2007년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 2007. 7. 18 - 20

# RAMS기반의 도시철도시스템 표준규격 개발방향 연구

이 우동
한국철도기술연구원

# The Development Plan on Urban Transit System Standard of RAMS based

Lee, Woo-Dong
Korea Railroad Research Institute

Abstract - Urban transit is system that offer target Performance and function because various lower part system such as vehicles, signaling, power supply, rail track is consisted as complex. It is important first of all that describe correctly system requirement until configuration of system, design, manufacture, installation and test verification so that the complicated urban transit system is to act safety and reliable and to display target Performance and function properly. The system requirement assist the system developer to comprehensive the performance and function of system in basic design. Therefore, In this paper wishes to study way to analyze system of system requirement and apply to Urban transit.

## 1. 서 론

도시철도는 차량, 신호, 전력, 선로 등 다양한 하부시스템이 복합적으로 구성되어 목표성능과 기능을 제공하는 시스템이다. 도시철도와 같은 복잡한 시스템이 안전성, 신뢰성이 있게 동작하고 목표성능 및 기능을 제대로 발휘하기 위하여는 시스템의 구성, 설계, 제작, 설치 및 시험검증에 이르기까지 시스템 요구사항을 정확히 기술하는 것이 무엇보다 중요하다. 표준규격은 시스템을 개발하고 도입하는 데에 중요한 역할을 수행한다. 외국에서는 항공, 우주, 국방 등 다양한 분야에서 표준규격의 체계에 대하여 상당한 연구를 진행하고 있으며 특히 설계, 제작 및 유지보수에 걸쳐 신뢰성관련기준들을 연구하고 있다. 전산지원도구를 이용하여 표준규격의 체계를 분석하고 추적성 관리를 수행하고 있다. 도시철도에 있어서 표준규격은 차량시스템, 전력시스템, 신호시스템, 선로시스템, 역사설비, 유지보수설비 및 안전설비 등 도시철도의 모든 분야에 대하여 기술해야 하기 때문에 도시철도에 대한 기본적인 이해 없이는 시스템개발자나 시스템을 도입하고자 하는 자의 요구사항을 정확히 기술할 수가 없다. 최근에 국내에는 경량전철 등 무인운전시스템이 도입되기 시작하고 있으며 따라서 시스템을 도입하기 전에 표준규격을 정확히 작성하는 것은 무엇보다 중요하다 할 수 있다. 왜냐하면 표준규격이 정확히 기술되어야 표준규격의 본래 목적을 달성할 수 있기 때문이다. 시스템을 이해하고 이해된 시스템을 체계적으로 작성하는 것이 성공적으로 시스템을 도입하고 개발하는 데 첫걸음이 되는 것이다. 따라서 본 연구에서는 표준규격의 체계를 분석하고 이를 도시철도에 적용하는 방안을 연구하고자 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 표준규격의 정의 및 필요성

도시철도에 있어서 표준규격이란 “성능, 안전성 및 경제성이 확보된 시스템을 제공하기 위하여 도시철도를 구성하는 각 시스템 및 장치들에 필요한 기준 또는 요건들을 기술한 문서”라 정의할 수 있다. 도시철도는 차량, 전력, 신호·통신 및 선로 등 다양한 시스템 및 장치가 구성되어 서로 유기적으로 작용하기 때문에 어느 한 시스템이나 장치의 사양을 만족한다고 해서 시스템의 기능이 원활히 작용할 수가 없다. 따라서 성능, 안전성 및 경제성 등이 확보된 도시철도의 제공이라는 목적달성을 위하여 표준규격은 매우 필요하다 할 수 있다.

### 2.2 표준규격의 구성

도시철도시스템은 그림 1에서보는 바와 같이 차량시스템, 전력시스템, 신호·통신시스템, 선로시스템, 역사, 유지보수 및 운영시스템 등으로 구분할 수 있다. 차량시스템이란 궤도에서 운행하기 위해 제작된 동력차, 부수차 등을 말하며 차체, 대차, 제동장치, 추진/제어장치 및 전기장치 등으로 구성되어 있다.
전력시스템이란 차량의 운행에 필요한 전력을 공급하기 위한 설비로서 고속도차단기, SCADA 등을 말한다. 신호·통신시스템이란 열차를 자동 또는 무인으로 운전하기 위하여 필요한 차상 또는 지상에 설치된 설비 및 데이터 송·수신시스템으로서 자동열차제어장치(ATC), 자동열차운전장치(ATO) 및 자동열차관리장치(ATS) 등을 말한다. 선로시스템이란 도시철도차량이 운행될 수 있도록 차량을 지지하고 안내하기 위한 구조물로서 궤도, 상·하부교각 등을 말한다. 역사설비란 승객들이 승·하차에 필요한 승객안내장치, 방송장치, 승강장스크린 도아 등을 말한다. 유지보수설비란 차량의 정비를 위하여 필요한 설비들을 말한다. 운영시스템이란 시설을 이용하여 차량을 운행하기 위해 필요한 인적 및 관리체계를 말한다.

