

도시철도운영기관의 종합신뢰성 경영시스템 적용방안 연구

Dependability Management System's Application to Subway Corporation

한석윤[†] · 하천수^{*} · 홍순기^{**} · 이호용^{***}

Seok-Youn Han · Chen-Soo Ha · Soon-Ki Hong · Ho-Yong Lee

Abstract

In this paper, we introduce IEC 60300(Dependability program management) into urban transit system, and propose effective method to apply IEC 60300 to Subway Corporation. The dependability is the collective term used to describe the availability performance and its influencing factors such as reliability performance, maintainability performance and maintenance support performance. A dependability program covers all phases of a system's life cycle from planning to operation and possibly disposal, and is composed of program elements divided into tasks.

Keywords : IEC 60300 Dependability Management System(종합신뢰성 경영시스템), ISO 9000 Quality Management System(품질 경영시스템), RAMS(reliability, availability, maintainability & safety) TQM(total quality management system, 총체적품질경영시스템), QC(quality control, 품질관리), PL(product liabilities, 제조물책임)

1. 서론

도시철도시스템은 차량, 전력, 신호, 선로구축물이 유기적으로 결합된 복합시스템이다. 따라서 고장 또는 사고가 발생하면 원인규명이 어렵고 사고에 대한 영향이 매우 크기 때문에 시스템의 신뢰성은 매우 중요하다. 더구나 현대의 도시철도는 무인화 자동화의 방향으로 기술이 급속히 발전하고 있어 승객의 안전 확보와 타 대중교통수단과의 경쟁에서 우위를 점하기 위해서도 신뢰성이 경영의 주요한 부분으로 적용되어야 한다.

이미 국내 제조관련 기업에서는 ISO 9000-품질경영시스템, 6σ경영혁신운동 등을 통해 품질경쟁력 확보체제를 구축하고 있으며, 최근에는 IEC 60300-종합신뢰성 경영시스템의 효과적 도입에 대한 관심을 보이고 있다.

종합신뢰성 경영의 기본전략은 수명주기의 모든 단계를 고려하여 신뢰성과 비용 등을 최적화하고, 투자대비 성과를 고려하며, 시스템 개발의 초기단계에서 부터 관리를 철저히하여 실패비용을 최소화하는 것이다. 또한 종합신뢰성 경영 구축에는 신뢰성 목표를 명확히 하고 시장정보의 수

집, 기획, 신뢰성 있는 원재료의 조달, 정확한 신뢰성 설계 및 예측, 그리고 이를 뒷받침하기 위한 신뢰성시험과 제작 공정에서의 신뢰성관리, 운영단계에서의 보전관리, 고장정 보수집 및 해석과 피드백 등 여러 업무가 체계적으로 이루어져야 한다.

이러한 관점에서 본 논문에서는 종합신뢰성 경영시스템 도입의 필요성과 이에 관한 국제 규격인 IEC 60300을 소개하고, 또한 이를 도시철도운영기관(이하 '운영기관')에서 적용하기 위한 방안을 제시하고자 한다.

2. 품질과 신뢰성

2.1 품질과 신뢰성 특징비교

본 절에서는 품질과 신뢰성의 특징을 비교분석하여 운영기관의 종합신뢰성 경영시스템 적용 필요성을 강조하고자 한다.

품질은 제조된 제품, 시스템의 요구된 성능의 규격적합 여부 및 인증 등에 관한 것으로서, 종래의 품질관리(quality control)에서는 제조시점에서의 품질 즉 불량과 결점을 문제 삼았다면 현대의 품질은 요구된 시점까지 똑같은 품질 즉 성능과 기능수준을 유지하도록 하고 있으며 총체적 품질경영(total quality management) 체제를 지향하고 있다.

