

토털 에너지 시스템

(1)

윤 재 덕

한국가스공사 사업개발부장

수요가 대폭적으로 늘어나고 산업부문에서도 에너지가 더욱 중요한 비중을 차지할 것이 예상되며 동시에 쾌적한 주위 주거환경, 직장환경을 추구하는 열망은 더욱 고조되어 쾌적한 환경에 대한 지향성이 급속한 템포로 발전될 것이 예상된다.

그러나 현재까지 유한한 지하자원 형태의 화석연료에 에너지 공급을 의존하고 있는 상황에서 미래의 에너지 수요급증을 그대로 방치하면 심각한 에너지 위기를 초래할 가능성이 있다. 최근에는 지구의 환경문제와 더불어 걸프전쟁 등과 같은 사건이 에너지 수급에 중대한 영향을 끼치고 있으며, 일반적으로 이러한 에너지 수급상의 불균형 상태가 에너지 파동이 오면 에너지의 효율적 이용이 중대한 문제로 떠오르다가 에너지 가격이 안정되면 에너지 절약에 대한 관심도 사라지고, 또 다시 에너지 파동이 발생하면 '에너지 절약'이란 명제를 놓고 호들갑을 떨고는 하는데, 우리는 근본적으로 에너지 이용효율 개선에 꾸준한 관심과 노력을 기울일 필요가 있다.

현재 일반생활용 열 에너지 수요는 100°C 미만의 저온 에너지가 대부분이므로 이에 적합한 히트펌프(Heat Pump)를 기술적으로 이용한 토털 에너지 시

나무와 숲이 있고, 새가 울고, 꽃이 피는 대자연 가운데서 모든 생물들은 쾌적한 삶을 누려왔다. 인류도 이 자연과 더불어 순수한 감성으로 미래를 꿈꾸며 발전적인 창조를 거듭해 왔다.

정말로 자연은 인류의 발전적인 아이디어와 창조적 생각의 근원이라 할 수 있을 것이다. '베토벤의 전원교향곡과 같은 명곡이 오늘날과 같이 공해에 찌든 도시환경 속에서도 작곡될 수 있었을까?'하고 생각할 때가 한두번이 아니다.

현대의 산업발전에 따라 도래된 공해문제에 의해 쾌적한 환경공간에 대한 관심이 더욱 고조되고 있는 오늘날, 매력적이고 쾌적한 환경을 만드는 노력과 성과가 그 나라의 미래를 말할 수 있는 것과 같이 기업에 있어서도 근무환경 개선은 인재확보와 영업 효과에 큰 영향을 주어 기업성장에 있어서 중요한 요소로 등장하게 되었고, 사무실에서도 청결 쾌적한 실내환경은 작업업무 능률향상과 새로운 과제창출 의욕 증진에 원동력이 되고 있다. 지금까지 쾌적한 생활환경을 만드는 데 반감지 않게 항상 따라다니는 것이 에너지 이용에 따른 공해였는데, 앞으로 가정의 냉·난방 및 급탕용 등 생활환경 개선을 위한 에너지

〈표 1〉 일본 건물의 환경기준
(점포, 백화점, 흥행장, 학교)

- 부유분진 0.15mg/m² 이하
- EO 일산화탄소 (CO) 10ppm 이하
- 탄산가스 (CO₂) 1,000 ppm이하
- 온도 17~28℃
- 상대습도 40~70%
- 기류 0.5m/sec

시스템을 구축하여 에너지 이용의 효율성을 제고시키며 이에 따라서 연료소비에 따른 공해물질 배출을 억제함으로써 도시환경 개선과 더불어 지구환경 보호를 위한 세계적인 흐름에 보조를 맞출 수 있을 것이다.

이제 우리나라도 청결·쾌적한 도시생활 환경 및 사무실 근무환경을 위하여 최적화된 쾌적성을 갖추 고도 경제적, 안정적, 효율적인 에너지 시스템을 구성하여야 할 시기가 되었다.

현재 일본 등 선진국에서는 건물의 환경기준을 설정, 운영하고 있는데, 일본의 환경기준은 표 1과 같다.

