

차량 냉동컨테이너의 기술개발동향

본고는 수송용 냉동차량의 신기술동향에 관한 것으로, 냉동차량의 시스템 개량, 대체냉매용 냉동차량의 개발, 진공 단열기술, 신개념의 냉동수송 기술동향 등을 소개한 것이다.

오 후 규

부경대학교 냉동공조공학과 (headam@pknu.ac.kr)

서론

냉동수송에 대한 요구는 전 세계적으로 해마다 급증하고 있다. 특히 농수산물에 대해서도 공산품과 마찬가지로 그 생산이 점차 대형화, 집중화, 지역화 현상이 일어나면서 냉동수송은 필수적 수단이 되고 있다. 이와 관련하여 해마다 고속도로의 확충과 수송차량의 기술도 발전되고 있음은 사실이나, 식품을 비롯한 냉동품의 유통범위가 더욱 광범위해지고 원격화 됨에 따라 이와 관련한 새로운 유통기술이 요망된다.

기본적으로, 육상수송용 냉동장치는 트럭용 보냉벤에 의한 정온수송이 목적이다. 즉, 벤내에 화물을 적재하고, 그 품목의 입고품 본래의 품온을 최적상태로 유지시켜 수송하는 것이며 냉동제조를 위한 것은 아니다. 여기에 사용되는 냉동유니트는 여름의 고온, 우천에 의한 물보라, 노면으로부터 발생하는 진동, 충격 등의 가혹한 환경 하에서 사용되는 것이므로 육상용에 비하면 그 예를 찾아 볼 수 없을 정도의 가혹한 조건에서 사용된다. 또 냉동식품은 온도 관리가 화물의 상품가치에 큰 영향을 미치기 때문에 세밀하고 안정적인 온도제어를 위해서는 신뢰성이 높은 냉동장치의 사용이 불가피하다. 현실적으로, 수송과정 중에 벤의 온도관리가 잘못 이루어짐으로 해서 화물의 상품가치가 상실되는 경우가 있다. 이러한 위험 부담으로부터 벗어나기 위해서는 사용환경에 좌우되지 않는 안정된 냉동성능, 즉, 신뢰성이 높은 냉동장치는 아무리 강조해도 지나치지 않다. 그러나, 저온수송을 위해서는 냉각 경비가 소요되고, 이 경비를 가능한 최소화하기 위

해서는 외기와의 열손실을 줄여주는 방법이 필요하다. 이를 위해 우선, 방열측의 K값을 적게하면 좋다. 그리고 냉동장치 자체의 성능과 효율성을 향상시키는 방법이 있다.

최근 우리 나라에서도 이와 관련된 분야의 기술발전이 확대되고 있으나 선진국에 비해 상대적으로 취약한 실정이다¹⁾.

따라서, 본고에서는 점차 요망되고 있는 차량 냉동수송과 관련된 유익한 정보를 소개함으로써 관련 기술발전에 이바지하고자 한다.

저온수송용 냉동장치의 분류

육상 저온수송 수단은 트럭(트레일러, 컨테이너)수송과 철도화물수송으로 대별할 수가 있다. 수송식품은 어개류, 축육류, 기타 2차 가공품류, 유제품, 청과물 등이다. 이들은 산지에서 도시주변의 소비지(또는 그 냉장고)로 수송된다. 이러한 수송은 점점 장거리화 되고 있으며 경향이고 또 해마다 수송 품의 증대와 더불어 각종 냉동차량이 저온수송을 담당하고 있다고 추정된다. 저온수송을 목적으로 하는 냉각 유지 방법은 다종다양하나, 대략 아래와 같이 구별할 수 있다.

- ① 단열구조에 의한 벤의 보냉만을 하는 것
- ② 단열구조에 의한 벤의 보냉과 한계(얼음, 드라이아이스, 액체질소)에 의한 냉각
- ③ 단열구조에 의한 벤의 보냉은 물론 기계냉각(가열) 장치를 설비한 것

주 1) 그러나 최근, 진공단열판과 충전재의 경우, 대단히 우수한 제품이 국내기술진(생기원 등)에 의해 개발된 것이 있으며, 또한 일부 기업에서는 소형 냉동수송용 콜드물 박스 등을 개발하고 있는 등, 이 분야의 연구개발이 차츰 증대되고 있는 것은 사실임.

