

고속철도차량(KTX)



정용원
한국고속철도건설공단 차량본부장

21세기 무한경쟁시대에 대비하여 국가산업의 경쟁력제고는 물론 지역의 균형발전에 기여코자 추진되고 있는 단군 이래 최대 국책사업인 경부고속철도 건설사업은 오는 2004년 개통을 목표로 활기차게 추진되고 있다. 한국고속철도건설공단은 '94.6.14 프랑스 알스톰사(한국 TGV 컨소시엄)와 체결한 경부고속철도차량 계약목표를 우수하고 완벽한 성능의 고속열차 도입과 함께 선진기술을 이전받아 국내 철도 기술수준을 향상시켜 고속 철도 기술 선진국으로의 도약에 그 초점을 맞추었다.

이에 부응하기 위하여 공단은 제반특수조건을 차량설계에 적용하고 생산, 조립 및 시험 등 각 단계마다 ISO-9000규격에 따른 엄격한 품질관리를 적용하고 있다.

가. 제작 및 시험

경부고속철도차량의 품질 및 안전성 확보를 위하여

현재 진행중인 KTX 차량제작 및 시험분야 추진과업은 그 어느 때보다 중요한 시기이다.

경부고속철도에 투입 할 차량은 총 46편성으로 이중 12편성은 프랑스에서 제작되어 공단에 반입되고, 나머지 34편성은 프랑스 알스톰사가 보유하고 있는 고속열차 제작관련 기술을 이전받아 국내 기술진에 의해 제작 및 조립되어 공단에 반입토록 되어 있다.

현재 프랑스에서 제작한 12편성은 공단 시험선 및 고양차량기지에서 시운전 중에 있으며, 국내에서 제작하는 34편성은 차량제작사인 (주)로템 2개 공장 및 100여개의 하청업체서 지난 1998. 10월부터 제작에 착



수하여 금년 말까지는 16편성이 제작 완료되어 공단에 반입토록 계획되고, 나머지 열차는 2003.10월까지 단계적으로 모두 제작 완료되게 된다.

공단에 반입된 차량은 영업운행 이후 발생 가능한 문제점을 사전에 발견하여 개선하기 위해 서울에서 부산까지 개통이 되는 2004년 4월까지 46편성 전 열차에 대하여 시속 300Km까지 속도를 증가시키면서 180여 가지의 각종 성능시험을 시행하게 된다.

현재는 시속 300km 고속주행시에 기밀시스템, 제동 시험 등 각종 차량성능을 확인하는 동적 설계입증시험을 시행하고 있으며, '02.5월부터는 편성별로 각종 성능을 확인을 위한 인수시험을 시행하여 결과가 계약요구조건을 만족하는 성능이 확보될 경우에만 공단에서 인수하게 되며,

최종단계인 서울~부산 전구간에서 '03.10~'04.4월 까지 많은 편성의 열차를 투입하여 종합시운전을 시행하므로써 전체 고속철도 시스템의 성능을 검증하고 영업운행을 대비하게 된다.

나. 기술이전 및 국산화

경부고속철도 도입 계약시 고속철도 시스템중 핵심 기술인 코아시스템(차량·전차선·열차제어장치) 기술을 프랑스 알스톰 및 알스톰의 협력사가 국내 업체에 기술이전계약을 통하여 기술을 이전하도록 하였으며, 고속철도 기술확보를 위하여 차량, 전차선, 열차제어장치 분야의 연구개발, 설계 및 엔지니어링, 제작 및 시험, 운영·유지보수기술을 공단과 국내업체에 이전하도록 의무화하였다.

이에 따라 지금까지 차량, 전차선 및 열차제어장치 분야의 국내업체에 34만매 이상의 기술자료가 제공되었을 뿐만 아니라, 1,327명의 국내기술자가 국내·외에서 설계, 제작, 시험 등에 대한 기술훈련을 이수하였고, 800명 이상의 기술제공사 전문기술인력이 각 국내

업체에 파견되어 생산설비 구축, 제작, 품질관리, 시험 기술을 지원하는 등 기술이전이 원활하게 진행되고 있다. 이러한 성과의 결과물로 금년 4월 국내기술진에 의해 국산1호(KTX13호) 열차가 성공적으로 제작이 완료되어 출고행사를 가졌으며, 이는 국내 철도차량 및 부품 제작사의 기술력과 품질관리 수준이 한 차원 높아져 마침내 국제적 수준에 이르렀음을 확신할 수 있게 되었다.

