

자기부상열차의 각 국가별 최근의 개발동향

장 석 명*

(*충남대 공대 전기공학과 교수)

1. 서 론

1980년대까지 자기부상열차의 개발은 독일, 일본, 영국, 캐나다 등에서 주도 해 왔다. 그러나 최근 1990년대에 들어서는 각 국의 개발정도가, 2000년 정도까지는 실용화단계로 돌입 되도록 목표를 세워 국가적인 지원하에 크게 개발되고 있다. 즉 독일, 일본의 상용화를 위한 구체적 계획인 路線選定 단계로의 진입하고 있는 물론이고, 육군공병단, 운수성, 에너지성등의 기술진과 민간기업이 대거 참여하는, 연방지원의 개규모투자를 바탕으로 하는 미국의 의욕적인 개발참여가 이미 개시되었으며, 한국, 이탈리아, 중국, 러시아등도 국가주도의 적극 지원에 의한 대규모 참여로 그 개발추이가 어느분야보다도 급격하게 변화하고 있는 단계이다.

세계적인 현황을 요약하면, 미국의 막강한 人的, 物的, 技術的 대공세에 의한 맹추격을 先發國인 독일, 일본은 선로의 확정 및 건설등 실용화에의 본격진입으로 벗어나고자 혼신의 노력을 다하고 있는 상태라고 할 수 있다. 더구나 최근 우리나라에서 일본의 신간선, 독일의 ICE가 탈락되고 프랑스의 TGV로 결정된 여파는, 프랑스와는 숙명적인 라이벌인 독일과 세계적 자부심을 갖는 일본의 자국과 분발을 일으키게 되었고, 이에 가장 적합한 실수요자로 자타가 공인하는 미국의 대규모 개발이 가세하게 되는 상황이다. 따라서 자기부상열차의 실용화시키는 훨씬더 앞당겨질 것이 확실하다.

2001년 말, 모처럼 천문학적예산을 들여 경부고속전철을 완공하여 철로위를 쇠바퀴가 시속 300km로 轟音を 내며 굴러 갈 때면, 현재의 예정대로라 하더라도 우리보다 한해뒤인 2002년에 완공예정인 독일의 함부르크-베르린간은 물론이고 일본, 미국 등에서는 한차원위의 자기부상열차가 지상을 사뿐히 떠서 승위서와 같이 부드럽고 쾌적하게 시속 400km로 비행을 하게 될 것이다. 이렇게 주요 국가들이 自國의 國家的 自尊心을 걸고 경쟁적으로 개발을 추진하므로써, 실용화는 예상보다도 훨씬 빠른 시기로 당겨질 수도 있는 급박한 상황에 와 있다. 항상 최신의 관련자료들을 수집하여 주요 국가별로의 지원 및 개발현황, 실용화 계획의 推移의 면밀한 분석을 통한 결과를 중용한 指標로 삼아, 우리 현실을 비춰보아야 만 개발방향의 바른 제시와 정책의 확립이 가능하게 되며 세계의 급격한 발전의 흐름에서 쳐지지 않고 先導할 수 있을 것이다.

2. 각 국별 최근의 개발동향

2.1 영국

路線의 전체길이가 비록 600m정도로 짧기는 하지만, 세계적으로 가장 먼저 개발완료하여 1984년부터 현재까지 10여년간을 無人自動化에 의해 성공적으로 실용화운전을 하고있는 버밍햄의 people mover가 대표적이며, 임페리얼, Sussex, Bath, Manchester, Nottingham대학등이 각자의 시스템

을 개발한 바 있고 영국철도연구소 등에서 꾸준히 연구하고 있다. 일찌기 개발을 시작하여 기술축적 및 개발능력은 매우 크나 최근에는 다른 국가들에 비하여 국가적인 차원의 지원이 미흡하여 대형 프로젝트에 의한 본격개발이 이루어지지 못하고 있다.

