

냉동공조설비의 냉매가스(고압가스)의 안전*

Safety of Refrigerants Gas in Refrigeration and Air-Conditioning System

T. Toyonaka**

1. 머리말

「냉동 100년」의 역사는 「냉동안전의 역사」라고 해도 좋을 정도로 안전이 중요한 위치를 차지하여 왔다. 그중 최근 35년간은 프레온가스의 개발과 보급이 이루어졌고 이에 따라서 밀폐형 압축기가 개발되었으며 냉동장치의 유니트화가 급속하게 진행되었다.

그 배경에는 공기조화의 비약적인 발전과 생선식품의 콜드체인 체제의 확립이 있다.

이와 같은 냉동, 공기조화의 눈부신 발전과 보급이 있었음에도 불구하고 「사고」의 건수는 별로 증가하지 않았다.

그 가장 큰 요인은 ①프레온냉매의 안전성, ②냉동장치의 유니트화, 즉 원래 현장에서 설치 조립하는 시설이던 것을 설비로서의 요소가 강한 것을 표준규격화해서 공장생산 제품으로 한 것, ③생산기술의 향상에 의한 품질의 안정 등을 들 수 있다.

데이터는 좀 오래되었으나 일본에서의 1963년~1974년의 11년동안의 사고 예를 상세하게 조사한 결과가 표1이다.

이 결과로부터 알 수 있는 것은 냉동의 보급이 증가하였음에도 불구하고, ①사고는 연간 10건 정도로서 이 조사 이후에도 별로 변화하지 않았다(많아지지도 않고 적어지지도 않

았다). ②암모니아와 프레온의 사고를 비교하면 10대1 정도이다. 그리고 암모니아 사고중에서 가스누설 관계는 약 70%의 높은 비율을 차지하고 있다. 즉 어떤 원인으로 암모니아가 누설하여 기계실로부터 외부로 흘러서 주변의 주택지에 자극적인 냄새가 번지는 소란을 일으키는 사례이다. 만일 이와 같은 사고를 없앨 수 있다면 암모니아 냉동시설도 상당히 안전한 편에 든다고 말할 수 있을 것이다.

또 한 가지 특징적인 것은 압축기, 압력용기, 배관 등의 내압성능과 관련되는 사고는 뚜렷하게 감소되고 있다(이 중에서 유리관 액면계의 파손이나 패킹의 손상 등은 별도로 생각하고) 즉, 일반적인 인식으로는 <고압가스> → <이상고압의 발생> → <폭발>이라는 연상을 할 수 있으나 긴 안목으로 살펴 볼 때의 사고의 실태는 그렇지 않다는 것을 나타내고 있다. 그러나 사고에는 0은 아니므로 방심해도 좋다고 말할 수는 없다.

그 결과 앞으로의 안전의 향상에는 다음과 같은 점이 중요하다고 할 수 있다.

① 압력용기나 기기의 제조에 대한 기술상의 기준에 대해서는 현재 수준 이상의 강화는 안전효과/비용이라는 면에서 반드시 좋다고 말을 말할 수 없다.

② 시설에 대한 기술상의 기준은 시설의 내

* 1989년 5월 19일 하계 학술발표회에서 강연

** 일본냉동협회 부회장

용이 차츰 발전되어 나가는 점과 또한 사고에 대한 반성도 포함하여 적시에 보강해 나가야 한다.

③ 운전, 보수방법의 기준에 대해서는 오히려 설비공사업자의 기술력이 대세를 가름하게 된다. 속어로 에어컨디셔너를 파는 것이 아니고 찬바람을 판다고 하는 말이 있으나 찬바람과 함께 부수하여 안전도 팔아야 한다.

④ 장래에 있어서 가장 중요한 것은 말할 것도 없이 경년열화(經年劣化)에 대한 대처방법이다.

다행히 냉매설비에는 내면(냉매측)의 부식은 없다. 이점 외면의 부식에 따라서 경년열화를 판정하기가 쉽다.

⑤ 사용자와 서비스업자와의 연간 보수계약의 추진과 동시에 보수점점의 이행(안전과 기능의 유지 및 수명의 연장을 위한 점검할 곳과 그 방법, 판정기술 등의 확립을 포함해서)이 필요하다.

2. 내압성능에 대한 고려

냉동시설의 사고중 냉매설비(압축기나 압력용기 등의 배관 이외의 부분과 배관부분의 양쪽을 포함해서)의 내압성능에 관계있는 사고는 현재로는 극히 적다.