다. 차량 제원

KTX차량은 전 세계적으로 영업운행 중인 고속철도 시스템 중 가장 최신기술인 시속 300Km의 프랑스 TGV 기술을 기본으로, 우리 지형, 환경, 취향에 맞게 개선된 열차로서 더욱 쾌적하고 안전한 운행이 가능하도록 하였다.

차량 1편성은 동력차 2량 동력객차 2량 일반객차 16량 총20량으로 구성되어 있으며, 좌석은 한국인의 체형에 맞도록 인체공학적인 설계를 채택하여 여행 중에도 안락감을 느낄 수 있도록 하였고, 1등실은 1×2의 자세열로 좀더 안락한 구조로 하였으며, 2등실은 일반차량과 동일하게 2×2 구조로서 총935석을 갖추고 있으며, 객실에는 각종여객 편의설비를 갖추고 있는데, 캔 및 스낵 자판기, 음식제공 설비뿐만 아니라 오디오 시스템 및 비디오설비를 설치하여 음악 또는 영화감상을 즐길 수 있도록 하였고, 객실 내에 전화기와 팩스를 설치하여 여행 중에도 긴급한 업무를 처리할 수 있도록 하였으며, 장애인을 위한 휠체어 보관대, 장애인용 화장실 등 장애인 편의설비도 갖추어져 있다.

또한 경부고속철도차량은 1개 열차당의 수송능력 증대를 위하여 기존 프랑스 TGV 보다 1.5배 강력한 1만8천 마력의 추진시스템으로 설계되었으며, 영하 25도의 추위에서도 정상운행이 가능하도록 내한성능 등을 강화하였다.

※ 일반 제원

항 목	제 원
외부형상	- 유선형구조
설계특성	- 공기역학적 설계 - 관절방식 객차연결
좌석수	- 1 등실 : 127석(2+1) - 2 등실 : 808석(2+2) - 총좌석수 : 935석 + 보조좌석 30석
편성열차 길이	- 388.1m
중량(Ton)	- 694.1톤(공차) ※ 최대축중하중 : 17톤
승객서비스시설	- 공중전화기 : 6대(1등실 : 2대, 2등실 : 4대) - 비디오폰(16") : 44대(4대/1등실, 2대/2등실) - 자판기 · 캔 자판기 : 10대 · 스낵 자판기 : 3대 - 음식저장시설 : 2 개소 - 장애인시설 · 휠체어보관소 : 2개소 · 화장실 : 1 개소

※ 시스템 제원

항 목	제 원
운행속도	- 최고운행속도 300Km/h
운행시각	- 최대 3 분
운행시간	- 서울~대구(신선), 대구~부산(기존선) : 160분 - 서울~부산(신선) : 116분
견인력	- 견인전동기 출력 : 13,560Kw(1,130Kw×12대)
차량수명	- 20년
제동성능	- 비상제동시 제동 : 1분20초, 3.5Km(제동거리) - 상용제동 : 2분40초, 6.6Km(제동거리)
외부온도 범위	- 영하25℃ ~ 영상40℃
계 간	- 1,435m
최소곡선반경 (기존선병용구간)	- 7,000m(400m)
최급구배	- 25‰

라. KTX차량 기술특성

압력밀폐시스템

차량이 고속으로 터널을 통과할 때 외부 압력의 급격한 변화로 차내 승객의 귀가 울려 불쾌감을 유발하는 현상을 이명현상(일명 귀울림 현상)이라고 하는데, 이런 현상을 방지하기 위해 KTX열차는 차체를 외부와 완전히 차단하는 기밀설계와 열차의 터널 진출입시 열

