 가능하다. 한편 실린더 로딩주기 제어형은 압축 실린더의 로딩(압축과정)과 언로딩(비압축과정)되는 주기를 제어하여 압축기의 용량을 제어하며, 로딩과 언로딩이 교번될 때 급격한 용량변화로 인하여 시스템이 불안정해지기 때문에, 이를 방지하기 위하여 로딩-언로딩 주기를 몇 단계로 나누어 스텝(step) 제어를 한다. 따라서 시스템의 부하변동이나 용량변화가 급격하게 발생할 때 인버터 압축기가 더 효과적으로 대응이 가능하다.

한편 겨울철 난방저온(외기온도  $-10^{\circ}\text{C}$  이하) 운전시 요구되는 난방부하는 냉방정격 운전이나 난방정격 운전 때보다 증가하기 때문에 냉난방 겸용인 멀티에어컨인 경우에는 난방저온 능력을 고려하여 압축기 용량을 선정해야 한다. 증가한 난방부하에 효과적으로 대응하기 위해서는 압축기의 용량이 커져야 하는데, 회전수 제어형인 경우에는 냉난방정격 운전시의 압축기 정격 주파수보다 높은 주파수로 운전함으로써 압축기가 낼 수 있는 냉난방능력을 증가시킬 수 있기 때문에 압축기의 압축부 용적 설계를 냉난방 정격운전을 기준으로 한다. 반면에 실린더 로딩주기 제어형은 압축기가 일정한 주파수로 돌고 로딩-언로딩 주기제어를 통하여 압축용량을 조절하기 때문에 난방저온영역에서 압축기가 100% 로딩 상태로 운전되며, 회전수 제어형에 비해서 단위시간당 압축되는 횟수가 작기 때문에 동일한 능력을 내기 위해서는 압축기의 압축 용적이 더 커야 한다. 따라서 압축기 용적부가 커서 압축기 전체 크기와 무게가 증가하는 단점이 있다. 즉 난방저온(외기온도  $-10^{\circ}\text{C}$ )에서 요구부하량이 난방정격조건(외기온도  $7^{\circ}\text{C}$ )의 130%라고 할 때, 인버터형인 경우에는 정격능력(정격주파수) 대비 최대

능력(최대주파수)이 130%인 압축기를 사용하여 대응이 가능하다. 실린더 로딩 주기 제어형은 난방정격 부하량의 130%인 용량의 압축기를 사용해야 난방저온의 요구부하량에 대응이 가능하다. 일반적으로 큰 용량의 압축기를 사용할수록 작은 압축기에 비해서 입력치가 증가하고, 압축기가 부분부하로 운전되는 비율이 증가하기 때문에 시스템 운전효율면에서는 불리하다.

회전수 제어형은 타 압축기와 비교하여 선형적인 용량제어가 매우 우수하고 용량 대비 크기가 콤팩트하기 때문에 고효율 운전이 가능하고, 특히 겨울철 난방저온에 요구되는 난방부하에 효과적이다. 이러한 회전수 제어형 압축기의 장점 때문에 Daikin, Mitsubishi, Hitachi 등 일본의 선진업체 들은 물론 Haier, Media 등 중국의 후발업체들도 멀티에어컨에 회전수 제어형 압축기를 탑재하여 주력상품을 개발하고 있다.

빌딩용 멀티에어컨은 대용량이기 때문에 실외기에 탑재하는 압축기 용량이 크다. 압축기가 대응하는 용량제어 범위가 크면 클수록 압축기의 저부하운전(저Hz운전)영역에서의 효율이 저하한다. 또한 압축기 1대의 용량에는 한계가 있기 때문에 10HP 이상의 대용량급 빌딩용 멀티에어컨의 실외기에는 2대 이상의 압축기를 병렬로 사용하여 저부하운전 효율을 높이는 동시에 압축기의 크기가 지나치게 커지는 것을 방지한다. 이와 같은 2comp-1cycle 시스템의 경우에는



