

경량전철(Light rail transit)의 이해



이안호*



이덕영**



조용석***



권순섭****

우리사회는 교통시설부족으로 인하여 많은 사회적 비용을 지불하고 있다. 이에 따라 꾸준한 지하철, 도로 등 교통시설을 확대하고 있으나 지하철과 도로망 확대 모두 자원 문제로 많은 어려움을 겪고 있다. 따라서 지하철보다는 수송용량은 떨어지나 건설비 및 운영비를 절감 할 수 있고, 도로건설에 따른 도시에서의 용지 확보문제를 동시해결 할 수 있는 경량전철이 계속 심도 있게 부각되고 있다. 본 글은 우리 철도학회 회원들에게 경량전철의 개황과 현재 운영 또는 개발되어 있는 각종 시스템을 소개함으로써 경량전철을 이해하는데 도움을 주고자하여 이 글을 기고합니다.

1. 경량전철의 개요

(1) 경량전철(Light Rail Transit)의 정의

수송용량이 5,000명/시간/방향 ~ 30,000명/시간/방향으로 지하철 차량보다 작은규모로서 일정한 궤도를 따라 주행하는 교통수단을 말한다.

(2) 경량전철의 도입배경

- 대도시에서 노면교통으로는 교통수요처리에 한계가 있어 부득이 대량교통 수송체계를 도입하여야 한다.
- 도시의 지형적여건, 도로여건 등에 따라 다르나 인구가 약 백만명을 넘을 때는 도시철도 도입이 가장 효율적이다.

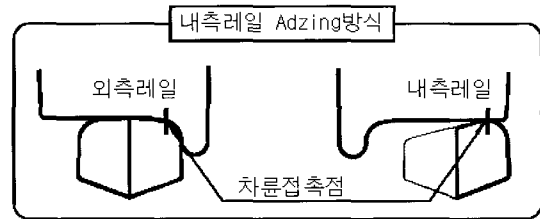
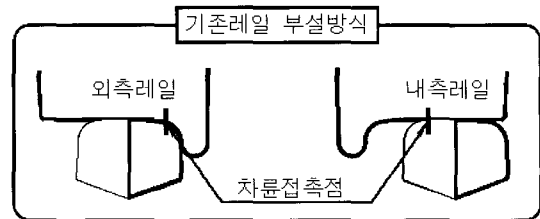
■주■

- 1) * 정회원 한국철도기술연구원/도시철도기술개발사업단/선임연구원/공학박사/기술사
- ** 정회원 (주) 유신코퍼레이션/철도부/기술사
- *** 정회원 (주) 유신코퍼레이션/철도구조부/기술사
- **** 정회원 삼성물산주식회사/건설부문/기술사

- 지하철 건설은 막대한 사업비의 소요, 재원조달의 어려움과 이에 따른 사업 주체의 재정 압박문제가 있으며 일정치 이상의 수송수요를 확보하지 못하는 상태에서는 효율성 문제가 있다.
- 조용하고 대형차량에 비하여 미관적이고, 고가화가 수월하여 건설비가 적게 소요되며 자동운전으로 운영비를 절감할 수 있는 경량전철의 도입이 적극 검토하게 되었다.

(3) 경량전철의 특징

- ① 현대인의 취향에 맞도록 1분 ~ 2분 이내로 짧은 시격의 배차가 가능하여 정거장길이가 기존지하철 및 전철에 비하여 1/2이하로 짧으며, 차량크기, 구조물의 크기가 작아 기존 지하철보다 토목, 건축 등 고정시설비가 적게 소요되는 반면 고도의 제어기술에 의한 완전자동 무인운전으로 시스템 비용이 많이 소요되나 운영비용의 대폭적인 절감이 가능하다.
- ② 버스의 수송용량 1,000~5,000명/시간/방향이고, 기존 지하철이 약 30,000명~70,000명/시간/방향임에 비하여 경량전철은 시스템에 따라서 그 중간용량인 약 5,000명/시간/방향~30,000명/시간/방향으로 중간 수송용량을 갖고 있다.
- ③ 무인 자동운전 시스템의 경우 사령실에서 열차운행을 직접 제어하므로 승객 수송수요 변화에 신속하게 대응할 수 있다.
- ④ 일반 지하철은 동력전달이 원형모터 방식임에 비하여 경량전철은 해당지역의 여건에 따라서 원형모터, 선형모터, 케이블 견인식, 자기 부상식 등 다양하게 운영되고 있다.
- ⑤ 지가가 비싼 도시의 지형에 맞도록 기존 지하철 및 전철에 비하여 구동 축 비율이 많아 급구배, 급곡선 주행성이 우수하여 토목공사비의 대폭적인 절감이 가능하다.



내측레일 Adzings으로 차량의 곡선주행성을 향상시킨 모습

- ⑥ 여객요청의 다양화에 대응
빈도의 다양화, 신속성, 쾌적성, Privacy의 확보, 타 교통 수단보다 문전에서 문전까지 갈 수 있는 교통기관이다.
- ⑦ 가감속 능력이 뛰어나 지하철에 비하여 정거장 간격의 축소가 가능하여 많은 인근 주민에게 경량전철 서비스 제공이 가능하다.
- ⑧ 산뜻한 이미지 제고를 위하여 가능한 방음벽 설치가 자제되어야 한다.
시가지를 교량으로 통과하면서 산뜻한 이미지를 제고하기 위하여 외형적으로 낮은 높이의 구조물이 요구되며 이를 위하여 가능한 방음벽 설치가 자제되어야 하며 부득이한 경우 방음벽높이를 최소화해야 한다.

