철도종합안전기술개발사업에서 SEMP의 활용을 통한 프로젝트 관리 방안

On the Project Management utilizing the Systems Engineering Management Plan in the Railroad Safety Technology R&D Program

김재철† 이재천* 조연옥** 김상암** 한순우 **
Kim, Jae-Chul Lee, Jae-Chon Cho, Yun-Ok Kim, Sang-Ahm Han, Soon-Woo

ABSTRACT

The Railroad Safety Technology R&D Program has been supported by the Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs. The Program consists of dozen or more projects and thus is quite complex, which requires effective project management. This paper is discussing how to effectively manage the railroad safety technology R&D program based on systems engineering management plan (SEMP). The key issues dealt in this paper include the SE management, requirements management, verification and validation, integrated data base management, and traceability management. To achieve the goal, we first defined an appropriate SE process to be adopted in the program and the result was documented in the systems engineering management plan. According to the process defined, we set up the environmental frame in database. Using the database and SEMP, each project of the program was verified with respect to the corresponding requirements utilizing the traceability. All these efforts were carried out using a computer-aided SE tool, which enables efficient management of complex database.

Key Words: Systems Engineering (SE), Computer-Aided Systems Engineering, System Engineering Management Plan (SEMP), Project Management

1. 서 론

국내뿐만 아니라 세계적으로 사회가 점점 발전함에 따라 기술위험성 증가 및 안전욕구의 증가 추세로 안전관리가 국가 전체의 매우 중대한 주제로 부각되고 있다. 특히 철도교통시스템의 경우 작은 안전관리 소홀로 인해 대형사고 발생률이 매우 높으며, 그 피해는 매우 심각하게 나타난다. 과거 20년간의 국내외 철도사고사례 분석 결과를 살펴보면 국내 철도 사고 피해의 심각성은 안전 확보와 피해저감을 위한 종합적인 안전관리 체계의 미비가 주요한 원인으로 분석되었다.[1] 이러한 문제점을 해결하기 위하여 국가에서는 선진국 수준의 철도종합안전 관리 시스템을 구현하는 범국가적 철도종합안전체계를 구축하기 위한 종합적이고 체계적인 철도종합 안전기술개발 사업을 2004년 8월부터 추진하고 있다. [2].

본 사업은 시스템 차원의 안전성 평가 및 안전 확보 기술을 확보하기위한 대규모 사업으로서, 매우 복잡하고 다양한 이해관계가 존재한다. 여러 조직이 협력하여 다양한 요구사항을 만족시켜야 하므로, 전체 최상위 조직과 하위 조직에 대한 명확한 목표 및 범위 설정이 중요하다. [3] 대형 복합 시스템 개발 사업은 다양한 종류의 산출물을 발생시킨다. 이들의 효과적인 관리에 대한 해답을 전산환경에서 찾고자 하는 것이 요즘의 추세이다.

철도종합 안전기술개발 사업 또한 대형 복합 시스템 개발 사업에 속하고, 지속적인 연구를 통해 사업

† 정회원, 아주대학교, 시스템공학과, 통합과정
E-mail : dustoff3@ajou.ac.kr
TEL : (031)219-3949 FAX : (031)219-3948
* 정회원, 아주대학교, 시스템공학과, 정교수
** 정회원, 한국철도기술연구원, 철도종합안전기술개발 사업단

의 계획에 부합하는 수행 업무를 위한 시스템공학 전산지원환경을 구축하였다. 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 반영 하여 결국 안전을 확보하는 중요한 활동이 될 수 있다.[4]

본 연구의 목표는 SEMP라고 하는 계획서의 활용도를 높여서 사업에서 발생하는 방대한 자료를 관리 및 활용 하는 것이다. 이는 사업 수행의 활용과 자료 및 산출물의 관리 업무를 통합한다는 의의가 있다. 이러한 통합 전산 환경을 구축하고, 각 사업 관계자들의 효과적인 접근을 위한 네트워크 환경을 마련하여 궁극적으로 사업의 전산환경을 활용한 효율성을 증대시킨다는 것이 본 연구 목표의 근거이다.

