

철도안전프로젝트에 적용한 시스템엔지니어링 관리계획서 작성에 관한 연구

A Study on the Systems Engineering Management Plan for the Railway Safety Project

최요철[†] · 조연옥^{*}

Yo-Chul Choi · Yun-Ok Cho

Abstract

The Systems Engineering Management Plan (SEMP) is the primary, top level technical management document for the integration of all engineering activities at the project plan phase. This document defined the activities to plan, control, and perform overall engineering integration. To develop the SEM for Railway Safety System, several standards are reviewed and analyzed. And then a common requirement for SEM preparation is derived from the results of analysis. Also, the SEM example available practically applies to Railway Safety System. In particular, The SEM focused on controlling technical program management has been organized so far, but in this study the detailed contents of SEM put stress on project management is derived. And it is related to each other between project management and technical engineering management. At the end, to continuously manage the items and contents of the SEM, a database management and an automatic document generation system is presented using Computer-Aided Systems Engineering (CASE) tool.

Keywords : Systems Engineering Management Plan(시스템엔지니어링 관리계획서), Requirement(요구사항), Railway Safety System(철도 안전 시스템), Systems Engineering(시스템엔지니어링), Computer-Aided Systems Engineering(전산지원 시스템엔지니어링)

1. 서론

국내뿐만 아니라 세계적으로 사회가 점점 발전함에 따라 기술위험성 증가 및 안전육구의 증가 추세로 안전관리가 국가 전체의 매우 중차대한 주제로 부각되고 있다. 특히 철도 교통시스템의 경우 작은 안전관리 소홀로 인해 대형사고 발생률이 매우 높으며, 그 피해는 매우 심각하게 나타난다 하겠다. 예로서 과거 20년간의 국내외 철도사고사례 분석 결과를 살펴보면 국내 철도 사고 피해의 심각성은 안전 확보와 피해저감을 위한 종합적인 안전관리 체계의 미비가 주요한 원인으로 분석되었다[1]. 철도시스템의 특성상 시스템 개발단계보다는 운영단계에서 사고 발생위험이 높고, 이로 인해 대형사고로 이어지는 사례가 많이 있다. 잠재된 사고 위험과 안전위험요소를 개념설계 단계에서부터 철저히 분석

하고 관리해 나감으로써 운영단계에서 발생할 수 있는 사고를 미연에 방지하거나 그 피해를 최소화할 수 있도록 철도 안전시스템을 마련해야 한다. 철도안전시스템을 성공적으로 개발하기 위해서는 3P(People, Process, Product) 등을 고려한 수명주기 개념을 도입한 프로젝트 관리와 기술적 엔지니어링 활동이 이루어 져야 한다. 이러한 활동을 효과적이고 효율적으로 지원하기 위한 하나의 대안으로 본 논문에서 연구된 시스템엔지니어링 관리계획서(SEMP; Systems Engineering Management Plan)는 철도안전시스템에 있어서 안전을 프로젝트 초기부터 고려하고 이를 전체 설계에 반영하므로써 결국 안전을 확보하는 중요한 활동이 될 수 있다.

2. 시스템엔지니어링 관리계획서(SEMP)

2.1 프로젝트 관리계획서(PMP)와 시스템엔지니어링 관리계획서(SEMP)의 차이점 분석

프로젝트 관리계획서(Project Management Plan)는 프

[†] 책임저자 : 정회원, 한국철도기술연구원 철도시스템안전연구본부
E-mail : ycchoi@krti.re.kr
TEL : (031)460-5549 FAX : (031)460-5509

