신교통시스템 도입시 고려사항

Considering points to introduce new transport system

박수명*　　이진호**

Park, Su-Myung　　Lee, Jin-Ho

ABSTRACT

Even the terms is strange, "new transport system" was introduced into our country with the beginning of Yong-In LRT in 2005. domestic new transport system market amounts to the 13 trillion Won and 78 projects are intended to or already started construction. In the beginning of introduction, overseas rolling stock companies such as simens, bombardier controlled over the rolling stock market, but after Rotem, WooJin rushed into the market, desperate competing system was equipped between internal and external companies. but each system has advantage and disadvantage, so each project should be analyzed technologically and economically in terms of operators and also users. this research can be helpful to introduce optimal system through the each items' analysis.

1. 서 론

용어조차 낯선 신교통시스템은 2005년 용인 경전철의 시작과 함께 국내에 알려지게 되었고, 국내 신교통시스템 시장은 이후 각 지자체별로 도입을 하거나 도입을 고려중인 프로젝트가 78개에 달하고, 시장의 규모가 13조원으로 커졌다.

초창기의 경전철 시장은 지멘스, 봄바르디아 등 외국철도차량회사들의 독무대였으나, 이후 국내에서 해외에서 인정받은 로템과 K-AGT의 개발과 함께 경쟁의 대열에 뛰어든 우진산전의 가세로 치열한 경쟁체제가 갖춰졌다. 그러나 각각의 시스템들이 장단점을 가지고 있어서 목표연도의 수송수요예측을 시작으로 운영자 측면에서 기술적, 경제적인 고려, 이용자 측면에서의 기술적, 경제적 고려를 통하여 현실에 맞는 최적의 시스템을 도입해야 효율적일 것이다.

본 연구는 교통계획적 측면에서 연계환승에 대하여 점검하고, 사회적 비용의 측면에서 분석하는 등 각각의 항목별 분석을 통하여 최적의 시스템 도입에 일조하고자 한다.

* 책임저자 : 코레일, 연구원, 차장
E-mail : smartdaddy@hanmail.net
TEL : (042)609-4860　FAX : (042)609-4915

** 부 저자 : 코레일, 연구원, 차장
E-mail : rail1208@yahoo.com
TEL : (042)609-3693　FAX : (042)609-4915

2. 본 문

2.1 신교통시스템 관련 법령 검토

현재 도시철도법에 의하면 도시 교통의 원활한 소통을 위하여 도시교통권역에서 건설 운영하는 철도, 모노레일 등 궤도에 의한 교통시설 및 교통수단을 도시철도로 규정하고 있다. 그리고 하위 법령인 "도시철도차량 안전기준에 관한 규칙" 에 의하면 [1]전동차와 철제차륜경량전철, 고무차륜경량전철을 규정하고 있으나 모노레일, 도시형 자기부상열차에 관하여는 기술하고 있지 않은 법적인 사각지대가 발생하고 있다. 이와 같은 법적미비에 의해 전체적인 검토가 필요한 가운데 외국의 신교통시스템 관련 법령과 비교검토를 통하여 일반적 시스템 분류기준인 고무 및 철제차륜 AGT, LIM[2] AGT, 모노레일,노면전철 5개차종을 대상으로 2009년 말을 완료 목표로 진행중이다.

□ 국내법령 검토

○ 국내 『도시철도법』에서는 도시교통의 원활한 소통을 위하여 도시교통권역에서 건설·운영하는 철도 모노레일 등 궤도에 의한 교통시설 및 교통수단을 도시철도로 규정하고 있음

○ 동법의 하위법령인『도시철도차량안전기준에 관한 규칙』에서는 전동차(대형, 중형), 철제차륜 경량전철, 고무차륜 경량전철이나 모노레일과 도시형자기부상열차에 대해서는 규정하고 있지 않음

