

차세대 고속열차 시스템요구사항 관리
Management of System Requirement
for High-speed Electric Multiple Unit - 400 eXperimental

이태형[†] 박춘수* 최성훈** 김상수** 한인수** 김기환***

Lee, Tae-Hyung Park, Choon-Soo Choi, Sung-Hoon Kim, Sang-Soo Han, In-Soo Kim, Ki-Hwan

ABSTRACT

The HEMU-400X project starts at 2007. It is important first of all that describing correctly system requirement during configuration of system, design, manufacturing, installation and test verification so that the complicated high-speed electric multiple unit is to run safety and reliable and to achieve target performance and function properly. The system requirement assist the system designer to understand the performance and function of system in basic design. For this process, system engineer have to manage the system requirement. This paper proposes the management contents of system requirement such as change management, requirement traceability, etc, for HEMU-400X.

1. 서 론

국토해양부는 국내외 고속철도 시장의 능동적 대응과 지속 가능한 고속철도 기술 경쟁력을 확보하기 위해 차세대 고속철도기술개발사업을 2007년부터 시작했다. 차세대 고속철도기술개발사업의 목표는 최고시험속도 400km/h, 운영속도 350km/h 성능을 갖는 동력분산형 고속열차를 2013년까지 개발하는 것이다.

사업의 성공을 위해서는 사업에 참여하는 연구진이 통일되고 일관된 개발을 하기 위한 시스템요구사항이 필요하다. 특히 고속철도 시스템은 차량, 기계부품, 전기, 전자, 제어, 정보통신, 토목기술 등이 종합적으로 적용되는 대형 복합시스템의 하나로서 시스템요구사항이 체계적으로 개발되어야 하는 전형적인 예이다. 시스템요구사항은 하위 계약자와 계약조건에 반영될 뿐만 아니라 과제 수행 근거가 되고 시스템 통합 검증의 근거로서 모든 개발단계의 기본사양이 된다. 또한 시스템요구사항은 개발 초기부터 개발 종료까지 지속적으로 관리되어야 한다. 왜냐하면 요구사항은 개발환경의 변화라든가 사용자가 시스템에 대한 실질적인 필요에 대한 이해도 증진으로 계속 진화하기 때문이다[1]. 또한 시스템요구사항을 통해 개발내용과 산출물이 당초 설정한 목표대로 진행되는 지 여부를 판단해야 하기 때문이다[2, 3].

본 논문에서는 개발한 시스템요구사항을 생애주기 동안 효율적으로 관리하기 위해 수행한 변경관리, 요구사항 추적성, CASE(Computer Aided Systems Engineering) 도구를 사용한 구현에 대한 내용을 제시한다.

† 책임저자 : 정희원, 한국철도기술연구원, 차세대고속철도기술개발사업단, 선임연구원
E-mail : thlee@krii.re.kr
TEL : (031)460-5624 FAX : (031)460-5649

* 정희원, 한국철도기술연구원, 차세대고속철도기술개발사업단, 책임연구원

** 정희원, 한국철도기술연구원, 차세대고속철도기술개발사업단, 선임연구원

*** 정희원, 한국철도기술연구원, 차세대고속철도기술개발사업단, 수석연구원/단장

2. 본 문

2.1 요구사항 변경관리

선행연구를 통해 도출한 시스템요구사항은 그림 1과 같은 구조를 갖으며 CASE 도구를 사용하여 데이터베이스에 입력하였다[4]. 시스템 요구사항은 초기 192개로 시작하여 그동안 운영요구사항의 내용 변경, 시스템요구사항 분해 그리고 오타, 상충, 비일관성 등의 사유로 수정과 보완을 계속 수행하여 현재는 239개로 개수가 증가하였다. 이러한 요구사항의 변경이 개발을 진행하는 도중에 발생할 수밖에 없을지라도 이에 대한 명확한 변경관리를 하지 않는다면 장기적인 관점에서 일정이나 비용을 초과하는 문제가 발생할 수 있다.

