

호남고속철도 차량 시스템 사양에 관한 연구

The Study for System Specification of Rolling Stock of Honam High Speed Railroad

* 주 인 환 ** 박 광 복
Joo, In-Hwan, Park, Kwang-Bok

ABSTRACT

The Honam conventional railroad was already exceeded the limit capacity of transportation at some section. Therefore Honam railroad axis needs new high speed railroad line for increasing of transportation capacity now.

This report was studied about the system technical specification of rolling stock based on new technology of high speed train of advanced countries, KHST and KTX for Honam high speed railroad.

1. 서론

20세기 후반에 등장한 고속철도는 600km 전후의 중장거리에 도시간 운송수단으로서 경제성과 안전성이 우수하고, 환경친화적이어서 21세기 대표적인 교통기관이 되고 있다.

현재 호남철도는 이미 일부구간에서 선로운행용량을 초과한 상태이다. 또한 호남철도 주변의 산업시설 확충으로 경제규모가 증대되어 가고 있으며, 특히 서해안 지역의 중국교역량 증가로 수송수요가 늘어나 호남고속철도 건설을 위한 사업기획연구를 수행 중에 있다.

경부축은 2004년에 경부고속철도의 완공으로 KTX 고속전철이 개통하게 되어, 기존 경부철도의 수송용량은 다소의 여유를 갖게 되었다. 한편 정부에서는 호남고속철도 등의 수요에 대비하여 G7 고속전철기술개발사업을 통해 시제차 KHST를 제작, 현재 경부고속철도에서 시제차량의 시운전 시험을 진행 중에 있다.

따라서 호남고속철도에 투입될 고속전철은 G7 고속전철, KTX 경부고속전철 및 선진국 차세대 고속전철에서 개발된 신기술을 조사분석하여, 호남고속철도에 가장 적합한 차량 시스템 사양에 관한 연구를 수행코자 한다.

2. 선진국의 고속철도 운영현황

가. 일본

신간선은 동력분산식으로 1964년에 동경과 오사카 사이의 515km를 운행최고속도 190km/h로 개통하였다. 그 후 속도향상 및 문제점을 개선하여 점진적으로 신간선 100계, 200계 전차를 개발하였으며, 1992년에는 신간선 300계 전차를 개발하여, 최고운행속도 270km/h로 상업운행하고 있다. 1997년부터는 신간선 500계를 제작하여 300km/h의 속도로 운행 중이며, 1999년 이후에는 신간선 700계 노조미, 히까리가 개발되어 285km/h로 영업운행 중에 있다.

* 대우엔지니어링(주), 부장

** (주)피알티 코리아, 상무, 정희원



그림 2-1 신간선 500계 전차



그림 2-2 AGV



그림 2-3 ICE3

나. 프랑스

프랑스는 동력집중식으로 1981년에 최고운행속도 260km/h의 TGV-PSE를 개발하여 파리-리옹간에 상업운행을 시작하였다. 1989년에는 TGV-A를 개발하여 최고속도 300km/h 주행이 가능하게 되었으며, 또한 1990년 5월 대서양선에서 최고속도 515.3km/h의 기록을 수립하였다. 1994년에는 파리-런던까지 유로 해저터널을 횡단하는 300km/h급 Eurostar를 개발하여 운행하고 있다.

한편 고속전철에 이층객차인 TGV-Duplex가 개발되어, 1996년 12월부터 최고속도 300km/h로 동남선에서 상업운행을 시작하였다. 차량의 길이는 200m이고 중량은 380톤으로 경량화시켰고, 승객은 545명으로 TGV-PES의 368명, TGV-R의 377명 보다 승객이 약 48% 증가되어 운영효율이 향상되었다.

2001년 5월 지중해선의 속도시험을 위해 Calais-Frethun와 Marseille Saint-Charles구간에 TGV 531로 평균속도 317km/h, 최고속도 366km/h로 시험운전을 마쳤고, 2001년 6월에는 Rhone-Alpes로부터 Nimes 와 Marseille사이의 250km의 지중해선이 개통되어 이 선로에서는 최고운행속도는 300km/h이지만 350km/h까지 주행할 수 있도록 하였다.