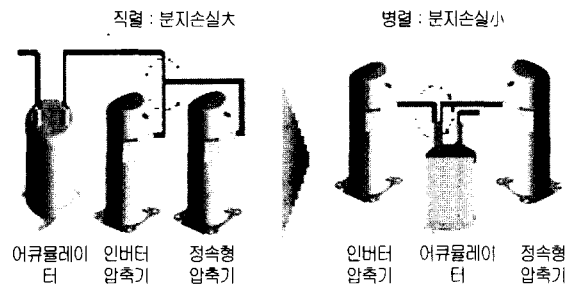
[그림 3] 2Comp-1Cycle 용량제어

주로 정속형 압축기와 인버터 압축기를 탑재하는데, **그림 3**에서 볼 수 있는 것처럼 저부하운전 영역에서는 인버터 압축기가 단독으로 용량제어를 하며 운전되며, 중간부하운전 이상의 영역에서는 정속형 압축기가 운전되는 동시에 인버터 압축기가 용량제어를 하여 전운전영역에서 부하변동 및 용량제어에 대하여 효과적으로 대응이 가능하다. 2comp-1cycle 시스템을 구성할 때에는 두 압축기간 간섭현상에 의한 손실을 방지하는 것이 중요하다.

특히 정속형 압축기가 켜지고 인버터 압축기가 30Hz 근방의 저속으로 운전할 때, 어큐물레이터로부터 두 압축기간에 냉매가 불균일하게 이루어질 수 있으며 압축기간 균유 및 오일 회수가 어렵게 되어 성능 및 신뢰성에 치명적인 악영향을 줄 수 있다. **그림 4**는 2comp-1cycle 시스템의 압축기간 손실을 줄이기 위한 구성 예를 보여주고 있는데, 어큐물레이터로부터 각각의 압축기흡입구를 병렬로 설치하여 압축기간 간섭현상 및 분배손실을 최소화할 수 있다.

**장배관 고저차에 의한 성능 및 신뢰성 저하 방지**

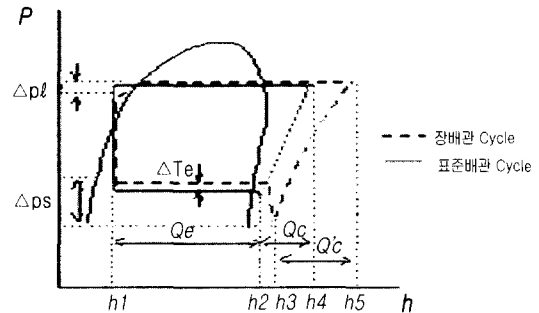
실외기는 주로 건물 옥상이나 지상, 혹은 각 층의 건물 외곽에 설치하게 되며, 실내기는 각 부하공간마다 다양한 위치에 설치되기 때문에 실외기와 실내기, 실내기와 실내기간 배관길이와 고저차가 수십 미터에 이르게 된다. 배관길이의 증가와 고저차가 발생하게 되면 배관압손에 따른 영향으로 인한 성능과 효율이 저하되어 실내기 토출 공기온도의 변화가 동반된다. 또한 실내기 용량별, 설치위치에 따라 배관경과 배관



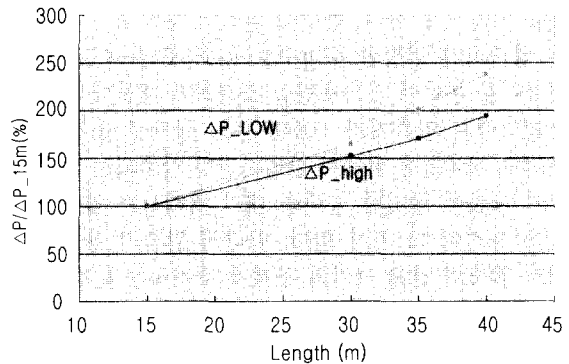
[그림 4] 2comp-1cycle 배관계 최적화

길이가 일정하지 않은 변형배관조합의 경우에는 실별 능력변동이 큰 차이를 나타나게 되어 사용자의 큰 불만사항의 하나가 될 수 있다.

