



# 자기부상열차의 주요기술과 개발현황

임 달 호

한양대학교 공과대학 교수

급속한 경제발전과 이에 따른 교통인구의 증가로 보다 빠른 운송 시스템의 요구가 날로 커지고 있다. 그러나 기존의 바퀴구동방식 시스템은 본질적으로 바퀴와 레일간의 마찰력으로부터 추진력을 얻기 때문에 평균 최대속도는 250km/h 정도(상한 최대속도 350km/h)이며 소음, 진동 등의 문제가 있다. 따라서 이러한 문제를 극복하기 위해 독일, 프랑스, 미국, 일본 등의 선진국에서는 일찍이 부상방식 열차에 관심을 갖게 되었으며 1960년대 후반부터 공기부상방식과 자기부상방식의 열차에 관한 연구가 진행되었다.

그러나 1970년대 이후 공기부상방식은 소음과 같은 환경공해 등의 문제점이 있어 실용화되지 못하고 일부 신교통 시스템에 부분적으로 응용되고 있는 반면, 자기부상방식은 Power Electronics의 급속한 발전에 힘입어 현재 실용화되고 있다. 특히 자기부상(Magnetic Levitation: Maglev)열차 시스템은 비접촉으로 운전되기 때문에 본질적으로 고속, 무공해, 경제성 그리고 승차감이 좋아 미래의 차세대 대량운송기관으로 각광

받고 있으며, 중·저속형 단거리 수송 시스템은 이미 여러 나라에서 상업운행중에 있다.

본고에서는 근래에 들어 국내에서도 많은 관심을 갖고 있는 자기부상열차에 관한 이해를 돕기 위하여 부상·추진의 개념과 국내를 포함한 각국의 개발현황을 소개하고자 한다.

## 1. 부상열차의 역사와 개요

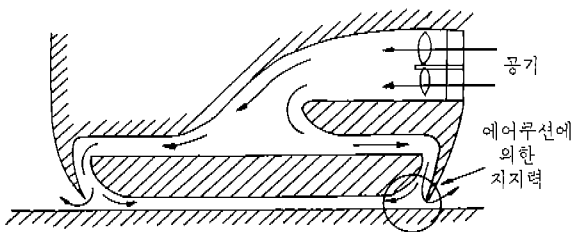
철도의 역사가 시작된 이래 고속화는 인류의 꿈이었다. 기관차의 대형화, 전기구동방식의 도입, 차량의 주행성능의 해명 등에 따라 재래식 철도에서의 운전속도를 높이는 노력이 계속되어 왔다.

기존의 열차는 회전하는 바퀴와 레일간의 마찰에 의해 추진력이 발생하는 것으로서 속도가 증가하면 공기저항이 증가하게 되어 이에 따라 더 강한 추진력이 필요로 하게 됨에 반해 바퀴의 회전 속도도 증가함에 따라 바퀴와 레일간의 마찰계수가 감소하여 추진효과가 저감되어 결국 바퀴의

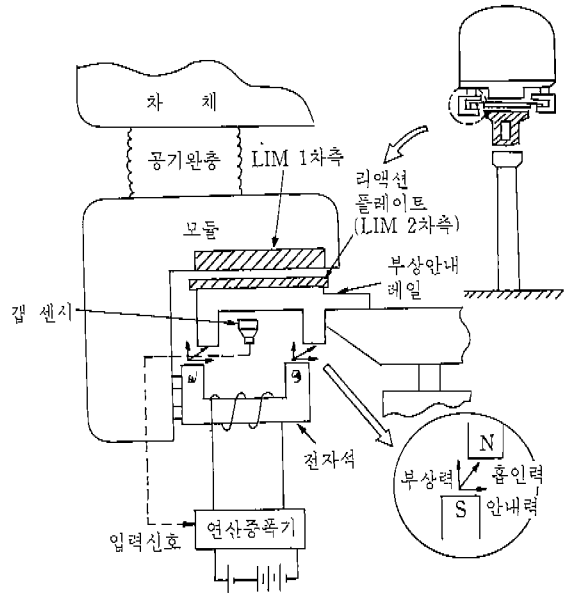
미끄러짐 현상이 나타나게 된다. 즉 바퀴를 이용한 마찰력에 의한 추진방식에는 고속화의 한계가 있게 된다. 바퀴는 이와 같은 마찰의 벽을 갖게 되며 이러한 마찰의 벽을 뛰어넘기 위한 수단으로 바퀴를 사용하지 않는 방식을 구상하게 되었다.

