

차세대 고속열차를 위한 시스템엔지니어링 관리계획 개발

이태형, 박춘수, 김기환, 한영재, 최성훈, 김상수, 한인수
한국철도기술연구원

A study on the Systems Engineering Management Plan
for the High-speed Electric Multiple Unit 400km/h eXperiment

Taehyung LEE, Choonsoo PARK, Kihwan KIM, Youngjae HAN, Sunghoon CHOI, Sangsoo KIM, Insoo HAN

Abstract - The HEMU-400X(High-speed Electric Multiple Unit 400km/h eXperiment) project starts last year. It is required to control and balance the systems engineering activities throughout the project life cycle for a successful completion of the project. This paper proposes the systems engineering management plan for the HEMU-400X project.

1. 서 론

건설교통부는 국내외 고속철도 시장의 능동적 대응과 지속 가능한 고속철도 기술 경쟁력을 확보하기 위해 차세대 고속철도기술개발사업을 작년부턴 시작했다. 차세대 고속철도기술개발사업의 목표는 최고시험속도 400km/h, 운영속도 350km/h 성능을 갖는 동력분산형 고속열차를 2013년까지 개발하는 것이다[1].

상기 사업의 성공적인 목표달성을 위해서는 사업에 참여하는 연구진이 공통적인 시스템엔지니어링 절차와 전략아래에서 연구개발을 수행해야 한다. 시스템엔지니어링 관리계획(SEMP)은 사업 생애주기동안 수행해야하는 시스템엔지니어링 활동과 사업관리를 효과적이고 효율적으로 수행할 수 있도록 도와주는 문서이다[2].

본 논문에서는 차세대 고속철도기술개발사업을 위해 현재까지 작성한 차세대 고속철도 시스템엔지니어링 관리계획[3]의 내용을 수정보완하는 한편, 상세 프로세스를 추가하여 개정하였는데 이에 대한 내용에 대해서 소개한다.

2. 본 론

2.1 SEMP 개요

HEMU-400X 시스템엔지니어링 관리계획서는 다음과 같이 구성하였다.

- 제 1장에서는 적용문서와 전체구조에 대해 기술한다.
- 제 2장에서는 시스템 개발을 위해 사용하는 시스템엔지니어링 절차를 정의한다. 본 장에서는 시스템엔지니어링을 수행하는데 있어 운영하는 절차를 정의하고, 해당 절차에 대한 내용을 정의한다.
- 제 3장에서는 전문 공학 영역을 위한 프로그램의 통합과 조정에 대하여 정의한다.
- 제 4장에서는 문서의 효력과 향후 개발 문서 관리에 대해 기술한다.

2.2 시스템엔지니어링 절차

2.2.1 시스템 수명주기

본 사업에서 개발하는 시스템의 수명주기는 개념, 정의, 설계, 구현, 검증, 운영, 폐기의 7단계로 구분한다.

2.2.2 기술개발프로세스

본 사업을 성공적으로 완수하기 위한 기술개발 프로세스는 아래 그림1과 같다.

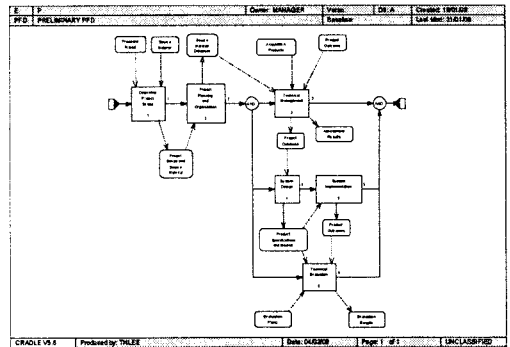


그림 1. 기술개발 프로세스

2.2.3 기술개발 계획 및 조직 프로세스

본 사업을 성공적으로 완수하기 위한 기술개발 계획 및 조직 프로세스는 아래 그림2와 같다. Top Down 방식의 시스템/하위시스템/부품 개발 수행, Bottom Up 방식의 부품/하위시스템/시스템 시험평가 수행, 기술검토(요구사항 확인 및 검증)를 위한 자료 작성, 설계대안 생성 및 효과 분석, 개발 시스템에 대한 기술평가 등을 효율적으로 수행하기 위하여 HEMU-400X 시스템 개발에 참여하는 각 기관 각 분야 실무담당 엔지니어로 구성된 통합제품개발팀을 구성하여 운영하고 있다.

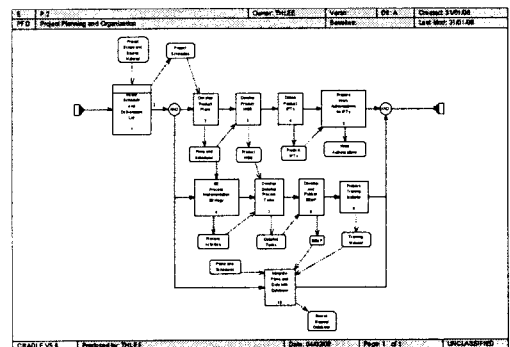


그림 2. 기술개발 계획 및 조직 프로세스

2.2.4 기술관리 프로세스

기술관리 프로세스에서는 그림3과 같이 기술개발 산출물을 관리하고 기술적 검토(Technical Reviews), 정보

배포, 관련 교육, 사업비 관리, 사업 평가(Project Assessment)의 업무를 수행한다.

