

도시철도시스템 구축과 System Engineering 지원 전산도구 활용을 통한 요구사항 관리 효율성 향상 고찰

Study on improvement of requirement efficiency by applying the SE Computerized tool for Urban Railway system implementation

신동식*, 김현상*[†], 하진철**, 박진재**, 이재형**

Dong-Sik Shin*, Hyun-Sang Kim*[†], Jin-Cheol Ha**, Jin Jae Park**, Jae Hyung Lee**

It is very important to manage and verify the requirements of the system by identifying the requirements of the system, classification of property, classification of verification etc in view of each project life cycle so as to check whether its requirement meet the stakeholder's required conditions.

In this paper, we show the use of computerized tools specialized in the SE task and the requirements management tasks performed at the stage of implementation design, focusing on the requirements management tasks of System Engineering, We will consider how to improve the efficiency of requirements management by maximizing the use of computer tools in design and production, construction, T & C, and operation maintenance

Keywords : System Engineering, Requirement Management, SE Computer Tool, Base Line

도시철도시스템 구축 사업에서 사업의 수명주기에 맞춰 이해관계자의 요구사항을 식별하고 정의, 속성 분류, 검증 구분 등이 과정을 거쳐 시스템의 요구사항이 요구조건에 부합되도록 과정상의 관리와, 결과상의 검증 및 확인(Verification & Validation)을 관리하는 것은 매우 중요하다.

본 논문에서는 신림선 경전철 시스템 구축 사업에서 수행하고 있는 System Engineering의 요구사항관리 업무를 중심으로 SE 업무에 특화된 전산도구의 활용을 제시하고, 실시설계 단계에서 수행한 요구사항관리 업무를 살펴 봄으로서 제작 설계 및 제작, 시공, T&C, 운영유지보수 단계에서 전산 도구 활용을 통해 요구사항관리 업무의 효율성 향상 방안을 고찰하고자 한다

주요어 : System Engineering, 요구사항 관리, SE 전산도구, MBSE.

1. 서 론

현재 국내 수도권내 대중교통시스템은 도시철도시스템의 관점에서 볼 때, 중전철시스템에서 경전철시스템 구축 전환을 통해 기 운영 중인 중전철 시스템 노선 추가 개발의 어려움을 보완하고, 중전철시스템 노선이 접근하기 어려운 지역에 경전철 노선을 구축함으로써 보다 효율적인 대중 교통 공공서비스를 제공하고자 하는 방향으로 진행되고 있다.

*[†] 교신저자: 우진산전 사업관리팀(hskim@wjis.co.kr), * 우진산전 사업관리팀

** 대림산업 신림선 경전철 사업단장, 대림산업 신림선 경전철 SE팀장, 요구사항관리자

신림선 경전철 시스템 구축 사업도 이의 일환으로서 수도권 남부의 교통난 해소와 지역

개발의 목적하에 현재 실시설계를 마무리하고 본격적으로 공사를 착수하였으며, 그 동안 국내의 경전철 시스템 구축의 과정에서 System Engineering 업무의 투입 시기에 각 경전철 구축 사업별로 수행 시기가 달랐으나 본 신림선 경전철 민간투자사업은 실시설계 단계에서부터 System Engineering 업무를 수행하고 있다. 주요한 System Engineering 관리 분야는 E&M(기전)시스템의 1. 요구사항 관리, 2. 인터페이스 관리, 3. 통합성능 관리, 4. RAMS 관리, 5. EMI/EMC 관리, 6. 시험 및 시운전 관리, 7. 설계 관리, 8. 형상 관리, 9. 소프트웨어 관리, 10. 소음/진동 관리로서 10개 관리 분야에 대해 사업단 조직내 System Engineering 팀을 조직하여 전담 관리를 수행하고 있다. 특히, 요구사항 관리 업무는 그동안 진행되어 온 국내 경전철 시스템 구축 사업에서 수행 실적이 매우 미미하여 System Engineering 업무의 완성도에 부족한 점으로 계속 지적되어 왔었는데 신림선 경전철 시스템 구축 사업에서는 실시설계 단계에서부터 수행함으로써 사업의 수명 주기 초기에 집중적으로 관리되어야 하는 이해관계자 및 시스템 요구 조건의 식별, 정의, 분류 작업을 실시하였다. 또한 요구사항의 체계적인 관리와 실시 설계 이후의 수명 주기별 요구 사항의 부합 여부를 추적하고, 검증 및 확인의 모든 요구사항 관리 활동을 전산 도구를 활용하여 실시하고 있다

