

미국을 중심으로한 자기부상열차의 응용전망 및 시장성과 우리나라의 개발방향

장 석 명

(충남대 공대 전기공학과 부교수)

1. 서 론

陸上에서 프로펠러 비행기보다 빠른 550km/h 정도까지의 超高速으로 달릴 수 있는 磁氣浮上列車(MAGLEV)가 今世紀중에는 出現될 전망으로, 世界적인 관심속에서 개발이 활발히 進行되고 있다. 즉 독일, 일본, 영국, 프랑스, 캐나다, 미국, 등에서 開發에 國家的인 心血을 쏟고 있다. 그러나 대단히 優秀한 利點에 비해 지금까지 實用化가 늦어진 것은 지금까지는 交通의 심각성이 덜하여 集中的인 投資를 하지 않은 것이 주요 原因인데 現在는 世界 主要 國가들이 앞으로 基幹수적으로 늘어날 것으로 예상되는 交通需要와 混雜에 대처하기 위하여 그 開發의 必要性을 切感하여 開發에 급 꺾치를 올리고 있는 中이다. 우리나라도 이의 重要性을 감안하여 우선적으로 1993년 世界무역박람회에서의 시험선 설치를 目標로 1988년부터 학교, 연구소, 회사에 의해 우리 自體적인 開發을 위한 연구가 시작되었다.

그런데 MAGLEV는 既存의 바퀴式 高速列車인 프랑스의 TGV나 日本의 新幹線은 물론이고 飛行機나 自動車에 비해 매우 有利한 點을 갖는다. 즉 決通성, 無公害성, 安全성, 便利성, 超高速성, 유지보수비와 燃料節約등을 고려한 經濟성, 建設費의 저렴, 時間의 節約, 旅行計劃上의 便利성 및 經濟성, 收益성, 尖端附加技術에의 寄與 등에서 MAGLEV 特유

의 월등한 利點을 갖고 있는 데 이를 자세히 알아보고 이를 바탕으로 하여 우리나라의 開發方向을 검토할 수 있는 基本資料를 提供하고자 한다.

특히 交通需要, 經濟力, 國土面積, 生活패턴 등의 면에서 가장 應用이 時拔한 國가는 全世界의 美國이 손꼽히고 있다. 따라서 기존 開發 國가인 獨逸, 日本은 그 우선권을 따내기 위하여 치열한 競爭을 하고 있는 實情이다. 그런데 美國의 立場은 1960년대 처음으로 提案하여 開發하다가 1979년대 말 中止하긴 하였으나, 앞으로 自體開發을 통한 건설을 할 것인지 아니면 技術導入을 할 것인지의 여부를 검토하고 있는 단계이다. 따라서 우리나라가 집중적으로 투자하여 開發할 MAGLEV의 當爲性이나 應用패턴, 우리나라의 立場, 技術수출등을 검토하기 위한 土臺를 마련하기 위하여 美國을 중심으로 하여 行하여지고 있는 市場性 檢討의 一般方式 및 結果의 여부를 紹介하여 關係자에게 도움이 되고자 한다.

2. 磁氣浮上列車(MAGLEV)의 특징과 利點

자기부상열차는 既存의 交通수단과는 달리 아래와 같은 특별한 利點을 가지므로 技術의 妥當성과 市場性이 매우 커 21세기의 가장 有望한 交通手段이 될 것으로 展望된다.

2.1 快速性

無接觸 운전을 하므로 摩擦과 振動이 전혀 없어 비행기와 같은 정도의 쾌적한 여행이 가능하다.

2.2 無公害

摩擦을 이용하지 않는 무접촉 운전이므로 공기를 가르는 정도의 소리 뿐으로 騒音공해가 없고, 연료 소비에 의한 일산화탄소와 탄산수소와 같은 煤煙의 放出이 없어 무공해이다. 美國에서 超音速 비행기인 콩코드기가 就航하지 못하는 중요한 원인이 초음속 비행시의 騒音 및 大氣汚染이 심하기 때문인 것을 감안할 때 公害發生은 未來 交通시스템의 개발응용에서 매우 중요한 要因이 됨을 알 수 있다.

2.3 安全性

摩擦에 의한 粘着力을 利用하지 않으므로 비행기나 자동차와 같이 비, 눈, 얼음등 日氣狀態나 氣候에 따른 운전조건을 고려할 필요없이 언제 어디서나 안전운행이 가능하다.

2.4 便利性

가) 出發地의 문에서 到着地의 문까지의 개념으로 地下鐵이나 循軌線에의 응용으로 市街地나 高密度地域으로의 直接進入이 가능하여, 空港까지의 別途 수

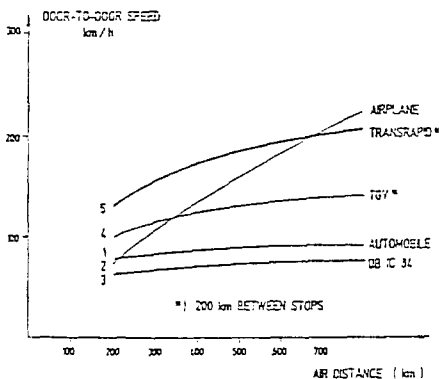


그림 1. 운송 수단별 여행거리에 따른 문에서 문까지의 속도

송시스템이 필요한 비행기의 경우와는 달리 훨씬 빠르고 편리하다(그림 1 참고).

