

기존철도의 열차운행속도 향상을 위한 개선방안 고찰



| 박 광 복 |
(주)이산
부사장

1. 머리말

경부고속철도에서 KTX가 2004년 4월부터 최고속도 300Km/h로 상업운행을 시작함으로써 우리나라도 고속철도 운영국가가 되었다. 기존철도의 표정속도는 경부선의 경우 새마을 열차가 107Km/h, 무궁화 열차는 92Km/h이며, 그 외 선로에서는 70~90Km/h의 낮은 속도로 운행하고 있다.

선진국은 70년대부터 기존철도에 특급열차와 킬링열차를 투입하여, 최고운행속도 180~220Km/h로 운영하고 있다.

우리나라 철도의 속도 향상은 1946년에 경부선(서울~부산)에서 최고운행속도가 70Km/h 이었던 것이 1985년에 140Km/h로 향상되어 운행시간을 반으로 줄였다. 그러나 1985년 이후에는 기존철도의 속도 향상은 멈춰진 상태이다.

2004년에 KTX가 경부고속철도(서울-부산)에서 최고운행속도 300km/h로 상업운행을 시작하여, 표정속도는 153.7km/h로 향상되었고, 2010년에는 2단계 구간(동대구-부산)이 개통되어 운행시간이 2시간 18분으로 단축되어, 표정속도는 178.2km/h로 향상 되었다.

기존철도의 고속서비스를 위해 KTX의 개통 때부터 경부선과 호남선에 고속전철을 투입하여 운영하고 있다. 최근에는 전라선과 경전선에서도 KTX가 상업운행을 하고 있다.

2011년 1월 국토해양부에서는 국가기간교통망계획 제2차 수정계획 2001~2020을 발표하였다. 이 계획에 따르면 여객기준 수송분담률(인.km 기준)은 2008년에 철도가 15.9%에서 2020년에 27.3%로 향상하도록 되어있다. 이

를 위하여 2011~2020년까지 SOC 투자는 철도에 약72조원(38.9%)을 투자하여 총길이 3,378km에서 4,955km로 약 1,577km를 연장하도록 되어있다.

본 고찰에서는 국내외 기존철도의 열차고속운영 현황을 살펴보고, 기존철도의 열차운행속도 향상을 위한 개선방안을 검토하여 제안하고자 한다.

2. 외국의 기존철도 고속화 현황

2.1 일본

일본은 1964년 동경올림픽 개최 때에 최고운행속도 210km/h의 신간선 전차 개통으로 철도수요가 한때 늘어났다. 그러나 주요 간선고속도로의 개통으로 단거리 교통수요는 자동차로 옮겨갔고, 장거리는 항공기와 경쟁하게 되었다. 즉 일본국철은 변화하는 교통 환경에 적절히 대응하지 못해 운영적자가 쌓여갔다.

1987년에 여객철도 6개사와 화물철도 1개사로 민영화되면서 철도서비스가 향상되고, 운영합리화를 통해 영업수익이 호전되기 시작하였다.

신간선 노선의 총길이는 약2,176Km 이고, 약400Km는 건설 중이다. 신간선은 약3,510Km의 기존철도에서 운행 중이며, 신간선에서는 240Km/h~300Km/h로, 기존철도에서는 130Km/h로 운행하고 있다.

최고운행속도는 신간선이 1997년부터 300Km/h로 운행하고 있고, 협궤는 1998년에 150Km/h로 향상하였다.

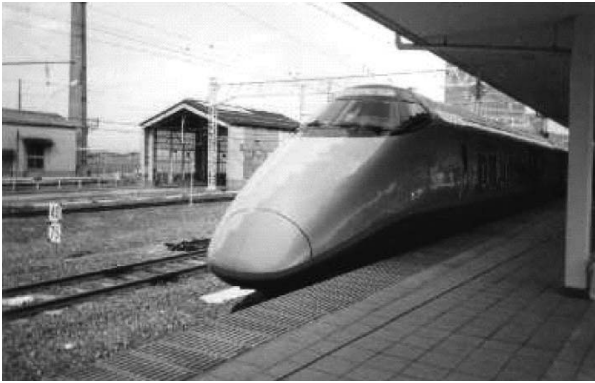


그림 1. 400계 신간선 전차



그림 2. E3계 신간선 전차

1992년 도시간선철도와 통합된 고속철도망인 야마가타 신간선, 아키다신간선, 호쿠리쿠신간선은 협궤(1,067mm)에서 표준궤간으로 정비한 선로로써, 신간선 구간에서는 260km/h, 기존철도 구간에서는 130km/h로 운행하고 있다.

