

국내 도시철도차량 RAMS 적용현황과 개선방향

Improvement of RAMS' Application to Electrical Multiple Unit in Korea

한석윤* 하천수** 이안호*** 이호용****
Han, Seok Youn Ha, Chen Soo Lee, Ahn Ho Lee, Ho Yong

ABSTRACT

In this paper, we analyzed domestic and overseas trend on the reliability of electrical multiple unit(EMU) and also investigated the domestic and international standards on RAMS(reliability, availability, maintainability & safety), then proposed the direction of RAMS' improvement for domestic urban transit vehicle .

In order to assure RAMS of EMU, we proposed to apply IEC 60300 and 62278 to EMU as Reliability Certification.

1. 서론

도시철도시스템은 차량, 전력공급, 신호제어, 선로구축물 등으로 구성된 복합대형시스템으로 사고발생 시 원인규명이 어렵고 파급효과가 크므로 신뢰성 관리가 매우 중요하다. 이러한 도시철도시스템의 품질 개념이 현재의 품질 뿐만 아니라 미래(시간)의 품질이라는 신뢰성도 포함하는 것으로 변화되고 있다.

특히 다수의 승객을 수송하는 철도의 특성으로 인해 신뢰성에 관심이 높아지고 있으며, 신뢰성에 관한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 국내 도시철도 분야에서는 도시철도법에 따라 차량의 성능시험을 실시하고 있으나 신뢰성과 관련된 별도의 규정이나 시험체계가 미흡한 실정이다. 철도신뢰성 관련 국제규격인 IEC 62278은 신뢰성, 가용성, 유지보수성, 안전성(reliability, availability, maintainability & safety)을 확보하기 위한 전반적인 내용이 규정되어 있으며, 14단계의 수명주기에서 실시해야 하는 업무 및 활동내용과 문서화 및 증명화 등을 규정하고 있다[13]. 이러한 RAMS 규격의 목적은 철도시스템이 일정한 수준의 신뢰성, 가용성, 유지보수성, 안전성을 확보하는 것이다.

국내에서도 신뢰성 관리체계 구축 및 RAMS 규격을 적절하게 적용한다면 안전한 철도시스템을 유지하고 발전시키는 계기가 될 것이며 철도산업에서 국제 경쟁력을 크게 향상시킬 것이다.

따라서 본 논문에서는 국내외의 도시철도차량의 발주사양에서의 RAMS와 관련된 현황과 국내의 도시철도법에서 명기된 신뢰성 관련 현황을 분석하고, 국내에서 운영되고 있는 신뢰성 인증제도를 검토한 후 도시철도 분야의 신뢰성 향상을 위한 개선 방향을 제시하고자 한다.

* 한국철도기술연구원 도시철도기술개발사업단장, 정회원

** 한국철도기술연구원 경량전철연구팀 Post-Doc., 비회원

*** 한국철도기술연구원 경량전철연구팀장, 정회원

**** 한국철도기술연구원 경량전철연구팀 선임연구원, 정회원

2. 도시철도차량의 RAMS 적용현황

2.1 국내 제작사양에서의 RAMS 적용현황

다음 <표 1>에는 최근에 국내 도시철도운영기관의 도시철도차량 제작사양서에서 RAM과 관련하여 명시된 내용을 정리한 것이다. 표에서 알 수 있듯이 사양서에서 명확한 RAM 기준이 정립되어 있지 않으며, 대부분의 제작사양서에는 핵심장치라 할 수 있는 ‘견인전동기’에 대해서만 기초적인 조항이 있을 뿐이다. 따라서 국내외 기술수준을 고려하여 목표 신뢰수준(예를 들면, 시스템, 구성품 및 부품에 대한 목표 신뢰성 기준 설정과 가용도 요구사항) 등에 관한 기준 마련이 필요함을 알 수 있다.