^{*} 정회원, 한국철도기술연구원 철도시스템안전연구본부

로젝트를 어떻게 관리할 것인가를 정의하며, 시스템엔지니어링 관리계획서(SEMP)는 프로젝트 계획서에서 확립된 제약사항내에서 프로젝트를 어떻게 기술적으로 관리할 것인가에 대해 모든 프로젝트 관계자에게 정의를 내린 하위문서이다. 이에 프로젝트 관리자는 전체 프로젝트 수명주기의 관리에 집중하는 반면에, 프로젝트 수준 또는 리드(lead) 시스템엔지니어는 프로젝트의 기술적 측면 관리에 집중을 한다. 정의된 프로그램의 제약사항내에서 프로젝트의 목표와 목적을 달성하기 위해서 SEMP는 모든 관계자들이 어떻게 사전에 확립된 관리 절차(practices)에 응답해야 하는지에 대해 모든 관계자들과 서로 의사소통을 한다. 예를 들어, 프로젝트의 내부적 그리고 외부적 인터페이스 통제를 위한 방법을 서술해야 한다. 또한 SEMP는 시스템 개발 및 지원을 위한 시스템엔지니어링 관리 기술들이 어떻게 적용되어야만 하는지에 대해서 서로 의사소통을 한다.

2.2 시스템엔지니어링 관리계획서(SEMP) 정의

시스템엔지니어링 관리계획서는 시스템엔지니어링 업무활동 관리를 위한 최상위 수준의 계획으로 프로그램을 조직화하고, 체계화하며, 이를 수행해 나아가는 방법과 고객 요구사항을 만족하는 제품을 제공하기 위하여 통제하는 전체적인 엔지니어링 프로세스 방법을 정의한 문서이다. 이는 포괄적이며, 전체 통합 엔지니어링 노력을 어떻게 관리하고 수행해야 할 것인지에 대해 명확하게 서술해야 하며, 프로젝트 계획에서 확립된 제약사항내에서 프로젝트를 어떻게 기술적으로 관리할 것인가에 대해 모든 관계자에게 정의를 내리는데 사용되어 진다. 또한 시스템엔지니어링 기술적 관리 형식은 프로그램, 관할부서, 또는 기업 표준에 맞게 조정될 수 있다.

2.3 시스템엔지니어링 관리계획서의 역할

철도차량시스템, 선로구축물시스템, 전기신호시스템, 전력시스템과 같은 복잡하고도 규모가 큰 시스템들로 구성된 철도시스템 개발 시 체계적이며 합리적인 프로젝트 관리와 기술적 관리가 적용되지 않는다면, 잦은 계획의 변경, 비용의 증가, 일정 지연 등의 중대한 문제가 야기 될 수 있다. 아직까지 국내의 군수 및 산업분야에서 SEMP가 많이 활용되고 있지는 않지만, SEMP의 필요성이 여러 분야에서 인식되고 있다. 계약자는 제안(proposal)프로세스 기간에 SEMP를 개발해야 하는데, 왜냐하면 SEMP는 프로젝트의 기술적 항목, 잠재적으로 비용이 많이 드는 위험관리 활동, 그리고 사용되어진 검증과 논증, 프로젝트 비용 예측의 예비조사 등의 활동 계획을 담고 있기 때문에 제안자와 계약자 사이에 중대한 문서로서의 역할을 한다. 인터페이스 통제문서, 변경 통제계획과 같은 모든 다

른 기술 통제문서, 매매 통제계획, 설계 검토계획, 기술 감사 계획은 SEMP에 의존하며 이것을 따라야만 한다.

2.4 각 표준에 따른 SEMP 분석

SEMP에 대해 처음으로 소개한 DI-MGMT-81024에 따르면 SEMP는 완전히 통합된 엔지니어링 노력을 계획하고 통제하기 위해 계약자의 제안된 노력을 기술한 것이라고 설명하였다. 이 문서를 간략히 살펴보면 SEMP를 크게 3부분으로 나누었다. Part I에서 시스템엔지니어링에 대해 기술 하였으며, Part II에서 기술적 프로그램 계획 및 통제에 대해 기술 하였다. 그리고 Part III에서 엔지니어링 통합에 대해