신뢰성은 하나의 시스템 또는 제품을 얼마나 오랫동안 안심하고 사용할 수 있는가를 정량적 수치로 표현하는

[†] 책임저자 : 정회원, 한국철도기술연구원 도시철도기술개발사업단장, 성균관대학교 시스템경영공학과

^{**} 비회원, 한국철도기술연구원 경량전철연구팀 연구원

^{**} 비회원, 성균관대학교 시스템경영공학과 교수

^{***} 정회원, 한국철도기술연구원 경량전철연구팀 선임연구원

Table 1. 품질과 신뢰성의 비교

구분	품질(quality)	신뢰성(reliability)
가치 기준	현재 품질	미래 품질
인증	품질에 대한 인증	수명과 고장률에 대한 인증
고장 및 결함유형	불량(defect)	고장(failure)
시험 평가	규격적합 여부 시험	신뢰성 (수명)시험
평가 결과	합격, 불합격	수명과 고장률

Table 2. 품질관리와 신뢰성관리

구분	품질관리	신뢰성관리
역사	왜 산포가 발생하는가?	왜 고장이 발생하는가?
중점사항	제조과정	설계
중요품질	제조 품질 (제조시점의 품질)	운용의 품질 (미래의 품질보증)
환경	공정에서의 환경	공정, 수송, 저장, 사용의 환경
소프트/하드	소프트	양자의 유기적 결합
시점	현재 ($t=0$)	미래 ($t=t_i$)
사고방식	해석적	시스템적, 통합적
개선방식	산포를 최소화	교환(trade-off)
조직	품질관리 부문 (검사, 공정관리 등)	엔지니어링 부문 (고장해석, 신뢰성시험 등)
시간적 개념	정적인 시간	동적인 시간

‘시간적 품질’, ‘미래의 품질’ 이라고 할 수 있으며, 시스템의 국제적인 경쟁력을 갖추기 위하여 필수적으로 요구되는 기술이다. <Table 1>은 품질과 신뢰성, <Table 2>에는 품질관리와 신뢰성관리의 특징을 정리한 것이다. 고장 및 유지보수의 지속적인 관리가 필요한 대형복합시스템인 도시철도는 신뢰성관리를 적용해야 함을 알 수 있다.

2.2 품질경영시스템(quality management systems)

1) ISO 9000 품질경영시스템 개요

국내 기업에 활발하게 전개된 ISO 9000은 품질보증을 조직내에 실행하려는 제조 및 서비스 산업 양쪽에 동일하게 적용할 수 있는 규격이다. 특히, ISO 9000의 본편은 다음의 사용자를 위한 지침을 제시한다.

- ISO 9001, ISO 9002 및 ISO 9003의 계약에 직접적으로 관련된 공급자와 구매자
- 공급자에게 원자재, 중간 가공, 장비, 서비스 등을 제공하며, ISO 9001, ISO 9002 또는 ISO 9003의 적용에 영향을 받는 외주업체

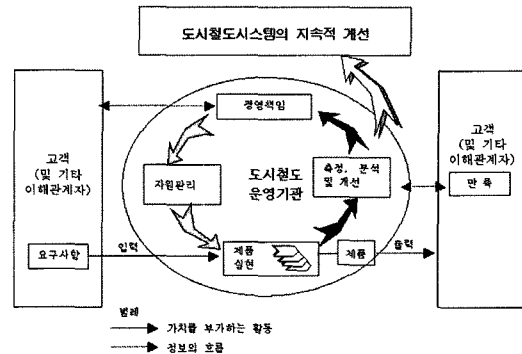


Fig. 1. 운영기관에 품질경영시스템의 적용 프로세스

• 특정 상황에서 ISO 9001, ISO 9002 또는 ISO 9003 요구사항의 실행 적합성을 심사하고 의사소통을 할 필요가 있는 심사원

ISO 9001, ISO 9002 및 ISO 9003의 적용분야는 다음과 같다.

