

호남고속철도 차량 시스템 설계에 관한 연구

The Study for Rolling Stock System Design of Ho-Nam High Speed Railroad of Korea

박광복
Park, Kwang-Bok

ABSTRACT

KTX will be operated on Kyun-Pu High Speed Railroad Line around end of 2,003 and KHST(G7 Korea High Speed Train) will be carried out the development running test at Kyun-Pu High Speed Railroad Line from middle of 2002.

By the way, the conventional Ho-Nam railroad line was passed the limit capacity of transportation at some area from 1997. For solving of this matter, Ho-Nam railroad line need new high speed railroad line for high transportation capacity of passengers now.

This report was studied about the rolling stock system design used new technology of KHST and KTX for Ho-Nam High Speed Railroad.

1. 서론

고속철도는 수송수단의 효율성 측면에서 400~500km 거리에는 타 교통수단에 비해 가장 우수한 것으로 평가되고 있으며, 또한 에너지 소비량이 적어 경제적이고, 환경 친화적이며, 안전성이 높아 21세기에 대표적인 교통기관이 되고있다.

현재 경부선, 호남선, 전라선의 철도는 이미 일부구간에서 운행용량을 초과한 상태이다. 경제규모 확대에 따라 수송수요 증대로 간선축의 고속철도 운행이 효과적인 대안이 되고있다. 경부축은 1994년부터 KTX 경부고속철도사업을 추진하여 2003년에 개통될 전망이다.

정부는 호남선축, 동서선축, TKR 등에 고속전철이 소요될 것을 대비하여 1996년부터 국책사업으로 G7 한국형 고속전철기술개발사업을 추진해 왔으며, 2002년에 시제차량의 시운전을 통해 개발된 차량에 대하여 검증할 예정이다.

따라서 호남선축의 간선도 주변에 산업시설 확충으로 서해안과 중국의 교역량 증가에 대비하여 자체 기술력으로 개발 완료단계에 있는 G7 한국형 고속전철의 개발기술과 경부고속전철 이전기술 및 선진국 차세대 고속전철의 신기술을 바탕으로 앞으로 건설될 호남고속철도를 대비하여 차량 시스템 설계에 관한 연구를 수행하고자 한다.

2. 선진국의 고속철도 운영현황

2.1 일본

1964년 신간선 개통으로 철도의 여객 수요가 상당기간 늘어났으나, 이 후 고속도로의

* SETechnology(주) 이사, 정회원

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 2,000Km가 건설되었고, 515Km는 건설중에 있으며, 기존선은 3,510Km이다. 신선로에서는 240Km/h-300Km/h로, 기존선에서는 130Km/h로 운행하고 있다. 그 결과 현재 철도의 여객수송 분담율은 약 35%로 크게 향상되었다.

신간선은 동력 분산식으로 1964년에 동경과 오사카 사이의 515km를 운행최고속도 190km/h로 개통하였다. 그 후 속도향상 및 문제점을 개선하여 점진적으로 100계, 200계 전차를 개발하였으며, 1992년에는 300계 전차가 개발되어 운전 최고속도 270km/h로 운행하였고, 1997년부터는 500계 WIN350으로 300km/h의 속도로 운영을 하였다. 1999년에는 700계 노조미가 개발되어 285km/h로 운행 중에 있다.

2.2 프랑스

프랑스는 동력 집중식으로 1981년에 최고운행속도 260km/h의 TGV-PSE를 개발하여 파리~리옹간에 상업운행에 성공을 거뒀다. 1989년에는 TGV-A를 개발하여 최고속도 300km/h 주행이 가능하게 되었으며, 또한 1990년 5월 대서양선에서 순간 최고속도 515.3km/h를 기록을 수립하였다. 1994년에는 프랑스 파리~영국 런던까지 유로 해저터널을 횡단하는 300km/h급 Eurostar를 개발하여 운행하고 있으며, 1996년부터 TGV-N 이라는 2층 차량을 개발하여 상업 운행 중에 있다. 현재 경부고속철도를 운행할 300km/h급의 KTX를 개발하여 시험 중에 있고, 국내 차량사에 기술이전을 통하여 제작을 추진하고 있다. 한편 차세대 고속전철 AGV는 처음으로 동력 분산식을 채택하여 개발 중에 있으며, 최고운행속도 350Km/h를 목표로 하고있다.