표 1. 도시철도차량의 RAM 관련 제작사양

제작사양서	항 목	내 용 : 일반사양(고딕체), 기술사양(신명조체)
1호선 VVVF 전동차 36량, 개조 8량[5]	1.10 보증	1) 이 사양서에 의하여 제작 및 개조된 전동차의 보증기간은 사용 개시일로부터 3년간으로 하고, ~
	1.3 설계목표	·25년이상의 내구성 확보
	4.3.5 견인전동기	·빈번한 기동과 정지, 전동차의 진동 및 터널내 먼지 등 악조건 하에서도 견딜수 있고 최소한 3년 또는 400,000km를 무보수 운전할 수 있는 것
광주광역시 도시철도 1호선 전동차 제작구매 사양서[1]	1.11 보증	1) 이 사양서에 의하여 제작된 전동차 및 기기의 보증 기간은 사용 개시후 3년으로 한다.
	1.3 설계목표	·차체 25년이상의 내구성 확보
	4.3.1.2 견인전동기	·빈번한 기동과 정지, 전동차의 진동 및 터널내 먼지 등 악조건 하에서도 견딜수 있고 최소한 3년 또는 400,000km를 무보수 운전할 수 있는 것
	5. 모의운전 연습기 (Simulator) 5.7 설계수명	(가) 모든 신뢰성 데이터는 MTBF(Mean Time Between Failure) 형태로 제출되어야 한다. (나) 모의운전연습기는 일일 12시간, 연간 300일 운행하는 것으로 추정 하며, 시스템 및 기기는 최소한 10년 이상 운영수명을 가져야 한다.
인버터제어방식 전동차 제작 설명서(경부선: 수원~천안간)[8]	4.3.1.2 견인전동기	·빈번한 기동과 정지, 진동 및 강수, 강설, 먼지 등 악조건 하에서도 견딜수 있고 최소한 3년 또는 540,000km를 무보수 운전할 수 있는 것
인버터제어 전동차(1호선) 제작설명서[9]	4.3.1.2 견인전동기	·빈번한 기동과 정지, 진동 및 강수, 강설, 먼지 등 악조건 하에서도 견딜수 있고 최소한 3년 또는 540,000km를 무보수 운전할 수 있는 것
특수설명서 (분당선 전동차 제작설명서)[10]	4.3.1.2 견인전동기	·빈번한 기동과 정지, 진동 및 강수, 강설, 먼지 등 악조건 하에서도 견딜수 있고 최소한 3년 또는 540,000km를 무보수 운전할 수 있는 것
부산지하철 3호선(수영구간) 전동차 제작 사양서[2]	1.11 보증	1) 이 사양서에 의하여 제작된 전동차 및 기기의 보증기간은 상업운전 시작일로부터 3년간으로 한다.
	4.5.3 견인전동기	·빈번한 기동과 정지, 전동차의 진동 및 터널내 먼지 등 악조건하에서도 견딜수 있고 최소한 3년 또는 400,000km를 무보수 운전할 수 있는 것, 이를 위하여 계약자는 견인전동기의 신뢰성 자료를 제출하여야 한다.
인천국제공항철도 철도차량 제작기술 규격서[6]	3.1 차체	·내구성수명 25년 이상으로 기간 내에 피로응력에 의한 파손이 발생하지 않아야 한다.
	3.5.7 견인전동기	·운행조건에서 최소한 3년 또는 540,000km를 무보수 운전할 수 있는 것
2호선 전동차 제작사양서 (VVVF 전동차 54량, 개조 15량) [4]	1.3 설계목표	10) 25년 이상의 내구성 확보
	1.4 공통 특기사항	19) 주요장치의 신뢰성 설계목표를 제시하고 그에 따른 주요장치 및 부품의 고장주기를 정량적으로 관리하고 검증할 수 있는 방안을 제시하여야 한다.(EN 50126 규격 참조) 20) 차량의 안전을 최대한 보증하기 위하여 위험요소를 허용한도내에서 관리하고 부품 및 시스템 위험도를 정량적으로 관리하고 검증할 수 있는 방안을 제시하여야 한다.(EN 50126 및 MIL-STD-882 규격 참조)
	4.3.3 견인전동기	·빈번한 기동과 정지, 전동차의 진동 및 터널내 먼지 등 악조건 하에서도 견딜수 있고 최소한 3년 또는 400,000km를 무보수 운전할 수 있는 것

2.2 국내 도시철도 법령에서의 RAMS 적용현황

1) 국내 도시철도법 체계

다음 <그림 1>에는 국내 도시철도법 체계를 나타내고 있다[7].

