

철도차량의 신뢰성관리 유지보수 활성화 방안

Reliability management maintenance of Rolling stock and its activation plan

강기석†
KANG KI-SOK

ABSTRACT

This paper presents an activation plan for reliability centered maintenance (RCM) of rolling stock. The KTX is carrying out the maintenance in compliance with RCM. MKBSF, that is one of the reliability indices for KTX, is shown 183,483 km in 2009, whereas it is shown 68,986 km in 2004. It means that the reliability of KTX has been growing every year. It also is result of reliability management activities.

KORAIL did not apply RCM until now about the conventional rolling stocks. But KORAIL decided that applies RCM system because of reliability management effect of KTX. In this study, we tried to know an activation plan for the reliability centered maintenance of the conventional rolling stocks.

1. 서론

철도시스템은 철도차량, 궤도/전차선/신호 등 인프라와 정거장, 열차운영 등이 복합적으로 이루어진 거대한 시스템이다. 이러한 시스템이 원활히 운영되기 위해서는 기어가 서로 맞물려 돌아가듯이 이들 각각의 시스템이 잘 돌아가야 할 것이다.

이들 중 철도차량은 복잡한 철도시스템의 핵심이라고 볼 수 있다. 철도차량이 고장 없이 잘 운영되기 위해서는 차량제작 단계 및 유지보수 과정에서 철도차량의 신뢰성이 확보되어야만 한다.

유지보수 개념은 고장 수리나 일상적인 유지보수에서 출발하여 계획된 예방정비, 상태기반 유지보수 및 신뢰성 기반 유지보수를 거쳐 현재는 리스크 기반의 유지보수에 이르게 되었다(그림 1 참조).

오늘날 유지보수는 리스크기반 유지보수 및 수명평가까지 발전하였으나, 철도차량의 유지보수는 계획된 예방정비를 주로 수행하고 있으며 일부 차량에 대해서 신뢰성관리 유지보수를 수행하고 있다.

고속차량 KTX는 신뢰성관리 유지보수를 시행하고 있으며, 이러한 신뢰성관리 업무를 효율적으로 수행하고 관련 자료를 수집할 수 있도록 KTX-RCM 시스템을 구축하여 운영하고 있다[1]. 고속차량의 신뢰성을 나타내는 지표 중 하나인 MKBSF(서비스고장간 평균주행거리, [서비스고장 5분 기준])의 2009년도 달성 값(183,483km)은 2004년도(68,986km)에 비해 2.6배 이상 증가하였다.

한국철도공사는 고속차량 KTX가 도입된 후, 철도차량의 신뢰성을 높이기 위해 신규 제작 차량에 RAMS를 적용하고, 현재 운영 중인 일반차량에 대해서는 신뢰성 유지보수를 확대 적용하기로 하였다.

† 정회원, 한국철도공사 기술본부 차량기술단 부장
E-mail : pierre kang@yahoo.co.kr
TEL : (042)615-4365 FAX : (02)361-8302

본 논문에서는 고속차량에 적용하고 있는 신뢰성 유지보수 기법을 일반차량에 확대적용하기 위한 문제점을 파악하고 그 문제점을 바탕으로 신뢰성 활성화 방안에 대하여 알아본다.

2. 철도차량의 신뢰성 유지보수

2.1 신뢰성 유지보수의 개념

철도는 안전을 최우선으로 하여 여객과 화물을 수송하는 것으로 철도시스템 전반에 걸쳐 신뢰성 확보가 매우 중요하다. 특히, 철도차량은 과학기술의 발전으로 부품들은 첨단화되고 복잡한 시스템으로 변화되고 있다. 이러한 철도차량을 유지보수하기 위해서는 과거부터 해오던 방식인 계획된 예방정비나 시간기준의 유지보수뿐만 아니라 상태기반 또는 신뢰성중심의 유지보수가 이루어져야 할 것이다.

