

기존선의 고속전철 연계운용으로 고속화 방안 The Study for Speed-up of Main Line by High Speed Train

박광복*

Park, Kwang-Bok

ABSTRACT

This report was studied about speed-up for main line of KNR(Korea National Railroad) by High Speed Train. The maximum speed of Kyun-Pu line was recorded a 140Km/h by Saemaul train in 1985 and the average speed its is a 107Km/h now. For operation KTX Kyun-Pu High Speed Train and G7 Korea High Speed Train in KNR line, this report was studied about operation status of High Speed Train in advanced countries, operation situation of train in KNR line and plan of speed-up for main line.

1. 개요

경부고속전철 KTX가 지난 9월 시험선로에서 300Km/h의 속도로 주행에 성공함으로서 이제 우리 나라도 세계 5번째 고속철도 운용 국가가 되었다.

기존선의 새마을 및 무궁화 열차의 속도는 고속철도를 운행하는 나라에 어울리지 않게 지나치게 저속으로 운행하고 있는 실정이다. 경부선에서 새마을 열차의 표정속도는 107Km/h, 무궁화는 92Km/h로 운행하고 있고, 타 선로에서는 70-90Km/h로서 훨씬 낮은 속도이다. 선진국에서는 이미 70년대 초부터 특급열차를 160-210Km/h로 운행해오고 있다.

현재 경부축의 철도와 고속도로는 이미 운행용량을 초과한 상태이다. 이로 인해 1992년부터 경부고속철도를 건설하게 되었고, 그 외 기존선도 도로보다 투자를 소홀히 한 결과, 철도 영업선로가 1961년 3,022Km에서 1997년 3,118Km로 37년 동안 단 3.2%가 연장되었다. SOC 투자비율도 1988-1998년 사이에 도로 62.4%(30.6조억 원), 항만 10.2%(5조억 원), 철도(고속철도포함) 9.6%(4.7조억 원), 공항 6.2%(3조억 원) 순위로 도로의 15%에 불과하다.

이와 같은 비효율적인 수송체계로 200Km 이상 거리에서 철도의 여객 분담율은 11.2%로서 일본의 49.7%보다 낮아 대량수송의 이점을 충분히 활용하지 못하고 있다. 철도 전철화율은 전체 영업거리 중 21.2%(661Km, 1997년)인데 반해 일본 59%, 프랑스 45%, 스웨덴 75% 보다 낮은 수준이다. 주요간선의 CTC율도 27.5%(1997)로서 동일본 74.5%, 영국 61.7%, 프랑스 46.5%, 독일 14.2%에 비해 전체적으로 떨어져 열차운영의 효율성을 얻지 못하고 있다.

이러한 철도분야의 관심부족으로 1997년에는 수원-대전, 송정리-목포, 순천-여수 등의 구간과 2002년에는 전주-순천, 원주-경주, 포항-부산, 대구-영천 구간 등의 주요간선은 한계용량을 초과할 상태에 있다. 또한 경부고속철도가 2004년에 개통되더라도 전라선, 호남선, 중앙선, 동해선 등은 한계용량을 넘어서 선로증설이 요구되고 있는 실정이다.

* 정회원

우리 나라 철도의 서울-부산 구간에서 최고운행속도를 살펴보면 1946년 70Km/h(9시간), 1960년 85Km/h(6시간 40분), 1969년 110Km/h(4시간 50분), 1985년 140Km/h(4시간 10분)로 철도의 속도향상을 이뤄왔다. 해방 후 40년만에 두 배의 속도향상을 이룩한 것이다. 그러나 1985년 이 후 15년이 지난 현재에도 기존선의 속도향상은 멈춰진 상태이다.

이러한 철도 현안사항을 해결하기 위한 방안으로 2004년에 개통될 KTX 경부고속전철과 국책사업으로 개발중인 한국형 고속전철을 기존선로에 운용하는 방안을 수립하기 위하여, 선진국의 철도 고속화 현황, 우리나라의 철도운영 현황, 및 기존선의 고속전철 연계운용 방안을 검토하여 기존선로의 고속화를 검토해 보고자 한다.