기술관리 프로세스에서 중요한 점은 중요항목관리(Critical Item Monitoring)와 기술적성능측정(Technical Performance Measurements)이다. 중요항목관리는 위험완화의 한 가지 기법으로서 요구사항, 하드웨어, 소프트웨어에 존재하는 기술의 복잡도 정도, 최신 기술의 적용여부, 기능 요구사항에 잠재하는 고장에 의한 영향 정도에 따라 선정하고 관리할 계획이다. 기술적성능측정은 개발단계와 검증단계로 구분하여 개발단계에서는 시스템 요구사항 항목수 대비 하위시스템요구사항 및 사양서의 개발 완료 항목수, 하위시스템요구사항 및 사양서 항목수 대비 부품요구사항 및 사양서의 개발 완료 항목수를 기술적성능측정의 지표로 사용하고 검증단계에서는 부품시험, 통합시험, 공장시험, 시운전시험의 항목 수 대비 완료 항목수를 기술적 성능 측정의 지표로 사용한다.

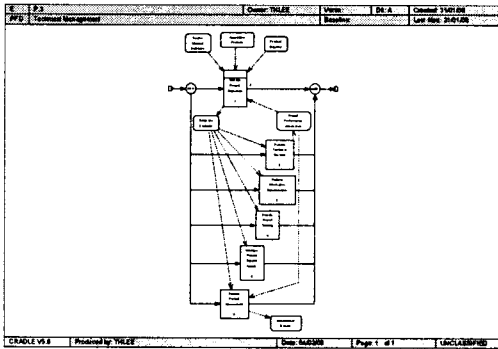


그림 3. 기술관리 프로세스

2.2.5 시스템엔지니어링 설계프로세스

시스템 개발을 위한 설계 프로세스는 그림4와 같다. 요구사항 분석 프로세스와 기능 거동 분석 프로세스, 물리적 아키텍처 분석 프로세스를 수행하여 설계 대안을 탐색하고 기술 평가 프로세스를 통해 최적의 설계 대안을 선정한다. 설계 프로세스는 시스템, 하위시스템, 부품 수준까지 반복을 수행하고 그 결과로 개발품의 사양과 모델을 산출한다.

요구사항 분석 프로세스는 시스템, 하위시스템, 부품 수준으로 설계가 진행함에 따라 각 수준에서 최적의 요구사항을 도출하기 위해 적용하는 프로세스이다. 요구사항 분석 프로세스는 각 대안에 대해 반복적으로 수행한다.

각 설계 대안에 대한 요구사항은 기술평가 프로세스를 통해 검증을 수행한 후 베이스라인을 형성한다.

기능 거동 분석 프로세스는 요구사항에 대한 거동 분석을 통해 모델을 선정하고 요구사항을 거동 모델에 할당하여 누락된 요구사항을 찾아내고 누락된 기능을 찾아내는 프로세스이다. 기능 거동 분석 프로세스는 각 대안에 대해 반복적으로 수행한다. 각 설계 대안에 대한 기능 모델은 기술평가 프로세스를 통해 검증을 수행한 후 베이스라인을 형성한다.

물리적 아키텍처 분석 프로세스는 기능 모델에 대한 분석을 통해 각 기능을 부품에 할당하여 누락한 기능을 찾아내고 요구사항을 만족하는 지 여부를 분석하는 프로세스이다. 물리적 아키텍처 분석 프로세스는 각 대안에 대해 반복적으로 수행한다. 각 설계 대안에 대한 물리적 모델은 기술평가 프로세스를 통해 검증을 수행한 후 베이스라인을 형성한다.

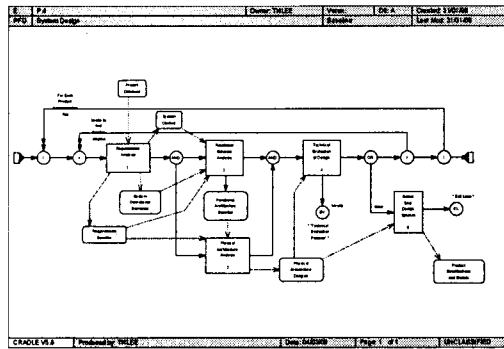


그림 4. 시스템엔지니어링 설계 프로세스

2.2.6 시스템 구현 프로세스

시스템 구현 프로세스는 그림5와 같이 시스템 설계 프로세스를 통해 산출한 개발품 사양과 모델을 기초로 통합 계획에 따라 개발품과 외부 획득품을 통합하여 시스템을 구현하고 시험을 통해 평가를 수행하고 인도 위치에 배치하는 프로세스이다.

