

미래형 도시교통시스템의 특징 및 개발 현황

이 글에서는 미래형 도시교통시스템에 대한 소개와 국내에서의 각 시스템의 개발 사례 및 향후 적용방안에 대하여 소개하고자 한다.

☞ 구 동 회 | 한국철도기술연구원 미래기술실용화사업단, 단장

e-mail : dhkoo@krii.re.kr

☞ 이 동 형 | 한국철도기술연구원 철도기술실용화추진팀, 선임연구원

e-mail : dhlee@krii.re.kr

☞ 최 강 윤 | 한국철도기술연구원, 선임연구부장

e-mail : kychoe@krii.re.kr

1970년대 이후 도로 위주의 교통정책은 자동차의 급증으로 인한 상시 도로 정체, 에너지 낭비, 환경오염, 물류비의 증대와 같은 많은 문제점을 야기했다. 이는 막대한 사회·경제적 손실, 국가경쟁력 약화의 원인으로 작용하고 있다. 이러한 도시교통문제 해결을 위해 대중교통수단인 버스나 지하철의 수송분담률을 높이기 위해 노력해 왔으며, 그 중에서도 수송효율이 높은 도시철도의 건설을 적극적으로 추진해 왔다.

세계의 주요 도시들은 지하철과 버스 외에 각 도시의 규모나 통행 특성을 고려한 신교통수단을 도입하여 수송효율성과 운행효율성을 높이고, 높은 질의 대중교통 서비스를 제공하고 있다. 국내에서도 건설비 부담이 막대한 지하철(중량전철)과 정시성 및 환경성 측면에서 한계가 있는 버스를 대체하는 수단으로 미래형 도시교통시스템이 검토되어 왔다. 현재 국내에서 기술개발 완료단계에 있는 시스템으로 고무 차륜 경량전철시스템이 있으며, 기술개발사업이 추진되고 있는 시스템으로 도시형 자기부상 열차, PRT(Personal Rapid Transit), 바이모달(Bimodal) 저상 굴절차량 시스템을 들 수 있다.

이 글에서는 현재 개발사업이 추진되고 있는 미래형 도시교통시스템의 특징과 개발현황을 소개하고자 한다.

미래형 도시교통시스템의 특성

국내에서는 늘어나는 교통수요를 처리하기 위하여 1974년 서울지하철 1호선의 개통을 필두로 지하철을 본격적으로 건설하여 2003년 12월 말 부산, 대구, 인천, 광주, 대전을 비롯한 6대도시에서 12개 노선, 총 359km의 지하철을 운영하고 있다. 지하철은 시간당 2만 명 이상을 수송할 수 있는 대도시의 기간수송수단이지만, 막대한 건설비와 운영비가 소요되는 문제점이 있다. 실례로, 우리나라 지하철 운영자의 총 부채액은 2003년 말 기준으로 약 13조 원에 이르고 있다. 이러한 건설비와 운영비 부담이 과중하다는 문제점은 비단 우리나라만의 문제는 아니며, 지하철을 건설·운영하는 세계의 많은 도시에서 공통적으로 나타나는 문제였다. 이에 대응하기 위해 다양한 경량전철 시스템이 개발·적용되어 왔다.

일반적으로 광의의 경량전철시스템은 그림 1과 같이 수송용량 면에서 지하철과 버스의 중간 규모의 수송 능력(시간당 5,000~30,000명)을 갖추면서 기존 중량전철에 비해 건설비용과 운영비용 측면의 경제성이 높고, 운행 스케줄 조정의 탄력성, 승객 서비스 수준, 도심환경에 대한 친화성 등이 향상된 신개념의 궤도교통수단이며, 기존 지하철과 비교하여 주요한 특징은 표 1과 같다. 광의의 경량전철 시스템은 다양한 종류가 있으며, 도시 내의 대용량 교통수단인 지하철과 중용량의 철도인 협의의 경량전철(AGT : Automated Guideway Transit), 모

노레일(monorail), LIM(Linear Induction Motor), 도시형 자기부상열차, 노면전차, 버스와 철도의 장점을 결합한 Bimodal 차량으로 분류된다. 이러한 시스템별 수송용량 등 도시교통수단으로서의 특징과 국내의 적용 사례를 살펴보면 다음과 같다.