2. 본 론

2.1 System Engineering 전산 지원 도구

2.1.1 전산 지원 도구 소개

신림선 경전철 System Engineering에 사용하는 전산도구는 영국 3SL사에서 개발한 'Cradle' 이며, 개발 대상 사업의 수명주기별 요구사항 관리를 위해 필요로 하는 10개의 모듈로서 구성되어 있다. 그림 1은 'Cradle' 요구사항 관리 업무의 개요도이다

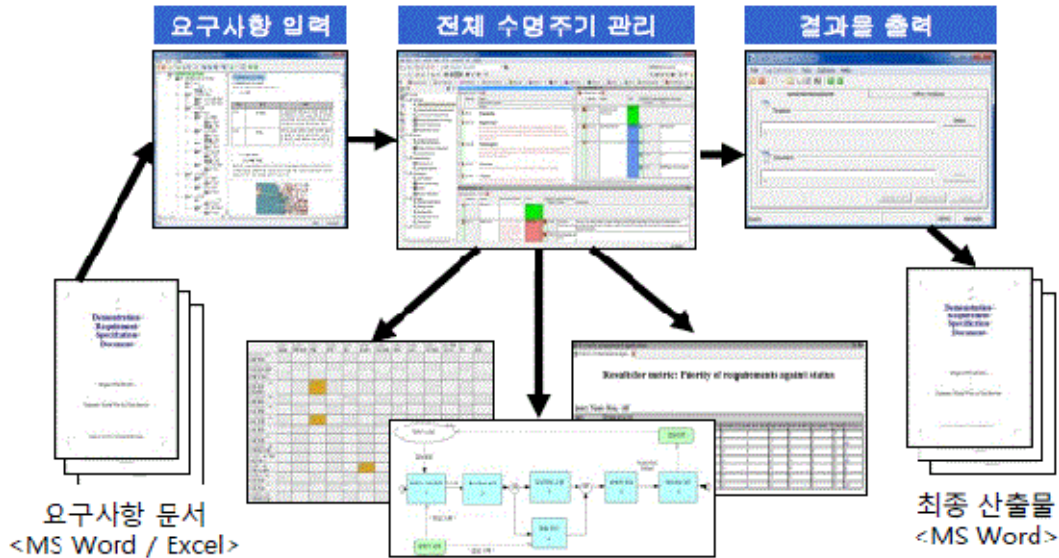


Fig 1. Overview of Requirement process by SE tool

2.2 신림선 경전철의 SE 전산도구 활용 업무

2.2.1 전산도구 내 SE 관리 모듈 구조

신림선 경전철의 SE 지원 전산도구내 SE 관리 모듈의 구조는 그림 2에서 보여지는 바와 같이 1. 제품분류구조(Product Breakdown Structure_PBS), 2. 요구사항관리, 3. 인터페이스관리, 4. 시험평가관리(E&T), 5. MBSE(Model Based System Engineering), 6. 추적성(Traceability) 관리, 7. 형상관리, 8. 문서관리, 9. 문서출력으로 구성하였다. 요구사항관리 업무에 해당하는 모듈은 1. 제품분류구조, 2. 요구사항관리, 5. MBSE, 6. 추적성 관리이며 각각의 모듈 하부에 세부 관리 항목을 추가로 구성하여 체계적인 관리를 수행하고 있다. 나머지 모듈은 독립적인 관리 업무를 수행하면서도 요구사항관리 업무와 상호 연계되는 부분을 추적 관리하고자 본 전산도구 내에 구축하여 관리하고 있으며, 본 논문에서는 다루지 않는다

