

고속철도차량 전기장치의 특성에 관한 연구

한영재*, 김기환*, 박준수*, 김진현*, 김현**, 민평오**

*한국철도기술연구원, **ROTEM

A Study on Characteristic of Electric Apparatus for High Speed Train

YoungJae Han*, KiHwan Kim*, ChoonSoo Park*, JinHwan Kim*, Hyun Kim**

*Korea Railroad Research Institute, **ROTEM

Abstract - Recently, as the road capacity reaches the limit and environmental problems becomes serious, there is gradually increased a need for railroad vehicles that are environment-friendly and have time regularity, reliability and safety. Accordingly, in addition to conventional railroad vehicles, lots of vehicles are being newly developed. We developed the hardware and software of the measurement system for on-line test and evaluation of korean high speed train. The software controls the hardware of the mesurement data and acts as interface between users and the system hardware. In this paper, we is studied for electric apparatus performance of railway vehicle using sensor. In order to this test is developed signal conversion system. Using this system, we obtained important result for pantograph voltage, battery voltage, axle speed, and running speed.

1. 서 론

최근들어 남북철도나 대륙횡단열차 등에 대한 사업성 타당조사가 이뤄지면서 철도차량에 대한 관심이 증가하고 있다. 타교통수단과 비교하여 철도차량은 환경친화적이고, 안전하기 때문에 앞으로도 더욱 의존도가 높아지리라 여겨진다.

철도차량에는 보조전원장치, 주변압기 등과 같은 많은 전기장치들이 취부되어며, 고속철도차량에 취부된 전장품들은 차량의 성능을 결정하는 요소가 된다. 따라서 각 전장품들의 소손이나 내구성 수명에 절대적인 영향을 미치는 성능특성을 파악하는 것은 중요한 것이다.

통상적인 경우에는 전기장치에 대한 특성을 개별적으로 측정하였으나, 본 계측시스템의 경우에는 개별적으로 각각의 전기장치에 대한 측정하여, 이것을 네트워크를 통해 동시에 여러 특성을 측정할 수 있도록 하여 장비설계에 들어가는 시간과 계측장비의 제작단가를 크게 낮출 수 있었다.

본 연구에서는 이와같이 구축된 측정시스템을 이용하여 고속철도차량에 탑재되어 있는 각 전장품들에 대한 각종 전기신호와 온도 등을 분석하여 고속철도차량 전기장치에 대한 성능 특성을 확인하였다.

2. 본 론

2.1 시제열차 편성

고속전철의 기본편성인 20량 편성의 열차에 대한 성능 확인을 위해 제작되는 시제열차는 7량 1편성이이며, 차량배치 및 차량별 용도는 그림 1과 같다. 표 1은 시제열차의 사양의 일부를 나타낸 것이다.

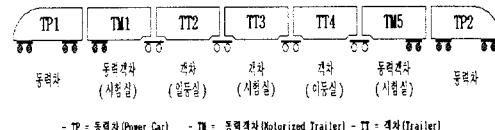


그림 1. KHST 배치도

표 1. KHST 주요제원

항 목	내 용
열차수	열차길이(최대)
	2.97 m
대차수량	동력대차
	부수대차
차륜직경	신차륜
	반마모
추진	완전마모
	전동기 수량
열차무게	12 EA
	전동기 출력(1대)
	W0 321.8 톤
	W1 328.6 톤
	W2 331.0 톤
	W3 430.3 톤
최대축중	17.0 톤

2.2 계측시스템의 구성

고속철도차량 전기장치의 성능특성을 측정하기 위한 시험계측시스템은 매인이라고 할 수 있는 DAM이외에 변환기, 단자대, 전류/전압 센서, 온도센서, 가속도센서 등이 있다. 변환기는 DAM에 연결되는 각종 신호들을 중 전기적 입력 조건이 맞지 않는 신호들을 전기적으로 변환시켜 주는 역할로서 내부적으로 전류/전압 변환 회로, 풀업 저항 회로, 전압 레벨 변환 회로가 장착되어 있다.

