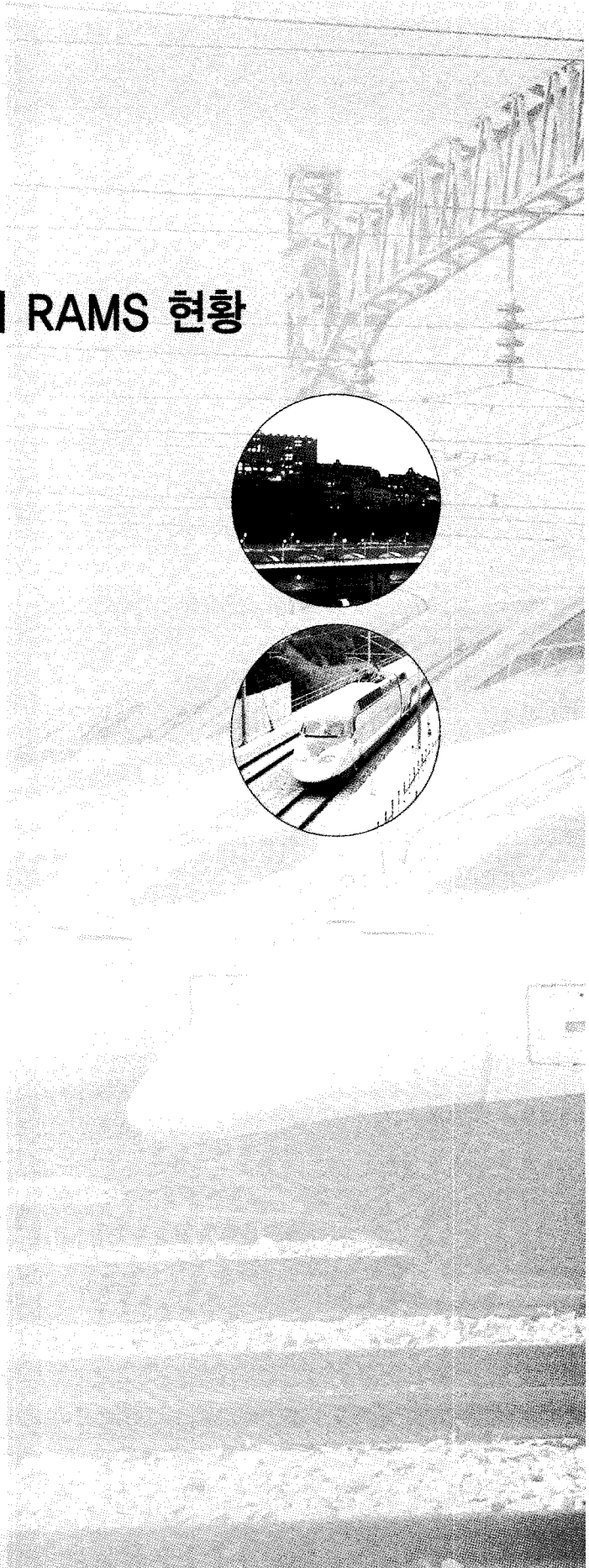
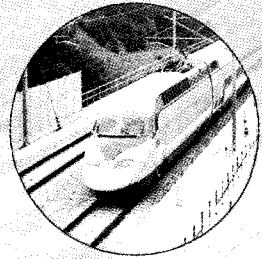
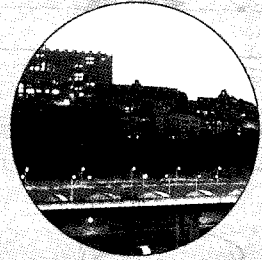


특별Session

자기부상 철도차량의 RAMS 현황

박준서 _ 한국철도기술연구원



자기부상 철도차량의 RAMS 현황

The Review of RAMS for Urban Maglev

박준서*
Park, Jun Seo

김중운**
Kim, Jong Woon

김재훈***
Kim, Jae Hoon

최강윤****
Choe, Kang Yun

ABSTRACT

Putting the urban maglev train to practical use requires the systematic management to predict and solve the problems in advance, which are expected to occur in the operation of the vehicle, at each lifecycle step such as concept design, manufacture, commissioning and maintenance. In this article, we review the trend of international specification for railway RAMS and suggest the RAMS program from the viewpoint of system engineering. In addition, RAMS requirements for the advance into the foreign market are presented through the investigation of RAMS specifications for Metro transit in various principal countries. Lastly, we suggest the direction of RAMS research on maglev train for putting it to use by analysing the trend of RAMS researches in Japanese railway.

