

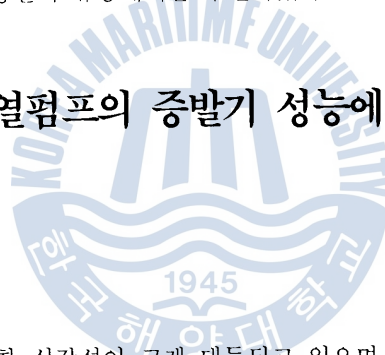
냉장실로 구성되어 있으며, 팬에 의해서 순화되는 냉기는 냉기 덕트를 통하여 냉동실과 냉장실의 병렬 유로를 순환하게 된다. 냉기 덕트의 흡입구 및 토출구는 냉장실과 냉동실의 풍량 분배비에 직접적인 영향을 미치고, 이는 차례로 냉동실/냉장실의 온도성능에도 영향을 미치며 냉동실/냉장실내의 공기에 포함된 습기가 토출구로 역류할 경우 덕트 내에 결빙현상이 발생하기도 하므로 그 설계에 있어서 신중함이 요구된다. 또한 팬이 설치된 위치에 따라 발생하는 강한 와도의 영향으로 복잡한 유동현상이 일어나서 소음이 발생하기도 한다.

냉장고 냉기유동은 유체유동, 열 전달 및 물질전달이 포함되어 있으며, 냉기의 흐름은 눈에 보이지 않고 유동 패턴도 매우 복잡한 뿐더러 밀폐된 공간을 순환하는 시스템으로 되어 있다.

과거의 연구를 살펴보면 오민정 등은 460 l 급 냉장고 내부 형태를 단순화하여 순환운동을 3차원적으로 수치해석에 대한 연구를 수행하였고, 엄운섭 등은 냉장고의 냉동실내 냉기 덕트 내부의 유동해석을 하였다. 그리고 홍석호 등은 본 연구와 같은 500 l 급 냉장고의 냉동실에 대하여 선반(shelf)없는 경우의 속도분포를 고찰하였다.

지금까지 냉장고의 내부유동장은 아직 미흡한 수준이다. 이와 같은 배경으로 본 연구에서는 500 l 급 가정용 냉장고를 실제 모델로 채택하고 PIV(Particle Image Velocimetry)기법을 이용하여 보다 현실적인 냉동실 및 냉장실의 유동해석을 구현하였다.

## 7. 암모니아 흡수식 열펌프의 증발기 성능에 관한 실험적 연구



기계공학과 황창식  
지도교수 윤상국

전세계적으로 지구 환경에 대한 심각성이 크게 대두되고 있으며, 이러한 문제점에 관한 해결책이 다각도로 모색되고 있다. 이에 동반하여 지구상에 존재하는 에너지에 대한 절약 의식이 고조되면서 우리의 환경에 필요한 에너지 다변화에 대한 연구들이 뒤따르고 있다. 현재의 이런 외부조건은 국제적 규제를 더욱 구체화시키고 있으며 우리 또한 예외일 수 없이 이러한 규약들에 가입을 하지 않을 수 없는 실정이다.

CFC로 대별되는 기존의 전기 구동 소형 압축식 냉동기의 오존층 파괴라는 문제점은 여러 국제 기구 및 협약에서 사용에 대한 규제책을 강구하게 만들었고, 이들 물질에 대한 생산 금지 및 사용 규제를 강화하게 만들었다. 또한 점차 쾌적한 생활 환경을 추구하는 인간의 욕구로 에너지의 수요가 급격히 증가하고 있으며, 이러한 현상으로 인한 냉방기의 수급증가가 에너지 공급·수요의 불균형을 초래하게 되어 하절기의 전력 예비율이 위험 수위에 이르고 있어 국가적으로 전력 수급에 큰 차질을 빚고 있는 실정이다.

