

# 단효용 LiBr/물 흡수식 냉동사이클의 성능특성에 관한 연구

연 제 문,\* 임 삼택, 오 주원, 이 경우

## A Study on Performance Characteristics of A Single Effect LiBr/Water Refrigeration Cycle

Je-Moon Yeon\*, Sam-Taek Lim, Joo-Won Oh, Kyoung-Woo Lee

\* (사)한국선급 기관기술부

**Abstract :** As a way to use energy effectively, the present study is aimed at investigating the performance characteristics of a Single Effect LiBr/Water Absorption Refrigerator using a low temperature driving heat-source. It was carried out by changing the driving heat-source temperature, the cold water outlet temperature(the refrigeration load), the cooling water inlet temperature, and the weak solution flow rate. and this study compares the performance characteristics of refrigerator against the existence and non-existence of the Recirculation of the Weak solution which is used as a method to improve the performance of refrigerator.

In case of Recirculation of the weak solution, more improved the Refrigeration Capacity and COP was obtained, and these effects became more larger in the high temperature of driving heat-source and large quantity of solution.

**Key words:** Single Effect LiBr/Water Absorption Type Refrigerator(단효용 LiBr/물 흡수식 냉동기), Recirculation rate(재순환량), Refrigeration capacity(냉동능력), COP(성적계수)

### 1. 서론

원유를 해외에서 수입하고 있는 우리 나라에서 기존의 화석연료에 대한 대체에너지원을 개발하거나 에너지를 효과적으로 이용하는 것은 매우 중요한 문제이다. 에너지의 효과적인 이용에 대해서는 종래부터 많은 연구가 행해졌고, 그 중에서 현재 각광받고 있는 것이 열병합발전 시스템이다.

열병합발전은 고온부는 동력, 저온부는 열로 사용하는 복합에너지시스템으로, 배열(손실열)을 회수하여 냉·난방열로 이용함으로써 종합효율을 80~90%로 극대화시킬 수 있다.

배열회수에 있어서 비교적 온도가 높은 중·고온의 배열은 기존의 폐열회수기기를 통하여 회수가 가능하지만, 온도가 낮은 배열의 회수에는 낮은 온도의 구동열원으로도 운전이 가능한 흡수식 냉동기의 사용이 유리하다. 특히, LiBr/물 흡수식

냉동기는 자연냉매를 사용함으로써 지구환경에도 해가 없고, 회수한 배열을 냉·난방에 사용함으로써 하계와 동계의 전력수요 평준화에도 기여할 수 있다.

에너지를 효과적으로 이용할 수 있는 방법의 하나로, 본 연구에서는 비교적 낮은 구동열원으로 운전되는 단효용 LiBr/물 흡수식 냉동사이클의 온도 및 유량을 변화시키고, 또한 성능향상의 방법으로 사용되는 용액 재순환을 실시하여 성능특성을 고찰하였다.

### 2. 실험장치와 방법

#### 2.1 실험장치

본 연구에 사용된 실험장치를 그림 1에 나타냈다. 실험장치는 단효용 LiBr/물 흡수식 냉동기로 본체와 부하계통, 계측계통으로 구성되어 있다. 본체는 재생기, 응축기, 증발기, 흡수기, 용액 열



