

냉동냉장창고용 열교환기

· 출처: Refrigeration, Sep., 2000
 · S. Yoshida / Kyushu University
 (Japan Society of Refrigeration and Air Conditioning Engineers)

윤 정 인

현대사회 유통에 있어서 냉동냉장창고가 중요한 역할을 담당하고 있는 것은 말할 것도 없으며 물품 종류의 증가, 형태의 다양화 및 자동창고등의 하역 자동화 경향등 점점 폭넓게 요구되고 있다. 특히 최근 오존층 파괴, 지구온난화 등의 지구환경문제에 관하여는 타산업과 같은 처지에 직면해 있어 이들에 관하여 적극적인 관심이 요구되고 있다.

오존층 파괴물질에 관해서는 1987년 몬트리올의 정서에 의해 세계적으로 규제되어 HCFC계는 2020년에 완전 폐지될 예정이다. 지구온난화에 관해서는 1997년 지구온난화방지회의에서 대체냉매의 주류로 HFC계가 대기중으로의 배출규제 대상이 되었다. 그림 1은 HCFC규제 계획을 나타낸 것이다.

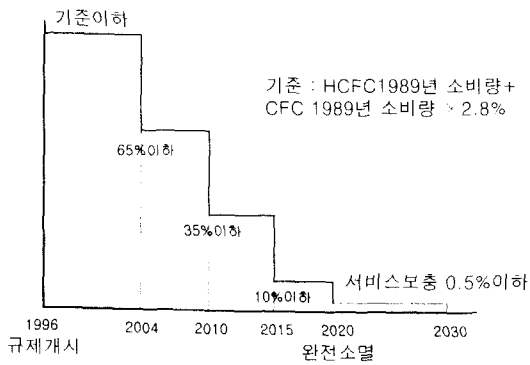
이런 상황속에서 장기적으로 사용가능한 냉매로

암모니아를 중심으로 한 자연냉매가 재평가되고, 어떻게 안전하게 활용하는가가 중요시되고 있다. 장치의 냉매보유량 감소, 냉매 누설방지 장치, 고효율 열교환기의 사용, 신뢰성이 높은 자동운전 등을 들 수 있다. 현재, HCFC나 다른 규제대상냉매를 포함하여 냉동냉장창고의 냉각장치에 많은 냉매가 사용되고 있고, 냉각장치의 한 부분인 열교환기에 있어서도 시장으로부터의 요구처럼 환경문제에 대한 대응이 요구되고 있다.

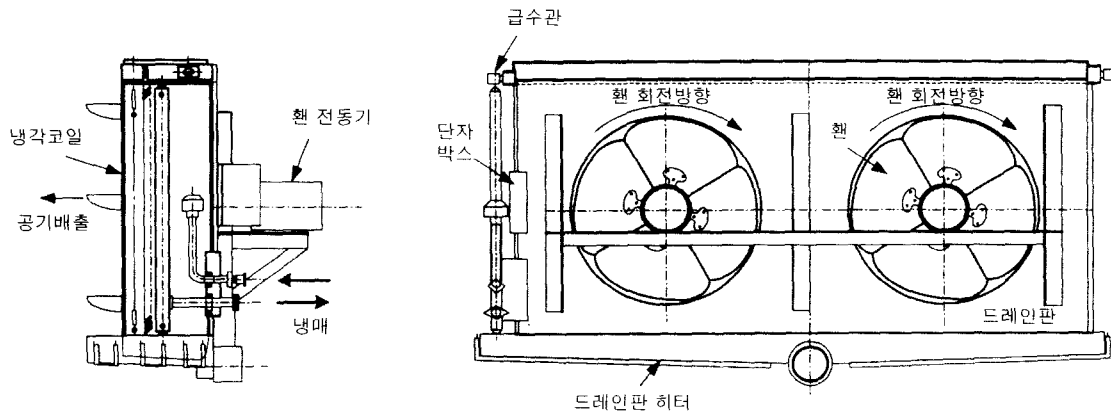
환경문제에 대한 대응을 포함한 냉동냉장창고에 사용되는 열교환기에 관한 일본의 기술동향을 살펴 보고자 한다.