이를 위한 효과적인 시스템으로 도시 가스의 경제적인 냉난방·전력 시스템을 소개하고자 한다. 도시 가스 냉난방 및 전력생산 시스템에 이용되는 연료는 크린 에너지이면서도 높은 안정성과 공급의 안정성을 갖춘 연료인 천연 가스이며, 이러한 천연 가스 연료를 이용한 냉난방·전력 동시 생산 시스템의 이점은 다음과 같다.

① 경제성 우수

일본의 경우에는 정부 재정투자, 세제면 우대, 에너지 절약설비 개발공정용 가스 요금지불 등의 지원정책으로 초기투자비 및 운전비면에서 우수

② 수변전설비 경감

가스 냉난방 시스템은 난방뿐만 아니라 냉방수급 에너지도 도시 가스를 이용하고, 전기는 보조적으로 사용되어지므로 전기냉방에 비하여 전기 소비량이 적고, 발전을 하여 자가소비하므로 전력회사 계약전력량을 감소시킬 수 있다.

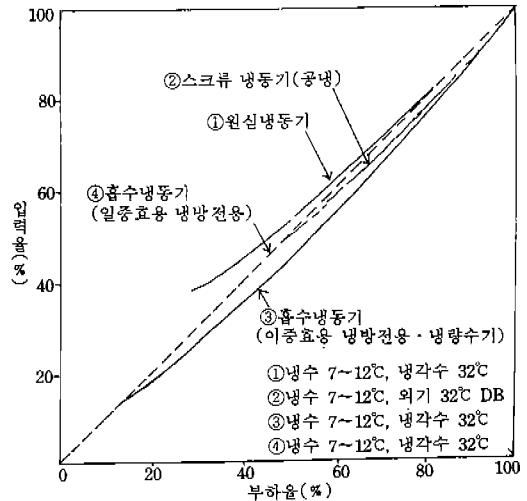
③ 유효면적 확대

가스 냉·난방식은 난방과 냉방은 동일수준으로 하고 가스를 연료로 사용하므로 유류저장 탱크 등 부대설비 설치가 불필요

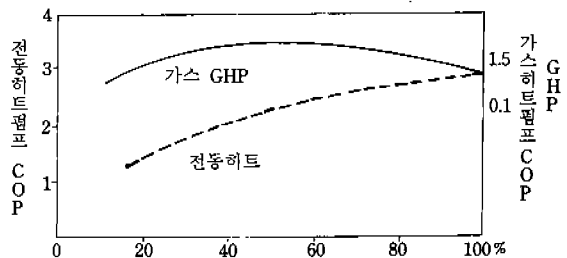
④ 저부하시 고효율

공조설비는 상시 전부하로 운전되지 않으므로 저부하시의 효율이 운전비에 큰 영향을 주는데, 가스 냉난방은 저부하시에도 고효율을 유지하므로 경제적이다.

즉, 빌딩을 냉방하는 데에 설비가 100% 부하로 운전되는 경우는 거의 없으며, 일반적으로 30~70% 부하로 운전되므로 저부하 운전시 가스 냉방의 효율은 좋고, 전기냉방은 냉방부하가 낮은 상태에서 효율이 떨어지므로 실제부하상태에서는 가스 냉방이 경제성이 있다. 냉방부하에 따른 효율의 변화는 그림



〈그림 1〉 냉방열원 용량제어 특성

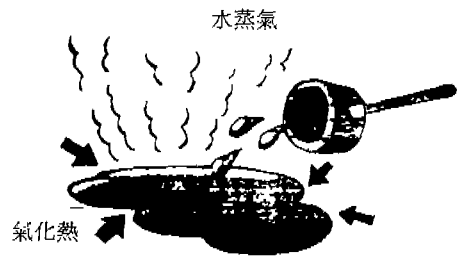


〈그림 2〉 가스 히트 펌프(GHP)와 전동 히트 펌프의 성능계수(COP) 비교

1, 2와 같다.

