

빙축열 냉방시스템



최 현 오

(KIMM 공조기기그룹장)

- '74~'78 서울대학교 원자력공학과(학사)
- '79~'81 한국과학기술원 기계공학과(석사)
- '81~'86 한국과학기술원 기계공학과(박사)
- '86~'89 한국기계연구소 열유체실 선임연구원
- '90~'92 한국기계연구원 공조기기실장
- '92~현재 한국기계연구원 공조기기실장(책임연구원)



고 득 용

(KIMM 공조기기그룹)

- '78~'82 한양대학교 기계공학과(학사)
- '82~'85 한양대학교 기계공학과(석사)
- '85~'91 한국기계연구원 연구원
- '91~현재 한국기계연구원 선임연구원



염 한 길

(KIMM 공조기기그룹)

- '86~'90 인하대학교 항공공학과(학사)
- '90~'92 인하대학교 항공공학과(석사)
- '92~현재 한국기계연구원 공조기기실 연구원

1. 서 론

깨끗하고 사용이 편리한 에너지인 전기는 저장이 곤란하다는 단점으로 인하여 생산과 소비가 동시에 이루어져야 한다. 우리나라의 경우 매년 100만 KW이상의 최대수요증가가 계속되고 있으며, 최대수요증가의 가장 큰 원인은 여름철 냉방부하로써 전체 전력수요의 21% 수준에 이르고 있다. 결국 최대 수요량에 따른 전력설비는 갖추어야 하고 여름철 이외의 전력 수요량 감소와 이에 따른 발전설비 이용을 저하가 발전설비의 비경제적인 이용 요인이 되고 있다.

최근 국내외에서 활발하게 연구 및 실용화에 힘쓰고 있는 심야전력의 이용은 전력 최대수요 시간을 피하여 전력이용의 평준화를 기할 수 있어 주야간 전력부하의 균형을 이룰 수 있고, 전력설비 이용율을 높일 수 있으며, 값싼 전기료와 공조 운전 이외의 시간에 열원기기를 적정부하상태로 운전할 수 있어 운전효율의 증대와 유지비 감소 등의 잇점을 얻을 수 있다. 빙축열의 이용은 물질의 상태가 변화할때 생기는 발열 및 흡열 특성을 이용한 축열시스템으로 소형화가 가능하여 우리나라와 같이 좁은 면적의 국토와 밀집된 주거환경에서 보다 큰 효과를 얻을 수 있다. 이에 따라 '90년 이후 국내에도 빙축열 시스템이 적극적으로 보급되기 시작하였으며, 수요확대를 위해 한전에서는 투자비의 일부를 무상으로 지원하고 심야 전력 요금의 할인, 특정 건물의 빙축열 설비 의무화 등 각종 지원정책과 홍보를 실시하고 있다. 그러나 빙축열 설비를 하여 심야전력을 보급받기 위해서는 한전에서 제정한 "축냉식 냉방시스템에 관한 실증시험 및 평가기준"에 따른 성능시험을 통과하여야 한다. 이것은 업체의 난립을 막고 보급 시스템의 신뢰성을 보장하기 위한 조치이며, 현재

8개 업체가 이러한 성능기준을 통과하여 한전의 협력업체로 빙축열 시스템의 보급에 나서고 있다. 협력업체 등록을 위한 성능시험은 한국기계연구원(공조기기실), 한국표준연구소, 에너지기술연구소, 생산기술연구원, 국민대 등에서 실시하고 있다. 한국기계연구원 공조기기실에서는 가장 최근에 협력업체로 등록된 (주)신성엔지니어링의 빙축열 시스템에 대한 성능시험을 실시한 바가 있으며 현재에도 몇몇 업체의 성능시험을 의뢰받고 있다. 그러나 빙축열 시스템의 보다 폭넓은 보급을 위해서는 성능시험의 절차를 간소화하고, 더 나아가서는 보급업체와 사용자간의 계약만으로 심약 전력을 사용할 수 있도록 정책적인 지원이 따라야 할 것이다.

2. 개 요

2.1 빙축열의 역사

빙축열 공조시스템은 이미 오랜 역사를 갖고 있다. 1833년 미국에서는 천정에 매단 얼음통에 공기를 불어 넣어 얼음으로 냉방을 한 병원이 있었으며 이 방법은 그후 특허신청되어 흔하게 이용되었다. 1880년 뉴욕의 매디슨 스퀘어 극장 및 이듬해 백악관에서도 이 방법을 채용했다는 기록이 있다. 또한, 뉴욕 카네기홀의 경우 방에 선반을 설치, 천연빙을 올려놓고 외기를 쏘여 냉풍을 송풍하는 방법을 시도하기도 했다. 그후 빙축열 냉방의 예는 '60년대까지는 거의 없었으나, 1960년대 스톡홀름시의 클라라교회 방핵호에 빙축열 시설을 설치한 것이 현대 빙축열 시스템의 효시라고 할 수 있다. 우리나라의 경우 동·서빙고가 이러한 축냉시설의 한 예로 볼 수 있다.

이렇듯 빙축열이라함은 새로운 개념이 아니며 이미 오래전부터 생활에 응용되어 왔고 이는 즉, 물질의 상변화를 이용한 잠열축열 방식의 대표적인 것이다. 근세에 이르러 수많은 회사들이 냉동기를 제작, 판매하면서 현대의 가장 보편화된 건물의 냉동 및 냉방은 전기에너지를 이용하는 시설로 변화되었다. 그러나 '70년대 및 '80년대의 오일쇼크로 인한 에너지 절약이 대두되면서 빙축열에 대한 관심이 지대해 지고, 최근 미국의

OAK RIDGE 국립연구소에서 행한 "ICE-MAKER HEAT PUMP"의 연구가 최초의 본격적인 빙축열 연구로서 현재의 빙축열 시스템의 기본이 되었다.

2.2 빙축열의 의의

전력수요의 급증으로 인한 하절기의 주·야간 전력부하 불균등 문제를 해소하고, 야간의 값싼 심야전력을 이용하여 전기에너지를 얼음형태의 열에너지로 저장하였다가 주간에 냉방용으로 사용함으로써 저렴하고 쾌적한 환경을 유지하는데 의의가 있다.

