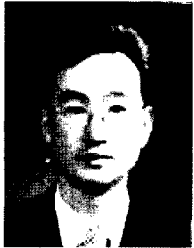


## 고속철도차량 유지보수 소개



| 김 현 식 |  
KORAIL 연구원 (부장/철도차량기술사)

### I. 머리말

철도차량의 유지보수는 열차의 안전운행과 정시성 차량의 쾌적성 환경을 조성하기 위하여 꼭 필요한 것이며, 이것은 열차를 이용하는 고객의 기대에 대한 가장 기본적인 서비스이다.

더욱이 요즘은 경제성과 친환경성을 최우선 목표로 하고 있기 때문에 차량을 유지보수 하는데 두 가지 측면을 꼭 염두 해 두어야 한다. 경제적인 의미에서 유지보수의 목적을 살펴보면, 차량의 예비율 확보 및 열차운영에 최적 활용하여 운용량을 증대 하는데 있으며, 과거에 비하여 열차 소음 등 환경문제도 그 중요성이 강조되고 있다.

이러한 문제점 때문에 신속한 유지보수가 무엇보다 중요시 되며 적절한 예방 유지보수를 통한 보수시간의 최소화 및 고장에 대한 예측과 부품의 신뢰성 확보를 위한 방안이 요구된다.

고속철도차량은 복합기술의 결합체이다. 따라서 이 차량의 유지보수작업자에게는 점점 더 복잡한 부품들의 기능을 유지보수하기 위해서는 더 많은 정보에 대처할 수 있어야 하며 고장과 사고에 대한 분석이 좀 더 구체적이고 체계적으로 이루어 져야 한다. 이를 위해서는 여러 자료를 분석한 결과를 바탕으로 추세분석 및 사전예측을 통하여 고장을 사전에 예방하고, 고장이 재발되지 않도록 하여야 한다. 또한 과거의 행동과 경험에 바탕을 둔 전통적인 유지보수 방법에 보다 좀 더 과학적인 방법을 통하여 정확히 고장 및 수명에 대한 예측

이 가능하도록 하여야 하고 제조회사에서 부적합한 제품이 생산되지 않도록 부품의 상태를 최적화하여야 한다.

고속철도차량에 있어서의 유지보수의 개념은 고객에게 안전하고 쾌적한 여행이 되도록 최적의 사용조건을 만들어 고객에게 서비스하는 것이다. 따라서 고속철도차량의 유지보수는 조직적이고 체계적인 유지보수 시스템을 구성하여 영업에 필요한 차량의 가용성을 증대시키고 고객이 원하는 목적지에 빠르고 안전하며 정확하게 도달할 수 있도록 하는 것이다.

앞에서 살펴본 바와 같이 고속철도차량을 최적의 상태로 만들기 위한 유지보수의 기술상 조건으로는 부품의 신뢰성 확보를 위한 수명예측의 적절성, 유지보수 인력의 전문화, 조직체계의 효율화, 적절한 점검개소 및 보수주기의 선정 등을 들 수 있다.

### II. KTX 신뢰성유지보수 개념

#### 1. 유지보수 개념

KTX의 신뢰성유지보수는 특수조건 또는 사전에 정의된 영업을 가능케 하도록 관리하거나 영업으로 되돌려 주는 활동이라고 정의할 수 있으며 이것은 각 부품의 수명에 대해서 초기 요구조건의 확인으로부터 사용자의 최종 만족도에 대

한 평가에 이르기까지 모든 단계에 해당된다.

특히 철도차량은 고객에게 운송서비스를 제공하는 기본이 되는 상품이므로 최적의 비용으로 승객에게 요구된 서비스인 안락감과 수송의 안전조건을 보증할 수 있도록 신뢰성을 확보하는 것이다.