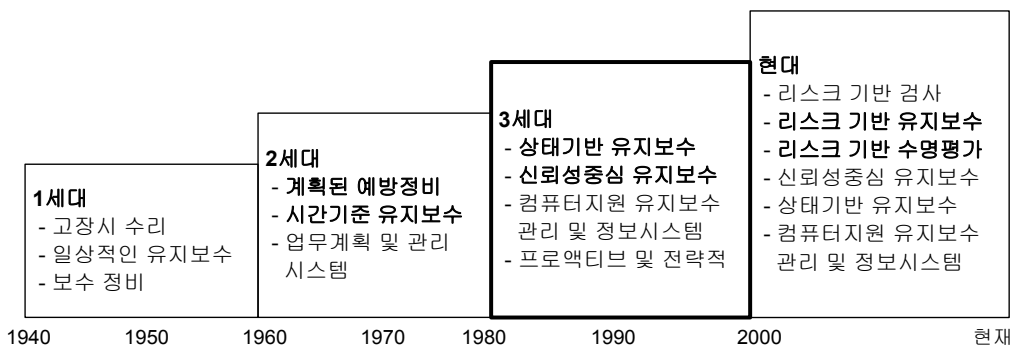


그림 1. 유지보수 개념 변화

그림 1에서 보는 것처럼, 유지보수 개념은 리스크 기반의 유지보수 및 수명평가까지 발전하였다. 현재 철도차량의 유지보수는 일반적으로 2세대인 계획된 예방정비 및 시간기준 유지보수를 수행하면서 일부 차량에 대하여 상태기반 및 신뢰성중심 유지보수를 수행하고 있다.

신뢰성 유지보수를 수행하는 목적은 차량 운행 중 발생할 수 있는 고장을 최소로 줄이고 가장 적은 비용으로 효율적인 정비를 시행하는 것이다[2]. 효율적인 정비를 위해서는 차량 운행 중 발생하는 장애나 고장뿐만 아니라 유지보수 동안에 조치한 사항 등을 체계적으로 관리·분석하여 차기 유지보수에 활용하여야 할 것이다.

신뢰성 유지보수 절차는 응용분야에 따라 상이하게 적용될 수 있으며, 일반적인 절차는 ① 데이터 수집, ② 계통(system) 구분, ③ 중요 아이템 선정, ④고장모드영향분석, ⑤ 분석결과 피드백으로 이루어진다고 볼 수 있다[3].

2.2 고속차량의 신뢰성관리

고속차량에 대한 신뢰성관리 유지보수를 수행하기 위하여 한국철도공사는 KTX-RCM 시스템을 구축하여 운영하고 있다. 신뢰성관리의 가장 기본이라 할 수 있는 자료 수집은 유지보수 시 발생하는 자료와 운행 중 발생하는 장애내역으로 구분할 수 있다. 유지보수 자료는 ERP 시스템인 KOVIS¹⁾를 통하여 작업현장에서 차량관리원이 직접 입력하고, 이 자료는 시스템 간 인터페이스를 통하여 KTX-RCM으로 수집되도록 되어 있다. 그리고 운행 중 발생하는 장애내역은 운전관계사의 일보를 기본으로 수도권철도

1) KOVIS : Korail Vision Innovation System

차량정비단에서 조치내역을 확인, 엑셀로 정리한 후 RCM 시스템에 입력하고 있다. 이렇게 입력된 자료들이 고속차량의 신뢰성을 분석하기 위하여 사용된다.

2006년부터 2009년까지 신뢰성 관리지표 달성 현황은 다음 표 1과 같다. 신뢰성 관리지표 중 MKBSF는 2008년까지 서비스고장 기준을 10분 이상으로 평가하였으나, 2009년에는 기준을 5분 이상으로 강화하였다. MKBF 또한 모든 부품의 교환기준에서 2009년부터 주요부품의 고장으로 인한 교환 기준으로 변경하였다.

표 1 : 고속차량 신뢰성관리 지표 현황

구분 \ 연도	'06년	'07년	'08년	'09년	비 고
MKBSF(km)	282,437	572,747	680,468	533,715	서비스고장 10분기준
				183,483	서비스고장 5분기준
MKBF(km)	1,048	1,620	1,391	998	부품교환기준
				3,698	고장부품교환기준
가용성(%)	70.6	71.3	72.2	70.2	
km당 유지보수 비용(원)	3,754	2,380	3,400	3,424	공비, 재료비, 개량비

가용성은 유지보수를 위하여 기지에 체류하고 있는 시간을 제외한 시간으로 계산하였다. 즉, 하루를 기준으로 보면, 24시간 중 유지보수를 제외한 시간을 가용시간으로 보고 계산한 것이다.

km당 유지보수 비용은 가장 단순하게 1년 동안 KTX 유지보수를 위하여 집행된 공비, 재료비 및 개량비를 46개 편성의 1년 동안 주행한 거리로 나누어 계산하였다.

