

# 공항철도의 운영가용도 향상을 위한 RCM 활동

## RCM Activities for Improvement of Availability of AREX Railway System

이창환\*                      임성수\*\*                      송미옥\*\*\*  
Lee, Chang-Hwan          Lim, Sung-Soo              Song, Mi-Ok

---

### ABSTRACT

This paper is described the systematic activities of RCM to improve the availability for AREX railway system. The purpose of these activities are to maintain and enhance the reliability, availability, maintainability and safety, and to implement the effective maintenance for electrical and mechanical system including rolling stock, signalling, telecommunication, power supply, overhead catenary and platform screen door with impact to train operation.. The main activities consist of systematic failure and repair recording by integral information system, analysis and corresponding countermeasure. As applying these activities in operation and maintenance works, the availability of AREX railway system is going on improvement gradually, and maintenance works are improved with these results.

---

### 1. 개요

공항철도(주)는 첨단기술이 적용된 철도시스템을 한정된 자원을 이용하여 최적으로 운영하기 위한 대책의 일환으로써, 기존의 비효율적인 운영 및 유지보수 방식을 탈피하여 보다 효율적인 유지관리 업무를 수행하기 위한 활동을 실시하고 있다. 그 대표적인 효율화 활동으로 신뢰성 기반의 유지보수 활동, 즉 RCM(Reliability Centred Maintenance) 활동을 들 수 있으며, 본 활동을 이행하기 위한 업무 절차, 그리고 적용 효과를 분석 확인하고 미비한 사항에 대해서는 별도의 대책을 수립하여 이행함으로써, 지속적인 개선을 도모하고 있다.

이와 관련하여, 공항철도는 열차 운행에 직접적인 영향을 주는 차량, 신호, 통신, 송변전, 전차선, 승강장 도어의 6개 분야를 포괄하는 기전시스템을 RCM 활동의 주요 대상으로 선정하고, 신뢰성 기반 유지보수 활동을 실시하고 있다.

본 논문에서는 기전시스템의 안전성 확보와 더불어 운영가용도를 향상시키기 위한 RCM 활동의 주요 내용과 개선 실적을 소개코자 한다.

### 2. RCM 활동 내용

공항철도는 기전시스템에 대한 안전 확보와 가용도 향상을 위하여 다음의 절차에 따라 RCM 활동을 시행하고 있으며, 본 활동의 목적은 시스템의 신뢰성, 정비성, 가용성, 안전성을 향상시키기 위함이다.

---

\* 책임저자, 회원, 공항철도주식회사, 기술본부, 과장

E-mail : leech@arex.or.kr

TEL : (032)745-7204 FAX : (032)745-7905

\*\* 회원, 공항철도주식회사, 기술본부, 부장

\*\*\* 회원, 공항철도주식회사, 기술본부, 대리

## 2.1 고장신고 및 보수실적 등록

공항철도는 RCM 활동을 수행하기 위한 기본 정보 즉, 고장신고 내역과 보수실적 내역을 전산적으로 등록 및 관리하고 있으며, 상세내용은 다음과 같다.

### (1) 고장신고의 등록

공항철도의 각종 고장사항은 전산적으로 통합관리되고 있으며, 직원이면 누구든지 고장신고를 개인용 컴퓨터를 이용하여 등록할 수 있다. 열차운행과 관련되는 분야의 장애신고는 대부분 종합관제팀과 운전승무팀에서 보고되는 장애로 이루어지며, 열차운행과 직접적인 관련이 없는 경미한 이례사항도 모두 포함하고 있다. 이 때, RCM 관리자는 신고된 내역을 확인후 동일 신고건에 대한 통합수정작업과 함께 조치할 담당분야를 지정한다. 다음의 그림1은 통합정보시스템을 통하여 등록된 고장신고내역을 보여준다.

고장신고내역에는 발생일시, 신고자, 고장분야, 발생구간 및 장소, 관련열차번호 및 편성, 상세신고내역 그리고, 현장에서 조치된 사항들을 상세히 등록할 수 있다. 그리고, 고장신고내역에 대하여 하단에는 관련고장에 대하여 사업소의 조치 담당자가 조치시작 및 완료일시, 진행사항 및 조치내용을 상세히 등록하도록 되어 있다.