2.2 독일

상전도흡인식인 트랜스래피드, M-bahn 시스템의 개발을 1980년대에 완료하고, 현재는 엠슬란드에 35.5km의 시험트랙을 1979년부터 착공완료한 후, 1985년부터 시험운전을 시작하였는데 커브, 구배, 터널, 분기등의 각종 실용선과 같은 운전상태를 상정하여 실용화운전에 대비한 실험을 하고 있는 중이다. Transrapid 06호와 07호는 각각 2차량편성, 200명탑승, 최고속도 435 km/h 까지 달성하였으나 500 km/h 도 가능한 시스템이며,

하루 2,500km(경부고속도로 6회왕복에 해당됨). 전체 135,000km의 운행실적을 기록하고 있다.

현재는 1995년에 착공하여 2002년부터 실제 운행 할 목표로 그림. 1에서 보는 바와 같이 5개노선정도가 검토되고 있다. 그 중에서도 대도시인 함부르크-베르린을 잇는 길이 253km의 루트가 우선적으로 건설 될 것으로 보인다. 즉

- 운전속도 400 km/h 로,
- 1회 소요시간 53분정도,
- 10분간격으로,
- 1회당 4량의 차량편성의 332명씩의 승객운송을,
- 소요경비 72억 마르크

계획으로, 1993년부터 1995년까지 실용화를 위한 최종의 준비를 완료한 후 1995년부터 약 72억 마르크의 예산을 투입하여 공사를 시작하여 2002년에는 완전 실용화 운전을 개시할 예정이다.

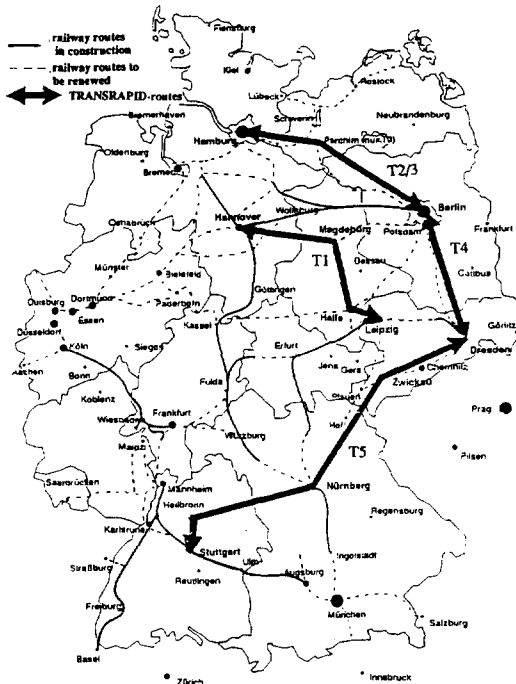


그림 1. 독일이 1995년부터 착공예정인 자기부상열차의 상업화노선으로 선정작업이 이루어지는 선로들(그림에서 화살표로 표시된 것이 노선후보지, 함부르크-베르린선 등이 포함되고 있음)

2.3 일본

상전도 흡인식인 HSST와 초전도식인 MLU 시스템을 계속 upgrade 시키며 개발하고 있다.

상전도방식인 HSST는 일본항공(JAL), 도시바 등의 민간기업이 중심이 되어 연구중인 것이 특징이며 EML 등 100km/h 급의 도시근교용 무공해 저속용에서부터 400km/h 급의 고속용으로 까지 연구되고 있다. 1989년부터 HSST社와 나고야철도會社에 의하여 나고야 프로젝트로 커브, 경사가 있는 1.6km 트랙을 건설하여 기존의 선로와 연결하여 활용 할 계획이다. 1991년 5월이래 HSST-100 시스템은 35,000km 이상의 실용화를 위한 각종 운전시험을 행한 바 있으며, 일본 운수성의 교통안전공해연구소로부터 속도 100 km/h 급으로, 상업용으로 교통안전심사를 엄격히 받아 실용화의 결론과 허가를 취득한 단계이다.

