

## 통신기기열 활용 난방기 개발

### A Development of Heater utilizing Heat from Communication Equipment

강 왕 규\*, 박 태 동  
(Wang-Kyu Kang, Tae-Dong Park)

**Abstract :** 통신기기실은 겨울철에도 냉방이 이루어질 만큼 열이 많이 발생하는 공간으로, 다수의 특수형 공조기가 설치되어 운용되고 있는데, 여기서 발생된 열은 열교환을 통하여 실외기에서 그냥 외부로 버려지고 있다. 이 열은 겨울철에 사무실 난방과 온수공급에 필요한 적당한 온도와 풍부한 열량을 가지고 있어 그동안 활용 방법을 많이 모색해 왔으나, 시도되었던 제품이나 방법은 현실성이 떨어지거나 제품화 되지 못하고 있는 실정이었다.

이에, KT인프라연구소에서는 현실성 있는 제안으로 실외기로 가는 고온 고압의 냉매를 인접 사무실로 자동 전환시켜 난방을 가능케 하는 Package Type의 응축열 난방기를 개발하였는데, 본 논문에서는 이에 대한 개발과정과 Spec을 소개하고, 철저한 성능검증과 에너지 절감 효과 분석 결과를 제시하여 사업 적용에 필요한 기초자료로 활용할 수 있도록 하였다.

개발된 응축열 난방기는 에너지를 대폭 절감할 수 있을 뿐 아니라 지구 온난화의 주범인 CO<sub>2</sub>를 감축시킬 수 있어 대외 이미지 개선에도 크게 기여할 것이라고 생각된다.

**Keywords:** 통신기기열, 폐열, 응축열, 활용, 난방기

#### I. 서론

최근 고유가 시대에 접어들면서 에너지 절감 및 신재생에너지 개발에 대해 사회적 공감대가 형성되고 있으며, 기업에서는 이에 대해 많은 대책을 내 놓고 있는 상황이다.

KT에서는 통신서비스를 제공하기 위해 많은 통신기기를 보유하고 있으며, 여기서 발생하는 열을 냉각시키기 위해 특수형 공조기를 설치하여 운용하고 있다.

특수형 공조기는 4계절 가동해야 하는 설비로서 겨울철에도 냉방을 실시함에 따라 그냥 외부로 뜨거운 열을 배출하고 있는데, 이 뜨거운 열은 난방 및 온수를 공급할 수 있는 좋은 에너지원이 될 수 있어 이를 활용할 수 있는 방법이 그동안 많이 모색되어 왔으나, 개발된 제품이나 방법이 현실성이 떨어지거나 제품화 되지 못하여 적용하기가 힘든 상태였다. 이에 KT인프라연구소에서는 특수형 공조기에 접목시켜 사용할 수 있는 응축열 난방기를 개발하였는데, 이는 통신기기실 내부의 특수형 공조기 실내기에서 빼앗은 열을 냉매 제어를 통하여 난방기 실내기측으로 이동시켜 응축을 시키는 방식으로 사무실 난방이 가능하도록 되어 있다.

이 응축열 난방기는 KT뿐 아니라 겨울철에도 난방을 실시하는 기업에 적용할 수 있는데, 이러한 획기적인 에너지 절감 대책을 도입함으로써 난방에 필요한 에너지를 절감할 수 있을 뿐 아니라 발생하는 CO<sub>2</sub> 양을 줄일 수 있어 기업의 사회적 책임(CSR)에 한 몫을 담당할 수 있을 것으로 기대된다.

본 논문에서는, 이러한 응축열 난방기의 개발과정과 Spec을 소개하고, 철저한 성능검증 및 실제로 에너지 절감 효과가 어느 정도 있는지를 분석함으로써 향후 사업적용에 대한 타당성을 제시하고자 한다.

#### II. 본론

##### 1. 선행기술 조사/분석

##### 1.1 선행 적용 기술

KT는 통신기기실의 냉방을 위하여 별도의 특수형 공조기를 사용하고 있는데, 이 때 소비되는 전력은 KT가 사용하는 전력의 25% 정도를 차지할 만큼 많은 전력을 소비하고 있어, 냉방 프로세스의 개선을 통하여 전기를 절감하고자 하는 노력을 꾸준히 해 오고 있다.

