

신뢰성기반의 전동차 유지보수체계 개발방안 연구
**The Development Plan for the Reliability Centred Maintenance of Electric
Multiple Unit**

이우동*
Lee, Woo-Dong

ABSTRACT

From '1994 Gwacheon accident of the Electric Multiple Unit(EMU)' till '2004 Seoul subway 2 lines Guui station accident', the accident is increasing at day and the service demand of the citizen is coming to be various. But it does not deal with technical or operation side demands. There is a possibility of saying that the accident of the EMU or deficit operation is caused by the RCM. The EMU where the efficiency is good though does the time passes and it becomes old anger and does not display that efficiency not only the cause of formation accident does becomes. The breakdown about under occurring before getting up an accident, appropriately shifting the parts is to a maintenance very the pending question fact which is important is a possibility of doing. From there is by an EMU, RCM in reliability base grudge is a tool of confirms an improvement point and the place where it judges. From the research which it sees will present about technical development plan of RCM.

1. 서론

94년 과천선 전동차 운행사고에서부터 2004년 서울시 2호선 구의역 전동차 사고에 이르기까지 전동차의 안전사고는 날로 증가하고 국민의 서비스 요구가 다양해지고 있으나, 기술적으로나 운영적 측면에서 적절히 대응하지 못하고 있는 실정이다. 즉 전동차의 안전사고나 적자운영의 한 요인이 바로 유지보수체계에 있다고 할 수 있으며 아무리 성능이 좋은 전동차라 할지라도 시간이 지나면 노후화되어 그 성능을 발휘하지 못할 뿐만 아니라 대형사고의 원인이 되기도 한다. 고장이 발생하여 안전사고를 일으키기 전에 적절히 부품을 교체하는 것은 유지보수에 있어 매우 중요한 현안사항이라 할 수 있다. 현재 유지보수기술과 체계, 인력과 설비 등에 대한 사항이 운영기관마다 유사하게 되어 있으나 예방정비개념이 아닌 계획정비 또는 사고후 정비라는 획일적이고 수동적인 유지보수체계로서 안전 사고시 능동적으로 대처할 수 있는 시스템이 구축되어 있지 않아 사고전 조치보다는 사고후 조치가 비효율적으로 이루어지고 있는 실정이다.

따라서 전동차에 있어 신뢰성기반의 유지보수체계(RCM)는 한 장치(항목)의 유지보수체계에 대한 개선점을 확인하고 판단하는 데 유용한 도구이므로 본 연구에서는 RCM에 대한 기술개발방안 제시하고자 한다.

* 이우동 한국철도기술연구원 도시교통기술개발센터, 비회원
E-mail : wdlee@krri.re.kr
TEL : (031)460-5726 FAX : (031)460-5749

2. 본문

2.1 국내 도시철도 유지보수 현황

국내 도시철도운영기관의 검수방법은 일상검사, 월상검사, 중간검사 및 전반검사등 4개방법으로 검수를 하고 있다. 그림 1과 같이 일상검사는 3일마다 월상검사는 2개월마다 중간검사는 2년마다, 전반검사는 4년마다 하도록 규정되어 있다. 일상 및 월상검사는 소정의 검사기간이 도래하였을 때 주요부품의 상태를 점검하고 기능확인을 시행하는 검사를 말하고 중간검사는 소정의 검사기간이 도래하였을 때 주요부품을 분해검사, 수선 및 시험하는 것을 말하며 전반검사라는 것은 소정의 기간이 도래하였을 때 영구 결합부분을 제외한 모든 부품을 분해검사, 수선 및 시험하는 것을 말한다. 일상검사시에는 고압장치등 크게 11가지 항목에 대하여 검사를 수행하고 월상검사, 중간검사 및 전반검사시에는 검사항목이 더욱 복잡하며 검사절차는 그림 1, 2, 3과 같고 검수주기는 표 1, 2와 같다.