그림 1에 400계 신간선 전차는 야마가타신간선인 후쿠시마에서 야마가타까지는 최고속도 130Km/h로 운행하고 있고, 도호쿠신간선인 후쿠시마에서 도쿄까지는 260Km/h로 운행하고 있다.

그림 2 E3계 신간선 전차는 아키다신간선인 모리오카에서 아키다까지는 최고속도 130Km/h로 운행하고 있고, 도호쿠신간선인 모리오카에서 도쿄까지는 260Km/h로 운행하고 있다.

간선철도에서 표정속도를 120Km/h로 향상하기 위해 신간선과 직결운행 및 속도향상을 위한 선형개량을 통하

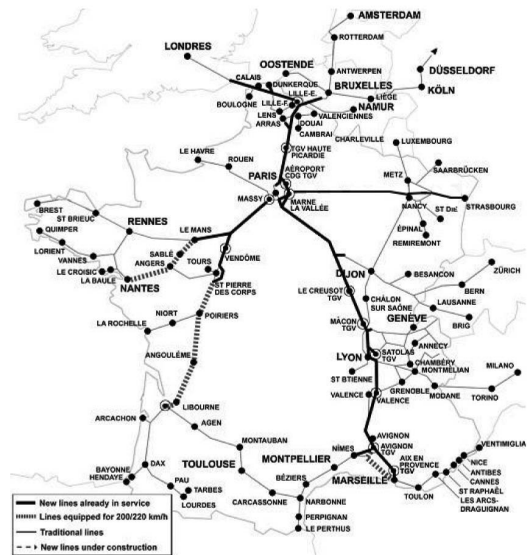


그림 3. 프랑스 철도네트워크

여, 동경, 오사카, 나고야, 후쿠오카, 삿포로 등 주요 도시를 4시간에 운행하고 있다.

2.2 프랑스

프랑스는 1981년에 TGV-PSE로 파리-리옹 구간에서 최고운행속도 260Km/h로 상업운행을 시작한 후, 현재는 최고속도 300km/h로 운행하고 있다. 개통 초기에는 파리-리옹간의 일부구간에서 기존철도를 이용해 운행하였다. 1989년에는 파리-르망 구간, 1993년에 파리-릴 구간, 2010년에는 파리-스트라스부르크 구간 등 약1,841km의 고속철도 노선에서 TGV가 상업운행하고 있다.

기존철도의 주요 간선철도를 200~ 220km/h로 정비하여, TGV와 특급열차가 혼용하여 운행하고 있다. 프랑스는 기존철도의 고속화를 선로 개량을 통해 추진하고 있다.

그림 3에 프랑스 철도네트워크가 나타나 있는 바와 같이 철도는 300km/h의 고속선, 200~220km/h의 개량선 및 180~200km/h 이하의 기존선으로 구분되어 있다. 이들 노선에 TGV와 급행열차가 혼용하여 운행함으로써, 기존철도의 고속화가 이뤄졌다. 고속철도 동남선은 모나코 및 밀라노까지, 대서양선은 파리에서 툴르즈 및 브레셀까지, 북부선은 파리에서 암스테르담, 베를린까지, 동부선은 파리에

서 프랑크푸르트까지 즉 유럽철도망과 연계시켜 TGV를 운행함으로써 기존철도의 고속화가 이뤄졌다.

2.3 독일

독일은 1991년에 고속전철 ICE 1이 최고운행속도 280Km/h로 상업운행을 시작하였다. 최근엔 ICE 3를 최고 350km/h의 주행이 가능토록 개발해 독일, 스페인, 중국, 러시아 등에서 운행하고 있다.

신선 고속철도는 약 577Km 정도 건설되었고, ICE는 주요 간선철도를 개량한 노선에서 운행하고 있다.

