

# 멀티에어컨의 신냉매 적용 기술



윤 정 인

- 출처 : Refrigeration, March, 1999
- Y. Hagiwara, Daikin Industries, Ltd.  
(Japan Society of Refrigeration and Air Conditioning Engineers)

80년대 초 일본에서 처음으로 직접팽창 방식에 의한 빌딩 개별공조 시스템인 「빌딩용 멀티에어컨」이 개발되었다. 당시 2번에 걸친 오일쇼크에 의해 에너지 절약에 대한 요망과 사용자의 개별공조 필요성 등을 배경으로 상품화된 빌딩용 멀티에어컨은 그 설계 자유성과 편리성으로 지금까지 3,000~5,000m<sup>2</sup>급의 중소규모 신축 빌딩을 중심으로 사용되어 왔으며 최근 빌딩 공조 시스템의 대표기종으로 정착되었다.

현재 일본의 빌딩용 멀티에어컨 시장은 신축 55%, 갱신 45%로 추정되고 있으며 갱신도 중앙공조시스템에서 멀티에어컨 시스템으로의 교체가 중심이 되고 있다. 하지만 앞으로는 빌딩용 멀티에어컨에서 빌딩용 멀티에어컨으로의 갱신도 급증할 것으로 예상된다.

여러 차례에 걸친 개량 및 개선을 통하여 빌딩용 멀티에어컨은 긴 배관사양이나 시스템의 대응량화가 가능하여 최근에는 5,000m<sup>2</sup> 이상의 중대형 빌딩에도 사용이 증가하고 있다.

이와같은 시장배경에서 앞으로 빌딩용 멀티에어컨은 다음과 같은 사항의 개선을 생각할 수 있다.

- (1) 과거 도입된 빌딩용 멀티에어컨 갱신 시 저비용, 공기단축
- (2) 설계, 시공의 자유성 확대로 공조설비 공사 제약의 극소화
- (3) 신냉매 HFC를 사용함으로써 오존층 보호 및 지구환경보호에 기여
- (4) 전력부하 평준화의 관점에서 공조 에너지원의 다양화(가스 냉방이나 빙축 열의 추진)

## 기존 빌딩용 멀티에어컨의 과제

현재 판매되고 있는 빌딩용 멀티에어컨은 실외기에서 냉매(R22:HCFC 냉매)를 압축하고 응축시켜 직접 실내기로 보내어 팽창 및 증발시켜 냉방하는 이른바 「직접팽창」형의 냉동 사이클로 구성되어 있다.

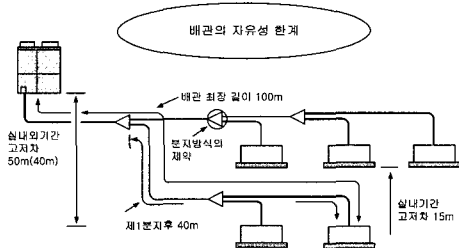
이 방식은 압축기의 윤활에 필요한 냉동기유가 냉매에 혼입되어 실내기로 순환된다. 이 순환하는 냉동기유가 다음과 같은 시스템의 확장을 방해하는 요인이 되고 있다.

- (1) 냉동기유를 확실하게 실외기로 되돌리기 위해서 배관길이나 관경, 배관분지방법 등에 제약이 따르므로(표 1 및 그림 1 참조) 기존 빌딩이나 중대형

빌딩에 사용할 경우 설비장소나 배관 길이 등의 검토가 필요하다.

〈표 1〉 한계의 주요인

배관 길이	내외 고저압	실내기 고저차	재1분지 후의 배관길이	전용 분지관
- 압축기 액백 - 냉동유 회수 - 배관 압력 손실에 의한 능력저하	- 헤드에 의한 고압상승 - 헤드에 의한 전동밸브 차압의 저하 - 냉동유 회수	- 헤드차에 의한 냉동편류	- 가스 액 상류에 의한 냉매편류 - 냉동유 회수	- 가스 액 상류에 의한 냉매편류 - 냉동유 회수



〈그림 1〉 기존 빌딩용 멀티에어컨 배관의 한계

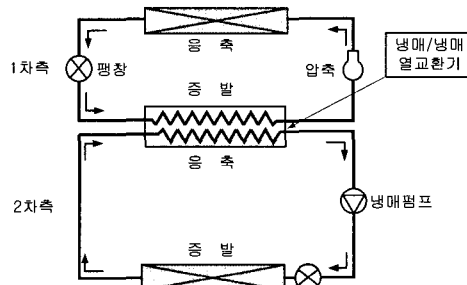
(2) 오존층 보호 등 지구환경보호에 기여하는 신냉매 HFC 사용기기는 현재 R22 냉매에 이용되고 있는 광물유가 아니고 에테르계 등의 합성유를 사용한다. 이 합성유에 광물유가 혼합되면 합성유가 열화하여 압축기의 윤활불량 등 기기의 고장 요인이 된다. 따라서 기존 R22 냉매를 사용하는 멀티에어컨을 새로운 멀티에어컨 시스템으로 갱신할 경우 기존에 사용하는 냉매배관을 그대로 사용한다는 것은 불가능하다. 기존 냉매배관을 사용하기 위해서는 충분히 세정해야 하지만 현재의 세정기술로는 사실상 불가능하다.

