

# 氷蓄熱 냉방설비



## \*여름철 낮시간에 집중되는 냉방 전력수요를 심야시간대로 분산\*

에어컨 등 냉방기기는 일상생활에 빠질 수 없는 필수품이 되었고 여름 한철에만 집중가동하는 관계로 최대전력수요를 유발하여 그 소비전력 만큼의 발전소를 추가로 지어야 하는 문제점이 발생한다.

발전소 건설에는 막대한 투자비('95.냉방설비 600만kW에 해당하는 LNG발전소 : 약 5조원)와 오랜 공사기간이 소요되므로 폭증하는 냉방용 전력수요에 즉시 대응할 수가 없다.

냉방수요가 집중되는 최대수요시간대(오후 2~4시)에는 전력사용을 최대한 억제하도록 시간대별 차등요금제를 실시하고 심야시간의 전기를 이용하여 낮시간에 냉방할 수 있는 빙축열 냉방설비의 보급을 추진하는 한편, 공급능력을 보장하기 위하여 발전소 건설도 계속하고 있다.

빙축열은 전기사용자로 하여금 값싼 심야전력 이용의 경제성과 냉방욕구를 동시에 충족할 수 있도록 해 주고, 전기사업자에게는 투자비를 절감할 수 있도록 하며 또한, 국가적으로도 연료의 수입대체

(유류대신 유연탄 등 준국산 발전연료사용)가 가능하도록 해 주는 애국적 설비라고 할 수 있다.

## \*'빙축열 냉방설비'와 '일반전기식 에어컨'의 관계\*

이는 모두 더운 여름철에 사용하는 냉방기기라는 점에서 같지만 전기의 사용시간과 소비전력(kW)이 다르다. 빙축열은 주로 값싼 심야전력을 사용하지만 일반전기식은 피크시간에 전기를 사용하므로 요금에 비싸다. 또한, 냉방에 필요한 냉동기의 용량(kW)을 비교하면, 일반전기식이 100일 때 빙축열은 60 이하(낮시간 소요에너지 40% 이상을 심야에 생산한 얼음이 감당)로 크게 줄어 전기요금 부담을 최소화할 수 있다.

## 1. 빙축열 냉방설비의 도입배경

전기는 시간·계절별로 그 사용크기가 다르며 생활수준의 향상과 더불어 낮과 밤의 사용격차는 더욱 커지게 된다. 우리나라는 '81년부터 에어컨의 보

<표 1> 여름철 최대수요와 냉방부하 추이 및 전망

구분	'91	'92	'93	'94	'95
최대수요(MW)	19,124	20,438	21,703	26,696	29,081
냉방부하(MW)	3,290	3,240	2,281	5,190	5,970
냉방용비중(%)	17.2	15.9	10.5	19.4	20.5

급증가로 전기사용 최대크기('최대전력수요'라 함)가 여름철에 나타났고 갈수록 그 크기는 커졌다.

한편, 심야시간대의 수요증가폭은 줄어들어 주간 수요격차가 점점 커지게 되었고 한전에서는 향후에도 이러한 현상이 지속될 경우에 대비하여 주간 냉방수요의 심야 이전설비인 '빙축열'기술을 해외 선진국에서 도입하게 된 것이다.

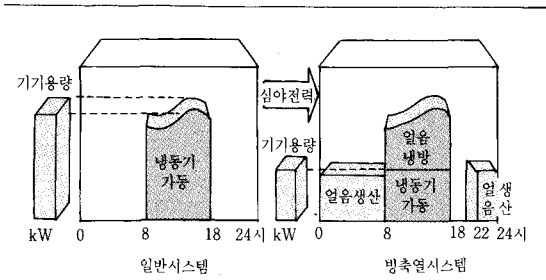
참고로, '91년 빙축열 도입당시의 최대수요는 약 1912만kW, 그중 냉방수요는 329만kW로서 전체의 17%를 점유하였으며, 심야시간대 수요는 약 1188만kW로 최대수요와의 격차가 724만kW나 되었다.