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

2.4 독일

독일은 10년간의 연구개발과 3년간의 차량제작과 선로건설, 3년간의 주행시험을 거쳐 1991년 6월부터 동력 집중식의 ICE가 상업운행에 들어갔다. ICE선로의 특징은 여객전용이 아니라 여객과 화물겸용으로 이용되고있다. ICE의 설계개념에는 21세기를 지향한 철도차량으로서의 면모를 갖추기 위하여 기술적측면, 경제적측면, 환경적측면, 내외장디자인 등에서 최대한 최신기술을 도입하여 설계에 반영하고 있다.

1996년부터는 ICE2를 개발하여 상업운행에 들어갔고, 1999년에는 동력 분산식의 ICE3 개발 운행하고 있으며, 톨팅 시스템이 설비된 ICT가 개발되어 기존선에서 속도를 향상을 도모해 가고있다.

또한 고속철도는 612Km를 보유하고 있고, 대부분의 주요간선철도는 기존선로를 이용하고 있다. 한편 DB에서 철도네트워크 개발계획을 수립하여 고속철도와 기존선로 이용을 효율화

하였다. 따라서 신선로에서는 280-300Km/h로, 개량선로에서는 200Km/로, 기존선로에서는 160Km로 운행하고 있다.

2.5 이탈리아

이탈리아는 유럽대륙으로부터 지중해로 돌출된 반도(半島)이고, 내륙에는 산악지방이 많은 국가이다. 따라서 고속철도는 남북으로 이어지는 간선철도와 동서로 연결하는 철도의 3개 노선을 기본으로 연계운영하고 있다. 고속철도는 1988년부터 틸팅 시스템이 설비된 ETR450 열차를 투입하여 최고속도 250Km/h로 부분적으로 운영해오다, 1992년에는 완전 개통하였다. 1994년에는 ETR 450의 개량형 ETR460이 제작되어 고속철도 네트워크에 투입되었고, 1995년에는 동력 집중식인 ETR500이 개발되어 로마~밀라노 사이를 최고속도 300km/h으로 운행하고있다. 또한 ETR470인 치잘피노(Cisalpino)가 같은 해에 스위스까지 영업운행을 시작하였다.

구분	일본	프랑스	독일	이탈리아
동력방식	분산식	집중식	집중식/분산식	분산식/집중식
최고속도	270~300km/h	300km/h	280~330km/h	250~300km/h
대차	재래식	관절식	재래식	재래식
틸팅 차량	-	TGV-Pendular	ICT	ETR450, ETR460

표 1 고속열차의 특성 비교

3. G7 한국형 고속전철기술개발사업 현황

3.1 기술개발 내용

G7 한국형 고속전철 시스템은 경부고속철도의 시스템을 근간으로 하면서 최근의 기술동향을 반영하여 부분적으로 새로운 첨단기술을 도입하였다. 현재 개발되고 있는 한국형 고속전철과 경부고속철도의 특징을 살펴보면 표2와 같다.

최고운행속도가 350km/h로 향상되면서 필요한 동력을 확보하기 위하여 열차편성의 중앙에 중간동력객차를 설비하였으며, 여객수송수요가 많을 때에는 20량 편성으로 운행하고, 이용객이 적은 시간대에는 11량 편성을 운행 할 수 있도록 편성의 유연성을 부여했다.

추진시스템은 세계적인 기술추세에 따라 유도전동기를 채택하여 유지보수 및 신뢰도를 향상시켰으며, 제어시스템도 TCN 방식을 사용하였다. 전두부는 공력저항이 적고 미려한 형상으로 독자 모델을 개발하였고, 차체는 경량화를 위하여 객차 및 동력객차는 알루미늄 합금을 사용하였다. 우리나라는 지형상 터널이 많아 압력파를 능동적으로 제어하여 승객 영향 최소화를 위하여 여압 시스템을 개발 설비하였다.

주요항목	G7 고속전철	KTX 경부고속철도
최고운행속도	350km/h	300km/h
열차편성	20량, 11량(중련 가능)	20량, 18량, 16량
추진장치	유도전동기 (추진제어장치 독자개발)	동기전동기
객차	알루미늄 합금 압출재	강재
전두부 형상	한국형 고유 모델	알스톰사 모델
제동 시스템	와전류 제동 추가	전기제동 + 디스크 제동
기밀설계	여압 시스템	기밀설계

표2 G7 고속전철 및 KTX 경부고속철도 특성 비교

3.2 개발일정

단계별	1단계(차량 설계)			2단계(제작/시험)		
	1차년도 ('96.12~' 97.11)	2차년도 ('97.12~' 98.10)	3차년도 ('98.11~' 99.10)	1차년도 ('99.11~' 00.10)	2차년도 ('00.11~' 01.10)	3차년도 ('01.11~' 02.10)
개발 내용	개념설계	기본설계	상세설계 Mock Up 제작	개선 및 상세설계	시제차 제작	시제차 제작 시험/시운전

