

제습냉방기술을 이용한 공동주택 대상 지역냉방 (District cooling method for apartment houses by desiccant cooling technology)

제습냉방기술을 이용하여 공동주택에 지역냉방을 공급하는 방안을 제안하며, 이를 실현하기 위한 기술개발 방향과 개발현황을 소개한다.

이 대 영

한국과학기술연구원 (ldy@kist.re.kr)

서론

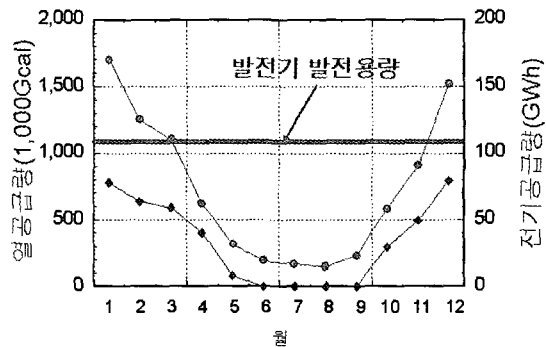
집단에너지사업은 가정/상업 부문의 에너지 이용 효율 향상을 위하여 집중된 에너지 생산시설에서 생산된 열과 전기를 주거, 상업지역 내의 다수 사용자에게 일괄적으로 공급하는 사업이다. 발전폐열을 난방 급탕 열원으로 이용함으로써 에너지 이용 효율 향상 및 20~30% 정도의 에너지 절감, 연료사용량 감소 및 집중적인 환경관리로 대기환경 개선(30~40%) 등의 효과를 얻을 수 있는 것으로 보고되고 있다. 집단에너지사업의 이러한 장점은 고유가 상황에 대한 대처 및 기후변화협약 등 국제적 환경규제에 대한 효과적 대응에 크게 기여할 것으로 기대된다.

2003년 현재 120만 호에 집단에너지사업에 의한 지역난방이 공급 중이며, 이중 85%가 열병합 발전으로 생산되고 있다. 2010년까지 200만 호에 확대 보급될 예정에 있다.

열병합 발전에 의한 전력과 열의 생산비율이 3:4 내외로 고정되어 있으므로, 집단에너지 사업 효과의 극대화를 위해서는 전력부하와 열부하의 비율이 어느 정도 적절히 유지되어야 한다.¹⁾ 그러나 지역난방이 주로 공급되고 있는 가정/상업 부문에서 전력수요와 열수요는 연중 상당히 차별되는 특성을 나타낸다. 전력수요는 연중 비교적 균일하며 하절기에 최대값을 나타내는 반면, 열수요는 동절기에 커지며 하절기에는 최소가 된다. 월별 공급실적을 기준으로

할 때, 열수요의 최대값에 대한 최소값의 비율은 8.7%로 부하의 연간 변화가 매우 크다. 하절기에 열수요가 감소하더라도 열병합 발전설비가 운전을 지속하는 한 발전량의 일정한 비율에 해당하는 폐열이 발생하므로, 열수요가 없으면 이 폐열은 유용하게 사용되지 못하고 폐기되게 되어 집단에너지 설비의 총괄적인 에너지 이용효율이 감소하게 된다.

그림 1은 2003년 지역난방공사의 월별 열/전기 공급실적을 나타낸 것이다. 특이한 것은 하절기 전력수요가 상승하는데 반하여, 6~9월 사이의 발전실적이 전혀 없다.²⁾ 이는 지역난방공사가 보유한 열병합 발전설비가 저압 스팀터빈 방식으로 발전효율이 한국전력 등의 대형 화력발전 효율에 미치지 못하여



[그림 1] 지역난방공사의 2003년 월별 열/전기 공급실적 (지역난방공사)

발전원가가 한전의 전기매입 단가보다 높아, 열판매 없이 전력판매만으로는 수지를 맞출 수 없기 때문인 것으로 사료된다. 그 결과 열부하가 감소하면 발전 실적도 동반하여 낮아지다가, 열부하가 최대 용량의 10% 이하로 감소하는 하절기에는 발전설비의 가동을 완전히 정지하게 되는 것이다.

결과적으로 지역난방공사 보유의 열병합발전설비의 연간 운전율은 31% 정도로, 국내 화력발전의 평균 운전율 86%에 비하여 상당히 낮은 수준에 머물고 있다. 이러한 문제는 비단 지역난방공사에만 국한되는 것이 아니며, 지역난방사업 전체에 관련된 것이다.

이와 같이 열수요의 연간 변화가 크면, 열병합발전 시설의 운전율이 낮아지게 되며, 또한 열/전기의 생산비율을 최적의 조건으로 유지하기 어려워 에너지 효율이 감소하므로, 집단에너지사업의 장점을 충분히 활용하지 못하게 된다.

이러한 문제의 해결을 위해서는 연간 열수요 변동을 최소화하여야 하는데, 집단에너지사업의 잠재적

인 이득을 최대한 활용하기 위해서는 부하가 낮은 기간의 수요를 창출하는 방향으로 개선이 이루어져야 한다. 이러한 관점에서 하절기에 열공급을 이용하여 냉방을 공급할 수 있는 지역냉방사업에 관심이 모아지고 있다.

