

# 대구도시철도 3호선 모노레일 시스템 소개



**정공훈**  
대구도시철도공사 경전철사업처 기술관리부장  
hun04260@hanmail.net

## I. 머리말

대구도시철도 3호선은 대구지역의 동서축으로 운행되고 있는 기존 1, 2호선과 연계망을 형성하고, 남북축 지역인 북구 칠곡지역 및 수성구 범물지역의 도시 교통난을 해소하기위하여 국내 처음으로 모노레일 시스템으로 건설되었다.

총 공사비는 1조 4,913억원이 투입되었으며, 건설연장 23.95km(영업 23.1km), 30개역 2가지(칠곡차량기지, 범물주박기지)를 2009년에 착공하여 2015년 4월 23일에 개통하여 현재 운행중이다.

## II. 대구도시철도 3호선 시스템

### 1. 경전철 특징 및 종류

#### 1.1 경전철 특징

가. 교통계획 측면에서 버스와 기존 중량전철의 중간 정도의 수송용량(5천~3만명/시간)으로 대도시의 보조간선

이나 중소도시의 간선에 노선계획이 가능하다.

나. 건설비 측면에서 차량규모가 작은 만큼 터널, 교량 등의 단면적 감소와 그에 따른 하부구조의 토목공사비를 절감 할 수 있다. 즉 중량전철에 비해 터널굴착면에 40%, 고가구조물은 평균 45%정도의 공사비 절감이 가능하다.

다. 운영측면에서 경전철 시스템은ATC(Automatic Train Control), ATO(Automatic Train Operation), ATP(Automatic Train Protection)등의 첨단자동화설비로 무인 자동운전이 가능하며 혼잡시간대 차량 증차가 용이하고 자동운전 및 무인역사 운영이 가능하여 기존 도시철도에 비하여 약 50%이상 운영인력의 감축이 가능하다.





라. 이용자 측면에서 운행시간과 배차간격을 최소화 시키므로써 총 통행시간을 단축시킬 수 있고 등판능력, 곡선 반경 등이 기존 지하철에 비하여 탁월하므로 이용자를 가장 가까운 곳까지 수송할 수 있다.

마. 전기동력을 이용하기 때문에 환경오염을 줄일 수 있고, 고무타이어 및 선형모터 등의 활용으로 소음, 미세먼지 발생도 기존 지하철보다 작다.

#### 1.2 경전철 종류와 국내운영현황

가. 구동방식이나 차량의 특성 등을 고려하여 다음과 같이 분류할 수 있다.

대중 교통수단	수송능력(명/시간)
버스	5,000명 이하
중량전차	5,000~30,000명
경전차	30,000~80,000명

 <p><b>모노레일</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 하나의 궤도빔에 고무바퀴가 빔을 감싸안고 주행하는 방식             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 과좌식(모노레일 위), 현수식(모노레일에 매달려 운행)</li> </ul> </li> <li>● 도심미학 측면 유리, 건설비 저렴, 소음·진동 적음</li> <li>● 대구, 울미도, 쿠알라룸푸르, 오키나와, 오사카 등</li> </ul>
 <p><b>AGT</b> Automated Guideway Transit</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 콘크리트 주행로 또는 궤도레일을 안내궤도에 따라 유도되어 운행             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고무차륜 : 전세계적으로 광범위하게 운행, 소음,진동 적음</li> <li>- 철제차륜 : 최소곡선 반경이 비교적 큼, 소음,진동대책 필요</li> </ul> </li> <li>● 고무차륜(부산,의정부,동경,싱가폴) , 철제차륜(김해,우이신설, 런던)</li> </ul>
 <p><b>LIM</b> Linear Induction Motor</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 선형유도모터를 사용, 리액션 플레이트 사이의 전자력으로 운행</li> <li>● 열차 정위치 정차 우수, 중·장거리 노선 적합</li> <li>● 용인, 뉴욕, 밴쿠버, 쿠알라룸푸르</li> </ul>
 <p><b>자기 부상</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 차륜없이 차체가 전자석의 반발과 흡인에 의해 부상하고 리니어 모터에 의해 추진</li> <li>● 인천공항, 나고야</li> </ul>

