

# 공항철도 시스템의 효과적인 운영을 위한 RAMS 관리 체계

## System of Effective RAMS Management for AREX Railway System

이창환\*

Lee, Chang-Hwan

임성수\*\*

Lim, Sung-Soo

송미옥\*\*\*

Song, Mi-Ok

### ABSTRACT

This paper is described the System of effective RAMS Management established for AREX Railway System. This system for AREX's E&M system contains FRACAS(Failure Reporting, Analysis and Corrective Action Plan) and computation of RAMS indices. This procedure is applying to improve the Reliability, Availability, Maintainability and Safety for railway system in operation stage. Furthermore, this system would be a basis of RCM(Reliability Centred Maintenance).

### 1. 개요

공항철도(주)는 2007년 3월 23일부터 1단계 구간인 인천국제공항과 김포공항 간의 영업운행을 개시하여 철도 이용객에게 정시성과 편리성을 제공하고 있다. 안전하고 편리한 공항철도의 운영을 위하여, 공항철도의 기전시스템은 건설 단계부터 위험도 분석과 평가를 실시하여 선진국 수준의 신뢰성과 안전성을 확보하고 있다.

하지만, 첨단기술이 적용된 철도시스템 임에도 불구하고, 새로운 운영환경과 시스템에 적합한 운영방식을 적용하지 않고, 기존의 운영 방식을 답습한다면 운영 단계에서 지속적으로 신뢰성과 안전성을 만족하기는 어려울 것이다. 이에, 공항철도는 운영 단계에서도 지속적으로 신뢰성과 안전성을 유지하기 위하여 체계적이고 과학적인 RAMS 운영체계 구축을 위한 인프라를 구축하여 왔다.

본 논문은 공항철도에서 운영되는 기전 시스템의 효과적인 운영을 위하여 수립된 RAMS 운영체계에 대한 내용을 제시한다. 효과적인 RAMS 운영 체계를 위한 필수 요소로써, 운영 조직의 구성, 통합정보 시스템의 구축, 그리고 운영절차의 수립을 제시하며, 이는 운영 단계에서의 철도시스템에 대한 신뢰성, 가용성, 정비성 그리고 안전성을 향상시키기 위한 관리 체계로써 효과적인 운영과 유지보수를 지원하게 될 것이다.

### 2. RAMS 운영 범위 및 관리 체계

공항철도는 RAMS 관리 범위로써 열차 운행에 지장을 초래할 수 있는 시스템 즉, 차량, 신호, 통신, 송변전, 전차선, PSD(플랫폼스크린도어)를 선정하였으며, 운영 단계에서 지속적으로 축적되는 해당 시스템의 고장정보를 통하여, 시스템의 신뢰성, 정비성, 가용성 그리고 안전성을 평가 및 관리한다.

\* 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

철도시스템에 대한 효과적인 RAMS 운영을 위한 전제 조건으로 다음 사항을 제시한다.

- ① 운영 조직의 구성
- ② 통합정보시스템의 구축
- ③ 운영 절차의 수립

## 2.1 운영 조직의 구성

공항철도는 RAMS 운영을 위하여, 그림1과 같이 RAMS 운영 조직을 구성하여 활동한다.

### (1) RAMS 운영 위원회

RAMS 운영위원회는 해당년도의 RAMS 분석실적을 토대로 하여, 해당 시스템별 목표 달성을 분석 및 평가하여 차기년도 목표치를 수립하게 되며, 또한 유지보수 연계방안서를 심의하여 차기년도 유지보수계획의 방향을 결정하게 된다.

### (2) RAMS 분석 담당자

RAMS 분석 담당자는 RAMS 운영절차 수립, 고장정보 모니터링, 통계 분석, 고장코드 관리, 유지보수 연계방안서 작성, 열차지연 정보관리, 통합정보시스템 업무절차 개선 등의 업무를 수행한다.

### (3) 분야별 고장 관리자

사업소에서 등록된 고장등록 정보 및 FRACAS 정보에 대한 검토, 고장코드갱신, 유지보수 연계방안서 검토 및 유지보수 계획 개선 등의 업무를 수행한다.

### (4) 분야별 고장 등록자

사업소의 현장에서 보수한 실적에 대한 고장정보를 전산 등록하는 업무를 수행하며, 현장에서 등록 시 장애사항을 보고하는 업무를 수행한다.