80년대 후반까지는 겨울철에 차가운 외기를 내부로 불어넣는 외기냉방을 실시하여 에너지를 절감하고자 하였는데, 이 방법은 에너지 절약은 탁월하지만 기기실 내로 먼지나 냄새가 유입되고 필터의 유지보수 어려워 많이 적용되지 못하였다.

또한 90년대 초에는 겨울철 외기온도 5℃ 이하에서 냉방기 압축기를 가동하지 않고 FAN만 가동시켜 냉방을 하는 서모싸이폰 시스템을 도입하였으나 수직배관이 10m 이상 소요되고 외부 온도에 너무 의존적이어서 60% 정도의 효율만이 발생하여 확대 적용되지 못하였다.

그리고 자연공조라고 해서 2000년도에는 PCM(상변화 물질)이란 물질이 고체→액체→기체, 기체→액체→고체 상태로 바뀌면서 열을 흡수/방출하는 시스템을 적용하였으나 장비가 무거우며, 냉방능력이 저하되고, 별도의 칠러 냉동기를 설치해야 하는 단점이 있어 확산 적용되지 못하였다.

\* 책임저자(Corresponding Author)

강왕규, 박태동 : KT 인프라연구소 FTTH & U-City개발담당  
(kangwk@kt.com, tdpark@kt.com)

또한, 최근 2004년도에는 실외기 압축기에서 나온 냉매를 통하여 물을 데워서 난방과 온수로 활용하는 시스템을 적용해 보았는데, 유지관리가 불편하고 설치비가 많이들어 확대 적용되지 못하였다. 이렇듯 에너지를 절감하고자 여러가지 방법이 시도되었지만, 냉방효율이 저하되거나 실현 가능성이 적어 확산 적용되지 못하고 있는 것이 현 상태로 파악되었다.

1.2 냉난방 기술

일반적인 냉방기는 그림 1과 같이 냉매가 압축기를 거쳐 고온 고압의 기체가 되고 실외의 응축기에서 응축된 후 팽창변에서 팽창이 되어 증발기에서 실내 공기와 열교환을 하면서 냉방을 가능케 하는 사이클을 이루고 있으며, 요즘에는 히트펌프라 하여 그림 2와 같이 사방변 제어를 통하여 여름철에는 실내기로 냉방을 하고 실외기로 온열을 방출하며, 겨울철에는 실내기로 난방을 하고 실외기로 냉열을 방출하는 방식으로 여름철과 겨울철에 모두 사용하고 있으나, 겨울철 외기 온도에 따라 보조열원을 사용하게 되므로 에너지를 대폭 절감하지는 못하고 있다.

그리고, 발전소의 폐열을 에너지원으로 실리카젤의 흡착특성을 이용한 흡착식 냉동기는 그림 3과 같이 재생공정과 흡착공정으로 이루어져 있으며, 이와 비슷한 흡수식 냉동기는 태양열 집열기 또는 가스식 가열을 통하여 열원을 확보하고 이 열에너지를 이용하여 흡수체(LiBr-H<sub>2</sub>O)에서 냉매를 분리하는 방법으로 냉방 실시하고 있다.

또한, 2006년 말 LG에서는 실외기 하나로 냉방과 난방을 동시에 가능하도록 하여 냉난방 동시 운전시 폐열 회수에 따라 50%에너지를 절감할 수 있고, 배관길이에 상관없이 설치가 가능한 Multi V. Sync 제품을 출시하였으며, 그림 4와 같이 에너지마스터(주)에서는 대기중의 열을 에너지원으로 하여 기존 히트펌프의 기술 한계(보조 열원 가동)를 극복하고, 화석에너지의 1/5 ~ 1/8수준으로 냉난방을 실시하는 공기 열펌프 기기를 개발하여 판매하고 있다.

그 외 열을 이용하여 전기를 발생시키는 열발전 소자 기술과 PCM 물질 제어 기술 등이 있다.

