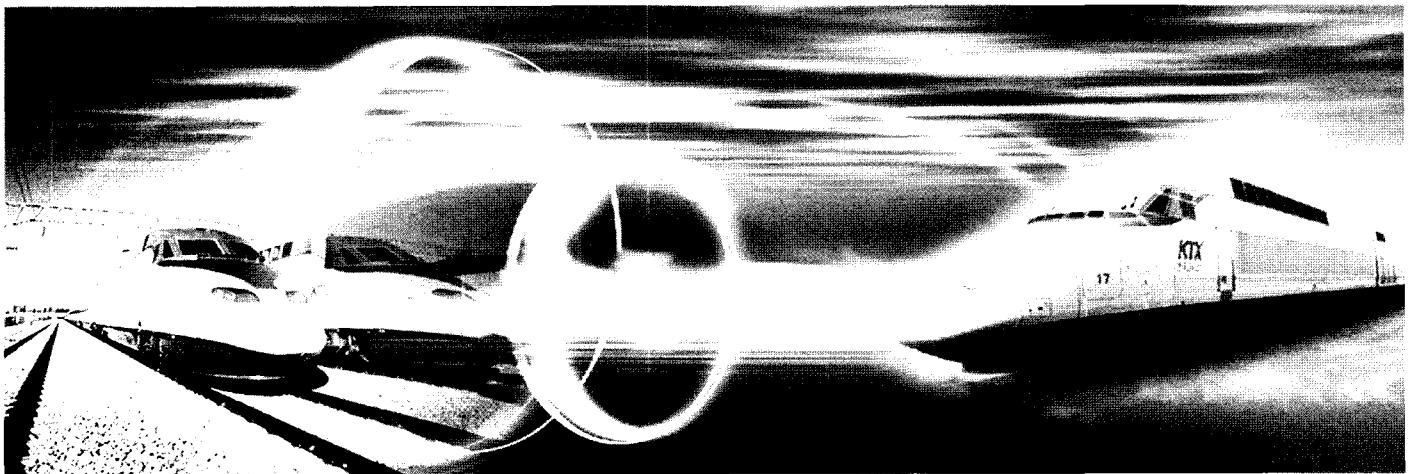


# 철도시스템의 RAMS 관리 체계



## 1. 서론



서승일  
한국철도기술연구원  
책임연구원

국내에서 운행되는 철도시스템은 개통 초기에 잦은 고장으로 승객들의 불만을 초래하는 일이 빈번하였다. 차량 고장으로 인해 운행 시간이 지연되고, 승객들이 중간 정차역에서 환승하는 일이 발생하였으며, 승객들의 불편을 초래하는 사고가 빈발하였다. 도시철도의 경우에도 개통 초기의 차량 고장으로 운행이 지연되는 사고가 빈발하였으며, 내구 연한이 가까워진 전동차의 유지보수가 적절히 이루어지지 않아 교체 주기를 넘긴 부품 및 시스템 고장으로 차량 운행이 중단되는 사고가 빈발하고 있다. 이러한 시스템의 고장으로 인한 승객 불편을 최소화하기 위해 신뢰성이 높은 철도시스템에 대한 요구 증가하고 있다. 특히 대구시 화재 사고 이후에 철도 안전에 대한 국민적인 관심이 증폭되었고, 안전 관리에 대한 요구가 급증하고 있는 실정이다.

RAMS의 이론은 2차대전 이후 미국 방위산업 분야의 필요에 의해 발전을 거듭하였는데, 원자력, 오일·가스 플랜트 등 위험물 취급 산업 분야에서도 적용되어 성과를 발휘하고 있다. RAMS 관리 기술은 시스템의 신뢰성 및 안전성 향상과 함께, 시스템의 수명 주기에 걸쳐 운영자의 이익을 확보할 수 있다는 인식이 전파되면서, 철도 분야에서는 근래에 RAMS 개념이 도입되기 시작하여 영국을 중심으로 철도시스템의 RAMS 관리를 위한 EN 규격<sup>[1]</sup>이 제정되었으며, 현재에는 활발히