단자함은 센서(+전원선, -전원선, 신호선, shield선), 전원공급기(+전원선, -전원선, GND선), 변환기(신호선, GND선, shield선)에 연결되는 선들을 필요에 따라 전기적으로 연결되도록 하는 기능과 차량의 분리를 용이하도록 해주는 기능이 있다. 단자함은 노이즈가 많은 장소에 설치되기 때문에 알루미늄 케이스로 제작되었다.

단자함은 내부에 단자대를 최대 4세트까지 설치할 수 있으며, 한 세트는 수십개의 채널로 구성된다. 각 채널에는 연결 포인트가 3개 있으며, 연결된 선들은 전기적으로 short가 된다.

위와 같이 계측시스템을 구성하고, 전압과 전류 및 속도 등과 관련된 전기신호들을 집중화함으로써, 계측장비

디자인에 들어가는 시간을 줄일 수 있고, 노이즈에 영향을 받지 않는 전기신호들을 입력받을 수 있다. 또한 계측장비의 제작원가를 절약할 수 있다.

그림 2는 철도차량 신호변환장치의 일부분만을 이용할 경우를 보여준다. 그림과 같이 72V를 5V로 변환하는 것처럼 한 가지 신호를 여러 채널에 걸쳐서 바꿀 때에 사용할 수 있다.

그림 3은 대부분의 전기장치 신호들을 입력받아 처리하는 DAM31과 DAM32의 외형도이다.

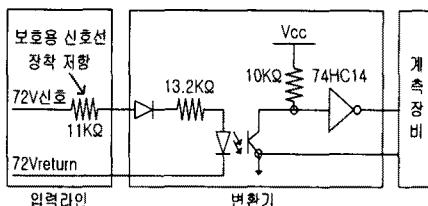


그림 2. 전압 레벨 변환기



그림 3. DAM31와 DAM32 외형

2.3 차축속도 검지시스템

전체적으로 차축속도 검지장치를 구성할 경우에, 차축의 센서로부터 입력된 신호는 변환기를 거쳐 계측기로 입력받도록 되어있다.

그림 7은 차축으로부터 입력된 속도를 변환기를 통해 계측장비로 입력되는 흐름을 보여준다. 차축 센서는 변환기에서 제공하는 15V를 동작전원으로 사용하고 속도계는 차축 회전에 따라 Open Collector값을 출력시킨다. 속도계는 변환기에서 공급하는 전원으로 LED가 켜지고 Detector는 그 빛에 의해 출력되는 구조이다.

LED와 Detector사이에 차축회전에 따라 회전하는 기어가 있어서 기어가 빛을 차단하고 통과시킴에 따라 거리 신호가 전달되게 된다. 속도계에 연결된 입력선과 계측장비에 연결된 출력선이 모두 변환기의 출력 단자에 연결된다. 또한 변환기의 적색 입력단자에 15V 전원이 공급되어 속도계에 전원을 공급하는 구조로 되어있다. 아울러, 차량에서 입력되는 필스수가 다를 경우에도 본 차축속도 검지회로를 이용하여 측정이 가능하다.

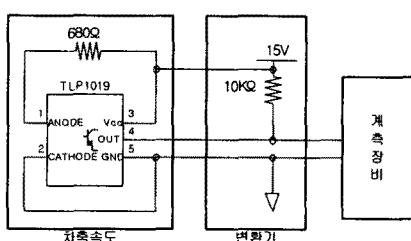


그림 4. 속도계와 변환기 연결도

2.4 모듈별 계측 프로그램

- 1) 각 모듈에서 계측신호의 수집 및 저장이 가능하도록 작성
- 2) 동일 프로그램으로 모든 계측모듈에 사용할 수 있도록 호환성 부여
- 3) 프로그램은 계측 물리량의 종류 및 계측 방법에 따라 효과적인 측정이 가능하도록 구성하며, 계측 항목의 변경이 있을 경우 이에 대한 손쉬운 변경이 이루어지도록 프로그램 모듈별 객체지향형 프로그램으로 작성
- 4) 데이터 수집을 위한 초기 설정 단계에서 각 채널 별 Configuration이 가능하도록 설계
- 5) 계측 데이터의 수집이 원활하도록 작성
- 6) 계측신호의 시그널 콘디셔닝에 대해 사용자가 정의 할 수 있도록 함
- 7) 측정 데이터 및 연산 결과에 대한 저장이 효과적으로 이루어져야 하며, 시간, 속도 등의 기준이 되는 파라미터 값들과 각각의 모듈에 대한 신호 데이터가 동시에 기록되도록 하여 분석 시 데이터의 동기화가 가능하도록 시스템 통합 고려하여 설계
- 8) 모든 계측데이터는 저장파일이 효율적인 관리 저장되도록 함
- 9) 일부 항목에 대한 시험 계측 과정에서 데이터의 수집, 저장과 디스플레이 되도록 시스템을 구성하고 인터페이스 설계
- 10) 모든 계측센서에 대해 Calibration이 용이하도록 프로그램 설계
- 11) 계측센서, 케이블 및 계측모듈에서 발생할 수 있는 이상현상이 모니터링되어야 함

