

## 철도시설 이력관리 종합정보시스템 구축에 관한 연구

### A Study on the Implementation of Rail Facilities Information and history System

김인겸\*, 이준석\*<sup>†</sup>, 최일윤\*, 이호룡\*\*, 이태연\*\*, 박병주\*\*

In Kyum Kim\*, Jun S. Lee\*<sup>†</sup>, Il Yoon Choi\*, Ho-Ryong Lee\*\*, Tae Youn Lee\*\*, Byoung Ju Park\*\*

**Abstract** An implementation procedure on the condition-based preventive maintenance of the railway infrastructures is described in this study. For this, not only the reliability centered maintenance but also the decision support system together with the concept of life cycle cost are introduced and modelled considering local conditions and practice of maintenance and renewal. A linear asset management module is also considered to maximize the asset value of railway infrastructure through the interface of the decision support system. In addition, the condition based maintenance model via IoT and GIS is included and building plan of the data center is proposed. Finally, a step-by-step construction plan of the system is presented. It is anticipated that the total cost of maintenance be save by about 30% once the system is fully implemented and utilized throughout the maintenance procedure.

**Keywords** : Preventive, Reliability Centered, Maintenance, Maintenance History, RCM

**초 록** 본 연구에서는 철도시설물의 효율적, 과학적 유지보수를 수행하기 위한 상태기반 예방 유지보수 체계 개발방향에 대하여 논의하였다. 이를 위하여 신뢰성기반 유지보수체계의 도입과 함께 생애주기 비용을 근간으로 하는 의사결정지원체계 구축방안을 제시하였으며, 철도시설물의 속성 및 이력정보를 함께 DB화 하여 철도시설물의 자산가치를 극대화할 수 있는 선형 자산관리체계 운영방향에 대하여 고려하였다. 또한 IoT 및 GIS 등 시설물 유지관리와 관련한 정보시스템 연계 및 데이터 센터 구축방안을 함께 제시하였으며 구상중인 종합정보시스템의 단계별 구축방안에 대하여 소개하였다. 향후 철도시설 이력관리 종합정보시스템이 구축되면 철도시설물의 대한 검측, 유지보수 및 이력관리 등의 체계적 수행을 통하여 연간 약 30% 정도의 유지보수 비용절감이 가능할 것으로 예상된다.

**주요어** : 예방, 신뢰성기반, 유지보수, 이력관리, RCM

## 1. 서 론

현재 철도시설 유지보수는 고장이 발생한 경우에 유지보수를 수행하는 사후유지보수 (CM, Corrective Maintenance 또는 BM, Breakdown Maintenance)와 예방유지보수 (Preventive Maintenance) 체계를 복합적으로 적용하고 있으며 전기 시설은 유지관리 주기에 따른 주기적 유지보수 (TBM, Time Based Maintenance)를 수행하고 있다. 그러나 유지보수 방법에 대한 종합적인 의사결정체계가 미흡하여 고장 발생에 따른 피해가 당초보다 확대될 가능성이 있으며,

† 교신저자: 한국철도기술연구원 첨단고속철도연구실 (jslee@krri.re.kr)

\* 한국철도기술연구원

\*\* 한국철도시설공단

주기적 유지보수의 경우 주기 및 방법에 대한 정보갱신 과정이 정밀하지 못하여 필요이상의 비용과 인력이 소요될 수 있다. 한편 해외에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 신뢰성기반 유지보수 (RCM, Reliability Centered Maintenance)와 예방 유지보수체계 (PM, Preventive Maintenance)를 도입한 후 이를 기반으로 의사결정지원시스템 (DSS, Decision Support System)을 구축하여 유지보수 정책 결정에 활용하고 있다.

따라서 국내에서도 효율적인 유지보수를 위해 예방 유지보수 도입, 체계적인 유지보수 이력 관리, 유지보수 정책 의사결정과 관련한 시스템 구축의 필요성이 대두되었다. 이에 따라 철도 시설 이력관리 종합정보시스템 (이하 RAFIS, RAil Facilities Information & history System) 구축이 계획되었으며 본 논문에서는 RAFIS 구축방향에 관한 연구내용을 소개하였다.

## 2. 이력관리 종합정보시스템 개발방향

### 2.1 철도시설 유지보수 이력관리 현황 및 개선방향

현재까지 대부분의 유지보수 관련 정보는 철도공사의 전사적 자원관리계획 (ERP, Enterprise Resource Planning)인 KOVIS 내에 생성 및 보관되고 있어 외부에서 관련 정보에 접근하기 어려우며, 상시/주기적인 유지보수 업무 모니터링 시 사용자 편의성이 결여되어 있다. 또한 ERP 특성상 설비관리 측면이 강조되어 실제 철도시설의 특성인 선형자산관리 (LAM, Linear Asset Management) 및 위치정보 관리 등에 대한 세부적인 기능 및 정보가 부족한 상황이다. 고속철도 자갈케도의 유지관리 도구인 KTMSYS의 경우, 궤도틀림 및 궤도 유지보수 계획 등에 적용되고 있으나 철도시설물 전체 유지관리 도구로 적용하기에는 한계가 있다.