위에서 ①은 보냉차라고도 하는데 철도화물차에 많이 적용된다. ②는 얼음을 사용하는 아이스카방식, 액체질소분사식 등이 그 대표적인 것이다. 그리고 ③은 일반적 방법 외에 고내면에 플레이트형 열교환기를 부착하고 봉입된 2차 냉매를 순환시켜 냉각하는 방식의 콜드플레이트형이다. 이들 방식은 장거리 수송의 경우, 초기에는 온도관리의 목적을 달성하나, 점차로 온도가 상승하는 결점이 있으므로 중거리 수송에 적합하다. 또 드라이아이스, 액체질소를 사용하는 것은 경제적 면에서도 상당히 어려운 점이 있으므로, 이들의 결점을 보완하는 다양한 개량이 이루어져 왔다. ③에 대해서는 종래부터 가장 광범위하게 적용되는 방식이다. 냉매를 사용한 직접 팽창식에 의한 것으로서 전술의 것과 비교하여 냉각비용은 말할 것도 없고, 수송거리의 문제, 허용 품의 온도 등에 대해서도 상당히 개량되었다고 말할 수 있다. 냉동수송 차량은 외기온도와 고내온도차에 의한 침입열, 태양의 복사열 및 노면으로부터의 복사열, 물품 냉각열, 동력의 발열(증발기팬 등), 청과물에 대한 호흡열, 문의 개폐에 의한 환기손실열 등을 고려하여 압축기 및 부속설비의 용량을 결정한다.

일반적으로 외기 온도는 38℃, 일일 15시간 운전으로 -18℃에서 +14℃의 임의의 고내 온도를 제어할 수 있는 것이 보통이다. 압축기는 왕복동형이 많고, 응축기는 공냉식, 증발기는 경합금제 핀 강제 송풍식이 일반적이고, 바닥 면에는 30mm 정도의 통풍구를 만들고 있다. 동력원은 2톤 정도의 소형차에는 주행용 엔진구동에 의하고, 중형차 이상에서는 보조엔진으로 구동하는 방식이다. 이와 같은 기계냉각 장치는 주행 중의 진동, 충격 및 악천후에 의한 손상을 막기 위해 기계부분과 배관은 물론 전장부분의 내구성이 필요하다.

트럭에 사용되는 냉동장치는 보통 기계식, 축냉식, 액체 질소식의 3가지가 있다. 이 중에 가장 많이 채용되는 것은 기계식이고, 다음은 축냉식이다. 일본의 경우 기계식은 트럭용 냉동장치의 80%를 점유하고 있다. 이 이유는 고내 온도를 화물에 따라 임의로 설정할 수 있고, 주유소만 있으면 장거리, 장시간의 수송이 가능하기 때문이다.

기계식 냉동장치에는 차의 엔진으로 압축기를 구동하는 주(메인)엔진방식 또는 직결식과 압축기구동 전용 엔진을 장비한 전용 엔진식이 있다. 메인엔진식은 소형차의 대부분과 중형차의 일부에 채용되고 있다.

이 방식은 압축기 구동전용엔진이 필요 없기 때문에 소형, 경량이며 저렴한 특징이 있으나, 주행 엔진의 회전수에 의하여 냉동능력이 변동하는 것, 좁은 공간의 엔진룸 내에 압축기를 장착하여야 하기 때문에 구조상 제약을 받는 것, 또, 차의 모델 변경 때마다 그 영향을 받는 문제점이 있다. 보조엔진식은 차의 주행 속도에 무관하고 안정된 냉동능력을 얻는 것이 가능하며 냉동장치의 자유로운 설계가 가능한 이점이 있으나 메인엔진식에 비하여 대형으로 중량이고, 또 비싸다는 결점이 있다. 이 방식은 안정한 냉동능력 때문에 대형차의 장거리 수송용으로 사용되고 있다. 트럭용 냉동장치는 정차 중이거나, 또는 선박 상에서의 냉각을 위해 모터로 운전될 수 있도록 한 것이 많다.