2.2 일반차량의 신뢰성관리

유지보수의 패러다임 변화로 철도차량의 유지보수도 주기적인 예방검수 체계에서 부품의 신뢰성 분석을 통한 과학적 관리체계로 변하고 있으며, 철도 선진국에서는 신뢰성기반유지보수(RCM) 체계를 적용하고 있다. 고속차량 KTX는 개통 시부터 신뢰성 유지보수를 적용하고 있어 차량의 신뢰도 향상 및 차량 안정화를 꾀하여 왔다. 그래서 한국철도공사 차량기술단에서는 일반차량에도 신뢰성 유지보수 기법을 적용하기로 하였다[4].

고속철도 개통으로 인하여 고속차량이 등장하기 전까지 간선철도의 가장 큰 역할을 수행하였던 일반차량(새마을, 무궁화, 디젤/전기기관차 등)은 현재 그 역할이 많이 줄어들었다. 그러나 전국 모든 철도망에서 여전히 운영되고 있어 그 역할이 작다고만 할 수 없다.

일반차량의 신뢰성관리를 위하여 차종별 신뢰성관리 담당 조직을 2009년 하반기에 구성하였으며, 별도의 인원 증원 없이 업무개선 등으로 발생한 여유인력을 활용하도록 하였다. 차종별 신뢰성관리 전담 소속은 다음과 같다.

- 고속차량 : 수도권철도차량정비단 신뢰성관리팀
- 전기기관차 : 충북지사 제천차량사업소
- 디젤기관차 : 부산철도차량정비단 신뢰성관리팀
- 디젤동차 발전차 : 수도권철도차량정비단 일반차량지원팀

- 객화차 : 대전철도차량정비단 계획팀

일반차량에 대하여 신뢰성 유지보수를 시행하도록 차종별 전담소속을 지정하였지만, 신뢰성에 대한 개념 및 이해 부족으로 일반차량 유지보수에 대한 신뢰성관리가 거의 이루어지지 않고 있다. 다만, 신뢰성관리 전담조직으로 지정된 소속은 신뢰성에 대한 이해를 높이기 위하여 신뢰성 유지보수 업무를 수행하고 있는 수도권철도차량정비단의 고속차량 신뢰성업무를 벤치마킹하였으며, 2008~2009년에 발생한 차량도중고장 및 임시입창 차량들에 대한 고장원인 분석을 하는 정도였다.

2.3 신뢰성 유지보수 시행에 따른 문제점

신뢰성관리는 역사적으로 볼 때, ‘왜 고장이 발생하는가?’로부터 출발하였다고 볼 수 있다. 과거에 발생한 고장 자료를 수집·분석하여 그 결과를 설계에 반영하여 운용의 품질(미래의 품질)을 보증하는 것이다. 이렇게 하기 위해서는 무엇보다도 고장자료의 수집이 잘 이루어져야 한다.

철도차량 또한 운용품질을 높이기 위해서는 고장의 발생을 최소한으로 줄여야 한다. 과거에 발생한 고장과 조치사항 등 유지보수 자료를 체계적으로 수집·분석하여 그 결과를 피드백 함으로써 설계에 반영하거나 유지보수 방법이나 주기 변경, 매뉴얼 변경 등을 통하여 차량의 신뢰성을 향상하여야 한다.

철도차량의 유지보수 자료는 작업현장에서 ERP 시스템인 KOVIS에 입력하고 있다. KOVIS에 입력된 자료 중 고속차량의 자료는 시스템간 인터페이스를 통하여 KTX-RCM 시스템으로 전송되어 신뢰성 분석에 활용되고 있다. 그러나 수집된 자료 중에는 일부 미흡한 자료가 있어 신뢰성 분석을 원활하게 수행하지 못하는 경우도 발생하고 있다. 특히, 부품 이력관리 및 MKBF 분석에 필요한 부품의 취거/취부 일련번호의 입력이 누락되는 경우가 많이 발생하고 있다(그림 2 참조).

