

냉각수 보급이 가정용 흡수식 냉난방기의 성능에 미치는 영향

이 호 생*, 김 동 휘*, 최 병 권**, 김 재 돌***, 윤 정 인****

Effect on Household Absorption Chiller by the Supply of the Cooling Water

Ho-Saeng Lee*, Dong-Hwi Kim*, Byoung-Kwon Choi**,

Jae-Dol Kim***, Jung-In Yoon****

- * 부경대학교 대학원 냉동공조공학과
- ** (주) 센추리
- *** 동명대학 건축설비과
- **** 부경대학교 기계공학부

Abstract : The electric heat pump requiring HCFCs as a refrigerant has been for most residential air-conditioners in Korea. They cause a surge up electric power demand during summer. Moreover, the use of HCFCs and HFCs causes a serious problem to the global environment such as global warming and ozone layer destruction. An absorption chiller and heater could solve such problems.

It was built and tested for analyzing the performance of the absorption chiller/heater. Experiment was done with a 1.5RT household absorption chiller and heater. It was experimented that the cooling capacity, gas capacity, COP were researched by the temperature of cooling water. The change of the cooling water temperature have effect the temperature(or pressure) of the parts on absorption chiller. The result of the change of the cooling water temperature have the effects of the absorption chillers. This data will help to operate the household absorption chiller and heater.

Key words: Household absorption chiller(가정용 흡수식 냉난방기), Cooling capacity(냉방열량), Cooling water(냉각수), Gas capacity(가스열량)

1. 서론

오존층을 파괴시키는 화학물질들의 규제가 점차 강화됨에 따라 CFC냉매를 사용하지 않는 고효율의 냉난방기술은 미국, 유럽 등의 선진국에서 활발히 연구되고 있다. 흡수식 냉난방기와 관련된 기술은 일본 및 미국을 중심으로 지난 수십 년간 꾸준히 수행되었으며, 특히 소형 흡수식 냉난방기의 개발에 관한 연구는 새로운 작동유체의 개발⁽¹⁻²⁾과 시스템의 고성능화⁽⁵⁻⁹⁾, 그리고 열교환기의 고효율화⁽¹⁰⁻¹¹⁾에 집중되고 있다.

국내에서 흡수식 냉난방기는 중·대형의 경우 이미 개발되어 사용되고 있으며 소형의 경우 아직 개발단계에 있다. 가정용 흡수식 냉난방기의 경우 대형과는 달리 크기 제한으로 최적의 설계조건이 요구하게 된다.

본 연구에서는 일정한 온도로 냉각수를 공급하기 위한 제어에 있어서, 냉각탑내로의 냉각수 보급에 의한 일시적인 냉각수 온도 변화에 따라서 각각의 구성 장치(고온재생기, 열교환기, 흡수기 등)가 받는 영향에 대해 알아보고, 설계된 바대로 기기의 성능을 만족하는지에 대해 알아보하고자 하

냉각수 보급이 가정용 흡수식 냉난방기의 성능에 미치는 영향

었다.

2. 실험장치 및 방법

2.1 실험장치

본 실험에 사용되어진 소형 흡수식 냉난방기의 사양과 도면을 각각 Table 1과 Fig 1에 나타내었다.

Table 1 Specification of the absorption chillers

Cooling mode	Capacity	1.5RT
	COP	0.8
	Consumption of Elec. power	0.45kW
Heating mode	Capacity	7,000kcal/h
	COP	0.8
	Consumption of Elec. power	0.25kW
Size H×W×D		828×832×348

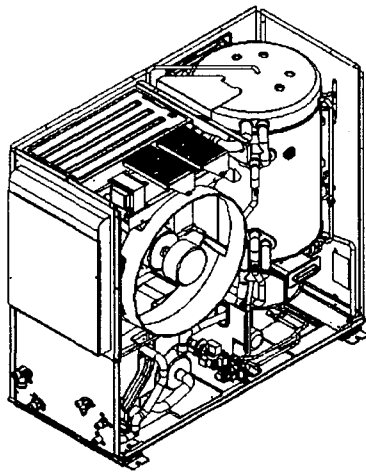


Fig. 1 Drawing of the small-sized absorption chiller

실험장치는 열원을 공급하는 가스버너부, 용액을 농축시키는 재생기부, 재생기에서 발생된 냉매를 응축시키는 응축부, 고온의 용액과 저온의 용액을 열교환시키는 열교환부, 운전 데이터 수집 및 각 구성장치를 컨트롤하는 컨트롤부, 응축기를 냉각시키는 냉각탑, 불응축가스를 저장하고 추기

시하기 위한 저장 및 추기장치, 냉난방절환밸브 및 냉매밸브 등의 밸브 부분으로 구성되어 있다.