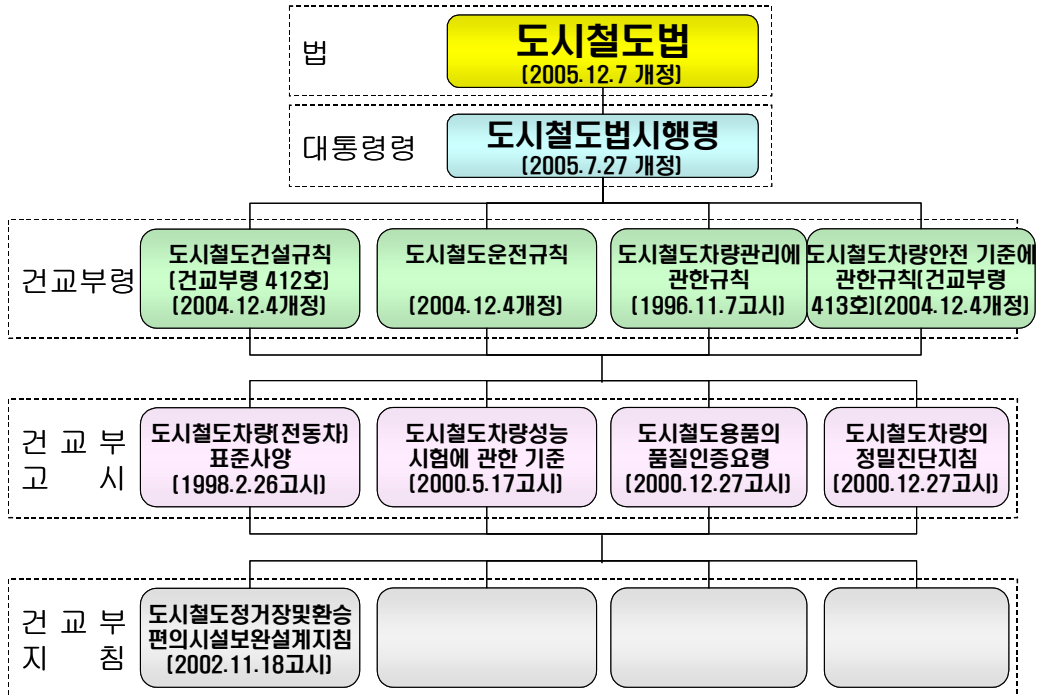


그림 1. 국내 도시철도법 체계

2) 국내 도시철도법령에서의 RAMS 적용현황

다음 <표 2>와 <표 3>은 도시철도법령에 나타난 신뢰성 및 안전성 조항들이다. 표에서도 알 수 있듯이 도시철도시스템의 신뢰성을 검증할 수 있는 제도적 장치가 미흡하며 신뢰성시험에 관한 시험조건, 기준이 거의 없는 실정이다.

표 2. 도시철도법의 RAMS 관련 규정[7]

법 명	항 목	내 용
도시 철도법	제22조 (도시철도 차량의 표준사양)	① 건설교통부장관은 도시철도의 효율적인 운영과 호환성의 확보등을 위하여 도시철도차량의 표준사양을 정하여 도시철도차량을 제작·조립 또는 수입하고자 하는 자 및 도시철도를 건설 또는 운영하는 자에게 이를 권고할 수 있다. 다만, 산업표준화법에 의한 한국산업규격이 제정되어 있는 사항에 대하여는 그 규격에 따른다.
	제22조의2 (도시철도 차량의 안전기준)	① 도시철도차량은 대통령이 정하는 구조 및 장치가 안전운행에 필요한 기준에 적합하지 아니하면 이를 운행하지 못한다.
	제22조의3 (도시철도 차량의 성능시험)	① 차량제작자등이 제작·조립 또는 수입한 도시철도차량을 판매하고자 할 때에는 도시철도차량의 구조와 장치의 형상 및 규격등과 성능에 관하여 건설교통부장관이 지정하는 자가 실시하는 시험을 받아야 한다. 성능시험을 받은 도시철도차량형식 또는 성능을 변경(건설교통부령이 정하는 경미한 사항의 변경인 경우를 제외한다)한 때에도 또한 같다.
	제22조의4 (도시철도 용품의 품질인증)	① 건설교통부장관은 도시철도에 사용되는 부품·기기 또는 장치등의 성능 및 안전성확보등을 위하여 도시철도용품에 대한 품질인증을 실시할 수 있다.
	제22조의5 (도시철도 차량의 사용내구년한)	① 도시철도를 운영하는 자는 건설교통부령이 정하는 사용내구년한을 초과한 도시철도차량을 운행할 수 없다. 다만, 대통령이 정하는 바에 따라 건설교통부장관이 지정한 자가 실시하는 정밀진단을 받아 안전운행에 적합하다고 인정되어 사용내구년한이 연장된 도시철도차량의 경우에는 그러하지 아니하다.

표 3. 시행령(규칙/고시/지침)의 RAMS 관련 규정[7]

