

경량전철사업의 시스템엔지니어링활동을 위한 상세일정계획 작성방법 연구

한석윤¹⁾ 김주욱¹⁾ 최요철²⁾ 강도훈¹⁾

1) 한국철도기술연구원, 2) LS산전

A Study on the Systems Engineering Detailed Schedule for LRT Project

Seok youn Han¹⁾, Joo Uk Kim¹⁾, Yo Chul Cho²⁾, Do Hoon Kang¹⁾

1) Korea railroad Research Institute, 2) LS IS Co., Ltd.

Abstract : Suppliers in light rail transit project makes a systems engineering management plan(SEMP) as a top level plan which has a SEMS and SEDS as an control and monitoring means. In this paper, we analyze the international standards and some related documents, and present the directions to make the SEMS and SEDS which have WBS, accomplishments, schedule, events, person in charge. And then customize the project management tool and make SEMS and SEDS of LRT project as an example. The research results can be applied in LRT project after tailoring based on the project

Key Words : Light rail transit(LRT) project, Systems engineering management plan(SEMP), Systems engineering detailed schedule(SEDS), Systems engineering master schedule(SEMS), Work breakdown structure(WBS)

1) 교신저자 : syhan@krri.re.kr

1. 서론

시스템엔지니어링은 성공적인 시스템을 구현하기 위한 다분야 학문의 종합적인 수단과 방법으로 복잡한 시스템을 개발·관리하기 위해 전체적(holistic), 생명주기적 관점에서 접근하며, 필요한 사항을 확인하고, 해야 할 일을 바르게 수행하도록 안내한다. [1] 이러한 시스템엔지니어링은 경량전철사업과 같은 대형복합사업의 효율적 수행에 매우 중요한 역할을 한다. 경량전철사업에는 시스템엔지니어링 업무활동을 관리하기 위한 최상위계획으로 시스템엔지니어링 계획(SEMP)을 작성하며, 시스템엔지니어링 세부활동을 통제하는 수단으로 시스템엔지니어링 종합일정계획(SEMS)과 시스템엔지니어링 상세일정계획(SEDs)을 SEMP의 한 부분으로 두고 있다. [2, 4, 10]

본 연구에서는 시스템엔지니어링 상세일정계획 수립 관련 국내외 현황을 분석하고 국내 경량전철사업의 환경을 고려하여 작성방향을 제시한다. 또한 프로젝트관리 전산도구를 커스터마이징하여 상세일정계획을 구현할 수 있게 하였으며, 작성사례 일부를 제시하였다. 프로젝트관리 전산도구는 공관 프로젝트사의 엔프로젝트를 사용하였으며 JSP (Java Server Page)로 커스터마이징하였다. 본 연구결과는 국내 경량전철사업 현장의 시스템엔지니어링 업무 수행을 위한 계획수립과 관리에 매우 유용한 수단과 방법이 될 수 있으며, 발주자와 계약자간에 해야 할 일을 보다 명확히 정의하는데 기여할 것이다.

2. SEMs와 SEDs 관련 국내외 기술현황

2.1 국제표준에서의 SEMs와 SEDs

2.1.1 국제 표준규격 [2, 3]

국제 표준규격 ISO/IEC 26702는 제품의 생명주기 전체에 걸쳐서 시스템엔지니어링 프로세스와 그 응용에 대한 요구사항을 정의하고 있다. 이 규격에서 마스터 일정은 핵심이벤트(event), 핵심이벤트

의 작업, 중요한 작업의 완료 기준을 정하기 위하여 시스템 생명주기 전체에 걸쳐서 종합일정계획을 준비하고 업데이트한다. 상세일정계획에서는 종합일정계획의 핵심 이벤트, 작업 그리고 활동의 일정표 기반으로 제공하도록 하고 있으나, 세부 상세 내용은 별도로 제시하지 않았다.

