

# 신뢰성관리시스템을 통한 철도차량 유지보수 비용분석 사례연구

## A Case Study of Railway Rolling Stock Maintenance Cost Analysis for Reliability Centered Maintenance System

최석중\*, 김문홍\*\*†

Seog-Jung Choi\*, Moon-Hong Kim\*\*†

**Abstract** Recently Maintenance work in ways that foster the maintenance policy change after a purchase or lease a vehicle has been changed with the advent of the SR in Korea. This change is because the maintenance activity is a need to analyze the synthesis, objective and cost-raising elements for this it is necessary to ensure safety with this analysis and applied to optimize the maintenance costs, while at the same time. In this study, we study the method for managing three primary factors, such as a method for analyzing the maintenance cost railway rolling stocks utilizing the RCM system in an operating railway rolling stocks maintenance dependent manpower. First, the real-time maintenance and operating condition monitoring of railway rolling stocks, second, failure analysis and knowledge-construction for system's failures that occur during operation. Finally, component & parts life-cycle management for RCM system

**Keywords:** RCM, Railway, Reliability, Maintenance Cost

**초 록** 최근 수서고속철도(SR)의 등장으로 한국에서도 차량을 리스 또는 구매 후 유지보수 업무를 위탁하는 방식으로 유지보수 정책을 추진하고 있다. 이러한 변화는 유지보수 활동에 대한 종합적이고 객관적인 비용요소를 식별할 필요성을 제기하고 있어, 안전을 확보하면서 동시에 유지보수 비용을 효율화하는 시스템적인 분석과 적용이 반드시 필요하다. 본 연구에서는 기존의 인력 의존형 철도차량 유지보수 방식에서 신뢰성관리(RCM) 시스템을 활용한 철도차량 유지보수 비용을 분석하는 방법으로 다음과 같이 3가지 주요 팩터를 관리하는 방식으로 분석 연구하였다. 첫째, 철도차량의 실시간 유지보수 및 운용상황 모니터링, 둘째, 운행 중 발생하는 종별 장애의 시스템을 활용한 분석의 지식화, 마지막으로 신뢰성 관리 시스템을 통한 부품수명 주기관리로 시스템 관점의 총 유지보수 비용의 합리적인 결정과 투자소요 예측방안을 제시하였다.

**주요어** : RCM, 철도산업, 신뢰성, 유지보수 비용

## 1. 서 론

최근 철도운영시스템에서는 신뢰성 중심의 유지보수정책을 기반으로 최적화된 예방유지보수 주기에 따른 부품 수명주기를 분석하는 기법 등이 광범위하게 사용되고 있다. 현재 철도차량은 친환경적인 시스템으로 안전과 정확함을 장점으로 하는 대중교통수단으로 그 중요성이 증가하고 있으며 도심권역의 단거리 출퇴근용 교통수단은 물론 중·장거리에서도 고속철도차량의 도입으로 항공 분야 영역까지 점차 확대하고 있다. 이러한 상황에서 철도차량의 기대

† 교신저자: 우송대학교(mhkim@wsu.ac.kr)

\* 코레일 차세대KOVIS추진처, \*\* 우송대학교 철도경영학과

성능 즉 신뢰성을 유지하는 것은 공공성의 측면에서 기본적인 요건이 되고 있다.

철도차량 수명은 차량이 제작되고 운행에 투입된 시점부터 폐차되는 시점까지의 기간으로 정의하며 차량을 정상상태로 유지하기 위한 유지보수 방법은 차량의 검수기준에 의하여 정해진 항목을 정해진 주기에 검수를 시행하는 정기검수(예방정비)와 차량에 고장이 발생하였을 때 또는 고장 발생 우려가 예상될 때 그 부분의 기능 상태를 확인하고 필요한 검수를 하는 임시검수(사후보전)로 크게 나눌 수 있다. 본 연구에서는 기존의 인력 의존형 철도차량 유지보수 방식에서 변화하여 신뢰성 중심 유지보수 시스템(RCM)을 활용하여 철도차량 유지보수 비용을 분석하기 위한 일련의 프로세스와 방법론에 대하여 연구하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 실시간 유지보수 및 운용상황 모니터링

#### 2.1.1 철도차량 고장정보 종류 및 수집 현황

철도차량에서는 철도차량의 종류에 따라 크게 고속차량, 일반차량, 전동차량, 화물차량, 기계설비 등 5개의 분야로 구분하고 있으며, 이러한 철도차량의 운행 중 장애기록, 정비중 고장정보, 서비스 및 시스템고장 등 그 발생 위치에 따라 각각 전사적 자원관리시스템(ERP)인 KOVIS 시스템에 실시간 전송되어 수집되고 있으며 그 상세한 내역은 Fig.1과 같다. 아래에서 보이는 바와 같이 철도차량에서 수집되는 고장데이터의 종류에는 객차불량 고장데이터, 차상컴퓨터(OBCS) 고장데이터, 기관사에 의한 운전상황표, 승무원에 의한 승무인지 이례사항 등이 포함된다.