나. 국내 경전철 운영현황

구분	용인경전철	부산4호선	부산~김해경전철	의정부경전철	대구3호선
사업연장	18.1km	12.7km	22.9km	11.1km	23.95km
역	15역	14역	21역	15역	30역
차량시스템	LIM	AGT (고무차륜)	AGT (철제차륜)	AGT (고무차륜)	모노레일
차량편성	1량1편성	6량1편성	2량1편성	2량1편성	3량1편성
운영	위탁 볼바디어 (캐나다)	직영 부산교통 공사	위탁 (서울메트로+ 부산교통공사)	위탁 (인천교통공사)	직영 (대구도시철도공사)
투자방법	민자	재정사업	민자	민자	재정사업
개통시기	2013.4월	2011.3월	2012.9월	2012.7월	2015.4월

2. 모노레일(Monorail) 시스템

2.1 모노레일 정의와 특성

가. 모노레일(Monorail)이란 PC빔 또는 강형으로 제작된 하나의 주행로 위 또는 아래를 주행하는 방식으로, 주행로 위를 주행하는 시스템을 과좌식 모노레일(Straddled Type)<sup>1)</sup>, 주행로에 매달리는 시스템을 현수식 모노레일(Suspended Type)<sup>2)</sup>이라고 한다.



〈그림 1〉 과좌식 모노레일

1) 과좌식 모노레일 : 일본 오사카, 기타큐슈, 말레이시아 쿠알라룸푸르, 대구도시철도 3호선 등  
 2) 현수식 모노레일 : 일본 지바, 쇼난, 독일 부퍼탈 슈베베반 등

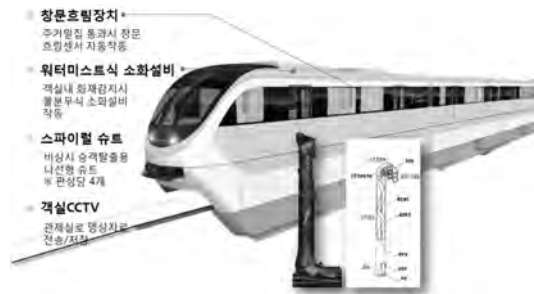


〈그림 2〉 현수식 모노레일

나. 모노레일 형식별 특성

구분	과좌식 모노레일	현수식 모노레일
곡선	최소 곡선반경에 제약이 있음 (차륜과 주행로와의 관계, 승차감 등) 캔트 <sup>3)</sup> 설치 가능	급곡선 통과 가능 (대차 구동장치에 작동기어 사용)
기후 영향	주행면이 노출되어 기후 영향을 받기 때문에 강설시 미끄럼 방지 조치가 필요함.	차륜의 주행면이 덮여 있기 때문에 기후의 영향을 덜 받으나 주행면이 강제로 되어 있기 때문에 기상에 변화를 고려하여야 함.
도로 교통 안전성	주행로 위를 주행하기 때문에 주행 하는 차량과 영향이 없음. 차량 하부가 스커트로 감싸고 있는 형식이나 부품이 낙하할 수 있음.	건축한계를 침범하는 차량과의 충돌 가능성이 있음. 차량부품이 주행면 내부에 있기 때문에 도로상에 직접 떨어지는 경향은 없음.
건설	직선구간은 콘크리트빔, 급곡선 또는 장경간 구간은 강재빔으로 건설	구조물 자체가 강재로 건설하는 것이 일반적임
유지 보수	기본적으로 유지보수가 유리함	신호, 전력 Cable등이 주행면 내부에 있기 때문에 유지보수가 어려운 단점이 있음.

- 2) 차량편성 : 3량(MC1-M-MC2), 총 28편성, ※정원 265명
- 3) 차량제작 : 일본 히타치 차량-우진(주)제작조립
- 4) 차량속도 : 최고 70km/h(성능 80km/h), 표정 29km/h
- 5) 차량규모 : 46.2m(연결기 포함)×2.98m×5.28m (1량15m)
- 6) 주요특징
  - 전기 동력에 의한 고무타이어 구동방식으로 소음 낮음
  - 경량 알루미늄 차체
  - 최첨단 안전 시스템 탑재



