

철도건설사업 SE 투입시기에 따른 성패에 대한 고찰

**Study on Success or Failure according to SE input timing of the
Railway Construction Project**박수중*[†] 전서탁** 박기영* 고재현**Soo Choong Park*[†], Seo Tak Jeon***, Gi Young Park*, Jae Hyung Ko**

Abstract : In promoting the railway construction project, the system engineering was introduced to ensure the success, reliability and safety of the project according to the beginning of the private sector investment and the automated guideway transit system. The SE of the railway was relied on a foreign consultant company in the initial introduction step, and it had much anticipation like all-round solver. However, Now, the uselessness is expanding because there is no more cost-effective. In this paper, we are going to study successful application plan of the SE based on the Gimpo urban railway project application case. For this, We analyzed the input timing and application areas of the SE through the review of railway construction SE. We also analyzed the quantitative and qualitative performance according to the SE implementation of the Gimpo construction project.

Keywords :

초 록

철도건설사업을 추진함에 있어서, 시스템엔지니어링은 민자철도와 무인운전 경량전철시스템의 시작됨에 따라 사업의 성공과 신뢰성 및 안전성을 확보하기 위하여 도입되었다. 철도SE는 도입초기 외국컨설팅 회사에 의존하면서 만능해결사처럼 여겨지며 많은 기대를 한 것이 사실 이었다. 하지만 많은 비용지출에 비해 눈에 보이는 효과가 없자 지금은 무용론이 팽배해지고 있다. 본 논문은 김포도시철도 건설사업 SE수행사례를 기반으로 하여 SE의 성공적 활용방안을 모색 하였다. 이를 위해 지금까지 실시된 철도건설사SE사례를 살펴, SE투입시기와 적용분야 등을 분석하였다. 또한 김포도시철도 건설사업에서의 SE수행에 따른 정량적성과와 정성적 성과로 나누어 그 성과가 사업단계 어떤 시기에 이루어졌는지에 대하여 분석하여 철도건설사업에서의 SE투입시기 및 활용분야 등에 대하여 논하였다.

주요어 : 철도건설사업, 시스템엔지니어링

*[†] 서울메트로 철도사업처 hakusing@seoulmetro.co.kr

** 서울메트로 사업수행센터

1. 서론

시스템엔지니어링은 국제규격 1994년 MIL-STD-499B 초안이 국제전기전자기술자협회 규격 IEEE-1220 및 미국전자산업협회 규격 EIA-632로 전환되었고 SE에 대한 표준화 작업이 전 세계적으로 진행되면서 현재 ISO/IEC 15288 등 여러 국제표준이 마련되었으며 국내는 2005년 ISO/IEC 15288을 번역하여 KS X ISO/IEC 15288로 제정하였다. 철도건설사업의 경우 국제규격을 참조하여 철도사업에 적합하게 터일러링되어 요구사항관리, 시스템통합/성능관리, 인터페이스(I/F)관리, RAM관리, 안전성관리, 소음/진동관리, EMI/EMC관리, 형상관리, 소프트웨어관리, 설계관리, 시험 및 시운전(T&C)관리만을 선별하여 수행되고 있다.

2. 본론

철도건설사업에서 시스템엔지니어링은 사업비 절감과 공기단축, 신뢰성 및 안전성 확보에 많은 기대를 받으며 시작되었으나, 현재까지 진행된 프로젝트에서 가시적인 성과를 발휘하지 못한 것이 사실이다. 그 결과 현재 철도건설사업에 막대한 비용을 지불하면서 시스템엔지니어링을 수행할 필요가 있는지에 대한 의구심과 시스템엔지니어링을 수행하지 말자는 SE 무용론이 팽배해지고 있다.

2.1 철도건설사업의 SE수행사례 및 SE투입시기

2.1.1 철도건설사업의 SE수행사례 및 수행비용

국내 SE 수행업체는 초기 외국사의 일부 서브시스템업무 및 일부 SE 분야에 참여하였으나 외화손실을 막고 외국에 기술력의존을 줄이기 위하여, SE 연구 및 교육 등을 통하여 이제는 국내업체가 주관이되어 일부분야를 컨설팅업체를 활용하여 수행하는 단계에 와있다. 철도건설사업사업의 시스템엔지니어링 주요수행 사례 및 비용은 Table 1과 같다.