3.3 시스템 구성

1) 시스템 기본 사양

표3 시스템 기본 사양

항 목	개발내용
열차편성	. 최고운행속도 350km/h . 설계속도 385km/h . 20량 또는 11량 유연편성 가능
차량 시스템	. 독자적인 전두부 고유형상 개발 . 알루미늄 합금 압출재 차체 개발 . 유도 전동기 . 와전류 제동 개발
전기/신호 시스템	. 3분 시격 신호 시스템 . 350km/h 고속전차선 시스템 개발 . 운용 시스템, 종합정보 시스템 개발
선로구축물 시스템	. 설계속도 385km/h . 최소곡선 반경 6,500m . 최대구배 25%

열차 시스템 기본 사양은 표3과 같이 나타나 있으며, 최고운행속도 350km/h로 향상, 최대 수송능력 KTX와 동등 수준 유지, 수송수요에 유연한 대응이 가능한 선택적 편성 가능, KTX와 호환성 유지 및 이전기술 활용 극대화의 목표를 두고 연구개발 중에 있다.

2) 열차 편성

열차편성은 20량 기본편성과 11량 편성으로 구성하여 여객수송수요에 탄력적 유연성을 갖도록 하였으며, 또한 11량 편성은 여객수송수요가 적은 시간대에 운용할 수 있도록 하였다. 또한 11량 편성은 중련 편성이 가능하게 되어있어 최대 여객을 수송할 수 있는 열차편성이 된다.

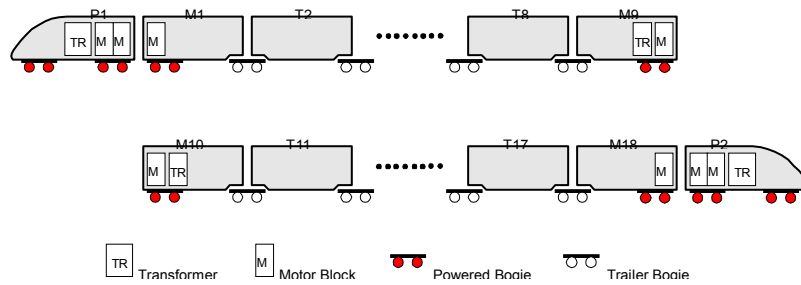


그림 1 20량 기본 편성도

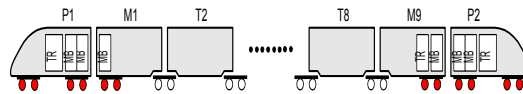


그림 2 11량 편성도

4. 호남 고속철도 차량 시스템 모델

4.1 시스템 선정 환경

호남고속철도는 지리적인 환경조건과 여객수송수요에 알맞게 건설되어야 한다. 호남측의 교통여건은 경부축과는 다르다 지리적으로 평야가 많고, 여객수송수요도 적다. 또한 호남고속철도는 경부고속철도와 연계되어 운행되므로 경부고속철도의 연장선으로 된다. 따라서 경부고속철도에 차량, 레일, 가선, 전기공급, 신호, 정비시설 등 많은 부분을 호환성 있도록 설계해야 한다.

또한 정부주도 국책사업으로 추진하고 있는 G7 한국형 고속전철기술개발사업은 1996년도 착수하여 현재 차량과 부품을 제작 및 시험 중에 있으며, 2002년도에 시운전을 완료하게 되어있다. G7 사업은 경부고속전철의 이전기술을 소화하고, 최근 선진국의 차세대 고속전철 기술을 활용하여 자체적으로 독자 모델 개발을 통하여 기술력을 확보하고자 추진되고 있다.

따라서 호남고속철도는 경부고속철도에서 도입된 기술과 구축된 인프라를 활용해야 하고, 또한 G7 한국형고속전철에서 개발된 기술을 사용하는 고속전철을 구성하고자 한다. 아울러서 선진국에서 차세대 차량으로 개발된 프랑스 AGV, 독일 ICE3, 이탈리아 ETR500 등의 신기술을 수용하여 종합적인 기술개발을 수행해야 한다. 특히 기술 활용 가능성의 폭을 넓히기

위하여 탈팅 차량인 독일 ICT, 이탈리아 ETR460, 스웨덴 X2000 등도 함께 검토하여 차량 기본 시스템 설계를 수행하였다.