한편 차세대 고속전철 AGV는 동력분산식으로 개발 중에 있으며, 최고운행속도 350km/h를 목표로 하고 있다. 현재 고속전철의 운행속도는 신선로에서는 300km/h로, 개량선로에서는 200-220km/h로, 기존선로에서는 160-200km/h로 상업운행하고 있다.

다. 독일

독일은 1991년 6월부터 동력집중식의 ICE가 상업운행에 들어갔으며, ICE 선로의 특징은 여객과 화물겸용으로 사용하고 있다.

1996년부터는 ICE2를 개발하여 상업운행에 들어갔고, 1999년에는 동력분산식의 ICE3를 개발하여 최고속도 330km/h로 운행하고 있으며, 2001년 7월에는 350km/h 속도의 영업운전에 대비 속도시험을 위해 Hannover과 Berlin 구간에 ICE로 최고속도 393km/h로 시험운전을 하였다. 또한 틸팅 시스템이 설비된 ICT가 개발되어 기존선에서 속도를 향상을 도모해 가고 있다. 그리고 Koeln과 Frankfurt간의 고속철도선을 건설중에 있다. 이것은 중부 유럽의 암스테르담에서 스위스, 이탈리아로 통하는 중요 고속철도선의 일부가 되며, 신선로 219 km 거리를 300 km/h 속도로 주행 시 주행시간이 76분 감소 되었으며, 2002년 영업운전 개시를 목표로 하고 있다.

라. 이탈리아

이탈리아 고속철도는 1987년부터 ETR450 열차를 투입하여 최고속도 250km/h로 운영하다, 1992년에는 완전히 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 스위

스까지 영업운행을 시작하였다.

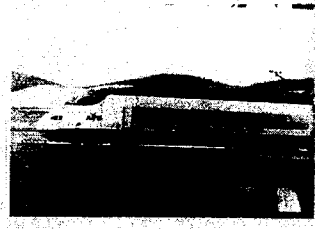


그림 2-4 ETR 500 고속전철

그림 2-5 AVE 고속전철

마. 스페인

스페인의 고속철도는 북쪽의 마드리드와 남쪽의 세비야를 연결하는 길이 471km의 선로로서 1992년에 개통하였으며, 현재 마드리드-바르셀로나간의 606km를 건설하고 있다. 고속전철은 AVE로 고속신선구간에서 300 km/h로 운행하고, Talgo형으로 광케인 기존선(최고속도 160km/h)과 신선구간(최고속도 220km/h)을 직결운행 하고 있다. Talgo형 고속차량은 차축의 폭(1668mm ↔1435mm)을 변환할 수 있는 장치가 설비되어 있어 고속신선과 기존선을 직결운행할 수 있다

스페인은 신선 마드리드-바르셀로나간을 운행할 고속철도 차량을 SIEMENS가 16편성(8량 1편성)을 공급하기로 2001년 3월 결정 하였다. 이것은 신선에 현재 마드리드와 세비야를 운행하는 기존 TGV계인 AVE와 다른 고속철도인 ICE를 동시에 투입 한다는 의미이며, 스페인내에 TGV계인 AVE와 ICE계 차량을 동시에 사용하게 되었다.

3. G7 고속전철기술개발현황

3.1 개발목표

G7 고속전철기술개발사업은 350km/h의 한국형 고속전철시스템을 개발하고 핵심기술을 확보하는데 목적이 있으며, 선진국에서 개발 중에 있는 차세대 고속전철 시스템과 같은 수준의 고속전철을 독자개발하는 것이 목표이다.

3.2 기술개발 내용

가. 개발 특징

한국형 고속전철시스템은 경부고속철도의 시스템을 근간으로 하면서 최근의 기술동향을 반영하여 부분적으로 새로운 첨단기술을 도입하였다. 현재 개발되고 있는 한국형 고속전철과 경부고속철도의 특징을 살펴보면 표 3-1과 같이 나타나 있다.

최고운행속도가 350km/h로 향상되면서 필요한 동력을 확보하기 위하여 열차편성의 중앙

에 중간동력객차를 설비하였으며, 여객수송수요가 많을 때에는 20량 편성으로 운행하고, 이 용객이 적은 시간대에는 11량 편성을 운행할 수 있도록 편성의 유연성을 부여했다.

추진시스템은 세계적인 기술추세에 따라 유도전동기를 채택하여 유지보수를 용이하도록 하였으며, 견인제어장치에 IGCT 소자를 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 개발하였다.