냉각탑은 count flow 방식을 사용하고 용량은 1.9CRT급을 사용하였다. 본 실험에 사용되어진 냉각탑이 Fig 2에 나타나있다.



Fig. 2 Cooling Tower

연소장치는 13,000kcal/h급의 가스버너와 송풍팬, 전자밸브, 전자유니트 등으로 구성되어 있다.

열교환기부는 흡수식 냉난방기의 크기를 소형화하기 위해 고온열교환기와 저온열교환기가 일체화된 향류형 판형 열교환기를 사용하였다. Fig 3은 열교환기부를 나타내고 있다.

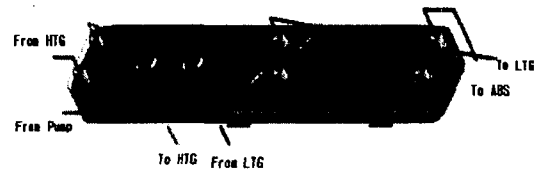


Fig. 3 Drawing of the plate heat exchanger

본 실험에 사용되어진 기기의 실제 사진이 Fig 4에 나타나 있다.

2.2 실험방법

장치가 정상상태로 일정시간 운전한 후, 냉각탑에서 냉각수의 증발로 냉각수위가 일정이하로 떨어지면 냉각수량 저수위 감지센서를 통해서 냉각수가 보급되고 되고, 일정수위(만수위)에 도달하게 되면 보급이 중단되게 된다. 그런 냉각수의 보

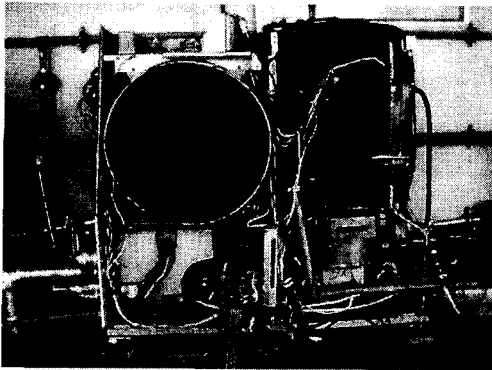


Fig. 4 The photograph of the household absorption chiller

급과 중단에 의해서 일시적으로 장치로 공급되는 냉각수 입구 온도가 변화하게 되고 이런 변화가 소형 흡수식 냉난방기 어떤 영향을 주는가에 대해 알아보기 위해 냉각수가 보급되고 중단되어서 온도가 변화하는 구간(A, B, C, D, E)에서 데이터를 저장하였고 구간별 평균치로 필요한 데이터를 계산하였다.

3. 실험결과 및 고찰

기기 운전 중에 일어나는 냉각수 보급에 따른 일시적인 냉각수 입구 온도 변화에 따라서 소형 흡수식 냉난방기의 성능특성이 어떻게 변화하는가를 알아보기 위해 냉각수가 보급되고 중단되어서 온도가 변화하는 구간(A, B, C, D, E)에서 저장된 데이터로 구간별 평균치로 필요한 데이터를 계산하였으며 그 결과를 Table 2에 나타내었다.

Fig 5는 각 구간에서 획득한 데이터의 평균 냉각수 온도를 나타내고 있는 그림이다. 기기가 정상상태로 운전되고 나서 냉각탑내의 냉각수 증발로 냉각수

위가 일정이하로 떨어지게 되면 저수위 감지센서를 통해 외부로부터 수도물이 보급되고, 일정수위에 도달하게 되면 보급이 중단되게 된다. 그림에서 A, C, E는 수도물이 보급되는 구간으로서 냉각팬은 31.5로도 냉각수가 기기로 공급될 수 있도록 제어되어 있어서 냉각팬의 회전수가 증가하겠지만 계속되는 보급수로 인해서 일시적으로 기기로 공급되는 냉각수 입구 온도가 높아지게 되고, B, D는 일정수위에 도달하여 수도물 보급이 중단된 구간으로서 제어된 냉각팬의 회전수가 증가한