초전도식은 교통부의 주도로 철도연구소가 개발하고 있는 데 현재 MLU-002N 시스템까지로 개발 완료한 바 있다. 야마나시에 터널 35km, 급경사, 구배, 고속분기장치등을 포함하는 전체길이 42.8km의 시험선로의 건설프로젝트가 이미 1990부터 개시되어, 1991년부터 공사를 착공하였다. 1995년에 완공하여 1997년까지는 신뢰성, 안정성등 상용화를 위한 모든시험을 완료 할 계획이다. 향후 그림

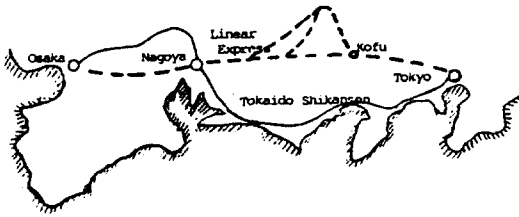


그림 2. 1998년도 부터 착공예정인, 초전도 자기부상열차로 도쿄-나고야-오사카를 잇는 Linear Express路線(그림에서 점선이 자기부상열차路線, 1990년에 착공하여 1997년까지는 상업화를 위한 운전시험까지 완료될 42.8km의 야마나시선이 포함 됨)

1에서 보는 것과 같은 도쿄-나고야-오사카를 잇는 이른 바 Linear Express를 건설하여 500km/h의 속도로 운행할 계획이다. 이 프로젝트는 1997년까지 야마나시시험을 완료한 후, 1998년부터 시작될 예정이다. 특히 할 것은 야마나시시험트랙은 Linear Express의 한 구간으로 활용 한다는 것이다.

한편 편측식 LIM으로 추진하고 바퀴로 레일위를 운행하는 시스템으로는 동경 12호선, 나고야 7호선, Linear Metro, 히다치시스템등이 개발완료되어 1988년에 시험을 시작했는데 도시순환선, 지하철, 경전철등으로 실용화되고 있다.

2.4 미국

일찌기 1960년대부터 MiT그룹, Westing House 등에 의해 항공모함의 離陸 및 着陸보조장치인 Electropult시스템, 운수성(DOT)의 Pueblo시험트랙에서의 Carret사의 LIMRV, Grumman사의 TLRV의 개발시험, 텔레스공항시스템등의 연구 개발을 활발히 해오다가 1978년 정부의 지원중단 후 멈추게 되었다. 1984년경부터 다시 시작하여 Rohr사, 스탠포드 연구소(SRI), Ford 자동차회사, Boeing Aerospace 등에서 운수성(DOT)과 에너지성(DOE)의 지원을 받아 자기부상열차 시스템이 개발되어 왔으나 소규모에 지나지 않았다. 현재는 듀크대학병원, 휴스턴, 시애틀, 디트로이트의 People Mover(DPM) 등에서 LIM으로 추진하고 바퀴로 지지하여 無人自動운전으로 운행하는 도시순환선과 경전철이 개발되어 실용화 운전을 하고 있다.

그러나 본격적인 개발계획은 1992년도부터 시작되었는데, 실용화까지는 10년 계획으로 목표하고 있으며 연방정부가 자기부상 추진 체인 NMI(National Maglev Initiative)를 구성하고 국가가 개발비로 막대한 예산을 책정하는 등 본격적인 지원을 아끼지 않고 있다. NMI는 육군공병단(USACE), 운수성(DOT), 에너지성(DOE)의 알곤국립연구소의 과학기술자와, 교통전문가들로 구성되었다. 1992년부터 10개월간에 걸쳐 65억원의 경비로 1단계의 자기부상 시스템의 선정에 위한 GMSA(Government Maglev System Assessment)팀을 구성하고 바퀴/레일식 고속열차와, 자기부상열차를 비교검토하는 한편 미국 고유의 자기부상열차로 가장 적절 할 시스템을 선정하는 프로젝트를 수행하고 있다. 즉

