



인텔리전트시대에 대응하는 첨단의 공조시스템

[베이퍼 크리스탈]

본격적인 인텔리전트화 시대를 맞이하여 모든 건물의 기능이 고도화, 복잡화 되어가는 과정에서 공조 역시 다채로운 기능과 경제성을 요구하고 있다.

1대의 실내 유니트로 냉난방을 자유로이 선택할 수 있고 빠르고 실수없이 최적의 실내온도를 준비하는 공조 시스템인 竹中工房店의 첨단 시스템을 소개한다.

동력설비를 사용하지 않고 자연순환하는「열」을 언제든지 누구든지 자유롭게 사용할 수 있는 경제적인 축열방식의 「개별분산형」 공조 시스템이다. 물론 지금까지도, 「언제든지, 누구든지, 좋아할 수 있도록」이라고 하는 직팽 개별기능 분산공조는 행하여져 왔다. 그러나, 문제가 없었다는 뜻은 아니다.

최대의 문제는, 값싼 야간전력의 이용과, 축열에 의한 피크 전환이 안되기 때문에, 공조설비용량 및 전기설비용량이 커지고 경제성이 멀어지는 점이다.

공조기기의 용량은 존(Zone)마다 공조부하의 피크에 의해서 결정되기 때문에 빌딩 전체로는 공조설비 용량이 커지게 되고 따라서 당연히 수변전 설비도 커지게 된다.

또 하절기의 전력 피크시에 냉방도 피크로 되기 때문에 전력수급평준화라고 말하는 사회적 요구에도 대응될 수 없다.

이러한 사회적 요구에 부합되는 축열공조방식은 업무용 축열계약에 의한 야간 전력의 커다란 절감으로 재검토되어 급속히 보급하고 있는 중이며 아직 축열을 이용하는 2차축 공조 시스템의 최적이용기술이 확립되어져 있다고는 말할 수 없다. 더구나 배관에서 누수가 되는 위험성도 포함되어 있다. 이러한 문제를 일거에 해결한 것이 베이퍼 크리스탈 시스템이다.

냉매로써 프레온 가스규제의 대상에서 제외되는 R-22를 채용하고 그 잠열 변화와 홀륭한 자연순환의 원리를 이용한 것으로, 종래 시스템에서는 불가능했던 2차축 물의 순환 펌프나 냉매의 압축기를 사용하지 않는 개별분산 공조시스템을 실현하고 있다.

더구나 열원으로 값이 싼 심야 전력을 이용할 수 있는 빙축열 시스템 [CLIS-HR]을 조합해서 직팽 개별기능 분산공조의 장점은 그대로, 이제 까지의 시스템으로서는 불가능 했던 야간축열에 의한 전력의 평준화를 가능하게 된다.

이것으로 해서, 공조 시스템 전체의 초기 투자비는 종래 시스템과는 다르지 아니하지만, 운전비는 1/3 정도로 대폭 절감을 실현하고 있다.

간단한 원리로, 50건의 특허기술을 추가해서, 「공조」의 상식을 새롭게 한다.

Vapor Crystal System의 원리

냉매는 0°C에서 비등하다.

본 시스템은 냉매 R-22의 증발(액체→기체)과, 응축(기체→액체)의 상변화에 따른 잠열의 이동을 이용해서, 효율이 좋게 냉·난방을 행하는 공조 시스템이다. 냉매로서 물을 이용하는 종래 시스템이, 물의 이용온도 5°C에서 5kcal/l의 열 반송을 할 수 있는 데 비해서, R-22는 10배 이상의 열반송을 행할 수 있다.

