

고속전철의 세계적 기술개발 현황과 한국형 고속전철

이 종 찬

(대우중공업 철도차량연구소 차장)

1. 서 언

세계적으로 운행중인 대표적인 고속전철은 불란서의 TGV(Train a Grand Vitesse:고속열차라는 뜻)와 일본의 신간선, 독일의 ICE(Intercity Express:도시간 고속열차라는 뜻)등이 있다.

철도는 고속, 대량, 안전수송을 목적으로 하는 중거리용 교통수단으로서 최대사명을 다하고 있다. 鐵道の歴史는 變速化의 歴史라 해도 과언이 아니다.

일본은 1964년도에 東海道 新幹線을 開通함으로써 여객전용 선로인 신간선 위에서 200Km/h급의 동력분산식 전동차를 세계에서 처음으로 선보였다.

이 신간선 전차로서 고속철도 분야에서 세계의 우위를 계속확보하여 1972년도까지는 고속화의 주역을 맡았으나 그후 다소 개발속도가 늦었고 최고속도 319Km/h까지 기록을 달성하였다.

일본은 東海道 新幹線을 開業한 후 18년만에 開通한 東北, 上越新幹線이 최고속도 240Km/h로 상업운전하고 있으며 山陽 新幹線과 함께 총연장 1859Km로서 日本의 全國土망을 연결하고 있고 지금은 五個年計劃下에 整備 新幹線을 建設計劃하여 해저터널(青函터널이라고 부르고 있음)을 통하여 北海道까지 신간선 운행을 계획하고 있다.

불란서는 1972년 최초의 TGV 시험열차(Turbo 열차)를 개발 318Km/h의 속도를 달성하였고 1981년도

2월에 전기구동방식의 TGV를 개발 세계 최대속도인 380Km/h의 기록을 달성하여 그해 9월에 파리-동남선을 개통, 파리-리용간을 최고속도 270Km/h속도로 영업운전하고 있으며 현재까지 영업속도로는 최고를 기록하고 있다.

그후 TGV-동남선(TGV-PSE)의 성공운행에 힘입어 파리-대서양선을 건설하여 파리-르망, 파리-투르간 TGV-A를 통하여 300Km/h의 영업운전을 눈앞에 두고 있다. (1989년 9월 개통예정임)

獨逸은 磁器浮上列車(MAGLEV)의 연구로 고속전철에는 다소 늦은 감이 있으나 ICE 고속열차를 개발하여 철도차량으로는 현재까지 최고속도인 406.9 Km/h의 시험운전을 행하였고 철도차량의 고속화 가능성을 또한번 보여 주었고 차륜과 레일의 마찰에 의한 속도한계(중전의 380Km/h)의 통념을 깨뜨리게 되었다.

ICE열차는 1991년의 開通을 앞두고 하노버-빌즈버어그(H.W線)선과 맨하임-스투트가르트(M.S線)선을 건설중에 있으며 최고속도 270Km/h의 상업운전을 계획하고 있다.

우리나라도 1905년에 開通한 京釜線이 이제 輸送容量의 한계에 도달했고 交通의 百年大計를 위하여 고속전철의 건설을 서두르지 않으면 안되는 입장에 있으며 1991년 8월에 着手한다고 政府에서 發表하고 있다. 세계의 철도고속화의 歷史를 간단히 간추려

보면 표1과 같다.

2. 고속전철의 기술현황

고속전철의 기술은 크게 4가지로 나눌 수 있는데 즉 안내시스템, 가선과 집전시스템, 차량의 지지시스템, 추진동력시스템이다. 이 4가지 기술에 대하여 간략하게 설명한다.

2.1 안내시스템(Guide Way System)

철도차량을 고속화하기 위해서는 첫째로 차량을 안내하는 선로가 좋아야 한다. 곡선반경이 크고(최고곡선 반경4000m이상) 구배가 될 수 있으면 적어야 하고(최대구배 3.5%이하), 튼튼한 선로하부구조와 함께 궤도는 鋼性이 높은 60Km/h의 장대레일을 사용한다.