Table 1 철도건설사업수행사례

구분	사업명	SE수행사	역사	노선길이	총사업비	SE비용	차량	비고
운영중	부산김해	다폴로니아	21개역(고가)	23.4Km	7,742억원	120억원	철제	민간제안
	용인	봄바르디아	15개역(고가)	18.5Km	7,278억원	158억원	LIM	
	의정부	지멘스	15개역(고가)	10.6Km	4,750억원	153억원	고무	
	부산 4호선	코벨코+우진산전	14개역(고가, 지하)	12Km	10,492억원	126억원	고무	
건설중	김포도시철도	서울메트로 +철도시설공단	9개역(지하)	23.6Km	15,086억원	92억원	철제	재정사업
	인천 2호선	포스코+다폴로니아	27개역(고가,지하)	29.3Km	21,644	208억원	철제	
	우이신설	포스코+로이드	13개역(지하)	11.4Km	6,465	46억원	철제	
설계중	신림선	코벨코+우진산전	11개역(지하)	8.92km	5,606	73억원	고무	민간제안

2.1.2 철도건설사업의 SE투입시기

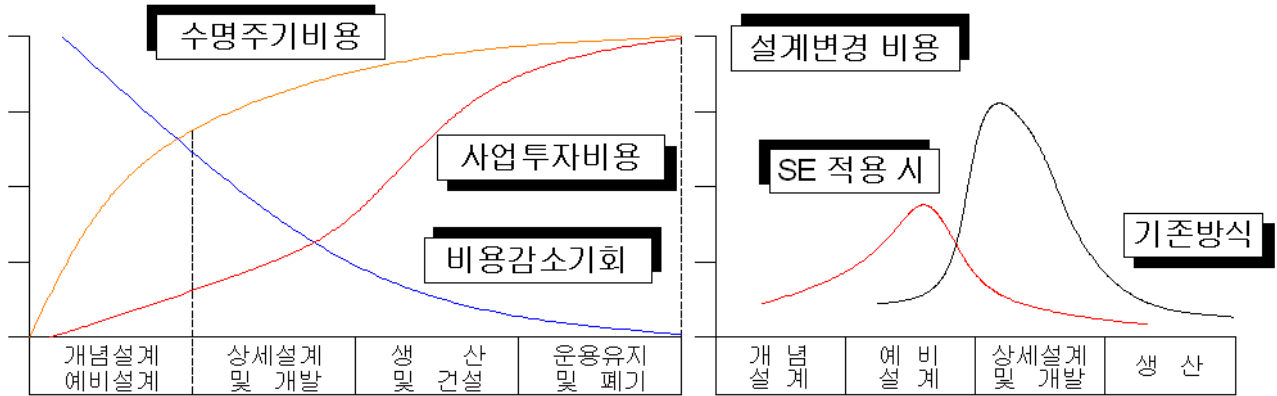


Fig 1 수명주기 비용과 설계변경 비용

시스템엔지니어링의 재무적 성과를 이루려면 그림1에서 보는 바와 같이 비용감소기회는 개념설계 및 예비설계 단계에서 투입되어야 함을 알 수 있다. 하지만 김포도시철도 건설사업의 경우를 제외한 타 건설사업의 경우 실시설계중반이후에 투입 되었다. 바꾸어 말하면 비용감소기회를 50%이상 상실한 이후에 투입되어 SE를 활용하여 재무적 성과를 기대하기 힘들 었음을 알 수 있다.