Table 1. Research result of reference for SEMP

조사문헌	항 목	특징
DI-MGMT-81024[2]	Part I - 시스템엔지니어링 Part II - 기술적 프로그램 계획 및 통제 Part III - 엔지니어링 통합	크게 3개의 Part로 구분하고, 각 Part에 대한 세부항목 제시, Part III에 대한 세부항목 없음 단지 SEMP의 정의, 포맷, 항목에 대해 기술
MIL-STD 499A[3]	Part I - 기술적 프로그램 계획 및 통제 Part II - 시스템엔지니어링 프로세스 Part III - 엔지니어링 특수 분야 통합	DI-MGMT-81024 참조하여 보다 세부적으로 작성되어 있으며, 비교적 문서의 포맷을 갖춘, 사용하지 않는 표준이나 Model Text가 존재함.
EIA-632[4]	1) What is the general problem to be solved? 2) What is the benefit to the acquirer? ... 12) What is the organizing structure? ... 18) What are the entry and exit criteria for reaccomplishing each process? 19) How will project completion be determined?	실제적으로 EIA-632 표준에는 SEMP의 항목에 대해서는 기술하지 않고 있으며, SEMP에 대한 용어를 Engineering Plan으로 바꾸어 사용하고 있음. Engineering Plan의 세부적인 항목에 대해서는 언급하고 있지 않으나, 시스템을 엔지니어링 하는데 요구되는 프로세스를 수행하는 방법에 대해 기술하고 있다. EP에 대한 내용은 추후에 INCOSE HANDBOOK의 SEMP작성의 근간이 됨.
INCOSE SYSTEMS ENGINEERING HANDBOOK[5]	a. 지표지 b. 제목 페이지 c. 목차 d. 범위 e. 적용문서 f. 시스템엔지니어링 프로세스 g. 핵심기술의 변화 h. 시스템엔지니어링 활동의 통합 I. 추가적인 시스템엔지니어링 활동 j. 주석 k. 부록	SEMP에 대한 정의와 방법론을 구체적으로 제시하고 있으며, 일반문서의 형식을 유지하여 작성되었다. 각 항목에 대한 작성지침이 매우 상세하게 기술되어 있고, 예를 제시함으로써 이해도를 높임. 그러나 전체적인 내용이 시스템 개발프로세스에 초점이 맞추어져 있어 프로젝트 관리부분의 업무에 대한 언급이 부족함.
IEEE 1220[6]	1. 범위 2. 적용문서 3. 시스템엔지니어링 프로세스 적용 4. 핵심기술의 변화 5.0 시스템엔지니어링 활동의 통합 6.0 추가적인 시스템엔지니어링 활동 7.0 주석	SEMP의 세부적인 목적과 항목을 체계적으로 작성하였으며, 이를 표준에서 권고하고 있음. 그러나 각 항목에 대한 작성지침이 간단하기 때문에 실제적으로 작성에 어려움이 있으며, Model Text가 존재하지 않음. 세부적인 지침은 INCOSE HANDBOOK을 활용.
NASA SYSTEMS ENGINEERING HANDBOOK[7]	Part I - 기술적 프로젝트 계획 및 통제 Part II - 시스템엔지니어링 프로세스 Part III - 엔지니어링 특수 분야 통합	크게 3개의 Part로 나누어 작성되어 있으며, 프로젝트 관리부분과 시스템엔지니어링 프로세스, 그리고 특수 분야까지 폭넓게 언급함. 각 Part에 대한 세부항목은 존재하나 구체적인 작성지침에 대해서는 언급하고 있지 않음.

기술하였다. 각 Part에 대한 설명과 수행되어야만 하는 활동과 산출물에 대해 정의를 하였으나 작성지침과 구체적인 사례에 대해서는 기술하지 않았다. 표 1의 SEMP 관련문헌 별 항목 및 특징을 분석한 결과를 보면 다른 표준에서도 비슷한 형태로 나타났다. 문헌조사 분석결과는 철도안전시스템에 활용할 SEMP 항목 도출에 활용하였다.