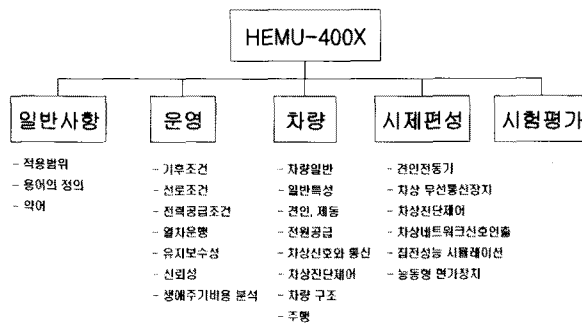


그림 1 시스템요구사항 구조

상기에서 제시한 문제를 사전에 방지하기 위하여 두 가지 변경관리 정책을 수립하였다. 그 첫째는 그림 2와 같이 요구사항을 수정하거나 보완할 때 이력관리를 기록하는 것이다. 수정이나 보완을 수행한 담당자, 변경일시, 변경사유를 기입하게 함으로써 변경 이력을 데이터베이스에 기록하는 것이다. 변경 이력은 요구사항을 종합적으로 검토할 때 객관적인 자료로 활용하고 있다. 둘째는 각 요구사항에 대한 해설서를 자세하게 작성하는 것이다. 해설서는 요구사항이 존재해야 하는 사유나 근거를 주요한 내용으로 하고 있으며 여기에는 요구사항에서 사용하고 있는 규격이나 시물레이션 결과, 수식이 포함되어 있다. 해설서는 PDF, HWP, WORD, 그림 등 여러 가지 형태로 존재할 수 있기 때문에 모든 형태의 문서를 연결할 수 있도록 구현하였다.

효율적인 변경관리를 위해 각 요구사항에 대한 담당자를 부여하고 책임과 권한을 지정하였다. 이를 위해 데이터베이스에 접근할 때에는 아이디와 패스워드를 부여하여 요구사항 수정 및 보완시 자동적으로 접근자의 아이디가 이력관리에 남도록 하였다. 담당하지 않는 요구사항은 열람하거나 검토의견만 기록할 수 있고 수정은 할 수 없게 하여 요구사항 관리의 일관성을 유지하였다. 또한 요구사항의 고유 번호는 삭제나 변경을 할 수 없기 때문에, Key값을 이용하여 요구사항의 번호를 동적으로 변경할 수 있게 하였다. 아울러 각 요구사항과 요구사항 집합에 대한 버전을 부여하여 요구사항을 일관적으로 관리할 수 있도록 하였다. 각 요구사항에 카테고리(Capability, Functional, Constraint 등), 우선순위(High, Low, Mandatory 등), 도메인(Operational, Safety, Certification 등)의 속성을 부여하여 각 분야별 요구사항 분석을 효율적으로 수행할 수 있도록 도모하였다.

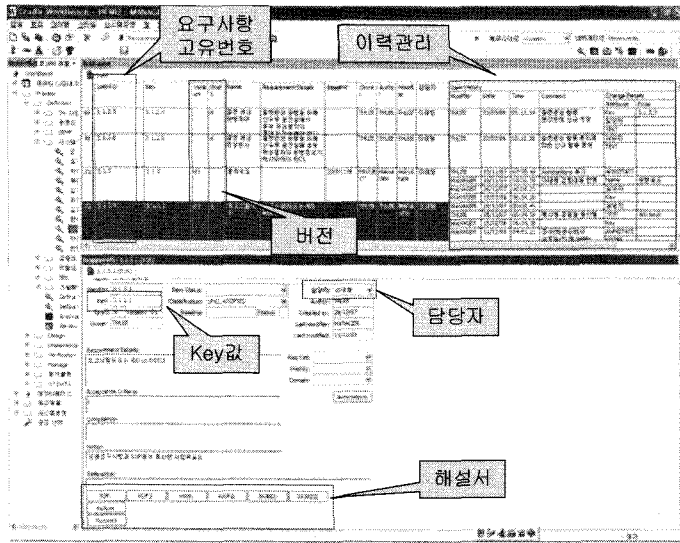


그림 2 요구사항 변경관리 사례

2.2 요구사항 추적성

요구사항 관리 분야에서 제일 중요한 것은 요구사항을 변경해야 하는 경우에 시스템의 나머지 부분에 변경한 요구사항이 미치는 영향을 평가하는 것이다. 이러한 영향 평가는 요구사항의 추적성을 통해 가능하다.