2. 선진국의 철도 고속화 현황

2.1 일본

1964년 신간선 개통으로 철도의 여객 수요가 상당기간 늘어갔으나, 이 후 고속도로의 개통으로 여객의 상당수가 자동차로 옮겨갔고, 장거리수송도 항공기가 주 경쟁자로 되었다. 결국 일본국철은 환경변화에 신속히 대응하지 못하여 누적적자가 쌓여갔다. 마침내 1987년 여객철도 6개와 화물철도 1개로 민영화되면서 경쟁체제로 돌입하여 철도교통서비스의 질을 향상시키고, 운용효율과 합리화로 사업수익성이 크게 개선되게 되었다.

현재 신간선 네트워크는 총 길이 2,000Km가 건설되었고, 515Km는 건설 중에 있고, 기존선은 3,510Km이다. 신선로에서는 240Km/h-300Km/h로, 기존선에서는 130Km/h로 운행하고 있다. 그 결과 현재 철도의 여객수송 분담율은 약 35%로 크게 향상되었다. 그 외 자동차는 52.9%, 항공기는 5.9%, 버스는 6.2% 순이다.

철도의 최고운행속도향상은 그림 1과 같이 신간선은 1997년부터 300Km/h로 올렸고, 협궤는 1998년에 150Km/h로 향상 시켰다.

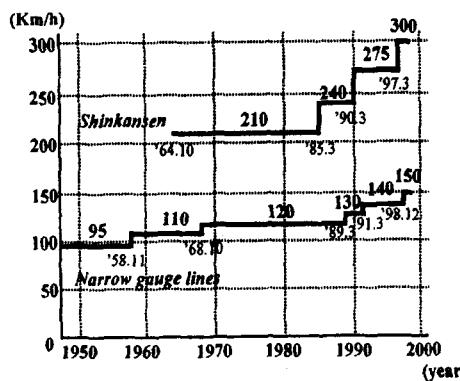


그림 1 일본 열차 최고운행속도 향상

한편 1992년 도시간 철도와 통합된 고속철도망의 개발과 고속화가 제기되어 현재 간선철도를 평균운행속도 120Km/h로 향상하기 위해 신간선과 직결운행 및 속도향상을 위한 선형 개량을 통해 동경, 오사카, 나고야, 후쿠오카, 삿포로 등 주요 도시를 4시간 이내 운행을 목표로 사업추진 중에 있다.

2.2 프랑스

고속철도하면 프랑스가 가장 먼저 떠오른다. 1981년 TGV-PSE를 개발하여 파리-리옹 구

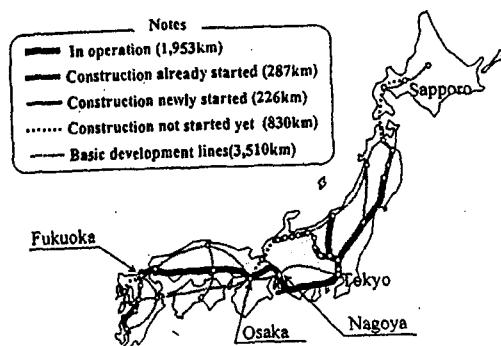


그림 2 신간선 철도 네트워크

간에서 최고 운행속도 시속 260Km로 상업운전에 들어갔다. 개통부터 프랑스는 파리-리옹 구간에 상당한 거리를 기존선로를 사용하였다.

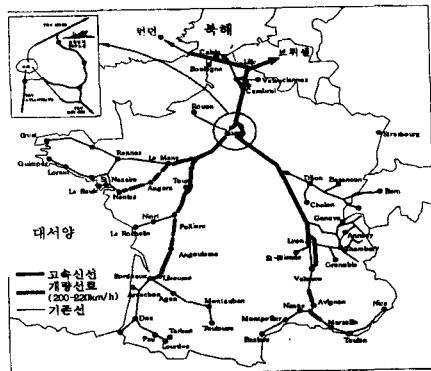


그림 3 프랑스 고속철도망 확충 계획

2.3 독일

독일은 1991년에 ICE를 개발하여 280Km/h로 개통했지만, 최근에 개발된 첨단제어 기술을 사용하여 다양한 고속전철을 개발하고 있다. 또한 고속철도는 612Km를 보유하고 있고, 대부분의 주요간선철도는 기존선로를 이용하고 있다. 한편 1985년 DB에서 철도네트워크 개발계획을 수립하여 고속철도와 기존선로 이용을 효율화하였다. 따라서 신선로에서는 280-300Km/h로, 개량선로에서는 200Km/h로, 기존선로에서는 160Km로 운행하고 있다. 그림 3은 2005년까지 완성될 ICE 네트워크 계획이다.