Table 2 Experimental data

	A	B	C	D	E
Cooling Water(Inlet)	31.7	31.4	31.4	31.5	31.6
Sol.(ABS)	39.9	39.8	40.1	38.9	40.0
Sol.(Outlet of LTG)	90.4	90.6	91.2	90.0	90.9
Sol.(Inlet of ABS)	50.0	48.7	49.3	48.4	49.2
Sol.(Inlet of HTG)	138.9	139.3	141.5	141.7	141.8
Sol.(Outlet of HTG)	159.1	159.1	159.8	159.2	160.1
HTG Pressure	902.4	908.7	921.3	908.7	934.1
ABS(EVA) Pressure	11.5	10.0	10.3	9.3	9.5
LTG(CON) Pressure	60.8	58.0	59.5	57.7	59.5
(LTG-60)/60	1.3%	-3.4%	-0.8%	-3.9%	-0.8%
Eff. HHX	0.897	0.879	0.901	0.905	0.887
Eff. LHX	0.800	0.825	0.820	0.814	0.819
Eff. HHX+Eff. LHX	1.697	1.704	1.721	1.719	1.707
Q _{hx1} HHX	1530	1524	1668	1564	1901
Q _{hx1} LHX	1298	1146	1309	1208	1398
Q _{THX}	2828	2670	2978	2771	3299
a	7.19	7.85	7.77	8.29	8.61
Flow rate	56.32	53.73	58.74	54.16	65.40
Ref.	7.83	6.84	7.56	6.53	7.60
HTG(Ref.)	6.21	4.78	5.39	4.63	5.20
LTG(Ref.)	1.63	2.06	2.17	1.90	2.39
LTG/HTG(Ref.)	26%	43%	40%	41%	46%
Q(Cooling mode)	4621	4045	4467	3865	4493
RT	1.53	1.34	1.48	1.28	1.49
COP	0.775	0.678	0.749	0.648	0.753

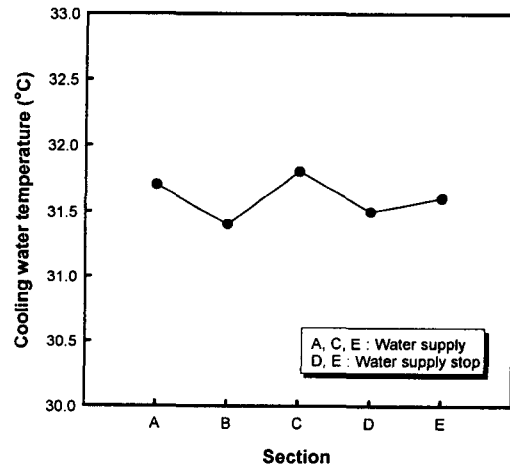


Fig. 5 Variation of cooling water temperature of each section

상태여서 그로 인해 일시적으로 냉각수 입구 온도가 낮아지게 된다.

Fig 6은 각 구간의 냉각수 입구 온도 변화에 따른 저온재생기 내 용액의 온도변화와 압력 변

냉각수 보급이 가정용 흡수식 냉난방기의 성능에 미치는 영향

화를 나타내고 있다. 냉각수 입구 온도가 상승할 때 이의 온도에 가장 민감하게 반응하는 부분은 응축기로서 동압인 곧 저온재생기의 온도와 압력의 상승을 유도하게 된다. 그림에서와 같이 냉각수 입구 온도의 변화에 따라 저온재생기의 온도와 압력이 변화하고 있음을 알 수 있다.

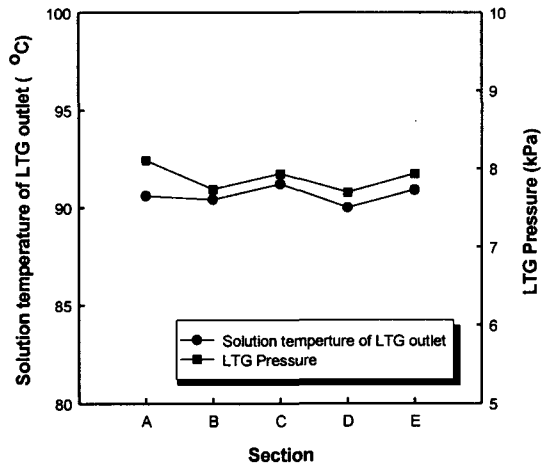


Fig. 6 Variation of temperature and pressure of LTG

Fig 7은 각 구간의 냉각수 온도에 따른 고온재생기의 온도와 압력변화를 나타내고 있다. 고온재생기의 압력은 냉각수 온도에 의해 결정되는 응축기 압력에 좌우된다. 즉, 고온재생기의 냉매중