(4) 경량전철의 종류

경량전철은 노면전차, 모노레일, AGT, 철제차륜형, LIM, HSST(저속용 자기부상열차), 트로리버스, 가이드웨이 버스, PRT, 노-웨이트 등이 있다. 우리나라에서도 계속되는 경량전철 수요에 대비하여 고무바퀴형 AGT, 철제바퀴형, LIM형 등 3개형식을 대표 시스템으로 선정하여 표준화 연구를 진행하고 있다.

(5) 경량전철의기능

경량전철은 도시에서 일반적으로 소규모도시에서는 주간선 교통축으로 이용되고 있으며 대도시에서는 지하철과 연계하여 보조수단으로 사용하고 있으며 연장이 10km 내외인 노선을 운영하고 있다.

독일, 스위스 등 유럽에서는 노면전차가 주축을 이루어 시내교통을 처리하고 있으며, 일본에서는 모노레일, AGT, 리니어모터 등이 다양하게 운용되고 있다.

**2. 철제차륜 경량전철
(Steel Wheel Light Rail Transit)**

가. 노면전차 (Tramway, Street Light Rail Transit)

(1) 노면 전차의 정의

도로 노면과 같은 면에 레일상면이 오도록 부설하고 자동차와 철도차량을 주행시키는 철도를 말하며 통상

전차선으로 급전을 받아 운행하므로 노면전차라고 칭한다. 19세기 말부터 20세기초까지는 도시교통의 많은 부분을 소화하였으나 20세기초부터 도시의 자동차 교통이 증가 일변도로 치달아, 교통정체로 노면전차는 정시성, 신속성 등의 수송 서비스가 열악하게 되어 차차 폐지되었다.

서울시내에도 60년대말 까지 전차가 운행되었으나 도로의 중앙을 주행하는 노면전차의 승객이 정거장마다 도로를 횡단하게 되어 자동차의 주행을 지장을 주어 버스 및 지하철 체계로 전환하고 폐지하였다. 그러나 최근에는 자동차에 의한 환경오염, 도로의 혼잡, 에너지 절감 등으로 노면교통시스템이 서서히 다시 등장하고 있다.

(2)시스템의 특성

① 급곡선, 급구배 주행성

노면철도는 도로에 부설되어 도로망에 지배를 받는

지하철과 경량전철의 특성 비교

항목	지하철	경량전철
구동형태	일반적으로 철제 차륜형태 프랑스에서는 고무차륜이 운행 되고 있음.	노면전차, 고무바퀴, 철제차륜, 자기부상열차, 케이블 Pulling 형, LIM 등 다양한 형태
곡선 주행성	일반적으로 2개 차축인 고정 대차 본선 최소곡선반경이 약 200m내외	Self steering 대차 등으로 급곡선 주행성이 우수함. 최소곡선반경이 약 R=50m내외 (LA 경량전철의 경우 R=30m, 캐나다 Sky-Train의 경우 R=70m)
급구배주행성	최급구배 35%	최급구배 60% 내외
가감속 성능	전체차량중 약 50%가 구동차축으로 가감속 능력이 경량전철에 비하여 떨어지므로 역간거리를 800m이상 유지가 바람직함.	거의 전체차축이 구동차축으로 가감속 능력이 지하철에 비하여 높아 역간거리를 단축시킬수 있음. (VAL의 경우 400m)
분기기	최소번호 8# (리드곡선반경 165m)	철제바퀴의 경우 최소번호 4.5# (리드곡선반경 57m) 차량기지 면적의 대폭적인 축소가능
운전방식	일반적으로 유인운전 방식	노면전차, 모노레일을 제외하고 일반적으로 무인운전 방식
운전시격	최소 2분	최소 1분
수송량	30,000명~70,000명/시간/방향	5,000명~30,000명/시간/방향
건설형태	지하형태가 일반적	도심지에는 지하형태이나 낮은 소음, 진동으로 고가화에 유리
건설비	일반 토목공사비는 고가이나 시스템비가 저렴	일반 토목공사비는 저렴하나 시스템비가 고가임.
운영비	기관사, 검수요원 등 인력이 많이 소요되어 운영비가 높음	운행이 완전자동으로 지하철에 비하여 운영비가 작게 소요됨.
최고속도	80km/h이상	역간거리가 지하철에 비하여 짧아 80km/h이하 임
승강장 설비	유인운전이며 일반적으로 Screen Door가 적용되지 않음.	무인운전으로 일반적으로 Screen Door가 적용됨



리드곡선반경 190'(57m) 탄성형 스위치레일을 사용한 4.5번 분기기

다 따라서 일반지하철 보다는 급곡선, 급구배 주행이 가능하다. 실제 LA경량전철에서는 곡선반경 30m를 장대레일화로 통과하고 있으며 분기기는 4.5#까지 사용하고 있다.

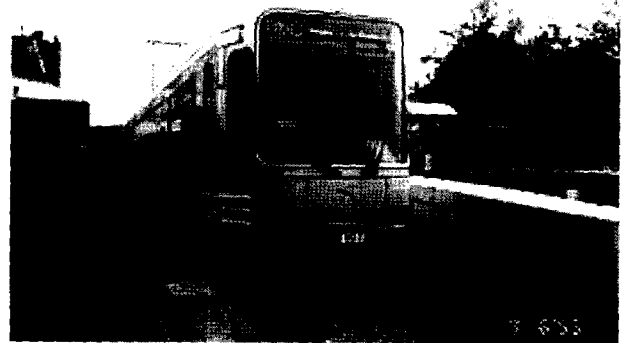
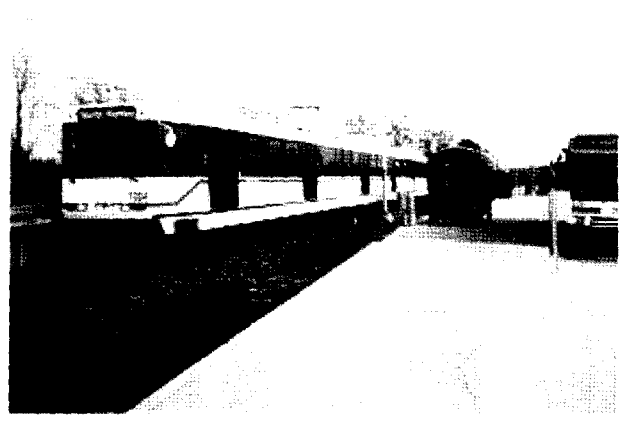
② 낮은 표정속도

