

# 신교통시스템의 특성 및 기술개발전망

## The Present State of New Transit System and Future Prospects

정 병 두\*                      권 영 인\*\*  
Jung, Byung-doo              Kwon, Young-in

---

### ABSTRACT

This paper review current situation of New Transit System (NTS) which mainly developed by the western countries. The paper classified NTS by it capacity, physical appearance, and so on. It reviewed the brief history of LRT, which became new guided transport system in terms of transport environment especially for transport handicapped. It also includes the merit of Linear Metro, which could be popular for the urban transport system. Finally, the paper prospects the future of NTS for the planning of urban transport system.

---

## 1. 서 론

신교통시스템 (이하, 신교통)은 최근의 기술개발에 의해 새로운 기능과 특성 등이 부가된 도시교통수단으로서 버스와 도시철도(지하철)간의 중간수송력을 지니고 기존 도시대중교통수단의 Transportation gap을 해소하는데 기여하고 있다. 또한 건설비가 기존의 도시철도에 비하여 저렴하고 교통체증, 대기오염 등 자동차교통으로 의한 도시교통환경이 악화되는 것을 지켜주고 있을 뿐 아니라 지방중소도시의 간선적 대중교통서비스나 거점연결서비스, 철도역과 단지간의 단말 Feeder적인 노선기능을 제공함으로써 앞으로 새로운 도시교통수단으로 중요한 역할을 담당하게 될 것이다.

특히 신교통시스템의 국내도입이 근년에 검토되면서 선진외국에서 이미 오래 전부터 운행되고 있는 다양한 신교통의 노선형태별 특성을 비롯, 사업화 하면서 대두된 여러 과제와 이를 해결하기 위해 연구 보고되고있는 장래전망 등에 대하여 조사연구의 필요성이 대두되고 있다.

따라서 본 연구에서는 신교통의 일반특성을 우선 개괄적으로 정리하고 최근 이슈가 되고있는 저상형 LRT 및 리니어모터 신교통에 관한 기술개발과 실용화 내용과 함께 시스템의 단선 소형화, 단거리시스템의 도입활성화 등 새로운 도입형태의 변화 및 시스템의 기술개발상황을 중심으로 검토하고자 한다.

## 2. 신교통시스템의 개념 및 특성

### 2.1 신교통시스템의 개념

시스템 측면에서 본 새로운 도시교통수단은 표.1과 같이 움직이는 보도와 같은 연속수송방식과 일반적인 궤도수송방식, 버스와 같은 무궤도수송방식으로 나눌 수 있으며, 각각 1시간당 수송용량

---

\* 경기도청 순환철도팀 교통전문위원, 정회원, \*\* 교통개발연구원 책임연구원

에 따라 大量(약 2만인/시 이상), 中量(약 2천~2만인/시) 및 승용차와 같은 個別輸送으로 분류할 수 있다. 광의적인 개념의 신교통시스템이란 현저한 기술개발로 새로운 특성·기능을 가진 도시 교통수단(AGT: Automated Guideway Transit, 모노레일, 리니어모터카 등) 및 기존 교통수단을 소프트웨어 측면에서 대폭적으로 발전시킨 새로운 교통시스템(라이트레일, Demand Bus, R&R 시스템 등)을 총칭하고 있다.

표1. 신교통시스템의 분류

수송기관	형 식	大量수송	中量수송	個別수송
연속수송	정속 및 속도가변식	움직이는 보도	움직이는 보도	-
궤도수송	고무타이어식	대형 모노레일 고무타이어식 지하철	AGT, 모노레일, 트롤리버스, 가이드웨이버스	CVS, 캐비닛택시
	철 륜 식	일반지하철, 리니어·매트로	리니어모터신교통 라이트레일(LRT)	-
	자기부상식 (리니어모터식)	리니어 모터카	HSST, M-Bahn	버밍햄 Maglev
무궤도 수송			Demand Bus, 버스	시티카

주) 신교통시스템은 궤도계 中量수송시스템으로  에 포함된 부분을 일반적으로 칭함

## 2.2 신교통시스템의 특성비교

시스템특성별 수송력 및 노선의 도입사례 등의 상세한 사항은 생략하고, 이미 도입사례가 많은 AGT 모노레일 LRT외에, 일부 운행 중에 있는 리니어모터 신교통과 현재 국내에서 개발중인 도시형자기부상열차에 관한 차량특성을 비롯 각 시스템의 운행여건 및 장단점을 중심으로 신교통의 특성을 비교하면 다음 표.2과 같다.