전선로는 이음매가 없는 장대레일의 사용을 원칙으로 하며 신호용 궤도회로가 허용하는 한 길게(보통 1.5Km)하며 끝단에는 신축繼目 또는 접착절연繼目を 사용하여 이음매가 없도록 한다.

선로의 하부구조는 고속시 차량의 하중을 부담하는 중요한 역할을 하는데 선로의 하부구조는 자갈구조(Ballast)와 슬래브(Slab)구조로 되어 있다. 동해도 신간선 이후에 高速鐵道로서 大部分의 국가가 자갈구조를 채택하고 있으나 日本은 동해도 신간선을 경험으로 하여 보수비가 훨씬 싼 슬래브 구조를 개발 東北, 上越新幹線에 사용하였다.

슬래브 제도의 특징은 施工速度가 빠르고, 정밀도가 높으며 보수가 간편하여 보수비가 적게 드는 장점이 있으나 소음이 약간 높은 결점이 있다. 초기 건설비와 보수비 전체로 볼때 슬래브 궤도가 경제적이거나 초기투자비만을 고려할 때 건설비가 증가한다.

표 1. 철도의 최고속도 향상역사

년도	일 본	불 란 서	서 독
1962	1959 : 동해도신간선착공 · 시험전차 완성 · 시험전차 기록달성(256)	1955 : 시험EL기록달성(331)	1936 : SL05계 기록달성(200)
1964	동해도 신간선 개업(210)	시험열차(EL+PC)시험(200)	EL결연인 TEE개시(200)
1965	신간선 고속화 연구개시		(뮌헨-아우구스버그)(160)
1966		프로젝트 CO3발표	
1967		캐피탈호(EL+PC)개업(200)	
1969	· 951형 주행시험 개시		
1971		아키타호, 에탄탈호개업(200)	
1972	· 951형 기록달성(286)		
1973		TGV-001기록달성(318)	101계EL기록달성(253)
1974	· 산양신간선개업(210)	· Z7001시험전차 개시	ET403형 전차개업(160)
1975		· Z7001기록달성(309)	(뮌헨-브르멘)
1976		· 파리-동남선착공	ET403형 전차개업(200)
1978		TGV-PSE시험개시	(뮌헨-브르멘)
1979	· 961주행시험 개시 · 961기록달성(319)		루프탄자공항 특급(200)
1980		· TGV-PSE기록달성(380)	
1981		· 파리-동남선 부분개업(260)	
1982	· 동북신간선부분개업(210)		UM-AL DL완료 기록시험(350)
1983		· 파리-동남선개업(270)	
1984	· 동북상원 신간선 개업(240)		· ICE열차 완성
1988			· 기록시험(406, 9)

: 신선 건설, () : 최고속도(Km/h), EL : 전기기관차, PC:객차

표 2. 세계 고속 철도의 건설규격

구 분		불란서 TGV	일본 정비신간선	독일 ICE
궤 간 (mm)		1,435	1,435	1,435
설계최고속도(Km/h)		300	260	300
궤 선	최 소 곡 선 반 경	4,000(3,400)M	4,000M	7,000M
	중 곡 선 반 경	25,000(16,000) M	15,000M	25,000M
	최 대 캔 트 량	180(200)MM	180MM	150MM
	캔 트 부 족 량	85(115)MM	90MM	60MM
최급구배		35(25)	15	12.5
궤도중심간격		4.2	4.3	4.7
자갈층 깊이(mm)		335	320	300
시공궤면 폭(m)		13.6	11.4	13.7
터널 단면적(m ²)		71	64	82

TGV ()의 숫자는 TGV대서양선임.

