

## 도시철도차량 유지보수체계 구축방안 연구

이 우 동  
Lee, Woo-Dong

### The Layout Plan for Maintenance of Urban Transit Vehicle

Lee Woo Dong  
Korea Railroad Research Institute

Abstract - There is a possibility of saying that the accident of urban transit vehicle or deficit operation is caused by the maintenance. urban transit vehicle 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 urban transit vehicle, Mauntenance 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 Maintenance.

요건을 결정하기 위해 사용하는 다음과 같은 공정으로 구성된다.

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

#### 1. 서 론

도시철도는 차량, 통신, 신호, 전력 및 선로 등으로 구성된 시스템이며 그중에서도 차량시스템은 승객안전과 매우 직접적인 관계를 가지고 있다. 지난 2003년에 발생한 대구지하철사고이후로 차량분야, 시설분야 및 인적분야 등에서 많은 안전개선이 이루어지고 있으나 유지보수체계는 과거 정비체계를 그대로 유지하고 있는 실정이다. 이는 유지보수에 대한 연구개발투자가 이루어지고 있지 않은 문제도 있지만 유지보수체계의 중요성을 인식하지 못하고 있는 것도 하나의 문제라고 할 수 있다.

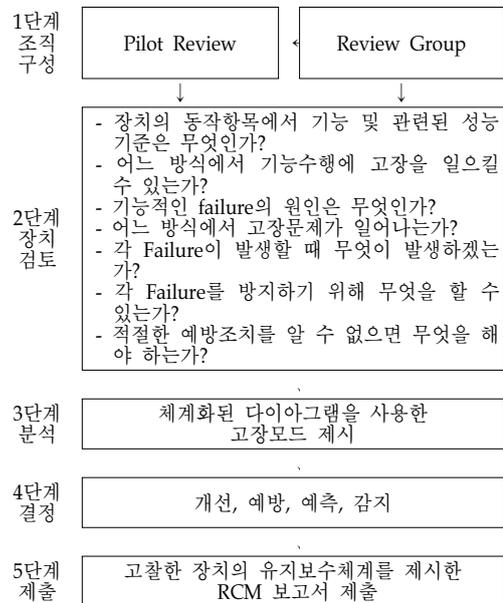
최근에 도시철도차량의 안전사고는 날로 증가하고 국민의 서비스 요구가 다양해지고 있으나, 기술적으로나 운영적 측면에서 적절히 대응하지 못하고 있는 실정이다. 아무리 성능이 좋은 도시철도차량이라 할지라도 시간이 지나면 노후화되어 그 성능을 발휘하지 못할 뿐만 아니라 대형사고의 원인이 되기도 한다. 고장이 발생하여 안전사고를 일으키기 전에 적절히 부품을 교체하는 것은 유지보수에 있어 매우 중요한 현안사항이라 할 수 있다. 현재 유지보수기술과 체계, 인력과 설비 등에 대한 사항이 운영기관마다 유사하게 되어 있으나 이는 획일적이고 수동적인 유지보수체계로서 안전 사고시 능동적으로 대처할 수 있는 시스템이 구축되어 있지 않아 사고전 조치보다는 사고 후 조치가 비효율적으로 이루어지고 있는 실정이다. 따라서 도시철도차량에 있어 신뢰성기반의 유지보수체계는 한 장치(항목)의 유지보수체계에 대한 개선점을 확인하고 판단하는 데 유용한 도구이므로 본 연구에서는 유지보수체계 대한 구축방안 제시하고자 한다.

#### 2. 본 론

##### 2.1 영국 지하철 RCM사례

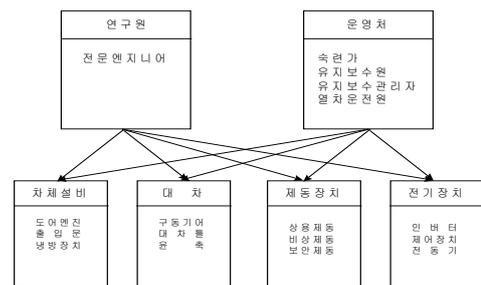
RCM은 1970년대 민간 항공산업계에서 신뢰도 목표를 설정하고 정비 프로그램을 운영하는 개념을 도입한 이후로 이미 익숙한 용어로 통용되고 있다. 또한 미국을 선두로 하여 원자력업계 역시 RCM을 1980년대에 본격적으로 도입하였고 원자력 업계의 RCM은 예방정비 (Preventive Maintenance: PM)를 최적화 시켜서 안전성 및 경제적 목표를 성취하는 것을 지원하고 있고 1990년대 중반부터는 미국석유협회(American Petroleum Institute: API), 미국화학학회 등에서 RCM 및 Reliability/Risk 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 Centre Maintenance를 들 수 있고 특히 영국은 유지보수체계, 안전체계, Engineering Specification에 있어서 Standard Documentation을 기본으로 하고 있다.
- RCM은 운영에 따라 외형적인 장치의 최적의 경제적인 유지보수



<그림 1> RCM 공정에 의한 유지보수 절차

- 2 단계 : 장치(항목) Review  
7가지 질문을 기본으로 하여 고장모드 영향분석을 통하여 장치에 대한 2~일 이상의 고찰을 한다..



<그림 2> Review Group 구성방안

- 3 단계 : 분석  
체계화된 도면(도식)을 사용하여 고장모드를 제시한다.
- 4 단계 : 결정  
이 결정과정에서는 고려된 고장모드를 막기 위한 개선방안 마련한다.
- 5 단계 : 제출  
장치의 유지보수체계를 제시한 보고서를 제출한다.