표.2 신교통시스템의 특성비교

구 분		AGT	모노레일	LRT	리니어모터신교통	도시형자기부상
운행방식	최고속도	50~80km/h	60km/h	40~70km/h	70km/h	110km/h
	표정속도	25~35km/h	25~30km/h	20~30km/h	20~35km/h	-
선로구조	최대구배	45%	60%	80%	60%	60%
	최소곡선반경	40m	20~40m	18~30m	30m	60m
시스템	장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>고무바퀴로 소음진동 승차감 양호</li> <li>완전자동운전시스템으로 무인 운전이 도입</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>전용공간이 적음(콘크리트빔하나로단순구조)</li> <li>급곡선, 급구배에 대응가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존신호 운행시스템으로 이용할 수 있음, 가로환경과 일체형정비</li> <li>타 신교통에 비해 건설비, 운영경비가 적음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>타 신교통에 비해 건설비 적음</li> <li>급커브, 급구배에 대응가능</li> <li>눈비등 기후에 크게 영향을 받지 않음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>바퀴식과 달리 비접속으로 주행하여 급가속, 급제동이 가능하고 동판능력이 우수</li> <li>건설비 에너지 비용 절감</li> </ul>
	단점	<ul style="list-style-type: none"> <li>눈·비 결빙시 타이어 마찰력 감소(가열장치로 시스템복합)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>눈·비 결빙시 등 기후에 다소 영향</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>도로교통과의 혼재 분리성 문제, 교차로상의 우선신호</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>기존 회전식 모터보다 전력소모 많고 곡선부통과 등 소음이 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>최소곡선반경이 타시스템보다 큼</li> <li>상용운전사례가 많지 않음</li> </ul>

### 3. 신교통시스템의 기술개발전망

#### 3.1 저상형 노면전차(LRT : Light Rail Transit)의 도입

##### (1) 저상형 LRT 도입경위 및 특성

노면전차가 개발되고 오랫동안 도시교통수단으로서 자기 메김 해오면서 새로운 시스템의 개발과 저상형 LRT가 도입되기까지는 다음 그림.1에 나타낸바와 같이 역사적으로 오랜 세월이 지났으며 근년 구미에서는 노면전차를 디자인적으로 심플하게 그리고 기술적으로 개량하여 “노면전차 르네상스”라고 할 정도로 도입이 매우 활성화되고 있다.