표 1 선진국의 고속철도와 기존선
연결 비율

국별	고속 철도 (Km)	기존선 활용 (Km)	기존선 활용율 (%)
프랑스	1,120	6,000	84
독일	612	1,550	72
일본	1,953	3,510	64

표 1은 선진국의 고속철도라인에 기존선을 연계 운용하는 활용율을 나타낸 표이다.

현재 고속철도는 동남선, 대서양 선, 북부선 등 총 길이 1,120Km이다. TGV는 유럽네트워크 철도망을 구성해, 프랑스 파리에서 스위스 베른, 이태리 로마와 베니스, 영국 런던, 네델란드 암스테르담, 독일 베르лин과 프랑크푸르트 등으로 연결하는 기존선로에서 고속운행하고 있다. 신선로에서는 최고운행속도 300Km/h로, 개량선로에서는 200-220Km/h로, 기존선로에서는 160-200Km/h로 운행하고 있다.

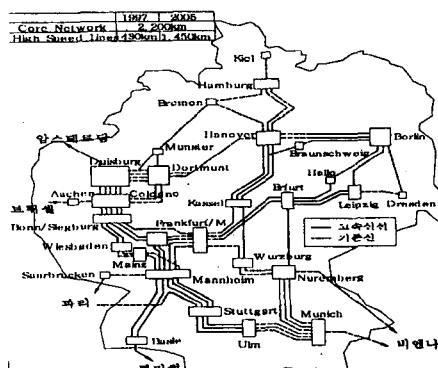


그림 4 ICE 네트워크 계획(2005)

3. 우리 나라의 철도운영 현황

3.1 철도시설

우리 나라의 철도시설은 1962년 경제개발 5개년 계획 수립 시 공로위주로 계획을 세워 철도는 낙후하게 되었다. 교통분야투자중 철도와 도로의 비율이 1차 계획(62-66)에서는 60.6% 대 17.2%에서 3차 계획(72-76)에서는 29.4%대 51.6%로 반전되었으며, 6차 계획(87-91)에서는 10.1%대 79.6%로 차이가 점차 심화되어갔다. 그 것도 GNP중 교통분야는 고작 약 2%를 투자에 그쳤다.

3.3 속도향상과 표정속도

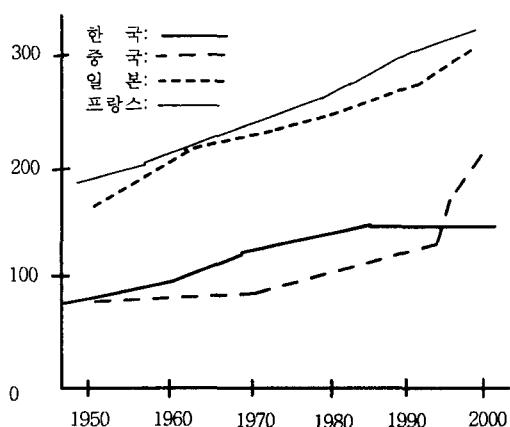


그림 5 국가별 최고운행속도 달성 년도

1960년 이후 철도산업의 투자가 소홀하여 발전이 얼마나 심각한가에 대한 그 결과는 그림 5에서 우리 나라와 각국별 최고주행속도 발전현황을 비교해 보면 알 수 있다.

표 5에서는 국가별로 표정속도에 대하여 살펴본 것이다. 주요 선진국들은 기존선의 최고 운행속도를 160~200Km/h로 운용하고 있다. 한편 우리 나라는 경부축에는 인구 70%, 생산량 75%가 집중되어 있고, 교통량 중 여객 66%와 화물 70%를 담당하고 있는데도, 철도의 최고 운행속도는 1985년 새마을 열차가 최고운행시속 140Km를 달성 후 15년간 표정속도 107Km/h로 정체되어 있다. 따라서 장기적인 철도수송 종합대책 세워 국가사업으로 추진해 나가야 한다.

