

자연냉매를 사용한 새로운 냉동 냉장 시스템

- 2차 냉매 방식 시스템을 중심으로 -

■ 이소 코지 / 주식회사 마에카와 제작소

머리말

자연 냉매인 암모니아를 이용한 산업용 냉동 냉장 시스템은 오존층 파괴나 지구 온난화 문제가 활발히 제기되기 시작한 1990년대 초부터 다시 각광을 받기 시작해 특히 나가노 올림픽의 빙상 경기장의 모든 시설에 암모니아 냉동 설비가 도입된 이후 일본 국내에서도 급속히 시장 도입 실적이 계속적으로 증가하고 있다. 이 최신 암모니아 냉동 시스템은 종래의 시스템과는 달리 「암모니아 보유량의 극소화」·「신 냉동기유의 개발」·「고성능 열교환기의 채용」·「고안전성을 가진 전자동 제어 시스템의 개발」·「공장 생산형 패키지형」등의 신기술의 개발에 의해서 높은 안전성·신뢰성, 고성능화, 생산 코스트의 절감을 도모할 수 있어 현재는 시판성이 있는 제품으로서 폭넓게 시장에 보급되고 있다.

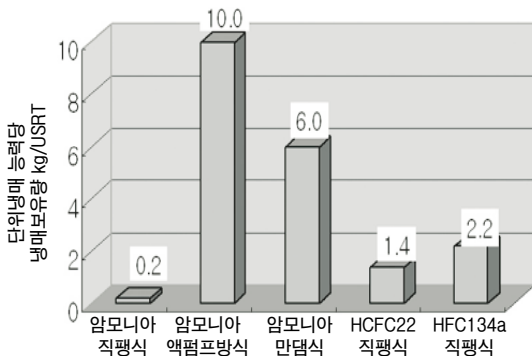
일본 국내에서의 도입 실적이 가장 많은 냉동 냉장 시스템은 해외에서 주류로 이용되고 있는 암모니아 직팽식이 아니라 운용상의 안전성을 중시한 현열 혹은 잠열을 반송하는 2차 냉매 방식이다. 2차 냉매 방식의 냉동 냉장 시스템에서는 에틸렌글

리콜 수용액, 프로필렌 글리콜 수용액, 포름계 수용액, 염화칼슘 등을 이용하는 것이 많다. 최근에는 특히 주로 저온역에 있어서 안전성은 물론 시스템 효율의 향상과 에너지 절약을 목적으로 하며 2차 냉매로 이산화탄소(CO₂)를 이용하는 시스템이 급속히 증가하고 있다.

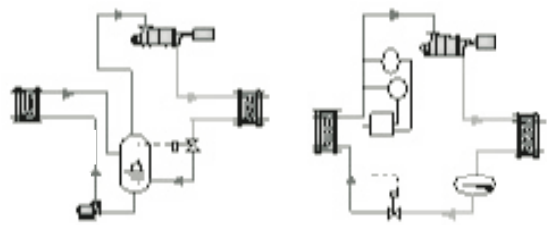
본고에서는 최근 10년간에 일본 국내의 냉동 냉장시스템의 평가와 동시에 CO₂를 이용한 차세대형 암모니아 2차 냉매 시스템의 최신 기술에 대해 기술하고자 한다.

2차 냉매 시스템이 필요하게 된 배경

프레온이나 탄화수소 등을 포함한 전 냉매 중에서 이론상 COP가 가장 높은 것은 암모니아이다. 암모니아, 프레온 및 탄화수소계 냉매의 특성 비교를 표 1에 나타내었다. 이 표에서 알 수 있듯이 프레온 직팽식과 같이 암모니아를 직팽식으로서 사용하면 가장 시스템 COP가 가장 높은 냉동 시스템을 구축할 수 있다. 사실 일본 국내에서도 프레온이 주류가 되었던 1975년 이전의 냉동 냉장 시스템에서



[그림 1] 신암모니아 시스템의 냉매 극소화



a) 암모니아 종래 방식

b) 신방식

[그림 2] 신 암모니아 시스템과 종래시스템

는 이 시스템이 많이 채용되었으며, 그리고 해외에서는 현재도 많이 채용되고 있다. 2차 냉매 시스템을 채용하는 이유를 아래와 같이 요약할 수 있다.