표 1 서울메트로 검수주기

종류	정기검사				비정기검사			
	일상	월상	중간	전반	인수	차륜교환	임시	특별
기간	72시간	2개월	2년	4년	신규제작 개조	교환주기 파손	이상발생	개조 수선
표준 사업키로	-	30,000	300,000	600,000	-	-	-	-

표 2 서울도시철도공사 검수주기

종류	3일	3월	3년	6년	인수	차륜교환	임시	특별
기간	48시간	3개월	3년	6년	2년	수시	수시	수시
표준 사업키로	-	-	-	-	-	-	-	-

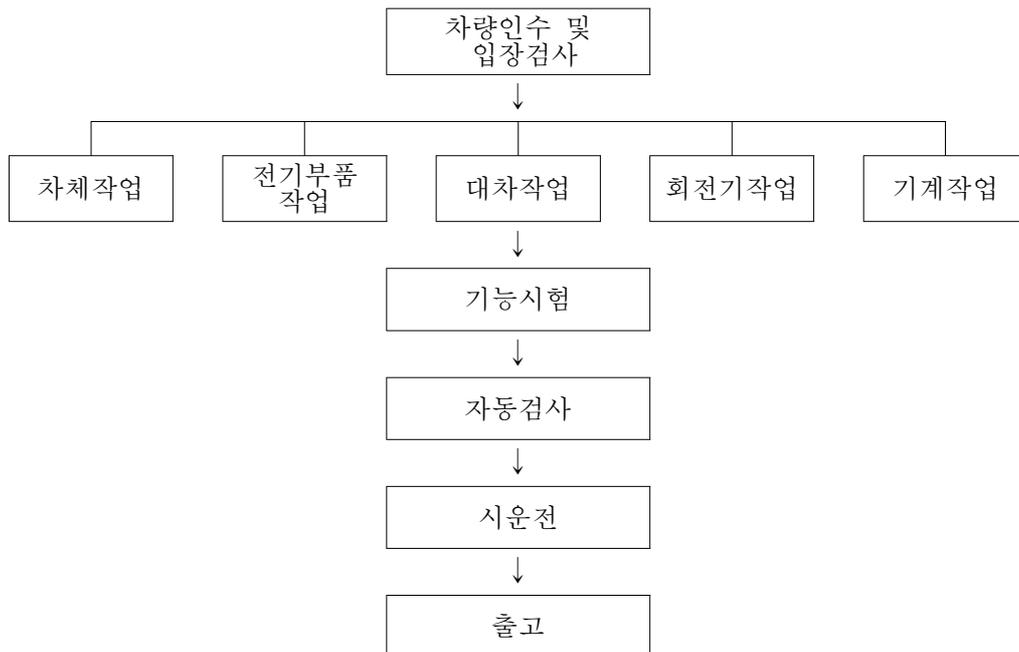


그림 1 중간 및 전반검사절차

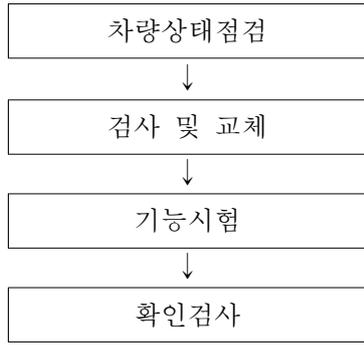


그림 2 일상검사절차



그림 3 월상검사절차

특히 중간 및 전반검사시에는 Overhaul 개념으로 검사를 수행하기 때문에 표 3과 같이 전동차를 부품 단위까지 분해하므로 매우 복잡하고 많은 인력과 시간이 소요되며 다음과 같은 문제점을 야기할 수 있다.

- 중간검사 및 전반검사시 검수항목 및 방법에 일부 차이는 있으나 중간검사와 전반검사와의 큰 차이가 없어 전반검사의 목적이 불분명함.
- 중간검사시에도 전반검사와 같이 차량을 부품단위까지 분해하여 검사가 필요없는 부품을 검사하므로 정상적인 부품의 고장이 야기될 수 있음.
- 검수항목 및 체계가 예방정비개념보다는 계획정비 및 고장시수리라는 개념이 강함
- 신조차나 노후차량에 대한 검수주기가 동일

