

철도차량의 폐기단계에서 냉매시스템 냉매회수효율 향상 연구

Study on the Improvement of Refrigerant Recovery Efficiency of Air-Conditioning System at the End-of-Life Railcar

이재영*[†], 김희만** , 천윤영* , 김용기*

Jae-Young Lee *[†], Hee-Man Kim ** , Yoon-Young Chun * , Yong-Ki Kim *

Abstract The refrigerant of air-condition system at the end-of-life stage of railcar was not recovered efficiently because of no regulations in Korea. We tested the refrigerant recovery efficiency from the air-conditioning system to develop a refrigerant recovery device. During the recovery of refrigerant, the refrigerant recovery velocity was reduced steadily by the frozen problem of air-conditioning system because of no power supply at the end-of-life stage. The purpose of this study was to develop the heating system using high-frequency and hot-air. Finally, the total refrigerant recovery period was decreased comparing with the experimental results without heating system.

Keywords : Refrigerant recovery, End-of-life, Air-conditioning system, Railcar

초 록 현재 국내에서는 철도차량의 폐기단계에서 냉방시스템으로부터 냉매회수에 대한 별도의 관리체계가 수립되어 있지 않아, 대부분 그대로 방치되어 대기 중으로 배출되고 있는 실정이다. 이에 본 연구에서는 철도차량의 폐기단계에서 냉방시스템으로부터 냉매를 효과적으로 회수할 수 있는 시작품을 개발하여 냉매회수효율을 테스트하였다. 그 결과, 폐기단계에서는 철도차량 내부로 별도의 전원공급이 이루어지지 않기 때문에 냉방시스템으로부터 냉매를 회수할 때, 주요 부품의 냉각현상이 발생하여 냉매회수 속도가 현저히 저하되는 문제점이 발생하였다. 이를 개선하기 위해 본 연구에서는 고주파 및 열풍 히터를 이용한 냉방시스템 가열장치 시작품을 개발·제작하여 기존 대비 냉매회수 총 시간을 단축하는 효과를 확인하였다.

주요어 : 냉매회수, 폐기단계, 냉방시스템, 철도차량

1. 서 론

철도차량의 운행단계에서 사용되는 냉매는 냉방시스템에 대한 정기적인 유지보수 작업으로 외부 누출이 최소화되고 있는 반면에 폐기단계에서는 별도의 관리체계가 없어 차량 해체 시 대기 중으로 그대로 배출되고 있는 실정이다[1]. 철도차량의 유지보수단계에서 사용하는 냉매 주입, 회수, 재생 등에 필요한 장치는 이미 상용화되어 있는 반면에, 전력공급이 되지 않는 폐

† 교신저자: 한국철도기술연구원 교통환경연구팀(iyoung@krri.re.kr)

* 한국철도기술연구원 교통환경연구팀

** 한국철도공사 환경경영처

기단계에서 사용하기 위한 냉매회수장치에 대한 연구는 거의 없는 실정이다. 본 연구에서는 기 개발한 폐기단계 철도차량 전용 냉매회수장치를 이용하여 철도차량의 폐기단계에서 냉방시스템으로부터 95% 이상의 회수효율을 확보하였다[1, 2]. 그러나 냉매 회수 시, 냉방시스템으로 별도의 전원공급이 이루어지지 않기 때문에 주요 부품의 냉각현상이 발생하여 냉매회수속도의 저하를 초래하였다[2]. 본 연구에서는 이를 개선하기 위하여 고주파 및 열풍 히터를 이용한 냉방시스템 가열장치 시제품을 개발하여 기존과 냉매회수성능을 비교하는 실험을 수행하였다.

2. 실험방법 및 결과

2.1 실험방법

Fig. 1과 같이 폐철도차량용 냉방시스템에 대한 가열방식으로는 고주파 및 열풍 히터를 활용하여 현장에서 냉방시스템을 직접 가열할 수 있도록 탈부착 기능을 보유한 시제품을 제작하였다. 고주파를 이용한 가열장치는 여러 개의 고주파 가열 코일 단말을 활용하여 에어컨의 컴프레서, 리시버드라이어 탱크, 어큐뮬레이터 탱크 등을 동시에 가열할 수 있도록 구성하였다. 가열장치의 단말은 주로 철로 구성되는 냉방시스템 부품에 쉽게 부착할 수 있도록 탈부착이 용이한 자석으로 부착할 수 있도록 하였다. 냉방시스템의 탱크형 부품 이외에도 많은 부분을 이루는 배관류는 열풍장치를 적용하여 가열할 수 있도록 하였다. 또한, 가열된 공기가 에어컨 외부로 쉽게 빠져나가는 것을 막기 위해 고무 또는 합성수지 등의 차단막을 설치하였다.