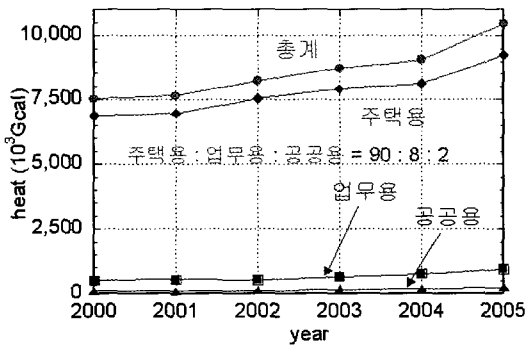
중온수 흡수식 냉동기를 이용하여 95℃의 온수를 공급받아 냉수를 생산하는 방식의 지역냉방이 보급되고 있으며, 2003년 현재 총 391개 건물에 중온수 흡수식 냉동기가 설치되어, 지역난방이 공급되는 건물 중 약 14% 정도에 지역냉방이 보급되어 있다. 그러나 지역난방의 대부분의 수요를 차지하고 있는 공동주택에는 전혀 보급실적이 없다.¹⁾

그림 2에는 지역난방공사의 열공급 실적을 주택용, 업무용, 공공용으로 구분하여 나타내었다. 그림으로 알 수 있는 바와 같이, 주택용이 대부분의 수요를 차지하며, 업무용과 공공용은 총수요의 10% 정도에 불과한 것을 알 수 있다. 따라서 하절기의 열수요 창출을 위해서 현재의 건물 위주 지역냉방사업을 확대 추진한다 하여도 수요 창출 효과는 제한적일 것으로 예상되며, 의미 있는 수준의 수요 창출을 위해서는 공동주택에 지역냉방을 보급하는 방향으로 추진되어야 한다.

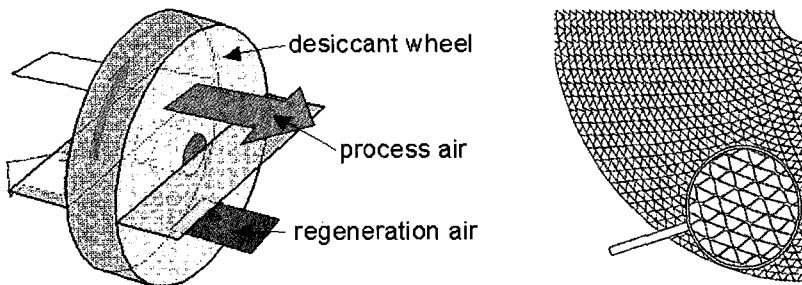
이후에서는 제습냉방기술을 이용하여 공동주택에 지역냉방을 공급하는 방안을 제안하며, 이를 위한 제습냉방기술의 개발방향을 소개한다.

제습냉방기술 개요

중온수 흡수식 냉동기를 이용하여 중앙냉방을 공급하는 기술은 열원온도가 낮아 성능 향상에 제한이



[그림 2] 지역난방공사의 용도별 열공급실적 변화 추이



[그림 3] 제습로터



있으며, 80℃ 이하의 온도는 사용할 수 없어 환수 온도가 높고, 공급/환수 사이의 온도차가 작은 문제가 있다. 또한 지역냉방의 대부분을 차지하는 공동주택 등에 흡수식 냉동기를 이용하여 중앙냉방을 공급하기 위해서는 온수급탕 배관과 별도로 냉수 배관을 부가적으로 시설하여야 하는 문제가 있다.

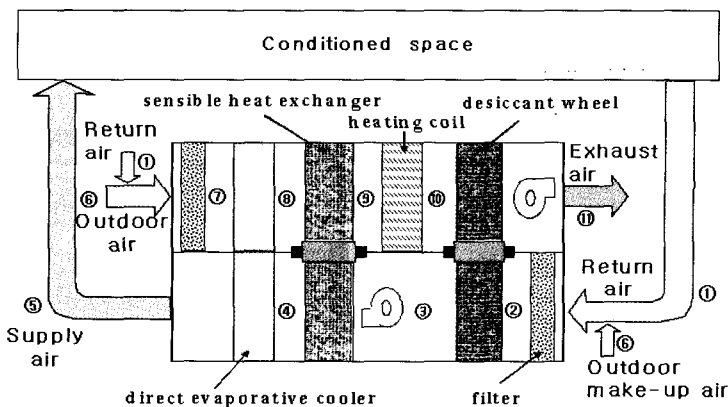
따라서 90℃ 미만의 저온열원을 이용하여 효과적으로 냉방을 공급할 수 있으며, 소용량 기기에도 적합한 기술을 개발하여 집단에너지 공급의 최말단인 단위세대에 냉방기를 설치할 수 있도록 하는 것이 필요하다.

제습냉방 기술은 제습기를 이용하여 공기 중의 습기를 제거하여 잠열부하를 처리하며, 건조한 공기

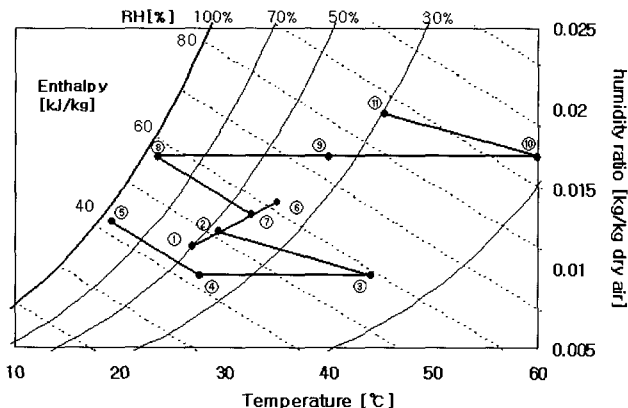
속에서 물 증발이 활발히 일어나는 원리를 이용, 공기 온도를 낮추어 냉방을 공급하는 기술로서 제습기에 흡착/흡수된 수분을 날려 보내고 제습기를 재생할 때에 열이 소요된다.