⑤ 신속 기동정지 용이

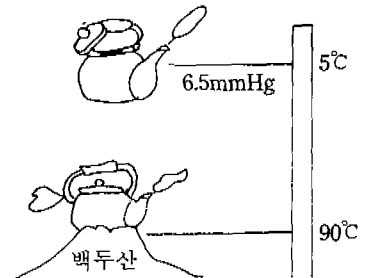
가스 냉난방 시스템은 연소 및 운전 시스템이 간단하고 완전자동화가 가능하여 취급이 용이하며, 통신시설을 이용하여 원격 기동정지(Home Automation) 할 수 있는 정도로 간단한 설비이고, 연소기 자체가 청결 유지되므로 관리가 편리하다.



<그림 3>

1. 가스 이용 냉방방 시스템의 원리

가스를 이용한 냉방방 시스템을 분류하면 난방은 가스로 하고 냉방은 전기로 하는 방식과 가스로 냉·난방을 전부 하는 방식이 있으며, 가스 냉방은 흡수식 냉방방법과 가스 히트펌프식이 있으며, 또한 이 두가지 방식을 종합적으로 이용하는 냉·난방방법이 여러가지 있으나, 여기에서는 대표적인 기본원리인 흡수냉방 원리, 가스 히트펌프 냉방의 기본 원리, 냉·난방과 발전을 동시에 하는 토털 에너지 시스템을 설명한다.



<그림 4>

가. 흡수식 가스 냉방 기본원리

“가스를 연소하면 열이 나는데, 그 열로 어떻게 냉방을 할 수 있을까?”, “열로 난방은 할 수 있지만, 뜨거운 열로 어떻게 냉방을 할 수 있는가?” 하는 의심이 갈 것은 당연하다. 그러나 그 원리의 근거는 콜럼부스의 달걀과 같은 것이다.

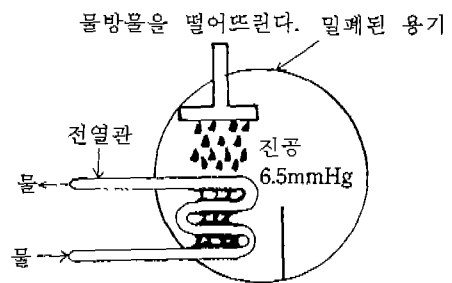
이것은 뉴턴의 에너지 법칙을 무시하는 발상이라고 생각할 수 있으나, 실제로는 뉴턴의 에너지 법칙내에서 일어나는 현상이다.

첫째 : 여름에 더울 때 가끔 마당에 물을 뿌리면 시원해진다는 것은 옛날부터 전해내려오는 생활이 지혜이다. 이러한 현상의 과학적 근거를 살펴 보면 물이 증발할 때 액체(물)가 기체(수증기)로 변하기 위하여 추위 땅의 열기 또는 공기 중에서 증발잠열(539kcal/kg)을 흡수하는 성질 때문이다(그림 3, 4).

둘째 : 물은 보통 100°C에서 비등한다. 그러나 우리가 높은 산에서 물을 끓일 때는 약 90°C에 비등하므로 끓는 점이 기압변화에 따라서 변화함을 알 수 있다.

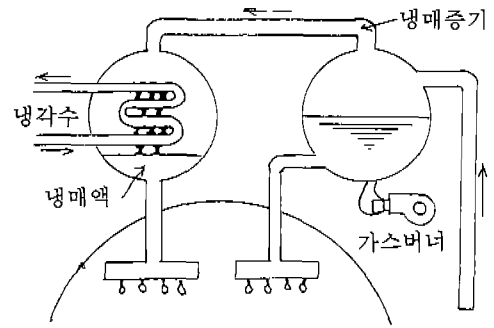
이러한 원리에 의하면 진공상태에서는 물이 약 5°C에서 비등한다.

셋째 : 이러한 두가지 성질을 이용하여 밀폐된 진공용기중에 있는 공급용 순환수 배관상부에서 물을 살수하여 살수된 물이 순환수배관으로부터 증발잠열을 흡수하여 배관온도를 저하시키고, 관속의 냉각된 물은 냉방용으로 이용한다(그림 5).



