

흡수식 가스冷暖房裝置의 技術開發動向과 展望

趙 興 坤 / KIET 責任研究員 · 熱原動機技術士

1. 머리말

도시가스가 냉난방용 연료로 사용되기 시작한 것은 오일쇼크 이전의 공해문제가 사회의 큰 쟁점이었던 때이다. 그후 도시가스의 특성인 공급의 안정성, 무공해성, 조작의 용이성 등이 각 방면에서 높이 평가 되었고, 흡수식 냉난방장치에 도시가스(LNG 포함)의 특성을 적용시키면 에너지 절약과 설치면적을 줄일 수 있다는 매력으로 도시가스에 의한 냉난방도 급속히 보급되고 있다.

더구나, 가스냉난방 시스템 중에서도 高效率의 가스 흡수냉온수기의 개발과 더불어 흡수식의 적용범위가 넓어지고 있으며, 전력과 연료의 수급문제와 대중연료의 다변화에도 큰 의미를 가지고 있어서 앞으로 수요가 크게 늘어나라 생각된다.

그러나 우리나라에서는 도시가스에 의한 빌딩의 냉난방은 기름을 이용한 난방이나 전기를 이용한 냉방 등과 비교할 때 잘 알려지지 않았을 뿐만 아니라 역사도 짧아서 解説書라든가 자료 조차도 거의 없어서 보급이 제한적으로 밖에 이루어지지 못하고 있는 실정이다.

한편, 계속되는 도시가스 공급망의 확충과 함께 곧 시행될 LNG 도입에 따른 사회적인 여건에 의하여 우리나라는 필연적으로 가스연료의 대중화시대를 맞이하게 되어 있다.

본고는 가스연료의 대중화에 따라 널리 보급될 것으로 기대되는 가스 냉난방 시스템 중에서도 선진국에서 각광을 받고 있는 흡수식에 대하여,

그 장점과 기술개발 동향 등을 그 열원 기기인 가스흡수식 냉온수기를 중심으로 알아보고, 구체적인 실시예와 효과를 간단히 기술한 것이다.

흡수식 가스냉난방 시스템의 이론은 냉동기가 발명된 200여년 전부터 발표되기 시작했으며, 공기조화용으로써 가장 뚜렷한 발전은 水—臭化리튬의 성질을 냉난방 장치의 열원 기기에 이용하게 된 1940년대에 이루어져서, 계속적인 기술개발로 오늘에 이르고 있다.

2. 熱源機器

흡수식 냉난방장치의 열원기기는 가스흡수 냉온수기이다. 이에 이용되는 흡수냉동 사이클은 열에너지를 사용하여 냉수를 만드는 것이다. 증발한 冷媒蒸氣를 흡수제에 흡수시키고 冷媒를 재생 이용하기 위하여 가스를 열원으로 한다.

冷媒와 흡수제를 조합시키는 방법으로는 냉난방장치용으로 주로 물(水)을 冷媒로 하고, 흡수제로는 臭化리튬 수용액($H_2O - Li_2Br$)을 사용한다. 이 물질은 機内の 압력을 대기압 이하로 유지하고, 저압 증기 등과 같은 낮은 열원에도 충분히 냉수를 만들 수 있는 특징을 갖는다.

흡수냉동기가 보일러에서 발생한 증기나 온수를 열원으로 하는데 비하여, 가스흡수 냉온수기는 가스버너를 기내에 가지고 있어서 도시가스 등을 연소시키기 때문에 한대의 기계로서도 냉수와 온수를 동시에 만들어 낼 수 있다.

이와 같은 가스흡수 냉온수기의 특색은

① 보일러가 필요 없으며, 기계실의 면적이 작아도 된다.

② 취급이 간단하여 운전이 쉽고, 보일러가 없기 때문에 인건비를 줄일 수 있다.

③ 진동과 소음이 적기 때문에 기기의 설치장소를 옥상 등 어느 곳이나 정할 수 있다.

④ 회전부분이 소형의 펌프 뿐이어서 고장이 적다.

⑤ 1 대로서 냉수와 온수를 동시에 공급할 수 있고, 대형機에서는 연간 공기조화 냉난방이나 再熱 등의 용도에 맞추어 이용할 수 있다.

⑥ 기내가 항상 대기압 이하를 유지하여 안전하다.

⑦ 에너지 절약형의 개발이 이루어져서 경제적이다.

