

# KTX가 철도기술의 발전에 미친 영향



**박춘수**  
한국철도기술연구원  
수석연구원  
T.031.460.5621  
cspark@krii.re.kr



**오혁근**  
한국철도기술연구원  
선임연구원  
T.031.460.5216  
hkoh@krii.re.kr



**곽민호**  
한국철도기술연구원  
선임연구원  
T.031.460.5821  
mhkwak@krii.re.kr

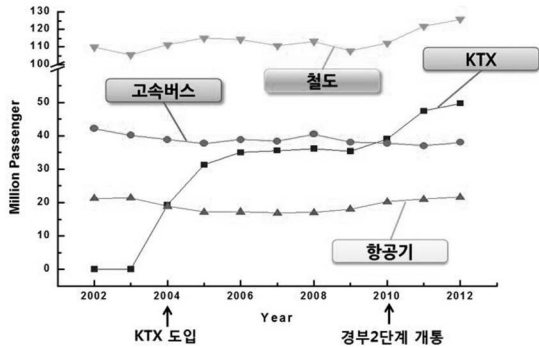
## 1. 서론

국내에 철도교통의 커다란 변화를 가져온 한국고속철도 KTX (Korea Train Express)가 개통된 2004년 4월 이후, 벌써 10년이란 기간이 지났다. KTX의 개통을 통하여 우리사회는 교통뿐만 아니라 많은 부분에서 10년전과는 비교할 수 없을 정도로 변화와 발전을 하였다. KTX 도입에 따른 철도관련 분야의 변화를 살펴보면 다음의 4가지로 요약할 수 있겠다. 우선 타 대중교통 대비 철도의 경쟁우위가 확보되었다. <그림 1>에서 보이는 바와 같이 고속버스/비행기의 탑승인원은 과거 10년간 정체상태이었으나 KTX의 수요는 급격하게 증가하였으며, 이는 철도를 이용하는 승객들의 증가에 기여하였다. 이를 통하여 KTX가 대중교통의 새로운 시장을 지속적으로 창출하고 있으며, 앞으로도 성장가능성이 매우 높음을 알 수 있다. 특히 주목할 점은 KTX 도입 이후 급격하게 철도이용객이 늘어났으며, 경부 2단계 구간(동대구-부산) 개통이후 폭발적으로 수요가 한번 더 늘었다는 점이다. 이는 속도의 향상을 통해 이용시간이 단축되면 새로운 철도수요가 창출된다는 의미로 해석할 수 있을 것이다. 향후 철도기술의 발전에 의하여 속도가 더욱 증가하게 된다면, 추가적인 철도이용 수요가 발생하게 되고, 이는 또 다른 사회의 변화를 이끌 수 있음을 의미한다고 할 수 있다. 따라서 철도기술의 발전은 사회변화의 원동력이 될 수 있다.

두번째는 세계시장에서의 국내철도산업의 경쟁력 확보라 할 수 있다. KTX 도입 시 기술이전계약을 통하여 상당한 수준의 고속철도기술이 국산화되었으며, 이후 독자적인 연구개발을 통해 KTX 산천의 상용화까지 이어지는 과정에서 국내 철도산업의 경쟁력은 획기적으로 증대되었다. 이는 고속철도 운영국뿐만 아니라 독자적인 기술에 의한 운영국이라는 매우 인상적인 결과로 이어진 것이다. <그림 2>에서와 같이 현대로템은 세계 10대 철도차량 제작업체로 발돋움하였으며, 관련 부품업체들도 동반성장하게 된 것이다.

세번째는 철도시설의 현대화이다. KTX 도입이후 철도의 전철화율은 급격하게 증가하였으며, KTX의 고속선과 기존선 연계 운행을 위하여 고속신선의 건설외에도 기존간선철도들도 직선화되어 그 표정속도가 증가하게 되었다. 전철화된 선로를 통하여 깨끗하고 첨단화된 새로운 간선철도 열차들이 EMU 형태로 등장하게 되어, 국민들에게 보다 양질의 서비스를 제공하였다. 또한 KTX 개통과 더불어 건설된 신규역사들은 쾌적하고 현대적 분위기로 조성되어 승객의 편의성을 향상시켰다.