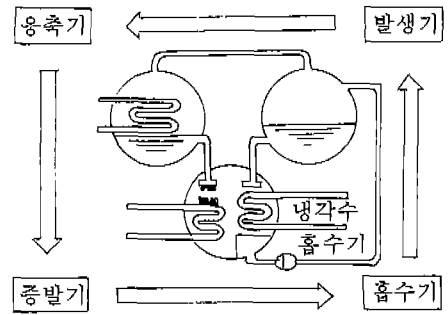
<그림 5>

넷째 : 증발된 수증기로 용기내의 진공도는 깨지므로 첫째, 둘째의 원리를 계속 유지시키려면 진공을 계속 유지하여야 되므로 이를 위하여 수증기를 제거하여야 한다. 수증기를 제거하기 위한 방법으로는 기계적인 방법의 진공 펌프, 수증기를 흡수하는 흡수제를 사용하는 두가지 방법이 있으나, 기계적인 방법은 동력을 사용하고 동력의 사용증가로 에너지 소비가 증가되므로 동력을 사용하지 않는 흡수제 방법을 이용하여야 된다. 흡수제로 이용되는 리튬브로마이드(취화리튬) 용액은 흡수력이 강하므로 발생 수증기를 전량 흡수하게 되어 진공도를 계속 유지할 수 있게 된다(그림 6).



<그림 7>

다섯째 : 흡수제가 무한대로 수증기를 흡수할 수 있는 것은 아니다. 일정량을 흡수하면 포화상태가 되므로 계속 흡수할 수 있도록 흡수제를 재생하여야 된다. 이를 재생하기 위하여 흡수제를 재가열하면 물은 다시 증발을 한다. 증발수증기를 응축기, 즉 냉동기의 냉각탑 같은 용기를 통하여 수증기를 물로 응축시키고 응축된 물은 다시 공기조화 활용(냉방용) 진공 냉각수관에 살수하는 과정이 연속적으로 이루어지면서 냉방을 하는 것이다(그림 7).

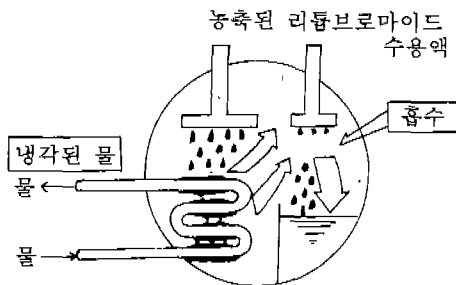


<그림 8>

여섯째 : 재생에서 발생하는 수증기를 목욕용 온수로 이용하고, 열원으로 이용하면 더욱 효율적이다(그림 8).

나. 가스 히트 펌프(Gas Heat Pump : GHP)

첫째 : 압축식 냉방은 가스 엔진이나 가스 터빈을 이용하여 강제적으로 냉매를 기화 또는 액화를 받



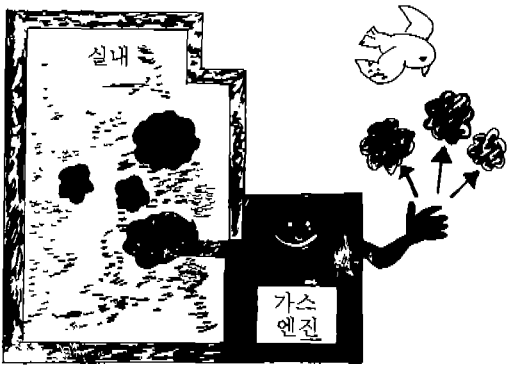
<그림 6>

복하며 실내와 실외의 열교환을 하는 것으로, 쉽게 말하면 냉동기를 엔진이나 가스 터빈을 이용하여 구동하는 방법을 말한다. 그 원리를 쉽게 설명하면 실내의 더운 열을 기계적으로 실외로 뺏아내는 것이다(그림 9).

둘째, 실내의 열교환기중에서 증발한 상태에 냉매가 유동한다. 이 냉매의 기화열에 의하여 실내의 공기가 냉각된다(그림 10).