나) 땅위의 일정한 높이에 콘크리트 支柱를 세워 支持臺를 설치하고 그 위를 달리게 되므로 고속도로나 철도와 같이 地域의 遮斷이 없어 편리하다.

2.5 초고속 및 속도에 따른 응용개발분야

既存의 回轉型의 牽引電動機로 구동되는 열차는 초고속영역인 300[km/h] 이상이면 限界速度이나, MAGLEV는 日氣, 接觸摩擦 등의 自然환경과는 무관하게 550[km/h] 정도의 초고속으로도 주행이 가능하다. 그러나 그 응용목적 및 조건에 따라 高速, 中速, 低速 열차로의 개발이 가능하다. 즉

가) 프로펠러 飛行機보다 속도가 빠른 400-550[km/h] 정도의 超高速으로, 비행기와의 경쟁상대로 보다는 보완적인 시스템으로의 개발이 가능하다(그림 3과 3장의 그림.7 참고).

나) 200-400[km/h] 정도의 中速으로 大都市와 대도시 사이를 잇는 시스템으로의 응용 개발이 가능하다(3장의 그림 8, 그림 9 참고).

다) 200[km/h] 이하의 低速으로 대도시와 주변 소도시와의 연계나 대도시안에서의 循軌線, 도심지와 교외의 연계, 地下鐵시스템으로의 개발이 가능하다(3장의 그림 8, 그림 9 참고).

2.6 經濟性

자기부상열차(MAGLEV)는 기존의 航空이나 道路

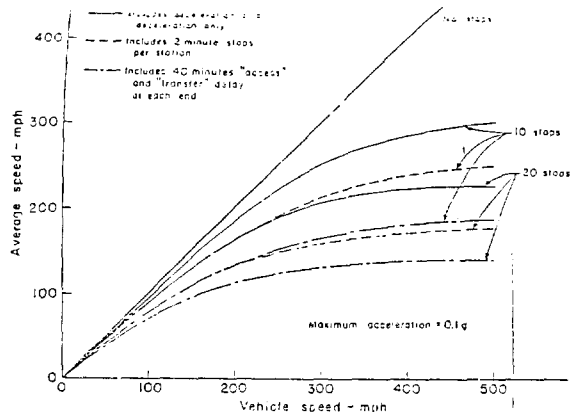


그림 2. 차량의 속도와 정거장 수를 고려한 평균 속도

교통에 비해 아래와 같이 維持補修, 燃料節約, 建設費, 時間節約 등에서 월등한 利點을 갖는다. 즉

가) 유지보수비: 무접촉 운전이므로 시스템 要素의 마모가 없어 유지보수를 위한 비용이 飛行機의 경우보다 1/4 정도로 적게 든다.

나) 연료절약:

(1) 항공교통의 경우에 1,000마일 이내의 中, 短距離의 비행기는 長距離 경우보다 연료소비가 크다. 이것은 공항에서 移·着陸하는 비행기는 목적지로 가기전에 地上이나 낮은 上空에서 不完全한 運轉조건으로 여행시간과 에너지의 큰 비중을 消耗하게 되기 때문이다.

즉 旅行距離가 200마일, 400마일, 600마일인 경우 각각 에너지의 81%, 72%, 58% 소모한다. 비행기가 60% 負荷率에서 여행거리가 200마일, 600마일, 2,000마일 일때 消費되는 에너지密度는 각각 5,700-10,570, 4,100-8,000, 3,550-6,200[Btu/승객·마일]인데 比하여 MAGLEV는 發電·送電損失을 감안하더라도 3,000[Btu/승객·마일]이 되므로 연료절약의 효과가 매우 크다(그림 3 참고).

현재 미국에서 상업용 비행기가 소비하는 舍에너지의 45% 정도를 中, 短距離비행기가 消費하는 것으로 推算되는데 이들의 50-60% 정도를 MAGLEV로 대체할 수 있으며 따라서 매년 비행기의 연료 소비량의 12-17% 정도의 절감효과를 가져오게 된다(그림 4 참고).

Trip Length (mi.)	Seat-Miles/gal.	Aircraft Mix	Energy Intensity (10 ³ Btu/seat-mile) ^a	% Available Seat-Miles
0-200	18.3	Reg.	7.2	6.7
200-400	24.5	Reg.	5.5	13.4
400-600	28.5	Reg.	4.7	11.9
600-800	34.1	75% Reg.	4.0	10.4
800-1000	36.5	75% Reg.	3.7	9.9
1000-1400	42.9	50% Reg.	3.1	14.5
1400-1800	44.3	50% Reg.	3.0	12.4
1800-3000	49.4	25% Reg.	2.7	19.5
>3000	53.3	100% Jumbo	2.5	1.2
Total	--	--	-	100.0

$$^a \text{Energy intensity (Btu/seat-mile)} = \frac{1}{\text{seat miles/gal.}} \times 1.35 \times 10^3 \text{ Btu/gal.}$$

Source: Adapted from Rose (1979).

그림 4. 항공교통에서의 여행거리에 따른 에너지소비

(2) MAGLEV 시스템으로 대체되는 경우 空港의 日氣상태나 혼잡으로 인한 飛行機의 遲延과, 高速道路나 大都市 市街地에서의 車輛停滯현상으로 인한 道路上에서의 불필요한 燃料의 消耗가 없어 석유수입의 감소효과를 갖게 되어 무역수지 균형에 기여한다.