1. 서 언

최근 해외에서 발주되는 대부분의 철도차량은 입찰 서류에서부터 구매하고자 하는 차량에 대해 구체적인 RAMS 요구조건을 명시하고, RAMS 목표를 달성할 수 있는 입증 계획 및 시험검증 자료를 제출하도록 요구하고 있다. 이것은 운영자의 입장에서 볼 때 철도차량의 설계 시부터 위험요소를 최소화하여 차량의 안전성을 확보하고, 신뢰성 및 정비성을 설계 초기부터 관리·보완하며, 차량설계의 최적화를 통해 차량의 가용성을 최대한 확보하여, 궁극적으로 LCC(Life Cycle Cost)적인 측면에서 시스템 운용경비를 줄이고자 하는데 목적이 있다고 볼 수 있다.

국내의 경우 RAMS가 철도에 소개된 것은 1994년 고속철도차량인 K-TGV차량을 도입하면서 프랑스측이 제안한 것이 최초라 할 수 있다. 당시에는 RAMS에 대한 개념도 부족하고, 철도에 대한 연구경험도 없어 프랑스가 제시한 것을 그대로 수용하고, 관련 근거나 자료를 요구하지도 못한 채 상업운전에 들어가게 되었다. 세계시장에 진출한 (주)로템의 경우도 1999년 홍콩지하철 전동차 104량의 수주를 통해 운영자측에서 요구한 유럽수준의 RAMS 목표를 달성하기 위해 외국 컨설팅 업체의 도움을 받아 RAMS 기술을 적용한 것이 국내 제작사 측면에서 최초라 할 수 있다.

* 한국철도기술연구원 철도시스템안전연구본부
E-mail : jspark@krri.re.kr
TEL : (031)460-5088 FAX : (031)460-5279

** *** 한국철도기술연구원 철도시스템안전연구본부
**** 한국철도기술연구원 선임연구본부

자기부상열차의 실용화를 위해서는 차량의 개념설계부터 제작, 시운전, 유지보수 등 주요 단계별로 향후 차량 운용시 제기될 수 있는 문제점을 사전에 예측하여 해결하기 위한 시스템 차원의 관리체계가 중요하다. 여기서는 현재 유럽중심으로 활발하게 제기되고 있는 철도 RAMS의 국제규격화 동향을 분석하고, 자기부상열차의 실용화를 위해 추진해야 할 SE단계별 RAMS 프로그램을 제시하였다. 또한 주요 국가별 도시철도 운영기관의 RAMS 요구사항의 조사를 통해, 향후 세계시장 진출을 위해 준비해야 할 RAMS 요구항목들을 정리해 보았다. 마지막으로 일본 철도분야의 최근 RAMS 연구동향 자료 분석을 통해, 국내에서 자기부상열차 실용화시 고려해야 할 RAMS 연구 방향을 간접적으로 제시해 보았다.

2. 철도 RAMS 국제규격 동향

최근 IEC, ISO 등 철도관련 국제규격은 종래의 장치나 부품중심의 규격에서 탈피하여 시스템차원의 규격 제정이 유럽을 중심으로 활발하게 이루어지고 있다. 그중의 하나가 RAMS 규격이며, 규격화 배경으로는 EU 통합에 의한 철도망의 상호 직결운전과 함께 M&A를 통한 철도산업의 다국적화에 따라 상대적으로 타지역대비 기술력이 뛰어난 유럽 철도산업의 세계시장 독점화 전략도 숨어있다고 할 수 있다. 표 1에 최근에 IEC에서 제정된 RAMS와 관련된 국제 규격을 보인다.

