

# 흡수냉동기의 기술개발 방향

류진상이사 / 캐리어주식회사

## 1. 서언

흡수냉동기는 1968년 일본의 기차제작소로부터 증기식1중효용흡수냉동기의 기술을 도입한 흥진산업이라는 회사에 의해 국내 최초로 생산되었으나, 당시 10대도 판매를 못하고 생산이 중단되었다. 그 후 1975년에 현대양행이 일본의 Sanyo로부터 기술을 도입하여 다시 생산을 시작하였지만 그 생산량이 1980년도 초기까지 연간 10 ~ 20대 미만에 불과하였다. 그러나 1984년 이후 도시가스망의 확대와 국가의 가스기기 보급촉진정책, 도심지 대형건축물의 증가에 힘입어 시장규모가 급속히 성장하여 현재의 국내시장 규모가 년1500대 수준에 이르렀다.

우리나라의 흡수냉동기기술은 그 초기부터 거의 모두가 일본으로부터 이전되어 온 것으로 대부분의 국내제작회사가 일본의 흡수냉동기제작회사로부터 기술을 도입했거나, 또는 그 도입된 기술을 모방하고 있다. 그러나 국내시장규모가 연간 약 1000억원 정도가 되어 기술제휴 초기의 기술료와 로열티(Royalty)의 규모가 커지고, 수출시장에서 일본, 또는 중국의 제조회사와 경쟁해야 하는 현재에는 더 이상 일본의 기술에 의지할 수가 없는 상황이 되었다. 그러나 이러한 시장상황의 변화에도 불구하고 국내의 제조회사는 저렴한 기술개발 방법인 기술제휴에 익숙하여, 기술개발에 매우 인색한 상황으로 아직까지도 국제적으로 자신할 만한 기술적 자립이 어려운 상태이다. 따라서 본 글은 현재의 국내와 해외시장의 요구와 조건에 대응하는 국내

흡수냉온수기의 기술개발 방향을 제시하고자 한다.

## 2. 기술개발의 방향

흡수냉동기의 기술개발 방향은 크게 3가지로 분류할 수 있으며, 그 첫째는 COP의 개선이라고 할 수 있다. 흡수냉동기는 빌딩내에서 에너지소모가 가장 큰 기기로서 사용자는 가능한 낮은 운전비를 요구하기 때문이다. 둘째는 설치비용의 절감이다. 이것은 고객이 최대한 낮은 가격에서 기기를 구입하고자 하는 것과 설치면적을 작게 하는 것 등으로 설치에 수반되는 비용을 절감하고자 하는데 있다. 셋째는 운전의 신뢰성 향상이다. 이것은 빌딩 냉난방의 중요성이 과거에 비해 상대적으로 커졌고, 빌딩의 소유주가 기기의 유지관리비용을 최소화하려고 하는데 그 이유가 있을 것이다. 다음의 글에서 이 세 가지의 기술개발 방향에 대해 상세히 서술하고자 한다.

### (1) COP의 개선

흡수냉동기에서 가장 널리 사용되고 있는 기종은 냉난방이 가능하며, 가스를 열원으로 사용하는 가스직화식흡수냉온수기이다. 이 기종의 COP는 가스의 고발열량(High heat value) 기준으로 표준형의 경우 현재 1.01 수준이다. 일본에서 개발된 초기 제품의 COP는 0.8 수준이었으나, 1980년대 초에 현재의 수준이 되었고, 그 후 이 제품은 표준형으로 판매되어 왔고, 현재의 냉방운전시간과 기기 가격으로 보아 적정한

수준의 COP로 평가되어 왔다. 그러나 이러한 표준형과 달리 냉방운전시간이 긴 기기의 경우 높은 COP로 인한 에너지 절약비용이 기기의 가격 상승분을 대체할 수 있으므로, 이 높은 COP제품이 에너지절약형으로 구분되어 개발되고, 판매되어 왔다. 에너지절약형의 경우 그 COP가 1.07 수준이고, 이러한 COP를 상승시키는 방법은 기기 사이클의 변화없이 흡수기와 증발기, 용액열교환기에 고급 전열관을 사용하거나, 전열면적을 크게 하는 방법을 사용하는 것이었다.

그러나 최근 일본에서 개발한 것은 상기의 COP상승 방법에 흡수냉동기 사이클내의 폐열과 배기가스의 열을 회수하는 방법을 추가한 2중효율흡수냉동기의 사이클로서 COP지수가 이론적으로 가능한 1.35 ~ 1.4에 접근한 1.28 ~ 1.3에 이르고 있다. 물론 아직까지는 제조원가가 표준형에 비해 상대적으로 높아 일반적인 빌딩이나 냉방운전시간이 적은 곳에는 적용할 수 없을 것이나, 년중 운전시간이 4000시간 이상 운전되는 산업용의 경우는 그 에너지절약 금액으로 투자비의 회수가 가능할 것으로 계산되고 있다.