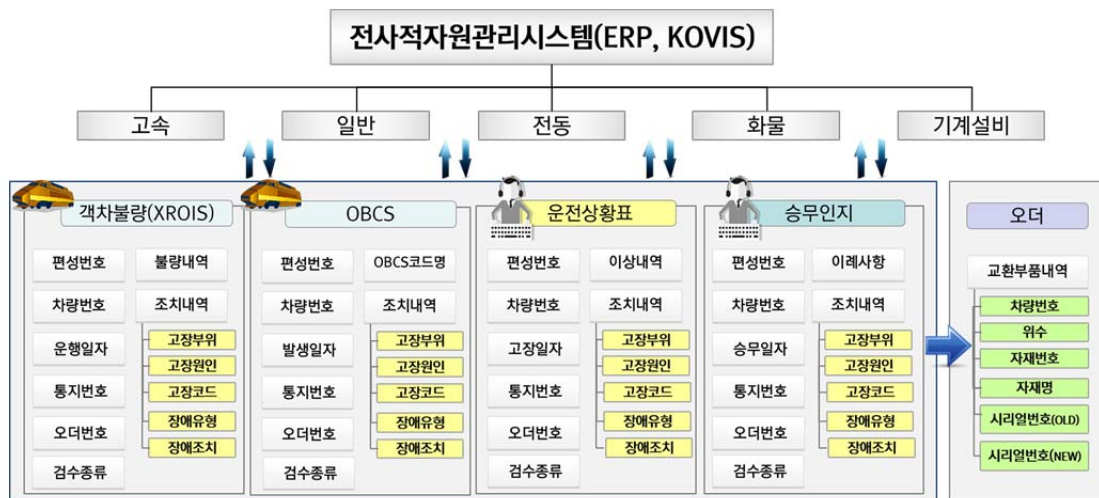


Fig.1 Failure Gathering Data Type of Railway Rolling Stock in ERP system

#### 2.1.2 철도차량 고장정보를 활용한 실시간 유지보수 및 운용상황 모니터링

철도차량에서의 고장정보 기반의 실시간 유지보수 및 긴급 운용 상황에 대한 전반적인 모니터링을 위해서는 모든 부품을 그 대상으로 하지만 본 연구에서는 철도차량에서 안전성과 직결되는 중요부품인 TB0(Time between overhaul) 부품 및 시리얼(S/N)이력관리부품을 중심으로 연구하였다. 전사적 자원관리시스템(ERP)인 KOVIS 시스템을 통해 수집된 고장데이터, 차종별 BOM 정보, 운행이력정보를 기반으로 RAM 분석, FMEA, 부품수명분포 분석 등 신뢰성 분석을 수행하고 해당 신뢰성 분석 결과, 운행, 검수이력, 예비품 소모 현황, 부품 수명 등을 종합적으로 고려하여 대상을 식별한다.

아래의 Fig.2에서는 실시간 유지보수 및 운용상황을 모니터링하기 위한 일련의 프로세스를 도식화한 그림이다.