4. 2 시스템 설계 검토

4.2.1 동력방식

표4에 나타나 있듯이 각 국의 고속전철 시스템의 경향을 알 수 있으며, 또한 미래의 고속전철 발전 경향을 예측할 수 있다. 고속전철의 동력방식은 종래에 동력집중식이 프랑스, 독일, 스페인 등에서 많이 사용했으나, 최근에는 철도 네트워크와 여객 수요가 적은 기존선의 운용을 위하여 ICE3, AGV 등 동력분산식이 늘어나는 추세이다. 그러나 장거리 주 간선에 여객수송은 ETR500, X2000 등 동력분산식이 사용되고 있다.

표4 각 국의 고속전철 시스템 및 환경분석

나라명	열차명	최고속도 (km/h)	동력방식	추진시스템	모타방식	대차	차체
일본	WIN350	300	분산식	GTO/IGBT	유도전동기	재래식	알루미늄
	신간선700계	285	분산식	GTO/IGBT	유도전동기	재래식	알루미늄
프랑스	TGV-A	300	집중식	사이리스터	동기전동기	관절식	강재
	Thalys	300	집중식	사이리스터	동기전동기	관절식	강재
	유로스타	300	집중식	GTO	유도전동기	관절식	강재
	TGV-Pendula	350/220	집중식	GTO	유도전동기	틸팅식	-
	AGV	350	분산식	GTO/IGBT	유도전동기	관절식	알루미늄
독일	ICE1, ICE2	280	집중식	사이리/GTO	유도전동기	재래식	알루미늄
	ICE3	330	분산식	IGBT	유도전동기	재래식	알루미늄
	ICT-VT	200	집중식	-	-	틸팅식	-
	ICT	230	분산식	IGBT	유도전동기	틸딩식	알루미늄
이탈리아	ETR450, 460	250	분산식	사이리/GTO	직류/유도	틸팅식	알루미늄
	ETR470	200	분산식	GTO	유도전동기	틸팅식	알루미늄
	ETR500	300	집중식	GTO	유도전동기	재래식	알루미늄
스웨덴	X2000	210	집중식	GTO	유도전동기	틸팅식	스텐레스
스페인	AVE	300	집중식	사이리스터	동기전동기	재래식	강재
	Talgo	200	집중식	-	-	틸팅식	-
영국	IC 225	240	집중식	사이리스터	직류분권	재래식	알루미늄
한국	KTX	300	집중식	사이리스터	동기전동기	재래식	강재
	KHST	350	집중식	IGBT	유도전동기	재래식	알루미늄

4.2.2 최고속도

열차의 최고속도는 AGV 및 KHST(G7개발차량)은 350km/h, ICE3가 330 km/h이나 WIN 350, ETR500 등이 300km/h로 개발되었다. 그러나 차량가격, 유지보수비, 건설비 등의 경제성을

비교 할 때 300km/h가 적정한 것으로 알려져 있다. 특히 경부고속철도가 300km/h로 운행하고 있으므로 운영효율, 선로, 신호 및 차량 운영측면에서 시스템 통합을 고려하여 호남고속철도도 300km/h로 운영하는 것이 효율적이다.

4.2.3 추진시스템

열차 제어방식은 KTX 경부고속전철, 및 TGV-A등에서 GTO 소자를 이용한 제어를 사용하여 왔는데 최근에는 ICE3, ICT, KHST 등에서 IGBT 또는 IGCT 전력소자를 사용하고 있다.

견인 전동기는 3상 유도전동기가 유지보수 및 신뢰성에서 앞서는 것으로 평가되어 많이 사용하는 추세이다.

4.2.4 대차 형식 및 틸팅 시스템

대차는 재래식 대차와 관절식 대차가 사용되는데 관절식 대차는 프랑스에서 개발되어 사용하는 관계 프랑스 TGV에서만 사용하고 있다. 관절식 대차의 사용은 열차당 대차의 수를 줄일 수 있어 열차중량이 감소되고, 대차가 차량 단부에 설치되어 승차감 향상, 진동 및 소음 저감에 효과가 있으며, 공기저항이 크게 감되어 주행저항 측면에서 우수하다.

틸팅 시스템은 고속전철 출현 이전인 1956년에 프랑스에서 기존에 속도 향상을 위하여 개발을 시작하였으나, 요즘은 표4에 나타나 있듯이 고속전철이 고속철도 신선과 기존선을 병행 운행함으로써 이탈리아의 ETR450, ETR460, ETR470 등과 독일의 ICT, 프랑스 TGV-Pendula 등과 같이 고속전철에 설치하여 기존선로에서 고속주행하고 있다.