단일 유닛인 분리형 에어컨 관련규격(KS C 9306 등)에서는 실내외기간의 연결배관의 길이 5m를 표준 배관길이라고 정하고 이 길이로 실내외기가 연결된 조건에서 냉난방 표준성능 및 효율을 측정하도록 규정하고 있다. 이 길이보다 길어지거나 짧아지는 경우는 에어컨의 냉매 유동조건이 변경되어 사이클 성능이나 EER이 달라지게 된다. 멀티에어컨의 경우에는 아직 표준화된 규격이 정해진 바가 없기 때문에 배관길이에 따른 제품 성능표기에 혼선이 빚어지고 있는 실정이다. 아래의 **그림 5**는 표준 배관길이(5m)보다 길어지게 되었을 때의 사이클 압력, 온도, 엔탈피 변동특성을 나타낸 것이고, **그림 6**은 10HP급 멀티에어컨에서 1실운전시 실외기와 실내기 사이의 배관길이별 배



[그림 5] 배관길이 증가의 의한 Cycle특성의 변화



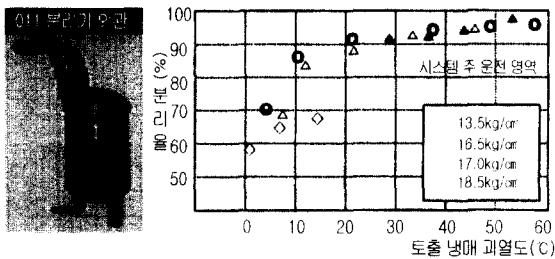
[그림 6] 실내외기 간 배관길이별 배관압력 손실

관압손을 나타낸 것이다. 실외기와 실내기 사이의 배관길이 길어지면 배관압손(ΔP)이 증가하기 때문에 냉매의 질량순환량이 감소하여 시스템의 능력과 효율은 감소하게 된다. 아울러 압축기의 토출온도는 압축기의 질량순환량의 감소에 따라 증가하는 것이 일반적이며, 이 변화의 범위가 압축기 및 팽창기구의 제어범위를 초과하는 경우는 시스템은 운전을 할 수 없게 되거나 냉방효과를 얻을 수 없게 된다. 최근에는 인버터 회로 기술의 발전으로 압축기의 인버터화가 급속하게 진전되고 이를 이용한 압축기 운전 주파수 증가로 시스템 성능을 증가시킴으로서 배관길이, 고저차에 의한 능력저하를 보상하는 가장 확실하고 경제적인 수단으로 활용되고 있다. 국내에서의 이러한 인버터 관련 기술적 진보도 최근 몇 년 사이에 급속히 이루어져서 인버터회로 및 인버터 압축기의 신뢰성이 국제적인 수준으로 크게 개선되어 많이 활용되고 있다. 이와 더불어 시스템의 능력을 최적의 상태로 증감할 수 있는 냉매 질량순환량 제어장치로서 선형전동 팽창밸브를 이용하여 시스템의 용량제어 범위를 넓혀 줌으로써 다양한 설치조건에 영향을 광범위하게 대응할 수 있는 사이클 제어수단으로 활용되고 있다.

배관이 길어지고 고저차가 발생하면 성능면 뿐 만 아니라 운전 신뢰성에도 큰 영향을 줄 수 있다. 냉매와 함께 압축기로부터 토출된 오일이 운전하지 않는 실내기 배관 내에 정체하여 회수가 않거나 장배관의 표면에 도포되어 냉매흐름을 방해하여 압축기에 무리를 줄 수 있으므로 이러한 현상을 방지하기 위하여 오일분리 및 회수의 신뢰성 확보가 필수적이다. 압축기를 떠난 오일이 회수되는 메카니즘(mechanism)는

크게 두 가지이다. 하나는 냉매에 오일이 녹아서 냉매와 함께 회수되는 것이고, 다른 하나는 냉매의 유동속도에 의해 오일이 가속되어서 회수되는 것이다. 멀티에어컨은 운전용량 범위가 넓어서 1실 운전처럼 냉매의 유속이 아주 늦어지는 경우가 발생하거나, 증발압력의 변화로 냉매 상용성이 저하되는 경우 혹은 운전되지 않는 실내기 연결배관에 오일이 침적되거나, 배관 내표면에 도포되어 있어서 회수되지 못하는 등의 여러 가지 조건이 교번하는 시스템에서는 불확실성이 크게된다. 그림 7은 오일분리 측정결과를 보여준다. 통상적으로 압축기를 통해서 나오는 오일의 양은 냉매유량의 약 1~3%정도이지만 압축기 자체의 오일의 양은 제한적이다. 따라서 이와 같이 회수되지 않고 토출된 오일이 돌아오는데 걸리는 시간이 길거나 돌아오지 않는 양이 증가하면 압축기 내부의 윤활이 불량해져 압축기의 수명이 단축되거나 파손된다. 따라서 멀티에어컨은 오일을 회수할 수 있는 오일분리기의 적용이 필요하며, 오일분리기를 부착한 시스템의 경우 배관의 길이가 증가하면 배관 내표면에 도포 부착되는 오일의 양이 증가하므로 그 도포량 만큼의 추가 봉입이 필요하다.

