

버스용 공조시스템의 기술동향

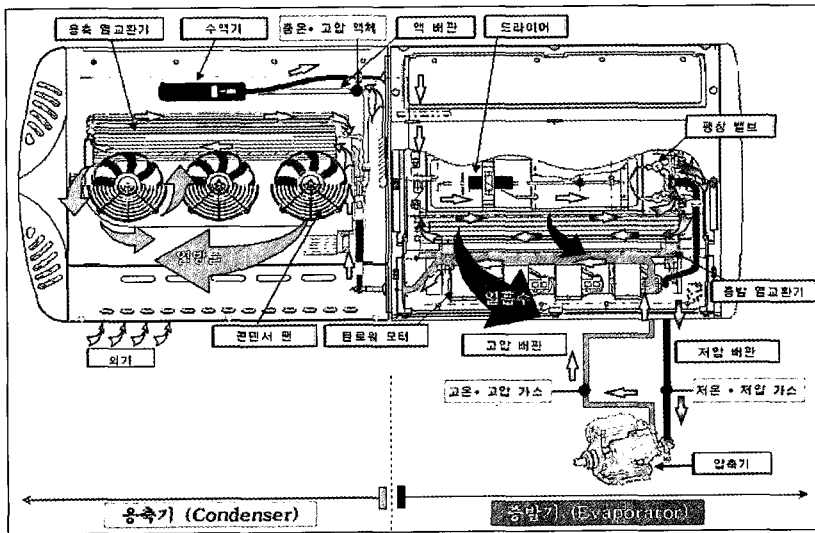
버스용 대형 공조장치의 기술 변천 과정과 향후 해결해야하는 기술적 과제를 소개하고자 한다.

김 병 화

두원중공업(주) 기술연구소(bhkim@doowonhi.com)

버스용 공조장치인 버스에어컨이 국내에 보급되기 시작한 1980년대 중반이후 외국에서 도입되어 국산화 과정을 거친 후 1990년대 후반까지 승용차량 에어컨의 획기적인 기술발전과는 달리 버스 에어컨은 도입초기 모델에서 장기간 기술발전 없이 획일적인 디자인과 기능으로 적용되어 왔으나, 2000년 전반기부터 높이규제에 의한 외형 디자인이 변경되기 시작하면서 내부 부품의 기술변화를 초래하였다. 특히 차량연비 개선을 위한 에어컨의 경량화를 위한 열교환 효율이 향상된 응축기가 적용되었으며, 소음 및 진동의 최소화를 위한 내구수명이 연장된 모터류의 적용과 차량실내의 쾌적함을 향상 시키기 위한 실내 온도 자동 콘트롤러가 적용되기 시작하였다. 근래에 이르러 차량 진동·소음 개선을 위한 6실린더 압축기의 개발과 더불어 실내 공간활용성을 향상시킬 수 있는 광폭형 버스에어컨이 개발되었으며, 차량 실내 공기 질 개선을 위한 내·외기 절환 기능과 환기기능이 복합된 응축기와 증발기가 일체형으로 구성된 일

체형으로 구성된 일



[그림 1] 버스에어컨 시스템 구성도



체형 유닛(unit)가 개발되어 바야흐로 버스에어컨 개발기술이 진일보 되었다고 해도 과언이 아닐 만큼 에어컨 제조사들의 기술개발에 관심을 기울이고 있는 실정이며, 이러한 형식의 버스공조 시스템은 우리나라에서 뿐만 아니라 선진국에서도 비슷한 기술 수준을 가진 제품을 출시하고 있다. 버스 공조장치는 승용차량용 공조장치와는 달리 시장수요의 한계성과 대용량 열교환 장치가 요구되는 관계로 승용공조장치의 기술개발의 속도와 현저히 차이나는 것이 현실이다. 그러나 미국등 일부 선진국에서는 프레온 계열이 아닌 대체냉매를 이용한 버스공조시스템 개발에 주력하고 있는 만큼 우리도 기술개발에 주력하여 향후 프레온 가스의 사용규제에 대비하여야 하는 기술적 과제를 해결해야만 한다.

버스공조장치의 작동원리

그림 1에 국내에서의 버스 공조장치의 구성과 버스 에어컨의 내부 구성을 나타내었다. 압축기는 증발기에서 실내공기와 열교환이 이루어진 저압, 저온의 냉매가스를 고온, 고압의 기체로 압축하여 응축기로 보내 외부의 공기와 강제대류를 통한 열교환으로 중온, 고압의 액체로 응축시킨 다음 팽창밸브를 통하여 교축팽창으로 저온, 저압의 냉매가스를 증발 열