표 1. 최근 IEC 제정 RAMS관련 국제규격(2006.5.31현재)

규격번호	제정년도	제 목
62278	2002	Railway applications - Specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety(RAMS)
62279	2002	Railway applications - Communications, signalling and processing systems - Software for railway control and protection systems
62280-1	2002	Railway applications - Communications, signalling and processing systems - Part 1: Safety-related communication in closed transmission systems
62280-2	2002	Railway applications - Communications, signalling and processing systems - Part 1: Safety-related communication in open transmission systems
PAS 62267	2005	Railway applications - Automated Urban Guided Transport(AUGT) safety requirements

* PAS : Publicly Available Specification

표 1에 보인 규격중 IEC 62278은 RAMS 기본규격으로 철도시스템의 개념설계부터 제작, 시운전, 유지보수, 폐기에 이르기까지 수명주기를 14단계로 분류하고, 각 단계별로 RAMS 관리를 위한 절차와 검증방법을 규정하고 있다. 여기서 제시한 요구사항의 개념을 정리하면 다음과 같다.

- ① 안전성, 신뢰성을 저해하는 요인의 추출과 리스크의 허용수준 등 안전성, 신뢰성의 목표 설정
- ② 목표를 달성하기 위한 논리, 사전평가, 검증, 문서기록 실행
- ③ 제3기관에 의한 인증체계 시행 등

그러나 요구사항의 목표를 실현하기 위한 기법이나 목표 수준 등은 제시되어 있지 않아 현재로서는 각 기관별로 독자적인 계획을 수립하여 수행하여야 하며, 제3기관의 인증과 같은 경우도 국제적인 철도기술 수준을 감안할 때 유럽중심의 몇 개 기관만이 수행할 수 있는 정도이다.

IEC 62279는 신호보안장치의 프로그램 개발에 대한 요구사항 및 절차를 구현한 것으로 소프트웨어의 수명주기 각 단계에서 안전성 확보를 위한 요구사항과 검증 과정을 규정하고 있다. 특히 감소시켜야 할 위험을 SIL에 대응시키고 SIL에 따라 적용해야 할 안전성 기술을 규정하고 있다.

IEC 62280은 신호보안장치의 안전 전송과 관련된 규격으로 IEC 62280-1에서는 전용무선에 대한 18개의 Fail-Safe 기술요건을 규정하고 있으며, IEC 62280-2에서는 범용무선에 대한 발신원의 특성이나 암호의 사용을 포함한 보안상의 기술요건을 규정하고 있다.

IEC 62267은 가장 최근에 제정된 것으로 자동운전방식의 도시궤도차량(AUGT)의 안전성 요구조건을 규정하고 있다.

이러한 RAMS 규격에서 철도이용자의 서비스 성능과 밀접히 관련되어 있는 것으로 가용성과 안전성을 들 수 있다. 가용성의 한 예로서 신규차량을 조달할 경우 차량의 주행거리에 따라 어느 정도의 보수빈도를 가지고 열차지연시간을 허용할 것인가 등의 문제는 일반적으로 공급자가 가용 요건을 제시하면 운영자가 이를 검토한 후 승인을 통해 결정하도록 권고하고 있다. 그러나 안전성의 경우는 운영자의 정책적인 결정보다는 국가별 사회적 분위기를 감안하여 객관화시킬 필요가 있는 경우가 많다. 이를 위해 EU에서는 SAMNET(Safety Management and interoperability thematic NETWORK in railway systems)과 같은 공동프로젝트를 통해 상호 철도운용을 위한 방법이나 규정을 연구하고 있다.