또한 장기적으로 보면 냉난방환경의 고급화로 인하여 건물의 냉방운전시간이 길어지는 추세이고, 제조업체간의 경쟁과 생산기술의 발달에 따른 기기제조원가절감으로 에너지절약형기기의 가격이 낮아지는 경향이 있으며 에너지가격은 높아지는 추세이므로, 이러한 고효율흡수냉동수의 사용영역이 더욱 넓어질 것으로 예상된다. 아래의 (표-1)은 최근까지 발표된 일본의 가스흡수냉동수의 효율을 국내의 것과 비교한 것이다.

〈표-1 최근까지 발표된 흡수냉동수의 COP〉

Sanyo				Kawasaki			Mitsubishi	
C형	E형	F형	WE형	TAG형	TEG형	TUG형	MGS	MGSA
1.01	1.01	1.10	1.30	1.10	1.18	1.28	1.01	1.07

Hitachi		Carrier	LG	Century
HAU-S	HAU-JI	DN형	C형	AR-F형
1.01	1.19	1.01	1.01	1.01

주) COP는 가스의 고발열량(High heat value)을 입력으로 산정한 것이다.

현재의 시장 상황에서 높은 COP의 제품이 판매가 되기 위해서는 그 높은 COP를 위해 지불되어야 하는 추가 기기금액이 에너지 절약 금액에 의해 적절한 기간 내에 회수되어야 한다. 또한 높은 COP는 주로 냉방운전에서 유효하므로 냉방운전시간이 투자의 회수에 있어서 가장 중요한 요소이며, 냉방운전시간이 긴 산업계의 경우는 일반 영업용에 비해 산업용전력요금이나 낮아 터보냉동기가 주로 사용되고 있으며, 흡수식이 채택되어도 증기식이 일반적이다.

국내의 흡수냉동수기 사용처는 대부분 도심지의 사무용빌딩으로서 그 냉난방 운전시간이 연간 2000시간, 냉방운전의 경우만은 연간 500시간정도이다. 따라서 흡수냉동수기의 국내시장은 일반적인 도심지의 빌딩이라는 가정하에, COP 1.2의 고효율기기로서 장래의 판매가격을 표준제품의 1.1배로 가정할 경우(현재로서는 1.2배 이상이 될 것으로 추정함) 현재의 가스요금(냉방시는 15% 할인)기준으로 투자의 회수기간을 분석하였다. (표-2)는 그 분석결과의 예이다. 이 분석결과에서 보듯이 COP 1.2의 고효율기기의 가격 상승분이 제조업체의 원가개선으로 표준제품의 10%에 정도

〈표-2 고효율제품의 투자 회수기간 분석 사례〉

분 석 조 건
1. 냉동용량 : 320usRT 1대
2. 표준제품가스소모량 : 냉91.3Nm <sup>3</sup> /h, 난110Nm <sup>3</sup> /h
3. 고효율제품가스소모량 : 냉76.8Nm <sup>3</sup> /h, 난105Nm <sup>3</sup> /h
4. 가스요금 : 난방시 234원/Nm <sup>3</sup> , 냉방시 199원/Nm <sup>3</sup>
5. 운전시간 : 난방 1500시간, 냉방 500시간
6. 상당부하율 : 난방 0.6, 냉방 0.7
7. 냉방COP : 표준제품 1.01, 고효율제품 1.2
8. 난방효율 : 표준제품 0.83, 고효율제품 0.87
9. 가스의 고발열량 : 10600kcal/Nm <sup>3</sup>
10. 제품가격 : 표준제품 8000만원, 고효율제품 8800만원
11. 년 이자율 : 6.5%

분 석 결 과
X년간의 투자비용=8000000*(1.065) <sup>X</sup>
X년간의 가스절약비용=난방가스비절약비용+냉방가스비절약비용
난방가스비절약비용=X*(110-105)*1500*0.6*234
냉방가스비절약비용=X*(91.3-76.8)*500*0.7*199
따라서 X = 5.5 년

가 된다고 하면 5.5년에 그 투자분을 회수할 수 있다. 또한 빌딩의 냉방운전시간도 길어지는 추세이고, 고효율부품을 표준제품의 가격과 유사하게 생산할 수 있는 기술개발로 인하여 고효율제품의 가격상승율이 5%정도로 낮아진다고 하면 경쟁시장에서 높은 COP의 제품은 시장 주도를 위한 전제조건이 될 것이다. 또한 현재의 조건에서라도 냉방운전시간이 연간 1000시간이라고 가정하면 (실제로 대형쇼핑센터나, 백화점 호텔 등은 냉방운전시간이 길다) 투자회수기간이 3.2년이 되므로 투자의 가치가 있다고 할 수 있다.

