

KTX차량 견인특성에 관한 연구

(A Study on Traction Characteristics of KTX)

한영재* 김석원* 최강윤* 조민삼** 최성균** 최종선*** 김정수***
Han, Young-Jae Kim Seog-Won Choi, Kang-Youn Cho, Min-Sam Choi, Seong-Koun Choi, Jong-Sun Kim Jung-Soo

ABSTRACT

In this paper, we is studied for traction performances of KTX. Main transformer of this train are compose of 3 motor blocks. In order to this test is developed measurement system. Using this system, we obtained important result for running speed, acceleration, axle speed, transformer oil temperature.

1. 서론

인구가 증가하면서 인간의 생활활동 범위가 증가되었고 이에 따라 운송시스템에 대한 수요가 크게 증대되고 있다. 그러나 물류 이동에 필요한 여러 가지 제반시설은 이를 충족시키지 못하고 있으며, 이로 인하여 현재 국내의 물류수송효율은 최악의 상황에 직면해있다. 이로써 대용량의 수송능력을 담당하는 철도차량 운송 시스템에 대한 수요가 급증하게 되었다. 따라서 이에 대비하고자 많은 신규 노선을 계획하고, 이와 함께 신설되는 노선에 대해서는 시스템 운영 효율의 극대화를 위해 노선별로 고속전철과 지하철, 경전철, 그리고 틸팅차량 시스템 등 여러 가지 방식이 검토 중에 있다.

이러한 취지에서 시작한 경부고속철도가 서울과 부산 사이의 개통을 앞두고 있다. 현재까지 주요 전기장치에 대한 단품시험, 완성차시험, 공장시험 등을 통해 기본적인 성능을 확인한 후 현재는 본선시운전 시험이 진행중이다.

차량의 견인특성은 열차성능을 결정하는 중요한 요소이다. 이러한 견인성능을 확인하기 위해 철도연에서는 독자 기술로 개발된 주행성능계측장치를 동력객차에 설치하여 시험계측과 데이터 분석을 수행하고 있다. 이러한 시험계측을 통해, KTX 차량이 실제 주행을 하는 동안 여러 주행조건 하에서 성능을 만족하는지 그리고 차량의 안전과 관련된 기능들이 제대로 동작하는지를 확인하였다.

2. 본론

KTX 견인특성을 위한 차량은 20량으로 편성되며, 동력차 2량, 동력객차 2량, 그리고 객차 16량으로 구성되어 있다. 동력차에 있는 주변압기는 3대의 Motor Block에 전원을 공급해 준다. 2대의 Motor Block은 동력차에, 1대의 Motor Block은 동력객차에 취부된다. Motor Block은 2대의 컨버터와 2대의 인버터가 직렬로 연결되는 형태이며, 1대의 인버터가 1,130kW 용량의 3상 동기전동기 1대를 제어해준다. 차량의 견인성능을 살펴보기 위해, KTX 차량의 주요성능과 견인 및 전기제동장치 요구사항에 대해 살펴보면 다음과 같다.

* 한국철도기술연구원 고속철도기술개발사업단

** 철도청

*** 홍익대학교 전자전기공학부

가. 차량 주요성능

- 1) 차량 최고설계속도 : 330km/h
- 2) 최고운행속도 : 300km/h
- 3) 최대견인력(12대) : 382kN
- 4) 최대견인제동력(12대) : 300kN
- 5) 0~200km/h 주행거리 및 주행시간 : 5km, 2분 40초
- 6) 0~300km/h 주행거리 및 주행시간 : 20km, 6분 5초

나. 견인 및 전기제동장치 요구사항

- 1) 열차는 하나의 Motor Block이 고장나더라도 운행할 수 있어야 한다. 이를 위해 각 구동대차에는 관련된 기기의 작동은 고장시 격리를 위해 다른 구동대차와는 서로 독립적이어야 한다.
- 2) 열차는 하나의 Motor Block이 고장시에도 (1/6) 계약된 상업 운행 및 정상부하(W2)로 All-out 운행을 할 수 있어야 한다.

2.1 동력분산식과 동력집중식 비교

KTX차량은 동력집중식으로 개발된 차량으로 동력분산식과 동력집중식의 차이를 살펴보면 다음과 같다. 철도 창업시부터 채용된 증기동력의 경우는 동력을 집중한 증기기관차의 견인에 의한 열차가 원칙이었지만, 전기와 디젤동력의 경우는 기관차견인열차에 병행하여 기관차가 없는 동력분산열차인 전차와 디젤동차가 보급되고 있다. 외국의 경우 대도시 근교의 수송에 전차가 주로 채용되고 있지만, 본선 열차는 전기기관차 및 디젤기관차 견인이 일반적이다. 고속철도의 경우, 프랑스와 독일은 초기에는 동력집중식을 중심으로 개발하였으나 최근들어 개발된 차량들은 동력분산식을 채택하고 있다. 일본은 초기부터 동력분산식을 중심으로 고속전철을 개발하고 있다. 동력분산식과 동력집중식의 장단점을 구체적으로 비교해 보면 다음과 같다.