- (1) ISO 9001 : 품질시스템 - 설계/개발, 생산, 설치 및 서비스에 있어서의 품질보증 모델
- (2) ISO 9002 : 품질시스템 - 생산, 설치 및 서비스에 있어서의 품질보증 모델
- (3) ISO 9003 : 품질시스템 - 최종검사와 시험에 있어서의 품질보증 모델

2) 운영기관의 품질경영시스템 적용

ISO 9001은 조직의 내부 적용, 인증 또는 계약목적으로 사용할 수 있는 품질경영시스템의 요구사항과 고객 요구사항을 충족하기 위한 품질경영시스템 효과성에 중점을 두고 있다. 운영기관 조직의 내부적용, 인증, 계약 등에 활용할 수 있다. 다음 <Fig. 1>에는 ISO 9001의 품질경영시스템 모델의 예[8]로서 도시철도시스템에 적용할 경우, 가능한 지속적인 개선을 위한 과정을 나타내고 있다.

2.3 신뢰성 경영시스템 도입의 필요성

우리나라의 경우 1970년대에 제품의 신뢰성에 대한 개념이 도입되기 시작한 이래 최근에는 정부 및 생산업체, 대학 등에서도 신뢰성의 중요성에 대하여 인식하게 되었다. 이에 따라 이들 기관에서는 신뢰성에 관한 연구와 시험평가센터를 설립하여 본격적으로 신뢰성 문제를 다루고 있다.

또한 안전성 및 공해문제에 대한 고객보호를 위해 제조자 즉 생산자와 서비스 공급자의 제조물(또는 제품) 책임(product liability)에 대한 요구가 더욱 높아지고 있다. 따라서 시스템의 신뢰성이나 안전성을 향상시키는 것이 필요하며, 이전까지의 ‘품질경영시스템’을 통한 품질보증활동을 보완 및

재평가하여, 고객의 안전을 중요시하는 ‘종합신뢰성 경영시스템’의 도입과 활용을 적극적으로 추진해야 할 것으로 판단된다.

3절에는 현재 IEC에서 제품의 신뢰성을 경영시스템 전체에서 관리하고 개선, 향상시키고자 하는 목적으로 재정된 국제규격 IEC 60300을 상세히 소개하며, 4절에는 운영기관에 적용방안을 제시한다.

3. IEC 60300-Dependability Management

도시철도의 사용부품 및 복합시스템에 대한 신뢰성 향상은 도시철도에 대한 승객에 대한 서비스질을 높일 뿐만 아니라 운영기관의 운영비용을 많이 절감할 수 있다. 따라서 신뢰성을 근원적으로 향상하기 위해 신뢰성 경영시스템을 전체 경영시스템의 한 부분으로서 적용한다면 큰 효과가 있을 것이다. 본 절에서는 종합신뢰성 경영시스템 국제 규격인 IEC 60300을 중심으로 기술한다[1,2,3].

3.1 IEC 60300의 구성

<Fig. 2>는 종합신뢰성 관계를 간단하게 도시한 것이며, <Fig. 3>은 신뢰성 경영을 위한 일반적인 프로세스 단계를 도시하였다. 여기에서 종합신뢰성이란 가용도 성능(availability

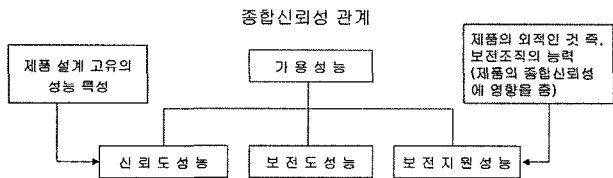


Fig. 2. 종합신뢰성(dependability) 관계

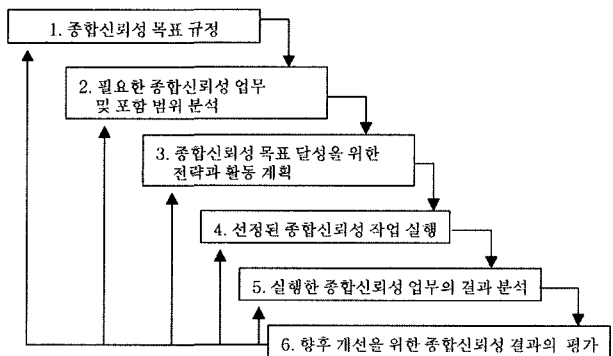


Fig. 3. 종합신뢰성 경영을 위한 프로세스 단계

1) dependability는 시간중속성, 신인성, 의존성 등과 같이 여러 가지로 해석될 수 있으나, 표준의 내용으로 볼 때, ‘종합신뢰성’으로 번역하며, dependability management는 ‘종합신뢰성 경영’으로 번역한다.

