

25. 기포를 동반한 유동장에서의 해수동결거동에 관한 연구

기관공학과 박대식
지도교수 오철

인간이 삶을 영위하기 위한 필수적 조건중의 하나가 물이다. 최근 폭발적인 인구의 팽창과 급속한 산업의 발달 소득증대에 따른 생활수준의 향상으로 인해 농, 공업용수 및 생활용수의 소비량이 비약적으로 증가하고 있다. 반면 인류가 가용할 수 있는 담수는 전체 수자원의 1%미만으로 담수자원의 한계성과 수질오염의 확산 등으로 그 부족현상은 갈수록 심각해져 가고 있다. 한국도 장차 이러한 물 부족현상에 봉착하게 되리라는 연구결과가 여러 연구에 의해 밝혀지고 있다. 이러한 물 부족현상을 막기위한 수자원 확보계획으로 여러 개의 댐을 새로 조성하고, 인공강우나 해수의 담수화 등 새로운 수자원 개발에 노력하고 있다. 이중에 해수의 담수화는 해수의 양이 풍부하여 취득이 용이함으로써 지속적이고 안정적인 용수공급계획에 중요한 역할을 하리라 본다. 해수담수화 장치 선정시 고려해야 할 가장 중요한 요소는 담수생산비용으로, 얼마나 쉽고 저렴하게 가용에너지원을 확보할 수 있느냐에 달려있다.

한편 한국을 비롯한 여러 나라에서는 값싸고 환경오염을 일으키지 않는 청정 에너지인 액화 천연가스의 사용을 권장하고 있으며 그 수요량이 날로 급증하고 있다. 일반적으로 LNG는 수송 및 저장시 162℃이하의 초저온 액체상태로 탱크 내에 저장되며 각 수요지로 공급시 고압의 기체상태로 보내지기 때문에 기화에 필요한 에너지가 요구된다. LNG는 이 흡열 과정에서 축적된 많은 양의 냉열(850KJ/KG)이 버려지게 된다. 이렇게 버려지는 LNG의 냉열을 이용하는 방법으로는 동결식품가공, 드라이아이스, 액화수소 및 액화질소 등의 제조와 해수동결담수화 등이 각 지역 실정에 맞게 개발되고 있다.

본 연구에서는 LNG 폐냉열을 이용한 해수동결 담수화장치의 설계 및 개발에 필요한 해수동결거동에 관한 정성적, 정량적 기초자료를 확보하기위해 기포류를 동반한 유동장에서의 해수동결거동의 메카니즘과 해수의 유속, 공기 분사량 및 냉각면 온도가 해수의 동결량 및 염분농도에 미치는 영향을 냉각원관과 수직평행냉각평판에서 실험적으로 검토한 결과, 본 실험의 범위에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) 실험초기의 동결층의 동결속도는 냉각면과 동결계면 사이의 큰 열유속에 의해 대단히 빠르며, 생성된 빙의 염분농도는 빠른 동결속도로 인한 용질의 몰입으로 높은 염분농도를 가진다.
- (2) 실험초기 급속한 성장을 보이는 초기 생성빙을 제외한 정상상태의 동결층의 표면부위의 염분 농도는 해수의 유속이 클수록, 공기분사량이 증가할수록, 냉각면 온도가 높을수록 감소한다.
- (3) 빙의 동결율은 해수의 유속이 작을수록, 공기 분사량이 감소할수록, 냉각면 온도가 낮을수록 증가한다.
- (4) 전체 동결층의 평균염분농도는 해수의 유속이 증가할수록, 공기분사량이 증가할수록 증가한다.
- (5) 냉각면의 위치에 따른 동결층의 염분농도는 냉각면의 상부(흐름의 하류)로 갈수록 높은 염분 농도를 나타낸다.
- (6) 냉각면의 위치에 따른 동결량은 냉각면의 상부로 갈수록 증가한다.
- (7) 본 실험 범위내에서 냉각원관에서의 해수의 무차원 동결량은 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$R_f = 4.27 \cdot 10^{-3} \cdot \theta_w^{1.75} \cdot Re^{-0.38} \cdot X^{-0.42}$$

- (8) 본 실험 범위 내에서 수직평행 냉각평판에서의 해수의 무차원 동결량은 다음 식으로 나타낼 수 있다.

$$R_f = 4 \cdot 10^{-3} \cdot \theta_w^{1.05} \cdot Re^{-0.32} \cdot X^{-0.52}$$

26. 핀-튜브 열교환기에서의 습증기 발생 메커니즘의 파악을 위한 연구

기관공학과 박 상 균
지도교수 오 철

인간이 쾌적한 생활을 영위하고자 하는 것은 근본적인 욕구로, 유사 이래 이것을 지향하기 위한 끊임없는 노력이 추구되어 왔으며 경제적 발전과 생활수준의 향상으로 현대사회에서는 보다 쾌적한 생활환경을 요구하고 있다. 따라서 20세기 후반 생활 수준의 전반적인 향상과 더불어 냉장고, 에어컨 등의 냉동 및 공기조화 산업은 급격히 발전되어 왔는데, 그에 따른 공기조화장치는 가정용에서부터 산업용에 이르기까지 폭넓게 보급되어왔다.

이러한 공기조화장치에 대하여 지금까지 많은 연구가 진행되어져 왔으며, 최근의 냉동공조산업은 지구환경 보호를 위한 환경영향 축소, 산업의 고도화에 따른 고기능화 및 소형화된 제품 개발, 수요자의 여건변화 등에 따른 신기술개발의 노력이 활발하게 이루어지고 있다.

특히 인간의 생활과 아주 밀접한 관계를 가지고 있는 가정용 에어컨, 룸 에어컨 및 자동차용 에어컨등은 사용자의 측면에서는 에어컨의 효율적인 측면뿐만 아니라 실질적으로 에어컨을 사용함에 있어서 보다 쾌적한 환경의 요구에 따른 양질의 공기를 공급할 수 있는 공기조화장치를 요구하고 있다.

지금까지 일반적으로 각종산업용이나 대형건물, 가정 및 자동차에서 사용되고 있는 공기조화용 열교환기에 대해서 경제적인 측면에서의 열교환기의 성능 및 에너지 절약의 측면에서는 많은 연구가 진행 되어왔으며, 특히 핀-관 열교환기에 있어서 열저항의 80~85%를 차지하는 관의 축 열저항, 즉 공기축 열저항의 가장 큰 비중을 차지하는 핀효율의 개선 및 열교환기 표면의 서리성장에 관한 연구 등, 열교환기의 열효율의 향상을 위해 다양한 형상 및 환경에서 많은 연구가 진행 되어왔다.

그러나 공기조화용 관련 열교환기의 냉각부에서의 습증기 발생에 관한 연구는 Yamada 등의 연구결과가 있으나 아직 매우 부족한 실정이며, 실제적으로 발생하고 있는 습증기량의 정량화에 관한 연구의 결과는 전무한 상태이다.

앞으로 국민생활이 선진국에 도달할수록 공기조화 측면에서는 경제적인 측면 및 에너지 절약과 더불어 공기의 질(Quality)에 대한 고급화의 요구가 상당히 중요한 부분을 차지하게 될 것이다.

따라서 본 연구에서는 공기조화장치에서 보다 양질의 공기를 공급할 수 있는 열교환기의 개발과 관련하여 습증기(Mist) 발생의 기초적 메커니즘의 파악을 목적으로, 열교환기의 출구공기