### (5) 고장분석 TFT

상세 고장분석이 요구되는 경우에 소집되며, 원인불명고장, 빈발고장, 중대장애에 대한 원인 분석 및 대책수립의 업무를 수행하고, 유지보수 계획수립에 반영한다.

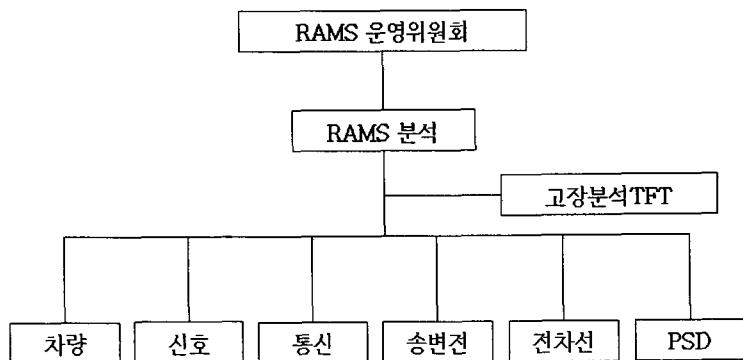


그림1. 공항철도 RAMS 운영조직

## 2.2 통합정보시스템의 구축

고장 정보를 체계적으로 관리하고, 통계 분석을 수행하기 위해서는 통합정보시스템의 구축이 요구된다. 공항철도에서는 해당 시스템별로 수립된 분류체계와 고장코드를 근간으로 하여, 고장 정보를 FRACAS 프로세스에 연계시키고, 최종적으로 RAMS 지표를 산출하는 통합정보시스템을 구축하여 운용하고 있다.

### (1) LBS 체계 및 고장코드 수립

고장정보가 체계적으로 관리되기 위해서는 고장관리를 위한 분류체계 즉, LBS(Logistic Breakdown System)를 수립하는 것이며, 본 LBS는 BOM(Bill of Material)체계와 상호 연계시켜서 구축한다. LBS는 크게 시스템, 서브시스템, 장치 수준으로 구성되어 있으며, 고장 코드는 LBS의 장치 수준에 대하여 수립한다. 그림2는 차량 분야에 대한 LBS의 예를 보여주며, 표1은 고장코드의 구성체계를 나타낸다.

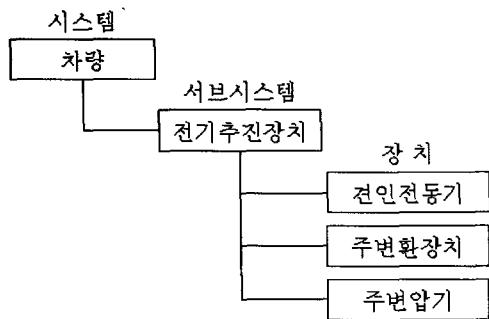


표1. 고장코드 구성체계

항목	시스템명	서브시스템명	장치명	고장유형	고장원인	고장영향	고장위험	고장검출	고장조치
코드자리	2	2	2	2	2	1	1	2	2

그림2. 차량 분야 LBS 구성 예

### (2) FRACAS 프로세스 구축

일련의 고장에 대한 접수정보, 분석정보, 조치정보를 체계적으로 관리하기 위해 FRACAS 데이터베이스를 구축하였다. FRACAS에 축적된 고장정보는 유지보수 활동의 분석에 활용될 뿐만 아니라, RAMS 지표를 산출하는데 연계된다. 그림3은 FRACAS 프로세스 체계를 통한 고장정보의 흐름도를 나타낸다.

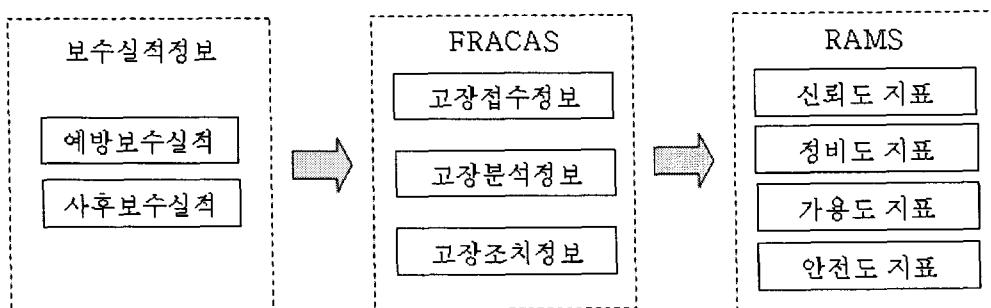


그림3. FRACAS 프로세스 체계

FRACAS에 축적되는 고장 정보는 다음의 표2와 같이 분류된다.

