

지역난방수를 이용한 공동주택의 중앙냉방시스템 적용사례

I. 개요

지금까지 공동주택에서의 난방은 생활방식, 온열감, 그리고 실내의 쾌적성 측면에서 바닥복사난방인 온돌을 보편적으로 적용해 왔으며, 하절기 냉방은 거주자의 선택에 따라 대부분 대류냉방인 패케지에어콘에 의존해 오고 있다.

공동주택에서의 난방은 중앙난방, 개별난방, 지역난방 등 난방방식의 다양한 기술개발을 통해 발전을 거듭하고 있으나, 냉방은 하계기간이 짧다는 기후적 특성으로 아직까지 확대되지 못하고 있다.

최근에는 국민소득증대에 따른 생활수준의 향상과 지구 온난화의 영향으로 점차 하계기간이 길어지고, 하절기에도 쾌적한 주거생활에 대한 욕구가 급증하고 있어 공동주택에 대한 지역냉방을 시범적용하게 되었다.

또한 국가적으로도 개별에어콘 가동에 따른 하절기 냉방 수요의 증가로 전력피크 부하가 날로 높아지고 있으며 전력수요를 완화할 수 있는 흡수식냉동기를 활용한 냉방이용은 하절기 전력피크 완화에 기여할 것으로 판단하여 지역난방을 주업으로 하는 우리회사에서는 하절기 열공급수요 증대와 잉여되는 지역난방열의 효율적 이용으로 에너지 절감 효과를 극대화하고, 고객의 욕구를 충족하기 위하여 공동주택의 지역냉방 공급을 지속적으로 확대하여 국가의 에너지 절감 시책에도 적극 동참할 예정이다.

II. 공동주택의 지역냉방 확대보급의 필요성

2.1 국가적 측면

- 1) 에너지 다소비 국가 → 에너지 절감정책 추진
 - ① 에너지 소비 세계 10위(2.1%), 석유소비 세계 7위(2.8%) → '06기준
 - ② 석유수입 세계 3위, 천연가스 9위로 연간 총수입액 중 에너지 수입액이 20.8% 차지

안산도시개발(주) 최성욱팀장

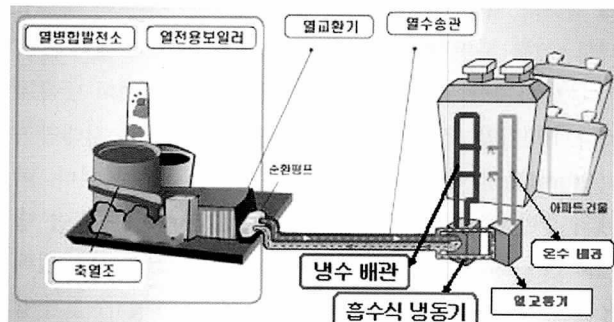
- 2) 가정 및 상업부분 에너지 소비량의 지속 증가 → 전기 냉방 대체 필요
- 3) 집단에너지 확대보급의 국가적으로 당위성 확대
 - ① 전기냉방부하의 대체 수단으로 열병합발전예에 의한 중온수를 활용한 냉방으로 하절기 전력 생산 부하 감소
 - ② 하절기 냉방의 중온수 지역냉방의 대체로 CO2 배출가스를 줄일 수 있어 교토의정서의 대응전략으로 제시
- 4) 지역냉방을 통한 전력 피크 부하 완화에 기여
- 5) 쓰레기 소각로 폐열등 버려지는 에너지 재활용으로 에너지 이용의 극대화

2.2 사용자 측면

- 1) 경제성 향상
 - ① 지역난방열 사용으로 에너지 비용 절감.
 - ② 유지보수 및 관리비 절감.
- 2) 프레온가스(CFC) 대신 물을 냉매로 사용하여 환경공해 개선