표 3 서울메트로 검수항목

번호	검사부품	검사항목	비 고
일상 검사	특고압 회로 및 부속기기	주회로상태 검사의 11항	
	주회로 및 부속기기	단류기합상태검사의 18항	
	제어회로 및 부속기기	축전지 충전상태 및 9항	
	보안장치	ATS/ATC 기능 및 차상자상태 검사의 4항	
	제동장치	제동밸브 기능검사의 20항	
	대차 및 주행장치	대차틀상태검사의 11항	
	냉난방 및 환기장치	배전반상태검사 및 5항	
	운전실 및 객실설비	출입문 개폐기능검사의 21항	
	기타	판타그래프기능검사의 10항	
월상 검사	고압회로 및 부속기기	판타그래프의 7종/30항	
	주회로 및 부속기기	견인전동기의 12종/53항	
	제어회로 및 부속기기	보조공기압축기의 6종/20항	
	보안장치	ATS/ATC의 1종/5항	
	제동장치	공기압축기의 6종/44항	
	대차 및 주행장치	대차틀장치의 2종/15항	
	접퍼연결기	접촉부위 상태점검의 2종	
	냉난방장치	유니트쿨러의 4종/5항	
	운전실 및 객실설비	운전실기기의 3종/15항	
기타	판타그래프 동작확인의 10종/11종		
중간검사	Overhaul	전부품	
전반검사	Overhaul	전부품	

2.2 국외 철도의 유지보수 현황 및 RCM 사례

RCM은 1970년대 민간 항공산업계에서 신뢰도 목표를 설정하고 정비프로그램을 운용하는 개념을 도입한 이후로 이미 익숙한 용어로 통용되고 있다. 또한 미국을 선두로 하여 원자력업계 역시 RCM을 1980년대에 본격적으로 도입하였고 원자력 업계의 RCM은 예방정비 (Preventive Maintenance: PM)를 최적화 시켜서 안전성 및 경제적 목표를 성취하는 것을 지원하고 있고 1990년대 중반부터는 미국석유협회(American Petroleum Institute: API), 미국화학학회 등에서 RCM 및 Reliability/Risk Based Inspection (RBI) 관련 된 가이드라인을 제정하여, 석유, 화학 및 가스업계에도 보급 중에 있다.

RCM은 국외철도선진국에서도 철도차량의 신뢰성 및 안전성 향상을 위해 연구되고 있으며 그중 영국 런던지하철공사에서 사용하여 상당한 효과를 창출하고 있다. 영국 런던지하철공사의 유지보수체계 특징은 유지보수를 위한 LUL's Standard와 Reliability Centred Maintenance를 들 수 있고 특히 영국은 유지보수 체계, 안전체계, Engineering Specification에 있어서 Standard Documentation을 기본으로 하고 있다. RCM은 운영에 따라 외형적인 장치의 최적의 경제적인 유지보수요건을 결정하기 위해 사용하는 다음과 같은 공정으로 구성된다.