2.3 빙축열의 개요

공조용 빙축열시스템은 전기에너지를 열에너지로 저장하여 필요시 공조설비로 사용하는 시스템으로 열원기기와 공조기기를 이원화하여 운전함에 따라 열의 생산과 소비를 임의로 조절할 수 있으므로 에너지를 효율적으로 이용할 수 있다. 이러한 공조용 빙축열시스템을 심야전력과 연결하여 사용하면 일반 재래식 공조방식과 비교하여 '전력소비의 평준화', '열원기기의 고효율 운전' 및 '설비용량의 축소(최대 70%)', '열회수에 의한 에너지절약' 등을 기할 수 있다. 아래 그림 1, 2는

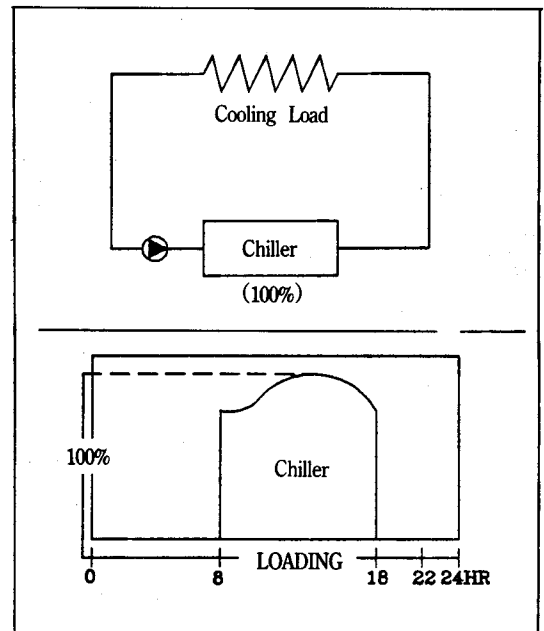


그림 1. 일반 냉방시스템

일반시스템과 빙축열시스템의 개념을 비교한 것이다. 일반 냉방방식은 냉방이 필요한 주간에 냉동기를 부하에 맞게 100% 운전하여 냉방하는 반면, 빙축열 냉방방식은 야간의 심야전력을 이용하여 축열조에 축냉하였다가 주간에 전체 냉방부하의 일부를 담당하는 방식이다.(그림의 경우 전체 냉방부하의 40% 담당)

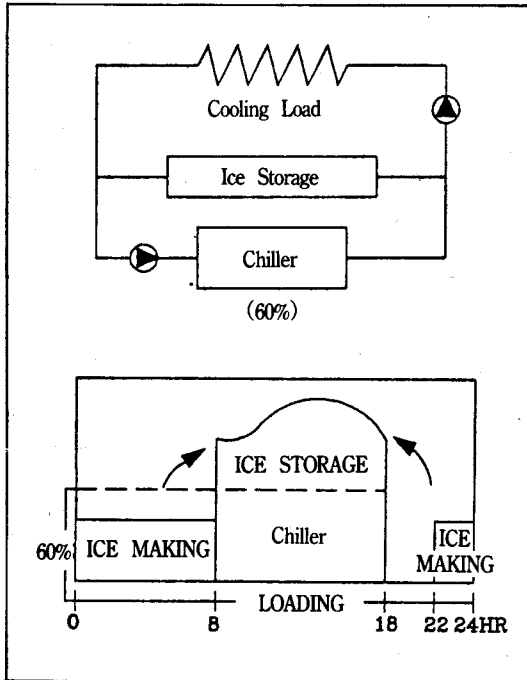


그림 2. 빙축열 냉방시스템

2.4 빙축열 시스템의 장·단점

2.4.1 장점

가) 경제적인 측면

- 가격이 저렴한 심야전력의 이용
- 수전용량의 감소
- 설치면적의 감소
- 용량감소에 따른 부속설치비 축소
- 전력부하 균형에 기여
- 열원기기의 고효율 정격운전
- 건물의 가치와 시장성의 향상

(나) 기술적인 측면

- 공급 열원기기(냉동기등)를 전부하에서 연

속적으로 운전하게 되므로 고효율 정격운전이 가능

- 축열조는 완충제 역할을 하므로 열공급의 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 특히 공기조화 계통이 많고 부하변동이 크며 운전시간대가 다른 경우에도 안전한 열공급 가능
- 전력부하 균형에 기여
- 타열원(태양열 및 폐열) 이용 가능
- 열원기기의 고장 대책으로서 적격
- 부하증가에 대응이 가능하다. 즉 건물의 일부 증설, 또는 건물 내부의 용도 변경에 따른 공조 부하가 증가할 경우에 대처가 가능 (인텔리전트화에 대응 가능)
- 열회수 시스템 채용 가능
- 열원기기의 고장시에도 축열조 축열부분만큼의 냉방운전 가능
- 지역 냉방을 위한 저온송수방식, 저온급기 방식 등과 같은 2차측 시스템의 적용이 가능
- 난방용으로 별도의 보일러가 설치되어, 난방시스템 선택의 융통성 부여

2.4.2 단점

- 축열조, 별도 난방기기 등의 설치가 필요
- 초기 투자비가 증가
- 온도 Potential의 저하
- 축열조에 의한 열손실 증가
- 냉동기 효율 감소
- 개방식 축열조일 경우 펌프동력의 증가
- CFC 대체에 대한 고려가 필요
- 수처리 및 부식방지 필요
- 설계, 시공, 관리 등에 대한 주의 요망

3. 빙축열 시스템의 구성과 운용방식

3.1 전부하 축열방식과 부분부하 축열방식

3.1.1 전부하 축열방식(load shifting system)

심야전력이 적용되는 시간대에서만 냉동기를 가동하여 다음날의 냉방부하 전체를 축열하고,

주간에는 냉동기의 가동없이 냉방운전하는 방식이다. 심야전력 '값'이 적용되므로 동력비가 가장 많이 절감되고 시스템 운전도 간단하나, 축열조와 냉동기의 용량이 커져 초기 투자비 및 설치공간이 늘어난다. 대형건물의 보조냉방, 예비 열원시스템 등으로 활용하면 건물 전체의 열원시스템의 신뢰도를 높일 수 있다.