□ 외국 법령과의 비교

<표 1, 신교통시스템 관련 국가간 법령비교>

국가	관련 법령	관련법령 규정내용	분류 기준
한국	도시철도법	대형·중형전동차, 철제·고무차륜 경량전철, 모노레일	차량
일본	철도사업법 및 궤도법	현수식·과좌식 모노레일, AGT시스템, 무궤도전차, 부상식철도, 노면전차, 케이블철도	차량과 선로 관계
독일	여객교통법	노면전차, 지하철, 도시철도(Tram), 고가철도	선로 위치
미국	-	통근철도, 중량전철, 경량전철(노면전차), AGT시스템, 모노레일, 기타 시스템(케이블카 등)	차량

2.2 시스템 선정시 기술적 측면에서 고려사항

□ 건설 및 운영기술의 확보 및 용이성

경전철의 건설과 운영기술이 없을 경우 외국기술에 기술종속은 물론 시행착오를 겪어, 소요비용이나 시스템의안정성 측면에서 철도차량의 운영경험이 있는 회사로 부터의 컨설팅은 필수적이다.

1) 국내법규에는 경량전철의 상대개념인 중량전철에 대한 규정이 없음
2) Linear Induction Motor

○ 국내 건설, 운영 컨설팅 예 : 건설과 운영에 관한 Know-how를 보유하고 있지 않은 부산김해 경전철 주식회사의 경우는 서울메트로에 건설과 유지보수 컨설팅에 관해 용역을 의뢰하였고, 민간 컨소시엄인 의정부 경전철 주식회사 또한 도입차량은 지멘스차량이지만 운영 및 유지보수 전반에 관하여 서울메트로와 11억의 기술자문 계약체결

□ 무인운전시스템 구축, 안전운행 및 유지보수의 용이성

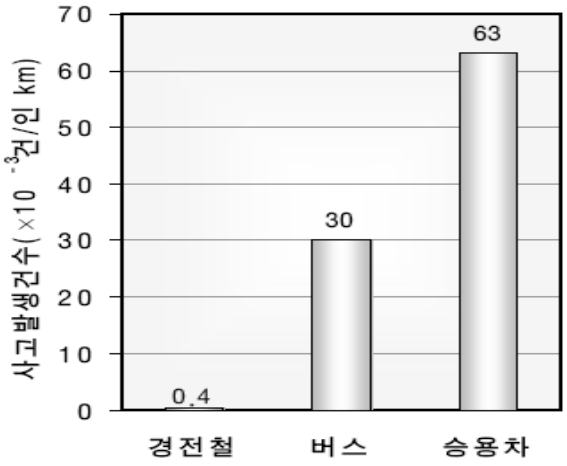
○ 무인운전시스템 : 시스템 산출비용 측면에서 유인시스템이 무인시스템의 80% 수준이지만, 무인운전시스템이 장기적으로 인건비나 사고발생율 측면에서 유리하고, 현재 국내 운행예정인 4개 노선 모두 자동무인운전시스템을 채택하고 있음.

< 표 1, 국내 도입예정 차량의 시스템 분석>

구분	용인경량전철	의정부 경량전철	김해 경량전철	부산 반송선
차량편성	1량 1편성	2량 1편성	2량 1편성	6량 1편성
차 종	봄바르디아	지멘스 VAL	로템차량	우진산전K-AGT
궤 간(mm)	1,435	1,620	1,435	1,700
전기 방식	DC 750V	DC 750V	DC 750V	DC 750V
공차 중량(축중)	24톤	15.6톤(10톤)	23.25톤(8.3톤)	12톤(9톤)
정원(좌석 수)	122인(26)	65인(19)	92인(32)	50인(14)
신호시스템	자동무인운전	자동무인운전	자동무인운전	자동무인운전

○ 사고 발생율 : 무인운전시스템을 갖춘 신교통시스템은 승용차나 버스에 비해 사고발생율이 0.6-1.3% 수준으로 매우 적어 외부 비용적 측면에서 장점을 지님

<그림 1, 교통수단별 사고발생건수 비교>



○ 유지보수의 용이성 : 각 시스템별 소음진동, 안전 및 비상대처, 유지보수의 효율성, 접근의 용이성, 승차감, 장거리 운행 등의 항목에 있어서 각각 장단점을 가지고 있어 사후 운영비용에 있어서 큰 비중을 차지하고 있는 유지보수의 용이성도 중요한 고려대상이 된다.