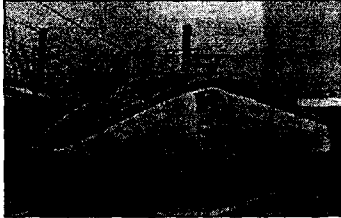


그림 3-1 G7 KHST 한국형 고속전철

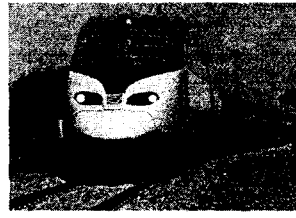


그림 3-2 KTX 경부고속전철

나. 개발일정

G7 고속전철기술개발사업은 1996년 11월부터 2002년 10월까지 6년 사업으로서 건설교통부 주관하에 추진하고 있으며, 1단계는 차량 시스템 엔지니어링과 Mock Up를 제작하였고, 2단계는 차량 개선 설계, 제작 및 시험평가를 수행토록 되어있다. 현재 시제작편성은 제작완

주요 항목	G7 고속철도	KTX 경부고속철도
최고운행속도	350km/h	300km/h
열차편성	20량, 11량	20량, 18량, 16량
객차 차체 재질	알루미늄 합금 중공 압출재	경량 강재 구조
전두부 형상	한국형 고유모델 디자인	TGV 전두부 수정
제동 시스템	전기저령, 와전류 제동	전기제동 + 디스크 제동
기밀설계	7000pa 여압 시스템	4000pa 기밀설계
추진장치	IGCT 인버터/컨버터	사이리스터 인버터/컨버터
기술개발	산학연 공동기술개발	ALSTOM 기술 도입

료하여 80km/h까지 공장주행시험을 마치고, 경부고속철도 오성기지에서 본선시험중에 있다.

다. 시스템 구성

• 시스템 기본 사양 :

열차 시스템은 최고운행속도를 350km/h로 향상 시키고, 최대수송능력은 KTX와 동등 수준 유지하며, 수송수요에 유연하게 대응할 수 있도록 선택적 편성이 가능하도록 하였고, KTX와 호환성 유지 및 이전기술 활용 극대화의 목표를 두고 개발하였다.

표 3-1 G7 한국형고속전철 및 KTX 경부고속전철 특성

• 열차편성 :

열차편성은 20량 기본편성과 11량 축소편성으로 구성하여 여객수송수요에 탄력적 유연성을 갖도록 하였다. 11량 편성은 여객수송수요가 적은 시간대에 운용할 수 있도록 하였고, 중편편성이 가능하게 되어있어 최대 여객을 수송할 수 있는 편성이 된다.

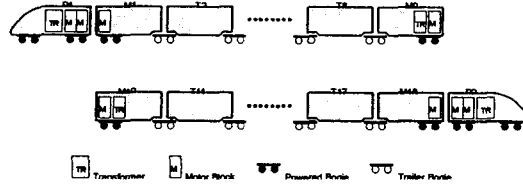


그림 3-3 20량 기본 편성도

4. 호남고속철도 차량 시스템 사양 검토

4.1 개요

호남고속철도는 선로환경과 교통수송수요 조건에 맞게 건설되어야 한다. 호남축의 교통 여건은 산보다 평야가 많고, 수송수요도 경부축보다는 적다. 그리고 경부고속철도와 중부권 지역에서 연계운행하게 계획되어 있어 차량, 선로, 가선, 전기공급, 신호, 정비시설 등이 경부고속철도와 호환성을 갖도록 하여야 한다.

G7 한국형 고속전철기술개발사업은 경부고속전철의 이전기술을 이해하고, 선진국의 차세대 고속전철 기술을 활용해 독자모델을 개발을 통해 기술력을 확보하고자 추진하고 있다.

따라서 호남고속철도는 경부고속철도에서 입수된 기술과 구축된 인프라를 활용해야 하고, G7 한국형고속전철에서 개발된 기술을 이용하여 고속전철의 시스템 사양을 연구하고자 한다. 아울러서 선진국의 차세대 고속전철 프랑스 AGV, 독일 ICE3, 이탈리아 ETR500 등의 신 기술을 채용하고, 신기술 활용 폭 넓히기 위하여 틸팅 차량인 ICT, ETR460, X2000 등도 함께 검토하여 차량 시스템 사양 연구를 수행하였다.

