

# 궤도 승용차 시스템의 기술, 경제성 평가

## Feasibility Study on the Personal Rapid Transit System

최재혁\*

Choe, Jea-Hyuck

---

### ABSTRACT

To solve the traffic problems increased in the big cities, a lot of local transportation authorities are taking into account the New Transit system. But most of projects are pending due to the financial and technical issues. New Transit system has various kinds of characteristics in the view of system technology and operational features. The introduction of PRT system into the Korean market can be investigated through the comparison with other new transit modes.

---

#### 1. 서론

본 논문은 현재 도시 교통난 해소를 위해 지방 자치단체 및 기관에서 검토 중인 신교통 시스템과 궤도 승용차(PRT) 시스템의 비교를 통해서 각 시스템이 지닌 기술적 경제적 특징을 살펴 보고자 한다.

특히, 새로운 교통 수단의 도입에 있어서 시스템의 선정은 충분한 사전 검토가 선행되어야 하며, 각 교통 시스템이 지닌 특징을 고려한 노선 설계와 사업 추진이 필요하다. 최근, 지방 자치단체 및 기관에서 추진 중인 경전철 SOC 사업은 재원 조달의 문제와 사업 추진의 경제성 등으로 지연이 되고 있어 신교통 시스템 도입에 대한 새로운 시각이 필요한 시점이라고 하겠다.

#### 2. 궤도 승용차 (PRT) 시스템의 기술 특징

먼저 궤도승용차 시스템의 기술적 운영 특징을 살펴 보면 다음과 같다

##### 2.1 Automated Guideway Transportation

- ✓ 차량자동운전      차량제어: 무인 자동 제어 → 운영 유지비 감소  
                                 차량 운행시격 : 최소 1.5-2 초(시속 30km/h 기준)
- ✓ 궤도주행            차량 운행 : 궤도형 조립식 철구조물  
                                 → 노선 건설비 저감 / 초기 사업투자비 감소  
                                 → 궤도 제작 및 노선 시공용이
- ✓ 전기구동            차량구동 : 전기구동 ( AC Traction Motor )  
                                 환경 친화적인 교통시스템 ( 저소음 / 저공해 )

---

\* 대우중공업(주) 철도차량연구소, 주임연구원, 정회원

## 2.2 Personal People Move:

- ✓ 소형차량-대용량 수송 시스템  
차량승객수 : 소형 (3-5 명)  
승객 수송능력 : 10,000 – 15,000 (One Way 기준)
- ✓ 승객별 지역 수송시스템  
역간 거리 : 200-400m 정도 / 역사 : 소형건물(2 층)  
→ 주요 건물 내부 활용 가능(백화점,호텔,공항 등)  
→ 초기 투자비(공사비)가 적게 소요됨
- ✓ 승객 위주의 쾌적한 교통수단  
개인별 운송수단 → 개인 프라이버시 보호  
출발지에서 목적지까지·개별운행 / 자동제어 운전

## 2.3 Network Transportation

- ✓ 노선특징 Network 형 구조 → Multi Closed Loop / Distributed Network  
교통수요에 따른 분포형 노선 구조
- ✓ 연계수송 주요 교통수단과의 연계 수송 시스템(지하철, 버스)  
주요 시설물과의 연계성 및 접근성 용이(빌딩,호텔,백화점,공항 등.)
- ✓ 궤도의 유연성 교통 수요 변화 및 지역변화에 따른 노선 확장, 변경 용이

## 2.4 Non-Stop Traveling

- ✓ Off-Line 중간역 차량운행 : Main Line Operation  
차량정차 :Off-Line Operation→중간역 통과 시 차량운전속도 유지  
운행 속도 향상 및 주행 시간 단축
- ✓ 목적지까지 주행 중 중간 정차 없이 Non Stop 운행  
→ 운행 속도 향상  
→ 운행 시간 단축 / 주행 지연 감소

## 2.5 On Demand Operation

- ✓ 운행의 정시성 임의의 시간 운행 가능 → 중간 역 차량대기  
승객이 원하는 임의의 시간에 운행 → 이용 대기 시간 단축
- ✓ 경제적인수송수단 차량의 효율적 노선 운용  
차량의 운영 유지비감소

## 3. 신교통 시스템 (NEW TRANSIT SYSTEM)

궤도 승용차(PRT) 시스템의 기술, 경제성 평가는 다른 신교통 수단과의 비교를 통해서 그 시스템이 갖는 특징을 살펴 볼 수 있을 것이다. 다음은 현재 국내에 도입을 검토하고 있는 신교통 시스템의 정의와 각 시스템에 대해서 간단히 살펴 보았다.