본 논문은 철도종합 안전기술개발 사업에서 시스템공학을 적용하여 사업관리를 수행한 사례를 기술함에 있어 기존의 프로세스를 표준에 근거하여 유용하게 적용할 수 있는 적용사례를 기술 하였다.본 서론에 이어 2장에서는 SEMP에 대한 개념의 정의 및 역할을 기술하였다. 3장에서는 철도종합 안전기술개발 사업에 적용된 SEMP에 대하여 기술하고 있다. 4장에서는 이를 본 사업 관리에 적용하기 위한 전산 지원 환경을 기술 하고 있다. 마지막 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시한다.

2 SEMP (Systems Engineering Management Plan)

2.1 SEMP의 정의

SEMP는 시스템공학 활동을 관리하기 위한 것으로 최상위 수준에서 프로그램을 조직화 하고, 체계화하기 위한 계획문서이다. 국제 시스템공학 협회인 INCOSE에서 발간한 시스템공학 핸드북에서는 “완전히 통합된 공학적 활동들을 어떻게 관리하고 수행할 것인가를 기술하는 포괄적인 문서이다”라고 정의하고 있다. [5]

2.2 SEMP의 역할

대형 복합 프로젝트가 진행이 되는 경우에는 시스템 개발 시 체계적이며 합리적인 프로젝트 관리와 기술적 관리가 적용되지 않는다면, 잦은 계획의 변경, 비용의 증가, 일정 지연 등의 중대한 문제가 야기될 수 있다. 아직까지 국내의 군수 및 산업분야에서 SEMP가 많이 활용되고 있지는 않지만, SEMP의 필요성이 여러 분야에서 인식되고 있다. [6]

SEMP는 프로젝트의 기술적 항목, 잠재적으로 비용이 많이 드는 위험관리 활동, 그리고 사용되어진 검증과 논증, 프로젝트비용 예측의 예비조사 등의 활동 계획을담고 있기 때문에 제안자와 계약자 사이에 중대한 문서로서의 역할을 한다. 인터페이스통제문서, 변경 통제계획과 같은 모든 다른 기술 통제문서, 매매 통제계획, 설계 검토계획, 기술 감사계획은 SEMP에 의존하며 이것을 따라야만 한다.

또한 SEMP에서는 작업 분류 체계 (WBS : Work Breakdown Structure)를 명시하여 기술적인 업무 관리를 계획한다. 따라서 각각의 업무에 대한 지시 또는 각각의 업무를 통합하는 기능을 한다.

2.3 SEMP의 항목

본 연구에서는 각 Guidebook이나 Handbook에서 제시하는 항목을 수집, 분석하여 공통적인 SEMP 항목을 설정하였다. Martin의 SE Guidebook과 INCOSE의 SE Handbook 등에서 제시되는 SEMP의 목차들은 시스템공학 국제 협회에서 제시한 목차로써, SEMP 작성에 많이 인용되고 있다.
위의 SEMP 목차를 통해 하위 그림 1과 같은 SEMP 목차를 작성하였다.

그림 2 정의된 SEMP 목차

3 철도종합안전 기술개발 사업의 SEMP

3.1 SEMP에 반영되는 시스템 공학 프로세스

체계적인 사업 수행 및 관리를 위해, 시스템공학 요소들을 우선 정의하였다. 미국의 Federal Aviation Administration에서는 시스템공학 요소들을 크게 12가지로 정의하고 있으며, 이 중 요구사항 관리, 기능분석, 합성 (synthesis)을 핵심 시스템공학 요소로 정의하고 있다[3] 본 사업에서는 이를 요구분석, 기능적 솔루션 개발, 물리적 솔루션 개발의 이름으로 정의 하고 검증(Verification) 및 논증(Validation)을 추가 활동으로 정의하였다.

시스템 공학 업무 관리를 위해 SE총괄 팀을 구성하고, 총괄 팀에서는 요구사항관리, 산출물 검증 결과 검토, 논증의 업무를 주요 관심 사안으로 한다. 부가적으로 각 과제에서 발생하는 산출물을 관리하고 시스템 공학 절차에 따른 사업 수행 및 관리 방안을 구상하고 적용한다.

그림 2는 최종 산출물을 얻는데 있어서 거쳐야할 시스템엔지니어링 프로세스를 나타내며, 검증프로세스는 요구분석에서 부터 시스템 요소규격 작성에 이르기 까지 전부분에 걸쳐서 수행 될 수 있다. [3] SE 총괄에서 주로 관심을 가지려는 요구분석, 검증, 논증에 대한 프로세스를 기술하려고 한다.