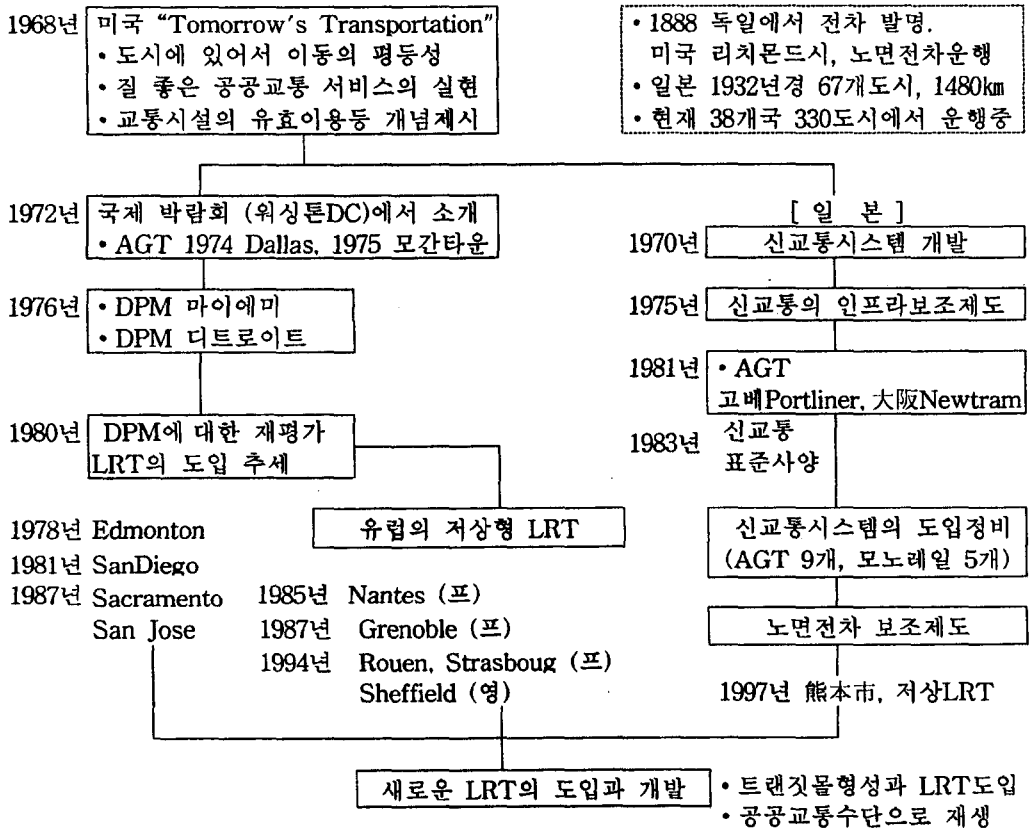


그림.1 저상형 LRT의 개발 및 도입경위

이렇게 개량된 LRV(Light Rail Vehicle)는 경량·소형화되었을 뿐 아니라 저소음, 무공해로 디자인된 홈과 트랜짓몰(Transit Mall)을 주행함으로써 가로환경정비 차원에서도 양호한 경관을 기대할 수 있으며 그 외 주요 특징을 요약하면 다음과 같다.

- 건설비용은 1/2~1/3 : 주행로가 자유로이 선택 가능하여 건설비용은 타 신교통에 비해 저렴
- 3,000~8,000인/Km, 일 : 평상시에는 1량편성과 피크시 2~3량의 차량 편성이 가능
- LRT도입공간 : 복선으로 폭5.5M, 도로1.5차선
- LRT의 최적 노선규모는 5~15Km, 1시간당 2,000~15,000인의 여객 수송가능
- 저소음, 저진동 : 차량측의 고무충이 삽입된 탄성차량과 주행로측의 방음케드
- 표정속도 25~30km/h : 노면구간은 최고속도 40km/h, 전용구간 최고속도 70km/h






## (2) LRT의 차량(LRV:Light Rail Vehicle)

최근 LRV의 차량은 고령자, 장애자가 이용하기 쉽고, 휠체어 등 승강이 가능할 뿐 아니라 노상으로부터 차량의 단차가 적어 승강시간을 단축하여 표정속도를 향상시킬수 있다. 그리고 저상형차량은 높은 홈을 설치할 필요가 없어 건설비를 절감할 수 있으며 저상차는 전차량 길이에 점유하는 저상부분의 비율에 따라 10% 저상차(First generation), 70% 저상차(Second generation), 100% 저상차(Third generation)으로 불리고 있다. LRV차량은 소음,진동과 승차감 향상을 목적으로 탄성차륜을 채용하고 있다.



프랑스 Grenoble 저상형 LRT(1987년)

도시교통수단으로서 LRT는 교통수요에 다양하게 시간대에 따라 편성차량을 달리함으로써 시간당 최대 20,000인까지 수송하며 일반적으로 2,000~15,000인의 여객수송이 가능하다. 한편 수송수요에 따라 시간대별 편성차량을 달리 운행할 수 있는데, 독일 SIEMENS에서는 각 차량 type을 콤비로 조합선택할 수 있는 Combino system을 개발해 다양한 수요에 대처할 수 있다.

The COMBINO family		18m 104인
		21m 120인
		26m 156인
		30m 179인
		34m 202인

### (3) 외국의 저상형 LRT 도입사례

일본에서는 최근 노면전차 summit를 개최하는 등 환경과 모든 이용자에게 편리한 교통수단으로써 노면전차를 다시 재평가하고 1997년8월 熊本市에서 최초로 운행하기 시작하였다.

북미에서는 대표적인 도시15, 캐나다4, 멕시코3 등외에 저상형 LRT로는 포트랜드, 보스톤, 뉴저지에서 도입되고 있으며, 프랑스의 개량된 LRV(Light Rail Vehicle)의 경우 1987년 맨처음 Grenoble의 TAG을 시작으로, 1992 파리교외의 Saint-Denis을 비롯, 1994년 Strasbourg에서 최근 성공적으로 운행되고 있다. 독일(서독)은 1920년대 103도시에 노면전차가 있었지만 2차대전과 1950년대 후반부터 자동차 교통량 증가로 많은 도시에서 폐지되었으나 동베를린의 경우 최근까지 활발히 운행되어 장벽이 무너진 후에는 점차 동측노선이 서베를린까지 연장하여 운행 중에 있다.