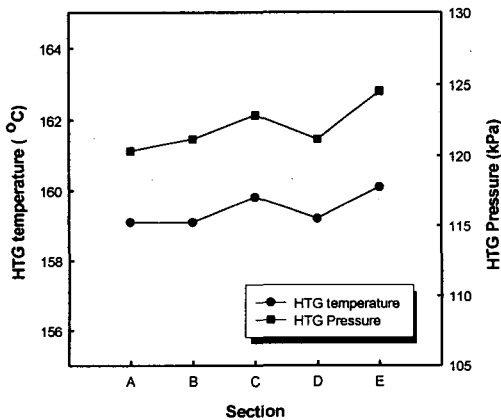


Fig. 7 Variation of temperature and pressure of HTG

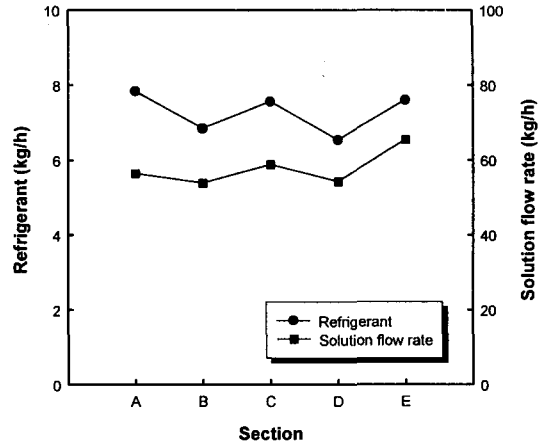


Fig. 8 Variation of refrigerant and solution flow rate

기의 응축열에 의해 가열되어 저온재생기의 용액의 온도가 상승하고 저온재생기의 출구용액의 온도는 냉각수 온도에 의해 좌우되기 때문에 고온재생기의 압력은 냉각수의 영향을 받는 것이다.

Fig 8은 각 구간의 냉각수 온도에 따른 재생기에서의 냉매재생량과 용액순환량의 변화를 나타내고 있다. 이러한 결과가 나타난 것은 냉각수 입구 온도가 높은 구간에서 고온재생기의 압력 또는 온도가 높아 저온재생기의 재생을 높이는 효과로 볼 수 있으며, 또한 저온재생기에서는 풀비등이 아닌 유하액막에 의한 재생이 이루어져 냉매재생량이 증가하고, 온도가 낮은 구간에서는 고온재생기의 온도 또는 압력을 낮추는 결과로 에너지의 수두를 낮추어 효율이 낮아져 재생량이 다소 줄어드는 것으로 추정된다. 또한 냉각수 입구 온도의 상승으로 저온재생기와 고온재생기의 압력의 상승을 동반하게 된다. 여기서 저온재생기의 온도 상승에 대해 고온재생기 온도상승에 의한 압력의 상승은 같은 온도상승에 대해 같은 용액농도를 기준으로 할 때 매우 높은 압력상승폭을 갖는다. 따라서 저온재생기와 고온재생기의 압력차는 이에 따라 비례하여 증가하고 이러한 압력차의 증가는 용액순환량의 증가를 가져오는 것으로 생각된다.

Fig 9는 각 구간의 냉각수 온도 변화에 따른 성능계수(COP)와 냉방열량의 변화를 나타내고 있다. 냉각수 온도가 상승하는 구간에서 저온재생기 압력이 상승하고 이러한 저온재생기 압력상승은

흡수기에 비해 상대적으로 큰 압력 차이를 갖게 되어, 흡수기로 이동하는 용액의 양이 증가하게 되고, 저온재생기의 용액수위를 낮게 하는 효과가 있어 저온재생기에서는 유하액막에 의해 재생이 활발히 이루어져 저온재생기의 효율을 상승시키게 되고 그러므로 인해 성능계수의 증가를 가져오는 것으로 생각된다. 또한 냉각수의 단기적인 온도 상승은 저온재생기의 압력 상승으로 이어지고, 저온재생기의 압력이 상승하면 이와 동압인 응축기의 압력 상승을 가져온다. 같은 온도조건이라면 저온재생기에서 발생한 냉매증기와 고온재생기에서 유입되는 냉매증기는 응축기에서 더 응

(2) 저온재생기와 고온재생기의 압력차에 비례하여 냉매재생량과 용액순환량이 증가하는 것으로 나타났다.

(3) 저온재생기의 압력상승 및 용액순환량이 증가하는 구간에서 장치의 성능계수가 증가하는 것으로 나타났다.