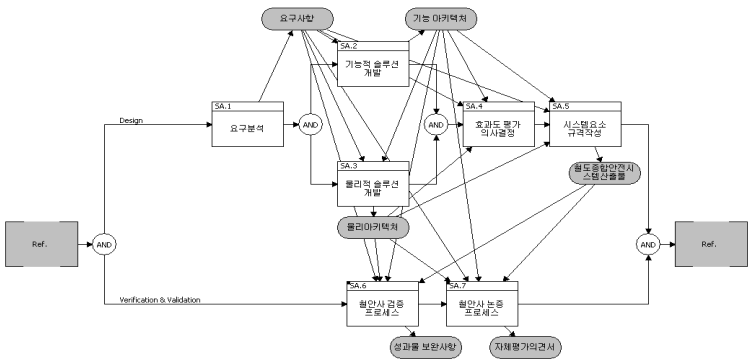

그림 3 철도종합 안전개발 사업의 시스템 공학 Process

그림 3은 요구사항 분석을 위한 프로세스이다. 다음과 같은 5단계의 과정을 거치며 각 단계마다의

자세한 활동을 정의하였다.

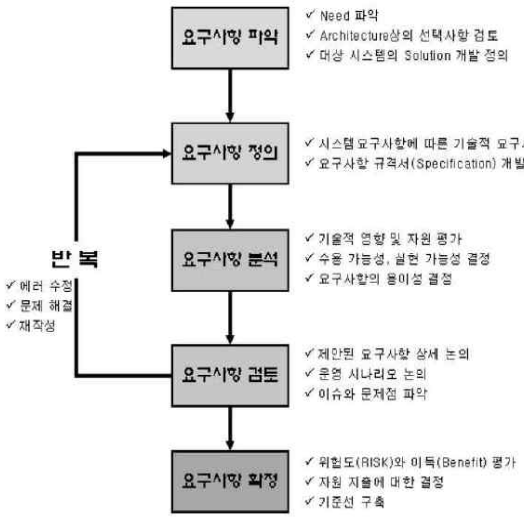

그림 4 요구사항 process

verification(검증)은 설계된 솔루션이 요구분석을 통해 얻어진 시스템 요구사항에 부합함을 확인하는 과정으로 SE 프로세스에서 중요한 과정 중의 하나이다. 그림 4와 같이 철도종합 안전기술개발 사업에서 검증 프로세스는 각 과제 마다 수행을 위해 크게 각 과제에 해당하는 과정과 SE 총괄에서의 과정으로 구분 되어있다.

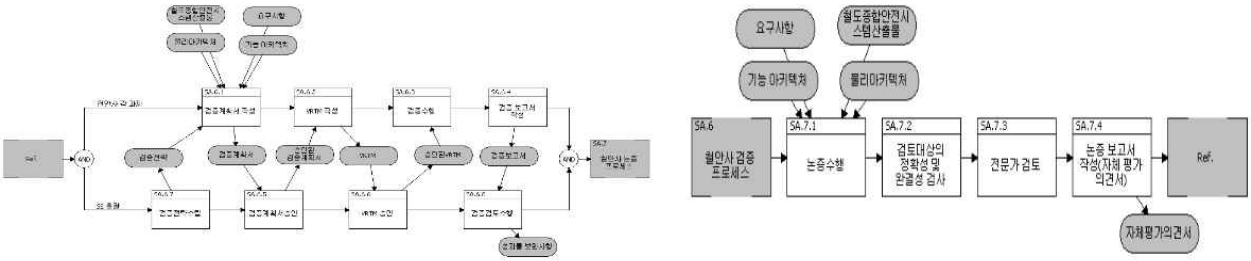

그림 5 철도종합 안전기술개발 사업 검증 프로세스 및 논증 프로세스

validation(논증)은 시스템 요구사항과 설계된 솔루션이 이해당사자의 요구사항에 부합하는지를 확인하는 과정으로 SE 프로세스에서 검증과 함께 V&V 과정을 구성하고 있는 중요한 과정이다. 철도종합 안전기술개발 사업에서의 논증 프로세스는 그림 4와 같이 정의 한다. 논증의 과정의 근거는 FAA(Federal aviation Administration)의 System Engineering Manual에 근거하고 있다.