1985년에 독일 DB는 철도네트워크 개발계획을 수립하여, 고속철도와 기존철도를 연결하여 ICE를 운행함으로써 철도수송효율을 향상하고 있다.

ICE는 신선로에서 280~300Km/h로, 개량선로에서 200Km/h로, 기존선로에서 160Km/h로 운행하고 있다.

그림 4에 ICE-T 탈팅열차는 개량선로에서 250km/h로, 그림 5에 IC 3 열차는 180km/h로 운행하고 있다.

독일은 기존철도를 개량해 고속철도를 운영함으로써 고속화를 실현하였다.

표 1은 주요 국가의 고속철도와 기존철도의 연계 운용하는 활용률을 나타낸 표이다. 각국은 61%~74% 정도의 기존철도를 활용하여 고속전철을 운영하고 있다. 이는 기존철도를 선로 개량하여 최고운행속도를 200km/h 이상으로 운행하고 있다. 따라서 기존철도에서 고속전철과 특급열차를 혼용하여 운행함으로써 기존철도의 고속화가 이뤄졌다.

표 1. 외국의 고속철도와 기존선 활용률

국별	고속철도 (Km)	기존선 활용 (Km)	기존선 활용률 (%)
프랑스	1,541	6,000	74
독일	577	1,550	62
일본	2,175	3,510	61

주 : 철도기술연구원 통계자료 2008

3. 우리나라 철도시설 현황

3.1 철도시설

우리나라의 철도는 1961년에 3,022Km에서 2009년에 3,377.9Km로 늘어나, 51년 동안 약 355.9Km 정도가 연장되었다.

그동안 철도의 투자가 원만히 이뤄지지 않았음을 알 수 있다. 결국 철도가 표 2 주요국가의 1인당 GDP 2만달러 시기의 도로와 철도연장 비교에 나타나 있는 것과 같이 도로보다 보급률이 뒤떨어지게 되었다.

표 2는 주요국가의 1인당 GDP 2만달러 시기의 도로와 철도연장 비교이다. 표 2에 국토계수가 비슷한 스웨덴, 영국, 이탈리아 등이 우리나라보다 도로는 1.44~2.1배, 철도는 2.52~3.73배 높게 나타났다.

우리나라는 국토계수 즉 국토면적과 인구를 함께 고려한 측면에서도 유럽 선진국들에 비하여 도로보다 특히 철도가 보급률이 낮게 나타나고 있다.

3.2 속도향상과 표정속도

우리나라 철도의 속도향상 기록을 살펴보면 경부선(서



그림 4. ICE-T 탈팅차량



그림 5. IC 3 디젤차량

표 2. 주요국가의 1인당 GDP 2만달러 시기의 도로와 철도연장 비교

구 분	연도	1인당 GDP(달러)	인구 (천명)	총면적 (1,000km ²)	국토계수당 도로연장	국토계수당 철도연장	한국 대비 비율		
							국토계수	국토계수당 도로연장	국토계수당 철도연장
한 국	2007	20,045	48,456	99.7	1.48	0.05	1.00	1.00	1.00
룩셈부르크	1990	23,656	378	2.6	5.15	0.27	0.01	3.47	5.61
덴마크	1987	19,945	5,117	43.1	4.75	0.17	0.21	3.20	3.42
아일랜드	1996	19,927	3,644	70.3	5.78	0.12	0.23	3.90	2.50
네덜란드	1992	21,207	15,156	41.5	4.18	0.11	0.36	2.82	2.25
오스트리아	1990	20,634	7,729	83.9	4.21	0.22	0.37	2.84	4.53
노르웨이	1987	19,890	4,184	323.9	2.36	0.11	0.53	1.59	2.35
핀란드	1988	20,978	4,952	338.2	1.87	0.14	0.59	1.26	2.95
스웨덴	1987	19,196	8,413	450.0	2.13	0.18	0.89	1.44	3.73
영 국	1996	20,539	57,897	242.9	3.11	0.14	1.71	2.10	2.88
이탈리아	1991	20,463	56,811	301.3	2.33	0.12	1.88	1.57	2.52
독 일	1991	22,127	79,914	357.0	3.77	0.25	2.43	2.54	5.04
프랑스	1990	21,072	56,735	551.5	4.55	0.20	2.55	3.07	4.03
일 본	1987	19,731	122,052	377.8	5.12	0.10	3.09	3.45	2.01
호 주	1995	19,887	18,072	7741.2	2.40	0.10	5.38	1.62	1.98
캐나다	1989	20,946	27,327	9970.6	1.68	0.17	7.51	1.14	3.50
미 국	1988	19,997	250,663	9629.1	4.01	0.17	22.36	2.70	3.50

