

경량전철사업 시스템엔지니어링 적용기술 개발 전략

A Research Plan on the Application of Systems Engineering to Light Rail Transit Project

한석윤† 최요철* 박기준** 이안호***
Seok-Youn Han Yo-Chel Choie Ki-Jun Park Ahn-Ho Lee

ABSTRACT

Light Rail Transit(LRT) is a large scale complex system which combines rolling stocks, power supply, signal communication, tracks & stations, and hundreds of billions of wons per project are spent for construction. Therefore efficient integration of sub-systems is very important. The systems engineering is a good method to reduce the cost and risk of LRT project.

In this paper, we introduce a research plan on the application of systems engineering to LRT project. We, Korea Railroad Research Institute(KRRI), launched a research program with 4 companies, which is support by the government and project period is 4.5 years.

Main research topic is to develop the technology for the application of systems engineering technical process to LRT project based on ISO/IEC 15288.

1. 서론

경량전철시스템은 수송능력이 기존 지하철인 중량전철보다 작고 버스보다 큰 도시철도의 일종으로 시간 방향당 5천명~3만명 정도를 수송하는 교통시스템이다. 이러한 경량전철시스템은 차량, 전력, 신호통신, 선로시스템 등이 유기적으로 결합된 복합시스템으로, 경량전철사업은 노선 당 수천억원에서 조 단위의 예산이 투자되는 대규모 인프라 사업이다. 또한 건설 후에도 지속적인 유지보수를 통해 오랫동안 운영되는 특성으로 인해 건설 초기 단계에서부터 운영, 용도폐기에 이르기 까지 생명주기 관점에서 사업을 추진하는 것이 세계적인 추세이다. 경량전철을 성공적으로 건설하기 위해서는 여러 하위 시스템을 유기적으로 통합하고 인터페이스를 효율적으로 관리하는 것이 중요하며, 시스템엔지니어링 기술 적용은 매우 효과적이다. 국내에서 건설 또는 계획되고 있는 경량전철사업의 시스템엔지니어링 분야는 대부분 해외기업에서 주관하고 국내기업은 참여기업형태를 수행하고 있다. [1]

한국철도기술연구원에서는 2010.12에 경량전철사업에 시스템엔지니어링 적용기술을 개발하기 위해 연구를 착수하였다. 본 논문은 생명주기관점에서 경량전철사업에 시스템엔지니어링을 적용하는 기술을 어떻게 개발 할 것인가 하는 기본개념과 전략을 소개한다.

연구개발의 기본방향은 국제 표준규격 ISO/IEC 15288을 활용하여 생명주기관점의 기술프로세스와 주요 핵심기술관리프로세스 적용기술을 개발하고, 이를 통합모델로 구축하여 실제 노선자료를 입력하여

† 교신저자, 한국철도기술연구원, 도시철도표준화연구단 수석연구원, 정회원
E-mail : syhan@krri.re.kr

* LS산전

/ 한국철도기술연구원

도시철도표준화연구단 책임연구원, 정회원

개발 모델의 실효성을 확인하는 것이다. 또한 국내에 건설되고 있는 경량전철사업에 시스템엔지니어링기술 적용이 용이하도록 하는 지침을 연구하게 된다. 이러한 연구가 완료되는 2015년에는 국내 경량전철시스템엔지니어링 기술의 자립과 경량전철사업을 해외에 던키로 진출할 수 있는 기반을 확보될 것으로 기대된다.

2. KSX ISO/IEC 15288 규격의 시스템엔지니어링 생명주기 프로세스 [2,3]

시스템엔지니어링은 성공적인 시스템을 실현시키는 다분야의 학문적 접근방법과 수단¹⁾으로, 고객의 요구사항을 가장 효율적으로 구현할 수 있도록하며, 복잡한 시스템의 개발·관리하기 위해 전체적(holistic) 생명주기적 관점에서 접근하며, 필요한 사항을 확인하고, 해야 할 일을 바르게 수행하도록 안내한다.