이미 19세기 말경부터 미래의 교통기관에 관한 아이디어가 제시되어, 기구의 원리로 떠서 달리는 철도와 같은 새로운 아이디어가 선보였으나, 당시에는 이러한 아이디어를 실용 시스템에 접목시킬 수 있는 하드웨어의 기술이 없었다. 프랑스를 비롯한 여러 나라에서는 1960년대부터 차량을 에어쿠션으로 부상시켜 제트엔진으로 추진하는 방법을 검토하였다(그림 1 참조). 이와 같이 에어쿠션에 의한 부상과 제트엔진을 결합한 부상식 철도는 종래의 바퀴와 레일의 결합에 의한 방식에서는 불가능한 고속주행이 가능하다는 것이 확인됨에 따라 독일, 미국, 일본 등을 비롯한 세계 각국에서는 부상식 초고속열차 개발을 시작하였다.

그러나 이와 같은 에어쿠션 부상방식인 Aerotrains의 개발은 주로 프로펠러와 제트엔진에 의한 추진으로 소음과 공기 흐름의 문제를 피할 수 없으며, 에너지 소비가 컸다. 에어쿠션 방식은 차량의 움직임에 대한 제어특성이 자기부상방식에 비해 정확하지 않기 때문에 리니어 모터 추진 시스템과 조합하여도 모터의 공극이 커지게 되어



<그림 1> 에어쿠션의 원리



<그림 2> 부상·안내, 추진의 개념도(HSST의 예)

리니어 모터의 효율이 낮아진다. 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 부상식 철도에 적합한 직선추력을 얻을 수 있는 리니어 모터가 주목을 받게 되어 부상식 철도의 개발과 병행하여 리니어 모터 구동방식의, 환경성이 높고 에너지 이용도가 큰 새로운 부상방식인 자기부상방식 철도의 개발에 눈을 돌리게 되었다.

그림 2에 자기부상열차(예: HSST)의 부상·안내, 추진의 기기 배치와 개념도의 한 예를 나타내었다. 그림에서 보는 바와 같이 궤도측에 철-레일을 설치하고 그 밑에 전자석을 레일과 대향시키고 전자석을 차체에 고정시킨 후 전자석에 전류를 인가하면 전자석과 레일 사이에 강한 흡인력이 작용하게 되어 결과적으로 차체를 부상시키게 된다. 한편 부상·안내 레일 이면에 전기도체(LIM 2차축)를 배치하여 차체측의 리니어 모터에 대향시켜 추진력을 발생시킨다.

## 2. 자기부상열차의 주요기술

자기부상열차는 리니어 모터, 자기부상용 전자석, 전력기기, 전력변환장치, 부상 및 추진의 제어, 선로, 차량의 구조설계, 2차 현가장치, 제동, 집전 등의 요소기술이 Integration된 종합적인 메커니즘이다.

여기에서는 부상방식과 추진용 리니어 모터에 대하여 소개하겠다.

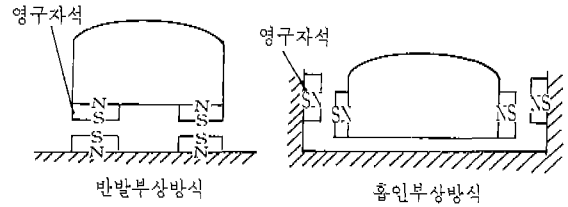
### 2·1 부상방식

같은 자극끼리는 밀고 다른 자극끼리는 끌어당긴다는 간단한 원리로 자기부상의 기술이 이해된다. 자기부상방식은 마모에 문제가 없고, 환경공해면에서도 우수하고 탈선의 위험도 없다. 또한 부상안내에 요구되는 에너지 소비량도 비교적 적어 전자방식의 경우 톤당 1kW 정도의 에너지를 소비한다.