편차량번호	소속	소속내역	통지번호	오더유형	오더번호	검종	검종내역	확수일자	완료일자	계통
7407	5430000	가마차량사업소	100000246270	PM11	100002676171	99	수선	2010.04.12	2010.04.12	조명장치
7323	2410000	대전차량사업소	100000246144	PM11	100002676203		수선	2010.04.13	2010.04.13	조명장치
4443	1420000	청량리차량사업소	100000246642	PM11	100002677713		수선	2010.04.13	2010.04.13	창닫이장치
4450	1420000	청량리차량사업소	100000246643	PM11	100002677714		수선	2010.04.13	2010.04.13	기타부속
4447	1420000	청량리차량사업소	100000246645	PM11	100002677803		수선	2010.04.13	2010.04.13	조명장치
7360	1430000	수색차량사업소	100000246730	PM11	100002678617		수선	2010.04.14	2010.04.14	음활장치
7382	4410000	영주차량사업소	100000246770	PM11	100002678581		수선	2010.04.14	2010.04.14	조명장치
7381	5430000	가마차량사업소	100000246856	PM11	100002678769		수선	2010.04.14	2010.04.14	기타부속
7459	1430000	수색차량사업소	100000246674	PM11	100002678147		수선	2010.04.14	2010.04.14	ATS

편차량번호	완료일자	계통	고장	원인	조치	자재코드	자재내역	CPN번호	교환전 S/N	교환후 S/N	검사일	작업자
7407	2010.04.12	조명장치	소손	재질노후								
7323	2010.04.13	조명장치	소손	재질불량								
4443	2010.04.13	창닫이장치	미완	기타								
4450	2010.04.13	기타부속	작동불량	기타								
4447	2010.04.13	조명장치	작동불량	기타								
7360	2010.04.14	음활장치	부속	장기사용								
7382	2010.04.14	조명장치	색약	기타								
7381	2010.04.14	기타부속	막힘									
7459	2010.04.14	ATS	작동불량	일시적기능불량								

그림 2 : KOVIS에 입력된 자료 내역(일부자료 미입력)

신뢰성관리 유지보수를 시행함에 있어 가장 큰 문제점은 현장에서 발생하는 고장 및 유지보수 자료가 정확하게 수집되어야 하는데 이것이 미흡한 상태이다. 이러한 현상은 현장 직원들이 신뢰성관리의 중요성에 대한 무관심과 입력할 때의 사용 불편 등으로 인하여 발생하고 있는 것으로 추정된다.

3. 철도차량의 신뢰성관리 활성화 방안

한국철도공사는 철도차량의 신뢰성을 확보하고 운행 중 고장을 줄이기 위하여 고속차량뿐만 아니라 일반차량에 대해서도 신뢰성관리 유지보수를 적용하고 활성화하기로 하였으며, 다음 사항을 적극적으로 추진할 것을 결정하였다.

- 전사적인 신뢰성 유지보수 관심 강화
- 신뢰성관리 전문 인력 확보
- 기초자료 수집 강화
- 차종별 기능분류체계(FBS : Functional Breakdown Structure) 작성 및 주요부품 선정
- KOVIS에 수집된 자료 분석 철저
- 정기적인 신뢰성관리위원회 및 분과위원회 활동 강화

신뢰성 유지보수는 새로운 개념이라기보다는 지금까지 고장을 예방하고 줄이기 위한 활동을 체계화한 것임을 인식하고 좀 더 과학적이고 체계적인 이론을 접목하여 수집된 자료를 분석하는 것으로 신뢰성 유지보수는 “**새로운 방식의 유지보수 = 혁신**”이라는 마인드를 가져야 할 것이다[5].

차량분야 전사적으로 신뢰성 유지보수에 대한 관심을 높이기 위하여 신뢰성이 무엇인지, 왜 신뢰성관리가 필요한가? 등 신뢰성의 개념과 이해를 향상시키기 위한 workshop이나 지속적인 교육을 시행하여야 할 것이다.

표 2 : 기존방식과 혁신방식의 비교

구분	기존방식	혁신을 통한 개선방식
기본관점	· 단순한 경험활용	· 경험을 수치화 계량화하여 체계적으로 활용
수행방법	· 기본 전산시스템 활용 · 경험에 의한 정성적 활용	· 기본 전산시스템 + 고장분석시스템을 활용한 체계적인 활용
장애요소	· 시간이 지나거나 경험자가 바뀔 때 활용치 못함	· 새로운 것에 대한 두려움 및 지속적 교육 필요 · 효과발생의 장기간 소요
기대효과	· 미약	· 차량고장 감소 및 비용절감 · 열차에 대한 신뢰성 확보
사후관리	· 무관심	· 전사적인 신뢰성 개념 이해와 지속적인 교육을 통한 정착

신뢰성관리의 가장 기본은 자료 수집이라고 할 수 있다. 이는 수집된 자료를 통계적으로 분석하고, 그 결과에 따라 기술적으로 구체적인 분석을 통해 대책을 수립·적용하여 철도차량의 운영품질을 향상하여야 하기 때문이다.

