

## 한국형 경량전철시스템 기술 개발

이 글에서는 친환경적이면서 버스와 지하철의 중간 규모인 새로운 도시철도 교통수단으로 개발 중인 한국형 경량전철시스템 기술개발 내용에 대하여 소개하고자 한다.

이 안 호 | 한국철도기술연구원 경량전철연구팀장  
이 정 식 | (주)우진산전, 상무이사

e-mail : ahlee@krri.re.kr  
e-mail : jslee@wjjs.co.kr

일반적으로 경량전철(medium capacity rapid transit)은 차량 규모나 수송 인원이 기존 중량전철(지하철)보다 작으나, 버스보다는 큰 도시철도이며 보통 2,000명~3만 명/시간 · 방향의 수요를 처리할 수 있다. 무인자동운전 등 첨단기술을 사용하여 '새로운 교통수단'으로 표현된다. 경량전철에 대한 구체적인 법적 정의를 없지만, 도시철도법에 규정된 '도시철도'의 개념에 포함되어 있으며 전 세계적으로 50여 국에서 350여 종의 경량전철시스템이 운행되고 있다.

경량전철시스템의 특징은 타 교통수단에 비해 교통수요 처리 능력이 뛰어나고 편성 및 시격조정이 용이하여 탄력적인 운행이 가능하다. 노면 또는 고가구조로 건설할 수 있어 지하철에 비해 공사비가 절감되고 공사기간의 단축으로 대국민 서비스를 앞당길 수 있다. 또한 무인자동운전 등 첨단기술 사용, 소음 및 대기오염감소, 접근성 향상, 토지효율성 확대 등 환경친화성이 높다. 따라서 경량전철은 대도시 지하철의 지선, 중소도시의 간선, 공항이나 항만의 접근 수단 및 환경을 파괴하지 않고 지방자치단체의 문화적 이미지까지 반영할 수 있는 관광지 등에 유용한 시스템이라 할 수 있다.

우리나라에서도 이러한 특징을 고려하여 복잡한 현대 도시에 친환경적이면서 버스와 지하철의 장단점을 보완한 중간 규모인 새로운 도시철도 교통수단인 경량전철의 필요성이 대두됨으로써 한국철도기술연구원(이하 KRRI)에서는 신뢰성과 안전성 그리고 경제성을 갖춘 한국형 경량전철시스템 기술개발 및

보급을 목표로 경량전철시스템기술개발사업을 1999년에 착수하였다. 총괄연구기관으로서 2005년까지 7년 동안 50여 개의 산·학·연(우진산전, 포항산업과학연구원, 현대중공업, 효성중공업, 포스콘 등)과 공동으로 약 500억 원의 연구비를 투입하여 무인운전 고무차륜 AGT 시스템 개발을 성공적으로 수행하였다. 이에 본 사업의 분야별 기술개발 내용을 간략히 소개하고자 하며, 현재 각 지자체 등에서 추진 중인 경량전철 사업에 본 개발시스템이 적용되기를 기대한다.

### 분야별 기술개발

1992년에 수도권과 부산권 교통난 해소를 위해 하남시와 김해시에 경량전철 도입을 정부시범사업으로 결정한 이후 부산, 용인, 의정부 등에서 경량전철 건설을 민자유치 사업으로 추진하고 있으나 사업성 부족, 국내 기반기술 미흡 등으로 인해 사업 추진이 부진하였다. 따라서 경량전철의 국내 보급 활성화와 국내 기반기술 확보를 위해 고무차륜 AGT 시스템의 분야별 기술개발과 이에 대한 종합시험평가 사업이 수행되고 있다. 즉, 1999년에는 시스템 개념설계, 2000년에는 분야(차량, 전력, 신호, 선로구축물)별 기본설계, 2001년에는 분야별 상세설계, 2002년에는 분야별 시제품 제작이 완료되었다. 또한 2003~2004년에는 고무차륜 AGT 시험선에서 종합시험평가, 국제 안전인증 취득 및 신뢰도 평가를 수행하였으며, 2005년에는 시스템 신뢰도 및 내구

도 평가를 수행 중에 있다.