제습제는 silical gel, zeolite 등의 고체 제습제와 LiCl(lithium chloride)등 액체 제습제로 대별될 수 있으며, 어떠한 형태의 제습제를 활용하느냐에 따라 제습기의 구조가 달라진다. 고체 제습제를 이용하는 경우 제습기는 그림 3에 나타난 바와 같이 회전하는 로터(rotor)의 형태가 되어, 로터의 일부에서는 흡착/제습이 일어나며, 다른 부분에서는 탈착/재생이 일어난다.³⁾

그림 4는 제습냉방시스템의 개략도와 이 시스템



(a) 시스템 구성



(b) 습공기선도

[그림 4] 제습냉방시스템의 운전

에서의 공기상태변화를 나타낸 습공기선도이다. 고온 다습한 공기(②)가 제습로터를 통과하면서 건조되고, 습기가 흡착되면서 발생한 흡착열로 온도가 상승한다(③). 제습로터를 통과한 고온 건조한 공기는 현열교환기를 통과하면서 온도가 낮아지고(④), 증발식 냉각기에서 습도가 높아지는 대신 온도가 더 낮아진 후 실내로 공급된다(⑤). 현열교환기는 외형상으로는 제습로터와 매우 유사하지만, 제습은 이루어지지 않으며, 현열만을 교환한다.

실내 배기와 외기의 혼합공기(⑦)는 증발식 냉각기를 통과하여 온도가 낮아진 후(⑧) 현열교환기에 유입되어, 제습로터를 통과한 건조한 실내공급공기가 더욱 저온으로 현열냉각될 수 있도록 한다. 현열열교환기를 통과한 공기(⑨)는 고온으로 가열된 후(⑩) 제습로터의 재생부로 유입되어 제습로터에 흡착된 수분을 증발시킨다. 이 과정에 의하여 제습로터는 다시 수분을 흡수할 수 있는 상태로 재생된다.

제습냉방기술에서는 실내에 공급되는 공기가 제습제 및 증발식 냉각기와 직접 접촉하여 열/물질전달이 발생하므로 전달효율 측면에서 효과적이며, 이에 따라 재생열원의 온도가 낮아도 냉각효과를 얻을 수 있다. 또한 제습냉방시스템은 개방형 기기로서 모든 부분이 대기압 상태이므로, 누설에 의한 문제가 없으며, 냉매가 물이므로 냉매 회수를 위한 응축기가 필요 없어 구조가 간단하며 단순하다.

지역 열공급을 이용한 냉방기술 측면에서 흡수식과 제습냉방의 비교를 표 1에 나타내었다. 표에 나타난 바와 같이 제습냉방시스템은 구조가 단순하여 소용량에도 적합하므로, 단위 세대용으로 냉방기를 개발하면 지역 열공급의 최말단인 단위 세대에 냉방기 설치가 가능하며, 이 경우 냉방공급을 위하여 기존 열공급 설비를 변경하거나 추가 시설할 필요가 없다.(그림 5 참조) 또한 직접 접촉식 열/물질 전달의 특징으로 60℃ 정도의 저온 열원으로도 작동이 가능하며, 지역 열공급 설비의 환수온도를 60℃ 이하로 할 수 있으므로 열공급 효율을 제고할 수 있는 장점이 있다.

제습냉방기술 개발 현황

미국, 일본, 독일 등에서는 80년대부터 제습냉방시스템에 대한 연구가 활발히 이루어지기 시작하여, 제습로터 등 주요 부품에 대한 개발이 지속적으로 이루어져 왔다. 미국에서는 이미 제습냉방시스템이 슈퍼마켓의 대형 냉장 display case의 습도조절, 호텔과 모텔 공조 등의 틈새시장에 진입한 상태이며, 제습제 물질개선, 제습로터 형상 및 성능개선, 다양한 재생열원 이용, 시스템 부피 및 비용감소 등의 기술이 발전됨에 따라, 기존의 냉동시스템에 대한 경쟁력을 높여 가고 있다.

<표 1> 흡수식과 제습냉방기술의 비교

	흡수식	제습냉방
재생열원온도	80 ~ 190℃	40 ~ 100℃
COP	0.6~0.8 (single effect) < 1.3 (double effect)	0.5 ~ 1.5
장점	• 주요 부품 신뢰도 높음	<ul style="list-style-type: none"> • 저온재생 가능 • 응축기 필요없음 • 대기압에서 작동 • 구조 간단 • 1RT 정도의 소용량도 가능 • 지역열공급의 최말단인 단위 세대에 냉방기 설치 가능 • 지역 열공급 환수온도를 60℃ 이하로 낮출 수 있음
단점	<ul style="list-style-type: none"> • 저압에서 작동 • 밀폐나 추기장치 필요 • 저온열원에서 성능저하 	<ul style="list-style-type: none"> • 시스템 소형화 필요 • 제습로터 고가



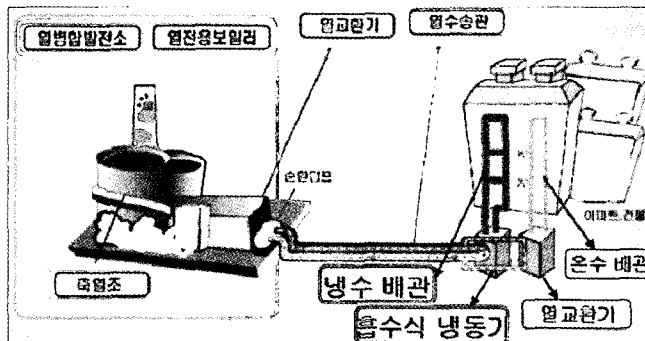
일본에서는 우리나라보다 더욱 습한 기후로 인해 제습부하가 상당히 커서 제습기의 활용이 일상화되어 있는데, 소형 제습로터를 이용한 가정용 건식 제습기가 최근 상용화되어 증기 압축식 제습기와 경쟁하고 있으며, 제습냉방기술을 적용한 제품이 점차 주요 공조기 시장에 진입하고 있다.