규칙/고시/지침	내 용
도시철도차량 관리에 관한 규칙	이 규칙은 도시철도법 및 동법시행령의 규정에 의한 도시철도차량실무위원회의 구성·운영, 도시철도차량의 성능시험 및 정밀진단, 도시철도용품의 품질인증 등에 관하여 필요한 사항을 규정
도시철도차량안전 기준에 관한 규칙	이 규칙은 도시철도법 제22조의2 및 동법시행령 제25조의 규정에 의하여 도시철도차량의 구조 및 장치의 안전운행에 필요한 기준을 규정
<p>도시철도차량 표준사양 (정성적인 신뢰성 관련 항목만 제시됨)</p>	<p>3.3.2 종합제어장치 3) 종합제어장치를 구성하는 각 컴퓨터간의 정보전송 계통은 Fail-Safe구조로 설계하여 높은 신뢰성을 확보하여야 한다.</p> <p>3.3.3 신호보안장치 (ATC/ATO) 3) 자동열차제어장치는 Fail-Safe 개념에 의한 자동절체 방식의 호환성을 갖는 2중계로, 자동열차운전장치는 1중계로 구성하며, 이러한 장치들은 높은 신뢰성을 가져야 한다.</p> <p>3.3.3.2.4 ATC 안테나 ATC 안테나는 레일로부터 지상의 코드화된 반송자 신호를 수신하기 위하여 사용되는 신뢰성 있는 소형 경량의 안테나이어야 하며, 제어차 전두부 상하의 휠 앞단에 설치하여야 한다.</p> <p>3.3.3.2.5 ATC 타코메타 ATC 타코메타는 액슬(Axle) 회전에 비례하는 펄스 수를 발생시키기 위하여 사용되는 신뢰성 있는 소형 경량의 펄스 발생기이어야 하며, 먼지 및 물에 보호되어야 한다.</p> <p>3.3.3.3.3 TWC 안테나 TWC 안테나는 역 플랫폼 또는 기타 요구되는 지점에 설치된 지상 루프 안테나로부터 데이터를 송수신하기 위하여 사용되는 소형 경량의 신뢰성 있는 안테나이어야 한다.</p> <p>3.3.3.5.3 정위치 정차용 마커 감지 안테나 정위치 정차용 마커 감지 안테나는 역 주위의 주행궤도 사이에 설치되어 있는 정위치 정차용 마커들을 감지하기 위하여 사용되는 소형 경량의 신뢰성 있는 안테나이어야 하며, 열차가 통과하는 지상의 모든 역 정위치 정차용 마커에 근접하게 설치되어야 한다.</p> <p>제1부 철제차륜형식 표준사양</p> <p>3. 설계목표 7) 25년 이상의 내구성 확보</p> <p>4. 신뢰성, 유지보수성, 안전성</p> <p>1) 이 사양서에 의하여 제작되는 모든 기기 및 부품은 동일도면에 의하여 제작되어야 하고 호환성을 가져야 하며, 모든 부품은 유지보수에 지장이 없도록 차량의 내구연한 동안 생산공급이 가능하여야 한다.</p> <p>4) 차량고장의 경우 고장이 발생한 차량을 회로적으로 분리시켜 자체비상운전 및 구원운전이 가능하도록 하여야 한다.</p> <p>5) 차량의 각종 제어장치는 검증된 전자기술을 적용하여 소형, 경량, 무접점화하며, 신뢰성을 향상시키고 유지보수가 용이하도록 가능한 한 관련 부품별로 모듈화하여야 한다.</p> <p>3.4 브레이크 장치 2) 브레이크 장치는 회생 브레이크 병용 아나로그 전기지령, 전기연산식 공기 브레이크로 하며, 신뢰성 및 안전성이 우수하고 응답이 빠르며 정밀한 제어가 되도록 한다.</p> <p>제2부 고무차륜형식 표준사양</p> <p>3. 설계목표 7) 25년 이상의 내구성 확보</p> <p>4. 신뢰성, 유지보수성, 안전성</p> <p>1) 이 사양서에 의하여 제작되는 모든 기기 및 부품은 동일도면에 의하여 제작되어야 하고 호환성을 가져야 하며, 모든 부품은 유지보수에 불편이 없도록 차량의 내구연한 동안 생산공급이 가능하여야 한다.</p> <p>4) 차량고장의 경우 고장이 발생한 차량을 회로적으로 분리시켜 자체비상운전 및 구원운전이 가능하도록 하여야 한다.</p> <p>5) 차량의 각종 제어장치는 검증된 전자기술을 적용하여 소형, 경량, 무접점화하며, 신뢰성을 향상시키고 유지보수가 용이하도록 가능한 한 관련 부품별로 모듈화하여야 한다.</p> <p>3.4 브레이크 장치 2) 브레이크 장치는 회생 브레이크 병용 아나로그 전기지령, 전기연산식 공기 브레이크로 하며, 신뢰성 및 안전성이 우수하고 응답이 빠르며 정밀한 제어가 되도록 한다.</p>
<p>도시철도차량 성능시험에 관한 기준 (각 성능시험 항목에 관한 상세한 시험평가기준은 제시되어 있으나, 신뢰성관련 시험규정은 거의 없음)</p>	<p>제10조(시험품등의 조건) ①제3조의 규정에 의한 구성품시험을 통과한 차량에 대해 제4조의 규정에 의한 완성차시험을 실시한다. ②제5조에 의한 본선시운전을 실시하고자 하는 차량은 제4조에 의한 완성차시험을 통과한 후 예비주행을 실시하여 신뢰성이 확인된 차량이어야 한다. ③제2항에 의한 예비주행을 실시하는 경우 형식시험은 5000km이상, 전수시험은 1000km이상의 각 거리를 시험선에서 영업운행시의 운전조건과 유사하게 주행 및 정지를 반복하여 운행하였을때 차량의 이상이 없어야 한다. 다만, 시험선이 예비주행에 부적합한 경우 본선에서 예비주행을 실시할 수 있으며, 이때 주행거리는 운영자와 성능시험자가 협의하여 조정할 수 있다.</p> <p>[별표 3] 추진제어장치시험(제3조 제3호 관련) 2. 시험종류 및 목적 다. 추진제어장치 조합시험 (바) 신뢰성시험 추진제어 시스템의 운영조건에 대한 안전성 및 내구성 확인을 목적으로 한다.</p> <p>[별표 3] 3. 시험방법 및 판정기준 다. 종합제어장치 조합시험 (바) 신뢰성시험 1)추진제어장치인 인버터와 견인전동기를 조합하여 운행예정인 노선에서의 영업운전조건인 운전패턴으로 시험한다. 2) 신뢰성시험은 80시간 이상 연속 운전하여 각 장치에 이상이 없어야 한다.</p>
<p>도시철도 용품의 품질인증요령</p>	도시철도법 제22조의4 및 동법시행령 제25조의6의 규정에 의한 도시철도에 사용되는 부품·기기 또는 장치 등의 성능 및 안전성 확보를 위하여 도시철도용품의 품질인증 실시에 필요한 사항을 규정
<p>도시철도차량의 정밀진단지침</p>	도시철도법 제22조의5 및 도시철도차량관리에관한규칙 제9조제2항의 규정에 의하여 도시철도차량의 정밀진단실시에 필요한 사항을 규정 “정밀진단”이라 함은 차량사용내구연한의 연장 가능여부를 확인하기 위하여 상태평가, 안전성평가 및 잔존수명평가를 실시하는 것