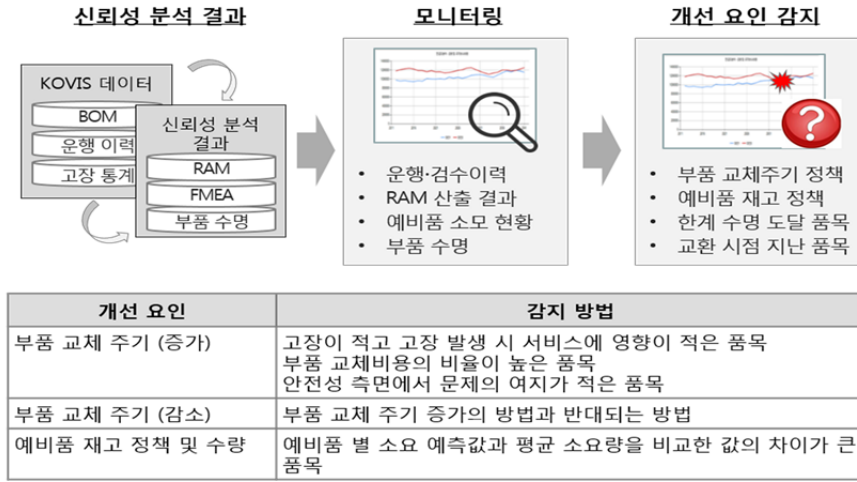


Fig.2 Real-time Maintenance Monitoring using Railway Rolling Stock

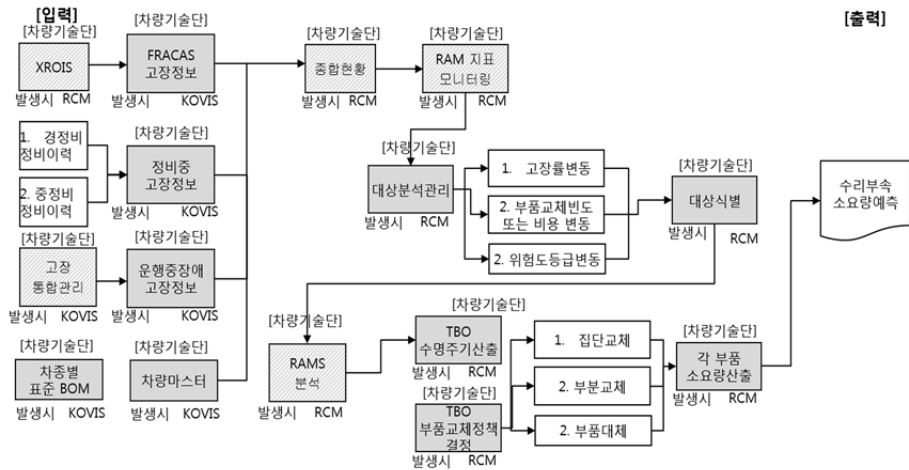


Fig.3 Real-time Maintenance Monitoring Principal Process

대상식별 기준으로는 Fig.3에서와 같이 고장률, 부품교체 빈도 및 비용, 위험도 등급 중 1개 이상에서  $\pm 20\%$  이상 변동이 발생할 경우, 실시간 유지보수 모니터링 대상으로 판단한다. 이와 같이 식별된 대상품은 TBO 교체 소요량수량을 예측하고 이를 통해 비용분석을 수행하며, 집단교체, 부분교체, 부품대체 등에 대한 의사결정을 지원한다.

## 2.2 운행 중 발생 종류별 고장분석 결과의 지식화

철도차량에서 운행 중 발생하는 다양한 종류의 고장분석 결과는 아래 Fig.4에서와 같이 고장통계분석, 차종별 BOM 정보, 고장해석, 고장영향분석(FMEA)의 프로세스를 통해 고장사례가 축적되어 고장지식화 되며 그 프로세스는 다음과 같다.