#### (1) 영구자석 부상방식 : PMS (Permanent Magnet Suspension System)

극성이 다른 영구자석 배치에 따른 시스템에 대하여 검토해 보자. 이 시스템은 본래 불안정계로서 중력과 자석의 작용력은 원리적으로는 공극 길이를 일정하게 유지하도록 작용하지 않는다. 따라서 이 방식은 전자제어 기술의 확보가 우선되어야 하며 흡인 시스템에서의 영구자석은 전자제어의 에너지소비량 절감을 목적으로 사용한다.

자기부상 시스템의 가장 간단한 방식은 동일 극성을 갖는 영구자석을 이용하여 반발력을 이용하는 방법으로, 다른 비접촉 시스템과 비교해서 소음이 없고 항상 어느 정도의 부상력을 갖고 있으며 권선이 불필요하다는 등의 장점이 있다. 반



<그림 3> 영구자석 부상방식

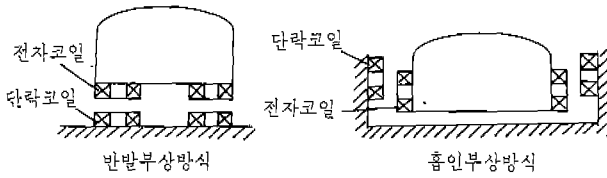
면에 자석 중량의 문제, 레일에 영구자석을 설치할 때의 비용이 높고 부상제어와 관련된 비용이 높은 점 등의 문제가 있다. PMS 방식에서는 부상과 안내력을 모두 영구자석에 의존하는 것은 불가능하며 이 방식의 경우 궤도 안내에는 다른 기술을 이용한다(그림 3 참조).

#### (2) 전자유도 부상방식 : EDS (Electrodynamic Suspension System)

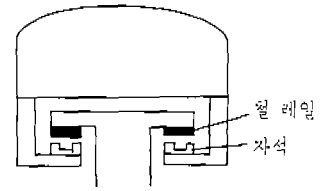
반발하는 자기력을 이용하는 전자석 응용의 부상기술이다.

이 시스템은 차량 하부에 설치된 코일에 강한 자계를 발생시키고, 차량이 주행할 때 궤도에 대향되어 설치된 알루미늄도체 플레이트에의 전자유도 현상에 의해 큰 와전류가 발생하게 된다. 이때의 와전류는 코일에 의한 자계의 변화를 억제하도록 발생하며 이로 인해 반발력이 발생하게 된다. 그림 5에 부상의 원리를 나타내었다. 이 시스템에서는 충분한 부상력을 얻기 위해 10cm의 공극에서 약 4[T] 정도의 자속밀도를 확보할 수 있는 강력한 기자력이 요구되기 때문에 초전도 자석을 이용하게 된다. 그림 4의 흡인부상방식에서 실제로는 Null Flux에 의한 부상·안내력을 얻는다.

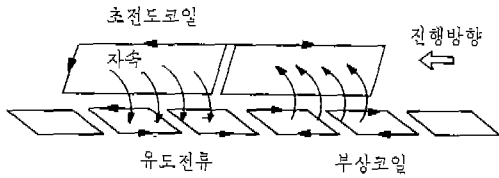
전자유도 부상방식의 경우 자석의 반발력이 어느 정도의 속도에 도달해야만 차체를 부상시킬



<그림 4> 전자유도 부상방식



<그림 6> 전자흡인 부상방식



<그림 5> 부상의 원리

이 적어도 된다는 것이다. 또한 운전특성 시험 결과 안전성이 높고 환경문제가 적은 것도 확인되었다. 그러나 이 방식은 원리적으로는 불안정계로서 제어기술의 확보가 요구된다. 따라서 제어에 따른 경비가 다소 커진다는 단점이 있다(그림 6 참조).

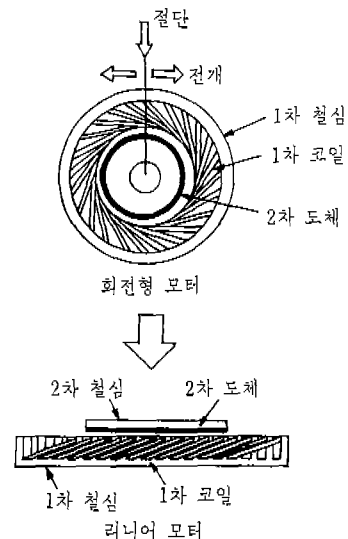
수 있는 힘을 얻을 수 있으므로 저속운전 영역에서는 보조의 장치가 필요하다. 한편 이 방식은 초저온 유지 등의 실제 적용상에 아직까지는 해결해야 할 문제가 남아 있다.