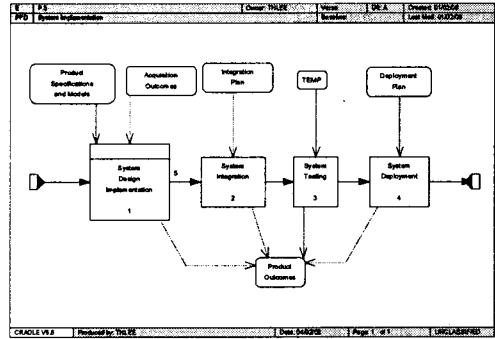


그림 5. 시스템 구현 프로세스

2.2.7 시스템시험 프로세스

HEMU-400X에 대한 시험평가는 SE기반의 시험/검증 절차를 준수하여 기능 및 성능시험을 실시한다. 시험단계는 부품시험, 통합시험, 공장시험을 포함하는 개발기관 자체 시험과 본선 시운전시험으로 구분하여 진행한다.

2.2.8 기술평가 프로세스

기술평가 프로세스는 그림6과 같이 설계 프로세스와 시스템 구현 프로세스의 결과물을 평가하는 것으로 요구사항 확인과 설계대안 검증을 수행하는 프로세스이다.

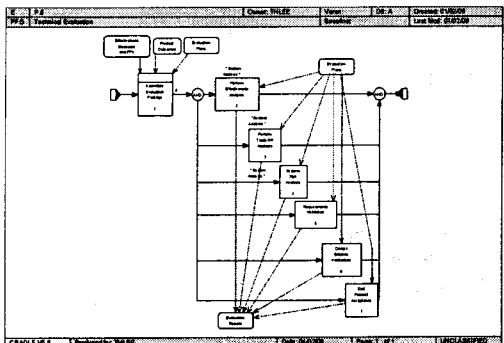


그림 6. 기술평가 프로세스

2.3 전문 공학 분야 통합

2.3.1 SEMP와 기타 프로그램 연관성

본 시스템엔지니어링 관리계획과 하부 개발기관에서 작성하는 계획 및 프로세스는 상호 연관되어야 하며 시스템엔지니어링 관리계획을 중심으로 통합되어야 한다. 시스템엔지니어링 관리계획서와 상호 연관성을 갖는 독립된 계획들은 신뢰성관리계획, 유지보수성 관리계획, 시스템 안전 계획이 있다.

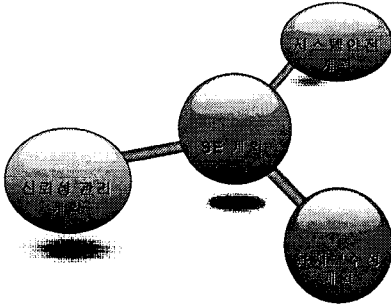


그림 7. SEMP와 기타 프로그램 연관성

2.3.2 위험관리

체계적인 위험관리 절차 및 정기적인 위험진단을 통하여 본 사업에 부정적인 영향을 줄 수 있는 잠재적인 위험요소를 조기에 식별하고, SE 프로세스 기반의 체계적인 관리 및 통제활동을 수행한다.

위험관리 절차는 적시에 위험을 확인하고, 정확하게 위험을 평가하고, 효과적으로 위험에 대한 조치를 지속적으로 수행하기 위한 것이다. 진도 측정 및 사후조치들은 설계, 개발, 운영체제로의 전환에 있어서 위험을 저감시키기 위한 위험관리 체계에서의 지속적인 순환과정이다.

2.4 문서의 효력과 향후 개발 문서 관리

본 문서의 효력은 시스템엔지니어링 관리계획서의 배포와 통합제품개발팀 구성과 동시에 발생하며, 상세한 일정 및 계획은 통합제품개발팀의 결정에 따른다. 본 문서 배포 후 발생하는 주요 문서는 향후 배포하는 문서 체계를 따라야 하며Cradle을 사용하여 관리한다.

3. 결 론

차세대 고속열차 개발을 성공적으로 완수하기 위한 시스템엔지니어링 관리계획을 개발할 수 있었다.

관리계획은 시스템 개발을 위해 사용하는 시스템엔지니어링 절차에 대한 정의와 전문 공학 영역을 위한 프로그램의 통합과 조정에 대한 것을 중심으로 하였다.

사업이 진행함에 따라 지속적인 관리계획을 계속 개정하여 배포할 예정이며 이를 통해 사업에 참여하는 연구진이 일관된 시스템엔지니어링 절차에 따라 연구개발을 진행할 수 있도록 할 예정이다.

또한, 시스템엔지니어링의 활동을 전산지원시스템엔지니어링도구를 사용하여 그 효과를 극대화할 예정이다.

감사의 글

본 논문은 국토해양부에서 지원하는 차세대 고속철도기술개발 사업의 일환으로 수행하였다.

[참 고 문 헌]

- [1] 차세대고속철도기술개발사업 기획보고서(2006.5) 한국철도기술연구원
- [2] Young-Hoon Lee, "A study on the systems engineering management plan for the korean maglev commercialization project", 2nd international conference on experience/process/systems modelling/simulation & optimization, Athens, 4-7 July, 2007
- [3] 이태형 외, "차세대 고속철도 시스템엔지니어링 관리계획", 한국시스템엔지니어링협회 추계심포지움, 2007.11.7