적용되고 있다. 국내에서는 KTX의 도입 시에 최초로 RAMS 관리 기술이 적용되었고, 홍콩 등지의 해외 수출 철도차량에 대해서 RAMS 관리 기술이 적용되었으나, 국내에서 운영되는 철도시스템에 대해서는 아직 적용되고 있지 않다. 그런데, 철도공사를 비롯하여 각 지방자치단체의 철도 운영사를 중심으로 RAMS 관리에 대한 중요성을 인식하여 RAMS 관리 기술의 도입을 추진하고 있다. 이제 RAMS 관리 기술은 철도 산업 분야에서 필수적인 지식이 되었고, RAMS 관리 기술의 도입은 대세가 되었다. 본 보고에서는 국내외의 RAMS 관련 동향에 주목하여 독자들의 이해를 돋고자 RAMS의 기본 개념과 RAMS 관리 절차, RAMS 관리 기술 등에 대해 기술하고자 한다.

## 2. RAMS의 기본 개념

RAMS는 신뢰성(reliability), 가용성(availibility), 유지보수성(maintainability) 및 안전성(safety)를 의미하는 약어로서, 신뢰성은 주어진 시간과 조건 하에서 요구되는 기능을 시스템이 수행할 수 있는 확률로서 정의되고, 가용성은 필요한 외부자원이 제공된다고 가정하였을 때, 어떤 시점 또는 기간에 걸쳐 주어진 조건에서 요구 기능을 수행하는 상태에 있을 시스템의 능력으로 정의되며, 유지보수성은 규정된 조건에서 규정된 절차와 자원을 사용하여 유지보수가 수행될 때, 주어진 사용 조건하에서 시스템에 대한 유지보수 활동이 정해진 기간 내에 수행될 수 있는 확률로

서 정의되고, 안전성은 수용할 수 없는 위험으로부터 벗어난 정도로서 정의된다. 신뢰성은 고장(failure)과 관련된 개념으로서, 고장을 또는 고장발생평균시간(MTBF, Mean Time Between Failure)으로 표시할 수 있다. 철도 분야에서는 사용시간 보다는 사용거리가 좀 더 유용한 개념이므로 고장발생평균거리(MKBF, Mean Kilometer Between Failure)를 신뢰성의 주요 지표로서 나타낸다. 유지보수성은 수리 종료시까지의 시간 MTTR(Mean Time To Repair)을 주요 지표로 나타낸다. 가용성 A는 MTBF와 MTTR을 이용하여 다음 식과 같이 정의할 수 있다.

$$A = \frac{MTBF}{MTBF+MTTR} \quad (1)$$

식 (1)의 정의는 시스템의 고유가용성은 나타내고 있는데, 철도시스템의 운영 측면에서는 다음 식 (2)와 같이 정의된 운영가용성(operational availability)  $A_0$ 를 주요 지표로서 삼는다.

$$A_0 = \frac{MUT}{MUT+MDT} \quad (2)$$

여기서,  $MUT$  = Mean Uptime (시스템의 작동 시간)  
 $MDT$  = Mean Downtime(시스템의 유지보수 또는 점검 시간)

안전성은 다음의 Table 1과 같이 위험도수준(risk level)

Table 1. Risk level evaluation example

Frequency of occurrence of a hazardous event	Risk levels				
	Undesirable	Intolerable	Intolerable	Intolerable	Catastrophic
Frequency	Undesirable	Intolerable	Intolerable	Intolerable	Catastrophic
Probable	Tolerable	Undesirable	Intolerable	Intolerable	
Occasional	Tolerable	Undesirable	Undesirable	Intolerable	
Remote	Negligible	Tolerable	Undesirable	Undesirable	
Improbable	Negligible	Negligible	Tolerable	Tolerable	
Incredible	Negligible	Negligible	Negligible	Negligible	
	Insignificant	Marginal	Critical		
Severity Levels of Hazard Consequence					

# 특집

을 기준으로 평가하게 되는데, 위험요인(hazard)의 발생 빈도와 위험요인에 의한 결과의 치명도(severity level)를 기준으로 위험도를 분류할 수 있고, 이에 따라 안전성을 평가할 수 있게 된다.

