

한국 철도차량용 냉방기의 실태와 그 전망

Status and Future of Korea Rolling Stock Air-Conditioner

오 천 호
C. H. Oh
대우캐리어(주) 기술연구소



- 1957 년생
- 차량용 냉·난방기기에 관심이 많음

1. 서 언

1980년 10월 31일 개통된 서울시 지하철 2호선 전동차에 처음으로 도입된 철도 차량용 냉방기는 오늘에 이르러서 국가 경제(經濟)력 향상과 승객들의 냉방화 요구에 힘입어 지하철 전동차 뿐만 아니라, 일반 객차, 객차 운전실에 이르기까지 철도차량 거의 전 분야에 걸쳐 채용되고 있다. 본 글에서는 이 냉방기의 실상을 소개하고 향후 전망에 관하여 이야기하고자 한다.

2. 역 사

본 냉방기는 크게 한국 철도청(KNR)에서 관장하고 있는 국철용과 지하철 공사에서 관장하고 있는 전동차용으로 구분 할 수 있는데 먼저 국철용을 간단히 살펴 보면, 1982년 당시 특급 열차(지금의 통일호 객차) 및 우등열차(지금의 무궁화호 객차)의 냉방을 목적으로 한 한국 철도청의 제안으로부터 시작되는데 이것은 당시 일본에서 적용하고 있는 시스템을 기본으로 한

것이였다. 객차 1량당 30,000kcal/h의 용량을 목표로(승객 정원 승차시의 냉방부하는 약 25,000kcal/h로 계산 되었음)하고 있었던 관계로 초기에는 10,000kcal/h 급 3대와 5,000kcal/h 급 6대의 2가지 시스템으로 출발하였다. 당시 한국 철도차량 메이커로는 대우 중공업과 현대 정공 2개사(지금은 한진 중공업도 참여하고 있음)뿐이었으므로 본 냉방기도 현대와 대우 양 산맥으로 나뉘어 지게 되었다.

그리하여 대우에서는 냉방기 제조 전문회사인 동흥전기(주)가 현대에서는 만도기계(주)가 각각 국내 최초로 본 냉방기 제조사업에 뛰어들게 되었다.

동흥전기(주)에서는 일본국 도시바사와 기술 제휴를 통하여 정격능력 10,500kcal/h 및 4,500kcal/h의 2가지 모델을 제작하기에 이르렀고 만도기계(주)에서는 정격능력 10,500kcal/h 및 5,500kcal/h 2가지 모델을 자체 개발하여 한국 철도청의 승인을 거쳐 생산하게 되었다. 1986년 새마을호 객차의 출현과 더불어 15,000kcal/h급 냉방기가 등장하게 되어 1량당 2대의 냉방기가

장착되게 되었는데 이것도 차량 제조회사별로 대우의 것은 동종전기에서 현대의 것은 만도기계에서 각각 자체 개발하여 채용되었다.

이리하여 현재 새마을호, 무궁화호, 통일호 모든 객차의 냉방화가 이루어지고 있다.

둘째로, 전동차용 냉방기는 1980년 10월 서울시 지하철 2호선의 개통과 함께 시작되는데 만도기계에서 10,500kcal/h 급 냉방기를 자체 개발, 탑재하였다. 그 당시 서울시 지하철 1호선은 이미 74년부터 개통, 운행되고 있었으나 냉방화는 이루어지지 않고 있었으며 1호선 개통 14년후인 88년에 가서야 밋발치는 여론에 못이겨 단계별 냉방화를 시작하여 90년 8월에 1호선 전차량의 냉방화를 마무리 하였다. 1호선 전동차용은 10,500kcal/h 급으로 국철객차용 동일 용량의 것과 전원 사양만 다를 뿐 동일한 모델을 채택하고 있다.