제습냉방시스템은 냉동기를 필요로 하지 않아 송풍기의 전기 입력을 제외하면, 전혀 전기에너지를 필요로 하지 않는다. 또한 온도와 습도의 독립적인 제어가 가능하며 잠열부하 처리가 용이하므로, 외기 도입량이 큰 경우에도 충분한 성능을 발휘할 수 있다. 더군다나 제습냉방시스템은 냉매를 사용하지 않으므로, CFC계열의 냉매에 의한 오존층 파괴, 온실 효과 등이 전혀 없어 환경친화적이며, 구동에너지로 전기에너지 대신 열에너지를 사용하므로, 하절기 냉

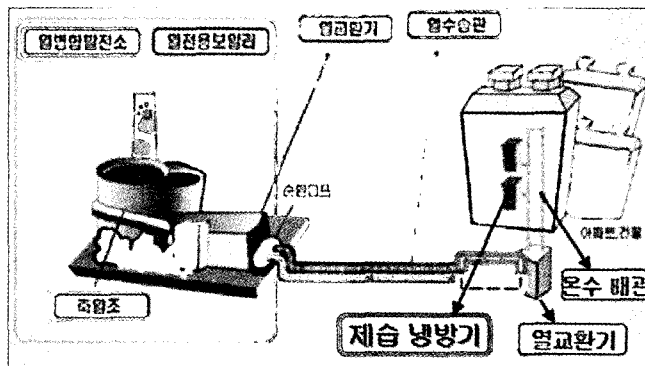
방기 가동에 의한 전력수급 불균형 문제의 해결에 기여할 수 있다. 제습냉방기술의 이러한 여러 가지 장점들로 제습냉방기술의 적용범위가 점차 확대되어 갈 것으로 기대되고 있다.

그러나 제습냉방기술의 시장 현황은 상기한 기술적인 장점들에 비하면 상대적으로 미약한 실정으로 저습도가 필요하거나 잠열부하가 매우 큰 특별한 경우에 한정되어 있으며, 아직 일반 냉방기 시장으로의 진입은 이루어 지지 않고 있다. 시장확대 지연의 주요 원인은 제습냉방시스템의 설비가격이 1CMM 당 \$180 ~ \$300 정도로 기존의 냉방시스템(1CMM 당 \$90 ~ \$150)에 비하여 고가이고, 부피가 상대적으로 크기 때문이다.

다음에는 제습냉방시스템의 가격인하와 소형화를 위한 기술개발 방향과 KIST의 관련연구 현황을 소개한다.



(a) 흡수식 냉동기를 이용한 지역 냉방의 구성



(b) 제습냉방 기술을 이용한 지역 냉방의 구성

[그림 5] 제습냉방 기술을 이용한 지역 냉방 공급

제습로터

제습시스템의 가격이 높아지게 되는 주요 원인은 제습로터의 가격이 상당히 고가이기 때문이며, 기존의 시스템과 경쟁하여 실용화가 가능하기 위해서는 제습로터의 성능을 향상시키고 생산가격을 낮추는 것이 필요하다.

제습로터는 Munters, Seibu-Giken, Klingenburg, Nichias, DRI 등 5~6개의 업체가 세계시장에 대응하고 있는 독점성이 큰 시장으로, 주로 실리카겔 등의 무기질 흡착제를 제습제로 적용하고 있는데, 제습재료 제조, 제습로터 가공공정 등이 매우 복잡하여, 획기적인 공정개선 없이는 가격인하가 쉽지 않은 면이 있다.

또한 제습로터에서는 열 및 물질전달이 동시에 일어나는 특징으로 인하여 제습과정에 대한 이론적 접근이 상당히 어려워, 이미 일부 분야에 많이 적용되고 있음에도 불구하고, 제습제의 흡습특성, 제습로터의 구조, 운전조건 등 여러 가지 인자들이 제습로터의 성능에 미치는 영향에 대한 분석과 이에 근거한 최적설계 및 최적인전제어 기술이 상당히 미흡한 실정에 있다.

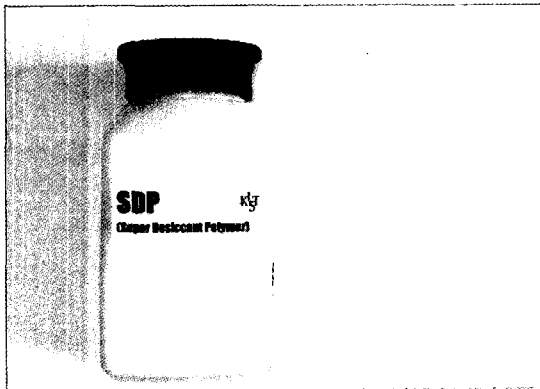
KIST에서는 제습로터의 성능향상 및 저가화를 위하여, 제습성능이 뛰어난 고분자 제습재료를 개발하였다. 이 제습재료는 그림 6에 나타낸 바와 같이 실리카겔이나 제올라이트 등 기존의 고체 제습제보다 흡습성능이 4~5배 이상 크며, 낮은 온도(60℃)에서

도 재생될 수 있는 장점이 있다. 이 고분자 제습재료는 초흡수성 고분자(SAP)를 이온치환하여 흡습성을 향상시킨 물질로, 초흡수성 고분자의 생산비용 수준으로 대량생산이 가능할 것으로 분석되고 있다. 이 제습재료는 재료 수준에서의 제습/재생 반복성 및 인체유해성 시험을 통과하였으며, 현재 이 제습재료를 이용한 제습로터 시제품 제작이 진행되고 있다. 제습로터 제조공정 역시 그림 7에 나타낸 바와 같이 일반 제지공정과 골판지 제조공정과 유사하여 대량생산에 매우 적합할 것으로 예상되고 있다.