유지보수 작업 현장에서 고장 및 유지보수 자료를 즉시, 정확하고, 누락 없이 KOVIS에 입력할 수 있도록 강화하여야 할 것이다. 또한 관리자들은 입력이 제대로 이루어지는가에 대한 모니터링을 지속적

으로 하여야 한다.

수집된 자료를 통계적 및 기술적인 분석을 할 수 있는 전문 인력의 확보가 요구되는데, 이에 소요되는 인력은 주기조정, 근무체제 변경 등으로 인하여 잉여인력이 발생하므로 이러한 인력을 활용할 수 있다. 그리고 이들에 대한 신뢰성 관리의 이해를 높이기 위하여 지속적인 교육 또한 이루어져야 한다.

부품 이력관리 및 MKBF를 관리하기 위해서는 부품들을 기능적으로 분류 하여야 할 것이다. 고속차량 KTX의 경우, 기능분류체계(FBS)를 레벨 1부터 레벨 6까지 분류하였으며, 이를 KTX-RCM 시스템에 적용하여 신뢰성관리에 활용하고 있다. 일반차량도 또한 신뢰성관리를 체계적으로 추진하려면 차종별 부품에 대한 기능분류체계가 작성되어 있어야 한다. 그리고 관리 가능한 주요부품을 선정하여 MKBF를 관리하면서 MKBF가 낮은 부품에 대하여 원인분석을 통한 개선이 이루어져야 한다.

KOVIS에 수집된 자료와 차종별 기능분류체계를 바탕으로 통계적 분석 및 신뢰성 분석을 수행하여 개선사항을 찾아 피드백하고 정기적인 신뢰성관리위원회 활동으로 분석결과를 유지보수 정책 등에 반영하여야 한다.

4, 결론

철도의 운영은 열차를 상품으로 하여 영업을 하는 것이다. 철도상품의 신뢰성이 있기 위해서는 열차로 구성되는 철도차량의 신뢰성이 높아야 한다. 한국철도공사 차량기술단에서는 철도차량의 신뢰성을 높이기 위하여 고속차량 KTX에서 시행중인 신뢰성 유지보수 기법을 모든 차량에 적용하기로 하였다. 본 논문에서는 철도차량의 신뢰성관리 유지보수 현황과 문제점을 파악하여, 어떻게 하면 모든 차량에 신뢰성 관리를 활성화 할 수 있는가를 확인하였다.

일반차량의 신뢰성관리 활성화 방안으로 신뢰성관리의 기본이라고 할 수 있는 유지보수 자료 수집이 필수적이며, 이를 위해 현장 데이터가 누락 없이 정확하게 시스템에 입력되어야 한다. 그리고 차종별 부품 기능분류체계 작성과 주요부품을 선정하는 것이 선결되어야 한다. 또한 철도차량에 대한 신뢰성관리의 필요성이 전사적으로 느낄 수 있도록 지속적인 교육과 관리자의 관심이 절실히 필요하다. 철도차량 유지보수에 있어서 신뢰성관리는 이제 시작이라고 할 수 있기 때문에 일단 가장 기본이 되는 고장 및 유지보수 자료 수집에 중점을 두어야 할 것이다.

참고문헌

1. 강기석, 신백철 “신뢰성 측면에서 고속차량 유지보수 발전 방향,” 한국철도학회 2008년 추계학술대회 논문집, pp1463~1472, 2008
2. 유양하, “철도차량의 신뢰성 유지보수 적용방안 연구”, 한국철도학회 2006년도 추계학술대회 논문집, pp.14~20, 2006
3. 박병노, 주해진, 이창환, 임성수, “철도차량의 신뢰성기반 유지보수(RCM) 실시방안” 한국철도학회 2008년도 추계학술대회논문집, p1488, 2008
4. “차량분야 신뢰성관리 전담조직 운영방안”, 한국철도공사 내부자료, 2009.5
5. “철도차량 신뢰성관리 활성화 방안”, 한국철도공사 내부자료, 2010.4