### 3.1 신교통 시스템

신교통 수단이란 "기존 교통시스템의 하드웨어 또는 소프트웨어를 개선하고 컴퓨터 등의 신기술 및 새로운 운영제도를 사용한 교통시스템 또는 그 지역의 다양한 교통수요를 충족시키기 위하여 선로와 차량을 가장 효율적으로 이용하여 최고의 수송효율을 얻을 수 있는 대중 교통시스템"으로 정의된다.

### 3.2 무인자동대중교통수단 (AGT : Automatic Guided Transit )



그림 1. 일본 AGT

AGT 시스템은 타교통수단과 완전 분리된, 고정된 도로 및 궤도상에 운행되는 시스템으로, 완전 자동화되어 무인으로 운행되는 도시 대중 교통 수단이다. 차량이나 열차는 일반적으로 철도 차량보다 그 크기나 용량이 작으며 차량은 보통 1-4 개로 편성되며, Rubber tire 방식이다. 일본의 "신교통시스템"으로 불리는 AGT 방식과 프랑스 Lille 에서 시작된 VAL 방식이 있다.

### 3.3 모노레일 (MONORAIL)

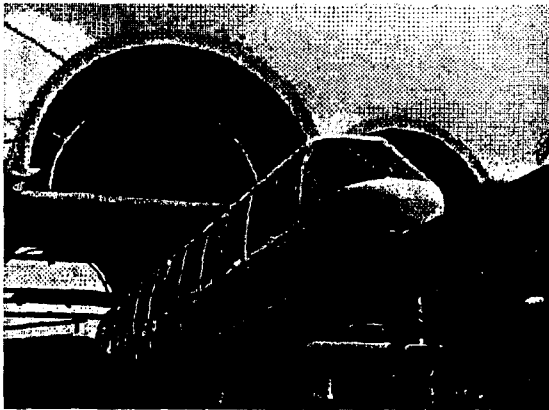


그림 2. Monorail

모노레일은 열차가 1 개의 궤도나 빔 (Beam)에 의해 지지 되거나 매달려 주행하는 도시대중 교통수단으로 궤도는 일반적으로 고가이며, 타교통수단과는 완전히 분리되어 있다. 모노레일은 적용 노선의 시스템 설계에 따라 중용량과 소용량으로 구분할 수 있으며, 소용량의 소규모 모노레일은 약 24km/h 의 평균속도로 운행하며, 셔틀이나 순환방식의 AGT 시스템과 비슷한 수준으로 주로 공원에 설치된 경우가 많다.

### 3.4 자기부상 (MAGLEV)

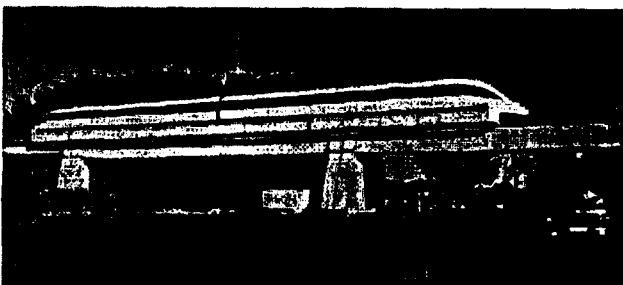


그림 3. 독일 Maglev

자기부상 열차는 기존의 수송시스템에 비해 환경 친화적이며 쾌적하고 안락한 승차 편의성을 제공할 수 있어 차세대 신교통 시스템으로 세계 각국에서 연구와 개발이 진행되고 있다. 자기부상 방식에 따라 초전도

와 상전도 방식으로 구분되어 지며, 속도에 따라 중저속(100-300km/h) 및 초고속(500km/h) 등으로 개발이 진행되고 있다. 특히, 자기부상력으로 최소한의 공기저항만을 갖는 500km/h 이상의 초고속 수송시스템으로 평가를 받고 있다.(단, 본 검토는 도시형 중저속 자기부상 열차에 국한함.)

