

# 경전철 개발 사업에서의 체계공학 전산지원도구를 활용한 요구사항 추적관리 사례

## Case of Requirement Traceability Management Using Computer-Aided Systems Engineering Tool In Light Rail Transit Project

임명혁\*, 김현상\*\*

Myung-Hyuk Yim\*, Hyun-Sang Kim\*\*

**Abstract** Effort to develop systems which are satisfied with all requirements of customers is one of the main factor to determine the project are failed or succeed. In order to monitor that requirements of customers are reflected to design and implemented without missing, requirement traceability has to be performed obligatorily. During progressing design phase, requirements of customers are more increased in size and complexity. So, if systems engineering tools are not existed, much time and cost will be spent in order to trace requirement of document units. In this paper, we introduce case using systems engineering tool in order to manage status of satisfaction of requirements in development life cycle of light rail transit, and discuss difficulties and solutions during conducting project.

**Keywords** : Light Rail Transit, Systems Engineering, Computer-Aided Systems Engineering Tool, Requirement Traceability Management

고객의 모든 요구사항을 충족하는 시스템을 개발하기 위한 노력은 시스템 개발의 성패를 결정하는 주요 요인 중 하나이다. 고객의 요구사항이 설계에 빠짐없이 반영되고 구현되는지 모니터링 하기 위해서 요구사항 추적관리는 반드시 수행되어야 하는 업무이다. 고객 요구사항은 설계가 진행됨에 따라 규모 및 복잡도가 증가되며, 체계공학 전산지원도구 없이 문서 단위의 요구사항 추적관리는 많은 비용과 시간 투입이 불가피하다.

본 논문에서는 경전철 개발 사업에서 설계, 시공, 시험 및 시운전 단계를 거쳐 이해관계자의 요구사항이 시스템의 수명주기 전단계에 정의된 대로 부합하는지를 관리하기 위한 체계공학 전산지원도구 도입 사례를 소개하고, 업무 수행 시 애로사항 및 이에 대한 해결 방안을 제안한다.

**주요어** : 경전철, 체계공학, 체계공학 전산지원도구, 요구사항 추적관리

### 1. 서론

시스템은 주어진 목적을 달성하기 위한 구성요소들의 집합이다.(EIA-632) 시스템의 구성 요소들은 계층구조로 정의되며, 개발 대상 시스템은 이러한 계층구조에 따라 하향식(Top-down)으로 개발된다. 시스템 엔지니어링 프로세스는 각 단위 시스템별로 적용되며, 가장 먼저 선행되어야 하는 업무는 요구사항 분석이다. 요구사항 분석은 상위 시스템의 요구 및 임무를 분석하고 설계 관점의 시스템 요구사항을 정의하는 업무이다. 개발 대상 시스템의 고객 요구사항은 개발이 진행됨에 따라 규모 및 복잡도가 증가한다. 단위 시스템의

\* 에스앤에스이앤지(주), SE R&D팀, 과장

\*\* (주)우진산전, E&M 사업팀, 부장

설계 및 구현 완료 후 시스템 통합은 상향식(Bottom-up)으로 진행되며, 상위 시스템의 요구에 맞는 시스템을 개발하였는지 확인하게 되는데 이를 확인하는 주요 척도는 상위 시스템의 요구에 대한 충족여부이다. 즉, 최종 통합된 개발 대상 시스템이 “고객이 요구하는 시스템이 맞는가?” 를 확인하기 위한 주요 척도는 고객 요구사항의 충족 여부이다. 고객의 요구사항은 개발이 진행됨에 따라 규모 및 복잡도가 증가하는 고객 요구사항을 개발 전 수명주기(설계, 시공, 시험 및 시운전) 동안에 고객 요구사항 충족여부를 관리하기 위해서 체계공학 전산지원도구의 도입은 반드시 필요하다.

경전철 시스템 개발 실시설계 단계의 경우, 시스템에서 서브 어셈블리 수준의 설계가 이루어진다. 시스템 엔지니어링 프로세스에 따르면 고객 요구를 분석하여 설계관점에 시스템 요구사항을 도출하는 업무가 선행되어야 하나 이러한 절차 없이 설계 업무가 선행되어 진행된다. 고객의 요구사항에 대한 분석 없이 설계를 진행하는 경우 설계한 대로 시스템을 개발하는데 문제는 없지만, 고객의 요구에 맞지 않는 시스템을 개발하게 될 가능성이 있다. 본 사례에서는 고객의 요구에 맞는 경전철 시스템의 성공적인 개발을 위해 실시설계 단계에서 설계 산출물을 기반으로 상향식(Bottom-up)으로 경전철 시스템의 요구사항을 도출하고, 시스템 개발 전 수명주기 동안에 고객 요구사항의 충족여부를 관리하기 위해 체계공학 전산지원도구를 도입 하였다.