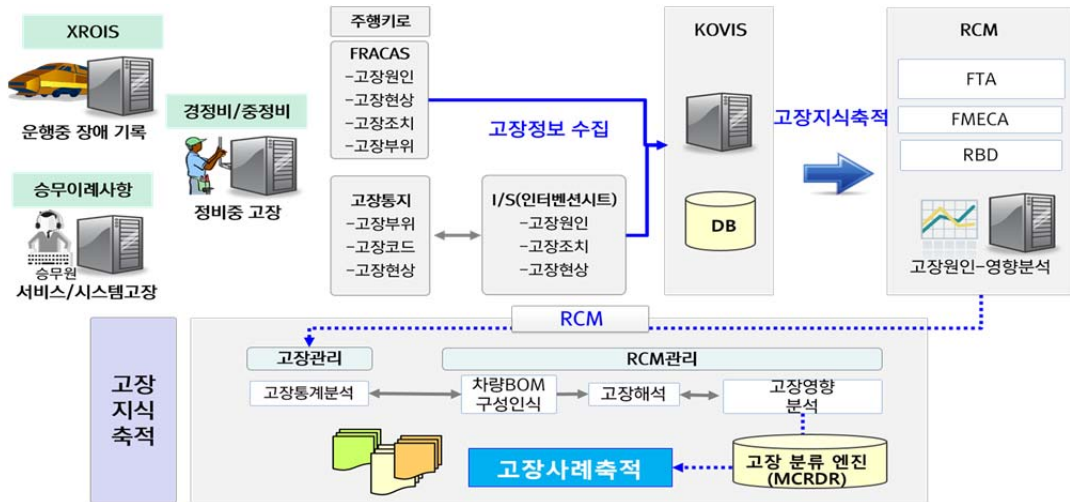


Fig.4 Knowledge Construction of Failure Analysis

### 2.3 RCM시스템을 통한 유지보수비용의 합리적 의사결정 지원

RCM시스템에서 RAMS 지표모니터링을 통해 식별된 대상품에 대하여 부품교체주기 및 수리

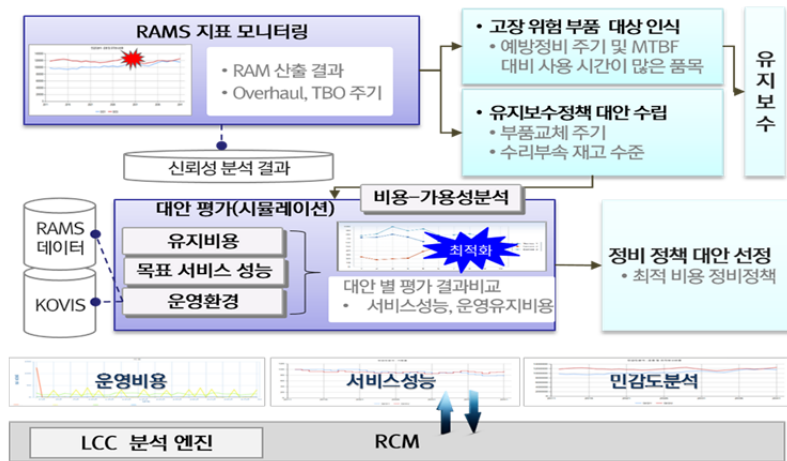


Fig.5 RCM based Maintenance Cost Analysis Process

부속재고 수준에 따른 시뮬레이션 기반의 대안평가를 수행한다. 대안평가 시에는 유지보수비용, 목표 서비스의 성능, 운영환경 등을 고려한 비용-가용성 분석을 수행하여 해당 결과를 기반으로 유지보수 정책별 대안을 평가한 후 가장 최적의 대안에 대하여 유지보수정책을 선정한다. 즉, 이와 같이 RCM시스템을 통한 부품 수명 주기관리를 통해 시스템 관점의 전체 유지보수 비용 비교분석 결과를 바탕으로 합리적 결정과 투자소요 규모 등을 예측할 수 있다.

### 3. 결론

최근 국내 철도 운영사들에서는 철도 유지보수 업무에 대한 위탁 방식을 점진적으로 추진하고자 이에 관한 다양한 논의들이 진행되고 있다. 그러나 이러한 변화에 대하여 반드시 고려해야 하는 사항들은 차량 안전성과 효율적 유지보수 비용에 대한 시스템적 접근이 반드시 선행되어야 한다. 본 연구에서는 이러한 철도 유지보수 정책의 변화에 따른 RCM 시스템의 분석 방향에 대한 프로세스 및 방법론에 대한 연구를 수행하였으며, 이를 통해 철도차량의 실

시간 운용상황을 모니터링 후 운행 중 장애에 대한 고장정보를 시스템적 지식화하고 이를 통해 RCM 시스템을 통한 총 유지보수 비용 분석을 통해 합리적인 유지보수정책 의사결정지원 및 투자소요 예측 방안을 지원하는 방안에 대하여 고찰하였으며, 향후 이러한 프로세스가 반영된 RCM 시스템을 기반으로 실제 운영환경 하에서의 적용을 통해 실제 철도 차량 유지보수 비용분석 결과에 대한 연구를 지속적으로 수행하고자 한다.

## 감사의 글

본 논문은 국토교통부 철도기술연구사업(16RTRP-B109166-02)의 연구지원비에 의해 수행되었습니다.

## 참고문헌

- [1] E.J. Jong, H.M. Lee, G.D. Kim (2009) A Study on the RAM Application to the Electrical Multiple Unit, *Conference Proceeding of Korean Society for Railway*, pp. 2038-2043.
- [2] S.J. Choi, M.H. Kim (2016) A Study On Life Cycle Cost Considering Maintenance Period of the High-Speed Rolling Stock, *Conference Proceeding of Korean Society for Railway*, pp. 722-726.
- [3] I.G. Hwang, S.J. Choi, G.C. Lee, J.W. Kim, T.S. Kim, H.W.Kang (2016) A Study On Practical Reliability Management Indicator for the Railway Rolling Stock, *Conference Proceeding of Korean Society for Railway*, pp. 949-954.
- [4] UNIFE Guidelines for life cycle cost volume 1~4, UNIFE committees.
- [5] I.S. Kim, J.W. Kim (2014) A Study on the Conformity of KTX Oil Damper TBO, *KSAE Annual Fall Conference Proceeding*, pp. 1409-1411.
- [6] S.K. Shin, S.M Kim, D.G. Lee, K.H Lee, et al. (2006) A Study on the Analysis of the Reliability and Safety to apply RCM to Railway System, *Journal of the Korean Society for Railway*, 9(6), pp. 739-745.
- [7] J.H. Kim, H.K. Jun, J.S. Park, H.Y. Jeong (2009) A Study on the Life Cycle Cost Calculation of the Railroad Vehicle Based On the Maintenance Information, *Journal of the Korean Society for Railway*, 12(1), pp. 88-94.