3. 시스템 엔지니어링 단계별 RAMS 프로그램

자기부상열차와 같은 철도차량은 기계, 전기, 제어, 신호통신 등의 기술이 종합적으로 연계되어 있는 복합시스템으로 개념설계 단계부터 개발 시스템에 대한 명확한 요구조건이 수립되지 않고서는 향후에 문제가 발생하였을 경우 해결방법을 찾아내는 것이 상당히 어려운 경우가 많이 발생한다. 특히 차량에 들어가는 부품은 Global 부품업체를 대상으로 가격 및 성능을 고려하여 선정하기 때문에 개발단계가 상당히 진행된 제작 및 시운전단계에서는 설계 변경이 불가능한 경우가 발생하기도 한다. 따라서 개념설계 단계부터 차량, 인프라 설비 등 전체 시스템에 대한 요구조건의 검증 및 보완과 함께 개발차량의 전수명주기를 고려한 시스템 설계 및 관련 자료의 체계화가 매우 중요하다.

IEC 62278에서는 시스템 엔지니어링 단계별로 RAMS 주요과업을 정의하고, 프로젝트 단계별 RAMS 프로그램을 수립하여 추진할 것을 규정하고 있으며, 참여기관별로 각 단계별 책임성을 정의하여 사전에 동의된 후 RAMS 업무를 추진하는 것을 권장하고 있다. 이와 관련된 개념도를 그림 1에 보인다. 각 단계중 예비 RAMS 해석단계에서는 주로 고객, 운영기관, 제작사의 협력이 필요하며, 상세설계 및 제작에서는 제작사의 역할이 중요하고, 시험 및 인도 단계에서는 인증기관의 역할이, 데이터 수집 및 RAMS 운용 단계에서는 운영기관의 역할이 중요하다.



그림 1. 철도시스템 RAMS 관리절차 개념도(IEC 62278)

IEC 62278에서 제시한 RAMS 프로그램의 한 예를 표 2에 보인다. 여기서는 RAMS 프로그램을 달성하기 위해 엔지니어링 단계별로 6가지 방법론을 제시하고 있으며, 이들 방법론에 대한 취사선택은 대상 시스템의 안전수준, 복잡성, 신규성 등에 따라 선정하도록 하고 있다. 이들 방법론에 대해서는 여기서는 지면관계상 언급하지 않도록 하겠으며 자세한 사항은 IEC 62278 Annex B를 참조하기 바란다.

4. 해외 도시철도차량의 RAMS 요구항목

연간 약 2,000억원 규모의 국내 철도차량시장을 감안해 볼 때 자기부상열차 실용화의 주요 목표중 하나는 개발차량의 세계시장 진출이라 할 수 있으며, 이를 위해서는 현재 해외에서 요구하고 있는 RAMS 요구조건을 파악할 필요가 있다. 표 3은 해외 주요 운영처에서 요구하고 있는 철도차량의 RAMS 사양중 차량수준의 신뢰성(MKBSF), 가용성, 유지보수성(MTTR) 목표치를 정리한 것이다.

표 2. 기본 RAMS 프로그램 예(IEC 62278)