냉동장치 자체의 형태 및 부착형태 상으로 보면, 일체형과 분리형이 있다. 일체형은 장착성 및 유지관리가 편리하다. 일체형의 냉동장치를 차체에 부착한 종류도 있다. 한편 분리형은 차체 하부에 콘텐싱 유닛을 장치하는 것(언더마운트)이 있는데, 이것은 일본에만 있는 형태이다. 언더마운트는 기계부분이 노면에 근접하기 때문에 도로가 나뽀 경우 장치가 파손될 위험이 있고, 또 도로의 오염물질에 의해 장치가 부식될 위험도 있다. 이와 같은 결점이 있으면, 일본에서 생산하고 있는 이유는, 일본고유의 법률에 기인한다. 즉, 도로운송 차량의 보안기준 제 5조의 4항에 [자동차의 좌측 및 우측 각각 35도까지 경사졌을 경우 전복되지 않을 것]이라는 기준에 언더마운트형이 대단히 유리하기 때문이다.

축냉식은 냉동판 방식이라고도 불리는 금속용기에 축냉제로 충전하고, 이 사이에 냉매배관을 통과시켜 냉각동결시킨 후, 이 동결된 축냉제의 융해 잠열로 차 내를 냉각하는 것이다. 냉동판은 보다 내측의 양측면, 전단면, 천장 등에 장착한다. 차내의 냉각은 자연대류에 의한 것, 차내온도를 균일화할 목적으로 팬을 설치하여 내부공기를 순환시키는 것이 있다. 냉동판의 축냉제 동결은 중앙 집중식과 각 냉동차에 냉동기를 장비하는 방법이 있으나 실제에서는 거의 후자이다. 냉동판 방식은 취급이 용이하고 고장도 적고, 유지비가 저렴하며 주행 중에 소음이 없는 등의 장점이 있으나, 냉동판의 중량이 크기 때문에 화물 적재량이 감소하고, 냉동차마다 설정온도가 고정되는 등 온도유지에 한계가 있는 단점이 있기 때문에 특정 화물배송용으로 용도가 한정되어 있다.



기술개발의 핵심내용

진공단열콘테이너

냉동장치에서 외기 침입부하는 대단히 크다. 특히, 수송용 냉동차량의 경우 거의 전부가 외기부하로 생각하여도 될 것이고, 이것은 단열시공과 밀접한 관련이 있다. 현재 일반적으로 사용되는 우레탄폼보다 더욱 더 성능이 좋은 것으로 진공 단열판이 있다. 이것은 일반가정에 사용되는 스텐레스 보온병에서와 같은 단열방법을 적용한 것이다. 간단한 예로, 5톤 냉동콘테이너의 실온이 -20°C (외기 30°C), K값이 $0.3 \text{ kcal/mh}^{\circ}\text{C}$ 일 때 드라이아이스를 사용할 경우 약 150kg/day , 휘발유 26L/day 정도가 소요된다고 보면, 휘발유의 경우 초기투자, 연간 가동율, 고장율, 초기 쿨다운 능력 등에서 단점도 있지만 훨씬 장래적으로 볼 때 경제적이다. 즉, 이것은 드라이아이스와 비교한 것이지만, 역시 냉동기에는 고가의 운전경비가 소요되므로 이 경비를 줄일 수 있는 확실한 방법이 진공단열이다. 그런데, 보온병은 소형이며 원통이기 때문에 비교적 얇은 판재로서 구성되어 있으나, 콘테이너의 경우 각형이며 또 평판사이를 진공으로 하여야 하는데, 이것을 유지하기 위해서는 1 m^2 당 10톤 정도의 대기압에 견딜 수 있어야 한다. 즉, 단열판의 충전재료로는 $10\text{톤}/\text{m}^2$ 이상의 내압축력일 것, 열전달이 어려운 물질일 것, 충전 가스의 누설이 없을 것, 그리고 내열온도가 높을 것 등이 필요하다. 이러한 요소를 만족시키는 것으로는 광물질이나, 경량, 다공질인 경산칼슘 보온재가 있다. 그리고 외피재로서 요구되는 성질은 다음과 같다.