표 3. 고속철도의 궤도관리목표

항 목	단 위	신 간 선			T G V		
		목 표 치	보수목표치	승차감한도	목 표 치		
					연 속	개 별	
궤 도 편 차	고 저	mm/10m	<4	6	7	2.5	5
	통 과	mm/10m	<3	4	4	3.5	6
	궤 간	mm	<+2	+5	+5	+5	+5
			<-2	-4	-4	-0	-0
수 준	mm	<3	5	5	5	5	
평 면 성	mm/2.5m	<3	4	5	2	2	
요 철	mm/m	<0.7	0.3	0.3	0.5	0.5	

자갈구조의 경우 자갈층의 깊이와 자갈의 크기 강도등이 중요한 데 엄밀히 선택하여 사용하여야 한다. 자갈층의 깊이는 표2에서 보는 바와 같이 300mm~335mm로서 고중량의 차량이 고속운행시 충분히 힘을 흡수할 수 있어야 한다.

고속전철의 침목은 강화 콘크리트를 사용하며 침목간 간격은 60cm이고 사용되는 자갈의 크기는 25-50mm메쉬 이상이다.

고속전철의 선로에서 무엇보다 중요한 것은 궤도 관리의 정밀도에 있으며 이것이 차량의 고속화를 결정하는 중요한 요소가 된다. 즉 고속차량은 결국 궤도에 의해 안내되어 주행하기 때문이다. 신간선과

TGV의 궤도관리 목표치를 표3에서 보여준다. 표3에서 보는 바와 같이 궤도관리의 수준은 엄격하며 궤도검사차량에 의해 컴퓨터에 입력되어 관리 추적된다.

특히 차륜/레일의 접촉면에서 발생하는 소음은 대부분이 접촉면凹凸에 의해 발생하는 轉動騒音이다. 따라서 高速에서 문제가 되는 소음을 최소로 하기 위하여 표3의 기준을 지키지 않으면 안된다.

2.2 架線과 集電system

고속전철에서 차량의 高速走行時 야기되는 문제점

중의 하나는 架線으로 부터의 集電이다. 이 문제는 160Km/h 以上の 어떤 속도에서도 일어나는 문제이며 架線의 特性和 이 特性에 맞는 차량의 판토틀라프를 적절히 설계함으로써 해결할 수가 있다.

고속에서 열차주행시 발생하는 가선의 진동과 집전성능의 불안전의 문제는 간단하지가 않다.

불란서 국철(SNCF)은 1961년 이전에 이 문제를 해결하기 위하여 많은 투자를 하였으며 말사스 지방의 시험선에서 225Km/h의 속도까지 시험완료하여 현재 불란서 국철 전역에 사용하고 있는 경량 카테나리 시스템을 定着하였다.

불란서는 그후 기존 25KV 경량카테나리 시스템에서 300Km/h 이상의 고속화를 위하여 가선의 인장력을 여러가지의 변수로 가정하여 많은 시험을 행하였다. 이 시험에서 얻은 결과는 기존선의 경량 카테나리 가선 설비에서도 300Km/h 이상의 고속주행이 가능하다는 결론을 얻었다.

-선로에서 가선의 접촉선 높이의 차이가 큰 기존선에서는 200Km/h의 속도까지 고속주행이 가능하고

-새로이 선로를 건설하는 경우 선로에서 가선의 접촉선까지 높이가 일정하여 높이가 차이가 0.4m 이내로 허용한다면 270Km/h 이상의 고속주행이 가능하다는 결론을 얻고 파리-동남선 TGV 선로를 건설할 때 이 기준을 반영하였다.

물론 여기에는 가선의 접촉선까지 높이의 일정유지 뿐만 아니라 차량의 판토틀라프도 대폭적으로 개량되었다. 종래의 판토틀라프 중량을 1/3로 줄이고 선로에서 가선의 접촉선 높이 차를 보상하기 위하여 판토틀라프를 2단계의 관절형 시스템으로 개량하였다. 즉 2단계의 관절형의 판토틀라프는 판토틀라프가 꺾진상태에서 가선과 완전한 접촉을 이루고 전차선의 진동은 가벼운 상단부가 흡수하고 전차선까지의 접근은 하단부가 수행하도록 하여 고속에서의 가선진동문제를 해결하였다.