다) 건설비: MAGLEV의 건설비는 \$2.5-5million/mile로 기존의 高速道路나 空港건설에 비해 경제적이다. 그 몇가지 이유로 아래와 같은 요인을 들 수 있다. 즉,

- (1) 地下鐵에의 응용시 건설비의 대부분을 차지하는 터널크기가 매우 작아져 건설비가 대폭 감소한다.
- (2) 땅위에 일정한 높이의 콘크리트 支柱를 세워

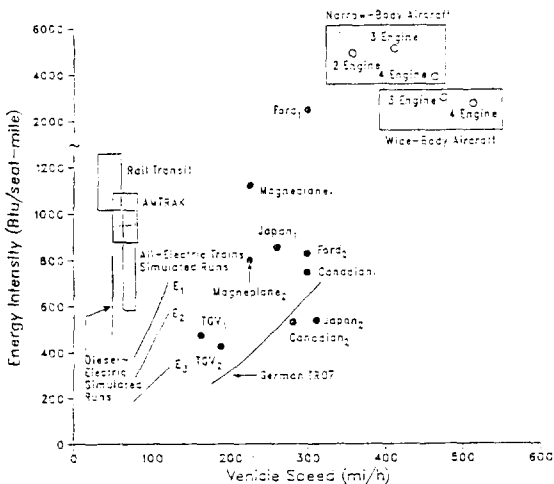


그림 3. 운송시스템 모드에 따른 속도-에너지밀도

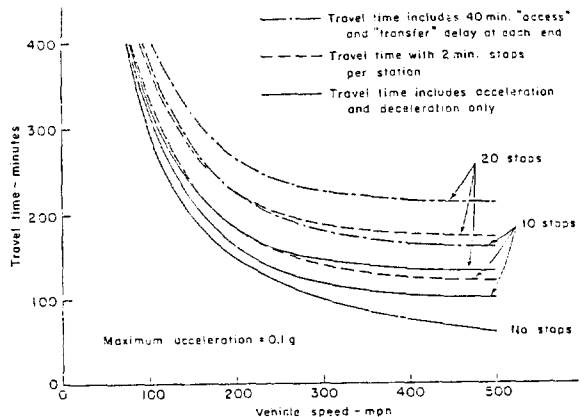


그림 5. 차량의 속도와 정거장 수를 고려한 여행시간

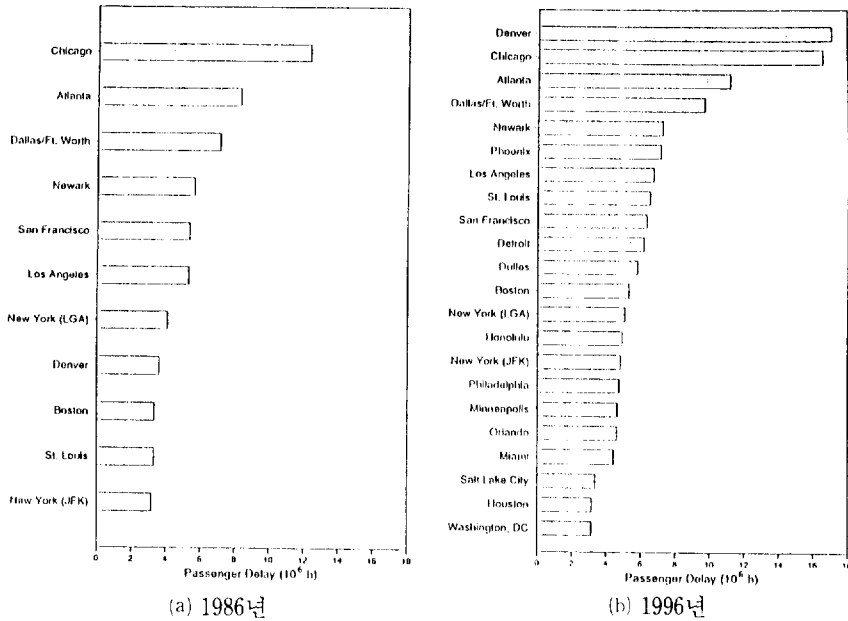


그림 6. 승객의 시간지연이 300만시간 이상인 공항
(1987년도에 작성된 자료임)

지지대를 설치하고 그 위를 달리게 하므로
土地占有率이 낮아 土地買入비용이 적어 건
설비가 감소한다.

(3) 騒音が 없어 防音벽을 설치하지 않아도 되므
로 경제적이다.

라) 시간절약 : 그림 5에서 보는 바와 같이 高速으
로의 주행으로 인한 時間短縮으로 절약되며, 空港에
서의 비행기의 延着으로 인한 시간지연이나, 高速道
路와 大都市 市街地の 車輛停滯로 인한 道路上에서
의 시간소모가 없어 시간이 절약된다.