2.1.2 국제 시스템엔지니어링협회 핸드북 [4]

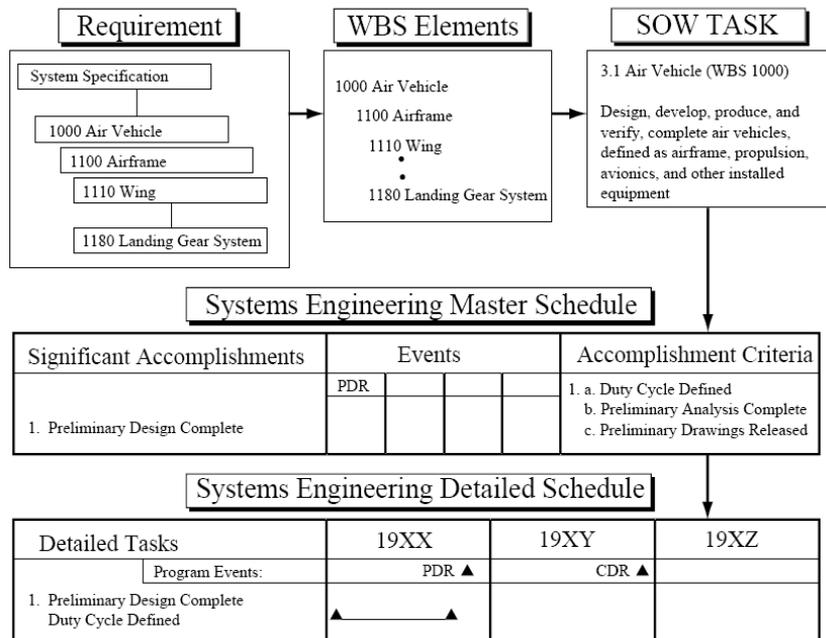
국제 시스템엔지니어링협회의 핸드북에서는 SEMP의 부분으로서 SEMs와 SEDs를 설명하고 있다. 여기서 SEMs는 주요 프로젝트 단계 식별과 일정 및 입출력 기준에 대한 사항을 포함하며, 특정 일정은 의도적으로 SEDs로 세분화하고, SEDs의 정보는 변경될 수 있으나 SEMs는 고객이나 최고경영층의 승인을 받는다. SEMs, SEDs는 주기적으로 계획 또는 기술변경 사항을 반영하며, 프로젝트의 현재 상태와 정확히 가시적으로 보여지도록 한다.

핸드북에서는 SEMs에 포함해야 할 사항으로 (1) 일정단계, 모든 주요활동에 대한 임계 입출력, (2) 계약자료 요구목록 인도일정, (3) 프로그램 검토 및 감사(audit), (4) 주요 일정, (5) 지불일정을 제시하고 있다.

2.1.3 미 국방성 규격 [5]

방위시스템의 개발을 위한 전(total) 시스템적인 접근 방법을 정의하고 있는 미국 국방성 규격 MIL-STD-499B에서 SEMs는 이벤트 기반의 일정으로 정의하며, 핵심성과물과 측정기준, 식별된 이벤트의 완료기준으로 구성하고 각 이벤트는 기술 검토와 감사, 시연일정, 의사결정 시기를 포함하고, 달성기준은 주요 및 임계 태스크, 활동, 시연을 포함하도록 하고 있다.

SEDs는 시간 및 태스크 기반의 상세 업무일정으로 완전하고 통합된 기술 노력과 이벤트와의 관계, 성과물, SEMs에서 식별된 달성기준과 성과물을 표시한다. fig.1은 SEMs와 SEDs의 관계를 나타내고 있는 그림이다.



[Figure 1] Interrelation between SEMS and SEDS(5)

2.2 국내 경량전철사업에서의 SEMS와 SEDS

국내에서 건설되고 있는 경량전철사업에 적용하고 있는 시스템엔지니어링은 국제 표준에서 정한 프로세스 보다는 사업의 성능 및 안전과 관련된 사항을 핵심기술이라 정의하고 그에 대한 관리활동을 주로 수행하고 있다. [6,7] 또한 시스템엔지니어링은 해외기업에서 주관하고 국내 기업은 하부 참여형태로 수행하는 것이 대부분이며, 시스템엔지니어링 관리계획에 있는 일정계획의 경우 산출물 목록, 담당자, 일장, 간트차트 정도의 내용이 간단하게 표현되어 있는 것 [8] 과 성과물 제출과 관련된 주요 문서의 종류와 제출일정, 간트차트로 구성된 공정표 형식으로 작성한 것 [9] 이 대부분으로 시스템엔지니어링 활동을 상세하게 관리하기에는 충분하지 않은 실정이다.

2.3 SEMS, SEDS의 특징

시스템엔지니어링 세부계획은 이벤트기반의 SEMS와 일정기반의 SEDS로 구분하며 주요 특징은 다음과 같다.