시스템엔지니어링관련 국제 표준규격인 ISO/IEC 15288은 2002년에 제정되었으며, 국내에는 이를 번역하여 KS X ISO/IEC 15288로 제정하였다. 본 연구는 국제표준규격이 2008년에 개정된 것을 반영한 국내 2009년 규격의 내용을 기반으로 연구를 수행한다.

2.1. 적용목적

시스템의 생명주기와 관계가 있는 획득자, 공급자, 기타 이해관계자 사이의 의사소통을 쉽게 하기 위해 정의된 일련의 프로세스를 정의한 것이다.

2.2. 적용범위

이 표준은 인위적 시스템의 생명주기를 설명하는 공통의 기본프레임워크를 정립하는 것으로 시스템을 구성하는 계층 구조의 어느 수준에서나 적용 가능하다. 또한 시스템의 개념형성, 개발, 생산, 이용, 운용 지원 그리고 용도 폐기를 포함한 시스템의 전 생명 주기에 적용되고, 조직 내부 또는 외부에서 이루어지는 시스템의 획득 및 공급에 적용한다.

2.3 시스템생명주기프로세스

이 표준은 시스템 생명주기 동안에 수행되는 활동을 네 개의 프로세스 그룹으로 모아놓았다. 이 그룹에 속하는 각 생명주기 프로세스는 각 그룹의 수행성과를 달성하기 위해 수행될 필요가 있는 목적, 요구되는 수행성과, 활동 및 태스크 항목으로 설명된다.



1) 국제시스템엔지니어링협회(INCOSE, International Council on Systems Engineering)의 정의

그림 1. 시스템 생명주기 프로세스

3. 연구사업의 주요 내용 [1,4]

3.1 연구사업 개요

경량전철시스템 및 운영고도화를 위한 시스템엔지니어링 적용기술개발 사업은 지식경제부의 지원을 받아 2010.12.부터 2015.5까지 4년6개월간 수행되며, 경량전철사업에 시스템엔지니어링 기술프로세스 및 핵심기술관리 프로세스를 적용하는 기술을 개발하는 것이다. 1차년도에는 연구사업 추진을 위한 기본계획을 수립과 시스템엔지니어링 프로세스를 정의하고, 2차년도부터 4차년도까지 11개 기술프로세스에 대한 연구를 수행하고, 5차년도에는 4차년도 까지 개발한 기술을 통합하고 경량전철노선자료를 입력하여 개발기술을 검증한다.

연구내용의 내실화와 적용성이 높은 기술을 개발하기 위해 시스템엔지니어링 전문기관인 한국시스템엔지니어링협회, 국내외 전문가 그룹, 그리고 경량전철 사업수행기관 등으로부터 자문 및 의견을 수렴하고, 국제규격에 부합하도록 기술을 개발함으로써 해외진출의 기반을 마련할 수 있도록 한다.

3.2 연구비전 및 발전방향

3.2.1 연구비전

○ 비전 1은 국내에서 건설되고 있는 경량전철사업 시스템엔지니어링기술의 자립과 해외 진출기반 확보함으로써 국가 및 산업기술의 경쟁력 향상에 기여한다.