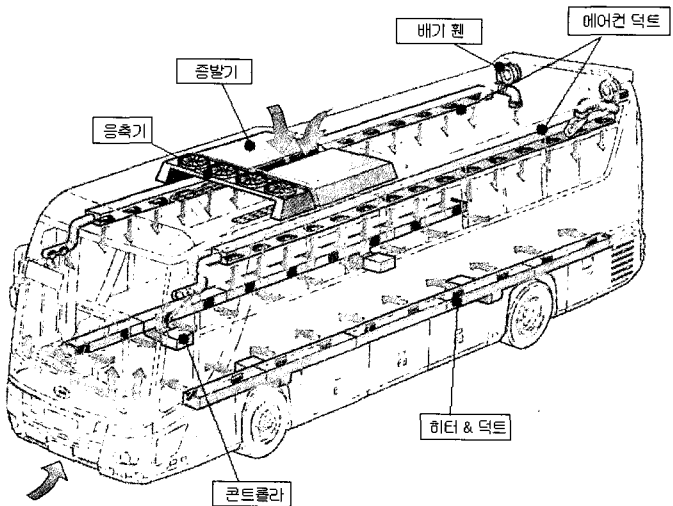
교환기로 보내 차량실내의 높은 온도의 공기와 열교환후 압축기로 되돌아오는 과정으로 사이클을 형성하게 된다.

그림 2에는 버스차량에서의 근래의 공조장치 구성도를 나타내었다. 버스의 공조장치는 실내온도를 조절하는 에어컨과 히터 그리고 실내공기를 환기시키는 환기장치(ventilation)로 구성된다. 과거에는 이 공조장치가 개별적으로 구동 되었지만 최근에 이르러 3가지 복합기능을 상호 조합하여 실내공기의 상태를 조절 가능한 통합 제어장치가 구성되고 있다.

버스에어컨의 개발 현황

그림 3은 최근들어 국내에서의 버스 에어컨 구조의 개발과정을 나타낸 것으로 2000년 초반에 슬림형 에어컨 개발을 시점으로 하여 차량 실내 에어컨 덕트의 간소화의 목적과 외관 디자인을 미려하게 개선한 광폭형 에어컨의 개발하여 수출용으로 판매되어 선진국 제품과 경쟁하고 있으며, 최근에 이르러 국내 버스 제조사의 주관으로 버스차량에 장착이 용이한 응축기 및 증발기 일체형으로 개발하여 양산을 시작하였다.

이러한 버스에어컨의 특성들은 상호 장단점이 있으며, 그 특성들을 표 1에 비교 분석 하였다.



[그림 2] 버스공조장치 시스템 구성도

버스에어컨 부품개발 동향

버스에어컨에 사용되는 주요부품은 일반적으로 승용차량용 에어컨의 구성부품과 상이할 수는 없으나 구성부품의 대형화와 부품개발의 한계성으로 인하여 사용부품의 형식들이 상이하며, 주요 부품별 특

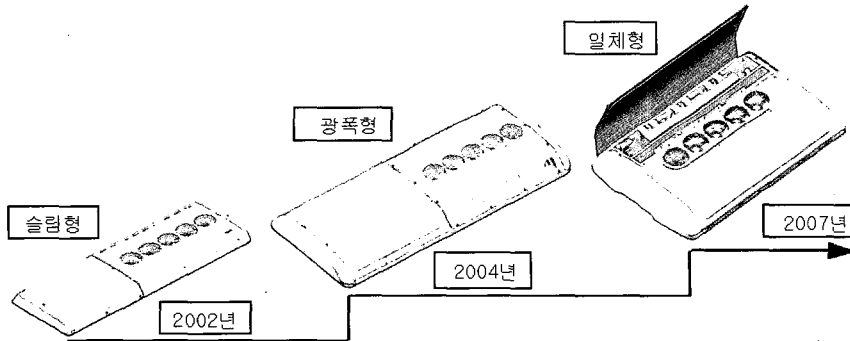
<표 1> 버스에어컨의 형식별 특성비교

항 목	슬림형	광폭형	일체형
디자인	다소양호	우수함	다소양호
장착성	불리	불리	다소양호
실내공간	공간제약 발생	공간제약성 없음	공간제약성 없음
정비성	양호함	정비성 불리	정비성 불리
중 량	180~190 kg	230~240 kg	220~230 kg
경제성	양호	불리	불리

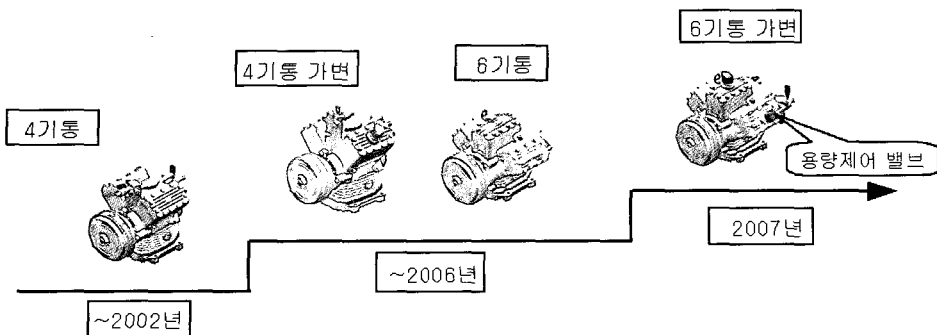
성들은 다음과 같이 언급할 수 있다.

