



경량전철 기술현황



이은규 | 우진산전 기술연구소 소장



The Korea Society for Railway

I. 경량전철 정의 및 분류 체계

경량전철은 비교적 적은 투자비를 가진 전기철도로서 독립되거나 공유한 전용노선을 갖는 도시철도 시스템 (streetcar, trolley car, tramway) 이 알려져 있다.

1. 경역

하지만, 고가구조물 지체에 독립된 전용노선을 갖거나 기존 도로상에 공유노선을 가지며 1종 또는 다량 편성 운행이 가능한 도시전철도 시스템.

2. 분류

고급자동 AGT (Automated Guideway Transit)
 통제자동 AGT
 LIM AGT
 코노레일
 노면전차
 자기부상열차
 PRT (Personal Rapid Transit)

III. 경량전철 시스템의 종류

점차차량 AGT 시스템의 특징		상위 운영 시스템
승객 정원	75 ~ 100명	영국 - 런던 도클랜드 LRV
차량 편성	2량 or 3량 고정편성	태국 - 방콕 AGT
최대 구배	48 %	
최소곡선반경	25~40m	
최고 운영 속도	70~80 km/h	
가선전압	750V, DC	
급전방식	제 3궤조 방식	
차량 형태	철제탄성차량	
운전 방식	수동운전 or 자동운전	
차량 중량	18~27톤/량	

II. 경량전철 시스템의 특징

주요 용역은 시급한 450m~2500m 정도 지하로 버스나 톨게이트와 유사하다.

- 차량이 소량으로 인발 및 구조물관련 공사비용 절감 및 급구배 급곡선 주행성능이 우수함.
- 장대 기술 도입에 의한 무인 자동 운영에 의한 운영 요원의 감축 및 운영비 절감.
- 매연, 소음 및 진동이 적은 환경 친화적 교통수단.
- 동력전달 방식에 따라 다양한 운영시스템에 가능함.
- 도시 경관과의 조화가 우수함.
- 관내시의 비좁음시의 편성조장이 쉽고 이를 통한 통행 소요시간을 줄일 수 있음.
- 차량의 운행 중 실내소음을 저감할 수 있어 승차감 향상 등이 가능함.

점차차량 AGT 시스템

런던 도클랜드 LRV

볼티모어 LRT

피츠버그 LRV

쿠알라룸푸르 STAR LRT

고무차륜 AGT 시스템

고무차륜 AGT 시스템의 특징		해외 운영 사례
승객 정원	48 ~ 110명	프랑스 - 알르시, 오를리 공항 독루즈
차량 편성	2~6량 고정편성	독일 - 프랑크 프르트 마인 공항셔틀
최대 구배	58 ‰	미주 - 마이애미, 시카고공항 콜라리스
최소곡선반경	30~35m	일본 - 동경 임해선 요코하마 Seaside선
최고 운영 속도	70~80 km/h	히로시마 Astram선
가선전압	750V, DC	기타 - 싱가포르 창이 공항셔틀 대만 타이페이 mucha선
급전방식	제 3궤조 방식	
차량 형태	고무타이어 주행륜, 안내륜	
운전 방식	자동 또는 무인운전	
차량 중량	18~19톤/량	

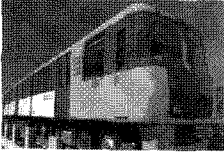
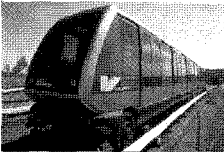
선형유도모터(LIM) 시스템 (사진)




토론토 Scarborough-RT

쿠알라룸푸르 Putra LRT

고무차륜 AGT 시스템 (사진)

히로시마 Astram

알르 VAL





모노레일 시스템

모노레일 시스템의 특징		해외 운영 사례
승객 정원	50 ~ 120명	일본 - 동경, 다마 오사카, 기타규슈
차량 편성	4~6량 고정편성	쇼난, 지바
최대 구배	60 ‰	미국 - 디즈니월드 시애틀
최소곡선반경	50~55m	독일 - 뉘른베르크
최고 운영 속도	65~80 km/h	호주 - 시드니
가선전압	750V, DC	
급전방식	판타그래프 방식	
차량 형태	주행 및 안내륜 고무타이어	
운전 방식	1인 수동운전	
차량 중량	10~16톤/량	

선형유도모터(LIM) 시스템

선형유도모터(LIM) 시스템의 특징		해외 운영 사례
승객 정원	60 ~ 130명	캐나다 - 밴쿠버 Skytrain 토론토 Scarborough선
차량 편성	2~6량 고정편성	미국 - 디트로이트 DMP 휴스턴 인터컨티넨탈공항
최대 구배	58 ‰	일본 - 동경 도영12호선 오사카 7호선
최소곡선반경	50~70m	기타 - 말레이시아 MK II
최고 운영 속도	80~90 km/h	
가선전압	750V, DC	
급전방식	제 3궤조 방식	
차량 형태	고무타이어 주행륜, 안내륜	
운전 방식	자동 또는 무인운전	
차량 중량	14~22톤/량	

모노레일 시스템 (사진)

동경 모노레일

호주 TNT Harbor Link

지바 모노레일

쇼난 모노레일

노면전차 시스템

노면전차 시스템 특징		주요 운영사례	
승객 정원	200 ~ 250명	프랑스 - 스트라스부르크	
차량 편성	1~7량 편성	리옹, 그레노블	
최대 구배	40 %	미국 - 세인트루이스, 포트랜드	
최소곡선반경	20m	LA	
최고 운영 속도	70~80 km/h	독일 - 마크테부르크, 카셀	
가선전압	750V, DC	홍콩 - 톨문	
급전방식	가공전차선 방식	일본 - 히로시마	
차량 형태	철제탄성차륜	오스트리아 - 비엔나	
운전 방식	1인 수동운전	이태리 - 로마	
차량 중량	38.5~51톤/량		