- 프랑스의 바퀴/레일식인 TGV,
- 이미 독일에서 개발되어 있는 자기부상열차인 트랜스라피드 시스템,
- 미국 자체적으로 NMI가 구성한 4개의 시스템개념정립을 위한 SCD(System Concept Definition)그룹인 백텔사, Grumman항공사, Fost-Miller사, Magne Plane사가 각각 독자모델로 개발하고 있는 시스템의 기술적, 경제적 타당성등의 비교검토 및 개념설계가 1993년까지는 완료 할 목표로 진행중이다. 알곤국립연구소가 중심이 되어 3km의 시험트랙, 각종 시뮬레이션 및 설계를 위한 프로그램개발, 시험장치운전시설, 전자파의 생물환경시험등의 연구가 이루어지고 있다. 이 프로젝트가 10개월간으로 1993년중으로 종료되면서 부터 실용화 시스템의 개발, 선로의 선정등 구체적 개발단계인 실용화 프로젝트로 들어가게 된다. 즉 2단계로 1993년도 부터 5년간 5,800억원(\$725 million)여의 天文學적인 개발비투자를 확정하는 등 정부의 적극적인 재정지원을 하는 대형 프로젝트가 이미 병행되어 활발히 진행되고 있다.

2002년까지의 실용화목표를 위하여 연방정부의 대규모 지원과 인적자원을 바탕으로 한 개발이 착실히 진행된다면 기존 개발국인 독일과 일본의 국가적 자존심을 건 치열한 경쟁은 필연적인 것이다. 이로써 세계의 자기부상열차 실용화의 시기를 예측보다 훨씬 빠르게 앞당겨지는 결과가 초래 될 가능성이 매우 크다.

2.5 이탈리아

정부기관인 National Research Council(CNR)이 주관이 되어, 1992년부터 5년계획으로 Progetto Finalixxato Trasporti 2(PFT2)프로젝트 (예산 960 Thousand Million리라)를 세우고 Padova, Bologna, Milan, Palermo대학이 초전도와 상전도 시스템을 병행하여 본격적인 개발을 수행하고 있다.

2.6 캐나다

캐나다 정부지원기관인 CIGGT(Canadian Institute of Guided Ground Transport)가 주관이 되어 1970년대초부터 개발되어 왔다. Queen's대학, 토론토대학등에서 시스템개발을 주로 하여 왔으며, UTDC社, ALRT 등은 리니어모우터로 추진하고 바퀴로 지지하는 도시교통용 輕電鐵을 개발하여 밴쿠버, 토론토, 미국의 디트로이트의 DPM시스템으로 자동화운전을 하는 정도로 까지 실용화를 시킨 바있다. 즉 북아메리카의 기후에서 바퀴의 점착력

에 의해 가속/감속특성이 제한이 되지 않는 특징으로 LIM추진/바퀴지지 시스템을 개발 한 것이다. 연료소모정도도 회전형 교류기와 기어박스를 사용하는 경우의 30%(1.87[kwh/car.km])정도로 계산하고 있다. 1985년 토론토의 Scarborough TGM시스템, 밴쿠버시스템, 1987년 디트로이트의 DPM 등이 캐나다 Bennett & Emmott사에 의해 일찌기 개발되어 이미 商業운전을 하고 있다. 또한 몬트리올-토론토를 400km/h급의 초전도반발식 고속자기부상열차로 연결하는 등의 실용화계획을 세우는 등 의욕적인 계획을 세운바 있다. 그러나 최근에는 영국의 경우와 마찬가지로 국가지원의 막대한 연구개발투자가 이루어지지 않아 본격적인 추진이 이루어지지 않고 있다.