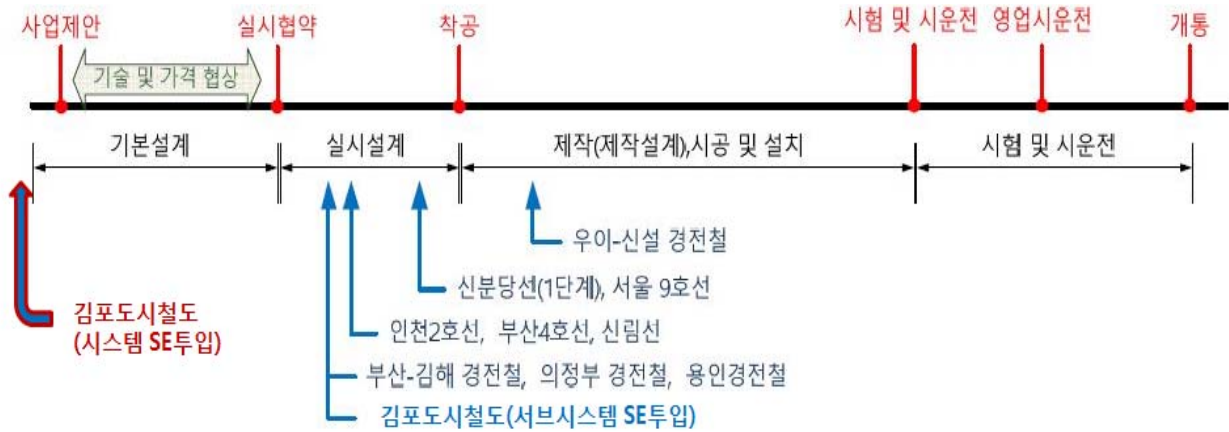


Fig2 철도건설사업 시스템엔지니어링 투입시기

2.2 김포도시철도 SE성과

김포도시철도 건설사업 SE분야는 서울메트로 65% 철도시설공단35%의 지분을 가지고 2010년부터 시작되어 2018년 말에 완료 하게 된다. 다른 사업과 달리 시스템발주이전에 투입되어 고객인 시민들의 요구사항과 운영개념을 반영할 수 있었다. 이를 통하여 많은 정량적성과와 정성적성과를 나타낼 수 있었다.

2.2.1 재무적 성과

김포도시철도 건설사업의 재무적성과는 기본설계 대비 총사업비 1,467억원의 성과를 가져왔다. 재무적 성과내역은 그림3과 같다.

구 분	기본계획	총사업비	비 고
노 반 공 사	9,844	9,394	발주단계
감 리	448	425	발주단계
설 계	553	526	발주단계
전 철 전 력 · 통 신	1,741	1,593	발주단계
열차운영시스템	2,257	2,038	(차량1,041/검수146/신호851)
용 지 보 상	242	242	-
SE 및 PM	414	351	발주단계
기 타	1,054	517	(측량비, 시운전비 등)
합 계	16,553	15,086	-

Fig 3 김포도시철도 SE 재무적성과

시스템 발주 시 사업비 절감을 위하여 통합발주가 유리한 시스템은 통합발주로, 분리발주가 사업비절감에 유리한 분야는 분리 발주를 통하여 많은 사업비 절감효과를 거둘 수 있었다. 한 예로 차량, 신호,검수 설비의 경우 최적의 사업비 산출을 통해 기본계획대비 약 54억이 감소한 2,203억원으로 책정 차량 + 신호 + 검수설비를 묶어 열차운영시스템으로 통합발주 되었다. 우선협상대상자와의 기술/가격협상을 추진 운영기술 노하우 반영을 통하여 성능개선 및 품질확보를 하였으며, 더불어 가격협상결과 설계금대비165.2억원을 감액하여 사업비를 절감할 수 있었다.

또한 운영효율성을 반영한 설계 변경을 통하여 많은 재무적 성과를 가져왔는데 차량기지를 예를 들어 설명하면 차량기지의 경우 가용부지(45,927→ 35,700 m²)의 78% Lay-out 계획수립과 부산김해경전철 운영경험을 통한 유지보수 운영조건을 고려하여 검수고 면적 최적화를 통하여 검측 비용 37 억원을 절감 할 수 있었다.