2.5 철도안전시스템에 적용한 SEMP 개발

안전을 시스템 개발 초기부터 반드시 고려해야 하는 철도 시스템의 경우 SEMP는 프로젝트 계획서와 동시에 개발되어야 한다. SEMP 개발 시, 프로젝트에 대해 기술적 접근법, 그리고 다음으로 프로젝트 수명주기의 기술적 측면이 개발되어야 한다. 또한 SEMP의 개발은 프로젝트의 결과물에 중요한 영향을 줄 수 있는 프로젝트의 모든 영역으로부터 지식을 소유한 프로그램 적이고 기술적인 전문가로부터 참여를 요구한다. SEMP에 대해 언급한 문헌들의 항목 및 특징을 분석한 결과를 토대로 SEMP의 공통 항목을 도출하였다. 철도안전시스템의 특성에 맞추어 안전과 관련된 활동들을 중심으로 항목을 도출하였으며, 또한 전체 수명주기에서 수행되어야 하는 중요활동에 대해서도 언급하였다.

3. 철도안전시스템 SEMP

3.1 SEMP 항목선정

기존 표준이나 참고문헌에서 제시한 SEMP의 항목을 분석한 결과를 간략히 살펴보면, 관리계획서의 전체 형식을 위한 겉표지, 목차에 대해 기술하고 있으며, 본문의 내용은 범위와 적용문서를 기술한 부분과 SEMP의 핵심이 되는 3개의 Part로 구분되어져 있다. 마지막으로 필요한 정보를 기술한 Notes와 부록으로 구성되어져 있다. 이에 본 논문에서는 아래와 같이 SEMP의 핵심부분인 3개의 Part에 대해 초점을 맞추어 철도안전시스템에 적용 가능한 SEMP의 항목을 선정하였다. 특히 철도안전시스템에 경우 개발초기부터 안전에 대해 관리해야 하는 부분에 대해 중점적으로 세부항목을 선정하였다.

Part I - 기술적 프로젝트 계획 및 통제활동(Technical Project Planning and Control Activities)

이 부분은 계약 엔지니어링의 통제를 포함하여 시스템 엔지니어링 관리를 위한 조직적인 책임과 권한을 식별하는 것이다.; 성능과 설계 요구사항을 위해 설정된 통제의 레벨, 그리고 사용된 통제 방법; 기술적 진행 확인 방법; 설계와 기술적 프로그램/프로젝트 검토를 위한 계획과 일정; 그리고 문서통제 등의 활동에 대해 정의하는 부분이다.

Part II - 시스템엔지니어링 프로세스 활동(Systems Engineering Process Activities)

이 부분은 시스템과 프로젝트의 요구사항에 대해 프로세스의 특별한 조정을 포함하고, 사용된 시스템 설계 프로세스의 상세한 서술을 포함한다.; 프로세스 수행에 있어서 사용된 절차; 사내 문서화; 절충연구 방법론; 시스템 비용-효과성 평가에 사용된 수학적 그리고/또는 시뮬레이션 모델의 형태; 그리고 규격서 생성들의 활동에 대해 정의하는 부분이다.

Part III - 특수 분야 엔지니어링 통합 활동(Specialty Engineering Integration Activities)

이 부분은 시스템엔지니어링 프로세스의 각각 반복하는 동안에 시스템엔지니어링 프로세스에 특수 엔지니어링 분야의 노력의 통합과 조정을 서술한다. 특수 분야 업무의 중첩이 잠재적일 때, SEMP는 이들 특수 분야의 상대적인 책임과 권한을 정의한다. 표 2는 SEMP의 세부항목의 일부분을 보여주고 있다.