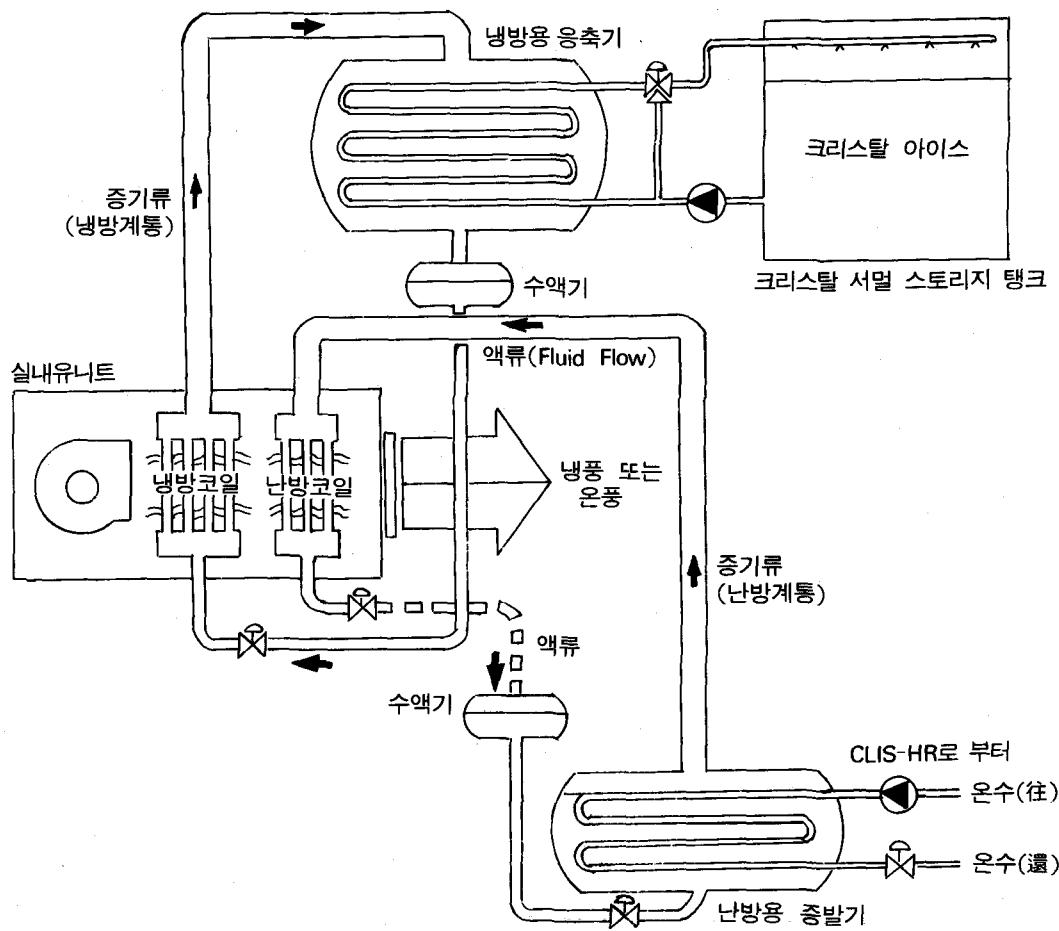
더구나 그 열반송을 기체와 액체의 비중차에 의한 자연순환에 의해서 행하져지기 때문에 물의 순환 펌프나 냉매 압축기 등의 반송 동력이 일체 요구되지 않고 있다. 아래 시스템원리의 그림에 표시된 것과 같이 본 시스템에서는 열원으로서, 당사의 「CLIS-HR」(캐나다, SUNWELL사로부터 기술도입)을 사용하여, 성능과 경제성을 일단 높게 하였다.

시스템의 구성과 냉난방 사이클

냉방 사이클

옥상에 설치된 냉방용 응축기 ①에 크리스탈

시스템의 원리도



리퀴드 아이스(CRYSTAL LIQUID ICE) ⑥을 공급하고, 냉매가스를 응축, 액화(기체→액체) 시킨다.

액화된 냉매(비중량 $1,257\text{kg/m}^3$)는 수액기 ②에 일단 저장시킨후, 액축배관 ③을 통과해서 아래 방향의 실내 유니트 (증발기=냉방코일) ④에 자동으로 자연히 흘러들어 간다.