- ① 암모니아 보유량이 많은 직팽식은 지진이나 재해 등의 발생시에 피해가 확대될 수가 있다.
- ② 최종 사용자의 제품 및 제조 공정에 안전성과 신뢰성의 확보가 중요하기 때문이다.
- ③ 「KHK 암모니아 냉동 설비의 시설 기준」에 사람이 작업하는 구역에서는 2차 냉매 방식 채용해야 한다. 특히 공기조절용 시스템에서는 이를 엄격히 준수하고 있다.

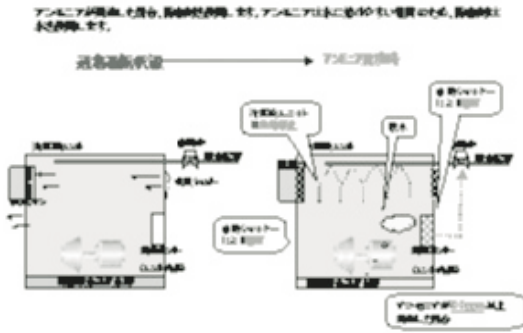
2차 냉매 시스템의 개념

앞에서 기술한 바와 같이 암모니아 냉동 설비를 도입할 때에는 「암모니아 보유량의 극소화」, 「신뢰성 높은 공장 생산형 유니트」, 「고안전성을 가진 보안 설비」, 「완전 자동제어 시스템」등의 사항들은 필수이다. 특히 이것들에 관해서는 일본 고압가스 보안법의 냉동 보안 규칙 제 36조에서 상세하게 규정하고 있으며 그것을 준수하기 위해 다음과 같은 개념으로 유니트를 설계·제자하며, 플랜트를 시공하고 있다.

- ① 일차 냉매인 암모니아가 접촉 통과하는 각종 기기는 모두 엔크로자 내에 설치한다..
- ② 제해 장치는 유니트 내에 설치한다.
- ③ 암모니아는 어떠한 경우에서도 유니트에서 외부로 누출시키지 않도록 한다(그림 3 참조).
- ④ 플랜트 시공은 브라인 2차 냉매 배관과 냉각기만 하고 일차 냉매 배관을 시공하지 않는다.
- ⑤ 고압가스 법규에 의한 안전관리자가 불필요한 법정 능력 60톤 미만의 유니트를 대부분 채용하고 용량이 큰 냉각 부하에는 이와 같은 유니트를 복수로 설치하여 고압가스 법규에 위배되지 않도록 한다.
- ⑥ 유니트 내의 암모니아 냉매 보유량을 극소화하거나 어프로치 온도를 낮춰 증발 온도를 상승시켜 COP를 향상시키며, 증발기는 고성능 플레이트식 열교환기를 채용한다. 그리고 오일 회수 및 열교환기의 전열성능을 양호하게 유지하기 위해서 개발한 상용성 냉동기유(폴리알킬렌 글리콜 PAG를 베이스로 한 합성유)를 사용하고 냉매 보유량을 0.2 kg/USRT까지 절감시키도록 한다.
- ⑦ 응축기에는 기본적으로 에바콘을 채용하고 응축 온도를 저하시켜 COP를 향상시킨다.

<표 1> 각종 냉매의 특성 비교

냉매		ODP	GWP(100년)	안전성 구분	COP비	냉매능력비 단위무게	고압 MPa	토출온도 °C	
HCFC	R22	0.055	1700	A1	1	1	1.53	57.5	
	R134a	0	1300	A1	0.99	0.93	1.02	44.5	
	HFC	R404A	0	3850	A1/A1	0.90	0.72	1.83	44.8
		R407C	0	1370	A1/A1	0.99	1.04	1.64	53.6
		R410A	0	1370	A1/A1	0.93	1.04	2.41	57.2
	R507A	0	3900	A1	0.88	0.68	1.88	44.4	
자연 냉매	R717 (암모니아)	0	< 1	B2	1.05	6.98	1.55	93.3	
	R290 (프로판)	0	3	A3	0.97	1.74	1.37	44.2	
	R600a (이소부탄)	0	3	A3	0.87	1.68	0.53	40.0	
	R744 CO ₂	0	1	A1	0.63	0.85	9.0	72.0	