요구사항의 추적성을 구현하기 위해 크게 두 부분으로 데이터베이스를 분리하였다. 첫 번째 부분은 그림 3과 같이 사업관리 분야로서 요구사항을 도출하는데 필요한 기본자료로 구성되어 있다. 세부적으로는 기획연구를 통해 도출한 기획보고서, RFP, 사업계획서, 기술관리지침서(SOP), 시스템엔지니어링 관리계획(SEMP)을 포함하고 있다. 사업계획서로부터 WBS를 생성하고 WBS 하부에 결과물과 산출물을 연결하도록 하였다. 두 번째 부분은 그림 4와 같이 시스템엔지니어링 분야이다. 이 부분에서는 사업관리 분야에서 정의한 대전제와 사업목표를 토대로 도출한 좀더 상세한 요구사항을 포함하고 있다. 사업관리 분야와의 추적성은 WBS를 시스템요구사항(Sys Requirement)에 연결함으로써 달성하였다. 시스템엔지니어링 분야의 추적성은 개발하는 시스템과 유사한 시스템을 운영하고 있는 운영기관에서 도출한 운영요구사항(ORI Requirement)으로부터 시작한다. 운영요구사항을 만족하도록 시스템요구사항을 개발하였고 Top-down 방식으로 차량시스템요구사항(RS Requirement), 하부시스템요구사항(SubSystem Req.), 부품요구사항(Component Req.) 순으로 추적성을 부여하였다. 그림 5는 운영요구사항과 시스템요구사항의 추적성의 사례를 보인 것이다. 한편, 각 요구사항 개발 중에 발생하는 이슈는 기술회의(TechMeeting)을 통해 해결하고 그 결과에 따라 요구사항을 수정하였다. 검증요구사항도 시스템요구사항으로부터 시작하여 부품요구사항까지 개발하게 되고 시험평가단계에서는 Bottom-up 방식으로 부품요구사항부터 검증하여 최종적으로 시스템요구사항을 검증하여 시스템개발을 완료하는 프로세스를 적용하였다.

따라서, 운영요구사항의 한 항목을 선택하면 해당 항목을 구현하기 위해 시스템요구사항과 차량요구사항, 하위시스템요구사항, 부품요구사항까지 어떤 설계를 하였는지 파악할 수 있고 해당 요구사항을 어

면 검증방법을 사용하여 시험평가를 수행하고 그 결과는 어떻게 도출되었는지 파악할 수 있는 구조가 된다. 이러한 추적성은 하위에서 상위로 가는 방향도 동일하다.