셋째, 기화된 냉매 가스는 가스 엔진, 가스 터빈에 의하여 구동되는 압축기에 의해 고압으로 압축되어 액화된다. 압축된 액화 가스는 압축시에 발생된 열을 제거시키기 위해 냉각기로 가서 외부기온(바람)에 의하여 액화된다(그림 11).

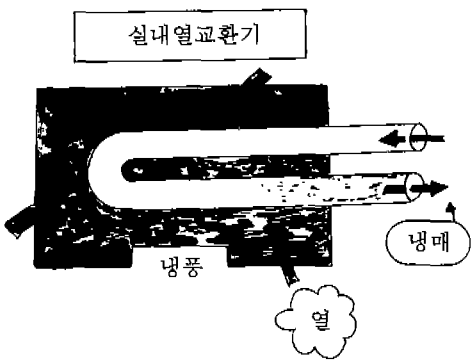
넷째, 둘째, 셋째의 원리로 액화된 냉매가 팽창 밸브를 통하여 팽창 변동된 후에 실내 열교환기에서 급격히 팽창하여 기화하므로 실내 열교환기에 송풍



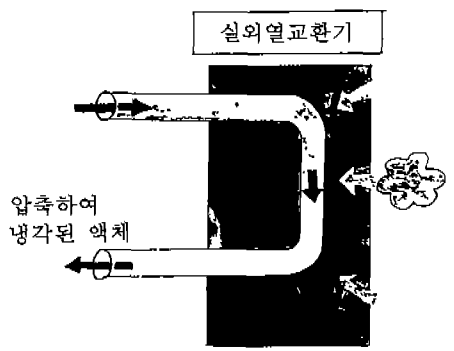
<그림 9>

비교하여 수요자까지 도달과정에서의 송배전 손실이 없고, 배열의 약 80%를 유효하게 이용할 수 있는 장점이 있다. 발전효율만을 고려할 때에도 배열의 이용에 따라서 발전효율은 25~35% 내외이나, 전력회사의 전기는 발전소에서 수요자까지의 도착에는 열효율이 30~35%인 점을 감안할 때 발전효율도 떨어지는 것은 아니다. 뿐만 아니라 배열이용을 포함한 종합효율은 약 70~80%로, 에너지 이용의 효율성이 아주 높다.

또한 도시생활이 발달함에 따라서 에너지 소비량이 증가되고, 특히 전기 에너지 수요증가는 기존도시에서는 수요에 신속히 부응할 수가 없기 때문에 공급이



<그림 10>

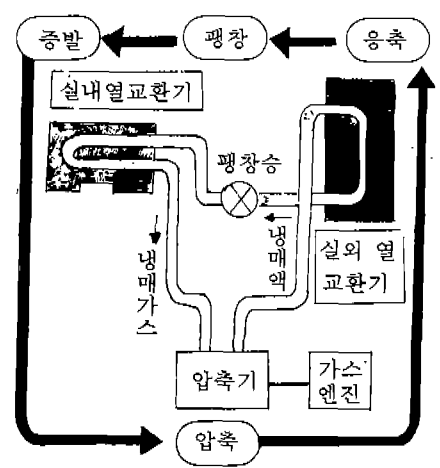


<그림 11>

되는 공기를 냉각시켜 실내의 기온은 내려간다(그림 12).

2. 토털 에너지 시스템에 의한 발전·공조·급탕·난방

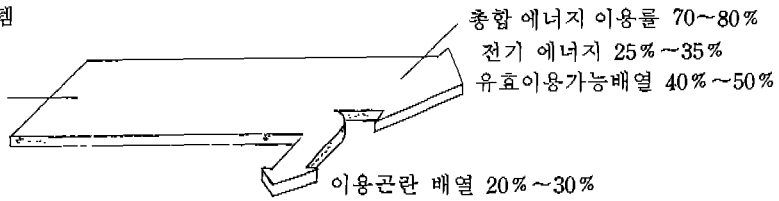
토털 에너지 시스템에 의한 발전·공조·급탕·난방은 도시 가스를 연료로 하여 전기와 열 에너지를 이용하고, 두가지 이상의 에너지를 동시에 생산하는 시스템으로서 가스 엔진이나 가스 터빈을 동력설비로 하여 발전기를 구동하여 전기를 발생시키고 그 후 배열을 회수하여 급탕 또는 냉난방으로 이용하는 것으로 에너지를 수요처에서 제조하는 단순 사이클 시스템으로서 발전소에서 전기를 발전하는 경우와