따라서 RAFIS는 유지보수 이력관리정보의 체계적 구축을 위해 KOVIS의 PM (Plant Module) 모듈을 근간으로 향후 철도시설물의 예방보수체계 구축을 위한 의사결정 지원체계 등을 포함한 시스템을 구상하였다. RAFIS는 유지보수 이력 추적이 용이하도록 DB구조를 개선할 예정이며, 특히 KP 기반의 이력정보 관리를 통하여 유지보수 구간에 대한 상세한 정보 확인 기능을 추가할 계획이다. 철도시설물에 대한 GIS 기본계획과 IoT 기본계획[1]이 확정되면 위치기반 이력관리 계획 및 CBM (Condition Based Monitoring)이 포함될 것이다.

### 2.2 RAFIS 구축방향

#### 2.2.1 RAFIS 시스템 구성

RAFIS는 외부사용자가 접근할 수 있는 Portal, 유지보수 이력정보시스템 LAM (Linear Asset Management) 및 의사결정지원시스템 DSS (Decision Support System)로 구성되어 있다. Portal은 시설물정보관리, 유지보수 이력관리, 유지보수 비용관리, 개량계획현황 및 통계/분석 등의 모듈로 조회 기능에 집중하여 현황 및 분석자료에 대한 보고서/통계 중심으로 구성되어 있으며 GIS와 DMS를 연동하여 도면 및 자료 데이터 조회를 지원한다. LAM은 내부시스템으로서 시설물대장관리, 유지보수이력관리, 자재관리, GIS/도면관리, 통계/분석의 5개 모듈로 유지시설물 대장관리, 보수이력관리, 자재관리 등을 지원하고 그 이외에 마스터

연계, 자재관리, GIS/도면 관리기능 등을 같이 제공한다. DSS는 내부시스템으로서 열화모형 분석, RCM분석, LCC분석, 시설물상태분석, 예방유지보수의 5개 모듈로 구성되어 시설물에 대한 상태분석 등 고도화된 분석기능과 각 기능별 분석 모델에 대한 알고리즘 관리, 예방유지보수 대상 선정 및 예상비용 산출 등의 주요 기능으로 구성되어 있다. 한편, 대용량 데이터를 관리하는 데이터 센터를 구축하여 검측데이터, GIS 데이터, 도면/자료 데이터 등을 관리한다.

### 2.2.2 RAFIS 표준모델

RAFIS 표준모델 구축에 있어서 ERP내 기업에서 공개할 수 없는 사항을 RAFIS와 연동시킬 수 없기 때문에 RAFIS 개발기간과 개발완료 이후로 아래 그림 1, 2와 같이 구분하여 제시할 필요가 있다. 그림에서 알 수 있는 바와 같이 구축 초기에는 KOVIS 및 필요시 KTMSYS로부터 시설물 속성과 이력자료 및 비용정보를 주기적으로 수신받아 LAM 모듈내에 저장하는 한편, 데이터 센터를 설치하여 검측차의 검측 데이터 및 각종 모니터링 데이터를 수신한 후 계측 데이터 및 이력정보 등을 이용한 DSS 체계를 구축해야 한다. LAM, DSS 모듈로부터 유지보수 대상 시설물에 대한 예방유지보수 방법과 주기를 예측한 후, 그 결과를 유지보수 시행자에게 피드백 하게 된다.

최종적으로 유지보수 관련 업무들이 RAFIS로 일원화 될 경우 KOVIS 및 KTMSYS와의 연동은 더 이상 요구되지 않으며 이력정보 입력은 현장에서 모바일 기기에 의해 실시간 입력이 가능하도록 설계하였다.