## 3. 신뢰성 이론의 수학적 기초

신뢰성은 확률로서 표현되는데, 확률이라는 의미에서 신뢰도라는 표현도 사용한다. 신뢰도와 고장확률은 다음의 관계를 갖는다.

$$R(t) + F(t) = 1 \quad (3)$$

여기서,  $R(t)$  = 신뢰도

$F(t)$  = 고장확률

신뢰도는 고장밀도 함수 또는 고장률과 다음의 관계를 갖는다.

$$\lambda(t) = -\frac{dF(t)}{dt} \quad (4)$$

여기서,  $\lambda(t)$  = 고장률

식 (4)의 해를 구하면 고장률과 신뢰도의 관계를 다음과 같이 구할 수 있게 된다.

$$R(t) = \exp \left[ - \int_0^t \lambda(t) dt \right] \quad (5)$$

시스템의 고장률은 경과 시간에 따라 욕조(bath-tub)와 같은 모양의 초기고장기와 우발고장기 피로고장기로 분류해 볼 수 있다. 경과 시간의 대부분을 차지하는 우발고장기에서 고장률은 일정하다고 볼 수 있는데, 식 (5)에서 고장율이 일정하게 되면 신뢰도를 나타내는 MTBF는 다음 식 (6)과 같이 표현될 수 있다<sup>[2]</sup>.

$$MTBF = \int_0^\infty R(t) dt = \int_0^\infty \exp(-\lambda t) dt = \frac{1}{\lambda} \quad (6)$$

신뢰도  $R_1, R_2$ 를 갖는 두 개의 서브시스템이 직렬로 연결된 경우의 시스템신뢰도  $R$ 는 하나의 서브시스템이 고장되면 시스템 전체의 고장으로 이어지므로 다음 식과 같이 계산된다.

$$R = R_1 \times R_2 \quad (7)$$

신뢰도  $R_1, R_2$ 를 갖는 두 개의 서브시스템이 병렬로 연결된 경우의 시스템신뢰도  $R$ 는 서브시스템이 모두 고장난 경우에만 시스템 전체의 고장으로 이어지므로 여사건의 개념을 이용하여 다음 식과 같이 계산된다.

$$R = 1 - (1 - R_1) \times (1 - R_2) \quad (8)$$

시스템 신뢰도를 구하고자 할 경우에는 시스템을 하위 시스템의 직렬 또는 병렬 결합의 조합으로 모델링하고 식 (7) 및 식 (8)과 같은 이론적인 방법으로 신뢰도를 해석할 수 있다. 좀 더 정밀한 모델링을 위해서는 직렬, 병렬 결합 이외에도 M개 중 N개 선택 모델, Standby-Redundancy Model 등을 이용할 수도 있다. RBD(Reliability Block Diagram) 또는 FTA(Fault Tree Analysis) 등의 기법을 이용하여 정밀하게 시스템의 신뢰도를 계산할 수 있다.

## 4. 철도시스템의 RAMS 관리 과정

철도시스템의 수명주기(life cycle)는 Fig. 1과 같이 나타낼 수 있다. 시스템의 수명은 개념 정의 단계부터 설계, 제작, 시운전, 운행, 유지보수, 폐기의 단계로 구분해 볼 수 있다. 철도시스템의 RAMS 관리는 수명주기에 걸쳐 이루어져야 하는데, 수명주기의 각 단계에서 RAMS 관리 과업(task)을 요약 정리해 보면 Table 2와 같다.