2.3.1 시스템엔지니어링 종합일정계획 SEMS

1) SEMS는 이벤트(event)기반 시스템엔지니어링 상세계획으로, 사업제안서의 일부로서 제출하며 협의를 거쳐 계약서에 포함한다. 계약 후에는 주요 이벤트에 대한 베이스라인(baseline)이 되고, 변경을 위해서는 고객 또는 경영층의 승인이 필요하며, 항상 현재의 상태를 표현한다.

2) 경량전철사업의 상위 수준으로 작성하고, 의사결정 프로세스의 획득을 지원하는 이벤트의 완성에 초점을 맞추고 있다.

3) 이벤트는 입·출력의 형식이나 각 이벤트에 대한 입·출력기준으로 식별된다.

4) 시스템엔지니어링 일정 통제, 진도측정을 위한 핵심 근거로 사용된다.

2.3.2 시스템엔지니어링 상세계획 SEDS

1) SEDS는 일정기반 시스템엔지니어링 상세계획으로, SEMS에서 식별된 제반 활동의 목표를 달성하기 위해 작성한다.

2) SEMS에서 식별된 이벤트와 태스크(task)를 어떻게 지원하는지를 보여준다.

3) 태스크의 진행사항과 성과물의 달성이 일정(calendar)에 표시되도록 한다.

3. SEMS와 SEDS의 작성과 전산구현

제 2장에서 분석한 바와 같이 해외 주요 규격등의 시스템엔지니어링 상세계획은 일반 사항위주로 서술 되어 있고, 실제로 작성한 사례 등은 기업의 대외비로 공개되고 있지 않고 있어 세부기법 및 내용을 알기 어려운 현실이다. 국내 경량전철사업 현장의 시스템엔지니어링 상세계획은 발주처에 제출해야 하는 산출물 위주로 간략하게 되어 있어서 환경변화에 적극적으로 대응하기에는 미흡한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 이를 참조하되 국내의 경량전철사업 환경에 적합하게 발주자와 사업수행자관점에서 시스템엔지니어링과 관련된 중요한 사항을 지속적으로 추적관리할 수 있도록 개선하고, 이를 프로젝트관리 전산도구로 구현하여 경량전철사업 현장에서 시스템엔지니어링 활동을 효율적으로 수행할 수 있게 하였다.

3.1 SEMS의 작성과 전산 구현

3.1.1 작성 기본방향

본 연구에서 제안하는 SEMS 작성 기본방향은 다음과 같다.

- 1) SEMS의 필수항목은 이벤트, 필수성과물, 달성기준 등으로 구성한다.
- 2) 계약 이벤트에 의해 이루어져야 하는 중요한 성과물의 인도 일정, 이벤트에 압출력하기 위해 필요한 주요하고 임계적인 업무, 활동, 시연에 관한 사항 및 일정을 포함한다.
- 3) 각 성과물에 대한 달성기준을 명기한다.
- 4) 이벤트는 논리적인 진행 순서로 표시한다.

3.1.2 SEMS 작성 사례

본 연구에서 작성한 SEMS는 식별번호(ID), 이벤트(event), 주요성과물(significant accomplishments), 달성기준(accomplishment criteria), WBS로 구성하고, 이벤트 식별번호와 WBS를 맵핑(mapping)하고 성과물이 WBS활동과 연계되도록 하였다. Table.1은 SEMS를 프로젝트관리 도구로 구현하기 위한 구조를 설계한 형식이고, fig.2는 프로젝트관리 전산도구로 구현한 SEMS의 메인화면이다. 주요 기능으로는 SEMS 정보등록, 이벤트 이력 추가 및 변경관리, 엑셀 импорт(import) 및 저장이 있으며, 시스템엔지니어링 전산도구와 자료 공유를 위해 SEMS 화면 우측하단에 자료 전송버튼을 설치하고 관리가 가능하도록 하였다.