고속에 있어서 판토틀라프의 수는 되도록이면 적게 하는 것이 좋다. 만약 판토틀라프의 수가 많고 판토틀라프 사이의 간격이 짧으면 고속에서 공진에 의한 진동으로 집전관련의 현상이 발생하고 離線率을 높여 판토틀라프의 사고가 잦게 된다.

불란서 TGV의 경우 한개의 열차에 단 한개의 판토틀라프를 사용하고 있고 2개의 열차가 중련될 때

도 두개의 판토틀라프의 거리는 200m 이상으로 되어 전방 판토틀라프의 진동에 의한 후방 판토틀라프의 이선(離線)문제는 없다.

이는 차량의 지붕에 25KV의 고압 전력공급 케이블을 설치하여 전방 동력차에서 후방 동력차로 전력을 공급할 수 있게 했기 때문이다.

일본은 재래선 전차의 架線구조로서는 불란서나 독일방식과 같이 심플카테나리 방식을 사용하고 있으나 신간선에서는 차량의 고속주행시 스펙의 주기에서 기인하는 離線의 문제를 해결하기 위하여 헤비카테나리 가선 설비를 사용하고 있다. 일본국철은 이선의 문제를 해결하기 위하여 가선과 판토틀라프系の 역학적 거동을 조사 여기서 얻어진 결과로서 공진속도를 향상시키기 위한 방안으로 적용된 원칙은

- 판토틀라프의 등가질량 M을 적게 할 것
- 가선의 스프링상수 不同率(ϵ)을 적게 할 것
- 가선의 평균 스프링 상수(k)를 크게 할 것.

등으로서 東海道 新幹線을 위한 가선과 판토틀라프의 설계에 착수하였다. 가선과 판토틀라프의 공진속도에 대한 판토틀라프의 변위증가를 억제하기 위하여 판토틀라프에 점성댐퍼를 취부하여 공진속도 이상에서 집전의 가능성을 보여 준 것이 당시 기술로서는 획기적인 것이었다.

판토틀라프의 등가질량을 작게하고 댐퍼를 취부하여 신간선용으로 개발된 판토틀라프가 알미늄 합금으로된 PSZOOA형이다.

그러나 신간선 열차의 경우 동력분산식으로 많은 판토틀라프(보통 4-8개)를 가지고 주행하기 때문에 스프링상수가 적은 가선에서는 변위가 크고 특히 바람에 의한 변위와의 중첩으로 사고발생이 빈번하여 이를 위해서는 고속용의 가선으로 가선의 평균스프링 상수를 높힌 헤비콤포운드 방식을 채용하였다.

하나의 열차에 여러개의 판토틀라프가 설치되어 있는 경우에는 가선과 판토틀라프系の 진동이 복잡하게 된다.

여러개의 판토틀라프를 가진 경우(신간선)는 한개의 판토틀라프만의 경우(TGV나 ICE)와 비교해서 가선과 판토틀라프의 진동 진폭이 크게 되고 그 결과 集電性能이 저하되고 架線의 金具와 판토틀라프의 충돌에 의한 사고발생이 쉽다. 그래서 될 수 있으면 1개 열차의 판토틀라프 수를 줄여서 집전문제를 해결하지 않으면 안된다.

표 4. 고속전철 가선(架線)System

내 용	불란서TGV	일본신간선	독일ICE
공 급 전 력	25kV,50Hz	25kV, 50Hz	15kV, 16 2/3Hz
가 선 형 태	경량 스티치드형	헤비 콤파운드형	경량 스티치드형
접 축 선 높 이	4.9M	5.0M	5.3M
최 대 스 팬	63M	50M	65M
가 선	SuCu65mm ²	St180mm ²	SnCu70mm ²
- 인 장 력	1400daN	1500daN	1500daN
보 조 가 선	없음	Cu150mm ²	없음
트 롤 리 선	Cu107mm ²	Cu170mm ²	Cu120mm ²
(접 축 선)			
- 인 장 력	1400daN	1500daN	1500daN
접 축 선 상 승	260Km/h속도시 0.09M	210Km/h속도시 0.08M	400Km/h속도시 0.13M

일본에서도 東北 新幹線에서는 12량 편성열차에 3개의 판토그래프만 설치되도록 개선하였고 향후 개발될 정비 신간선에서는 1개열차에 1개의 판토그래프만 사용할 수 있도록 하기 위한 연구가 진행되고 있다.