**(2) 설치비용의 절감**

국내시장의 경우 1980년대까지는 2개의 회사만이 생산을 하였으나, 시장확대에 따라 여러 회사가 참여하여, 최소 5년 이상 흡수냉동기를 제조해 온 국내회사가 현재 7개 정도에 이를 정도로 증가하였다. 그러나 최근의 시장 상황은 악화되어 IMF외환위기 이후 건설시장의 축소와 산업체의 투자감소로 흡수냉동기의 시장은 축소, 또는 현상유지 상태이다. 이러한 시장축소로 인하여 제조업체간의 가격 경쟁이 비교적 심하게 되었고, 따라서 제조회사에는 기기의 원가절감이 사업유지의 가장 중요한 변수가 되었다.

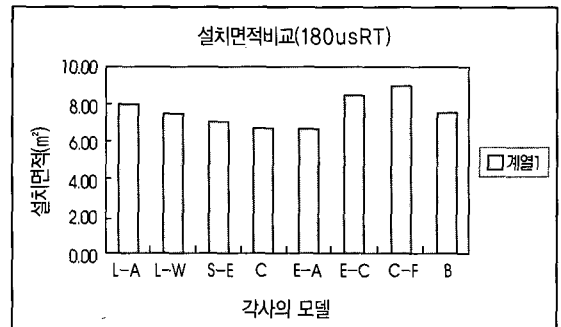
장기적으로는 일본의 불경기와 중국의 흡수냉동기 시장 확대(일본에 이어 중국은 현재 흡수냉동기 시장 2위국이다)로 일본의 흡수냉동기 공장이 중국으로 이전되는 추세이며, 중국의 회사들 중 일부는 역시 내수의 생산능력을 기반으로 하여 수출에 참여하려는 상황이다. 또한 국내의 제조회사도 기술제휴기간의 종료, 생산기술의 자립 등으로 동남아, 유럽, 남미의 시장 등에 수출을 하게 되었고 일본, 중국, 또는 인도의 제조회사와 국제적인 경쟁을 하게 되었다.

위와 같은 시장조건은 공급자간의 경쟁을 더욱 심화시켜 구매자에게 구매비용을 낮출 수 있는 기회를 확대하였고, 제조자에게는 기기의 제조원가절감에 의한 이윤확보가 매우 중요하게 되었다.

이러한 환경변화에 따른 이제까지 국내업체의 대응은 생산성의 향상과 생산 시스템내의 낭비요인 제거 등의 생산의 합리화였으나, 이제는 그러한 방법이 기업의 적정이윤을 유지하는데 있어서 한계상황에 이르렀고 있으며, 결과적으로는 원가절감과 고객의 변화하는 요구를 충족시킬 수 있는 새로운 모델의 개발이 없이는 시장 경쟁에서 주도를 할 수 없는 상황에 이르렀다.

흡수냉동기의 주변기술의 진보도 계속되고 있어, 근래에 개발된 고급 전열관의 사용에 의해, 또는 그 동안 개발된 부품기술의 적용에 의한 합리적인 공간 배열 등으로 축소된 기기의 설계가 가능한 조건이 주어졌다. 이러한 환경에서 투자의 합리화를 요구하는 고객은 설치비용절감의 일환으로 콤팩트(Compact)한 기기를 요구하고 있으며, 흡수냉동기제조회사도 이러한 주변의 변화에 따라 주기적으로 기기의 사이즈가 작은 신모델의 개발을 하지 않으면 경쟁에서 뒤질 수 밖에 없는 상황이 되었다. 이러한 신모델의 개발은 이미 경쟁시장의 환경이 성숙한 미국, 일본 등의 경우는 3~5년 주기로 이루어졌던 것으로, 이제는 경제규모가 커진 우리에게도 요구되고 있는 상황인 것이다. [표-3]은 기기의 콤팩트화의 예를 보여주는 것으로 신모델의 개발이 국제경쟁에 있어 필수적임을 보여 주고 있다

〈표-3〉 각사 제품의 설치면적비교



**(3) 운전의 신뢰성 향상**

사회 전반에서 서비스의 수준이 향상되고 빌딩 냉난방의 중요성이 높아짐으로써 냉동기의 고장 발생시에

입주업체의 업무수행이나 빌딩내의 사업에 심각한 피해가 발생할 수 있게 되었다. 산업용으로 사용되는 경우는 냉방시스템의 고장시 커다란 비용발생을 초래하는 생산중단으로 이어질 수 있는 경우도 많다(예를 든다면 반도체 공장, 섬유공장, 화학공장 등). 따라서 근본적으로는 기기의 고장률을 최소화해야 하고 고장이 발생하더라도 그 고장을 미리 예상하거나 진단하여 극단적인 고장으로의 진행을 방지하거나, 고장자체를 최소화시켜야 한다.