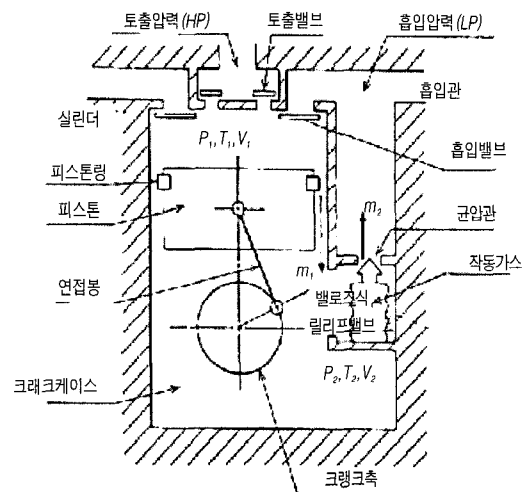
- 모든 가스를 완전히 차단할 수 있을 것(유리, 금속 등)
- 접착을 위한 가공성이 좋을 것
- 부식이 없을 것
- 열전도율이 낮고, 모서리 가공을 위해 연성이 있을 것(SUS 304 등)

SUS판의 경우 단열성능, 중량, 단가 등의 면에서 얇을수록 좋으나, 물리적인 강도, 내구성 등을 고려하면 $0.5\sim 0.2 \text{ mm}$, 모서리 재료는 $0.1\sim 0.05 \text{ mm}$ 정도가 적당하다. 그런데, 진공단열판은 표면재가 얇고, 또 대형일 뿐만 아니라 콘테이너의 경우는 포크 리프트 등에 의해 거칠게 취급될 경우가 있으므로 항

상 손상의 우려가 있다. 일단 외상으로 진공이 파손되면 냉동수송차로서 아무런 힘이 없는 상태로 된다. 따라서, 진공이 파손된 때에도 최소한의 손상에 머물도록 구조설계를 할 필요가 있다. 또 단열성에 대해서는 6면 중의 일면이 진공파손되어도 그 면의 열전도율은 0.033정도로 보면, 전체로서의 K값은 그다지 변하지 않는다($K=0.1$ 에서 0.2 정도 상승)는 것이 패널 조립식 진공단열의 특징이다.

신냉매용 제어시스템의 개선

환경친화적 냉매인 3성분혼합냉매(R-404A, HFC-125/143a/134a:44/52/4wt%)는 수송용 냉동차량에 적합하나, 실제 운전에서는 포화증기압력이 R-22에 비하여 20%정도 높고 임계온도가 낮다. 그리고, 압축기 토출압력과 응축온도의 한계성 때문에 냉매순환량을 감소시켜야 하므로 냉동능력도 감소한다. 일본의三菱중공업에서는²⁾ 이러한 신냉매의 결점을 보완하기 위한 기술을 개발하였다. 이 방법은 고압냉매의 성능을 최대한으로 활용하기 위해 종래의 흡입압력조정밸브 대신에 복합제어밸브시스템을 사용하여 토출압력제어의 최적화를 시도한 것이다. 장치의 기본은 그림 1에서와 같이 일반 수송용 냉동 배과 같이 응축기 유니트와 증발기 유니트 및 압축기와 배



[그림 1] 왕복동 압축기의 크랭크케이스 내압력제어기구 (압축기의 블로바이가스 압력을 이용한 크랭크 케이스 내압력제어기구)

주 2) 三菱重工技報, Vol. 33, No. 2, 1996-3.

관으로 접속되어 있다. 응축유니트는 맨의 상부 전면
에 있거나, 혹은 차량의 사시 옆에 부착하는 언더 마
운트가 있다. 증발부는 맨내에 부착된 증발코일, 온
도팽창밸브, 아큐무레이터, 액바이패스 전자밸브, 팬
모타 등으로 구성되어 있다. 증발기유니트와 압축기
사이에는 흡입압력제어밸브가 설치되어 있다. 종래
의 시스템에서는 흡입압력제어밸브는 외기온도가 높
을 때나 제상할 때 토출압력을 제어하기 위해 압축기
흡입압력의 상한을 제한하기 위한 것이다.

그런데, 이러한 종래의 방법으로 고압 신냉매에 적
용할 경우 여러 가지 문제점이 있다. 즉, 응축기기의
용량은 종래와 같기 때문에 응축압력(토출압력)이
높게된다. 이에 따라 압축기의 축수 부하 등이 대폭
으로 증대하여 신뢰성이 저하한다. 따라서, 종래와
동등의 외기온도에서도 동등의 압력으로 운전하기
위해서는 압축기 흡입압력을 종래보다도 낮게 제어
하여야 하나, 이 때는 냉매순환량이 감소하여, 냉동
능력 저하 현상이 발생한다. 신냉매 시스템 구축을
위해서는 이러한 문제해결이 선결되어야 한다.