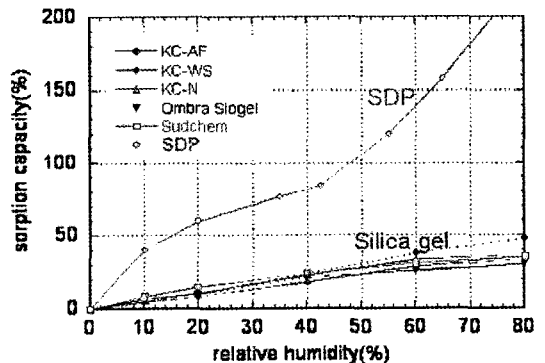
또한 KIST에서는 제습로터의 제습과정을 선형모델화하고 주요 무차원인자를 도출하였으며, 이 인자들이 제습 성능에 미치는 영향을 분석하여, 제습로터의 최적설계에 적용하기 위한 연구를 진행하고 있다.(그림 8 참조)^{4,5)}

증발식 냉각기

그림 4에 나타낸 바와 같은 직접 증발식 냉각기(DEC)를 적용한 제습냉방시스템은 제습 후 다시 습하는 증발냉각 과정으로 인하여 제습로터의 제습 부하가 공조공간에서 발생하는 잠열부하보다 상당히 커지게 된다. 이러한 시스템은 유럽에서 고안된 시스템으로, 유럽 대부분 지역은 하절기 습도가 낮아 잠열부하가 작으므로 그림 4와 같은 시스템이 적합할 수 있다. 그러나 습도가 높은 지역에서는 잠열부하가 크므로 제습부하처리를 위한 대용량 제습



(a) 초흡습성 고분자



(b) 제습성능 비교

[그림 6] 초흡습성 고분자(SDP; Super Desiccant Polymer)

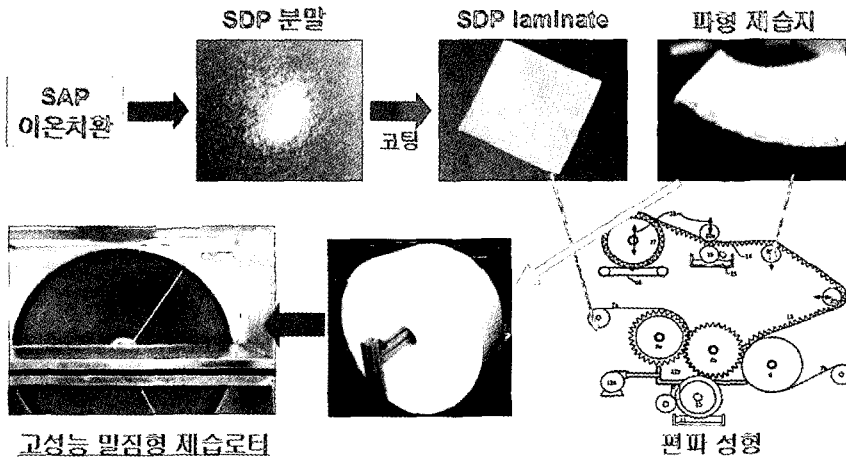


로터 채용이 불가피해지고, 시스템 원가 및 크기의 증가, 또는 재생온도 증가에 따른 에너지 효율 감소 등의 문제를 야기하게 된다.

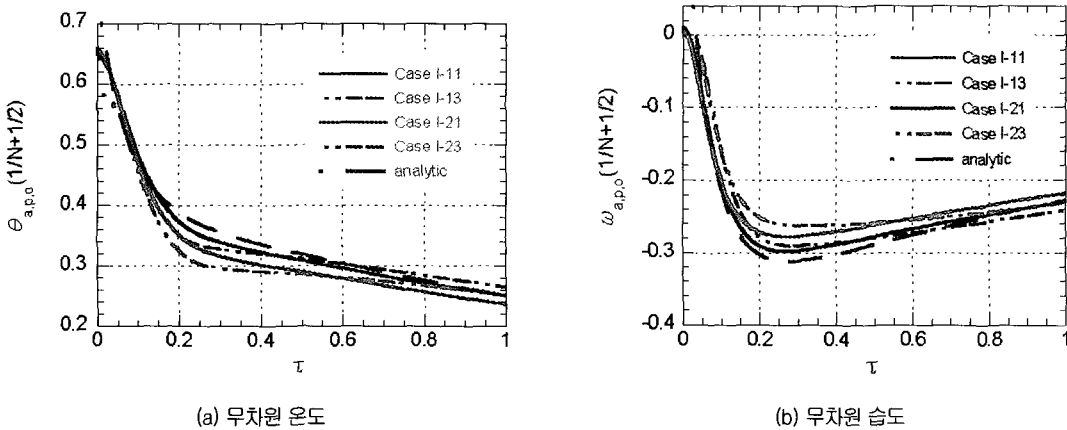
한편 그림 9는 직접증발식 냉각기(DEC) 대신 재생 증발식 냉각기술을 적용하여 시스템을 구성한 것이다. DEC를 적용한 시스템과 달리 주된 냉각효과가 재생 증발식 냉각기(REC)를 통과하는 동안(④) ⑤) 일어나며, 이 과정에서 습도증가가 없으므로 DEC를 적용한 경우처럼 제습기에서 제습한 후 DEC에서 다시 가습하는 비효율적인 과정을 필요로 하지 않는다. 따라서 DEC를 이용한 제습 냉방시스템에

