

# 전동차 블록 브레이크 유닛 1~3호선 적정 교체주기 비교 도출에 관한 연구

## A Study on the Replacement Period for the Train Block Brake in Line #1 thru #3

이재은\*†, 이원영\*\*

Jae Eun Lee\*†, Won Young Lee\*\*

**초록** 우리나라 도시철도는 1974년 개통되어 서울 등 6대 광역시에 건설되어 운영되고 있다. 처음 도입된 전동차는 일본에서 제작하여 납품되었고, 함께 유지보수 기법도 도입되어 정기적인 점검을 통한 예방정비 등의 시간기준 보전 정비(TBM : Time Based Maintenance) 방식이 현재까지도 철도 운영기관의 차량 검사규정에 반영하여 사용되고 있다. 그러나 운영환경 차이 등의 조건에서 일률적인 정기적 검사 주기는 과학적이고 신뢰성 있는 정비방법이 아닌 것으로 생각되며 최근에는 상태 진단보전방식인 CBM(Condition Based Maintenance)을 반영하는 추세에 있다. 운영환경에 적합한 검사주기를 설정하여 정비를 하는 것이 신뢰성있는 방법이라고 생각되어 본 연구를 진행하였다.

**주요어** : 도시철도, 블록 브레이크 유닛, TBM, CBM, 운행환경, 검사주기

### 1. 서론

우리나라 도시철도는 1974년 8월 15일 개통되어 서울 등 6대 광역시에 건설되어 운영되고 있다. 처음 도입된 전동차는 일본에서 제작하여 납품되었고, 함께 유지보수 기법도 도입되어 정기적인 점검을 통한 예방정비 등의 시간기준 보전 정비(TBM : Time Based Maintenance) 방식이 현재까지도 철도 운영기관의 차량 검사규정에 대부분 반영하여 사용되고 있다. 그러나 운용노선의 곡선 차이 및 승객량의 다소가 존재하고 차량에 가해지는 부하조건이 다른 운행환경에서 획일적인 정기검사 주기는 과학적이고 신뢰성 있는 정비방법이 아닌 것 같아 동일 조건 사양 제품으로 불량률을 비교 분석하여 운행환경의 특성에 맞는 블록 브레이크 유닛의 검사주기를 제시해 보고자 한다.

### 2. 블록 브레이크 유닛

#### 2.1 블록 브레이크 유닛(답면 제동기) 고장

블록 브레이크 유닛(답면제동기)는 전동차 10량 1편성 기준으로 총 40개가 주행장치 대차

프레임에 장착된 제동기로 전동차의 정차 시 원하는 위치에 안전하게 정차 하게하여 안전운행을 확보하는 장치로 제동 시 안전성에 중요한 역할을 하는 장치이다. 블록 브레이크 유닛 검사주기는 서울교통공사 전동차 정비규정[1]에 3년(500,000km), 6년(1,000,000km) 검사시 교체하게 되어 있으나 Table 1과 같이그보다 못미치는 주행거리에서 1~3호선의 경우 (2.14%~13.75%) 고장이 발생되어 안전운행 저해요인이 발생하고 있으며 주요고장은 공기누설로 불량률이 파악 되었으며, 운용노선의 곡선 차이 및 승객량의 다소가 차량에 가해지는 부하조건이 불량 발생에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

Table. 1 블록 브레이크 유닛 불량 현황

연번	자재번호	품명	소속	교체수량	작동불량	공기누기	기타 (볼트,너트 탈락 등)	장착량	불량률
1	105723	답면제동기	군자차량	11	2	9	0	512	2.14%
2	105723	답면제동기	산정차량	121	6	114	1	880	13.75%
3	105723	답면제동기	지축차량	26	3	21	2	600	4.33%
4	105723	답면제동기	수서차량	20	2	14	4	760	2.63%
합계				178	13	158	7		
점유율				100%	7.30%	88.76%	3.93%		

† 교신저자: 서울교통공사

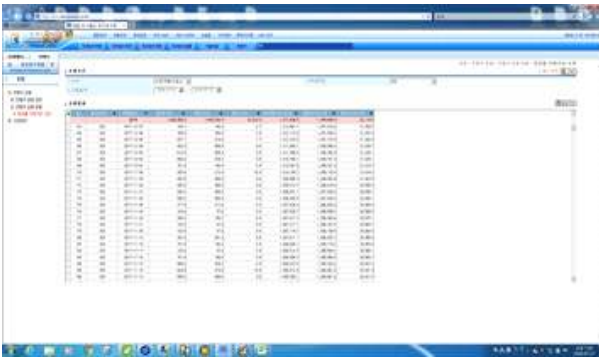
(jelee@seoulmetro.co.kr)