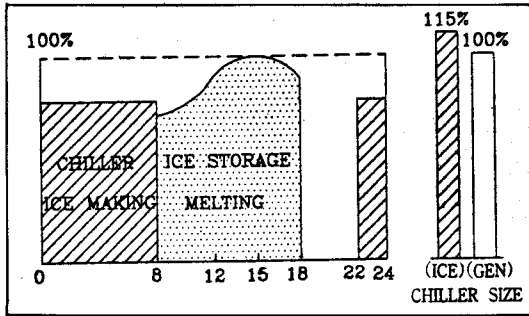


그림 3. 전부하 축열방식

3.1.2 부분부하 축열방식(load leveling system)

심야시간에 냉동기를 가동하여 주간 부하의 일부를 축열하고, 주간에 냉동기와 빙축열조를 동시에 가동하는 방식이다. 전축열 방식에 비해 축열조와 냉동기의 용량을 줄일 수 있으므로 초기 투자비와 설치공간이 감소되나, 운전비는 증가한다. 현재 국내에서 적용되고 있는 빙축열 시스템은 거의 대부분이 부분부하 축열방식이다.

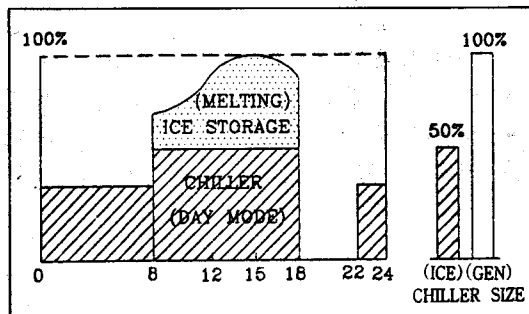


그림 4. 부분부하 축열방식

3.2 냉동기, 축열조, 펌프배열

3.2.1 Chiller Upstream 방식

냉동기를 축열조 상류측에 배치하는 방식으로,

열교환기를 통과한 브라인이 바로 냉동기에 유입되므로 냉동기 입구 브라인 온도가 높아 냉동기의 운전효율이 높다. 반면에, 축열조에 유입되는 브라인 온도가 낮아 축열조 방열효율이 떨어져 축열조 용량이 커지고 공사비도 증가한다.

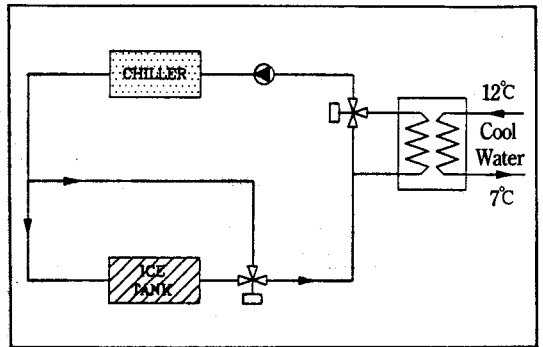


그림 5. 냉동기 Upstream 방식

3.2.2 Chiller Downstream 방식

냉동기를 축열조 하류측에 배치하는 방식으로, 열교환기를 통과하여 온도가 높아진 브라인이 바로 축열조로 유입되므로 축열조의 방열효율이 좋아져 축열조 용량은 줄어들지만, 냉동기 입구의 브라인 온도가 낮아져 냉동기 운전효율은 나빠진다.

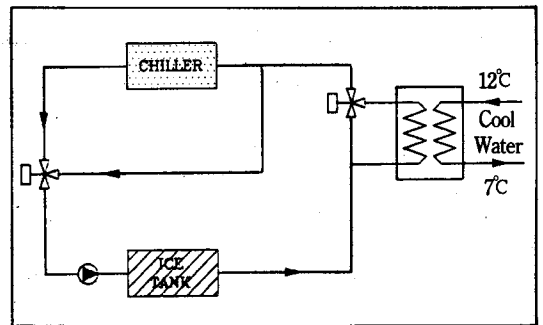


그림 6. 냉동기 Downstream 방식

3.2.3 브라인 순환펌프 위치

축열조 형식에 따라서 브라인 순환펌프의 위치는 달라질 수 있으나 열교환기 입구측 브라인 온도는 될 수 있는 한 낮아야 2차측 냉수 온도차와 브라인 온도차를 크게 할 수 있으므로 1,2차측 순환펌프의 동력비를 절감할 수 있고, 열교환기의

전열면적도 줄일 수 있어 바람직하다. 따라서, 냉동기나 빙축열조를 통과한 브라인이 냉수펌프로 인하여 온도가 상승되지 않는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

3.3 냉동기 방식

빙축열 공조방식의 열원으로는 저온용 냉동기를 이용하며 직팽식과 브라인식으로 대별한다. 직팽식과 브라인식은 각각 장단점이 있어서 어느 것이 유리하다고 결정지을 수는 없으나 대체적인 경향으로 미국에서는 산업용 빙축열 방식을 공조 설비에도 도입하였기 때문에 직팽식의 적용이 많고, 일본에서는 공조 기술자가 빙축열 방식을 개발하여 적용하였기 때문에 브라인식이 널리 보급되어 있다.

3.3.1 직팽식

직팽식은 제빙코일에 직접 냉매가스를 보내어 열교환(제빙)을 행하는 방식으로 이 방식은 냉매가스의 분배, 냉매의 순환에 고도의 기술을 필요로 하며, 규모가 커지게 되면 장치가 압력용기의 대상이 된다는 결점이 있는 반면, 직접 냉매가스를 제빙코일에 보내므로 간접 냉각방식인 브라인에 비하여 증발온도가 높아서 운전비 면에서 유리하다.

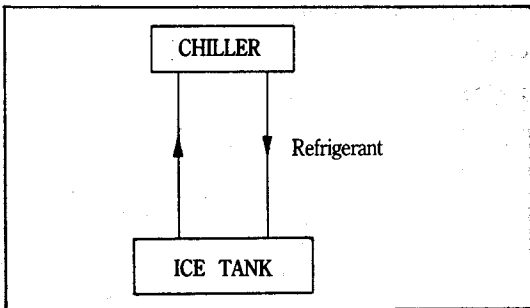


그림 7. 직팽식

3.3.2 브라인식

브라인식은 저온용 냉동기의 열교환기에서 냉매가스와 브라인액을 열교환시켜 영하에서도 동결하지 않는 저온의 브라인을 만들고 이것을 제

빙코일에 보내어 열교환(제빙)시키는 방식으로 대단히 취급하기 쉽다는 장점을 갖고 있다. 그러나 간접 냉각방식이기 때문에 냉매방식에 비하여 열교환 횟수가 한번 더 많고 냉동기의 증발온도를 낮게해야 하는 단점이 있으며 브라인 펌프가 필요하므로 반송 동력비가 직팽식에 비하여 높아진다.