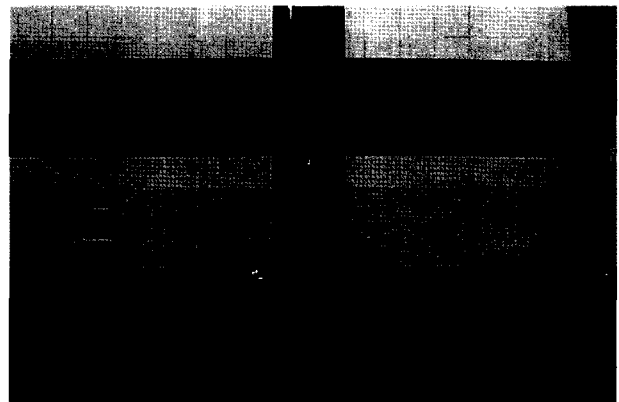
차내 모든 환기구를 자동으로 여닫는 시스템을 장착하여 기존 운행중인 TGV보다 약 1.5배정도 우수한 기밀 성능을 유지하고 있어 터널내 고속 주행시에도 승객들에게 큰 불편을 주지 않도록 하였다.

또한 차내 공기 압력과 외부 압력차에 의해 유발될 수도 있는 화장실 오물 및 냄새의 역류방지를 위해 화장실의 배수파이프 안에 특수밸브가 장착 되어 있고, 오물처리장치 내부의 공기압력을 언제나 진공상태로 유지시키는 설비가 있어 운행중 오물이나 냄새가 차내로 들어올 수 없도록 설계되었다.

관절대차와 객차간 연결장치

받쳐주는 역할을 하는 장치를 대차라 하는데 일반 열차나 독일, 일본의 고속열차는 단순히 차체를 받치는 역할만 하는데 반해 경부 고속열차는 차체를 떠받치는 역할 이외에 객차와 객차를 하나의 몸통으로 단단히 연결하면서 마치 사람의 관절처럼 자유로이 움직일 수 있는 원리로 제작된 관절형 대차를 채택하여 사고가 일어나더라도 차량이 떨어져 나가거나 넘어지지 않도록 해주며, 가볍고 소음이 적으며 안락한 승차감 유지가 가능토록 하였다.

또한 객차와 객차간의 연결은 한 대의 관절대차 위에 관절링이라고 하는 특수 연결장치를 사용하므로써



KTX관절대차

대차의 수를 감소시켜 차량의 고속화에 필수적인 경량화를 달성했으며, 고속주행시 주행안정성과 승차감을 크게 향상 시켰다.

제동시스템

제동은 열차의 주행속도에 비례하는 운동에너지를 짧은 시간에 다른 에너지로 변환시킴으로써 열차를 정지시키는 작용으로, 저항제동은 견인전동기를 발전모드로 제어하여 열차의 운동에너지를 전기에너지로 변환시킨 후 전기저항에 의한 열로 외부에 방출하는 방식이며, 회생제동은 발생된 전기에너지를 선로상의 다른 열차가 사용하도록 전차선으로 공급하는 방식으로써 에너지를 절감할 수 있는 효과가 있다. 반면 마찰제동은 디스크나 브레이크 슈의 기계적인 마찰력을 이용해 차륜의 회전을 억제하여 제동을 얻는 방식으로 일반 자동차의 제동방식과 유사하다.

경부고속철도선로에는 "TVM430"이라 불리는 최신 자동열차제어 장치가 설치되어 있어 운행중인 모든 열차의 최고속도가 자동으로 제어되므로, 언제나 열차간의 안전거리가 확보되므로 비상제동이 사용될 가능성은 매우 낮으나, 만일의 경우에 대비하여 기존 프랑스 TGV의 마찰제동과 저항제동에 한국형 고속열차(KTX)에는 회생제동을 추가하여 에너지 효율과 제동의 신뢰성을 높여 열차의 안전성을 더욱 강화시켰다.