Table 2. RAMS 과정 정의

단계	일반 과정	RAM 과정	안전관련 과정
1. 개념 (Concept)	<ul style="list-style-type: none"> <li>철도 프로젝트의 범위 및 목적 설정</li> <li>프로젝트의 개념 정의</li> <li>금융측면의 분석 및 가능성 검토</li> <li>관리체계 설정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존에 도달된 RAM 성능에 관한 검토</li> <li>프로젝트의 RAM 암시 내용 (implications)에 대한 고려</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존에 도달된 안전 성능에 관한 검토</li> <li>프로젝트의 안전 관련 내용에 대한 고려</li> <li>안전 정책 및 목표에 대한 검토</li> </ul>
2. 시스템 정의 및 적용 조건 (system definition and application conditions)	<ul style="list-style-type: none"> <li>시스템의 Mission Profile 설정</li> <li>System Description 준비</li> <li>운행 및 유지보수 전략 확인</li> <li>운행 조건 확인</li> <li>유지보수 조건 확인</li> <li>기존 시설물(infra structure)의 제한조건이 미치는 영향 확인</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>RAM에 대한 과거 경험 자료에 대한 평가</li> <li>초기 RAM 해석 수행</li> <li>RAM 정책 설정</li> <li>장기(long term) 운행 및 유지보수 조건 확인</li> <li>기존 시설물(infra structure)의 제한조건이 RAM에 미치는 영향 확인</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>안전에 대한 과거 경험 자료에 대한 평가</li> <li>초기 위험 요인(hazard) 해석 수행</li> <li>안전 계획(전체) 수립</li> <li>위험도(risk) 기준의 허용범위 정의</li> <li>기존 시설물(infra structure)의 제한조건이 안전에 미치는 영향 확인</li> </ul>
3. 위험도 해석 (risk analysis)	<ul style="list-style-type: none"> <li>프로젝트 관련 위험도 해석 수행</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>시스템의 위험 요인 및 안전 리스크 해석 수행</li> <li>Hazard Log 설정</li> <li>위험도 평가 수행</li> </ul>
4. 시스템 요구사항 (system requirements)	<ul style="list-style-type: none"> <li>요구사항 해석 수행</li> <li>시스템 상세 기술(전체 요구사항)</li> <li>환경 상세 기술</li> <li>시스템 인증(demonstration) 및 승인(acceptance) 기준(전체 요구조건)</li> <li>입증 계획(validation plan) 수립</li> <li>관리, 품질 및 조직에 대한 요구 사항 설정</li> <li>변경조정절차 (Change Control Procedure) 실행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>시스템 RAM 요구사항 상세 기술(전체)</li> <li>RAM 승인 기준 정의(전체)</li> <li>시스템 기능 구조 정의</li> <li>RAM 프로그램 설정</li> <li>RAM 관리 확립</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>시스템의 안전 요구사항 상세 기술(전체)</li> <li>안전 승인 기준(전체) 정의</li> <li>안전 관련 기능 요구 조건 정의</li> <li>안전 관리 확립</li> </ul>
5. 시스템 요구사항의 배분 (apportionment of system requirements)	<ul style="list-style-type: none"> <li>시스템 요구사항의 배분           <ul style="list-style-type: none"> <li>-서브시스템과 부품 요구사항 상세 기술</li> <li>-서브시스템과 부품 승인 기준 정의</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>시스템 RAM 요구사항의 배분           <ul style="list-style-type: none"> <li>-서브시스템과 부품 RAM 요구사항 상세 기술</li> <li>-서브시스템과 부품 RAM 승인 기준 정의</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>시스템 안전 목표 및 요구사항의 배분</li> <li>-서브시스템과 부품의 안전 요구사항 상세 기술</li> <li>-서브시스템과 부품의 안전 승인 기준 정의</li> <li>시스템 안전 계획의 갱신 (update)</li> </ul>

# 특집

Table 2. RAMS 과업 정의(계속)