## 2. 본 론

### 2.1 체계공학 전산지원 도구 소개

본 요구사항 추적관리 사례에서는 영국 3SL사에서 개발된 체계공학 전산지원도구인 “Cradle”을 적용하여 업무를 수행하였다. Cradle은 시스템 엔지니어링 프로세스에 따른 시스템 개발을 지원하며, 개발 대상 시스템에서부터 n개의 서브시스템 설계 단계에 이르기 까지 요구사항을 연계하여 관리할 수 있으며, 시험 및 시운전 단계에 요구사항 충족여부를 확인 할 수 있도록 지원한다.

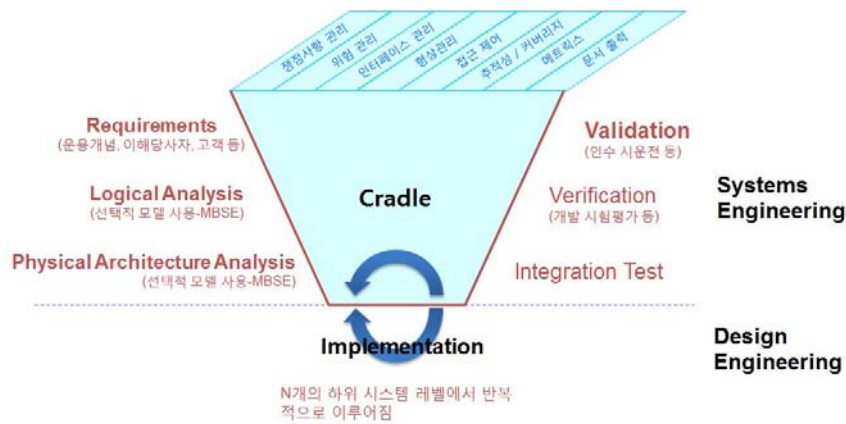


Fig. 1 체계공학 전산지원 도구 "Cradle" 운용 개념

### 2.2 요구사항 추적 관리를 위한 업무 프로세스

실시설계 단계에서 고객 요구사항 반영여부를 관리하기 위한 요구사항 추적관리 업무는 체계공학 전산지원도구내에서 수행되었으며, 세부업무는 다음과 같다.

Table 1 요구사항 추적관리 업무 프로세스

순번	업무 구분	내용
1	요구사항 추적관리 방향 정의	실시설계 단계에서 설계를 진행 범위를 식별하고 이에 따른 요구사항 추적관리 방향 정의
2	설계 단계별 요구사항 식별	요구사항 식별 대상 설계 산출물을 해당 설계 단계의 데이터 타입에 입력하고 추적관리 대상 요구사항 식별
3	요구사항 추적성 연결	설계 단계별로 식별된 요구사항간의 추적성 연결을 통해 고객 요구사항부터 서버어셈블리 요구사항 까지 요구사항 추적성 확보
4	요구사항 관리 현황 조회	체계공학 전산지원도구 내의 요구사항 추적관리 현황 출력 및 제출

### 2.2.1 요구사항 추적관리 방향 정의

체계공학 전산지원도구 내에서 요구사항 추적관리를 위해 선행되어야 하는 업무는 업무 프로세스를 분석을 통해 데이터베이스의 구조를 정의하는 일이다. 경전철 개발 실시설계 단계에서는 경전철 시스템의 서버 어셈블리 계층까지의 설계가 이루어지므로, 요구사항 추적관리 범위를 이해당사자 요구사항에서부터 서버 어셈블리 까지로 정의하였다. 정의 결과에 따라 체계공학 전산지원도구 내에 요구사항 추적관리 환경을 구현하였으며, 각 설계 단계에 해당하는 요구사항 식별을 위해 실시설계 산출물 중 각 단계에 해당하는 문서를 식별하여 정의 하였다. 시스템 요구사항의 경우 식별 대상 문서가 별도로 존재하지 않아, 하위 단계의 요구사항을 기반으로 상향식(Bottom-up)으로 생성하도록 하였다.