따라서 범기준의 규정에 따라 소정의 과정을 거쳐서 설계하고 재료를 확인, 가공하고 용접해서 완성된 용기 등에 대하여 설계압력의 1.5배 이상의 압력으로 내압시험을 실시하고 합격한 경우 어떤 것이 보증되고 어떤 것이 보증되지 않는지를 생각해 보기로 한다.

이 내압시험으로는 각 부에 발생하는 응력이나 동체직경의 변화(변형량)를 계측할 수 없으나 관찰에 의해서 심한 변형이나 파괴에 도달할 것으로 예상되는 불량한 점은 판정할 수 있으며 내압시험의 의의는 다음과 같다.

① 설계압력 범위내에서 내압성능이 만족한 상태에 있어서 만일 설계상의 잘못이나 가공 불량, 용접불량이 있다고 해도 사고는 피할수 있다는 확인을 할 수 있다.

② 이때 패킹으로 죄어지는 부분이 규정된 것을 사용한 상태에서 시험하면 이들을 포함하는 확인을 할 수 있기 때문에 완성상태에 더욱 가까운 형태에서 실시해야 한다.

③ 결과적으로 보증할 수 없는 것은 경년열화와 외력(타격 등)에 의한 손상이나 저온취성 파괴(거의 일어나지 않는다)의 3가지이다.

이상을 요약하면 내압시험이 갖는 의의는 상당히 커서 제품의 품질관리의 출발점이 된다.

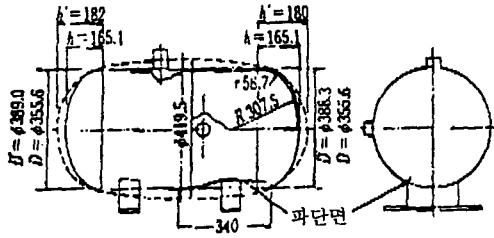
따라서 내압용기류는 강하면 강할수록 좋다고 하는 생각을 부정하고자 한다. 이것은 다시 말하면 내압용기류는 필요 충분한 강도는 소요되지만 만일 설계압력 이상의 이상고압이 발생할 때 그 압력이 너무 높아지기 전에 파괴되는 편이 파열에 따라서 일어날 수 있는 위해의 정도는 적고 강하다고 해서 한없이 높은 압력에 견딜 수 있는 것은 아니므로 강하면 강할수록 안전하다고는 말할 수 없다.

이 때 파괴되는 곳이 문제이므로 경판의 용접부 전부가 절단되어서 경판이 날라가는 것과 같은 파괴를 일으키지 말고 극히 일부가 파괴되면 그만큼 안전한 것이므로 오히려 국부적인 약점이 있으면 좋다고 말할 수 있다(안전밸브나 파열판은 이와 같은 작용을 하는 것이다). 압력용기의 파괴시험을 할 때 가압펌프를 작동시키면 처음에는 곧 압력이 상승하는데 보통의 내압시험에서는 이 압력범위에서 끝나버리므로 이후의 움직임은 알 수 없지만 시험압력을 점점 높여서 가압하여 나가면 마침내 가압펌프를 최대로 작동시켜도 압력은 별로 상승하지 않는 단계에 도달한다.

이것은 용기의 어떤 부분(이것이 차츰 전체로 퍼져 나간다)이 항복점에 도달해서 변형이 발생하여 성장하는 것을 나타낸다. 따라서 원통동체 등은 동체직경이 차츰 팽창해서 내용적이 증가하는 것이다. 이것은 상당히 뚜렷하게 판단할 수 있으므로 설계상으로 생각할 수 있는 것 보다는 실제적인 작업으로 항복의 시작을 판정할 수 있는 것이다.

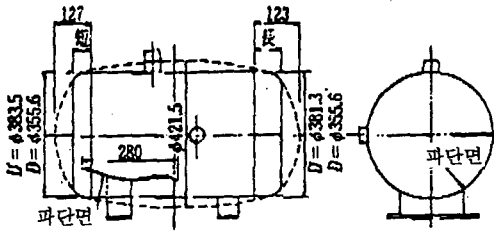
이와 같은 점으로부터 밀폐형 압축기의 하우징과 같은 복잡한 구조의 용기 등의 설계강

a. 시험용기 No.1 파괴시험



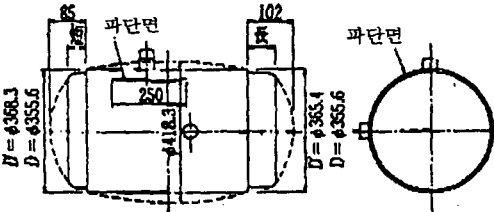
파괴 압력	220 kgf/cm ²
파괴의 상황	접시형 경판은 다소 팽창되었으나 경판과 용접부는 손상이 없고 동체의 각 용접부에서 균열이 발생해서 파괴되었다.