III. 지역 냉 · 난방 시스템 구성도 및 냉동기 구조

3.1 지역난방용온수에 의한 냉방시스템 구성도



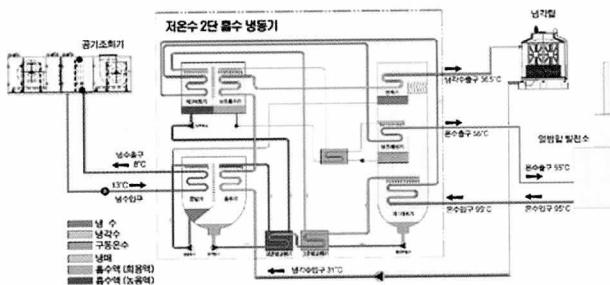
3.2 지역난방용온수에 의해 구동되는 저온수2단흡수냉동기 계통도

3.2 저온수2단흡수냉동기의 원리

1) 냉수발생의 원리 :

흡수냉동기는 냉매로 물(H₂O)을 흡수제로 '리튬브로마이드'(LiBr)수용액을 사용하는 냉수 발생 장치입니다.

물질을 크게 냉각시키는 데는 일반적으로 증발잠열을 이용합니다. 주사를 놓을 때 '알코올'을 바르면 그 부분이 시원해지는 것은 '알코올'이 증발하면서 피부로부터 증발잠열을 빼앗기 때문이고, 여름철에 마당에 물을 뿌리면 시원한 것도 물이 주위로부터 증발잠열을 빼앗기 때문입니다. 물 1kg(1 l)을 0℃로부터 100℃까지 올리는 데는 100kcal의 열량이 필요하며, 이 열량을 현열이라고 합니다. 한편 100℃의 물 1kg(1 l)을 모두 증발시키려면 약 540kcal의 열량이 필요하며, 이 열량을 증발잠열이라고 합니다.



이와 같이 1kg(1 l)의 물을 사용해도 잠열을 이용하면 현열을 이용하는 경우에 비해서 훨씬 큰 열량을 이동시킬 수 있다는 것을 알 수 있습니다.

또한 물은 우리 주위에서 일반적으로 100℃에서 증발하지만, 주위의 기압이 낮아지면 훨씬 낮은 온도에서 증발하게 됩니다. 높은 산에서 밥을 할 때 설익는 것은 이 때문입니다. 예를 들면 백두산 정상에서 물은 약 89℃에서 끓어서 증발하지만, 점점 더 높이가 올라가 주위 압력이 낮아져 약 1/100기압 (절대압력 6.8mmHg - 대기압은 절대압력 760mmHg임)이 되면 물은 약 5.4℃에서 증발합니다. 이때의 증발잠열은 물 1kg당 약 599kcal입니다. 이 물을 냉매로 사용하면 8℃ 정도의 냉수를 만들 수 있습니다. 밀폐 용기 안에 냉매로 물을 넣고 그 안을 6.8mmHg (수증기 압력만이 작용하는 상태)로 하면 냉매는 5.4℃에서 증발하게 되고 공기에 물을 통과시키면 차가운 냉수를 얻을 수 있습니다 (이 용기를 증발기라고 함).

그러나 증발한 냉매증기로 인해 용기의 압력이 점차 상승하므로 냉매는 5.4℃에서 증발할 수 없게 되고, 통과하는 물의 출구 온도도 점차 상승하게 됩니다. 따라서 계속해서 8℃의 냉수를 만들기 위해서는 냉매를 항상 5.4℃에서 증발시켜야 합니다. 때문에 용기의 압력을 6.8mmHg로 유지시켜야 하며, 증발한 냉매를 용기 밖으로 제거해야 합니다. 이와 같은 과정을 계속하게 하기 위해 흡수력이 매우 강한 물질을 넣은 용기를 연결하면 증발한 냉매증기를 흡수하게 되고 용기 안의 압력을 6.8mmHg로 유지할 수 있습니다. 이러한 흡수제(흡수액)로 '리튬브로마이드'(LiBr) 수용액을 사용합니다 (이 용기를 흡수기라고 함).