1985년 개통된 3호선 및 4호선은 차관 및 기술제공국 제조조건에 영향을 받아 초기부터 영국 Stone 사로부터 수입되어 오다가 89년부터 대우캐리어의 국산화 개발품으로 대체 되게 되었다.

3. 분 류

본 냉방기를 분류하면 표 1 국철용 및 표 2 지하철용으로 분류 할 수 있다.

4. 특 징

본 냉방기는 시스템 전반적으로는 일반 육상용 냉방기와 크게 다를 바가 없으나 그 특징을 간단히 살펴보면 우선 진동이 수반되는 차량에 장착되어져야 하므로 구조가 매우 견고하고 모든 구성체는 내 진동 설계가 되어 있다는 점이다.

급기 및 순환공기의 흐름은 냉방기가 주로 차량 지붕위에 장착되어 저야 하는 관계로 기계하부에서 이루어지고 있고 신선공기는 주로 기계측면을 통하여 유입되는데 그 양은 급기의 약 15% 정도를 취하고 있다.

기계의 사이즈는 터널의 통과 높이나 전동차의 경우 주 전선로와의 절연거리등을 고려하여 높이에 많은 제한을 받게되는데 보통 500mm를 초과하지 않는다. 또한 전동차의 경우 앞서 이야기한 절연을 목적으로 커버의 재료로 주로

Table. 1 국철용

구 분	구 성	사용 전원	비 고
1. 새마을호용	15,000kcal/hr 2대	440V, 3φ, 60Hz	
2. 무궁화호용	5,000kcal/hr급 6대	440V, 3φ, 60Hz	4,500kcal/hr 및 5,500kcal/hr의 2종
3. 통일호용	10,500kcal/hr 3대	440V, 3φ, 60Hz	
4. 서울 1호선 전동차용	10,500kcal/hr 3대	440V, 3φ, 60Hz	1호선 전동차중 철도청의 것
5. 과천선 전동차용	20,000kcal/hr 2대	440V, 3φ, 60Hz	93년 말 투입 예정

Table. 2 지하철용

구 분	구 성	사용 전원	비 고
1. 서울시 1호선 전동차용	10,500kcal/h 3대	200V, 3φ, 60Hz	1호선 전동차중 서울시의 것
2. 서울시 2호선 전동차용	10,500kcal/h 3대	200V, 3φ, 60Hz	
3. 서울시 3, 4호선 전동차용	15,000kcal/h 2대	200V, 3φ, 60Hz	
4. 부산시 전동차용	10,500kcal/h 3대	220V, 3φ, 60Hz	
5. 서울시 5, 6, 7, 8호 전동차용	20,000kcal/h 2대	380V, 3φ, 60Hz	93년말 투입 예정

강화 플라스틱(FRP)을 선택하고 있는 것도 특징이다.

또한, 차량의 휴지기간이 매우 짧기 때문에 (특히 전동차) 기계 고장시 제때된 응급 조치를 위하여 특별히 서비스 측면을 고려한 구조로 되어 있는 것도 들 수 있다.

5. 제품의 구조

앞서 분류한 바와 같이 본 냉방기는 여러 종류가 있으나 여기에서는 그림 1과 같이 지하철 3,4호선 전동차용 냉방기의 구조를 한 예로 보여 주고자 한다.

6. 시스템의 구성

그림 2에서는 본 냉방기의 전형적인 시스템 (냉매 및 공기의 흐름)의 한 예를 보여 준다.

7. 설계시 고려해야 할 사항

첫째로, 앞서 특징에서 이야기한 바와 같이 육상용의 것과는 달리 레일 위를 달리는 차량에 부착되는 관계로 이에 수반되는 진동에 대한 내구성이 요구되어 내진동 설계가 되어야 한다는 것이다. 이것은 유니트 또는 유니트를 구성하는 각 부품이 KSB 8144 “철도 차량 부품의 진동 시험 방법”에 의하여 시험하여 이상이 없어야 하는데 이것은 공진시험, 진동기능시험, 진동내구시험으로 나눌 수 있다. 이 진동 시험은 냉방기의 성패를 좌우하는 아주 중요한 항목으로 신개발품은 반드시 이 시험을 행하여 이상 유무를 판단하여야 한다.

