

자기부상열차의 세계적 개발현황

눈앞에 닥친
實用化 競争

김 용 주

〈韓國電氣연구소 電力電子연구실장〉

19세기초 영국에서 개발된 증기기관차로 인하여 육상교통의 변혁을 가져온 이래 열차의 속도, 승차감, 신뢰도 및 안전도, 경제성의 제고등에 대한 지속적인 기술 발전과 개량으로 철도 교통은 대량 수송 수단의 주역으로 경제발전과 인류역사에 크게 공헌하고 있지만 산업발전에 따른 철도 차량의 고속화와 전철화로 인하여 최고속도는 프랑스의 고속전철(TGV)이 300km/h 도달하였으나, 고속 주행시의 소음, 공해 등으로 인하여 21세기 인류에게 지상의 대중 교통수단으로서는 여러 가지의 제약조건이 뒤따르고 있다.

최근 우리나라에서도 지속적이고 급속한 산업 발전과 사회복지의 향상으로 국내의 산업물동량과 산업인구의 이동량이 급격하게 증가하였고 우리나라 산업동맥의 중추인 경부선의 경우 일일수송능력은 120회/일이나 철도교통 수요의 증가율('84년 예측 12.5)에 비추어 볼 때, 1995년 경에는 완전 포화상태에 도달할 것으로 예상되고 있다.

이러한 산업교통량의 증가와 전국 교통망의 포화를 대비하여 제2의 경부선 건설이 불가피하게 됨에 따라 교통부는 1983~1985년에 경부선 교통투자의 필요성과 고속전철 타당성조사를 실시하였고, 수송능력의 확대 및 지속적인 경제발전을 위해서 정부는 서울-부산 고속전철 건설계획에 따라 현재 상세 기술조사가 21세기의 교통대책으로 여러가지를 검토중에 있다.

이에 따라 과학기술처에서는 산·학·연 합동으로 고속전철 기술개발 전략수립을 위한 조사연구를 실시하여 한국형 고속전철 기술개발을 위한 방향을 제시해 주고 있으며, 1990년도부터는 현재 산업화에 따른 대도시의 심각한 교통난의 해소방안으로 일본, 독일 등의 여러 선진국에서 이미 20년전부터 연구개발에 착수하여 현재 실용화를 위해 활발히 연구중인 자기부상열차를 한국형 자기부상열차로의 개발을 위한 첫단계로 1990년도부터 한국형 자기부상열차 개발을 위한 기술에 대한 연구를 출연연구기관을 통해 연구를 시작하였으며 Expo'93에 자기부상 열차시험모델을 개발하여 전시운행할 계획을 가지고 있다.

본 연구에서는 21세기 고도사회 진입에 대비하

고 국민의 생활수준 향상에 부응하는 빠르고, 쾌적하고 안전한 고속 대중교통수단으로 관심을 불러 일으키고 있는 자기부상열차를 소개하고, 현재 운행하거나 개발중인 외국의 기술현황을 기술적인 면과 운용면에서의 고찰을 통하여 한국의 경제구조, 교통체계, 지형에 알맞는 한국형 자기부상 열차의 개발방향에 대하여 기술하려고 한다.

고속전철의 국외 기술현황

산업화로 인하여 인구가 도시에 집중됨에 따라 독일, 일본, 영국, 프랑스, 캐나다등 선진 산업국가들은 1960년대부터 화석에너지 자원의 소비에 따른 환경공해문제가 전세계의 사회문제로 등장하면서, 전기철도 교통은 대량수송성, 안전성, 고속성, 에너지 절약성, 안락성 등과 아울러 저공해성의 대중 교통수단으로 도시간 여객의 고속 및 대량수송을 위하여 200-500km의 중장거리 도시간 철도의 고속화를 추진하게 되었다.

고속전철은 크게 Wheel-on-rail 시스템과 자기부상(Electromagnetic Levitation) 시스템으로 대별되며 현재 Wheel-on-rail 시스템은 일본과 프랑스에서 상업운행을 하고 있으며 자기부상 시스템은 20여년전부터 연구가 진행되어 시험 운전중에 있으며 일부 중저속 단거리용 열차는 상업운전을 하고 있다.