4.2 주요 시스템 사양 검토

가. 동력방식

고속전철의 동력방식은 프랑스, 독일, 스페인, 한국 등에서 동력집중식이 장거리 운행에 용이하고, 유지보수가 편리해 사용하여 왔으나, 유럽의 철도 네트워크화, 교통수요가 적은 기존선을 위하여 독일 ICE3, 프랑스 AGV 등이 동력분산식으로 개발되고 있다. 일본, 이탈리아 등에서는 동력분산식이 축중경감 및 대출력이 용이해 오랜동안 운용되어 왔다. 동력방식에 따라 각국의 고속전철시스템 흐름을 알 수 있으며, 21세기의 고속전철 발전 방향을 가늠할 수 있다. 한편 호남고속철도는 경부고속철도와 연계되므로 동력집중식이 효과적이다.

나. 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 경제성에 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.

다. 열차편성

열차편성은 2,025년도에 호남고속철도의 여객수송수요에 맞춰 기본편성이 500명을 수송할 수 있도록 12량 편성으로 하였으며, 교통량에 따라 유연성을 부여하여 10량 편성, 8량편성 및 20량 편성으로 구성였다.

- 12량 기본편성

12량 기본편성은 그림 4-1에 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 식당칸과 객실이 있으며, T10차에는 가족여행을 위한 가족실이 설비되어있다. 기본편성의 경우에 여객을 수송할 수 있는 총인원은 T10차의 가족실 8명을 포함하여 총 500명 수준이다.

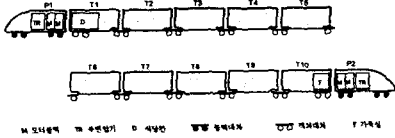


그림 4-1 12량 기본 편성도

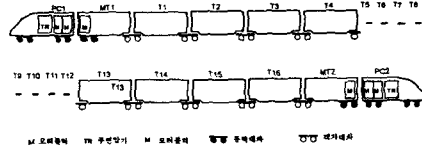


그림 4-2 20량 편성도

● 20량 편성

20량 편성은 교통수요가 최대가 되는 시간대에 많은 여객수송을 위하여 구성하였으며, 20량 편성에는 동력객차가 편성된다. 편성구성은 그림 4-2과 같이 동력차 2량, 동력객차 2량 및 객차 16량이며, 경부고속전철과 같은 구성을 갖는다. 편성당 승객수는 약 935명이 된다. 라. 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.

마. 대차 형식

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 감소되어 주행저항 측면에서 우수하다.

틸팅시스템은 고속철도 신선과 기존선에서 병행 운행함으로써 이탈리아의 ETR450, ETR460, ETR470 등과 독일의 ICT, 프랑스 TGV-Pendula 등과 같이 고속전철에 설비하여 기존 선로에서 고속주행하고 있다. 따라서 대차는 관절식과 틸팅식 중에서 적합한 시스템 선정을 위하여 선로, 운행시간, 투자비용 등을 검토하여 선정해야 한다. 틸팅시스템을 장착한 대차는 기존선에서 속도향상을 위해 운행하는 노선에 적합하나, 구조가 복잡하여 운영비가 많이 든다. 따라서 호남고속철도는 고속철도 신설을 계획하고 있으므로 관절식 대차가 적합하다.

바. 차체 재질

객차의 차체의 재질은 강재, 스텐레스 강에서 점차 고속화에 따른 소요동력증가 및 기기의 복잡화로 경량화가 요구되어, 알루미늄 합금 중공 압출재를 사용한 차체 사용이 증가하고 있다. 전두부는 형상이 복잡해 복합재를 이용하여 형상을 미려하게 디자인 하고 있다.

사. 제동장치

제동장치는 열차가 운행 중 일어날 수 최악의 조건에도 전후 차량과 충돌사고 없이 정지할 수 있어야 한다. 이를 위해서는 열차가 최고운행속도로 주행 중 비상제동을 작동 시 선로에 설비된 신호장치에서 요구되는 비상제동거리 내에 정차해야 한다.