위와 같은 문제로 세계 각국은 에너지원을 다변화하고 청정화하여 환경 보호를 전제로한 대체에너지 기술개발을 위해 국가적 차원으로 많은 자금과 인력을 투입하여 연구개발을 진행하고 있다. 우리 또한 예외가 될 수 없으므로 전력수급의 불균형을 개선하고, 에너지원을 다변화하여 국제적인 규제에 능동적으로 대처하기 위해 냉·난방 기기의 구동원을 다른 열원으로 전환할 필요성이 크게 부각되고 있다. 이러한 시점에서 가스나 폐열 등의 에너지를 구동원으로 하는 흡수식 냉동기의 연구는 공조분야에서 주목되고 있다.

흡수식 열펌프의 상용화는 1929년 미국의 Servel사의 리튬브로마이드/물 계의 흡수식 냉동기의 개발로부터 시작되었다. 1945년에 Carrier사가 리튬브로마이드/물 계의 흡수식 냉동기를 개발하였으며, 상업용 및 산업용의 공조 기기의 생산이 확산되었다. 이후 그 기술이 일본으로 건너와 이중효용과 직화식으로 개발되고, 일본의 가스 확대 정책에 힘입어 직화식 흡수식 냉온수기의 발전 속도가 매우 빠르게 진행되고 있다. 이후 선진국에서는 공냉형 암모니아 흡수식 열펌프의 경우 성적계수가 낮기는 하지만 소량이나마 시판되고 있으며, 공냉형 흡수식 열펌프의 소형화·고성능화, 증발기, 응축기 및 발생기의 열교환 효율 향상을 위하여 지속적인 연구 및 개발이 이루어지고 있다.

국내에서도 흡수식 시스템인 소형 공냉식 LiBr/H<sub>2</sub>O 흡수식 열펌프는 한국생산기술연구원 등 관련연구소 및 경원세기 등 냉동공조기업에서 기초연구를 완료한 후 시제품 제작 및 상용화를 위한 준비단계에 있으며, 소형 공냉식 NH<sub>3</sub>/H<sub>2</sub>O 흡수식 열펌프는 산학연 공동연구를 통하여 연구개발 단계에 있고, 중·대형 수냉식 열펌프는 일본과의 기술제휴로 경원세기 등 국내 냉동공조기기 업체에서 흡수식 냉온수기라는 이름으로 생산 판매하고 있으며, 국내기후에 적합한 국산화 기술개발이 진행 중에 있다. 또한 고효율화를 위하여 다중효용 시스템 중심으로 연구개발 수행 중이다.

본 연구에서는 미국 Roubert사의 가정용 소형 5 RT급 암모니아 흡수식 열펌프의 성능 및 운전 특성을 실험을 통하여 알아보고, 특히 열펌프 증발기에 관심을 가지고 전체 체적중 약 40 % 정도를 차지하고 있는 증발기의 소형화를 위하여 증발기의 열전달 특성을 파악하고자 하였다. 이를 위하여 증발기 적정 설계에 의한 크기의 변화, 냉수 유량의 변화 등에 의한 시스템 성능평가를 통하여 시스템의 성능에 영향을 미치는 인자를 파악하고 최적 증발기의 설계 및 시스템 최적화를 위한 조건을 파악하였다.

크기가 다른 두 개의 증발코일을 제작하여 암모니아 흡수식 시스템의 성능에 영향을 미치는 증발기 설계에 있어서 고려해야 할 영향 인자들에 대하여 실험을 수행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 시스템 주입 용액의 농도는 주입용액의 농도가 묽게 되면 그 만큼 주입되는 냉매량이 적게 되므로 높은 시스템 성능을 기대 할 수 없고 짙으면 주입되는 냉매량이 많아져 시스템의 압력을 높여 안전사고의 위험이 있으므로 용액의 농도는 32 ~ 37 %정도가 적당하다.
- (2) 증발기 입구 냉매의 온도는 낮을수록 좋으나 온도가 물의 빙점이하로 되면 증발기 코일에 냉수가 적하 되면서 얼음층을 형성하게 되어 전열저항이 발생하므로 입구온도는 3 ~ 5 °C 정도가 적당하다.
- (3) 증발기 침전 단수는 완전적하와 완전침전일 때 보다 부분적하와 부분침전이 혼합된 경우의 열전달이 더 향상되었으며, 침전단수는 증발기(I)은 9단 일 때 증발기(II)인 경우 8단 일 때 최고 성능을 나타내었다.
- (4) 관내 열전달계수는 증발기(I)이 증발기(II)보다 2 % 높고, 관외 열전달계수 또한 증발기(I)이 증발기(II)보다 3 % 높다. 결과적으로 총괄열전달계수는 증발기(I)이 증발기(II)보다 3 % 높았다.