비하여 제습부하가 크게 감소되며, 이에 따라 제습기의 재생열량 및 재생온도를 낮출 수 있어 시스템의 효율을 향상시킬 수 있으며, 습도가 높은 경우에도 좋은 성능을 기대할 수 있다. KIST에서는 두 가지 제습냉방시스템의 사이클 비교를 수행하였으며, 재생 증발식 냉각기술의 적용에 의하여 직접증발식 냉각기를 적용한 제습냉방시스템에 비하여 시스템 크기를 1/2 이하, 냉방 COP를 2배 이상 향상시킬 수 있음을 보인 바 있다.⁶⁾

재생 증발식 냉각기는 일종의 간접 증발식 냉각기로, 냉각된 공기의 일부를 이용하여 실내공급 공기



[그림 7] 초흡습성 고분자를 적용한 제습로터 제조과정

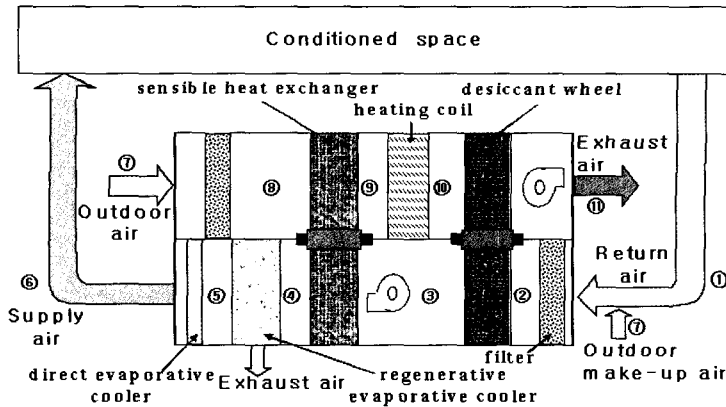


[그림 8] 동일한 무차원 인자를 가지는 제습로터들의 제습특성 비교

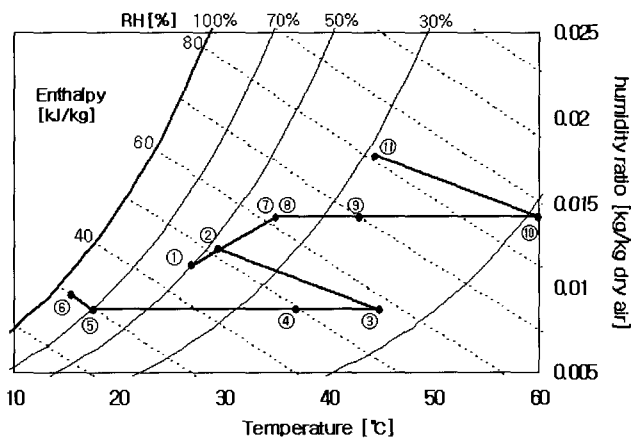
를 간접 증발냉각하는 방식이다. 이 냉각방식의 개략도와 습공기 선도를 그림 10에 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 고온의 흡입 공기는 건채널을 통과하며 온도가 낮아지며, 온도가 낮아진 저온 공기 중 일부는 추기되어 건채널과 평행하게 설치된 습채널을 주 공기의 유동방향과 반대로 이동한다. 습채널을 통과하는 공기는 습채널 표면의 물이 증발하면서 냉각되어, 건채널로부터 현열을 빼앗아 주공기의 온도를 감소시킨다. 이 장치에서 건채널과 습채널을 통과하는 공기의 상태변화를 그림 10(b)에 나타내었다. 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 습채널을 통과하는 공기의 비엔탈피(specific enthalpy) 변

화가 건채널 공기의 비엔탈피 변화 보다 3~5 배 정도 크므로, 에너지 평형을 맞추기 위한 추기 공기량은 주 유동공기의 1/3~1/5 정도이면 되므로, 공조공간으로 저온의 공기 공급이 가능하며, 그림에서 예상할 수 있는 바와 같이 최대한 주유동 공기의 이슬점 온도까지 냉각이 가능하다.

KIST에서는 재생 증발식 냉각기를 소형화하기 위하여 핀 삽입 대향류형 재생 증발식 냉각기를 고안하고, 습채널에서의 증발수 퍼짐을 향상하기 위한 미세 다공층 표면처리 기술을 개발 적용하여 그림 9에 나타난 바와 같이 냉각효과를 실증하였다.⁷⁻⁹⁾ 그림 11(d)에 나타난 바와 같이 입구공기가 32℃,