냉매 배관 길이증가에 따른 시스템 내용적의 증가분에 대한 추가 냉매량은 배관 방식과 배관경의 크기에 따라 배관 1m당 관경에 따라서 30~250g 정도의 추가 냉매를 봉입해야 하므로 시스템의 운전 전 혹은 부하 변동시 액냉매의 압축기로의 유입가능성이 증가하게 된다. 이에 대한 대책으로 기구적인 방법으로는 accumulator의 내용적을 충분히 확보하는 것과, 잉여 냉매를 저장할 수 있는 receiver를 부착하는 것이 있으며, 최근에는 digital sensor의 발전으로 액압측조건을 사전에 감지, 시스템의 운전상태를 제어하는 기술이 인버터형 에어컨 개발시 적용되어 시스템의 신뢰성을 크게 향상시키고 있다.



[그림 7] 멀티에어컨에서의 오일분리 측정결과

**친환경 시스템 개발 - R407C 대체냉매 사용**

지구온난화 등 환경문제의 대두로 유럽 및 미국을 중심으로 기존의 R22, R12 등에 대한 규제가 강화되고 있으며 이에 따라서 R407C 등의 대체냉매를 적용

한 멀티에어컨이 90년 중반에 일본에서 처음으로 개발되었으며 국내에서도 LG전자 등이 R407C용 멀티에어컨을 개발하였다.

비공비 냉매계통인 R407C은 그림 8에서 볼 수 있는 것처럼 ODP 수치는 낮으나, 기존의 R22 냉매와 비교하여 압력손실이 크고 열전달율이 낮아서 동일한 사이클조건에서 결과적으로 COP가 낮아지게 된다. 따라서 상변화시 발생하는 온도차와 공기유속 분포를 고려하여 패스 및 전열면적 등 열교환기의 최적설계를 하여서 열교환성능을 개선해야 한다. 또한 R407C용 압축기에서 냉동기유로 사용하는 PVE, POE유는 수분과 반응성이 강해서 사이클내에 소량의 수분이 침투하여도 냉동기유가 변질되어 압축기 신뢰성에 치명적인 영향을 줄 수 있기 때문에, 사이클 내 수분을 제거하기 위하여 드라이어를 장착해야 한다. 그림 9는 드라이어가 장착된 경우 사이클 내에서 시간에 따른 수분제거율을 나타내고 있는데, 냉동기유가 수분과 반응하여 변질되는 것을 방지할 수 있도록 드라이어의 건조제 종류와 용량을 선정하는 것이 중요하다. 이 외에 사이클의 운전상태에 따라서 잉여냉매 및 정체 냉매 발생에 따른 순환조성비 변화를 최소화하는 방지책 등이 고려해야 할 주요사항이다.

**통신 및 제어기술**

멀티에어컨은 각 실내기가 설치된 부하공간에서 개별제어가 자유로우면서도 동시에 효율적인 관리를 위하여 한 곳에서 중앙제어가 가능하고, 모든 실내기의

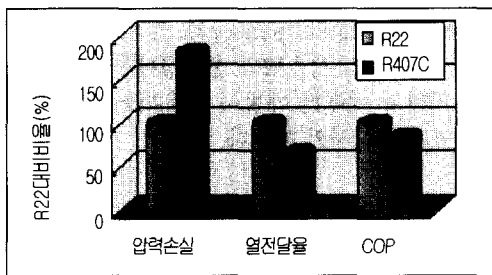
운전상태 및 고장 여부 등을 모니터링할 수 있어야 한다. 또한 유무선 리모콘 등 사용자 편의 위주의 다양한 제어 단말기가 제공되어 설치조건에 따라서 최상의 제어가 쉽게 이루어져야 한다.

멀티에어컨의 통신 및 제어기술의 기본은 실외기가 여러 대의 각 실내기들을 인식하여 구별할 수 있도록 각 실내기에 고유한 어드레스(address)를 부여하는 것인데, 기존의 제품들은 실내기 PCB에 장착된 딥 스위치(dip switch)를 수동으로 설정하여 어드레스를 지정하는 방식을 사용하였는데, 실외기와 실내기 PCB에 장착된 마이컴간의 확인작업을 통하여 자동으로 어드레스를 지정하는 방식을 국내 최초로 LG전자에서 개발하였다.