[그림 3] 암모니아 제해 시스템



[그림 4] 에바콘(증발식응축기) 일체형 유닛

<표 2> 신냉동기유와 종래 냉동기유의 특성비교

	이상분리온도(℃)	-30℃에서의 유동성(sec)	총괄열전달계수비 (무차원)
신냉동기유	-50	1 이하	163
종래 냉동기의 광물유	실온에서 분리	103	100(기준)

조건 : 실온에서 5 ml의 기름에 1 ml의 암모니아를 봉입해 11mm 직경의 유리관에서 2 ~ 3 ℃/min로 냉각시켜 2상분리 온도를 측정. 유동성은 0℃에서 1분간 흔들어 0℃에서 1시간 정지, 역 수직시킨 후 기름이 50 mm 유동하는데 소요되는 시간을 측정.

이와 같은 개념으로 설계된 유닛의 에바콘 방식은 옥상에 설치(그림 4 참조)하고 냉각탑 수냉식의 냉동기 유닛은 주로 옥내에 설치한다. 이와 같은 방식은 냉동 냉장 창고, 식품 공장의 저온 공기조절·제조 프로세스, 식품 프리저 등에 이용된다.

2차 냉매 시스템에 사용되는 브라인

2차 냉매인 브라인을 사용할 때에는 용도에 따라서 각종 브라인의 특성이 적절한가를 종합적으로 판단해야 한다. 기본적으로는 다음과 같은 판단 기준으로 선택해 나갈 필요가 있다.

- ① 사용 온도 영역에서 동점성 계수가 낮을 것. 동점성 계수가 크면 펌프 반송 동력이 증가해 냉동 장치의 시스템 COP가 저하된다.
- ② 부식성이 낮거나 없어야 한다.
- ③ 가격이 저렴하며 구입과 관리가 용이해야 한다.
- ④ 장기간의 운용하여도 열화에 대해서 내성이 있어야 한다.

- ⑤ 인체나 식품에 대해 무해하며 환경에 영향을 주지 않아야 한다.
- ⑥ 폐기물로서 처리할 때 코스트가 저렴해야 한다. 이러한 조건을 충족시키기 위하여 공장의 공기조절 온도 영역에서는 「물」이 사용되고 저온 영역에서는 「에틸렌글리콜 수용액」, 「프로필렌 글리콜 수용액」 및 「염화 칼슘 수용액」이 사용되고 있다. 또 최근에는 반송 펌프 동력의 절감을 목표로 저점도의 「포름산계 수용액」도 사용 되고 있다.

더욱 최신의 NH₃/CO₂ 쿨링 시스템에서는 2차 냉매로 CO₂를 사용, 잠열 반송(액상으로부터 기상으로 변화)시켜 2차측 반송 펌프 동력을 현열 반송의 1/10까지 절감시켰다. 이 2차 냉매 시스템이 일본 국내에 많이 보급되고 있다.

이와 같이 2차 냉매로서 브라인의 사용 온도영역과 용도에 따라 적절하게 분류를 하면 표 3과 같다. 표 3으로부터 알 수 있듯이 -5℃ ~ -40℃의 온도영역에서는 CO₂를 2차 냉매로써 대부분 사용하고 있다. 종래에는 이 온도 영역에서는 냉장 창고 용으로 「염화 칼슘 수용액」이나 「에틸렌글리콜 수

용액」이 많이 사용되어 왔지만 전술 했던 바와 CO₂의 응용범위가 급속히 확장되고 있어 현재는 저온도 영역에서 주로 이 방법이 이용되고 있다. CO₂가 저온 영역의 2차 냉매로서 일본 고압 가스 보안법/냉동 보안 규칙에 기재되게 된 것은 2004년 12월부터이다. 그 이전에는 법규에 「브라인」의 정의를 「상변화 하지 않는 것」이라고 하여 2차 냉매에 사용하는 것은 사실상 불가능했다. 그러나 현재 2차 냉매는 공기조절용·C급 냉장고등에는 「냉수」혹은 「포름산계 수용액」을, C&F급 냉장고·F급 냉장고·프리저에 대해서는 「CO₂」를 용도 및 온도에 구분 사용하고 있다.