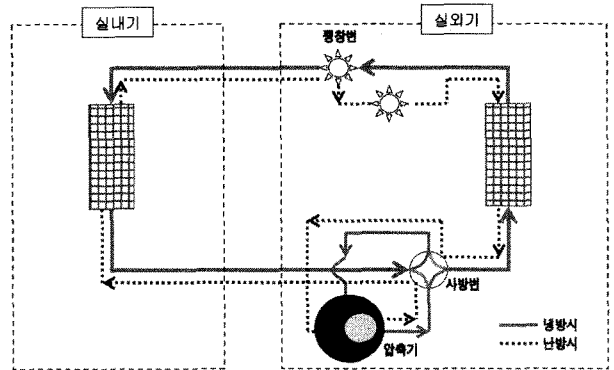


그림 2. 히트펌프 사이클

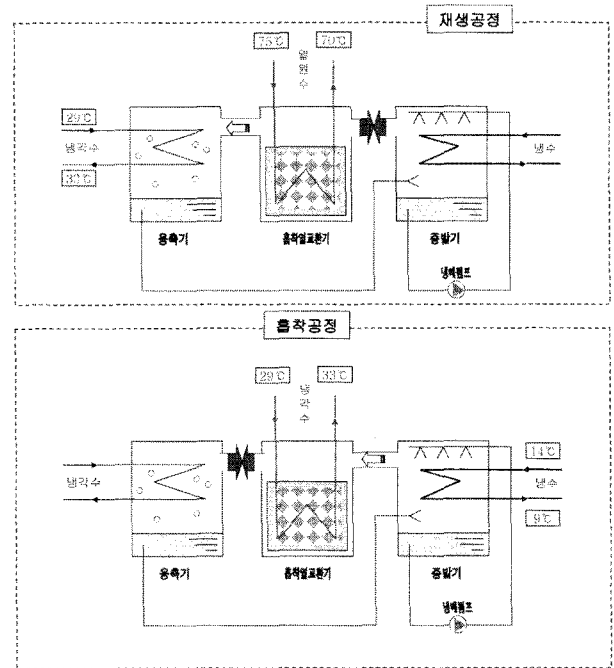


그림 3. 흡착식 냉동기

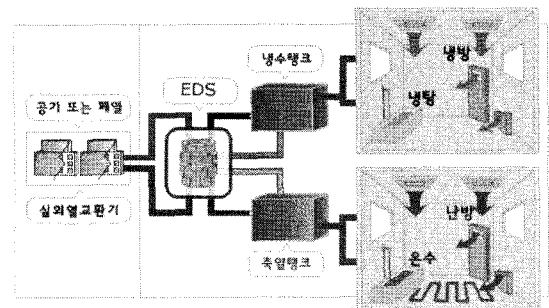


그림 4. 공기 열펌프 기기

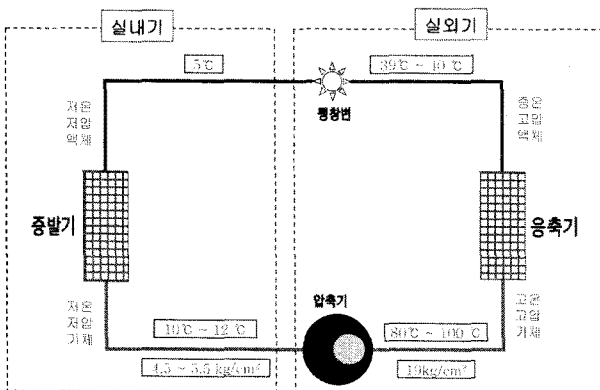


그림 1. 냉방 사이클

1.3 개발방향 정립

KT의 선형 적용 기술과 기존의 냉난방 기술을 바탕으로 통신기기에 적용할 수 있는 에너지절감 방안을 고민하게 되었는데, 응축열을 활용하여 다시 냉방을 하는 흡수식이나 흡착식 냉방기는 흡수식의 경우 최소 85°C, 흡착식의 경우 최소 75°C의 온도가 필요하므로 50°C에서 응축되는 잠열을

이용하도록 설계되는 특수형 공조기와는 맞지 않아 적용이 어려운 것으로 분석되었다.