## 2.2 리니어 모터의 종류

리니어 모터는 말 그대로 직선 형상을 갖는 모터로서 그림 7과 같이 회전형 모터를 축과 평행

### (3) 전자흡인 부상방식 : EMS (Electrodynamic Suspension System)

궤도상에 설치한 철-레일과 전자석간에 작용하는 흡인력을 이용하여 차체를 부상시키는 방식이다. 전자흡인 부상방식은 전자코일을 내장한 차량 하부가 궤도 구조물을 감싸는 형상으로 자석을 궤도 아래쪽에 배치시킨다. 전자석에 전류가 입력되면 자석의 흡인력은 궤도 하부에 있는 철-레일에 작용하여 차체를 부상시킨다. 차량은 궤도 상부를 주행하는 것처럼 보이나 실제로는 레일을 감싸는 형태로 부상주행하는 것이다. 이 방식의 통상적인 부상값은 10mm 내외이며, 이 방식의 이점은 적은 전력에 비해 비교적 큰 부상력을 얻을 수 있으며 부상과 안내에 요구되는 공간

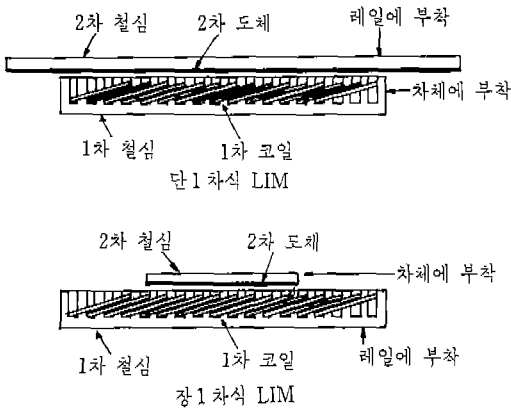


<그림 7> 리니어 모터의 구조

하게 절단하여 고정자와 회전자를 평판상으로 전개해 놓았다고 생각하면 된다. 리니어 모터는 형상이 일반 회전기와 다르나 동작원리는 통상의 회전형 모터와 동일하다. 직선운동이 요구되는 시스템에 회전기를 이용할 경우 직선운동 변환장치와 같은 부가적인 장치가 필요하게 되어 소음, 효율저하 등의 문제가 있는 반면에 리니어 모터를 적용하면 직접 직선추력을 얻을 수 있다. 1960년대 이후 고속철도의 니즈가 높아지면서 리니어 모터의 비접촉구동, 고가속도 특성의 이점 때문에 각광을 받고 있다. 리니어 모터의 종류에는 여러 가지가 있지만 여기서는 교통 시스템의 응용에 적합한 선형 유도전동기(LIM)와 선형 동기전동기(LSM)를 소개하겠다.

(1) 선형 유도전동기 : LIM  
(Linear Induction Motor)

동판이나 알미늄판과 같은 도체에서 자속이 시간에 따라 변화하면 전자유도현상에 의해 도체에는 와전류가 흐르게 된다. 이와 같이 발생된 와전류와 자속 사이에 힘이 작용하게 되며 이러한 현상을 이용한 것이 선형 유도전동기이며 권선을



<그림 8> 단1차 LIM과 장1차 LIM

하기 위한 철심을 1차측, 동판이나 알미늄판을 2차측이라 부르며 실제로는 1차측 철심의 Slot내에 다상권선을 감아 이동장계를 발생하게 한다.

LIM은 1차 철심과 2차 도체의 배치, 구성에 따라 지상 1차식과 차상 1차식, 양측식과 편측식, 장 1차식과 단 1차식 등으로 분류된다.