즉 항공교통의 경우만 예를 들어보면, 1987년에
작성된 자료인 그림 6에서 보는 바와 같이 美國의
경우 대규모 국제공항에서의 승객의 遲延時間이 년
간 300만시간이 넘는 곳이 11곳이나 되며 1990년까
지는 22개 공항이상으로 될 것으로 豫想된다. 시카
고 오헤어 공항의 경우 연간 승객지연이 1,200만 시
간이상, 즉 1년동안 1,400명의 승객이 時計앞에서
서성거리고 있는 셈이 된다. 시간지연은 항공사나
승객 모두에게 경제적인 손실이 된다. 美國 연방항
공국은 시간지연에 의한 손실이 1985년도 전체경비
의 7%인 \$1.8billion으로, 승객의 시간손실은 \$1.1
billion으로 계산하고 있다. 1986년까지는 시간지연

의 모든 경제손실이 每年 \$5billion에 이를 것으로
예상하고 있다(다음 세기에 필요한 15-20개의 空港
을 建設하는 데 드는 비용 \$2-3billion을 포함한 액
수임). 附隨의인 손실은, 시간지연으로 원래 같은
공항시설을 사용하기로 된 비행기가 시설을 제시간
에 사용하지 못하여 발생하는 경우등도 있다.

또한 차량설계 기술의 발달로 車輛重量의 9.5% 정
도까지가 감소될 것으로 보여 Drag force, 加速시의
소요에너지 감소등으로 인하여 전체 소비에너지의
3-9.5%정도를, 아울러 시스템의 效率, 力率의 개선
에 의해 부수적으로 더 큰 에너지를 절감할 수 있
다. 한편 空港에서의 混雜의 감소로 택시타는 시간
이나 遲延시간이 25% 정도 減少되어 비행기 연로의
1-3% 정도를 감소시킬 수 있는 要因이 되기도 한
다.

2.7 旅行計劃상의 편리성 및 경제성

가) 航空교통에 비해 日氣상태에 무관하게 여행계
획을 세울 수 있으며

나) 시간이 단축되므로 當日로의 목적지역까지의
往復旅行이 가능하고 이로 인한 宿泊費 등의 절약으

로 비용이 적게들어 여행계획작성이 용이하게 되기 때문에 機動性이 강화되어 地域사이의 有機性을 密接히 하게 됨. 따라서 地域差異의 緩和로 지역간의 均衡發展을 통한 대도시 密集人口의 分散이 가능하게 된다.

2.8 기술발전예의 寄與

자기부상열차의 설계, 해석, 제작, 건설, 운전 및 제어, 유지보수를 위하여서는 電氣, 電子, 機械, 通信, 土木, 材料, 超電導 응용 등의 尖端要素技術이 총합적으로 關連되어 이루어져야 하므로 이들 기술의 발전에 큰 기여를 하게 된다.

3. MAGLEV의 응용 및 시장성

交通政策의 결정자가 交通시스템의 決定시 고려하여야 할 사항으로는

- (1) 建設 및 運轉單價,
- (2) 편리, 안전, 安락하게 승객을 운전하는 能力,
- (3) 운전의 信賴性,
- (4) 최대 運轉速度,
- (5) 收益性

등으로 나눌 수 있으며 이에 따라 검토할 때 MAGLEV시스템이 매우 理想的인 것으로 평가되고 있다. 따라서 未來에는 MAGLEV시스템이 아래와 같이 航空, 陸上은 물론 海上운송분야에서도 활발히 응용될 것으로 豫想된다. 즉

(1) 國際線을 포함한 長距離 航空운송은 補完적인 연계시스템으로 하기 위하여 美國에서 提案한 바와 같은 아래의 그림 7과 같이 대공항의 공항시설과 MAGLEV의 터미널을 併存시켜, 대공항으로부터 1,000마일 이내의 中·短距離 항공운송을 MAGLEV로 대체하기 위한 시스템으로의 응용개발

(2) 대도시와 대도시, 대도시와 소도시, 대도시의 循軌線, 地下鐵, 도심지와 변두리 지역의 연계시스템에 응용할 수 있으며 이 경우 아래 그림 8과 같은 여러 형태의 MAGLEV시스템으로의 網의 구성이 가능하다. 또한 그림 9는 MAGLEV로 대도시 사이의 연결과 대도시의 循軌線을 關連하여 응용하는 한 패턴을 소개한 것으로 우리나라에서도 京釜線, 湖南線 등에서의 응용이 매우 적합한 例이다.

(3) 海底에 설치하여 海上운송에 응용하는 분야로 크게 大別된다. 앞으로 점점 심각해져가는 航空교통 및 高速道路 交通수요의 폭발적인 증가에 의한 混雜으로 인하여 앞으로 20년 이내에 運送容量의 限界에 達하게 될 것으로 展望되고 있으며 既存의 空港 및 高速道路를 擴張하거나 새로운 것을 建設하여야 하나 그 限界성이 커 해결이 매우 어렵다. 앞 章에서 검토한 바와 같이 MAGLEV의 特別한 利點을 감안할 때 기존 운송시스템과 MAGLEV가 연계되는 補