열교환기의 분류

냉동냉장창고용 열교환기는 고내 공기를 냉각, 순환하여 저온으로 균일한 고내온도를 만드는 것이 주요 기능이다. 공기의 순환방식으로는 자연대류방식과 핀에 의한 강제대류방식으로 분류된다. 또한 열교환기에 냉매 또는 이차냉매(브라인, 물) 어느쪽을 사용하는가에 따라 직팽식과 간접식으로 나누기도 한다. 직팽식은 냉매를 열교환기에 공급하는 방식에 따라 액체 펌프식, 만액식, 건식으로 나눈다. 간접식은 공기와 브라인을 직접 접촉하게 하여 열교환하든지, 전열관을 넣어 열교환하는가에 따라 직접접촉식, 간접접촉식 두가지로 나눈다.



[그림 1] HCFC 규제 계획



[그림 2] 천정형 유닛쿨러

앞에서 언급한 지구환경문제에 대응하기 위해 환경 친화적인 암모니아를 사용한 냉각장치가 재평가되고 있으며 최근 동향으로는 암모니아와 상용성을 갖는 합성유의 개발에 따라 냉매보유량이 적은 암모니아 직팽식 건식 열교환기가 채용되고 있다. 더욱 안전성을 중시하는 경우는 냉매를 고내에 도입하지 않고 이차냉매를 사용하는 간접식 열교환기가 채용되고 있다.

냉동냉장창고에 사용되는 열교환기로는 나관코일식 냉각기, 팬코일냉각기, 유닛쿨러, 직접접촉식 코일 등이다.

나관코일식 냉각기

냉장고의 천정코일, 벽코일, 바닥코일 등에 이용된다. 관을 지그재그코일형태로 가공하여 천정, 바닥, 벽에 설치한다. 구조도 간단하고 형태도 자유롭지만, 가공이 곤란하고 열용량이 커서 제상에 시간이 걸리고 냉매충전량이 늘어나는 등의 이유로 최근에는 많이 사용되지 않고 있다. 자연대류식으로 고내를 비교적 고습도로 유지하는 이점이 있고, 물건에 따라 채용되는 경우가 있다.

팬코일냉각기

나관코일식냉각기의 개량형이다. 나관코일에 알

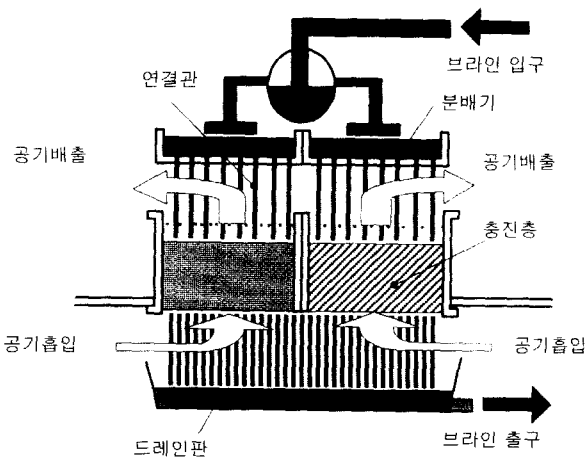
루미늄 핀을 부착하여 플레이트 환 코일화 하여 전 열면적을 늘린 열교환기로서 자연대류로 공기를 순환시킨다. 최근에는 많이 사용되지 않고 있다.