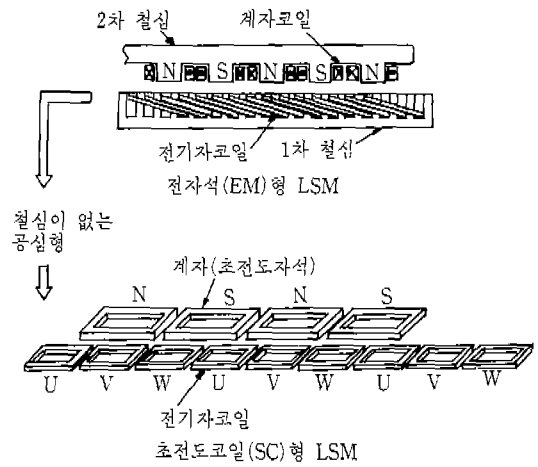
일반적으로 LIM의 2차측은 구조가 간단하기 때문에 장거리의 수송 시스템은 지상측을 2차 도체로 하는 차상 1차방식이 경비면에서 유리하다.

LIM에는 양단면에 End Effect와 Edge Effect라고 하는 회전기에는 없는 특수한 현상이 나타나며 사용시에 이러한 점을 고려할 필요가 있다.

(2) 선형 동기전동기 : LSM  
(Linear Synchronous Motor)

LSM은 자극간의 흡인력, 반발력을 이용하여 추력을 발생시킨다. 계자라 불리는 자극부가 1차측 전기자 권선에서 발생하는 자계의 이동속도에 동기되어 이동하여 동기 모터라 부른다.

계자의 구성과 종류에 따라 전자석형(EM), 영



<그림 9> 초전도코일형 LSM

구자석형(PM), 초전도코일형(SC), 릴렉턴스형(VR)형으로 분류된다.

LSM은 전기자 코일에 작용하는 자계의 이동속도가 전기자코일의 극간격과 여자전류의 주파수에 따라 결정되며, 계자 부분의 이동속도는 이동자계의 이동속도와 같다.

LSM을 이용한 철도의 가감속운전을 필요로 할 경우에는 인버터와 사이크로컨버터 등의 가변주파수 전원이 필요하다.

### 3. 세계 각국의 개발현황

#### (1) 영국

리니어 모터의 발상지인 영국에서는 영국국철(BR)이 버밍엄 국제공항과 버밍엄 인터내셔널역 간의 620m를 자기부상열차로 세계 최초로 실용화하였다. 이 자기부상열차는 차량 1차방식의 선형 유도전동기(LIM)로 추진되며, 전자흡인방식(EMS) 부상 시스템으로 부상 공극길이는 15mm이다.

#### (2) 프랑스

프랑스에서는 공기부상방식을 중심으로 고속철도차량을 개발했다. 1965년 에어로트레인 1호를 시작으로 1969년에 도시간용 80인승 에어로트레인 I80을 개발하여 최고시속 428km/h를 기록하였다. 1969년에는 에어로트레인의 프로펠러와 제트엔진에 의한 추진방식을 선형 유도전동기(LIM) 추진방식으로 바꾸어 40인승 규모의 에어로트레인 서버번 S44를 개발하였다.

이후, 프랑스에서는 공기부상방식의 실제 적용시에 소음이 문제가 되어 이 방식의 개발을 중단하였으며, 현재는 종래방식 철도의 고속화를 목표

로 TGV 시스템의 개발에 주력하고 있다.

#### (3) 독일

독일은 1970년부터 연방연구기술성이 스폰서가 되어 자기부상열차의 개발을 추진해오고 있다. 1971년 MBB사에서는 EMS 부상·LIM 추진방식의 4인승 차량을 개발하여 시속 90km/h의 주행시험을 기록하였다. 또, 1971년 KM사는 AEG사와 공동으로 EMS 부상·DLIM 추진방식의 유인시험차량 트랜스라피드(TR-2)를 개발하였다. 이 방식은 차량의 부상·안내를 독립된 전자석으로 제어하는 MBB 방식과 달리 궤도 하단의 철-레일을 U자로 하여 부상·안내를 동시에 할 수 있는 방식을 채택하여 164km/h의 유인주행시험을 성공함으로써 EMS 방식의 실용성을 확인하였다. 이후, 독일에서는 각종 비접촉 부상방식과 추진방식에 대한 비교검토를 계속해 왔다. 이 계획의 일환으로 1977년 초전도 전자석부상(EDS)·LSM 추진방식의 EET01과 EET02를 개발하여 특성을 시험한 결과 실제 적용상의 문제로 인하여 1977년 EDS 방식의 개발을 단념하고 현재는 EMS 방식의 개발에 주력하고 있다. 1979년에는 함부르크에서 개최된 국제교통박람회에 EMS 부상·LSM 구동방식의 70인승 트랜스라피드-05호를 전장 0.9km의 고가궤도에서 75km/h로 주행시켰다. 1983년에는 190인승 규모의 트랜스라피드-06호를 20km 구간에 걸쳐 시험주행을 시작하였으며, 1988년 루프형상의 연속주행이 가능한 31.5km의 주행궤도에서 412.6km/h의 최고기록을 수립하였다.