b. 시험용기 No.2 파괴시험



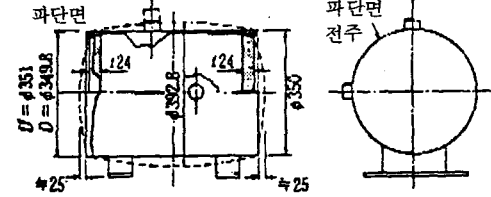
파괴 압력	230 kgf/cm ²
파괴의 상황	평경판은 접시형으로 팽창하였으나 경판면 및 용접부에는 손상이 없고 각 설치 용접부에 저균열이 발생하였다.

c. 시험용기 No.3 파괴시험



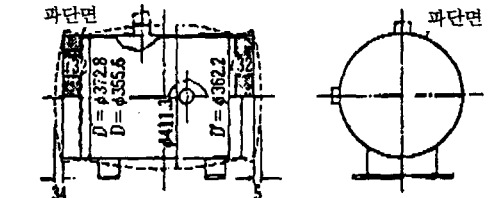
파괴 압력	228 kgf/cm ²
파괴의 상황	평경판은 접시형으로 팽창하였으나 경판면 및 용접부에는 손상이 없고 공기 뽑기용 소켓 용접의 열영향부에 균열이 발생하였다.

d. 시험용기 No.4 파괴시험



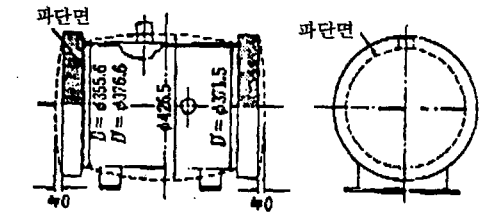
파괴 압력	220 kgf/cm ²
파괴의 상황	평뚜경판은 상당히 팽창해서 가압중에 갑자기 파괴되었고 평뚜경판의 용접부 전주가 순간적으로 파단되었고 평뚜경판은 떨어져서 날려갔다.

e. 시험용기 No.5 파괴시험



파괴 압력	230 kgf/cm ²
파괴의 상황	동체와 평뚜경판의 맞대기 용접부에 용접선에 따라서 균열이 발생하였다.(전주의 약 3/5)

f. 시험용기 No.6 파괴시험



파괴 압력	255 kgf/cm ²
파괴의 상황	평뚜경판의 팽창은 극히 미소하였고 가압중 갑자기 파괴되어 평뚜경판은 용접부 전주가 순간적으로 파단되었고 평뚜경판은 떨어져서 날려갔다.

도 확인방법이 활용되고 있다.

이와 같이 내압성능은 설계계산에 의하지 않고 실제의 구조설계를 실험이라고 하는 수단을 거쳐서 확인하는 것이 가장 확실하므로 재료의 선택이나 가공수단을 포함하는 점검을 할 수 있다.

〈냉동〉은 물품도 작은 것이 많고 양산제품이 많으므로 다소 노력과 경비가 들더라도 더욱 타당한 설계수단을 취해야 한다. 이제 과잉품질은 무의식적으로 지나쳐 버리는 시대는 지나가야 하고 자원절약에 대한 노력도 아울러서 필요하다는 것은 말할 것도 없다.

그림 1은 냉동용 압력용기의 강도에 관한 시험결과를 나타내는 것으로서 경판의 각종 형상과 용접방법을 조합하고 특히 용접부를 약하게 한 형태로 가공(동체를 강하게 하고 용접부가 파괴되도록 두께도 얇게 하였다)한 것이다(동체직경은 약 350φ로 통일).

3. 유니트형에 대한 고려

제 2차 세계대전후의 냉동기술의 비약적인 발전은 프레온냉매의 출현에 의한 것인데 이에 따라서 밀폐형 압축기가 개발되었고 이것이 냉동장치를 유니트화해서 〈상품〉의 형태로 발전하였다.

일본의 경우 그의 전도적인 역할을 다한 것이 수냉식 패키지 에어컨디셔너(1960년경)이고 창문형 룸 에어컨디셔너, 냉동 쇼케이스로 극히 짧은 기간에 다방면으로 확대되어 나갔다.