일본의 고속전철인 신간선은 1960년대초에 개발되어 최고운행속도 210km/h를 기록하였고 고속화, 경량화, 성에너지화 및 고급화등 연구 개발은 계속하고 있으며 1990년대에는 신간선의 대부분의 구간에서 운행속도를 250-270km/h로 향상시키며 300km/h대로 고속화시킬 계획을 가지고 있다.

프랑스에서는 1980년대 초에 파리와 리용간을 최고속도 270km/h로 운행하는 세계 최고속도의 고속 전철인 TGV(Train a Grande Vitesse)-PSE (Paris South East)가 상업운전을 개시하게 됐다.

1980년대 후반부터 이들 고속전철 보유국들은 보다 빠르고 안락한 21세기의 고속전철을 위하여 집전성능의 향상, 환경소음저감, 경량화 및 에너지 절약, 터널형상 설계개선, 공기역학적인 차체

설계, 보수유지를 포함한 궤도의 개선 등에 대한 연구를 계속하고 있다.

그 결과로 프랑스는 1988년말에 TGV-A(Atlantic) 열차로 최고시속 418km/h의 시험주행에 성공하였고, 독일은 ICE(Inter-City Experintal) 열차로 최고속도 406km/h의 시험주행에 성공하였으며, 일본은 동북 신간선에서 275km/h의 시험 최고속도를 기록하였다.

그러나 Wheel-on-rail 시스템 열차는 경제속도의 한계가 300km/h로 알려져 있으며 환경 소음 문제와 집전성능 향상등의 문제점을 안고 있다.

물론 150여년동안 발전과 개발을 계속해온 이 시스템은 간단하고 견고한 구조, 풍부한 운행경험, 트랙의 변형이 없이 차축이 견딜 수 있는 부하의 허용치가 높은 장점을 가지고 있으며 동시에 Primary mass와 궤도와의 결합이 견고해 승차감이 좋지 않은 점, 마찰에 의해 추진력과 재동력이 제한을 받으며, 바퀴의 플랜지의 단면 모양에 의해 정현파적인 측면진동이 발생하며, 커브주행시 바퀴가 레일에 완전하게 접촉하지 않는 점, 적재량에 비해 차체무게가 비교적 무거운 점등의 단점도 안고 있다. 특히 고속 주행시에 나타나는 특유의 문제점들은 다음과 같다.

- 추진력과 제동력이 마찰에 영향을 많이 받기 때문에 최급구배(gradient)가 제한을 받는다.

- 정현파적으로 발생하는 측면진동과 커브회전시 발생하는 바퀴의 요란은 바퀴와 레일의 급속한 마모를 초래하며, 또한 레일의 위치로 변경을 가져온다.

- 제어 불가능한 측면 발생힘에 의해 커브경사도(Cant)가 제한을 받게 된다. 따라서 승차감을 향상시키기 위해서는 속도의 제곱에 비례하여 열차의 회전반경을 증가시켜야 한다.

- 제한된 경사등판능력과 큰 회전반경으로 인해 지형적으로 어려운 구간이나 인구 밀집지역 등에서는 터널과 교량공사의 부담이 증가해 건설비용이 과도하게 늘어난다.

- 열차의 무게 및 용적은 속도의 세제곱에 비례하는데 이로 인해 속도가 증가할수록 적재/차량무게 비율이 감소한다.

• Wheel-on-rail 시스템의 주행시 소음은 속도에 따라 급격히 증가하므로 소음방지를 위한 부가적인 설비가 필요하다. 반면에 전자력을 이용하여 부상하고 추진되는 자기부상열차는 250km/h 이상의 속도에서 기술적, 경제적 그리고 환경적인 면에서 Wheel-on-rail 시스템에 비해 다음과 같은 장점을 가지고 있어 절대적인 우위를 점하고 있다.

• 비접촉 방식에 의해 지지안내(Support guide), 추진, 제동 등이 이루어 짐으로 마찰에 의한 마모가 없다.

• 모든 힘이 면적부하의 형태로 전달되기 때문에 guide-way에 미치는 기계적 스트레스의 강도가 낮다. 이는 고속 Wheel-on-rail 시스템의 1/1000-1/10,000정도로 구조물이 상대적으로 경량화되고 승차감이 좋다.