노면전차의 표정속도는 도로여건에 따른 캔트 설정량의 제한, 교차로의 신호등, 짧은 정거장간격 때문에 도심지에서는 약 15km/h 정도이다. 최근에는 재래형 노면전차의 기술을 기초로 전용노선의 확보, 고성능 저상차량(SLRT용 차량 : SLRT=Street Light Rail Transit)의 도입에 의해 수송력, 신속성, 정시성, 쾌적성 이라고 하는 서비스 편이 개선되어, 대량 수송기관과 버스의 중간 수송력을 가진 새로운 중량 수송시스템으로서 재생하였다고 말할 수 있다.

③ 저공해성

최근 노면전차가 다시거론이 되고 있는것은 세계 각 도시에서 자동차에 의한 대기오염, 에너지절감을 위한 대중교통의 중요성이 부각되고 있기 때문이다.

- 예) 최근 다시 도입된 프랑스 파리근교의 글루노블 노면전차, 영국 맨체스타의 메트로 링크라인



최근 도입된 프랑스 파리근교의 글루노블 노면전차

● 영국 맨체스타 노면전차

• 영국 런던 대도시권의 남부지역(런던도심에서 약 10km정도 떨어져 있음) 교통혼잡을 해결하기 위해서 노선연장 28km의 Croydon Tramlink 사업이 에 의하여 노면전차가 런던에 복귀한 예 등이 좋은 예이다.

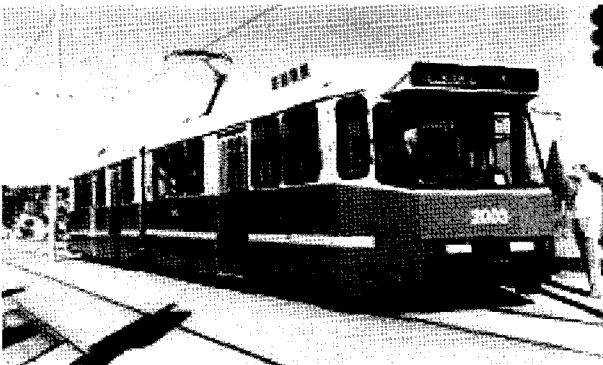
유럽도시에서는 전통적으로 노면전차를 많이 적용되고 있으며 독일 프랑크 푸르트의 경우 광역철도인 S-Bahn, 영국 맨체스타의 메트로 링크라인 전차 우리의 지하철개념인 U-Bahn과 지상에는 노면전차가 유기적으로 연계 되어 시내교통량을 처리하고 있다.

노면전차는 가공선방식을 채택하게되어 도시내 미관을 해치는 경우가 많으며 차량기지 부지확보를 위하여 별도로 심도있게 고려하여야 한다.

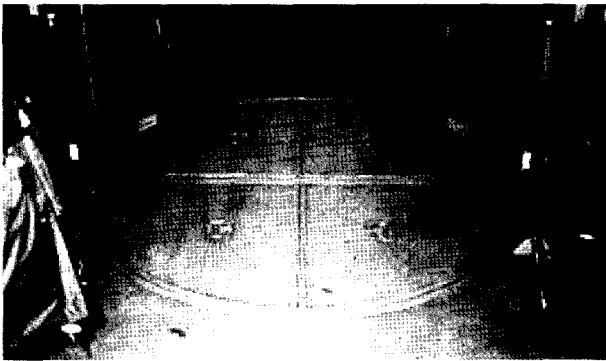
④ 저렴한 사업비

노면전차는 도시내 고속대량 수송철도인 지하철과 비교하여, 수송력, 속도 등은 뒤떨어지지만 도로부지 등을 이용하기 때문에 역설비, 인프라 구조물, 신호보안 시스템이 간단하게 설치할 수 있어, 건설비용을 큰 폭으로 낮추어 건설할 수 있다.

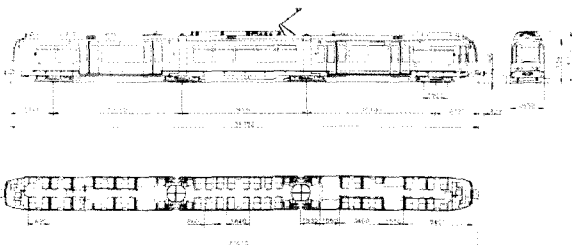
(3) 노면전차 차량



건축한계 확대를 최소화 하기위하여 전면을 사각 처리한 노면전차 차량



노면전차 연결부 실내모습



최근 도입된 프랑스 파리근교의 글루노블 노면전차

노면전차 차량은 1량(Single 차) 또는 2량(Bogie 차)이 있고 연결관절차(연결차 Articulated Car)가 있다. 즉 2대의 차체에 대하여 3개의 Bogie대차를 사용한 중앙의 대차가 2차량의 연결부에 있다. 전면부를 사각으로 처리하는 것은 건축한계에 저축을 최소화 하기 위함이다.