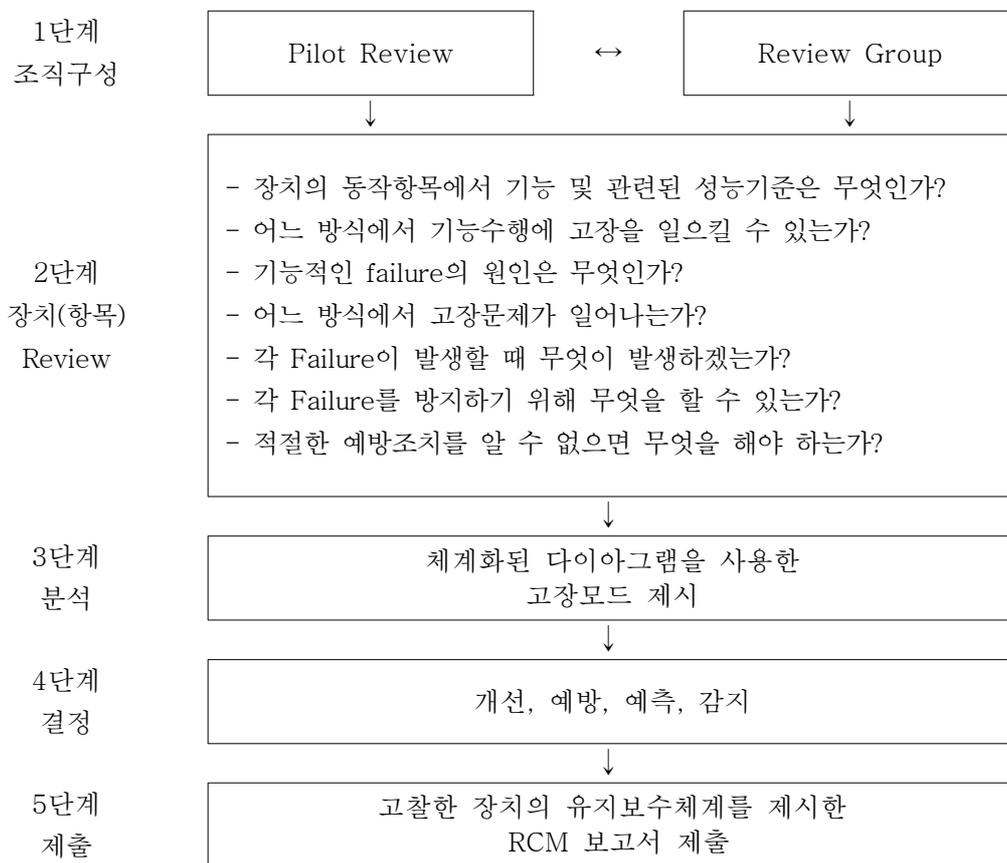


그림 4 RCM 공정에 의한 유지보수절차

• 1 단계 : 조직구성

1단계는 조직구성단계로서 다양한 노선에 대하여 접할 수 있는 문제점과 얻어지는 장점들에 대하여 느낌을 얻도록 2일 이상의 Pilot Review를 수행하고 어느 특정한 사항은 5명 정도로 구성된 Review Group을 수행하도록 한다. 이들 Review Group의 구성원은 Open-Minded, 경험, Review 하고자 하는 철도차량의 장치 또는 시스템에 대한 광범위한 지식 및 자신감이 있는 전문가들로서 숙련자, 전문 엔지니어, 유지보수원 및 열차운전원등으로 구성된다.

- 2 단계 : 장치(항목) Review
2단계는 장치검토단계로서 7가지 질문을 기본으로 하여 고장모드 영향분석을 통하여 장치에 대한 2일 이상의 고찰을 한다.
- 3 단계 : 분석
3단계는 분석단계로서 체계화된 도면(도식)을 사용하여 고장모드를 제시한다.
- 4 단계 : 결정
4단계는 결정단계로서 이 결정과정에서는 고려된 고장모드를 막기 위한 개선방안 마련한다
- 5 단계 : 제출
5단계에서는 장치의 유지보수체계를 제시한 보고서를 제출한다..