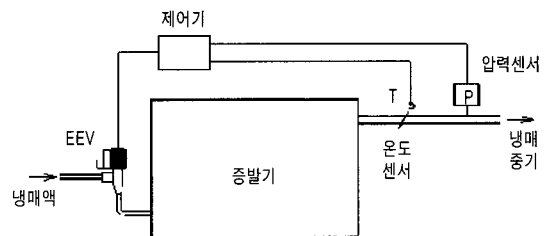
이러한 문제는 토출압력, 증발압력, 흡입압력 등의
제어인자를 각각 독립한 최적 제어로 해결할 수 있
다. 제어방법에는 종래의 흡입압력제어밸브의 위치
에 복합제어밸브를 설치하면 가능하다. 그림 2와 같
은 복수제어밸브는 다음과 같은 3가지기능을 한다.
즉, 종래의 흡입압력제어 대신에 압축기 토출압력을
직접검출하고, 설정 값까지 상승한 경우에 한하여 흡
입냉매유량을 연속제어한다. 이렇게 함으로서 토출
압력을 소정의 값 내로 제어하여 연속운전을 가능하
게 한다. 정지 중에는 압축기 전후의 차압을 없애, 기
동부하 저감을 도모한다. 또한 압축기 정지 중은 흡
입관을 막고, 온도차나 고저압차에 기인하는 액냉매
역류를 방지한다. 이러한 역할을 하는 복합제어밸브
는 파이롯트밸브, 균압공, 차압응동밸브로 구성되어
있다. 통상 운전의 경우 파이롯트밸브는 전폐이고,
실린더내는 토출압력과 흡입압력과의 차압에 의하여
차압응동밸브는 전개되어 있다. 토출압력제어는, 압
축기 토출압력이 설정값까지 상승하면, 파이롯트밸
브가 비례적으로 밸브개도를 증가시킨다. 파이롯트
밸브가 열리고 실린더 내의 냉매는 압축기로 배출되
어 차압응동밸브의 전후차압이 감소한다. 스프링 힘

의 작용으로 차압응동밸브가 연속적으로 닫힌다. 증
발기로부터의 압축기 흡입통로를 줄임으로 냉매순환
량을 감소시켜 토출압력의 상승을 억제한다. 압축기
를 정지할 때는압축기와 역지밸브 사이의 냉매를 균
압공에서 복합제어밸브와 압축기의 사이로 방출하
고, 차압응동밸브를 전폐하여 압축기 전후의 압력차
가 없도록 한다.

대체냉매 냉동유니트의 개선

육상수송용 냉동유니트는 차량에 탑재되기 때문
에 압축기, 열교환기 등의 주요기기를 크게 변경하는 것
이 어려워 주요기기의 변경 없이 대체냉매화 할 필요
가 있고, 대체냉매도 기존의 냉매와 그 특성상 냉동
능력이 유사한 것으로 선정하는 것이 바람직하다.
일본의三菱 중공업에서는 프레온 규제에 대비하기
위하여 3성분혼합냉매 (HCFC 22 + HCFC 124 +
HFC 152a, 이상 T.B.R 라함)를 사용하여 육상수송
용 냉동유니트를 개발하였다³⁾.

대체냉매를 기존냉매와의 냉동능력 기준으로 동등
하게 사용하기 위해서는 냉동장치를 운전할 때 온도,
압력 밸런스 등의 문제점을 해결해야 된다. 저온용
냉동장치에서 고 압력비로 운전될 경우, 압축기의 토
출가스 온도가 고온으로 되며, 또한 압축기내 압력도
부압이 되기 때문에, 윤활유의 열화, 공기, 수분 등의
침입에 의한 문제가 발생한다. 대체냉매의 경우 이러
한 여러 가지 문제점을 압축기에서 액냉매를 바이패
스(by-pass)시키는 방법으로 해결한 것이다. 즉,
토출온도를 낮추는 시스템, 압축기의 블로바이 가스
(blow-by gas: 크랭크케이스와 실린더사이에 누출
되는 가스)압력을 이용해서 압축기내의 압력을 제어
하여 부압방지를 한 것이다. 장치의 전체 구성은 그
림 1과 거의 같다. 복합제어밸브의 제어구조 개략은



[그림 2] 전자 팽창 밸브 시스템 개요도

주 3) 2002년도 대한설비공학회 냉동냉장설비전문 학술강연회 논문집 67페이지 참조.



