

도시철도 전동차 정비 이론 및 개선 방향 연구

A study on the Innovation method of Metro EMU Maintenance

최 용 운
Choi, Yong-Woon

ABSTRACT

The inspection periods for the metro EMU maintenances vary variously according to the countries and railway operators.

And the inspection systems vary according to the safety, economical, technical aspects, and also the social environments like passengers and maintenance qualities, etc.

Also, in economic point of view, maintenance requires the man power, facilities, equipments, purchasing of parts and the loss of not being in revenue service during the maintenance period.

Recently, there is a tendency that the inspection periods are extended gradually owing to the increased reliabilities of the equipments and parts of EMUs.

Even if it is the EMUs that are already be in service, once the inspection method is innovated, the inspection time can be reduced.

The inspection management innovation scheme includes such methods as the complete module to module replacement when trouble shooting a faulty parts before putting the EMU back to revenue service, the replacements of parts in complete set unit for the heavy maintenance, the establishments of exchange periods for the wasting parts, modernization of inspection equipments, introduction of RAMS for the reliability improvement and computerization of EMU maintenance management, etc.

I think it is possible to optimize the inspection scopes and periods per parts and equipments by the introduction of RAMS.

1. 서 론

철도는 선로, 차량, 전기등의 각기 다른 설비를 종합적으로 사용해서 여객, 화물을 안전하고 정확하게 대량으로 수송하는 수송수단으로서 안전하고 안정된 수송을 확보하기 위해서는 이러한 설비가 항상 정상적으로 작동하는 것이 중요하다. 특히 차량은 수송에 직접 관계하는 설비로서 고장 등이 발생하면 직접적인 영향을 주게 되므로 높은 신뢰성이 요구된다.

일반적으로 높은 신뢰성으로 효율적으로 유지하기 위해서는 이 설비의 사용조건을 고려하여 설계, 제작, 운용의 각 단계에서 가장 적합한 대책을 수립하는 것이 필요하다.

철도차량은 품질관리 개선과 신기술 개발 등에 고 성능, 고 신뢰성화 되고 있는 반면 차량의 기기 구성은 복잡화 하는 경향이 있다.

철도 차량분야 중 우리공사와 관련되는 대도시 대중교통수단인 전동차의 유지관리는 매우중요하며 이에 전동차 정비계획 및 관리이론에 대하여 검토코자 한다.

책임저자 : 최용운, 정희원, 서울도시철도공사(서울산업대학교
철도전문대학원 철도차량 시스템공학과 박사과정)

E-mail : choiyw@smrt.co.kr

TEL : (02)6311-3200 FAX : (02)6311-4321

2. 검사주기에 대한 이론

차량에 한정하지 않고 일반적으로 기기는 사용 개시 후 다양한 불량부분이 발생된다. 불량부분은 설계 불량, 재료불량, 제작 불량, 사용기간이나 사용빈도 등에 의한 열화, 취급불량, 기타 예측불가능한 원인 등에 의해 발생된다. 점검방법에는 고장이 발생하고 나서 행하는 사후검사(비정기적) 방법과 일정기간을 정해서 검사 또는 수선하는 예방검사(정기적) 방법이 있는데 철도차량은 수송의 안전성을 확보하기 위하여 예방검사 방식으로 점검을 시행하고 있다. 많은 부품으로 구성되어 있는 기기의 고장발생은 예방보수를 행하지 않을 때는 아래 그림과 같은 곡선을 보이므로 Bath-Tube (욕조곡선)이라 불려진다.