프로젝트-단계	RAMS 업무
사 전 수 집	- RAMS 목표 수립
가 능 성 연 구	- RAMS 요구사항 평가 - RAMS의 과거 데이터 및 경험 평가 - 특정 적용과 관련된 안전영향 규명 - 필요한 경우 RAMS에 대한 고객 상담
감 독 자 초 빙	- 최악의 경우 가정한 예비 RAMS 해석 시행 - 시스템 RAMS 요구사항 할당(하부시스템/장치, 다른 관련시스템 등) - 시스템 위험상태 및 안전 위험도해석 시행 - RAM과 관련된 위험도해석 시행 - 향후 RAMS 데이터 평가를 위한 준비 - RAMS에 관한 조목별 설명
계 약 협 상	- 예비 RAMS 해석 및 RAMS 할당에 대한 검토/갱신
발 주 : 시스템 요구사항 정의	- 프로젝트에 정해진 RAMS 관리 수립 - 전반적인 시스템 RAMS 요구사항 명기 - RAMS 프로그램 수립 (표준 RAMS 프로그램으로 충분한지 검토) - 부계약자 및 공급자에게 RAMS 요구사항 할당 - 전반적인 RAMS 수용기준 정의
발 주 : 설계 및 구현	- 신뢰성 해석(FMEA) - 적용가능한 범위내 안전성 해석(FMECA) - 유지보수/수리 해석; 유지보수/수리 정책에 대한 정의 - 유지보수/수리 정책에 기초한 가용성 해석 - RAMS 검토 - 수명주기 비용 추정 - RAMS 입증 및 증거 수집 - 설계/제조 FMEA - 적용가능한 범위내 신뢰성 및 유지보수성 시험
조 달	- 부계약자/공급자에게 RAMS 사양 제공
제 조 / 시 험	- RAMS와 관련된 품질보증 및 공정보증
시 운 전 / 수 용	- RAM 입증 - 특정 Safety Case 적용 준비 - RAMS 데이터 평가 - 초기운전, 데이터 검색(Screening) 및 평가기간 동안 RAM 시험
운 영 / 유 지 보 수	- 운전 및 유지보수 (유지보수/수리 방침) - 운영 및 유지보수 요원 훈련 - RAMS 데이터 평가 - 수명주기 비용 평가 - 성능검토

표 3. 해외 주요 운영처의 차량수준 신뢰성, 가용성, 유지보수성 목표치

지역	프로젝트	형식	국가	년도	MKBSF	가용성(%)	MTTR
미 국	A	MRT	USA	'97	160,900 km	-	시스템 공급자가 제안 운영자 승인
	B	MRT	USA	'92	160,000 km	98	시스템 공급자가 제안 운영자 승인
	C	MRT	USA		160,900 km	-	1.8시간 이내
유 럽	D	MRT	그리스	'01	160,000 km	99	-
아시아	E	MRT	홍콩	'98	166,666 km, 2,500,000 km (5분이상 지연고장)	96.5	별도규정 (아래 ※란 참조)
	F	MRT	인도	'00	160,000 km	-	-
한 국	KTX	HST	한국	'96	121,000 km	-	평균 2.7시간(열차단위)

※ 홍콩 전동차 정비성 요구 조건

- A 서비스 점검: 2인 팀이 2시간 이내
- B 서비스 점검: 4인 팀이 6시간 이내
- 열차 서비스 점검: 6인 팀 6시간 이내
- 일반 전체 점검(OVERHAUL): 열차당 56 시간
- 계획된 부품 교환: 6시간 이내
- 보수 점검: 6시간 이내
- 선로에서 교체 부품: 30분 이내
- 선로에서 차량을 들고 부품 교체: 6시간 이내
- 내부 가벼운 청소: 2인 팀 열차당 2.5 시간 이내
- 내부 완전 청소: 1인 량당 6시간 이내
- 창문 청소: 1인 량당 2시간 이내

표 3에서 신뢰성 목표치는 해외 전동차(MRT)의 경우 약 160,000km가 표준으로 적용되고 있는 것을 알 수 있다. 특이한 것은 홍콩 E 지하철의 경우 5분 이상 지연의 대한 MKBSF는 2,500,000km로 미국 수준의 약 15.6배로 나타나나, 모든 고장을 감안한 계수는 166,666km로 미국과 동일한 수준으로 사양서상의 표기 방법에 대한 차이로 보여진다. 서비스 가용성의 경우 정량적인 목표치를 요구하지 않은 운영처도 있으나 대체로 96% 이상인 것을 알 수 있다. 유지보수성의 경우 미국의 C 전동차와 홍콩 E 전동차는 정량적 목표를 요구하고 있으나, 기타 운영처는 시스템 공급자가 제안한 것을 운영자의 승인을 통하여 설정된 목표를 공급자 책임하에 달성하도록 요구하고 있다. 특이한 것은 홍콩 E 전동차의 경우 차량 수준의 MTTR 보다는 차량의 유지보수 각 단계별 투입인력 및 정비시간을 구체적으로 제시한 것으로 볼 때 다른 나라와 달리 유지보수성 측면에서 신경을 쓰고 있는 것을 알 수 있다.