이 신뢰성을 관리하기 위해서는 고장 발생율이 낮으며 작동율이 높은 설비로 만들어야 하며 이는 설비의 설계, 제작, 사용 중의 유지보수를 포함한 종합적인 검토를 통하여 가장 유효하다고 판단되는 방안을 각 단계에 적용하는 것이 중요하며 이와 같이 종합적으로 검토하는 관리를 신뢰성 관리라 한다. 즉, 설계 단계에서는 안전성 확보를 전제로 사용부품의 선정, 고장 예측이 곤란한 기기의 구성방법, 고장에 대한 조기 감지 방법, 점검 및 수선의 용이성을 포함한 신뢰성 유지를 위한 계획을 세운다. 또한 제작 단계에서는 요구된 성능 및 품질이 확보되도록 제작한다.

사용 중 보수단계에서는 설계 및 제작 단계에서 배려한 기술을 바탕으로 필요한 점검주기, 점검항목, 수선 방법 등의 유지보수 방식을 정하여 실시한다.

따라서 높은 신뢰성을 유지하기 위하여는 유지보수 업무 뿐만 아니라 설계 제작상의 문제도 검토하여 유효한 방안을 세울 필요가 있다. 예를 들면, 고장 예측 기술이 없는 것 또는 검사가 불가능한 부분, 돌발적인 고장이 발생하는 부분, 유지보수만으로는 해결할 수 없는 부분 및 검사로 인하여 장시간이 소요되는 기기 등에 대하여는 설계 제작 단계에서 검토하도록 하는 것이 유효하다. 또한 유지보수의 용이성은 비용의 경감, 보수시간의 단축 면에서 중요한 고려사항이며 어떠한 보수를 할 것인가를 미리 정하여 보수작업에 적절한 구조 설정도 설계단계에서는 중요하다.

## 2. 유지보수 유형

유지보수 방법으로는 예방유지보수와 사후유지보수로 크게 두 가지로 구분할 수 있다. 예방유지보수란 미리 정하여진 순서에 따라 계획적으로 점검, 조정, 시험, 교환 등을 하여 사용 중 고장을 미연에 방지하기 위한 방법이고, 사후유지보수 방법이란 고장이 발생한 후에 실시하는 것을 말한다.

### 1) 예방유지보수

예방 유지보수 방식에는 정하여진 주기 및 항목에 따라 검사를 하여 부적합품을 사전에 교체 또는 수선을 하는 정기보수방식방식과 사용중인 상태에서 기능확인을 통하여 고장

징조를 감지하여 검사, 수선을 하는 수시보수방식과 이 있다. 열차의 가용성(Availability)에서 보면 수시 보수방식이 유리하나, 영업 운행중 고장 징조를 감지할 수 있는 기술 또는 장비 등이 필요하므로 철도차량에서는 운전 중 검사를 제외하고, 일정한 주기에 따라 시행하는 정기 유지보수 방법을 기본으로 한다. 이러한 예방보수는 사후보수에 비하여 다음과 같은 특성이 있다.

첫째, 예방보수에서는 어떤 방법으로든 고장의 징후를 사전에 감지할 필요가 있다. 왜냐하면 전기, 전자기기 등과 같이 고장 징조를 예견하기 어려운 경우 또는 우발적인 고장에 대해서는 예방보수에 의한 고장 방지효과는 기대할 수 없기 때문이다. 그러므로 유지보수 방식을 결정할 때 각 기기의 고장 특성 및 고장으로 인한 영향, 고장 징후를 예측할 수 있는 기술력 외에도 유지보수 비용 등을 감안하여 결정하는 것이 바람직하다. 둘째, 최근 기술 발전에 힘입어 부품 품질의 향상, 기기구성의 대형화, 복잡화됨에 따라 고장진단 장비도 현대화되어 사후보수로 이행하는 경향이 있다. 이렇듯 정기 예방보수에는 기술상 한계가 있는 외에도 사용효율, 보수경비 면에서는 사후보수가 유리한 면도 있으므로 예방보수의 효과를 기대할 수 없는 우발적인 고장, 운행에 직접 영향을 끼치지 않는 간단히 수선할 수 있는 기기는 사후보수로 하는 것이 유리하다고 할 수 있다.