노면전차 시스템 (사진)



스트라스부르크



비엔나



로마



헬싱키

자기부상 시스템

자기부상 시스템 특징		주요 운영사례	
승객 정원	200 ~ 250명	독일 - M-BAHN	
차량 편성	1~3량 고정편성	TR07	
최대 구배	70 %	영국 - 배밍햄공항 셔틀	
최소곡선반경	60m	독일 - 마크테부르크, 카셀	
최고 운영 속도	70~80 km/h	일본 - HSST	
가선전압	750V, DC	한국 - UTM	
급전방식	3계조 방식		
차량 형태	자기부상(리니어모)		
운전 방식	1인 수동운전		
차량 중량	22~30톤/량		

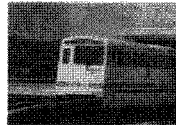
자기부상 시스템 (사진)



일본 HSST-100L



일본 HSST-100S



한국 UTM



독일 M-BAHN

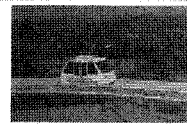
PRT 시스템

PRT 시스템의 특징		주요 운영사례	
승객 정원	3 ~ 50명	미국 - TAXL 2000	
차량 편성	1~3량 고정편성	ROMAG	
최소곡선반경	60m	독일 - MINI METRO	
최고 운영 속도	22~36 km/h	CABIN TAXI	
가선전압	750V, DC	CABLE LINER SYSTEM	
급전방식	3계조 방식		
구동 방식	주행륜/안내륜 (철제 Wire Cable/ 선형유도전동기)		
운전 방식	1인 수동운전		

PRT 시스템 (사진)



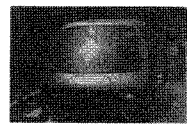
독일 CABIN TAXI



독일 CABLE LINER SYSTEM



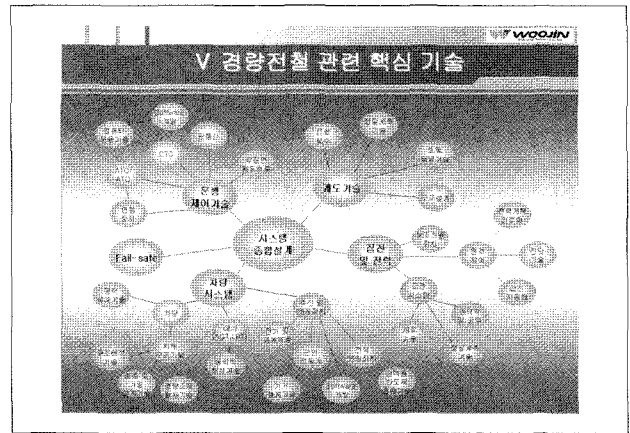
미국 ROMAG



미국 TAXL 2000

IV. 주요 경량전철 사양 비교

구분	차세대차량기	중대차량	고부차량
진동/소음	레일과 차체의 기계적 접촉이 없으므로 진동, 소음이 매우 적음	레일과 차체의 접촉으로 인한 진동, 소음이 많이 발생	고부타이어와 콘크리트 노면과의 접촉으로 진동, 소음이 매우 적음
안전성	차체가 궤도를 감싸고 있기 때문에 궤도 통과 등 심각한 사고 이외에는 탈선 우려가 없음	레일 표면에 차륜이 얽혀서 주행하기 때문에 가벼운 레일 결빙이나 차륜의 결빙으로 탈선 우려	노면에 접촉하는 타이어의 정착력이 우수하며, 안내궤조에 의해 차량의 횡 하중을 견디는 구조이므로 궤도봉개 등 심각한 사고 외에는 탈선 우려가 없음
궤도 구조	경량 차체와 분포하중으로 인해 궤도구조 경량화 가능	무겁고 큰 차체와 집중하중에 따른 견고한 궤도 구조 필요	경량 차체와 분포하중으로 인해 궤도구조 경량화 가능



VI 주요 경량전철 사양 비교

구분	차세대차량기	중대차량	고부차량
부품 교체	회전운동부품이 없으므로 부품 교체가 매우 낮음	회전전동기, 변속기, 차륜, 레일 등 주기적 교체 필요	콘크리트 궤도구조 상 반영구적 사용가능. 기타 소모품을 제외하고는 대부분 부품 교체가 매우 낮음
경사 등반력	60/1000 : 급경사 주행가능	35/1000 내외	60/1000 내외의 급경사 주행가능
곡선 주행력	반경 30m 까지 주행 가능	반경 150m 이내는 무리	반경 30m 까지 주행 가능
가속력	초당 1.0m 정도 가능	초당 0.3m 정도 가속	초당 1.0m 정도 가능

- ### VII 주요 경량전철 사양 비교
- 시스템 통합 설계 (SI)
 - 기술용 인터페이스
 - 설계 및 장치의 가상 시나리오 작성 및 시뮬레이션
 - 시스템의 평가
 - 차량시스템 산출
 - 차량 시스템
 - 차량제어 (공격형식, 구조형식, 경량형 설계)
 - 추진제어시스템 기술 (채동, 추진, 차량제어장치설계)
 - 운영체제
 - 자동/무인운전 기술(ATC/ATO/ATP)
 - 열차 감시 장치 기술
 - 차량 및 전차량
 - 급전 시스템 설계
 - 배다지 차량 제어 기술
 - 궤도 기술
 - 선로, 도둑 구조물 설계 기술
 - 안전도 평가 기술