

도시형자기부상열차 SEMP 연구 (II)

A study of SEMP for Urban Maglev Program (II)

박성환† 김동성* 백수현* 정진철* 조홍제* 한석인**

Seong-Whan Park, Dong-Sung Kim, Su-Hyun Back, Jin-Cheol Jung, Hung-Je Cho, Suk-In Han

ABSTRACT

On last year's KSR conference, the general of systems engineering technology was introduced on the focus that the SEMP(Systems Engineering Management Plan) being applied for a national project of 'Urban Maglev Program'. Since this SEMP covers very wide work scopes of 'plan, application, control of the program', 'design, analysis, test & evaluation of the system', and 'special engineering activities', it is very important that the tasks and responsibilities of all participants of the project, involving the tasks to collaborate between them, are clearly defined and described. By the point, the updating of SEMP should be done continuously. In this paper, the updating points and typically the management plan of TPM (Technical Performance Measurement), which is more concretely defined, will be explained.

1. 서론

시스템엔지니어링이란 <대상 시스템을 성공적으로 개발하기 위한 다분야의 종합적인 접근방식과 수단>을 일컫는 것으로 일반적인 정의를 내릴 수 있으나, 보다 구체적으로는 <시스템의 운용필요성과 전 수명주기 (개발, 제조, 검증, 배치, 운용, 지원, 교육훈련 및 폐기 등)의 관점에서 적절한 분석과 통제를 실시하면서 시스템 개발을 수행하는 효과적인 엔지니어링 활동>으로 정의할 수 있다.[1,2] 또한, 시스템엔지니어링 관리는 시스템엔지니어링 프로세스에 따른 관리활동으로 시스템엔지니어링 계획, 조직, 활동의 형태로 나타난다. 즉, (1) 프로그램(프로젝트) 계획/적용/통제 (2) SE 프로세스 (3) 특수 엔지니어링 활동의 형태로 구분된다.

저자 등은 국토해양부 사업으로 수행되고 있는 『도시형 자기부상열차 실용화사업』에 적용된 시스템엔지니어링 기술을 시스템엔지니어링관리계획(SEMP: Systems Engineering Management Plan)을 중심으로 지난해 학술대회를 통해 소개한 바가 있다[3]. 본 사업의 SEMP는 사업프로그램의 계획, 적용, 통제와 시스템 설계, 분석, 시험평가 및 특수엔지니어링 활동을 포함하는 내용으로 인하여 다양한 사업 참여 주체의 역할분담과 책임소재를 보다 분명히 할 필요가 있다. 이러한 필요에 따라 SEMP의 보완, 개선이 지속적으로 이루어지고 있으며, 본 논문에서는 전년도에 수립된 SEMP의 개정내용 및 특히 그 내용이 보다 구체화 되고 있는 TPM (Technical Performance Measurement) 관리방안을 중심으로 설명하기로 한다.

† 정회원, 한국기계연구원, 시스템엔지니어링, 책임연구원
E-mail : swpark@kimm.or.kr

TEL : (042)868-7414 FAX : (042)868-7418

* 정회원, 한국기계연구원, 시스템엔지니어링

** 정회원, 현대로템(주)

2. 도시형자기부상열차 SEMP 개정

본 사업에서 개발된 SEMP[4]에 기초하여 2010년도 초 수행된 SEMP개정/보완의 기본적인 방향은 다음과 같다.

첫째; 전체 SEMP의 구성은 초안을 유지한다. 즉 전체 SEMP의 장별 구성에 있어 사업의 계획/적용/통제 부문은 1장과 2장에서 사업의 최종목표, 세부기술목표, 사업의 전체일정표, 시스템엔지니어링관리 통합추진일정, 개발사업의 전체조직 및 각 조직책임자의 책임과 권한에 대하여 기술하고, 4장과 5장에는 리스크 관리계획과 기술성능측정 관리계획을, 그리고 8, 9장에는 인터페이스 및 문서관리계획을 기술한다. 그리고 SE 프로세스관리에 관해서는 SEMP 3, 6, 7장에서 시스템요구사항/시스템규격서 관리, 설계검토, 설계변경관리계획 등을 구체적으로 정의하고 있다.

둘째; 전체 항목별 관리계획을 가능한 한 육과원칙에 따라, 각 장 (3, 4, 5, 6, 7, 8, 9)에 대하여 관리대상 및 주체, 관리방안 및 프로세스, 결과물 및 관리문서 등의 항목으로 일관되게 정리하였다.

셋째; SEMP의 내용 중 책임의 모호성을 가능한 한 배재하였다.