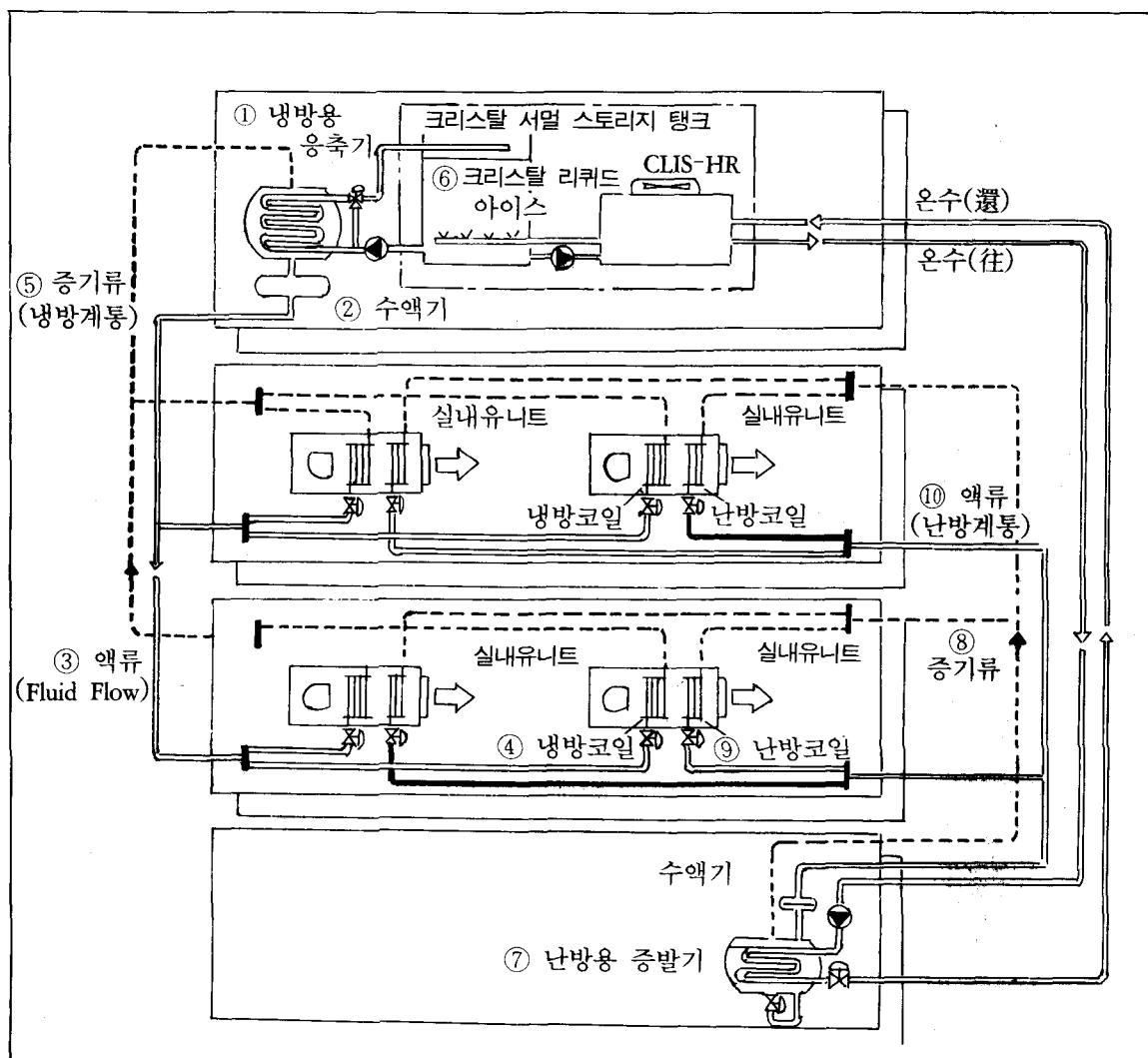
여기서 실내 공조와 열교환하여 (실내 공기로부터 열을 빼앗아서) 증발(액체→기체)된다. 증발된 냉매가스(비중량 28.9kg/m^3)는, 액과 가스의 비중량 차에 의해서 가스축배관내 ⑤을

올라가서, 또다시 냉방용 응축기로 되돌아와서 자연순환의 냉방 Cycle을 형성한다.