<Table 1> Design of SEMS

ID	EVENT	Significant Accomplishments	Accomplishment Criteria	WBS
10100	ITR	Completion of ITR Report (ITR : Initial Technical Review)	Checked input criteria of ITR Performed ITR Completed ITR	Perform 1.4.1.1.1 ITR
10101	ITR	Cost review report of outputs in the stakeholder requirements process	Reviewed cost in the output of stakeholder requirements process	Perform 1.4.1.1.1 ITR
10102	ITR	Identification document of outputs in the stakeholder requirements process	Identified outputs in the stakeholder requirements process	Perform 1.4.1.1.1 ITR
10103	ITR	outputs document in stakeholder requirements process	Reviewed documents of outputs in stakeholder requirements process	Perform 1.4.1.1.1 ITR

ID	EVENT	Significant Accomplishments	Accomplishment Criteria	WBS
10343	SFR	경량건설시스템 및 소프트웨어 사업 개발일정 계획서	경량건설시스템 및 소프트웨어 주요 경로 요소를 포함한 최선화된 사업 개발일정	[1.6.3.4]시스템 설계 검토(SFR)
10350	PDR	PDR완료 보고서	PDR 학습 기준 확인 PDR 수행 완료	[1.6.3.5]시스템 설계 검토 (PDR)
10351	PDR	경량건설시스템 발당 기준선 수립 계획서	경량건설시스템의 확정된 시스템 발당 기준선	[1.6.3.5]시스템 설계 검토 (PDR)
10352	PDR	경량건설시스템 위험도 분석서	경량건설시스템 개발 및 시연단계에 위한 최선화된 위험도 분석	[1.6.3.5]시스템 설계 검토 (PDR)
10353	PDR	경량건설시스템 및 소프트웨어 사업 개발일정 계획서	경량건설시스템 및 소프트웨어 주요 경로 요소를 포함한 최선화된 사업 개발일정	[1.6.3.5]시스템 설계 검토 (PDR)
10360	CDR	CDR완료 보고서	CDR 학습 기준 확인 CDR 수행 완료	[1.6.3.6]상세 설계 검토 (CDR)
10361	CDR	경량건설시스템 생산 기준선 수립서	경량건설시스템의 확정된 시스템 생산 기준선	[1.6.3.6]상세 설계 검토 (CDR)
10362	CDR	경량건설시스템 위험도 분석서	경량건설시스템 개발 및 시연단계에 위한 최선화된 위험도 분석	[1.6.3.6]상세 설계 검토 (CDR)
10363	CDR	경량건설시스템 제작, 시험, 소프트웨어 코딩 사업 개발일정 계획서	경량건설시스템 제작, 시험 및 소프트웨어 코딩 주요 경로 요소를 포함한 최선화된 사업 개발일정	[1.6.3.6]상세 설계 검토 (CDR)
10370	FDR	FDR완료 보고서	FDR 학습 기준 확인 FDR 수행 완료	[1.6.3.7]최종 설계 검토(FDR)
10371	FDR	경량건설시스템 생산 기준선 수립 계획서	경량건설시스템의 확정된 시스템 생산 기준선	[1.6.3.7]최종 설계 검토(FDR)
10372	FDR	경량건설시스템 위험도 분석서	경량건설시스템 개발 및 시연단계에 위한 최선화된 위험도 분석	[1.6.3.7]최종 설계 검토(FDR)
10373	FDR	경량건설시스템 제작, 시험, 소프트웨어 코딩 사업 개발일정 계획서	경량건설시스템 제작, 시험 및 소프트웨어 코딩 주요 경로 요소를 포함한 최선화된 사업 개발일정	[1.6.3.7]최종 설계 검토(FDR)
10400	PRR	PRR완료보고서	PRR 학습 기준 확인 PRR 수행 완료	[1.6.4.1]생산준비 검토 (PRR)
10401	PRR	제품 베이스라인 수립 계획서	제품의 베이스라인 수립	[1.6.4.1]생산준비 검토 (PRR)
10402	PRR	제작 및 소프트웨어 할당관리 절차서	제작 및 소프트웨어 할당관리 절차 적용	[1.6.4.1]생산준비 검토 (PRR)
10403	PRR	제어 및 기해 제어서	제어 및 기해 제어서	[1.6.4.1]생산준비 검토 (PRR)

[Figure 2] SEMS practice on PM tool

3.2 SEDS의 작성과 전산 구현

3.2.2 SEDS 작성 사례

3.2.1 작성 기본방향

본 연구에서 제안하는 SEDS 작성 기본 방향은 다음과 같다.

- 1) 상세 수행업무의 시작과 종료시점을 명확히 한다.
- 2) 상세 업무 및 계획 패키지(work package and planning package)에 대하여 작성하고 WBS와 동일한 코드번호를 사용하며 보다 상세하게 작성한다.
- 3) SEDS는 SEMS를 지원하며 항상 현재형 동사로 표현하고, 프로젝트의 진행 정도를 반영하여 지속적으로 갱신한다. 또한 WBS의 태스크를 확정하여 작성한다.