2.7 루마니아

Timisoaria에 Homopolar 형 LSM을 추진장치로 하는 Magni-bus시스템, 150m트랙이 이미 개발되

표 1. 유도형 리니어모우터(LIM)의 열차推進시스템에의 응용개발 현황

시스템 형식		프로젝트 사항		
추진장치	부상/ 지지방식	개발국, 설치위치	참고사항	
LIM (誘導 형)	短 1 차 short primary	鐵바퀴/레일식	캐나다(밴쿠버, ALRT, 토론토(스카보로TGM))	*바퀴/레일식, 지하철 도시순환선, 경전철 최고 86km/h, 1985년
		편축식/철바퀴/레일식	일본(동경12호선, 나고야7호선, 히다치시스템)	*1988년시험, 90-100명승차 도시순환선, 지하철 경전철
		편축식/鐵바퀴, 양축식/鐵바퀴/레일식, 편축식공기부상 電磁력(흡인식)	미국 디트로이트(DPM) Pueblo 시험트랙, LIMTV, TLRV 듀크대학병원 텔레스공항 시애틀, ROMAG	*410km/h, Garrett사, Grumman 사 최고 90km/h, 21인승 시험트랙 현수식 (50-80km/h)
		電磁력(흡인식)	영국. 버밍햄공항 People Mover	* (1984년이래 운행중) 600m 트랙, 8ton, 2차 서스펜션 없음, 무인자동화운동, (54km/h,)
		전자력(흡인식)	일본 HSST 01-05 쓰쿠바, 밴쿠버, 오사카박람회(JAL), EML 시스템 나고야, CHSST	*'85. '86 Expo 운행 공기스프링 2차지지, 운행 30km/h(설계). *운수성, 120, 300km/h 1.6km 시험트랙, 110km/h급: 운수성의 상업화 안전승인 1991-1993년완료(32,000km주행시험) 1993년 1월 실용화를 위한 HSST社 설립(JAL, 나고야철도등이 합작)
		Motor 반발력	영국, Sussex대학 임페리얼 대학, Landspeed	*모델트랙 Motor 수직력중 반발력이용
		전자력(흡인식)	대전, 안양, 창원, 서울	*국책사업단 100m트랙, 1km시험선로 예정 *현대정공: 560m트랙 '93 Expo 운행(대전) *대우 100m트랙, 40인승 *한양대(트랙, 시험기)

표 2. 동기형 리니어모우터(LSM)의 열차推進시스템에의 응용개발 현황

시스템 형식		프로젝트의 참고사항		
추진장치	부상/ 지지방식	개발국, 설치위치	참고사항	
LSM (同期형)	長1차	Motor의 흡인력 영스란드, 독일(Tra-nsrapid)	* 35.5km 트랙, 2량편성 2차서스펜션, 200명탑승 435km/h 달설(500km/h) 1979년착공, 1985년 운전1일 2,500km(경부고속도 6회 왕복해당) 전체 135,000km 운행실적 * 실용선 선로선정단계 함부르크-베르린(253km) 유력, 1995년공사시작 2002년 운전개시(10분간격, 4량편성, 332명 400km/h, 53분소요).	
	long stator	흡인력(영구자석, 바퀴)	Braunschweig, 베르린(M-Bahn) 독일	* 시험트랙 : Braunschweig 운행시스템 : 베르린
		초전도 반발식	일본, 미야자키 야마나시, MLU001, MLU002, MLU002N	* 시험트랙 2개, T형/U형 517km/h 달성 * 42.8km 야마나시트랙을 1995년까지 완공 * 1998년부터 도쿄-나고야-오사카(Linear Express) 프로젝트
		초전도, 반발식 초전도, 흡인식(초전도자석+상전도 전자석을 병용)	미국 : 4개시스템 벡텔, Fost-Miller, Magne Plane 시스템, Grumann 항공사	* 1992년부터 개시(개념설계에 약 65억원투입) (NMI : National Maglev Initiative)에서 주관, 1994년종료후, 1995년 부터 5년간 실용화 프로젝트(5800억원투입)
		초전도, 반발식	캐나다(NRC)	* 토론토-몬트리올軸 설계속도 480km/h
	초전도 and/or 상전도	이탈리아(Finalizzato Transporti 2)PFT2 프로젝트(1992년 증반시작, 5년간)	* CNR(National Research Council) 주관, 초전도/상전도식(Padova, Bologna, PalermoMilan 대학그룹, 전기과)	
	短1차	Motor의 흡인력(인닥터형)	Timisoria, 루마니아(Magnibus)	* 150m 시험트랙 Homopolar 형 LSM
短1차	Motor의 흡인력	미국(보잉, Romag, SRI) 영국(Sussex, Bath, Manchester 대학등) 캐나다(Queen's, Toronto 대학, CIGGT) 독일, 일본등	* 스케일모델, 실차모델 시험장치, Homopolar/Heteropolar/Reluctance 형 LSM	

* 참고 : 러시아, 중국에서도 개발이 이루어지고 있으나 표에서는 제외시켰으므로 앞에서 설명한 각국 별 개발현황을 참고할 것

어 있다.