### 2) 사후유지보수

사후유지보수 방식은 고장이 발생한 이후에 시행하는 것으로 미리 고장 예측을 할 수 없다. 따라서 이 방식은 고장 발생의 불규칙성으로 에 고장 부품에 대한 주기를 결정하는 것은 불가능하고, 수리부품의 품질은 검사, 진단 등에 의존한다. 이러한 고장 유형으로는 해당 차량의 기능에 대한 불량으로 발생하는 경우와 타동적인 요인 즉, 외부 장애요인에 의하여 발생하는 경우로 구분할 수 있다. 예를 들면, 제동장치 또는 전기, 전자기기 등의 부품 결함에서 발생하는 고장과 건널목사고 또는 열차추돌, 외부 장애물과의 접촉 등과 같이 예측이 불가능한 불규칙적인 것이다.

## Ⅲ. 고속철도차량의 유지보수

### 1. RCM적용

고속철도차량의 유지보수는 궁극적으로 차량을 원래의 기

능상 태를 유지하여 상업운행에 대한 가용성을 증대시키는 데 있다. 그러므로 유지보수에 대한 절차는 차량의 정상 기능을 유지시키는 일련의 작업과정이라고 볼 수 있다. 따라서 KTX 도입 시 신뢰도에 기반을 둔 RCM기법을 적용하였다. RCM란 어떤 물리적인 장치나 시스템에 대해 가장 현실적이며 최적화된 유지보수 요구사항의 결정을 통해 고장 없이 유지되도록 하는 것으로 유지보수에서는 설비의 신뢰성과 가용성 향상, 고장에 따른 위험 요소 제거, 정비비용절감과 같은 정비 관리와 관련된 사항을 의미한다.

## 2. 신뢰성 확보를 위한 기술관리

### 1) KTX-RCM시스템 운용

효율적인 유지보수 작업을 위해서는 차량의 기능 및 유지보수 방법, 주기 적용, 부품의 수명, 고장 등에 대한 정보를 공유할 수 있어야 한다. 공유할 수 없는 정보는 그 효용가치가 없기 때문이다. 이러한 정보의 공유는 유지보수 정보 시스템인 컴퓨터 네트워크를 통하여 실시간 정보를 제공하거나 받을 수 있도록 하고 있다. 이를 위해 KTX 개통시 KTX-RCM이라는 전산시스템을 도입되어 운용하고 있다. 이 시스템은 RCM을 수행하기 위한 도구(TOOL)로서 운행 중 발생하는 고장건수, 검수기록, 등의 각종자료를 관리, 분석한다. 이 시스템은 운행정보시스템(KROIS)와 전사적자원관리시스템(KOVIS) 그리고 KTX 운행정보시스템(KTX-OIS), 서로 연계되어 다음과(그림1) 같은 정보를 주고받는다.

KROIS에서는 주행거리, 편성정보, 열차착발, 차량소재를 KOVIS에, 열차계획, 열차착발 정보를 KTX-OIS에 제공한다. 그리고 KTX-OIS에서는 KTX주요고장 및 열차착발 정보를 KOVIS에 제공하고 KOVIS에서는 운행실적, 고장발생정보, 고장조치정보, 부품교체정보, 검수실적 정보 등을 KTX-RCM시스템에 제공하여 고장분을 가능하도록 하여준다.

### 2) 전산시스템을 이용한 고장추세 분석

추세분석이란 과거에 발생된 고장자료 바탕으로 차종별, 장치별, 일자별, 요일별 등으로 구분하여분석한 다음 향후 추세를 분석하는 것으로 고장예측에 자주 활용 활용된다.