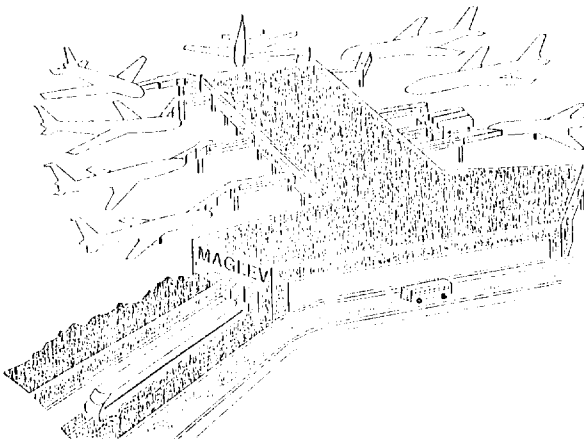


그림 7. 대공항과 MAGLEV 터미널의 병존시스템

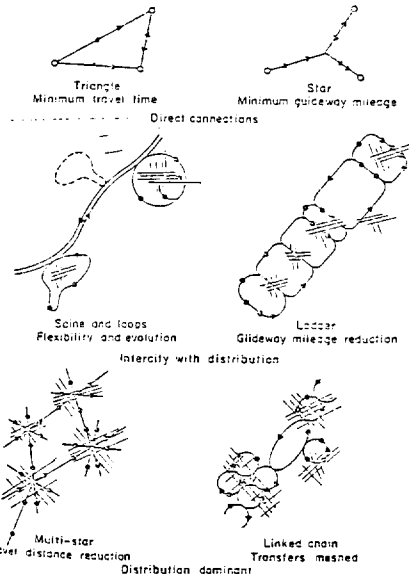


그림 8. 육상 운송에서의 MAGLEV망의 여러 例

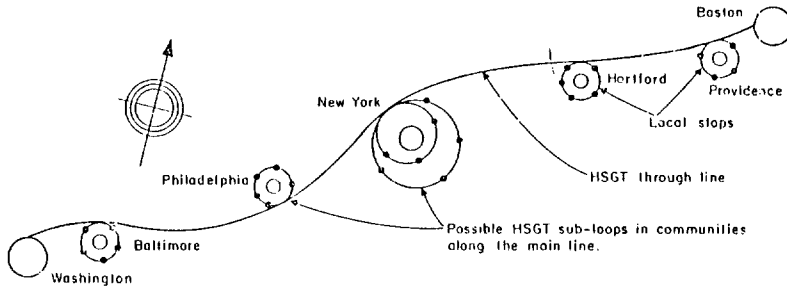


그림 9. MAGLEV로 대도시를 연결하는 망의 한 예

Mode	1976	1985	1986
Common carriers			
Airlines	152.3	277.8	307.6
Antrak	4.3	4.8	5.0
Buses	25.1	24.0	23.1
Total	181.7	306.6	335.7
Private automobiles			
	1,259.6	1,418.3	1,459.7
Total	1,441.3	1,724.9	1,795.4

Source: Air Transport Assn. of America (1987).

그림 10. 운송모드별 승객분포

完的인 시스템은 몇개 州나 地域에서 均衡교통시스템의 한 要素로 매우 適合하며, 비행기에 의한 공해 즉, 공기오염, 소음, 진동에 의한 공해를 줄이며 輸送能力을 增加시키는 등으로 경제성 등의 여러 측면에서 매우 理想的인 것으로 美國의 알콘연구소 등에서 연구평가된 바 있으며, 실제로 장차 美國에서 적극적으로 개발될 전망이다.

즉 既存의 空港으로부터 中·短距離인 100-1,000 마일정도의 거리범위 안에서 그림 8, 과 그림 9의 連結網의 例와 같이 大空港과 大都市들간, 大都市와 小都市간, 대도시의 循軌線, 地下鐵, 대도시의 중심 시가지와 변두리 지역의 연계 시스템으로, 중·장거리의 운송에서 MAGLEV의 市場性은 충분히 크다. 과거 미국의 도시간 교통시스템은 MAGLEV시스템을 채용해야 할 만큼 교통이 심각하지를 았았으나 현재는 그림 11에서 보는 바와 같이 每年 旅行人口의 急激한 伸張으로 인한 混雜性의 증가로 MAGLEV시스템을 채용하기에 충분히 經濟性이 있게 되었다. 또한 그림 10과 그림 11에서 참고할 수 있는 바와 같이 1985년 미국의 상업용 운송수단을 이용하는 승

Period, Year	Enplanements (10 ⁶)	Annual Increase (%)
Historical		
1981	282.0	
1982	293.2	4.0
1983	311.9	6.4
1984	334.8	7.3
1985	384.2	14.7
Forecast		
1985	409.7	6.5
1987	426.2	6.1
1988	458.0	5.0
1989	479.4	4.7
1990	501.4	4.6
1991	523.3	4.4
1992	544.8	4.1
1993	566.4	4.0
1994	588.3	3.9
1995	610.4	3.3
1996	632.8	3.7
1997	654.7	3.5
1998	676.8	3.4
1999	699.1	3.3
2000	721.7	3.2
Increase, 1985-2000	—	88.0

Source: FAA (1987).

그림 11. 항공 승객의 연도별 증가

객의 89%가 항공기를 이용한 것으로 집계되고 있으며, 미국 국내선은 1970- 1985년 사이에 2.4배가 증가 하였으며, 같은기간에 철도이용승객은 5%정도 증가 하였으나 승객은 오히려 5.7%에서 3.6%로 감소되고 있는 것을 참고할 때 중·단거리 항공만을 MAGLEV로 대체해야 할 필요성이 매우 큼을 알 수 있다.