이러한 개정/보완 방향에 따라 변화된 SEMP의 내용을 보다 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

2.1 성과물 및 관리문서의 정리

3장의 시스템 요구사항 및 규격서 관리계획에서는 <운영 개념서>, <시스템 요구사항서>, <시스템 규격서>, <세부시스템(차량시스템, 신호 및 열차제어시스템, 통신시스템, 전력시스템, 선로구축물, 차량기지시스템, 역사시스템) 규격서> 등이 구체적인 성과물로 나타나며, 설계검토, 설계변경관리 등을 통해서는 <설계검토 결과보고서(설계검토 체크리스트)>, <요구사항 및 규격 추적성 검토보고서>, <설계변경 요청서/검토의견서/기술검토서/심의결과보고서/승인> 문서 등이 있다.

리스크관리 및 TPM 관리를 통해서는 <리스크관리계획서>, <리스크관리보고서>, <TPM 결과보고서> 등이 있으며, 특수엔지니어링 활동을 통하여 나타나는 관리문서는 먼저 RAMS 활동과 관련하여 M 시스템 RAM계획서/보고서>, <Safety 계획서/보고서>, 그리고 각 <서브시스템별 RAM계획서/보고서>, <Safety 계획서/보고서> 등이 있으며, 시험인증과 관련하여서는 <시험평가 종합계획(TEMP)>, <구성품 시험계획서/절차서>, <완성차 시험계획서/절차서>, 개<발노선 및 본선 시운전 시험계획서/절차서>, <통합계측시스템 기본설계서> 등이 있다.

2.2 설계변경 프로세스

설계변경관리는 사업의 전반에 영향을 미치는 변경을 관리하는 것을 말하며, 다음의 변경을 포함한다.

- RFP의 변경 또는 협약서 변경
- 선정기관의 요구에 대한 변경(제안서 변경 등)
- 변경으로 인해 다른 과제의 사업비 및 일정에 영향을 미칠 수 있는 변경

상기 설계변경은 다시 일반변경과 중요변경으로 구분하는데 그 기준은 아래 표 1에서 보이는 바와 같다.

표 1. 설계변경관리 구분

구분	일반 변경	중요 변경
사업비	사업비의 20% 이내의 변경	사업비의 20% 이상의 변경

일정	사업일정의 60일 이내의 지연	사업일정의 60일 이상의 지연
인터페이스	변경사항이 타 과제에 영향을 주지 않는 사항	변경사항이 타 과제에 영향을 주는 사항(특히, 요구사항 또는 규격변경이 필요한 사항)

본 사업에 관계하는 각 세부과제에서는 설계변경이 필요한 경우, 시스템통합과제(1핵심과제)에 설계변경을 요청할 수 있다. 1핵심과제에서는 설계변경 요청서 접수 후 관리 프로세스에 따른 활동을 총괄/조정하며, 이때 필요한 경우 각 핵심과제 및 세부과제, 사업단 등에 협의 요청을 할 수 있다. 1핵심과제의 총괄/조정 업무의 범위는 설계변경 요청 사항에 대한 변경관리 대상의 구분, 각 핵심과제로의 회람 및 기술검토 요청 및 취합, 추적성 검토보고서 접수 및 분석, 설계변경 심의위원회의 소집 요청 및 심의요구서 작성, 설계변경 심의 결과의 회람 및 최종 설계변경 승인요청서의 작성 및 사업단 승인 요청 등을 포함한다. 설계변경 프로세스는 그림 1과 같다.