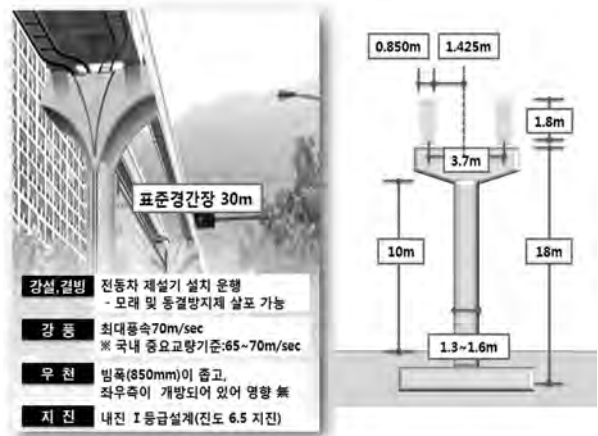
나. 구조물 및 설비

- 1) 교각 및 본선 구조물 : 교각과 보(Beam) 형식
  - ※ 상부구조 : 슬래브가 아닌 폭 850mm의 보 형식

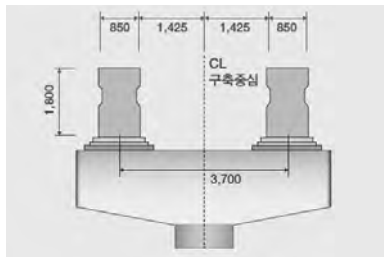
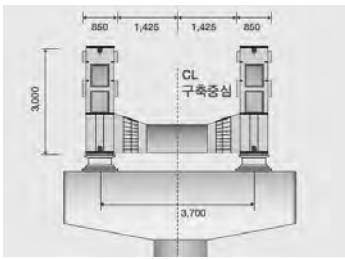
2.2 대구도시철도 3호선 모노레일 시스템

가. 차량시스템

1) 차량형식 : 과좌식 고무타이어 모노레일



3) 캔트(cant) : 철도선로에서 곡선부의 열차주행을 원활하게 하기 위해 선로의 경사를 조정한 것, 즉 선로를 내측레일로 기울인 것

구분	PSC 궤도빔	강제 궤도빔
단면도		
적용	표준구간(R≥200)	장경간 및 급곡선(R<200)
경간장구성	일반구간 30m(단경간)	교차로구간 최대 60m

2) 역사 특징

- 30개역 : 환승 2개역(명덕- 1호선 환승, 신남-2호선 환승)
- 역간거리 : 평균 800m, 최소 609m, 최대 1,100m
- 역구조 : 지상(3층, 높이22m), 대합실(평균750㎡), 승강장(상대식 43.5m)


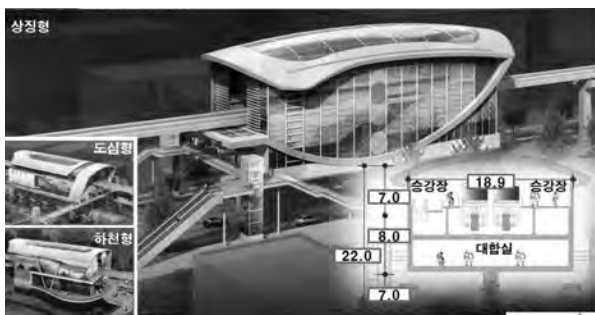
- 측면 접촉 방식의 강제복선식 전력공급(1500V)
- 변전소와 변전소사이에 급전구간 구분장치반 설치(사고구간 축소)

4) 승강설비

**엘리베이터/에스컬레이터** [ 전 역사 엘리베이터, 에스컬레이터 설치 ]


- 엘리베이터 : 103대(평균 3.8대/역)
- 에스컬레이터 : 172대(평균 5.8대/역)

평균시간 : 1.5분 [ 1,2호선 : 2-3분 ]

2.3 안전대책


가. 무인운전 안전전략

<b>승객안전관리</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 스크린 도어 1난간형</li> <li>▶ 역사, 플랫폼 내 CCTV 설치 (실시간 승객 모니터링)</li> </ul>	<b>차량고장 · 사고대비</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 원격감시, 재기동</li> <li>▶ 안전요원 배치</li> <li>▶ 전동차 배정용, 간냉판, 스프레이슈터 등</li> </ul>	<b>고장·장애 발생시</b>
		<b>level 1.</b> 관제 원격제어 ※ all control
		<b>level 2.</b> 현장 재기동 ※ 안전요원개입
<b>무인 열차제어</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 열병영통신연계 ↔ 열차승객</li> <li>▶ 열차 운행, 고장정보 → 관제 자동 전송</li> </ul>	<b>기타 사항</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>▶ 긴급 정회배턴</li> <li>▶ 열차 비상정지버튼(ESB)</li> <li>▶ 관제 역 심미 원격제어 (역사터, 소방설비 등)</li> </ul>	<b>level 3.</b> 수동조작 및 구원운전 ※ 운전유자격자투입