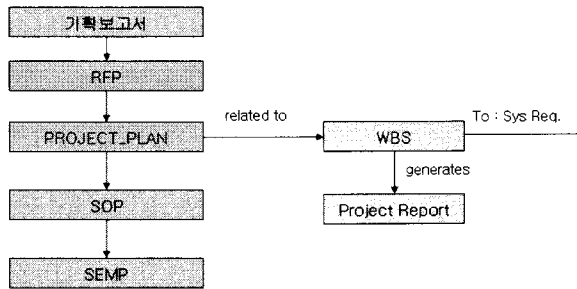


그림 3사업관리 분야 추적성

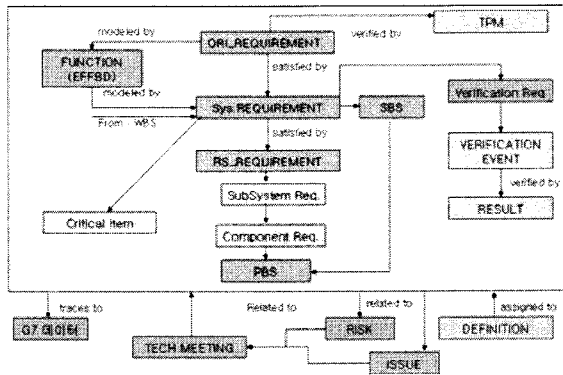


그림 4 시스템엔지니어링 분야 추적성

운영상태	운영상태 번호	운영상태 제목	운영상태 내용	시스템요구사항	Key	Name	Concept
66	2.3.3.1	개발	개발은 개발요구사항 도출을 위한 개발 계획 수립 후 요구사항을 충족시키기 위한 개발을 수행한다.	2.3.1	개발	개발	개발은 개발요구사항 도출을 위한 개발 계획 수립 후 요구사항을 충족시키기 위한 개발을 수행한다.
67	2.3.3.1.1	개발 계획 수립	개발 계획 수립은 개발 계획 수립을 위한 개발 계획 수립을 수행한다.	2.3.1.1	개발 계획 수립	개발 계획 수립	개발 계획 수립은 개발 계획 수립을 위한 개발 계획 수립을 수행한다.
68	2.3.3.1.2	개발 계획 수립	개발 계획 수립은 개발 계획 수립을 위한 개발 계획 수립을 수행한다.	2.3.1.2	개발 계획 수립	개발 계획 수립	개발 계획 수립은 개발 계획 수립을 위한 개발 계획 수립을 수행한다.
69	2.3.3.1.3	개발 계획 수립	개발 계획 수립은 개발 계획 수립을 위한 개발 계획 수립을 수행한다.	2.3.1.3	개발 계획 수립	개발 계획 수립	개발 계획 수립은 개발 계획 수립을 위한 개발 계획 수립을 수행한다.
70	2.3.3.1.4	개발 계획 수립	개발 계획 수립은 개발 계획 수립을 위한 개발 계획 수립을 수행한다.	2.3.1.4	개발 계획 수립	개발 계획 수립	개발 계획 수립은 개발 계획 수립을 위한 개발 계획 수립을 수행한다.
71	2.3.3.1.5	개발 계획 수립	개발 계획 수립은 개발 계획 수립을 위한 개발 계획 수립을 수행한다.	2.3.1.5	개발 계획 수립	개발 계획 수립	개발 계획 수립은 개발 계획 수립을 위한 개발 계획 수립을 수행한다.
72	2.3.3.1.6	개발 계획 수립	개발 계획 수립은 개발 계획 수립을 위한 개발 계획 수립을 수행한다.	2.3.1.6	개발 계획 수립	개발 계획 수립	개발 계획 수립은 개발 계획 수립을 위한 개발 계획 수립을 수행한다.
73	2.3.3.1.7	개발 계획 수립	개발 계획 수립은 개발 계획 수립을 위한 개발 계획 수립을 수행한다.	2.3.1.7	개발 계획 수립	개발 계획 수립	개발 계획 수립은 개발 계획 수립을 위한 개발 계획 수립을 수행한다.
74	2.3.3.1.8	개발 계획 수립	개발 계획 수립은 개발 계획 수립을 위한 개발 계획 수립을 수행한다.	2.3.1.8	개발 계획 수립	개발 계획 수립	개발 계획 수립은 개발 계획 수립을 위한 개발 계획 수립을 수행한다.
75	2.3.3.1.9	개발 계획 수립	개발 계획 수립은 개발 계획 수립을 위한 개발 계획 수립을 수행한다.	2.3.1.9	개발 계획 수립	개발 계획 수립	개발 계획 수립은 개발 계획 수립을 위한 개발 계획 수립을 수행한다.
76	2.3.3.1.10	개발 계획 수립	개발 계획 수립은 개발 계획 수립을 위한 개발 계획 수립을 수행한다.	2.3.1.10	개발 계획 수립	개발 계획 수립	개발 계획 수립은 개발 계획 수립을 위한 개발 계획 수립을 수행한다.
77	2.3.3.1.11	개발 계획 수립	개발 계획 수립은 개발 계획 수립을 위한 개발 계획 수립을 수행한다.	2.3.1.11	개발 계획 수립	개발 계획 수립	개발 계획 수립은 개발 계획 수립을 위한 개발 계획 수립을 수행한다.
78	2.3.3.1.12	개발 계획 수립	개발 계획 수립은 개발 계획 수립을 위한 개발 계획 수립을 수행한다.	2.3.1.12	개발 계획 수립	개발 계획 수립	개발 계획 수립은 개발 계획 수립을 위한 개발 계획 수립을 수행한다.