경량전철(AGT) 시스템

여기에서 경량전철은 협의의 경량전철시스템을 지칭하는 것으로서 버스와 지하철의 중간 규모 교통수

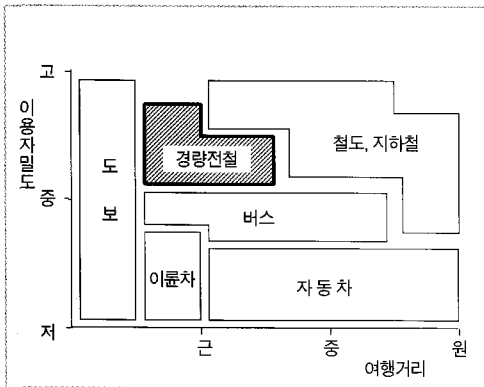


그림 1 도시교통 수단의 적용 범위

표 1 지하철과 경량전철의 특징 비교

항목	지하철(대용량 철도)	경량전철(중용량 철도)
구동 형태	철제 바퀴 형태	노면전차, 고무바퀴 경량전철, 철제바퀴 경량전철, 자기부상열차, 모노레일, Bimodal 차량 등
급구배 주행성	최급구배 35%	최급구배 60% 내외
가감속 성능	가감속 능력이 낮음 역간거리 길다	가감속 능력 높음 역간거리 짧다
운전 방식	유인운전	무인운전(노면전차, 모노 레일 제외)
운전시각	최소 2분	최소 30초
시간당 수송량	20,000명~70,000명	5,000명~30,000명
건설형태	지하 형태가 일반적	고가화가 유리
건설비	토목공사비 고가 시스템비 저렴	토목공사비 저렴 시스템비용 고가
운영비	높음	낮음(자동운행을 통한 비용절감)
최고 속도	80km/h 이상	80km/h 이하

요 처리에 효과적인 교통수단이다. 선진국에서는 1960년대부터 도입되기 시작하였으며 1980년대 이후 본격 실용화되어 세계적으로 도입, 운영이 확산되고 있다.

경량전철은 시스템에 따라 교통수요 처리 능력이 다양하여 기존 지하철의 지선, 중소 도시의 간선, 대도시 및 위성도시를 연결하는 교통수요 처리에 적합하다. 또한, 기존 도로변이나 도로 위에 지상이나 고가로 건설할 수 있고 차량 회전반경, 등판능력, 가·감속 및 차량운행 간격 등에서 성능이 뛰어나며 접근성 향상, 소음 및 대기오염 감소, 무인운전 등도 가능하여 건설·운영 및 수송효율, 환경보존 측면에서 효율적인 교통수단이다. 따라서, 지하철 위주의 도시철도 건설로 건설비용 및 운영상의 문제점을 해결하기 위하여 교통수요가 많지 않은 지하철 지선 및 위성도시와의 연계 교통 수요 처리의 경우 당해 지역의 교통수요 및 재정여건에 맞게 다양한 시스템 선정 및 운영이 가능한 경량전철을 건설하도록 추진되고 있다.

경량전철의 가장 큰 특징은 운전자 없이 자동으로 운행되며 차량 형식에 따라 고무차륜 AGT, 철제차륜 AGT, LIM 시스템으로 분류할 수 있다. 고무차륜 AGT는 고무 타이어를 주행륜으로 사용하므로

가·감속 성능 및 등판능력, 소음 및 진동 특성을 향상시킨 시스템이고, 철제차륜 AGT는 기존 도시철도와 유사하지만 관절대차를 적용하여 최소회전 곡선반경을 감소시키고 탄성차륜을 사용하므로 소음특성을 향상시킨 시스템이다. LIM은 선형유도모터를 사용하여 비접촉 구동 방식으로 운영하므로 가·감속 성능 및 등판능력을 향상시키고, 지하로 건설시 터널 단면적 감소효과가 있다. 기존의 지하철과 비교하여 경량전철의 특징을 비교하면 표 2와 같다.