2.3 국외 철도차량의 RAMS 적용현황

다음 <표 4>에는 개발되거나 개발 중인 해외 철도시스템 중 차량시스템의 목표 신뢰성 수준을 정리하였다. 국외의 경우 RAM 목표를 정한 후 이를 달성하기 위한 노력과 기술을 개발하고 있다. 특히 고객의 서비스 품질과 안전을 보장하기 위해 철도시스템을 구성하는 하위구성품까지도 RAM 관리를 하고 있다.

표 4. 국외 철도 차량시스템의 목표신뢰도

구 분	목표신뢰도	비고·근거
싱가포르 전동차[11]	120,000km	MTBSF : 7,300h(=20h×365일)
홍콩 전동차[11]	166,667km	1백만 kilometer 당 6건 이하의 사고발생 수준
프랑스 VAL 206[14]	-	MTBF : 종합시스템 52hrs, 차량 624hrs
Asia 1 : 4-car 1500V DC EMU[15]	50,000 car·km (12,500 train·km)	2분이상 지연 또는 열차 운행정지 고장발생 (괄호는 4량의 차량을 독립적인 운행으로 간주)
Asia 2 : 8-car 1500V DC EMU[15]	166,667 car·km (20,833 train·km) 1,666,667 car·km (208,333 train·km)	1분이상 지연 또는 열차 취소 5분이상 지연 고장발생 (괄호는 4량의 차량을 독립적인 운행으로 간주)
Asia 3 : 7~12 car 25kV AC EMU[15]	20,000 car·km (1,667 train·km) 2,000,000 car·km (166,667 train·km)	모든 고장 2분이상 지연 고장발생 (괄호는 12량의 차량을 독립적인 운행으로 간주)
UK 1 : [15]	17,600 train·km 28,800 train·km 32,000 train·km 120,000 train·km	모든 고장 열차가 승무원 작업부하에 영향을 미치는 고장 지연 또는 취소 발생 5분이상 지연 고장발생

2.4 국내의 신뢰성 관련 규격

1) 국내 규격

신뢰성과 관련한 국내규격으로는 한국산업규격 KS C IEC 62278, 60300-3-1, 3-5, 3-7, 3-9가 있는데 이는 IEC 62278, 60300-3-1, 3-5, 3-7, 3-9를 번역한 것으로 신뢰성 관련 시방서 및 설명서, 신뢰성 분석 기법, 신뢰성 시험조건과 통계적 시험원칙, 전자제품의 신뢰성 스트레스 스크리닝, 기술적 시스템의 리스크 분석에 대해 기술되어 있다. 그 이외에도 KS A IEC 60319에는 전자부품의 신뢰성 데이터의 제시 및 설명, KS A IEC 61014에는 신뢰성성장프로그램, KS A IEC 61649에는 와이블 분포에 따르는 적합도 검증 등에 대해, KS A IEC 61650에는 신뢰성 데이터 분석기법, KS A IEC 61710에는 거듭제곱법칙 모형에 관해 기술하고 있다.

2) 국제 규격

철도의 신뢰성 관리체계 및 기법으로서 폭넓게 적용되는 RAMS 규격(IEC 62278 Railway Application - Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety)은 2002년 9월에 제정되었다. 한국의 KS에서는 이를 기본으로 하여 KS C IEC 62278(철도용 전기설비의 신뢰성, 가용성, 유지보수성, 안전성 관련 시방서 및 설명서)을 2004년 9월에 제정하였다. 이 규격은 시스템 수명주기 및 그 주기 내에 있는 임무를 관리하기 위한 절차와 업무를 정의하고 있으며 계획, 실행, 확인의 단계를 거친다. 계획의 단계에서는 신뢰성, 가용성, 보수성, 안전성에 문제가 발생할 수 있는 사항을 검토해서 달성할 목표 수치를 설정한다. IEC 62278 규격서에 있는 RAMS 프로그램은 크게 철도 RAMS, 철도 RAMS 관리, RAMS 수명주기로 구성되어 있다[13].