<표 2, 신교통 시스템별 장단점 비교>

구분	대형 전동차	철제차륜 AGT	LIM 경전철	고무차륜 AGT	모노레일	노면전차	중저속 자기부상
소음진동	×						○
안전 및 비상대처							
유지보수의 효율성				×			○
접근의 용이성						○	
승차감	×						○
장거리 운행	○			×			

주: 1) ○는 시스템 중 가장 유리, ×는 시스템 중 가장 불리
2) 우수한 시스템간의 비교 결과이며, 동일한 시스템

□ 기술 독립의 확보

○ 장래기술발전 가능성

○ 국내기술의 활용가능성 : K-AGT의 경우 차량, 전력공급, 신호제어, 선로구축물 들의 시스템설계에서 제작 핵심부품 개발까지 우리기술로 만들어내 국산화율 90%를 달성했다, 외국과 기술제휴 부분은 대차와 주전력제어장치(VVVF 인버터)이고 이외의 핵심부품은 우진산전 국내 독자개발 제품을 사용하고 있음

○ 표준화, 국산화 및 기술이전의 용이성 : 국내 지방자치단체 별로 앞 다퉈 진행한 경전철 사업은 국가적인 전체적인 시각에서 조절이 부족하였을 뿐만 아니라 구내의 경전철 제작 시장이 완숙되지 않아 초기 도입 시스템의 대부분이 외국의 시스템을 도입 하였으므로 부품의 호환성이 추후 유지보수의 측면에서 발생할 수밖에 없다, 지금이라도 경전철 부품에 대한 표준화를 시도하고, 특허문제만 회피 할 수 있다면 국산화를 추구해야 하며, 외국시스템 도입시 기술이전에 관한 계약을 충실하게 하여 우리가 KTX의 도입에서도 경험하였던 많은 선례들을 바탕으로 기술 독립에 중점을 둬야 할 것이다.

2.3 시스템 선정시 경제적 측면에서 고려사항

□ 수요예측

현재 운행되고 있는 인천국제공항철도의 예측대비 실 이용객수가 6%밖에 되지 않아 정부와의 협약에 의해 손실분 보전을 받고 있다, 이뿐만 아니라 전주, 고양 등 전국 각지에서 이뤄지는 경전철 사업 예비타당성을 위해 수송수요를 왜곡했다는 비난이 일고 있다. 수송수요는 수입이 되고 결국 이것이 정확하지 않을 경우는 결국 사업자나 정부의 재정악화의 원인이 되므로 정확한 수요예측에 따른 사업수행이 요청되고 있다.

□ 총 건설비 분석

일반적으로 건설비는 직접적으로 건설에 사용되는 공사비, 부대비, 용지보상비를 지칭하나, 본 연구에서는 교통수단별(버스, BRT, 경전철, 중량전철) 도입에 소요되는 총 비용을 기준으로 비교하여 수단별 장단점을 비교 하고자 한다.

<표 5, 교통수단별 비교분석>

구 분		일반버스	간선급행버스(BRT)	경량전철(LRT)	중량전철(HRT)
주행권 확보		공용	전용, 부분공용	전용	전용
1량 당 차량정원		60~80	80~150	50~120	120~160
1편성 차량 수		1	1~2	2~6	6~8
첨두시 편도 수송능력		1,600~2,000	1,600~10,000	5,000~30,000	40,000이상
운행간격(분)		7~9	5	0.5~2	2~3
최대운행속도(km/h)		100	100	60~80	80~130
건설비(억원/km)		-	초급 : 5~20 중급 : 30~70 고급 : 50~150	200~600	900~1,000
교통수단별 특성	장점	· 건설비 저렴 · 수요변화에 신속 대응	· 건설비 저렴 · 건설기간 최소	· 건설비 중량전철에 비해 저렴 · 소음, 진동적음	· 최대 수송능력보유
	단점	· 교통 혼잡시 정시성 및 신속성 저하	· 교차로 입체화 필요 · 버스우선처리 신호 시스템 필요	· 장거리 노선 운행비 증가 · 적설 대책수립필요	· 건설기간 및 비용 높음 · 수요변화에 신축적 대응 미흡