고속전철에서 공통으로 사용되는 가선 설비의 내용을 보면

- 카테나리 가선의 인장력은 1400~1500daN
- 접축선의 인장력은 1400daN
- 드롭퍼의 간격 4.5m
- 접축선의 PRE-SAG는 40mm
- 선로에서 가선까지의 높이는 일정하게 유지할 것 (40mm 이내)
- 공기역학을 고려한 판토그래프 형상을 가질 것 등이다.

TGV, 신간선, ICE 선로의 架線에 관한 내용은 표4와 같다.

2.3 차량의 지지시스템

세번째로 철도차량의 고속화를 위한 중요한 기술은 차량의 지지시스템이다.

이는 철도차량의 주행안정성(Stability)이란 항목으로 평가되는데 차륜의 담면 형상과 지지시스템, 선로의 형상이 관련되는 운동을 규명하는 일이다.

차륜의 담면에 기울기를 부여함으로써 좌우의 차량안내 역할을 하고 후렌지로부터 떨어져서 담면에 힘을 작용케 하여 차륜의 중심으로 향하는 蛇行動을 일으키며 이 운동은 차량의 속도에 따라 증가한다.

즉 차량의 속도가 증가함에 따라 차량/대차/차륜의 지지시스템에서 댐핑이 0이 되는 진동이 일어나는 속도에 도달하게 되는데 이를 헌팅(Hunting)이라 부르며 헌팅이 일어나는 속도를 임계속도라 부른다. 이 임계속도 이상으로 열차가 주행하면 차량이 左右로 심한 요동을 하여 安定性を 잃게 되고 심하면 脫線하게 된다.

일반적으로 헌팅은 차체의 헌팅과 台車의 헌팅이 있는데 차체의 헌팅은 낮은 速度에서 일어나고 속도가 증가하면 없어지나 台車의 헌팅은 보다 높은 고속에서 일어나며 고속에서의 안정성을 평가하는데 중요한 팩터가 된다.

즉 고속전철에 있어서 안정성을 결정하는 시스템이 차량을 지지하는 대차의 현가장치이다. 이는 高速에서 차량의 安定性 뿐만 아니라 승차감을 결정하는 중요한 요소가 된다.

일본이 처음으로 철도차량에서 임계속도와 안정성에 관한 개념을 확립하여 新幹線에 적용, 고속전철의 개발을 가능하게 하였다. 그후 차량의 안정성에 대한 이론을 고속대차에 적용하여 세계각국이 철도에서 고속화를 급진적으로 이루게 되었다.

보통 철도차량의 최고속도는 임계속도의 40-60%에서 정해져 운행되는데 고속화하기 위하여 이 임계속도를 올리지 않으면 안된다.

임계속도를 향상시키기 위한 기본원칙은 다음과 같다.

- 대차와 차륜사이의 1차 현가장치의 스프링 상수 (1차스프링 상수의 적정치)

표 5. 고속전철의 현가 시스템 비교

구 분		TGV	신간선	ICE
대차형식		M Y230 T Y237	M DT200	M UMAN T MD520
대차 고정 축거		3.0M	2.5M	3.0M
대차의 질량		M7,263Kg T7,775Kg	M10,140Kg	M 14Ton
축 중		17Ton	16Ton	19.5Ton
차축안내시스템		ALSTHOM LINK형	Minden-Deutz형	Minden-Deutz형
2차 스프링		COIL+AIR BAG	AIR BAG	COIL SPRING
대차간 거리		18.7M	17.5M	19M
1차 스프링 상수 (Kgf/Cm)	X	7.0×10^4	8×10^4	Not Known
	Y	1.4×10^4	4×10^4	Not Known
	Z	3.8×10^3	5×10^3	NotKnown
2차 스프링 상수 (Kgf/Cm)	X	2.6×10^6	1.7×10^6	Not Known
	Y	446	720	Not Known
	Z	1,071	800	Not Known
차륜직경		920MM	910MM	M 1,030MM T 910MM