LiBr 수용액은 흡수력이 매우 강한 물질이며, 흡수력은 액의 농도가 높을수록 또 온도가 낮을수록 강해집니다. 흡수력은 '포화증기압'으로 나타낼 수 있고, 흡수액의 포화수증기압과 농도, 온도의 관계를 나타낸 선도를 '듀-링 선도'라고 하며 아래의 그림과 같습니다.

이 선도에는 횡축에 온도, 종축에 압력을 나타내며, 좌측에서 첫 번째 사선은 LiBr 농도 0% 즉 물의 상태를 나타내는 선도입니다. 듀-링 선도에서 보는 바와 같이 5.4℃ 물의 포화 압력은 6.8mmHg임을 알 수 있습니다. 즉 6.8mmHg 압력에서 물은 5.4℃에서 증발한다는 것을 알 수 있습니다. 이러한 6.8mmHg 압력의 수증기를 흡수하기 위해서는 그 이하의 포화수증기압을 지닌 흡수액의 상태를 만들어야 합니다. 예를 들면 농도 45%의 수용액이라면 온도를 약 18℃ 이하로 유지해야 하며, 24℃의 온도를 유지하려면 약 50% 이상 농도의 흡수액이 필요합니다.

그런데 5.4℃에서 증발한 냉매가 흡수액에 흡수될 때, 흡수액은 흡수열을 방출하기 때문에 흡수액의 농도는 상승하고 흡수력은 저해됩니다. 이 때문에 흡수액을 냉각수로 냉각시켜 흡수력의 저해를 방지합니다. 이 흡수열은 냉매의 증발잠열과 거의 같습니다. 즉 냉수의 열량은 냉매의 증발에 의해 냉매증기로, 냉매증기가 흡수액에 흡수됨에 따라 흡수액으로, 냉각수의 냉각에 의해 냉각수로 전달됩니다.

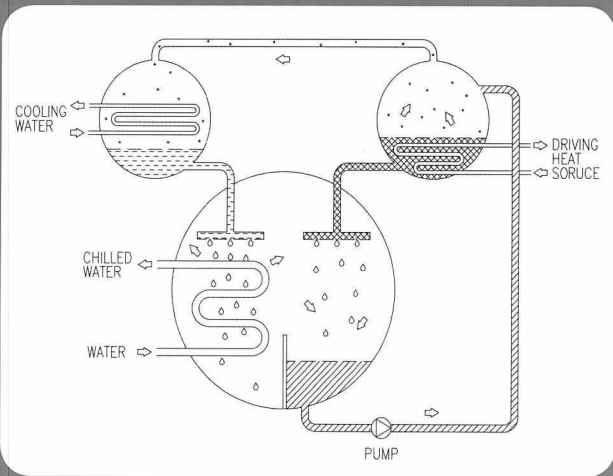
흡수액은 냉매를 흡수함에 따라 농도가 묽어지므로 흡수력이 저해됩니다. 이것을 회복시키기 위해서 묽어진 흡수액(희액)을 다른 곳으로 옮기며 가열시켜 냉매를 증발시킵니다 (이것을 재생기라고 함). 흡수액(농액)을 흡수기로 환원시키면 흡수액의 순환 '사이클'이 완료되고 냉동효과가 계속될 수 있습니다.

한편 재생기에서 발생된 냉매증기는 다른 용기로 옮겨져 냉각수에 의해 냉각응축되어 (이것을 응축기라고 함) 냉매

액으로 되고, 이것을 증발기로 환원시키면 냉매의 순환 '사이클'이 완료됩니다.

또한 흡수액 순환 사이클 중에 재생기에서 가열에 의해 온도가 높아진 농흡수액과 흡수기에서 냉각에 의해 온도가 낮아진 희흡수액을 열교환시키는 열교환기를 설치해서 효율을 높입니다.