다음과 같다. 즉, 압축기에서의 액바이패스는 응축기에서 액화된 냉매액의 일부를 압축기의 흡입관에 주입함으로써 해서 토출가스 온도상승을 막고, 저온영역에서의 저압저하를 방지하는 것이다. 이것은 압축기의 윤활불량, O링, 샤프트 실(shaft seal) 등의 열화 및 윤활유-냉매의 열화 등에 의한 압축기의 신뢰성 저하를 방지하기 위한 것이다. 이 방법은 압축기의 크랭크케이스와 흡입 케비티(cavity) 사이에 초소형 릴리프 밸브를 내장시켜, 압축기의 블로바이 가스를 이용한 압축기 크랭크 케이스내 압력제어를 한 것이다. 즉, 압축기흡입 케비티(cavity)와 크랭크 케이스의 사이에 초소형의 벨로즈(bellows)식 릴리프 밸브를 내장한 것이다. 이 릴리프 밸브는 벨로우즈 내부에 작동가스가 봉입되어 압력제어를 위한 비례 동작은 벨로우즈의 용수철 힘과 봉입가스의 압력으로 작동된다. 벨로우즈 외측에 작동하고 있는 크랭크 케이스 내압이 높은 영역에서는 릴리프밸브는 전개되어 그 압력이 설정 압력까지 저하하면 벨로우즈의 용수철힘과 작동가스 압력의 합력으로 밸브를 닫기 시작하고, 대기압 근방까지 저하하면 팽창밸브는 완전히 닫히게 되어 압축기 크랭크 케이스내 압력은 항상 정압으로 유지된다.

온도제어기술

육상수송용 냉동차의 고내 온도제어는 증발기 흡입 공기 온도에 의하여 on-off제어를 하고 있다. 이것은, 고내에서 온도가 가장 높은 증발기 흡입온도를 제어하는 것이 안전하며 용이하기 때문이다. 그러나, 장시간, 장거리 수송용 농수산물에 증가하고 있고, 이들은 보통 0℃를 조금 상회하는 온도대에서 수송된다. 고내 온도를 0℃로 설정한 경우, 증발기 출구 온도는 -5℃ 정도로 되어, 취출구 근방에서는 부분적으로 동결하는 경우가 있다. 이것을 해결하기 위해 고내 최저온도인 증발기 출구온도를 무단계 제어하는 방법을 채택하고 있다.

전자식 팽창밸브 채용

증발기는 전자 팽창 밸브에 의하여 한계 과열도로의 최적 제어가 가능해지고, 온도식 팽창 밸브에 비하여 증발관내의 유효 면적이 증가하여 총괄전열계수가 증가된다. 따라서, 증발기 능력을 100% 가까이 이용할 수 있어, 운전시간을 단축할 수 있다. 또,

증발기의 과열도를 낮게 운전함으로써 압축기의 흡입 가스온도 저하, 흡입가스 비체적 감소, 압축기의 토출량 증가, 토출가스 온도의 저하를 얻을 수 있고, 양호한 효율의 운전이 가능하다.

동일한 조건으로 냉각 운전을 할 경우, 전자 팽창 밸브는 온도식 팽창 밸브에 비해 30% 정도 에너지를 절약시킬 수 있다는 실험 보고가 있다.

냉동차량의 최근 기술 동향

냉동차, 보냉차(保冷車)

약 90% 이상의 식품은 자동차, 철도, 선박 등의 수송 기관 중에서 자동차로 수송되고, 특히 생선 농산물의 수송에 있어서는 냉동차, 보냉차를 사용하는 것이 많다. 냉동차는, 장착하고 있는 설비에 따라 기계식 냉동차, 야채식 냉동차, 액체식 냉동차로 크게 구별된다. 냉동차에서는 「냉동 유닛의 소형화-경량화」, 「에바 하우스(evaporator house)를 부착한 밴의 개발」, 「서브(sub)엔진식 동력원의 디젤 엔진화」, 「냉동용 엔진의 효율적 제어방식 개발」, 「보존온도가 다른 식품을 동시에 배송하기 위한 차체의 다실화」 등에 대해 연구 개발되고 있다. 그리고 보냉차의 기술 개발에는 차체의 경량화와 새로운 단열재의 개발에 관심이 집중되고 있다.