따라서 대차는 관절식과 틸팅식 중에서 좋은 시스템 선정을 위하여 선로 사용, 운행시간, 투자비용 등을 검토하여 선정해야 함으로, 이를 위해 많은 연구를 수행한 후 선정해야한다.

4.2.5 차체 재질

차체의 재질은 강재, 스텐레스 강에서 점차 고속화에 따른 소요동력증가 및 기기의 복잡화로 경량화가 절실히 요구되어 알루미늄 합금 압출재를 사용한 차체를 많이 사용하고 있고, 전두부는 복합섬유를 이용하여 향상을 미려하게 구현하고 있다.

4.3 차량 시스템 모델 선정

기본 시스템 모델을 선정함에 있어서 먼저 호남고속철도에 환경에 적절히 부합시키고, 또한 현재 프랑스로부터 도입되고 있는 KTX 경부고속철도의 이전기술을 충분히 활용함과 동시에 선진국 수준의 고속철도기술 확보를 위해 대책사업으로 추진하고 있는 G7 고속전철기술개발사업에서 달성된 개발기술을 채용하였다. 또한 선진국에서 차세대 고속전철을 위해 개발된 최근기술을 검토하여 세계적인 고속철도 기술개발 추세에 부합할 수 있는 시스템 모델을 검토하여 표5와 같이 선정하였다.

표에 5에 호남고속철도의 차량 기본 시스템 모델 선정 부분에 대하여 국채과제에서 수행 중인 G7 KHST 고속전철 그리고 KTX 경부고속전철의 기본 시스템과 주요 시스템에 대해서 비교하였다.

대차 시스템 선정을 위해서는 1안 관절식과 2안 틸팅 시스템이 검토가 필요하며, 많은 연구를 수행한 후 선정되어야 한다. 앞으로도 차량 기본 시스템에 대하여 제안된 내용들은 관련기관과 계속적으로 연구 보환을 수행해야 한다.

표5 호남고속철도, KHST, KTX 기본 시스템 비교

항목	호남고속철도	G7 KHST	KTX
동력방식	집중식	집중식	집중식
열차속도	300km/h	350km/h	300km/h
열차편성	P+10T+P P+8T+P P+4T+TC	P+MT+16T+MT+P P+MT+14T+MT+P P+MT+12T+MT+P	P+MT+7T+2MT+7T+MT+P P+MT+7T+MT+P
승객 수	500명	871명	935명
차량길이	245m	395m	388m
소요동력	8,800kw (1100kw ×8)	17,600kw (1100 ×16)	13,560Kw (1130kw ×12)
추진시스템	IGCT	IGCT	사이리스트터
견인전동기	유도기기 1100kw	유도기기 1100kw	동기기 1130kw
대차	1안 : 관절식 2안 : 틸팅식	관절식	관절식
차체	알루미늄 합금	일루미늄 합금	강재
터널 압력파	기밀설계	여압 시스템	기밀설계

5. 차량 시스템 설계

5.1 열차편성

열차편성은 2,025년도에 호남고속철도의 여객 수송수요에 맞춰 기본편성이 500명을 수송할 수 있도록 12량 편성으로 하였으며, 교통수요에 맞게 유연성을 부여하여 10량 편성, 8량 편성 및 6량 편성으로 구성하였다.

5.1.1 12량 기본편성

12량 기본편성은 그림3에 보인 것과 같이 전후부에 P1, P2 동력차 2량을 설비하였으며, 중간객차 10량 중에 T2차와 T3차의 2량은 1등 객차이고, T2차에는 장애자의 여행을 위한 의자와 화장실이 설비되어있다.

그 외 8량의 객차 T1, T4, T5, T6, T7, T8, T9 및 T10차는 2등 객차이고, T1은 식당객차로서 식당 칸과 객실이 각각 설비되어 있으며, T10차에는 가족여행을 위한 가족실이 설비되어있다.

기본편성의 경우에 여객을 수송할 수 있는 인원은 T10차의 가족실 8명을 포함하여 총 500명 수준이다.