IEC 60300(1991)은 신인성 관리에 관한 규격으로 제품 설계와 개발, 평가 및 프로세스에 대한 신인성 경영 지침을 제공하고 있다[12]. KS에서는 이를 기본으로 하여 KS A IEC 60300(신인성 관리)을 제정하였다. 이 규격은 제품이나 프로젝트 단계를 정의하기 위해 수명주기 모델이 사용되는데 다양한 고객의 요구를 만족시키도록 시간-단계별 제품 실현에 적합한 맞춤형 프로세스를 권장하고 있다. IEC 60300은 제공되는 제품, 유형, 크기에 관계없이 모든 수명주기 단계와 계약 상황 동안 모든 조직에 적용할 수 있다.

IEC 62280은 소프트웨어에 관한 규격으로서 수명주기에 있어서 안전성 확보를 위한 요구사항과 그 요구사항이 충족되어 있음을 명확하게 하는 과정을 규정하고 있다.

IEC 62279는 신호시스템의 인가 및 도입을 위해 필요한 안전성 요건과 그 문서관리에 대해서 규정한 것이다.


MIL-STD-785B는 시스템, 장치들의 신뢰성 프로그램에 일반적 요구사항과 구체적인 직무를 제공하고 있다.

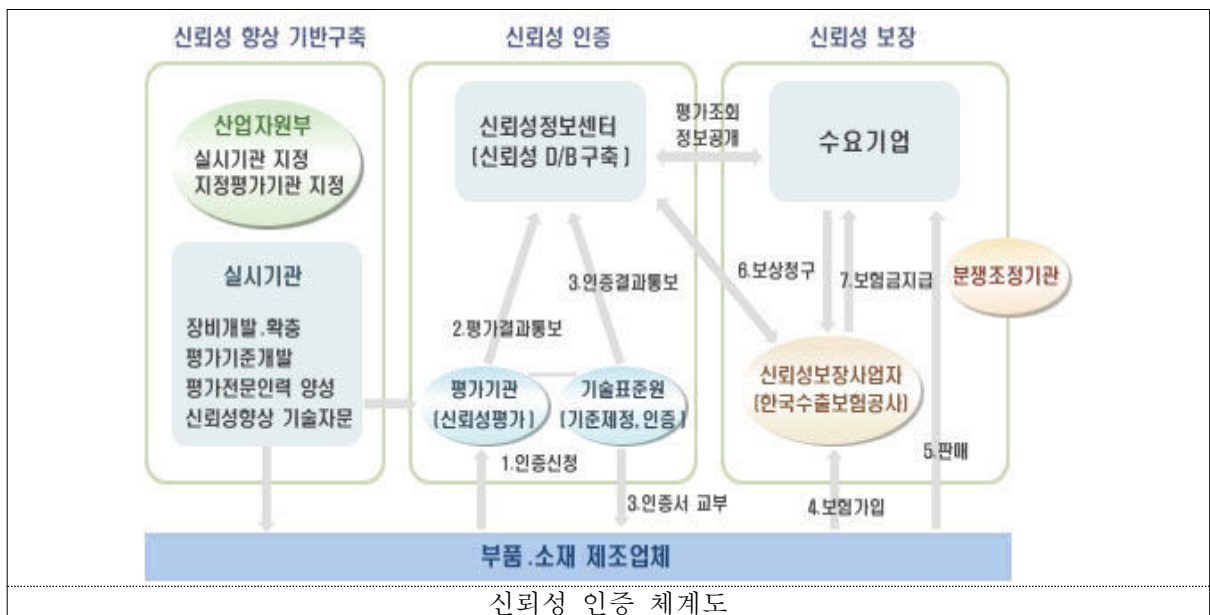
이외에도 활용도가 높은 신뢰성관련 미국 국방성의 자료로는 MIL-HDBK-189(신뢰성 성장 관리), MIL-HDBK-217F(전자기기의 신뢰도 예측), MIL-HDBK-472(정비도 예측), MIL-HDBK-781(신뢰성시험 방법, 계획, 환경) 등이 있다.