이와 아울러 구서독의 브라운슈바이크 대학에서 원리를 개발하고 마그네트반(磁)가 실용화 개발한 도시내 신교통 시스템 M-Bahn을 개발하여 1989년 실용선로에서 영업을 개시하였다.

#### (4) 캐나다

캐나다에서는 차륜구동방식의 종래방식 철도에서는 적설과 동결에 의한 바퀴와 레일 사이의 마찰계수 감소로 인한 미끄러짐 현상과 제동시의 한계가 있어 이러한 한계를 극복하기 위해 리니어 모터 구동방식의 추진 시스템이 최선이라는 결론을 내렸다. 버밍햄-토론토간에 UTDC사가 차륜지지방식·LIM 구동방식의 신교통 시스템인 스카이-트레인을 개발하여 상업운행을 하고 있다. 이와 아울러 토론토-몬트리올간의 600km 구간을 EDS 부상방식의 자기부상 초고속 철도망을 구상하고 있다.

#### (5) 미국

1960년대 후반 미국 운수성에서는 미국 동북부 교통망의 수요에 대응하는 새로운 고속교통 시스템에 대한 검토를 시작하였으며, 1966년부터 여러 회사에서 고속철도용 LIM에 관한 연구를 시작하였다. 1972년에는 워싱턴 달라스공항에서 개최된 교통박람회에서 공기부상·LIM 구동방식의 차량(AGV)을 개발하여 335m의 시험선로에서 데모용 시험주행을 실시하였다. 한편 1978년 이후 Boeing사에서는 근교간 신교통 시스템에 자기부상방식 차량의 실용화 연구를 진행하고 있다.

#### (6) 일본

일본의 운수성에서는 저공해 철도개발 프로젝트의 일환으로 1975년 증전기, 차량, 건설 메이커들과 공동으로 120인승 차량 10량을 편성한 EMS 부상·LIM 구동방식의 자기부상열차 EML-50의 시험주행을 실시했다. EML-50은 직선상궤도를 부상궤 15mm, 시속 40km로 성공적으로 주행함

으로써 실용화의 가능성을 확인하였다.

일본항공에서는 1974년 나리타공항과 도심을 연결하는 고속철도 시스템인 HSST(High Speed Surface Transportation System)의 개발에 착수하여 최초의 시작차량 HSST-01호를 개발하였다. HSST-01은 EMS 부상·LIM 구동방식으로 부상력과 안내력을 동시에 확보할 수 있는 구조로 10mm 부상궤로 1.3km 시험선로의 시험주행에서 시속 212km의 기록을 달성하였다. 1979년에는 8인승 시험차량 HSST-02를 개발하여 곡선궤도와 구배를 갖는 시험주행에서 최고시속 110km를 기록하였다.

일본항공에서 독립한 (주)HSST는 1985년 개최된 과학박람회에서 48인승 HSST-03을 선보인 이후 계속하여 각종 박람회에 HSST-04, HSST-05를 개발하여 선보이고 있다. 1989년 요코하마 박람회에 선보인 HSST-05는 최고시속 200km로 설계된 158인승으로 디지털방식의 부상제어를 채택하였으며, 자기부상철도로는 일본에서 최초로 운수성에서 박람회 기간중에 정식영업 운행을 인가받았었다. 현재 나고야 HSST사는 사업인가를 받아 100km/h~120km/h급의 HSST 상업선로를 완공하여 시험운행중에 있다.