performance)과 그 관련요소들을 종합적으로 표현하는 용어이며 가용도 성능은 신뢰성, 보전성, 보전지원 성능을 의미한다. 종합신뢰성은 그 목적과 이익을 성취하기 위하여, 관리하는데 필요한 기술적인 분야로서 고객 중심으로 제공되어야 한다. 또한 비용-효과가 있는 결과를 위해서 종합신뢰성 활동은 전체 경영시스템 조직에 포함되어야 한다. 조직의 종합신뢰성 경영시스템은 전반적 경영시스템의 일부이며, 종합신뢰성을 관리하는데 사용되는 조직 구조, 책임, 절차, 프로세스 및 자원은 종종 종합신뢰성 프로그램으로 간주하고 있다.

<Table 3>은 IEC 60300의 주제를 요약한 것이다. 품질경영시스템의 ISO 9001과 유사한 IEC 60300-1과 2는 종합신뢰성경영시스템에 대한 개괄적인 내용을 설명하고 있고 IEC 60300-3은 각 적용분야에 대한 기술적인 내용 즉 분석 방법 및 절차를 구체적으로 기술하고 있다.

3.2 수명주기별 신뢰성 프로그램의 주요업무

제품 및 시스템의 최우선적인 품질항목으로 종합신뢰성을 유지하기 위해 효율적이며 충분한 노력을 할 수 있도록 하여야 한다. 또한 종합신뢰성에 기여하는 활동들과 다른 계약 및 규격 제정활동들이 적절히 통합될 수 있도록 보장한다.

제품 또는 시스템의 수명주기별 주요 업무를 요약하면 다음과 같다.

(1) 개념/정의 단계

제품 및 시스템의 필요성, 요구사항을 규정하며 이 단계에서의 결정사항이 제품과 수명주기비용에 가장 큰 영향을 미친다. 제품과 시스템의 지원에 대한 요구사항, 종합신뢰성 계획수립에 대한 요구사항 도출에 초점을 둔다.

(2) 설계/개발 단계

제품 및 시스템의 하드웨어와 소프트웨어를 작성하여 상세한 제조규격으로 문서화하고, 사용/정비 지침과 같은 문서들을 작성한다.

설계/개발단계에서 신뢰성 활동의 주된 목적은 ① 종합신뢰성 규격의 요구사항들을 설계과정에 충분히 반영한다. ② 제품 및 시스템의 종합신뢰성을 달성하기 위해, 분석, 예측 활동을 구현하고 실시한다. ③ 종합신뢰성 요구사항에 근거하여 확인, 입증 및 시험 절차와 기준을 작성하고 실행한다. ④ 공급자나 소비자로부터 제공되는 시스템 또는 제품의 모든 부품들에 대한 신뢰성 요구 사항들이 준수되어야 한다. ⑤ 신뢰성 요구사항들을 준수하기 위해 정비지원계획과 엔지니어링 활동들을 제품 및 시스템의 설계과정에 통합시킨다. ⑥ 폐기관련 요구사항들을 정의한다.

Table 3. IEC 60300 목록 및 주제[5]