그림 5 운영요구사항과 시스템요구사항의 추적성 사례

2.3 CASE 도구를 이용한 구현

요구사항 개발부터 시작하여 요구사항 변경관리와 추적성을 CASE 도구를 사용하여 구현하였다. 그림 2와 5는 CASE 도구를 사용하여 구현한 예를 보인 것이다[5]. CASE 도구는 생애주기에 수행하는 시스템엔지니어링활동을 지원하고 방대한 양의 데이터와 변경내용을 손쉽게 처리할 수 있는 장점을 갖고 있다.

시스템 개발을 진행함에 따라 계속적으로 데이터베이스의 양이 증가하고 있고 통합제품개발팀의 의사소통을 위한 자료를 적절하게 제공하고 있다. 최신 설계자료를 찾는 경우 해당 담당자에게 요청하는 것이 아니라 CASE 도구에 접속하여 그 내용을 보거나 필요한 경우 문서로 출력하여 사용하는 구조이다.

그림 6은 CASE 도구를 사용하여 구현한 생애주기별 데이터를 보여주고 있다. 현재는 정의(Definition)단계에서 설계(Design)단계로 넘어가는 시기로 운영요구사항과 시스템요구사항의 개발이 완료되고 차량요구사항과 하위 요구사항이 진행중이다.

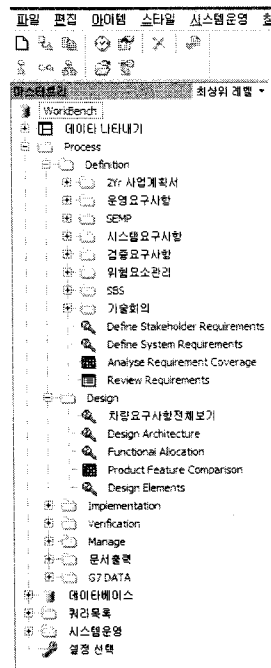


그림 6 데이터베이스 구조

3. 결론 및 향후 계획

차세대 고속열차의 요구사항을 효율적으로 관리하기 위하여 변경관리와 추적성을 CASE 도구를 사용하여 구현하였다. 이를 통해 다음의 결론을 얻었다.

- 변경관리에서는 담당자가 수정하거나 보완하는 내용에 대한 이력관리를 수행함으로써 요구사항의 일관성을 유지할 수 있었고 해설서를 작성함으로써 요구사항의 명확한 근거를 체계적으로 관리할 수 있었다.
- 추적성 업무를 수행함으로써 상위 요구사항의 만족도를 정량적으로 관리할 수 있었다.

- CASE 도구를 사용하여 변경관리와 추적성 업무를 수행함으로써 방대한 양의 데이터를 손쉽게 관리할 수 있었다.

향후 개발이 진행함에 따라 도출되는 하위시스템요구사항과 부품요구사항 수준까지 변경관리와 추적성 부여 업무를 통해 크게는 운영요구사항에서 요구하는 시스템을 최종 개발하는 한편 생애주기 동안 수행해야 하는 시스템엔지니어링 업무를 일관되게 수행할 예정이다.

감사의 글

본 연구는 국토해양부 미래철도기술개발사업의 연구비지원(과제번호 07차세대고속철도A01)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. Gerald Kotonya et al. "Requirements Engineering process and techniques", John Wiley & Sons, pp113 ~ pp136, 1998.
2. S. Datta et al. "Systems Engineering Life Cycle Management with Traceability", INCOSE proceedings, 1999.
3. D.Locke et al, "Implementing an Effective Requirements Management Process", INCOSE proceedings, 1999.
4. 이태형 외, "차세대 고속열차를 위한 시스템요구사항 개발", 한국철도학회 춘계학술대회논문집, 2008
5. 에스엔앤에스이앤지(주), "차세대고속철도기술개발사업 통합제품개발팀 전산지원시스템엔지니어링 도구 교육", 2008