단계	일반 과업	RAM과업	안전관련 과업
6. 설계 및 실행 (design and implementation)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 계획 수립</li> <li>• 설계 및 개발 실행</li> <li>• 설계 해석 및 시험(testing) 실시</li> <li>• 설계 검증 (verification) 수행</li> <li>• 로지스틱(logistic) 지원 자원 (resources)에 대한 설계 수행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 검토, 해석, 시험 및 자료 분석에 의한 RAM 프로그램의 실행</li> <li>-신뢰성 및 가용성</li> <li>-유지보수 및 유지보수성</li> <li>-최적 유지보수 정책</li> <li>-로지스틱 지원</li> <li>• 프로그램 조정 수행</li> <li>-RAM 프로그램 관리</li> <li>-서브계약자와 공급자에 대한 통제</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 검토, 해석, 시험 및 자료 분석에 의한 안전 계획 실행</li> <li>-Hazard Log</li> <li>-위험 요인 분석 및 리스크 평가</li> <li>-안전 관련 설계 결정사항에 대한 검증</li> <li>-프로그램 조정 실시</li> <li>(안전 관리, 서브계약자와 공급자에 대한 통제)</li> <li>-Generic Safety Case 및 Generic Application Safety Case 준비</li> </ul>
7. 제작 (manufacturing)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생산 계획 수립</li> <li>• 제작</li> <li>• 부품의 서브 조립품 제작 및 시험</li> <li>• 문서 준비</li> <li>• 훈련 실시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Environmental Stress Screening 수행</li> <li>• RAM 성장 시험 실시</li> <li>• Failure Reporting and Corrective Action System 개시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 검토, 해석, 시험 및 자료 분석에 의한 안전 계획 실행</li> <li>• Hazard Log 사용</li> </ul>
8. 설치 (installation)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시스템 조립</li> <li>• 시스템 설치</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 유지보수자 훈련 시작</li> <li>• 예비 부품 및 공구 준비</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 설치 프로그램 설정</li> <li>• 설치 프로그램 실행</li> </ul>
9. 시스템 입증 (안전 승인 및 시운전 포함)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시운전</li> <li>• 운행을 위한 예비 운전</li> <li>• 훈련 실시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RAM 입증 (demonstration) 실시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시운전 프로그램 설정</li> <li>• 시운전 프로그램 실행</li> <li>• 특정목적(application specific)의 Safety Case 준비</li> </ul>
10. 시스템 승인 (system acceptance)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 승인 기준에 기초한 승인 절차 마련</li> <li>• 승인을 위한 증빙(evidence) 축적</li> <li>• 영업 운행 돌입</li> <li>• 운행을 위한 예비 운전 계속 (직절할 시)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RAM 입증 평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 특정목적(application specific)의 Safety Case 평가</li> </ul>
11. 운행 및 유지보수 (operation and maintenance)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 장기(long term) 시스템 운행</li> <li>• 현장 유지보수 수행</li> <li>• 현장 훈련 실시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 예비 부품 및 공구의 현장 조달</li> <li>• 현장 신뢰성 기반 유지보수 및 로지스틱 지원 실시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 현장 안전 기방 유지보수 실시</li> <li>• 현장 안전 성능 감시 및 Hazard Log Maintenance 실시</li> </ul>
12. 성능 감시 (performance monitoring)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 운행 성능 통계 수집</li> <li>• 자료의 입수, 분석 및 평가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 성능 및 RAM통계의 수집, 분석, 평가 및 사용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 성능 및 안전 통계의 수집, 분석, 평가 및 사용</li> </ul>

Table 2. RAMS 과업 정의(계속)

단계	일반 과업	RAM과업	안전관련 과업
13. 수정 및 개조 (modification and retrofit)	<ul style="list-style-type: none"> <li>변경 요구 절차 실행</li> <li>수정 및 개조 절차 이행</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수정 및 개조를 위한 RAM 암시 내용 고려</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>수정 및 개조를 위한 안전 암시 내용 고려</li> </ul>
14. 퇴역 및 폐기 (decommissioning and disposal)	<ul style="list-style-type: none"> <li>퇴역 및 폐기 계획</li> <li>퇴역 실시</li> <li>폐기 실시</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>RAM 활동 없음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>안전 계획 수립</li> <li>위험도 해석 및 리스크 평가</li> <li>안전 계획 실행</li> </ul>

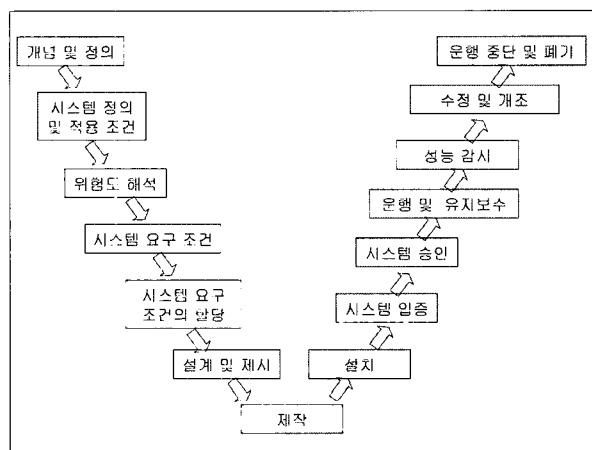


Fig. 1 System Life cycle

## 5. RAMS 관리 과업 수행 방법

Table 2에 정리된 RAMS 과업은 수명주기의 각 단계마다

다 수행된다. 수명주기 각 단계에서 RAMS 과업에 의한 산출 문서는 지속적으로 수정된다. RAMS 과업 수행 과정에서 산출해야 하는 주요 문서를 설명하면 다음과 같다.

### 5.1 RAMS 요구사항

RAMS 요구사항(requirements)은 개념 설정 단계와 시스템 정의 단계에서 수행되며, 시스템을 정의하고 시스템의 용도와 목적, 각 시스템의 RAMS 성능 목표치(target) 등을 정의하게 된다.