SEDS를 작성하기 위해서는 Fig.3과 같이 WBS를 정의하고, 이에 맞추어 일정과 담당자를 지정하며, 활동에 따른 산출물을 정의하며 베이스라인을 등록하면 WBS가 확정된다. 이를 SEDS형식으로 표현하면 WBS 식별번호(ID), WBS, 담당자, 일정, 주요 산출물, 달성기준이 표현된다. Table.2는 SEDS 구조를 설계한 것이고, 이를 전산도구로 시트 및 간트로 표현할 수 있다.

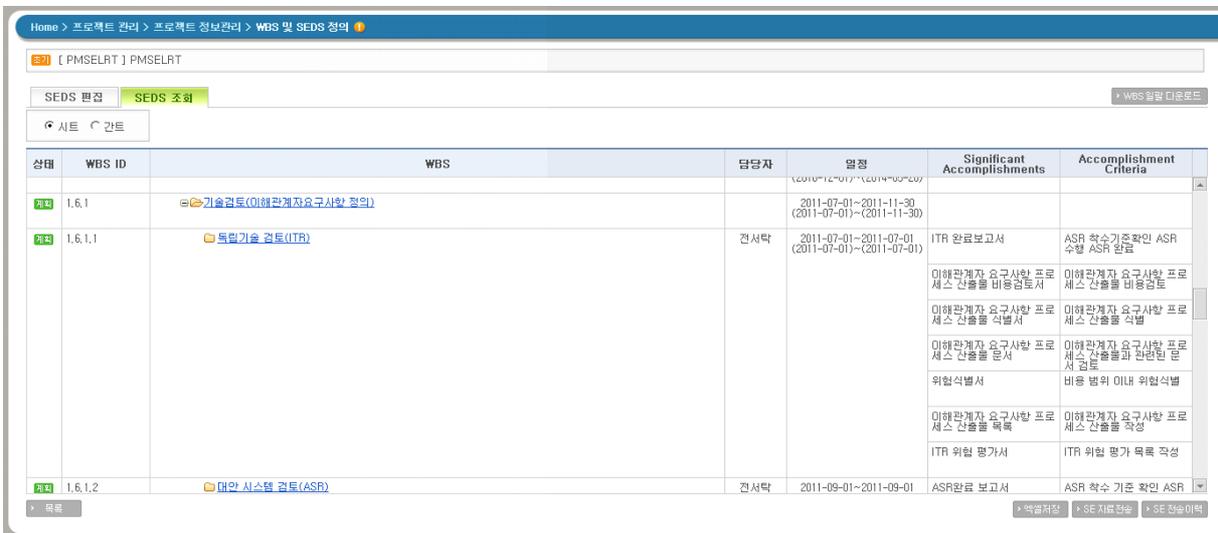
SEDS와 SEMS는 동일한 기본 자료를 사용하고 상호 연계되어 있고, 변경이력조회, 진도 확인 활동간 추적성 등 시스템엔지니어링 활동 진행사항을 효율적으로 관리할 수 있다.