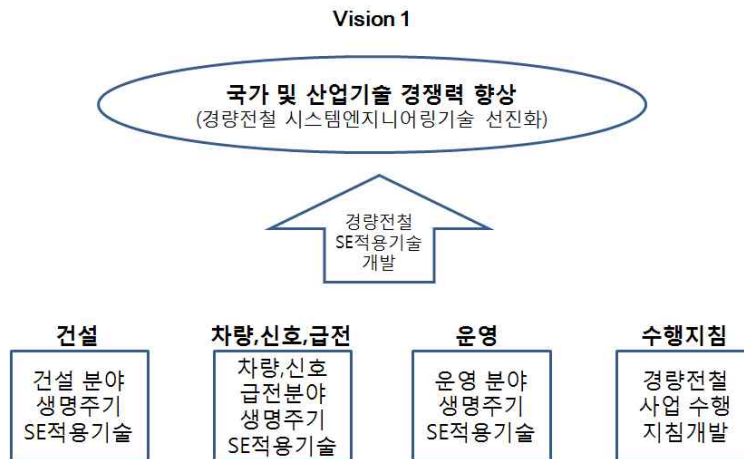


그림 2. 비전 1 - 국가 및 산업기술 경쟁력 향상

○ 비전 2는 국내외 시스템엔지니어링 관련 기관과의 협의체계 구축 및 기술교류로 경량전철 시스템엔지니어링 기술 선도

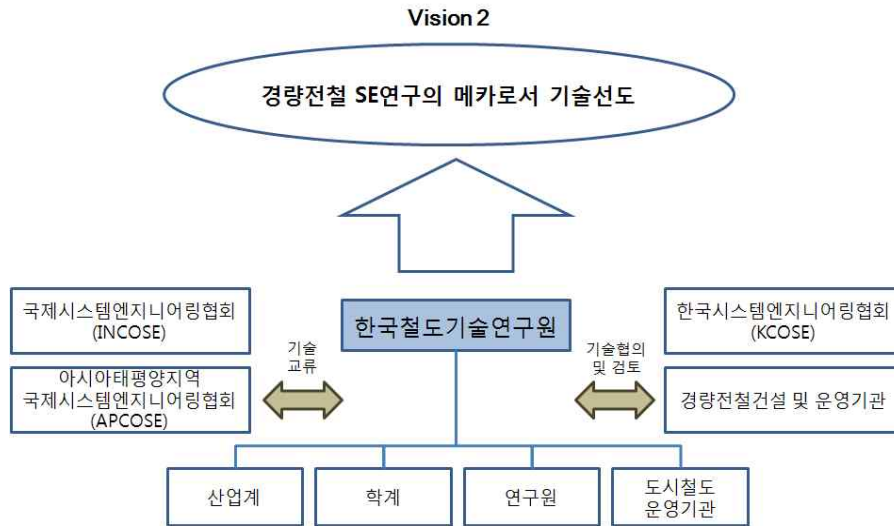


그림 3. 비전 2 - 경량전철 SE 기술 선도

3.2.2 발전방향

<p>1단계('10.12.01~'13.05.31.) : 경량전철 시스템엔지니어링 기술 기반 구축</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 기술개발사업 시스템엔지니어링 계획 수립 및 경량전철 수행 지침 개발 ○ 경량전철 시스템엔지니어링 생명주기 기술프로세스 템플릿 개발 및 사례작성 <ul style="list-style-type: none"> - 이해관계자 요구사항정의, 요구사항 분석, 아키텍처 설계, 구현, 통합 프로세스
↓
<p>2단계('13.06.01~'15.05.31.) : 경량전철 시스템엔지니어링 적용 기술 확보</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 경량전철 시범노선 자료 입력 및 검증 ○ 경량전철 시스템엔지니어링 생명주기 기술프로세스 템플릿 개발 및 사례작성 <ul style="list-style-type: none"> - 시스템 검증, 배치, 확인, 운용, 유지보수 및 프로세스
↓
<p>3단계('15.06.01~'20.12.31.) : 경량전철 시스템엔지니어링 기술 실용화 및 기술 선도</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 국내 경량전철사업에 적용 및 시스템엔지니어링 DB 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 참여기관으로 구성된 경량전철 시스템엔지니어링 협의회 구성 및 운영 ○ 해외진출 및 국제 협력 확대

3.3 연구사업의 최종 목적

- 경량전철사업의 효율적인 건설과 운영을 위해 생명주기관점의 시스템엔지니어링 기술 프로세스 적용 모델 "SELRT1)" 개발
 - 생명주기 시스템엔지니어링 기술프로세스 통합 적용모델 구축 : SELRT
 - 경량전철 노선 자료를 활용한 적용모델 검증 및 확인
- 경량전철 시스템엔지니어링 수행지침 개발 및 확산전략 수립