4 전산지원도구를 통한 Data Base

프로젝트 관리라 함은 프로젝트 관리는 프로젝트의 성공적인 완성을 목표로 움직이는 활동을 말한다. 여기에는 프로젝트를 구성하는 각각의 활동계획입안, 일정표 작성 및 진척 관리를 포함한다. 이에 포함되는 활동으로는 작업 분류 체계작성, 비용 산정, 위험도 측정 및 달성 결과 분석 등 다양한 분야들이 포함된다. 본 연구에서는 철도종합안전 기술 개발 사업의 규모를 고려하여 그 범위를 작업 분류 체계작성 및 달성 결과 분석 등의 활동에 국한하였다. [7]

본 사업에 필요한 SEMP의 내용을 시스템 공학 전산 지원도구인 Cradle을 통해 자동 출력 환경을 만

들고 SEMP에 포함된 항목인 시스템 공학 프로세스를 도구 상에서 구현가능토록 하여 프로젝트 관리 업무를 수행 하도록 하였다.

4.1 사업 산출물 관리

본 연구에서는 철도종합 안전 사업단의 SE 총괄에서 관리해야 하는 산출물을 관리하는 DataBase를 구축하였다. 그러한 산출물들은 WBS, 요구사항, 검증 요구사항, 아키텍처, 세부 과제별 보고서 및 기타 발표자료 등으로 정의 하였다. 그림 5는 이러한 산출물의 DataBase 구축 현황이 되겠다.

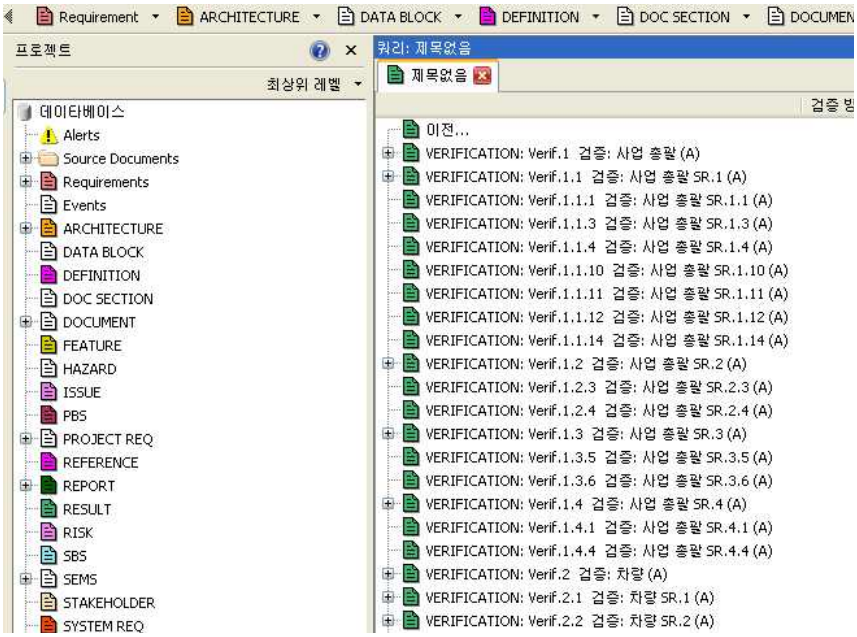

그림 6 DataBase 구축 현황

본 DataBase 에서는 앞장에서 기술한 시스템 공학 Process 또한 지원한다. 주요 업무 활동으로 요구사항분석, 결과물의 검증 및 논증이 그것으로 Database 에서의 환경은 다음 그림들과 같다.