네번째는 철도기술연구의 새로운 지평을 열어간 것도 매우 큰 변화라 할 수 있을 것이다. 앞서의 세가지 경우를 지원하기 위한 여러분야에서의 연구개발이 지속적으로 이루어져 왔으며, 이러한 연구결과로 인하여 이제는 고속철도의 해외 진출을 고려할 수 있는 단계에 이르게 되었다.



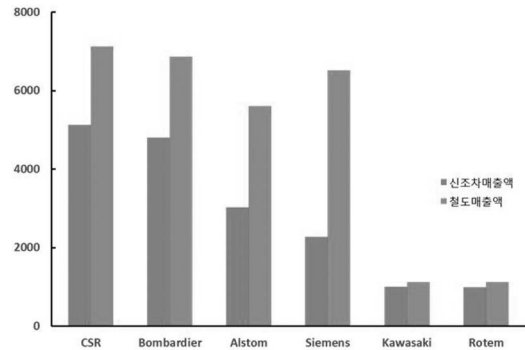
<그림 1> 교통수단별 승객수의 변화

이상의 결과를 종합해보면 기술과 철도운영이 매우 밀접한 관계를 갖고 있음을 알 수 있다. 고속철도 선진국인 프랑스와 일본의 사례를 보더라도 고속철도의 발전은 기계, 전자 등의 기술발전과 연계되어 발전하였고, 승객의 고급화된 요구 역시 기술의 혁신으로 대응해왔다. 즉 기술의 발전이 운영과 선순환관계를 형성한다고 볼 수 있다. 따라서 이 글에서는 우리의 철도기술이 어떻게 변화해왔고, 앞으로 어떻게 변화할지에 대해서 살펴보고자 하겠다.

## 2. 철도기술의 변화

### 2.1 KTX와 기술의 변화

KTX 도입 전 우리의 철도기술은 차량, 인프라, 전차선 그리고 신호 등 전 분야에서 체계적인 표준 및 설계기준이 미흡하여 철도도입기의 설계기준, 해외 기술기준을 준용하는 단계에 있었다. 또한 철도분야 연구인력 역시 극소수였으며 첨단기술 개발의 장도 마련되어 있지 못하여, 고속철도시스템의 자체적 설계 및 운영능력이 부재한 상태였다고 할 수 있다. 그러나 KTX의 도입이 결정되면서 프랑스로부터 기술이전이 시작되었고, 그 결과 고속철도시스템 전반에 대한 체계적 설계기준이 점차적으로 수립됨과 동시에 철도분야 연구인력의 증대, 독자적 기술개발 노력 등도 강화되었다. 그리고 이를 통하여 고속철도시스템의 자체적 설계능력이 확보되었고,



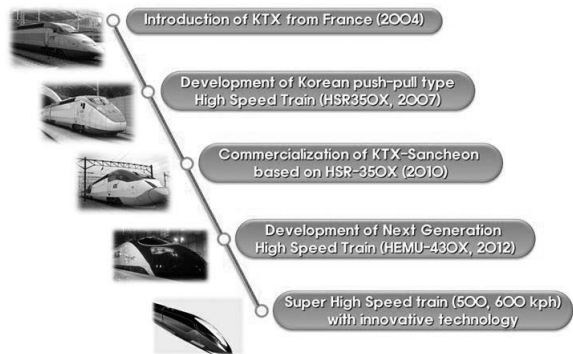
<그림 2> 2010년 전세계 철도차량업체 매출액

열차측면에서는 한국형고속열차인 HSR-350X의 개발 및 KTX 산천으로의 상용화까지 발전하게 되었다. 차량 뿐 아니라 인프라, 전차선, 운영기술의 국산화 및 독자적 설계능력도 보유하는 발전이 있었다.