⑧ 연간 운전시간이 긴 부분 부하 특성이 좋아서 연간운전비를 절약할 수 있다.

등에 있어서 냉난방용 열원기기로서는 이상적이라 할 수 있다.

(1) 가스吸收冷温水機의 종류

가스흡수 냉온수기에는 單効用 흡수사이클 형식과 二重効用사이클 형식이 있으며, 주로 소용량기는 單効用이, 中大容量機는 二重効用形이 이용되고 있고, 이들을 응용한 형식도 있다.

(2) 單効用 가스吸收冷温水機

2~100冷凍톤의 용량범위를 가지며 位宅의 집중냉난방, 병원·호텔·점포의 냉난방에 널리 이용할 수 있다.

그림 1은 2~20냉凍톤의 범위에 있는 單効用 가스흡수 냉온수기의 계통도이다.

本機는 재생기가 하나이며, 여기에서 가스를 연소시켜서 흡수능력이 약한 稀簿臭化리튬 용액으로부터 冷媒(水)를 증발시켜서 臭化리튬 수용액의 농도를 올린다. 冷媒는 응축기에서 액화하여 증발기로 되돌아 오며 냉수를 차갑게 하고 증발한다. 臭化리튬의 濃溶液은 증발기에서 증발한 冷媒蒸氣를 다시 흡수하여 稀簿溶液이 된다.

이 흡수작용으로 증발기는 진공이 유지되며, 따라서 연속적으로 냉수를 빼낼 수 있다.

本機는 冷媒펌프나 용액펌프를 사용하지 않은 가장 간단한 시스템으로써 液柱에 의한 동력과 압력차를 이용한 자연순환 방식을 이용한 것이다.

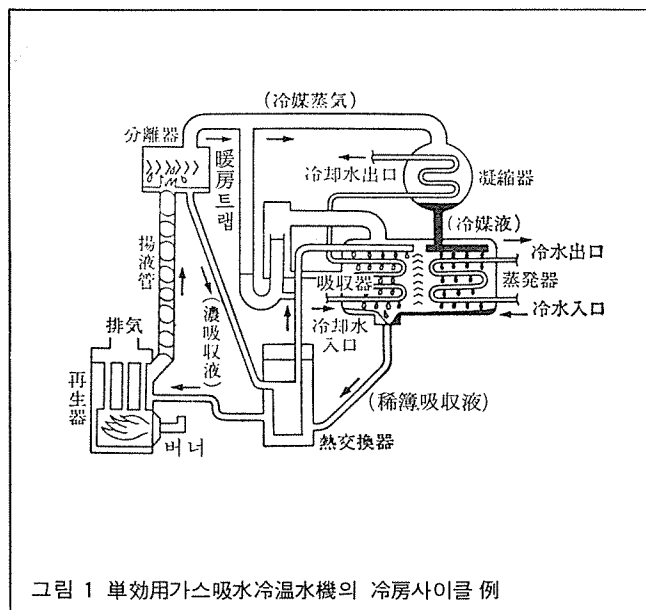


그림 1 單効用가스흡수冷温水機의 冷房사이클 예

따라서 熱氣泡의 펌프揚程에는 제약이 있기 때문에 응축기의 위치를 높게 할 필요가 있다.

그림 2는 50냉凍톤 정도 이상의 용량범위에 사용되는 單効用 가스흡수 냉온수기의 계통도이다. 열원은 가스이며, 재생기의 구조는 보통 炉筒煙管式이 사용된다. 이러한 구조 때문에 가스흡수 냉온수기는 흡수냉동기와 보일러를 한데 묶은 것이라고 볼 수 있다. 本機는 농도가 희박한 용액을 흡수기에서 재생기로 옮기는데 용액펌프를 사용하는 강제순환방식이 채용되고 있다. 이 용액펌프는 또한 용액의 吸收效果를 올리기 위하여 용

액을 흡수기의 튜브 위에 散布하기도 한다. 또 冷媒의 증발효과를 돕기 위하여 冷媒펌프로써 冷媒를 증발기 튜브에 살포한다. 열 교환기는 재생기로부터 흡수기에 되돌아 오는 고온의 濃溶液과, 흡수기에서 용액펌프에 의하여 재생기로 보내어지는 온도가 낮은 희박용액을 열교환시켜서 효율을 높여 연료의 소비를 줄이고 있다. 용량의 제어는 부하에 따라 버너의 위치제어 혹은 2 위치제어가 이루어지는 것이 일반적이다.