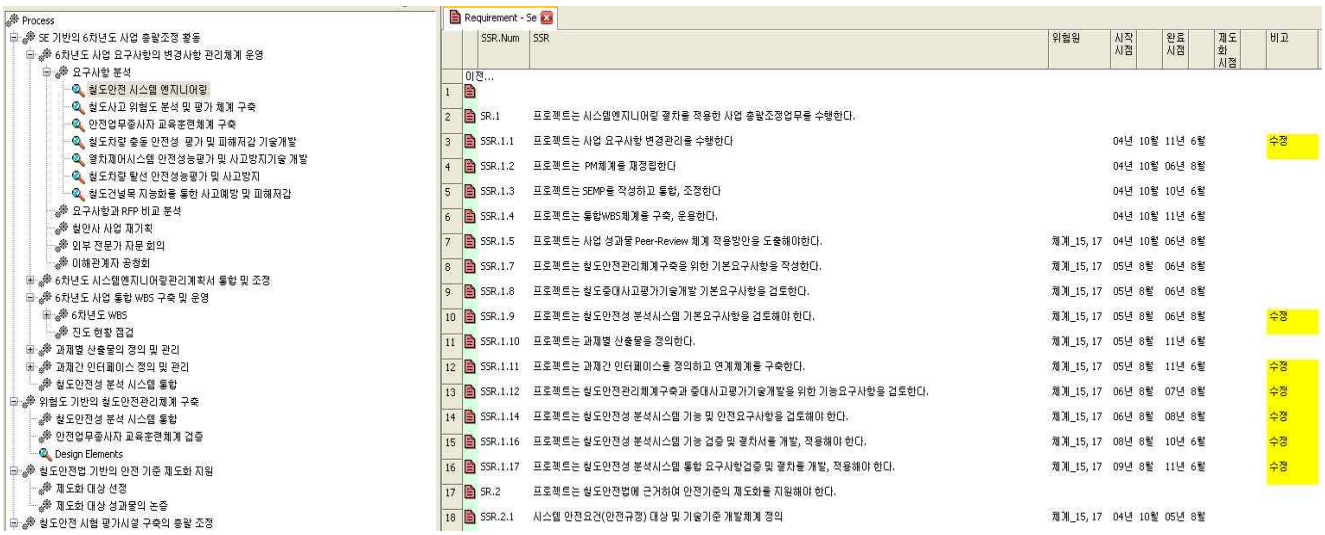

그림 7 요구사항 검토 및 수정

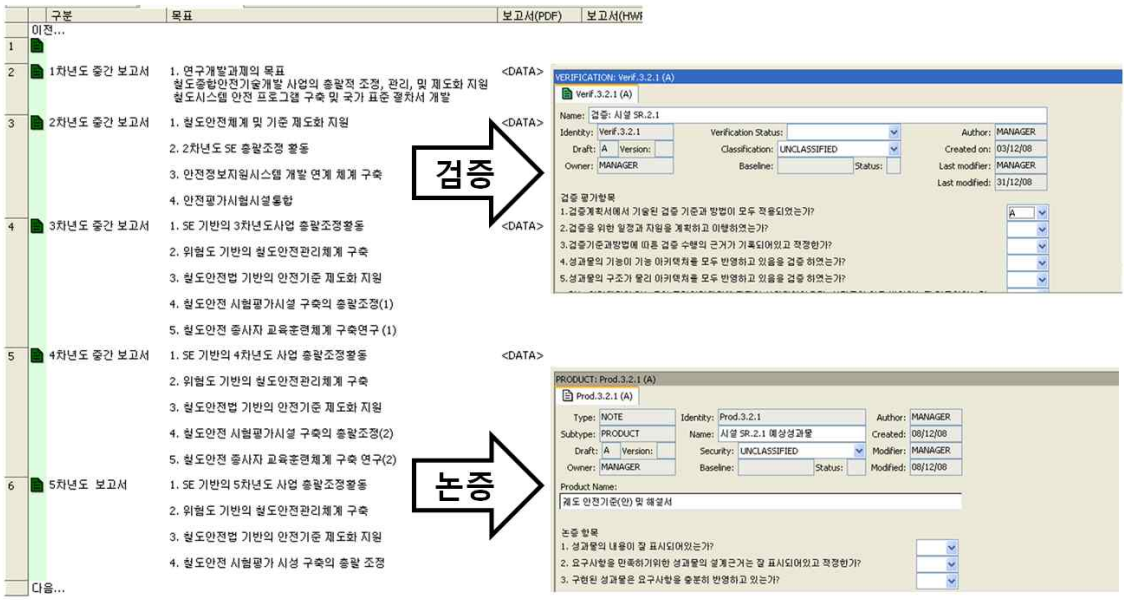

그림 8 세부 과제별 성과물 검토 및 검증/논증

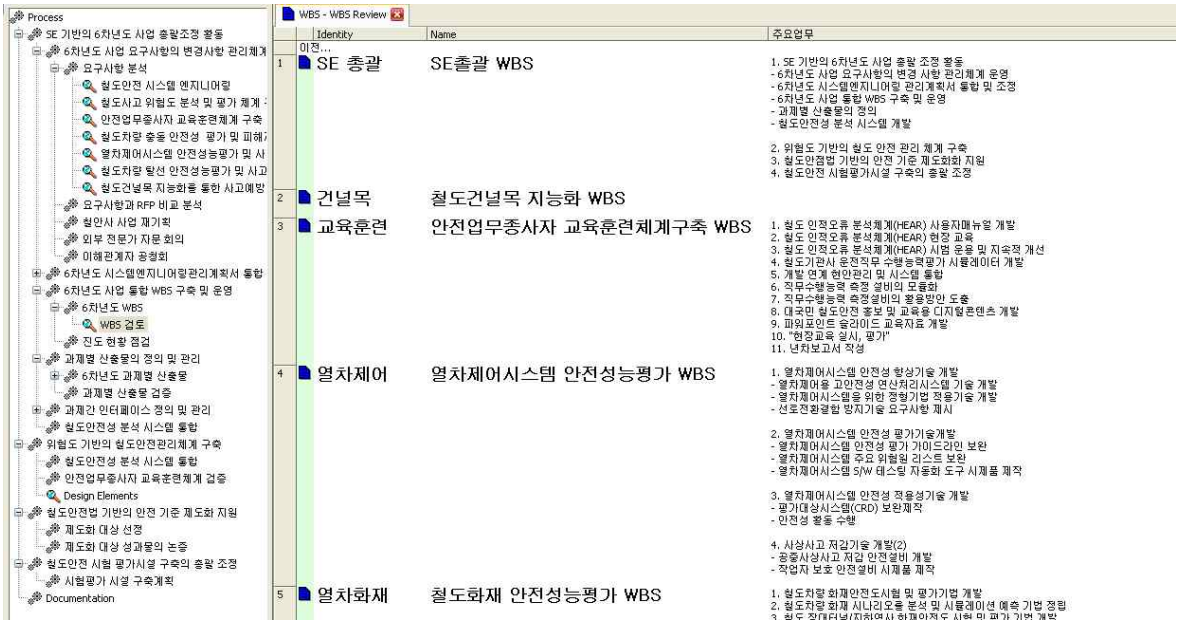

그림 9 WBS 기반의 DataBase 환경 및 WBS 검토

4.2 SEMP 자동 출력 기능

시스템공학에서 중요시 하는 것 중 하나는 추적성 관리이다. 추적성을 관리함으로써, 고객의 요구사항을 만족시키기 위한 노력들에 대한 팀의 중점 사항을 관리하는데 도움을 주며 변경사항을 평가할 때에도 도움을 주기 때문에[8] 요구사항에 따른 산출물의 관리에 추적성을 파악하는 것이 효과적이다. 본 사업에서는 이를 위해 *Cradle*®[9]을 활용하여 산출물 관리 데이터베이스를 구축하였다. 과제별 요구사항, 예상 성과물, 검증 기준/방법, 보고서, VRTM의 관리와 추적성 관리를 가능토록 하였고, 입력된 보고서를 토대로 검증의 평가를 수행과 SEMP의 자동 출력의 기능을 한다.