이러한 요구는 흡수냉동기의 경우 2가지 기술경향으로 나타나고 있으며, 그 중 하나가 기밀도의 향상과 추기시스템의 자동화이다. 이러한 기술경향은 흡수냉동기의 가장 약점인 누설을 최대한 제거하여 모든 고장의 근본 원인을 제거하는 것이고, 추기의 간격을 1일 1회 또는 1주 일회에서 시즌에 1회 정도로 충분히 수행되도록 하여 운영인력을 최소화하는 것이다. 또 다른 하나는 최근의 기술인 마이크로프로세서(Micro-processor)의 기술을 제어에 적용하여, 기기의 제어패널이 과거의 운영자처럼 기기를 감시하게 하는 것이다. 마이크로프로세서(Micro-processor)의 기술은 기기의 상태를 항상 감시하고 그 정보를 기억하거나 중앙제어장치로 송신할 수 있으며, 기기의 이상을 감지하여 안전운전을 하게 함으로써 심각한 고장을 방지할 수 있다. 예를 든다면 냉매응축온도와 그 부분의 재생기출구 흡수액온도를 측정하고 입력된 흡수액의 포화증기압수식을 이용하여 마이크로프로세서(Micro-processor)가 스스로 기기의 운전농도를 계산하여 흡수액의 결정을 방지하는 기능이 그 것일 것이다.

최근에 발달되고 있는 통신기술을 기기의 제어기능에 추가하여 기기의 운영과 감시를 인터넷이나 무무선전화 등의 통신매체를 이용하여 수행함으로써 제조회사의 전문가 또는 흡수냉동기운전과 보수의 전문가가 더욱 안정된 운영을 할 수 있도록 하는 것이다. 이러한 방법은 빌딩시스템의 운영인력최소화경향과 조화될 수 있으며, 필요시 빠른 시간 내에 전문가의 접근을 가능

하게 함으로써 운영의 신뢰성을 향상할 수 있게 한다. 국내의 마이크로프로세서(Micro-processor) 기술은 선진국의 수준에 버금갈 만큼 비교적 발전되어 있어 약간의 투자로도 상기의 기술을 개발하는 것이 가능하리라고 예상한다. 문제는 기기를 효율적으로 운전하고, 기기의 이상을 미리 감지하여 고장 전에 방어운전을 할 수 있는 알고리즘(Algorithm)의 개발, 통신에 의한 정보교환의 신뢰성을 확보하는 것, 빌딩의 자동화시스템과 연계 등에 있을 것이라고 본다. 이 중에서 기기 운전의 알고리즘(Algorithm)을 개발하는 것은 핵심의 과제로서, 흡수냉동기의 사이클과 운전과 주변 설비인 냉각탑, 펌프, 공조기 등에 대한 지식, 그리고 마이크로프로세서(Micro-processor)에 대한 기본적인 지식이 있는 전문가가 요구된다.

### 3. 결론

경쟁시장의 확대와 국제화에 따라서 국내 제조업체의 시장 상황은 어려워졌고, 일본에서 더 이상의 기술도입은 불가능한 상태이다. 이러한 상황에서 국내 또는 해외의 흡수냉동기 시장을 주도하거나 최소한 낙오되지 않기 위해서는 장기적인 기술개발이 필수적이라고 생각된다. 중국은 현재 세계 2위의 흡수냉동기 내수시장을 갖고 있고, 향후는 세계 1위의 시장규모가 될 것이다. 또한 다양한 모델의 주문제품으로 대량의 자동생산이 어렵고, 주로 사람의 용접이나 조립작업에 의존해야 하는 흡수냉동기 생산에 있어서 중국은 제조원가가 한국보다도 유리한 위치에 있을 수 있다. 따라서 한국의 제조업체가 현재의 기술에 머무르고, 장기적이고 전략적인 신모델 개발에 의해 시장을 주도할 수 없다면 일본이나 중국에게 국제시장은 물론 국내시장도 빼앗길 수 있을 것이다. 눈앞의 시장 상황만 바라보고 현재의 생존에만 머무르는 단기적인 기술개발이 아니라 3~5년에 한번씩 신모델을 시장에 소개할 수 있는 장기적이고 선진국적인 기술개발 전략을 수행하여 줄 것을 국내의 흡수냉동기 제조업체에게 바란다.