유닛쿨러

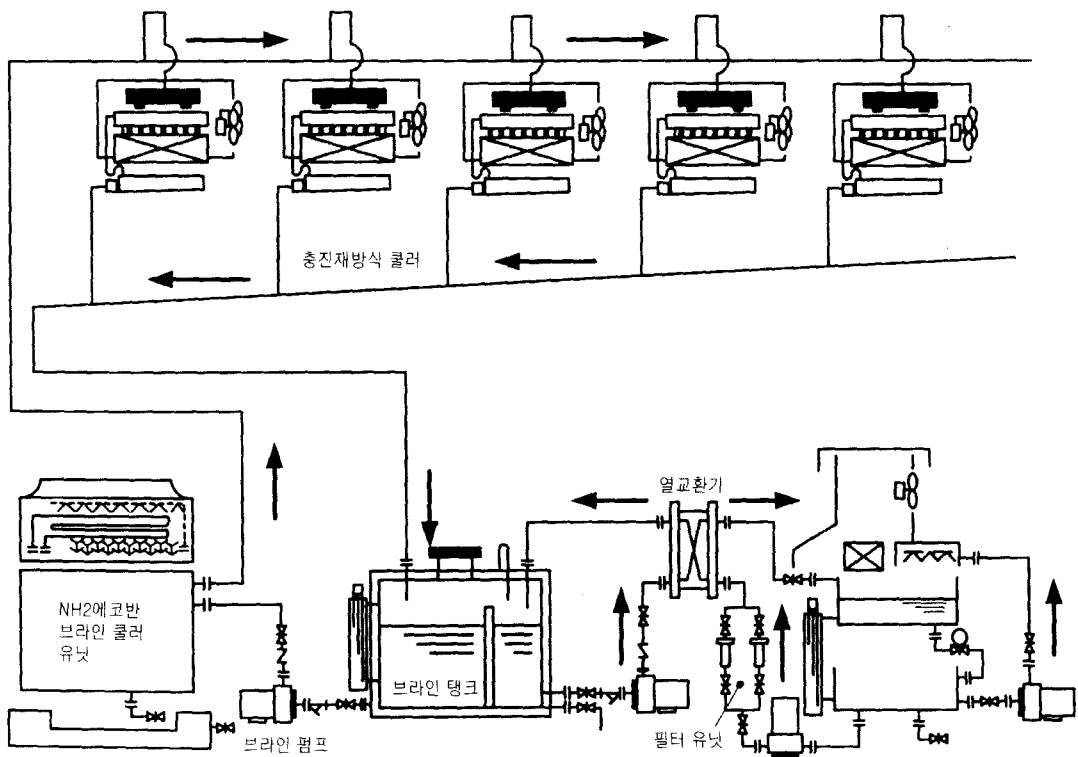
냉동냉장창고용의 대표적인 열교환기로, 편부착 전열관으로 구성된 코일에 핀을 부착하고 강제대류에 따라 열교환이 이루어진다. 소형부터 대형 냉동냉장창고에 이르기까지 광범위하게 이용되며, 사용 온도범위도 넓다. 그림 2는 천정형태 유닛쿨러를 나타낸 것이다.

앞에서 언급한 열교환기들은 직팽식 및 코일 안에 차가운 브라인을 흘리는 간접식으로 사용된다. 이들 열교환기 전열관표면 온도를 0℃이하로 냉각하면 냉각관표면에 결로가 생기게 되고 더욱 냉각관과 냉각관 사이에 상이 맺혀 차고 공기가 통과하지 못하게 되면 냉각효율이 현저하게 저하한다. 이 때문에 제상장치가 필요하다.

제상 방식으로는 오프사이클 제상방식, 가열 제상방식이 있다. 가열 제상방식은 냉각관표면에 물을 살수하여 그 현열에 의한 살수식, 압축기의 토출 가스를 냉각관내로 보내어 냉매가스의 현열, 응축열로 제상하는 핫가스식, 냉각관에 전열히터를 설치하여 가열하는 전열식 등이 있다. 현재는 살수 제상



[그림 3] 충전재방식 쿨러



[그림 4] 충전재방식 쿨러를 사용한 냉각시스템

식, 핫가스 제상식이 주류이며, 고내의 온도, 취급물 품, 제상 시간, 열교환기의 종류 등을 고려하여 방 식을 선정하는 것이 중요하다.

직접접촉식 코일

새로운 형태의 열교환기로 브라인과 공기를 직접 접촉시켜 열교환하는 직접접촉식이 있다. 이 열교환 기의 경우, 접촉하는 냉수나 브라인의 온도를 바꿈 으으로써 온도와 습도제어가 가능하기 때문에 다양한 온도영역에서 사용할 수 있다. 또한 제상의 필요가 없이 연속운전이 가능하다. 한편, 브라인이 공기중 의 수분을 거두기 위해 브라인을 농축시키는 장치 가 필요하다.

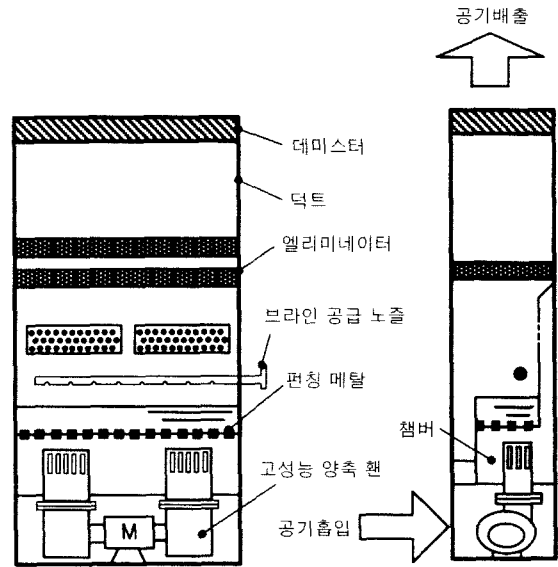
• 충전재방식

그림 3은 브라인과 공기의 직접접촉방식을 이용한 충전재방식을 나타낸 것이다.

