

주행조건 변화에 따른 상용차 루프온 에어컨 시스템의 냉방성능 특성에 관한 해석적 연구

서재형*, 한정우*

*한국자동차연구원 통합열관리시스템연구센터
e-mail:jhseo@katech.re.kr

Numerical Analysis of the Cooling Performance Characteristics of a Commercial Vehicle Roof-on Air Conditioning System under Varying Driving Conditions

Jae-Hyeong Seo*, Jung-Woo Han*

*Integrated Thermal Management System R&D Center, Korea Automotive
Technology Institute

요약

대형버스 및 트럭 등 상용차의 루프온(Roof-on) 에어컨 시스템은 탑승자의 열 쾌적성 및 실내 공기질을 적정 수준으로 유지하기 위한 핵심 장치로 여름철 고온 환경에서 필수적인 시스템이다. 그러나 루프온 에어컨 시스템을 작동시킬 경우 압축기 및 팬 구동에 따른 에너지 소비가 증가하고, 이는 차량 연비 저하로 이어지기 때문에 운전 조건에 따라 요구되는 냉방용량을 파악하고 시스템을 최적으로 운전하는 것이 중요하다. 차량의 냉방부하에 영향을 미치는 주요 요인으로는 태양복사, 탑승자 수, 외기온도, 외기습도, 차량속도, 창문 면적 등 다양한 요소가 있으며 이러한 요소들은 실제 운행 조건에 따라 복합적으로 변화한다. 따라서 다양한 주행조건에서 루프온 에어컨 시스템의 냉방부하 및 냉방성능 특성을 분석하는 것은 에너지 효율 향상과 탑승자의 열 쾌적성 확보 측면에서 중요하다. 본 연구에서는 상용 1D 해석 프로그램인 Amesim을 활용하여 광역버스 루프온 에어컨 시스템과 버스 캐빈 모델을 구성하였고 이를 바탕으로 차량 주행조건 변화에 따른 냉방성능 특성을 해석적으로 분석하였다. 해석 조건으로 외기온도 35 °C, 외기습도 40 %, 태양복사 열유속 1,200 W/m², 태양 입사각 90°를 적용하였다. 루프온 에어컨 시스템은 압축기 회전수 1,800 RPM, 송풍량 4,000 CMH, 환기량 1,000 CMH로 설정하였으며, 승객은 총 45명이 탑승한 것으로 가정하였다. 이때 인체 발열량은 1인당 130 W로 적용하였다. 차량속도 조건은 0~1,000 초 구간은 정차, 1,000~2,000 초 구간은 40 km/h, 2,000~3,000 초 구간은 80 km/h로 설정하였다. 해석 결과, 버스 정차, 40 km/h, 80 km/h 구간에서 루프온 에어컨의 최대 냉방성능은 각각 25.56 kW, 25.0 kW, 24.2 kW로 나타났으며, 버스가 정차 상태에서 주행 상태로 전환되고 차량속도가 증가함에 따라 루프온 에어컨 시스템의 냉방성능은 감소하는 경향을 보였다.

감사의 글

이 연구는 2025, 2026년도 산업통상자원부 및 산업기술평가관리원(KEIT) 연구비 지원에 의한 연구임 (20018869, RS-2024-00445898, RS-2025-25454262)