• 선형추진(Linear propulsion) 시스템은 비접촉식이고 마찰이 없어 이론적으로는 수직으로도 상승할 수 있다. 그러나 승차감 및 경제적인 이유에서 최대 허용경사도는 10이다.

• 측면에서 발생하는 안내력이 제어가능하므로 커브경사도를 높일 수 있어 승차감 및 안정성을 유지하면서 회전반경을 대폭 줄일 수 있다.

• 높은 경사도 및 짧은 회전반경이 허용되기 때문에 공사비를 절감시킬 수 있다.

이상과 같은 이유들로 해서 자기부상 시스템의 선로 건설비는 속도에 비례해서 증가하는 추세가 Wheel-on-rail 시스템에 비해 급격하지 않으므로 250km/h 이상의 속도에서는 자기부상 시스템의 건설이 더 적합하다.

본고에서는 대표적인 자기부상열차를 고속형인 독일의 TRANSPRAPH, 일본의 MLU와 중·저속도형 자기부상 열차로 독일의 M-Bahn, 일본의 HSST 및 영국의 Birmingham people mover에 대해 소개코자 한다.

고속 자기부상시스템

열차는 독일의 TRANSPRAPH, 일본 국철의 MLU, 영국 Bangor대학의 Mixed-MU Permeability, 그리

고 캐나다의 Canadian Maglev의 4종류가 있으나, 이중에서 영국과 캐나다의 시스템들은 개념적 설계 단계에 불과하므로 본 보고서에서는 다루지 않고 TRANSPRAPH와 MLU에만 국한시켜 살펴보기로 한다.

독일의 TRANSPRAPH

1960년대 말경에 독일에서는 독일과학기술처(BMFT)의 지원하에 미래의 고속 육상운송시스템에 사용될 새로운 운송수단에 대한 연구가 시작되었다.

1974년 개발방향은 EDS(Electromagnetic Dynamic Suspension) 방식과 EMS(Electromagnetic Suspension) 방식으로 초점이 모아졌으며, EDS 방식과 EMS 방식에 대한 장단점을 비교, 검토하고 EDS방식의 시험용 차량인 EET01을 제작해 시험한 후 개발방향은 최종적으로 EMS방식으로 채택하였으며, 현재는 TRANSPRAPH-06이 1983년

〈표-1〉 독일의 TRANSPRAPH 06 제원

| | |
|------------------|---|
| 차량(Vehicle) : | |
| 구성 | 2량1조 |
| 전체길이 | 54.2m |
| 폭 | 3.7m |
| 높이 | 4.2m |
| 무게(비었을때) | 108 ton |
| (만재시) | 128 ton |
| 좌석수 | 192석 |
| 예상최고속도 | 400km/h |
| 객실내최고자장 | 5gauss 이하 |
| 부상(Sevitation) : | |
| 방식 | EMS |
| 부상높이 | 10~12mm |
| 추진(Propulsion) : | |
| 종류 | 장1차 철심 선형동기전동기(long-statoriron-core linear synchronous motor) |
| 추력(400km/h때) | 45KN |
| 최대 용량 | 8.8MVA |
| 최대 전압 | 4.24 KV |
| 최대 전류 | 1.2 KA |
| 주파수범위 | 0~215Hz |

에 제작완료되어 Emsland시험구간에서 주행시험 및 특성시험을 실시하여 1984년 6월에 300km/h이상의 속도로 주행할 수 있는 TR07을 개발중에 있다.

TRANSRAPID는 2개의 동일한 차량으로 구성 되어 있으며 각 차량에는 8개의 자기지지대(magnetic suspension bogie)가 정착되어 있다. 부상높이는 약 8-15mm정도이며, EDS와는 달리 속도에 무관한 부상력을 얻을 수 있어 별도의 지지구조가 필요없지만 불안정 시스템이기 때문에 능동동적 귀환제어(active dynamic feedback control)를 이용하여 안정상태를 유지시켜야 한다.