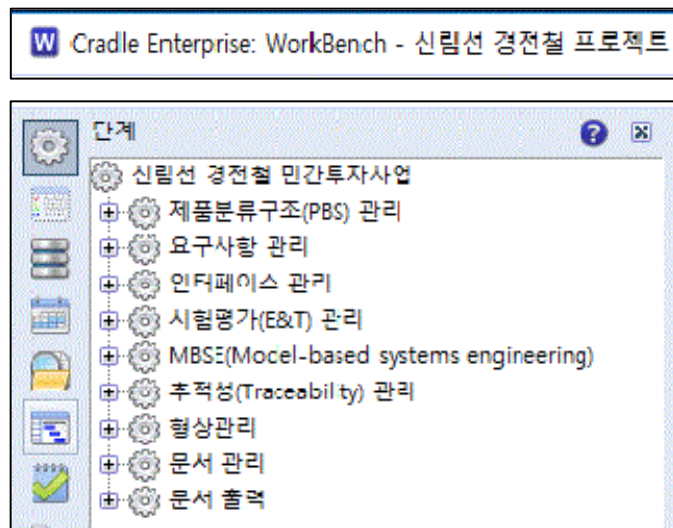


Fig 2. Management Structure in SE tool

2.2.2 요구사항관리 모듈

요구사항관리 모듈은 이해관계자 요구사항, 시스템 요구사항, 서브시스템 요구사항, 어셈블리 요구사항, 서브어셈블리 요구사항으로 단계를 구분하여 각각의 단계에서 관리하여야 하는 요구사항을 분석, 식별, 정의, 속성분류, 검증분류, 검증시기 구분하였으며, 관리 활동 내용은 아래 표와 같다.

구분	내용	요구사항 식별 대상
1. 이해관계자 요구사항	경전철 시스템 구축 및 운영에 관계되는 이해집단의 요구사항으로서 정부, 지자체, 노선 주변의 민간 시설, 노선을 사용하고자 하는 민간인들이 요구하는 항목	- 제3자 공고 - 주무관청 협상 - 민간시설 운영자 협의안 - 민원 등
2. 시스템 요구사항	경전철 시스템의 E&M 시스템의 통합성능 구현의 관점에서 요구되는 항목	- 제3자 공고 - 제3자 제안 - 설계 기준 - 설계 보고서 - 예비 RAM 분석서 등

3. 서브시스템 요구사항	E&M 시스템의 구성 요소인 기계/전기/통신/신호/검수/차량 등의 Sub-System에 요구되는 항목	- 설계 기준 - 설계 보고서 - 예비 RAM 분석서 - 예비 Safety 분석서 등
4. 어셈블리 요구사항	Sub-System의 기능별 구성 장치에 요구되는 항목	- 설계 보고서 - 자재 시방서
5. 서버어셈블리 요구사항	기능별 구성 장치의 하부 요소에 요구되는 항목	- 설계 보고서 - 자재 시방서

Table 1. Requirement Analysis and its related objects

요구사항의 단계별 구분과 식별, 정의, 속성 분류, 검증 분류, 검증 시기 구분 등의 SE 전산도구를 통한 관리 화면은 아래와 같다

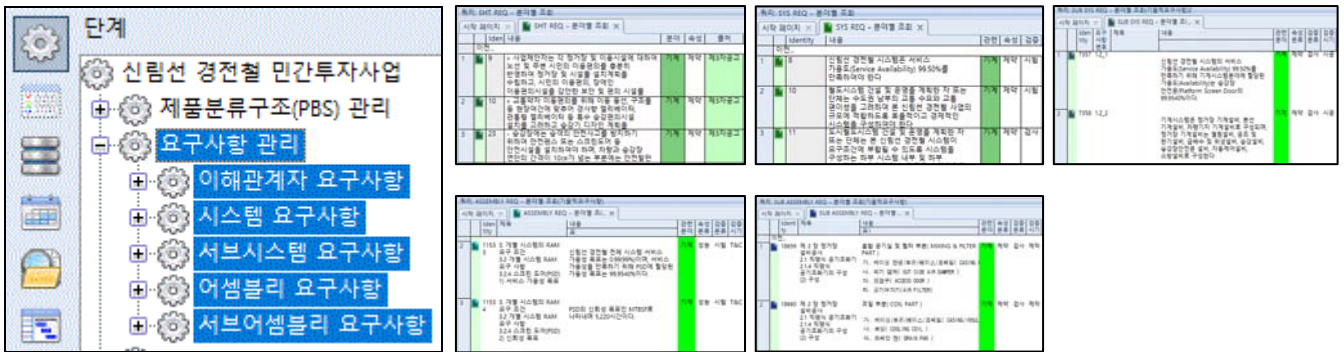


Fig 3. Requirement Management Registration in SE tool

2.2.3 요구사항 추적성(Traceability) 관리

요구사항 관리 모듈을 통해 단계별로 구분하여 식별, 정의, 속성 분류, 검증 분류, 검증 시기 등으로 등록된 요구사항은 이해관계자 요구사항 -> 시스템 요구사항 -> 서브시스템 요구사항 -> 어셈블리 요구사항 -> 서버어셈블리 요구사항의 하향식(Top-Down) 계층적 구조에 맞게 추적성을 연결하였으며, 각각의 단계별 요구사항 항목은 해당 화면 내에서 특정 표시(■)를 선택하면 상위 단계의 요구사항과 하위 단계의 요구사항이 확인되도록 구성하였다. 그림 4는 신뢰성 경전철 시스템의 서비스 가용도 요구조건과 신호분야에 할당된 가용도간의 추적성 관계를 나타낸 것이다.