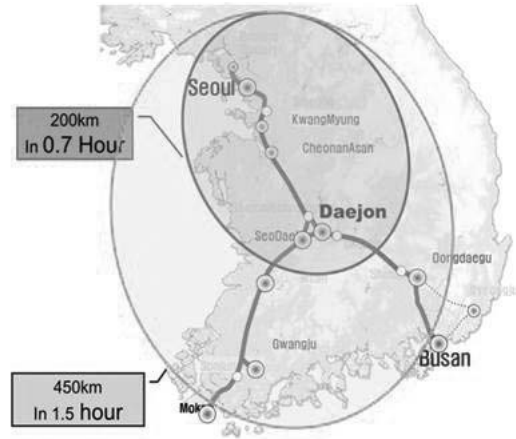
### 2.2 기술의 변화 : 차량

<그림 3>은 한국고속철도 차량의 발전사이다. KTX의 도입과 연계되어 한국형 고속열차의 독자개발능력이 확보되었고, KTX 산천의 성공적인 상용화로 이어지게 되었다. 또한 이러한 차량개발경험 및 성숙된 기술을 바탕으로 한국최초의 동력분산식 고속열차인 HEMU-430X의 개발도 성공하게 되었다.

한국형고속열차 (HSR-350X)는 KTX의 기술이전을 바탕으로 한국만의 고유기술로 개발이 되었다. 7량 1편성 동력집중식(push-pull type) 열차로서 최고속도



<그림 3> 한국고속철도차량 발전사



<그림 4.> HEMU-430X의 개발과 전국 1시간 30분 연결시대

352.4 km/h 달성 및 시험운행 누적거리 21만 km를 달성하여 시스템의 신뢰성을 입증하였다. 본 차량의 개발을 통하여 추진장치, 견인전동기, 제동장치 등 핵심요소 기술을 개발하였으며, 차량의 주행안정성, 제동, 추진, 집전성능 등에 대한 성능평가 기술도 확보하게 되었다. 이 차량은 2010년 Korail 영업차량으로 상용화되어 KTX 산천으로 명명되었고 이를 통하여 고속철도의 국제적 기술경쟁력을 확보하였다. 이를 바탕으로 호남고속철도, 원주-강릉선 등으로 국내 적용이 확대되고 있다.

2012년 대한민국의 철도차량 기술은 또다른 전기를 맞게 된다. 속도향상과 수송용량 증대가 세계적 기술추세가 되면서 국내 철도기술 역시 대응할 필요가 있게 되었고, 그 결과 한국 최초의 분산식 고속열차인 HEMU-430X가 개발되었다. 동력분산식 특성으로 인하여 감가속 특성의 획기적인 향상이 이루어졌고, 이를 통하여 300 km/h 도달 시간이 기존의 302초에서 233초로 줄어들었다. 또한 축중 역시 17t에서 14t으로 감소되어 선로의 유지보수 측면에서 매우 유리하게 되었고, 좌석 역시 KTX 산천 대비 동일편성에서 약 16% 증가하게 되었다. 특히 HEMU-430X는 최고속도 430 km/h 운영속도 370 km/h로 설계된 차량으로 향후 전국을 1시간 30분대로 연결하는 시대에 대비할 수 있게 되었다.

### 2.3 기술의 변화 : 전차선, 인프라, 신호

전차선 기술 역시 프랑스로부터의 기술도입을 통하여 고속선 전차선 설계 및 시공기술을 확보하게 되었다. 특히 KTX 도입과 함께 기존선을 이용한 고속철도가 운영되면서 경부선과 호남선의 기존철도 노선이 전철화되었다. 이후 경부2단계구간 건설 등을 거치면서 기술개발의 기반을 갖추게 되었으며, 연구개발을 통하여 400 km/h 급 전차선 및 관련부품을 독자적으로 개발하여, 호남고속철도 구간의 시험노선(Test Bed)에 시공되었다. 인프라 기술도 프랑스 기술이전을 통하여 고속철도에 특화된 설계 및 시공기준을 확보하게 되었다. 경부고속선 1단계 건설시는 설계와 해석/평가 등을 국외에 의존하였으나, 1단계에서의 경험을 바탕으로 경부2단계 인프라는 설계 및 시공을 독자적으로 시행하였고 이는 호남고속철도 건설을 통해서 기술의 완전한 자립을 이루어냈다. 또한, 분기기 국산화, 건설비 최적화 등 많은 부분에 대한 연구가 활발히 진행되고 있어서 향후 건설 및 유지보수에 많은 기여를 할 것으로 보인다.