현재까지 독일 및 유럽, 북미의 여러 교통축의 건설타당성 조사를 진행하여 왔고, 이중에서 미국 남부 캘리포니아의 로스앤젤레스-라스베가스 교통축에의 타당성 검토는 상당한 진척을 보았으며, 우리나라에도 경부축에 건설타당성 조사를 제외한 바가 있다.

일본의 MLU

일본에서는 자기부상시스템에 관한 연구가 1962년부터 일본국철에서 시작되었으며, 부상방식은 초전도자석을 이용한 EDS방식을 채용하였는데 이는 안전을 고려하여 트랙에 충분한 에어갭의 여유를 두기 위한 것으로 실제 크기의 시제품은 1972년 철도기술연구소에서 첫 선을 보였으며, 이때의 모델은 가이드웨어가 역T자형인 ML-500이었다.

1974년에는 규슈의 미야자키에 시험트랙을 설치하기 시작하여 1979년에 7km의 시험구간을 설치, 완료했다. 또 1980년에 들어서는 새로운 차량인 MLU-001은 1량, 2량 또는 3량을 1조로 하여 주행시험을 실시해왔다. 2량만으로 주행시 최고 속도 400km/h를 3량의 주행시 352km/h를 기록했는데 이상적인 속도에 이르지 못한 것은 트랙옆에 설치되어 있는 전원공급장치의 사이크로컨버터(cycloconverter)의 전압제한때문이었고, 이의 개량이 진행중이다.

MLU-001의 가장 큰 특징은 4k온도하에서 동작하는 초전도자석인데 부상높이를 약 10mm를 유

지하기 위해서는 막대한 자장이 필요하므로 초전도자석이 필수적이다.

그러나 극저온 상태유지를 위해서 액화헬륨을 사용해야 하고, 동작중 기화하는 액체헬륨을 다시 액화시키는 장치 등이 필요해 시스템의 유지, 보수가 까다로우며 자장이 막대해 차량내로 유입되는 것을 차폐시키는 방안도 마련해야 할 것이다. 따라서 상업적 운용을 염두에 둔 시험 차량의 제작을 위해서는 아직 미진한 부분이 많으며, 독일의 TRANSRAPID에 비해 기술적으로 5년정도 뒤지고 있다고 보고 있다.

MLU에서 사용하고 있는 EDS방식의 가장 큰 특징이자 장점은 주행시 열차와 가이드 웨이간의 부상 높이가 10~15mm에 이르러 기후나 미세한 지진, 가이드 웨이의 표면상태에 큰 지장을 받지

〈표-2〉 MLU 001 제원

| | 중간차량 | 선두 및 후미차량 |
|-----------------|------------------------|--------------|
| 차량 : | 001-2 | 001-1, 001-3 |
| 길이 | 8.2m | 10.1m |
| 폭 | 3.0m | 3.0m |
| 높이 | 3.3m | 3.3m |
| 무게 | | 10ton |
| 초전도자석 : | | |
| 배열 | 차량당 4극 2열 | |
| 강도(strength) | 700KA | |
| 냉각방식 | 헬륨액화 | |
| 부상 : | | |
| 부상력 | 98 KN | |
| 부상높이 | 100mm | |
| 안내 : | | |
| 안내력 | 50mm변위시 49KN | |
| 안내거리(clearance) | 150mm | |
| 추진 : | | |
| 추력 | 최대 51KN | |
| 전원공급 | Cycloconverter | |
| 주파수범위 | 0~27Hz | |
| 최대전압 | 3KV | |
| 최대전류 | 1,100A | |
| 제동(상시) | 회생제동 | |
| (긴급) | 동적 및 기계적 | |
| | (dynamic & mechanical) | |

않는다는 점이다.

그러나 부상력이 속도에 비례하기 때문에 EDS 방식의 차량은 설계에 의해 차이는 있겠지만 적어도 60~80km/h의 속도가 되어야 자기부상력을 얻을 수 있으므로 저속에서는 부상을 할 수가 없어서 보조적인 지지 기구가 필요하다.

일본 국철에서는 현재까지의 MLU-001 이러한 결점과 시험결과 및 축적된 기술을 통해 MLU-002를 개발하였으며 이를 이용하여 연구개발을 계속하고 있고 장래 상업운용에 투입될 자기부상 열차개발의 재원을 선정하였고, 실제크기의 시험용차량은 90년대에 완성될 것으로 예상하고 있다.