항목	동력집중식	동력분산식	관련내용
축중	무거움	가벼움	건설비, 궤도보수비
스프링하중	大	小	주행안정성
동력장치	大	小	언더프레임 장착여부, 구조
대차의 회전관성	大	小	주행안정성
점착이용	小	大	가감속 능력
전기브레이크	少	多	가감속 능력 반복 능력
*MT비 변경	곤란	자유	운전조건 변경
열차길이 변경	곤란	자유	수요변화 대응
차량비용	低	高	-
차량보수비	低	高	-
차내환경	우수	열악	-
신뢰성	낮음	높음	-
열차중량	가벼움	무거움	-

2.2 변압기 오일 온도측정

PC(Power Car)1에 있는 주변압기의 오일온도를 측정하기 위해 Cooling 전과 후에 온도센서를 설치하여 변압기 오일 온도를 측정하였다. 오일의 흐름은 오일 Cooler → Lower Tank → Pump 가 계속해서 순환하는 구조로 되어있다. 그림 1은 변압기 냉각을 위한 오일의 흐름도를 보여준다. 그림 2와 그림 3은 Pump측 온도 측정을 위해 센서를 부착한 실제 모습을 보여준다.

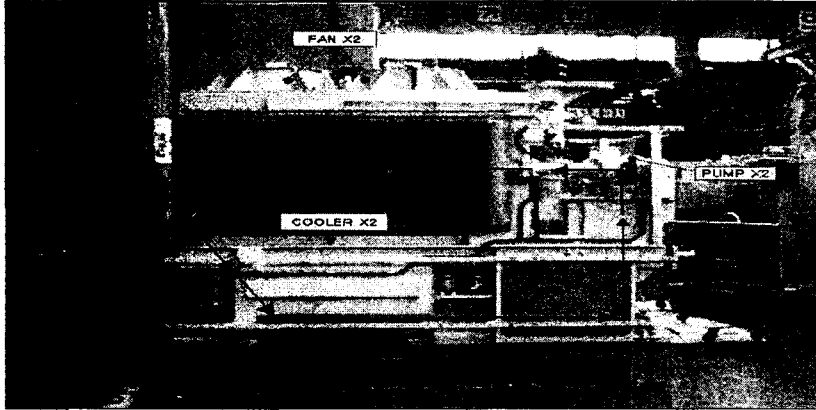


그림 1. 변압기 냉각을 위한 오일 흐름도

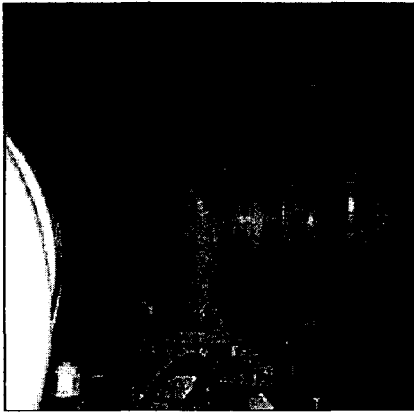


그림 2. Pump측 온도측정(냉각전)

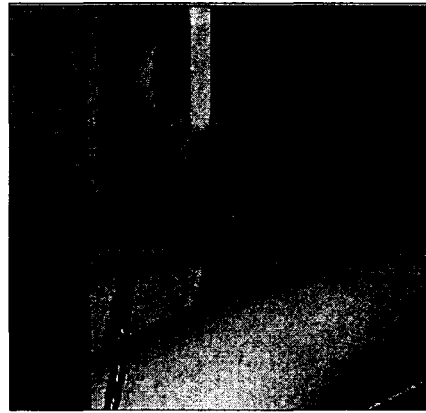


그림 3. Pump측 온도측정(냉각후)

3. 시험결과

그림 4~그림 6까지는 기존선 구간에서 KTX를 기존선 구간에서의 견인특성을 확인한 시험결과이다. 130km/h 속도까지 Motor Block를 4대, 5대 및 6대를 운행하면서 주행거리에 따른 속도, 시간, 가속도, 평균가속도를 측정된 값들을 보여준다.