신호의 경우 KTX 도입을 통하여 기존의 신호기와 ATS 방식의 조합에서 속도코드식 ATC로 진화하게 되었다. 특히 현재의 신호장치는 다수의 차상신호장치 설치로 호환성이 확보되었고, 고속선은 궤도회로 바탕의 속도 코드식 ATC가 설치되었으며 기존선은 발리스를 통한 DTG ATP 방식의 시스템이 설치되도록 발전하였다.

### 3. 한국철도기술의 미래

#### 3.1 시장의 요구

현재 시장이 고속철도에 요구하는 방향은 크게 3가지로 요약이 된다. 첫째, 운영수익의 극대화이다. 이를 위해서는 경제적 운영속도의 향상, 단위 편성당 수송량 증대 등을 통하여 철도 수요를 극대화하여야 한다. 또한 비용의 절감을 위하여 유지보수 비용의 감소 및 인프라 건설비용의 절감이 뒤따라야 한다. 두번째 요구사항은 사회적 비용의 감소이다. 철도는 공공재로서 사회적 책임을 다할 필요가 있다. 이를 위하여 소음 및 공해물질 발생의 최소화를 피해야하며, 안전의 확보는 기본이라 하겠다. 마지막 세번째는 철도의 경쟁력 유지이다. 현재 고속철도는 기술발전을 통하여 그 경쟁력을 확보하고 있지만 미래에도 이러한 경쟁력 유지를 위하여 지속적인 기술개발을 통한 철도수요의 확대가 필요하다.

#### 3.2 기술의 발전은 어디로

상기의 요구를 바탕으로 기술의 발전방향을 예측해보면 다음과 같다. 우선 경제적 운영속도의 향상이 필요하다. <그림 5>에서 보이는 바와 같이 전세계적으로 최고속도가 지속적으로 증감했음에도, 운영속도는 운영상 비용증가로 인하여 지난 20년간 시속 300 km/h 내외에서 정체되어있다. 철도의 경쟁력 강화를 위해서는 운영속도의 향상이 필수적이다. 또한 국내적으로도 속도향상은 반드시 필요하다. 현재 경부고속선의 운영속도는 300 km/h 이지만 실제 평균속도는 200 km/h 수준으로서 중국 (평균속도 309 km/h), 프랑스 (평균속도

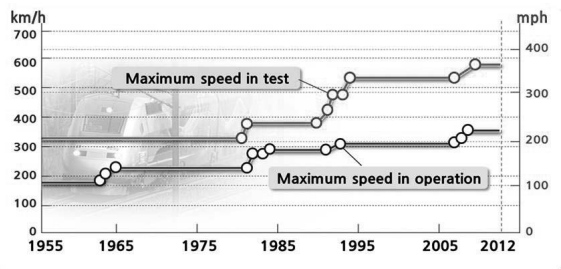
258 km/h)보다 매우 경쟁력이 약한 상태이다. 타국가 대비 고속철도의 경쟁력 약화를 만회하기 위해서는 실제적인 고속철도의 속도향상이 필수적이며, 특히 국내의 경우 기존선 활용이 많은 관계로 감가속 성능의 향상이 필요하다 하겠다.

경제적 운영속도의 향상 외에 시급한 분야는 수송용량의 확대이다. 폭발적으로 늘어나는 고속철도 수요에 대응하기 위해서는 프랑스에서는 2층 열차방식을, 일본은 광폭차체를 이용한 3×2 방식의 좌석배열을 채택하고 있다. 또한 세계적으로 많은 국가가 동력분산식 차량의 확대를 통하여 좌석증가 및 편성의 유동성을 확보하고 있다. 철도의 미래기술발전의 큰 축의 하나는 유지보수 비용의 감소이다. 유럽기준으로 고속선 km 당 인프라 유지보수 비용은 연간 7만 유로에 달하며, 차량의 유지보수 비용 역시 연간 백만유로에 달하기 때문에, 세계적으로 유지보수비용을 줄이기 위한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 또한 소음 및 유해물질 발생의 최소화과 같은 환경 친화적인 기술개발 역시 미래철도가 가야할 방향이다. 더불어 철도의 친환경적 요소인 온실가스 배출을 더욱 줄이기 위하여 철도의 전철화와 에너지 효율 향상 기술 역시 가속되고 있는 상황이다.