4. 기존선의 고속전철 연계운용 방안

4.1 기존선로 고속화

앞에서 살펴 본바와 같이 선진국은 고속철도를 주요간선에 연결하여 운행시간 단축과 여객 수송율을 높여 수송체계의 효율화를 이뤄가고 있다. 또한 고속전철 운행거리 중 기존선이 70~80%를 차지해 실질적으로 20~30%의 신선로를 건설하여 주요간선철도의 고속화를 달성하였다.

따라서 경부고속전철 KTX가 개통되는 2004년을 기점으로 전국 주요간선을 검토하여 200Km/h 이상을 주행을 위한 선로개량구간과 140~160Km/h를 주행하기 위한 기존선로 보완 구간으로 분리 설정하는 21세기 고속철도 네트워크 구축 계획을 조속히 수립하는 것이 절실히 요구된다. 네트워크 구축 계획이 국가적 사업으로 잘 수행된다면 한계용량에 달한 주요간선철도는 여유용량을 확보함과 동시에 교통체계의 효율화를 기하여 여객 수송율 증가와 균형 된 국가 발전이 이룩될 것으로 기대된다.

그림 6은 21세기 우리나라 간선 철도망 구축 건설계획이다. 이 계획에 따르면 경부고속 철도와 호남고속철도가 계획되어 있으며, 또한 주요간선에 개량과 신설계획이 잘 나타나 있다. 그림 7은 2004년 경부고속철도 개통에 따른 주요간선의 전철화 계획이다. 계획에는 없지만, 전라선 익산-여수 구간도 고속철도를 연장 운행하여 고속화를 구현할 필요가 있다.

국가	열차종류	최고운행속도	표정속도
프랑스	TGV 538/9	300	254.3
독일	2 ICEs	280	199.7
일본	노조미 503/508	275	261.8
이탈리아	10 Pendolino	250	164.9
영국	Scottish Pullman	201	180.2
미국	Metroliner 110	201	157.3
스웨덴	2 X2000	200	168
캐나다	Metropolis	153	145.4
한국	경부선:새마을(무)	140	107(92)
	전라선:새마을(무)	130	92(82)
	호남선:새마을(무)	130	82(67)

표 5 각국별 표정속도 비교 (단위: Km/h)

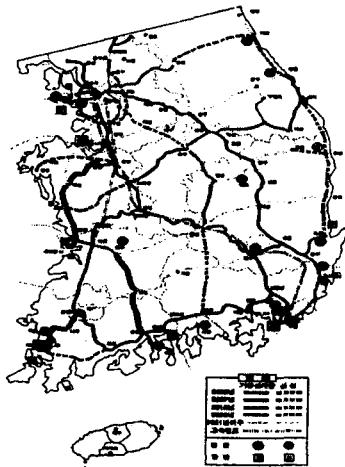


그림 6 고속철도, 기존선 증설 및 개량 계획

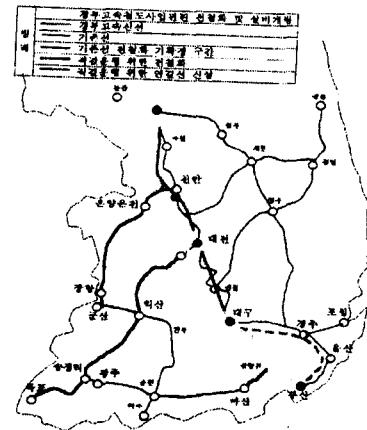


그림 7 고속열차와 기존선 연결선로

표 6 주요간선의 고속철도 연결효과

운행구간	영업Km	새마을(현재)	고속열차	단축시간
경부선	서울-부산	409.8	4:10	2:40
장항선	서울-장항	223.9	3:09	1:42
호남선	서울-익산	243.0	2:36	1:40
	서울-송정리	340.8	3:34	2:26
	서울-목포	409.8	4:34	2:58
경전선	서울-마산	394.6	4:28	2:39
				1:49

그림 7과 같이 경부고속철도를 개통하고 주요간선 철도를 전철화 선로로 개량하여 표정속도를 150~160Km/h로 유지하면, 표 6과 같이 고속철도 연결효과를 가져올 수 있다. 즉 경부선은 장항선, 호남선, 경전선에서 대략 1시간 30분간의 시간단축 효과가 있어 여객수송 증대에 큰 효과를 가져오게 된다.