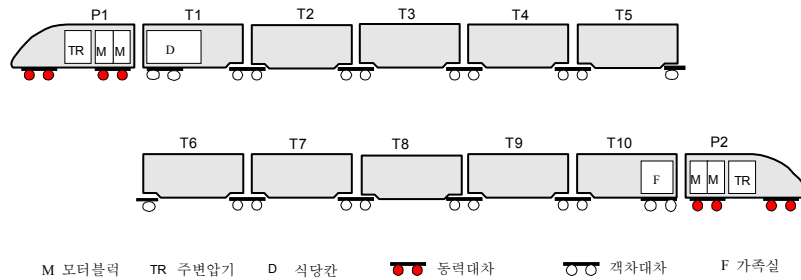


그림3 12량 기본 편성도

5.1.1.2 10량 편성

10량 편성은 12량 기본편성에서 2량을 축소한 편성으로 여객수송수요에 탄력적으로 대응하여 운행하기 위한 편성이다.

그림4에 보인 것과 같이 전후두에 P1, P2 동력차 2량을 설비하였으며, 중간객차 8량 중에 T2차와 T3차의 2량은 1등 객차이고, T2차에는 장애자의 여행을 위한 의자와 화장실이 설비되어있다. 그 외 6량의 객차 T1, T4, T5, T6, T7 및 T8차는 2등 객차이며, T1은 식당객차로서 식당 칸과 객실이 각각 설비되어 있으며, T8차에는 가족여행을 위한 가족실이 설비되어 있다.

10량 축소편성의 경우에 여객을 수송할 수 있는 인원은 T8차의 가족실 8명을 포함하여 총 384명 수준이다.

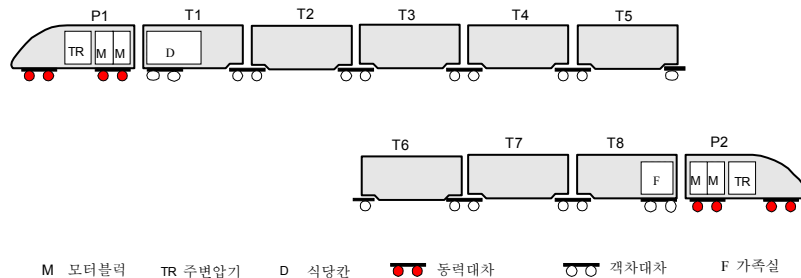


그림4 10량 편성도

5.1.1.3 8량 편성

8량 편성은 12량 기본편성에서 4량을 축소한 편성으로 여객수송수요에 탄력적으로 대응하여 운행하기 위한 편성이다. 8량 편성의 경우는 아래 2개 안으로 검토중이며 앞으로 상세하게 검토될 것이다.

1) 1안의 동력차 2량으로 운행하는 경우

전후부에 P1, P2 동력차 2량을 설비하였으며, 중간객차 6량 중에 T2차와 T3차의 2량은 1등 객차이고, T2차에는 장애자의 여행을 위한 의자와 화장실이 설비되어있다. 그 외 4량의 객차 T1, T4, T5 및 T6차는 2등 객차이며, T1은 식당객차로서 식당 칸과 객실로 설비되어 있고, T6차에는 가족여행을 위한 가족실이 설비되어있다.

8량 축소편성의 경우에 여객을 수송할 수 있는 인원은 T6차의 가족실 8명을 포함하여 총 268명 수준이다.

2) 2안 동력차 1량과 동력객차 1량으로 운행하는 경우

전두부에는 P 동력차를 설비하였고, 후부에는 DT 운전객차를 설비한다. 중간객차 6량 중에 T2차와 T3차의 2량은 1등 객차이고, T2차에는 장애자의 여행을 위한 의자와 화장실이 설비되어있다. 그 외 4량의 객차 TM1, T4, T5 및 T6차는 2등 객차이며, MT1은 단부에 동력실과 객실이 각각 설비되어있다. 후부에 DT 운전객차에는 운전설비와 1등 객실이 설비되어있다. 2안 편성에는 식당칸이 설비되지 않았으며, 추후 상세히 검토 할 것이다.

8량 축소편성의 경우에 여객을 수송할 수 있는 인원은 총 323명 수준이다.

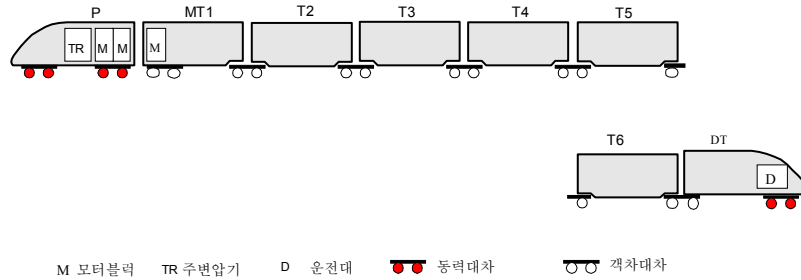


그림 5 8량 편성도(2안)

5.1.4 6량 미니편성

6량 미니편성은 12량 기본편성에서 6량을 축소한 편성으로 여객수송수요에 탄력적으로 대응하여 운행하기 위한 최소편성이다.