## 3.2 리니어모터 신교통의 개발

### (1) 리니어모터 신교통의 개념

도시철도 건설시 차량을 소형화하고 터널단면을 적게 하여 건설비를 저감할 목적으로 리니어메트로가 도입되고 있으며, 폭원이 좁은 도로에서도 건설 가능하도록 차량과 고가궤도를 개량한 리니어모터 신교통이 최근 높이 평가되고 있다. 리니어 모터는 통상의 전동모터를 회전형에서 직선형으로 전개한 형태로 초고속주행용과 다른점은 지상2차측 도체가 코일이 아니고 철에 알루미늄판을 고정된 폭 30~40m 리니어 쿠션플레이트이다. 그리고 대차에 설치된 리니어모터와 궤도상의 리액션플레이트간의 흡인 반발에 의해 차체가 추진력을 받아 구동하게 되어있다.

## (2) 리니어 모터카의 이점

도시교통수단으로서 리니어모터카의 이점을 살펴보면 부상을위한 별도 에너지가 불필요하고 재래식처럼 무거운 구동장치가 별도 필요없으므로 차체가 아주 가볍고 가속을 위해 적은 에너지로 급구배에도 주행가능하고 고감속을 실현할 수 있다. 또한 차체가 부상하므로 마모부분이 거의 없어 보수하기 용이하고 눈, 비의 기후조건에도 선로의 상태에 영향을 받지 않고 주행가능하며 컴퓨터제어에 의해 자동운전하므로 인건비를 절감할 수 있다.

그리고 무엇보다도 원형터널단면의 경우 직경이 30%만 축소되면 면적은 약 1/2로 줄어들므로서 공사비를 크게 절감할 수 있다. (지하철 터널단면적 : 30.19㎡, 리니어모터카 12.57㎡)

그림.2는 종래의 전차에 비해 리니어모터 신교통은 6~8%의 급구배에도 주행가능함으로서 다양한 노선계획을 실현할 수 있다는 점을 보여주고 있다.

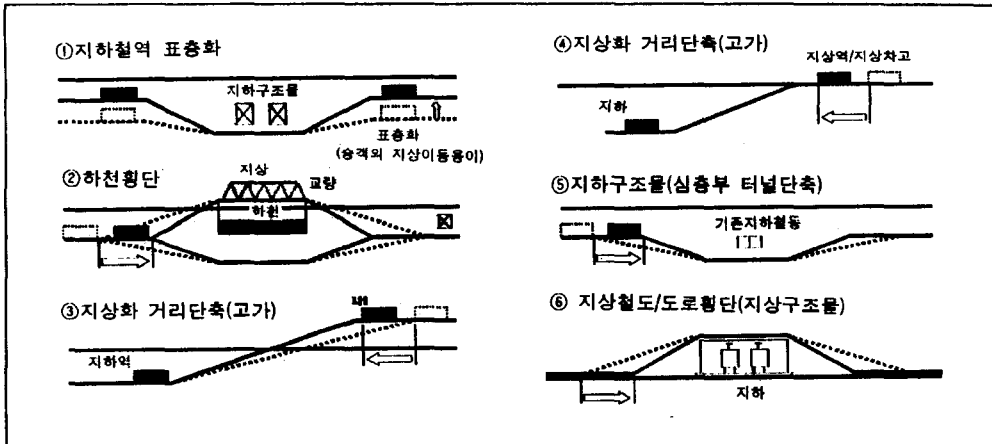
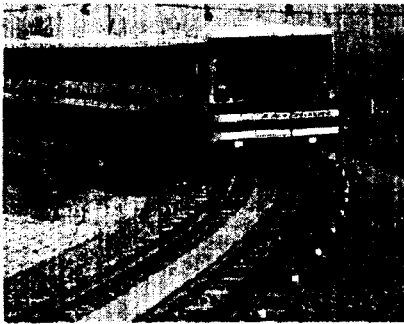


그림.2 리니어모터 신교통의 노선계획의 특징



한편 기본형 리니어모터 신교통을 개량하여 최소폭원 16m에도 도입 가능한 소형 리니어모터 신교통이 실용화를 위해 일본에서 개발(사진 좌)되었으며 다음과 같은 운행조건과 장점을 갖고있다.