- (5) 증발기 크기에 따른 열펌프 성능은 증발기(I) 보다 전열 면적이 적은 증발기(II) 설치시 시스템 성능에 영향을 크게 미치지 않는다. 그러므로 암모니아 흡수식 열펌프의 소형화를 위해 성능 및 효율대비 최적의 증발기를 설계가 요구된다.

본 실험을 통하여 암모니아 흡수식 열펌프의 증발기 성능 특성을 파악했으며, 앞으로는 본 연구에서 수행하지 못한 증발기 형상의 변화, 다양한 종류의 열교환기의 적용한 실험도 수행되어야 할 것이다.

## 8. 곡선맞춤법에 의한 구조물의 진동해석

조선공학과 제 해 광  
지도교수 박 석 주

인간이 산업용 기계와 운송수단을 제작한 이래로 진동의 저감과 차단 문제는 산업현장의 기술자들에게 중요한 관심사가 되어 왔다. 고전적 기계 설계법은 기존의 제품을 모델로 하고 여기에 경험적인 감각에 의존하여 개량하는 방법이다. 따라서 정밀한 근거 해석이나 진동해석 없이 설계되었다. 현재 선진화에 따른 산업현장에서의 제품의 고급화, 고품질화뿐만 아니라, 편안함과 안락함을 추구하는 현대인에게 생활주변 여건의 변화로 저진동 및 저소음에 대한 요구는 점점 더 높아지고 있다. 더구나 경량화의 추구는 이러한 요구에 반하여 소음과 진동을 더욱 크게 할 소지가 있다.

선박도 예외는 아니어서 경량화, 고속화에 따른 선박의 진동 및 소음 문제는 크게 대두되고 있다. 선체상부구조물은 승무원의 직접적인 생활공간으로서 과도한 진동과 소음은 승무원의 작업능률을 저하시키며, 안락한 선상생활에 대한 선주의 요구가 과거에 비해 매우 엄격해짐에 따라 선박의 진동 및 소음 허용치가 더욱 낮아지는 추세에 있다. 또한 선박에 탑재되는 기계, 전기 및 전자장비의 진동은 장비 기능의 원활한 수행과 수명 연장의 관점에서 중요한 관심사로 대두되고 있는 실정이다.

선박과 같은 구조물의 동적 해석 문제에 있어, 유한요소해석 같은 이론적인 해석기법은 많은 연구자들에 의해 개발·적용되어 왔으며 현재는 단순한 진동해석뿐만 아니라 최적화문제 등에도 활용되는 범용적인 해석도구로 발전하였으며 응용사례도 많이 있다. 그러나 유한요소법 등의 해석적 방법에 비해 실험적 해석은 큰 발전이 없었다. 기존에 발표된 논문 또한 작고 간단한 구조물에 대하여 적용된 사례가 대부분이다. 실험적 방법이 해석적 방법에 비해 발전 못한 이유는 여러 가지 있지만, 실험 중 측정오차 및 계측 장비의 고유오차들과 구조물의 고유진동수, 감쇠비 등 특성치 추정을 위한 비선형 수치해석 알고리즘 미비에 기인한다.

실험모드해석(experimental modal analysis)은 전달함수나 응답의 측정데이터에 포함된 외란이나 오차를 제거하여 대상물의 물리현상을 정확하게 표현하는 모드특성을 결정하기 위한 방법이다. 실험 모드 해석을 이용하면, 실제 구조물의 고유진동형과 고유진동수를 정확하게 측정할 수 있고, 다양한 방법으로 결과를 표현할 수 있다. 또한 유한요소법(finite element method), 부분구조합성법(sub-structure synthesis method) 등 해석적 기법과 연계하여 실험을 통해 얻어진