테마기획 ■ 미래형 도시교통시스템

표 2 형태별 경량전철의 특성

항 목	고무 타이어식 AGT 차량 시스템	철제 차륜식 AGT 차량 시스템	선형유도모터(LIM) 차량 시스템	기존 지하철 차량 특성
승객 정원	48명~110명/1량	75명~100명/1량	60명~130명/1량	124~160명/1량
차량 편성	2량 또는 3~6량 고정편성	2량 또는 3량 고정편성(최대 4량)	2량~6량 고정편성	6량, 10량 고정편성
시간당 승객 수송능력	7,000명~25,000명	17,000명~20,000명	25,000명~30,000명	30,000명~70,000명
차륜 형태	고무 타이어 주행륜 + 안내륜	소형 철제탄성차륜	소형 철제탄성차륜	표준 철제차륜
최고 운행속도	60~80 km/h	70~80 km/h	80~90 km/h	80~90km/h
최대 등판구배	5~7%	4.5~6.0%	5.3~6.25%	3.5%
최소 곡선반경	30~35 m	25~40 m	70~100 m	180 m
운전 방식	무인 자동운전 (비상시 수동운전)	1인 수동운전 또는 자동운전	무인 자동운전 (비상시 수동운전)	수동운전
차량 중량(1량당)	18톤~19톤 (기존 지하철 차량의 50~55% 수준)	18톤~27톤 (기존 지하철 차량의 65~70% 수준)	14톤~22톤 (기존 지하철 차량의 50~55% 수준)	28톤~39톤

모노레일(monorail)

모노레일은 한 개의 주행로(走行路) 위에 고무 바퀴 혹은 철제 바퀴의 차량이 주행로 위 혹은 아래를 주행하는 교통수단으로, 차량이 주행로에 얹혀서 달리는 방식(과좌식 모노레일, straddle-type)과 주행로를 달리는 대차에 차체가 매달려 달리는 방식(현수식 모노레일, suspended-type)이 있다.

모노레일은 오래된 역사를 가지고 있으나, 안전성과 편리성, 친환경성이 우수한 교통수단으로 현재에

도 다양한 형태로의 기능을 중시하는 시스템으로 발전하고 있다. 건설비용 측면에서 모노레일은 지하철에 비해서 건설비가 1/3 정도이고 공사 기간도 짧으며, 도로의 중앙분리대 위나 하천 위도 이용할 수 있어 점유 면적이 적어도 된다는 특징이 있다. 또한, 그림 2와 같이 차량 및 궤도의 구조물 크기가 작고 단순하여 도시 환경에 잘 조화를 이룰 수 있으며, 수송수요가 아주 높지 않은 지역 혹은 공간의 활용에 제약이 많은 도시 내의 교통수단으로 적합하다. 기존