### (2) 보수실적의 등록

고장신고로 등록된 사항은 사업소의 담당자가 확인후 조치내역을 등록하고 있으며, 또한 일상점검 중 보수한 실적도 사업소 및 협력업체 담당자를 통하여 전산상으로 등록하고 있다. 보수 실적은 일일 업무일지와 함께 보고되어 결재된다. 또한, RCM 관리자는 주기적으로 고장신고에 대한 조치내역과 보수실적 등록을 점검하여 누락사항에 대해서는 해당 담당자에게 통보하여 등록 활성화를 위한 업무를 담당한다. 다음의 그림2는 통신분야의 보수실적에 대한 등록내용을 보여준다. 보수실적 등록내용으로는 대상시설물의 지정, 고장분석코드의 지정, 보수내용 등이 포함된다.

그림1. 고장신고 등록화면

그림2. 보수실적 등록화면

## 2.2 보수실적 검증 및 지표 분석

사업소로부터 등록된 보수실적 중 별도의 검증작업을 통해 선별된 고장실적이 FRACAS와 지표분석에 연계되며 상세 내용은 다음과 같다.

### (1) 보수실적의 검증

RCM 관리자는 사업소에서 등록된 보수실적을 주기적으로 취합하여, 본사의 분야별 담당자와 함께 실적에 대한 검증 업무를 수행하며, 이때 보수실적의 내용중 오류사항이나 보완사항은 사업소로 수정을 요청한다. 보수실적에 대한 검증후, RCM활동에 직접 활용되는 고장조치 실적을 다시 선별하여 FRACAS(Failure Reporting, Analysis and Corrective Action System)로 연계한다. FRACAS는 고장의 접수내용, 분석내용, 조치내용이 표준화되어 고장에 대한 핵심이력정보로 관리된다.

다음의 그림3은 차량 분야의 고장조치실적으로 연계된 FRACAS의 한 예를 보여준다. FRACAS의 연계 내용에는 고장접수에 대한 상세사항, 고장분석의 상세사항 그리고 고장조치에 대한 상세사항 등이 포함되어 표준화된 양식에 적용된다.

### (2) RCM 지표 분석

RCM 관리자는 검증이 완료된 고장조치 실적을 바탕으로 하여 산출된 RCM 활동의 각종 지표를 통하여 해당 시스템의 신뢰성, 정비성, 가용성, 안전성을 평가하고 분석결과를 관련분야로 통보한다. 이에, 각 분야별로 운영가용도에 영향을 미친 주요고장에 대한 대책을 수립하여 대응한다.

주요 지표는 신뢰성 평가를 위한 MTBF(Mean Time Between Failure; 평균고장발생주기), 정비성 평가를 위한 MTTR(Mean Time To Repair; 평균고장조치시간), 가용성 평가를 위한 운영가용도 및 시스템가용도 그리고, 안전성 평가를 위한 MTBHF(Mean Time Between Hazard Failure; 평균위험고장발생주기) 등이 사용된다. 다음의 그림4는 통신 분야의 열차무선전화설비(TRS)에 대한 고장조치실적을 토대로 전산적으로 자동 산출된 RCM 지표를 보여준다. 상기로부터, 통신분야의 열차무선전화설비(TRS)는 3월 동안 단 순고장 11건에 대한 조치실적으로부터, MTBF는 67.64시간, MTTR은 0.55시간, 가용도는 99.189%를 산출한다.

그림3. FRACAS 연계화면

그림4. RCM 지표산출화면

### 3. 운영가용도 개선

공항철도에서는 RCM 활동을 통하여 안전성과 운영가용성 향상을 도모하고 있으며, 운영가용도의 평가 지표로써, 운영가용도와 시스템 가용도를 적용하고 있다. 다음은 RCM 활동을 통하여 운영가용도와 시스템 가용도를 향상시킨 사례를 소개한다.