주 : 국토계수 = $\sqrt{\text{국토총면적(km}^2\text{)} \times \text{인구(천명)}}$

자료 : 한국자료: 통계청, 외국자료 : 한국교통연구원, 『국제비교를 통한 적정 SOC스톡 및 투자지표개발 연구』, 2004.

울-부산)에서 최고운행속도가 1946년에는 70Km/h(9시간)로, 1960년에는 85Km/h(6시간 40분)로, 1969년에는 110Km/h(4시간 50분)로 및 1985년에는 140Km/h(4시간 10분)로 향상되어왔다.

그 후 2004년도에 경부고속철도가 개통됨으로써, 경부고속전철 KTX가 최고운행속도 300km/h(2시간 40분)로 상업운행을 시작하였다.

일본은 1964년도에 신간선 전차를 개발하여 최고운행속도 210km/h로 상업운행을 시작한 후에 지속적으로 속도향상을 추진하여 1985년에는 240km/h로, 1990년도에는 275km/h로 그리고 1997년도부터는 300km/h로 상업운행하고 있다.

프랑스는 1950년대 말에 최고운행속도 200km/h의 특급열차를 운행하였다. 1981년도에는 고속전철 TGV-PSE로 리옹~파리구간에서 최고운행속도 260km/h로 상업운행을 시작하였다.

1989년에는 300km/h로, 2010년부터는 파리-스트라스부르그 구간에서 320km/h로 상업운행 하고 있다.

중국은 1990년대 중반부터 간선철도에 그림 6의 최고속도 180~200km/h의 특급쾌속열차를 운행하여 기존철도의 고속화를 실현하였다.

한편 2008년부터는 북경~톈진구간 고속철도에서 고속전철 Velaro CRH3가 도입되어 300km/h로 운행하고 있다. 2009년에는 그림 7의 CRH 허세를 우한-광저우 고속철도에서 운영하였고, 2011년에는 상하이~베이징간 고속철



그림 6. 중국 특급쾌속차량



그림 7. CRH 허세 고속차량

표 3. 각국별 표정속도 비교(단위:Km/h)

국가	열차종류	최고운행속도	표정속도
프랑스	TGV 538/9	300	254.3
독일	ICE	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	X2000	200	168
캐나다	Metropolis	153	145.4
한국	경부선: KTX	300	178
	새마을(무궁화)	140	107(92)
	전라선: KTX	300	126
	새마을(무궁화)	130	92(87)
	호남선: KTX	300	129
	새마을(무궁화)	130	92/(88)

도에서 고속전철 CRH 380이 300~350km/h로 상업운행을 하고 있다.

표 3에 국가별 표정속도가 나타나 있는 것과 같이 주요 선진국은 기존철도에서 최고운행속도를 160~200Km/h로 운용하고 있다.

우리나라는 경부축에 인구 70%, 생산량 75%가 집중되어 있고, 교통량은 여객 66%와 화물 70%를 담당하고 있다. 하지만 1985년에 새마을 열차가 최고운행속도 140Km/h를 달성 후에 27년 동안 표정속도는 107Km/h에 머물러 있다. 한편 호남선에서는 새마을 열차가 최고운행속도 140km/h로 주행하여 표정속도는 92km/h이다. 전라선에서는 새마을 열차가 최고운행속도 130km/h로 주행하고, 표정속도는 호남선과 같다.

따라서 현재 주요 간선철도에서 열차의 최고운행속도는 130~140km/h 정도이고, 표정속도는 70~107km/h 정도로 선진국에 비하여 너무 낮다. 따라서 기존철도의 최고속도 및 열차의 최고운행속도를 향상시키는 것이 절실히 필요하다.

