

4호선 전동차 하부세정설비 운용효과에 관한 연구

A Study on the operation effects of the cleaning equipment for train line 4

김경섭*†, 최덕수*, 배명곤*, 김택주*

Kyung Seob Kim*†, Duk Soo Choi*, Myung Gon Bae*, Taeg Joo Kim*

Abstract The dust and dirt attached to the lower of train main device caused failure by the over-temperature of the main device. In the case of line 4 train, Failures have caused 14 cases the most trouble in 2011, through the heavy maintenance (3 Year inspection). The heavy maintenance was a huge hindrance caused to perform your duties. The lower cleaning was been carried out in-house but faced difficulties from dust complaints. It was been installed to the train lower washing equipment in order to solve the above problems. The device is can completely blocked to the dust generated during cleaning air. Advantage is the first protects the environment of the atmosphere. Second, contribute to the improvement of air quality internal station and tunnels. Third, to prevent hazardous matter entering the workplace was a significant improvement in the working conditions of employees. In addition, by preventing the over-temperature of the main device by the dust contributed to safe driving.

Keywords : Heavy maintenance, The lower washing equipment, Air quality

초 록 전동차 하부 주요기기에 부착된 먼지 및 이물질은 주요기기의 과온을 유발하여 고장을 발생시킨다. 4호선 전동차의 경우 2011년에는 14건으로 가장 많은 고장을 발생시켰으며, 중정비(3년 검사)을 통해서 공기 청소를 시행하였다. 그러나 중정비 본연의 임무수행에 막대한 지장이 초래되었으며, 자체적으로 공기 청소를 실시하였으나 주변 주민의 민원으로 어려움에 직면했다. 이와 같은 문제점을 해소하기 위하여 전동차 하부세정설비를 설치하게 되었다. 이 장치의 장점은 첫째, 발생하는 먼지가 대기로 유출되는 것을 완벽하게 차단한다. 둘째, 대기환경 보호는 물론이고 역사 및 터널의 공기질 향상에 기여한다. 셋째, 작업장 이물질 유입을 방지하여 직원의 근무환경에도 상당한 개선효과가 있었으며, 전동차 주요기기의 과온을 사전에 예방하여 전동차 안전운행에 기여하였다.

주요어 : 중정비, 하부세정설비, 공기질

1. 서론

직류 전동차는 가선에서 1,500V를 받고, 직·교류 전동차는 가선에서 25,000V를 받아서 모터를 가동시키기 위한 3상제어를 하는데, 이때 직류전동차는 직류를 교류로 바꾸어 주는 Inverter를 사용하고, 직·교류 전동차는 Converter/Inverter를 사용하여 교류를 직류로 바꾸고 다시 직류를 교류로 바꾸어 3상제어를 통해 모터를 제어하여 구동하게 된다. 120도의 위상을 바꾸어 가며 추진력을 얻는다고 해서 추진제어장치라고도 한다. 이와

† 교신저자: 서울메트로 창동차량사업소(polrraris7@seoulmetro.co.kr)

* 서울메트로

같은 전력변환장치는 전력반도체의 스위칭을 통해서 실시간 제어를 하는데 이때 발생된 열로 인해 반도체 소자의 고장 원인이 되기도 한다. 따라서 냉매에 의한 냉각작용을 하여 원활한 작용이 되도록 하고 있으나, 하부 기기에 부착된 먼지 등의 오염원은 관련기기들의 과열을 더욱 더 가중시켜 고장 및 오동작을 발생시키는 원인이 된다. 이러한 과열에 의한 주요기기의 고장을 예방하려면 전동차 하부기기에 붙어 있는 찌든 먼지와 오염원을 제거해 주어야 한다. 그렇지 않으면 운행장애를 발생시키고 전동차 안전운행에 커다란 방해요인으로 남기 때문이다.

2. 본 론

2.1 하부세정설비

2.1.1 설비의 구성

Table 1 The configuration of the lower cleaning equipment

구 분		용 도	비 고
집진부스	밀폐장치	상부비산먼지 차단	
	에어커텐	전후 비산먼지 차단	
	통과식 에어노즐	자동 에어청소	
	수동 에어노즐	수동 에어청소	
	조작반	하부세정설비 제어	
기계실	공기압축기(100Hp, 2대)	압축공기 생산	
	압력용기(8m ² , 2개)	압축공기 저장	
	배기팬	발생먼지 배기	
	백필터	이물질 분리	
	급기팬	집진부스에 공기공급	

2.1.2 설비의 도입

전동차의 추진제어장치는 GTO등 전력반도체 소자를 이용하여 교류 유도전동기의 속도 및 토크를 제어한다. GTO 등의 전력반도체는 ON, OFF 스위칭 시 왜울을 최소화시키기 위해서 설치한 보조 전원 변압기가 높은 열을 발산하기 때문에 인버터 박스 내 냉각장치를 이용해서 적정온도를 유지하여 Inverter module과 각종 PCB를 보호하고 있다. 추진제어장치의 냉각방식은 강제송풍방식, 냉매식 자연냉각방식과 자연냉각방식이 사용된다. 전동차가 진행하는 방향으로 터널 내 오염된 공기를 지속적으로 흡입함으로써 추진제어장치 전장품에는