2.5 후처리 프로그램

시운전시험이 2시간 이상이 필요한 경우도 많기 때문에 가능하면 데이터의 저장용량을 줄이기 위해 이진수로 저장을 하도록 하였다. 각 모듈에 저장된 데이터는 그림 5의 계측데이터 처리 흐름도에서 볼 수 있듯이 외장 Hard Disk에 백업되며, 후처리 프로그램을 통해 시험결과를 분석할 수 있다.

후처리 프로그램은 분리/계산과 분석의 2과정으로 나누어진다. 분리/계산과정은 저장된 모든 채널의 데이터를 동기시간에 대하여 각 채널별로 분리시키고 동시에 특정한 목적에 필요한 계산을 수행한다. 이 과정에서 채널별로 분리된 데이터 및 계산데이터는 각 채널이름 및 계산이 사용된 이름으로 각각 저장된다.

그림 6은 분리/계산과정중 계산을 진행하고 있는 상태를 나타내며, 실제 계측시간이 1시간인 경우에 분리/계산과정은 약 30분 정도가 소요된다.

분석과정은 각 채널별로 분리 및 계산이 완료된 후에 진행된다. 이 과정에서는 전 시험구간 및 특정구간의 계측데이터의 분석, 보고서 양식으로 플로트 및 특정구간 데이터의 저장 등을 수행할 수 있다.

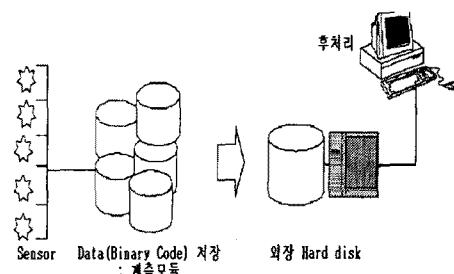


그림 5. 계측데이터 처리 흐름도

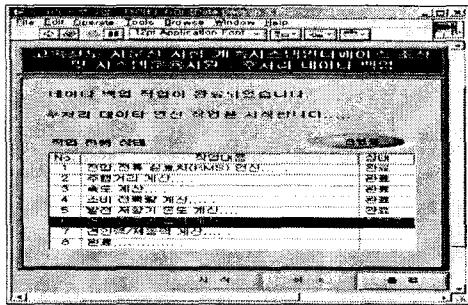


그림 6. 계산 상태

3. 시험 결과

그림 7은 속도변화에 따른 가선전압, Battery Charge 전압의 변화 곡선을 나타낸다. CSS에서 제시하고 있는 고속철도차량의 가선전압 변동범위는 19kV-27.5kV인데, 시험을 통해 얻은 실측값은 24kV-26kV로 나타나, 안정적으로 전원을 공급받고 있음을 확인하였다. Battery Charger 출력전압의 경우에도 기준치이내에 존재하고 있음을 알 수 있다.

또한 KP값 및 주행거리 변화를 그림 8에서 보여주고 있다. 그림 9는 각 대차의 차축으로부터 입력받고 있는 차축속도를 비교한 과형이다. 각 차축으로부터 오는 속도들이 동일한 값을 갖고 있음을 확인할 수 있다.