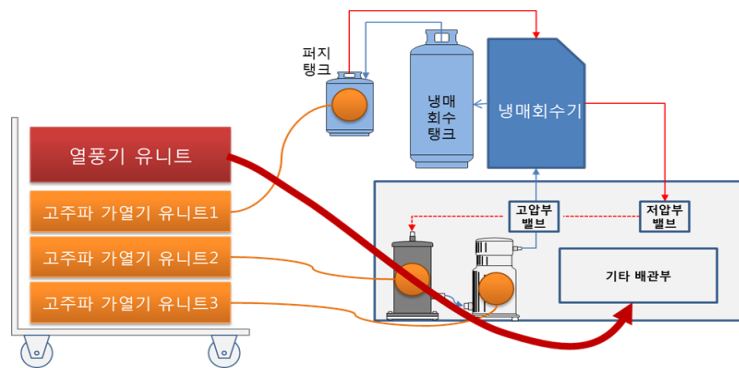


Fig. 1 Schematic diagram of heating system for the refrigerant recovery device

2.2 실험결과

폐철도차량 냉방시스템 가열장치의 시제품 성능을 평가하기 위하여 먼저 가열장치를 사용하지 않은 상태에서 에어컨시스템에 냉매 10kg을 충전하여 회수시간을 측정하였다. 다음으로 가열장치 중 고주파 가열장치는 주요 부위에 부착하고, 열풍장치를 이용하여 간헐적으로 가열하였으나, 회수시간의 단축효과를 확인하지 못하였다. 이에 각각의 운전조건을 최대한 동일하게

유지할 수 있도록 한 후 고주파 가열장치는 간헐적으로 가열을 시행하고, 열풍장치의 경우에는 지속적으로 가열함으로써 효과를 높일 수 있었다. 그 결과, 최종적인 회수시간이 15% 이상 단축하는 효과를 확인하였다.

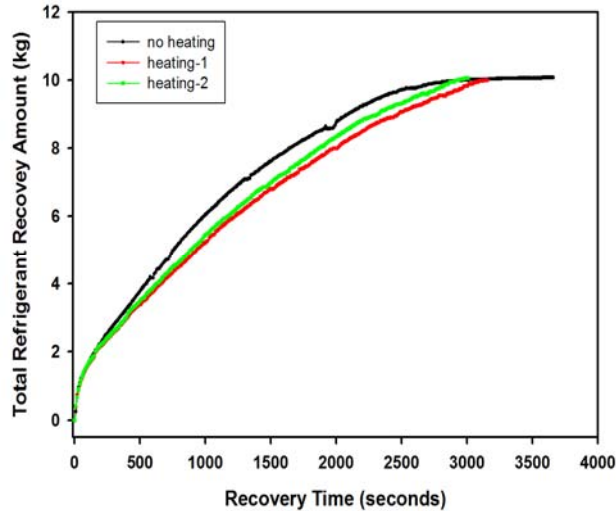


Fig. 2 Experimental results of refrigerant recovery from air-conditioning system w/o the application of heating system

3. 결론

본 연구에서는 철도차량용 폐냉매 회수장치 시작품을 개발하여 성능을 평가하고 이를 통해 분당 700g 이상의 초기 냉매회수속도 및 냉매 10kg 기준 회수시간 50분 이내, 회수율 95% 이상의 성능을 확보하였다. 냉매 회수과정에서 발생하는 냉방시스템의 냉각에 따른 냉매회수성능 저하로 개선하기 위해 가열시스템을 추가적으로 개발하고, 이를 통해 기존 회수 시간 대비 15% 이상의 시간을 단축하였다. 최종적으로 냉매회수 재활용 의무화 관련 국내의 규제 강화에 따라 철도차량 폐차 시 발생하는 냉매를 보다 고효율로 단시간에 회수할 수 있는 기술 개발을 통해 자동차 분야 유사기술을 보유한 중소기업의 철도시장 진출 지원 및 온실가스 배출 저감, 자원순환 등의 환경개선에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] Jae-Young Lee, Yoon-Young Chun, Ho-Won Chang (2016) Study on refrigerant recovery from air-conditioning system at the end-of-life railcar, *2016 Proceedings of Korean Society of Environment Engineers*, Gyeongju, pp. 887-888.
- [2] Jae-Young Lee, et al. (2016) Development of refrigerant recovery device for the end-of-life railcar, Korea Railroad Research Institute.