그의 배경에는 여러가지 기술적인 문제가 있었는데 그 역사의 일면을 돌이켜 보기로 한다.

(1) 압축기의 밀폐형화는 이제까지 냉동기술자에게 최대의 고민거리였던 “축봉장치의 가스누설”에 중지부를 찍었다.

(2) 그런데 밀폐형 압축기의 사용으로 최초로 직면한 것이 절연의 열화에 의한 소손사고의 속출로서 전동기코일도 개량했지만 냉매계통의 수분과 이물질의 추방이 가장 중요한 과제라는 것이 판명되었고 이와 같은 점으로부

터도 관리하기 쉬운 공장생산의 유니트화 지향이 도모되었다.

(3) 공기조화(냉방)의 이용이 확대되어 일본의 경우에는 전화교환기 시설 등에서 선두로 패키지 에어컨디셔너의 수요가 발생하기 시작하고 차츰 점포로 확대되어 나가는 경위를 거쳤다. 여기서 원래는 현장에서 조립 설치하던 것을 최대한으로 공장 생산으로 바꾼다고 하는 것이 유니트화의 촉진요인이 되어 냉동공조산업을 근대산업의 대열에 추가하였다.

(4) 「현장설치가 공장생산으로 바뀌었다」고 하는 것은 표준규격화의 효과를 포함해서 양산체제로 되므로서 품질의 안정, 현장설치의 노력절감과 공사의 비기술자화(시공기술은 높은 수준의 기술을 필요로 하지 않는다) 기기 및 설비공사의 비용절감화, 설비설계의 간이화, 그리고 운전기술이 불필요한 것 등 여러가지의 파급효과를 가져왔다.

그리고 안전상으로 보더라도 안전성의 향상은 크고 특히 후레온의 안전성은 물론 냉매충전량의 대폭적인 감소에 의한 안전성의 향상이 도모되어 보급에 따른 사고증가는 일체 없었던 점은 액화석유가스(L. P. G)의 보급과 비교하여 큰 차이가 있다.

(5) 유니트화의 이점은 기업(메이커)의 부가 가치의 향상을 가져왔고 차츰 기종의 다양화 용량의 다양화를 통하여 대형화되는 추세였으며 일본에서는 안전관리자의 선임을 면제하는 제도가 채택되어 왔다.

이 안전관리자의 선임면제는 냉동안전의 흐름 중에서 선견지명이었던 하나의 커다란 계기였으며 오늘날에 이르기까지 약 30년에 걸친 실적에 비추어서 올바른 조치였다고 생각된다.

(6) 그런데 「유니트형」의 공과중 「공」쪽을 말하였으나 「과」쪽은 전혀 없는 것일까? 이면에 대한 반성은 지금까지는 거의 없었다.

유니트화는 공사시공기술자와 서비스기술자의 기술발전 및 개발을 저해하여 왔다는 측면이 있다. 즉 유니트형 기기의 내부는 날이 갈수록 블랙박스화 되어 극히 일부의 메이커측 기술자만이 이것을 취급할 뿐이어서 설비공사

기술자와 운전기술자는 기술자료에 의하여 그 내용을 파악하고 있는데 지나지 않는다. 최근에는 전기조작 회로도 모듈(module)화, 기판(board)화되어 극단적으로 말하면 고장은 모두 “본체교환”으로 될 것 같은 기세이다. 이것은 좋고 나쁜 것은 고사하고 이와 같은 경향속에서 설비기술자는 차츰 <냉매이탈>현상을 일으키고 있으며 사용자측의 보수관리 기술자도 같다고 할 수 있다. 그 위에 한편으로는 공냉식 분리형이 대중화되어 가고 있는 경향에 따라서 냉매배관 시공이 부활되고 있어서 냉매배관 기술자의 부족현상이 두드러지고 있다.

4. 냉매의 종류에 따른 유해성에 대해서

프레온은 안전한 불활성가스이고 암모니아는 가연성, 독성이 있는 위험한 가스라고 하는 평가가 정착되어 버렸다.

이 평가는 가스에 대한 숙달에 따라서 상당히 달라진다. 암모니아기술자의 말에 따르면 암모니아는 자극성 냄새가 강하기 때문에 누설 발견이 쉽고 그만큼 빠른 조치가 가능하다고 한다.

만일 프레온에 암모니아와 같은 강한 자극성 냄새가 있었다면 연일 사고가 계속해서 일어나는 것과 같은 결과가 될 것이다.