또한, 응축열을 이용하여 물을 데우는 방식으로 온수 공급 및 난방을 하는 것은 가능하나, 축열탱크, 배관 등의 부대설비를 많이 필요로 하게 되므로 투자비용이 많이 들고 설치가 힘들어 적용 및 확산이 어려운 것으로 판단되었으며, 태양열 시스템과 병용하게 되면 온수공급, 냉난방 모두 가능하나 태양열 시스템의 설치 제약 및 비용문제가 뒤따르고, 태양열을 이용하지 못할 경우에 난방 사용이 불가능하여 적용에 한계가 있는 것으로 분석되었다.

따라서, 응축열을 이용하여 난방을 하는 것은 어렵다고 판단하여 50℃ 응축열을 그대로 이용하여 난방을 하는 방법과 고액니즈(특수형 공조기의 난방성능 동일, 소모 내구성 확보, 유지관리 불편 최소화, 경제성 확보 등)를 종합하여 손쉽게 설치해서 사용할 수 있으며, 사업 실행력이 뛰어난 Package Type의 응축열 난방기를 개발하는 것으로 하였다.

## 2. 응축열 난방기 개발

### 2.1 개발 제품 Concept

응축열 난방기란 평상시 통신기기실을 냉방하는 경우에는 특수형 공조기의 실내기에서 빼앗을 열을 실외기를 통하여 배출하게 하고 난방을 필요로 할 경우에는 실외기로 가는 냉매를 냉매제어 유니트에서 사무실 난방기 쪽으로 자동 전환하여 사무실 난방기의 응축기 코일에서 사무실 공기와 열교환이 이루어 지도록 하여 난방을 하도록 고안되어, 겨울철 또는 환절기에 사무실 난방을 대체하므로써 에너지를 절감할 수 있는 제품으로, 자체에 난방 기능을 할 수 있는 실외기를 옵션으로 부착하여 필요시 여름철에 난방기로 활용할 수 있도록 구성하였다.

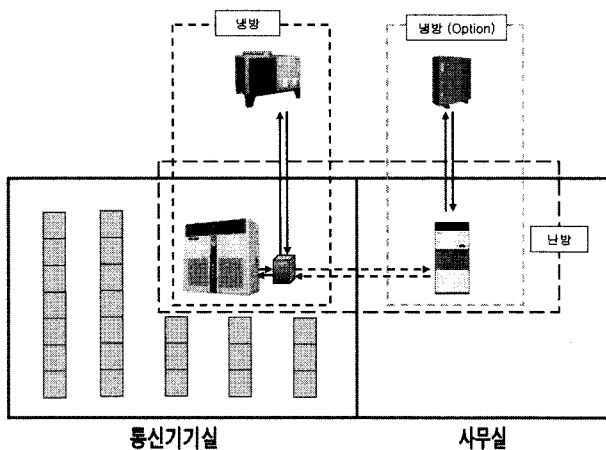


그림 5. 응축열 난방기 개념도

### 2.2 핵심 제어 시퀀스

평상시에는 그림 6의 냉매제어 유니트에서 1번 전자변과 2번 전자변이 닫힌 상태로 3번 전자변과 4번 전자변이 열려 있어 냉방 사이클을 이루다가 난방 필요시에는 3번 전자변을 먼저 잠그고 압축기의 펌프다운 기능을 이용하여 실내기에 있는 냉매를 4번 전자변 쪽으로 모은 다음 압축기를 정지시키고, 4번 전자변을 닫은 후 1번과 2번 전자변을 동시에

열고 압축기를 가동시켜 냉매가 사무실 응축열 난방기로 흐르도록 하여 난방을 하게 하며, 난방을 필요로 하지 않을 경우에는 이 과정을 반대로 수행하여 원상 회복되도록 구성하였다. 여기서 유분리기는 냉매에 섞여 있는 압축기 구동 오일을 회수하는 기능을 담당하는 것으로, 회수한 오일을 압축기로 보내는 기능을 수행하여 오일부족으로 인해 압축기가 정지되는 것을 방지하도록 하였다.