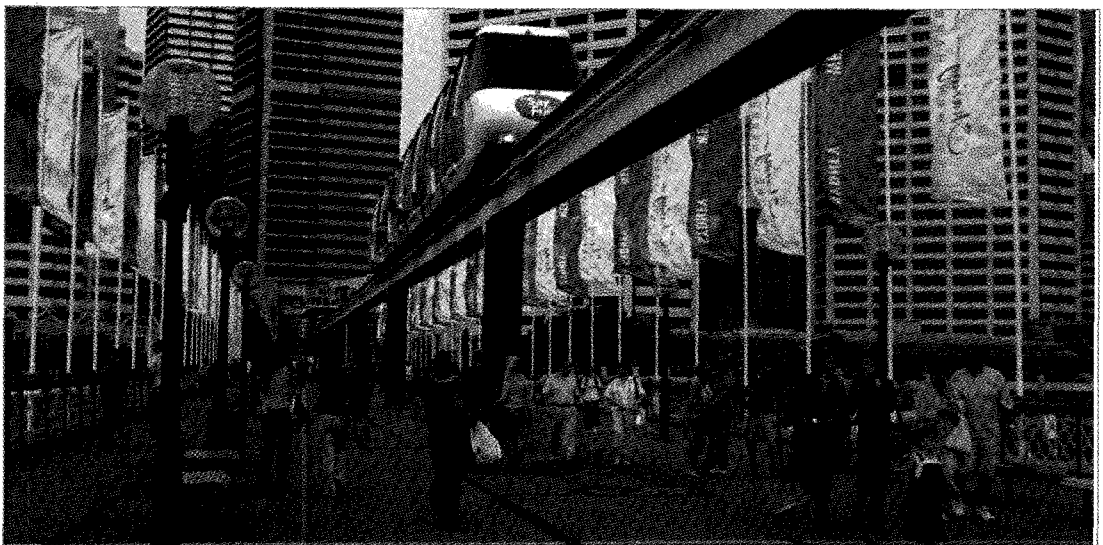


그림 2 도심 운행용 모노레일

표 3 지하철과 모노레일의 특성 비교

구 분	지하철(중량전철)	모노레일
수송용량	2만명 이상/시간, 방향	5천~2만명/시간, 방향
차량편성	6 ~ 10량	2 ~ 8량
차량정원	150 ~ 160명	40 ~ 80명
운행간격	2 ~ 3분	30초 ~ 2분
회전반경	최소 400m	최소 40 ~ 250m
등판능력	최대 2.5%	최대 4 ~ 10%
표정속도	시속 30 ~ 35km	시속 15 ~ 40km
건설비	900 ~ 1,000억원/km	50~250억원/km

표 4 PRT시스템의 특성 비교

비교 항목	PRT	경량전철(AGT)
차량 규모	소형	중형
수송 용량 (명/시간, 방향)	2,500~9,000	10,000~20,000
차량정원(명)	1~6	40~80
운행간격	0.5초~3초	30초~2분
논스톱운행 여부	○	×
분기 여부	○	×
정류장 위치	오프라인	온라인(주선로)
상용화 여부	개념적 수준	상용화
시스템 기술 수준	복합적	단순함

지하철과 비교하여 모노레일의 특징은 표 3과 같다.

도시형 자기부상열차(MAGLEV)

자기부상열차란 전자석의 힘을 이용하여 궤도위에 차량을 일정한 높이로 띄운 후 선형전동기의 추진력을 이용하여 전진하는 교통수단으로, 차량에 설치된 전자석과 레일간에 서로 잡아당기는 흡입력을 이용한 상전도 흡입식과 차량에 설치된 초전도 자석과 궤도에 설치된 유도 코일간에 서로 밀어내는 반발력을

이용한 초전도 반발식으로 구분할 수 있다. 자기부상 열차의 가장 큰 장점은 차량과 궤도간의 접촉이 없기 때문에 소음과 주행저항이 작아 독일, 일본 등에서 고속형으로 개발되었으나, 최근에는 급구배, 급곡선 통과가 가능한 특성을 활용하여 도시 내 교통수단으로 100km/h 정도의 속도를 갖는 시스템으로 개발하여 적용하고 있다. 자기부상 시스템이 다른 교통수단에 비하여 갖고 있는 특징은 다음과 같다.

- 초기투자비용은 많이 들지만 차량과 궤도간의



그림 3 도시운행용 PRT시스템

테마기획 ■ 미래형 도시교통시스템

접촉이 없으므로 소음 및 진동이 작고, 마찰이 없기 때문에 부품교환이 적어 유지관리비용이 저렴하다.

- 전자석이 차량전체에 배치되므로 궤도에 가해지는 충격하중이 작고, 하중이 분포하중으로 작용하기 때문에 궤도의 건설 비용과 보수에 유리하다.
- 추진 및 부상을 포함한 에너지 소비는 100km/h 이하에서는 일반 철도에 비해 크다.
- 궤도와 차량 바퀴간의 접촉력을 이용하지 않으므로 급경사 및 급곡선에 유리하여 도시에서 보다 유연한 노선설정이 가능하다.

Bimodal 굴절차량

신에너지 Bimodal 굴절차량 시스템은 버스의 융통성과 철도의 효율성을 결합시킨 시스템으로서, 전용궤도와 일반도로를 모두 주행할 수 있는 차량이다. 여기에 운영 효율성과 이용 편리성을 제고할 수 있도록 자동 안내시스템, 자동 요금징수 시스템이 적용된다. 차량은 1량에서 2량까지 편성되어 1편성당 80인~270인을 수송할 수 있다. 이를 1시간 1방향당으로 환산하면 5,000인~16,000인에 이른다.

