

철도네트워크 구축 및 운영방향



| 홍 용 기 |

한국철도학회 부회장
한국철도기술연구원 수석연구원

1. 머리말

철도는 험난했던 우리의 근·현대사 속에서 국민과 애환을 함께하면서 국가 물류·교통의 대동맥으로서 정치·경제·사회·문화·군사 등의 발전 및 삶의 질 향상에 크게 기여해 왔다. 1948년에 철도 영업키로 2,642km로 연간 6천만명(1일 16.5만명)을 수송하여 영업키로 1km당 하루에 62명(1일/km) 수송에 불과하였다. 60년이 지난 2008년에는 철도 영업키로(지하철 포함)가 3,870km로 연간 30억명(지하철 570만명을 포함하여 하루에 850만명)을 수송하고 있다. 철도영업거리는 기존철도는 거의 늘어나지 않고 지하철과 KTX가 확충되어 40% 증가에 그쳤으나 수송량은 영업키로 1km당 하루에 2,500명(1일/km)으로 1948년에 비해 40배나 증가하였다.

110여 년 전 20km/h에 그쳤던 저속열차는 1948년 70km/h로 향상되었고, 이제 300km/h를 넘는 경이로운 속도까지 높아졌다. 운행시간도 경부선 개통 당시 30시간 걸렸던 것이 1963년 6시간, 1985년 4시간 10분, KTX가 운행된 2004년에는 2시간 40분으로 단축됐다. 경부고속철도가 완전 개통되면 1시간 56분 만에 서울~부산을 달리게 된다.

1960년대 이후 철도는 도로교통 위주의 정책으로 침체기를 맞았다. 그러나 철도는 다시 부활하고 있다. 최근 들어 도로정체에 따른 물류비의 증가, 지구 온난화와 자원 고갈 등 환경·에너지 문제로 에코그린(eco-green) 수송수단인 철도가 다시 주목받기 시작하고 있다. 특히 고속열차의 등장으로 철도는 항공기와 경쟁 할 만큼 첨단기술이 집약된 고부가가치 산업으로 떠오르고 있다. 속도 300km의 고속철도가 개통된 후 철도는 불사조처럼 지상 교통의 주역으로 또다시 부활하고 있다. 이제 철도는 21세기 핵심 운송수단으로 각광받고 있는 것이다.

지난 9월 1일 한국철도기술연구원에서 열린 “KTX 고속철도망 구축전략 보고회의”에서 이명박 대통령은 “이제 도로는 한계에 와있다고 생각하고 철도를 통해 전국을 1시간반(90분) 거리 시대로 만들어야 한다.”고 언급하였다. “고속철도는 단순히 경제적 효과뿐 아니라 미래 녹색성장 시대 기후변화에 대비하는 큰 전략이라고 할 수 있다”고 밝혔다. 이와 같은 대통령의 국정계획은 전국토를 하나의 도시생활권으로 묶을 수 있는 친환경 철도교통의 중요성을 인식한 결과라고 본다.

정부의 고속철도망 내용을 보면 현재 수립되어 있는 국가교통망계획은 100~150km/h속도의 노선망이 도로를 따라 6(동서)×6(남북)로 계획되어 있어

1) 도로상에서 발생하고 있는 교통혼잡으로 인하여 추가적으로 발생하는 사회적 비용(social cost)

도로와 노선이 겹치고 속도면에서도 수송효율이 떨어지며, 건설비도 130조원 이상 투입되어야 하는 문제점이 있었다고 보고하였다. 이것을 고속철도망으로 전국을 90분으로 연결하겠다는 계획을 수립하겠다는 것이었다. 그러나 노선망 계획을 보면 기존선을 고속화(180~250km/h)하는 것으로 방향을 잡고 있는 것으로 보인다. 300km/h 이상이 아닌 기존선을 고속화할 경우 고속도로와 경쟁력이 떨어지고, 철도의 효율성은 지금보다는 높겠지만 전국토를 KTX 경제권으로 발전하는데 미흡할 것이다.