NH₃/브라인 반송 시스템(현열 이용)

브라인에서 현열 반송을 실시하는 시스템은 주로 건물의 중앙 공조식 및 식품 공장 등의 저온 공조

용 그리고 C급 냉장고·물류센터의 화물 처리장에 이용되고 있다. 이 온도대에서 CO₂를 2차 냉매로 사용하면 포화 압력이 4 MPa를 넘는 고압이 되므로 현열 브라인 반송이 채용되고 있다.

브라인의 종류로서는 「냉수」·「포름산계 수용액」의 「에틸렌글리콜 수용액」·「프로필렌 글리콜 수용액」등이 사용되고 있다. 본 시스템은 냉각 공조 지역에 사람이 항상 존재하는 것을 전제로 무엇보다 안전성을 중요시 하고 있다. 이와 같이 안전성 면에서는 우수하지만 현열 반송이기 때문에 직팽식이나 CO₂ 쿨링 시스템(잠열 반송)과 비교하면 반송 펌프 동력이 커지는 경향이 있어 시스템 COP 면에서는 능력이 저하하고 있다. 이러한 단점을 극복하기 위해 저점도 유체인 「포름산계 수용액」을 이용하여 반송 펌프 동력의 절감을 도모하고 있다. 본 시스템과 다른 종래형 시스템과 운전 COP를 비교하면 표 4와 같다.

〈표 3〉 사용 온도역과 최적 브라인

용도	증발온도(°C)	냉각 시스템과 브라인
공조 C급 냉장고	15 ~ 5	NH ₃ 단단기 운전 냉수 또는 포름계 수용액
C&F급 냉장고	-5 ~ -25	NH ₃ 단단기 운전 CO ₂ 이차 냉동
F급 냉장고 FREEZER	-25 ~ -40	NH ₃ 이단기 운전 CO ₂ 이차냉동
FREEZER 동결 공조	-45 ~ -55	이원냉동 NH ₃ /CO ₂
SF급 냉장고 동결건조	-55 이하	이원 냉동 NH ₃ / 에탄 실리콘유 브라인

〈표 4〉 각종 냉동 시스템 COP 비교

	NO.5 냉동기 (에비콘 방식) 프롬 브라인 방식 (현열 이용) Tc/Te=35/-9°C	NO.5 냉동기 (에비콘 방식) CO ₂ 이차 냉매식 (잠열 이용) Tc/Te=35/-9°C	HFC-134a 직팽식 (수냉 응축식) Tc/Te=40/-5°C	HFC-404a 직팽식 (수냉 응축식) Tc/Te=40/-5°C
단체 COP	3.55	3.55	3.18	2.96
시스템 COP	3.16	3.36	3.18	2.96

조건 : 냉각 열량 부하=100 kW, 흡입 냉매 가스 과열도=5°C, 냉장고 내 실온 5°C, 단체 COP=냉동기 동력만, 시스템 COP = 냉동기 동력에 이차 냉매 반송 펌프 동력을 포함한 값.



NH₃/다이내믹 아이스 빙수 반송 시스템

최근 건설되는 냉장 창고는 「대규모 저온 물류형 냉장 창고」이다. 이러한 창고는 F급 보관 창고의 기능을 가지고 있지만 5 ~ 10℃의 저온 입출하장이나 저온 자동 창고의 기능도 가지고 있어 이 온도 영역의 냉각 부하는 건물내부의 냉각 부하에 상당히 큰 비율을 차지한다. 이러한 창고를 365일·24시간 가동하거나 SCM(서플라이 체인(supply-chain) 매니지먼트나 3 PL(써드파티 로지스틱)를 하는 업체에서는 운용 설비의 런닝코스트가 대단히 중요하다.