\* 서울교통공사 신정차량사업소

\*\* 서울과학기술대학교 글로벌융합산업공학과 교수

## 2.2 블록 브레이크 유닛 고장률 조사

Fig. 1에서 보여지는 서울교통공사 차량 전산시스템인 RIMS[2]의 2010 ~ 2017년도 까지 축적된 고장분석 시스템의 운영데이터를 수집하고 자료의 객관성 확보를 위한 동일모델의 동일부품을 사용한 블록 브레이크 유닛(답면 제동기) 고장건수를 조사하여, 1호선(11건) 2호선(121건) 3호선 지축차량사업소(26건)와 수서차량사업소(20건)의 고장건수를 파악하였으며 통계 프로그램인 미니탭을 활용한 고장률 분석에 기초자료로 활용하였다.



호선	차량사업소	고장건수
1호선		11
2호선		121
3호선(지축)		26
3호선(수서)		20

Fig. 1 서울교통공사 차량 전산시스템(RIMS)

## 2.3 통계프로그램 활용 고장률 분석

통계프로그램인 미니탭을 활용하여 사업소별 블록 브레이크 유닛(답면제동기) 2010년부터 2017년 불량 발생 건수의 주행거리 데이터를 이용하여 분석하였다. 서울교통공사 전동차 정비규정에서 제시한 TBO 주기 이하의 주행거리에서 불량이 발생한 데이터로 구성하였다. 이들 데이터를 기반으로 신뢰성을 분석함으로써 고장 확률 분포 함수를 추정하고 신뢰도 함수 및 평균 수명을 산출하였다.

신뢰성 자료의 통계적 분석을 위해 추출된 데이터를 어떠한 수명분포에 적용시킬 수 있는지를 판명하기 위하여 적합도 검증이 필요하다. 그러한 분석 도구 중 고장분포의 적합성 검토를 Minitap을 이용하였다.

신뢰도 분석에 주로 이용되는 확률분포를 대상으로 하여, 이를 각 분포에 대하여 확률도를 작성하고 이로부터 분포 적합도를 산출하여 최적합 분포를 도출하였다. 또한 분포의 적합도 검정은 Anderson-Darling (A-D) 검정 값으로

판정하였다. A-D 검정 값은 확률지에 타점된 점과 점검할 데이터의 적합한 직선의 대응점과의 차이를 측정한 값으로서, 여러 분포 중에 더 적은 A-D 통계량 값이 분포가 적합하다는 것을 의미한다[3].

## 3. 결론

서울교통공사 전동차 관리규정에 나와 있는 중정비 검사 후 차기 교환 적정주기는 중간검사 및 전반검사 주행거리가 50만km 이나, 불량 건수 주행거리 분석결과 일부사업소에서는 그에 못 미치는 주행거리에서 불량이 발생 되고 있으며, 불량 발생률이 1호선 2.14%, 2호선 13.75%, % 3호선(지축) 4.50%, 3호선(수서) 2.63% 발생되었으며, 특히 2호선의 경우 타사업소와 같은 동일제품의 모델 및 부품을 교환함에도 불구하고 불량률이(3~5배) 이상 나타나는 것은 타호선에 비하여 곡선부가 많고(0.8~2.4배)[4] 승객량(2.6~5.6배)[5] 많은 것이 차량에 가해지는 중량 및 역학적부하가 영향을 미치는 것으로 생각된다.

전체 일괄적인 교환주기를 규정하기 보다는 과학적인 분석을 통하여 호선별 특수성을 감안, 고장률에 따라 블록 브레이크 유닛(답면제동기) 적정 TBO 교환 검사주기 조정 및 과학적 예방정비를 실행한다면 전동차 안전운행에 기여하고 고장발생에 따른 고객 불편을 해소 하여 전동차 안전 운행의 서비스 품질을 높일 것으로 기대된다.

## 참고문헌

1. Seoul Metro Corporation Train Management Regulation 2018
2. Seoul Metro Corporation Computer System(RIMS) 2018
3. Seo, Soon Keun. (2009). "Minitab Reliability Analysis" E-TECH. p.p.21~185
4. Seoul Metro Corporation Railway Curve Survey 2018
5. Seoul Metro Corporation passenger Volume Data for January-June 2018