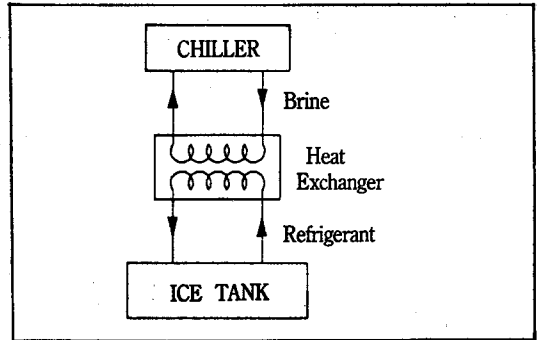


그림 8. 브라인식

3.4 제빙 방식

3.4.1 관외 착빙형

축열조내에 동관등의 열교환기를 설치하고 그 주위에 얼음을 생성하는 방법으로 축열조내에 물을 채우고 열교환기 내부는 브라인을 순환시켜 코일 주위에 착빙시키고 방냉시는 축열조내의 물을 부하측에 순환시킨다. 이 방식은 펌프이외의 가동부가 없고, 제빙이 진행됨에 따라 전열면적이 넓어져 유리하다.

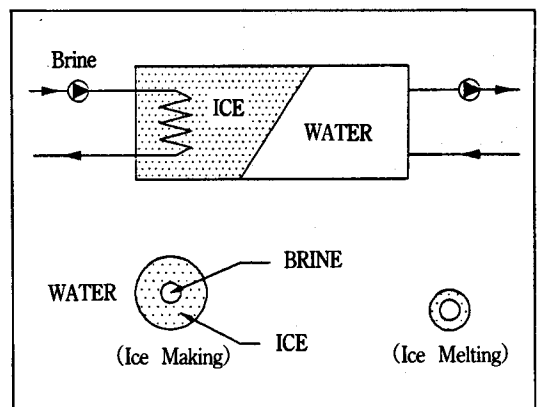


그림 9. 관외 착빙형

3.4.2 관내 착빙형

축열조내에 열교환기를 설치하고 축열조내에 브라인을 채워 열교환기 내부의 물이 제빙이 되는 방식으로, 부하측이 밀폐회로이므로 펌프동력이 감소한다. 또한 해빙시의 열교환이 좋고 균일한 해빙이 가능한 반면, 축열조로부터의 열손실이 크고 제빙됨에 따라 전열면적이 감소하는 단점이 있다.

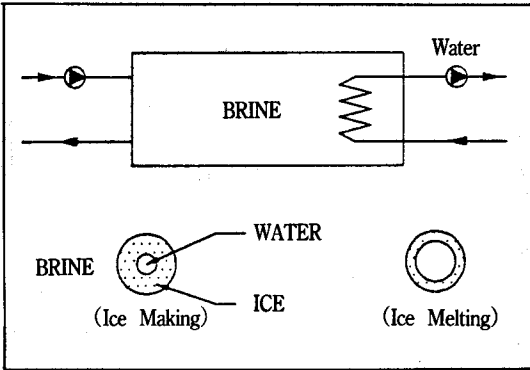


그림 10. 관내 착빙형

3.4.3 완전 동결형

축열조내에 제빙용 열교환기를 설치하고 축열조내에 물로 채워져 있으며 제빙측 및 부하측 브라인을 완전 밀폐한 구조이다. 부하측이 밀폐회로이므로 펌프동력이 감소하지만 전날(前日) 완전해빙이 안되었을 경우 제빙시 열교환기가 파손될 염려가 있다.

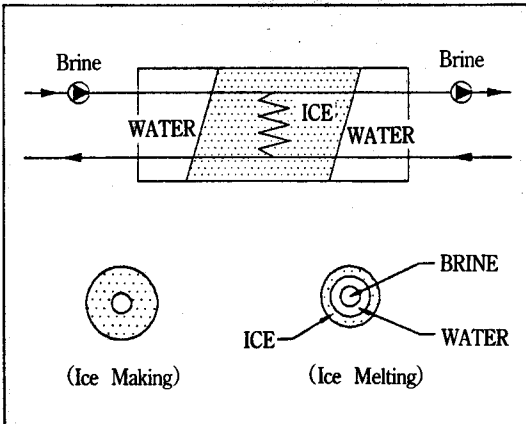


그림 11. 완전 동결형

3.4.4 캡슐형

축열조내에는 브라인과 내부에 물을 채운 캡슐을 설치하고 제빙측 및 부하측을 브라인라인으로 연결하므로 별도의 열교환기가 필요없고 제빙율을 높일 수 있으며 캡슐의 대량생산이 용이하다. 그러나 캡슐내의 물이 과냉될 수 있고 브라인의 흐름이 불균일하다.

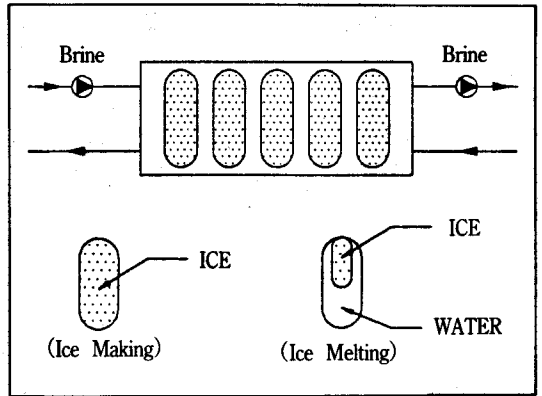


그림 12. 캡슐형

3.4.5 빙 박리형

제빙코일 주위에 생성된 얼음을 냉동기의 역순환으로 박리시켜 별도의 조(槽)에 얼음을 저장하는 방식으로 제빙효율이 좋고 제빙부와 저장부를 분리할 수 있어 대용량의 얼음을 저장할 수 있다. 그러나 설치공간이 넓어지고 물 스프레이용 펌프가 필요하며 빙박리시에 에너지가 필요하다.

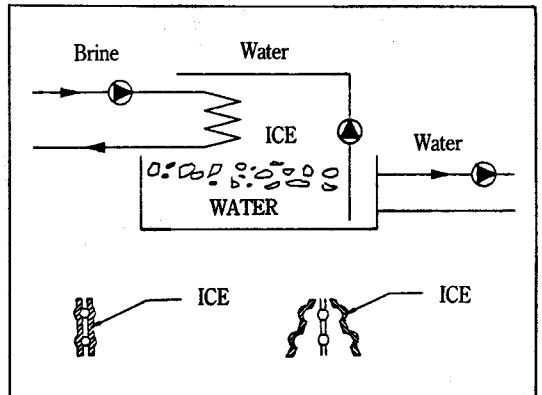


그림 13. 빙 박리형

3.4.6 액체식 빙생성형

에틸렌글리콜 수용액을 알갱이 형태의 얼음으로 만드는 방식으로 제빙효율이 좋고 축열조내에 열교환기가 필요없다. 그러나 부하측까지 브라인이 순환하며, 축열조가 막힐 위험이 있다.