'91년 이후 여름철 최대수요와 냉방부하 추이 및 전망은 표 1과 같다.

## 2. 빙축열 냉방설비의 개요

지금까지의 일반적 냉방설비는 필요한 때에 냉동기를 직접 가동하는 순간식 냉방방식이고, 빙축열은 심야전력으로 야간에 얼음을 만들어 냉방에 이용하는 에너지 저장식 냉방시스템이다.

낮에 사용할 열량 전부를 심야에 생산하는 '심야 전력(갑)'형, 그림 1과 같이 심야에 만든 냉방열량을 주간에 이용하되 더울 때 추가로 필요한 에너지



<그림 1> 빙축열 운전방식

는 냉동기를 직접 가동하여 보충하는 방식인 '심야 전력(을)'형으로 구분한다.

빙축열이 일반 냉방방식과 다른 점은 저온냉동기와 빙축열조를 갖추고 있다는 것이고 구성기기(그림 2 참조)별 특징은 다음과 같다.

### • 저온냉동기(Brine Chiller)

심야시간에 얼음을 얼리기 위하여 영하의 온도로 가동(제빙운전)되며 낮시간에는 일반냉동기와 동일한 상태(냉수운전)로 운전된다.

### • 빙축열조(Ice Storage)

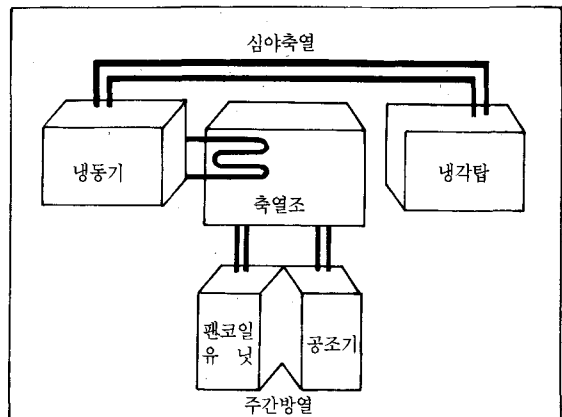
낮시간에 필요한 냉방부하를 심야시간에 얼음의 형태로 저장하는 저장조로서 제빙방식에 따라 관외 착빙형, 캡슐형, 빙방리형 등이 있고 용량 및 특성에 따라 용적과 형태가 각각 다르다.

### • 냉각탑(Cooling Tower)

냉동기 가동시 고온 냉매가스를 응축하기 위하여 응축기에 일정한 온도의 냉각수를 공급하며 냉동기와 연동으로 운전된다.

### • 열교환기(Heat Exchange)

1차 냉열원의 브라인과 2차 냉방부하측의 냉수를 서로 열교환시켜 필요한 냉방열량을 공급하는 장치로서 대부분 전열성능이 우수한 판형 열교환기를 사용한다.



<그림 2> 빙축열 구성기기

• 자동 밸브(3Way-Valve)

냉방부하조건에 따라 축열조에서 방출되는 브라인 또는 냉수유량을 자동조절하여 부하측으로 공급되는 냉수온도를 일정하게 유지시키는 역할을 하며 축열운전과 방열운전 등 각각의 운전상태에 따라 빙축열 시스템의 운전을 자동적으로 제어한다.

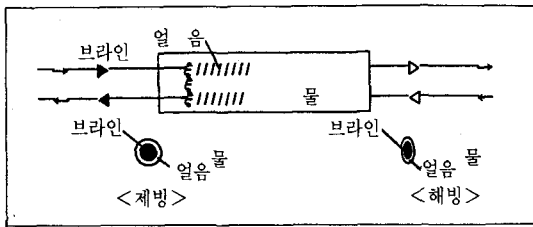
### 3. 빙축열 냉방설비의 종류

#### 생성 및 방냉방식에 따른 분류

우리나라에서 보급되고 있는 빙축열 냉방설비는 에너지 저장물질(얼음 등)의 생성 및 방냉방식에 따라 다음과 같이 4가지 형태로 분류한다.