(4) 우리나라도시에서의 적용성 검토

- 차량기지의 확보문제,
- 낮은 도로율,
- 높은 인구밀도 및 높은 차량밀도에 따른 노면교통의 대혼잡,
- 잦은 교차로,
- 낮은 표정속도,
- 자동차에 비하여 낮은 가감속 능력 때문에 교차로 신호의 변환시간 연장 과 이에 따른 성급한 자동차 운전자의 무리한 교차로 주행문제
- 노면 결빙시 전철기의 작동불량 등 때문에 특정지역의 짧은구간 운전에 국한해야 할 것이다.

따라서 노면전차는 교통흐름 특성상 노면전차의 노선축을 중심으로 주요 교통흐름이 형성되는 지역을 중심으로 버스, 택시 등이 연계되는 지역에서의 도입이 바람직하다.

나. 철제 차륜형

대표적인 형식으로는 영국의 도클랜드 경량전철(DLR)을 들 수 있다. 본 시스템은 당초 런던과 도클랜드 지역을 지하철도 연결을 시도하였으나 재원조달 문제로 실패하였으며, 모노레일, 퀘도버스, 고무바퀴 형식 등을 검토한 결과 가장 합리적인 형식으로 경량전철을 건설하기로 결정하였다.



영국 DLR 경량전철

(1) DLR 主要諸員

① 차량의 주요치수

폭 × 높이	2,500mm × 3,400mm
길이(2량단위 고정편성)	28,000mm(2량)
연결기간거리	28,800mm(2량)

② 주요성능

최고운전속도	80km/h
최급구배	48‰
최대가속도	3.96km/h/s
감속도	4.68km/h/s
최소곡선반경	50m 축선 30m
최소운행시격	2.0분
승차정원	164명/2량 3명/m ² 기준 284명/2량 6명/m ² 기준
전력	DC 750V
전력공급방식	제3궤조

③ System의 주요특징

- 전자동 무인운전
- 승객이 단추를 눌러 출입문의 개폐를 조작하는 시스템
- 탄성차륜
- 레일을 이용한 궤도회로 및 전차선 귀선으로 활용

(2) 우리나라 도시에서의 적용성 검토

용량면에서는 일반 지하철차량의 축소형이나 탄성차륜의 채택으로 소음, 진동이 기존지하철보다 적고 차량마다 구동대차가 장착되어 있어 급구배 주행이 가능하여 고가화에 유리하다. 고무차륜에서 설명한바와 같이 시가지 구간은 지하로 외곽지역은 고가구간을 기존지하철보다 확대하는 것이 현실 적이다.

- 정거장간 거리는 고무차륜 형식보다 다소 확대적용이 바람직하며 차량의 수송용량이 고무차륜에 비하여 커서 수송수요가 25,000명/시간/방향 내외인 지역에 적용이 바람직하다.

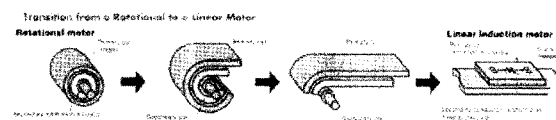
다. 리니어 모터카(LIM)

(1) 시스템의 特徵

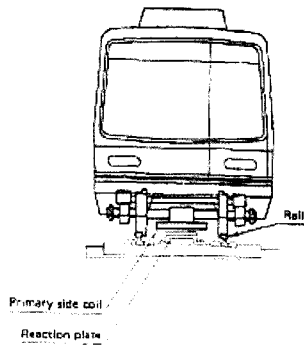
자기부상형 열차와 추진방식이 동일한 개념으로 자기부상열차는 차체를 띄운상태에서 운행하지만 본 리니어 모터카는 차체를 띄우지 않고 일반 철제차륜과 동일한 형태이나, 구동대차가 없고 단지 상부의 하중을 레일에 전달하는 역할만 한다.

따라서 리니어 모터카는

- 차륜직경의 축소에 따른 차량높이 감소를 통한 소요 내공단면의 축소
- 비점착 구동으로 구배 등판능력의 우수
- Self Steering Bogie의 채택으로 급곡선 주행 능력이 우수하고 급곡선 주행에 따른 소음 감소가 가능하여 도시철도 건설비중 약1/2를 차지하는 토목공사비를 현저히 절감시킬 수 있으며 소음을 감소시킬 수 있다.



선형모터의 원리 개념도



주요제원

차량	차량 길이 (축간거리)	상면	전장	최고속도
11.2 700	12000.0 (6000.0 × 2)	4.4 1000	4.0 1000	70 km/h

리니어모터카

LIM과 기존지하철의 제원 비교표

구분	도영 12호선(LIM)	도영 신주쿠선
내경(m)	4.3(69%)	6.2(100%)
외경(m)	5.3(73%)	7.3(100%)
내공단면적(m ²)	14.5(48%)	30.2(100%)
굴착단면적	23.3(53%)	43.6(100%)

LIM의 특성과 계획노선에 대한 적용

LIM의 특성	계획노선에 대한 적용
터널단면 감소에 따른 공사비 절감	일반 지하철차량은 차량의 직경이 견인전동기로부터 동력을 전달받기 위하여 약 800mm 정도가 사용되나 본 리니어모터차량은 차량직경을 약 460mm 까지 축소가 가능하여 터널의 단면을 축소할 수 있기 때문에 본선은 물론 정거장구간을 포함한 소단면화로 건설비 절감이 가능하다.
급곡선 적용으로 사유지보상 면적의 최소화 가능	토지가 비싼 도시에서는 사유지에 영향이 없는 노선계획이 가능함.
급구배 채택가능으로 건설비 절감 가능	정거장, 개착부구간의 굴착심도 최소화 할 수 있고 고가구간에서도 교량의 높이를 최소화 할 수 있어 경제적인 건설이 가능함.
운영비	리니어모터차량은 일반전동차에 비하여 전력비가 많이 소요되지만 고무차륜에 비하여는 전력비의 절감이 가능
저소음	리니어모터차량은 Self Steering Bogie의 사용으로 일반전동차에 비하여 급곡선부에서 발생하는 소음이 없어 인근주민들에 대한 소음피해를 최소화 할 수 있다.