구 분	내 용
IEC 60300-1	종합신뢰성 경영 시스템(경영시스템, 경영책임, 자원관리, 제품실현, 측정·분석·개선)
IEC 60300-2	종합신뢰성 경영지침(경영시스템, 경영책임, 자원관리, 제품실현, 측정·분석·개선)
IEC 60300-3	종합신뢰성 경영 적용 지침
IEC 60300-3-1	종합신뢰성 분석 기술, 방법(시스템 종합신뢰성 분석, 분석기법 특징)
IEC 60300-3-2	자료수집(자료수집 목표·한계, 자료수집 출처·방법, 필요한 자료, 자료 분석, 결과표현)
IEC 60300-3-3	수명주기 비용(종합신뢰성과 비용과의 관계, 수명주기 비용 모형화와 프로세스, 불확실성과 위험도)
IEC 60300-3-4	종합신뢰성 필요조건, 요구사항 (요구조건의 고려요소, 신뢰성 성능, 지속성 성능, 유효성능, 지속성 지원 설명, 고객·공급자 협력)
IEC 60300-3-5	신뢰성 시험 상태와 통계적 시험의 원리 (신뢰성 시험 종류, 시험상태, 자료수집·고장분류, 시험자료 분석, 통계적 도구와 분석절차, 보고)
IEC 60300-3-7	전기기구의 스트레스 스크리닝
IEC 60300-3-9	시스템의 위험도 분석(위험도 분석절차·기법)
IEC 60300-3-10	보전성(보전성 프로그램, 프로그램 요소·업무)
IEC 60300-3-11	신뢰성 중심 보수(보수 프로그램 접근, RCM 기반의 보수 프로그램)
IEC 60300-3-12	통합 로지스틱 지원
IEC 60300-3-13(IEC 62198)	프로젝트 위험도 관리

(3) 제조단계

제품 및 시스템이 조립, 생산되고 소프트웨어가 장착되는 단계이다. 이 단계에서 실시되는 주요 신뢰성 활동으로는 신뢰성과 보전성 시험, 생산 시험, 신뢰성 스트레스 스크리닝 등이 있다. 설계와 개발단계에서 달성된 제품 및 시스템의 종합신뢰성 성능이 제조과정에서 훼손 되지 않도록 하는 것이 이 단계 활동의 주된 목적이다. 규정된 신뢰성을 만족할 수 있도록 생산과정에서 준수해야할 절차가 프로그램에 기술되어야 한다.

(4) 설치단계

설치단계에서 제품 및 시스템의 신뢰성이 저하되지 않도록 한다. 이 단계에서 실시되는 주요 신뢰성 활동으로는 시험의 위임, 수락시험, 신뢰성 성장시험, 신뢰성과 보전도 입증, 데이터 수집 및 분석, 초기고장 관리 등이 있다. 초기 규격과 설계가 충족됨을 입증하기 위해 제품에 대한 수락시험 및 검사 절차와 지침이 제공되어야 한다.

(5) 운용과 보전 단계

예방보전 및 사후보전을 실시하고 제품 성능을 추적한다. 이 단계의 신뢰성 달성을 보장하기 위해 필요한 자료로는 운용지침, 보전 지침, 경고 지침, 여유부품 등이다.

(6) 폐기단계

시스템의 기술적 수명이 다하거나, 보전비용의 증가로 운용의 경제성이 없어질 때 유효수명도 끝난다. 이때 사용현장에서 파괴되거나 철거, 필요에 따라 보호된 환경 하에서

제거되는 단계이다.

4. 운영기관의 종합신뢰성 경영시스템 적용

종합신뢰성 경영시스템을 운영기관에 적용함에 있어서 가장 중요한 점은 신뢰성이 수명주기 전(全) 단계에서 적용되어야 하며, 최고 경영자의 관심과 조직원의 공감대 형성만이 성공적인 효과를 거둘 수 있다. 따라서 본 절에서는 운영기관의 특성을 파악하고 종합신뢰성 경영시스템의 적용 방향을 제시하기 위하여 수명주기의 각 단계에서 필요한 구체적인 적용내용을 중점적으로 제시하고자 한다.