- 건설비 저렴 : 고무타이어식에 비해 인프라의 건설비가 19%정도 저감(궤도건설비 제외)
- 저소음 : 60km/h로 주행시 고가궤도중심으로 10m떨어진 높이1.2m 지점에서 65dB
- 급속주행이 가능함

## (3) 외국의 리니어모터 신교통 도입사례

철륵식 리니어 모터카는 1985년 캐나다 토론토시의 지하철에 UTDC에서 개발하였으며, 1986년에는 밴쿠버시 약25km구간에서 Skytrain이 운행되고있다. 이어 3번째로 미국 디트로이트시 DPM가 시가지 재개발업무지구에서 단선루프궤도를 순환하는 전자동무인운전 철륵식 리니어 신교통시스템이 1987년 개통, 운행중에 있다. 일본의 리니어메트로는 오사카시의 쓰루미녹지선, 동경도영 12호선이 일부개통 운행중에 있으며, 소형 리니어모터 신교통(LIM TRAIN)은 개발되었으나 아직 실용화되지 않고 있다.

#### 4. 신교통시스템의 장래전망

##### 4.1 신교통시스템의 단선·소형화

이제까지 도시지역에 도입된 신교통은 수송규모로 볼때 대부분 중량이상을 채용하고 있지만, 지방중소도시에서 노선특성과 수송수요에 따라서는 시간당 5,000인 이하를 수송하는 소형화한 시스템의 도입이 필요하며, 기성시가지에 설치할 경우 소형화된 차량을 단선루프로서 설치하는 것이 가장 유효한데 그 대표적인 예로 미국의 Detroit People Mover와 호주의 Sydney Monorail 등의 운행사례를 볼수 있다. 한편 일본에서도 실제 최소한 16m도로의 폭원에서 건설할 수 있도록 시스템 개발함으로써 이제 소형 신교통시스템의 도입이 활성화 될 것으로 전망된다.

신교통의 도시형태와 노선의 패턴측면에서 도로공간의 확보가 곤란한 경우에는 표.3와 같이 단선을 조합하여 도입하는 것이 보다 효율적인 것으로 연구 보고되고 있다.

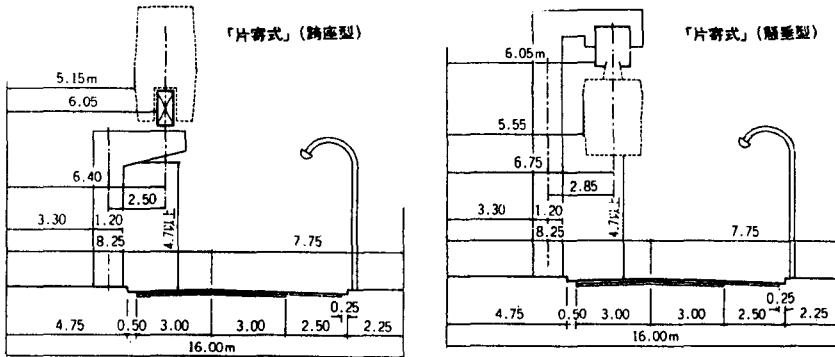


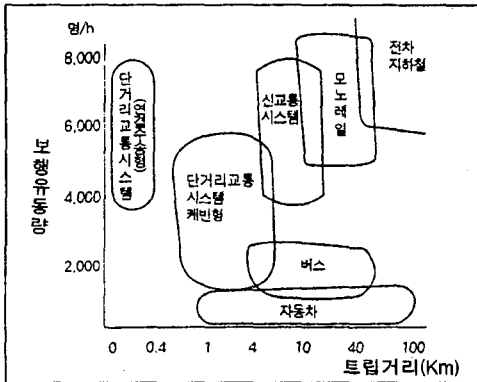
그림.3 소형 모노레일(폭원 16m에 도입)