결국 250-300mile/h의 속도로 2-3 시간이내에 輸送할 수 있게 되며 도시의 공항규모나 고속도로를 증설 또는 건설하기 위한 자본투자를 필요할 때마다 MAGLEV시스템의 網으로의 대체가 검토되어 질 것

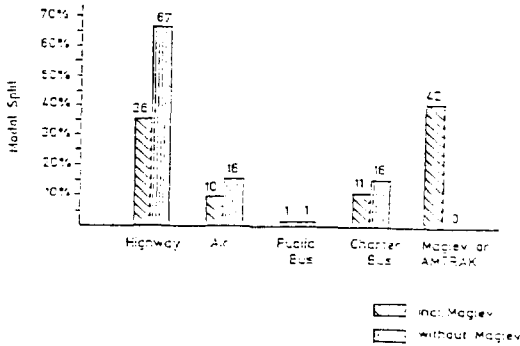


그림 12. MAGLEV가 건설되기전, 후의 운송 모드별 비중

이다. 따라서 앞으로 20년 이후면 항공교통의 극심한 승객시간지연을 改善하기 위하여 공항건설과 거의 같은 정도의 비중으로 주요공항에서 放射狀으로 뻗어 나가는 MAGLEV시스템의 網이 2,000마일 이상 건설될 전망이 되고 있으며, 이 경우 MAGLEV 시장의 50% 이상을 서독이, \$12billion 이상의 고온 초전도체에 의한 MAGLEV시장의 1/3을 차지할 것으로 美國에서 豫想하고 있다. 또한 MAGLEV가 建設되는 경우 건설되기 前과 비교하여 運送手段別 乘客의 利用패턴의 변화는 그림 12와 같아질 것으로 예측되고 있다.

사실 MAGLEV시스템이 아직 開發段階에 있기 때문에 既存의 운송시스템과 投資費를 比較하기가 어렵다. 그러나 비교적 精密하게 投資費를 검토한 경우로 평가되는 美國의 로스앤젤레스와 라스베가스間 건설계획을 분석해보면 일반적으로 도시간의 운송에서 2중 트랙 매스커뮤니케이션 MAGLEV시스템의 경우 대략 \$15million/mile(터미널, 차량, 설계, prototype 개발, 시스템구성에 불확정적인 요소를 위한 예비비 20-30%를 포함한 가격), 차량건설비만 \$2.5-5million/mile이 된다. 土木공학이나 레일요소의 자동설계 기술의 발전에 따라 위의 推定가격은 많이 감소될 수 있다. 이에 비하여 美國고속도로의 건설비는 都市지역, 準都市지역, 시골지역이 각각 \$30, 15-25, 5-10million/mile이며 새로운 공항의 건설비는 대공항의 경우 \$2-3billion/each, 근거리 용 소규모 공항은 \$30-60million/each로 MAGLEV가 상당히 저렴한 시스템으로 市場性이 충분함을 알 수 있다.

4. 미국에서의 MAGLEV개발역사와 현황

美國은 세계적으로 가장 일찌기 MAGLEV에 대한 提議를 提議하여 1960년대부터 1970년대 말까지 運輸省(DOT) 산하에 高速電鐵을 담당하는 기관인 OHGST를 설치하고, 연구개발을 육성하는 法案을 制定하는 등의 聯邦政府의 積極的인 支援아래 팔복할 수 있으리 만큼의 성과를 올린 바 있어서 지금도 技術의 底力과 自尊心은 대단하다. 그 성과 및 과정을 간략히 要約하면 아래와 같다.

- 1911년 : Graeminger의 부상장치제작
- 1912년 : Bachelet가 제안한 Foucault 철도
- 1934년 : Kemper의 부상장치제작
- 1958년 : Polgren이 영구자석 Magnarail제작
- 1960년대말 : Brookhaven 연구소의 Powell, Danby에 의해 MAGLEV연구
- 1966년 : MAGLEV가 자석을 차량에 싣게 되므로 중량이 너무 나가는 것으로 판단되어 폐기되고 Air cushion차량 연구, 그러나 MAGLEV는 부상, 안내, 추진을 위해 접촉이 되지 않을 정도의 최소한의 틈새를 유지하며 나르는 것이기 때문에 기술적 타당성이 있는 것으로 보아 독일, 일본은 연구개발을 계속 함.
- 1969년 : HGST에 대한 법안이 89차 회의에서 통과된지 3년째 되는 해로 DOC산하에 연구개발 주무부서로 OHSGT를 설립.
- 1970년대초 : MIT의 Kolm, Thornton이 실물크기의 1/125로 12인치가 부상하는 Magneplain제작
- 1972년 : 자기부상의 정밀해석, HGST 설계개념 정립을 통한 MAGLEV 기술가능성 수립
- 1975년 : 캘리포니아 China lake에 시험트랙설치 시애틀의 Boeing사가 Rohr co. ROMAG 시스템을 인수하여 계속 유지시킴. 그 후 unipolar LSM의 구조 등 여러 형을 개발
- 1970년대 후반 : 캐나다의 Queen's Univ.의 GIGGT와 MITRE회사가 중·저속운송에의 연구
- 1975년 : 1965년 HSGT 법의 폐기와 함께 HSGT MAGLEV 연구개발 중단
- 1977년 : HSGT 법의 마지막 보고서제출(이 기간 동안에 응용연구와 개발방안을 위한 연구가 이루어진 것을 요약한 보고서)
- 1970년대말 : 연방정부의 건축정책으로 연구비 중단