난방 사이클

난방용 증발기 ⑦로부터 가스축 배관 ⑧을 통과해서 실내 유니트 (응축기=난방코일 ⑨)에 들어간 냉매가스는, 실내공기와 열교환하여 (실내공기에 열을 주어서) 응축, 액화 (기체→액체) 된다.

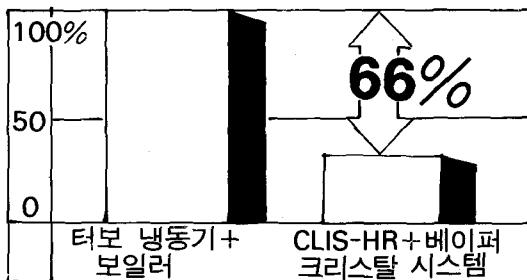
액화된 냉매는(비중량, $1,142\text{kg/m}^3$), 액축배관 ⑩을 통과해서 최하부의 난방용 증발기 ⑦에 자중에 의해서 자연히 흘러 내려간다.



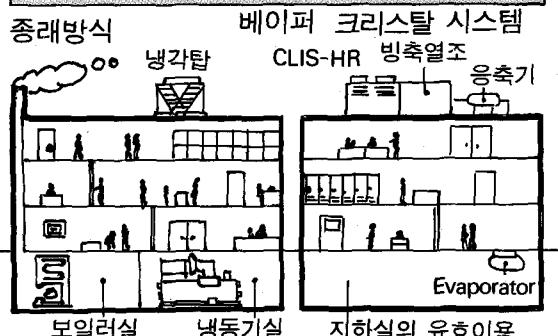
신기술

여기서 CLIS-HR 등으로부터 공급되어진 온수에 의해서 가열되어 증발, 기화된다. 기화된 냉매가스(비중량 66.4kg/m³)는 냉방 사이클과 같이 액과 가스의 비중량 차에 의해서 가스축배관내 ⑧을 올라가서 또다시 실내 유니트에 들어가서 응축하는 자연순환의 난방사이클을 반복한다.

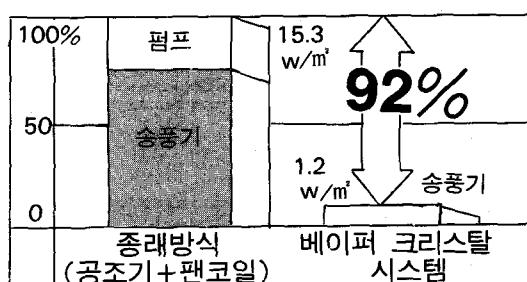
저렴한 심야전력을 이용하여
운전경비는 1/3



옥상의 유휴공간과 천장내를 이용하여
유효면적은 빌딩 전체의 80% 이상



냉매가 자연의 힘으로 순환하기 때문에
2차축 펌프 동력이 불필요



실내제어

실온제어는 냉방, 난방 모두 냉매의 공급량을 제어하는 것에 의해서, 정도높게, 세밀히 할 수 있다.

종래 시스템과의 경제성 비교

베이퍼 크리스탈 시스템에 CLIS-HR을 조합함으로서 공조시스템 전체로서의 운전경비는 종래 시스템의 1/3로 된다.

[설정조건]

연상면적 : 10,000m²

공조면적 : 7,000m²(공조면적)

용도 : 인텔리전트 오피스 빌딩

부하 : 피크부하

- 냉방 : 700Mcal/h(100Kcal/h · m² 공조면적)

- 난방 : 350Mcal/h(50Kcal/h · m² 공조면적)

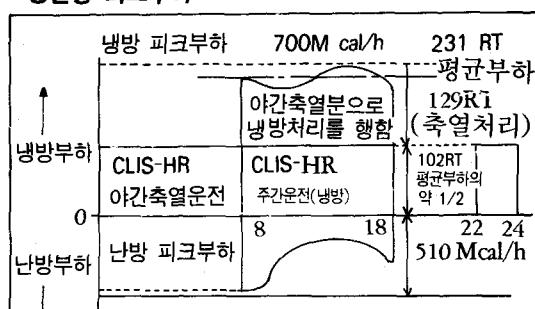
- 월별냉방·난방부하 : 아래 그림에 의함

공조기간 : 4월~11월 냉방

12월~3월 난방

운전시간 : 8시~18시(10시간)