미니편성은 그림6과 같이 전두부에는 P 동력차를 설비하였고, 후부에는 DT 운전객차를 설비하였다. 중간객차 4량 중에 T2차와 T3차의 2량은 1등 객차이고, T2차에는 장애자의 여행을 위한 의자와 화장실이 설비되어있다. 그 외 2량의 객차 T1 및 T4차는 2등 객차이며, 후부에 DT 운전객차에는 운전설비와 1등 객실이 설비되어있다. T1차에는 간단한 음식과 음료수가 제공되는 카페테리아가 설비되어 있다.

6량 미니편성의 경우에 여객을 수송할 수 있는 인원은 총 207명 수준이다.

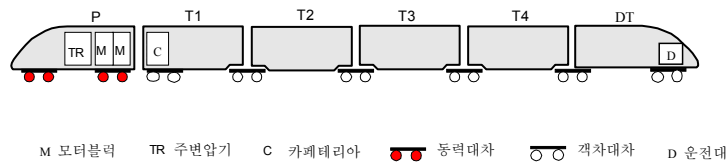


그림 6 6량 미니편성도

5.2 열차 추진 성능

5.2.1 열차의 추진력 및 최대속도

1) 견인전동기 정격성능

- 출력 : 1,100kw
- 회전력(τ) : 2,627N.m
- 회전속도(N) : 4,000rpm

2) 열차추진력

· 기동시

$$F = (\mu \cdot W \cdot n) / 102 = ((0.173 \cdot 17 \cdot 8) / 102) \cdot 1000 = 230 \text{ KN}$$

· 300Km/h에서

$$F = (2n \cdot \tau \cdot Rg \cdot \eta) / D = (2 \times 8 \times 2627 \times 2.1894 \times 0.975) / (0.885 \times 1000) = 101 \text{ KN}$$

여기서 : Rg : 기어 감속비, η: 기어효율, n : 동력축수

3) 열차 최고운행속도

$$V = (60 \cdot \pi \cdot D \cdot N) / Rg = [(60 \times \pi \times 0.885 \times 4000) / 2.1894] \times 10^{-3} = 304.6 \text{ km/h}$$

4) 열차주행저항(300km/h에서)

$$R = (299.4 + 1,209.6 + 5,193) \times 10 / 1000 = 67 \text{ KN}$$

표 6 국내외 고속전철 시스템 특성 비교

항목	호남고속철도	G7 KHST 고속	KTX 경부고속	신간선 700계	TGV-Thalys	ICE3	ETR500
동력방식	집중식	집중식	집중식	분산식	집중식	분산식	집중식
설계속도	330km/h	385km/h	330km/h	300km/h	350km/h	350km/h	330km/h
운행속도	300km/h	350km/h	300km/h	285km/h	300km/h	330km/h	300km/h
최속곡선	R7000m	R6500m	R7000m	R4000m	R4000m	R5100m	R3000m
최급구배	25%	25%	25%	15% (예외20%)	15% (예외25%)	12.5%	8%
전원공급	25KV, 60Hz	25KV, 60Hz	25KV, 60Hz	25KV, 60Hz	25KV, 50Hz AC15KV, 16 2/3Hz, DC3KV, DC1.5KV,	25KV, 50Hz AC15KV, 16 2/3Hz, DC3K V, DC1.5KV,	DC3KV(25 KV, 50Hz)
개통년도	-	2002. 10	2003. 12	1999. 3	1996. 6	2000	1995
열차편성	P+10T+P P+8T+P P+4T+TC	P+MT+7T+2MT+ 7T+MT+P P+MT+7T+MT+P	P+MT+16T+MT+P P+MT+14T+MT+P P+MT+12T+MT+P	TC+12M2T+TC	P+8T+P	TC+4M+2T+ TC	P+11T+P
승객 수	500명	871명	935명	1,323명	377명	360명	563명
차량길이	245m	395m	388m	405m	200m	184m	328m
편성중량	504톤	780톤	773톤	690톤	386톤	360톤	598톤
축중	17톤	17톤	17톤	10.8톤	17톤	15톤	17톤
소요동력	8,800kw (1100kw ×8)	17,600kw (1100kw ×16)	13,560Kw (1130kw ×12)	13,200Kw (275kw ×48)	8,800 (1100kw ×8)	4,000kw (500kw ×8)	8,500kw
추진시스템	IGCT, VVVF 인버터	IGCT, VVVF 인버터	사이리스터 PWM 인버터	GTO/IGBT, VVVF 인버터	사이리스터 VVVF 인버터	VVVF 인버터	GTO VVVF 인버터
견인전동기	유도기기 AC1100kw	유도기기 AC1100kw	동기기 AC1130kw	유도기기 AC275Kkw	동기기 AC1100kw	유동기 AC500kw	유도기기 AC1062kw
제동장치	전기저령, 회생, 저항, 디스크	전기저령, 회생, 저항, 와류, 디스크	전기저령, 회생, 저항, 디스크	전기저령, 회생, 디스크	공기저령 저항/디스크	공기저령 회생/와류 /디스크	공기저령 저항, 디스크
대차	관절식	관절식	관절식	재래식	관절식	재래식	재래식
차체	알루미늄합금	알루미늄합금	강재	알루미늄 합금	강재	알루미늄 합금	알루미늄 합금
터널압력파	기밀시스템	여압 시스템	기밀설계	기밀설계	기밀설계	기밀설계	기밀설계