표2. FRACAS 고장정보

구 분	주요 내용
고장접수정보	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 발생일시</li> <li>• 발생장소</li> <li>• 고장대상</li> <li>• 고장내용</li> <li>• 현장조치사항</li> </ul>
고장분석정보	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고장유형 및 원인</li> <li>• 고장영향 및 조치</li> </ul>
고장조치정보	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 조치일시</li> <li>• 조치사항</li> <li>• 조치인원 및 시간</li> </ul>

### (3) RAMS 지표 산출

고장 정보를 통하여, 시스템의 종합적인 신뢰성, 정비성, 가용성 그리고 안전성을 평가하게 되며, 평가를 위한 주요 지표는 다음과 같다.

#### ① 신뢰도 지표

고장 정보 중 대상물 및 발생일시를 통하여, 식(1)을 이용하여 해당 시스템의 MTBF(Mean Time Between Failure)을 산출하며, 차량의 경우는 식(2)를 통하여 MKBF(Mean Kilometer Between Failure)도 함께 산출하여 평가된다.

$$MTBF = \text{총운영시간}/\text{총고장건수} \quad [\text{Hr}] \quad (1)$$

$$MKBF = \text{총운행거리}/\text{총고장건수} \quad [\text{Km}] \quad (2)$$

#### ② 정비도 지표

고장 정보 중 고장조치에 소요된 시간을 통하여, 식(3)을 이용하여 해당 시스템의 MTTR(Mean Time To Repair)을 산출하게 되며, 특히 고장으로 인한 열차운행지연의 심각도를 파악하기 위하여, 식(4)를 통하여 MTTRS(Mean Time To ReStore)를 산출한다.

$$MTTR = \text{총조치시간}/\text{총고장건수} \quad [\text{Hr}] \quad (3)$$

$$MTTRS = \text{총운행지연시간}/\text{총운행장애건수} \quad [\text{Hr}] \quad (4)$$

#### ③ 가용도 지표

상기에서 산출된 MTBF와 MTTR를 이용하여, 식(5)의 시스템 가용도(System Availability)를 산출하며, 고장으로 인하여 수리 상태에 있을 확률을 의미한다. 특히, 고장으로 인한 열차 지연의 영향도를 평가하기 위하여 식(6)을 통하여 운행 가용도(Operational Availability)를 산출한다.

$$As = MTBF/(MTBF+MTTR) [\%] \quad (5)$$

$$Ao = 1 - (\text{총운행지연시간}/\text{총운행시간}) [\%] \quad (6)$$

#### ④ 안전도 지표

고장 정보 중 위험요인을 포함하는 고장건에 대해서는 별도로 위험고장으로 관리하며, 사고의 예방 측면에서 중점관리 대상으로 한다. 지표는 식(7)과 (8)을 통하여, MTBHF(Mean Time Between Hazardous Failure) 와 MKBHF (Mean Kilometer Between Hazardous Failure)를 산출한다.

$$MTBHF = \text{총운영시간}/\text{총위험고장건수} [\text{Hr}] \quad (7)$$

$$MKBHF = \text{총운행거리}/\text{총위험고장건수} [\text{Km}] \quad (8)$$

### 2.3 운영 절차의 수립

RAMS 운영에 대한 제반 절차의 수립이 요구되며, 공항철도의 절차서에는 운영 조직의 담당업무와 통합정보시스템의 운용, 그리고 분석결과에 대한 유지보수 반영사항 등을 제시하고 있으며, 운영 절차에 대한 전체적인 흐름도는 그림4와 같다.