Table 2. Detailed contents of SEMP

1	범위(Scope)
2	적용문서(Applicable Documents)
3	기술적 프로젝트 계획 및 통제활동(Technical Project Planning and Control Activities)
3.1	조직 및 책임 (Organization And Responsibility)
3.1.1	프로젝트 담당부서 역할(The role of the project office)
3.1.2	사용자 역할(The role of the user)
3.1.3	계약 담당부서 기술 대표 역할(The role of the Contracting Office Technical Representative(COTR))
3.1.4	시스템엔지니어링 역할(The role of systems engineering)
3.1.5	설계엔지니어링 역할(The role of design engineering)
3.1.6	The role of specialty engineering
3.2	기술적 프로그램 관리(Technical Program Management)
3.2.1	계약업무 할당 구조도(CWBS)
3.2.2	규격서 구조도(Specification Tree)
3.2.3	위험관리(Risk Management)
3.2.3.1	위험 인지(Risk Identification)
3.2.3.2	위험 평가(Risk Assessment)
3.2.3.3	위험 경감(Risk Mitigation)
3.2.3.4	위험 감시(Risk Monitoring)
3.2.3.5	리스크 갱신(Risk Renewal)
3.2.4	시스템 시험 계획(System Test Plan)
3.2.5	기술적 성능측정/분석(Technical Performance Measurement TPM)
3.2.5.1	기술 성능변수 정의(Parameters)
3.2.5.2	성능측정 계획(Planning)
3.2.5.3	기술 성능분석 실행(Implementation Of TPMs)
3.2.6	기술 검토 및 감사(Technical Reviews And Audits)
3.2.6.1	기술 검토(Engineering Technical Review)

3.2 모델기반 시스템엔지니어링 도구를 활용한 SEMP DB화 및 문서화

3.2.1 SEMP의 항목 및 속성 DB화

프로젝트의 형태와 규모에 따라 SEMP가 작성되어야 하지만, 반드시 방대한 문서를 요구하지는 않는다. 그러나 매우 복잡하고 여러 분야의 기술이 필요로 하는 프로젝트의 경우 필요에 따라 수백에서 수천 장의 SEMP가 작성되기도 한다. 수작업이나 기존 문서작성 프로그램으로 많은 양의 데이터를 관리하고 문서화 하는 일은 쉬운 일이 아니며, 오랜 시간을 투자해야 할 것이다. 이런 문제점을 해결하기 위해 전산지원 도구는 반드시 필요하다. 본 연구에서 최근에 발표 되었고 시스템엔지니어링 개념을 잘 표현한 Model-Based Systems Engineering(MBSE) 도구인 Cradle 을 활용하여 SEMP의 데이터를 입력하였다. 또한 데이터의 추가, 삭제, 변경 등의 방대한 정보 유동에 능동적으로 대처하도록 데이터를 체계화 하였다. 철도안전프로젝트를 위한 SEMP의 기본 항목을 도출하고 각 항목에 대해 내용을 전산화하기 위해 데이터 입력용 템플릿을 아래 그림 1과 같이 개발하였다. 템플릿은 번호, 이름, 상세내용, 등 여러 가지 속성을 고려하여 프로젝트 별로 작성하게 된다. 데이터의 양이 많아지고 관리해야 하는 속성 값들이 여러 가지 존재하면 템플릿의 효과성을 증대된다.

Fig. 1. Data input templet for SEMP

그림 2는 템플릿을 활용하여 입력된 데이터를 모델기반 시스템엔지니어링 도구를 통해 보여주고 있다. 도구를 통해 입력된 데이터는 변경관리에 매우 효율적이며, 데이터 문서

Fig. 2. Data input and traceability using MBSE tool

화하는데 편리성을 제공한다. SEMP의 항목을 크게 세 가지로 분류하고 보다 하위로 전개하면서 추적성을 확보하였다. 또한 Query(조회) 기능을 활용하여 필요한 정보를 신속하게 확인하고 수정, 관리할 수 있다.

3.2.2 SEMP의 자동 문서화

MBSE 도구를 활용하여 입력되고 체계화 시킨 SEMP의 데이터를 필요시 신속한 문서출력 업무를 지원하기 위해 MBSE 도구의 문서출력 모듈을 활용하여 SEMP의 데이터를 자동 출력한 문서의 표지(그림 3)와 개요(그림 4), 그리고 과제수행 대일정표(그림 5)를 제시하였다.