압축기

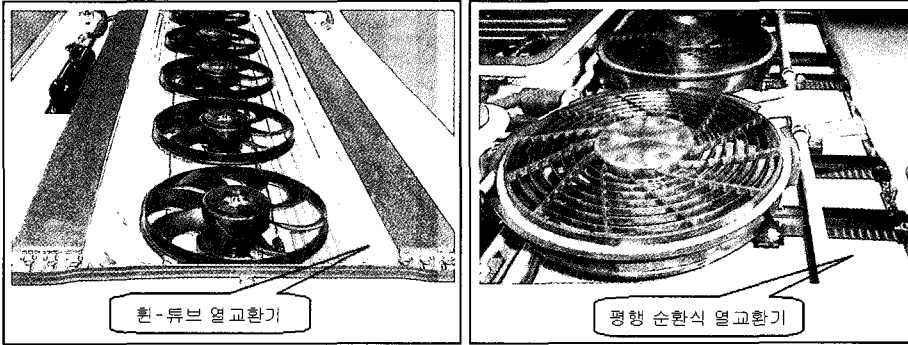
차량용 에어컨의 압축기는 냉매가스를 압축하는 방식 및 구조에 따라 왕복동식과 회전식으로 두가지 유형으로 분류 될 수 있으며 왕복동식은 다시 크랭크식과 사판식으로 분류된다. 이러한 왕복동식이 차량용 에어컨 및 일반 중,소형 산업용 냉동장치에 사용되며 크랭크식은 그 구성 부품의 구조 및 구성이 간단하여 중형급 냉방장치인 버스에어컨에 사용되고 있으며, 사판식은 크랭크식에 비해 진동 및 소음이 적고 그 구조를 소형화 시킬수 있기 때문에 승용차량용 에어컨에 사용되고 있다. 근래에 이르러 버스에어컨에서도 소음 및 진동을 저감하려는 요구와 고유가 시대에 차량연비를 개선하려는 기수개발의 요구가 부각되어 압축기의 형태도 경량화 및 실린더 수를 증



[그림 3] 버스에어컨의 개발현황



[그림 4] 버스에어컨용 압축기 개발현황



[그림 5] 버스에어컨용 응축기 구조

가시킨 압축기가 개발되고 있으며, 연비 개선과 차량 실내 온도제어 기능을 향상시킬 수 있는 용량 일정 가변형 압축기가 개발되어 사용되고 있다. 그림 4에 버스에어컨의 압축기 개발 변천 과정을 나타내었다.

열교환기

버스에어컨에 사용되는 열교환기 구조는 전통적으로 냉동장치에 사용되는 동관에 알루미늄 박판을 가압 밀착하여 열교환기를 구성시키는 회-튜브 형식을 사용하고 있다. 승용차량용 에어컨의 열교환기 순수 알루미늄 재질로만 구성되고 경량화 및 고효율 열교환기 개발기술이 눈부시게 발전하여 왔으나, 버스에어컨용 열교환기는 수요의 한계성 및 크기문제로 자동화 생산이 불가능하여 지금까지 전통적인 열교환기를 사용하여 왔으나 근래에 이르러 동재질의 국제 가격 급등과 에어컨의 경량화 및 효율향상을 위해 응축열교환기를 승용차량용 평행 순환식 고효율 열교환기를 응용 개발하여 적용하는 추세이다. 그림 5에는 버스에어컨의 응축기에서 적용된 열교환기의 구조를 비교하여 나타내었다.

버스공조장치의 기술적 해결 과제

과거 버스에어컨에서의 고객의 요구와 설계의 초

점이 냉방성과 내구성에만 맞추어졌다고 해도 과언이 아니다. 그러나 근래에 이르러 국내실정으로는 고객의 요구가 갈수록 높아져 소음 및 진동 문제에도 민감한 반응을 보이며 특히 차량의 연비개선에 더욱더 관심을 나타내고 있는 실정이다. 따라서 버스공조장치 제조사들은 소음과 진동을 감소시킬 수 있는 부품개발에 치중하고 있으며, 에어컨의 중량을 감소시켜 차량 연비개선을 목적으로 에어컨의 경량화 기술 개발에 전력하고 있다. 그러나 대외적으로 선진국에서는 추진되고 있는 프레온 가스를 대체하는 대체냉매용 에어컨 시스템 개발과 부품개발 기술 연구는 전무한 실정이다. 국내 승용차량 에어컨 분야의 대체냉매 기술개발은 수년전부터 추진되어 이산화탄소를 이용한 에어컨 시스템 개발에 선진국의 기술과 차이를 나타내고 있지만 상당히 근접하여 개발되고 있지만, 대용량인 버스에어컨 분야는 선진국과 비교하여 너무나 현격한 차이를 나타내고 있다. 따라서 프레온 계열 냉매 사용이 제한되는 경우 그 지역으로는 수출이 불가능하며 국제 경쟁력을 상실하는 치명적인 결과를 초래할 것은 자명한 사실이다. 이러한 문제를 해결하기 위해 차량용 대용량 에어컨 분야에서도 기술개발이 활발히 진행될 수 있도록 국가차원에서 기술개발 지원을 고려하여야 할 것이다. ㉔