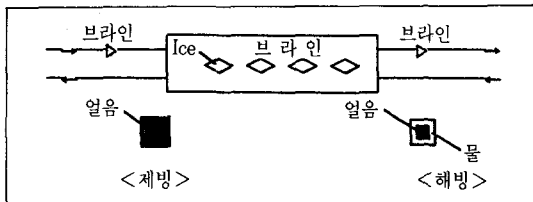
• 관의 착빙형(Ice On Coil)

축열조 내에 동관 또는 폴리에틸렌관 코일을 설치하고 물을 채운뒤 코일의 내부에 저온의 브라인 또는 냉매를 순환시켜 코일 주위에 얼음을 얼렸다가 방냉시에는 축열조 내의 냉수 또는 브라인을 공조기측으로 순환시킴으로써 냉방에 이용하는 방식



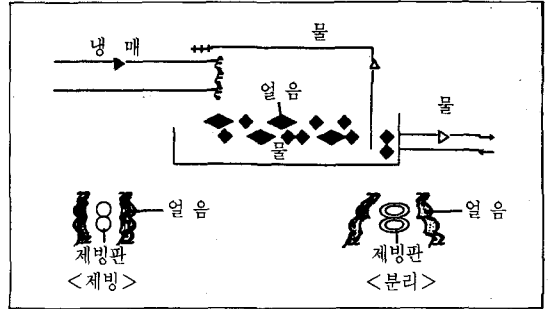
• 캡슐형(Ice Ball, Ice Lens)

축열조 내에 캡슐(Ice ball 또는 Ice lens)을 채우고 캡슐의 주위로 브라인을 흐르게 하여 캡슐내부의 물을 얼렸다가 방냉시에는 축열조내의 브라인을 공조기측으로 순환시켜 얼음을 녹여 냉방에 이용하는 방식



• 빙박리형(Ice Harvest)

축열조 상부에 제빙기를 설치하여 제빙판 내부는 냉매를 흐르게 하고 그 외부에 물을 분사하여 얼음을 착빙시킨 후 냉매가스를 역순환시켜 착빙된 얼음을 제빙판으로부터 분리한다. 이러한 동작을 반복하여 축열조에 얼음을 저장한다. 방냉시는 축열조내의 물을 공조기 측으로 순환시킴으로써 얼음을 녹여 냉방하는 방식



• 잠열 축열형

공 또는 원기둥 형태의 캡슐내부에 잠열물질(상변화온도 7°C 내외)을 주입시켜 축열조 내부에 설치하고 그 주위는 물로 채운다. 축냉시 7°C 내외의 냉수를 순환시켜 잠열물질을 액체상태에서 고체상태로 변환시켰다가 방냉시 축열조 내의 물을 공조기측으로 순환시켜 냉방하는 것으로 잠열물질의 상변화에 따른 냉열을 냉방에 이용하는 방식

#### 설치형태에 따른 분류

- 설비형 : 저온냉동기, 빙축열조, 열교환기 등 구성기기를 각각 따로 제작·설치한 것(중대형 건물에 적합)
- 패키지형 : 저온냉동기, 빙축열조 등 구성기기가 일체형으로 조립된 것(중소형 건물에 적합)

### 4. 빙축열 냉방설비의 장점

빙축열 냉방설비는 경제적 측면과 냉방품질에 있어서 우수한 최신 냉방시스템이며 그 특징과 장점을 살펴보면 다음과 같다.

<표 2> 심야전력 요금제도

(’95. 5월 개정)

구분	심야전력(갑)	심야전력(을)	비고
적용대상	심야에만 전기를 공급받아 축열하여 냉·난방, 온수로 사용	전기를 주로 심야에 공급받아 축열하여 냉방 전용으로 사용하되 축열량 부족시 낮시간에도 냉동기 직접가동용 전기사용	• 심야 전력(을)은 야간축열률 40% 이상 냉방설비에 적용
기본요금	없음	요금적용전력(kW) × 5,200원 × $\frac{\text{기타시간 사용량}}{\text{월간 총 사용량}}$	• 설비용량을 기준하여 부과
사용요금	kWh당 21.80원 (단일요금)	• 심야시간 : kWh당 24.60원 • 기타시간 : kWh당 68.60원	• 사용량 비례 부과 • 일반용 : 31.90원