### 5.2 RAMS 계획서

RAMS 계획서(RAM & Safety plan)는 시스템의 RAMS 관리를 수행하기 위한 전체적인 계획을 담고 있으

Table 3. FMEA 양식

IDENTIFICATION NUMBER	ITEM/ FUNCTIONAL IDENTIFICATION (NOMENCLATURE)	FUNCTION	FAILURE MODES AND CAUSES	MISSION PHASE/ OPERATIONAL MODE	FAILURE EFFECTS			FAILURE DETECTION METHOD	COMPENSATING PROVISIONS	SEVERITY CLASS	REMARKS
					LOCAL EFFECTS	NEXT HIGHER LEVEL	END EFFECTS				
3	AIRCON	전선 이상 제어기 오류	전선 부족 제어기 오류	전선 부족	Aircon 제어 부족	객선 좌석상 상신	차량 운행 중 지	SCU 감지 및 Display Monitor 알리	수동 셔터		Air Con Control Unit
					Aircon 제어 부족	객선 좌석상 상신	차량 운행 중 지	SCU 감지 및 Display Monitor 알리	수동 셔터		
			Interface Card 모듈	전선 부족	Air Con 기능 상신	객선 좌석상 상신	차량 운행 중 지	SCU 감지 및 Display Monitor 알리	수동 셔터		
		Unit Operation 제어기 오류	여닫기 기기 치여 내기	전선 부족	여닫기 기기 작 동 부족	터널 주행 시 객선 일자 모 상 불가	승객 이영 역 상	SCU 감지 및 Display Monitor 알리	수동 셔터		
					Air Con 기능 상신	객선 좌석상 상신	차량 운행 중 지	SCU 감지 및 Display Monitor 알리	수동 셔터		
			제어기 오류	전선 부족	여닫기 기기 작 동 부족	터널 주행 시 객선 일자 모 상 불가	승객 이영 역 상	SCU 감지 및 Display Monitor 알리	수동 셔터		
		전선 이상 온도 감시	온도 감지 오류 온도 전자 카	전선 부족	Air Con의 전 체 온도 위식 오류	Air Con의 차 체 온도 위식 오류	비정상적인 온도 감지	객선 승객 온도 감지	Air Con 수동 셔 터		
					Air Con의 전 체 온도 위식 오류	Air Con의 차 체 온도 위식 오류	비정상적인 온도 감지	객선 승객 온도 감지	Air Con 수동 셔 터		

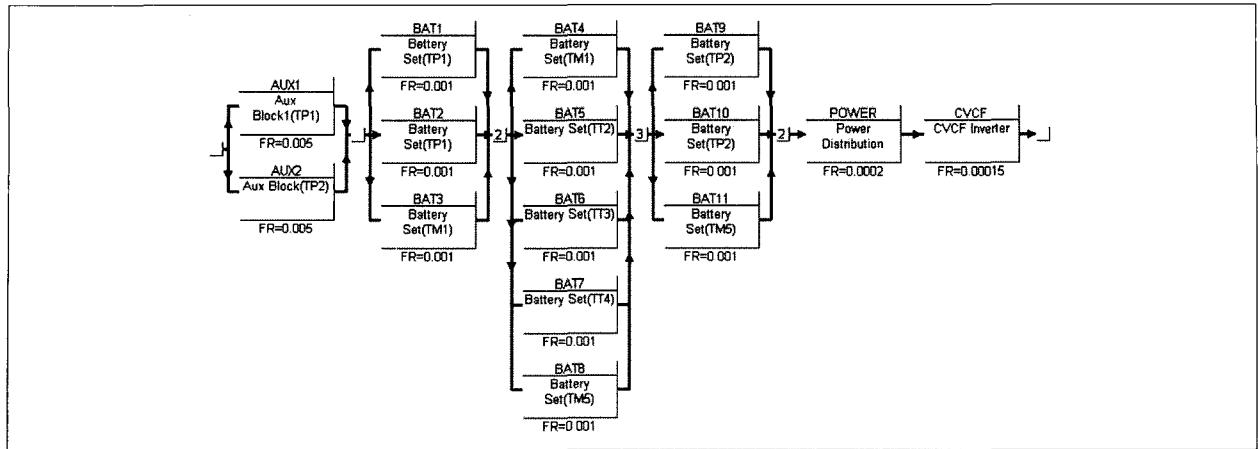


Fig. 2 RBD 모델링 예

며, RAMS 목표치를 달성하기 위한 전체적인 RAMS 관리 활동을 규정하게 된다. RAMS 요구사항을 세부적으로 기술하고, RAMS 관리를 수행하기 위한 조직 및 운영 방안, RAMS 해석 및 목표치의 배분 방법, RAMS 평가 및 인증 방안, RAMS 성장 관리 방안 등을 포함하게 된다.