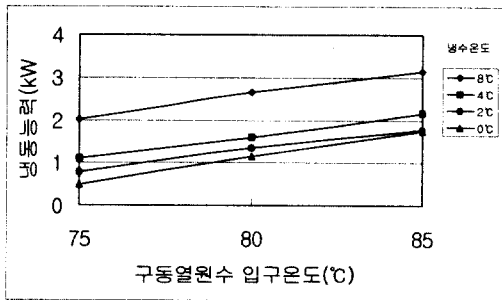


그림 2 구동열원수와 냉수온도에 따른 냉동능력

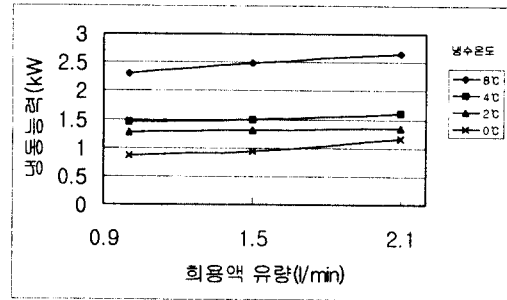


그림 6 회용액 유량에 따른 냉동능력

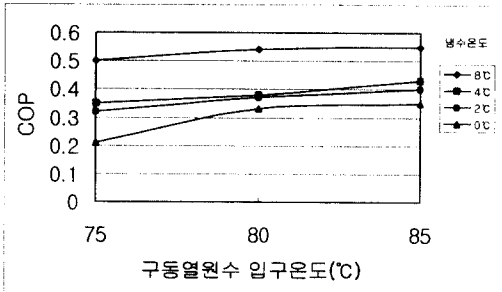


그림 3 구동열원수와 냉수온도에 따른 COP

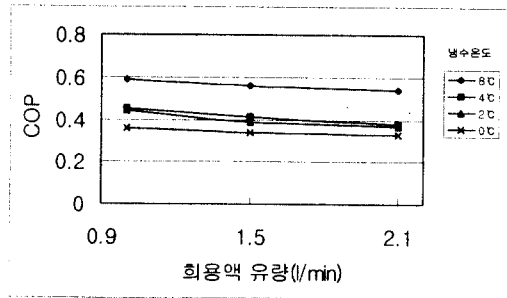


그림 7 회용액 유량에 따른 COP

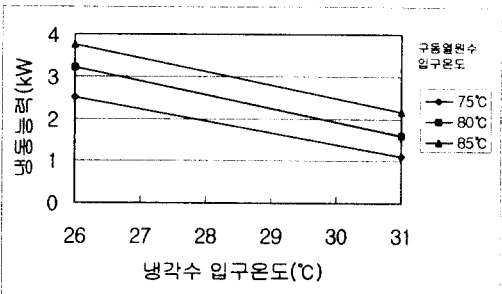


그림 4 냉각수 온도변화에 따른 냉동능력

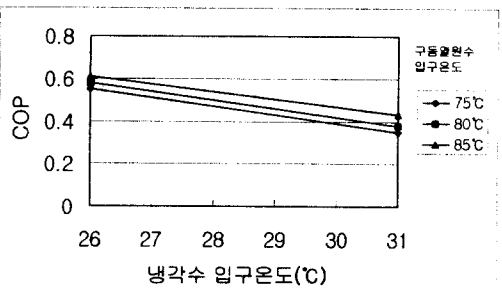


그림 5 냉각수 온도변화에 따른 COP

기와 응축기를 통과하여 냉각탑으로 유도되며, 냉각수의 온도변화에 따라서 냉동능력과 성적계수가 변화하였다.

구동열원수 입구온도 각각에 대한 냉각수 입구온도를 변화시켜 실험한 결과를 그림 4, 5에 나타냈다. 실험은 냉수온도 4°C에서 냉각수 온도를 26°C와 31°C로 변화시키며 실시하였다. 그림에서 알 수 있듯이 냉각수 온도가 증가함에 따라 냉동능력과 성적계수는 감소하였다.

### 3.3 회용액 유량의 영향

냉수온도 각각에 대한 회용액의 유량을 변경시켜 가며 냉동능력과 성적계수를 측정한 결과를 그림 6, 7에 나타냈다. 실험결과는 구동열원수 입구온도 80°C에서 행한 것이다.

수치해석 결과<sup>[3,8]</sup>에 의하면, 흡수식 냉동기의 냉동능력과 성적계수는 회용액의 유량이 감소함에 따라서 증가하지만, 본 연구에서는 성적계수는 증가하더라도 냉동능력은 감소하였다. 회용액의 유량이 감소함에 따라 재생기에서 냉매의 증발열손실과 필요열량이 작아져서 성적계수는 상승하지만, 접촉면적(Wet Area)이 감소함으로 인하여 냉동능력이 떨어지는 것으로 생각된다.