- **경제성** : 값싼 심야전력(표 2 참조)을 이용하므로 일반전기식에 비해 냉방비를 50% 이상 절감할 수 있다. 다만, 초기투자비가 다소 증가하나 각종 지원제도가 있으므로 실제로는 투자비 증가가 거의 없거나 미미하다.
- **운전 및 운용의 신축성** : 빙축열 설비는 축열조를 갖추고 있으므로 건물 중 일부냉방이나 이용시간이 각각 다른 곳의 냉방공급이 자유롭다. 날로 다양화, 전문화되는 사무용 건물의 추세에 비추어 최적의 기능을 가지고 있다.
- **비상시 대처냉방** : 기존 냉동기와 혼합하여 사용할 경우에는 설비고장이나 정전시 저장된 냉열을 즉시 사용할 수 있으며 냉방수요가 급격히 증가하거나 훗날 건물, 시설물을 증축할 때에도 유리하다.
- **고효율 운전** : 얼음의 열저장 능력이 뛰어나고 공조이용 온도차도 크므로 일반기기보다 냉동기, 냉각탑 등 주변기기의 용량과 크기를 크게 줄여(일반전기식의 1/2, 가스식의 1/3로 축소) 운전 효율성을 높일 수 있다.
- **자동제어 운전** : 빙축열 설비는 자동제어반에

의한 자동운전, 예측운전 등이 가능하므로 조작이 간단하고, 경제적인 운전이 유지된다.

- **설계 및 시공 용이** : 축열조의 형태 및 시공조건이 간단하여 설계가 용이하며 운반, 반입, 설치 등 현장 제작이 가능하여 기존의 어느 건물에도 쉽게 적용할 수 있다.
- **에너지 효율향상 및 환경오염 방지** : 전기를 구동원으로 하는 압축식 냉동기를 사용하므로 흡수식보다 에너지 이용효율(COP : 성적계수)이 좋고 전기를 생산하는 대형발전소는 재처리 시설이 잘 되어 환경오염 예방측면에서도 유리

<표 3> 빙축열 보급촉진 지원제도

'95. 7월 현재

◎한전 지원금				
○무상지원금				
- 적용대상 : 축열률 40% 이상인 축냉식 냉방설비 고객				
- 지원금 내용				
감소전력	100kW까지	101~200kW까지	200kW 초과	한도액
지원금액	24만원/kW	13만원/kW	8만원/kW	1억원
주) 감소전력 : 축열조용량 및 냉방시간을 기준으로 산정				
○설계장려금				
- 지급대상 : 축냉식 냉방설비를 설계에 반영한 설계(건축) 사무소				
- 지원금 : 무상지원금의 5% 해당액(5백만원까지)				
◎정부 지원제도				
○시설자금 융자				
- 융자금액 : 설치비의 100%(15억원까지)				
- 융자조건 : 연리 5%, 3년 거치 5년 상환				
○세제지원(아래항목중 택일) 단, 빙축열 설비용량 30kW 이상에 한함				
- 소득세(법인세)감면 : 설치비의 10%(국산) 또는 3%(외산)				
- 손금산입 인정 : 취득가액의 50%(국산) 또는 30%(외산)				

**설치의무화 대상건물**

- 연면적 1,000㎡ 이상의 목욕시설 및 실내수영장
- 연면적 2,000㎡ 이상의 숙박시설 및 병원
- 연면적 3,000㎡ 이상의 업무·판매시설 및 연구소
- 연면적 10,000㎡ 이상의 건물

하다.

이외에도 냉방면적 1,500평 이하의 중·소형 건물은 일반 냉방설비 설치시 계약전력이 증가하여 (100kW 이상) 별도의 수전설비를 설치해야 하지만 빙축열로 대체할 경우 용량이 절반 이하로 줄어들게 되어 수전설비 없이 저압수전이 가능할 수도 있다.