4. 기존철도의 운영속도 향상 방안

4.1 기존철도의 고속화

표 3에서 나타나 있는 바와 같이 선진국은 고속철도를 주요 간선철도에 연결하여 운행시간 단축과 여객수송량을 높여 수송체계의 효율화를 이뤄가고 있다.

또한 기존철도에서 최고운행속도 200~250Km/h의 열차를 운영하여 표정속도를 150~180km/h 정도로 운행함으로써 기존철도를 고속화하였다.

우리나라는 2004년부터 KTX가 경부선, 호남선, 전라선 등에서 운행함에 따라 경부선(서울-부산)은 표정속도가 107km/h에서 178km/h로, 호남선(서울-목포)은 92km/h에서 129km/h로, 전라선은 92km/h에서 126km/h로 향상되었다.

표 4에 기존철도와 고속철도를 연결하여, KTX의 운행에 따른 시간단축은 경부선의 경우 1시간 52분, 경전선은 1시간 56분으로 나타나고 있다.

하지만 기존철도에 고속전철을 투입하여 운용하는 것은 고속철도와 연계 운행함으로써 시간단축 효과를 얻을 수 있다. 그러나 고속차량의 구입비용이 고가이고, 운영 및 유지보수비용이 많이 소요되어 경제적이지 못하다.

현재 기존철도에서 운행하고 있는 차량의 최고운행속도는 경부선은 140Km/h, 호남선은 KTX 160km/h, 새마을 열

표 4. 간선철도 KTX 운행시간 단축

운행구간	거리(km)	새마을	KTX	단축시간
경부선 서울-부산	409.8	4:10	2:18	1:52
전라선 서울-여수	431.5	4:40	3:26	1:14
호남선 서울-목포	409.8	4:41	3:11	1:30
경전선 서울-마산	394.6	4:58	3:02	1:56

차 150km/h이고, 전라선과 중앙선은 150km/h, 충북선은 120km/h, 장항선, 경춘선, 경전선 등은 100km/h의 낮은 속도로 운영되고 있다.

현재 기존철도에서 운행되고 있는 새마을 열차와 무궁화 열차는 최고속도가 150km/h 이하로 낮아, 간선철도의 운행속도를 200km/h로 이상으로 향상시키더라도 차량의 최고속도가 낮아서 속도향상은 기대할 수 없다.

따라서 기존철도에서 200km/h 이상의 급행열차를 운행하기 위해서는 신규고속차량을 개발하여야 하고, 또한 선로 및 운영시설의 개량이 필요하다.

4.2 기존철도에서 속도향상 방안

기존철도에서 열차의 속도를 향상하는 방법은 크게 두 가지가 있다. 하나는 차량의 최고속도를 올리는 방안과 기존철도를 개량하여 속도를 올리는 방안이다. 일반적으로는 비용측면에서 선로개량보다는 차량의 속도를 향상시키거나 틸팅차량의 도입방안이 채용되고 있다.

4.2.1 차량 속도 향상

현재 기존철도인 호남선, 경부선, 경전선, 전라선 등에 KTX를 투입하여 운영하고 있다. 이는 일부 간선철도에서 시간단축의 효과가 있으나, 장거리 기존철도 구간인 경부선, 호남선, 전라선 등에서는 시간단축의 효과보다는 KTX 운영에 따른 운영 및 유지보수 측면에서 효율적이지 못하므로 경제적인 측면에 대한 검토가 필요하다.

장거리 노선의 기존철도에서 열차의 고속운행을 위해서는 차량의 최고속도가 180~220km/h 정도 운영되어야 경제적이다. 200km/h 전후에 속도에서는 공기저항, 추진장치와 제동장치의 성능 및 제어기능, 객실의 기밀수준, 편의시설, 차량설비 등이 고속전철 보다 낮은 수준으로 설계와 제작할 수 있기 때문이다.

표 5에는 주요 국가의 기존철도의 고속화 선로 개량한 후 차량의 최고운행속도 현황이다. 표 5에 따르면 기존철도를 선로개량 한 후, 특급열차의 최고운행속도가 미국, 스웨덴, 프랑스, 영국, 독일 및 러시아에서 200km/h로 상업 운행하고 있다.