둘째로, 차량의 운행시에도 원활한 배수 처리가 될 수 있는 구조이어야 한다는 것이다. 만약 배수가 원활하지 못하면, 흘러넘침이나 응축수가 증발기용 송풍기로 빨려 들어가는 현상이

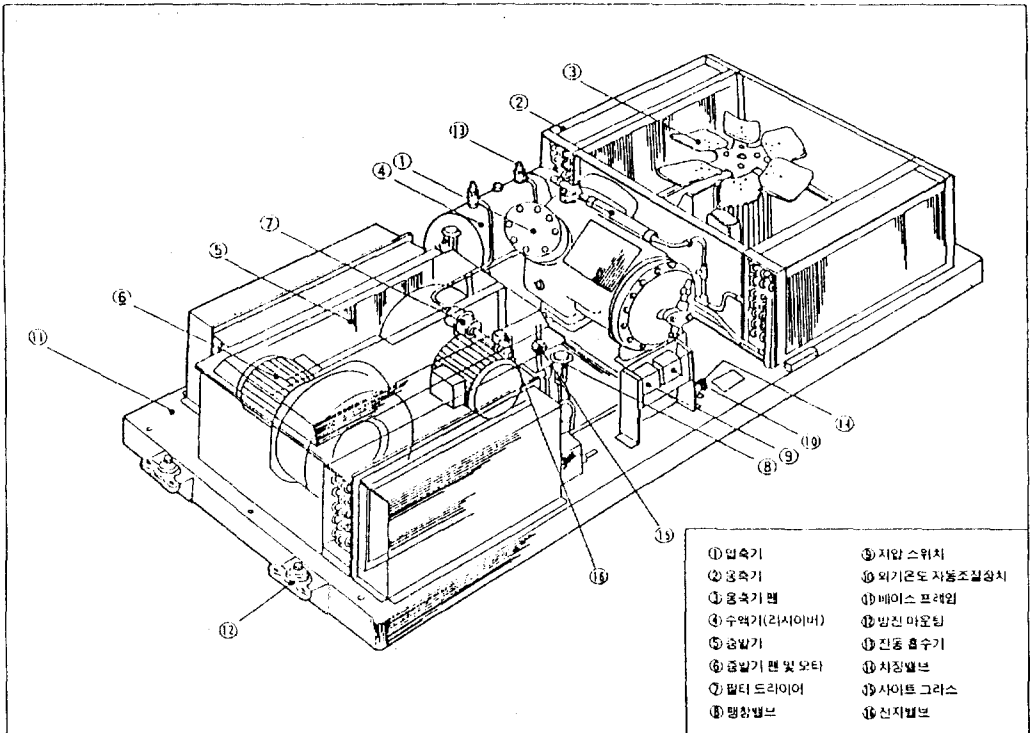


Fig. 1 철도 차량용 냉방기의 구조 예

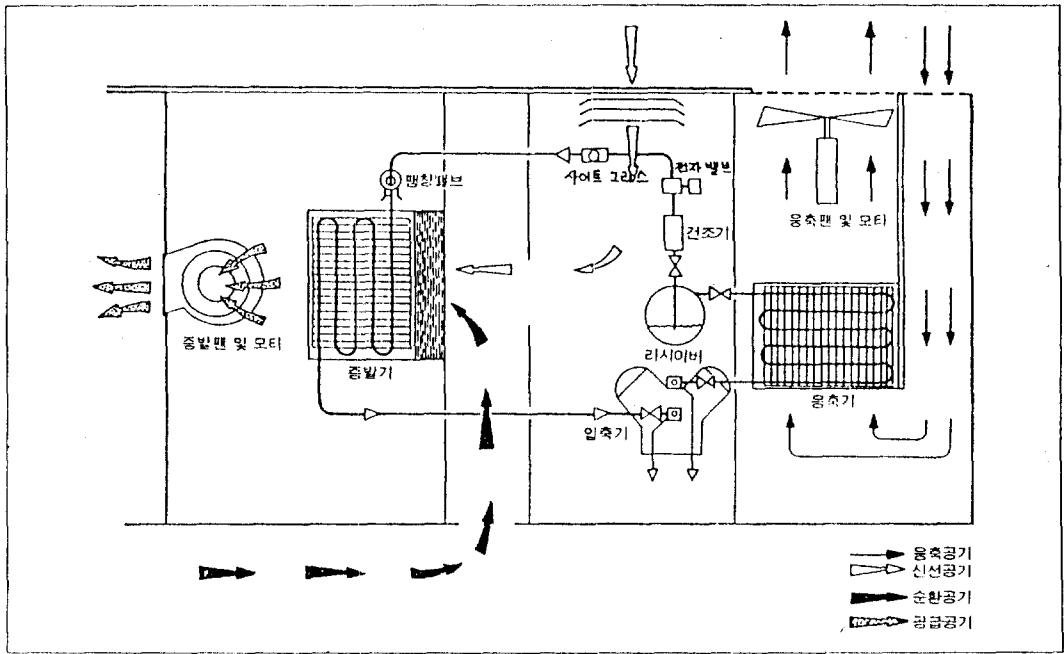


Fig. 2 철도 차량용 냉방기 시스템의 구성 예

발생되어 결국 객실 내부에 물이 떨어지는 결과를 초래하게 되어 심각한 문제를 일으키게 된다.

셋째, 냉매의 누출 방지이다. 앞에서 언급한 차량의 진동과 시스템 운전시 발생하는 자체 진동의 영향으로 배관의 균열이나 플레어 이음식의 풀림등이 발생할 수 있으며 이로 인하여 쉽게 냉매가 누출된다. 냉매가 누출되면 물론, 냉방기의 기능을 상실하게 되는데 거의 모든 차량이 쉼 사이 없이 운행되고 있기 때문에 이 문제 또한 중요하게 다루어야 할 한 부분이라고 생각된다.

네째는, 서어비스 측면이다. 본 냉방기도 역시 기계이기 때문에 고장이 일어나지 않을 수 없다. 만약 고장이 발생한다면, 짧은 시간내에 간단히 수리하지 않으면 차량운행에 지장을 초래하게 되므로 모든 구성체는 수리 보수가 용이한 구조로 설계되어야 한다.