기존도로를 활용하므로 지하철에 비해 건설비용은 10분의 1 수준에 불과하고 지하철과 같이 운행 시

간이 정확하고 이용이 편리하므로 미국과 유럽 등 세계 40여 도시에서 시행되고 있다.

PRT(Personal Rapid Transit)

PRT는 자동차의 편리함을 보유하면서 대기오염과 교통체증 등의 결함을 제거하기 위하여 개발되고 있는 새로운 교통수단으로, 일반적으로 고가안내궤도(elevated guideway)에서 무인으로 운행하는 궤도승용차 시스템을 말한다. 개인대중교통수단, 개인궤도수송시스템, 궤도택시, 스카이택시, 무인자동차 등으로 불리는 PRT는 그림 3과 같이 전용의 궤도 위를 목적지까지 환승, 정차없이 주행하는 첨단 제어장치에 의한 무인운전 시스템으로, 승차인원은 2~6명 정도의 소규모이며 모든 궤도구간과 정거장을 연결하는 네트워크를 구성하여야 한다. 협의의 경량전철과 비교하여 PRT 시스템의 특성은 표 4와 같다.

국내외 기술 개발 현황

경량전철(AGT)시스템

경량전철이 대중교통수단의 하나로서 선진국에서 주목받기 시작한 것은 1960년대부터이며, 전자·컴퓨터 기술의 급격한 발전이 전기 공급·신호체



그림 4 한국형 경량전철시스템

표 5 한국형 경량전철시스템의 사양

항목	세부 항목	사양
형식	차륜형식	고무차륜 형식
궤도	궤간	1,700mm
	최대구배	58%
	최소곡선반경	40m
전원	가선전압	750V DC
차량편성	급전방식	제3계조방식
차량중량	편성단위	2~6량 중결 편성 가능
	공차중량	12ton
승차인원	만차중량	18ton(승객하중 6ton)
	좌석인원	14명
성능	입석인원	43명(3명/m ²)
	최고속도	70km/h (운행최고속도:60km/h)
	가속도	3.5km/h/s
제동	상용감속도	3.5km/h/s
	제동방식	회생제동과 공기제동 병용
대차	형식	고무차륜 1축 대차
	주행륜	가스주입식 고무타이어
	안내방식	4륜 안내식 측방 안내 강제유도식

계·선로 등에 적용되어 1980년대 이후 본격적으로 실용화되기 시작하였다. 일본에서는 1983년 운수성과 건설성에서 '신교통시스템의 기본사양'이 제정되면서 기술 표준이 되었고, 이를 바탕으로 제작된 차량이 일본 전국에서 10여 노선에 적용되고 있다. 프랑스에서는 1970년대 릴(Lille) 시의 새로운 도시개발을 위한 신교통수단 도입을 검토하였고, 이 노선에 경량전철인 VAL(Véhicule Auto-matique léger)시스템을 개발 적용하였다. 현재 주요국가에서 운영되고 있는 AGT는 적용범위에 따라 도심 AGT, 위락시설 AGT, 공항 AGT, 주요 활동지역 AGT 등으로 구분되며 세계 20여 국에서 100여 노선이 건설·운영 중에 있다.

국내에서는 외국기술 도입에 따른 비용 및 운영상 문제를 해소하기 위하여 경량전철 차량 및 시스템 기술에 대한 국내 기술개발이 1999년부터 정부지원 형태로 추진되었다. 이 경량전철기술개발사업은 한국철도기술연구원이 민간기업과 함께 2002년까지 차량, 신호, 전력 등의 시제품 제작을 완료하고, 2005년까지 시험선로 구축 및 시험평가를 완료하여 경량전철에 대한 설계·제작기술과 시스템 운영 기술을 확보할 예정이다.

현재까지 진행된 주요 추진실적은 한국형 고무차륜 AGT 경량전철시스템 개발('04년 12월), 무인운전 종합시험선 건설(위치 : 경북 경산시, 약 2.4km), 도시철도법에 따른 5,000km 예비주행 시험 완료, 개발시스템에 대한 국제안전인증('05년 4월) 및 과기부 신기술 인정('05년 9월)을 취득하였으며 올해 말('05년 12월)까지 시험선에서 종합 신뢰성평가를 완료할 예정이다.