<표 1> 신뢰성 향상을 위한 위험판단사례

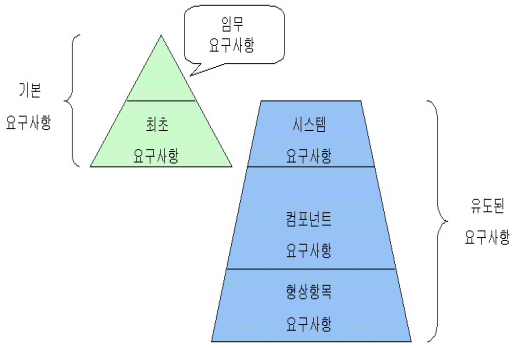
| 빈도 | 위험요소 분류 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Ⅰ치명적임 | Ⅱ중대함 | Ⅲ중요하지 않음 | Ⅳ무시해도 좋음 |
| A-Frequent | ⅠA | ⅡA | ⅢA | ⅣA |
| B- Probable | ⅠB | ⅡB | ⅢB | ⅣB |
| C-Occasional | ⅠC | ⅡC | ⅢC | ⅣC |
| D-Remote | ⅠD | ⅡD | ⅢD | ⅣD |
| E-Improbable | ⅠE | ⅡE | ⅢE | ⅣE |

앞에서 언급한 바와 같이 도시철도는 다양한 시스템 및 장치들이 조합되어 목표 성능을 달성하고 필요한 기능을 수행하여야 한다. 따라서 도시철도는 어느 한 장치의 성능 및 기능도 중요하지만 차량, 전력, 신호·통신, 선로 등이 조합되어 시스템적으로 성능 및 기능이 원활히 발휘되는 것이 보다 중요하다고 할 수 있다. 특히 이들 시스템이 안전하게 운행되어야 하며 경제적으로도 효율적인 시스템이 되도록 하는 것도 고려되어야 할 사항이다. 따라서 도시철도에 있어서 운행시격, 제어기능 등 표준규격을 정확히 작성하여 이를 구현하는 것이 사업의 목표를 달성하고 성공적인 시스템 개발 성패의 기준이 될 수 있다.

### 2.3 표준규격의 체계와 분류

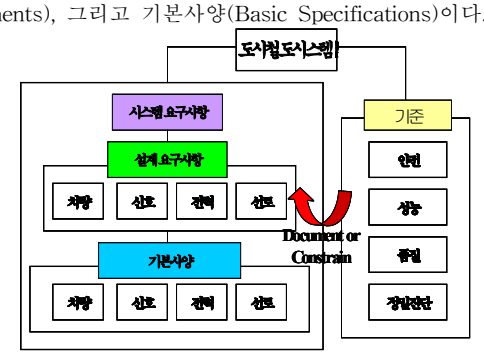
표준규격은 개발하고자 하는 시스템의 기원이 되는 동시에 개발된 시스템의 검증 기준이 되는 것이다. 따라서, 표준규격을 제대로 분석할 수 있는 능력의 유무가 성공적인 시스템 개발 성패의 가늠자가 될 수 있다. 표준규격은 내부에 계층구조를 가지고 있다. 계층의 최상부에는 임무 요구사항(Mission Requirement)이 자리잡고 있다. 임무 요구사항은 개발하고자 하는 시스템의 모든 이해당사자들이 선호하는 것이 무엇인지에 대한 요구를 말한다. 개발하고자 하는 시스템의 임무 요구사항이 정의되고 나면, 고객은 자신이 원하는 요구사항을 기술하게 되는데 이것이 최초 요구사항(Originating Requirement)이다. 최초 요구사항(Originating Requirement)은 시스템에 대한 제약사항이나 성능에 대해 언급

하는 요구사항으로 이해당사자의 기술에 의해 작성되며, 시스템에 의해 해결되어야 할 필요성이 있는 문제를 정의하고, 시스템의 운영 개념을 구축한다. 시스템 엔지니어는 최초 요구사항을 엔지니어링 용어로 전환하는 작업을 하게 되며 이때 표준규격이 만들어진다. 최초 요구사항과 표준규격이 담고 있는 내용은 같은 것이나 엔지니어링 접근 방법이나 정량화 정도에 따라 차별성을 갖는다. 표준규격으로부터 하부 시스템, 컴포넌트에 대한 요구사항을 유도해내고 결국에는 형상항목에 대한 요구사항이 만들어진다. 분해된 하위 요구사항들은 분해하기 전 상위 요구사항으로의 관계만을 가지기 때문에 다른 가지에서 파생된 표준규격과는 일반적으로 관계를 가지지 않아야 한다. 표준규격 모형(Tree)의 말단 노드에 있는 요구사항은 구체 설계자 (하드웨어/소프트웨어 설계자)가 이해할 수 있는 수준이어야 하며, 명확해야 하고 논증(Validation)이 가능해야 한다. 이러한 일련의 과정을 거쳐 요구사항이 틀을 갖게 되어 형상항목에 대한 하나의 요구사항이 어떤 임무 요구사항으로부터 유도되었는지를 파악할 수 있다.