4.2 기존선로에서 속도향상

기존선로에서 열차속도를 향상하는 방법에는 크게 두 가지가 있다. 첫째 차량 시스템을 개선하는 것과 선로설비를 개선하는 방법이 있다. 일반적으로는 비용절감 측면에서 선로설비를 개선하는 것보다는 차량 시스템을 개선하는 것이 많이 이용되고 있다. 그러나 경부고속전철 KTX를 기존선로에 투입하여, 고속화를 실현한다면 선로를 개량하는 것으로 추진되어져야 한다. 2004년 서울-부산 구간 개통을 위하여 대구-부산구간 선로를 전철화하고 있으므로 기존선로의 개량을 통하여 속도향상을 달성해 고속철도의 이점을 살려야 한다.

철도는 건설당시 선로의 곡선부 선형특성과 궤도 틀립의 설치기준이 설정되어 선로등급에 의한 차량의 제한속도가 설정된다. 표 7은 국철의 곡선부 선형특성 및 궤도 틀립량 기준치이고, 표 8은 기존선에서 국철 및 프랑스 철도의 열차 제한속도이다.

표 8에 의하면 국철에서 제한속도가 프랑스에 비하여 낮게 설정되어 있어, 열차 고속화에 제한적 요소가 되고 있다. 이 부분에 대한 재검토가 필요하다. 또한 국철에서 프랑스와 같은 열차 제한속도를 구현하려면 표 7과 같이 고속철도 라인과 연결되는 선로에 궤도 틀립을 A급으로 엄격히 관리해야 한다. 궤도는 60Kg급 레일을 사용해야하고, 노반의 부담력도 L-22로 하고, 선형도 최소곡선 R600m이상, 최급구배 8‰이하로 하여 국철의 1급 선로로 개량해

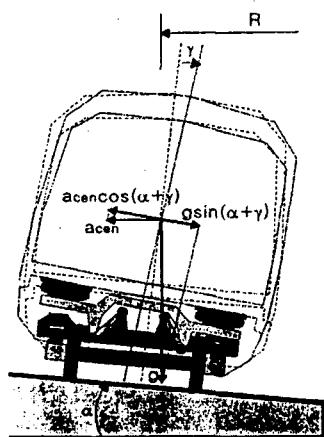


그림 8 차량 틸팅 원리

틸팅방식에 따라 곡선주행 시 차체를 일정 경사각으로 강제 제어하는 강제식과 곡선 주행시 발생하는 경사각에 의거 제어하는 자연식으로 대별된다. 요즘에 사용되는 Tilting 방식은 대부분 강제식이 사용하고 있다. 표 10에 주요국가에 가장 대표적인 Tilting 대차에 대하여 주요기술내용을 분석하였다. 표 10에서 나타나있는 것과 같이 대부분의 틸팅대차는 200Km/h 이상용으로 개발되었다. 따라서 이 대차를 사용할 경우는 고속철도뿐만 아니라, 기존선에서 고속으로 주행할 수 있게 된다. 국내에서는 아직 틸팅대차에 관한 연구 및 기술이 충분히 확보되지 못했으므로 이탈리아에서 개발되어 여러 국가에서 사용중인 ETR460 또는 독일의 ICT-VT, VT611 등의 틸팅대차를 바탕으로 해외업체와 공동으로 개발하는 것이 바람직하다.

기존선에서 틸팅대차를 이용할 경우 곡선주행 속도를 약 30% 향상시킬 수 있는 것으로 보고되고 있다. 따라서 기존선의 고속화 전구간을 국철선로규정에 의거 1급선으로 개량하고 틸팅대차를 사용할 경우 기존선에서 차량의 최고운행속도는 200Km/h 이상으로 운행이 가능하게 되어 기존선의 고속화를 실현할 수 있다.