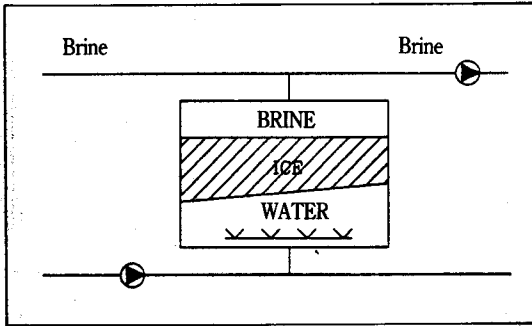


그림 14. 액체식 빙생성형

3.4.7 Heat pipe 형

축열조내에 heat pipe를 설치하여 heat pipe 주위에 제빙하는 방식으로 얼음의 두께를 일정하게 할 수 있는 반면 heat pipe의 가격이 비싸다.

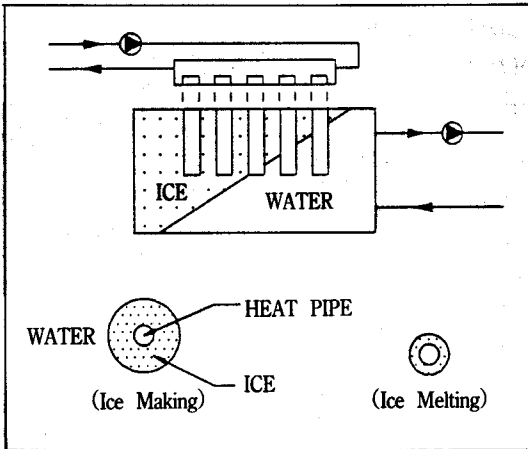


그림 15. Heat pipe형

3.5 브라인 회로 방식

3.5.1 밀폐형 회로(closed circuit)

1차측 회로(브라인 또는 물)가 대기에 개방되지 않는 방식으로, 브라인(물) 배관계통의 부식, 축

열조 열손실, 순환펌프 위치선정 등의 측면에서 다소 유리해질 수 있으나, 설치장소에 제약을 받을 수 있다.

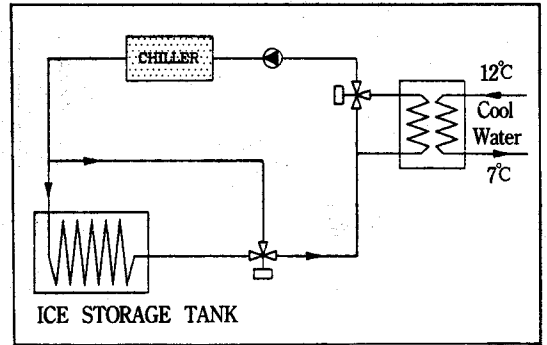


그림 16. 밀폐형 브라인 회로방식

3.5.2 개방형 회로(open circuit)

1차측 회로(브라인 또는 물)가 대기에 개방되는 방식으로, 축열조 형상의 선정이 비교적 자유로와 설치장소에 제약을 덜 받는 장점이 있으나, 브라인(물) 관리, 열손실, 배관계통의 부식 등의 측면에서 다소 불리해 질 수 있다.

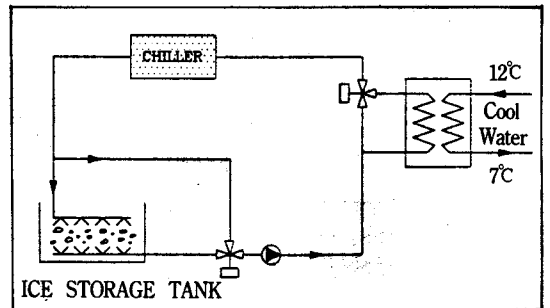


그림 17. 개방형 브라인 회로방식

3.6 빙축열 시스템 운전방식

3.6.1 냉동기 우선(chiller priority) 운전방식

주간 냉방시 냉동기를 일정한 용량으로 운전하면서 일정 용량의 냉방부하를 처리하고, 나머지 변동부하를 축열조의 방열로 처리하는 방식이다. 최대부하를 안전하게 처리할 수 있으나, 1일 부하율이 작은 경우 축열량을 전부 사용하지 못하게 되므로 운전비가 상승될 수 있다.

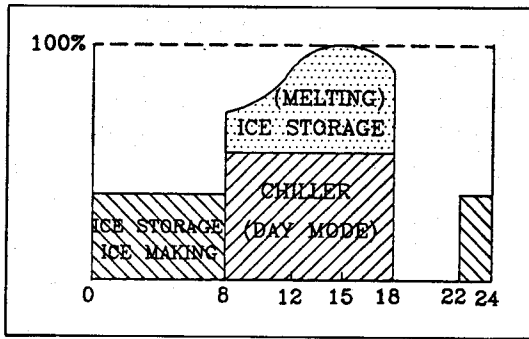


그림 18. 냉동기 우선 운전방식

3.6.2 축열조 우선(ice storage priority) 운전 방식

주간 냉방시 축열조의 축열량을 일정한 용량으로 방열시켜 일정 용량의 냉방부하를 처리하고, 나머지 변동부하는 냉동기를 가동시켜 처리하는 방식이다. 축열량을 유효하게 모두 사용할 수 있으므로 운전비가 절감되지만 최대부하일(最大負荷日)일 경우 잘못 운전하면 최대부하시 냉방용량의 부족현상이 발생될 수 있다.

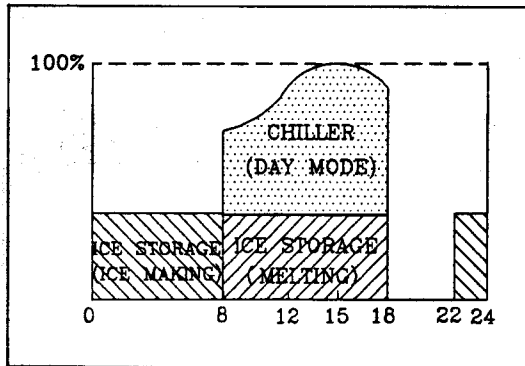


그림 19. 축열조 우선 운전방식

3.7 2차측에의 열반송 방식

3.7.1 직송(direct distribution) 방식

빙축열 시스템의 1차측 브라인(또는 물)을 2차측(부하측)의 공기조화기나, FCU에 직접 공급하는 방식으로 열교환기가 생략되므로 시스템 전체의 효율이 높고, 온도차를 크게하므로써 동력비 절

감이 가능하나 배관의 단열, 브라인 관리 등의 어려움이 있다.