(4) 냉각수 입구 온도의 일시적인 변화에 따른 소형 흡수식 냉난방기의 변화를 알 수 있었으며 보다 안정적인 운전 즉, 용액순환량의 변화, 성능의 변화가 없이 일정한 운전을 위해서는 일정한 온도로 냉각수를 공급하기 위한 제어가 필요하고 차후 새로운 제어를 위한 시스템 개발이 필요하다고 생각된다.

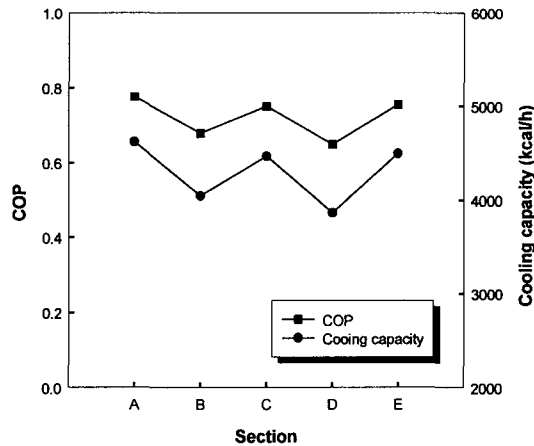


Fig. 9 Variation of COP and cooling capacity

축되어 더 많은 냉매를 생산하게 되어 응축기 효율을 증가시키게 된다. 그러므로 증발기에 증발하는 냉매의 양 또한 증가하여 냉방열량이 증가하는 것으로 생각된다.

4. 결론

냉각수 보급에 따른 냉각수 입구 온도의 일시적인 변화가 소형 흡수식 냉난방기의 성능에 어떤 영향을 미치는가에 관한 실험을 한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 냉각수가 보급되어 냉각수 입구 온도가 일시적으로 상승한 A, C, E에서 저온재생기의 압력이 다른 구간에 비해 높게 나타났으며 그러므로 인해 재생기의 온도 및 압력 상승을 유도하였다.

참고문헌

- Hihara, E. and Saito, T., 1993, "Effect of surfactant on falling film absorption", *Int. J. Refrig.* Vol. 16, pp. 339~346.
- Jung, S. H., Sgamboti, C., and Perez-Blanco, H., 1993, "An experimental study of the effect of some additives on falling film absorption", *Proc. Int. Absorption Heat Pump Conf.* Vol. 31, pp. 49~55.
- Kim, K. J., Berman, N. S., and Wood, B. D., 1993, "Experimental investigation of enhanced heat and mass transfer mechanisms using additives for vertical falling film absorber", *Proc. Int. Absorption Heat Pump Conf.*, Vol. 31, pp. 41~47.
- Kim, K. J., Berman, N. S., and Wood, B. D., 1996, "Absorption of water vapor into LiBr solutions with 2-Ethyl-1-Hexanol", *AIChE, J.* Vol. 42, pp. 884~888.
- Rosten, H.I. and Spalding, D.B., 1987, "The PHOENICS Reference Manual, CHAM/TR200", CHAM Ltd.
- Uemura, T. and Hasaba, S., 1964, "Studies on the lithium bromide water absorption refrigeration machine", *Technol. Rep. Kansai Univ.*, Vol.6, pp. 31~55.
- Kawamata, K., Nagasaka, Y., and Nagasima, A., 1988, "Measurement of the thermal conductivity of aqueous LiBr solutions at pressures up to 40 MPa", *Int. J. Thermophys.*, Vol. 9, No. 3, pp.317-329.

냉각수 보급이 가정용 흡수식 냉난방기의 성능에 미치는 영향

8. Szydłowska, J. and Janowska, B., 1982, "Holographic measurement of diffusion coefficient", J. Phys. D: Appl. Phys., Vol. 15, pp.1385-1393.
9. Yao, W., Bjurstorm, H., and Setterwall, F., 1991, "Surface tension of lithium bromide solutions with heat-transfer additives", J. Chem. Eng. Data, Vol. 36, pp96-98.
10. Biermann, W. J. and Rehnann, R. C., 1979, "Properties of the Carrol system and a machine design for solar-powered, air-cooled, absorption space cooling, phase I and phase II final report", Carrier Corporation, New York.
11. Iyoki, S., Iwasaki, S., and Uemura, T., 1990, "Vapor pressures of the water-lithium bromide-lithium iodide system", J. Chem. Eng. Data, Vol. 35, pp429-433.