그리고, 응축열 난방기는 특수형 공조기가 가동될 경우에만 동작할 수 있으므로 특수형 공조기가 가동되지 않는 경우에 Error를 발생시키며, 정전, 특수형 공조기 이상, 응축열 난방기 이상 등이 발생할 경우에도 Error를 발생시켜 관리자에게 알려주는 기능이 포함되어 있으며, 난방 운용시 문제가 발생하면 자동으로 복구될 수 있도록 설계되어 있다.

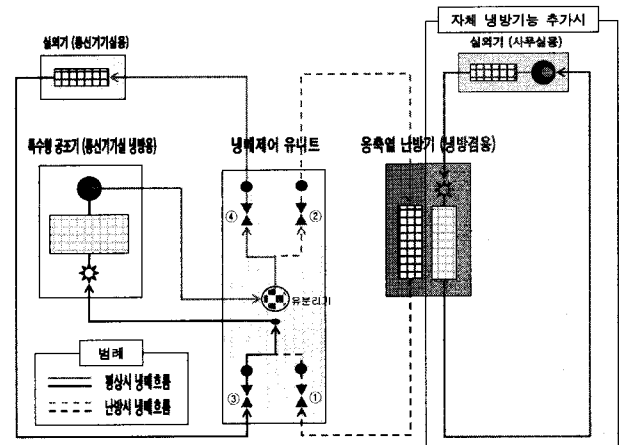


그림 6. 핵심 제어 시퀀스

### 2.3 성능실험

개발된 응축열 난방기의 내구성 및 에너지 절감 효과 확인을 위하여 15RT 특수형 공조기 1대에 7.5RT 응축열 난방기 1대를 연결하여 실험하였는데, 15RT 특수형 공조기는 기본적으로 7.5RT가 교번동작 하도록 설계되어 있어 1Cycle은 자체적으로 냉방이 가능하도록 하고, 2Cycle에만 응축열 난방기를 연결하였다.

제품의 내구성을 검증하기 위하여 2,500회의 냉매 반복제어를 실시하였는데, 그결과 압축기와 전자변 모두 문제가 없는 것을 확인할 수 있었으며, 온도와 습도를 통하여 냉/난방 능력을 확인한 결과, 난방시에도 특수형 공조기의 냉방 능력은 동일한 것으로 나타났으며, 사무실 난방에 필요한 열량이 충분히 발생하는 것을 확인할 수 있었다.

하지만 FAN에 약간의 소음이 발생하였는데, 이는 특수형 공조기의 냉방 능력에 지장을 주지 않기 위해서 FAN의 용량과 회전수가 커져 나타나는 현상으로 파악되어, 인버터를 사용하여 FAN을 제어하고, 응축기 코일을 증가시켜 문제를 해결하였다.

### 3. 에너지 절감 효과 분석

응축열 난방기는 압축기가 실내에 들어가 있는 특수형 공조기에 냉매제어 유니트 및 냉매배관을 추가하여 설치하는 제품으로, 특수형 공조기 중 가장 많이 사용하고 있는 10RT

용량과 15RT용량에 맞춰 5RT(난방열량 17,600kcal, 실제 FAN 소모전력 0.5kwh)용량과 7.5RT(난방열량 25,000kcal, 실제 FAN 소모전력 0.6kwh)용량의 응축열 난방기를 개발하였는데, 여기서는 그 중 7.5RT 난방기에 대해 에너지 절감 효과를 분석하는 것으로 하였다.

응축열 난방기 가동 기간은 1일 8시간, 1개월 20일, 겨울철 4개월 동안을 기준으로 하였으며, 동일 열량을 내는 히트펌프(OFF 히터), 히트펌프 (ON히터), 전기히터, 등유 보일러, 경유 보일러, 도시가스 연료와 비교하는 것으로 하였다.