또한, 기존건물에 설치할 경우는 2차측 배관, 공조기 등 기존설비를 그대로 이용할 수 있고, 신축건물에 설치하는 경우 유휴공간에 축열조를 시설하여 설치비용을 더욱 줄일 수 있게 된다.

### 5. 보급촉진 지원제도 및 설치사례

빙축열의 보급촉진을 위하여 초기투자비 보조차원에서 '91년부터 설치고객에 대한 무상지원을 실시하고 '95년부터는 건축(설비)사무소에 대한 설계장려금 지급제도를 신설하였다. 한편, 정부에서도 합리적인 에너지자원의 사용을 유도하기 위하여 대체냉방설비 설치자에 대한 세제 및 금융지원을 실시하고 있으며 설치대상 건물을 의무화하는 등 지속적으로 보급을 장려하고 있다. 이와 관련된 한전과 정부의 지원제도 및 설치의무화 사항을 요약하면 표3과 같다.

#### 전국 주요 230개 건물에서 채택하여 품질의 신뢰성 확보

설비 준공연도별로 빙축열 냉방설비의 보급추이를 살펴보면

- '91년 서울 대치동의 그랜드백화점 등 - 10개소 2,232kW
- '92년 서울 상계동 미도파백화점 등 - 20개소 4,905kW
- '93년 대전 엑스포 박람회장 등 - 30개소 11,293kW
- '94년 서울대학병원 등 - 52개소 14,658kW를 설치완료 하였고  
공사가 진행중인 건물로는 국내 최대전자상가 빌

딩인 구의동 테크노마트(7만여평) 4,169kW를 비롯하여 대구 삼성생명·분당 차병원·대전 삼개군 대학·서울 대법원·대검찰청·부산 지방경찰청·고려 아연 등이 있으며, '95.6월 기준으로 230개 건물이 채택하였고 최근 설치여부를 검토하는 곳이 계속 늘고 있는 추세이다.

### 6. 향후 추진방향

#### 심야전력을 이용한 신상품·기술개발 지속연구

한전은 전력수요피크를 줄일 수 있는 수요관리기법을 지속적으로 연구하고 있으며 특히, 빙축열의 보급확산을 위하여 '빙축열 설계기준 및 최적 운전기법에 관한 연구'와 '95년부터 중소기업에 대한 기술지원 사업의 일환으로 [심야전력 이용기술에 관한 연구개발]에 사내 RD자금 지원방안을 확정하는 등 신상품 기술개발을 계속하고 있다.

전력사업은 최대수요와 심야수요간 격차를 줄여 설비 이용률을 높이는 방향으로 추진될 것이다. 특히, 우리나라는 지금까지의 높은 부하율을 뒷받침한 산업용과 24시간 조업형의 중화학비중이 점차적으로 감소하는 추세이고, 사회 전반적인 생활편의 추구성향과 사무자동화 등 일정시간대 수요집중에 따라 부하율은 계속 낮아질 전망이므로 빙축열 등 심야기기의 보급촉진과 전기제품의 효율향상을 통하여 전력수요가 평준화 되도록 관련 기술개발 및 연구노력에 박차를 가할 것이다.

#### ※ 빙축열 공급업체 현황

'95. 6월 현재

번호	업체명	전화번호	번호	업체명	전화번호
1	금성전선(주)	0343)50-0670	9	두원기계(주)	521-6400
2	대우캐리어(주)	711-4071	10	동일교역(주)	3442-2561
3	중앙개발(주)	751-3702	11	(주)청도산업개발	424-8120
4	(주)세원공조	203-3251	12	(주)오양공조기	579-5217
5	범양냉방공업(주)	555-0101	13	(주)삼우건설팅	572-5080
6	삼성정밀화학(주)	772-1871	14	(주)서일전기	032)675-6001
7	(주)경원세기	316-7303	15	한성에너지(주)	0681)536-218
8	(주)신성엔지니어	631-1541			