#### (1) 운영가용도 개선

운영가용도는 해당 시스템의 고장이 열차의 운행에 미치는 영향을 평가하기 위한 지표로써 다음의 식 (1)에 의거하여 산출된다.

$$\text{운영가용도} = \left[ 1 - \frac{\text{지연시간}}{\text{운행시간}} \right] \times 100 (\%) \quad (1)$$

여기서, 운영가용도 100%는 해당 운영시간 동안 열차의 운행지연을 유발하지 않고 정상 운영되었음을 의미하며, 본 지표는 여러 시스템이 복합적인 연관성을 가질 경우 분야별로 열차운행지연에 대한 영향도를 평가할 수 있다.

이에 RCM 활동을 통하여, 운영동안 운영가용도가 상대적으로 낮은 분야를 선정하여 분석 및 대책을 수립하여 열차운행의 지연을 최소화시키고자 한다. 다음의 그림5는 차량분야의 월간 운영가용도의 분석 결과로써 1월에 운행지연의 장애발생으로 운영가용도가 다소 하락하였음을 보여준다.

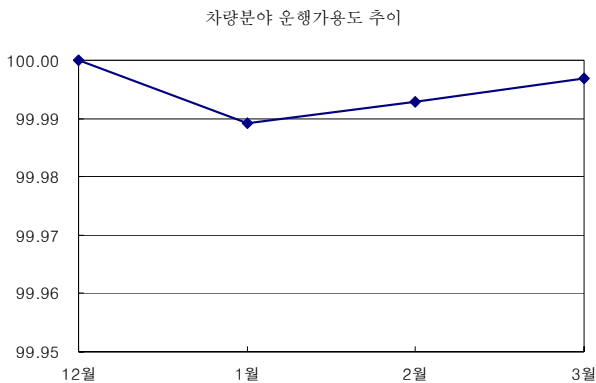


그림5. 차량 운영가용도 월간 추이

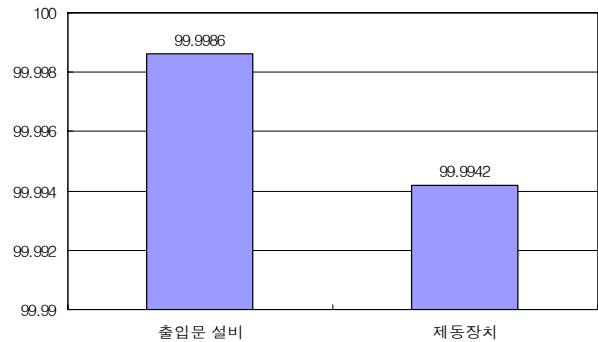


그림6. 차량 서브시스템별 운영가용도

차량의 운영가용도에 영향을 미친 서브시스템을 분석한 결과, 그림6과 같이 출입문설비와 제동장치의 고장으로 인하여 운행지연을 유발시킨 것으로 나타났으며, 표1은 고장유형 및 원인에 대한 상세분석 내용을 기술한다.

표1. 차량 운행지연 고장유형 및 원인분석

하부 장치	고장 유형	고장 원인
제동장치	제동 불완해	비상전자밸브고장
출입문설비	단힘 불량	이물질간섭

상기의 고장을 예방하기 위한 대책으로, 제동불완해를 야기시키는 비상전자밸브의 고장에 대해서는 불량단품에 대한 제작사 정밀조사 의뢰 및 비상전자밸브 코일저항 일제점검을 시행하고, 출입문 단힘불량을 야기시키는 이물질간섭에 대해서는 정기점검 중 출입문 동작이음 발생시 가이드레일과 볼케이지 청소 및 윤활제 도포를 시행키로 하였으며, 근본 원인에 대한 대책 수립 및 이행과 예방점검활동을 강화함으로써 차량의 운영가용도가 향상되었음을 확인할 수 있었다.