1) SELRT : Systems Engineering for Light Rail Transit

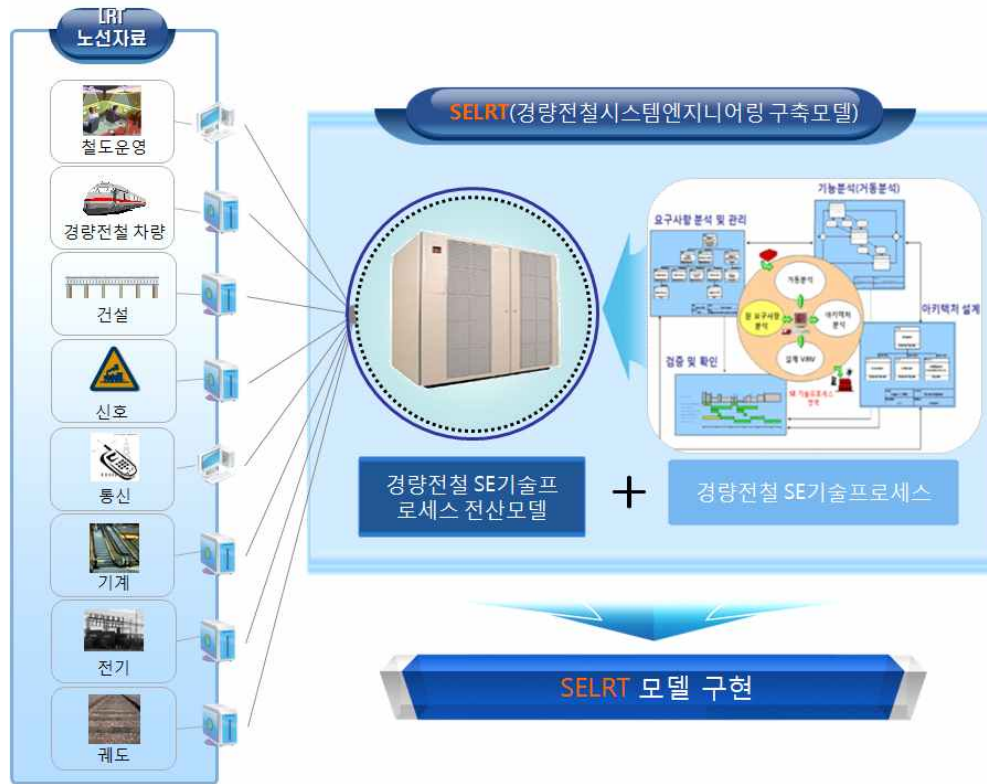


그림 4. 경량전철 SE 구축모델 "SELRT"

3.4 주요 연구 내용 [1,4]

3.4.1 경량전철 시스템엔지니어링 적용 지침

(1) 개발목표

국내에서 건설되고 있는 경량전철사업에 시스템엔지니어링기술의 적용이 용이하도록 지침을 개발하여 지자체 등에 보급한다

(2) 주요 내용

시스템엔지니어링 적용 지침 및 해설서를 작성한다. 지침은 국제규격의 내용을 기반으로 하되 국내 적용 환경을 최대한 고려하여 작성한다.

3.4.2 시스템엔지니어링관리계획(SEMP)

시스템엔지니어링관리계획은 사업의 시스템엔지니어링활동을 정의하기 위한 최상위 수준의 계획으로 계약자의 시스템엔지니어링에 대한 전반적인 엔지니어링 통합노력을 관리, 통제 및 수행하기 위한 활동을 기술한 것이다.²⁾

(1) 개발목표

경량전철사업을 수행하기 위한 총괄 SEMP와 주요 하위시스템에 대한 SEMP를 작성한다. 본 연구에서는 도출 가능한 항목을 가능한 한 많이 수록하고, 경량전철사업 적용시에는 현장의 환경 등에 따라 조정(tailoring)하여 적용할 수 있도록 한다.