5.2.2 추진성능 검토

12량 기본편성이 최고운행속도 300km/h로 주행하기 위해서는 견인전동기의 출력은

1,100kw가 필요하고, 그 때의 회전력(τ)은 2,627Nm 이며, 회전속도(N)는 4,000rpm으로 된다. 따라서 열차추진력은 101KN이 되며, 최고속도는 305 km/h이고, 300km/h에서 주행저항은 67KN이 된다.

6. 결론

호남고속전철은 다른 국내외에서 개발된 많은 최신기술과 실용화로 검증된 기술을 활용하여 차량의 신뢰성을 향상시키는 시스템으로 구성하였다.

특히 국책사업으로 기술개발을 수행하여 성과를 얻고있는 G7 고속전철기술개발사업에서 개발된 최신기술 알루미늄 합금 차체, 알루미늄 합금 주조 관절장치, 네트워크 TCN, 제어 시스템 IGCT, 전기지령식 제동장치 등을 채용을 검토하였다.

또한 프랑스 알스톰사로부터 경부고속철도에 기술이전 되어 우리나라 고속전철의 기본 기술이된 동력 집중식, 관절식 차량, 관절식 대차 등은 차량의 공동운영과 기술의 일관성을 위하여 가급적 같은 시스템을 채택하였다.

그러나 출입문 폭이 넓고 외부와 기밀이 잘되는 도아 시스템, 측면 넓은 창문 시스템, UIC 규격에 따른 와이드 전면창, 고속주행용 와이퍼 등등 단위 시스템에 개별적으로 사용되는 기술은 선진국의 기술발전에 맞춰 진보된 기술을 채용하였다.

표 6에 나타난 것과 같이 기술적인 것을 비교해 보면 차체를 알루미늄 합금 압출재에 의한 경량차체와 기밀 시스템을 설비하였고, 중량, 소음, 진동, 공기저항에 효과가 있는 알루미늄 합금의 차체 관절식을 채택하였다.

주전력변환장치의 제어소자를 최첨단 IGCT의 VVVF인버터를 사용하였고, 열차제어는 TCN 네트워크 방식을 채택하였으며, 전기지령식 제동장치를 설비함으로써 제동 시스템의 성능을 크게 상승시켰다.

제안된 많은 열차 편성, 추진성능, 차량 시스템 기본 사양 등은 앞으로 수행될 호남고속전철사업에 차량 및 시스템 설계 자료로서 유용하게 활용되기를 기대한다.

참고자료:

1. G7 고속전철기술개발사업 1단계 주요논문집, 한국철도기술연구원, 1999. 12, p3-p11, p139-p149
2. G7 고속전철기술개발사업 1단계 3차년도 상반기 Workshop, 한국생산기술연구원, 1999. 7
3. G7 고속철도기술개발 2단계 1차년도 동차개발 연구보고서, 한국철도차량(주), 2000. 10
4. G7 고속철도기술개발 2단계 1차년도 객차개발 연구보고서, 한국철도차량(주), 2000. 10
5. G7 고속철도기술개발 1단계 3차년도 차량 시스템 엔지니어링 연구보고서, 한국생산기술연구원, 1999. 10
6. 철도차량공학, 박광복 著, 삼성종합출판, 2판, 2000. 8