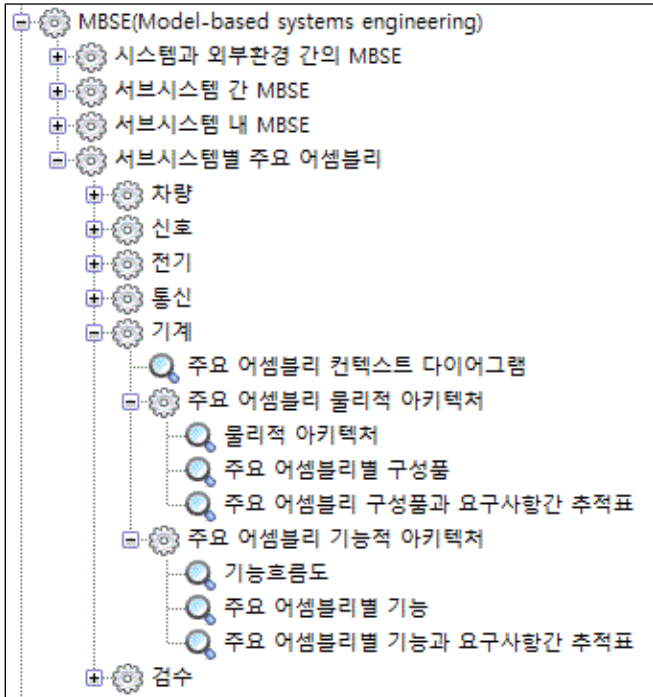
Fig 4. Traceability of System Availability for Signaling Sub-System

2.2.4 MBSE(Model Based System Engineering)

개발 또는 구축 대상의 사업이 시스템적으로 물리적 형상 요소가 어떻게 구성되어 있는가와 구성 요소의 기능, 성능, 안전의 시각적 인식 그리고 타 시스템과의 인터페이스 관계를 도식화

하여 이해관계자의 요구사항 구현이 적절하게 수행되어 시스템 기획, 개념 설계, 기본 설계, 실시 설계 등의 과정에서 요구사항의 누락 없이 충분히 필요 조건을 만족 하였는지 확인하도록 MBSE(Model Based System Engineering)을 실시하였다.

신림선 경전철 시스템의 MBSE는 1. 시스템과 외부환경 간의 MBSE, 2. 서브시스템간 MBSE, 3. 서브시스템 내 MBSE, 4. 서브시스템별 주요 어셈블리로 구성하였으며 전산 도구내의 구성 화면은 그림 5와 같다.



시스템과 외부환경 간의 MBSE는 신림선 경전철 시스템의 운영을 위한 전력, 상하수도, 소방, 경찰, 통신, 재난, 타 운영 노선과의 인터페이스 항목을 시각화한 것이며, 서브시스템간 MBSE는 특정 E&M 분야를 기준으로 타 서브시스템과의 인터페이스 항목, 서브시스템내 MBSE는 특정 E&M 분야 내에서의 인터페이스 항목을 Modelling 하여 E&M 시스템의 요구사항이 주변 환경 및 시스템 내에서 어떻게 구현되고 있는지를 나타낸 것이다. 그림 6은 서브시스템별 주요 어셈블리의 구성 항목인 어셈블리 컨텍스트 다이어그램, 어셈블리 물리적 아키텍처 다이어그램, 어셈블리 기능적 아키텍처 다이어그램 중에서 기계 분야 PSD 열림에 대한 기능흐름도이다