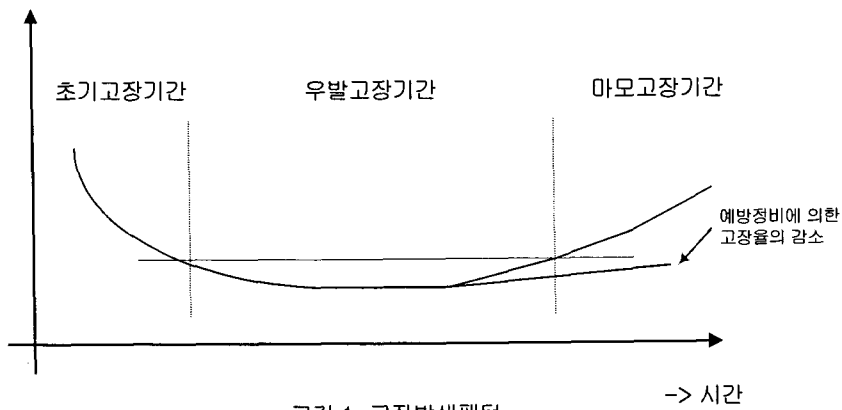


그림 1. 고장발생패턴

사용초기에는 수명이 짧은 부분이나 잘 조화되지 않은 부분, 제작 불량, 설계 불량 등에 의해 고장이 발생되며 이 기간을 초기고장 기간이라 한다.

계속 사용함에 따라 고장률이 감소하게 되면 고장발생이 우발적(Random)으로 되는 우발고장기간이 되고 더욱 사용시간이 경과하면 부품의 마모나 열화에 의해 고장률이 증가되는 마모고장기간이 된다. 마모고장이 시작하기 직전에 보수를 행하면 고장률을 떨어뜨리는 것이 가능하고 내용수명을 연장할 수가 있다. 또한 기능유지의 비용이 많아져 경제성이 저하되면 그 기기는 폐기하게 된다.

이러한 상태를 개념적으로 표시하면 아래와 같다

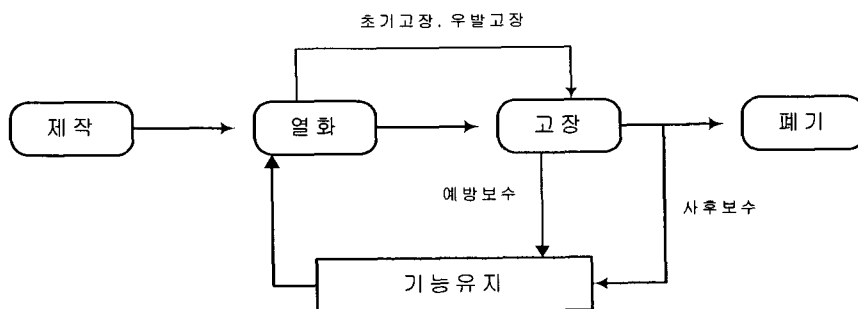


그림 2. 기기의 보수개념

3. 전동차 검사체계 및 방식에 대하여 살펴보면 다음과 같다

가. 검사체계 결정요인

1) 안전성 측면

- 고장이 발생했을 경우 미치는 영향정도에 따라 검사체계결정

2) 경제적 측면

- 검사빈도, 검사수준에 따라 비용이 발생하므로 최적의 수준 결정 필요

3) 기술적 측면

- 차량 제작시 설계목표에 의해 수명결정
- 선로조건, 주행진동, 충격, 기록조건등 사용 환경에 따라 수명 및 마모 등이 결정됨

4) 기타

- 이용자, 유지보수 품질등 사회적 환경에 따라 고장발생추이가 다르게 나타남

나. 전동차 검사방식의 변화요인

1) 사후 검사기기의 사용증가

- 전기, 전자, 컴퓨터 제어로 사전 고장징후 발견 및 예방이 어렵고 비용이 많이 소요됨

2) 예방검사 기기의 감소

- 제작기술의 향상으로 기기의 품질이 향상되고 있음

3) 신뢰성 향상과 다중계 설치

- 신뢰성 향상과 다중계 설치로 운행 영향기기의 감소

다. 검사주기 제약요인

1) 주행거리 관계

- 마모품, 대차, 주행 장치, 집전장치, 견인전동기 등

2) 사용시간에 비례

- 차체, 객실설비, 공기호스, 고무류 등

3) 가동횟수에 관계

- 공기제동기기, 출입문, 전자기기 등

라. 국내 전동차 검사주기 변천

1) 경정비

- 일상검사: 2일(48시간) 검사 ^{89년} → 3일(72시간)검사
- 월상검사: 1개월검사 → 2개월검사 ^{95년} → 3개월검사

2) 중정비

- 중간검사: 1.5년검사 ^{89년} → 2년검사 ^{97년} → 3년검사
- 전반검사: 3년검사 ^{89년} → 4년검사 ^{200년} → 6년검사