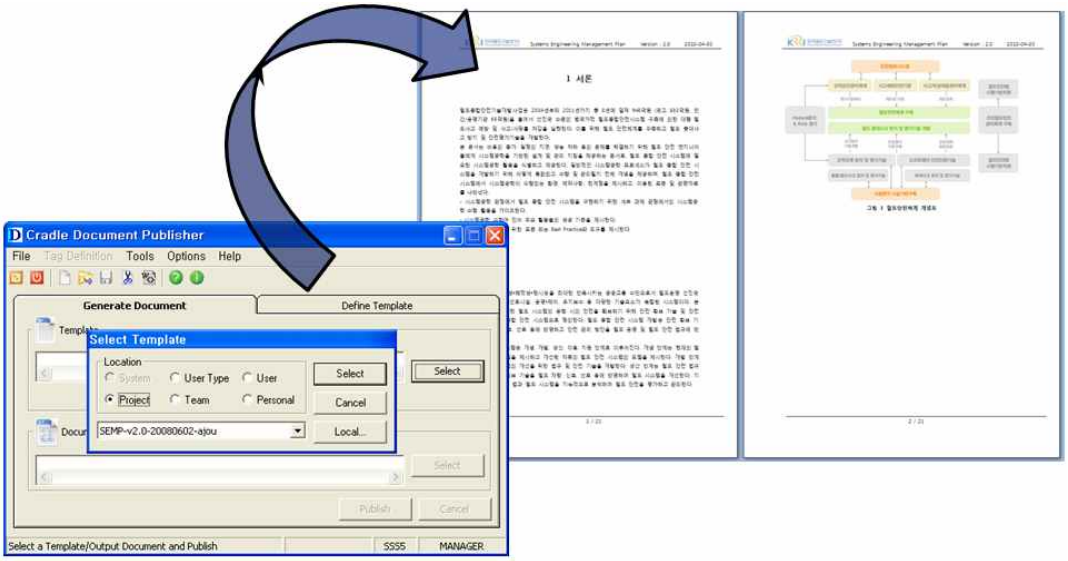

그림 10 SEMP 자동 출력 기능 환경

5. 결 론

현재까지의 연구 결과는 기존 수정사항이 진행 중인 SEMP의 보완과 SE총괄의 업무를 효율적으로 지원할 수 있는 전산환경을 구축이었다. SE총괄에서 수행해야할 검증 평가와 논증의 절차를 제시 하였고 이를 위해 전산 환경에 반영하였다. 또한 SEMP를 출력할 수 있는 문서출력의 기초를 만들었다.

통합 데이터 관리는 시스템공학에서 중요한 활동이며, 데이터의 통합 및 관리는 추적성 관리의 기본이 된다. 즉, 본 연구에서 제시한 SEMP에 정의된 요구사항 공학, 기능분석, 검증에 대한 결과물들을 통합 관리하여야 한다. 이러한 이유에서 통합 DataBase 환경구축의 과제를 진행하였다. 이번 과제 수행 중에 요구사항의 변경사항의 DB환경에 반영이 있었다. 이러한 수정사항들은 SE활동 중에 기록되고 관리 되어야 한다. 요구사항의 관리는 앞서 제시한 논증의 완벽한 시행의 도움이 된다. 또한 이를 전산지원 환경에 반영하면 전산환경을 활용하는 방안중 하나가 될 것이다. 또한 기타 보고서나 결과물을 SEMP의 template 기능을 활용하여 자동 출력하는 것 또 한 활용방안이 될 것이다.

향후, 전산 지원 환경의 활용도를 높이기위해서는 프로젝트 전반적인 관리를 전산환경을 통해 처리할 수 있는 수준이 필요하다. 즉, SEMP에 정의된 시스템 공학 프로세스 수행과 더불어 일정 및 비용관리, 위험도 관리 까지 가능한 전산지원 환경에 반영되어야 한다.

또한 프로젝트 관리에서 시스템공학 관리계획서 (SEMP), 시스템공학 종합일정 (SEMS), 시스템공학 상세일정 (SEDS), WBS, 요구사항, 기술적 성능척도 (TPM), 기술 검토 및 감사 (Technical Reviews and Audits)는 성공적인 시스템공학 적용을 위한 주요 요소이다.[10] 본 사례는 이들을 완벽하게 계획하고 적용하였다고 보기는 힘들다. 그러나 현실적 환경에서 최대한 반영하여 적용하였고, 차후 사업의 진행에 따라 개선하고 적용하여 하겠다. 또한 이를 통해 향후 철도 관련 사업에서의 시스템공학 적용에 활용할 수 있는 계기가 되어야겠다.

6. 감사의 글

본 연구는 국토해양부 철도 종합안전 기술개발사업(세부과제 “철도안전 시스템엔지니어링 표준 스키마 개발”)의 연구비지원(과제번호 09PRTD-A050178-06-000000)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. 건설교통부, “철도종합안전기술개발사업 기획보고서”, 2004
2. 윤혁진, 한순우, “철도종합안전기술개발 사업의 성과물 검증 프로세스 구축”, 학술발표대회논문집 ,한국철도학회, pp. 25 ~ 30, 2007.5
3. 윤재한, 이병길, “시스템공학을 적용한 철도종합안전개발사업 관리”, 추계 심포지움 발표논문, KCOSE, 2008
4 Systems engineering -System life cycle processes, ISO/IEC standard. 2002
5 Cecilia Haskins, Systems Engineering Handbook, INCOSE, 2006
6 최요철, 조연옥, "철도안전프로젝트에 적용한 시스템엔지니어링 관리계획서작성에 관한 연구", 한국철도학회 논문집, vol. 9, pp. 482-486, 2006
7 Project Management Institute (PMI), Project Management Body of Knowledge, PMI, 2004
8 Jeffrey O. Grady, "System Requirements Analysis", Academic Press,2006..
9 3SL, "Cradle®", http://www.threesl.com/, 2008.
10 James N. Martin, "Systems Engineering Guidebook", CRC Press, 1996