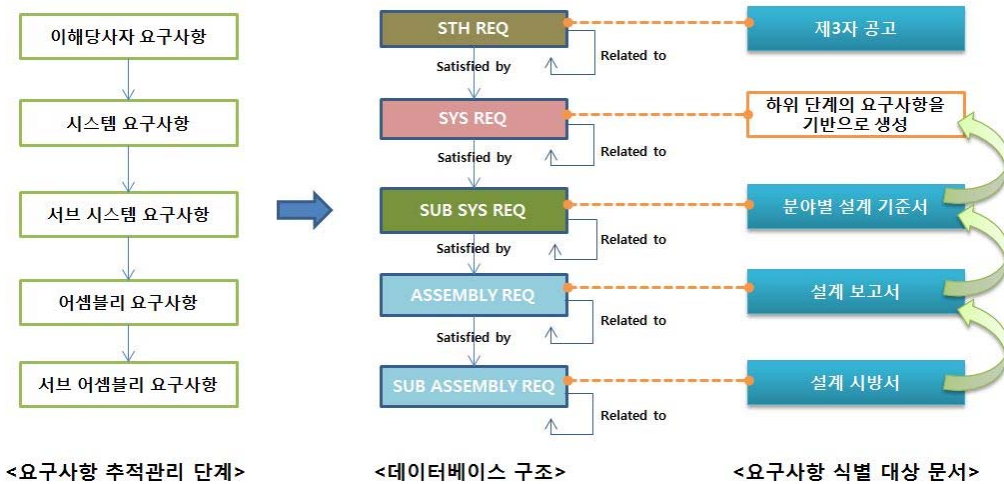


Fig. 2 요구사항 설계 단계별 요구사항 식별 대상 문서

### 2.2.2 설계단계별 요구사항 식별

각 단계의 요구사항 식별 대상 문서를 해당하는 데이터 타입에 자동 입력하기 위해 체계공학 전산지원도구에서 자동 입력 가능한 형식으로 변형(HWP->MS Word)하여 입력을 진행 하였다. 입력된 문서들을 대상으로 체계공학 전산지원도구내에서 각 문장별 관련 분야(공통, 기계, 신호 등)를 설정하고, 요구사항 구분을 수행하였다. 설정 분야와 속성분류는 아래의 그림과 같으며, “일반” 으로 구분된 항목은 제목 및 일반 정보로 요구사항 추적관리에서 제외되는 항목이다.

REQ ID	제목/내용	관련 분야	속성분류
	XXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX	기계	일반
	XXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX XX XX	기계	제약 기능
	XX XX XX XX XX XX XX XX		

관련 분야 : 검수, 공통, 궤도, 기계, 신호, 전기, 차량, 통신

속성 분류 : 일반, 제약, 기능, 성능, 안전, I/F

<서브 어셈블리 요구사항 조회 화면>

Fig. 3 서브 어셈블리 요구사항 요구사항 분류 화면 (세부 내용 보안 처리)

**2.2.3 요구사항 추적성 연결**

요구사항으로 구분된 항목에 대하여 정의된 추적관리 방향에 따라 요구사항 간 추적성 연결을 수행하였다. 본 실시절계 단계에서의 요구사항 추적관리의 목적은 제3자 광고에서 식별된 설계와 관련된 모든 요구사항이 서브 어셈블리 단계까지 빠짐 없이 반영되었는가 이다. 제3자 광고에서 식별된 설계 요구사항과 서버 시스템 요구사항을 연결하기 위해서는 시스템 요구사항의 도출이 필요하며, 시스템 요구사항은 하위 단계의 요구사항들을 기반으로 도출하였다. 도출된 시스템 요구사항은 관련 이해당사자 요구사항과 연결하여, 고객 요구사항의 설계 반영여부를 모니터링 할 수 있도록 하였다.

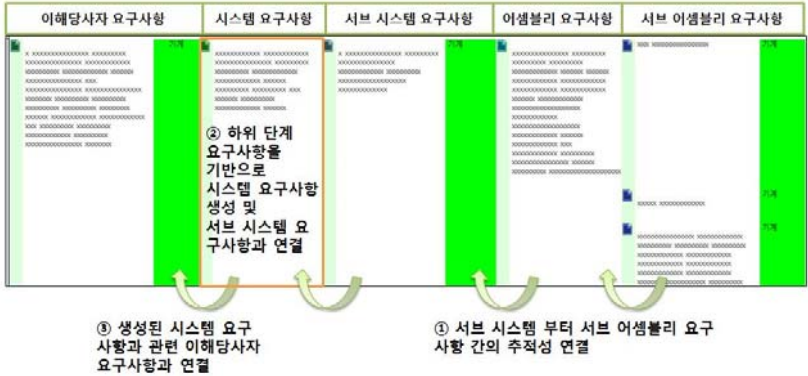


Fig. 4 요구사항 추적성 확보 개념도

**2.2.4 요구사항 추적관리 현황 조회**

제3자 광고에서 식별된 설계 관련 요구사항의 설계 반영여부는 발주처에서 체계공학 전산지원도구에 직접 접속하여 추적관리 현황을 조회 할 수 있도록 구축하였다. 이에 따라 실시간으로 요구사항 추적관리 현황 조회가 가능하며, 사업관리 측면에서 활용하였다. 요구사항 추적관리 현황 문서 제출 시 조회 화면을 엑셀 파일로 출력하여 발주처에 제공하였다.