중 · 저속 자기부상시스템

중 · 저속의 자기부상 시스템은 국부 시스템 (LOCAL SYSTEM)으로 사용되며, 대량 교통수단과 도로 교통수단으로 이루어진 교통 수단의 하부구조에도 적합하므로 중 · 저속 자기 부상 시스템도 여러 종류가 연구, 발표, 개발되었으며, 이들은 현재 영국 Birmingham시에서 공항과 역사 사이의 약 600 m 구간을 셔틀서비스(shuttle service) 하고 있는 Birmingham People Mover, 서베를린에 설치되어 있는 M-Bahn, 일본항공(JAL)이 동경의 도심과 공항사이의 연계서비스를 목표로 개발 중에 있는 HSST, 루마니아에서 개발중인 MAGNIBUS 등이다. 이들은 대부분 EMS방식을 채택하고 있으나 M-Bahn만이 영구자석을 이용한 부상 방식을 사용하고 있다.

이중에서 루마니아의 MAGNIBUS는 완성도가 다른 셋에 비해 현저히 뒤져 있으므로 여기서는 M-Bahn, Birmingham People Mover 및 HSST에 대해서 기술한다.

서독의 M-Bahn Transit System

M-Bahn은 자기부상을 이용한 하고 있으나 엄격한 의미에서 비접촉방식은 아니다. M-Bahn은 차량의 무게가 가볍고 차량에 취부되어 있는 영구자석이 가이드웨이에 설치된 장1차 동기전동기의 강자성체 코어에로의 흡인력을 이용한 부상

과 추진이 결합된 방식을 사용하고 있다. 영구자석은 차량을 완전히 부상시키는데 사용하지 않고 지지 바퀴(support wheel)에 걸리는 하중을 감소시키는 역할과 동시에 선형 동기전동기의 여자(excitation)을 위해 사용된다. 안내는 측면에 부착된 바퀴를 사용하며 부상은 가이드휠(guide wheel)을 사용하여 부상높이를 최대부하시는 15mm, 최소부사시에는 25mm를 기계적으로 자동 조절하게 개발하여 1984년에 서베를린에 600 m의 가이드웨이에 설치하였고, 1987년에는 1.6km의 2단계 구간이 완공하여 시험 운전하였다.

미국의 라스베가스에서는 도심지의 교통을 위해 2.2km의 M-Bahn을 도입할 예정이라고 한다.

Birmingham People Mover

영국의 Birmingham시에서는 Birmingham국제공항과 철도역 사이의 원활하고 편리한 승객운송 연계서비스를 위해서 영국 철도회사(BR)와 West Midlands County Council은 People Mover Group을 발족시켜 더어비에 소재한 Railway Technical Center에서 성공적인 시험차량을 제작하여 1984년에 개통하였으며, 초기에는 운전자가 수동운전 하였으나 85년 2월 이후로 완전자동으로 운전하

〈표-3〉 M-Bahn 제원

| | |
|----------|-----------------|
| 가이드웨이 : | |
| 폭 | 2.1 m |
| 높이 | 0.5~1.2 m |
| 최소회전반경 | 50 m |
| 최대경사도 | 10 |
| 차량 : | |
| 길이 | 12 m |
| 폭 | 2.3 m |
| 무게(비었을때) | 9ton |
| 적재용량 | 보통80명, 최대132명 |
| 부상 : | |
| 방식 | 영구자석 |
| 부상 높이 | 15~25mm |
| 추진 : | |
| 방식 | 선형 동기전동기 |
| 가속 | 1.3 m/sec |
| 소비에너지 | 차량당 1.0Kwh/mile |

는 자기부상승객 수송시스템으로 최초의 상업적 운전을 한 시스템이다.

현재까지의 운용결과에 의하면 Birmingham People Mover는 뛰어난 신뢰성을 보이고 있으며, 승객수송에 있어서 보수, 유지의 간편성이 대단히 우수하다고 인정을 받고 있다.