(3) 二重効用 가스흡수 冷温水機

50냉凍톤에서 1,500냉凍톤에 이르기까지의 용량범위를 가지며 여러가지 기종이 있다. 주택, 점포 등 소형 건물의 냉난방에서부터 고층건물의 냉난방이나 중규모의 지역 냉난방에 이르기까지 광범위한 공기조화열원기 역할을 하고 있다.

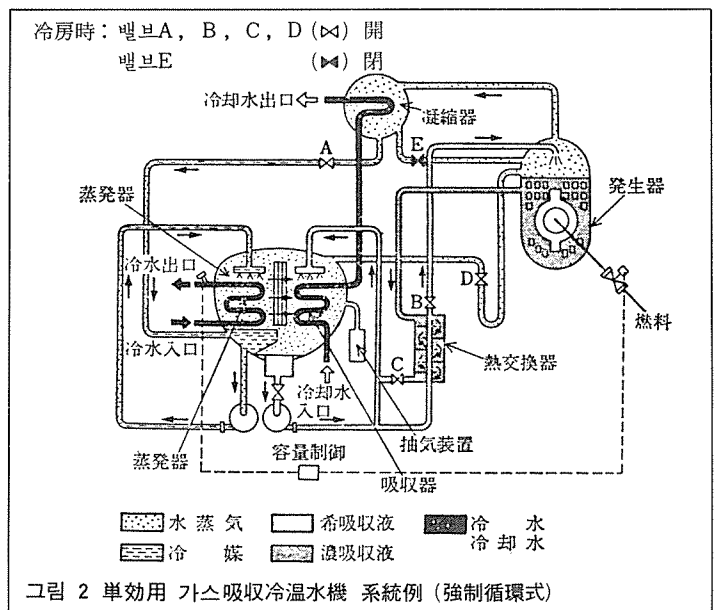


그림 2 單効用 가스흡수冷温水機 系統例 (強制循環式)

本機는 다음과 같은 특장을 가지고 있으며 에너지 절약이라는 면에서도 계속 연구되고 있다.

- ① 연료(가스)의 소비가 적어서 경제적이다.
- ② 용량제어가 부하에 따라 연속적으로 이루어지며, 연관을 통하여 운전시간이 긴 부분부하 특성이 아주 훌륭하다.
- ③ 냉·온수를 동시에 얻을 수 있으며, 중간기의 완전 공기조화도 가능하고, 給湯도 쉽게 할 수 있다.

그림 3은 二重効用 가스흡수 냉온수기의 한가지 예를 나타낸 것이다. 單効用 증기흡수냉동기에 炉筒煙管式

의 고온재생기 및 고온열교환기를 부착시킨 것이 二重効用 가스흡수 냉온수기라고 할 수 있다. 고온재생기에서는 臭化리튬 용액을 가열하여 冷媒蒸氣를 발생시키면서 臭化리튬 용액의 농도를 진하게 한다. 한편 單効用 증기흡수냉동기의 재생기에 해당되는 부분은 저온재생기라고 불리지만 이곳에 들어오는 열원증기는 고온재생기에서 발생한 冷媒蒸氣이다.

즉, 臭化리튬 용액은 고온재생기에서 가스에 의하여 가열되고, 冷媒蒸氣를 내보내어 농도가 진하게 되지만, 저온재생기내에서는 자신이 내뿜던 冷媒蒸氣로 가열되어 농도가 올라가는 것이다.

이와 같이 용액이 2단으로 가열되기 때문에 二重効用사이클이라 부른다. 가스를 연소시키는 곳은 고온재생기에서 뿐이며, 따라서 연료 소비

를 대폭 줄일 수 있다. 1냉凍톤당의 연료 소비율은 單効用 가스흡수 냉온수기의 60%정도이다. 고온열 교환기는 고온의 中濃度 용액과 中溫의 희박용액을 열교환 시킴으로써 사이클 효율을 올리고 연료소비량을 한층 저감시키고 있다.

本機의 성능은 종래의 形에서는 냉방운전시 1냉동톤당 0.37N m³/h (도시가스의 발열량이 11,000K cal/N m³일 때) 혹은 0.58N m³/h (同 7,000 K cal/N m³) 라고 하는 가스 소비율이었던 것이 요즘은 1냉동톤당 0.28~0.29N m³/h (도시가스의 발열량이 11,000K cal/N m³일 때) 혹은 0.44~

0.45N m³/h(同 7,000 Kcal/Nm³)의 것이 개발되어 판매가 일반화되었다.