(2) 동경12호선의 주요제원



동경 12호선 차량



대차에 장착되어 있는 선형모타

① 차량주요치수

폭×높이	2,500mm×3,150mm
길이	16,500mm

② 차량성능

최고운전속도	70km/h
최급구배	55%
최소곡선반경	100m
최소운행시격	2.5분
승차정원	승차정원 :147명(선두차량) 6명/m ² 기준162명(중간차량)
전력	DC 1,500V
전력공급방식	가공전차선

대차형식 Self Steering Bogie

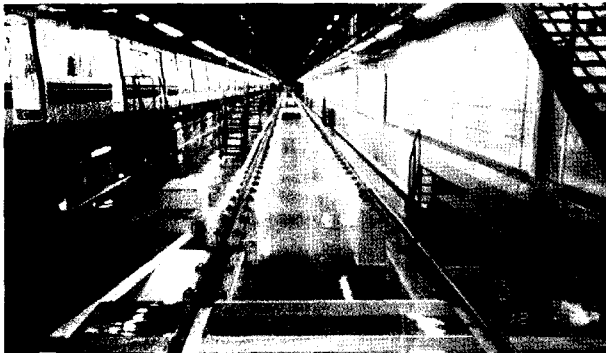
③ System의 주요특징

- 유인운전
- 지하 차량기지 및 크레인에 의한 차량반입
- 차량기지내 분진발생을 방지하기 위한 도막코팅
- 급곡선에서 내측레일 Adzing에의한 주행성 향상
- 리액션 플레이트의 동판과 알루미늄판의 혼용

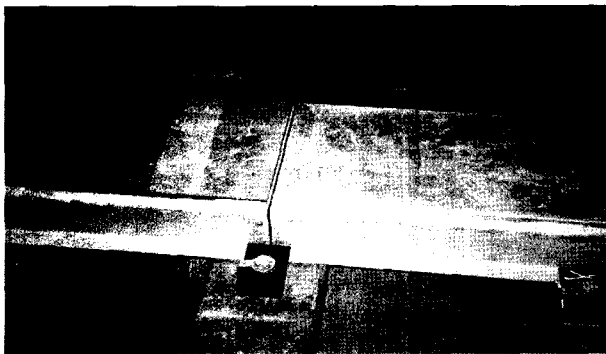
- 동판 : 상구배, 정거장 알루미늄판 : 하구배, 차량기지
- 가공 전차선 방식
- 전구간 지하시공
- 열차운행중 발생하는 열처리 문제가 특별히 검토되어져야 함.



차량을 지상에서 크레인으로 반입하기 위한 반입구



분진발생 억제용으로 바닥면을 도막 Coating 한 모습



하구배에서 동판과 알루미늄 Reaction Plate의 경계부

Flexibility

Using non-adhesion driving.

The Linear Metro is capable of traveling very steep gradients and is virtually unaffected by weather conditions.

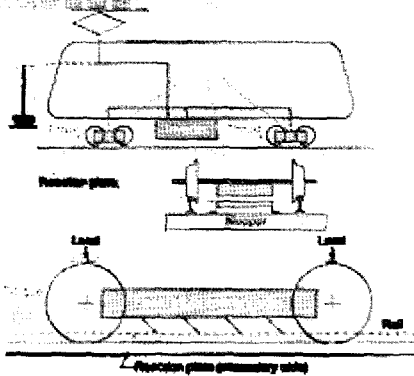
The Linear Metro obtains its propulsion by the attraction and repulsion between linear motors mounted on the bogies and reaction plates fixed to the track. This system is called the non-adhesion drive system, whereas the drive system which is propelled by wheel rotations transmitted to the rails is called the adhesion drive system.

- The Linear Metro accelerates and decelerates rapidly.
- The Linear Metro is capable of traveling steep gradients as long as it can secure adequate propulsion.
- The Linear Metro is unaffected by weather conditions (heavy rain and snow).
- The Linear Metro saves labor in maintenance (reduced rail maintenance).

Compare non-adhesion drive systems (Linear Metro) and adhesion drive systems (conventional subway)

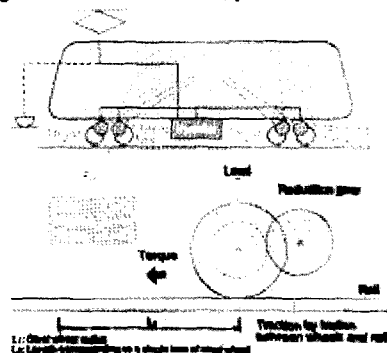
Non-adhesion drive system

The attraction and repulsion of linear motor magnets drive the car.



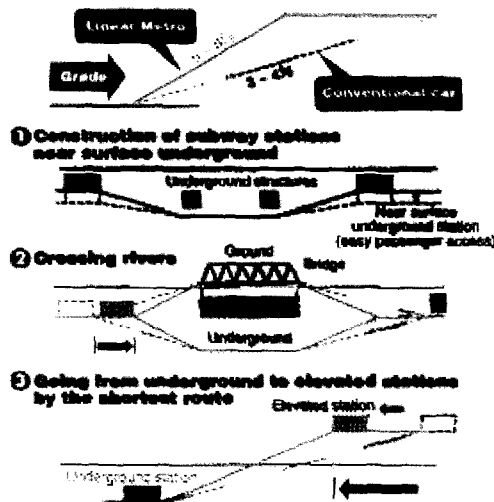
Adhesion drive system

The friction between the wheels and rails drives the car. Since the wheels are rotated by electric motor, excessive rotating force causes the wheels to slip.