전국 주요도시를 버스보다 2배나 빠른 1시간대에 접근할 수 있는 고속철도망은 경부선에 이어 호남선도 고속철도망을 구축 중에 있지만 이 두 노선만으로는 고속철도네트워크가 부족하다. 따라서 더욱 빠르고, 편리하게 전국토를 1시간대로 이용 가능한 친환경 고속교통서비스가 요구되고 있다. 또한, 하루에 850만명을 수송하는 도시철도의 효율적인 교통체계와 함께 기존선 일반철도에서의 물류수송체계 구축도 필요한 시점이다.

2. 철도교통의 우수성

(1) 신속성

육로수송수단 중에서는 철도가 가장 빠르다. 수송비용이 높은 항공기와 비교해도 속도측면에서는 뒤지지만 대기 시간을 감안하면 목적지에 빠르게 도달한다. 버스나 승용차보다 2배나 빠르다. 서울~부산 소요시간이 버스·승용차가 4시간 20분, KTX가 2시간 10분(2010년 11월)이다. 설 연휴의 경우에는 승용차가 7시간~8시간 30분이나 걸린다.

(2) 편리성과 정시성

항공기를 비롯한 버스·승용차의 교통수단은 날씨의 영향을 많이 받는 반면 철도는 운행취소나 지연이 없이 거의 예정된 시간 내에 목적지에 도달한다. 열차는 승차감이 좋고, 소음이 적으며, 넓은 객실내의 공간과 안락한 의자 배치 등이 강점이다. 제주공항의 경우 2009년도에 총 95,044회 운항스케줄 중 기상결항 385편을 포함하여 총 1,141회가 결항되었다.

(3) 안전성

철도가 자동제어신호등, 자동운전, 탈선예방 등의 보안

장치를 갖추고 있어 안전성 측면에서 유리하다. 자동차와 열차가 100만km를 달렸을 때 도로교통사고 0.6건, 철도교통사고 0.02건으로 도로에 비해 철도가 30배 이상 안전한 것이다.

(4) 환경성

자동차는 CO₂배기가스 배출량, 항공기는 소음이 심하지만 철도는 2가지 모두 우수하다. 교통수단별 CO₂배출량 비율은 전철이 1일 때, 일반철도가 2배, 버스(승합차)가 3.5배, 승용차가 8.4배 더 배출한다.

(5) 에너지효율성

철도는 대량수송이므로 1인당 수송에너지 소모가 적고 가장 저렴한 수송력을 제공한다. 1명을 1km 수송하는데 드는 에너지는 철도 111kcal, 버스 186kcal, 비행기 386kcal, 승용차 627kcal로 비행기가 철도의 3.5배, 승용차가 철도의 5.8배나 된다.

교통수단인 자동차, 철도, 비행기, 선박 등에서의 CO₂배출량은 산업 및 가정 등에서 배출하는 총 CO₂배출량의 20%정도를 차지한다. 교통수단의 CO₂총배출량의 3%만 일반철도와 도시철도일 뿐 90%이상을 자동차가 차지한다. 특히, 자동차 중 승용차가 70%에 달한다. 수송규모도 승용차와 버스가 90%를 차지한다. 이동수단을 승용차 대신「에코그린철도」로 전환해야 하는 시점이다.

3. 도로위주 교통정책

(1) 경제의 견인차

1908년 자동차의 대량생산 보급은 거대한 산업으로 성장하고, 자동차의 연료로서 적합한 석유의 대량 소비가 시작되었다. 또한, 자동차산업은 20세기의 사회경제를 이끌고, 발전시켜 왔다. 2007년 한해 도요타가 951만대, GM이 926만대를 생산하였으며, 매출액도 2007년에 도요타 286조원, GM 212조원, 현대차그룹 103조원이나 되었다.