이와 같이 에너지 절약이 가능하게 된 것은 고온 및 저온열교환기의 성능향상, 각 기기의 전열성능향상, 용액농도폭의 검토 등과 같은 노력에서 비롯된다.

용량제어는 부하에 대응하여 가스의 공급량을 연속적으로 제어할 수 있고, 제어범위의 폭도 넓으며, 부분 부하에 대해서는 저부하에 이르기까

방(여름철)과 난방(겨울철)이 이루어지는 방식이다.

本機는 냉방사이클시에는 재생기에서 가스버너로 가열된 희박용액은 沸騰하여 冷媒蒸氣와 농용액으로 분리되고, 冷媒蒸氣는 응축기에서 冷媒가 된다. 이 冷媒는 증발기의 외측을 송풍기에 의하여 강제통풍시키는 공기로 부터 열을 빼앗아 증발한다.

난방시의 사이클은 재생기에서 가스로 가열된 희박용액은 沸騰하여 冷

흡수식 가스냉난방장치가 처음 발매를 시작한 이후 각종 기종이 개발·개량되고 있다. 개량은 주로 에너지 절약에 의한 경제성 향상에 주안점을 두고 있다.

大型直火式 二重効用(100冷凍톤 이하, 1968년에 개발), 中型直火式 冷温水機(50~100冷凍톤, 1971년에 개발), 냉온수동시공급형(1972년에 개발), 高効率 二重効用(50冷凍톤 이상, 1974년에 개발), 배기가스 겸용식(1977년에 개발), 태양열병용 二重効用(1980년에 개발) 등과 같은 발전 과정을 거쳐서 小型直火式 二重効用, 특수열회수형(개량형 二重効用), 大型直火式 히트펌프 등이 개발되고 있다.

가스흡수식 냉온수기의 성능과 부하특성(특히 부분부하)이 좋아져서 本機種이 처음 개발되었을 때보다 25%의 에너지절약이 냉방시에 실현되었고, 난방시에는 5~8%의 効率改善이 이루어졌다.

열교환기의 傳熱面을 증대시키고, 흡수액의 농도차를 크게 하여 흡수액의 순환량을 적게 함으로써 고온재생기에서의 도시가스에 의한 가열량을 감소시킬 수 있었다. 空燃比制御의 최적화와 소형화에 의한 蓄熱 손실의 감소 등으로 고온재생기의 効率을 상승시킬 수 있었으며, 그밖에 각부 열교환량에 대한 균형의 최적화, 냉동사이클의 개선, 미스트에 의한 손실 방지도 効率向上에 큰 몫을 하였다.

50냉동톤 이하의 소형흡수냉온수기의 경우는 1980년까지만 해도 單効用型이었지만 그후 20냉동톤의 二重効用型이 개발되었다. 이 기종의 에너지절약율은 46%에 달하는 것으로 알려져 있다.

그림 4는 냉난방기기로써의 가스흡수식 냉온수기의 에너지절약 推移를 나타낸 것이다.

(2) 小容量化

흡수식 가스 냉난방장치가 개발되어 보급이 시작되었을 때는 그 열원기기인 가스 흡수냉온수기의 용량이 100냉동톤 이상의 것이 주를 이루었지만 1980년에는 二重効用式의 20, 30냉동톤급이 개발되었고 1981년에는 7.5냉동톤급의 소형기에도 이중효용화를 꾀하기에 이르렀다.