### 3.5 궤도승용차 (PRT) 시스템 소개

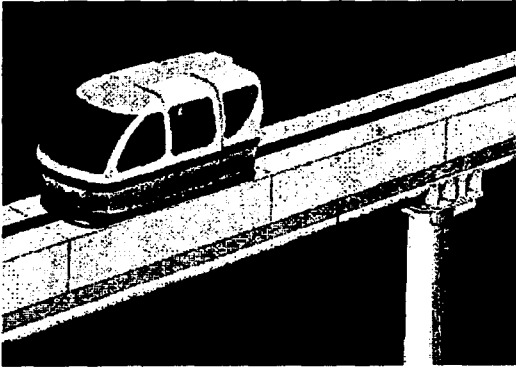


그림 4. Personal Rapid Transit

PRT( Personal Rapid Transit ) 시스템 기술은 차세대 교통시스템으로서 전 세계적으로 연구가 진행되고 있는 APM( Automated People Mover )의 한 분야로 기존의 대량 수송 시스템과는 달리 소수(3-4)의 승객을 원하는 임의의 시간에(On Demand) 목적지까지 주행 중 정차 없이(Non-Stop) 수송하는 차세대 교통시스템

### 4. 신교통 시스템 주요 특징 비교

다음은 시스템의 시공 및 운영에 큰 영향을 줄 수 있는 기술적 주요 항목을 중심으로 각 시스템이 갖고 있는 성능을 살펴 보았다.

도표 1. 신교통 시스템 주요 특징 비교

비교항목	중량전철	신교통 시스템		
		MonoRail	Maglev	PRT
운전방식	유인	무인	무인	무인
노선특징	Line/Circle	Line/Circle	Line/Circle	Network
중간역 위치	On Line	On Line	On Line	Off-Line
편성(량)	6-10	1	1	1
선로방식	지하/지상/궤도	궤도	궤도	궤도
최소곡선반경(m) <sup>1</sup>	140-200	50	50-60	15-20
바퀴형태	steel wheel	steel wheel	steel wheel	rubber tire
등판능력(%)	30-35	70	50-60	100
공차중량(ton)/량	30-40	20	20-25	1-2
최대속도(km/h)	100-140	200	90-140	70
평균주행속도(km/h)	40-60	200	60(주정)	30-40
운행시격(분)	3-6	2	2	1-2초
탑승인원(명)/량	250-400	30	60-120	3-5
수송력(명/시간/방향)	30,000-50,000	300-1,000	15,000-13,000	10,000-15,000
건설비(억원/km)	600-700	30-60	500-600(주정)	100-150

<sup>1</sup>최소곡선 반경 : 본선기준 / <sup>2</sup>MAGLEV: 도시형 중저속 자기부상 열차 기준

기존 부산, 인천, 대구, 대전에서 추진한 중량 전철과의 비교를 통하여 각 신교통 시스템이 갖는 기술, 경제성을 살펴보고, 또한 궤도승용차(PRT) 시스템의 기술적, 경제성 특성을 다른 신교통 시스템과 비교하여 주요 특징을 살펴 보았다.

#### 4.1 노선 특징

- 중량전철, AGT, Monorail, Maglev : Line , Circle 노선 구성
- 궤도승용차 : Line, Circle, Loop, Network 노선 구성 가능

궤도승용차의 경우 기존의 궤도 시스템이 갖는 제약성과는 달리 일반 도로 수송 수단과 같은 Network 형 노선 구성이 가능하여 교통 수송 지역이 분포형 구조를 갖을 수 있으며 지역 교통 시스템으로 발전할 가능성이 크다고 판단됨.

#### 4.2 시스템 기술 실현성

- AGT / MONORAIL : 현재 개발되어 상용화 운전됨.
- MAGLEV : 시험 운행된 경우 있음. / 상용화 개발중임.
- PRT : 시험 운행된 경우 있음. / 상용화 노선 추진 중(미국 시카고 교통국)

AGT, MONORAIL 은 1970 년대 상용화에 성공하여 현재 운행 중이며 주요 도심지 및 공원 등에 연계 교통 수단으로 사용되고 있다.

MAGLEV 의 경우 기술의 한계성으로 초고속보다는 도시형 중저속 상용화에 개발이 활발히 진행 중이나 시험노선의 운행에서 시스템의 실현 가능성을 확인한 수준이며 상용화 운전을 위한 시스템의 신뢰성 및 안전성을 확보하기 위한 지속적인 연구개발과 상용화 검증 단계가 남아 있어 상용화 도입까지 충분한 개발 및 검증 소요 시간이 필요함. 또한, 최근 자기부상에 따른 자기장이 인체에 미치는 영향에 대한 문제가 대두되어 자기부상 열차의 도입에 대한 반론이 제기되어 안전한 교통 수단으로 개발하기 위해 기술적인 검토와 함께 의학적인 검증 및 연구가 진행되어야 할 것임.