현열 브라인 반송 시스템은 사람이 존재하는 안전성이 중시되는 지역의 공조·냉각에 있어서는

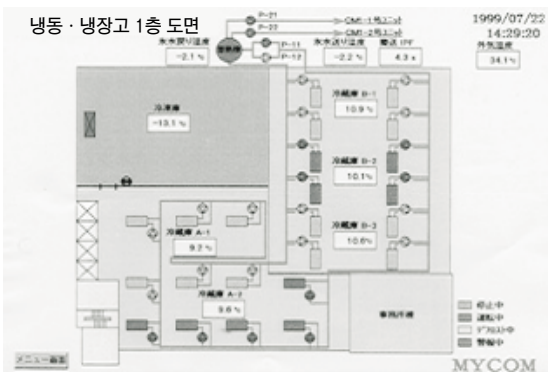
없으면 안 되는 시스템이지만 런닝코스트 면에서는 이 시스템이 반드시 최적이라고는 말할 수는 없다. 이와 같은 시스템이 적용되는 곳에서는 야간의 저렴한 전력(산업용 축열 조정 계약)으로 만든 샤벳 아이스를 주간의 고냉각 부하시에 쿨러에 직접 반송·방열해 피크 시프트를 실시하는 「다이내믹 아이스 빙수 반송 시스템」에서는 대단히 효율적이다. 게다가 반송하는 것은 17 ~ 25 kcal/kg의 얼음 잠열을 가진 샤벳 아이스로써 반송 펌프 동력은 현열 브라인 반송 동력의 약 1/5까지 절감 시킬 수 있다. 즉 결과적으로 시스템 COP는 현격히 향상된다. 그림 7 ~ 9는 현재 가동하고 있는 「다이내믹 아이스 반송 시스템」을 채용한 「대규모 저온 물류형 냉장 창고」를 나타낸 것이다.



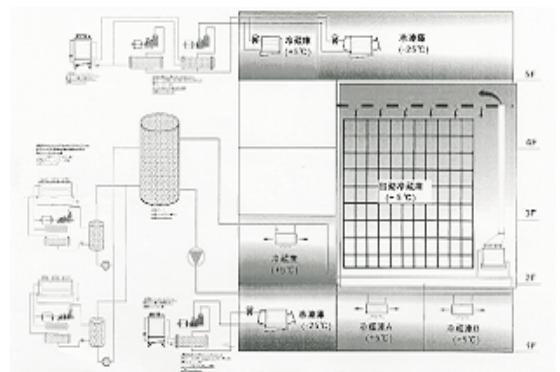
[그림 5] 공기조절용 브라인(냉수)칠러 유니트



[그림 6] 음료 제조 프로세서용 브라인 칠러



[그림 7] 다이내믹 아이스 빙수 반송 플로우(1)



[그림 8] 다이내믹 아이스 빙수 반송 플로우(2)

본 시스템은 2차 냉매 배관을 통해 프로필렌 글리콜 수용액(농도 : 7 wt%)으로 냉동시킨 다이아믹 아이스(샤벳 아이스)를 15 ~ 25%의 빙량으로 반송시켜 자동 냉장 창고와 저온 입출하장의 실온을 5 ~ 10℃로 만들고 있다.

다이아믹 빙수 반송 시스템으로 쿨러에 직접 반송되는 샤벳 아이스의 온도는 대략 -2.5 ~ -3℃이며 그것을 제빙하기 위한 제빙기의 암모니아 냉매 증발 온도는 -7℃이다. 본 시스템을 다른 종래형 냉동 시스템과 COP로 비교하면 표 5와 같다.

NH₃/CO₂ 쿨링 시스템(잠열 이용)

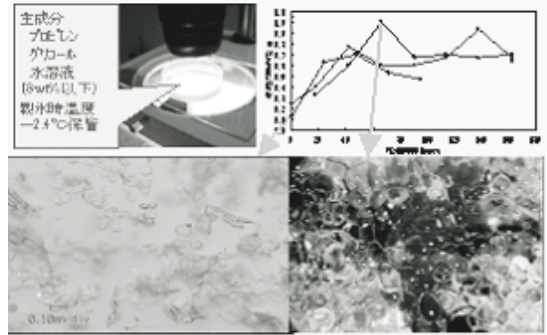
이산화탄소(CO₂)는 근래에 들어 급속히 급탕용 히트 펌프의 일차 냉매로서, 또 초저온용 NH₃/CO₂ 2원 냉동 시스템의 저원용 냉매로서 여러 방면에서 응용되고 있다. 즉 수 십년 이전부터 제철소 용

광로 가스(BFG)에 포함되는 CO₂나 석유 정제소 내의 수소 플랜트로부터 발생하는 가스 중에 포함되는 CO₂ 등의 소위 오프 가스중의 CO₂를 회수해 심냉액화·증류·저장하는 플랜트를 일본 국·내외에서 많이 다루어 오고 있다.