Fig 5. MBSE(Model Based SE) Structure

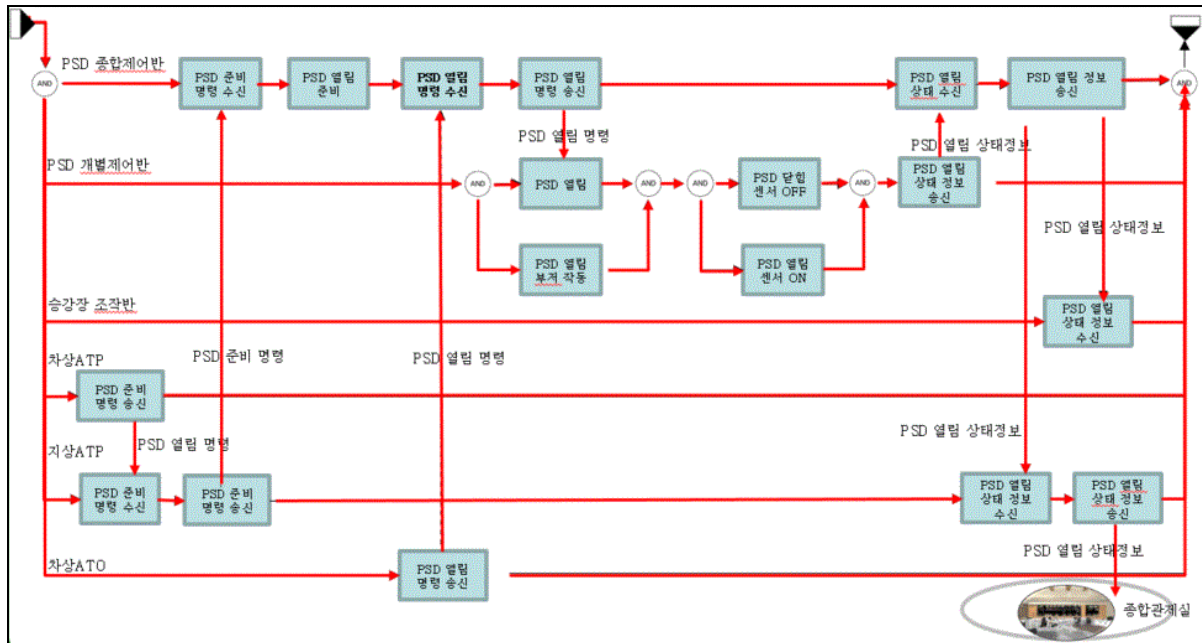


Fig 6. Functional Architecture Diagram of PSD Open process

3. 결 론

국내 도시철도시스템 구축의 경전철시스템 수행 사업 중 신림선 경전철 민간투자사업은 System Engineering 업무를 실시설계 단계부터 적용하여 왔다. 특히, 그동안 관리 업무의 중요성에도 불구하고 적용 사례는 미미하였던 요구사항관리 업무는 신림선 경전철 사업에서는 실시설계 단계부터 SE 전산도구를 활용하여 시스템에 요구되는 조건들을 식별, 정의, 속성 분류, 검증 분류, 검증 시기 구분 등을 수행하여 왔으며, SE 타 관리분야의 기초 정보 제공 역할과 모든 요구사항의 추적성 연결을 통해 사업의 수명 주기별 요구사항의 검증 및 확인의 기준을 제시하였다. 실시 설계 승인 완료에 따라 이후의 수명 주기에 맞춰 요구사항의 변경이력 관리도 계속하여 실시 예정으로 사업의 기획 단계에서 계획된 요구사항의 실행 완료 여부와 더불어 사업의 진행 과정에서 발생하는 요구사항의 변경 또한 타 SE 분야와의 확인과 검증 과정을 거쳐 모든 요구사항이 빠짐없이 완료될 수 있도록 관리 예정이다.

요구사항 관리 업무가 실시 설계에서부터 실시되고 있는 최초의 사업으로서 기존의 타 SE 수행사업과는 차별성을 확보하여 제작 설계 단계에서 다룰 수 없는 요구사항을 제작 설계 단계에서 좀 더 명확화, 세분화를 진행 예정이며, 시공 및 T&C(Test & Commissioning) 단계를 통해 시스템 무결성의 무인운전경전철시스템을 구축하기 위한 밑거름이 될 수 있도록 계속 철저 관리 예정이다.

참고문헌

- [1] 임명혁 외, “경전철 개발 사업에서의 체계공학 전산지원도구를 활용한 요구사항 추적관리 사례”, 2016년도 한국철도학회 춘계학술대회 논문집
- [2] 김철환 외, “경량전철사업의 시스템엔지니어링 적용 실태분석 연구”, 시스템엔지니어링 학술지 제8권 2호, 2012