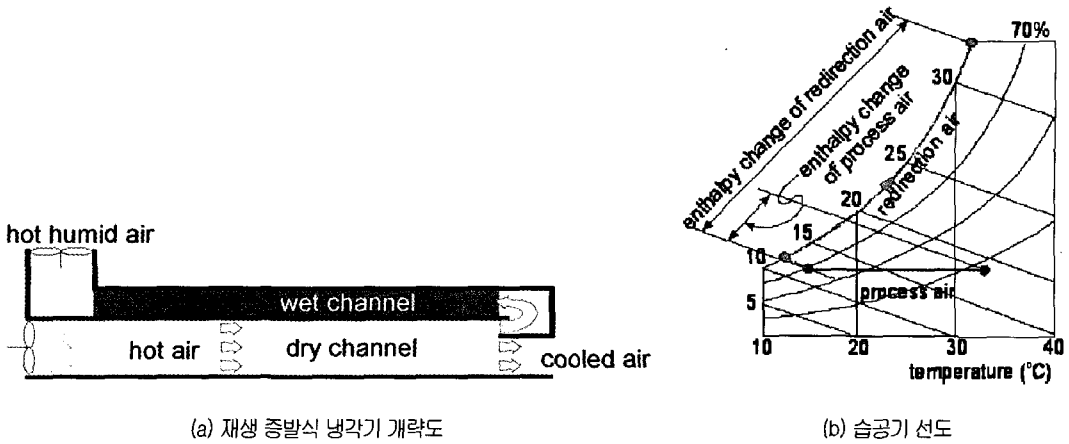


(a) 시스템 개략도

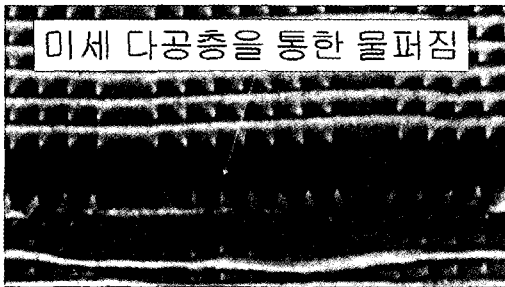
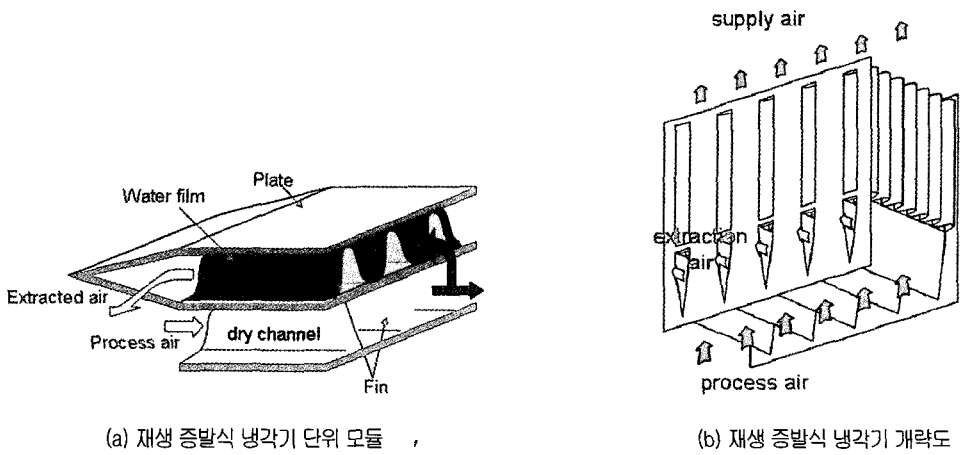


(b) 습공기선도

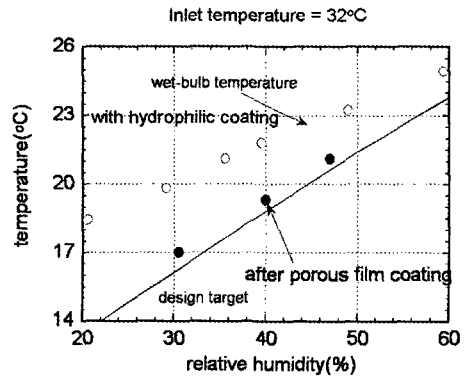
[그림 9] 재생 증발식 냉각기술을 적용한 제습냉방 시스템



[그림 10] 재생 증발식 냉각기



(c) 미세 다공층 표면처리 효과



(d) 냉각 효과

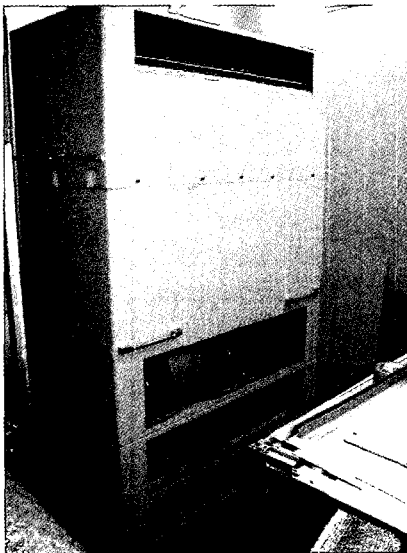
[그림 11] 재생 증발식 냉각기

RH40%일 때, 증발냉각 효과만으로 19℃까지 냉각할 수 있으며, 이는 습구온도보다도 3℃ 정도 낮다. 이와 유사한 기술은 최근 유럽에서 실용화에 성공하여 재생 증발식 냉방기가 건물 냉방에 보급되기 시작하였다.¹⁰⁾

패키징(packaging)

그림 9에 나타낸 바와 같이, 제습냉방시스템은 실내기와 실외기 구분이 없는 일체형으로, 한 장치 내에 실내 공급공기와 제습로터 재생공기 통로가 모두 배치되어야 하므로, 시스템 소형화를 위해서는 부품배치 및 부품 간 연결 덕트 최적화, 누설방지 등이 매우 중요하다. 또한 소형화를 위하여 각 부품에서의 정압손실이 커지게 되므로 고정압 저소음 송풍기 개발도 매우 중요한 문제가 된다.

KIST에서는 앞에서 소개한 초흡습성 폴리머 제습제와 재생 증발식 냉각기를 적용하여 제습냉방시스템을 개발한 바 있으며(그림 12), 현재 부품 신뢰성 향상 및 시스템 소형화를 위한 연구를 계속 진행하고 있다.