**차량시스템 기술 개발**

고무차륜 AGT 차량시스템의 차체, 대차, 제동장치, 추진제어장치, 종합제어장치, 보조전원장치 등을 개발하여 2량 1편성의 시제차량을 제작한 후, 이에 대한 종합시험평가를 과업목적으로, 2003년도까지 고무차륜 AGT 차량시스템을 구성하는 주요장치를 표준사양을 만족하도록 개발하였고, 2량 1편성의 시제차량을 제작하여 구성품시험 및 완성차 시험을 완료하였다. 2004년도에는 시제차량을 시

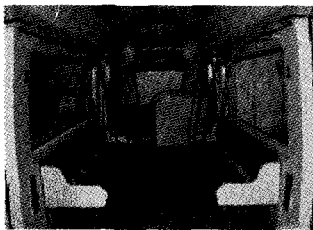
험선에 투입하여 시운전 시험을 통한 종합시험평가를 수행하였다.

**전력시스템 기술 개발**

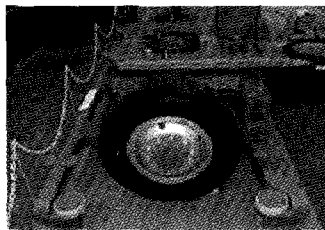
그동안 국내에서는 DC 급전시스템 운영 및 보호의 핵심요소인 DC 배전반을 전적으로 해외기업에 의존하여 왔으나 이번 기술개발을 통하여 DC 배전반의 국산화를 이루고 또한 방재, 예방진단 기능을 추가한 전력 SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition)를 개발 하였으며, 경량전철 차량은 대개의 경우 교량 위로 주행하게 되므로 미관을 고려하여 전차선은 제3궤조로 건설 가능토록 개발을 하였다. 제3궤조는 전차선이 차량 위에 있지 않고 차량 옆 선로 구축물에 설치된 강체 레일이며 이 컨덕터레일을 차량의 집전 슈가 미끄럼 접촉을 함으로써 집전이 가능한 전력공급시스템이다.

**신호시스템 기술 개발**

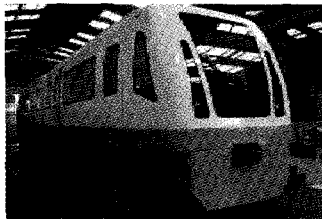
열차의 운행을 감시하면서 진로를 자동으로 설정하여 제어하는 열차운행제어관리장치, 열차의 위치를 검지하여 열차의 충돌, 추돌 및 탈선 등을 방지하고 열차의 안전운행을 보장하는 자동열차 제어장치와 이를 연결하는 통신 및 열차무선데이터전송장치 등을 개발하여 시험평가를 통해 실용화를 하는 것이 주요목적으로 2003~2004년까지 H/W 제작을 완료하고, 조립시험을 거쳐 시험선에 설치하였으며, 2005년에는 시험선에서 무인운전의 종합적인 기능 및 성능시험을 중에 있다.



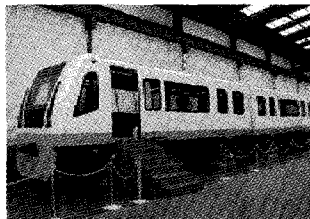
(a) 차량 내부



(b) 고무차륜 주행장치

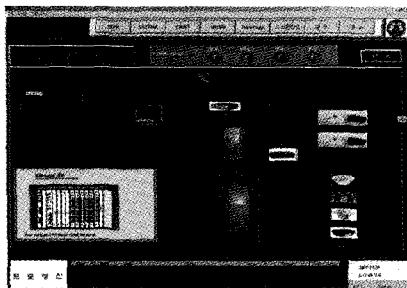


(c) 완성된 차량(1)

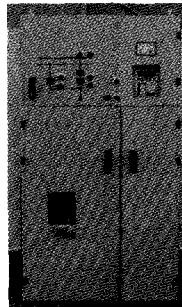


(d) 완성된 차량(2)