중이다.

2.8 중국

商 Ziaotong 대학에서 42m트랙, 長1차, 2-4인승시스템을 개발하였다. 1990년부터 8차 5개년 계획의 주요 개발과제로 중국과학기술위원회가 결정하고 1995년까지 46인승, 500m 트랙, 50km/h의 시스템개발을 목표로 하여 철도과학기술연구소와 商 Ziaotong대학이 주관이 되어 개발을 하고 있는

2.9 러시아

1991년 이전에 이미 MPW(Magnetic Potential Well)의 자기부상시스템이 Kozoriz 등에 의하여 개발된 바 있다. 이 시스템은 우크라이나의 키예브의 과학원에 설치되어 있는 데 초전도코일을 설치하여 부상/안대를 하는 방식으로 기존의 방식과는 매우 특이한 것으로 알려져 있다. 그러나 실용화 단

계까지는 아직 먼 실험장치의 제작 및 실험, 차량의 개념설계정도의 초보단계에 있는 것으로 판단된다.

2.10 한국

우리나라에서는 1988년도부터 과기처산하의 기계연구원에 자기부상열차사업단을 구성하고 1993 대전 EXPO에서 전시운영하는 등의 계획을 세우며 개발에 박차를 가하고 있다. 독일, 일본에 비해서는 20년 이상 늦게 시작되었기 때문에 우선은 구조가 간단하고, 유지보수성, 신뢰성에서 매우 좋은 등의 장점을 갖는 상전도부상식으로 기본 모델을 정하여 개발중에 있다. 상전도 부상시스템은 상전도전자석에 의해 부상시키며 리니어모우터(SLIM)로 추진하는 시스템으로 독일의 트랜스레피드의 초기, 일본에서 도시형으로 개발되는 HSST시스템과 같은 모델이다. 한양대, 사업단, 대우중공업, 현대정공이 각 요소장치의 시험설비, 100m의 시험트랙, 560m의 EXPO전시시스템등이 개발되어 있다. 향후 1km의 시험트랙건설을 바탕으로 하여, 정부, 연구소, 열차제작회사, 학교등에 의한 개발컨소시엄의 구성, 서울-영종도간 60km의 실용선로를 비롯한 각 도시구간에서의 도시형 상용화를 목표로 의욕적인 개발이 이루어지고 있다.

3. 결 론

1993년 5월 미국 시카고에서의 자기부상열차의 개발국들이 모여 발표회 및 토론회를 하는 국제적 모임인 13차 MAGLEV'93에서 발표된 자료 등, 최근에 발표된 관련자료를 비교검토하여 주요 국가별 정부지원 및 개발현황, 실용화 계획등을 소개하였다. 현재의 상황을 요약하면, 미국의 막강한 人的, 物的, 技術的 대공세에 의한 맹추격을 先發國인 독일, 일본은 선로의 확정 및 건설등 실용화에의 본격 진입으로 벗어나고자, 국가적인 명예를 걸고 혼신의 노력을 다하고 있는 상태라고 할 수 있다. 이렇게 경쟁적으로 개발이 되므로써 실용화는 우리의 예상보다도 훨씬 빠른 시일로 당겨 질수도 있을 것이다.