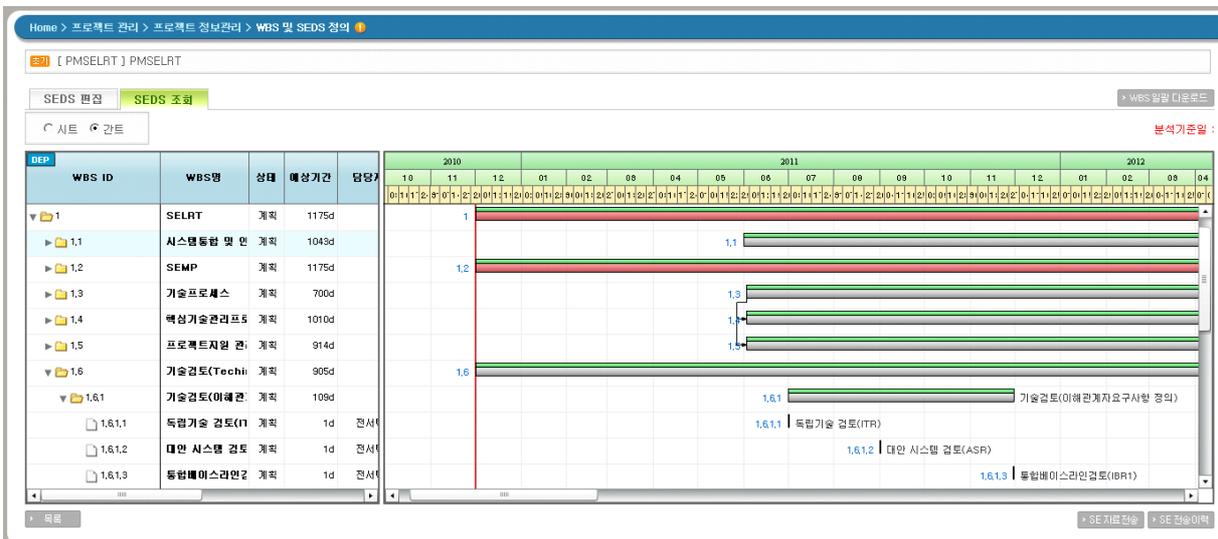
[Figure 3] Editing flow for SEDS

<Table 2> Design of SEDS

Status	WBS ID	WBS	Contact	Schedule	Significant Accomplishments	Accomplishment Criteria
O	1.4.1.1.1	Perform 1.4.1.1.1 ITR	syhan	2011.7.1 ~ 2.11.7.30	Completion of ITR Report	Checked input criteria of ITR Performed ITR Completed ITR
					Cost review report of outputs in the stakeholder requirements process	Reviewed cost in the output of stakeholder requirements process
					Identification document of outputs in the stakeholder requirements process	Identified outputs in the stakeholder requirements process
					outputs document in stakeholder requirements process	Reviewed documents of outputs in stakeholder requirements process



[Figure 4] SEDS practice on PM tool



[Figure 5] SEDS represented by the Gantt chart on PM tool

4. 결 론

SEMS와 SEDS는 SEMP의 한 부분으로 시스템 엔지니어링 활동을 통제하고 모니터링하기 위해 사용되며, 공급자와 계약자간에 이행해야 할 사항을 명확하게 제시한다. 경량전철사업과 같은 대형 인프라사업은 사업기간이 장기간이고 복잡하므로 효율적인 시스템엔지니어링 활동은 사업의 성공을 결정하는 주요한 요소 이다. 본 연구에서 제시한 시스템엔지니어링 종합일정계획과 상세일정계획 작성 방향 및 작성사례는 국내 경량전철사업에 적용하기 위해 최초로 개발한 것으로 사업의 환경에 따라 조정하여 사용한다면 매우 유용한 계획으로 활용될 수 있을 것이다.

후 기

본 연구는 지식경제부 플랜트엔지니어링원천기술 개발사업(경량전철시스템 및 운영고도화를 위한 시스템엔지니어링 적용 기술개발)의 연구비 지원에 의해 수행되었습니다.

참 고 문 헌

1. INCOSE, 시스템엔지니어링 핸드북 Ver.3.2, INCOSE-TP-2003-002-03.2, p7, p182, 2010
2. ISO/IEC, Systems engineering- Application and management of the systems engineering(ISO/IEC 26072), p13, pp71-78, 2005
3. KSA, 정보기술-시스템 및 소프트웨어 공학-시스템 생명주기 프로세스(KS X ISO/IEC 15288), pp25~39, 2009
4. INCOSE, 시스템엔지니어링 핸드북 Ver.2a, INCOSE-TP-2003-016-0.2, p35, pp230-235, 2004
5. Industry Working Group as agent for HQ AFMC/EN Joint OSD/Services, Military

standard SYSTEMS ENGINEERING (MIL-STD-499B), pp29-31, p40, pp44-47, 1994

6. Metro9, SEMP, appendix 6, pp1~3, 2006
7. 한석윤 외, 경량전철시스템 및 운영고도화를 위한 시스템엔지니어링 적용기술개발 1차년도 보고서, 한국철도기술연구원, pp124~154, 2011
8. 한석윤 외, Directions for the application of SE to LRT project, APCOSE 2011, Seoul Korea, pp2-3, 2011
9. 현대로템, 부산 김해 경량전철사업의 SEMP, pp94-95, 2008
10. 최요철, 한석윤외, 경량전철사업을 위한 실용적 SEMP개발에 관한 연구, 한국철도학회 춘계학술대회, 횡성, pp247-254, 2011