다섯째, 과부하시의 차단(CUT-OUT) 점을 신중히 선택 해야 한다. 특히 지하역사에서 차량 정차시 한정된 공간에서 다수의 냉방기가 작동하기 때문에 그 응축열이 급격히 증가하게 되어

금방 과부하에 이르게 된다. 더욱이 우리나라 지하역사는 아직 냉방시설이 되지 않은 곳이 많기 때문에 더욱 그러하다. 과부하 차단점을 일반 냉방기의 경우와 동일하게 설정해 놓으면 차량운행시 자주 냉방기가 작동을 멈추게 되어 냉방기능을 잃게 된다. 반면, 너무 높은 차단점의 설정은 장치의 보호 측면에서 바람직하지 못하기 때문에 이 두가지 측면을 고려하여 적절한 차단점을 설정해야 하는 것이 중요하다고 하겠다.

또, 진동에 의한 체결부위의 풀림방지, 난연성이 우수한 재료의 보온재 선택 등도 설계시 반드시 고려해야 할 사항들로 생각된다.

8. 용량에 관하여

원래 본 냉방기의 용량은 객차 1량당 정원(탑승인원 70~80명)을 기준하여 냉방부하를 설정하였던 관계로 량당 30,000kcal/h로부터 출발 하였다. 이 용량은 새마을호, 무궁화호 등 일반 객차의 경우에는 지금까지 별 문제가 없어 왔지만 전동차의 경우에는 상황이 매우 다르다.