주) 참고자료: 건설교통부, 『대중교통기본계획(2007~2011)』, 2006

□ 차량구입비 분석(차량소요량, 내구성(차량 및 부품수명) 등)

차량의 구입비용은 시스템의 채택에 따라 가격이 달라진다. 예를 들어 무인운전시스템대비 유인운전 시스템의 가격을 비교할 경우 80% 수준에 불과 하다, 그러나 동일기종 동일 시스템을 채택할 경우에는 수용 가능한 정원이 많을수록 비용이 높아지는 것을 알 수 있다. 그리고 기존의 중량전철에 비해 신교통시스템이, 국내제품에 비해 국외에서 제작되는 차량의 단가가 높은 것을 알 수 있다.

○ 차량 소요량

차량 소요량 판정을 위해서는 먼저 교통수요를 바탕으로 수요 예측을 시행 후 여기서 나온 데이터를 바탕으로 첨두시 최대 수송인원을 대상으로 열차운행 계획을 수립하여야 한다. 역내의 수용인원을 고려하여 열차운행계획 수립시 1편성의 열차에 몇 명을 수용할 수 있게 운영해야 하는지, 역내 혼잡과 수요를 바탕으로 운행시격을 얼마로 해야 하는지에 따라 운행에 소요되는 차량이 산정된다.

<표 7, 소요 차량수 산정방법>

산출물	계산 식
1편성 정원	차량정원×1편성 차량수
첨두시 운행시격	첨두시 수요/1편성정원

운행 편성수	왕복운행시간/첨두시운행시격=((노선연장×2/표정속도)+ 회차여유시간)/첨두시 운행시격
소요 편성수	운행편성수×1.12(예비율 포함)
소요 차량수	소요 편성수×1편성 차량수

주) 참고자료 : 도시교통 특성을 고려한 도시철도시스템 평가방안(KOTI, 김훈, 2007년)

□ 연간 운영비

우리나라의 경우 신교통시스템의 개념이 최근에 도입되어 정립된 자료가 없으나 일본이나 다른 선진국들은 사업의 타당성 분석을 위한 자료로 사용되고 있다. 그리고 우리나라의 경우도 예비타당성조사의 지침 항목의 일부로 유지관리비를 구성하고 있으나 일본의 분류표와는 다르게 인건비, 동력비, 유지관리비, 일반관리비로 분류하고 있다. 일본의 경우는 연간 운영비로 인건비 선로, 전차선, 제어설비, 차량, 전력, 운수비로 구분하고 여기에 10%의 관리비를 두어 연간 운영비의 지표로 사용한다.

<표 8, 연간 운영비 산정>

연간 운영비	인건비	5백만엔/인 ×소요인력
	선로 보존비	2백만엔/km(단선)
	전로 보존비	3백만엔/km(단선)
	제어 보존비	(운행관리시설비+신호시설비+통신시설비)×4%
	차량 보존비	무인 : 18엔/차량km ×연간주행 차량km 유인 : 무인의 70%
	전력비	200엔·차량km/KWH ×차량km당 전력소비량 (차량km당 전력소비량은 만차하중 및 최고속도 주행시 산출)
	운수비	2엔/인 ×연간 이용자수
	관리비	상기 운영비의 10%