충전재방식 쿨러의 브라인과 공기의 흐름은 그림 과 같다. 브라인은 상부에서 공급되어, 연결관부터 충전층에 균일하게 분산된다. 충전층표면을 낙하하 는 브라인과 하부에서 흡수된 공기가 대향류로 직 접접촉한다. 여기에서 열교환한 브라인의 온도는 상 승하고 냉각·제습된 공기는 연결관 사이를 거쳐 쿨 러측면으로 배출된다. 승온된 브라인은 브라인탱크 에 회수되고 재냉각되어 순환한다. 브라인 쿨러유닛 을 포함한 냉각시스템의 개략회로를 그림 4에 나타 내었다. 브라인과 공기를 직접접촉시킴으로써 증발 온도와 고내온도차를 줄일 수 있고, 시스템효율도 향상시킬 수 있다. 또, 소온도차 냉각을 함으로써 고습도도 얻을 수 있다. 실제로 동일한 규모의 직팽 식 냉장고와 비교하여 상대온도를 높게 유지하되 예가 보고되고 있다.

• 기포방식

브라인과 공기의 직접접촉방식인 기포방식이 그림 5에 나타내었다. 팬으로 흡기된 공기는 챔버를 거 치고 메인 편칭 메탈을 통과한 후, 기포가 되어 브라 인과 직접접촉하여 열교환한다. 냉각된 공기는 덕트



[그림 5] 기포방식쿨러

를 경유하여 데미스터에서 물입자는 분산된 후 고 내로 급기된다. 차가운 브라인은 챔버가 소정의 압 력으로 승압되어 있기 때문에 편칭 메탈의 구멍으로 낙하하지 않고 편칭 메탈에서 나온 공기와 열교환 한다. 브라인은 열교환 후 오버플로되어 브라인탱크 에 회수되어 재냉각 순환된다.

브라인

암모니아등 냉매의 극소량화, 고내의 고습도관리, 축열시스템등 물을 포함하여 브라인을 채용한 시스 템은 앞으로 증가할 것으로 예상된다. 현재 냉동 냉장창고의 보관온도와 냉각장치의 형태를 표 1에 나타내었다.

무기계브라인으로는 염화칼슘, 염화나트륨, 유기 계브라인으로서 프로필렌 글리콜, 에틸렌 글리콜이 사용되어지고 있다. 유기계브라인은 무기계브라인 과 비교해서 금속을 부식시키는 경향이 적다. 표 1 에 나타낸 것과 같이 -30℃이하에서 실용적으로 사 용할 수 있는 브라인은 없어, 저온도영역에서 사용 할 수 있는 브라인의 개발이 필요하다.

〈표 1〉 냉동냉장창고의 보관온도와 냉각장치 형태

냉동냉장창고 분류	보관온도(℃)	일반적 냉각장치 형태		
		냉각장치	냉각방식	
			직행식	간접식
F 4	-50 이하	이원냉동 이단압축	○	-
F 3	-50미만 ~ -40	이단압축	○	-
F 2	-40 " ~ -30	이단압축	○	△
F 1	-50 이하	이단압축	○	○
C 1	-20 " ~ -10	이단압축 단단압축	○	○
C 2	-10 " ~ -2	단단압축	○	○
C 3	-2 " ~ +10	단단압축	○	○

앞으로의 전망

앞에서 언급한 냉동냉장창고용 열교환기들을 효율 좋게 활용하기 위해서는 열교환기의 선정뿐만 아니라, 고내의 크기, 형태, 열교환기의 배치, 고내 기류의 순환 방법, 입출고 방법, 선적방법, 방열, 부하등의 충분한 검토가 중요하며, 밸런스에 맞는 종합설

비에서 비로소 열교환기의 능력이 발휘될 수 있게 된다.

앞으로도 냉동냉장창고에서 취급하는 물품은 더욱 더 다양하게 되고 온도대의 다양화, 보다 정밀한 온도, 습도등의 관리등 지금까지 이상의 기능이 요구되리라 생각된다. 우리들은 이와 같은 문제에 대하여 지구환경을 배려하면서 대응하는 자세를 가질 필요가 있다.