일찍부터 이 기술을 냉동 냉장 분야에서 응용할 수 없을까 생각하고 있었지만 앞서서도 기술한 것처럼 냉동 보안 규칙에서는 2차 냉매(브라인)는 「상변화하지 않는 것」이라고 하는 정의에 저축되어 용이하게 적용할 수 없었다. 그러나 최근의 거국적 에너지 절약 시책이나 자연 냉매의 보급 확대 등 많은 실적 등을 성공적으로 이뤄냄에 따라 2004년 12월에 냉동 보안 규칙이 개정되어 「암모니아 냉동 설비에 의해 이산화탄소를 냉매 가스로 하는 냉동 설비의 냉매 가스를 냉동하는 제조 설비」의 기준이 설치되었다(그림 11, 12 참조). 이것에 의해 「NH₃/CO₂ 쿨링 시스템」이 냉동 냉장 분



[그림 9] 루프 1관식 다이아믹 아이스 빙수반송 배관도



[그림 10] 샤벳얼음 상태

<표 5> 각종 냉동 시스템 COP 비교

	NO.5 냉동기 (에비콘 방식) 다이아믹 아이스 빙수 반송 방식 (잠열 이용) Tc/Te=35/-7℃	NO.5 냉동기 (에비콘 방식) CO ₂ 이차 냉매식 (잠열 이용) Tc/Te=35/-9℃	HFC-134a 직행식 (수냉 응축식) Tc/Te=40/-5℃	HFC-404a 직행식 (수냉 응축식) Tc/Te=40/-5℃
단체 COP	3.90	3.55	3.18	2.96
시스템 COP	3.80	3.36	3.18	2.96

조건 : 냉각 열량 부하=100 kW, 흡입 냉매 가스 과열도=5℃, 냉장고 내 실온 5℃, 단체 COP=냉동기 동력만, 시스템 COP = 냉동기 동력에 이차 냉매 반송 펌프 동력을 포함한 값.



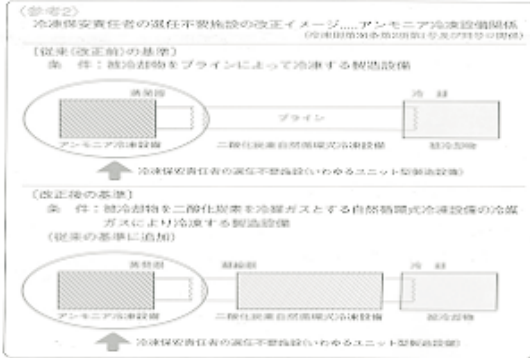
야에 급속히 보급되었다.

냉동 냉장 창고의 적용

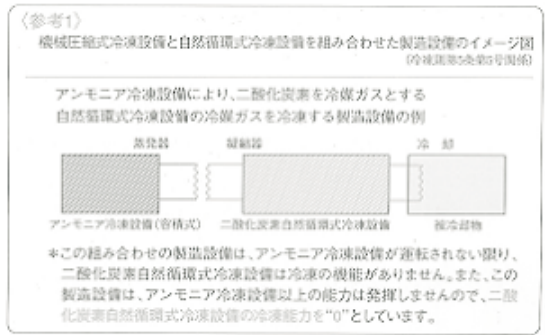
표 5에 나타난 특징과 같이 안전성이 높고 게다가 냉동기 COP 및 펌프 동력을 더한 시스템 COP도 현열 브라인 방식과 비교해 상당히 향상되었다.

-25℃ 실온의 냉동 창고에서 종래형의 다른 시스템과 성능을 비교했을 경우 표 6과 같이 어떠한 시스템보다 우수하다는 것이 인정되었다.

최근에 준공한 냉동 냉장 창고의 현재까지 운용 실적에서 냉동 시스템 전체의 전력 소비량은 종래형의 HCFC-22 직팽식과 비교하여 같거나 또는



[그림 11] 냉동보안 규칙 개정의 요점(능력산출)

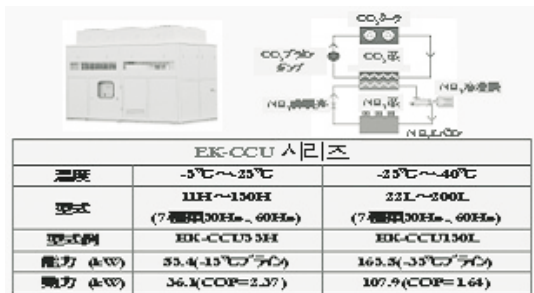


[그림 12] 냉동보안 규칙 개정의 요점 (안전관리책임자 필요하지 않음)