국철의 철도기술연구소(현재 JR총연)에서는 철도 고속화의 일환으로 1960년대부터 리니어 모터와 부상기술의 개발을 시작하였으며, 1969년대에는 시속 500km급의 초전도 부상방식·리니어 모터 구동방식의 초고속 철도차량의 개발에 착수하였다. 1972년에는 초전도자석을 탑재한 LSM-200호로 직선주행로에서 주행시험을 실시하였다. 이후 철도기술연구소에서는 EDS 부상·LSM 구동방식의 ML-100을 비롯하여 ML-500을 개발하여 최고시속 500km의 무인시험주행을 달성하였다. 이어 국철의 기술진은 이의 실용화 기술에 착수하여 MLU-001호와 MLU-002호를 개발하였다.

MLU-001은 1987년 2량 편성에 시속 400km를 기록하였으며, 이후 신뢰성 확인을 위하여 시속 200km 정도의 유인탑승 부상주행시험을 반복 실시하였다. 한편 철도총합연구소에서는 동경~오사카간 약 500km를 1시간 정도에 주파하는 것을 목표로 JR방식의 초고속 자기부상열차 개발을 12년 계획으로 하여 현재 공사가 진행 중이다.

이외에도 일본에서는 고속주행이 안전성, 급커브 주행의 용이성, 급구배 구간의 안정주행, 터널 단면적이 적어짐으로 인한 공사비 저감(약 40% 이상) 등의 여러 가지 이점을 고려해 리니어 모터 구동방식의 지하철 개발에 주목하고 있다. 1985년 운수성이 주도한 여러 가지 성능시험 결과를 토대로 오사카-시교통국에서는 시영지하철 7호선을 SLIM 구동 시스템을 도입하여 운행 중이다. 또한 동경-도교통국에서도 도영지하철 12호선에 리니어 모터 구동 시스템을 채택하여 운행 중에 있다.

#### 4. 국내의 개발현황

교통부에서는 산업교통량의 증가와 서울을 비롯한 도시 및 고속도로의 포화상태를 고려하여 1983~1985년에 제2의 경부선 건설의 필요성과 고속전철의 타당성 비교를 실시하였다. 이 결과 국내 기술계에서는 1988년 자기부상열차를 차세대 교통수단으로 제시하여 1989년 과학기술처에서는 자기부상열차의 개발을 위한 선행연구를 시작하였으며, 그동안 직선추진 시스템의 연구를 계속해 오던 한양대학교 전기공학과 에너지변환연구실(지도교수 임달호)에서 1990년 세계 네번째로 자기부상열차의 부상주행시험에 성공함으로써 국내 자기부상열차 개발의 모태가 되었다.

1990년 정부에서는 국책연구사업단을 발족하였으며 현대, 대우 등 국내 대기업이 참여하여

1993년에 있을 EXPO '93에 자기부상열차를 선보일 계획이다.

국내에서는 국책사업단과 대학과 기업이 참여하여 전자흡인부상·LIM 구동방식의 중저속형(40~50km/h급) 자기부상열차 개발을 추진하여 부상주행에 성공하였다.

EXPO '93 자기부상열차 전시 운행업체로 지정된 현대는 현대정공기술연구소를 중심으로 1985년부터 기초연구를 시작하였으며, 독일의 KRAUSS MAFFEI사와 기술 제휴로 EXPO '93에 전시할 EXPO '93 전시용 차량을 개발하였다.

대우에서는 대우중공업을 중심으로 1989년 1년간의 Feasibility Study 기간을 거쳐 1990년 10월부터 한양대학교와의 산·학 공동연구로 본격적인 자기부상열차의 개발에 착수하여 1992년 40인승 실차량 Proto Type을 순수 국내기술로 개발하여 부상주행시험에 성공하였다.

대우에서 개발한 자기부상열차는 최고속도 110km/h로 설계되었으며, 부상갭은 10mm 내외로 U자형 레일을 이용한 부상·안내 겸용방식을 채택하고 있다. 대우에서는 앞으로 곡선제도를 포함한 주행시험과 150인승 도시형 차량개발의 연구를 추진하고 있다.

현재 국내에서는 사업단, 정부출연 연구소, 학계, 기업의 공동연구로 자기부상열차와 관련한 요소기술이 어느 정도의 수준에 도달해 있으나 이를 실용화하기 위해서는 아직은 다소 미흡한 상태이다. 특히 System Integration 기술이 성공의 관건으로 보이며 이를 위해서는 정부의 개발의지와 정부출연 연구소, 학계, 기업간의 유기적인 협력체제가 요구된다.