표 3에서 제시한 목표치는 시운전동안 운용차량에 대한 일정기간 동안의 시험을 통해 공급자가 목표치를 달성했음을 입증해야 한다. 이와 관련하여 표 4는 해외 운영처에서 요구하고 있는 검증시험기간을 정리한 것이다. 신뢰성 검증시험의 경우 대부분의 운영자는 사전에 신뢰성 검증계획을 제출하고 운영자의 승인을 얻은 후 계획된 절차에 의거하여 검증하는 것을 요구하고 있으며, 이와 관련된 절차는 일반적으로 MIL-STD-2155 (3)의 FRACAS에 따르도록 하고 있다. 시험기간에 대해서도 시험기간을 명시하지 않는 운영처가 있는 반면에 미국 B 전동차나 홍콩 E 전동차와 같이 각각 9개월, 12개월의 시험기간을 요구하는 경우도 있다.

표 4. 해외 주요 운영처의 RAM 검증시험기간

지역	구분	신뢰성	가용성	유지보수성
미 국	A	계획의거 매월 보고, 보증 기간 내 목표 달성	없음	첫차 납품 90일전 계획 제출, 계획의거 수행
	B	모든 차 9개월간 연속 목표 달성	신뢰성 검증 기간과 동일	신뢰성 검증 기간과 동일
	C	첫차 납품 90일전 계획 제출, 계획의거 수행	없음	첫차 납품 90일전 계획 제출, 계획의거 수행
유 럽	D	첫차 납품부터 보증기간 끝 까지	요구 조건 없음	요구 조건 없음
아시아	E	사업 납기 종료 후 5개월부터 12개월간	사업 납기 종료로부터 15개월 후 6개월간	첫 편성 납품 후 6개월 이내
	F	첫차 납품부터 마지막 차 보증기간 끝까지	없음	첫차 납품부터 마지막 차 보증기간 끝까지
한 국	KTX	시스템공급자 제안, 운영자 승인	없음	시스템공급자 제안, 운영자 승인

가용성 검증시험의 경우에는 홍콩 E 전동차만 제외하고는 대부분의 운영자는 별도 요구조건을 규정하고 있지 않다. 이러한 이유는 일반적으로 가용성은 신뢰성 및 유지보수성 관리를 통해 달성될 수 있기 때문이라 판단된다. 유지보수성 검증시험의 경우에는 각 운영처별로 달라 일반화된 것은 없으나 미국의 경우 B 전동차만 제외하고 첫 차량의 납품 90일전에 계획을 제출하여 승인을 얻은 후 실시하도록 하고 있다. 특히 미국의 경우에는 유지보수 시험절차와 방법에 대해서는 별도로 MIL-STD-471(4)에 의거하여 수행하도록 요구하고 있다.

안전성은 차량에 항상 내재되어 있는 것으로 인적요구나 고장 수준에 따라 차이가 있어 정량적인 목표치를 제시하기가 어렵다. 표 5는 미국 A 전동차의 안전성 요구조건을 위험원(Hazard) 위주로 정리해 본 것이다. A 전동차의 경우 안전성과 관련하여 MIL-STD-882(5)를 준용하여 설계할 것을 요구하고 있으며, 위험원 식별을 위한 구체적인 위험원 목록을 제시할 것을 요구하고 있다. 또한 모든 위험원에 대해 위험도 분석을 통해 심각도의 종류에 따라 식별된 모든 위험이 제거되었거나 운영자가 수용가능한 수준으로 감소되었다는 것을 입증하도록 요구하고 있다.