주) 참고자료 : 일본교통계획협회, 『신교통 시스템의 표준화 기본사양 책정에 관한 검토』, 1983

2.4 시스템 선정시 이용자 측면의 고려사항

□ 시격의 단축, 환승용이, 통행 및 보행시간 단축 등 편의성과 정시성

○ 타 교통수단과 비교하여 운전시격을 최소화하여 고객의 대기시간을 감축하여 고객에게 대기시간 절감 및 정거장 접근의 용이성 제공

- 중량전철 : 2~3분 ⇒ 경전철 : 0.5~2분

○ 간선교통의 연계수단으로서 시간당 수송능력이 5,000~30,000명으로 중량전철과 버스의 중간정도의 수송능력을 제공하며 수송수요에 따라 탄력적으로 적용 가능함

<표 9, 교통수단별 운전시격 및 수송능력비교>

구 분	일반버스	간선급행버스	중량전철	**경량전철**
운전시격(분)	7~9	5	2~3	**0.5~2**
첨두시 편도 수송능력 (시간당)	1,600~2,500	1,600~10,000	40,000	**5,000~30,000**

○ 정거장간 거리 축소를 통하여 이용자에 대한 접근 편리성 향상

- 중량전철 : 평균 2km ⇒ 경전철 : 평균 1km미만

□ 승하차의 편리성과 안전성

○ 차량과 혼재된 노면경전철에서 안전성을 찾기는 힘들 것이며, 경전철이 승하차 할 때 편리성과 안전성이 있다고는 하나, 외국의 경우 저상버스를 운영하고 버스정류장를 효율적으로 건설하여 노약자 및 장애인 등 시민에게 편리성과 안전성을 제공하고 있음

○ 대부분 전용 가이드레일 구조를 가지고 있어서 버스 등 노면 교통에 비해 안전성이 높은 서비스를 제공함

□ 기존 지하철이나 버스 등과의 연계성, 생활권 주요거점과의 접근성

○ 버스나 지하철과의 연계성을 높이기 위하여 경전철의 경우 역간거리를 평균 1km 미만으로 최소화하여 운행하고 있으며, 최소곡선반경도 30~50m 정도로 건설하여 기존의 중량전철보다 정거장으로의 접근성을 더욱 편리하게 제공하고 있음

2.5 시스템 선정시 운영자 측면의 고려사항

□ 철도운영비 항목

○ 예비타당성 조사 지침 항목

- 인건비 : 유지보수인원, 차량보수인원, 운전사령인원, 승무인원, 관리인원
- 동력비 : 전동차 운행, 역사 및 차량기지
- 유지관리비 : 역사, 본선, 차량, 시스템
- 일반관리비 : 사업관리 비용

○ 항목별 분석

- 인건비 : 인건비는 직급별 인건비를 직능별, 부서별 연원계획에 곱하여 연간인건비를 산정한다.
- 동력비 : 동력비용은 차량운행과 역사·차량기지 운영에 따른 전력소모량
  · 차량운행 전력소모량 : 연간차량운행거리 ×사용동력원 단위
  · 역사 및 차량기지 전력소모량 : 개소당 연간 전력소모량을 원단위로 환산
- 유지관리비 : 비용 원단위 적용(차량유지비(car-km), 역사유지비(개소당), 본선유지비(km당), 시스템 유지비(km당))

<표 11, 인건비 조견표(철도부문)>

(단위 : 원)

구분	연급여	퇴직급여	합계
사장	100,000,000	8,333,333	108,333,333
부장	70,000,000	5,833,333	75,833,333
차장	60,000,000	5,000,000	65,000,000
과장	50,000,000	4,166,667	54,166,667
대리	40,000,000	3,333,333	43,333,333
사원	30,000,000	2,500,000	32,500,000
계약직원	20,000,000	1,666,667	21,666,667
합계	370,000,000	30,833,333	400,833,333

주) 참고자료 : 도로, 철도, 항만 수익형 민간투자사업 표준재무모델연구(KDI, 2007년)

2.6 활성화 방안

□ 제도적 측면의 활성화 방안

○ 행정절차 간소화 및 중복절차 단순화 시행

- 토지이용계획 및 여건변화와 연계한 철도서비스 적기구축
- 민투법에 따른 민투대상사업지정 및 시설사업 기본계획 승인고시와 철도법에 따른 도시철도 기본계획 승인 고시가 같은 내용이므로
- 민자사업인 경우, 승인권한을 기획재정부의 민투심으로 단일화 필요