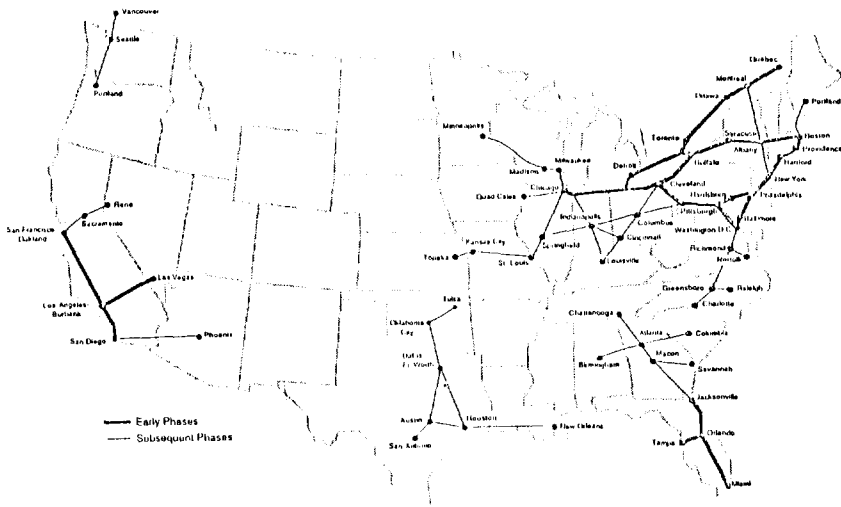


그림 13. 미국의 각 주에서 제안된 MAGLEV 건설 계획

- 1986년 : UMTA Univ 에 의해 연구비 종료 후 Carnegie Mellon 대학교의 철도시스템 센터에서 인수
- 1989년 : 대통령에게 MAGLEV계획서 제출
- 1992.5 : 네바다-캘리포니아 주 관계자회의에서 로스엔젤레스-라스베가스간에 노선 확정후 착공

美國은 1970년대 말부터는 MAGLEV의 연구개발 및 건설에 소극적이었으나 앞으로 운송시스템의 혼란이 기하급수적으로 증가할 것으로 보아 그 경제적 妥當性을 충분히 인식하고, 현재는 아래의 지도에 나타나 있는 바와 같이 여러 州에서 1,000마일 이내의 都市를 잇는 中·短距離 항공운송의 대체 시스템으로 MAGLEV를 건설하고자 하는 경제적 妥當性을 調査하고 있거나 또는 完了한 후 건설의 具體的인 段階로 進行하고 있는 상태이다, 즉 具體的으로 계획되고 있는 곳은

로스엔젤레스-라스베가스, 토론토-오타와-몬트리올
 보스턴-뉴욕-워싱턴, 콜럼버스-클리블랜드-피츠버그
 시카고-밀워키, 마이아미-올란드-탐파
 휴스턴-달라스, 포트랜드-뱅크버
 등이다.

5. 美國의 市場性과 우리나라의 立場

美國은 4장의 표에서 보듯이 1960년대초 Powell, Danby에 의하여 MAGLEV시스템이 提案된 후 그 기술개발에 세계에서 가장 앞서서 先導하다가 1970년대 말 연방정부의 긴축정책으로 지원이 終了된 후로는 獨逸, 日本, 英國, 캐나다 등의 나라에 주도권을 뺏긴채 오늘에 이르렀다. 그러나 1980년대 중반 이후 로스엔젤레스-라스베가스, 보스턴-뉴욕-워싱턴 등의 각 州나 도시간의 高速道路가 混雜해지고 시카고, 뉴욕, 로스엔젤레스 등의 大空港의 항공량이 急騰하면서, 향후 10-20년 후면 교통수요가 기하급수적으로 증가되어 飽和상태에 이를 것으로 豫想되고 있다. 따라서 現在에는 이들 문제를 解決하고자 여러곳에서 MAGLEV의 개발이 심도있게 論議되거나 計劃되어 進行중에 있다.

그런데 미국은 1970년대 말까지는 先導적으로 연구한 底力을 살려 지금부터라도 연구를 集中的으로 계속하여 자체적으로 해결할 것인가, 아니면 독일, 일본 등의 기술을 導入해올 것인가의 문제로 심각한 고민을 하고 있는 實情이다. 美國의 學者, 技術者들은 1960년대 先驅者로서의 美國의 저력과 自尊心을 살려 지금부터라도 자기나라의 實情에 맞는 自體的인 시스템을 개발하기에 아직도 늦지 않은 것으로 평가하며 自體開發을 주장하고 있다.

이 경우 연구개발이 이제 始作段階인 우리나라가

먼저 시작한 다른 나라들에 대해 競爭力을 갖기 위해서는 우선적으로各界의 힘을 합쳐 效果的인 技術을 自體的으로 開發을 하여 Know-how를 蓄積하여야 하며, 이에 성공하는 경우 독일이나 일본과 경쟁하여 巨大한 미국市場에 과고들 餘地가 매우 크다고 생각된다. 즉 美國이 技術의 底力과 自尊心을 상해가면서까지 獨逸, 日本으로부터 完全技術을 導入해야하는 데에 비해 늦게 시작하여 개발중인 우리나라와는 共同開發 등에 의한 參與가 훨씬 더 有利할 수도 있을 것으로 判斷되며 이에 충분히 國家的으로 對備을 하며 集中的인 投資를 해야한다고 思料된다. 이에 우리는 MAGLEV기술의 自體開發은 물론, 그 成功的인 試驗을 통하여 독자적인 技術의 立證등이 先行되어야만 한다고 볼때 MAGLEV 市場에의 進出을 위하여 우리나라의 技術人이나 政府가 해야 할 일은 매우 중요하다고 생각한다.