〈표-4〉 Birmingham people mover 주요 제원

| | |
|------|--------------|
| 차량 : | |
| 길이 | 6 m |
| 폭 | 2.25 m |
| 높이 | 3.5 m |
| 무게 | 8t |
| 좌석수 | 좌석6석, 입석 34명 |
| 최대속도 | 54km/h |
| 부상 : | |
| 방식 | EMS |
| 부상높이 | 15mm |
| 추진 : | |
| 종류 | 편축식 선형유도전동기 |
| 최대추력 | 4KN |
| 최대용량 | 240 KVA |
| 전원 | 3φ 600V |
| 주파수 | 50Hz |

일본의 JAL-HSST

일본항공(JAL)은 대도시의 도심과 공항간의 연계운송수단의 목적으로 1974년부터 자기부상열차 HSST시스템 개발을 시작하였다. 부상은 EMS 방식을 채택하였으며 부상용 magnet의 배치를 stagger방식으로 함으로서 부상력과 안내력을 동시에 얻게 되어서 별도의 안내용 magnet가 불필요하며, 추진은 차량에 양측에 탑재된 선형유도전동기를 이용하며, 이것은 guidance rail위에 부착된 plate를 이용하여 추진력을 얻고 있다.

이 시스템은 1978년 HSST01을 시작으로 보안, 수정하여 HSST05까지 개발하여 쓰꾸바 ESPO'85, 뱅쿠버 EXPO'86, 1988년의 사이따마 박람회, 1989년의 요코하마 YES'89, 오사카 EXPO'90 성공적인 전시, 운영을 마쳤으며 중저속과 초고속시스템 개발을 목표로 계속 연구중에 있다.

〈표-5〉 HSST03의 제원

| | |
|------|----------------|
| 차량 : | |
| 길이 | 13.8 m |
| 폭 | 2.95 m |
| 높이 | 3 m |
| 무게 | 12ton |
| 용량 | 3ton |
| 좌석수 | 48석(승무원 2석 포함) |
| 최대속도 | 60km/h |
| 부상 : | |
| 방식 | EMS |
| 부상높이 | 11mm |
| 전원 | 210V |
| 추진 : | |
| 종류 | 편축 선형유도전동기 |
| 최대추력 | 11.2KN |
| 최대용량 | 400KVA |
| 전압 | 0~550V |
| 주파수 | 0~70Hz |

국내 기술현황

지난 10여년간 국내의 고속전철 관련 기술개발은 기존 경부선의 속도향상과 철도교통의 발전은 철도청을 중심으로 철도 차량 제작회사들 현대정공(주), 대우중공업(주)이 연구소와 학계 공동으로 연구개발을 주도해 왔으며, 차량의 구조해석, 주행성능을 비롯한 차량 동력학적 해석 및 Computer simulation, 주행안정성 해석, 차체의 공기역학적 해석, 소음 저감, 동력전달 및 제어장치, 대차 설계기술등 다양한 분야에 걸쳐 기초 및 응용연구를 수행하여 왔다.

H사의 연구소에서는 1987~1988년 사이에 디젤동차 제어장치 개발, 차륜공전 제어장치 개발 전동차용 chopper 및 전장품 개발, 차량용 보조 전원장치(SIV) 개발 등을 수행하였으며, G사의 연구소에서는 미국의 GRS사의 기술도입으로 CTC 시스템을 개발하였으며, 현재 ATC/ATO장치의 관련 기술자료 및 개발 가능성 조사를 진행중이며 DTS(Data Transission System)연구도 진행중에 있다.