한편 프레온(CFC 11, 12, 113, 114, 115)의 누설에 의한 대기방출이 성층권의 오존층을 파괴하는데 지구규모의 오염문제에 어떻게 대처해야 하는가 하는 문제가 실행에 옮겨지는 시기가 되었다. 그러나 이 문제에 대해서는 따로 생각해 보기로 한다. 다음에 암모니아는 가연성이라고는 하지만 불이 붙기가 상당히 어렵다.

또한 독성에 대해서도 자극적인 냄새를 느꼈을 때에 적절하게 조치하고 대피하면 좋다고 하는 생각에 미치면 무미무취한 프레온에 의한 산소결핍 사고와 어느것이 위험한가 하는 것은 판단하기 어렵다.

이에 대한 비교에 UL(Underwriters Laboratory)의 위험분류지수가 있고 또한 ISO

표 2. 냉매의 한계농도

냉 매 명	한계농도(kg/m ³)
R 11	0.30
R 12	0.50
R 13	0.44
R 13 B1	0.61
R 22	0.30
R 113	0.185
R 114	0.72
R 500	0.41
R 502	0.40
R 503	0.36
R 504	0.40

규격(Safety Code for Mechanical Refrigeration)에도 규정이 있다. 일본에서도 이것을 인용해서 고압가스 보안협회 자주기준(냉동공조 장치의 시설기준)에 한계농도를 규정하고 있다(표 2 참조).

이 한계농도의 규정은 이 농도에 도달한 상태에서 인간은 실신하거나 중대한 장해를 받는 일 없이 긴급조치를 취하고 피난할 수 있을 정도의 농도를 기준으로 하고있고 독성가스에 대해서는 허용농도보다 상당히 고농도인 값을 그리고 가연성 가스에 대해서는 폭발하한계값의 약 1/2의 값을 취하였다.

그런데 냉동설비 전체의 안전성을 생각하는 경우 일본의 현행 법규 또는 1일의 냉동능력 $R=V/C$ 의 형태에서 냉매가스의 종류에 따른 C의 값에 따라서 피스톤압출량(m³/h)을 기준으로 해서 이것을 안전계수로 하였다.

여기서 <냉매가스의 유해성>이라고 하는 하나의 안전성평가의 지표를 말하였으나, 다음에 <냉매가스의 존재량>을 생각할 수 있고 이 양자의 곱은 냉매설비를 <저장탱크>로 볼 때의 평가로서 여기에 다시 <가스압축량>의 요소를 더하면 더욱 현실적인 평가를 내릴 수 있다.

여기서 있을 수 있는 암모니아설비의 대사고를 방지하려는 대책을 생각해 두기로 한다. 이때 일본에서는 지진대책과 관계되어 있다.

① 압축기나 압력용기 자체가 손상을 받아서 파열사고를 일으키는 것은 그 자체의 강

도나 위치의 상황으로 보아서 확률적으로 상당히 낮는데 이에 대해서 배관은 타격이나 하중의 응력집중(압력용기의 노즐부분, 배관접속부, 지리부분 등에서 발생하기 쉽다)으로 손상이 발생하기 쉽다.

② 이 때의 가스누설을 최소한으로 하기 위한 긴급차단밸브나 스톱밸브의 폐쇄 등 상황에 따른 조치가 필요한데 파손되기 쉬운곳은 어느정도 예측할 수 있으므로 밸브를 신설하고 재해시의 조치훈련에 의해서 대응책을 세워둔다.

③ 종래 별로 검토되어 있지 않은것이 냉매 충전량이다. 고압가스의 재해를 생각할때 위험원인 고압가스의 존재량은 적으면 적을수록 좋은 것인데 암모니아 냉동설비의 경우 냉매 충전량이 너무나 많다. 암모니아사고의 70%는 냉매의 유출에 의한것이 차지한다는 사실은 암모니아의 자극성 냄새에 있는것은 당연

하지만 냉매충전량이 많은 것도 이것을 조장하고 있다.

④ 일본의 경우 대도시에 있어서 안전에 대한 행정지도에 의하여 암모니아·냉동시설의 후레온으로의 전환이 강력하게 실행되었다.예컨대 프레온전환을 하지 않아도 소규모의 유니트로 분산시키는 방식으로 전환하는 것이 방재상 유리하므로 고려해보도록 강조하고 싶다. 이 방식의 채용에 의한 에너지절약 효과는 과외의 이익이 될것이다.

⑤ 대량의 냉매를 보존하는 용기(특히 암모니아)는 배관접속부(노즐부분)에 대한 하중의 집중을 피할 수 있는 구조로 하고 또한 배관의 파손시에는 냉매를 용기에 신속하고 또한 더욱 다량으로 봉입하도록 하는 연구를 해야한다.