PRT 의 경우 1970 년 독일에서의 시험운전을 통한 가능성 확인에 이어 최근 미국 시카고 교통국에서 상용화 노선을 추진하고 있음. PRT 는 기존 교통 시스템의 특징을 살린 신교통 수단으로 이미 검증되어 상용화 되고 있는 통신, 제어, 차량 기술을 활용한 조합 기술로서 상용화 단계에 있다고 판단함.

#### 4.3 시스템 경제성 ( 수송능력 / 건설비 )

기존의 중량 전철 시스템은 수송력은 우수하나 초기 투자비가 과다 소요되어 재원조달에 부담이 되어 사업 경제성이 떨어지고 있다. 중량전철은 기존 대용량 전철에 비해 차량 규모가 작아진 특징은 있으나 실제 소요되는 건설비는 지하철과 비슷한 수준에 육박하여 시스템 경제성이 매우 낮다고 판단할 수 있음. 따라서, 향후 교통 수요의 변화와 실제 노선 수익성을 신중히 검토할

필요가 있음.

신교통 시스템의 AGT, MONORAIL 경우에는 중량 전철과 비교하여 사업 경제성이 크게 개선되는 않을 것으로 판단이 됨. (수송능력 : 중량 전철 대비 30-40% / 건설비 : 중량 전철 대비 70-80%)

중량 전철에서 AGT, MONORAIL 시스템으로 도입을 검토할 경우 수송능력은 60-70%정도 감소되나 초기 건설비의 감축비율은 20-30% 정도임. 실제로, 현재 국내에 추진 중인 대부분의 경전철(LRV) 노선이 경제성 결여로 추진되지 못하고 있음.

MAGLEV는 중저속의 경우 타 교통수단에 비해 시스템 제작 및 노선 건설 측면에서 경제성이 떨어짐.

PRT는 AGT, MONORAIL과 비슷한 수송능력을 지니고 있으나, 건설비는 AGT, MONORAIL의 30%정도임. 중량전철과 비교할 경우 사업 경제성이 크게 개선될 수 있는 것으로 판단됨.(수송능력 : 중량 전철 대비 30-40% / 건설비 : 중량 전철 대비 20%) 최근 캐도승용차 사업에 대한 경제성 분석을 한 사례를 참고하면 다음 표 1,2,3,4 와 같다.

#### 4.4 시스템 교통 수요 특성

기존 대용량 지하철과 중량전철은 대규모의 승객을 동시에 수송하는 대중 교통 수단임. AGT, MONORAIL 시스템은 중용량 및 소용량으로 설계될 수 있으며, 따라서, 기존 전철의 확장 및 연계 노선으로 활용 할 수 있다.

PRT의 경우 지역 NETWORK를 구성하는 노선을 구축할 수 있어 도심지 주요 건물에 대한 접근성이 뛰어나 기존 지하철을 중심으로 지역별 연계 교통 수단으로 도입할 경우 기존 지하철의 이용률을 높여 노선 수익성을 증대할 수 있다. 특히, PRT의 경우 Line 및 Circle(순환선) 노선의 중량전철, AGT, MONORAIL와 달리 지역별 Network 노선을 기본으로 하기 때문에 지역별 교통 수요에 대처하는 지역별 단계 시공이 가능하여 사업 재원 조달에 부담을 줄일 수 있음.

콘크리트 구조물이 아닌 철구조물로 궤도를 사용하는 MONORAIL과 PRT의 경우 노선 확장 및 변경이 가능하여 교통 수요 변화에 따른 노선 운영 및 유지가 가능함.

#### 4.5 시스템 공간성

신교통 시스템은 다른 교통 수단과 독립된 궤도를 주로 사용하므로 기존의 공로 상의 교통 체증을 감소시킬 수 있는 이점이 있다. 그러나 이러한 궤도는 시스템의 기술 특징에 따라 다양하므로 시스템 도입 시 충분히 검토되어야 한다.

AGT, MONORIAL, MAGLEV의 경우엔 차량 중량이 모두 20ton 내외이므로 차량을 지지하는 궤도 및 기둥(Post)의 구조물이 커질 수 있음. 적용 노선의 도로 상에 궤도 설치를 위한 충분한 공간 확보에 대한 검토가 필수적임. 대개의 경우 교통 과밀지역에 신교통 시스템 도입을 추진하므로 기존 도로의 공간이 충분하지 못한 경우가 많음. (경전철을 추진 하고 있는 노선 중 일부 구간에 궤도 설치로 도로 축소가 발생하여 기존 도로 공간 확보를 위한 토지보상 문제가 대두됨.)