<그림 12>

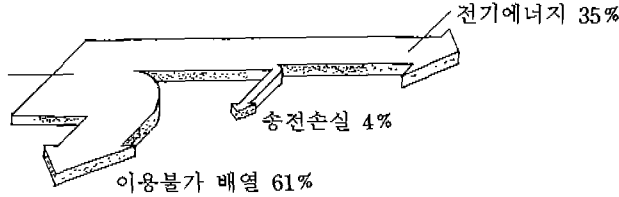
• 가스 토털 에너지 시스템

제조효율 100%
1차 에너지 100%

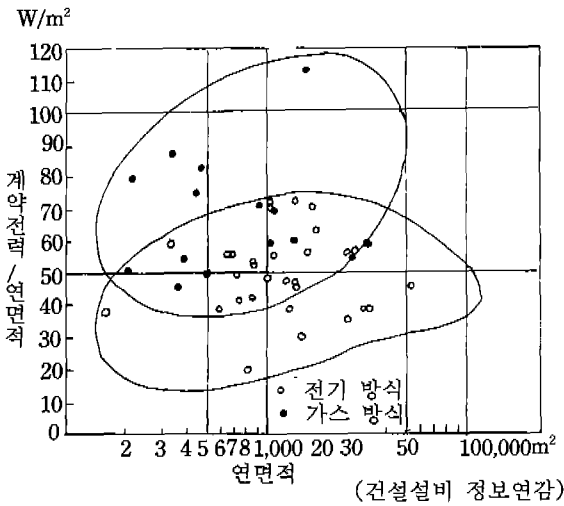


• 중래방식의 발전시스템

발전효율 39%
1차 에너지 100%



<그림 13>



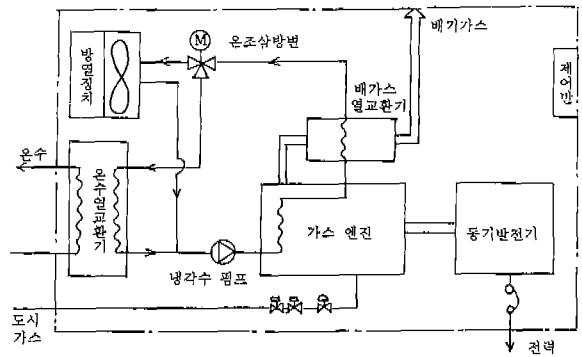
<그림 14> 열원별 계약전력

원활하지 못한 경향이 나타나므로, 도시 환경문제를 포함한 에너지 절약형 사회의 구축이 더욱 중요한 시점인 이때에 이러한 토털 에너지 시스템의 도입은 그 필요성이 매우 절실하다(그림 13).

3. 종합 에너지 시스템의 특징

첫째, 전기와 열 에너지를 동시에 사용하는 시스템으로서 이것에 의하여 종합 에너지 이용효율이 향상된다.

둘째, 에너지 코스트는 이용률 향상으로 경제적



<그림 15> 시스템 흐름(15kW급)

가치를 갖게 된다.

셋째, 에너지 원의 분산으로 만일의 계통전력 단절시 전력 및 열공급 안정에 기여한다.

넷째, 전력사용의 피크 감소에 의하여 수전설비 감소로 인한 계약전력 절감으로 전력 기본료를 절감할 수 있다.

다섯째, 전력회사측에서 보면 피크 전력 감소로 발전, 송배전설비 이용률 증대와 설비투자비, 운영비의 감소로 생산원가 절감을 기할 수 있다.

일본의 경우 건물 연면적에 따른 계약전력 분포는 그림 14, 15와 같다.

<다음호에 계속>