만일 기계실 등에서 누설이 발생하면 가능한 한 좁은 방안(기계실내)에 봉입하도록 하는 연구를 해야한다.

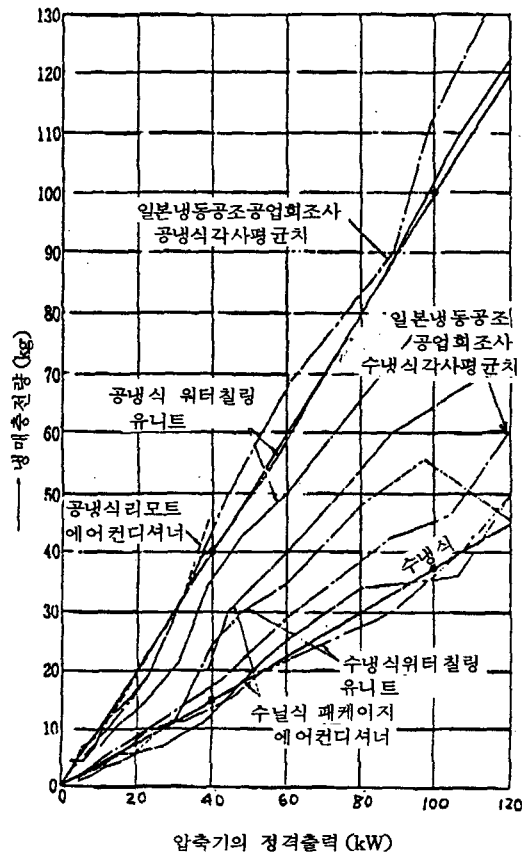
⑥ 기계실 등에 봉입한 누설가스는 사후에 살수장치나 재해장치에 의해서 적절하게 조치해야 한다.

⑦ 특히 암모니아의 대량유출이 공포(Panic)의 기폭제가 되는것은 절대로 피해야 한다.

한편 프레온에 대해서는 아무래도 산소결핍의 위험성을 무시할 수 없다. 그러나 한계농도의 값으로부터 말하면 상당한 고농도에 도달하지 않으면 유해가 발생하지 않으므로 말하자면 밀폐공간내에서의 가스누설에 주의해야 한다.

밀폐공간내에 냉매배관이 있는 경우(어선의 주거공간내의 냉매배관 등)에는 배관의 설치를 피해야 하지만 누설 가능한 가스량이 모두 누설하였을 때 예측되는 농도가 한계농도치 이하로 충분히 안전하다는 것을 반드시 확인하여야 한다. 이점 프레온냉동설비, 특히 유니트형에 있어서는 최근에 냉매충전량이 차츰 감소되어 가고 있어서(그림 2 참조). 그의 위험성은 적어지고 있으나 점점을 게을리하지 말아야 한다.

또한 저온장치에서 진공운전으로 되는 경우 저압부에서 일어나는 누설은 공기가 장치내로



압축기의 정격출력 (kW)

누설해 들어가는 결과가 되어 큰사고로 연결되게 된다.

또한 앞으로의 프레온(CFC) 사용절감대책으로는

① One Life-One Charge를 목표로 냉매누설방지의 품질향상에 노력해야 한다. 프레에이음의 개선, 납땀의 신뢰성향상, 동관의 금속피로방지 등

② 냉매충전량의 삭감(개별 주문생산품도 포함해서)

③ 대체냉매로의 전환

R12 → R134a, R11 → R123 등

④ 수리, 폐기시의 냉매회수의 이행

⑤ 폐기냉매중의 CFC의 파괴기술의 개발

⑥ 서비스, 고장진단 기술의 향상

등을 들 수 있다.

5. 안전에 대한 함정

최근의 냉동기술자는 모든 사람이 안전의 우등생이다. 즉 사고를 일으킨 일이 없는 사람들뿐이고 사고에 대한 전문이 거의 없다. 이때문에 사고에 대한 정보는 교훈으로서 귀중한 것으로 된다.

따라서 극히 작은 사고를 근거로 해서 몇가지의 “안전에 대한 함정”을 생각해 보기로 한다.

〈사례 1〉 고압차단장치는 자동제어 기기는 아니다. 냉동장치의 전기조작 회로에서 「자동운전」과 「수동운전」의 전환회로를 두는 것은 보통이다. 이때 수동운전에서 안전제어장치(고압차단, 저압차단, 압축기의 유압보호장치 등)는 단락해서는 안된다. 이들 안전제어장치는 “자동기기”라고 하는 일반적인 개념이 있기 때문에 수동운전에서는 단락하여 작용하지 않도록 해야 한다는 생각은 “자동기기”라고 하는 말에 따른 오해이다.