5. 결론

신교통 시스템은 최근 전세계적으로 급속한 기술개발이 이루어지고 있으며, 그 종류도 매우 다양하여 각기 다른 특성을 지니고 있다. 즉, 수송능력 적용기술, 운행 방법 등은 물론, 초기투자비, 운영비, 시스템 수명기간 동안의 비용이 시스템별로 상이하므로 각 시스템의 기술적, 비용적 특성이 고려되며 적용지역 특성에 적합한 시스템이 선정되어야 한다.

신교통 수단은 도시형성의 골격을 이루는 기본적 시설이 되므로 종합교통체계의 개념으로 접근하되 도시규모나 교통특성, 토지이용에 대응하여 설정하며 장래 목표년도의 수송수요를 고려하여 그에 적합한 규모로 효율성을 극대화할 수 있는 도시철도 시스템을 설정해야 한다.

선정기준시 주요 고려사항은 교통수요, 교통계획, 경제성, 수요자 특성, 시스템 환경, 시스템 기술, 제원조달 등으로 노선 검토 시에 도입 시기 등을 고려하여 종합적인 타당성 조사가 선행되어야 한다.

도표 2. 여의도-대방역 순환노선

노선연장	15.3 km
정류장	33 개
차량 소요량	1,845 대
주변 설비	차량기지 및 정비고
소요 사업비	2,366 억원
순공사비	1,827 억원
건설 소요기간	3 년
수요예측	146,000 회/일
제시요금	750 원
이익발생 년도	운전개시 후 4 년

(1996.12)

분석기관

:산동회계법인/KTB 컨설팅/PRTKOREA

도표 3. 서울대 관악캠퍼스 노선

노선연장	11.8 km
정류장	23 개
차량 소요량	1,153 대
주변 설비	차량기지 및 정비고
소요 사업비	1,800 억원
순공사비	1,369 억원
건설 소요기간	3 년
수요예측	91,000 회/일(일반) 67,000 회/일(학생)
제시요금	750 원(일반) 300 원(학생)
이익발생 년도	운전개시 후 5 년

(1996.12)

분석기관

: 산동회계법인 / KTB 컨설팅 / PRT KOREA

도표 4. 대구시 도심선 타당성 분석

노선연장	10.4 km
정류장	21 개
차량 소요량	235 대
주변 설비	차량기지 및 정비고
소요 사업비	1,226 억원
순공사비	652 억원
건설 소요기간	4 년
NPV	249 억원
이익발생 년도	운전개시 후 1 년

(1998.02)

분석기관 : 대구광역시

도표 5. 대구시 공항선 타당성 분석

노선연장	14.7 km
정류장	27 개
차량 소요량	520 대
주변 설비	차량기지 및 정비고
소요 사업비	1,644 억원
순공사비	856 억원
건설 소요기간	4 년
NPV	89 억원
이익발생 년도	운전개시 후 10 년

(1998.02)

분석기관 : 대구광역시

#### 참고문헌

1. Jerry B. Schneider, "Designing APM Circulator Systems for major Activity Centers: an Interactive Graphic Approach", Proceedings of Automated People Movers 4: Enhancing Values in Major Activity Centers, American Society of Civil Engineers, New York, NY, pp.535-545,1993
2. Peter Samuel, "Personal Rapid Transit - Raytheon's Bold Move", the ITS International magazine November, 1996.
3. RTA, "A Progress Report issued by the Regional Transportation Authority on its Personal Rapid Transit Project", 1996, 1997, 1998
4. Raytheon System Company, "PRT Analysis and Simulation Tool".
5. Raytheon System Company, "Personal Rapid Transit (PRT) PRT2000 System Description".
6. ㈜유신설계공단, "부산권 경전철(전철포함) 타당성 검토", 1994.11
7. 건설교통부, 한국철도기술연구원, "도시철도차량 표준사양(안)", 1997.9
8. 대우중공업㈜, "경량전철 SOC 사업 타당성 검토", 1995.12
9. ㈜우보, "스카йка 사업계획서", 1996.12
10. 대구광역시, "신교통수단 도입을 위한 타당성 조사, 1998.2
11. 최재혁, "쾌도승용차 시스템의 적용검토", 1998 철도학회춘계학술회, 1998.5.29, pp.3-38