### 5.3 RAM 해석

RAM 해석은 시스템의 RAM 성능을 정성적 또는 정량적으로 평가하기 위한 방법으로서 다양한 기법을 이용하여 수행할 수 있다. 정성적인 RAM 해석 방법으로는 FMEA (Failure Mode Effect Analysis)를 들 수 있다. FMEA는 Table 3과 같은 표준화된 양식을 이용하여 수행할 수 있으며<sup>[3]</sup>, 고장 및 영향에 대한 분석을 체계적으로 수행할 수 있다.

RAM 해석을 정량적으로 수행할 수 있는 방법으로 RBD(reliability Block Diagram) 해석을 들 수 있다. RBD 해석은 3절에서 언급한 바와 같이 전체 시스템을 서브시스템의 조합으로 모델링하여 전체 시스템의 신뢰성, 가용성, 유지보수성을 계산할 수 있는 방법이다. Fig. 2는 RBD를 이용하여 보조전원 장치를 모델링한 결과이다<sup>[4]</sup>.

RAMS 해석을 수행할 수 있는 또 다른 방법은 FTA (Fault Tree Analysis)를 들 수 있다. FTA는 RBD 해석과

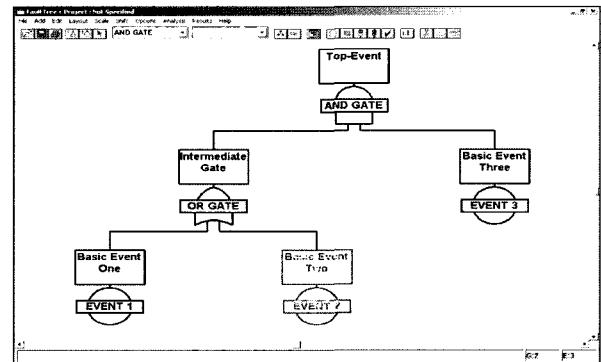


Fig. 3 FTA 모델링

호환성을 갖고 있으나, Fig. 3와 같이 Top Event를 정점으로 Top-Down 방식으로 시스템을 OR 또는 AND GATE의 연결로 모델링하여 이론적인 해석을 수행한다. FTA는 Top Event에 대한 확률을 계산함으로써, 안전성 평가의 도구로서도 사용될 수 있다.

### 5.4 위험도 해석(risk analysis)

위험도 해석은 Hazard Log의 일부분으로서, 잠재 사고 (potential accident) 및 불안전 사건(unsafe event)을 정의하고, 이에 대해 Table 4와 같은 양식으로 분석하게 된다. 위험 수준은 Table 1과 같이 분류하여 위험도를 평가하게 된다.

Table 4. 위험요인 분석 양식

잠재사고 Potential Accident	불안전 사건 Unsafe Event	Phases affected	위험 상황 Hazardous situation	잠재 사고 를 일으키 는 사건 Event causing a potential accident	잠재 위험 요소 Potentially hazardous elements	결과 Conseque- nces	위험수준 Level	발생가능성 Likelihood	대책 Provisions	형식 Type