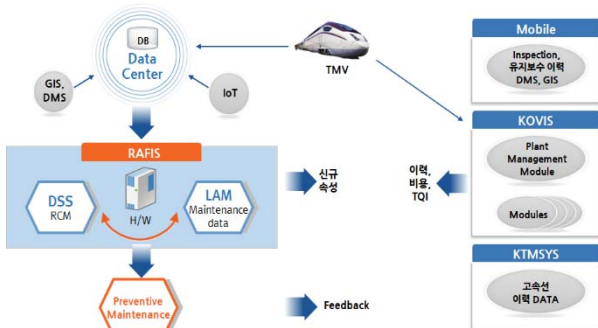


Fig. 1 RAFIS Standard Model of Buildup Phase

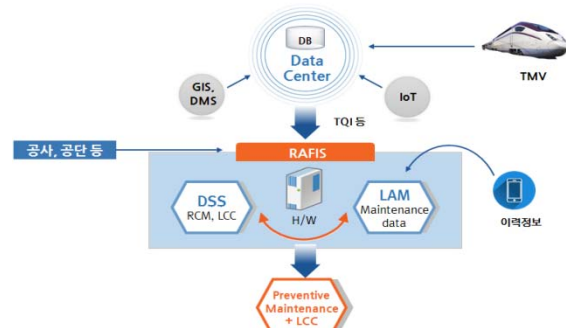


Fig. 2 RAFIS Standard Model of Operation Phase

### 2.2.3 RAFIS내 RCM 도입 및 의사결정지원 시스템

RCM은 대상 시스템에 데이터 수집, 하부구조로 분할, 기능 분석, 유지보수 중요항목 선정과 고장모드 영향분석하고 고장모드 및 원인에 대한 분류를 통해 적정한 유지보수 방식과 주기를 선정하는 과정을 말한다.

기준에 철도시설에서 활용하였던 RCM 모델은[2] 열차 운행빈도, 가용성 (availability), 유지보수 수행에 따른 기술적 복잡성 및 유지보수 비용 등의 요소와 각 요소에 대한 가중치 (weighting factor)를 감안하여 선로의 중요도를 선정하지만 경우에 따라 자산관리자 혹은

유지보수자의 주관적인 판단에 의해 결정되는 문제점이 있다. 따라서, RAFIS RCM 모델은 주관적인 요소를 최소화하기 위해 UIC 714R에 따라 여객열차 하중, 화물열차 하중, 기관차 하중, 운행속도를 변수로 하여 선로등급을 1~6등급으로 분류한 후[3] 이를 중요도로 간주하였다.

선로별 중요도 산정 후 철도구조물/설비 (SCRIC, Safety Critical Railway Infrastructure Components)를 선정한다. SCRIC을 선정하는 과정은 기존의 선로 중요도를 선정하는 과정과 동일하게 선정할 수 있다. 다음 단계에서는 중요 구조물 설비 (MSI, Maintenance Significant Items)에 대해 FMECA (Failure Mode and Effect Critical Analysis) 분석을 수행하여 실제 유지보수를 수행할 대상의 우선순위를 선정하게 된다. 최종적으로는 유지보수 방법과 주기를 선정하는 의사결정과정의 필요하며 이 부분에 대해서는 추가적인 연구가 필요하다. 선로의 중요도 선정에 있어서 CBM을 적용할 수 있다. DSS를 위한 CBM 및 RCM 기반 구축시 IoT에 의한 각종 모니터링 데이터의 연계방안을 고려하고 있다.

### 3. 결론

본 연구에서는 RAFIS 개발의 기본 방향, 구성 내용 및 추가 고려사항 등을 포함하였다. RAFIS는 RCM 도입과 함께 의사결정지원 체계가 갖추어질 예정이며 개발완료 시 기대효과는 다음과 같다.

1. 유지보수 관련 이력정보의 체계적인 가공·분석이 가능하며, 분석결과에 따라 유지보수 현장과의 효율적인 환류체계가 구축될 수 있을 것으로 예상된다.
2. 철도시설물의 설치, 유지보수 및 고장 등에 대한 이력정보를 실시간으로 확인할 수 있으며 구축되는 이력정보와 RCM 기법 등을 통해 예방 유지보수 체계를 확립할 수 있을 것으로 보인다.
3. 이력자료 분석을 통해 성과 평가 및 유지보수 개선대책을 수립할 수 있으며 개선대책은 다시 유지보수 시행과 연동되어 최적 유지보수 방안을 재수립이 가능하고 유지보수용 선로등급 체계를 적용하여 등급별 유지보수 전략을 수립하고 관련 관리기준도 새롭게 제정 또는 개정할 수 있을 것으로 기대된다.

### 후 기

본 연구는 한국철도시설공단 ‘철도시설 이력관리 종합정보시스템 구축 기본계획 수립’ 연구의 일환으로 수행되었으며 관련연구비 지원에 감사드립니다.

### 참고문헌

- [1] 김현기(2016), IoT기반 지능형 철도안전관리시스템 구축 기본계획 수립, 철도시설공단
- [2] Cotaina, N., et al. (2002), “Complete guide of RAIL methodology”, *The RAIL consortium*.
- [3] In Kyum Kim, Jun S. Lee, Il-Yoon Choi & Jeeha Lee (2016), “A Study on Line Classification for

Efficient Maintenance of Railway Infrastructure” , *Journal of the KSR*, 19(5), pp.672-684