Flexible route planning (implementing shortest-route plans)

Since the Linear Metro is capable of traveling gradients as steep as 6% to 8%, it permits planning a route with efficiently connected destinations.



① Going from underground to ground stations or car sheds by the shortest route



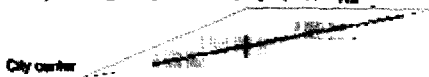
② Underground structures (shortening tunnels deep underground)



③ Crossing ground railwayroad (reducing all ground structures)



④ From city center to hills in suburbs (route planning adapted to topography)



Freedom

Small-diameter wheels and a short wheelbase help the Linear Metro travel through sharp curves safely and easily.

The Linear Metro, driven by flat linear motors, needs no complicated drive units such as induction motors, beneath the floor. This lowers the floor height, which in turn allows the small-diameter wheels and short wheelbase and various new technologies. The result is the Linear Metro is capable of traveling even sharp curves safely and easily.

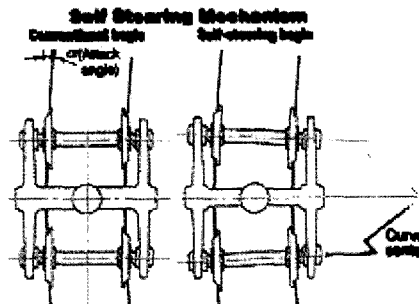
- Compact bogie configuration with small-diameter wheels and a short wheelbase

In addition, through the application of diverse new technologies, reduction of creating noise level and prevention of corrugation to the rail have been made possible.

- Self-steering – the axle direction changes according to the curve structure
- Asymmetrical adzing of rail top, rail lubrication, etc.

The Linear Metro travels through sharp curves safely and easily.

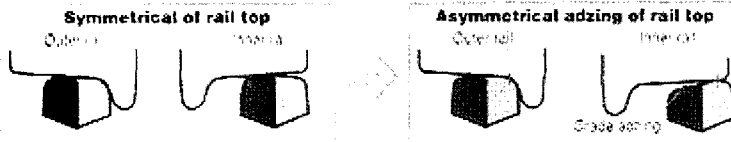
The self-steering function simplifies the structure of the induction motor bogie.



① Outer tracks allow for a large difference in diameter between the outer and inner wheels; Stable front/rear splay (sole support structure)

② The creep force (produce when a wheel slips on the rail) between wheel and rail directs the axle toward the curve center.

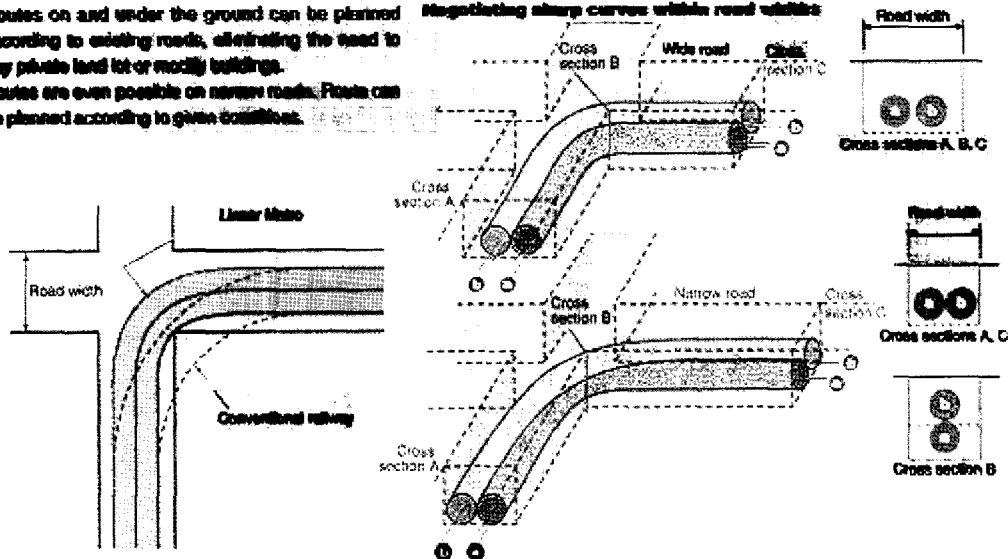
③ Obtaining the difference in diameter between the right and left wheels on the inner and outer rails within the curve



Flexible route planning.

- Routes on and under the ground can be planned according to existing roads, eliminating the need to buy private land lot or modify buildings.
- Routes are even possible on narrow roads. Routes can be planned according to given conditions.

Negotiating sharp curves within road widths:



Reduced costs

Shorter than an ordinary subway car by 30 cm, the Linear Metro uses limited space more effectively.

The Linear Metro, driven by flat linear motors, does not use complicated conventional drive units, or ordinary induction motors, which take up a large space under the floor. This lets the Linear Metro use smaller-diameter wheels, which in turn makes it possible to lower the car floor and make the car more compact. This is how use of the Linear Metro makes it possible to reduce tunnel cross sections, while supplying nearly the same interior height for passengers as conventional subway cars. It also minimizes the impact on the landscape.

Advantages of lowering the car floor

Underground

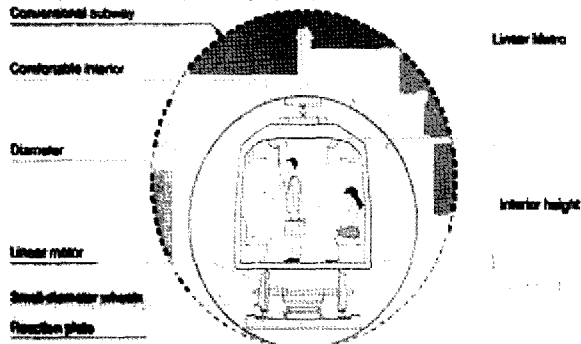
- The tunnel cross section can be reduced, cutting the cost of tunnel construction.
- Even though the car height is 30 cm smaller, the car interior is more comfortable and spacious than that of conventional subway cars.