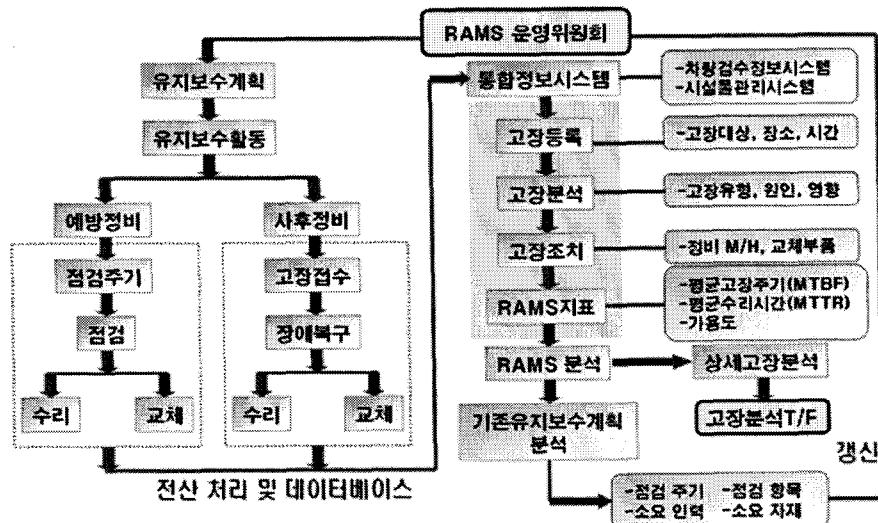


그림4. RAMS 운영 절차 흐름도

#### (1) 유지보수 실적의 전산 등록

사업소에서는 분야별로 수행한 예방정비 및 사후정비를 통한 보수실적을 전산 등록하며, 사후정비 내용에는 고장신고 접수된 사항에 대한 조치도 포함된다.

#### (2) 고장 정보의 확인 및 RAMS 연계

분야별 담당자는 사업소에서 등록된 고장정보에 대한 오류사항 및 부적합성을 검토하여 필요시 입력 사항을 정정하며, 또한 RAMS 연계 대상의 고장건을 선별하여 연계시킨다.

#### (3) RAMS 지표 산출

RAMS 연계 처리된 고장정보는 통계 처리를 통하여 RAMS 지표를 자동 산출한다.

#### (4) RAMS 분석 및 평가

RAMS 연계된 고장정보는 통계 분석을 통하여 RAMS 지표를 자동 산출되며, 지표를 통하여 해당 시스템의 신뢰성, 정비성, 가용성 그리고 안전성에 대한 월별 추세를 분석한다.

#### (5) 상세 고장 분석

필요시, 고장분석 TFT 를 소집하여 상세고장분석 활동을 수행하여 원인 분석 및 대책을 수립한다.

#### (6) 유지보수 계획 검토 및 반영

RAMS 분석자료를 근거하여, 다음 사항을 검토하여 유지보수계획 수립시 반영한다. 다음의 표3은 RAMS 분석 결과의 유지보수연계 항목을 나타낸다.

표3. RAMS 분석결과의 유지보수 연계 항목

분석 항목	유지보수 연계 항목
신뢰성 분석	<ul style="list-style-type: none"><li>빈발고장개소의 적기 파악 및 대책 수립</li><li>부품교환주기를 고려한 자재소요계획 관리</li><li>고장발생빈도를 고려한 예방점검 주기 관리</li><li>하자보수 청구를 위한 근거자료 확보</li></ul>
정비성 분석	<ul style="list-style-type: none"><li>유지보수자원의 집중개소 파악 및 관리</li><li>유지보수자원의 효과적인 배분</li><li>유지보수인력의 중점교육 사항 도출</li></ul>
가용성 분석	<ul style="list-style-type: none"><li>가용도 취약 개소 파악 및 대책 수립</li><li>열차 운행지장 개소 파악 및 사전 예방</li></ul>
안전성 분석	<ul style="list-style-type: none"><li>위험고장 항목의 특별 관리 및 사고예방 대책수립</li></ul>

### 3. 결 론

본 논문에서는 효과적인 공항철도 시스템의 운영을 지원할 RAMS 운영 체계에 대한 내용을 다루었으며, 주요 요소로써 운영 조직의 구성, 통합정보시스템의 구축 그리고 운영 절차의 수립을 제시하였다.

운영 단계 동안 축적된 고장 정보를 토대로 RAMS 지표로써 정량화 관리함으로써, 효과적인 유지보수의 계획 및 수행에 있어서 적극적으로 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

### 참고문헌

- EN50126, Railways applications- The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS), 1999.
- EN50128, Railway applications- Software for railway control and protection systems, 2001.
- EN50129, Railway applications- Safety related systems for signalling, 2002.