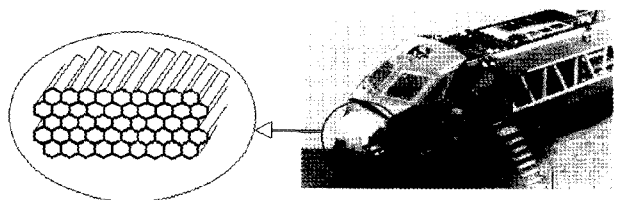
충돌시 안전성 확보

안전성을 최우선으로 고려한 고속철도차량은 충돌시 에너지가 동력차의 선두부에서 최대한 흡수되어 승객에게 전달되는 에너지를 최소화 할 수 있도록 선두부에 벌집모양의 하니콤(Honeycomb)이라는 특수한 충격흡수장치를 설치 하였다.

만일 열차가 충돌시 하니콤에 의해 충격에너지를 흡

수하므로써 기관사의 생존과 승객의 안전을 확보한다. "Honeycomb"이라는 이름은 그 단면이 수많은 벌집모양의 육각단면으로 구성되어 있는데서 비롯된 것으로, 경량화를 위해 소재는 알루미늄을 사용하였으며, 약 200만 주울(2M Joules)의 충격에너지를 흡수할 있도록 설계되었다. 즉 시속 300km로 주행하는 고속열차가 약 700km 정도의 물체와 충돌한다 해도 모든 충격을 하니콤이 흡수해 주므로 승객에게는 그 충격이 거의 전달되지 않는다는 뜻이다.

또한 열차 사고시 인명피해의 대부분이 차량과 차량이 서로 타오름(Overriding)으로써 발생하므로, 이러한 현상을 방지하기 위해 타오름 방지장치(Anti-Climber)를 동력차와 동력객차간에 설치하였다. 기존열차의 경우에 차량과 차량이 링크만으로 연결되어 타오르는 현상이 쉽게 발생하는데 비해, 객차와 객차가 하나의 대차에 동시에 고정되는 관절형 연결방식은 충돌시 탈선과 타오름 현상을 방지하는데 매우 효과적이다.



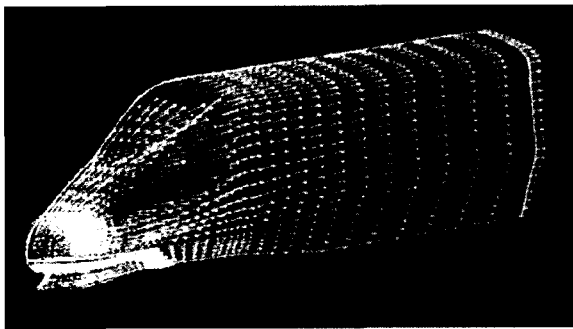
선두부 하니콤

공기저항 최소화 설계 차체구조

차량이 고속 주행시 발생하는 공기저항은 에너지 소모량을 많게 하고, 차량표면과 공기와 마찰에 의한 공력 소음을 발생시키게 되는데, KTX차량은 공기저항의 영향을 최소화하기 위해 공기역학 분석 및 풍동실험을 통해 선두부 형상을 유선형 구조로 설계했고, 열차의 공기접촉 단면적도 최소화했으며, 열차측면은 표면을 돌출부 없이 매끄럽게 평면화하는 등 차량의 단면적

다른 고속철도차량에 비해 가장 작게 하였다.

고속열차가 시속 300km이상 주행시 나타날 수 있는 비행기와 같이 부상하려는 성질(양력)을 방지하기 위해 동력차 앞부분(노우즈) 하부를 특수하게 설계하여 고속 주행시 차량의 안정성을 증가시켰을 뿐만 아니라, 열차 차체와 지면 사이의 간격을 최소화함으로써 고속의 기류가 열차하부로 침입하는 것을 방지하도록 설계하였다.



유선형 차체구조

운전 감시시스템

고속열차의 운전실에는 기관사가 열차 운전중 졸거나 심장마비와 같은 갑작스런 신체적 장애로 안전운전이 불가능한 상황에도 열차의 안전을 확보하기 위해 운전감시 시스템(Deadman Device)이 설치되어 있다.