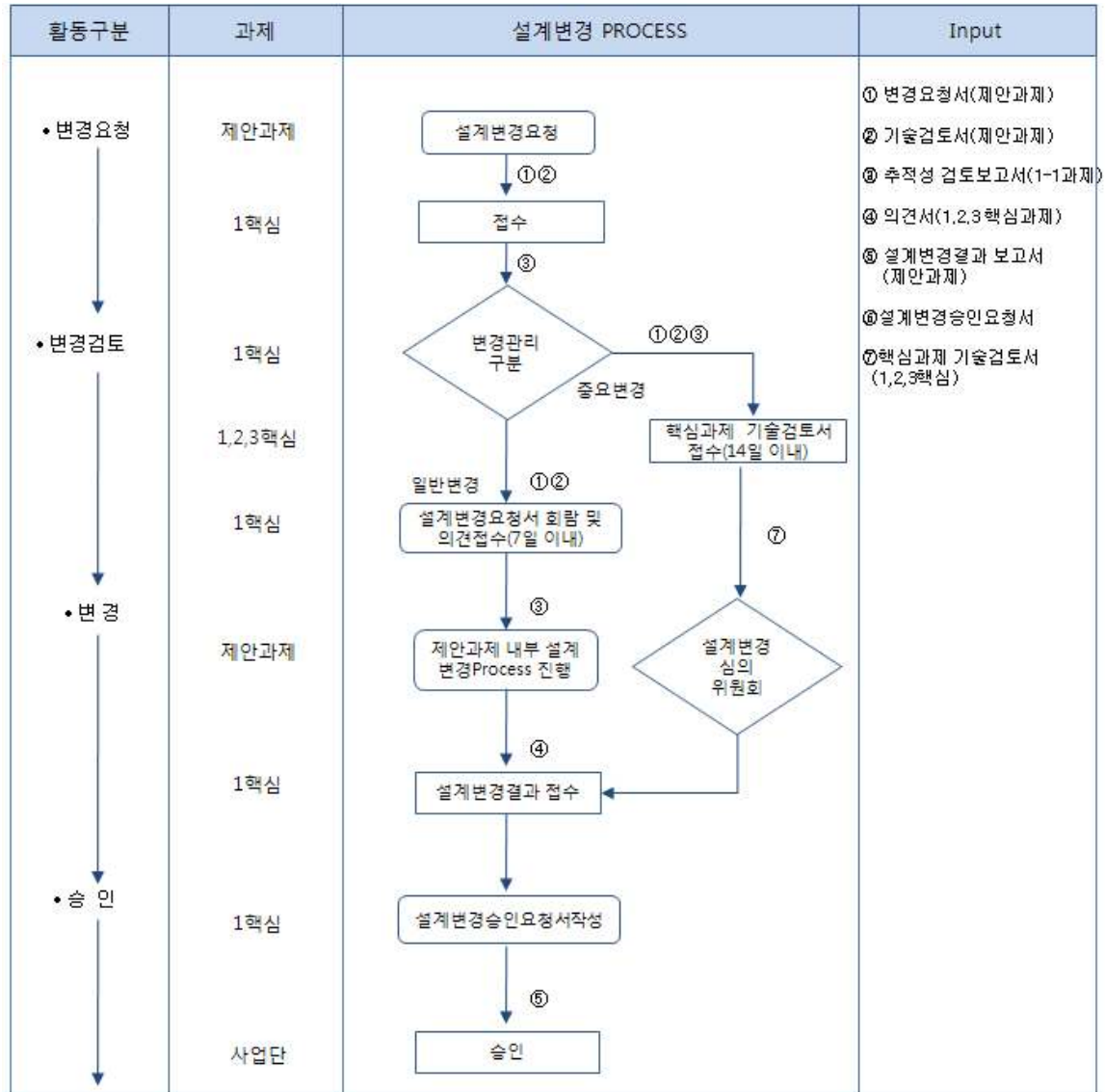


그림 1. 설계 변경 프로세스

3. TPM 관리계획

기술성과측정(TPM - Technical Performance Measurement)은 개발일정에 따라 선정된 주요성능요소(Key Performance Parameters)의 예측치를 설정하고, 실측치와 비교하여 기술의 달성도를 측정하는 방법으로서 사업관리자가 의사결정을 할 수 있는 기준이 된다.

기술성과측정 관리를 통하여 사업관리자는 중요 기술적 성과들의 목표값과 실제 획득값의 일치성을 과제의 수행 기간 동안 지속적으로 검증하여 원하는 목표 값에 효과적으로 도달하도록 한다. 이러한 TPM관리의 효과로는 기술적 문제점 조기경고 및 관리효과 제고, 회복 불가능한 비용초과 및 일정지연을 초래할 새로운 위험요소 제거, 운용요구조건 충족여부 평가 기여, 시스템 성능 변화에 따른 영향 평가 등을 들 수 있다.

3.1 주요성능요소 (KPP; Key Performance Parameters)의 선정

기술성과측정에 필요한 주요성능요소(Key Performance Parameters)는 시스템요구사항을 반영한 MOP (Measure of Performance)에서 직접 선택할 수 있다. MOP에 속하는 요소로는 개발시스템의 운용성능 요구도를 반영한 MOE (Measure of Effectiveness) 및 개발시스템의 운용환경, 보수유지성 및 인간요소와의 적합성을 고려한 MOS(Measure of Suitability)에서 추출된다. 일반적으로 KPP의 결정은 시스템 운영자, 사업관리자, 시스템개발자 상호간의 계약 및 협의에 의해 결정된다.[5]

선택된 주요성능요소는 작업분할구조 (WBS : Work Breakdown Structures)를 통해 설계의 진행사항과 요구도에 부합되게 설계가 진행되는지 여부를 평가, 추적할 수 있어야 하고, 프로젝트의 위험요소 식별되는 경우 리스크 관리계획과 밀접한 정보교환이 이루어져야 한다. 또한 선정된 파라미터는 각 시점별로 예측가능하며 측정 가능한 물리량이어야 한다.