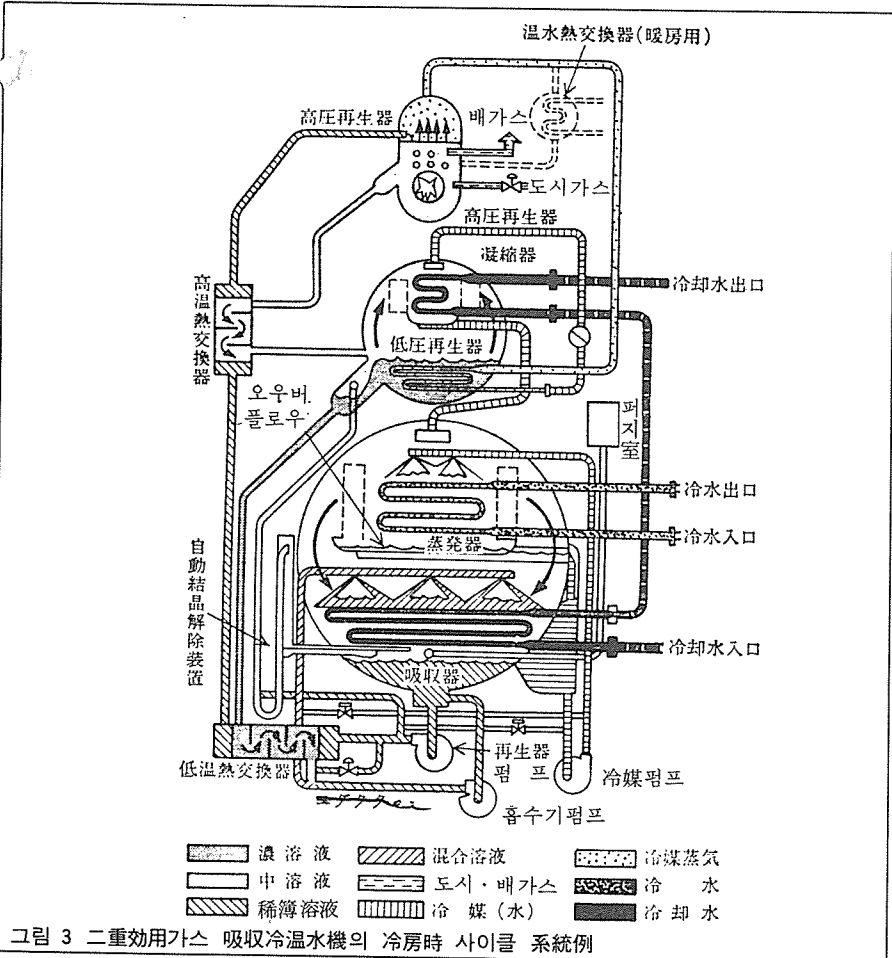


그림 3 二重効用가스 吸收冷温水機의 冷房時 사이클 系統例

지 아주 좋은 성능을 가진다. 난방운전의 경우는 冷媒蒸氣에 의한 가열사이클 방식과 가열용액과의 열교환에 의하여 온수를 만드는 방식 등이 있다.

(4) 가스흡수 팩키지 空調設備

가스흡수 팩키지 空調設備(Package Air Conditioner)는 원리적으로 다른 吸收冷凍機와 같으며 冷媒(水)와 흡수액(臭化리튬 수용액)에 의하여 사이클이 형성된다. 다른 흡수 냉동기와 다른 점은 증발기가 직접 공기와 접촉하는 공기열교환방식이며 기내에 조립된 송풍기에 의하여 강제적으로 보내지는 공기의 작용으로 냉

媒蒸氣와 농용액으로 분리되며, 冷媒蒸氣는 응축기에 들어가지만 냉각수가 순환하지 않기 때문에 응축기에서 응축되지 않고, 冷媒蒸氣의 상태로 증발기에 이르러 증발기 외부의 공기와 열교환하여 응축된다. 한편 농용액은 분리에 의하여 열교환기, 난방트랩을 거쳐 흡수기에 들어오게 되며, 증발기에서 응축된 水와 혼합회석된 희박용액으로 나누어서 다시 재생기로 들어온다.

3. 吸收式 가스冷暖房裝置의 技術開發 動向

(1) 省에너지化

(3) 多様化

흡수식은 당초 증기식의 냉동기에 이용되었었지만 사회의 요구에 따라 배기가스를 열원으로 한 것, 저온수 열원을 이용한 것, 고온수열원을 이용한 것, 저온수와 도시가스를 열원으로 한 것, 히트펌프(1종, 2종) 냉온수동시공급형, 태양열을 보조열원으로 하는 가스흡수식 등이 개발되고 있다.

또한 臭化리튬염계의 흡수식 냉난

방장치는 냉온수기의 냉기화가 어려운 결점이 있었으나 冷媒와 흡수제의 연구에 의하여 이 문제도 해결되고 있다.

4. 実施例

미국에서는 천연가스 파이프라인망이 전국에 걸쳐 敷設됨에 따라 많은 가스 회사가 새로운 가스 냉난방시설의 고객 개발에 노력하고 있어서 주택용에서 업무용에 이르기까지 이용

이 확대되고 있다.