6. 경부선, 호남선의 高速電鐵化와 MAGLEV 건설

210-220km/h 급의 日本의 新幹線, 300km/h급의 프랑스의 TGV는 回轉型的인 牽引電動機로 驅動되어 바퀴가 구르는 방식이므로 根本的으로 限界速度가 350km/h 以上은 될 수 없는 시스템이다. 그런데 앞의 2장에서 紹介檢討한 바와 같은 特有的인 利點으로, 더구나 建設비조차도 별로 저렴하지 않아 유리한 점이라고는 거의 없는 바퀴가 구르는 방식인 신간선이나 TGV와는, 모든 면에서 한 世代이상의 差異로 比較가 될 수 없으리만치 우수한 MAGLEV 기술의 登場으로, 신간선이나 TGV는 次世代의 交通시스템

	TGV	TRANSRAPID
Cruising speed	290 km	400-450 km/h
Trp time	90 minutes	75 minutes
Capital cost	\$2.0 billion	\$2.5 billion
Annual operating cost	\$60.0 million	\$75.0 million

그림 14. 로스엔젤레스와 라스베가스에 바퀴식의 TGV와 MAGLEV인 TRANSRAPID를 설치하는 경우의 비교

으로는 고려할 만한 가치가 없는 舊式의 落後된 方式이 되어 버렸다. 아래 그림 14는 미국의 로스엔젤레스와 라스베가스에 고속열차로, 新幹線보다 建設費가 低廉한 것으로 평가되는 TGV와 獨逸의 자기 부상열차인 Transrapid로 건설하는 경우를 비교한 자료이다. 현재는 건설비에서 僅少한 差異를 이루고 있으나 실제 實用化 될 10-20년 후에는 磁氣浮上列車技術의 꾸준한 發展에 의한 建設비 등의 감소화와 편리성, 경제성 등에 의해 舊式으로 된 바퀴式 列車은 比較對象도 되지 않을 것임은 確實하다.

신간선이나 TGV가 그들 국가에서는 개발이 完了되어 運行된지가 이미 오래전이지만 아직도 외국으로의 技術輸出이 이루어진 예가 없어 애초의 開發費 조차가 회수되지 않은 등의 이유로, 日本의 경우 이미 개발되고 있는 HSST, MLU 등의 방식에 의한 MAGLEV로 모두 代替할 수 있는 能力이 충분히 있으면서도 그럴 수도 없어, 지금은 그들 内部的으로 是廢棄할 수도 적극적으로 계속 할 수도 없는 處置 困難인 狀態로 되어 있다고 볼 수도 있다.

이러한 상태에 처해 있는 기술시스템을 우리나라가 京釜線의 高速電鐵化를 위하여 導入建設하기로 推進하고 있는 것은, 그들이 아무리 좋은 條件을 提供해준다 하더라도 MAGLEV에 비해 이미 한 世代 이상 뒤진 舊式技術로 평가되고 있는 시스템을, 애초의 開發費를 보상해주며 그들의 처리를 위한 고민을 덜어주는 역할 밖에는 되지 않는 國家的으로 커다란 잘못을 범하는 것이라고 확신한다.

또한 MAGLEV 기술은 獨逸, 日本을 막론하고 各國이 國家的인 心血을 기울여 開發途中에 있는 尖端技術이므로 중요한 核心技術은 물론 작은 분야의 know-how까지도 國際競爭이 치열한 現實에서 다른 나라에로의 技術移轉을 희망하는 것은 不可能할 것이 確實하다. 이에 우리나라는 시간이 더 걸리고 힘들더라도 1993년 EXPO에서 우리 獨自的인 技術開發을 할 수 있는 중요한 跳躍臺로 삼아 우리 自體의 기술을 서두르지도, 성급히도 말고 착실하게 國家的인 主導하에 學校, 研究所, 産業體 모두가 眞心으로 힘을 합쳐 外國의 도움이 없이도 개발하여야만 한다고 생각한다. 그런 후 示範的으로 거리가 500km급인 京釜線, 湖南線 등에의 建設을 성공적으로 이루므로써 개발된 우리의 기술의 妥當性을 國際的으로 立證시킬 수 있어야만 한다.

따라서 앞에서 紹介한 바와 같이 MAGLEV의 應用을 위한 經濟力과 交通需要를 충분히 갖추고 있어서, MAGLEV기술을 應用할 수 있는 尙大한 市場으로 가장 적합한 美國을 비롯한 世界市場에 獨逸, 日本등과 자유롭게 競爭하여 進出할 수 있는 목표를 세워 개발을 추진할 수 있으며 또한 展望도 매우 밝다고 생각한다. 아울러 전기, 전자, 기계, 통신, 재료, 토목 등 우리나라 尖端技術의 전반적인 분야가 단번에 跳躍할 수 있는 중요한 契機가 될 수 있으리라고 판단되며, 賦存資源이 절대 貧弱한 우리나라가 極甚한 國際競爭력을 뚫고 생존할 수 있는 唯一한 길이 技術發展이라고 생각할 때에 MAGLEV의 獨自

개발은 매우 중요하다고 思料된다.

7. 결론

이상과 같이 MAGLEV만이 갖는 特有의 특징과 利點을 다각도로 검토하고 美國의 交通수요현황 및 MAGLEV 적용가능성, 계획, 검토방법 등을 조사하여 다루므로써 현재와 미래에 우리나라가 自體的으로 기술을 개발해야 할 當爲性, 應用方向, 市場進出可能性 등의 연구에 基本이 될 참고자료를 제공하고 자 하였다.