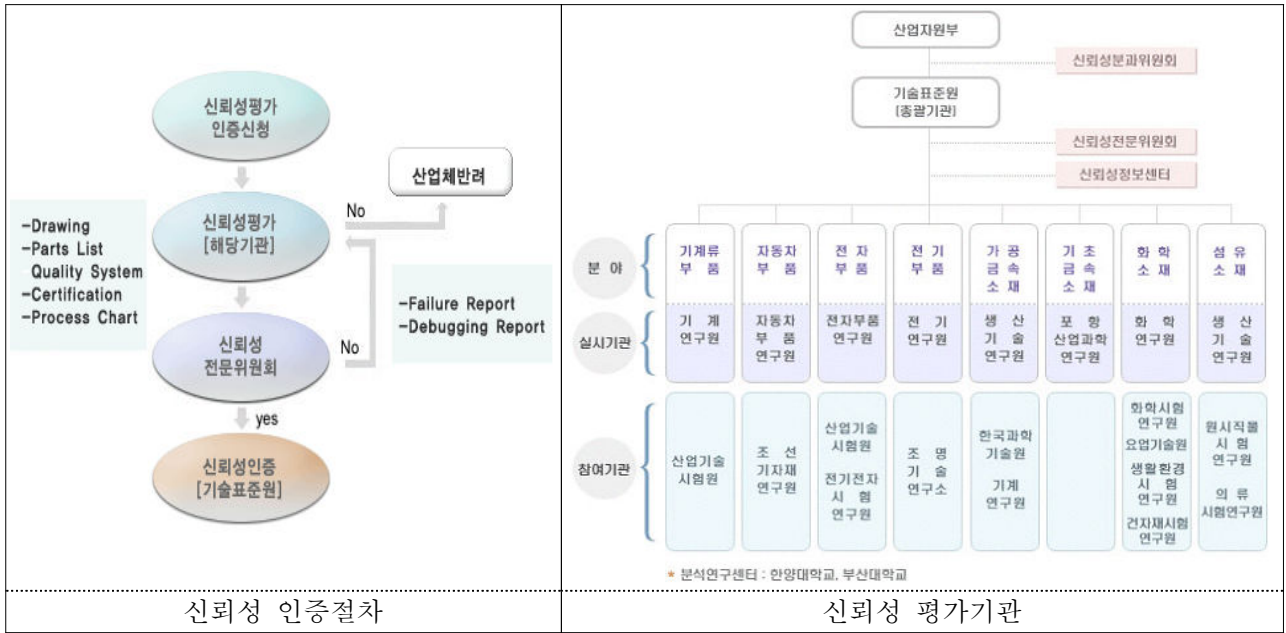
3. 국내 신뢰성인증제도

3.1 부품·소재에 관한 신뢰성인증제도

산업자원부에서는 “부품·소재전문기업등의육성에관한특별조치법”에 따라 부품·소재분야의 육성과 경쟁력 강화를 위해 8개 분야별로 신뢰성평가기관을 지정하여 신뢰성 인증제도를 시행하고 있다. 이는 국산 부품·소재의 신뢰성(내구수명 및 고장률)을 평가한 후 우수한 제품에 대하여 신뢰성인증(수명보증)을 부여하여, 신규시장 진입촉진과 무역역조를 개선하기 위한 제도이다[3].

<p>품질인증시험</p> 	<ul style="list-style-type: none"> · 품질인증시험(Conformity to Specification)은 시험의 적합성, 재현성, 공정성 등에 중점 채택 · 신뢰성 평가 인증 : 미래품질(고장률, 수명)의 보증 · 실질적인 규격개발을 수반하는 평가인증 · 평가기관은 부품·소재의 신뢰성 향상을 위한 Tool개발 주력 · 고장해석기술의 확보 및 적용, 고장에 대한 Data의 확보 필수 · 기본적으로 신뢰성을 향상시키기 위한 Tool임
---	---





- 주) 실시기관 : 신뢰성평가기준에 따른 신뢰성평가 실시 및 평가결과를 기술표준원에 보고.
- 참여기관 : 신뢰성평가지 참여하여 실시기관에 협력하여 동일 업무 실시.
- 분석연구센터 : 신뢰성 분석 관련 전문기술교육 및 기술지원 안내 등.

객관적으로 신뢰성 수준의 확보를 인증받은 신뢰성 인증업체에 대해서는 다양한 혜택이 주어진다. 예를 들면 ① 공공부문 조달시 우선 구매, ② 조세특례제한법에 따라 신뢰성 평가 및 인증비용, 수수료에 대한 세액 공제, ③ 신뢰성 인증부품, 소재기업에 대한 무보증신용대출, ④ 신뢰성보험으로 PL(product liability)법 대응 유리 등이 있다.

3.2 도시철도법령에서의 성능 및 안전성 관련 제도

2장에서 정리한 바와 같이 국내에서 운행되는 모든 도시철도차량은 안전기준(도시철도법 제22조의 2)에 적합해야 하고 도시철도차량의 성능시험(제22조의 3)에 따른 성능시험을 받은 경우만 운영이 가능하다. 그러나 시스템의 신뢰성을 검증할 수 있는 제도는 없는 실정이다.

일반철도에 관해서는 2006년에 건설교통부에서는 “철도안전법”에 근거하여 다음과 같은 시행지침을 고시하였다.