(2) 주요 내용

SEMP는 국제표준 및 가이드북, 그리고 국내외 기관의 SEMP자료를 분석하고 국내 경량전철사업의 실정에 맞는 SEMP를 작성한다. 먼저 SEMP 작성 템플릿을 제시하고 그에 따라 총괄SEMP 및 주요 하

2) DI-SESS-81785(20091014)

위 시스템에 대한 SEMP를 작성한다.

SEMP는 4장 및 부록으로 구성하며, 제1장은 SEMP에 대한 개요와 적용하는 경량전철사업에 대한 전반적인 사항을 서술한다. 제2장은 시스템엔지니어링 관리부분으로 SEMP를 수행 및 통제하기 위한 조직 체계, 기술적 프로젝트 계획 및 통제, 시스템엔지니어링 기술프로세스, 특수엔지니어링 통합 등을 서술한다. 제3장에서는 추가 시스템엔지니어링 활동, 제4장은 문서관리체계, 제5장에는 공지사항 그리고 부록에는 각 프로세스의 문서를 첨부한다.

3.4.3 경량전철사업 시스템엔지니어링 기술프로세스

프로세스는 입력물을 출력물로 변환시키는 일련의 상호 관련된 활동의 집합이다. 표준규격 KS X ISO/IEC 15288에는 이해관계자 요구사항 등 11개의 기술프로세스가 있다. [2] 아래 그림은 기술프로세스의 Vee모델이다.



그림 5. 시스템엔지니어링 기술프로세스 Vee 모델

(1) 개발목표

경량전철사업을 체계적이고 효율적으로 수행하기 위해 필요한 생명주기관점의 11개 기술프로세스에 대한 작성 템플릿과 적용사례를 작성한다.

(2) 주요 내용

11개 기술프로세스는 표준규격 KS X ISO/IEC 15288과 국제 시스템엔지니어링협회 핸드북³⁾을 기반으로 작성한다. 각 프로세스는 10장으로 구성하며, 제1장에는 해당 프로세스에 대한 전반적인 사항을 서술하고, 제2장은 프로세스 흐름도, 제3장에는 역할 및 책임, 제4장은 프로세스 착수기준, 제5장은 프로세스 입력물, 제6장은 프로세스 상세 활동 및 태스크, 제7장은 프로세스 완료기준, 제8장은 프로세스출력물, 제9장은 문서관리, 그리고 제10장에는 참고사항을 기술한다.

3.4.4 경량전철사업 시스템엔지니어링 핵심기술관리프로세스

핵심기술관리프로세스는 국내 경량전철사업 현장에서 시스템엔지니어링 활동으로 주로 수행하는 프로세스다. 본 프로세스와 관련하여 시스템엔지니어링 표준규격에 명기되지 않은 것은 해당 핵심기술과 관련 있는 국내외 규격을 준용하여 이를 11개 기술프로세스와 유사한 방법으로 업무를 분해하여 작성한다.

(1) 개발목표

성능통합관리, 설계관리, 인터페이스관리, RAM관리, 안전성관리, EMI/EMC 관리, 소음/진동관리, 소프트웨어관리, 시험/시운전관리 등 9개의 핵심기술관리프로세스에 대한 작성 템플릿과 적용사례를 작성한다.

(2) 주요 내용

9개의 핵심기술관리프로세스는 기술프로세스와 같이 각 프로세스는 10개장으로 구성된다.

3) INCOSE HANDBOOK Ver. 3.2

3.4.5 경량전철사업 시스템엔지니어링 기술지원프로세스

표준규격KS X IISO/IEC 15288 의 프로젝트 프로세스 중 기술지원프로세스 부분으로 위험관리, 형상관리, 정보관리에 대한 작성 템플릿과 적용사례를 작성한다. 각 프로세스의 구성은 기술프로세스의 구성과 동일하다.

3.4.6 시스템통합 및 모델 구축(SELRT)

(1) 개발목표

기술프로세스, 핵심기술관리프로세스, 기술지원프로세스를 통합한 모델 “SELRT”를 구축한다.