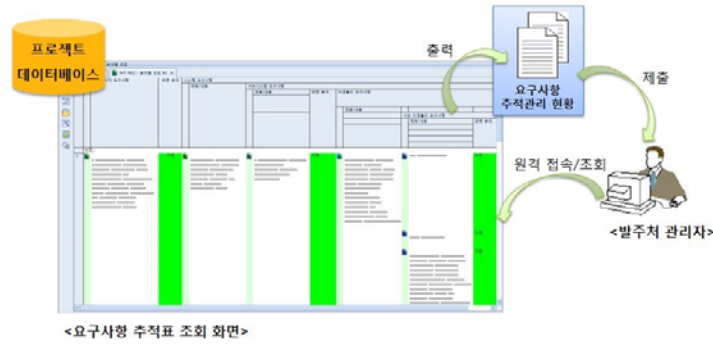


Fig. 5 요구사항 추적관리 현황 관리 개념

### 2.3 요구사항 추적성 확보에 대한 문제점 및 개선방안

제3자 광고의 설계 관련 요구사항에서부터 서버 어셈블리 요구사항까지의 추적성 확보를 위해 실시 설계 산출물을 선정하여 각 단계별 요구사항을 식별하였으나, 시스템 요구사항 하위 레벨의 요구사항간의 연결이 어려운 문제가 있었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 사례에서는 상위 요구사항과 동일한 요구사항을 하위 요구사항으로 생성하여 서버 어셈블리까지의 요구사항 추적성을 확보하였다.



Fig. 6 단계별 요구사항간 추적성 확보 개념

이는 상향식의 요구사항 추적성 확보라는 측면에서 발생된 문제이다. 시스템 엔지니어링 측면에서 시스템 개발 초기에 상위의 요구를 분석하여 해당 시스템의 설계 관점의 시스템 요구사항을 도출 후 이에 따른 설계를 진행하여야 하나, 경전철 개발 시스템의 경우 이러한 활동 없이 설계를 진행하였기 때문에 상향식의 요구사항 추적성 확보를 진행할 수 밖에 없다. 설계 진행 후에 고객요구사항의 반영여부를 역으로 추적하는 업무를 통해서도 이해당사자 요구사항이 누락 여부를 식별하여 반영할 수 있으나, 누락된 사항을 반영하기 위한 설계 변경에 많은 시간과 비용을 소모하게 된다. 따라서 사업 초기에 상위 요구를 기반으로 설계 시작 이전에 설계 관점의 시스템 요구사항을 도출하고 설계를 진행하는 것이 바람직하며, 재작업을 최소화 할 수 있는 방안이다.

### 3. 결 론

본 사례에서는 경전철 개발 실시설계 단계에서 각 단계별 요구사항을 식별하고, 요구사항 간의 추적성 확보를 통해서 최상위 이해당사자 요구사항(제3자 공고) 문서 내의 설계 관련 요구사항이 실시설계에 모두 반영 되었는지 확인하기 위한 업무를 체계공학 전산지원도구를 활용하여 수행하였다. 실시설계 단계에서 식별된 각 요구사항은 시스템 통합 후 시스템 검증의 척도로 활용될 예정이며, 설계 단계뿐만 아니라 시공, 시험 및 시운전 단계까지 추적관리하여, 이를 통해 시운전 시 이해당사자의 요구사항이 빠짐 없이 반영된 이해당사자가 원하는 시스템임을 명확히 입증할 수 있을 것으로 기대된다.

본 사례에서 제3자 공고의 설계 관련 요구사항에서부터 서버 어셈블리까지의 요구사항 추적성 확보 시 계층에 따른 추적성 확보가 어려웠다. 이는 하위 요구를 기반으로 상향식으로 각 설계 단계의 요구사항을 식별함에 따른 문제이며, 이러한 문제는 시스템 엔지니어링 프로세스를 적용하여 하향식의 개발 프로세스를 통해 설계 이전에 해당 시스템의 요구사항을 정의하고 설계를 진행하는 것이 재작업에 의한 시간 및 비용을 최소화 할 수 있는 방안이라고 본다.

### 참고문헌

[1] ANSI/EIA-632, EIA STANDARD, Processes for Engineering a System pp. 46-59.

[2] INCOSE SYSTEMS ENGINEERING HANDBOOK, A GUIDE FOR SYSTEM LIFE CYCLE PROCESSES AND ACTIVITIES, FOURTH EDITION, pp. 47-49.