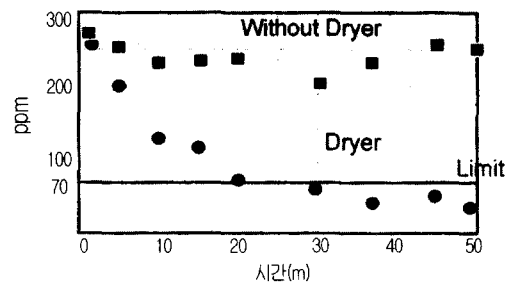
앞으로의 멀티에어컨의 통신 및 제어기술 동향은 PC제어를 통한 중앙제어는 물론 인터넷을 통한 원격제어가 가능할 뿐만 아니라 BMS(building management system)와의 연계가 가능하도록 시스템을 다기능·고급화하고 있다.

**실외기와 설치환경과의 상호 영향도 분석 및 평가**

실외기가 설치된 근방에서는 압축기와 실외팬에서 발생하는 소음 및 진동의 영향을 받는데, 건물마다 건축법에 의하여 소음 및 진동 수준이 엄격히 규제되기 때문에 규정 수준 이하의 관리가 필요하다. 이를 위해서는 기본적으로 압축기와 실외팬의 소음과 진동을 저감시켜야 하는데, 실린더 로딩-언로딩 주기제어형 압축기의 경우에는 압축기의 모터에서 발생하는 소음



[그림 8] R407C와 R22의 냉매 특성 비교



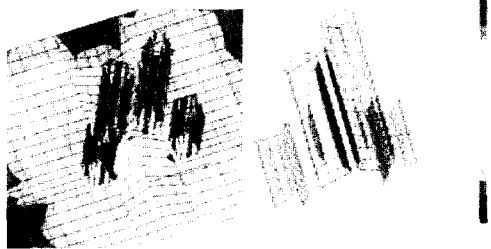
[그림 9] 멀티에어컨에서의 수분제거율

이외에 압축부의 로딩-언로딩이 교번할 때 발생하는 밸브 개폐음과 유동 소음이 추가로 발생하기 때문에 이상소음에 대한 대책이 추가로 요구된다.

주상복합건물과 같은 초고층 건물이나 고급형 빌라 아파트 등과 같이 건물이 밀집된 지역에서는 수십에서 수백대의 실외기가 설치되어 운전되기 때문에, 수치해석이나 모의실험 등을 통해서 실외기의 진동과 소음이 건물의 바닥면이나 벽면을 통해서 전파되어 건물과 주변 환경에 미치는 영향도를 분석·평가해야 한다. 그림 10은 고층아파트 단지 내에 빌딩용 멀티에어컨이 10HP급 실외기 기준으로 약 880대 설치되어 운전할 때 발생하는 소음이 건물과 주변환경에 미치는 영향을 분석한 예로서 아파트 주변에서 보행자가 소음을 느끼는 높이인 지상 1.5m 에서의 소음 분포와 실외기가 설치되어 있는 실외기 실 주변의 건물 외벽을 타고 전파되는 소음 분포를 해석한 결과이다. 주소음 발생원이 1~2kHz대의 주파수를 가지고 있으며, 실외기 실 외벽면을 타고 주변으로 방사된다는 것을 알 수 있다.

### 빌딩용 멀티에어컨의 전망

빌딩용 멀티에어컨은 중앙공조방식에 비하여 설치가 간편하고 사용이 편리하며, 개별공조가 가능하고 유지비용이 저렴하다는 등 많은 장점을 가지고 있기 때문에 다양한 용량급의 라인업(line-up)을 구축하여 사용자가 선택할 수 있는 폭을 넓히는 한편, 빙축열이나 GHP(gas engine heat pump)등 신열원을 이



[그림 10] 빌딩군 주변의 생활소음 영향분석

용하는 멀티에어컨 개발이 지속적으로 이루어진다면 공조설비로서 그 장래는 밝다고 하겠다. 최근에는 건축물의 외관에 대한 규제에 의하여 건물당 실외기 설치장소, 대수의 제한이 있는 유럽국가와 싱가포르 등에서 멀티에어컨 사용량이 증가하고 있으며, 우리나라에서도 일부 고급아파트, 주상복합건물이나 중소형 업무용 빌딩, 업소 등에서 멀티에어컨이 공조방식으로 채택이 증가하고 있다. 이러한 추세는 점차 병원이나 학교, 공공건물 등 대단위 복합건물에서도 멀티에어컨을 기본으로 하는 건물공조방식으로 급속히 발전하여 갈 것으로 생각된다.