지하철 전동차 냉방화의 효시인 서울시 2호선은 초기 이용 승객 수가 별로 많지 않았던 이유로 이 용량에 별 문제가 없는 듯 하였으나 1988년 서울시 1호선 전동차 냉방화가 시작되면서부터 본 문제가 대두되기 시작하였는데 1량에 승차하는 승객수가 러시 아위의 경우 약 500명에 육박하면서 30,000kcal/h의 용량은 인체부하(1명당 약 100kcal/h 기준)도 미처 감당하지 못하는 결과를 초래하게 되었다. 지하철 이용객수가 기하 급수적으로 늘어난 지금은 서울시 1, 2, 3, 4호선 공히 본 문제 때문에 곤경에 처해 있는 실정이다.

본 문제의 해결 방안으로는 냉방기의 용량을 증대시키는 것인데 기존 전동차는 이미 전기 용량이 한정되어 있는 관계로 용량의 증대는 불가능하며 향후 신설되는 노선의 경우에만 가능하다고 본다. 그리하여 정부 관련 부처에서는 현재 건설중인 서울시 5호선부터 량당 40,000kcal/h로 용량을 늘릴 계획으로 있으나 근본적인 문제 해결은 어렵다고 본다.

9. 국내 제작업체의 실정

본 냉방기의 국내 메이커로는 만도가계, 동흥전기, 대우캐리어 3사가 주축이 되어 있으며 각사 공히 자체 개발 능력을 보유하고 있다고 보며 국산화율은 냉매압축기, 고저압 스위치 등 일부 기능부품을 해외 메이커로부터 수입하여 채용하는 관계로 약 80% 정도로 볼 수 있겠다.

시험 설비 측면에서는 아직 그 매출 규모 자체가 그다지 크지 않은 관계로 실제 차량 운행 조건과 동일한 환경은 만들지 못하고 있는 실정이며 진동시험도 고가의 장비 비용 때문에 완전히 갖추지 못하고 있으며 진동 시험 필요시

약간의 시험 규격 변경을 거쳐 실시한다든지 한국기계연구소에 위탁하여 실시하고 있다.

10. 향후 전망

현재 연간 약 100억원 규모의 시장을 갖고 있는 본 냉방기는 피할 수 없는 지하철 교통량의 증가로 서울시 5, 6, 7, 8호선을 비롯하여 과천시, 분당선, 부산시 2호선, 대구, 인천, 광주등의 지하철 노선을 신설하게 됨에 따라 꾸준히 그 수요가 증가하게 될 것이며 93년부터는 전동차용의 것만 연간 약 150억원 정도에 이르리라 본다.

현재는 타 공조기기에 비교하여 볼 때 비록 그 시장규모가 미세하여 큰 관심을 불러 이르지 못하는 것도 사실이지만, 향후 고속전철에어콘디셔너나 나아가서는 항공기 에어콘디셔너에 이르기까지 본 기술이 토대가 될 수 있다는 것을 감안하면 고부가가치성 사업으로 각광을 받으리라 전망된다.

11. 맺음말

장차 차량용 냉난방기는 그것만이 가지는 특수한 성격 때문에 기술적인 문제만 해결된다면 고부가가치성 사업으로서 한국 냉동공조 분야에서 중요한 위치를 차지 할 수 있을 것이라 믿는다. 그러나 관련 제작업체 기술자들의 힘만으로는 모든 기술적 문제 해결이 불가능하다고 보며 학교나 연구소측의 차량진동역학이나 차량운행시 공기흐름 연구등의 기초기술 연구가 병행되어야만 본 문제가 해결되리라 생각된다.

아뭇튼, 산·학·연 관련자 여러분의 지대한 관심과 끊임없는 협조를 부탁드립니다.