모노레일(monorail)

도시교통수단으로 이용되고 있는 현존하는 최고의 모노레일은 독일 뷔퍼탈(Wuppertal) 시에서 1901년 3월부터 운행된 오이겐 랑겐(Eugen Langen)이 고안한 현수식 모노레일이며, 현재에도 안전하게 운행 중에 있다. 그 후 1960년 2월에 파리 남쪽 오흐레앙(Orléans) 부근의 보단샤투누프에 새로운 방식의 현수식 모노레일의 시험선

1.4km가 건설되었고, 이것을 사페지(SAFEGE)식 모노레일이라 부르며, 일본에 기술이 도입되어 실용화된 현수식 모노레일의 기본형이 되었다.

과좌식 모노레일은 1952년 스웨덴의 그렌(Axel L. Wenner Gren)이 독일의 킬른 근교 후링겐(Fuhlingen)에서 독자적으로 개발한 실물의 1/2.5 축척으로 만든 과좌식 모노레일을 실험하였고, 이를 토대로 1957년에는 동일한 장소에서 1.8km의 실물 크기의 시험선을 건설하여 모노레일의 실용화를 실시하였다. 이것을 알웨그(ALWEG)식 모노레일이라고 하며, 현재 실용화되어 있는 알웨그식 모노레일의 기본형이다. 현재 세계적으로 공항이나 유원지와 같이 단거리로 운행되는 노선을 제외하고 도심 교통문제의 해결을 위해 도입되어 운행되고 있는 노선은 총 14국에 36노선이 운행되고 있다.

국내에서는 도시 교통수단으로 검토가 진행 중인 지역이 있으며, 관광용으로 정선군 동면 화암리 화암관광지 화암동굴에는 지난해 4월 25일 모노레일이 설치돼 운영 중이며, 객차 2량과 총길이 513m의 레일로 이루어져 있다. 이 밖에 설악산, 제주도 등에 관광용으로 추진하려고 하고 있으나, 자연환경 훼손과 생태파괴 등의 이유로 현재 보류중이다.

자기부상열차

도시형 자기부상열차는 일본의 HSST(High Speed Surface Transport)가 공항과 도시를 연결하는 것을 목표로 1974년부터 기술을 개발하였으며, 2005년 세계 최초의 LIM 방식 자기부상열차의 영업 노선(Tobu Kyuryo선 총 연장 8.9km(9역), 최고속도 100km/h)을 개통하였다. 미국에서는 1960년대 개발에 착수하였으나 중단되었다가 1990년대 중반부터 개발을 재개하였으며, 2005년 현재 AMT 사가 버지니아 주의 Old Dominion 대학 내에 실용화 노선을 건설 중에 있다.

국내에서도 1985년 당시 대우중공업(현 : (주)로템)은 자기부상열차 개발에 착수하였으며, 이후 1989년 과기부 주관으로 한국기계연구원과 (주)로

테마기획 ■ 미래형 도시교통시스템

램이 도시형 자기부상열차 개발[UTM(Urban Transit Maglev)-01]에 착수함으로써 본격적인 개발을 시작하여 도시교통시스템으로서 적용 가능성을 입증하였다. 1992년에 일반인이 탑승할 수 있는 모델인 HML-03이 개발되었고, 1993년 대전엑스포 때 엑스포 행사장에 설치되어 많은 사람들이 시험탑승을 하였다. 2003년에는 무인운전이 가능한 110km/h급 2량 1편성 실용화 모델 개발을 목표로 (주)로템이 총괄 주관으로 하여 산자부 중기거점과제인 '자기부상실용화를 위한 모델개발' 사업을 시작하였으며, 현재 신뢰성/안전성 확보를 위한 시험 준비 중에 있다. 이 사업의 결과물을 이용하여 2007년까지 대전국립중앙과학관과 엑스포공원간에 기존 선로를 연장한 1km 정도의 노선을 만들 예정이다. 최근에는 과학기술관계 장관회의에서 대형국가연구과제의 실용화 사업 추진 계획을 검토, 협의하였고, 실용화 시범사업의 예비타당성 조사를 거쳐 최종 추진과제로 선정되어 계획(예산, 노선, 추진체계 등) 수립 중에 있으며, 실용화 시범사업의 주요 연구 및 기술개발 내용은 다음과 같다.