그림 8에는 영국의 클래스 221 슈퍼보이저가 특급열차

표 5 외국의 기존철도 고속화 후 차량

운행속도 현황 (단위:Km/h)

국가	러시아	프랑스	독일	영국	미국	스웨덴	
열차 속도	특급	160-200	200	160	160	201	200
	쾌속	100-130	140-160	120-140	-	130-170	160
	일반	-	100-140	120	-	-	-

로서 2001년부터 최고운행속도 200km/h로 운영하고 있는 디젤-전기구동 DMU 차량이다.

그림 9에는 X2000이 1990년부터 스웨덴에서 최고속도 200km/h로 운행하고 있는 DMU 틸팅차량이다. 그림 10은 2002년부터 스위스에서 최고속도 200km/h로 운행하고 있는 ICN EMU 틸팅차량이다.

그림 11은 우리나라에서 국책과제로 개발된 최고속도 200km/h의 TTX (Tilting Train Express) 틸팅차량이다. 이 차량은 2008년부터 각종시험을 진행하고 있다. 따라서 TTX 차량은 간선철도에 상업운행용으로 투입되어야 한다.

영국, 독일, 프랑스, 스웨덴, 스위스, 노르웨이 등의 철도 선진국에서는 기존철도에 200km/h급 특급열차를 운영함으로써 고속서비스를 제공하고 있다.

표 6에 나타나 있는 바와 같이 주요 선진국에서는 기존철도에 180~210km/h급의 차량을 투입하여 고속화를 실현하였다. 이는 경부선, 경전선, 전라선, 호남선, 경춘선, 중앙선, 장항선 등에 새마을열차와 무궁화열차 대신에 특



그림 8. 클래스 221 디젤차량



그림 9. X2000 틸팅차량



그림 10. ICN 틸팅차량



그림 11. TTX 틸팅차량

급차량을 개발하여 투입하면 기존철도의 고속화가 이뤄지는 것이다.

4.2.2 선로의 개량

표 7은 기존철도에서 국철과 프랑스 철도의 열차 제한속도이다. 표 7에 따르면 국철에서 제한속도가 프랑스 철도

표 6. 선진국의 기존철도 차량 운행속도

차량 명칭	국가	최고속도 (km/h)	개통년도	차량형식
TTX	한국	200	2008	틸팅 EMU
ICT-VT	독일	200	2000	틸팅 EMU
클래스 221	영국	200	2001~2	디젤차량
IC 3	독일	180	1997	디젤차량
X2000	스웨덴	200	1990	틸팅 디젤
ICN	스위스	200	2002	틸팅 EMU
Signature	노르웨이	210	1999	틸팅 EMU

보다 낮게 되어 있다. 이는 기존철도의 고속화를 제한하고 있는 요인이 되고 있다.

또한 최대캔트량은 현재 160mm에서 180mm로 상향 조종하고, 최대캔트부족량은 100mm에서 150mm로 상향하면, 프랑스의 기존철도에서 운영하고 있는 열차속도와 같은 속도로 운행할 수 있다. 즉 곡선 R600m에서 약18%, 곡선 R800m에서 약20%의 속도상승 효과를 얻게 된다.

국토해양부 국가기간교통망계획 제2차 수정계획 2001~2020에 따르면, 2011~2020년까지 철도에 72조원을 투자하여, 총길이를 3,378km에서 4,955km로 약 1,577km 정도를 연장하여, 수송분담률을 15.9%에서 27.3%로 향상하는 계획을 수립하여 추진하고 있다.

이 계획은 경부선, 호남선, 전라선(익산~순천), 경전선(삼랑진~광양), 중앙선(청량리~신경주), 경춘선, 장항선, 원주-강릉선(판교~평창), 충북선(조치원~봉양), 동해선(강릉~부산), 남북내륙선(김천~거제), 수도권광역급행철도 등의 기존철도를 고속화 및 복선화로 건설 또는 선로개

표 7. 기존철도의 열차 제한속도

곡선반경(m)	국철	프랑스	
		기존차량	TGV
400	90	100	105
500	100	110	115
600	110	120	130
700	115	130	140
800	125	140	150
900	130	150	160
1000	135	160	165
직선구간	140/135	200	220

량을 하는 것이다.