KTX-RCM에서는 추세분석을 위해서 고장분석 정보, KTX차량 운행실적 정보, 검수실적 정보 등을 바탕으로 KTX차량 및 그 구성품의 신뢰도 자료, 정비도 자료, 가용도 자료 등을 산출한다. 여기에서 산출된 자료는 KTX차량의 운영상태, 정기검수상태 등의 차량상태를 추세분석 하고 있

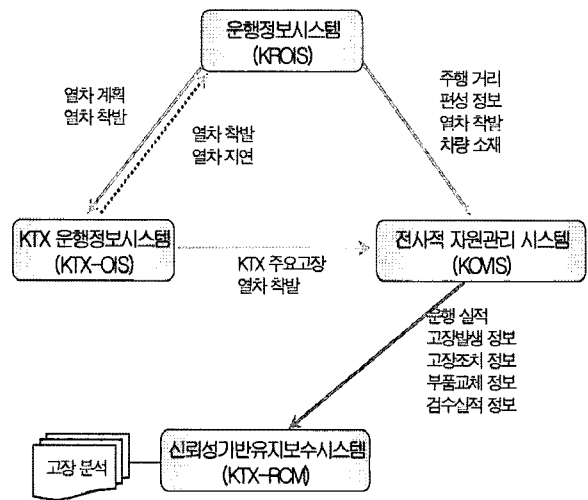


그림 2. 타 시스템과 KTX-RCM과의 자료연계 구성도

다.(그림3)은 KTX-RCM 시스템을 활용하여 추세를 분석한 예, 이다. (그림3)은 운행 중 고장간 평균거리를 나타낸 것으로 MKBSF(Mean Kilometer Between Service Failure)가 5월 가장 높게 나타난 것을 알 수 있다. 이러한 분석 들은 부품소요량 예측과 차량고장을 예측하는데 중요한 자료로 활용되고 있다.

### 3) 부품소요량 예측

부품에 소요량예측은 차량을 유지보수 하는데 매우 중요한 부분이다. 만일 부품을 적기에 조달하지 못하여 KTX를 운용하지 못한다면 막대한 영업 손실을 가져올 수 있고 반대로 보수품을 너무 많이 조달된다면 고가의 부품이 창고에 장기로 재고로 남을 가능성이 많기 때문이다. KTX-RCM시스템에서는 재고 관리하기 위해서는 부품잠재수명(TBO) 관리와 고장유형을 분석관리 하는 등 다양한 정보들을 관리하고

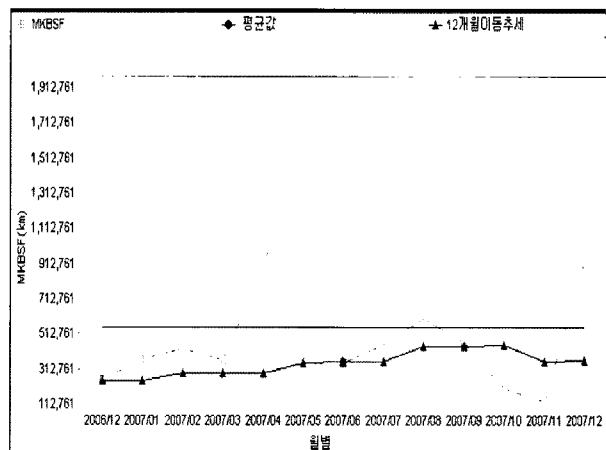


그림 3. 운행중 고장간 평균 거리

고장(교환)율	고장(교환)시 평균 주행거리 (km)
1%	1,303,214
5%	1,897,350
10%	2,122,205
50%	2,126,501

그림 4. KM당 벨로우즈 교환률

있다. 하지만 본고에서는 벨로우즈고장에 대한 분석결과를 소개하고자 한다. (그림4)는 수도권차량관리단(고양고속)에서는 벨로우즈 교환실적을 나타낸 것이다. 그림에서 보면 1,303,214Km/h주행 시 1%의 고장이 발생되고 3,126,561Km/h 주행 시 50%의 고장이 발생하는 것을 볼 수 있다. 이 자료는 KTX가 몇 Km를 주행하면 벨로우즈를 교체하는 것이 가장 적절한지 보여 줌으로서 부품소요량을 예측하는데 중요한 자료로 활용된다.