○ 지방자치단체 재정부담 완화 및 민간투자사업 활성화를 위한 제도 개선

- 중전철과 경전철의 정부지원 비율을 차등화 : 용인 경전철의 경우 총사업비 9,571억원중 민간투자 5,923억원(61.9%), 재정지원 3,648억원(38.1%), 재정지원중 국비 35%, 부담금30%, 지방비 35%로 정부지원 비중이 작음
- 무임승차 및 환승할인 요금제 적용시 정부의 보조금 지원

□ 기술적 측면의 활성화 방안

○ 기술적 자립도 향상으로 부품 및 서브시스템의 국산화 추진

- 향후 유지보수비 절감 및 부품조달 연속성 유지

○ 향후 운영 및 유지보수와 관련된 기술지원 등 해외 의존 예상에 따른 대응

- 현재 국내 건설중인 경전철중 지멘스, 봄바르디아, 히다찌 등이 초창기에 차량제작자로 낙찰되었으나, 우진에서 제작하는 K-AGT가 장시간 시운전을 마치고 성능이 입증되었고, 로템에서 만드는 경전철이 봄바르디아의 모국인 캐나다로 차량을 수출하여 기술력을 입증받으므로 해서 추후에 시행되는 사업에 있어서 국산차량의 채택이 많아 질것으로 생각되며, 지멘스를 공급받는 의정부 같은 경우도 기술컨설팅을 서울메트로에서 받기로 계약을 체결하여 갈수록 국산화의 폭은 넓어질 것으로 예상되지만 KTX의 운영경험에서 알 수 있듯이 외국에서의 부품조달은 고가일뿐만 아니라 입고시기 조절 또한 어려운 것이 사실이므로 범용의 부품을 제작하여 부품의 호환성을 높여야 할 것이다.

□ 교통환승 측면의 활성화 방안

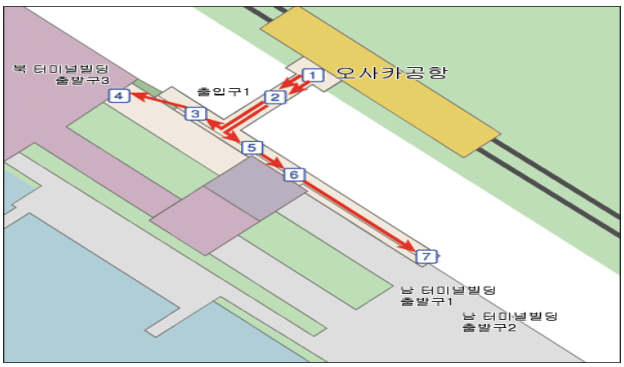
○ 기존 노선과 환승체계

- 역세권 중심의 환승체계를 구축하여 경전철을 이용하는 고객에게 환승시간과 환승거리를 최소화하는 방안으로 경전철 노선건설 계획을 추진하여 이용자 편의 제공
- 유료 자전거 주차관리 (일본, 프랑스 파리) : 일본의 경우 자전거를 유료로 등록하여 공용 자전거 주차장에 주차가 가능하며, 지하철역 근처에 자전거 공용 유료 주차장을 설치하여 경전철을 이용하는데 더욱 편리하도록 하여 보다 많은 고객들이 경전철을 이용할 수 있도록 유도하는 정책적인 제도가 잘 갖추어져 있음