**(2) 시스템가용도 개선**

시스템가용도는 해당 시스템의 운영시간 동안 정상적인 동작 즉, 고장없이 운영됨을 평가하기 위한 지표로써, 다음의 식(2)에 의거하여 산출된다.

$$\text{시스템 가용도} = \left[ \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \right] \times 100 (\%) \tag{2}$$

여기서, 시스템가용도 100%는 해당 운영기간 동안 고장이 없이 운영되었음을 의미한다. 본 지표는 해당 장치의 고장 빈도가 높을수록(낮은 MTBF), 고장조치시간이 길어질수록(높은 MTTR) 낮아지게 된다.

통신 분야는 타 분야에 비하여 시스템가용도가 상대적으로 낮은 것으로 파악되었으며, 월별 시스템 가용도는 그림7과 같이 7월부터 9월까지 하락을 보였다. 상세 분석결과 통신시스템의 가용도 저하에 가장 큰 영향을 미친 서브시스템은 그림8과 같이 열차무선전화설비(TRS)인 것으로 판명되었다.

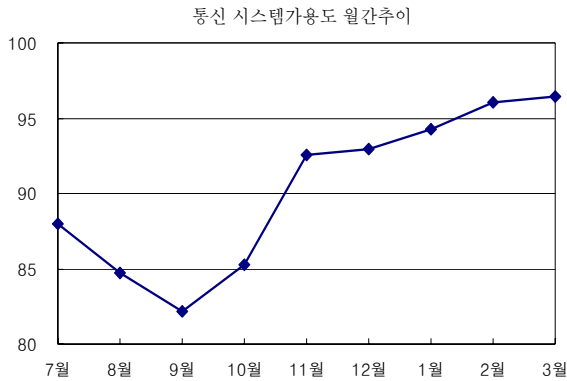


그림7. 통신 시스템가용도 월간추이

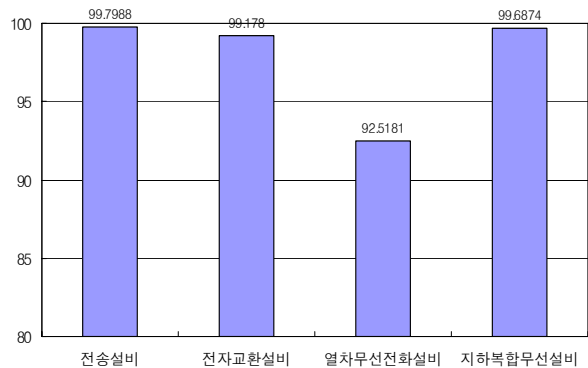


그림8. 통신 서브시스템별 가용도 비교

이에 따라, 가용도 향상을 위하여 중점 관리되어야 할 대상으로 열차무선전화설비(TRS)를 선정하고, 주요 고장유형별 원인분석을 실시하였으며 분석 결과는 표2와 같다.

표2. TRS 하부장치별 주요 고장유형 및 원인분석

하부 장치	고장 유형	고장 원인
중계 설비	무선신호전송불량	Line-Amp 불량
RCX 케이블	무선신호전송불량	케이블 불량

상기 고장에 대한 원인으로 파악된 Line-Amp 불량 및 RCX 케이블 불량건은 조사 결과, 모두 제작 및 시공 결함으로 파악되어 시공사로 하자 조치토록 하였으며, 하자 조치가 완료된 후 시스템가용도를 모니터링한 결과 10월부터 향상됨을 확인할 수 있었다.

#### 4. 결 론

본 논문에서는 공항철도의 안전성 확보와 가용성 향상을 위한 RCM 활동과 그에 따른 개선 사례를 기술하였다. RCM 활동은 고장등록 및 보수실적의 체계적인 전산 관리, 그리고 분석 결과에 대한 향상 대책을 이행함으로써 운영 효과를 극대화하기 위함이다. 또한, 체계적으로 축적된 운영 실적을 바탕으로 해당 시스템의 운영 특성에 부합하는 점검항목 및 점검주기를 선정하고, 비용 분석을 통하여 최소한의 자원으로 최대의 효과를 거둘 수 있는 효율적인 유지보수를 이행하기 위한 기본적인 활동이 될 것이다.