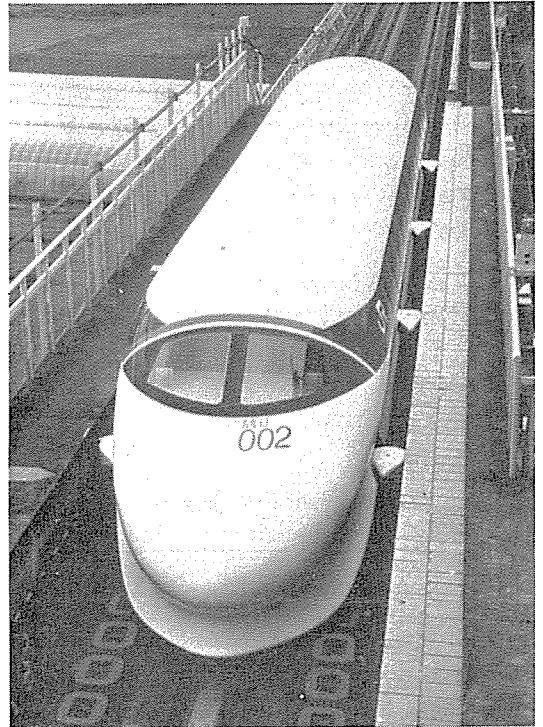
이러한 연구를 기초로 1986년부터 '87년까지 한국형 고속열차(신형 새마을열차)를 개발하였고 정부선의 선로보강과 레일의 용접을 통하여 경부간 주행시간을 약 30분정도 단축하는데 그치고 있다.

현재 국내업체의 기술수준은 최고 150km/h의 속도의 전동차와 객차, 그리고 제반 전기통신 제어기술을 보유하고 있는 실정이며 200km/h이상의 고속전철에 대한 기술은 전무한 상태이다.

최근에는 국내에서도 200km/h이상의 고속전철의 대응으로 자기부상열차 기술에 대한 연구가 시작되었으며 한국전기연구소는 자체 연구를 통하여 자기부상열차의 서울-부산축에의 적용 가능성에 대한 기초연구를 수행하였고, 1990년부터는 과학기술처의 특정연구로서 21세기 교통기술 개발을 조사사업의 일환으로 자기부상 열차의 기반기술개발을 위한 연구를 시작하였으며 이에 발을 맞추어 국내업체의 현대정공에서는 소형 부상 추진시스템을 제작하여 실험실 규모의 실험을 진행하고 있으며 학계에서는 한양대학교 전기공학 과에서 실모델에 가까운 부상, 추진시스템의 모듈을 구성하여 실험중에 있다.

또한 정부에선 1993년에 대덕연구단지에서 개최된 EXPO'93에서 박람회장내의 승객 운송수단으로 자기부상형 고가열차를 설치하여 전시운영하기로 결정하였으며 관련부처, 연구기관 및 관련 업체가 공동으로 기본연구에 착수하여 한국형 자기부상열차 개발을 목표로 연구중에 있다.

한국형 자기부상열차 개발계획은 산업발전과



〈그림-2〉 일본의 JAR-MLU 002

인구증가에 따른 교통량의 급증으로 미래의 첨단 교통수단으로 부각되고 있는 자기부상열차를 한국형 자기부상열차로 개발함으로써 새로운 차원의 기술발전의 재도약 계기가 될 것이며 우리나라 과학기술을 더욱 선진화시켜 미래 지향적인 산업을 창출해 낼 수 있게 되므로 과학기술처의 특정 연구과제로써 EXPO'93을 위한 모델의 개발, 도시형 중저속 자기부상열차 모델의 실용화 및 초고속 한국형 모델개발(400~500km/h)과 초고속 자기부상열차의 실용화 기술개발의 단계로 구분하여 연구진행중에 있다.

기술기반 사업이라 할 수 있는 제1단계의 자기부상열차 시험용모델 개발은 한국전기연구소(KERI)와 한국기계연구소(KIMM)가 공동으로 외국에서 개발되어 시험 운전중에 있는 각 모델을 부상 및 추진의 형식, 제어 및 통신체계, 궤도 및 차량량체계 운용 및 보수체계를 기술적인 면과 경제적인 면에서 다각적으로 검토하여 선진 외국기술을 국내에서 원천적으로 흡수하여 장차 한국형



〈그림-1〉 독일의 TRANSRAPID

자기부상열차를 개발할 수 있도록 연구추진하고 있으며, 부상 및 추진체계의 선정은 장차 한국형 자기부상열차의 개발의 방향과 21세기 한국 철도 미래상과 직결되므로 신중하게 이루어져야 하며 100년대계를 바라보는 확고한 기술 행정이 뒷받침되어야 한다.