<그림 5, 일본역사 주변의 유료자전거 주차관리>

- 타 교통과의 연계를 통한 운영 효율화
  - · 1-day 패스 활성화를 위하여 경전철과 버스, 지하철 등 다른 교통수단과의 연계수송을 활성화하여 경전철 운영의 효율화 방안 추구
  - · 정책적 지원제도와 이익분배 등을 고려하여 타 교통과의 연계를 통한경전철의 활성화 방안 추진
- 철도역사 개발 : 일본 동경 다치가와 역사, 고쿠라 역사, 오사카 모노레일
  - · 편리한 택시, 버스 환승체계
  - · 대형 쇼핑몰과 호텔, 문화시설 도입
  - · 기존 노선과의 환승체계 구축
  - · 오사카 모노레일을 이용하여 오사카 공항역에서 오사카 국제공항으로의 환승이 아주 편리하게 되어있음
  - · 오사카 모노레일 센리주오역에서 키타오사카 급행선 센리주오역으로의 환승안내도 잘 되어있음

<그림 6, 일본 오사카공항 환승>



3. 결 론

신교통시스템은 기존의 도시교통시스템에 비해 건설비용이 적게 소요되고, 1~2분 이내의 짧은 간격의 배차가 가능하고, 정거장 길이가 짧은 등 많은 차이점을 가지고 있다. 이와 같이 기존의 시스템과는 다르기 때문에 초창기 신뢰성과 안전성이 입증된 외국의 제조사를 선택하였기 때문에 부품 조달이나 국산화에 많은 문제가 발생할 것으로 보이므로 기술 독립에 많은 노력을 기울여야 할 것이다.

각 지역별로 시작된 경전철 프로젝트가 78개 이상이 계획되거나 진행 중이라고 한다. 경전철 사업의 진행시 최적의 시스템을 도입하기 위해서는 운영자 측면에서 다른 조건이 동일하다는 전제하에 비용이 적게 들어가는 시스템을 선정해야 하고, 사용자 측면에서는 장기 도시교통계획에 맞추어 다른 교통수단과의 연계환승을 고려하여 이용에 불편이 없어야 하고 기술적 측면에서 원활한 유지보수를 위해 차량시스템의 국산화 및 부품의 국산화를 통해 안정적인 운영의 기반을 마련해야 할 것이다. 마지막으로 제도적 측면에서 절차의 간소화를 통해 필요성이 있을 경우, 절차에 의해 지체가 되어 발생하는 불필요한 비용을 없애야 할 것이다.

<참고자료 1>

<표13, 진행중인 경전철 현황>

지역	건설방식	시스템	차량제작사	제안연도
부산 초읍선	민자	고무바퀴식	지멘스	1998
부산-김해선	〃	철제바퀴식	현대로템	2001
경기도 용인선	〃	선형유도식	봄바르디아	2002
경기도 의정부선	〃	고무바퀴식	지멘스	〃
서울 우이-신설선	〃	철제바퀴식	현대로템	〃
울산 1호선	공공	노면전차식	미정	〃
경기도 광명선	민자	고무바퀴식	미쓰비시	2003
인천공항선	공공	〃	〃	〃
인천 2호선	〃	선형유도식	봄바르디아	2004
서울 면목선	민자	철제바퀴식	현대로템	2005
서울 목동선	〃	고무바퀴식	미쓰비시	〃
경기도 수원선	〃	〃	지멘스	〃
부산 반송선	공공	〃	우진산전	〃
서울 신림선	민자	〃	〃	2006
충남 천안선	〃	〃	〃	〃
서울 서북선	〃	〃	〃	2007
서울 동북선	〃	〃	〃	〃
경기도 고양선	〃	모노레일식	일본 히타치	〃
대구 3호선	공공	〃	〃	〃

【참고문헌】

1. 건교부 도시철도팀(도시철도 정책방향, 2007년)
2. 도시교통 특성을 고려한 도시철도시스템 평가방안(KOTI, 김훈, 2007년)
3. 신교통관련 법제도 개선방안(철도기술연구원, 이안호, 2007년)
4. 신교통시스템 도입 성공을 위한 제언(서울메트로, 손영진, 2008년)
5. 도로, 철도, 항만 수익형 민간투자사업 표준재무모델연구(KDI, 2007년)
6. 경전철 사업의 효율적인 추진을 위한 철도시설공단의 역할(철도시설공단, 2007년)