표.3 도시형태와 루트패턴

형식	노선의 목적과 성격	단선 방식의 패턴	종래 패턴
1) 도심형	<ul style="list-style-type: none"> <li>시가지내의 업무, 쇼핑 등 이동편리를 위해 면적서비스를 제공함 목적으로 구성</li> </ul>	 단선루프 W=16m~	 복선서틀 W=22m~
2) 도시존형	<ul style="list-style-type: none"> <li>시가지 간선교통으로서 거점을 연결하는 셔틀서비스를 목적으로 함</li> <li>기존의 도로를 효율적으로 이용하기 위하여 1개 블록 정도에서 상하선을 분리하여 루트화 함</li> </ul>	 단.복선서틀, W=22m.16m	 복선서틀, W=22m~
3) 신도시형	<ul style="list-style-type: none"> <li>신개발지와 가장 근접한역을 연결함</li> <li>특정의 구역에서는 쇼핑 등의 이동을 위해 단선 루프로서 서비스를 제공함</li> </ul>	 단.복선서틀, W=22m.16m	 복선서틀, W=22m~
4) 다목적 연결형	<ul style="list-style-type: none"> <li>학교, 공원, 전시장등 이용객이 집중하는 지역 상호이동을 목적으로 함</li> <li>거점역 간의 복수서틀로 하여 다른 시설에는 단선루프로 함</li> </ul>	 단.복선서틀, W=22m.16m	 복선서틀, W=22m~
5) 체인 접속형	<ul style="list-style-type: none"> <li>시가지의 확대에 대응하여 단계적으로 노선을 연장하기 위하여 루프를 체인 형태로 연결(접속, 갈아타기) 함</li> </ul>	 단선루프 W=16m~	 복선서틀, W=22m~

## 4.2 단거리교통시스템의 도입활성화

단거리 교통시스템(APM; Automated People Mover)은 움직이는 보도와 같이 사람이 선채로 연속적으로 수송하는 연속수송형 시스템과 차량(Cabin)에 타서 이동하는 캐빈형 시스템이 있으며 도시내 교통수단으로서 보행자의 편리성향상, 토지이용 및 교통시설계획의 이용도를 확대시킴과 아울러 거점개발의 광역적 전개와 함께 도시개발가능성을 크게 확대시킴으로서 최근 도입이 활성화되고 있다. 철도역 주변등 기존 대중교통 수단으로는 충분히 교통서비스를 제공할 수 없는 비교적 단거리(대략 4Km미만)를 수송하여 보행의 대체 수단으로 볼수 있다.



### 단거리 교통시스템의 적용범위

;보행자의 이용밀도가 높을뿐 아니라 걸어서 이동하기에는 다소 먼 거리에 있는 경우 단거리 교통시스템이 널리 적용되고 있다.

표.4 단거리교통시스템의 도입패턴

도입패턴	도입의 필요성
1)보행자공간 정비	· 보행량이 많아 확폭이 필요하지만 고지가이며, 확폭이 곤란한 경우 · 정비효과면에서도 새로운보행공간을 입체적으로 활용할 수 있다는 점에서 필요
2)환승편리성 ①철도역간	· 환승에 상하의 이동이 많고 도로공간이 있더라도 버스로는 대응하기 힘든 지역 · 공공교통의 이용촉진을 도모하기 위해 갈아타기 불편의 개선이 불가피할 경우
②역, 버스터미널간	· 역앞 광장의 제약 때문에 역에서 떨어진 곳에 버스터미널을 설치해야 할 경우 · 버스의 이용촉진을 도모할 뿐 아니라 환승불편에 대한 개선을 위해 도입 필요
③터미널역의 연결	· 역에서 시간거리를 단축 역세권과 같은 입지조건으로 연계 교통수단이 필요 · 시설이 대규모화 될수록 대량이동필요, 버스의 새로운 시스템의 도입이 필요

## 4.3 노선구조 및 도입공간의 다양화

이제부터 궤도계 도시교통수단의 도입형태는 전체노선고가, 전체노선지하 건설이라는 개념으로부터 도로폭원이 넓은곳, 아니면 교외지역의 도로 등 여유구간의 경우 고가구조로 하며, 그 외 도로폭원이 좁고 도심부 등에는 지하구조로 건설할 수 있다.

노선형태는 단선과 복선노선등 복합형태의 노선구조와 도입공간의 다양화가 이루어지고 있으며, 단선의 흠을 건물측에 설치할 경우 지주는 보도확장부분에 만들고 그 지주를 이용 흠의 외부연결은 인접건물을 이용하거나 별도 역사시설을 건물측에 일체형으로 설치가능하다. 특히 정류장의 경우 이용객의 접근성을 향상시키기 위해 건물내에 역사를 설치 하는등 구조적으로 건축물과 신교통시스템이 융합 일체화 할 수 있는 많은 방법이 연구 제시되어 왔다.