M : Motor Bogie, T:Trailer Bogie

- 대차와 차체 사이의 회전시 제어되는 토오크값 (대차와 차체의 요잉강성)의 확보
- 대차의 고정축거: 2.5m이상 확보
- 차륜과 레일의 형상
- 차량의 대차중심간 거리: 18m이상 확보

선진국의 대표적인 고속열차의 대차 시스템은 모두 위 원칙을 준수하고 있고 국내에서도 이미 몇년 전부터 고속차량의 주행안정성 해석 패키지가 개발되어 사용하고 있으며 신형 새마을열차에 적용 200 Km/h급의 고속열차(현선로에서는 160Km/h 시험주행)를 개발할 수 있는 계기가 되었다. 代表的인 고속열차의 현가시스템의 사양을 비교하면 표5와 같다.

고속전철의 지지시스템에서 차량의 안정성과 함께 고려되어야 할 사항은 차량의 승차감이다. 승차감을 고려하지 않고 고속화를 기할 수는 없다.

쾌적한 승차감을 확보하기 위해서는 앞서 설명한 것과 같이 직선 蛇行動이 일어나지 않는 대차의 현

가장치 설계와 높은 보수수준을 갖는 정밀한 선로관리, 곡선에서의 적절한 캔트량의 확보가 필요하고 차체의 固有振動數와 台車 현가장치와의 共振 및 피침운동에 대한 적절한 대응책을 현가장치 설계시에 고려해야 한다.

2.4 고속전철의 推進動力시스템

네번째로 고속전철에 있어서 중요한 기술은 고성능을 갖는 추진동력 시스템이다. 150Km/h 이상의 고속에서는 주행저항이 급격히 증가하기 때문에 이것을 충분히 이길 수 있는 동력이 필요하다.

250Km/h 이상의 속도에서의 주행저항은 크게 공기저항에 좌우되며 주행저항은 속도제곱에 비례하고 이에 필요한 동력은 속도의 3승에 비례한다.

소요동력이 증가하면 차량동력시스템의 중량이 증가하고 이에 따라 차량중량이 증가하면 선로부담 하중이 크게 되어 고속화에 장애를 받는다. 그래서 축중을 일정하게 유지하고(17톤 이하) 즉 차량동력시

스텝의 중량증가없이 속도의 3승에 비례하는 동력을 확보하는 것이 고속전철에 있어서 해결해야 할 기술의 난제이다.

예를들면 속도 200Km/h에서 270Km/h로 향상시킬 때 필요한 동력의 증가는 2.5배에 달한다. 출력을 증대시키는 방법은 모타의 성능을 올려 고출력을 얻는 방법과 주행저항을 감소시켜 출력의 LOSS를 줄이는 방법이 있다.

일본의 신간선은 동력분산식의 전동차형이므로 출력의 증대는 차량의 편성량수를 늘려 전체 견인전동기를 늘림으로서 전체 출력을 증가시키고 있으나 차량폭이 크고 재래식 대차방식을 채용하고 있으므로 주행저항의 감소에 의한 출력증대 효과는 기대하기 힘들다.

일본의 신간선은 차량편성량 수의 증가에 의해 쉽게 출력을 증가시킬 수 있으므로 출력면에서는 240 KW의 DC모타를 사용해도 큰 문제가 없다. 일본의 신간선은 보다 성능을 향상하기 위하여 A/C유도현 견인전동기를 개발하여 모타의 단위중량당 출력의 증대, 고속에서의 점착성능의 향상, 유지보수비의 감소등의 장점으로 정비신간선에 사용을 검토하고 있고 또 차량의 주행저항도 줄이기 위하여 차량의 前斷面積의 축소도 계획하고 있다.

