

자동차 에어컨 시스템의 연간 냉매 누설량 평가

최 원 영, 김 만 회[†], 신 현 동, 이 동 원^{*}, 정 춘 식^{*}

KAIST 기계공학과, ^{*}한라공조주식회사 시스템개발 1팀

Measurement of Refrigerant Leakage from Mobile Air Conditioner System

Wonyoung Choi, Man-Hoe Kim[†], Hyun Dong Shin, Dong Won Lee^{*}, Chun Shik Jeong^{*}

Department of Mechanical Engineering, KAIST, Daejeon 305-701, Korea

^{*}System Engineering Team 1, Halla Climate Control Corp., Daejeon 306-230, Korea

요 약

차량 에어컨, 가정용 에어컨 및 냉장고에 널리 쓰이는 HFC 계열 냉매인 R134a는 온실 효과 지수가 1300에 달하는 온실 가스의 일종이다. 이는 온실 가스로 잘 알려진 이산화탄소에 비하여 1300배 더 많은 온실 효과를 일으키는 것을 뜻한다.⁽¹⁻²⁾ 선진국에서는 차량 에어컨의 냉매 누설량을 규제하여 R134a의 대기 배출을 제한하려는 움직임을 보이고 있다.⁽³⁾ 수출 비중이 큰 우리나라의 자동차 업계에서는 이러한 규제에 대응하여야 하지만 국내에서는 냉매 누설에 대한 평가 기준 및 측정에 관한 연구가 아직 미진한 상황이다. 이에 본 연구에서는 현재 시판되는 자동차 에어컨 2종(승용차용 단일 증발기 시스템 및 대형 SUV용 이중 증발기 시스템)에 대하여 연간 냉매 누설량을 측정하였다.

자동차 에어컨 시스템 전체가 수납되고 이를 구동할 수 있는 시험 공간을 제작하였다. 1층은 압축기를, 2층은 그 외의 시스템 구성 요소를 수납하여 압축기 부분의 영향을 따로 확인할 수 있도록 하였다. 질량 분석기를 시험 공간에 연결하여 실시간으로 냉매 농도의 변화를 측정하였다. 이를 이용하여 해당 자동차 에어컨 시스템에 대한 압축기 정지시와 구동시의 연간 냉매 누설량을 산출하였다.

두 시스템 공통적으로 압축기 구동시의 냉매 누설량이 정지시에 비해 큰 폭으로 증가하였다. 이는 압축기 구동시 시스템 내부의 유동에 의한 동압 증가 때문으로 생각된다. 압축기와 그 외 구성 요소들에 의한 냉매 누설량을 비교해 보면 압축기 회전수가 증가함에 따라 압축기의 누설량은 증가하였으나 그 외의 구성요소들은 압축기 회전수의 영향을 받지 않았다. 이는 압축기의 회전수가 증가할수록 압축기 구동축 부위의 기밀 유지가 어려워지는 것을 뜻한다. 또한 피팅부, 접합부에서의 냉매 누설은 압축기의 회전수와 무관하다고 볼 수 있다. 총 냉매 누설량은 단일 증발기 시스템보다 이중 증발기 시스템이 2배 정도 더 많았다. 부위별 누설량을 비교하였을 때 압축기 부위의 누설량이 큰 차이를 보이지 않는 것으로 보아 이중 증발기 시스템의 경우 피팅부 및 배관 접합부의 개수가 늘어난 것이 그 원인으로 보인다.

본 연구의 결과는 추후 자동차 에어컨의 냉매 누설 평가 기준을 수립하는 데 있어 기초 자료로 사용될 수 있다.

참고 문헌

1. IPCC's the Third Assessment Report, 2001
2. M.-H. Kim, 2005, Status and technology trends of alternative refrigerants for CFCs, Perspectives of Industrial Chemistry, Vol.8, No.2, pp. 11-24.
3. D. Clodic, 2005, The European approach to certifying initial leak tightness, MAC Summit 2005