이 예와같이 안전제어장치를 단락할 필요가 있을 때의 회로는 안전점검시에만 사용하는 “시험회로”이므로 그의 조작스위치는 조작반 표면에 나오게 하지 말고 조작반내부에 주의명판을 붙여서 설치할 필요가 있다.

〈사례 2〉 가용전의 설치위치

안전장치를 설치하는 경우 이상상태를 올바르게 검지할 수 없으면 무의미하다. 한예로서 수냉식 셀앤드튜브 응축기에 가용전을 설치하는데 관판하부에 설치한 예가 있는데 응축기 내의 압력이 상승(즉 액체온도도 상승)하고 있는데 관판은 냉각수로 냉각되기 때문에 액온을 올바르게 검지할 수 없으므로 마침내 가용전이 용해되기 전에 동체가 파열된 예가 있다.

또한 가용전에 있어서는 용해후 가스분출하는 것이 아니고 반응해의 상태에서 가스누설을 일으키는 예가 끊임없이 일어나는데 히트펌프의 고본화가 이것을 더욱 조장하고 있다. 설치위치의 선정이나 응축기내에 있는 냉매의 액면 등을 포함해서 잘 검토해야 한다. 특히 액관에 설치하는 경우 올바른 온도에 접촉하도록 주의해야 한다.

〈사례 3〉 저압위험성

유니트쿨러에 설치된 온도식 자동팽창밸브의 균압관(저압부)이 웬의 진동에 의해서 끊어지는 경우 냉장고의 유지온도가 낮아서 저압측이 진공운전 상태이므로 공기를 흡입하고 이것이 축적되어 결국 이상고압에 의해서 파열사고를 일으킨 예가 있다.

이와같은 진공운전상태가 일어날 수 있는 냉동설비에서는 저압위험성이 있는 경우이다.

〈사례 4〉 프레온은 산소결핍에 주의

터보냉동기(후레온 11)에서 시운전을 위해서 냉수펌프만을 운전하고 에어핸들링 유니트의 팬을 운전하지 않은채 방치하였기 때문에 펌프의 구동력이 너지가 순환수중에 축적되어 냉수가 온수로 바뀌어서 증발기의 파열판이 파열된 예가 있는데 안전장치로서는 정상적으로 작동한 것이지만 이때 냉매는 기계실내로 유출되어 부근에서 가면(假眠)중인 사람을 산소결핍에 의해서 사망하게 하였다.

또한 어선의 거주구역내를 냉매배관이 관통하고 있는데 접속부의 누설을 알지못해서 산소결핍 사고로 사망한 예가 있다.

프레온은 무취이지만 아무런 경계심이 없는 상태(특히 수면중)에서의 누설가스에 의한 산

소결칩 사고는 가끔 일어난다. 설비설계상 유 의해야 한다.

〈사례 5〉 평판은 압력에 약하다.

냉동장치의 수리작업을 위해서 냉매계통의 연결을 끊기위해서 맹판을 사용하는 일은 많 이 있다. 이때 마침 현장에 있는 강판을 가공 해서 플랜지에 끼우고 고정하는데 이 판이 얇 아서 기밀시험 등 압력을 상당히 높일때에 파 손되어 가스가 분출하거나 하는 초보적인 곳 에도 함정이 있다.

〈사례 6〉 얼음은 강관을 깨트린다.

바닥면에 강관을 매설하고 그속에 흡입배관 을 관통시켜서 이것을 보호하고 그 사이의 간 격은 방열을 겸해서 충전제로 메우는 방법이 많이 사용된다. 여기서 충전제를 메우는 방법 이 불충분해서 간격이 남는 경우 결로된 수분 이 고여서 운전중에 이것이 동결해서 체적팽 창하여 관을 파괴한다. 얼음의 힘은 강하고 관은 외압에 대해서 약하기 때문에 관통보호 관쪽이 아닌 흡입관쪽이 파괴된다. 같은 일이 흡입관에 사용되는 후레이킹튜브·양단의 플 레이트 지지부분의 납땜이 불충분한 경우에 일어난다.

이와같은 압력은 서서히 진행되는 일이 많 고 방열재에 가려져서 발견하기가 쉽지않다.