최근 우리나라에서 일본의 신간선, 독일의 ICE가 탈락되고 프랑스의 TGV로 결정된 여파는, 프랑스와는 속명적인 라이벌인 독일과, 세계적 자부심을 갖는 일본의 자극과 분발을 일으키게 되었고,

이에 가장 적합한 실수요자로 자타가 공인하는 미국의 대규모 개발이 가세하게 되었다. 따라서 자기부상열차의 실용화시기는 훨씬더 앞당겨질 것이 확실하다. 우리실정에 모처럼 천문학적예산을 들여 2001년 말 경부고속전철이 완공되어 철로위를 쇠바퀴가 시속 300km로 굉음을 내며 굴러갈 때면, 현재의 예정대로라 하더라도 우리보다 한해뒤인 2002년에 완공예정인 독일의 함부르크-베르린간은 물론이고 일본, 미국등에서는 자기부상열차가 지상을 사뿐히 떠서 솜위에서와 같이 부드럽고 쾌적하게 시속 400km로 비행을 하게 될 것이다.

이런 상황에서 先發國의 관계자들은 後發國관계자들에게 기회가 있을 때마다, 객관적이며 타당한 근거의 제시는 없이, 개발의 어려움 또는 타당성등을 호호하면서도 부정적인 면 만 치중하여 퍼력하는 경우가 흔히 있다. 이것은 진정한 충고라기보다는 경쟁상대가 될 가능성이 있기 때문에, 미리부터 견제하는 성격의 의미가 강한 것으로 볼 수도 있다. 왜냐하면 자기네 들은 멈춤이 없이 오히려 적극적이면서도 대규모의 국가적 지원을 바탕으로 계속 추진하고 있기 때문이다. 만일 아무 여과없이 그대로 받아들이는 경우, 현상을 정확히 파악하지 못하고 막연하기 만 한 상태에서 부정적인 견해를 가지고 있는 사람들에게 반대의 구실은 물론 일반인의 여론을 흐리게 된다. 더 나아가 판단에 혼란을 주어 국가정책의 수립과정에서 큰 오류를 범 할 소지가 매우 크다.

이러한 견지에서, 최신의 객관적 자료를 근거로 한 세계의 개발동향을 항시 검토분석하여 그 결과를 우리의 현실에 비취보는 중요한 지표로 삼아야만 한다. 이로써 국가적인 연구개발방향의 정확한 판단과 정책지원의 바른 확립이 가능 할 것이며, 세계의 흐름에서 뒤지지 않고 先導해 나갈 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] Ulrich Wiescholek et al "High-Speed Magnetic Levitation Train Transrapid, Planning of the Development Program Until 1995 and Prospects of Utilization in the Federal Republic of Germany" 13th maglev'93, pp.

22-28, Chicago, U. S. A., 1993. 5

[2] Hans Georg Raschichler "Analysis of Prospective Transrapid Applications" 13th MAGLEV '93, pp.29-34, Chicago, U.S.A., 1993. 5

[3] E. Masada "Development of Maglev Transportation in Japan:Present state and future prospects" 13th MAGLEV '93. pp. 1-6, Chicago. U.S.A., 1993. 5

[4] M. Fujion "Outline of HSST-100 System and line in Nagoya" 13th MAGLEV '93. pp.16-21, Chicago, U.S.A. 1993. 5

[5] James H. Lever "Technical Assesment of Maglev System Concepts" 13th MAGLEV '93. pp.283-289, Chjicago, U.S.A. 1993. 5

[6] Don Rote et al "Argonne Research MOVES:Maglev Vehicles into America's Travel Future" Logos:Argonne National Laboratjory, U.S.A., Vol.10, no.3, Dec., 1992

[7] G. Martinelli et al "Present Status of Research for Maglev in Italy" 13th MAGLEV '93. pp.51-53, Chicago, U.S.A. 1993. 5

[8] J. S. Lian et al "A General Survey of Chinese Maglev Train" 13th MAGLEV'93, pp. 46-50, Chicago, U. S. A., 1993. 5

[9] F. Wyczalek "maglev Transit Technology in Russia" 13th MAGLEV '93 pp. 88-93, Chicago, U.S.A., 1993. 5



장석명(張錫明)

1949년 7월 3일생, 1976년 한양대 공대 전기공학과 졸업. 1978년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 19 86년 동 대학원 전기공학과 졸업(공학). 현재 충남대 공대 전기공학과 교수. 당학회 평의원.