본 사업에서의 MOP (Measure of Performance)로서 주요성능요소(Key Performance Parameters)는 다음과 같다.

표 3. 본 사업의 주요성능지표

MOP 명	목표 값 (허용편차범위)
차량길이	28 m
공차중량	40 ton 이하
실내소음	65 dB 이하
실외소음	70dB(A)이하(25m, peak)
승객	93명/량 이상
부상공극	8mm 이하, 편차 : ±3.0mm 이하 at 110km/h
최대등판능력	70% 이상
가속성능	4.0km/h/s 이상
감속성능	상용_4.0km/h/s이상, 비상_4.5 km/h/s 이상
최소수직곡선반경	1000mR 이하
최소수평곡선반경	50mR 이하
승차감	UIC 기준 2.0 이하
궤간	1,850mm 이하
교량처짐한계	L/1500 ~ L/2000
내진	리히터 규모 5.5 이상
수직단차	1mm 이하
수평단차	0.5mm 이하
분기속도	25초 이내

3.2 기술성과측정 수행방법

TPM은 일반적으로 도식화 부문과 이에 대한 서술적 설명 형태로 나타난다. 대표적인 TPM 도표는 그림 2와 같으며 TPM 도표의 가로축은 개발일정 및 주요설계단계를 표시하고, 세로축은 기술파라메타의 값을 표시한다. TPM 도표에는 아래의 선도 및 값들이 도시된다.

- 계획선도 (Planned Profile) : 개발 시작단계부터 매 일정 단계에 대한 주요성능 파라미터 달성도의 기준 선도를 의미
- 목표치 (Goal) : 계약종료시 예상되는 기술 파라미터 값
- 현 달성치 (achievement to date) : 마일스톤 일정계획에서의 현재 측정된 기술파라메타 값
- 허용편차범위 (Tolerance Band) : 관리적인 측면에서 예상 오류편차의 한계범위로서 규격서에서 제시되는 요구조건
- 허용한계치 (Threshold) : 통상 계약상에 나타난 허용한계치를 의미
- 편차 (Variance) : 계획치와 달성치 (분석, 시험, 또는 시연)와의 차이

한편, TPM 서술적 설명 부문에는 도표에 대한 일반 설명, 계획선도에서 벗어난 편차의 원인에 대한 설명, 편차 제거 방안제시 혹은 기술적 보완을 위한 대안 제시, 사업에 미치는 심각성 등이 기술되어야 한다.