5. 결론

앞에서 살펴본 바와 같이 우리나라의 주요간선의 철도청 자료에 의하면 1997년부터 4개 간선이 운용한계에 도달하여 철도수송체계에 문제점이 돌출 되고 있는 실정이다. 또한 경부고속철도에 KTX가 개통되더라도 호남선, 전라선, 영동선 및 중앙선에는 혼잡도가 개선되지 않아 교통수송 체계에 문제로 여전히 남게된다.

이러한 현실을 고려하여 본 연구에서는 기존선로에 고속철도 연계운용으로 철도 고속화를 위하여 다음과 같은 3가지 방안을 제시하고자 한다.

첫째는 기존선의 고속화는 현재 건설중인 경부고속철도에 기존선을 연결하여 고속화하는 방안으로서 경부고속철도와 연계를 위하여 호남선, 장항선, 전라선을 전철화설비를 하여 KTX를 투입하여 운행한다. 이 경우 약 1시간 30분의 운행시간 단축효과를 얻을 수 있다.

둘째는 기존선을 고속철도와 연결하되 기존선로를 개량하여 선로 선형과 틀림량을 전구간에 걸쳐 국철 1급선에 규정에 맞는 선형 개량과 A급 틀림량의 선로를 유지하는

대차	제작사	속도 Km/h	틸팅 방식	액츄에이터	경사 각도	축거 m	적용 차종	상용 연도
ETR 460	Fiat	250	강제 링크	유압식	8	2.7	ETR, ICT, S220	1995
X2000	ABB	210	강제 링크	유압식	8	2.9	X2000	1990
Acela	Bombardie	240	강제 링크	유압식	8	3.0	Asela, LRC	2000
VT611	Adtranz	160	강제 링크	전기식	8	2.45	VT611, VT612	1997
ICT-VT	Siemens	200	강제 링크	전기식	8	2.6	ICT-VT	2000
TGV-Pendu.	Alsthom	220/320	강제 링크	전기식	8	3.0	TGV-Pendular	2002
ICN	Fiat-SIG	200	강제 터틀러	전기식	8	2.6	ICN, Virgin Rail	2001
Series 283	Fuzi	130	강제 배어링	공압식	6	2.15	Series 283	1997

표 10 각국 틸팅 대차 주요기술 사양

방안이다. 이 경우 곡선은 R600m 이상이 되어야하며, 직선선로에서는 200-220Km/h 주행 가능하고, 최소곡선 R600m에서는 최고속도 150Km/h를 주행할 수 있게 된다.

셋째는 기존차량의 고속화 방안으로서 이탈리아, 독일등 선진국에서 개발되어 시속 200Km로 운행하고 있는 텔링대차를 공동 개발하여 사용함으로서 기존선로에서 30%의 속도향상을 가져오고, 개량된 기존선로에서는 200Km/h 이상 주행 가능하여 기존선의 고속화 방안으로 제안한다.

이상과 같이 제안된 기존선의 고속화 방안은 앞으로 산학연이 공동연구에 참여하여 선로선정, 선형개선, 주행성능, 승차감, 소음저감, 시험평가 등에 대한 고속화 연구를 통하여 기존선의 고속화 과제를 체계적으로 수행해 나가야 한다.

참고자료:

1. 한국철도기술연구원, 철도기술 논문집, 1997. 4, p85-p106
2. 대한교통학회, "21세기 한국철도의 비전과 과제" 1999. 7. 15, p57-p63, p91, p128-p131, p227-p228, p265p-p268,
3. 한국철도청, "21세기 철도기술의 비전" 1999. 9. 16, p44, p62-p63, p215, p219
4. 한국철도청, 팽창광, 1990. 10. 7, "한국 철도차량 수여전망과 철도산업 육성 전략", p7, p25-p26
5. 한국철도기술연구원, 철도기술 논문집, 2000. 6, p45-p56
6. 한국철도기술연구원, 철도기술지: 21호(1999. 11) : p15-p18, p24-p28, 23호(2000. 4) : p20-p22
7. 철도차량공학, 박광복 著, 삼성종합출판, 2판, 2000. 8