문제해결을 위한 신기술

빌딩용 멀티에어컨의 설계, 시공성을 저해하고 시스템의 신뢰성에 영향을 미치는 냉동기유에 대한 문제를 기본적으로 해결하기 위하여 실외기의 냉동유가 실내기로 순환되지 않는 시스템을 개발하였다.

2차냉매 시스템의 채용

기존 빌딩용 멀티에어컨은 압축기나 응축기, 증발기, 팽창밸브가 동일 사이클상에 있어, 압축기에 필요한 냉동기유가 냉매 배관 내를 순환한다. 새로 개발된 2차냉매 시스템은 실외기 내에 압축기, 응축기, 팽창밸브 및 열교환효율 저하를 억제하는 신개발 냉매/냉매 열교환기로 구성된 1차측 회로와 실내기에 연결되는 2차측 냉매회로를 분리한 시스템이다.(그림 2 참조)



〈그림 2〉 2차냉매 시스템의 개요

이 시스템에서 2차측에는 압축기가 없어 냉동기유의 순환이 없다. 이때 냉매의 순환은 냉매펌프를 이용한다. 옛날부터 냉매순환 수단으로 액화된 냉매의 중력에 의해 순환되는 자연순환방식과 기계식 펌프가 실용화되어 있지만 자연순환방식은 중력에 의해 작동하기 때문에 냉매액을 높은 곳에서 낮은 곳으로 밖에 흘리지 못하여 냉난방에 별

도의 회로가 필요하다. 또 기계식 펌프방식은 증발하기 쉬운 프레온계 냉매의 경우 펌프의 흡입측에 캐비테이션이 발생할 수 있고, 펌프를 냉매계통의 상부에 설치하기 어려운 점 등 펌프 설치에 제약이 있다. 더욱이 기계식의 경우는 윤활유가 필요하고 수명이나 관리의 문제, 동력이 필요한 것 등의 문제도 수반한다. 이와같은 문제를 해소하기 위해 「열구동 펌프」를 개발하였다.

**열구동 펌프의 개발**

열구동 펌프(이하 HD(Heat Drive) 펌프라 기술한다.)는 온도가 변하면 압력이 변화하는 프레온계 냉매의 특징을 활용한 운송방식이다.(그림 3 참조)

**<냉매흡입과정>**

가스냉매가 충분한 구동탱크 내(그림 3의 우측) 가스를 냉각함으로써 탱크 내부의 압력이 저하하고 실내기측에서 액냉매가 흡입된다.

**<냉매토출과정>**

액냉매가 흡입한 구동탱크 내(그림 3의 좌측) 냉매가 가열되면 탱크내의 압력이 상

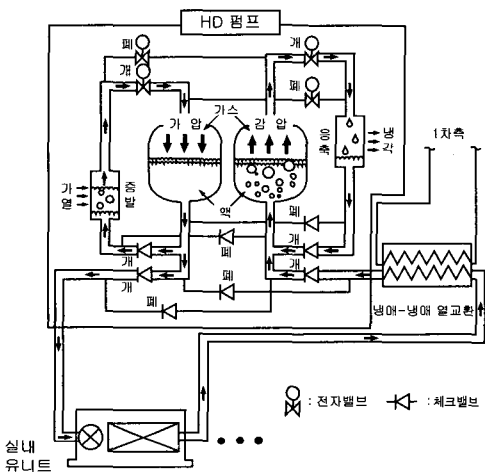
승하여 탱크내의 냉매가 토출된다. 이와 같은 흡입과 토출을 반복하여 냉매를 순환시킨다. HD펌프는 구동탱크, 열교환기, 체크밸브, 전자밸브로 구성되고 기계식 펌프와 같이 윤활이 필요한 회전부분이 없어 윤활유가 필요 없으며 수명이 길어진다. 또 캐비테이션의 우려도 없고 설치 위치의 제약도 해소된다.