(2) 사회경제적 비용 발생

연간 교통물류부문에서 발생하는 사회경제적 비용은 약 215조원('04년)으로서 GDP대비 22% 수준에 달하는 규

사회경제적 비용 발생현황('07년)

구분	비용금액	비고
교통혼잡비용	25조원	교통에너지 사용으로 발생하는 대기오염 등 여타 사회적 비용은 집계가 곤란하여 미포함
가계 교통비용	45조원	
물류비용	117조원	
교통사고비용	15조원(2004)	

자료 : 국가기간교통망계획, 국토해양부(2007)

모나 된다. 국가경쟁력강화와 국민경제발전을 위해 종합적이고 체계적인 비용절감 대책이 시급하다.

교통혼잡비용은 교통시설에 대한 지속적인 투자와 운영 개선에도 불구하고 1990년 이후 고속도로 통행량은 매년 14.4%, 화물수송량은 6.4%, 혼잡비용과 물류비용도 각각 9.5%, 6.2% 증가하였다. 교통혼잡비용은 1996년 16조원에서 2007년엔 25조원으로 급증하였다. 2004년 통계를 보면 GDP대비 미국의 5배(한국 2.9%, 미국 0.57%, 일본 2.3%)나 된다.

(3) 환경공해 유발

이 자동차들은 많은 량의 이산화탄소(CO₂)를 배출하여 사람들의 건강을 위협하고 있다. 자동차가 소비하는 대량의 석유는 공장이나 발전소에서 이용되는 다른 화석연료와 함께 100년 동안 대기 중의 온실효과가스 농도를 높여 평균기온이 2~3℃ 상승하였다. 기온이 1.5~2.5℃ 상승하면 20~30%의 생물이 멸종위험 가능성이 있다고 한다. 2010년도 대비 2050년도에 세계의 평균기온을 2~3℃ 상승만으로 안정시키기 위해서는 CO₂ 배출을 50%이상의 감소가 필요하다.

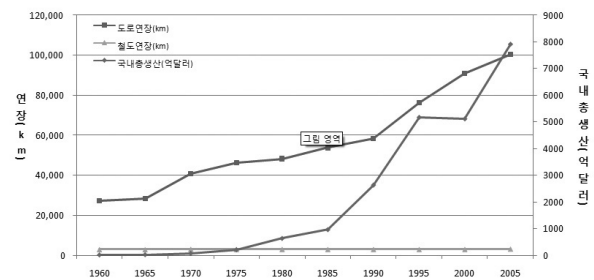


그림 1. GDP대비 도로와 철도의 연장 추이

(4) 철도망 구축 미흡

1970년대 이후 국가교통시설투자현황을 보면 1970년대 4만km이던 도로 연장은 2008년 기준 104,236km로 2.5배 이상 증가했으나 지하철을 제외한 철도연장은 1962년의 3,032km에서 2008년 3,399km로 변화가 거의 없다.

4. 철도중심 교통정책

(1) 철도중심 교통체계

1990년대에 이르자 유럽 등 선진국에서는 “지속가능개발(sustainable development)”이라는 정책적 패러다임이 대두돼 교통정책이 환경과 삶의 질을 유지하기 위한 철도 중심의 교통체계로 전환을 추진하고 있다. 철도중심의 교통체계는 앞에서 언급한 철도의 우수성인 신속성, 대량수송, 정시성, 친환경성, 안전성 등 장점을 최대한 활용할 수 있는 편리한 교통체계이다. 주요 도시 및 거점 간을 연결하는 지역간 교통수단이 철도위주로 재정비돼야 하며 도시 내 교통체계도 도로중심에서 탈피, 철도수단이 중심이 되도록 교통체계를 구축하는 것을 의미한다.

철도중심의 교통체계는 철도수단의 기능적 고려를 통한 노선계획과 투자가 지속적으로 이뤄져야 하며, 철도 수단 간 및 타 수단과의 연계가 효율적이고 원활하게 이루어지는 인터모달(Inter-modal) 체계이어야만 진정한 의미의 철도 중심 교통체계를 수립할 수 있다.