On the ground

- Less impact on the landscape.

The Linear Metro has nearly the same ceiling height as conventional subway cars.

Example of a subway pantograph system

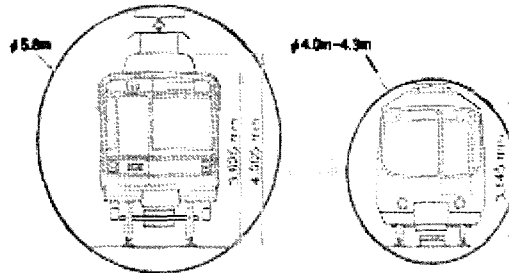


Cutting the costs of tunnel construction

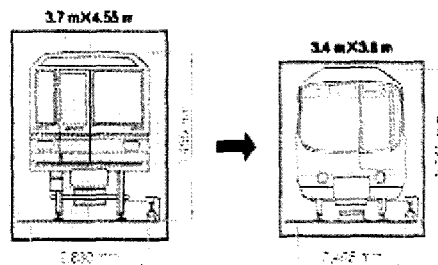
The tunnel cross section is about one half of that required for a large subway.

Compared with conventional subway cars, the Linear Metro car (16-m model) is 30 cm smaller in floor height. The tunnel cross section is about one half of that required for a large subway car.

Example of round shield tunnel



Example of square tunnel



	12-m model	16-m model	20-m model
Interior height	2.1 m	2.2 m	2.2 m
Interior width	0.7 m	0.8 m	1.1 m
Interior depth	520 mm	610 mm	860 mm



New Technology

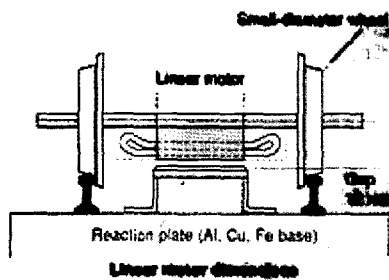
New technologies supporting the Linear Metro

In order to impart higher efficiency, higher performance, and a higher degree of safety to the Linear Metro, the latest developments in technology, including power electronics and microelectronics, are incorporated, not only in the drive system, but in every part of the Linear Metro.

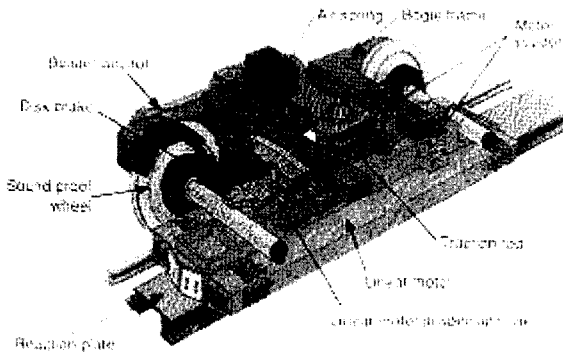
Drive system

Linear motor (development of bogie frame-mounted primary linear motor)

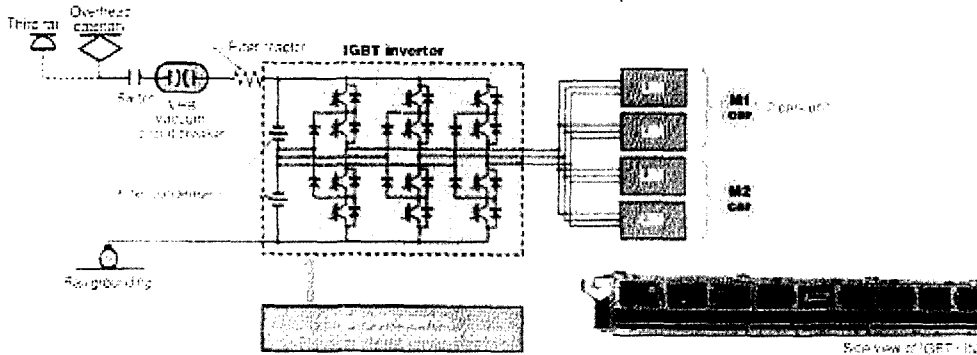
Development of the linear motor



Relationship between linear motor and bogie



Traction circuit system (use of IGBT 3 level inverter reduces size, weight, and noise)

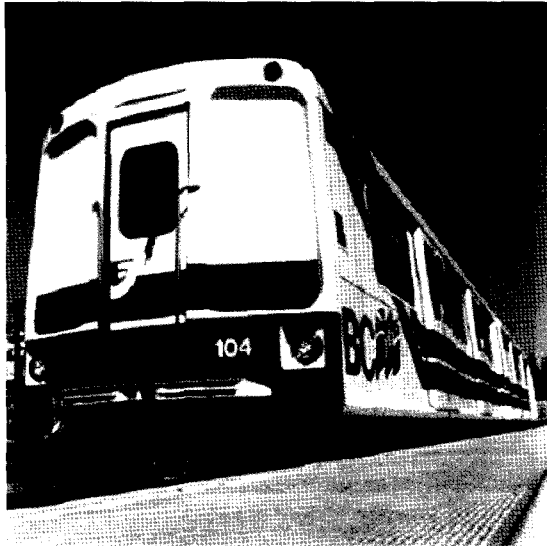


Power electronics, microelectronics, information control

<p>300V / 1500-1000 A GTR</p>	<p>100V / 400-500A, 3000-10000 VA IGBT</p>		
<p>Microelectronics (microcomputers)</p>	<p>16 bit microcomputer</p>	<p>32 bit microcomputer</p>	<p>64 bit microcomputer</p>
<p>Automatic operation and information control</p>	<p>ATC, Fuzzy ATO, Train information transmission control (ATT), Free-space optical communication system (Platform image monitoring, data transmission)</p>		