그림 1 개발이 완료된 고무차륜 AGT 차량시스템



(a) SCADA 기본구성



(b) DC 배전반

그림 2 전력시스템

# 테마기획 ■ 미래형 도시교통시스템

## 선로구축물 기술 개발

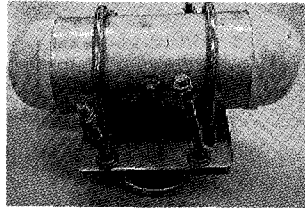
시스템엔지니어링 기술, 상부 및 하부구조 설계기술 정립, 시공 및 유지관리 기술 정립, 궤도 개발기술 정립 및 주행로 시공방안의 검토를 연구 목표로 시험선 구축 기술지원 및 경량전철 토목설계기준을 정립하였고, 경량전철전용 합리화 2주형판형교 및 강재교각 콘크리트충전 합성강교 각 설계기술, 교량용 외장재 기술, 상부구조 가설트러스의 힌지부의 개발과 선굴착스크류말뚝 공법의 기술을 정립하였다. 아울러 궤도제품인 분기기 및 안내레일의 상세설계 및 시작품을 국산화 제작하여 시험평가를 수행하였다.

## 시험선 구축 및 종합시험평가

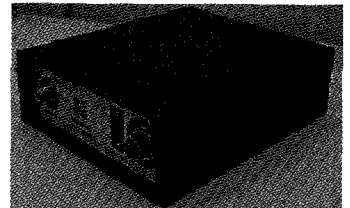
고무차륜 AGT 경량전철 시험선은 개발된 차량시스템, 전력공급시스템, 신호통신시스템, 선로구축물 기술이 종합적·유기적으로 결합된 것으로서 분야별로 충분한 종합성능시험을 수행하여 개발기술의 신뢰성과 안전성을 확보하는데 그 목적이 있으며, 경북 경산시에 소재한 경부선 폐선 구간(삼성역~남성역 부근)에 약 2.3km의 시험선을 건설하였으며 상세내용은 다음과 같다.

- 연 장 : 2.26km(본선 1.87km, 측선 0.39km)
  - 정거장 : 4개소(검수시설 포함 1개소, 시험용 임시정거장 3개소)
  - 교 량 : 2개소(본선 30m, 측선 160m)
  - 대피선 : 1개소(120m)
- 도시철도법, 차량 표준사양,

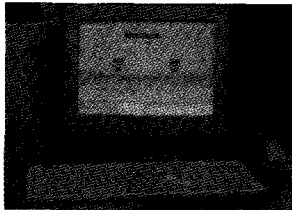
기술개발 목표사양 등을 고려한 종합시험평가 상세 계획을 수립 완료하였고, 이를 토대로 다음과 같은 일정에 따라 통합 시운전의 시험평가를 수행하였다. 본격적인 종합시험평가는 공차/수동운전, 만차/수동운전, 만차/무인운전, 공차/무인운전 순서로 진행되었으며, 6차년도('04년)에는 종합성능시험을 완료



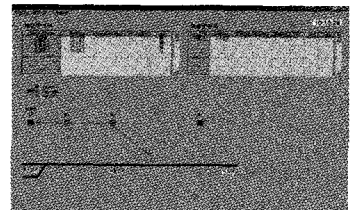
(a) 안테나



(b) 무선장치



(c) 중앙운영콘솔



(d) 열차무선데이터전송중앙장치

그림 3 열차무선 통신장치

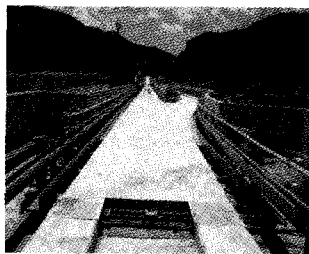


그림 4 제작 완료된 분기장치

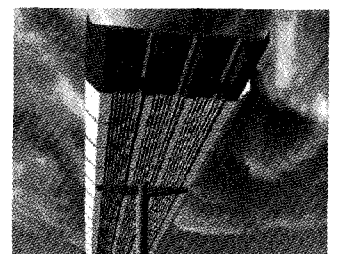


그림 5 외장재 제품 표준화



그림 6 경량전철 시험선 조감도



그림 7 경량전철 시험선 착공('03. 12. 19.)