즉, 기관사가 주기적으로 페달스위치를 밟거나 스위치를 누르는 조치를 취하지 않으면 1차 주의경보가 울리고 이 주의경보에도 반응하지 않으면 열차가 자동적으로 비상정지하며

열차가 비상 정차하면 통제실에서는 운행구간에 있는 후속열차의 운전을 자동으로 조정하며, 비상 정지한 열차가 위치한 인근 역이나 기관차사무소 등에 연락하는 등 필요한 조치를 취함으로써 열차운행시 대형 사고를 방지할 수 있도록 하였다.

화재 감시시스템

고속철도 차량에는 전기장치 과열로 인해 발생될 우려가 있는 화재는 사전에 감지하여 예방할 수 있는 「화재감시시스템」이 완벽하게 설치되어 있어, 화재가 발생되면 감시 시스템에 즉각 감지되어, 관련 전기회로의 모든 전기가 자동으로 차단되며, 차내에 설치된 computer를 통해 운전실과 객실에 경보가 울림과 동시에 화재발생 위치를 운전자와 승무원에게 알려줌으로써 신속하고 적절한 조치를 취할 수 있도록 하였다.

또한, 화재로 인한 연기·유독가스로부터 승객들을 보호하기 위해 차량을 구성하는 천장·바닥·발판·의자 등에 사용되는 모든 재료는 난연성과 불연성이 강한 재료만을 사용하였으며, 그 기준이 매우 엄격하기로 소문난 프랑스의 국가 공업규격(NFF16101, 16102)을 적용하여 승객의 안전이 최대한 확보되도록 고속철도 차량을 제작하였다.

비상경보 시스템 설치

비상경보시스템은 운행중 열차내에 긴급상황 발생시 승객이 승무원의 도움을 요청하기 위한 시스템으로써 각 객실의 출입문 상부에 있는 비상경보 스위치를 승객들이 직접 당김으로써 승무원의 도움을 요청할 수 있으며, 비상경보스위치가 작동되면 차상 컴퓨터시스템을 통해 전 객실에 비상경보음이 울리고 열차내 곳곳에 설치된 승무원용 화면에 비상경보스위치가 작동된 객차번호가 표시됨으로써 승무원이 신속히 도움을 요청한 차량으로 달려가 필요한 조치를 취하게 된다. 또한 각 차량의 승강대 근처에 승무원과 직접 통화할 수 있는 인터컴이 설치되어 있어 승객들은 필요시 항상 승무원의 도움을 직접 요청할 수 있도록 되어 있다.

마. 차량 유지보수 및 검수기지

차량기지는 열차 안전운행을 위해 시·종착점에 설치되는 필수 시설물로서 고양차량기지는 '98. 8월 고속차량 44편성 검수와 24편성을 유치할 수 있는 시설 규모로 설계하여 현재 시공이 완료되어 각 설비별 시운전을 시행하고 있으며 '02.11월말에 준공할 계획이다. 부산차량기지는 차량 37편성 검수와 22편성을 유치할 수 있는 규모로 '01. 8월 실시설계를 완료하여 '02. 1월에 착공, '04. 3월 준공을 목표로 추진 중에 있으며,

고양차량기지, 부산차량기지가 완공되면 고속차량 총 46편성중 고양차량기지에 24편성, 부산차량기지에 22편성의 차량을 유치하고 검수를 수행할 수 있는 시설물이 구비되므로 1일 1회 이상 차량을 기지에 입고하여 안전하고 쾌적하게 열차를 운행할 수 있도록 할 계획이다.

차량을 일정한 주기로 일상검수(매일), 실내설비 및 주행기어검수(9일), 윤축검수(1개월), 제한검수(3개월), 일반검수(6개월), 전반검수(12개월) 등의 검수를 수행하여 차량이 안전성, 정시성을 충분히 확보하고 열차안전운행에 지장이 없도록 차량기지를 운영할 계획이다.