표 5. 미국 A 전동차 안전성 요구조건

구 분	주 요 내 용
설 계 요구조건	<ul style="list-style-type: none"> MIL-STD-882에 의거, 심각도 I, II에 해당하는 위험원 해결
위 험 원 식 별	<ul style="list-style-type: none"> 심각도 I, II, III으로 분류되는 고장유발위험과 정상운행위험에 대한 식별 요구 MIL-STD-882에 의거, 위험원 목록을 예비위험원목록(PHL), 서브시스템위험원 목록(SHL), 시스템위험원목록(SHL)의 3종류로 분류할 것을 요구 심각도 I, II에 포함되는 위험원 대상 제시 요구
위 험 원 분 석	<ul style="list-style-type: none"> 모든 위험원에 대해 위험도 분석 수행 식별된 모든 위험이 제거되었거나 수용가능한 수준으로 감소되었음을 입증 심각도 I, II에 해당하는 위험원 고장율은 운행시간당 10⁻⁷ 이하, 심각도 III는 10⁻⁵ 이하가 되도록 요구

5. 일본 철도분야의 RAMS 연구동향

5.1 RAMS 국제규격에 대한 표준화 대응(6)

일본의 경우 철도기술, 제품, 시스템을 수출할 경우 현재 장치나 부품 위주로 규정된 JIS 규격기준을 기초로 해서는 RAMS와 같은 시스템 차원의 국제규격에 대응할 수 없음을 인식하고 있다. 특히 유럽과 미국에서는 철도시스템 전체의 안전성, 신뢰성 등의 평가기술에 대한 규격이 점차 정비되어 가고 있으나 일본에는 해당 규격이 없다. 이를 위해 일본의 규격체계가 국제적으로 통용될 수 있도록 국제 표준화 기구 회의에 적극적으로 참여하여 국제 규격에서 일본의 철도시스템이 매우 우수하다는 것을 입증되도록 해야 할 것이다. 그리고 일본의 철도 시스템을 구성하는 제품, 부품이 국제규격으로 인정받도록 해야 한다. 현 상황에서는 일본 철도시스템의 수출에 많은 어려움이 있다는 것을 인지하고 국제화를 목표로 한 규격체계의 정비를 실시해야 한다.

5.2 RAMS 관련 향후 연구과제 제안(7)

국제규격에서 제시하고 있는 RAMS 절차 및 요구수준을 만족시키기 위해 향후 추진해야 할 몇 가지 과제를 제안한다.

- ① 대상 시스템 또는 서브시스템의 안전성/신뢰성 지표의 선정 대상 및 정량적 목표수준(허용수준)의 결정방법 연구
예) - 신 퇴 성 : 수송장애에 영향을 주는 장치고장율, 중요기기/시스템 전체의 평균 고장간격 등
- 가 용 성 : 차량주행거리에 대응한 열차지연시간과 빈도, 열차주행거리당 수송 장애 발생 확률 등
- 유지보수성 : 장애발생시 복구시간(정비도 포함), 검사/보수 비용 등
- 안 전 성 : 운전사고확률의 허용수준 등 (안전성 허용수준은 논의가 필요)
- ② 리스크 등의 해석/평가나 사전검증을 위한 실용적이고 효율적인 기법의 개발
- ③ 안전성, 신뢰성 관리의 실행절차(규정)의 가이드라인과 매뉴얼 정비
- ④ 필드 데이터의 취득방식과 공통으로 참조해야 할 DB 구축
- ⑤ 제3기관에 의한 검증제도의 필요성 검토

일본철도종합연구소는 국토교통성, 철도운영처, 제작사, 협회 등의 협력을 토대로 국제규격 조사위원회를 만들어 IEC 등의 국제규격 조사, 규격제정에 대한 일본측 의견의 집약/발신 등의 활동을 수행하고 있다. 최근 신진연구자를 중심으로 RAMS 규격의 적용가능성에 대한 탐색연구를 착수하였다. 향후 일본에 적합한 실용적이고 효율적인 체계를 구축하기 위해 일본철도종합연구소를 중심으로 관계기관, 기업, 전문가 등으로 구성된 기술교류회를 만들어 조직적인 활동을 추구한다.