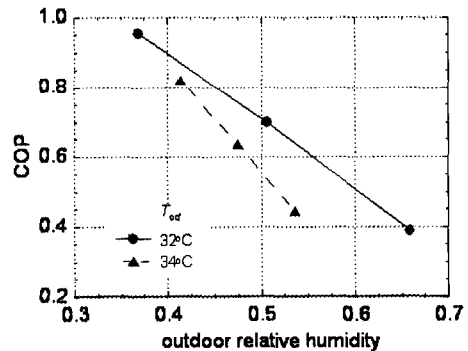
(a) 제습냉방시스템 시작품

결언

저온열원을 이용하는 냉방기술 분야는 유럽, 미국, 일본 등에서 70년대 말부터 많은 연구가 수행되어 왔다. 연구 대상이 되고 있는 기술 분야는 크게 흡수식 냉방과 제습냉방을 들 수 있으며, 현재까지의 연구 개발은 주로 흡수식 냉방시스템에 집중되어 왔다. 이는 가스를 열원으로 하는 흡수식 냉방시스템 기술이 이미 상용화되어 건물 냉방에 널리 적용되고 있어서 관련업체나 연구개발 인력의 저변이 넓기 때문인 것으로 사료된다.

건물 냉방용 흡수식 냉방기의 재생온도는 150℃ 정도이며 COP는 1.0을 약간 상회하는 정도이다. 그러나 흡수식 냉방시스템은 열원온도가 낮아질수록 성능이 저하하여 적어도 80~100℃ 정도의 온도가 필요하며, 80℃ 이하의 열원온도에서는 운전이 불가능한 문제가 있다.

또한 지역난방이나 태양열 등의 저온열원을 위해서는 단위주택용의 소용량 시스템을 개발하는 것이 우선시 되어야 하는데, 흡수식은 구조가 복잡하여 주로 대용량에 적합한 시스템으로, 소용량 저온열원



(b) 냉방성능(재생공기온도 50℃)

[그림 12] 제습냉방시스템



구동 흡수식 냉방기를 개발할 경우 기기 생산비용이 상당히 높아질 것으로 예상된다.

한편 제습냉방기술은 실내 공급 공기가 제습로터와 직접 접촉 방식에 의하여 열 및 물질전달이 일어나므로 전달효율이 상당히 높은 장점이 있어 60℃ 정도의 저온 열원으로 냉방을 공급할 수 있는 가능성이 있으며, 흡수식과 달리 대기압 상태에서 운전되며 시스템 구성이 간단하므로 생산 비용을 크게 낮출 수 있을 것으로 기대된다. 또한 제습냉방 시스템에서는 온도와 습도의 독립적인 제어가 가능하여 잠열부하가 크거나 외기 도입량이 큰 경우에도 쾌적한 냉방을 공급할 수 있다. 더군다나 제습냉방시스템은 냉매를 사용하지 않으므로 CFC 계열의 냉매에 의한 오존층 파괴, 온실효과 등이 전혀 없어 환경친화적이며, 구동에너지로 전기에너지 대신 열에너지를 사용하므로 하절기 냉방기 가동에 의한 전력수급의 불균형 문제의 해결에 기여할 수 있다.

그러나 제습냉방 기술은 이러한 장점에도 불구하고 현재까지 산업용이나 저습도가 필요하거나 잠열 부하가 매우 큰 특별한 경우에 적용이 한정되어 있으며, 아직 일반 냉방기 시장으로의 진입은 이루어지지 않고 있다. 시장 확대 지연의 주요 원인은 제습냉방시스템의 설비가격이 1CMM 당 \$180~\$300 정도로 기존의 냉방시스템(1CMM 당 \$90~\$150)에 비하여 고가이고, 부피가 상대적으로 크기 때문인데, 이는 주로 제습로터가 고가이며 부피가 큰 것에 기인한다. 따라서 저온열원 이용 냉방시스템의 실용화를 위해서는 제습로터의 성능을 향상시켜 소형화하고 생산가격을 낮추는 것과 제습냉방 사이클을 개선하여 제습부하를 경감하는 것이 필요하며, 이를 위한 활발한 연구 및 기술개발이 기대된다.

참고 문헌

1. 한국지역난방공사, 2005, 전력수급기본계획에 집단에너지설비의 장기적 반영 및 효과분석에 관한 연구
2. 이대영, 박윤철, 오명도, 김용열, 장승찬, 2006, "지역난방 부하관리", 설비저널, 제35권, 제7호, pp.37~43
3. 이대영, 박문수, 2005, "흡착 제습제 및 제습로터", 설비저널, 제34권, 제9호, pp.36~45
4. 이길봉, 이대영, 김민수, 2004, "제습기 성능 분석을 위한 선형화 모델 및 해석해의 도출", 설비공학 논문집 제 16 권, 제 9 호, pp. 811~819.
5. 이길봉, 김민수, 이대영, 2005, "제습로터의 운전 특성을 지배하는 무차원 인자의 도출과 해석", 설비공학 논문집, 제 17권, 제 7 호, pp. 611~619.
6. 이재완, 이대영, 강병하, 2004, "재생형 증발식 냉각기를 이용한 제습 냉방시스템의 성능해석", 설비공학 논문집 제 16 권, 제 6 호, pp. 566~573.
7. D.-Y. Lee, Y.-I. Yoon, J.-H. Lee, 2002, "Optimal design and performance evaluation of a finned regenerative evaporative cooler," Proc. 12th IHTC, Grenoble, France, pp. 261~266.
8. 이대영, 이재완, 강병하, 2005, "경사진 평판에서 다공물질 표면처리가 증발열전달에 미치는 영향에 관한 실험적 연구", 설비공학 논문집 제 17 권, 제 1 호, pp. 25~32.
9. G.-E. Song, D.-Y. Lee, 2006, "Development of a compact regenerative evaporative cooler," Proc. 13th IHTC, Sydney, Australia.
10. Oxycom, <http://www.oxy-com.com> (㉔)