바. 차량운행에 따른 차량부품 확보

공단은 '94. 6월 차량 등 핵심기자재 도입 계약시 고속차량 유지보수를 위한 차량부품확보를 위하여, 차량이 공단에 반입되는 시점부터 개통 후 2년 동안 소요되는 부품 일체를 계약자가 공급하도록 계약을 체결하였고, 특히 계약자로 하여금 운행개통 이후 10년 동안 동일사양의 부품을 판매하도록 계약을 체결하였다.

따라서, 차량부품은 고속차량이 공단에 반입된 '99.

10월부터 2006년 4월까지 소요되는 유지보수용 부품을 계약자가 공급할 예정이고 운행개통 이후 10년 즉, 2016년 4월까지 계약자로부터 필요한 부품의 구매가 가능하다.

향후 운영시 부품조달을 위한 국산화 대체계획에 대하여는, 경부고속철도 차량 등 핵심기자재 공급계약상, 프랑스 알스톰사가 보유한 모든 기술과 TGV 차량에 사용된 알스톰사의 협력업체가 보유한 기술을 국내 업체에 이전토록 하였으며, 이에 따라 외국기술 제공사와 국내기술 전수업체간의 기술이전계약을 별도로 체결하여 기술훈련 및 기술지원을 통하여 외국기술을 이전받아 국내제작이 이루어지고 있다.

따라서, 국내에서 제작되는 34편성열차에 대한 대부분의 부품을 국산화 추진중이며, 특히 동력차, 객차의 차체는 물론 관절링, 견인전동기, 제동장치, 공기조화장치 등 주요 차량부품에 대한 국내생산이 본격적으로 진행 중이므로 고속철도에 사용될 대부분의 부품은 차량 및 부품생산을 위해 참여하고 있는 국내기술 전수업체에서 제작, 조달이 가능하며 일부 시장 구매품(예 볼트, 너트, 핀 등)에 대해서는 국내시장에서도 규격화된 제품을 구매할 수 있다.

이와 같이, 고속철도 운행개통 이후 10년까지 필요한 차량부품을 계약적으로 확보한 가운데 부품의 기술이전 및 국산화를 위한 기술이전 전수업체의 관리와 지원을 통하여, 향후 고속철도 운영시 차량 유지 보수를 위한 원활한 부품 조달에 차질이 없도록 계획 추진 중이다.

결어

고속철도 제작기술을 완벽하게 확보하게 되면 향후 국내시장은 순수하게 국내기술로 수용할 수 있을 뿐만 아니라 해외고속철도 시장에도 자력으로 진출하여 국가 경쟁력 제고에 일익을 담당할 수 있을 것으로 판단

되고, 국내건설 및 산업 전 분야의 경쟁력 향상에 많은 기여를 할 것으로 기대된다.

이미 설계는 물론 엔지니어링, 제작 등 선진국에 비해 매우 부족한 기술수준인 차량부문의 경우 국내 업체가 알스톰사 및 전문업체와의 기술이전을 통해 상당 부분의 선진기술을 습득한 상태로서,

이 같은 고속철도건설과 관련해 확보된 선진기술은 향후 철도차량 뿐만 아니라 철도분야 전반에 걸쳐 종합설계 및 엔지니어링 능력이 크게 향상될 것으로 전망된다.

예를 들어 고속 주행시 열차의 주행저항과 소음을 줄이기 위한 공기역학 기술의 습득은 향후 항공기와

자동차 등 고속주행물체 형상의 최적설계에 활용될 것으로 기대되는 등 철도분야 및 산업 전 분야에 첨단시스템으로 활용될 전망이다.

고속철도는 모든 국민 누구나 이용할 수 있는 새로운 개념의 수송 및 전달매체로서 국민의 의식과 일상 생활에 큰 영향을 줄 것이며, 과거 고도성장 정책의 추진으로 빚어진 수도권 인구집중 현상, 교통혼잡, 주택 부족 등의 문제를 크게 완화시켜 주게 될 것이다.

이외에도 시간절감, 지역경제 활성화, 교통사고 감소, 에너지 절감 및 환경 보호 효과 등 다양한 분야에서 국가 경쟁력을 한 단계 끌어올릴 것으로 기대된다.