(2) 주요 내용

개발한 기술프로세스와 핵심기술관리프로세스, 그리고 기술지원프로세스를 통합하고 실제 노선자료를 입력하여 실효성을 검증한다.

3.4.7 SE기반 자료 및 산출물 관리시스템

(1) 개발목표

시스템엔지니어링 연구에서 생성되는 자료 및 산출물을 효율적으로 관리하고, 향후 경량전철사업 수행 시 활용이 가능하도록 확장성을 고려한 시스템엔지니어링 기반의 자료 및 산출물관리 시스템을 개발한다.

(2) 주요 내용

시스템엔지니어링 기반의 자료 및 산출물 관리체계는 경량전철사업 수행을 지원하는 개념을 반영하고, 사업 수행과정에서 활용이 가능하도록 확장성을 고려하여 구축 한다. 기술자료는 시스템엔지니어링 전산도구와 프로젝트 관리 도구에서 생성하고 관리하며, 각 각에서 생성된 정보는 생명주기에 따라 갱신 되고 관련 정보와 추적되어 통합적으로 관리할 수 있도록 한다.

3.4.8 SE적용기술 확산전략 수립

(1) 개발목표

연구사업의 최종연도에는 개발한 시스템엔지니어링 적용기술이 경량전철사업에 적용이 촉진될 수 있도록 하는 전략을 수립한다.

(2) 주요 내용

경량전철사업을 수행하는 관련 기업, 사업을 시행하는 지방자치단체 등에 본 연구결과가 적용될 수 있도록 하는 전략을 수립하고, “SELRT”에 대한 교육실시, 연구사업 참여기관으로 구성된 진흥회 운영 등에 대한 연구를 수행한다.

4. 결론 및 향후 방향

시스템엔지니어링은 고객의 요구사항을 효율적으로 구현할 수 있도록 한다. 이러한 시스템엔지니어링 기술은 선진국에서는 경량전철사업에 이미 적용하고 있으며, 국내산업계에서도 이를 인지하고 기술의 확보를 위한 많은 노력을 기울이고 있다.

본 연구는 경량전철시스템엔지니어링 기술의 중요성을 절감한 국내의 산학연 관련 기관들이 컨소시엄을 구성하여 추진하고 있다. 위에서 서술한 바와 같이 1차년도에는 연구사업 추진 기본계획과 각 기술프로세스를 정의하고, 이에 따라 순차적으로 상세 연구를 수행한다면 연구가 완성되는 최종 연도에는 선진국수준에 도달 할 수 있을 것이다.

그러나 연구사업의 비전에서 제시한 것처럼 본 연구사업이 완료된 이후에도 국내 경량전철사업의 적용확대와 시스템엔지니어링 DB 구축을 지속적으로 수행할 수 있도록 하는 정부의 정책지원이 필요하다. 또한 경량전철사업에 시스템엔지니어링 적용을 의무화 하도록 하는 법제도를 정부에서 제정한다면

국내 시스템엔지니어링기술의 발전에 크게 기여할 수 있을 것이다.

후기

본 연구는 지식경제부 엔지니어링원천기술개발사업(경량전철시스템 및 운영고도화를 위한 시스템엔지니어링 적용기술개발)의 연구비지원에 의해 수행되었습니다.

5. 참고문헌

1. 한석윤 외, "경량전철시스템 및 운영고도화를 위한 시스템엔지니어링 적용기술개발," 연구과제 계획서(1차년도), 한국철도기술연구원, 2010.12.
2. KSX ISO/IEC 15288(2009), 정보기술-시스템 및 소프트웨어 공학-시스템 생명주기 프로세스
3. KSX ISO/IEC TR 19760(2008), 정보기술-시스템엔지니어링- KSX ISO/IEC 15288 시스템 생명주기 프로세스의 적용을 위한 안내서
4. 한 석윤 외, "경량전철시스템 및 운영고도화를 위한 시스템엔지니어링 적용 기술개발사업 1차년도 연구보고서, 한국철도기술연구원, 2011