- 구조적으로 건축물과 도로,철도가 구조적으로 일체화 된 형태
- 기존 도로 혹은 철도 상부에 건축물이 있는 타입
- 도로 혹은 터널의 위에 건축물이 있는 타입 등

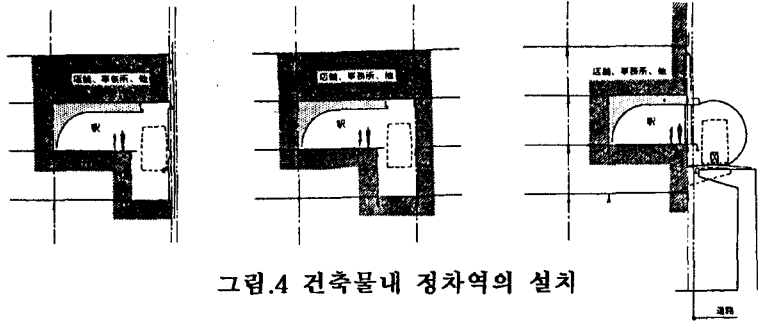


그림.4 건축물내 정차역의 설치

## 5. 결론

본 연구는 우리나라에서 아직까지 검토단계에 있는 신교통시스템이 외국에 도입된 사례를 중심으로 향후 전망을 살펴보았다. 신교통의 본격적인 국내도입의 타당성을 1993년에 시작한 하남 및 김해노선은 아직까지 사업자를 선정하지 못한 상태이지만, 가까운 일본만 하더라도 1964년 개통한 동경모노레일 이래 최근의 10여 노선이 건설되어 1998년 현재 노선연장은 약150Km(14개노선)에 달하고 있으며 구미에서도 다양한 신교통시스템이 개발되어 성공적으로 운영되고 있는 실정이다.

컴퓨터, 전기, 신호, 통신 등 기술분야의 발달로 신교통의 기술개발도 그 전망이 매우 밝은 상태로서 아직까지 시험단계로 운영중이던 무인자동 신교통은 실용화단계로 접어들었고 리니어모터차량도 도입이 확대되고 있는 추세여서 노선의 특성을 감안한 다양한 특성을 가진 새로운 시스템을 선택할 수 있게 되었다. 더욱이, 최근에는 교통수단별 수송용량의 중간에 해당되는 부분에 대해서 수송수단의 다양화로 소형수송수단인 PRT와 GRT 등 소형수송수단(People Mover)이 수송서비스의 고급화가 요구되는 공항지역을 중심으로 확대되고 있는 추세이다. 다행히 국내에서도 도시형 자기부상열차의 개발이 활발하게 추진되고 있기는 하나 다른 형태의 신교통시스템은 그 기술개발이 매우 완만하게 추진되고 있는 것이 사실이다. 이러한 제반여건을 감안하여 우리나라의 신교통시스템에 대한 기술개발도 추진되고 도입이 활성화되어야 할 것이다.

## 참고문헌

1. 都市交通研究會, 新しい都市交通システム, 1997 山海堂.
2. (社)日本モノレール協會 : リニアモータ新交通システム(愛稱リムトレン)の基本資料-概要, モノレール, No.68, pp.40-48, 1989.
3. 讓原莊次 : 跨座型モノレール小型化の研究, モノレール, No.70, pp.8-16, 1990.
4. (社)日本モノレール協會 : 都市モノレール建設費の低廉化研究, 1986.
5. 渡部与四郎 : 單線モノレールの中間報告, モノレール, No.78, pp2-23, 1993.
6. 山下浩一 : 建築物 都市交通施設連携, モノレール, No.82, pp2-12, 1994.
7. 下田公一 : 日本における都市開發とAPM, 第4回APM國際會議參加- 北美新交通システム調査報告書, 社團法人日本交通計劃協會, pp30-38, 1993.
8. 財)豊田都市交通研究所 : 都市交通レポート3, 魅力ある都心づくりと短距離交通, 1992.
9. 정병두 : 新交通システムの選好特性に基づく需要豫測に関する研究, 大阪市立大學博士論文, 1996.
9. LRT WORKSHOP '97, Tokyo & Kumamoto, Japan, 1997.12.
10. Michael Barry, Through The Cities, The Revolution in Light Rail, 1991, Frankfort press.
11. LINEAR METRO- 21世紀の都市交通システムへの提言, 社團法人 日本地下鐵協會.