제동시스템은 전기제동과 기계제동으로 구분하여 설치하고, 전기제동은 회생제동과 저항제동을 설비하고, 기계제동은 디스크 제동과 담면제동을 설비해야한다. 분담륜은 제동

시뮬레이션을 통하여 적절히 기계제동과 전기제동으로 배분하고, 기계제동의 분담률이 클 경우는 디스크의 마모가 커져 유지보수비가 늘어난다. 제동작동은 Blanding에 의하여 작동되며 상용 및 비상시 전기제동이 우선되어야 하고, 동력대차의 답면 제동은 회생제동 작동 불능시 비상제동이 작동될 때 사용해야 한다.

회생제동은 발전전기를 가선으로 회송하고, 저항제동은 회생제동 불능시 사용하고, 가선 전압이 29KV 이상일 때 사용하고, 발생된 전력은 Resistor Bank를 통해 열로 발산시키는 구조로 해야 한다. 제동거리는 모든 제동이 정상작동하고, 정상하중 상태이고, 구배가 없는

항목	호남고속철도	G7 KHST	KTX
동력방식	집중식	집중식	집중식
최고운행속도	300km/h	350km/h	300km/h
설계속도	330km/h	385km/h	330km/h
열차 편성 및 구성	12량:Pc10T+Pc 10량:Pc+8T+Pc 20량:Pc+MT+18T+MT+Pc	20량:Pc+MT+7T+2MT+7T+MT+Pc 11량:Pc+MT+7T+MT+Pc	20량:Pc+MT+16T+MT+Pc 18량:Pc+MT+14T+MT+Pc 16량:Pc+MT+12T+MT+Pc
승차인원	500명	871명	935명
열차길이	245m	395m	388m
열차 추진력	8,800kw (1100kw ×8)	17,600kw (1100 ×16)	13,560kw (1130kw ×12)
추진 시스템 형식	IGCT, PWM 인버터/컨버터	IGCT, PWM 인버터/컨버터	사이리스터, PWM 인버터/컨버터
견인 전동기 형식, 용량	유도기기 1100kw	유도기기 1100kw	동기기 1130kw
대차 형식	관절식	관절식	관절식
객차 차체 재질	알루미늄 합금 중공 압출재	알루미늄 합금 중공 압출재	경량 강재 구조
제동장치	전기지령, 회생, 저항, 디스크	전기지령, 회생, 저항, 와전류, 디스크	공기지령, 회생, 저항, 디스크
터널 압력과	7000pa 기밀설계	1000pa 유지 여압 시스템	4000pa 기밀설계

평탄선로의 건조한 직선선로에서 비상제동거리시 3,000m 이내 정차해야 한다. 기본편성에서 전기제동의 1/4과 1개의 객차대차 디스크가 고장일 때도 정상적인 운행이 가능해야 한다.

아. 주요 시스템 사양 정의

앞에서 검토된 내용을 바탕으로 주요 시스템 사양을 정의함에 있어서 먼저 호남고속철도에 환경에 적절히 부합시키고, KTX 경부고속철도의 이전기술을 활용과 G7 고속전철기술개발 사업에서 개발된 기술을 채용하였다. 선진국에서 차세대 고속전철에서 개발된 신기술을 검토하여 차량의 주요 시스템 사양을 표 4-1과 같이 정의하였다.

표 4-1은 호남고속철도의 주요 시스템에 대하여 설정된 사양에 대하여 G7 KHST와 KTX 고속전철의 시스템 사양과 비교한 것이다. 제안된 차량 시스템 사양은 호남고속철도의 운영환경 및 기술발전 추세에 따라 연구보완 되어져야 한다.

표 4-1 호남고속철도, KHST, KTX 차량 시스템 사양 비교

5. 열차의 성능

5.1 추진력 및 최대속도

가. 견인전동기 정격성능

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

나. 열차추진력

- 기동시(출발시)

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

- 300Km/h에서

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

여기서 : R_g : 기어 감속비, η : 기어효율, n : 동력축수

다. 열차 최고운행속도

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

라. 열차주행저항(300km/h에서)

$$R = (299.4 + 1,209.6 + 5,170.5) \times 10 / 1000 = 66.8 \text{ KN}$$

마. 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. 그림 5-1은 추진 시스템의 견인력선도이다.