#### 4) 고장예측

차량을 유지보수 하는데 있어서는 각 기기의 적합성 여부를 판정하는 검사업무와 부적합한 기능을 복원시키는 수선 업무가 있다. 이러한 업무는 유지보수 요원의 기술력이 큰 비중을 차지한다.

고속철도차량은 영업운행 계획에 차질이 없도록 유지보수 계획을 수립하고 조밀하게 짜인 시간 내에 유지보수 작업을 효율적으로 완료하여야 한다. 따라서 고장을 정확히 예측하고 수리시간을 최소화하기 위해서 정확한 고장진단 방법의 적용과 체계적인 절차를 따라 시행하고 있다. 체계적인 고장의 발견 및 신속한 조치를 위한 절차는 다음과 같은 방법으로 적용하고 있다.

고장의 발견 및 탐색 절차의 1단계는 가능한 한 주어진 모든 자료를 중심으로 고장 징후를 파악하는 단계이다. 이렇게 수집된 정보를 바탕으로 고장의 원인이 될 수 있는 부분을 가장 확인하기 쉽고 고장 가능성이 높은 순서로 가정하여 분류하는 단계가 제 2단계이다. 3단계는 가정을 확인하여 고장을 처리하고 계속적으로 고장이 존재하는 경우 새로운 가정을 만들어 적용하는 단계이다. 고장의 결과를 완전히 제거하게 되면 정상기능을 회복하지만 다른 기기나 관련이 없는 부분

에 영향을 줄 수 있으므로 기능적 또는 물리적인 부분까지 확인하고 시험하는 단계가 제 4단계이다. 고장이 조치되면 원인인과 결과에 대한 모든 근본적인 원인이 치유되었는지 확인할 수 있게 된다. 이러한 절차를 거쳐서 고장처리 결과를 컴퓨터에 기록하고 있다.

### 3. 신뢰성유지보수를 위한 작업표준 설정

고속철도차량의 유지보수를 위하여 RCM으로 분석된 자료를 이용하여 일정한 기준에 의하여 작업표준을 설정하고 있다. 작업표준이란 보수 작업을 하기 위해서 검사별 지침을 정한 것으로 유지보수 작업의 통일화, 효율화 면에서 매우 중요하다. 이렇게 정하여진 작업 표준에는 검사의 정도 및 내용 외에 검사에 사용하는 기기, 검사한도, 검사 공정 등을 정한 표준이 있으며, 이 표준은 차량종류별, 검사종류별로 설정하고 있다 또한, 작업 표준은 검사를 위한 하나의 지침으로서 차량 고장발생 상황, 검사 실적 등, 개별 차량 상태에 맞게 적용하여 실시하고 있다.

## IV. 결론

KORAIL에서 RCM도입은 고속철도 개통준비단계 부터 시작되었다. 외부 전문기관의 자문 결과를 바탕으로 KTX-RCM이란 전산시스템이 도입되었지만 복잡한 RCM의 체계와 복잡한 시스템의 이해 부족으로 시행착오를 거듭하였다. 하지만 비효율적인 기존철도의 유지보수 체계를 그대로 KTX에 적용하수 없다는 인식이 급격히 대두되기 시작하면서 RCM을 적극적으로 전개하기 시작하였다. 본사 고속차량팀에 RCM 전담자 차량관리단에는 신뢰성관리팀을 두고 복잡한 KTX-RCM 시스템을 KORAIL기술에 적용시키는데 온 힘을 쏟아 부었다. 그 결과 4년이 지난 현재 많은 성과물이 나왔다. 2007년 한해만 해도 수도권차량관리단(고양고속)에서는 「고속차량유지보수개정」의 8건의 매뉴얼을, 「휴지통 투입구개선」등 8건의 설명서를, 「ATC조립커버 조립도」외 58건의 도면을 제·개정하는 성과를 거두었다. 그러나 무엇보다도 RCM의 기본목표는 신뢰성 확보를 통하여 열차의 안전운행 및 효율적인 유지보수를 시행하는데 있다. 따라서 KORAIL에서는 보다 적극적인 RCM활동을 전개 할 예정이다. ☺