<그림 1> 시스템의 요구사항의 체계

도시철도시스템의 표준규격을 크게 세가지로 분류하면, 시스템 요구사항(System Requirements), 설계요구사항(Design Requirements), 그리고 기본사양(Basic Specifications)이다.




<그림 2> 표준규격의 분류

## 2.4 도시철도시스템의 요구사항

표준규격의 구성을 기본으로 도시철도 시스템의 구조 및 특징을 감안하여 표준규격을 재정리하고자 하였다. 즉, 앞에서 설명한 시스템의 요구사항의 구성을 기본으로 하여 도시철도시스템의 기술하는데 필요한 요구사항의 기능들을 재배치하고 상위 요구사항과 그와 관련되는 것으로 판단되는 하위 요구사항을 연결시켜주는 작업을 수행하여 표준규격을 표 2와 같이 목표 요구사항, 입/출력요구사항, 기술/표준요구사항, 절충 요구사항 및 시험검증 요구사항의 5가지로 하였다.

<표 2> 도시철도시스템의 표준규격

| 분류 | 해당되는 요구사항 |
|---|---|
| 목표 요구사항 | - 시스템구성, 운영, 접근성, 설계수명 등 시스템목표 요구사항<br>- 승객서비스, 시스템운전모드, 고장관리 등 시스템운영 요구사항 |
| 입/출력 요구사항 | - 온도, 습도, 강우, 풍량 등 환경요구사항<br>- 화재안전, 안전원리 등 안전요구사항<br>- 차량보안, 설비보안 등 보안요구사항<br>- 차량가용성 등 시스템가용성 요구사항 |
| 기술 요구사항 | - 차량한계, 차량중량, 추진/제동/제어장치, 출입문 등 차량표준규격<br>- 스위치기어, 적산, 시스템 보호장치 등 전력 표준규격<br>- 자동열차운전장치, 자동열차보호장치, 자동열차감시장치 등 신호·통신 요구사항<br>- 승강장스크린도아, 역내통신장치 등 역사설비 요구사항<br>- 차량유치, 구원차량, 유지보수정보화, 시스템 시뮬레이터 등 유지보수설비 요구사항<br>- 전식, 전기재료 등 전기안전 요구사항 |
| 절충 요구사항 | - 비용 절충 요구사항<br>- 성능 절충 요구사항<br>- 비용/성능 절충 요구사항 |
| 시험/검증 요구사항 | - 차량/신호/전력시스템의 성능 및 기능 요구사항<br>- 소음, 진동, 전자기시험 등 환경시험 요구사항<br>- 차상설비/지상설비 장치고장시험 등 안전시험 요구사항<br>- 접지, 고조파시험 등 급전계통시험 요구사항 |

## 3. 결 론

도시철도표준규격의 체계가 갖추어졌다 하더라도 이 체계를 효율적으로 운영하고 논리적으로 검증하기 위하여 향후 다음과 같은 연구를 진행할 것이다.

첫째 전산지원도구로 표준규격을 구축하여 추적성관리가 가능하도록 해야 한다. 요구사항은 검토 및 개발과정을 통하여 변경될 수 있으므로 전산지원도구를 통하여 요구사항을 구축해야 한다.

둘째 성능해석 및 기능분석을 통하여 요구사항을 논리적으로 검증해야 한다. 성능분석 및 기능분석은 표준규격이 논리적 타당성을 지니고 있는 가를 검증하기 위한 것이다.

셋째 시스템의 개발 경험이 요구사항에 반영되어야 한다. 표준규격이 적용되기 위해서는
설계, 제작 및 시험과정에서 도출된 결과가 반영되어야 한다.

## [참 고 문 헌]

[1] INCOSE, Application of computer-aided system engineering to develop automated guided transit system architecture, 2001
[2] 대한전기학회 하계학술대회, 시스템엔지니어링 설계툴을 이용한 경량전철시스템 기능분석연구, 2001
[3] Tom Gilb, Competitive Engineering, 1995
[4] 건설교통부, 경량전철시스템기술개발사업(시스템엔지니어링) 3차년도 연구보고서, 2001
[5] 건설교통부, 도시철도차량 표준사양, 1998