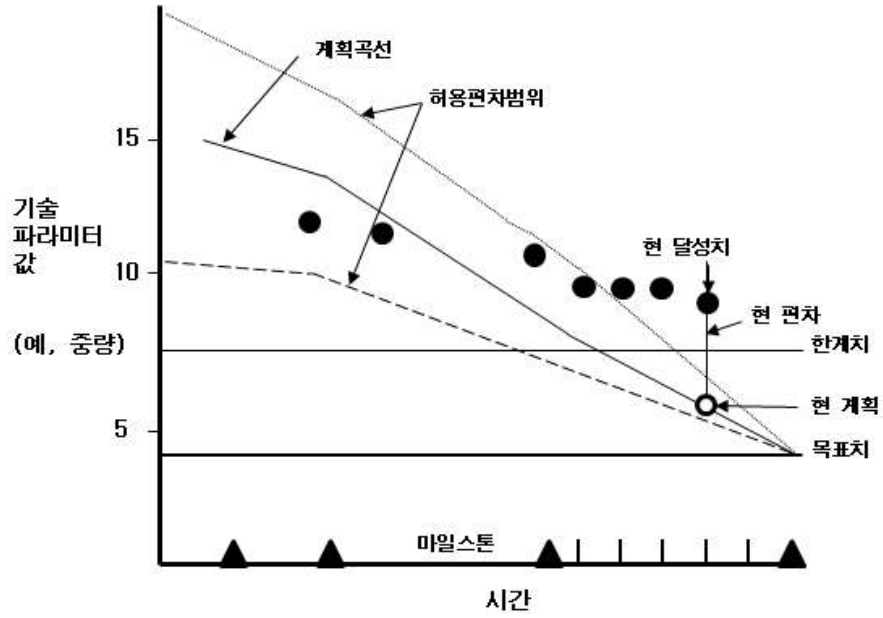


그림 3. TPM 도표 일례

3.3 TPM 관리 프로세스

본 사업의 TPM 관리프로세스는 다음과 같다. TPM 관리대상의 항목선정은 1핵심이 주관하여 2, 3핵심과 협의하여 선정하고, 이에 대하여 사업단의 추인을 받는다. 선정된 항목에 대하여 각 세부과제에서는 이의 진행사항을 각 핵심에 보고하고, 핵심과제는 항목을 취합/관리하며 취합 결과를 1핵심에 제공한다. TPM 항목에 대한 요청 주기는 시스템 주요 마일스톤 및 담당자가 필요시 수행하며, 1핵심과제는 취합 결과를 모니터링하고, 프로파일을 작성하고 사업단에 보고한다(그림 3 참조).

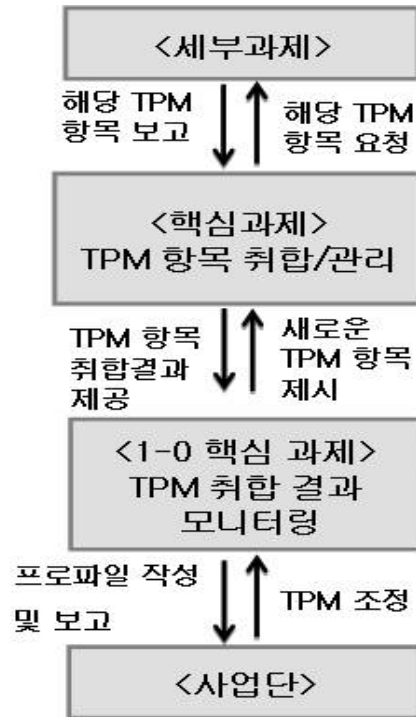


그림 4. TPM 관리 프로세스

4. 결 론

대형 복합시스템 개발과정에서 시스템엔지니어링 기술적용은 국내에서도 점차 필수적인 기술 분야로 대두되고 있으며, 본 사업과 같이 대형철도사업 분야에서는 그 중요성과 실효성이 점차 강조되는 추세에 있다.

본 연구에서는 본 사업에 참여하는 다양한 주체들의 역할과 책임을 명확히 하는데 그 목적을 두고 시스템의 전수명주기(개발, 제조, 검증, 배치, 운용, 지원, 교육훈련 및 폐기 등)의 관점에서 나타나는 SE 활동 프로세스를 가능한 한 구체적으로 문서화 하였다. 전술한 바와 같이 사업의 계획/적용/통제 및 특수 엔지니어링 활동부문에서는 전년도의 연구내용의 체계를 유지하였으며, 당해 연도에는 SE 프로세스관리에 초점을 맞추어 SEMP 수정안을 도출하였다. 수정된 SEMP에서는 SE 프로세스관리와 관련하여 항목별 관리계획을 가능한 한 육과원칙에 따라 관리대상 및 주체, 관리방안 및 프로세스, 결과물 및 관리문서 등의 항목으로 일관되게 정리하였다. SE 프로세스 관리 중에서도 본 사업에서 가장 중요하게 다루고 있는 설계 요구사항/규격서의 관리 및 변경 프로세스에 대해 보다 구체적인 관리체계를 부여하였으며, 기술성과측정관리에 대해서도 체계적인 보완을 수행하였다.

대형철도사업과 같이 다양한 전문가 집단의 협력이 요구되는 복합 시스템개발 사업에서 SE 활동의 중요성과 SEMP의 중요성은 재삼 강조되어도 부족함이 없으며, 본 사업에서도 이러한 SE 관리활동을 통하여 사업의 효과적인 성공을 추구하고자하는 최초의 적용목적을 충분히 달성하고 있다.

후 기

본 연구는 국토해양부 도시형자기부상열차실용화사업의 하나인 “도시형자기부상열차실용화사업 시스템통합”의 일환으로 수행되었음을 밝혀두면서, 연구수행에 지원해 주신 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1. 민승기, "시스템엔지니어링관리", 시스템체계공학원(주), 2007.
2. 이휘우, 김형준, 오세창, "시스템엔지니어링", Vol. No. 182, pp.127~156, 2007
3. 박성환 외, "도시형자기부상열차 시스템엔지니어링 기술적용", 한국철도학회 2009년도 추계학술대회발표집
4. 김동성 외, "도시형자기부상열차개발 2차년도 연구보고서 : 시스템통합 부문 (참고자료 2)", 도시형자기부상열차사업단, 2008
5. 한창환, 최석, 김승범, "항공기 개발사업을 기술개발추정방법 연구", 항공우주기술 제4권 제2호, pp42-49, 한국우주항공연구원, 2009년