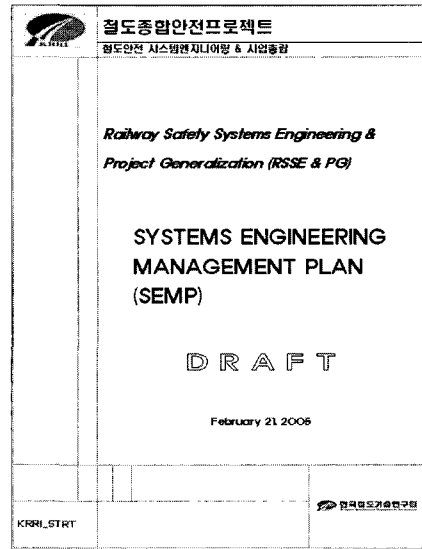


Fig. 3. Cover of SEMP

제 1장 시스템엔지니어링 관리계획서 개요

1. 목적

본 시스템엔지니어링 관리계획서는 철도중앙안전기술개발사업의 다단계개발 하위인 "철도안전 시스템엔지니어링 및 시뮬레이션" 단계의 관리와 수행을 위한 "기술적 현황을 종합한 최상위" 기술관리용 적용되는 문서이다. 본 문서는 개발 단계에 필요한 각 시공단계의 요소, 수행해야 할 시스템엔지니어링 활동, 계획관리 및 방법, 적용분야별 기술적 방법, 관리대상 및 범위, 적용분야 및 도구의 사용에 대한 설명을 포함하고 있다. 본 계획서는 개발 단계에 따라 계속 작성될 것이며, 최종시점에 도달한 후에는 최종의 사항에서 검토할 수 있는 형태의 사항이 포함된 계획서로 이용할 수 있도록 하는 것을 목적으로 한다.

1.2 범위

본 계획서는 "철도안전 시스템엔지니어링 및 시뮬레이션" 단계의 주요 단계에 있어 단계의 수행이 되는 한국철도기술연구원 철도안전연구본부의 단계 다른 하위단계의 참여자들의 발주를 정의한다. 아래 단계는 시스템엔지니어링 관리계획서를 작성해야 한다. 계획서는 단계관리단계의 기술관리영역으로 다루어 작성한다.

1.3 요약

본 계획서는 시스템엔지니어링에 관한 국제 표준인 EIA-632, IEEE-1220 및 국제시스템 엔지니어링협회(INCOSE)에서 소개하는 표준 계획서 양식과 조양하여 작성되었으며, 대략적인 내용은 다음과 같다.

제 1장 시스템엔지니어링 관리계획서 개요 - 본 계획서 작성의 목적, 적용분야, 그리고 요약

제 2장 개요 - 추진단계의 개요인 현황, 앞으로의 전략적인 방향을 기술하며, 개발관리 시는 시스템엔지니어링, 이에 따른 주요활동 및 시시성, 계획에 적용할 계획서의 체계 기술

제 3장 시스템엔지니어링 기본 - 시스템엔지니어링을 수행함에 있어 필요한 조직과 역할, 수행이 될 업무의 범위, 개발관리 및 시뮬레이션 체계 및 개발(기술) 방법(기) 위한 방법관리, 문서 및 정보관리, 기술/개발 업무분장관리, 관리/정보관리, 이도/정보관리 관리/정보관리 및 주요활동에 대한 관리/기술 기술.