#### 3.3 우리기술의 미래

우리기술의 미래 역시 앞서 언급한 철도기술의 발전방향과 맥락을 같이 한다고 할 수 있다. HEMU-430X는 2015년 10만 km 안정화시험을 통하여 시스템 신뢰성을 확보하게 될 것이다. 그리고 이의 상용화를 통하여 EMU 방식의 장점인 우수한 가감속 성능으로 실질적인 운영속도 향상에 기여할 것이다. 분산식열차의 모듈식 특성을 이용하여 보다 탄력적인 편성이 가능하므로 운영 효율 향상에도 기여하고 넓어진 차폭을 바탕으로 2×3 좌석배치 등을 통하여 수송용량증대에 기여할 수 있을 것이다.

또한 우리기술로 제작된 2층 고속열차가 운행될 것이다. 고속철도의 도입으로 대전/오송은 수도권 고속전철의 시대에 돌입하게 되었다. 따라서 늘어나는 고속철도 수요에 대응하기 위하여 2층 고속열차 도입을 통한 수송



<그림 5> 전세계 고속철도 속도향상의 역사

용량의 증대에 대응할 필요가 있다. 이를 위하여 경량화 차체기술 개발, 무게중심 상향에 따른 현가시스템 최적화 기술, 승하차시간 최소화를 위한 Ergonomic interior 설계 등이 적용될 것이다.

전차선은 계측기술의 과학화를 통하여 유지보수 비용의 획기적인 절감이 예상되며, 핵심부품의 신뢰성이 향상되고 건전성이 확보되어 유지보수성 향상에도 기여할 것이다. 인프라 역시 유지보수비용이 높은 자갈도상에서 우리기술의 콘트리트 도상으로 변경될 것이다. 고속대응을 위하여 한국형 분기기가 도입되고, 건설비용 최소화 및 안정성 확보를 위하여 교량은 박스교 및 케이블교량으로 변화될 예정이다. 노반의 유지보수성 향상을 위한 신재료 및 신구조 역시 개발되어 도입될 것이다.

신호기술 역시 안전은 기본이며 ATC/ATS/ATP에 무관한 호환 신호시스템이 적용될 예정이다. 순수국내기술인 LTE-R이 개발되어 넓은 대역폭을 바탕으로 무선신호 운영의 가능성이 제시될 것이다. 또한 선로용량 극대화를 위한 운전시각 향상 역시 DTG ATP를 통하여 확보될 것이다.

#### 4. 결론

국내에 고속철도가 도입되어 새로운 철도 부흥시대를 열어가고 있다. 고속철도는 우리 생활패턴을 바꾸었을 뿐만 아니라, 여러 부분에서 철도기술의 발전에도 지대한 공헌을 하였다. 또한, 철도가 국가 교통망의 중요한 교통수단으로 자리매김을 할 수 있도록 하였다. 이러한 철도 부흥시대를 지속적으로 유지하기 위해서는 끊임없이 교통이용자의 요구를 파악하고 세계적인 기술동향을 수집하고 분석하여, 지속적인 기술개발을 통한 대응이 필요하다. 새로운 변화의 요구를 수용하지 못하면 다시 낙후된 교통수단으로 전락하고 말 것이기 때문이다. 향후에도 기술이 주도하는 철도가 될 것임이 명확하기 때문에 이에 대한 노력을 게을리 하지 않아야 철도가 국민의 사랑을 받을 수 있으며, 지속적으로 교통수단에서 우위를 유지할 수 있을 것이다. ☺