Motor Block 수	주행거리	주행시간	평균가속도
4대	2,047m	112.04s	0.32m/s ²
5대	1,634m	88.86s	0.41m/s ²
6대	1,379m	78.62s	0.46m/s ²

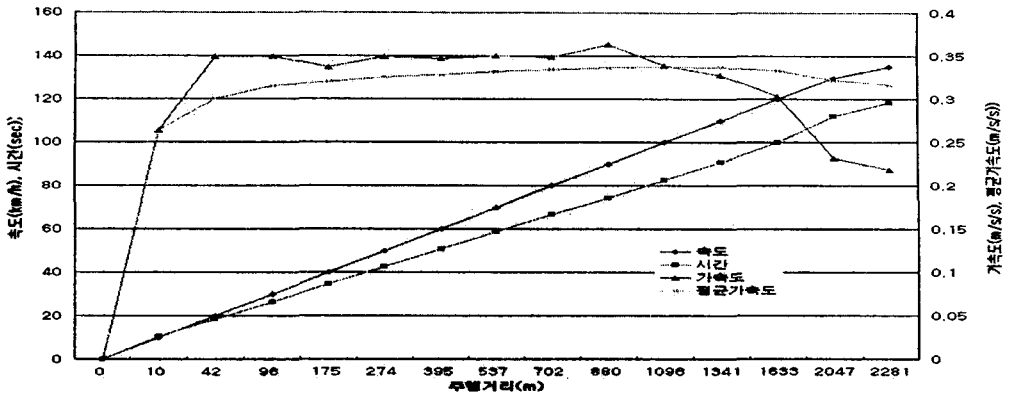


그림 4. 주행거리에 따른 속도, 시간, 가속도, 평균가속도(MB4)

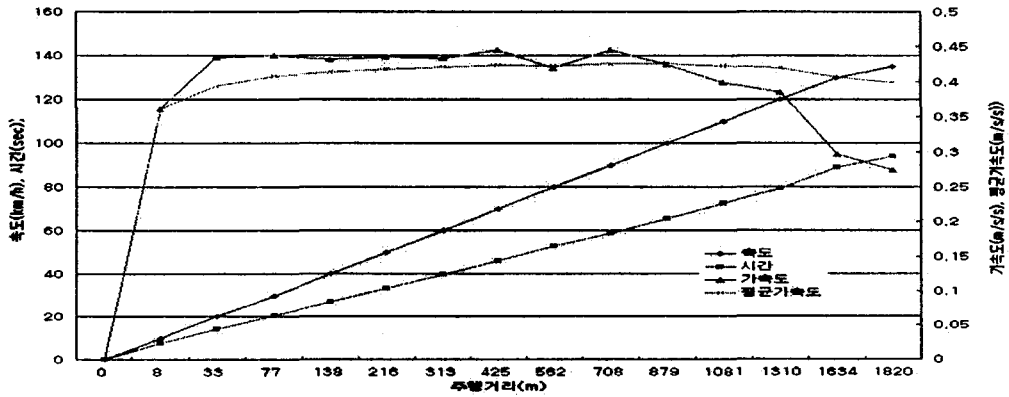


그림 5. 주행거리에 따른 속도, 시간, 가속도, 평균가속도(MB5)

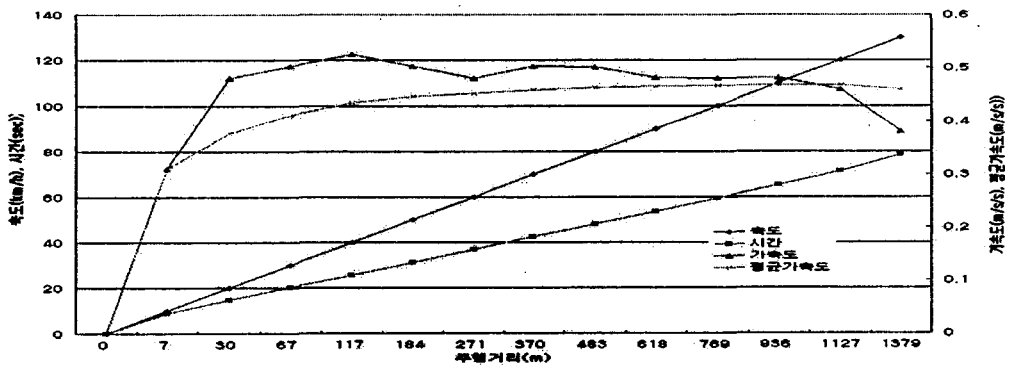


그림 6. 주행거리에 따른 속도, 시간, 가속도, 평균가속도(MB6)

그림 7은 Motor Block 운행수와 속도를 변화해가면서 가속도를 측정된 결과이다. 기동초기의 가속도가 다른 속도에 비하여 더 높은 값을 갖고 있음을 볼 수 있다. 또한 Motor Block 수가 많을수록 더 큰 가속도를 나타내는 현상을 확인할 수 있다. Motor Block 5대의 초기 가속도가 6대보다도 높게 나타난 것은 선로의 사정으로 인해 상구배에서 출발했기 때문에 나타난 현상으로 보여진다. 그림 8은 기존선 구간을 운행하면서 변압기 온도를 측정된 결과이다. 오일 냉각 전의 최고온도는 77.71℃, 오일 냉각 후의 최고온도는 72.33℃로 나타났다. 전체적으로 냉각전보다 냉각후의 온도가 낮게 나타나는 것을 볼 수 있으며, 기준온도가 130℃이므로 양호한 온도 특성을 갖고 있는 것으로 확인되었다.