반면에 불란서 TGV의 경우는 동력집중식 전기기관차형으로 파리-동남선용 TGV는 콤팩트한 D/C모타4정격 출력 550KW)를 사용하고 고속에서 주행저항을 줄이기 위하여 차량과 차량 사이에 대차를 설치하는 관절형 시스템을 채용하였다. 이 관절형 시스템은 차량과 차량 사이에 대차를 설치함으로써 대차수를 줄여 (12량 편성시 재래식은 24대차 관절형은 15대차) 주행저항의 획기적인 감소를 가져와 신간선 만큼 큰 동작을 갖지 않고도 270Km/h이상 고속화가 가능하게 되었다.

불란서는 파리-대서양선의 TGV-A를 목적으로 모타의 중량증가없이 모타의 출력을 2배 증대시킨 동기형 신크로노우스 모타(정격 출력 1100KW)를 개발하였다. 이 신크로노우스 모타의 주요 장점은 같은 크기의 직류모타에 비해 측당 출력을 550KW에서 1100KW로 증가되었고 컴퓨터이터가 없으므로 유지보수가 간편하다는 점이다.

보통 A/C모타는 A/C모타의 필수장치인 인버터의 추가로 중량증가가 불가피하나 TGV-A용 신크로 노

우스 모타는 비등 후레온 냉각기술과 반도체 기술을 사용하여 모타중량의 증가없이 출력을 2배 증대시키는 획기적인 기술발전을 이룩하였다.

이 동기형 신크로노우스 모타의 개발 성공으로 파리-동남선용 TGV의 10량 편성대신에 TGV-A에서는 12량으로 좌석수를 향상시킬 수 있었고 300Km/h의 속도향상이 가능하게 되었다. 또 출발시 인장력이 크기 때문에 선로의 최대구배도 1.5%에서 2.5%로 증가되어 고속전철의 토목공사의 설계자유도를 높혀 건설비 절감에도 기여하였다.

3. 한국형 고속전철

앞서 설명한 4가지 외에도 고속전철에서 고려하여야 할 항목은 많으나 중요하게 4가지만 언급하였다.

한국형 고속전철의 시스템을 고려하는데 있어서 위에서의 기술적인 측면보다도 오히려 수송용량, 경제성, 운영방식의 측면에서 더 많은 비중을 두고 검토해야 할는 지도 모른다.

그러한 측면에서 한국형 고속전철은 한국의 지형 조건, 경부간의 연변인구, 현경부선의 장애, 고속전철의 운영방식, 한국철도의 기술수준 등을 고려하지 않으면 안되고 한국형이어야 한다.

한국형 고속전철은

첫째, 경부간 고속전철의 거리는 380Km정도이므로 2000년대의 국민 일인당 시간가치를 기준으로 최고속도를 결정하여야 하고 표정속도는 190Km/h이상이어야 하고

둘째로, 고속화를 위한 필수조건인 차량의 軸重을 17톤 以下로 제한하여야 하고 기존의 철도차량이 고속전철선에 야간열차등으로 투입되더라도 이 원칙은 유지되어야 함.

셋째로, 수송능력을 확보하기 위하여 열차편성당 좌석수는 800석以上으로 확보하여야 하고

넷째, 기존선에서의 연장운행이 불가피하므로 기존선의 차량한계 內에서 안전하게 운행될 수 있어야 하고 전력공급은 기존선 방식인 A/C 25KV,60HZ의 사용이 불가피하다.

다섯째, 고속전철의 건설비용, 차량의 제작비, 기술이전도, 국산화율 등을 고려한 시스템이어야 한다.

한국형 고속전철은 위의 기본원칙을 최소한 만족시킬 수 있는 시스템이어야 한다.