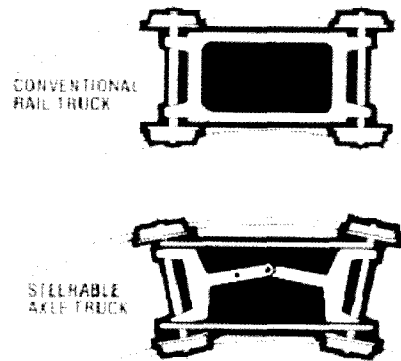
(3) 캐나다 밴쿠버 Sky Train 주요제원

전력공급방식 제3궤조
 대차형식 Self Steering Bogie



캐나다 밴쿠버 Sky Train 차량

③ System의 주요특징



Self-Steering 기능을 갖춘 Sky Train 대차

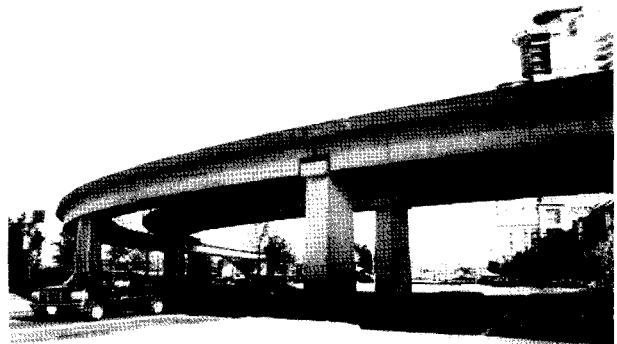
① 차량주요치수

폭	2,500mm
길이	12,700mm(연결기간 거리)
높이	3,125mm
레일면~차량면	790mm

- 무인운전
- 급곡선에서 내측레일 Adzing에 의한 주행성 향상
- 알루미늄판을 이용한 리액션 플레이트
- 고가교량에 R=70m까지 전구간 장대레일화

② 차량성능

최고운전속도	100km/h
최급구배	60%
최소곡선반경	본선 : 70m(적용치 기준)
최소운행시격	120초
승차정원	좌석35 + 입석4명/m ² (47명) = 82명/량
	좌석35 + 입석6명/m ² (71명) = 106명/량
	좌석35 + 입석8명/m ² (95명) = 130명/량
	전력



30m+30m 2경간 연속이며 중앙교각은 거어더와 일체화형 양단은 가동단을 사용 R=70m 까지 장대레일화 한 Sky-Train-Line 교량형식

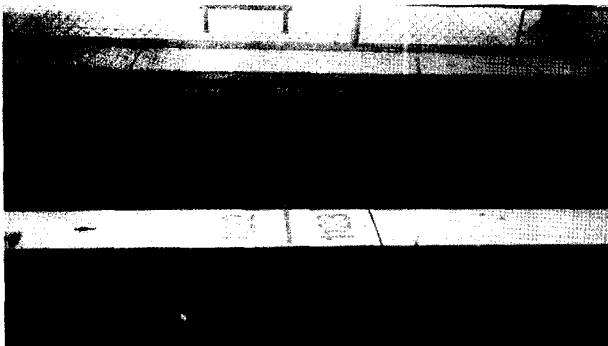
- 자동차를 이용한 검사고로 부티의 차량 반출
- 가동노스 크로싱
- 열차운행중 발생하는 열처리 문제가 특별히 검토



소음, 진동 감소를 위하여 채택한 노스가동 크로스

되어져야 함.

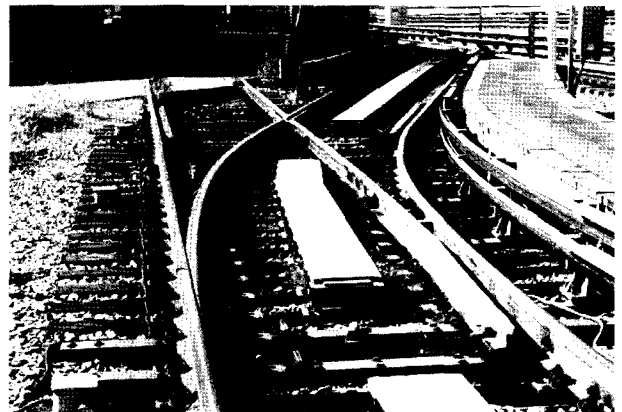
- 리액션 플레이트를 이용한 제어장치
- 2개의 제3계조 (급전선, 귀선 각1개)
- 차륜 등 주요부품외에는 알루미늄 재료사용
- 중량이 낮아 침목간격이 크다.



리액션 플레이트에는 25m마다 설치한 Signal Block



기존 철도터널을 위·아래로 통과되도록 개량한 Sky Line



분기기 구간에 Reaction Plate를 붙인 모습

(4) 우리나라 도시에서의 적용성 검토

용량면에서는 일반 지하철차량의 축소형이나 차륜이 직접구동하지 않고 Self steering bogie의 채택으로 소음, 진동이 기존지하철보다 적고 Bogie마다 LIM이 장착되어 있어 급구배 주행이 가능하여 고가화에 유리하다. 특히 차량의 높이가 낮아 지하화구간에서는 터널의 굴착단면을 축소할수 있다. 지하구간이 많은노선이나 고가이면서 지형에 기복이 많은 지역에 적합하다. 시스템의 특성상

- 정거장간 거리는 고무차륜 형식보다 다소 확대적용이 바람직하며 수송 수요가 20,000명/시간/방향 내외인 지역에 적용이 바람직하다.
- 리액션 플레이트에 눈이 쌓이면 기능이 저하되므로 적설대책이 수립되어야 한다.

〈다음호에 계속...〉