4.1 운영기관의 특성 및 신뢰성경영시스템 적용 방향

운영기관은 “도시교통의 발전과 안전하고 신속한 대중교통수단을 제공하여 시민의 복리 증진 기여”를 목적으로 설립되었다. 이러한 운영기관은 도시철도를 구성하고 있는 차량, 전력, 신호통신, 선로, 운영 등 각종 시스템을 외부로부터 구매하여 운영하고 있음으로 신뢰성경영 측면에서는 목표 품질 및 성능을 갖춘 시스템을 제공하는데(총체적 품질 관리) 목적이 있는 제작기업과는 다른 특성이 있다. 즉, 주이용고객인 승객에게 신뢰하고 안전하며 쾌적한 서비스 제공을 위해서 완성된 시스템에 대한 통합운영, RAMS(신뢰성, 가용성, 보전성, 안전성)관리 그리고 유지보수에 중점을 두고 있다. <Fig. 4>는 도시철도차량의 수명주기를 나타내

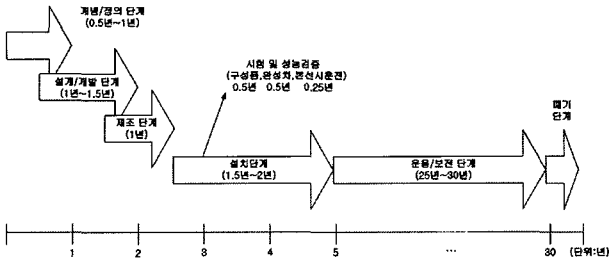


Fig. 4. 도시철도차량의 수명주기

고 있는데 신뢰성 관리는 각 단계별 특성에 적합하게 이루어져야 한다. 발주단계에서는 신뢰성 요구사항을 명확히 하고 제작 단계에서는 감독기능을 수행하며 운영단계에서는 가용성을 높이기 위한 유지보수 및 보전을 중점관리하여야 한다.

또한 운영기관은 차량 뿐만 아니라 절대적으로 유기적인 관계가 있는 전력공급, 신호통신, 선로구축물, S.E.(시스템 엔지니어링) 그리고 하위시스템간의 인터페이스 등에 대해서도 개념/정의 단계에서부터 폐기단계에 이르기까지 중점관리를 실시해야 할 것이다

따라서 운영기관이 신뢰성경영시스템을 적용하기 위해서는 다음 사항을 고려해야 한다.

- (1) 종합 시스템엔지니어링 경영관리 조직 : 각 단계별로 필요한 주요 활동들의 진행과정 체크, 연구 및 개발 성과와 결과 등을 평가하여 전 주기적인 일정을 체계적으로 관리한다.
- (2) 시스템 신뢰성 및 안전성 관리 조직 : 개념 및 정의 단계에서는 고유신뢰성, 운용 및 보전단계에서는 사용신뢰성의 충족과 목표 안전성 달성을 위한 RAMS 관리, 최적 유지보수 활동을 수행한다.
- (3) 대형복합시스템인 철도시스템의 종합신뢰성은 무엇보다도 각 하부시스템의 원활한 인터페이스 관리가 필수적이다. 따라서 각 하부시스템 업무책임자 및 실무자들은 긴밀하고도 유기적 협조체계를 구성할 수 있도록 관리해야 한다.
- (4) 최고 경영자의 지속적인 관심과 조직원 전체의 공감대 형성이 중요하다.

4.2 종합신뢰성 경영시스템 구성과 이행 사항

운영기관은 종합신뢰성 활동을 지휘하고 관리할 경영시스템을 구성하고 유지해야 한다.

- (1) 운영기관의 사업요구와 관련된 종합신뢰성 기능과 활동을 밝힌다.
- (2) 특정 프로젝트에 적합한 종합신뢰성 목표와 시스템 수명주기 단계를 구성한다.
- (3) 적용 가능한 모든 단계 동안 관련된 종합신뢰성 활동의 시기에 맞게 적절한 실행을 보장한다.
- (4) 시스템의 종합신뢰성 평가, 인수에 대한 기준과 방법을 결정한다.
- (5) 유용한 자원과 정보를 제공한다.
- (6) 종합신뢰성 활동을 모니터하고 지속적인 개선을 측정하고 결과를 분석한다.
- (7) 효율적인 운영으로 적정 비용을 유지하도록 설계, 시스템 목표 실현, 서비스 조항 등에 협력한다.
- (8) 프로젝트 목표와 고객 만족 달성을 위해 공급자-운영기관-고객간 관계를 도모한다.