냉난방 피크부하



단위 : G cal

월	4	5	6	7	8	9	10	11	계
냉방부하	12	28	57	95	116	79	20	15	422
축열운전	12	28	57	77	77	77	20	15	363
주간운전	0	0	0	18	39	2	0	0	59

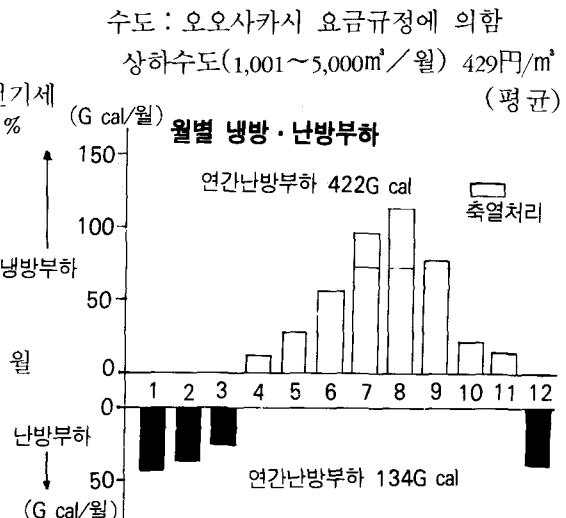
• 연간축열이행률 $\frac{363}{363 + 59} \times 100 = 86(\%)$

[에너지 단가]

전기 : 관서(關西) 전력 전기공급규정(업무용 전력 6.6kv)에 의함.

인텔리전트시대에 대응하는 첨단의 공조시스템

기본요금(특별)	1,826円/kw(일반)	1,600円/kw
종량요금(특별)	하기 (7·8·9월) 17.13円/kwh	
	기타 他期 15.57円/kwh	
업무용축열	하기 5.52円/kwh	
	기타他期 5.52円/kwh	
가스 : 오오사카(大阪) 가스요금규정(11,000 Kcal)에 의함		
공조하기일종 (비과세)	기본요금 정액 31,000円/월	
	유량 1,590円/m ³ /h · 월	
	종량요금 34.34円/m ³	
일반요금(난방용) (가스세 2%)	501 m ³ 月~ 기본요금 6,060円/월 종량요금 117.90円/월	



Vapor Crystal System은 냉매 R-22의 증발(액체→액체)의 상변화에 따른
잠열의 이동을 이용해서 효율이 좋게 냉·난방을 행하는 공조 시스템이다.