3.4 회용액 재순환량의 영향

앞에서 언급한 것과 같이, 흡수식 냉동기에서 이론적으로는 회용액 유량의 감소에 따라 냉동능력 및 성적계수가 상승하지만, 실제적인 냉동능력은 감소한다. 이것은 접촉면적(Wet Area)감소에 기인한 것으로 이를 방지하기 위하여 재생기로 향하는 회용액의 일부를 재순환시켜 농용액과 함께 흡수기에 분무한다.

회용액의 일부를 농용액과 함께 재순환 시킴으로써 농용액의 농도를 일정하게 유지하고, 또한 접촉면적(Wet Area)을 넓게 하는 것이 가능하므로 흡수식 냉동기를 고성능으로 운전할 수 있다. 그러나 재순환량이 지나치면 농용액의 농도를 떨어뜨려 냉동능력과 성적계수 하락의 원인이 되므로 회용액의 재순환량을 알맞게 조절하는 것이 냉동기의 성능향상에 중요한 열쇠이다.<sup>[4,5,6]</sup>

본 연구에서는 구동열원수 온도 75, 80, 85℃와 냉수온도 8, 4, 2, 0℃ 각각의 경우에 대하여 회용액 재순환량을 0에서 1.2 l/min 까지 0.3 l씩 증가시키며 실험하였고, 냉수온도 4℃일 때, 구동열원수의 온도에 따라 회용액 재순환량을 증가시켜가며 냉동능력과 성적계수를 측정한 결과를 그림 8, 9에 나타냈다. 재순환량이 증가함에 따라, 냉동능력과 성적계수는 증가하는 경향을 갖는다. 냉동능력의 경우는 변화율이 작지만, 성적계수의 경우에는 재순환량의 영향을 확연히 알 수 있다. 또한 구동열원수의 온도가 높을수록 재순환량의 영향은 크다.

냉수 출구온도를 변화시키며 실험한 경우에도 같은 경향을 나타냈으며, 역시 재순환량의 영향은 냉수 출구온도가 높을수록 크다.

그림 10, 11을 보면 재순환량이 영향을 보다 쉽게 알 수 있다. 동일한 실험조건 하에서, 재순환을 실시한 경우의 실험결과가 실시하지 않은 경우보다 좋다. 즉, 회용액 유량을 2.1 l/min에서 1.5 l/min으로 감소시키면, 냉동능력의 감소가 예상되지만, 재순환을 실시함으로써 이전보다 높은 냉동능력과 성적계수를 얻었다.

그림 12는 그림 10과 11의 경우에 농도차를 나타낸 것이다. 이전과 같은 언급이지만, 재순환없이 회용액의 유량을 감소시키면 성적계수와 농도는 커지지만 냉동능력은 감소한다. 그러나 재순환을 실시하며 회용액의 유량을 감소시키면 보다 큰 농도차에서 향상된 냉동능력과 성적계수를 얻을 수 있었다.