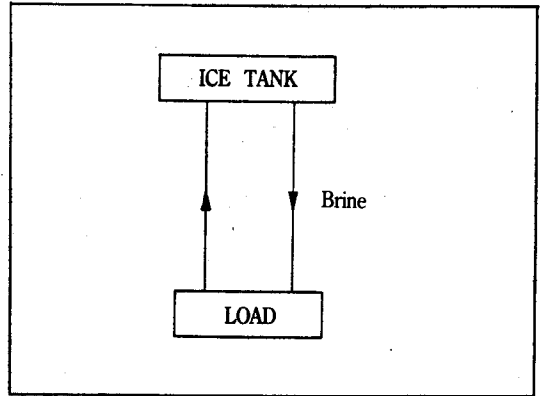


그림 20. 직송방식

3.7.2 열교환(heat exchanger) 방식

빙축열 시스템의 1차측 브라인(또는 물)과 2차측(부하측)의 냉수를 열교환기에 의하여 열교환하여 2차측 부하를 처리하는 방식이다. 1차측과 2차측이 분리되어 있으므로 양쪽 시스템의 안전성이 확보되나, 직송 방식에 비해 전체적으로 효율이 떨어진다.

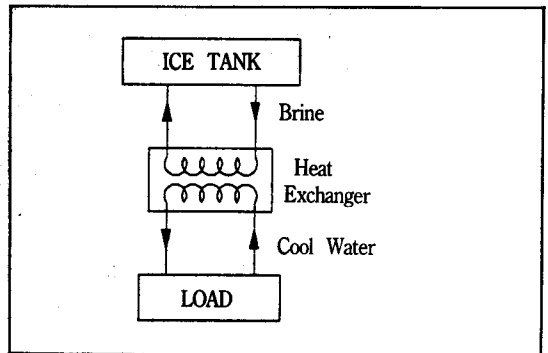


그림 21. 열교환 방식

4. 빙축열 시스템의 평가 항목

빙축열 시스템의 적용목적, 건물특성, 설치장소, 여건 등에 따라서 평가 항목의 종류와 우선순위가 다를 수 있겠지만 다음과 같은 항목에 준하여

평가를 할 수 있다.

- 자원 절약성 : Life cycle
- 에너지 절약성 : 1차 에너지, Life cycle
- 취급의 용이성 : 운전의 안전성, 안정성
- 내구성 : Life cycle 중 지속적인 성능유지
- 제어성 : 저부하에 대한 제어성, 최대부하에 대한 적용성
- 저공해성 : 냉매, 브라인의 방출 등
- 난방 축열에의 대응성
- 각종 히트소스(heat source), 히트싱크(heat sink)와의 조합의 적합성
- 2차측 공조시스템과 조합의 적합성
- 경제성 : 투자비, 동력비, 열손실 등

5. 빙축열 시스템의 응용 시스템

5.1 저온 송수방식

축열조 내의 1~3℃의 저온냉수를 이용하면 통상 냉수 온도차의 2배 정도를 얻을 수 있으므로 배관공사비와 순환펌프 동력비를 대폭 줄일 수 있어 대규모 시설에 효과적이다.

5.2 브라인 직송방식

앞에서 언급한 직송방식으로서 효과적으로 저온을 이용할 수 있으나 브라인의 점성이 크고, 비열이 작기 때문에 동일 온도의 냉수보다는 펌프 동력이 증대하는 경향이 있다.

5.3 물과 얼음의 혼합 수송방식

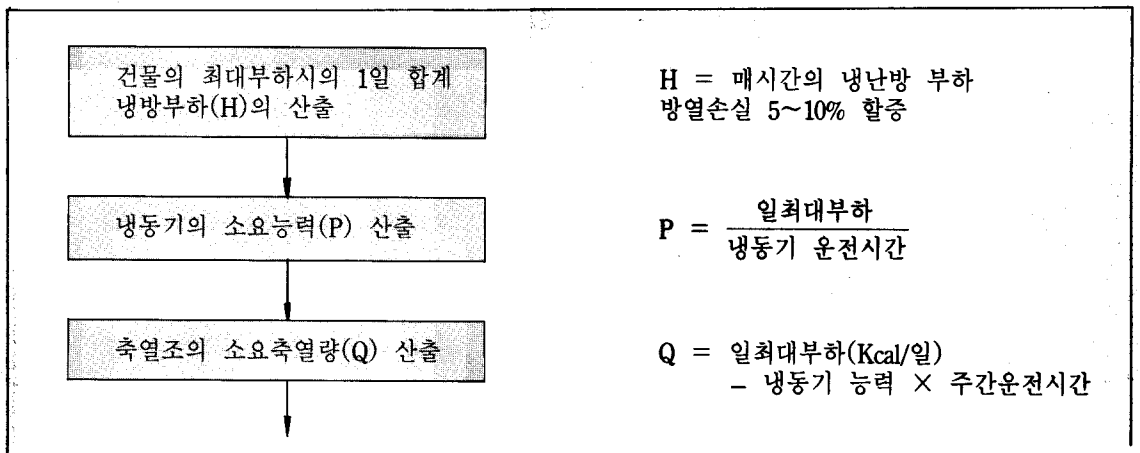
동적형(動的型) 제빙시스템에서 얻어지는 파쇄된 얼음과 물을 혼합하여 송수하면 얼음의 잠열과 물의 현열을 동시에 이용할 수 있으므로 냉열을 효과적으로 반송할 수 있다. 따라서 지역 냉방과 같은 대량의 열을 원거리로 공급할 경우 지역배관의 공사비와 반송동력을 대폭 줄일 수 있는 효과적인 방식이지만, 얼음과 물의 분리, 막힘, 분기관에서의 얼음 분배문제, 열량계측 등의 문제가 있다.