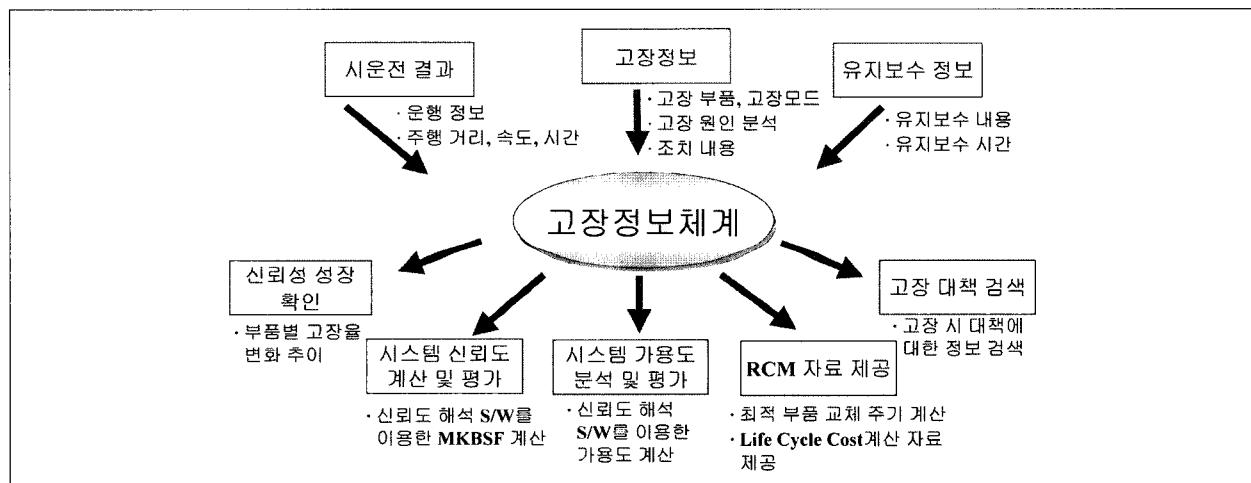


Fig. 4 고장정보체계의 구성 및 기능

## 5.5 RAMS 성능 증명

RAMS 성능 증명(performance demonstration)은 시스템 입증 단계에서 수행되는 과정으로서, RAMS 요구사항이 RAMS 관리 각 단계에서 만족되었음을 보여주는 것이 주요 목적이다. RAMS 요구사항과 RAMS 계획서, RAMS 해석 결과, RAMS 시험 결과 및 분석 자료 등을 기초로 작성된다.

고장정보체계(Failure Reporting And Corrective Action System)은 RAMS 성능 증명을 위해 필수적인 도구로서 Fig. 4와 같이 시운전 또는 운행 결과 발생한 고장

정보와 유지보수 정보를 수집하여 분석하고, 대책 수립 및 신뢰도, 가용도 등의 신뢰성 정보를 얻고, 유지보수를 위한 기초 자료로 활용할 수 있는 시스템이다<sup>[5]</sup>.

## 5.6 안전성 증명(safety case)

안전성 증명은 시스템이 규정된 안전성 요구사항을 만족시켰음을 보여주는 문서로서, 안전성 해석 결과, 안전성 평가 결과, 품질관리 및 안전성 관리 결과, Safety Integrity Level 결과 등을 포함하여 작성된다.

## 6. 맷음

지금까지 RAMS에 관한 일반적인 사항과 철도시스템의 RAMS 관리에 대해 살펴보았다. 철도와 같이 다양한 하위 시스템이 조합되어 있고, 이용객의 안전이 중요한 복합시스템의 경우, 하위 시스템의 RAMS 관리와 함께 인터페이스 측면의 RAMS 관리가 중요하다. 국내에서도 RAMS 관리의 중요성을 인식하여 신규로 건설되는 철도시스템을 중심으로 RAMS 관리 방법의 적용이 검토되고 있다. 철도 선진국에서도 RAMS 관리의 본격적인 도입은 최근의 일 이므로, 우리도 RAMS 기술을 체계적으로 정립하고, 관리 기법을 적용해 가면 조속한 시일 내에 선진국 수준에 근접 할 수 있을 것으로 사료된다. 철도 RAMS 분야의 연구자들과 실무자들이 많이 등장하여 해외 연구동향 및 규격 현황을 분석하고 국내 실정에 적합한 RAMS 관리 절차를 만들어 낸다면 국내 철도시스템 기술의 업그레이드가 가능 하리라 전망된다.

## 참고문헌

1. "Railway application-The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety", BS EN50126, 1999.
2. 김원경, 시스템 신뢰도 공학, 교우사, 2001.
3. "Procedures for performing a failure mode effects and criticality analysis", MIL-STD-1629A, 1983.
4. 서승일, 박춘수, 한영재, 이태형, 김기환, "한국형 고속열차 보조전원시스템의 신뢰성 해석", 한국철도학회논문집, 제7권, 제4호, 2004.
5. 이태형, 서승일, 박춘수, 유한성, 김기환, "한국형 고속열차 고장정보체계 구축 및 활용", 시스템엔지니어링학술지, 제1권, 제1호, 2005.