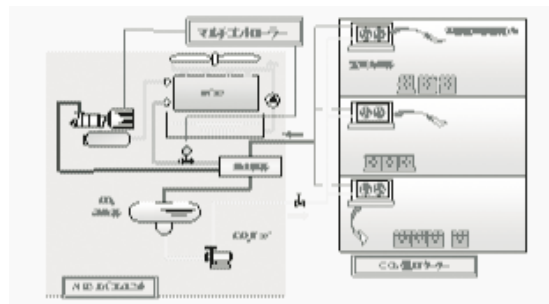
<표 6> 각종 냉동 시스템 COP 비교

	NO.5 냉동기 (에바콘 방식) 프롬 브라인 방식 (현열 이용) Tc/Te=35/-35℃	NO.5 냉동기 (에바콘 방식) CO ₂ 이차냉매식 (잠열 이용) Tc/Te=35/-35℃	HFC-404a 직팽식 (수냉 응축식) Tc/Te=40/-35℃
단체 COP	1.66	1.66	1.45
시스템 COP	1.42	1.52	1.45

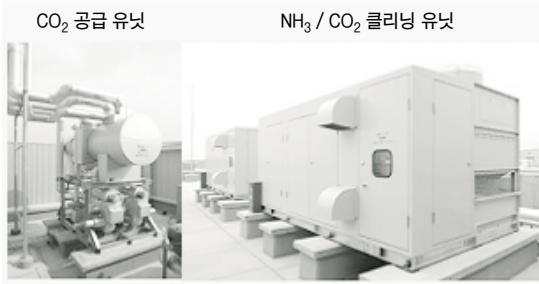
조건 : 냉각 열량 부하=100 kW, 흡입 냉매 가스 과열도=5℃, 냉창고 내 실온 5℃, 단체 COP=냉동기 동력만, 시스템 COP = 냉동기 동력에 이차 냉매 반송 펌프 동력을 포함한 값.



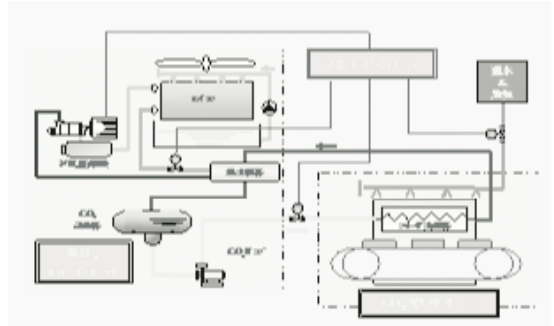
[그림 13] NH₃/CO₂ 쿨링 시스템



[그림 14] NH₃/CO₂ 냉동 냉장 창고의 flow



[그림 15] NH₃/CO₂ 냉동 냉장 장치의 외관



[그림 16] NH₃/CO₂ 프리저의 flow

그 이상으로써 표 6과 같은 결과를 얻을 수 있었다. 표 6과 같은 실증 데이터로부터 시스템 COP가 상당히 향상되었음을 알 수 있으며, 아래와 같이 고찰을 할 수 있다.

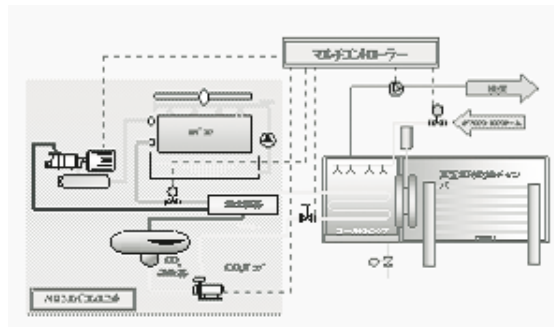
- ① 고성능 NH₃/CO₂ 열교환기의 대수 평균 온도차 $\Delta T_m=3^{\circ}\text{C}$ 이므로 암모니아 증발 온도가 저하하는 것을 방지할 수 있다.
- ② 에바콘(증발식 응축기)의 채용으로 여름철에도 암모니아 응축 온도가 35°C 이상이 되지 않으며 연중 비교적 낮은 온도로 유지되고 있다.
- ③ 상기 ①과 ②의 효과로 암모니아 압축기 동력을 큰 폭으로 절감할 수 있다.
- ④ 액화 CO₂(LCO₂)를 반송하는 캔드 펌프의 동력이 현저히 작다(LCO₂의 점도가 낮으며 잠열을 이용하고 있다).