교통시설확충 추이를 보면 '99년 ~ '05년간 우리나라의 도로 · 공항 · 항만부문이 각각 2.6%, 4.1%, 5.9% 증가하였

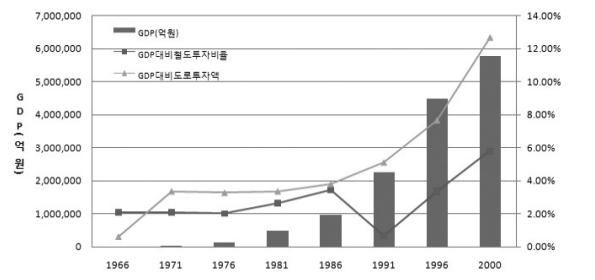


그림 2. GDP대비 철도와 도로투자 비교

1) 도로상에서 발생하고 있는 교통혼잡으로 인하여 추가적으로 발생하는 사회적 비용(social cost)

으나, 철도부문은 고속철도의 개통에도 불구하고 1.4% 증가에 불과하다. 도로 중심의 교통정책을 통해서는 혼잡비용, 물류비용, 환경비용 등의 문제를 해결할 수 없다. 제3차 중기교통시설투자계획은 총 교통시설투자 예산의 37% 이상을 철도부문에 투자할 것을 담고 있다. 또한, 지금 정부는 철도부문의 투자를 50%까지 높이는 계획을 발표한바 있다. 그러나 문제는 철도부문에 예산집행비율을 높이는 것을 어떻게 실천하느냐가 열쇠라 하겠다.

중국은 현재 최대 시속 350km로 운행하는 고속철도망이 3천300km로 세계에서 가장 길며 2020년까지 국내에 총 1만 8천km에 달하는 고속철도망을 건설하겠다는 야심찬 프로젝트를 추진 중이다. 베이징-상하이 구간은 실제 운행 시속이 380km이며 오는 2012년 완공예정이다.

중국이 2025년까지 아시아와 유럽의 17개 국가를 연결하는 유라시아 횡단 고속철도망 건설을 추진하고 있다. 유럽·동남아·러시아 등 3갈래로 나가는 노선이다. 유라시아 횡단 철도는 중국 신장위구르자치구 우루무치에서 카자흐스탄, 우즈베키스탄, 투르크메니스탄 등 중앙아시아 국가를 거쳐 독일로 이어진다. 또 동남아시아 철도는 중국 남부 윈난성 쿤밍에서 출발해 베트남 태국 미얀마 말레이시아를 거쳐 싱가포르로 연결된다. 러시아 대륙횡단 철도는 중국 북부 헤이룽장성에서 시작해 러시아 대륙을 거쳐 유럽으로 이어진다.

(2) 1시간대 고속철도망 구축

전국 주요도시를 1시간대에 접근할 수 있는 고속철도네트워크를 구축, 편리하게 이용 가능한 친환경 교통서비스가 필요하다. 정부는 국가철도망계획(2007~2019)에서 고속철도와 연계한 고속화 간선철도망은 「日자형」을 주축으로 국토 순환형 남북6축과 동서6축으로 구축하는 계획을 세워 놓고 있다.

그러나 전국토가 1시간대 교통네트워크가 되려면 간선철도망「日자형」이 300km/h 고속철도로 구축되어야만 가능할 것으로 본다.

300km/h 고속 신선은 915km(인천~속초 223km, 속초~경주 260km, 부산~목포 272km, 목포~제주 160km) 건설이 필요하다. 건설비용은 450억원(km당 건설비 경부고속철도 449억원, 호남고속철도 452억원)을 적용하면 약 41조원이 소요된다. 건설구간 중 목포~제주구간은 해저터널이기

때문에 건설비가 더 소요될 수 있다. 이와 같이 철도는 고속도로에 비하여 2배 이상 빠른 속도로 비행기와 경쟁하며 전국을 1시간대로 연결하는 고속철도를 주축으로 하는 교통망을 확충해 빠르고, 안전하고, 효율적인 선진국형 친환경 교통서비스 체계를 구축해야 통행시간 및 차량운행비 절감효과를 높일 수 있다. 고속철도망 구축방향을 보면 다음과 같다.