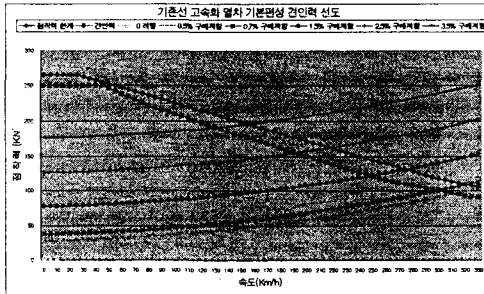


그림 5-1 견인력 선도

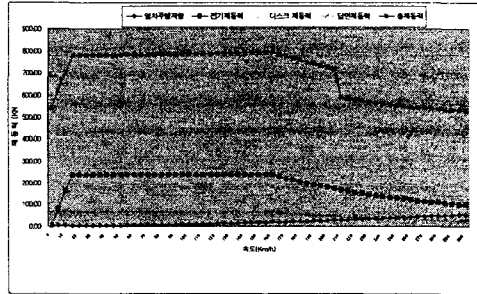


그림 5-2 제동력 선도

5.2 제동성능

가. 일반

호남고속철도의 제동거리 산출을 위해 편성 및 제동시스템 구성을 아래와 같이 하였다.

- 최고운행속도 : 300Km/h
- 열차편성(12량) : $P_c + C_T + 8T + C_T + P_c$
- 열차 만차중량(W2) : 504 톤
- 차륜경(반마모) : 885 mm
- 견인전동기 : 8대
- 구동축 : 8 개
- 디스크 제동축 : 22 개
- 담면제동 유니트 : 16개
- 열차주행저항식 : 경부고속철도 주행저항식 사용

나. 제동성능 검토

300Km/h의 속도로 주행중에 열차가 비상제동 시는 감속도가 평균 1.39m/s²가 작용하여 제동거리는 2,991m이고, 시간은 63초가 소요되고 있다. 상용제동 시는 감속도가 평균 1.28m/s²가 작용하여 제동거리는 3,201m이고, 제동시간은 68초가 소요되고 있다. 그림 5-2는 각 제동장치에 대한 속도별 제동력 선도 이다.

6. 결론

호남고속전철의 시스템 사양을 정의하기 위하여 국내외에서 개발된 고속전철의 최신키술을 조사하여 신뢰성을 갖춘 차량 시스템으로 다음과 같이 구성하였다.

- 가. G7 고속전철의 알루미늄 합금 대형압출재 경량차체, 알루미늄 합금 경량관절장치, 차체, 갱웨이 및 도아의 기밀 시스템, TCN 열차제어시스템, 전력반도체 IGCT PWM 추진 제어시스템, 전기지령식 제동장치 등의 채용을 검토하였다.
- 나. 경부고속철도의 동력집중식, 관절식 차량, 관절식대차 등은 차량의 공동운영과 기술의 일관성을 위하여 동일한 시스템을 채택하였다.
- 다. 고속전철의 신기술로서 기밀 측도아 시스템, 넓은 창문, UIC 규격에 따른 와이드 전면창, 차체 충돌 사양 등 시스템에 개별적으로 적용되는 기술을 선진국 기술발전에 맞춰 새로운 기술을 채용하였다.

본 연구에서 기술된 열차편성, 추진성능, 제동성능, 주요 시스템 사양 등은 앞으로 호남고속전철사업 착수 시 운영환경 및 기술발전 추세에 따라 연구보완 되어져야 한다.

참고자료:

1. 기존선 속도향상 실용기술개발 1차년도 보고서, 한국철도기술연구원, 2002. 3
2. 시스템 엔지니어링 관리체계 모델구축 1차년도 보고서, 에스테크놀로지(주), 2002. 3
3. 호남고속철도 차량 시스템 설계에 관한 연구, 철도학회 추계학술대회지, 2001. 11, p358-p369
4. G7 고속전철기술개발사업 1단계 주요논문집, 한국철도기술연구원, 1999. 12, p3-p11, p139-p149
5. G7 고속철도기술개발 2단계 1차년도 동차개발 연구보고서, 한국철도차량(주), 2000. 10
6. G7 고속철도기술개발 2단계 1차년도 객차개발 연구보고서, 한국철도차량(주), 2000. 10
7. G7 고속철도기술개발 1단계 3차년도 차량 시스템 엔지니어링 연구보고서, 한국생산기술연구원, 1999. 10
8. 철도차량공학, 박광복 저, 삼성종합출판, 2판, 2000. 8