일본은 전력공급의 안정, 석유절약, 에너지원의 다변화 등을 목적으로 정부주도하에 가스난방시스템의 보급을 서두르고 있으며, 이 분야의 세계 선두주자 역할을 하고 있다. 일본의 마케팅당국의 조사에 의하면, 東京의 대형신축 빌딩의 약 60% 이상이 가스 냉난방(주로 흡수식)을 채용하고 있으며, 大阪의 경우 延床面積 3,000㎡ 이상의 2/3정도가 도시가스에 의한 냉난방 시스템을 이용하고 있는 것으로 나타나 있다. 최근에 이르러 400~3000㎡의 중소빌딩용 유니트 二重効用の 개발과 냉난방용 가스 요금의 특별할인제도 등에 힘입어 더욱 수요가 늘어나고 있다.

또한 1990년까지는 日本의 전국 냉방 수요에 대한 1/3을 가스에 의존하려는 목표도 세우고 있다.

<표 1>은 일본에서 도시가스를 열원으로 하여 稼動中인(8년 이상) 각종 건물에 대한 실시예를 각 분야별로 나타낸 것이다.

미국에서는 Carrier社가 흡수식 대형기에 水—臭化리튬염을 사용한 이래 칠러와 대형 히트펌프가 주로 가스直火吸取式 형태로 판매되고 있다.

5. 맺는 말

전술한 바와 같이(특히 實施例) 도시가스를 이용한 냉난방 시스템은 省에너지化(열 경제적)를 꾀할 수 있고, 건물의 受電容量을 줄일 수 있으며, 건물의 스페이스를 유효하게 이용할 수 있고, 쾌적한 운전이 가능하다. 도시가스는 위험물이 아니며(위험물 취급자 不要), 冷媒인 水나 흡수제인 臭化리튬염은 고압가스가 아니고(고압가스 안전책임자 不要), 기내는 대기압 이하로 유지되며 운전되는 非压力容器이기 때문에(보일러 技士 不要) 취급이 간단하여서 운전에 따른 인건비를 줄일 수 있다.

또한 냉난방에 소요되는 비용을 검토해 볼 때 變流量制御 등의 制御技術의 발전에 힘입어 열원기기를 정격으로 운전하면 냉방 혹은 난방기간 중의 에너지 사용량이 금액으로 환산하여도 油類式이나 전기식 보다 훨씬 경제적이다.

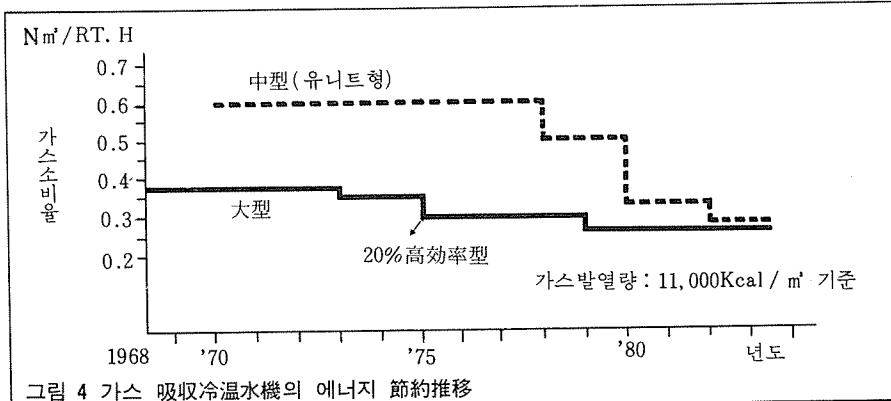


그림 4 가스 吸收冷温水機의 에너지 節約推移

<表 1> 日本의 實施例

用途	名 称	建物延面積㎡	가스 冷暖房設備		設置動機 및 主要成果
			熱源機器	二次側方式	
官公署	最高裁判所庁舎	53,994	DA+K	D+F	冷温水供給向上, 機器寿命向上
	いわけ 市庁舎	23,396	SA+B	I+F+D	公害防止, 運転操作의 간소화
	奈良市庁舎	33,428	GD	D+F	쾌적한 환경
事務所빌딩	日本棋院中部会館	5,634	GD	D+F	운전·보수의 용이, 공해방지
	第25森 빌딩	48,429	GD	D	설치면적의 감소
	日商岩井(株) 大阪本社	48,843	SA+S	D+I	설치면적, 日照量의 향상
学校	中央大学多摩校地	174,086	DA+S	D	냉온수공급향상, ON-OFF 率向上
호텔	新都 호텔	37,914	GD	D+F	공해방지, 면적효율향상
	広島GRAND HOTEL	18,546	DA+B	D+F	
病院	東京 都立駒込病院	50,479	SA+B	D+F	냉온수공급, 쾌적
	愛知医大附属病院	43,153	GD	D+F	
店舗	三越横浜店	51,820	DA+B	D	대기오염 방지
	(株) 다이에	20,046	GD	D	
住宅	二層 木造물탈	170	GS	F+P	운전·보수의 용이
소형빌딩	堀川 쇼핑센터	556	GS	F	공해문제 해결
会馆	長崎市民会馆	25,415	GD	D	쾌적