〈사례 7〉 냉매배관 공사의 부활

공냉식 냉동장치나 공기열원 히트펌프 장치 의 대형화가 진행되고 있다. 특히 스크류압축 기로의 지향이 여기에 박차를 가하고 있다.이 와같은 대형화에 따라서 공냉식 응축기가 옥 상 등에 분리 설치되는 분리형이 일반화 되어 냉매배관 공사가 따르는 설비공사가 증가하고 있다.

이미 잊어버린 냉매배관 기술의 부활이 필 요하게 된다. 〈기밀〉, 〈이물질〉, 〈오일복귀〉 〈배관의 지지〉 등을 이때 복습하는 것이 중 요한 것이다.

6. 냉동안전에 대한 장래의 과제

냉동안전은 긴 역사속에서 오직 〈냉동〉을 대상으로 하여왔다. 이것은「냉동사이클」의

일면을 이용하여 온것뿐이다.

최근 〈히트펌프〉의 활용과 보급의 확대는 공기조화의 분야뿐만이 아니고 산업분야로 확 대되어 가는데 따라서 우리들의 일은 〈냉각 한다〉는 것에서 〈열을 이동시킨다〉는 일로 크게 전환하고 있다.

따라서 이것이 다시 다음과 같은 단계로 나 가게 될것이고 이에 따라서 〈냉동안전〉도 다 음 단계로 나가게 될것이다. 즉

① 히트펌프는 단지 냉난방장치 뿐만이 아 니고 급탕장치 등 가열전용의 분야에 대한 이 용이 시작되고 있다(급탕의 가열, 양어시설, 시설농업 이용, 온풍건조, 기타의 산업용 히 트펌프가 있다)

히트펌프 이용의 확대는 이용온도의 고온화 와 함께 진전된다고 해도 좋은데 이에 따라서 압축기의 토출가스 압력과 토출가스 온도가 상승하기 때문에 종래 사용하지 않던 냉매(경 우에 따라서는 가연성가스나 비공비·혼합냉 매 등)의 사용이 필요하게 되고 그위에 케미 칼 히트펌프 등도 필요하게 된다.

② 히트파이프는 열매가스가 응축과 증발작 용에 의해서 열을 이송한다는 점에서 “냉동 사이클”의 연장선상에 있는데 열매가스에 고 압가스를 사용한다.

③ 냉매(열매)의 자연순환 사이클(히트사이 폰(Heat Syphon))도 같다.

④ 헬륨냉동기나 헬륨 등을 이용하는 초저 온·냉동설비는 종래 오직 액화장치에만 사용 하였으나 실용화로의 발전과 함께 폐사이클의 냉매장치로 교체되어 가고 있다.

⑤ 캐리어가스(반송가스)를 사용하는 냉동 사이클(저온 냉동사이클 때 이용되는 것으로서 반송가스는 냉동작용을 하지 않는다)을 사용 하는것

⑥ 프레온 보일러와 프레온터빈을 원동력으 로 하는 동력설비 등에서 그 동력으로 압축기 를 운전해서 냉동에 사용하는 것(이 경우에는 냉동이외의 용도로 생각할 수 있다) 또한 프 레온 11은 가열하는 경우의 온도조건에 따라 서는 고압가스가 된다.

⑦ 개발이 진행되고 있는 스틸링엔진은 열

매체, 작동유체로서 헬륨가스 등을 사용해서 이것을 동력원으로 하는 냉동 또는 히트펌프장치에 있어서의 작동유체가 되고 고압가스

⑧ 최근 빌딩용 멀티 에어컨디셔너의 보급이 눈부신바가 있는데 이것이 동기가 되어 종래부터 널리 사용되어온 냉온수에 의한 열의 반송으로부터 잠열이용형의 열매가스에 의한 열반송이 주목받기 시작되었다.

냉동으로부터 출발한 우리들의 일이 공기조

화로 확대되었고 다음에 히트펌프를 이용하는 가열분야로 진출하였으며 다시 많은 분야로의 확장을 예상하고 있다. 이들 일은 <고압가스>를 폐사이클(순환사이클)의 작동유체로 이용해서 오직 에너지변환기술의 범위에 들어가는 데 안전면에서의 공통점은 매우 많다.

장래를 향해서 우리들의 업계가 이와 같은 일을 하려면 일찍 안전문제를 해명해나갈 필요가 있을 것이다.



알 립

學會事務局이 1989年7月1日字로 과총빌딩내 402호에서 411호로 이전하오니 방문하실 회원께서는 착오 없으시기 바랍니다.
전화 및 주소 동일