- 기존 기술 보완연구 및 기술 완성, 미비시스템 개발
- 시스템 신뢰성/안전성 확보 및 성능개선 연구
- 시운전 시험 및 운영/유지보수 기술 개발
- 실용화를 위한 법적 기반 마련 및 제도 정비

Bimodal 굴절차량

현재 해외에서는 BRT의 도입이 본격화되면서 첨단 굴절버스에 대한 연구개발도 활발히 진행 중에 있으며, 대표적으로 필리어스(Phileas), 시비스

(Civis), 트랜스로(Translohr) 등이 있다.

필리어스(Phileas)는 Advanced Public Transport Systems에서 제작한 네덜란드 아인트호벤 공항과 도심을 연결하는 2~3량 1편성의 첨단 굴절버스이다. LPG나 디젤엔진을 이용하여 생산 및 저장된 전기를 이용하여 구동모터를 돌리는 하이브리드 동력을 채용하고 있으며, 속도를 줄일 때 발생하는 전기를 다시 저장하여 사용하는 회생제동을 쓰는 등 철도의 장점을 많이 채용하였다. 또한 도로 바닥에 4m 간격으로 설치된 자석에 의해 자동유도가 가능한 미래형 교통수단이다. 시비스(Civis)는 IVECO-Irisbus의 첨단굴절버스이고, 동력은 내부에 장착된 엔진에서 생산된 전기로 달린다. 또한 여건이 될 경우, 전차선을 통하여, 직접 전기를 외부에서 받아서 구동될 수도 있으며, 도로상에 표시된 점선을 통하여 광학적으로 유도되는 첨단 굴절버스로 철도차량의 장점을 최대한 활용한 미래형 교통수단이라고 할 수 있다.

트랜스로(Translohr)는 프랑스의 Lohr 사에서 개발한 첨단 굴절버스이며, 프랑스와 이탈리아 등에서 운행되고 있다. 고무 바퀴를 이용하고, 바닥에 설치된 한 가닥의 중앙궤도를 통해 유도되고, 기본적으로 전차선에서 전기를 공급받아 달리는 방식이며, 대용량 배터리를 이용하여 달릴 수도 있는 유연성 있는 시스템이다.

국내에서도 현재 한국철도기술연구원에서는 건설교통부 주관의 국가교통핵심기술개발사업을 진행하고 있으며, 그 중 '신에너지 Bimodal 저상굴절차량개발' 사업으로 그림 5와 같은 첨단 굴절버스 개발을 추진 중에 있다. 특히 우리나라에 개발하는 도시

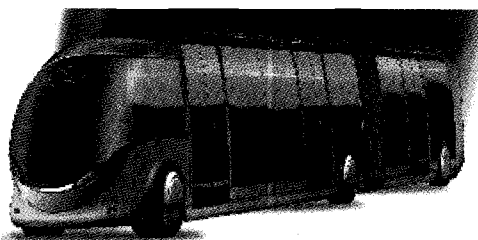


그림 5 신에너지 Bimodal 저상굴절차량

표 6 신에너지 Bimodal 저상굴절차량 사양 및 성능목표

항목	지수	항목	지수
차량 길이(mm)	< 18,500	등판능력(%)	12
차량 높이(mm)	< 3,500	최대 승객수(인)	140
차량 폭(mm)	< 2,500	모터 수(개)	4
지면 공차(mm)	> 150	축 수(개)	6
공차 중량(kg)	< 20,000	주 동력원	PEMFC
0~50km/h(sec)	< 20	연료	수소
최대 주행속도	> 80km/h	주행거리(km)	300

형 연료전지 궤도차량은 동력으로서 연료전지를 사용한다는 데 주목할 만하며, 연료전지는 배기가스가 없는 친환경적인 차세대 동력원으로 주목받고 있다.

대용량 연료전지를 이용한 첨단굴절버스는 선진국에서조차 연구 중인 첨단기술이며 주요한 개발 사항 및 성능목표는 표 6과 같다.