4.3 운영기관의 최고경영자(CEO) 경영책임

- (1) 종합신뢰성에 관한 경영 및 의지 : CEO는 지속적 개선을 위한 경영의지와 증거 제시.
- (2) 고객 중심의 종합신뢰성 : CEO는 지속적 개선을 위한 공급자-운영기관-고객간 대화 지속.
- (3) 종합신뢰성 방침 : CEO는 종합신뢰성 이행을 보장하는 명확한 방침 수립.
- (4) 종합신뢰성 기획 : CEO는 전략적 사업계획과 전체적인 경영계획의 일부를 구성하도록 보장.
- (5) 책임, 권한 및 의사소통 : CEO는 종합신뢰성에 대한 책임과 권한, 충분한 자원제공 보장.
- (6) 경영검토 : CEO는 지속적 안정성, 적합성, 효과성 보장을 위해 정기적으로 경영검토 실시.

4.4 운영기관의 자원관리, 시스템 실현, 측정, 분석 및 개선

- (1) 목적에 필요한 자원 확보, 적절한 교육과 기술 및 경험을 갖춘 인적자원 관리, 장·단기 목표달성에 필요한 기반구조 관리, 그리고 업무환경 등을 고려한다.
- (2) 시스템 실현 계획, 고객 관련 프로세스, 설계 및 개발, 구매 및 하도급, 생산 및 서비스 제공, 모니터링 및 측정 장치 관리 등을 위한 프로세스를 구성 및 실시한다.
- (3) 고객 피드백과 불만사항의 모니터링 및 측정, 부적합 제품의 관리, 데이터 수집, 분석 및 보고를 위한 프로세스 구성, 그리고 종합신뢰성 경영시스템의 효과성을 지속적으로 개선한다.

Table 4. 각 단계별 종합신뢰성 경영시스템 적용활동

단계/적용규격	운영기관의 주요 활동내용	비고
개념/정의단계 IEC 60300-1 IEC 60300-2 IEC 60300-3 IEC 60300-3-1 IEC 60300-3-2	<ul style="list-style-type: none"> · 기존 및 개발 시스템의 필요성, 요구사항을 규정 · 운행노선, 세부 운행일정, 적합한 철도시스템 선정 - 도입시스템의 경제성 평가 및 타당성 검토 · 계약시 신뢰성 목표치를 정의(RAMS 기준제시) - 각 하부시스템별 시스템 보증수명, 주요 부품 또는 LRU(Line Replacement Unit) 단위 수준의 보증기간 명시 	<ul style="list-style-type: none"> · 계약서에 신뢰성 요구사항 명시 · ISO 9001(KS A 9001:국내) 규격 참조(요구사항)
설계/개발단계 IEC 60300-3-3 IEC 60300-3-4 IEC 60300-3-9 IEC 60300-3-13	<ul style="list-style-type: none"> · 신뢰성 요구사항의 정의와 할당을 정의 · 종합 시스템 상세설계에 대한 정의와 인증내용 정의 - 상세한 제조규격으로 문서화하고, 사용/정비 지침과 같은 문서들을 작성 - Fail-safe 설계, Fool-proof 설계 기술 등 문서화 - 안전성과 관련한 PHA(Preliminary Hazard Analysis), Hazard Log 작성 및 대책마련 	<ul style="list-style-type: none"> <운영기관> · 기술자료 및 제작도면 승인시 신뢰성 관련사항 명기 <제작기업> · 설계 및 개발
제조단계 IEC 60300-3-5 IEC 60300-3-7	<ul style="list-style-type: none"> · 제작감독(기준: 승인자료 및 관계 법령) · 공인기관의 구성품 시험[6] 	<ul style="list-style-type: none"> <제작기업> · 제작
설치단계 IEC 60300-3-5	<ul style="list-style-type: none"> · 종합시험 및 예비주행시험 실시[6] · 공인기관의 시험성적서 획득 	
운용/보전단계 IEC 60300-3-10 IEC 60300-3-11 IEC 60300-3-12	<ul style="list-style-type: none"> · 신뢰성관리조직에 의한 신뢰성관리체계에 의한 운용/보전 실시 - 보전지원에 대한 정성적, 정량적 요구사항 절차마련 - 도입시스템에 적합한 운용체계와 최적 보전방식의 관리체계 구축 - 고장 및 사고발생시 원인규명과 재발방지 대책마련 - 정기적 통계자료분석을 통한 시스템개선 방안마련 	<ul style="list-style-type: none"> · 정기적인 정성적·정량적 신뢰성 분석 자료 제출 · 고장 및 위험원에 대한 대책마련 · IEC 관련 한국산업규격 활용[4]
폐기단계	<ul style="list-style-type: none"> · 폐기대상 시스템의 평가 후 폐기 · 대체 시스템 선정계획 및 평가 후 대체 시스템 도입 	<ul style="list-style-type: none"> · 도시철도차량정밀진단기준 [7]에 의거 평가