이상이 흡수 냉동기에 의한 냉수 제조 원리이며, 지금까지 서술한 원리에 의해서 단순하게 구성된 것을 1중효용 흡수 냉동기라고 합니다.



1중효용 흡수냉동기 기본 사이클

2) 저온수2단 흡수 냉동기의 사이클 설명

증발기에서 8℃의 냉수를 만들면서 5.4℃에서 증발한 냉매는 흡수기로 가서 흡수기의 전열관을 타고 흐르는 진한 흡수액(59.9%)에 흡수된다. 이때 관내부로 흐르는 31℃의 냉각수는 진한 흡수액(59.9%)이 냉매증기를 흡수하는 과정에서 발생하는 열을 흡수하여 34.5℃로 되면서 이 진한 흡수액을 34.5℃, 54.6% 농도의 묽은 흡수액으로 변환시킨다. 이 묽은 흡수액은 흡수기 밑에 있는 용액펌프에 의해 제1재생기로 보내진다.

용액펌프에 의해 압송된 이 묽은 흡수액은 저온 열교환기와 고온 열교환기를 통과하면서 열교환기를 거쳐 내려오는 고온의 진한 흡수액과 열교환하면서 71.6℃로 온도가 높아져서 제1재생기로 들어 간다.

제1재생기로 유입된 71.6℃ 54.6% 희흡수액은 95℃의 온수로 가열되어 냉매가 비등되어 분리되면서 57.4%농도

의 중간 농도의 흡수액으로 변한다. 이 중간 농도의 흡수액은 제1재생기 밑에 있는 중간 흡수액 순환용 용액펌프에 의해 고온 열교환기를 거쳐 제2재생기로 보내진다. 이때 발생된 냉매증기는 응축기로 가고 그곳에서 응축되어 액냉매로 변하여 증발기로 보내진다.

제2재생기로 들어 온 중간농도의 흡수액은 제1재생기를 나온 온수(72.1℃)에 의해 가열되어 59.9%의 농도로 농축된다. 이 농축된 흡수액은 제2재생기 밑에 있는 농액 순환용 용액펌프에 의해 저온 열교환기를 거쳐 흡수기로 보내진다. 이때 발생된 냉매증기는 보조흡수기로 가고 그곳에서 흡수되어 보조재생기로 보내진다.

흡수기로 유입된 진한 흡수액은 증발기에서 온 냉매 증기를 흡수하면서 사이클을 반복한다.

한편, 제2재생기의 옆에 위치한 보조흡수기에서는 별도의 순환사이클로 순환하는 진한 흡수액(45.2%)이 제2재생기에서 발생되어 엘리미네이터를 거쳐 넘어온 냉매증기를 흡수하여 42.9%의 묽은 흡수액으로 변합니다. 이 때 발생하는 흡수열은 관내부로 흐르는 33.5℃의 냉각수에 의해 제거합니다.

보조흡수기에서 나온 이 묽은 흡수액은 순환용 용액펌프에 의해 보조용액 열교환기를 거쳐 보조재생기로 보내진다.

보조 열교환기를 거쳐 보조재생기로 유입된 49.7℃의 42.9% 희흡수액은 제2재생기를 나온 64.3℃의 온수에 의해 가열되어 냉매증기가 비등 분리되고 농도가 45.2%로 변화되고, 보조재생기 밑에 있는 보조농흡수액 순환시키는 용액펌프에 의해 보조 열교환기를 거쳐 흡수기로 보내진다.

보조재생기와 제1재생기에 온 냉매증기는 수증기는 보조흡수기를 나온 34.2℃의 냉각수에 의해 응축기에서 응축되어 38.1℃의 냉매액으로 변하고 이 냉매액은 증발기로 가서 냉수를 제조하는 데 사용된다.