Fig. 4. Overview of SEMP contents

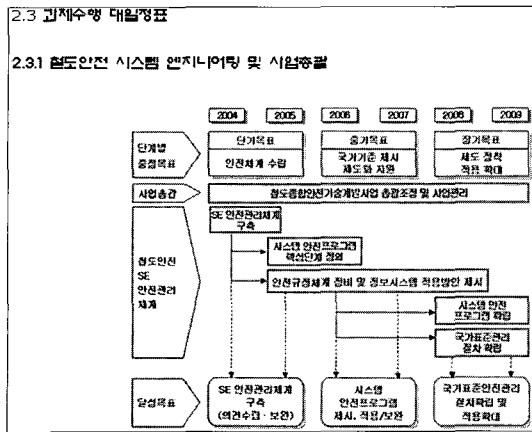


Fig. 5. Master Plan of SEMP contents

4. SEMP 작성 시 일반적인 원칙 및 지침

프로젝트의 규모와 형태에 따라 각각의 SEMP가 작성될 수 있으며, 그 범위나 깊이를 적절히 프로젝트의 성격에 맞게 조정하여 작성하여야 한다. 필히 프로젝트를 면밀히 분석하여 SEMP를 작성하되 반드시 방대한 문서일 필요는 없으며, 프로젝트의 단계와 업무에 적합한 수준의 심도를 갖도록 작성한다. 아래에 NASA Systems Engineering Handbook에서 언급한 SEMP에 대한 교훈은 바탕으로 SEMP 작성 시 알아두어야 할 기본적인 일반 원칙 및 지침을 몇 가지 제시하고자 한다[7].

- ① 잘 관리되는 프로젝트는 프로젝트 생명주기에 걸쳐 사용되어 지는 시스템엔지니어링 관리계획서를 요구한다. 이는 작성되는 SEMP는 생명주기 관점에서 기술되어야 한다는 의미이다.
- ② SEMP는 프로젝트 변경에 따라 업데이트 되어야 하며, 프로젝트 계획과의 일관성을 유지해야하는 살아있는 문서이어야 한다.
- ③ 가치는 있는 SEMP는 프로젝트의 모든 영역의 전문가로부터 나온 결과물이어야 한다. 이는 SEMP의 작성 시 각 분야의 전문가로 구성된 팀이 요구된다는 것이다.
- ④ 적격 또는 불충분한 시스템엔지니어링 활동을 수행하는 프로젝트는 일반적으로 많은 문제점을 가지고 있다. SEMP는 많은 노력과 시간을 들여야 후에 발생하는 문제를 최소화할 수 있다.
- ⑤ 시스템엔지니어링 활동은 기술적으로 관리되어야 하며,

모든 프로젝트 참여자들 사이에서 잘 의사소통되어야 한다. 이는 시스템엔지니어링 활동을 담고 있는 SEMP가 모든 프로젝트 참여자들이 효과적으로 의사소통할 수 있는 하나의 도구로서 역할을 해야 한다는 의미이다.

5. 결론

본 연구에서는 철도안전시스템에 적용한 시스템엔지니어링 관리계획서(SEMP)작성을 위한 연구를 수행하였다. 이 문서를 통해서 전반적인 엔지니어링 통합을 계획, 통제, 그리고 수행을 위한 활동을 정의하였다. 철도안전시스템과 관련된 시스템엔지니어링 관리계획서를 작성하기 위해서 SEMP 관련 표준과 참고문헌을 통해 SEMP의 공통항목을 도출하고, 철도안전시스템에 적용할 수 있도록 조정하였다. 또한 선정된 SEMP의 항목과 내용을 체계적이고 지속적으로 관리될 수 있도록 모델기반 시스템엔지니어링 도구를 활용하여 데이터베이스화 하였다. 최종적으로 관리된 내용을 자동 문서화 시키므로 서 모든 결과를 문서로 작성하는 경우에 있어서 상당히 많은 시간을 줄일 수 있었다.

후기

본 논문은 2005년도 건설교통부에서 철도종합안전기술개발사업으로 지원된 “철도안전 시스템엔지니어링 및 사업총괄”과제 연구결과의 일부이다.

참고문헌

1. 건설교통부, “철도종합안전기술개발사업 기획보고서”, 2004.
2. A/MICOM, “System Engineering Management Plan”, August 1990.
3. DoD, “MIL-STD-499A(USAF)”, 1 May 1974.
4. EIA, “EIA-632, Process for Engineering a System”, January 1999.
5. INCOSE, “SYSTEMS ENGINEERING HANDBOOK”, ver 2, July 2000.
6. IEEE, “IEEE Std 1220-1998, IEEE Standard for Application and Management of the System Engineering Process”, December 1998
7. National Aeronautics and Space Administration, “NASA Systems Engineering Handbook”, SP-610S, June 1995.