빌딩용 멀티에어컨 세계시장은 매년 고성장하고 있다. 주요 시장으로는 일본, 유럽, 중국, 한국 및 동남아이며 일본이 전세계시장을 석권하고 있는 실정이다. 국내에서는 80년대 중반부터 LG전자가 멀티에어컨을 개발하기 시작하였고, 기술개발 속도로 볼 때 향후 2~3년 안에 국내 주요 메이커들이 세계수준의 제품과 기술력을 확보할 것으로 기대된다.

### 원고내용에 대한 질문 및 답변사항

#### 삼성전자측 질문

표 2에서 구조 측면에서 실린더 로딩 주기 제어형이 부하제어에서 STEP제어한다고 표현하였는데 실린더 로딩 주기 제어형은 33단 이상 압축기 용량제어와 전자팽창밸브를 연동하여 제어하므로 선형적인 냉매유량을 제어하지 않습니까?

#### LG전자측 답변

선형제어인가 아닌가를 판단하는 기준은 시스템의 부하변동에 대하여 압축기의 용량이 남거나 모자람없이 최적의 용량 제어가 가능한지의 여부에 있습니다. 이를 위해서는 압축기의 용량을 제어하는 최소량이 작아야만 합니다. 인버터압축기는 통상 1Hz단위로 주파수가 변화되기 때문에 70~90 Step의 제어가 가능하며, 전자팽창밸브와 연계하여 시스템 용량을 제어하면 더욱 세밀한 제어가 가능합니다. 따라서 인버터 압축기가 실린더 로딩 주기 제어형과 비교하여 선

형제어능력이 탁월하다고 할 수 있습니다.

### 삼성전자측 재 의견

원고 본문내 및 표2의 구조 측면에서 실린더 로딩 주기 제어형이 부하제어에서 step제어라고 표현하였는데 실린더 로딩 주기 제어형은 선형제어형입니다. 삼성의 DVM 시스템에서 사용하는 실린더 로딩 주기 제어형 압축기는 시스템의 부하변동에 대하여 33단 이상의 압축기 용량제어와 전자팽창밸브를 연동한 제어로 선형적인 냉매유량을 제어 수행합니다. 참고로 Daikin사의 VRV(RSXY8, 10K) 인버터 방식의 멀티에어컨을 보면 인버터 압축기와 정속 압축기가 병렬 조합으로 구성되어 있으며 용량제어시 주파수를 보면 (인버터 압축기의 주파수+정속압축기의 가동여부) 30Hz+Off, 34Hz+Off, 38Hz+Off, 42Hz+Off, 48Hz+Off, 54Hz+Off, 60Hz+Off, 68Hz+Off, 76Hz+Off, 86Hz+Off,

96Hz+Off, 106Hz+Off, 116Hz+Off, 38Hz+On, 48Hz+On, 60Hz+On, 76Hz+On, 86Hz+On, 96Hz+On, 106Hz+On, 116Hz+On 등의 21단으로 제어하고 있습니다. 이는 시스템멀티에어컨의 용량제어를 0.1Hz로 세분화하지 않아도 충분한 용량제어가 된다는 사실입니다. 삼성의 DVM 시스템의 용량제어가 33단이상으로 제어되는데 LG사에서 삼성용량제어방법은 step제어라고 한다면 Daikin사의 인버터방식 시스템멀티에어컨 또한 step방식이라고 하는 억지입니다.

### LG전자측 재 답변

Step제어라는 표현에 이의 제기를 하니 원고수정시 지난번 내용과 함께 본문과 표 2에서 그 용어를 삭제 하되, 아래와 같이 수정하겠습니다. 그러나, 인버터 압축기가 실린더 로딩 주기 제어형보다 선형제어성이 더 우수하다는 점을 강조할 것입니다. (2)