특히 고도의 기술이 요구되는 자기부상 및 추진관련기술과 제어 및 통신기술은 연구의 중추를 이루게 될 것이고 산·학·연의 조화된 협동체계를 요구하고 있으며 기술기반사업을 통하여 외국의 첨단기술이 최대한 국내 과학기술 인력으로 이전, 흡수되어야 한다.

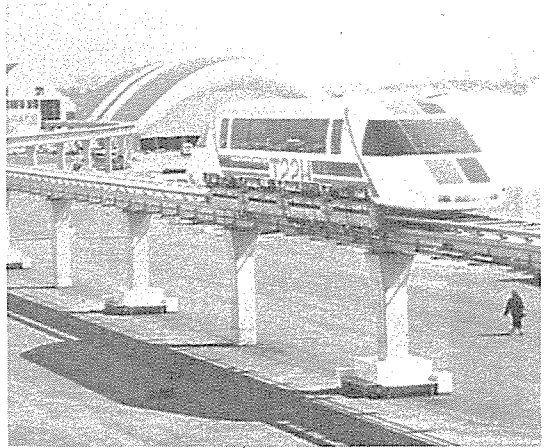
제2단계라 할 수 있는 도시형 중저속 자기부상열차의 실용규모 시스템의 개발은 EXPO'93의 전시 Model을 발전시켜 운행 최고속도 150km/h급의 열차를 개발하여 장거리 시험선로에서 시험운전하게 될 것이며, 초고속 부상열차의 모델개발도 병행하게 될 것이다.

이단계에서는 소재기술을 이용하여 차체의 내구, 경량화 및 공력설계에 중점을 두고, 이에 따른 고속운행을 위한 제어통신기술, guideway관련 기술, 주요부품의 국산화 개발, 장거리 시험선로의 건설, 시험용 고속열차 모형제작 및 시험 등이 이루어지게 될 것이다.

중·저속 부상열차는 대도시에서의 고가열차, 도심-공항간 고가열차, 대도시-위성도시간 고속열차 등으로 활용될 수 있을 것이다.

제3단계에서 개발되는 초고속 자기부상열차는 기반기술과 중저속 부상열차 개발기술을 토대로 시속 400~500km/h의 장거리 도시간의 초고속열차가 될 것이다.

이 단계에서는 초고속화에 따른 제반설비의 성능 및 안전도 향상을 위한 기술개발과 운행 구간간 수변전설비, 제어기술, guideway의 건설기술 개발이 이루어져야 하며, 21세기에 일대 변혁을 가져오게 될 고온 초전도 재료 및 가공기술에 대



〈그림-3〉 일본의 JAL-HSST04

한 연구도 병행되어야 할 것이다.

결 론

21세기의 교통체계를 주도하게 될 자기 부상열차는 고속성, 안전성, 무공해성, 경제성 등의 우수한 평가로 크게 각광을 받게 될 것이며 기술·한국의 상징으로, 대중교통수단으로 운영하게 될 것이다. 기술적으로는 첨단 기초과학 기술, 신소재 개발등 복합재료기술, 제어 및 통신기술 개발 등에 큰 파급효과를 기대할 수 있으며 공해없는 고속 수송수단의 확보로 대도시 교통체증의 해소와 대중 교통체계를 구축할 수 있고 대도시와 중장거리 거점 및 위성도시와의 고속대량 수송체계를 확보할 수 있으며, 초고속화로 인한 인구분산 효과와 전국을 일일 경제 활동권으로 묶을 수 있을 것이다.

또한 자기부상열차의 기술은 무공해 초고속 수송수단을 필요로 하는 세계시장에의 진출을 기대할 수 있을 것이다. 상기와 같은 기술적 및 경제적인 면에서의 파급효과는 관련 부처와 산·학·연이 긴밀한 과학기술 협력체제를 이루고 민족의 백년대계를 바라보는 큰 안목에서 자기부상열차에 대한 인식과 평가가 국민적 차원에서 이루어지고 미래의 첨단교통수단으로 채택되었을 때 새 철도교통의 장이 열리게 될 것이다.

이 글은 지난 5월26일 대한전기학회가 개최한 「1990년도 춘계 심포지움」에서 발표된 것이다.
..... <편집자 註>