**HD펌프에 의한 2차냉매 시스템 채용 제품의 특징**

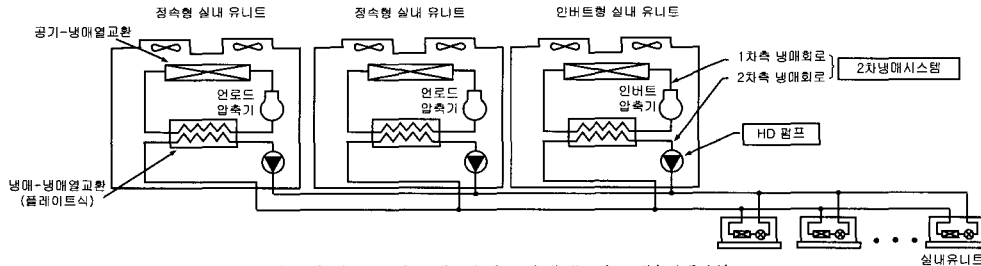
HD펌프에 의한 2차냉매 시스템을 채용하고 1차측 열원으로 가스압축식 시스템과 공냉흡수식 시스템을 이용한 빌딩용 멀티에어컨은 다음과 같은 특징을 가지고 있으며 시스템의 개략도는 그림 4, 5와 같다.

**설계의 자유성**

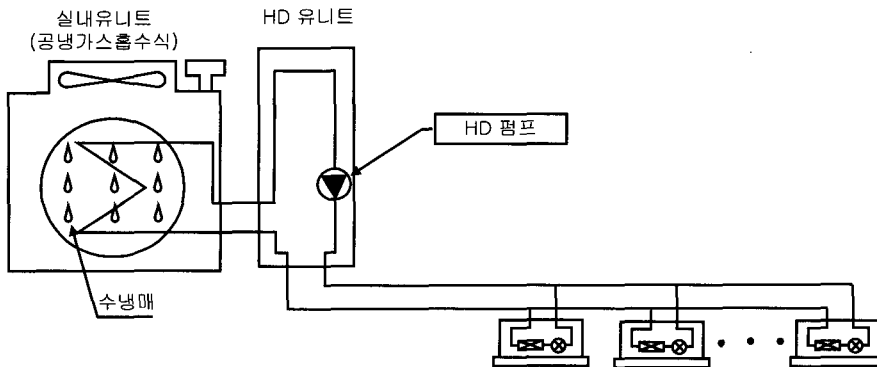
- (1) 길이 150m의 긴 배관사양  
2차측 냉매회로는 냉동기유의 순환이 없어 유회수 문제가 없다. 따라서 현재 빌딩용 멀티에어컨의 냉매배관 길이 100m에서 150m로 대폭 확대할 수 있다.
- (2) 냉매배관 분지의 자유성  
기존의 빌딩 멀티에어컨에서는 냉방시 액가스혼합 냉매가 순환된다. 이 때문에 냉매액의 편류 방지를 위해 전용 분지관이 필요하지만 2차냉매 시스템에서는 액냉매를 순환시키기 때문에 분지관의 형상과 수에 제약이 없다.
- (3) 긴 배관시 냉방능력 감소 저감  
2차 냉매시스템의 2차측 냉매회로는 냉매 과냉각 제거로 엔탈피가 커진다. 따라서 필요한 냉매순환량이 저감되어 70m 배관시에 약 5~10% 개선된다.



〈그림 3〉 열구동 펌프의 원리



<그림 4> HD펌프에 의한 2차냉매 시스템(압축식)



<그림 5> HD펌프에 의한 2차냉매 시스템(공냉 흡수식)

**R22를 사용한 기존설비배관을 사용**

2차냉매 시스템은 1차측, 2차측 모두의 냉매는 오존층 파손지수 제로인 HFC냉매 R407C를 사용한다. 또 1차측이 공냉가스흡수식 사이클인 경우 냉매는 비프레온이다. 현재 R407C의 냉동기유는 합성유(에테르유)를 사용하며 R22는 광물유(스니소)이다. 앞서서도 서술한 것과 같이 합성유에 광물유가 혼합되면 열화되기 때문에 광물유가 잔존하는 R22 배관을 이용할 수 없다. 2차냉매 시스템의 경우는 2차측 냉매회로에 냉동기유가 없기 때문에 광물유의 유무는 문제되지 않는다. 따라서 기존 배관의 이용이 가능하다.

다이킨이 20HP시스템의 갱신에 필드 테스트용으로 적용한 예에서는 공사비가 약 55%감소하고 공사기간도 약 3일에 완료되는 등 갱신건물에 큰 메리트를 발휘하였다.

**향후 전망**

다이킨은 HD펌프를 적용한 2차냉매 시스템을 약 5년간의 기초연구를 수행하여 원리 실증 실험, 응용개발, 신뢰성평가를 거쳐 상품화하였다. 2차냉매 시스템의 1차측은 현재의 빌딩용 멀티에어컨과 동일한 히트펌프 방식과 공냉가스흡수 방식이 있다.

2차냉매 시스템의 경우는 1차측 열원으로 다양한 시스템을 적용할 수 있다. 예를 들면 축열탱크를 접속함으로써 빙축열시스템에도 응용 가능하다. 앞으로 이 신기술을 바탕으로 차세대 빌딩 공조 시스템을 개발해 나가 고자 한다. ☺