2.2.2 정성적 성과

고객의 요구사항과 효율적인 열차운행계획을 포함한 배선을 위하여 기본계획 배선 설계변경을 통하여 첫차/막차 운행시격 단축으로 승객 대기시간 단축(15 분)과 회차시간 단축(2 분 →1 분)으로 열차표정 속도 향상시킬 수 있었다. 또한 대피선(부분선)을 설치하여 운전장애 발생시 운영지장 시간을 단축 승객들의 불편을 최소화 하도록 하였다. 건널선을 설치하여 운행장애시 부분 운영을 가능하도록 하였으며 김포시청역에서 승차하는 승객들의 요구사항인 시청역 출발열차를 구현 할 수 있도록 하였다.

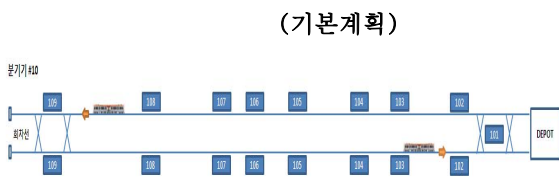


Fig 2 기본계획 배선

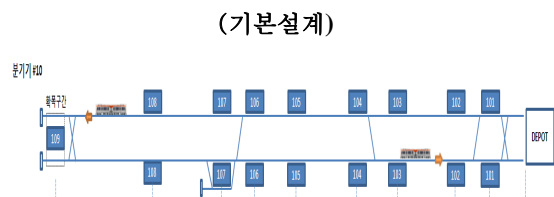


Fig 3 운영요구사항을 반영한 배선 변경

SE전산도구인 CORE를 이용하여 장소 및 유형별 운영시나리오를 본선과 차량기지로 나누어 정상상태, 성능저하상황, 비상상황시의 상황에 대처 가능하도록 시뮬레이션 하여 구현 및 검증 하였다. 운영시나리오를 바탕으로 무인운전시나리오가 구성 되었으며 시운전시 검증 및 확인이 이루어 질것이다.

Table 2 운영시나리오 구성

구분	본 선	차량기지	비고
정상	LN1-3 차량의 운행 시작 등 10건	DN1-1 전환구역에서 검수지역으로 차량진입 등 11건	
성능저하	LD1-1 본선의 차량 고장 등 15건	DD1-1 고장 차량의 구원 운행 등 3건	
비상	LE1-1 차량 탈선 등 5건	DE1-1 차량기지 구역 내 차량의 탈선 등 5건	
합 계	30건	19건	49건

변동시격 및 전력부하 반영과 전압강하에 따른 차량 성능저하, 고장검출 계산결과 등을 반영하여 변전소 추가 설치(6개소 →8개소)하였다.



Fig 4 설계검토를 통한 변전소추가

3. 결 론

시스템엔지니어링을 통하여 재무적 성과를 나타내려면, 비용감소기회는 개념설계 및 예비설계 단계에서 투입되어야 마땅하나, 김포도시철도 건설사업의 경우를 제외한 타 건설사업의 경우 실시설계중반이후에 투입 되어 비용감소 를 기대하는 것은 이율배반적이다. 바꾸어 말하면 시스템엔지니어링 효과를 볼 수 없도록 환경을 조성하고서 가시적 성과가 없으니 SE는 무용하며 시스템엔지니어링을 하지 말자고 하는 것이다.

김포도시철도 건설사업의 겨우 사업초기에 투입되어 정량적(재무적)성과와 정성적 성과를 나타낼 수 있었다. 이제는 SE기본에 충실한 개념설계 예비설계단계에 시스템엔지니어링 투입될 수 있도록 해야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 권용수 “신 시스템엔지니어링 입문” 아이워크북스 2007
- [2] “김포도시철도 시스템엔지니어링 효과 보고서” (서울메트로, 2015)
- [3] 전서탁 “경량전철 시스템엔지니어링 비용추정 및 제도개선방안연구” 2015 한국철도학회 춘계학술대회 논문집
- [4] 이성권 “ 경량전철 시스템엔지니어링 추진사례 비교 분석” 2010 한국철도학회 춘계학술대회 논문집