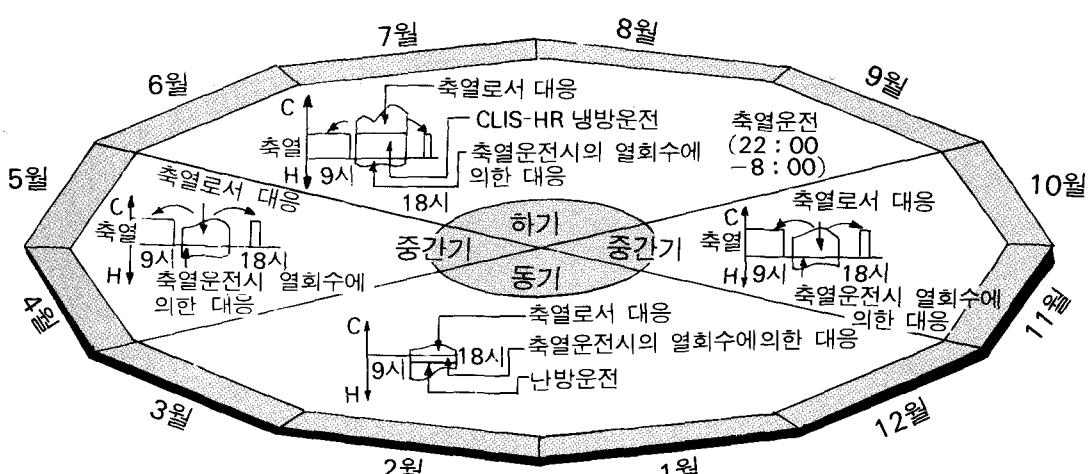
C : 냉방부하

↑ : 열회수 열량

H : 가열부하

가열부하=난방부하+급탕부하

CLIS-HR에 의한 연간운전 패턴



냉난방 시스템으로서의 장점

냉매의 반송 동력이 불필요

냉매(R-22)가 자연 순환하기 때문에 반송동력을 필요로 하지 않는다. 따라서 펌프나 압축기를 위한 공간이나 운전비를 대폭 절감할 수 있다. 또한 -150°C 까지 동결할 염려가 없으므로 초저온의 열반송도 가능하다.

모든 높이의 건물에 대응

압축기를 사용하지 않는 자연 순환식이므로, 빌딩의 높이·면적에 대하여 자유로 설계 할 수 있다. 또한 증설도 용이하다.

이상적인 개별분산 공조

「언제든지, 누구든지, 좋도록」 실온을 제어 할 수 있는 축열방식의 "개별분산형" 공조 시스템이다.

- 외기 온도에 관계 없이, 연간을 통해서, 1대의 실내 유니트로 냉방·난방을 자유로 사용할 수 있다.
- 실온을 정하여 세밀하게 제어하는 개별 분산 제어가 가능하다.
- 1대 만으로 운전이 용이하게 될 수 있으므로, 매우 경제적으로 24시간 가동할 수 있다. 또한 임대 빌딩의 경우, 각 임차자마다 사용에 따라서 전기 요금을 나눌 수 있다.
- 시스템이 간단하므로 고장이 날 염려가 없으며 신뢰성이 있다.

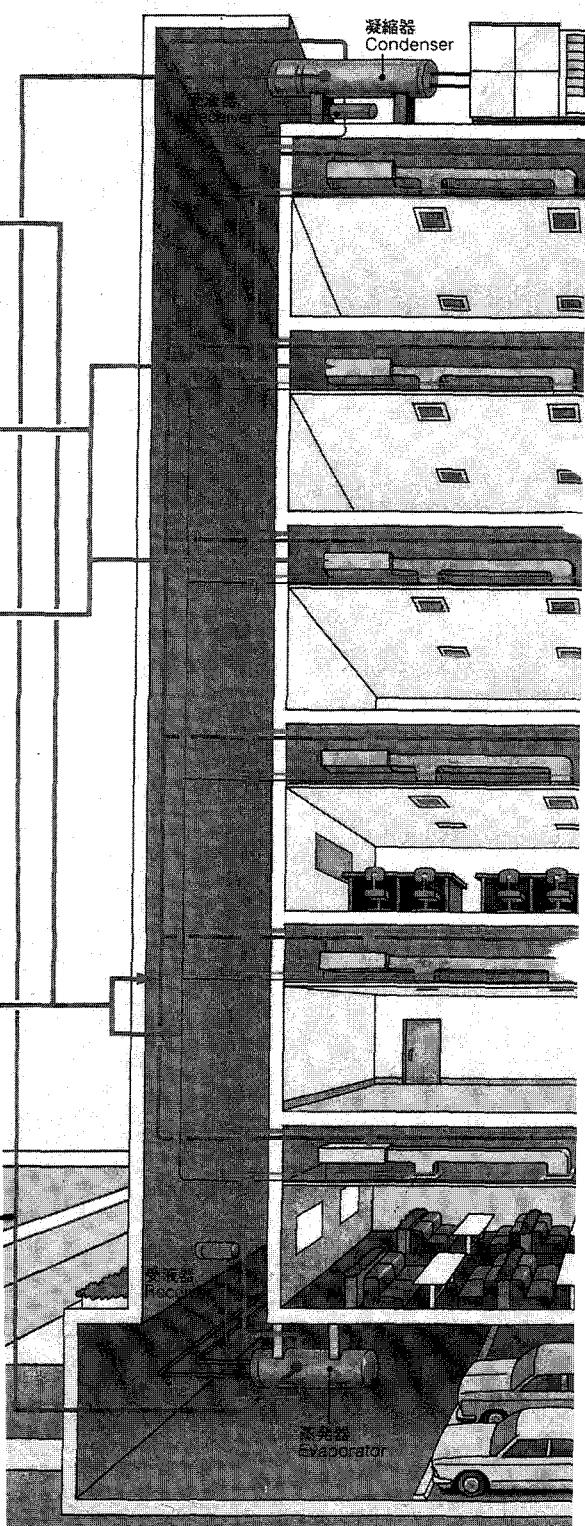
누수재해의 염려가 없다.