유닛 로드 시스템

유닛 로드 시스템은 「각각의 수송물품을 어떤 단위로 합친 상태에서 일련의 수송, 보관 그리고 하역의 그 각각에서 효과를 가져오는 체제」를 말하고, 유닛 로드는 유닛 로드 시스템 각각의 수송물품을 어떤 단위로 합친 상태를 말한다. 유닛 로드를 만드는 방식에는 팻릿(pallet)을 사용하는 파레티제이션(palletization)과 컨테이너를 이용하는 컨테이너제이션(containerization)이 있다. 팻릿을 이용한 물류에는 팻릿의 회수가 문제이다. 이 때문에 팻릿의 대출(貨出)제도 도입, 사용된 팻릿의 재사용 등이 고려되고 있지만 아직 통용되고 있지 않다. 식품의 컨테이너에 의한 수송에는, 냉동 컨테이너와 보냉 컨테이너가 사용되고 있지만, 최근 새로운 냉기 순환 방식의 냉동 컨테이너와 빙온 컨테이너라는 새로운 타입의 냉동 컨테이너가 개발되고 있다. 보냉 컨테이너에는 진공 단열판을 사용한 컨테이너가 출시되었다. 유닛 로드

시스템을 청과물에 응용한 예로서, 따뜻한 지방의 밀감을 소형 컨테이너를 이용한 선박 수송이 있다.

완충재(緩衝材)

청과물과 가공 식품 등의 식온(食溫) 유통에서는, 수송 중에 발생하는 진동-충격으로부터 내용물을 보전하기 위해서 각종의 완충재가 사용되고 있다. 현재 주로 사용하고 있는 완충재로는 플라스틱 폼, 폴리 염화 비닐 트레이(tray) 등의 석유 화학 제품과 묘목, 벌집, 왕겨(등겨) 및 종이 등의 비석유 화학제품이 있다. 최근의 연구에서는 소재 자체 개발보다 식품의 적정완충 포장에 관한 것이 많다. 특히, 실제 수송 상태를 실내에서 똑같이 재현하는 수송 시뮬레이션은 적정완충포장을 효과적으로 행하는 기술 수단으로서, 각 방면에서 주목되고 있다.

선도(鮮度) 유지 자재

필름(film) 포장에는 주로 폴리 에틸렌 소대(小袋)가 사용되고 있지만, 최근에는 청과물 등 생선식품의 선도유지를 목적으로 한 새로운 재료가 개발되고 있다. 이러한 재료는 명확한 정의가 없지만, 종래의 재료와 비교해서 「기능성 재료」라고 한다. 기능성 재료에는 기능성 필름, 기능성 시트(sheet), 축냉재, 기능성단 불(bowl) 상자, 단열용기 등이 있지만, 이런 재료는 개발된 시일이 짧다. 선도 유지 등에 응용한 예는 아직 보고 되어 있지 않지만, 그 효과에 관해서는 현재 국공립연구기관, 대학 등에서 연구가 진행되고 있다.

POS(Point of Sale)시스템

최근 식품의 소매업계에서는 경영효율화를 위한 기술혁신의 하나로서 POS시스템이 급속도로 도입되고 있다. POS는 Point of Sale의 약자로서 이 시스템은 판매시점 정보관리 시스템이라고도 한다. 슈퍼마켓, 편의점(convenience store)을 중심으로 보급되고 있다. 현재 세계최대의 POS 시스템의 네트워크(network)이 세븐-일레븐에서 구축되었다. 많은 정보를 바탕으로 한 소비자의 요구에 대한 정확한 파악이 이후의 중요한 과제이다.