[注] SA : 単効用蒸氣吸取冷凍機 K : 貫流보일러
 DA : 二重効用 " I : 인덕션유니트
 GS : 単効用 가스吸取冷温水機 F : 팬코일 유니트
 GD : 二重効用 " D : 덕트 방식
 B : 炉筒煙管 보일러 P : 패널히터 방식
 S : 水管 보일러

<資料: 日本瓦斯協會誌, 空氣調和와 冷凍誌 등을 정리>

특히 큰 빌딩의 냉방시 사용되는 도시가스는 가스사업자가 가스의 수요부족으로 가장 어려울 때 공급을 확대시키며, 반대로 전기공급자(전기회사)가 피크전력(尖頭負荷)으로 어려움을 당하는 여름철의 에너지 균형

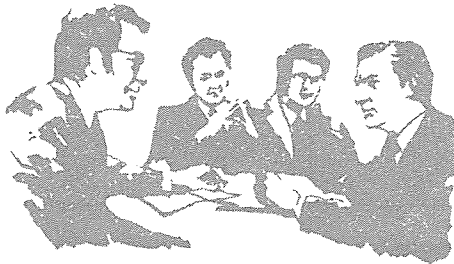
문제를 동시에 해결할 수 있어서 국가 전체적으로 보아도 아주 유효한 방책이 될 수 있으리라 생각된다.

더우기 우리나라는 작년에 발족된 가스공사(국영)의 노력으로 1986년에는 본격적인 가스(LNG) 시대를 맞

이할 예정이어서, 가스를 이용한 국민 편의시설이 크게 확충되리라 생각되며, 그 중에서도 흡수식 가스 냉난방 시스템은 先端을 유지할 것이다.

〈參考文獻〉

1. Tenney C M: "Degree Hour Method Predicts Gas Heating Use More Accurately", Oil Gas Journal, 207(6) pp 78~79, 1980.
2. Huton DE; "Innovations in Conservation at Wanton House" Heat Vent Eng, 55(637) pp 10~12 ('81)
3. Hitchin E R, et al; "Building Trends in 1980'S and Their Influence on Appliance and Heating System Design" Gas Eng Manage 20(10) pp 391~401('80)
4. 黒沢茂吉 "ASHRAE 에 参加하여" 日本瓦斯協会誌 35(5) pp 20~29, 1982.
5. 岡本洋三 등 "가스空調시스템" 空氣調和와 冷凍, 23(3) pp 47~69, 1983.
6. 黒沢茂吉 "가스吸取冷温水機의 計劃과 實際" 空氣調和와 冷凍, 23(4) pp 77~82, 1983.
7. "가스供給事業" 燃料協会誌 61(666) pp 817~829, 1982.
8. 日本瓦斯協会 "도시가스空調 시스템" 東京, 1978.
9. 西野光重 "가스熱源中央冷暖房給湯 시스템" 建築設備와 配管工事 1981年増刊号 p p 35~51, 1981.
10. 小川智可 "가스토탈에너지시스템의 開發" 建築設備와 配管工事 21(3) pp 47~58, 1983.
11. 趙興坤 "海外에 너지節約技術動向" 에너지管理 8(85) pp 44~49, 1983.



• 建築相談案内 •

본회에서는 시민들의 건축에 대한 궁금증을 풀어 드리기 위해 無料建築相談室을 운영하고 있습니다.

〈건축행정·설계 및 시공·관계법규 등 건축과 관계되는 사항〉

□ 월~금요일 / 오후 1 시 - 오후 3 시까지

□ 서울 / 대한건축사협회 서울지부별관 723 - 6258 · 8059

지각없는 외제선호 뿌리썩는 경제질서