냉매는 R-22 이므로, 만일 누설이 된 경우에도 물과 같은 누수에 의한 2차 재해를 일으키지 않는다. 또한 배관을 부식시키지 않으므로 정비가 용이하고 수명도 길어진다.

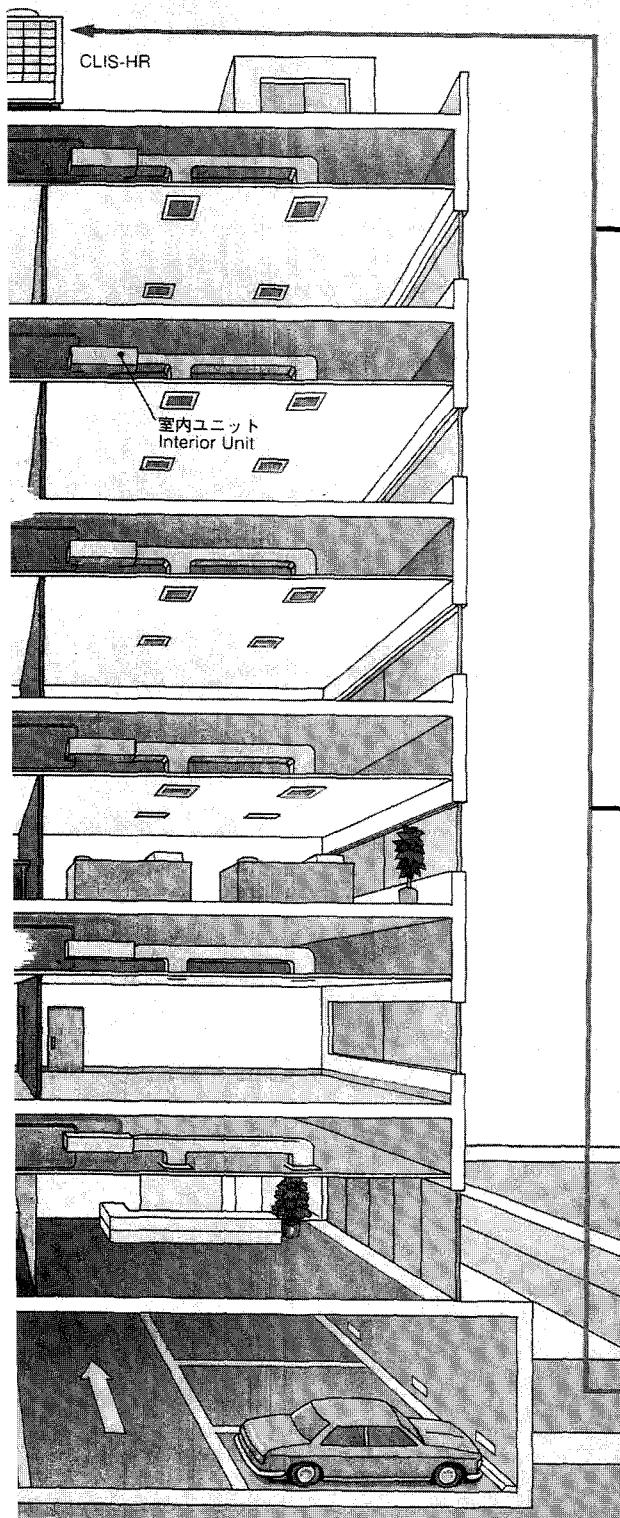
공간의 유효율을 대폭 향상

주요기기는 옥상과 지하의 일부, 천장내에 설치 하므로 빌딩 내 면적의 유효율을 대폭 향상 시킨다.