다이킨의 콜드룸 박스

최근 일본의 (주)다이킨에서는 소위「다이킨 콜드

룸 박스」를 개발하였다. 이것은 종래의 냉동차 단점을 보완한 것이다. 즉, 종래는 하나의 냉동차에는 같은 온도대인 하나의 냉장실로 구성된 것이므로 수송하고자 하는 냉동품이 소량이거나 요구 온도대가 다를 경우는 냉동수송에 대단히 어려운 점이 많았다. 이러한 결점을 보완하는 방법으로 다이킨에서는 냉동박스 개념의 소형 냉동박스, 소위 다이킨「콜드룸 박스」를 개발한 것이다. 따라서 이것은 소형이므로 소 용량 수송, 그리고 온도대가 다른 물품을 보통 수송용 냉동차에 적재하여 수송할 수 있다는 장점이 있다. 이러한 기술개념에 대해서는 국내에서도 관심을 가지고 있는 회사가 있으며, 수년내 상품화 될 것으로 기대된다.

결론

이상으로 수송용 냉동장치 중에 냉동트럭과 관련된 최근의 기술개발 동향을 살펴보았다. 냉동트럭은 본래 소정의 온도 상태인 물품을 그 온도로 유지하면서 수송하는 능력만 가지고 있다. 따라서 저온수송용 물품은 산지 또는 가공공장 등에서 소정의 온도까지 냉각하는 공정 즉 예냉을 하여야 한다. 이것은 콜드체인(冷쇄)의 기본이다. 그러나 현실에는 예냉 없이 또는 불충분한 예냉 상태로 컨테이너나 트럭에 적재하는 경우가 있고, 야체나 과일류는 호흡열 때문에 내부가 부패하거나 고내가 소정의 온도까지 저하 하지 않은 경우가 있다. 이와 같은 경우 대다수의 관계자는 예냉 미실시, 불완전한 장치, 단열불량 등은 생각하지 않고, 냉동장치의 고장이거나 냉동능력 부족이라고 생각하는 경향이 있다. 따라서, 예냉 실시 등의 기본원칙 엄수 및 보디의 단열성능 향상과 냉동장치의 최신설비에 대한 중요성을 충분히 인식하여야 할 것이다.

3성분 혼합냉매인 R404A 냉매는 종래의 냉매보다도 포화증기 압력이 높아 기기의 내압상승, 냉동능력 확보가 냉동장치 개선을 위한 중요 과제이다. 여기에 대처할 기술로 종래의 흡입압력 제어밸브에 대신에 복합제어 밸브를 사용함으로써 해결 가능하다. 또 퍼지 제어에 의하여 증발기 출구온도를 정밀 제어함으로써 종래의 단점을 보완할 수 있다.

냉동트럭으로 수송되고 있는 화물은 식품, 의약품, 꽃, 전자부품 등 여러 가지가 있는데, 점차 이들 각자의 수송온도 관리를 엄격하게 요구하고 있는 경향



차량 냉동컨테이너의 기술개발동향

이다. 최근 수송효율 향상을 목적으로 밴내에 증발기를 부착한 냉동차가 증가하고 있으며, 또한 한 대의 냉동트럭에 수송온도가 다른 물품을 동시에 수송할 수 있는 다운도대 냉동차도 개발되고 있을 뿐만 아니라 일부 국가에서는 실용화되고 있는 경향이다. 그리고, 메인엔진식은 냉동능력 불안정이라고 하는 단점에도 불구하고 소형차와 중형차의 일부에서 채택하고 있으며, 가격이 저렴하고 경량이므로 이 방식이 대형차에도 널리 적용될 가능성이 높다. 기타 최근의 냉동차 기술개발 동향과 냉동차의 외기부하 경감을 위해서는 진공단열 시공이 가장 유리하고, 또 냉동차량분야에 선진기술을 보유하고 있는 일본

다이킨의 콜드롤 박스를 소개하였다. 그리고, 우리나라는 비록 자동차 생산기술 선진국이라 할 수 있으나 냉동차를 비롯한 특장차 분야에서는 여전히 후진성을 면하지 못하고 있다. 하루 빨리 냉동차에 관한 선진기술 확보가 냉동차의 보급 확대는 물론 국민 식생활 개선에도 이바지할 것으로 생각한다. 끝으로 본고는 2002년 대한설비공학회 냉동냉장설비 전문위원회(위원장 : 오종택 교수) 발표와, 동년 농업기계화연구소 국제학술발표대회(2002. 11, 윤홍선 박사)에서의 발표 내용을 요약한 것임을 밝히며, 좀 더 자세한 내용은 상기 강연 논문집을 참고하면 좋을 것으로 생각한다. (주)