마. 검사주기 변천요인

1) 전동차제작기술의 발전

2) 사용경험에 의한 주기연장으로 비용절감

3) 정비기술의 발전

4. 현행 검사체계

○ 서울도시철도공사의 현행 전동차 검사체계는 아래와 같으며

종류	3일 검사	3월검사	3년검사	6년검사
기간	72시간	3개월	3년	6년
거리	-	4만Km	40만Km	80만Km

○ 국내외 기관의 검사주기는 도표와 같이 다양하다

도시철도 운영기관 검사주기 현황 (국내)

('05년말 기준)

기관별		검사주기					비고
기관명	호선	일상	월상	중간	전반	기타	
서울특별시 도시철도공사	5~8	3일 (72h)	3개월 (4만km)	3년 (40만km)	6년 (80만km)		
서울메트로	1~4	3일 (72h)	2개월 (3만km)	2년 (30만km)	4년 (60만km)		
부산광역시 교통공단	1	2일 (48h)	2개월 (3만km)	2년 (30만km)	4년 (60만km)		
	2	3일 (72h)	3개월 (4만km)	3년 (40만km)	6년 (80만km)		
인천광역시 지하철공사	1	7일	3개월	3년 (40만km)	6년 (80만km)		
대구광역시 지하철공사	1	3일 (72h)	3개월	3년 (40만km)	6년 (80만km)		
광주광역시 도시철도공사	1	3일 (72h)	3개월	3년 (40만km)	6년 (80만km)		
한국철도공사	저항	2일	1월/3월/6월	1.5년	3년		
	VVVF	72h (1,500)	3월/6월 (4.5만/9만)	3년 (54만km)	6년 (108만km)		

도시철도 운영기관 검사주기 현황 (국외)

('05년말 기준)

기관별		검사주기					비고
국가, 지역	기관	일상	월상	중간	전반	기타	
홍콩	MTRC	15일 5,000km	30일 1만km	2.5년 30만km	-	- 반수명 검사 : 15년 180만km	
그리스 아테네	attico metro	19일 5,200km	60일 1.8만km	3년 30만km	6년 60만km	- 반년검사 : 80일 5.5만km - 연간검사 : 1년 11만km	
미국	LA지하철	1일	1.5월 1.5만마일	2년 6만마일	2년 12만마일		
	뉴욕지하철	1일	1.5월 1.5만마일	1년 6만마일	2년 12만마일		
캐나다	몬트리올 지하철	1일 주간검사	1월 2월검사			- 분기, 반기, 연간 검사시행	
영국	런던 지하철	1일	14일	2년	4년	- 36주검사, 9년/18년 검사 별도 시행	
스페인	바르셀로나 지하철	- 45일 정비, 90일 정비, 3년검사, 4년검사, 5년검사, 10년검사 정비 부품별 정비					
독일	뮌헨 지하철	- 5,000km마다 정비레벨에 따른 검사 시행					
일본 ('02.3.31 적용)	법령에 의함	-	3월	4년 60만km	8년	-JR동일본은 부품별 주기적용 (주행km 기준)	

5. 현황 및 나아갈 길

- 전동차 검사주기는 국내 운영 기관 중 가장 선도적인 역할로 검사주기를 연장하여 효율적으로 운영 중에 있으며 전동차 장애율은 열차주행 백만km당 10분 이상 지연 0.14건 (2006년 3건)으로 보유 전동차 200편성을 환산하면 66년에 1회 발생하는 비율이며 일본 동경의 Teito지하철은 2001년도 동 장애율이 0.61로서 (우리 공사의 약 4배 수준) 우리나라가 세계적인 수준이다