기존철도의 고속화를 위해서는 국가기간교통망계획 (2001~2020)에 따라 투자되는 예산 총72조원 예산중에 일부는 최고운행속도를 200km/h 이상의 고속화를 위한 간선철도 건설 및 선로 개량사업에 투자하는 계획으로 변경하여 추진하는 것이 기존철도 고속화의 가장 효율적인 방안이 되고 있다.

그림 12에 나타나 있는 바와 같이 200km/h 이상으로 건설되는 철도는 서해안선, 남부내륙선, 인천~강릉선, 춘천~속초선, 동해선 등이고, 기존철도를 개량하는 하는 철도는 경부선, 호남선, 전라선, 장항선, 중앙선, 경전선, 춘천선, 충북선 등의 개량을 위한 국가철도망고속화사업을 추진해야 한다.

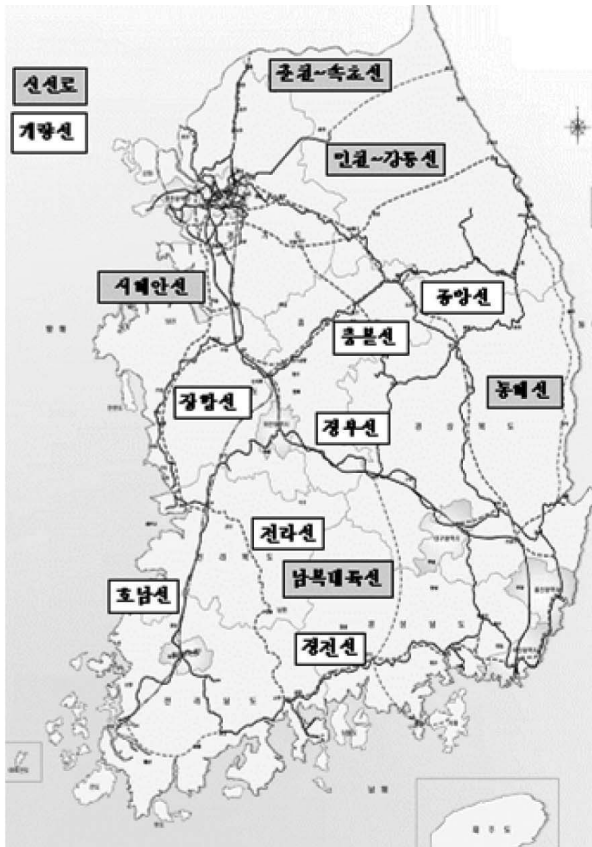


그림 12. 200km/h급 철도의 건설 및 개량

5. 맺음말

현재 경부선, 호남선, 전라선, 경전선 등 기존철도에 KTX를 투입하여 속도 향상은 이뤘으나, KTX는 고속철도에서 운행하는 고가의 차량으로 경제적 측면에서 적합하지 않다. 또한 주요 간선철도에서 운영 중인 새마을 열차 및 무궁화 열차는 최고운행속도가 140km/h로서 운행속도가 낮다.

본 고찰에서는 기존철도의 열차운행속도 향상을 위하여 다음과 같은 방안을 제시한다.

- 1) 최고운행속도 200km/h 이상의 신선건설과 기존철도의 선로를 개량하는 국가철도망고속화장기계획을 수립하여 추진한다.
- 2) 주요 간선철도에서 운영 중인 새마을 열차 대신 최고운행속도 200km/h 이상의 특급차량을 개발하여 투입한다.
- 3) 국책과제로 기술개발된 TTX 텀팅열차를 기존철도에 투입하여 개발기술을 적극 활용하고 발전시킨다.

위에 제안된 기존철도의 열차운행속도 향상을 위한 방안은 국책과제로 산학연이 공동연구를 하여 특급차량개발 및 기존철도 고속화 연구를 수행하여 국가철도망고속화사업을 체계적으로 추진해 나가야 한다. ♪

♣ 참고 문헌

1. 한국철도학회, 2001, 추계학술대회 논문집 "기존선의 고속전철 연계운용으로 고속화 방안", 박광복
2. 국토해양부, 2010.12, 국가기간교통망계획 제2차 수정계획 2001~2020
3. 텀팅차량시스템 통합 연계 기술개발 보고서, 2003, 7 철도청