PRT(Personal Rapid Transit)

PRT 시스템은 1970년대 미국에서 많은 연구가 시행되어 세계 최초로 웨스트 버지니아 대학의 학생 통학 및 지역사회 교통수단으로 개발되었다. 1980년대 미네소타 대학에서 John Edward Anderson 교수를 중심으로 하여 Taxi 2000이라는 PRT 시스템 개발을 시작하였고, 1995년에 Raytheon 사는 PRT 2000 시스템을 설계 및 개발하여 시험노선에서 시험을 실시하여 2000년 말에 개발 프로젝트를 종료하였다.

영국에서는 1995년에 Bristol 대학의 ULTra(Urban Light Transport)라는 PRT 시스템의 개발을 착수하여 2003년에 시제차량의 시험을 완료하였고, 2006년에 Cardiff 시에 PRT 시스템으로서는 최초로 상용화될 예정이다. 독일에서는 1970년대에 Hamburg 시의 도시교통시스템으로 Cabinetaxi 시스템이 개발되었고, 1980년대 적용을 하고자 하였으나 예산 등의 문제로 실현되지 못하였다. 그 외 일본, 프랑스 등에서 PRT 시스템의 개발을 진행하였으나 개발비의 과다 등의 여러 가지 이유로 인하여 실용화되지 못하였지만, 미래 교통수단으로서 PRT 시스템의 개발 가능성 및 적용 타당성을 심도 있게 연구하고 있다.

국내에서는 1990년대 초반 민간기업의 주도로 PRT 시스템의 타당성 조사 및 Venture Business 사업화를 추진하였고, 2000년 초반에 포항공대 정보통신연구소와 공동연구를 진행하여 SkyCar 시스템을 개발하였다. 차량(LIM, Braking System)의 설계 및 제작) 및 인프라 구조(전원공급 DC 600 V의 40m 시험선 구축)에 관한 연구가 진행되어 현재 포항공대에 시제차량 및 시험선로가 설치되어 있다.

2005년에 포스코는 교통시스템 개발업체인 VECTUS를 설립하였고 외국의 여러 업체와 협력하여 PRT 시스템을 개발하고 있으며, 2006년 말까지 차량제작 및 시험을 완료하고 2007년 상용화를 추진하고 있다.

도시교통시스템의 개발 방향

도시교통 시스템은 교통문제와 환경문제와의 관련 하에 발전되어 왔다. 국내에서는 대량 수송기관인 지하철이 주요한 도시교통시스템으로 발전되어 오면서 수송수요 처리, 환경비용 저감 등의 측면에서 많은 기여를 해왔다. 그러나 막대한 비용부담으로 인해 지하철을 중심으로 하는 대처방법은 더 이상 적용하기 어렵다. 이런 상황에서 미래형 도시교통시스템은 경제적이고 효율적인 대안으로 주목받고 있다.

일반적으로 대중교통시스템이 발전하기 위한 조건으로 연계수송(동일한 혹은 상이한 수단 간), 서비스의 질(운영간격, 회수, 접근성), 운영 정시성이 언급되고 있다. 그간 버스나 지하철에서도 수단 내부의 서비스의 질을 개선하기 위한 노력이 기울여져서 어느 정도의 성과를 거두고 있다. 버스에 냉방 시설이 도입된 것이 대표적인 예라고 할 수 있다. 그러나 연계수송이나 서비스의 질 측면에서는 해결해야 할 과제가 산적해 있었다. 이런 상황에서 미래형 도시교통시스템은 적절한 대안이 될 수 있을 것으로 판단된다.

현재 개발이 추진되고 있는 미래형 도시교통시스템은 광역구간(바이모달 저상굴절 차량), 중소 도시의 간선 및 대도시 지선구간(경량전철, 도시형 자기 부상열차), 문전수송수단(PRT)으로 투입될 수 있는 특성을 가지고 있다. 이처럼 미래형 도시교통시스템을 수송규모와 특성별로 위계화시켜 투입함으로써 현재 대중교통시스템이 안고 있는 문제를 해결함은 물론, 장래 우리나라 도시가 자동차 의존도가 낮은 대중교통 중심의 도시로 발전하는 데에 기여할 수 있을 것이다. 여기에 미래형 도시교통시스템의 잠재력이 있다.