월평균 장애건수: 서울도시철도- 0.25건(152km, 전동차 1,564량)

동경지하철- 1.5건(172km, 전동차 2,455량)

뉴욕지하철- 37건(371km, 전동차 5,700량)

※ '06년도 총 장애 8건 기준시는 25년에 1회 고장 발생 비율임

('05년도 6건: 33년에 1회 고장 발생 비율)

○ 전동차 정비관리 개선방향

전동차관리의 신뢰성 향상과 운용 효율성 증대를 위하여 아래와 같은 방안의 검토·추진이 필요함

구분	내용	기대효과
1. 정비 기간 단축 분야		
가. 고장조치	<ul style="list-style-type: none"> 기존 차량 : 완제품단위로 우선 교환 후 수선 향후 제작 차량 : 모듈화 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 정비시간 단축 <ul style="list-style-type: none"> ⇒ 운용효율 증대 (차량투입을 증가) → 차량구입비 감소, 영업회전을 향상
나. 중정비	<ul style="list-style-type: none"> - 정비 및 수선 후 재장착 방식 ⇒ 예비품 교환 후 출창 방식으로 전환 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 중정비 기간 단축 <ul style="list-style-type: none"> ⇒ 운용 효율 증대
다. 부품 수선 및 교정	<ul style="list-style-type: none"> - 전문수선반 운영 또는 외주 수선 방안 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 정비 품질 향상 및 예산절감
라. 부품 교체 주기 설정	<ul style="list-style-type: none"> - 소모품류에서 각종 계전기류, 접점류까지 확대 (전기장치 부품까지 수명계산 교환주기 설정- 캐패시터등) 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 신뢰성 향상
2. 검사장비 분야	<ul style="list-style-type: none"> - 검사·정비 및 계측장비 현대화 추진 : 자동화, 무인화 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 고장이력 관리 ▷ 정비시간 단축 ▷ 신뢰성 향상
3. 신뢰성 향상 분야	<ul style="list-style-type: none"> - 전동차 정보시스템 운용 및 향상 <ul style="list-style-type: none"> - 운행정보 - 검사이력 - 고장이력 - 고장통계 - RAMS도입 (Reliability, Availavility, Maintainability, Safety) 	<ul style="list-style-type: none"> ▷ 정비계획 및 실적관리 전산화 ▷ 고장통계, 자재사용 및 수요판단 과학화 ▷ 부품수명관리정보제공 ▷ 부품별장비별 검사범위 및 검사주기 최적화 <ul style="list-style-type: none"> ⇒ 신뢰성 향상 ▷ 일괄 정비 방식 <ul style="list-style-type: none"> ⇒ 장치별 정비 방식 전환가능

○ 또한 모든 일의 시작과 끝은 사람 즉 직원이 수행하므로 직원들의 근무 자세확립이 필요하며 이를 위한 회사의 운영방향 및 비전제시와 관리자들의 솔선수범, 동기부여와 결과에 동참하는 자세가 절대로 필요하다 할 것이다. “끝”

참고문헌

1. 강수현외 5명 공저(1992) “산업안전관리총론” 도서출판 한진
2. 각 기관 전동차 정비 관련규정 - 서울도시철도, 한국철도공사, 서울메트로, 부산교통공단
3. 서울지하철 8호선 기본설계 보고서 제10권 차량 및 검수
4. 전동차 정비 및 관리이론. 최용운 : 서울도시철도공사(2004년)
5. Basic Guide to System Safety : Jeffrey. W . Vincolicsp
6. Reliability, Maintainability and Risk : David . J . Smith.
7. 시스템 안전 공학 : 김병석, 나승훈
8. 철도시스템 RCM 적용을 위한 신뢰성 및 안전성 분석활동에 관한 연구
신석균외, 철도학회논문 2006년.
9. 국내도시철도차량 RAMS 적용현황과 개선방향 , 한석운 외
10. 도시철도 유지 보수 예방정비체계 구축 방법론에 관한 연구, 이호용 외, 철도학회 논문 2004년