- (1) 건설교통부 고시 제2005-438호, 철도차량 안전기준에 관한 지침(2006년 1월 9일부터 시행)
- (2) 건설교통부 고시 제2005-439호, 철도용품 품질인증 시행지침(2006년 1월 1일부터 시행)
- (3) 건설교통부 고시 제2005-440호, 철도표준규격 관리 시행지침(2006년 1월 1일부터 시행)
- (4) 건설교통부 고시 제2005-441호, 철도차량 성능시험 시행지침(2006년 7월 1일부터 시행)
- (5) 건설교통부 고시 제2005-442호, 철도차량 제작검사 시행지침(2006년 7월 1일부터 시행)
- (6) 건설교통부 고시 제2005-443호, 철도차량 정밀진단 시행지침(2006년 7월 1일부터 시행)

4. 도시철도차량의 RAMS 개선방향

국내에 발주되는 도시철도차량의 제작사양서나 도시철도법령에는 신뢰성과 관련된 기준이 명확히 되어 있지 않다. 또한 시스템의 신뢰성을 검증하는 제도도 없는 실정이다.

- 국내외 도시철도분야의 RAM 적용현황, 국제규격을 분석한 결과 다음과 같은 개선 방향을 도출하였다.
- 1) 기업이 ISO 9000 품질경영시스템을 인증 받는 것과 같이 신뢰성 부문도 동 분야의 경영시스템으로

서 IEC 60300을 인증받도록 하여 신뢰성을 근원적으로 향상하도록 한다.

- 2) 국내의 기술수준을 고려하여 목표 신뢰수준의 설정(예: 전체시스템 및 각 하위 시스템과 부품들에 대한 목표 신뢰성 기준 설정과 가용도 요구사항)을 설정하고 개념정의 단계에서 폐기에 이르는 전 수명주기에 걸쳐 신뢰성관리가 필요하다. 이를 위해서는 IEC 62278 신뢰성관리를 적극 수용한다.
- 3) 도시철도운영기관의 경우 신뢰성 중심 유지보수(RCM : reliability centered maintenance)를 적용하여 운영단계의 시스템 및 부품의 신뢰성 자료를 지속적으로 확보하고, 이를 신뢰성향상을 위해 활용한다.
- 4) 국가적으로는 철도분야의 신뢰성 전문가 양성이 시급하며 신뢰성관련 각종 규격 및 기준을 제정하고, 신뢰성 향상을 위한 제도적인 지원방안을 모색하는 것이 필요하다.
- 5) 도시철도법령에 따른 품질인증제도, 성능시험기준, 안전기준에 신뢰성을 포함한 시험평가가 될 수 있도록 하는 것도 방안이 될 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 국내외의 도시철도차량 발주사양에서 RAMS와 관련된 현황과 국내의 도시철도법에서 명기된 신뢰성 관련 현황을 분석하고, 국내에서 운영되고 있는 신뢰성 인증제도를 검토하였다. 국내에서 운행되는 도시철도차량은 도시철도법에 따라 성능시험을 받도록 되어 있으나, 시스템의 신뢰성을 검증할 수 있는 제도가 없다. 따라서 도시철도시스템의 신뢰성을 근원적으로 향상하기 위해 신뢰성관련 인증 제도를 구축하는 것이 바람직하다. 이를 통해 도시철도차량이 현재의 품질 뿐 만아니라 영업운영시의 신뢰성도 보증할 수 있게 된다. 신뢰성 인증을 받은 시스템만이 국내에서 운행되도록 한다면 국내 제품의 해외 경쟁력과 도시철도시스템의 안전성이 크게 향상될 것이다.

참고문헌

- [1] 광주광역시지하철건설본부, 광주광역시도시철도 1호선 전동차 제작구매 사양서.
- [2] 부산교통공단, 부산지하철 3호선(수영구간), 전동차 제작 사양서(안), 2002. 6.
- [3] 산업자원부 기술표준원 신뢰성정보센터, <http://reliability.ats.go.kr/index.htm>, 2006. 3.
- [4] 서울특별시지하철공사, 2호선 전동차 제작사양서(VVVF 전동차 54량, 개조 15량), 2003. 11.
- [5] 서울특별시지하철공사 차량처, 직·교류 전동차 제작사양서(1호선 VVVF 전동차 36량, 개조 8량), 2000. 8.
- [6] 인천국제공항철도(주), 인천국제공항철도 철도차량 제작기술 규격서, 2003. 6.
- [7] 법제처, 도시철도법, <http://www.moleg.go.kr/>, 2006. 3.
- [8] 철도청, 인버터제어방식 전동차 제작설명서(경부선 : 수원 ~ 천안간), 2000.
- [9] 철도청, 인버터제어 전동차(1호선) 제작설명서, 2001.
- [10] 철도청, 특수설명서(분당선 전동차 제작설명서), 2002.
- [11] <http://myhome.shinbiro.com/~sangchel/rams.htm>, 철도차량 분야 RAMS 요구조건, 2006. 3.
- [12] IEC, *IEC 60300 Dependability management*, 1991.
- [13] IEC, *IEC 62278 Railway applications - Specification and demonstration of reliability, availability, maintainability and safety (RAMS)*, 2002.
- [14] Kuhn, F., "The VAL Lille Urban Community Metro's Experience 1972-2001", *Presentation to KRRRI, INRETS*, 2001.
- [15] Lloyd's Register, *Reliability Assessment for High Speed Trains*, 2003. 10.