4.5 수명주기 단계별 종합신뢰성 경영시스템 적용 업무

<Table 4>에는 각 단계별로 필요한 종합신뢰성 경영시스템에 관하여 적용할 수 있는 규격, 주요 활동내용을 정리하였다. 또한 전 수명주기에 정성·정량 분석시 적용되는 기법으로는 FMEA/FMECA(결함모드와 영향 및 치명도 분석), FTA(결함나무분석), RBD(신뢰성 블록 다이어그램), MA(마코프 분석), PC(부품개수 신뢰도 예측) 등이며 신뢰성 관리조직은 IEC 60300-3의 세부사항을 참조하면 된다.

5. 결론

현대의 도시철도는 무인화와 자동화의 방향으로 기술이 급속히 발전하고 있어, 승객의 안전성 확보와 타 대중교통 수단과의 경쟁에서 우위를 점하기 위해서 시스템의 신뢰성 확보가 무엇보다 중요하며 신뢰성이 경영의 주요한 부분으로 적용되어야만 한다.

따라서 본 연구에서는 먼저 품질과 신뢰성의 특징을 비교 검토하여 신뢰성관리 중심의 경영시스템의 필요성을 기술하고, 종합신뢰성 경영시스템에 관한 국제 규격인 IEC 60300을 소개하여, 이를 운영기관에서 적용할 수 있는 방안을 각 단계별로 자세한 절차 및 활용내용을 제시하였다.

종합신뢰성 경영시스템 도입시 가장 중요한 점은 신뢰성이 제품 수명주기의 전(全) 단계에서 적용되어야 하며 CEO의 관심과 조직원의 공감대 형성만이 성공적인 효과를 거둘 수 있다. 향후 운영기관에서 종합신뢰성 경영시스템을 실제로 적용하여 비용절감과 승객의 신뢰성을 높이는 계기가 되기를 기대한다.

참고 문헌

1. IEC(1993), IEC 60300-1, Dependability management Part 1 : Dependability programme management, International Electrotechnical Commission.
2. IEC(1995), IEC 60300-2, Dependability management Part 2 : Dependability programme elements and tasks, International Electrotechnical Commission.
3. 김종걸 외1(2002), IEC 60300 표준의 개정방향에 관한 연구 (IEC60300-1 과 IEC60300-2를 중심으로, 2002년 안전경영과학회 춘계대회논문집, pp.45-51.
4. 한국산업규격(2003), KS A IEC 60300-3-5, 신인성 관리 제3부: 적용지침 제5장: 신뢰성 시험 조건과 통계적 시험 원칙, 산업표준협회.
5. 한국철도기술연구원(2004), 경량전철시스템 신뢰성 평가기술개발 연구결과보고서.

6. 건설교통부고시 제2000-126호, “도시철도차량의 성능시험에 관한 기준”, 2000.5.17
7. 건설교통부고시 제2000-334호, “도시철도차량의 정밀진단지침,

2000.12.27

8. 한국산업규격(2001), *KS A 9001, 품질경영시스템-요구사항*, 산업표준협회.