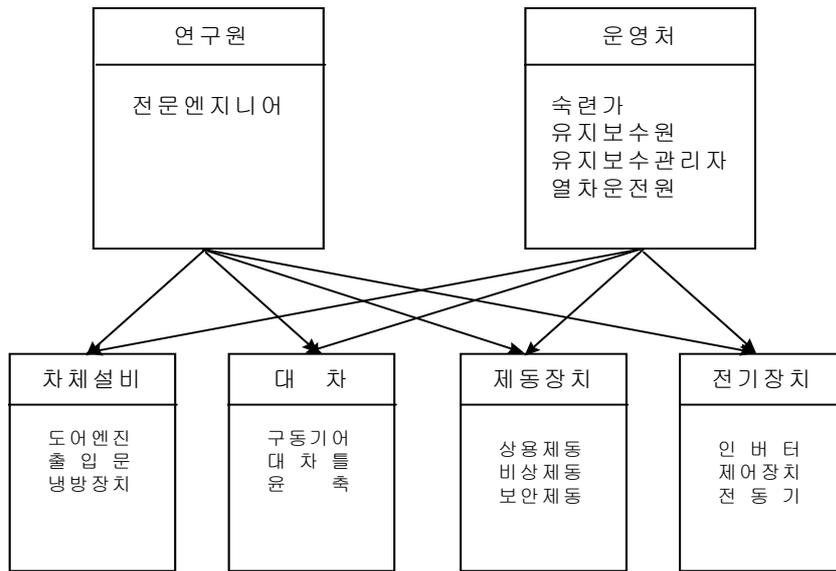


그림 5 Review Group 구성방안

2.3 현황분석 및 유지보수 개발방향

RCM이란 ‘정비 업무가 필요한 설비에 대하여 기존의 정비 프로그램을 최적화 하거나 또는 새로운 정비 프로그램을 수립하기 위한 체계적인 접근 방법’ 이라 정의할 수 있다. 종전의 경험과 연구의 결과에 따르면 차량 및 설비들은 어느 정도 설비가 노후하였을 경우에 고장률이 증대한다고 이해하고 있었으며 고장을 줄이려는 노력의 일환인 보수·정비활동이 발전되어 왔다. 그림 6에서 보듯이 보수정비의 발전단계는 고장시 수리라는 단순한 정비방법에서 신뢰도를 고려한 정비방법 등 다양한 형태로 발전되어 왔으며 그 중 하나가 RCM이라 할 수 있다.

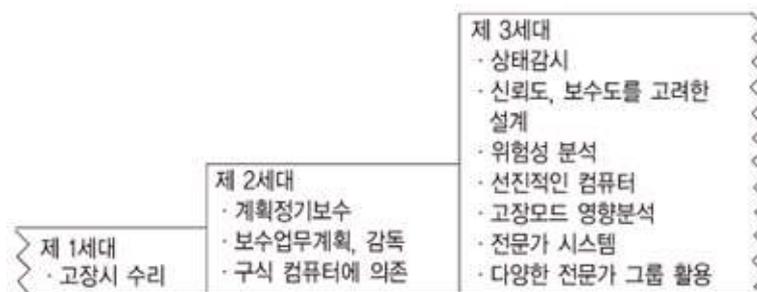


그림 6 보수, 정비활동의 발전단계

국내 도시철도 유지보수체계는 2.1절에서 살펴보았듯이 단순한 계획정비 또는 고장시 수리라는 1세대 또는 2세대 유지보수개념을 가지고 있다고 볼 수 있다. 영국런던지하철공사의 유지보수체계에서 보듯이 신뢰성을 기반으로 하는 유지보수, 즉 제3세대 개념의 유지보수체계는 향후 국내 도시철도 운영기관이 추구해야할 유지보수체계라 할수 있다. 즉 도시철도차량의 신뢰성 및 LCC기준을 연구하여 도시철도차량에 적용하는 연구를 통하여 기존 유지보수체계의 개선, 안전, 환경상의 건전성(Integrity)의 제고, 표준화제도와 연계하여 도시철도차량의 신뢰성과 안전성을 향상할 필요가 있다.

RCM을 효율적으로 추진하기 위하여 기본적으로 나아갈 방향은 다음과 같이 정의할 수 있다.

- RCM을 도입하기 위해서는 RCM에 대한 올바른 이해와 협력이 필요하다
- RCM을 구성원들에 유지보수원, 운전원 및 공학 전문가들로 구성되어야 한다.
- FMEA 등 RCM에 의사결정에 필요한 수단에 제공되어야 한다.

3. 결론

본 논문에서는 전동차에 대한 RCM 개발방향을 위한 국내·외 현황을 살펴보고 향후 국내 전동차의 RVM개발방향에 대하여 논하였다. 최근에 발생하고 있는 항공기 및 전동차사고등 국내상황을 고려할 때 RCM에 대한 올바른 이해와 유지보수체계의 다양한 연구를 통하여 국내 도시철도분야의 정비체계를 획기적으로 전환할 필요가 있다. 따라서 RCM에 대한 개발방향을 설정하고 긍정적인 연구결과를 도출하기 위하여는 다음과 같은 연구방법 및 체계를 통한 연구가 필요하다.

첫째 RCM에 대한 체계적인 연구를 수행하기 위하여 철도연, 도시철도운영기관 유지보수원·운전원, 차량·부품제작사 등이 참여하는 연구조직을 구성한다.

둘째 효율적인 연구를 추진하기 위하여 유지보수정보화시스템과 연계하여 연구를 추진한다.

셋째 도시철도 현장에 필요한 연구가 되도록 의사소통체계를 수립한다

넷째 공학적인 도구를 사용하여 필요한 보고서를 작성한다.

참고문헌

1. 2006, “무인경량전철시스템 RAMS 향상방안 연구”, 한국철도기술연구원
2. 2002, “전동차 정비검수업무의 외주화방안에 관한 연구” 한국철도기술연구원