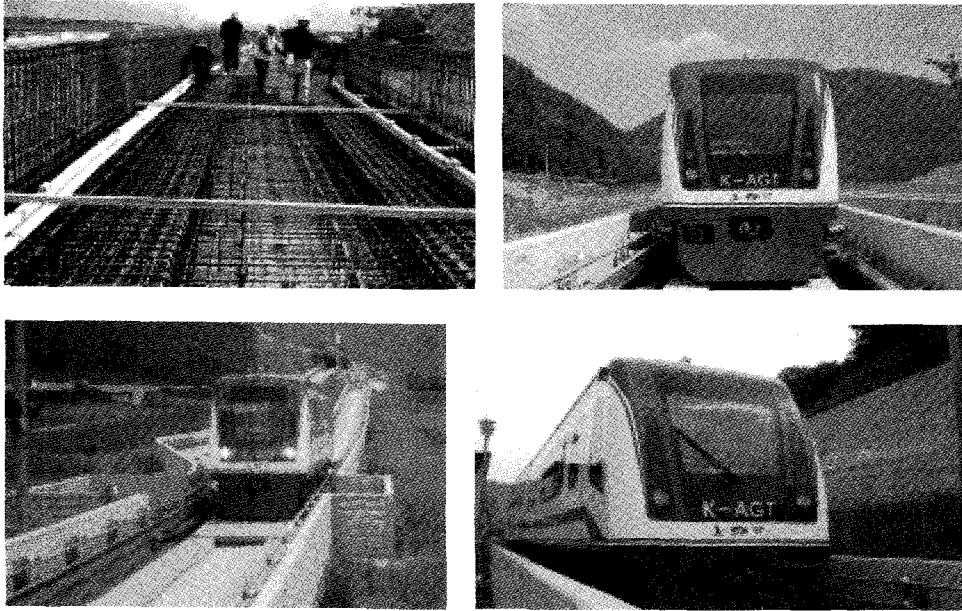


그림 8 고무차륜 AGT 경량전철 시험선 건설

하고, 7차년도('05년)에는 주요 구조체(차체 및 대차 등)의 내구도 및 수명분석, 주요 구성품에 대한 고장률 및 수명, 차량시스템의 가용도/신뢰도 분석을 수행 중에 있다.

### 맺 음 말

KRRI에서 개발한 경량전철시스템은 성능최고속도 70km/h로 객차 1량당 57명(최대 100명)이 탑승 가능한 차량시스템, DC 750V 측면 전력공급 시스템, 무인운전 신호제어시스템, 경량구조 선로구축물 등으로 구성된 대형복합시스템이다. 제작에 따른 경제성으로 인해 일부 부품(타이어, 전장품 소자 등)을 수입하였으나, 본 기술개발을 수행하면서 시스템 측면에서의 국산화율은 90% 이상 달성하였다.

연구결과를 바탕으로 안전 및 성능을 고려한 표준 사양, 안전기준, 건설규칙 등의 기준을 마련하였으며 이는 경량전철을 건설 및 계획 중인 운영기관과 지방자치단체에게 건설기준으로 활용될 것이다. 이러한 연구결과는 외국제품 도입 대신 국내 제작으로 산업 및 건설 경제 부흥효과로 2조 1,400억 원 이

상 발생할 것으로 보이며 고용창출 효과도 연간 3,300명 이상 발생할 것으로 사료된다.

시스템 개발은 완료하였지만 무인경량전철 기술을 더욱 발전시켜 경량전철건설을 계획하고 있는 지방자치단체나 운영기관에서 기술 활용을 촉진하고 국내 산업발전과 해외 수출에 기여할 수 있도록 실용화를 추진할 계획이다. 그러므로 최적의 경량전철 시스템을 이용한 실용화를 위해서는 연구결과를 기반으로 소음저감 및 승차감을 향상시킬 수 있는 시스템 개선, 편리성을 감안한 실내디자인, 운영 효율화 향상을 위한 유지보수 정보화시스템을 구축해야 한다.

이러한 시스템 설계기술을 기반으로 운영 및 유지비용이 저렴하고 선로 건설비도 km당 300억~500억 원으로 지하철(700억~1,000억 원)의 40~50% 수준인 시스템을 우리 손으로 건설할 수 있게 된 것이다. 현재 KRRI에서는 경량전철시스템을 건설 및 계획 중인 운영기관 및 지방자치단체에 연구개발품이 활용될 수 있도록 적극적으로 기술지원하고 있으며 현재 50여 기관(1,200여 명 이상)에서 시험선을 방문하였으며 국민들로부터 많은 호응을 얻고 있다.