프리저에의 적용

식품 동결용의 프리저는 종래에는 대부분 프레온 직팽식을 이용하였으며 암모니아 현열 브라인 방식은 몇 개소 정도에 지나지 않았다. 그러나 본 방식이 확립되면 안전성과 에너지 절약성이 현저히 향상되므로 향후에는 채용 사례가 증가될 것이라고 생각된다. 프리저의 운용에 있어서 세정·살균 공정이 들어가므로 CO₂계 내의 압력이 상승하는 것에 주의하지 않으면 안 되었으나 LCO₂의 사전 회수에 의해 CO₂계 내의 압력 상승에 대한 우려를 배제시킬 수 있게 되었다.

진공 동결 건조에의 적용

진공 동결 건조 장치에서 수분을 승화시키는 콜



[그림 17] NH₃/CO₂ 진공 동결 건조의 flow

드 트랩에는 종래 프레온 직팽식이 다수 채용되어 왔지만 CO₂의 안전성과 에너지 절약성이 향상됨에 따라 프리저와 마찬가지로 향후 채용 사례가 증가할 것이라고 생각된다.

정리

NH₃/브라인2차 냉매 방식은 앞서 설명한 바와 같이 글리콜계의 현열 반송, 반송 펌프 동력의 대폭적인 절감을 도모한 포름산 수용액의 현열 반송 그리고 얼음의 잠열 반송을 이용해 반송 펌프 동력을 한층 더 향상시킨 다이나믹 아이스 빙수 반송 시스템, 나아가 궁극의 2차 냉매 시스템인 NH₃/CO₂ 클리닝 시스템에 이르기까지 최근 수년 동안에 상당히 발달해 왔다.

NH₃/브라인 2차 냉매 시스템은 일차 냉매인 NH₃와 피냉각체와의 사이에 2차 냉매가 있기 때문에



종래에는 프레온 직팽식에 비해 COP가 저하된다고 하였으나 냉동 사이클 전체를 파악하고 고성능 에바콘을 채용하여 응축 온도를 낮추는 한편, 고성능 증발식 열교환기를 채용하여 그 평균 온도차를 작게 하는 등 사이클 각부의 고성능화를 심도있게 도모한 결과, 종래 일반적으로 알려진 사실이 반드시 사실이 아닐 수 있다는 것을 밝혔다. 그리고 성능 향상, 냉동기 유니트의 제조 단계에서의 이니셜 코스트 절감 노력, 또 시장에서의 수많은 실적 등의 성과에 의해 최근 냉장 냉동 분야에 있어서 NH₃/브라인 2차 냉매 시스템의 채용 건수는 크게 증가하고 있다.

금년에만 일본의 M사가 7, 500톤의 대규모 냉동 냉장 창고에 NH₃/CO₂ 쿨링 시스템을 채용하는 등 앞으로의 냉동 냉장 분야에 있어서 이와 같은 채용은 증가할 것으로 예상된다. 향후에는 각 용도의 NH₃/CO₂ 쿨링 시스템의 데이터 추적 조사 및 해석을 통해 성능 향상과 코스트 다운을 도모하여 안전

성·신뢰성은 물론 환경 부하가 작고, 보다 더 뛰어난 에너지 절약형 시스템을 개발해 나가야 할 것이다.

참고 문헌

1. 아카보시 신지 츠카사 : 「암모니아 냉매를 이용한 에바콘유니트의 상품화」, 코베 심포지엄 (2000)
2. 마치다 아키라등 : 「암모니아 냉동기의 최신 기술」, 건축설비와 배관 공사(2001. 3. 514. VOL.39. NO.3)
3. 코베 마사노리 : 「산업용 냉동 시스템의 기술 동향」, 전기평론 (2003.12. 제88권. 제12호)
4. 코베 마사노리 : 「최신의 산업용 냉동 냉장 창고에 대하여」 일렉트로 히트(2004.11. NO.138)
5. 고압 가스 보안 협회 : 「냉동 공기조절 정보」 (VOL.29) 