#### 5. 자기부상열차의 앞날에 대한 전망

자기부상철도의 특성은 비접촉 추진, 비접촉 주



행의 두 가지로 집약할 수 있다. 자기부상철도의 적용성을 논하기에 앞서 자기부상방식의 이점을 살펴보면 다음과 같다.

<비접촉 추진에 따른 이점>

· Direct Drive :

급구배의 등판과 회생제동을 이용한 하강이 유리하다(등판능력-기존 고속전철은 15% 구배 이하, 부상전철은 35% 구배 이하). 또한 직선 추진 변환장치가 불필요하기 때문에 경량화, 쾌적한 승차감, 보수성 향상, 가속 및 제동능력 향상, 소음, 진동저감, 에너지 효율향상 등이 기대된다.

· 모터 구성의 자유도가 크다 :

다양성 있는 추진 시스템의 구현이 가능하다.

· 지상 1차방식의 LIM 경우에는 추진에 필요한 에너지 공급장치가 필요없고, 고속화에 제약이 없다.

· 모터가 진행방향으로 평판상으로 전개되어 있어 단면형상을 적게 할 수 있다.

<비접촉 부상에 따른 이점>

· 궤도와 차량과의 접촉부가 없다 :

바퀴의 전동음과 레일 이음새를 통과할 때의 소음, 진동이 없다.

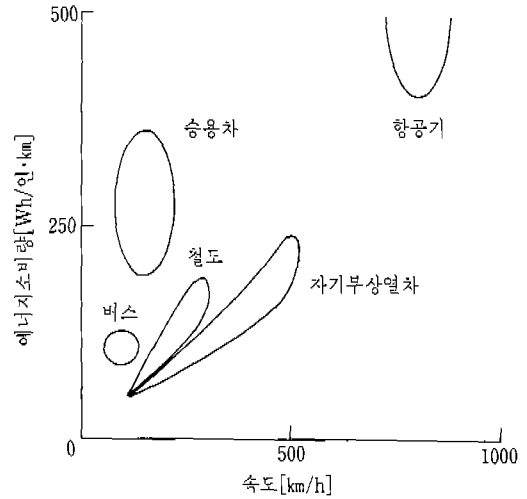
· 마모부분이 없어 차량, 궤도의 유지보수가 대폭 감소한다.

· 하중이 분포되어 궤도에 전달되기 때문에 궤도 구조물의 설계가 유리하다.

· 부상·안내가 자기력에 따라 능동적으로 부여되고 지상에 설치된 궤도를 감싸는 구조로 되어 있기 때문에 안전하고 탈선의 우려가 없다.

· 노선의 선택 자유도가 크다.

이러한 여러 가지 이점을 살펴볼 때 자기부상열차는 미래의 차세대 교통기관으로 기대된다. 또



<그림 10> 교통기관의 에너지 소비

한 에너지 이용면에서도 그림 10에서와 같이 승객 한 명을 1km 이동시키는데 필요한 에너지도 적게 든다. 이외에도 도시 중심부와 교외 또는 공항을 잇는 여객수송도 도시화가 진전됨에 따라 큰 문제가 되고 있으나 자기부상열차는 250km/h 이하의 저속에 응용하여도 거의 소음이 발생하지 않고 승차감이 좋은 등 사회 수용력이 크다.

경량으로 궤도 구조물도 소규모로 구성이 가능하므로 노선의 선택에 자유도가 커 토지이용면에서도 유리하기 때문에 최적이라 할 수 있다. 이러한 여러 가지 이유 때문에 자기부상열차는 도심부의 고밀도 수송용의 교통기관에서부터 재래방식의 철도를 대체하여 도심 근교간의 중속 수송 기관, 단거리 항공수송을 대체할 수 있는 초고속 철도에의 적용에 관한 개발이 추진되고 있다. 이 시스템은 응용자기공학을 중심으로 관련된 하이테크 기술을 도입하고 고온초전도체의 개발과 같은 기술의 고도화가 진행되면 그 적용성은 굉장히 확대될 것으로 기대된다.