5.4 저온저습 공기 공급방식

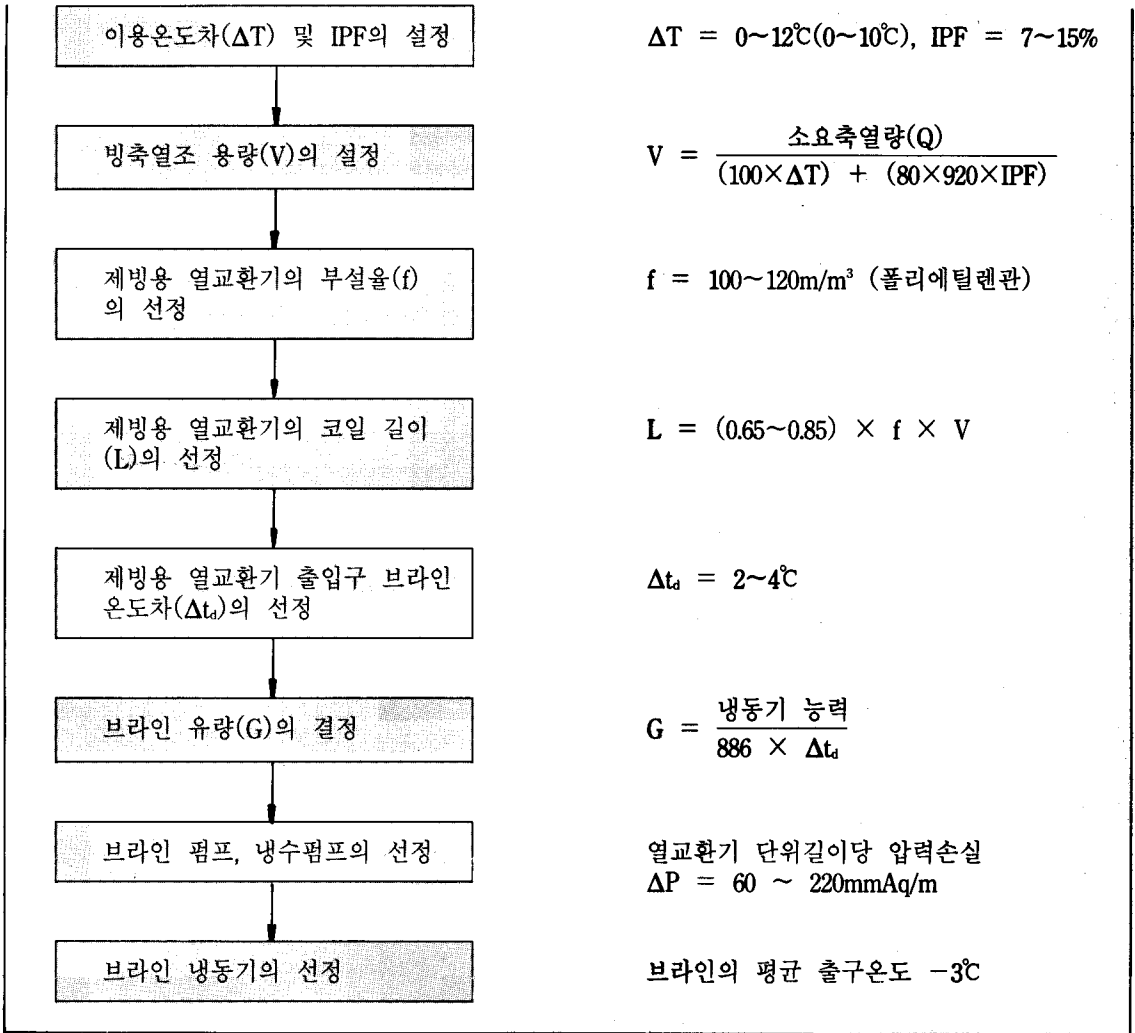
빙축열조에서 얻어지는 저온 냉수로 7~12℃의 저온 냉풍을 만들어 큰 온도차 송풍방식을 적용하면 송풍동력의 대폭적인 절감이 가능하며, 또한 저습도의 공기가 얻어지므로 특수한 용도에 이용될 수 있고, 특히 OA화로 냉방부하가 증가된 기존 건물에 적용하면 덕트의 변경없이 부하에 대응할 수 있다. 그러나, 경우에 따라서는 덕트의 결로(結露), 실내온도 분포의 불균일, 공기청정도 저하, 잠열부하의 증대 등의 문제점이 예상된다.

6. 빙축열 시스템의 설계순서

현대 가장 많이 적용되고 있는 브라인 순환방식 빙축열 시스템의 설계 흐름도는 아래와 같다.



技術現況分析



7. 국내 빙축열 설비 도입 및 연구개발 현황(한전 협력업체로 등록된 기업)

회 사 명	빙축설비 형식	기술제휴(도입사)	연구개발 현황
중앙개발 빌딩사업부	정적제빙형 Ice Ball	York(미) Cryogel	Ice Ball 국산화 총축열량: 19.4 RTH/m ³ (잠열: 14.8, 현열: 5.0 RTH/m ³)
한미터보	동적제빙형 Ice Harvest	Turbo(미)	Ice Maker 등 시스템 도입 및 시공
대우캐리어 빌딩사업부	정적제빙형 Ice Lense	Carrier(미), Reaction	Ice Lense 도입 잠열량: 19.6 RTH/m ³
금성전선 공조영업부	정적제빙형 Ice on coil	Evapco(미)	축열조 내의 열교환기 도입 및 시공
범양냉방 빙축열사업팀	정적제빙형 Ice Lense	B.A.C(미)	축열조 내의 열교환기 도입 및 시공

회 사 명	빙축설비 형식	기술제휴(도입사)	연구개발 현황
세원공조	정적제빙형 Ice on coil	자체개발	총축열량 11.2 RTH/m ³ 이상
한국비료	공용염 (잠열축열재)	자체개발	총축열량 16.6 RTH/m ³ 이상
신성엔지니어링 빙축열사업부	정적제빙형 Ice on coil	Calmac(미), Trane(미)	축열조 및 냉동기 도입 및 시공

- * 이 밖에도 금성산전(동적제빙형), 우원설비, 오양공조기, 서일전기(고온축냉설비), 세원공조(직팽식), 한성전자, 로알엔지니어링 등과 그외의 몇몇 업체에서 소형 빙축열설비에 대한 연구개발을 추진중에 있다.
- * 현재 한전 협력업체에 의해 국내에 보급되어 있거나 시공중인 빙축열 시스템은 약 81대에 냉방면적은 414,000평 정도이며, 이들이 감당하고 있는 피크역제 전력은 20,555KW에 이르고 있다.
- * 빙축열 설비로 심야전력을 공급받기 위해서는 한전의 협력업체로 등록되어야 하는데 이를 위해서는 공급 시스템에 대한 실증시험을 거쳐야 한다. 이 실증시험에서는 시스템의 성능평가는 물론 경제성을 검토함으로써 보다 효율적인 전력사용을 유도하고 있다. 실증시험은 한국기계연구원, 한국표준연구소, 에너지기술연구소, 생산기술연구원, 국민대 등에서 실시하고 있다.