Fig. 1 The lower washing by staff

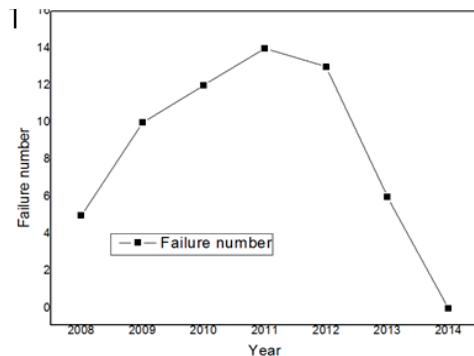


Fig. 2 The annual number of faults

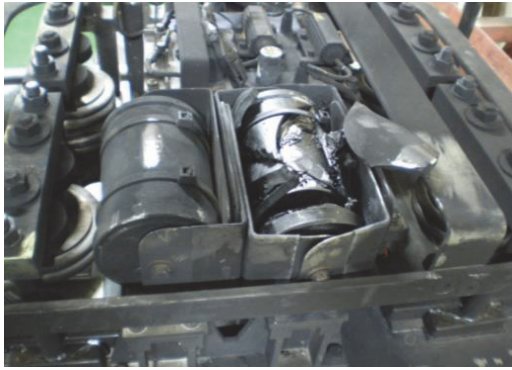


Fig. 3 The broken capacitors

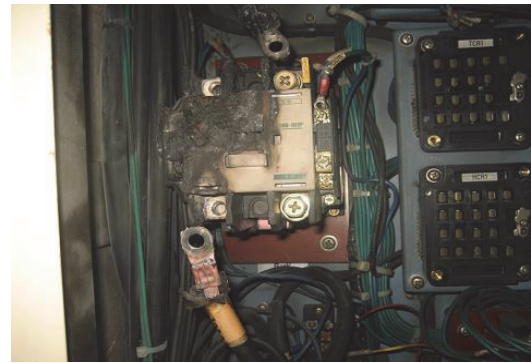


Fig. 4 The deterioration relay

오염된 먼지와 쇳가루 등이 인버터함 내 축적되면서 열화에 의한 고장을 발생하게 된다. 현재 도입되는 전동차는 강제 송풍 냉각시스템에서 밀폐식 히트펌프 냉각시스템[1]으로 새로운 냉각시스템이 개발되고 있지만, 4호선 전동차의 경우 냉매식 자연냉각방식을 사용하고 있기 때문에 이러한 문제를 해결하기 위해서는 현재 상태에서 냉각효과를 최상으로 유지시키는 일 밖에 선택의 여지가 없다. 하부세정을 위해 수작업을 실시하였으나 주민과 관할 구청의 민원으로 어려움에 직면하였으며, 중정비의 도움으로 세정작업을 하려고 했으나 받고자 공정상의 문제로 난관에 부딪히게 되었다. 이런 힘든 과정을 겪으면서 도입된 하부세정설비는 기존 사업장에 설치되었던 자동화 세정설비의 단점을 극복할 수 있었으며, 통과형 하부세정설비의 단점 역시 극복할 수 있는 자동·수동 겸용 하부세정설비를 갖추게 되었다. 이 장치는 자동형에 비하면 수동으로 2차 수작업을 실시할 수 있는 장점이 있으며, 통과형은 노즐에 의한 청소로 기기 내부의 청소가 불가능하여 완벽하게 오염원이 차단되지 않는 단점을 완벽하게 극복할 수 있다는 장점을 가지고 있다. Fig 1과 Fig 2는 오염원에 의한 기기 고장의 한 예를 보여 주고 있으며, Fig 3과 Fig 4는 도입된 자동·수동 겸용 세정 설비를 나타낸다.

2.1.3 운용의 효과

하부세정설비의 운용으로 전동차 각종 전장품에 고착된 먼지 및 이물질[2] 등을 제거함으로써 2014년 7월 이후 현재까지 전동차 과온에 의한 고장이 발생하지 않고 있다. Fig 6을 보면 2013년 중정비에서 하부 청소를 실시했을 때 6건으로 줄어 든 것을 알 수 있고, 2014



Fig. 5 The exterior of the lower washing equipment



Fig. 6 The interior of the lower washing equipment



Fig. 7 Collecting dust when the lower washing



Fig. 8 Collecting dust when the lower washing

년 하부세정설비를 설치 후에는 단 한 건의 고장 발생이 없음을 알 수 있다. 하부세정설비 도입 이후 대기환경 보호와 작업장의 환경이 개선되었고 민원 예방 효과도 있었다. 또한 역사 및 터널 내 공기질의 향상에 기여한 바가 크다고 하겠다. Fig 5는 인력에 의한 세정 작업을 보여주며, Fig 6은 연도별 고장 발생을 나타내고 있다. Fig 7과 Fig 8은 1개 편성 수동·자동으로 하부세정작업을 실시하고 백필터에 수집된 오염원을 나타낸 사진이다.

3. 결론

하부세정설비의 도입으로 전동차 주요 기기를 과온으로 보호하여 안전운행을 확보할 수 있으며, 그에 따라 전장품의 내구연한을 길게 확보할 수 있기 때문에 경제적인 비용절감효과는 작지 않다고 할 것이다. 4호선의 경우 2010년부터 2015년까지 C/I관련 부품의 구매비용이 약 70억이 소요되었는데 열화 방지에 의한 부품 50% 절감 시 산술적으로도 약 35억원을 절감할 수 있는 것이다. 이와 같이 경영개선 파급효과는 상당히 크다고 볼 수 있다. 그 밖에도 전술한 바와 같이 대기환경 개선효과, 민원예방효과, 직원근무환경 개선효과, 역사 및 터널내 공기질 향상에도 상당히 기여할 것으로 판단된다.

참고문헌

- [1] D.J. Shin (2014) Study on the performance analysis of the heat-pump system for the cooling of the inverter of a metro EMU, Degree of master, Seoul national university of science and technology, pp. 17-28.
- [2] 서울지하철 (1998) 서울지하철 환경개선 연구, Table 9-5.