5.3 신교통시스템 평가에 RAMS 규격 적용(8)

2005년 3월에 개최된 아이지현 지구박람회장내 수송시스템인 IMTS(Intelligent Multi-mode Transit System)에 대해 RAMS규격에 의거하여 다음과 같은 안전성, 신뢰성 평가를 수행하였다.

- ① 서브시스템 레벨의 안전성 평가
 - 서브시스템 레벨에서 중요한 차상컴퓨터 소프트웨어, 제동시스템, 무선시스템에 대한 리스크 평가와 허용가능성 수준 설정, FTA 분석 수행
- ② 시스템 레벨의 안전성 평가
 - 시스템 레벨의 리스크 평가와 허용가능성 수준 설정
 - 차량간 충돌 및 차량 탈선에 따른 가이드 접촉의 발생확률을 시간당 10-12이하로 설정하고 시운전시 안전성 평가시험 수행
- ③ 신뢰성 평가
 - 주행실적에 의한 신뢰성 평가
 - 무선통신시스템에 대한 차량간 시뮬레이션 신뢰성 평가

6. 결 언

지금까지 살펴 본 바와 같이 철도시스템 개발에 RAMS를 적용하는 것은 철도분야 연구에 있어 국제적인 큰 흐름인 것을 알 수 있다. 기존의 시스템 엔지니어링 접근방법은 시스템 목표성능 달성이 주요 목적이었던 것과 달리 RAMS 기반의 시스템 엔지니어링 접근방법은 다음과 같은 장점을 가지고 있다.

- ① 시스템적으로 체계화된 관리방식에 의해 철도의 안전성, 신뢰성이 더욱 향상되고, 유지 보수 및 사고·장애 등에 따르는 비용 절감을 기대할 수 있다.
- ② 시스템적인 RAMS 요구수준 등에 기초하여 설계·제작·성능검증 등을 수행하면 참여기관 별 책임분담이 명확해지고 성능·가격면의 향상을 기대할 수 있다.
- ③ 불확실한 위험사고에 대한 새로운 해결책으로 안전사고의 저감에 기여할 수 있다.
- ④ 안전성, 신뢰성이 높은 철도시스템을 사회에 객관적으로 제시할 수 있다.

시스템 기술을 무기로 한 유럽중심의 철도시장 독점화 전략에 대한 최근 일본의 대응방안은 우리에게 시사해 주는 점이 크다. 유럽이나 일본에 비해 철도연구가 일천한 국내 철도산업에 RAMS 체계가 자리를 잡기 위해서는 앞으로 해결해야 할 문제가 많다고 생각한다. 그 가운데 가장 큰 것은 기존의 철도기술은 선진국으로부터 설계·제작 기술을 전수받아 발전시킬 수 있었던 것에 반해, RAMS기술은 선진국에서도 공개가 안 되어 있기 때문에 전체 철도관계자가 체계적으로 참여한 개발경험과 기술 문서화가 없이는 습득하기 어렵다는 점이다. 따라서 국내 고유의 독자적인 RAMS기술 습득을 위해서는 조만간 추진되어질 자기부상열차 실용화사업을 통해 개념설계단계부터 제작, 시운전, 유지보수, 폐기에 이르기까지의 RAMS 기반의 체계적인 시스템 엔지니어링 연구가 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

1. IEC 62278, "Railway applications - The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS)"
2. 박준서외(2005), "철도시스템 RAM 관리체계 구축을 위한 기반연구", 한국철도기술연구원 보고서
3. MIL-STD-2155, "FRACAS(Failure Reporting Analysis and Corrective Action) system"
4. MIL-STD-471, "Maintainability Verification/Demonstration/Evaluation"
5. MIL-STD-882, "Standard Practice for System Safety"
6. 日本工業標準調査會 標準部會 鐵道技術專門委員會(2004), "「鐵道技術分野」における標準化戰略"
7. 秋田雄志(2004), "鐵道の安全性·信頼性を新たな視點で考える", RRR, Vol. 61 No.11
8. Takeshi Mizura(2004), "Application of RAMS Standard on Safety and Reliability for New Transportation Systems", J-Rail '04, pp 147-150