3) 전차선 및 전력공급

궤도빔 좌,우 측면에 강제 전차선 설치 = 차량 집전장치와 접촉하여 전기 공급

가선방식 및 정격전압 : 강제복선식 가선방식, DC1,500V



**전차선**

**전력공급**

```

    AC22.9kV → 연립변전소 → AC22.9kV → 정류용 변압기 → DC1,500V 전차선
    AC22.9kV → 수전변전소(역 전기실) → AC22.9kV → 고배율 변압기 → AC380/220V 역 설비
    AC22.9kV → 연립변전소 → AC22.9kV → 정류용 변압기 → DC1,500V 전차선
    
```

변전소8 [역 전기실 통합형] : 수전4, 연립4

※ 1,2호선 : ① 변전소/역전기실 분리형 ②역전력공급 22.9kV ⇒ 6.6kV ⇒ AC380/220V

나. 차량 안전설비

1) 화재관리

- 가) 내화관리 : 실내 내장재 불연성 재질
- 나) 소화설비 : 고압 물분부 시스템(Water Mist)



2) 비상시(화재) 열차 탈출

- 가) 나선형 스파이럴 슈터(Spiral Chute) 이용
  - 설치 수량 : MC차량 운전 전 · 후방 좌우 1개소씩 편성당 4개



※ 비상상황시 스파이럴 슈터 이용이 불가능한(장애인, 노약자) 경우 소방서 등과 승객구조 협력체계 구축

- 나) 다른 열차로 대피 : 출입문에 건넌판 설치하여 건너편 열차로 대피



- 3) 차량 고장시 구원 : 구원 차량에 연결되어 푸쉬-풀운영(push-pull operation)으로 가장 가까운 정거장으로 운행
- 4) 차량내부 CCTV설치 : 종합관제에서 열차상황 실시간 모니터링

나. 역사 안전설비

- 1) 전 역사 스크린도어 설치(난간형 반스크린 도어 H=1.2m)
- 2) 역사 비상인터폰 설치 : 호출시 종합관제, 관리역 연결



다. 동절기 대책 및 궤도 안전설비

1) 동절기 폭설, 결빙시

■ 동절기 폭설,결빙시



2) 궤도 안전설비

- 가) 내풍 설계기준 : 최대풍속 70m/sec (풍향풍속계 4개소 설치)


※ 국내 중요교량기준 : 65 ~ 70m/sec

- 나) 지진 : 내진 I 등급으로 건설

3. 맺는말

국내 최초로 도입 · 운영중인 대구도시철도 3호선 모노레일 시스템은 상판이 없는 빔 구조로 구조물이 슬림(slim)하고 심플(simple)하여 도심지 공간활용 증대와 열차 승차시 개방감과 조망감이 우수하여 지역사회의 랜드마크로 부상되고 있다.

아울러 모노레일 시스템의 안전확보와 효율적인 운영을 위하여 첫째, 시설물의 개선사항을 건설 초기부터 적극 반영하여 개통 후 고장 장애발생을 최소화 하기 위해 노력하였고, 예상되는 장애에 대비하여 유형별 대응 매뉴얼을 완비하였으며, 둘째, 전 운행 열차에 기관사 자격을

보유한 안전요원을 배치하여 비상정차등 운행장애 발생 시 신속히 대처하고, 역사에도 전문 기술직을 역무인력으로 투입하여 비상시 즉시 대응이 가능하여 시민들이 안심하고 이용하도록 하였으며, 셋째, 1인 복합업무 수행, 비숙박 순회 근무제 도입, 전문기술직으로 역무인력 배치등 일하는 방식의 패러다임 변화로 효율적인 운영을 꾀하고 있다. 

♣ 참고문헌

- [1] 대구도시철도 3호선 건설기본설계 보고서 대구광역시도시철도건설본부, 2008.6
- [2] 경전철의 계획 및 설계 - ㈜동명기술공단
- [3] 국내 환경에 적합한 경량전철시스템 선정에 대한 연구