1) 고속철도망을 간선으로 하는 철도망구축이 요구된다.

현재의 철도망 구축은 기존선을 고속화하여 180~250km/h속도로 운행하는 계획을 세워 놓고 있다. 기존선을 고속화할 경우 곡선이 너무 많아 직선으로 펴야 하는데 신선건설 수준의 공사비가 들뿐만 아니라 공사기간중 기존열차운행에 지장을 준다. 또한, 고속철도와 준고속철도(고속화)의 신선 건설비가 크게 차이나지 않으며, 기존선을 고속화할 경우 운행시간이 버스나 자가용보다 크게 단축되지 않는다.

2) 기존선은 지선 및 화물선으로 중요한 역할을 할 수 있다.

고속철도망에서 연계하는 기존선을 활용하여 단거리 여



그림 3. 전국토 1시간대 고속철도망

전국 1시간대 운행 고속철도망 구축시 노선별 열차속도

구간	거리	소요시간	표정속도	열차최고속도
서울~부산	419km	01:56	215km/h	300km/h
서울~목포	352km	01:38	215km/h	300km/h
서울~제주	514km	01:58	260km/h	400km/h
인천~속초	223km	01:02	215km/h	300km/h
속초~부산	381km	01:46	215km/h	300km/h
부산~목포	272km	01:16	215km/h	300km/h
부산~제주	433km	01:40	260km/h	400km/h



그림 6. 개발 중인 430km/h용 고속철도차량

객과 화물수송을 위한 노선망도 필요한 것이다. 기존선의 복선화 및 전철화는 고속철도망과의 연계를 감안한 수송량을 검토한 후 신중하게 실시하여야 한다.

3) 고속철도와 지하철의 신선은 3선 건설하여 가변차선으로 운영하는 것이 바람직하다.

출퇴근 시에 또는 명절 때에 승객이 많은 방향으로 동시에 2개선을 활용(도로의 가변 차선)해서 열차를 집중 배차함으로써 교통난을 해소할 수 있다. 보통 때 1개 선로는 선로보수 및 점검, 차량시운전 등으로 활용할 경우 별도의 열차운행중지 없이 24시간 운행이 가능하기 때문에 설날과 추석에 벌어지는 교통전쟁을 없앨 수 있다.

이러한 인프라 구축으로 수송거리별 버스, 전철, 고속철도 등 공공교통수단의 역할을 재조명할 필요가 있다. 앞으로 고속철도는 고속도로에 비하여 2배 이상 빠른 속도로 비행기와 경쟁하며 전국을 1시간대로 연결하는 국가교통의 간선역할을 충분히 해 낼 수 있을 것이다.

(3) 철도기술연구개발

철도기술연구는 고속철도기술 자립을 위해 수행한 350km/h의 한국형 고속철도기술개발, 경량전철 개발을 비롯 도시철도 표준전동차 개발, 유지·보수 정보화 시스템 개발, 기존선에서 속도를 높일 수 있는 틸팅열차 등 막중



그림 4. KTX산천



그림 5. 한국형 틸팅열차 TTX

한 프로젝트들을 진행, 실용화를 이뤄내는 성과를 올렸다.

한국형고속열차는 한국형 고속열차 국산화율이 가격대비 86.7%, 부품수 대비 92.0%를 개발하고, 개발기술을 KTX에 적용해 2004년 KTX개통부터 운영에 크게 기여하였다. 또한, 토목·기계·전기 등 각종 첨단기술이 총동원된 종합시스템으로 발전하면서 기술이전과 기술개발, 기존기술의 고도화 등 과학·기술·산업 전반에 큰 파급효과를 유발하고 있다. 그 결과로 고속철도기술은 KTX산천을 탄생시켰다.