## 2.2 일본 지하철 유지보수사례

일본의 철도차량은 유지보수체계는 과거에는 <표 1> 과 같은 검수비 체계를 가지고 있었으나 운영비 절감 및 정비기술의 발전등으로 검수주 기가를 길어지고 있으며 전반검사를 4년에서 10년주기로 하는방안등이 고려되고 차량수명도 기준에 25년에서 40년이상으로 연장하는 방안을 고려하고 있다.

<표 1> 검수주기사례

종류	3일	3월	3년	6년
기간	48시간	3개월	3년	6년
표준 사업키로	-	-	-	-

종류	일상	2개월	6개월	2년	4년
기간	48시간	2개월	6개월	2년	4년
표준 사업키로	1,000	30,000	90,000	360,000	720,000

실례로 최근 일부 일본철도운영기관은 25년이 도래한 차량을 개량하여 차량수명을 50~60년으로 확대하는 방안을 검토하여 사업을 수행하고 있고 이 경우 차량개량비용이 차량가격의 60%이내일경우 경제성이 있다고 보고된 바 있다.

## 2.3 도시철도유지보수 개발방향

영국이나 일본등에서 다양한 방법의 유지보수체계가 도입되고 있으나 가장 현실적인 방안은 신뢰성기반의 유지보수체계(Reliability Centred Maintenance)를 구축하여 차량정비시 예방정비를 수행하는 것이 차량 안전성 향상 및 운영비 절감의 가장 효율적인 방법이라는 것이 철도관련전문가들의 공통된 의견이다. RCM은 고장예방을 위하여 최적의 고장정체를 결정하기위한 분석학적 프로세스로서 차량 및 부품의 최적의 수명주기를 결정하는 것이라 할 수 있다. RAMS 분석에 의해 수립된 유지보수 계획 및 유지보수 프로그램에 의해 RAMS 성능이 향상 유지될 수 있도록 유지보수 활동을 지속하여야 하며, 비용분석을 통해 시스템의 효율성을 판단하고, 효율성 제고를 위해 신뢰성 향상(Reliability Growth) 방안을 지속적으로 수립하여 실행하여야 한다.

내 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 나아가야 할 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.

## 2.4 유지보수 개선사례

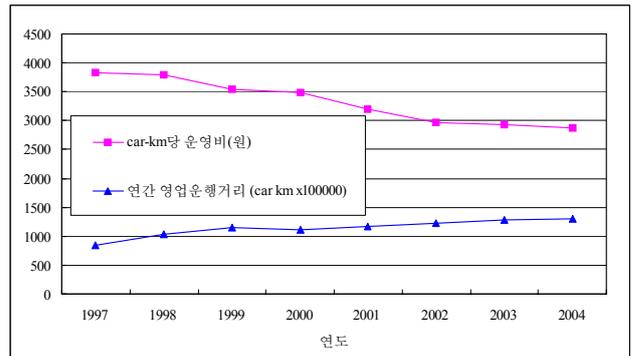
RCM 관리에 의한 RCM 적용 효과를 계량적으로 알아보기 위해서는 모든 운영환경이 동일할 경우 RAMS 적용 이전과 적용 이후의 운영 비용을 단순비교 함으로써 적용의 효과를 판단할 수 있을 것이다. 따라서 지난 10년간의 MTR 운영자료를 살펴봄으로써 RAMS 적용에 의한 운영비용 감소 효과를 대략 추정할 수 있다.

<표 2>는 지난 8년간 홍콩 MTR의 영업운행거리 증가와 단위 영업거리 당운영비, 고용인원의 변화를 보여준다. 표에서 보는 바와 같이 8년간 노선연장과 차량 도입에 따라 운행거리는 증가한 반면, 단위 영업거리당운영비가 지속적으로 감소되고 있음을 알 수 있다. 특히 물가상승에 따라 단위 영업거리당 운영비가 증가해야 함에도 불구하고 오히려 운영비가 줄고 있다는 사실은 물가상승에도 불구하고 시스템의 신뢰성

<표 2> RCM이 적용된 홍콩 MTR 의 최근 8년간 영업운행거리, 거리당 운영비, 직원수 및 사고건수 변화

연도	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997
연간 영업운행거리(car km x1000)	130,445	128,050	122,785	116,209	111,756	114,098	103,271	84,258
MTR 노선	114,364	112,823	103,318	96,751	92,199	94,704	94,260	84,258
공항직통노선	16,081	15,227	19,467	19,458	19,557	19,394	9,011	-
종업원수	6,555	6,629	6,891	7,231	7,332	7,537	8,786	8,486
연간승객수(x1000)	841,565	777,268	785,667	767,443	777,765	789,705	797,530	811,889
MTR 노선	833,550	770,419	777,210	758,421	767,416	779,309	793,602	811,889
공항직통노선	8,015	6,849	8,457	9,022	10,349	10,396	3,928	-
car-km당 운영비(130 KRW/HKS)	2873	2925	2964	3198	3485	3549	3796	3835
승객100만명당 사고건수	0.83	0.82	0.88	0.89	0.96	1.09	1.05	1.00
운영인원 사고건수	25	33	24	39	36	49	65	54

개선이 더 빠르게 이루어졌음을 분명하게 보여주고 있다. 한편 주요사고의 경우에도 발생건수가 지속적으로 감소하고 있음을 알 수 있다. 특히 1998년 이후 기준에 비해 높은 신뢰성 수준을 갖는 차량의 도입이 증가하면서 운영비용 및 사고건수 등이 지속적으로 감소함을 볼 수 있다.



<그림 3> 연도별 영업거리 증가와 운영비 감소

## 3. 결 론

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.

## [참 고 문 헌]

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