8. 결 론

빙축열 시스템은 '88년 KIST에서 국책연구과제로 선정된 바 있으나 국내에서의 본격적인 관심은 '90년 한전을 중심으로 한 7개의 관련 업체에서 외국 기술을 들여와 국내 적용 가능성을 알아보기 위한 실증시험을 실시하면서 비롯되었다. 빙축열 냉방시스템 관련 기술의 국내 개발을 촉진하기 위해서는 수요 확대가 절대적으로 필요하므로 한전에서 투자비의 일부를 무상으로 지원하고 심야전력요금을 할인하는 등 수요개발에 힘쓰고 있어 그 수요는 점차 확대될 것으로 전망되며, 그에 따라 빙축열 보급 업체의 기술개발 의욕도 더욱 높아질 것으로 보인다. 물론 개발의 초기단계로 냉동기의 효율향상, 새로운 열저장 물질의 개발, 축열조 열교환 능력 향상, 시스템 운전기술 개선 등을 위한 과제들이 있으나 냉동공조협회에서 축열전문위원회를 두고 축열에 관한 체계적인 연구를 추진하는 등 국내 냉동공조 업계의 발전을 도모하고 있고, 일부 업체에서는 관련 부품의 국산화 개발에 박차를 가하고 있다.

천연 에너지 자원이 부족한 우리 나라에서는 전력 자원개발의 한 방편으로 원자력 발전소를 건설하여 1987년 6월 말로 원자력 발전 시설 용량은 5,716,000 KW로 늘어나 전체 발전시설 용량 19,014,000 KW에서 차지하는 비율이 30.1%로 증

가한 상황이다. 그러나 실제 발전량을 기준으로 해서는 50.5%를 차지하고 있으며 만일 원전 9,10호기가 계속 완공되면 원자력 발전이 실제 발전량에서 차지하는 비율은 더욱 더 증가할 것이다. 원자력 발전시설은 발전단가, 유지관리 측면에서 화석연료를 사용하는 발전시설에 비해 대단히 유리하지만 부하에 따른 발전량의 조절이 불가능하므로 수요의 변동에 대응할 수 없는 단점이 있다. 이러한 전력부하 변동에 대한 균형은 운전조절이 용이한 화력발전소에 의존할 수 밖에 없으나 하루중의 부하변동 폭이 증대됨으로 인해 불필요한 예비전력, 즉 발전설비의 과잉을 초래하게 된다.

전력부하의 균형을 위해서 다양한 방법이 제시되어 왔으며 그 중에서 저 부하시의 잉여전력을 저장하였다가 첨두부하시에 저장된 전력 또는 에너지를 이용하는 에너지저장 방법이 가장 타당한 것으로 평가되어 양수발전, 중기어큐레이터 설치, 초전도 코일에 의한 전력저장, 축전지 등이 연구되었다. 이러한 방법들은 각각 장단점을 가지고 있으나 실용화를 위해서는 막대한 연구개발비 또는 설비투자가 필요하다. 비교적 단기간에 해결할 수 있는 과제로서 첨두부하를 구성하는 주요 부분이 공기조화용 전력수요인 점에 착안, 공기조화 수요의 일부 또는 전부를 축열로 해결하기 위한 공조용 축열시스템이 실용화가 비교적

技術現況分析

용이하면서 전력부하 균형에 기여도가 크기때문에 공해발생의 염려가 없는 빙축열 시스템의 개발, 보급이 무엇보다도 중요하고 시급한 과제임이 틀림없다.

빙축열 시스템은 각종 지원정책과 특정 건물의 빙축열 설비 의무화로 증가 추세에 있으나 보급 활성화를 위해서는 국산화로 기기 구입비의 저하와 시스템의 신뢰도 향상 등 업계와 연구기관, 전력회사 및 정부 등 유관기관의 공동노력이 절실히 필요한 때이다. 특히 빙축열 시스템의 구성이 축열조에 의해 좌우되며 외국에서도 다양한 제빙방식에 의한 시스템이 상용화된 점을 고려할 때 가격저하와 효율향상 및 신뢰도 개선을 위한

축냉조 연구개발이 시급하다. 또한 중소규모의 유니트형 빙축열 시스템을 개발하여 주택 및 중소규모 빌딩에 보급하고 기존 건물의 냉방설비 대체시 빙축설비로의 교체를 유도하기 위해 7~10℃정도에서 상변화하는 잠열축열재를 이용한 신형 축냉시스템의 개발, 보급도 필요하다. 한편, 빙축열 시스템을 설치하여 심야전력을 보급받기 위해서는 소정의 실증시험을 거쳐 한전의 허가를 얻어야 하는데, 보다 활발한 보급을 위해서는 점차적으로, 일정한 자격조건을 갖추고, 사용자가 원하면 특정한 절차없이 설치된 빙축열 시스템에 대해서는 심야전력을 보급해 주어야 할 것으로 생각된다.

<참고 사항>

우리나라의 심야전력요금제도

구분 종류	심야전력(갑)	심야전력(을)
적용 대상	전기를 심야에만 공급받아 축열 또는 축전하여 냉난방 및 온수를 사용하는 경우	전기를 심야시간에 주로 공급받아 축열 또는 축냉하여 사용하되 기타 시간에도 전기를 공급받아 냉·난방 겸용 설비 또는 냉방전용설비를 사용하는 경우
요금	<ul style="list-style-type: none"> · 기본요금 : 없음 · 전력량 요금 : 사용전력 kWh당 22.40원(단일요금) · 월간 20kWh 이하 사용시는 20kWh 해당요금 	<ul style="list-style-type: none"> · 기본요금 요금적용전력 × 4,370원 × $\frac{\text{기타시간사용전력량}}{\text{월간총사용전력량}}$ · 전력량요금 <ul style="list-style-type: none"> - 심야시간 : kWh당 25.30원 - 기타시간 : kWh당 65.60원
	· 심야시간 : 22 : 00 ~ 08 : 00	· 기타시간 : 08 : 00 ~ 22 : 00