틸팅열차는 곡선을 주행할 때 바깥쪽 차체를 안쪽으로 기울여 발생하는 원심력을 상쇄시킴으로써 승차감을 좋게 하는 열차이다. 틸팅열차는 기존선에서 약 30%속도를 높일 수 있다. 바이모달트램은 버스처럼 일반 도로 위를 달리기도 하고 지하철처럼 전용 궤도에서 자동운전도 가능한 새로운 개념의 차량이다. 이외에도 신 철도교통시스템은 경전철, 연료전지를 이용하는 바이모달차량, 모노레일, 트램, PRT(소형궤도열차), 리니어추진전철, 무가선 전철시스템, 하이브리드차량, 배터리 추진차량, 자기부상열차, 초고속열차 등이 개발돼 등장할 것으로 보인다.

철도 기술발전의 미래는 환경 측면에서는 열차를 추진하는데 필요한 동력을 전기로부터 얻어 모터를 돌리거나 자력에 의한 부상방식으로 철도기술이 발전할 것으로 예상되고 있다. 이에 부응하여 세계 최고속도 430km/h용 고속철도 차량이 개발 중에 있다. 또한, 도시형 자기부상열차도 개발 중이며, 2012년 11월까지 영종도에 시범노선 6.1km를 구축 중에 있다.

이와 같이 최고속도 350km/h의 고속전철과 무인운전경량전철시스템도 국내 기술로 개발하였다. 도로교통의 한계로 인해 철도역할의 중요성이 더욱 높아지고 있는 지금이야말로 철도기술을 한 차원 높일 수 있는 기회이기도 하



그림 7. 초고속자기부상열차(독일, 일본)

다. 게다가 중국철도의 부상과 일본 및 유럽의 질주는 우리에게 위협이자 새로운 기회를 찾아야 하는 절박함을 주는 모티브이기도 하다. 향후 철도기술은 복잡화, 융합화하며, 교통수단은 더욱 지능화 될 것이다.

철도의 발전은 상상을 초월한다. 시속 500km가 넘는 놀라운 속도로 달리는 미래의 환상 초고속열차, 초고속자기부상열차로 일본은 2003년 12월 시험선에서 시속 581km를 기록하는 등 놀라운 속도를 자랑한다. 우리도 초고속자기부상열차를 개발하면 서울~부산구간을 40분이면 갈 수 있을 것으로 기대한다.

5. 맺음말

국내적으로는 고속철도의 등장으로 전국토가 하나의 거대한 도시처럼 되는 것이 불가피할 것으로 보인다. 전국토

를 1시간대로 연결하는 KTX 고속철도망을 구축할 경우 한국은 전국토를 하나의 도시, 생활권으로 만들어 서울과 지방간의 격차를 없앨 수 있을 것이다. 이명박 대통령이 제안한 “전국토의 거리를 90분대 시대로 만들어야 한다.”는 고속철도망 건설추진방안을 다각도로 모색하여 적극적으로 추진해야 할 때이다.

세계적으로는 유럽에서 보았듯이 철도는 국경까지 무너뜨리고 있다. 지구촌을 하나로 묶는 최첨단 교통수단인 글로벌 철도네트워크 구축이 활발하게 이루어지고 있다. 아시아 대륙(일본·러시아·중국)의 중심에 위치한 우리나라는 국가고속철도망 확충과 함께 인접 국가들과 종합적인 글로벌 교통네트워크를 구축함으로써 동북아 및 유럽과 연계할 수 있는 세계교통네트워크를 준비해야 할 시점이다.

한반도와 중국대륙을 잇는 고속철도망의 구축은 개발 중인 400km/h용 고속철도기술 활용과 500km/h의 자기부상철도 및 700km/h의 초고속자기부상철도 등의 기술 개발로 가능할 것이다. 고속철도가 프랑스와 영국의 유럽 국가들을 하나의 대륙으로 연결했듯 한국-중국-러시아-유럽을 철도로 이어간다면 유라시아를 하나의 지구촌으로 만들 수 있을 것이다. 이를 실현하기 위하여 한국이 세계를 리드하는 철도로 발전해야 한다. ☺