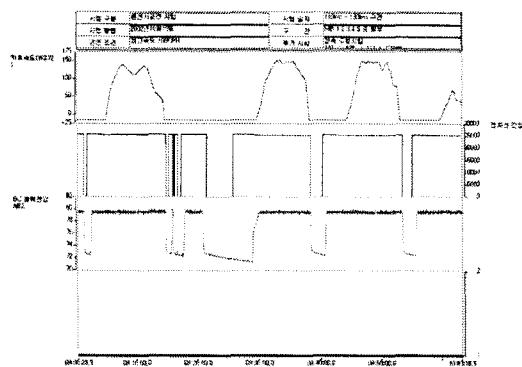


그림 7. 가선 및 Battery Charger 출력전압

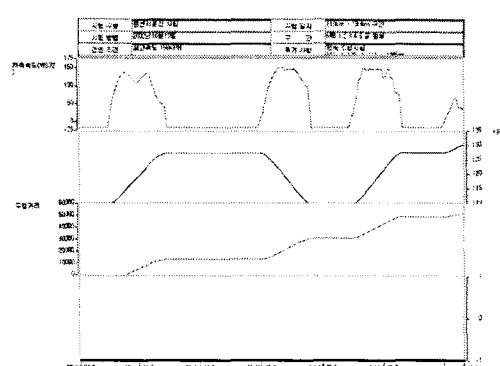


그림 8. 주행거리 변화

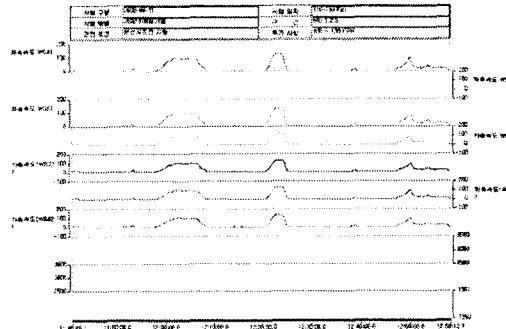


그림 9. 차축속도 비교 과형

4. 결 론

본 연구에서는 현재 오송기지에서 시험하고 있는 한국형 고속전철에 취부된 전기장치의 성능을 확인을 하기 위해 차량에 취부되어 있는 계측시스템을 이용하였고, 이를 통해 가선전압, Aux. Block 전압, 그리고 Battery Charger 출력전압 등에 대한 성능을 시험하였다.

이를 통해서 제작된 한국형 고속철도차량의 Aux. Block 및 Battery Charger가 정상적으로 동작하고 있음을 확인하였다.

차축속도도 비교시험의 경우, 기존에는 전체 차축속도를 측정하지 못했기 때문에 슬립이나 슬라이드 현상이 발생하거나, 일부 대차에 과도한 제동압력이 인가되는 등의 원인을 분석할 수 없었으나, 본 장치를 통해서 원하는 차축 또는 전체 차축의 속도를 확인할 수 있게 되어 슬립이나 슬라이드 현상의 원인 규명과 제동압력이 균일하게 작동하는지를 확인하는데 큰 도움이 될 것으로 판단된다.

앞으로는 추진과 제동의 상호관계 및 속도변화에 따른 전기장치의 전압, 전류와 같은 여러 특성변화에 대한 연구를 보다 심도있게 수행해야 할 것으로 사료된다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부에서 시행한 고속철도개발사업의 기술결과임을 밝힌다.

(참 고 문 헌)

- [1] 전기시스템 엔지니어링 기술개발, 고속전철기술개발사업 연차보고서(2001), 건교부, 산자부, 과기처
- [2] 고속전철기술개발사업 시험평가 종합계획(안), 1999. 한국철도기술연구원
- [3] 고속전철 열차시험 및 성능평가 기술개발, 고속전철기술 개발사업 최종보고서(2002), 건교부, 산자부, 과기처
- [4] 김석원, 김영국, 백광선, 김진환, 한영재, “고속철도 시운전시험 및 평가용 측정시스템 개발(1)-하드웨어”, 철도학회 추계학술대회, pp. 168-173, 2002.
- [5] 김석원, 김진환, 최강우, 박찬경, 김기환, “고속철도 시운전시험 및 평가용 측정시스템 개발(2)-소프트웨어”, 철도학회 추계학술대회, pp. 174-181, 2002.
- [6] Virtual Acquisition Systems for Global Analysis (VASGA) in Experimentation, 1997, WCRR