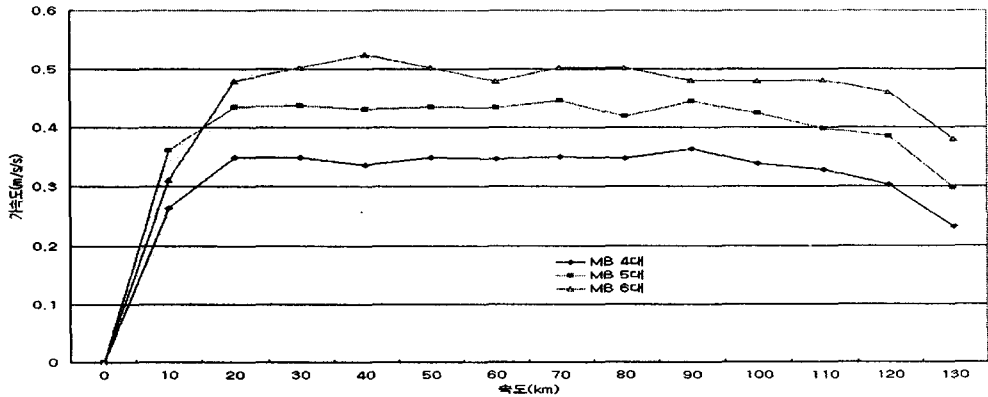


그림 7. Motor Block 운행수에 따른 가속도 변화

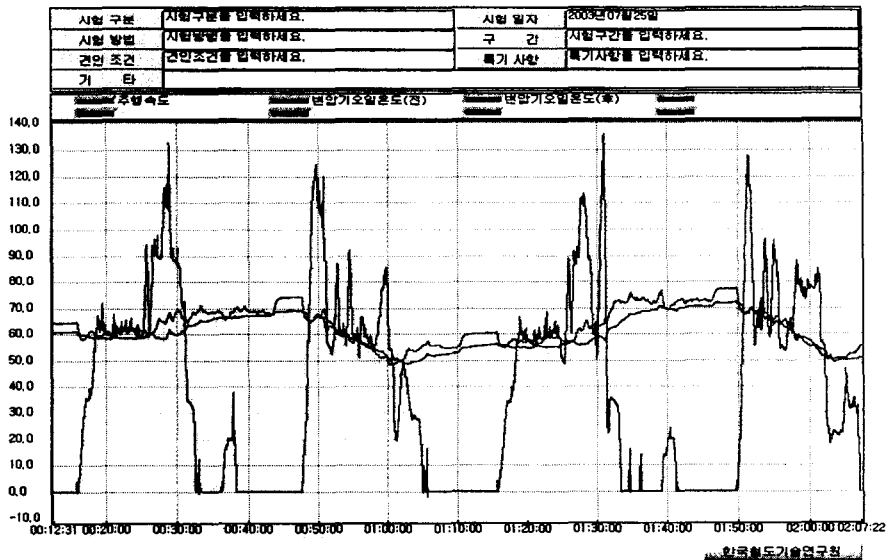


그림 8. 변압기 오일온도

4. 결론

본 본문에서는 KTX 차량의 기존선 구간에서의 견인특성에 대하여 연구하였다. 이 시험을 위해 독자적인 계측장치를 구축하였고, 이 장치를 통해 차량의 가속도, 주행거리, 주행시간, 변압기 온도 등에 실제 측정값들을 얻을 수 있었다. 향후에 서울~부산 구간을 달리면서 견인특성과 관련된 여러 항목들을 시험하면, KTX 차량의 견인성능에 대해 보다 더 자세히 알 수 있을 것으로 사료된다.

후기

본 내용은 철도청에서 시행한 고속철도 운영을 위한 철도시설정비사업 및 기존선 전철화사업의 기술결과임을 밝힌다.

참고문헌

1. 고속철도 차량시스템 엔지니어링(I), 한국고속철도
2. 추진 및 제어시스템 개발, 철도기술개발사업연차보고서(2002), 철도청
3. 김석원, 한영재, 김진환, 백광선, 전영욱, 노애숙, “한국형 고속철도차량의 추진 및 제동 특성에 관한 연구”, 전기학회 추계학술대회, pp. 372-374, 2002.
4. 주전력변환장치 개발, 고속전철기술개발사업연차보고서(2000), 건교부, 통산부, 과기처
5. 고속전철 열차시험 및 성능평가 기술개발, 고속전철기술개발사업연차보고서(2001), 건교부, 산자부, 과기처