표 1은 응축열 난방기의 난방열량을 확보하는데 필요한 사용 에너지원의 요금을 나타내는데, 에너지원에 따라 다르지만 최소 46만원에서 최대 417만원을 절약할 수 있는 것으로 나타나, 에너지 절감 효과가 탁월한 것으로 분석되었다.

표 1. 에너지원 별 요금 비교표

구분	열량		효율 (%)	단가 (원)	요금/년 (원)	비율
응축열 난방기	41,667	kcal/kwh	100	85	32,640	1.0
히트펌프 (OFF 히터)	2,736	kcal/kwh	100	85	497,076	15.2
히트펌프 (ON 히터)	1,811	kcal/kwh	100	85	750,966	23.0
전기 히터	860	kcal/kwh	90	85	1,757,106	53.8
등유 보일러	8,700	kcal/litter	80	1,560	3,586,874	109.9
경유 보일러	9,200	kcal/litter	80	1,933	4,201,109	128.7
도시가스	10,500	kcal/m <sup>3</sup>	85	663	1,187,872	36.4

\* 참고 단가

- 전력 요금 : KT P지점 2008년 1월 전력요금
- 보일러 등유, 경유 요금 : 한국석유공사 자료 적용 (2008.7.21 ~ 7.25)
- 도시가스 요금 : 업무용 난방 요금 (인천도시가스, 2008. 4.1 ~ 적용)

표 2는 응축열 난방기의 난방열량을 확보하는데 필요한 사용 에너지원 별 1년에 방출되는 CO<sub>2</sub>양을 나타낸 것으로, 최소 2.6톤에서 최대 9.8톤까지 CO<sub>2</sub>방출량을 감축시킬 수 있는 것으로 나타나 환경경영 차원에서도 매우 유익한 것으로 분석되었다.

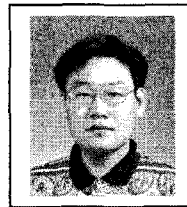
표 2. 에너지원 별 CO<sub>2</sub> 방출량

구분	CO <sub>2</sub> 방출량(톤)/년	비율
응축열 난방기	0.2	1.0
히트펌프 (OFF 히터)	2.8	15.2
히트펌프 (ON 히터)	4.3	23.0
전기 히터	10.0	53.8
등유 보일러	6.1	33.0
경유 보일러	6.0	32.5
도시가스	4.4	23.8

### III. 결론

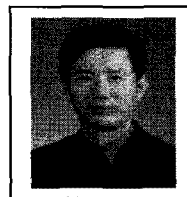
이상으로 응축열 난방기에 대한 개발 과정 및 Spec과 에너지 절감 효과 분석 결과에 대하여 살펴보았는데, 본 논문에서 알 수 있듯이 개발된 응축열 난방기는 사업에 바로 적용할 수 있는 제품 성능을 만족하고 있으며, 특히 그냥 외부로 버려지는 폐열을 난방을 필요로 하는 곳에 활용하므로, 다른 어떤 방식보다도 에너지 절감 효과가 탁월함을 알 수 있다.

또한, 최근 정부에서는 “신교유가시대 에너지절약대책 (2008.4.24)” 을 발표하여 건물 실내 냉난방 온도를 여름에는 26℃ 이상, 겨울에는 20℃ 이하로 유지하는 것을 법제화하려 하고 있으며, 2005년 발표된 교통의정서에 따라 우리나라가 2013-2017년에는 온실가스 의무감축 대상국이 될 가능성이 커, 추가적인 환경비용이 발생할 수 있으므로 전략적인 측면에서도 응축열 난방기의 사업적용이 필요할 것으로 판단되는데, 이러한 응축열 난방기의 사업적용은 기업의 사회적 책임(CSR)의 환경경영을 위한 체계를 구축한다는 차원에서도 큰 의미가 있다고 하겠다.



강 왕 규

1995년 충남대학교 토목공학과 졸업  
1997년 충남대학교 토목공학과 (석사, 구조공학 전공)  
1998년~현재 KT 인프라연구소 재직중



박 태 동

1996년 Univ. of Texas Austin Ph.D (Aero-space)  
1985년~현재 KT 인프라연구소 재직중