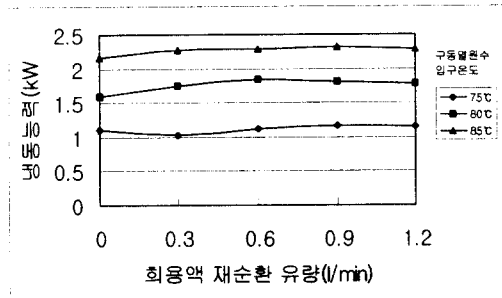


그림 8 회용액 재순환에 따른 냉동능력

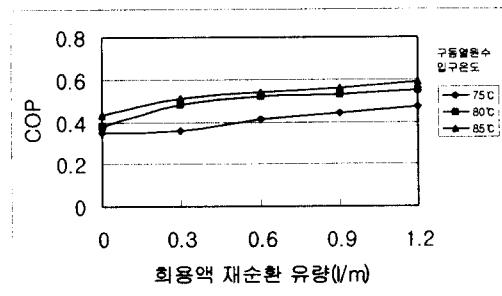


그림 9 회용액 재순환에 따른 COP

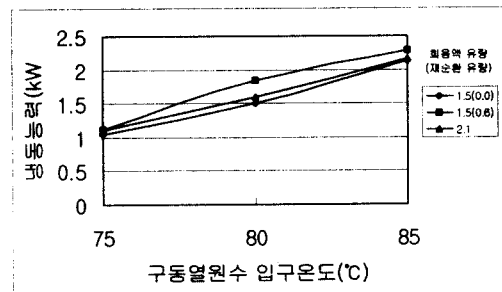


그림 10 회용액 재순환 유·무에 따른 냉동능력

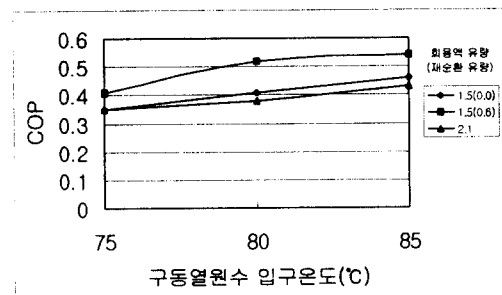


그림 11 회용액 재순환 유·무에 따른 COP

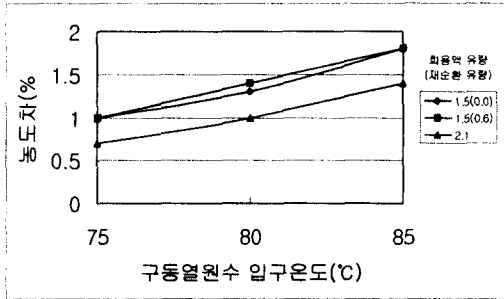


그림 12 회용액 재순환 유·무에 따른 농도차

[5] 柏木 孝夫, “吸收ヒートポンプの進展”, 財團法人ヒートポンプ技術開發センター, 1995  
 [6] 周 長勝, “吸收冷凍 사이클에 관한 연구”, 東京商船大學, 1999

#### 4. 결론

단효용 LiBr/물 흡수식 냉동사이클의 성능특성을 구동열원수의 입구온도, 증발기 관내부 유체의 출구온도, 냉각수의 입구온도 및 회용액의 유량을 변경시켜가며 고찰하였고, 또한 위의 경우에 대하여 회용액의 재순환을 실시하여 성능에 미치는 영향을 고찰하였다.

냉동능력과 성적계수는 구동열원수의 온도가 높을수록 증가하고 냉각수의 온도가 높을수록 감소한다.

회용액의 유량이 감소함에 따라 성적계수는 증가하고 냉동능력은 감소하지만, 회용액의 일부를 재 순환시킴으로써, 냉동능력과 성적계수 모두가 증가하였다. 이때 냉동능력의 변화는 작았고, 구동열원수의 입구온도와 증발기 관내부 유체의 출구온도가 높을수록 회용액 재순환량의 영향은 컸다.

본 연구를 행하는 동안 지도해 주신 동경상선 대학의 藤田 稔彦 교수님께 감사드립니다.

#### 참고문헌

[1] 藤田 稔彦, 補機基本ノート, 東京商船大學  
 [2] 井上 修行, “吸收式システムのコンポ-ネントモデリング”, 日本冷凍協會, Vol. 64, No. 742, pp. 903-908, 1989  
 [3] 高田 秋一, “吸收冷凍機とヒートポンプ”, 日本冷凍協會, 1989  
 [4] 鶴澤 達之, 燃料電池排熱驅動式吸收ヒートポンプの高效率化, 東京農工大學, 1994