기설 빌딩의 개조에도 용이하게 대응할 수 있는 유연성도 갖추고 있다.



인텔리전트시대에 대응하는 첨단의 공조시스템



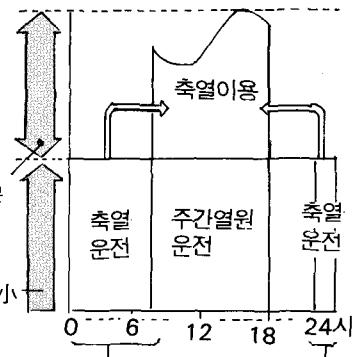
빙축열 시스템과의 조합에 의한 장점

열원 용량을 반감

열원으로서 당사의 CLIS-HR을 이용함으로서 피크 전환이 가능하게 되고 열원용량을 종래시스템의 약 1/2로 절감된다.

피크전환에 의한
냉열원 용량절감분

냉열원 용량 · 小



야간 할인전력적용시간

심야 전력을 유효하게 이용

업무용 축열 계약에 의한 야간전력을 이용하기 때문에 운전경비가 대폭 절감된다. 이 계약을 기본으로 하여 야간 (PM : 10:00 ~ AM 8:00)

의 축열전력요금은 주간 요금의 1/5이다.

기본요금

1,647円/150kwh
= 11.0円/kwh

일반 빌딩의 전력요금

- 계약전력 $75[\text{W}/\text{m}^2]$
- 연간전력사용량 $150[\text{kwh}/\text{m}^2 \text{年}]$

$2,394\text{円}/150\text{kwh}$

$= 16.0\text{円}/\text{kwh}$

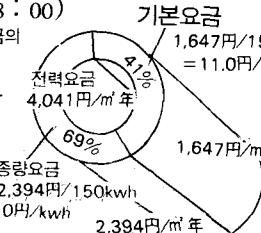
$2,394\text{円}/\text{m}^2 \text{年}$

$5.52\text{円}/\text{kwh}$

업무용
축열전력요금
주간전력
요금

$11.0\text{円}/\text{kwh} + 16.0\text{円}/\text{kwh} = 27.0\text{円}/\text{kwh}$

(기본요금) — (종량요금)



약 1/5

계약 전력을 대폭 절감

건물 전체의 전기 설비 용량이 절감되기 때문에 계약 전력도 절감된다.

경제성 비교

시스템		CLIS-HR+베이비 크리스탈 방식		터보 냉동기+보일러 방식	
		냉방용 응축기 CS탱크 15Kw 60hp×3대 실내유니트 12Kw	난방용 증발기	냉각탑 공조기 110Kw 보일러 400Mcal/h 7.5Kw 5.5Kw 7.5Kw	판코일 보일러 3.7Kw 18.5Kw 7.5Kw 터보 240RT 18.5Kw
사업소 빌딩 [연상면적 10,000m ²] [공조면적 7,000m ²]					
설비 용량	열원용량	102RT(0.010 RT/m ²)	43%	240 RT(0.024 RT/m ²)	100%
전기 용량	열원(1차펌프포함)	174.2Kw (17.4 w/m ²)	82%	213 Kw(21.3w/m ²)	100%
	2차펌프	—		37.2 Kw(3.7 w/m ²)	
	공조기	12Kw (1.2w/m ²)		116.2 Kw(11.6 w/m ²)	
	합 계	12Kw(1.2w/m ²)	8%	153.4 Kw(15.3 w/m ²)	100%
가스용량	가스용량	—		17.25 Nm ³ /h(13A)	
	급수용량	—		3.74m ³ /h	
	축열량	축열조 연간냉방부하의 축열이행률 용량 86% 65%			
운전 경비 (단위 千円)	열원	전력	6,339(30%)	-4%	7,057(34%)
		가스	0	-10%	2,099 (10%)
		수도	0	-15%	3,209 (15%)
		소계	6,339(30%)	-29%	12,365(59%)
	반송	전력	747(4%)	-37%	8,607(41%)
	합계		7,086(34%)	-66%	20,972(100%)