

틸팅차량 전기장치 측정시스템 개발

한영재*, 김석원*, 김상수*, 김영국*, 구훈모*

*한국철도기술연구원

A Study on Measurement System Development for Electric Equipments of Tilting Train Express

Young-Jae Han*, Seog-Won Kim*, Sang-Soo Kim, Young-Guk Kim*, Hun-Mo Koo*

*Korea Railroad Research Institute

Abstract - In this paper, we studied for the measurement system for on-line testing and evaluation of tilting train express(TTX). The measurement system is installed in each train for the performance measurement during the test run. It is composed of software part, hardware part and can measure various signals such as velocity, voltage, temperature. The software controls the hardware of the measurement system, performs the analysis and calculation of measurement data and acts as interface between users and the system hardware. The hardware is consisted of 7 DAMs(Data Acquisition Modules) and 6 monitoring modules.

1. 서 론

최근들어 열차의 고속화, 고성능화 추세에 맞는 철도의 안전성 확보가 더욱 필요해졌다. 이를 달성하기 위해서는 각 전기장치들에 대한 종합적인 시험평가가 이루어져야 한다. 특히 완성차 및 본선시운전 시험을 통해 차량에 대한 여러 상태를 확인해야 한다.

안전과 신뢰성이 중요한 철도 시스템의 시험평가 분야는 사양에 따라 제작된 단위제품 및 시스템의 기본성능을 확인하고, 신뢰성과 안전성을 확인하여 상용화하는 측면에서 최종 확인하는 중요한 작업이다.

종합계측시스템의 구축을 위한 기본방향의 설정을 위하여 고려하여야 할 사항이 여러 가지가 있으나, 별도의 시험선이 없이 영업선로에서 시운전시험을 수행하여야 하는 입장에서 중요하게 고려되는 사항은 시험수행 기간 및 소요자원의 활용 가능 여부이다.

개발차량의 성능확인이 각 속도 단계별로 진행되어 증속이 동시에 수행되어야 하고, 최고속도에서의 성능에 대한 종합적인 시험을 수행하기에는 시험기간이 짧게 설정되어 있으며, 시험 수행이 영업선로에서 수행되어야 하는 현실적인 입장을 고려하면 단기간에 많은 계측정보를 획득할 수 있는 시험계측장비의 구축 방안이 필요하다. 이를 위해 본 연구에서는 각 장치 및 차량 설계시부터 틸팅차량 전기장치의 성능을 평가하기 위한 여러 사항들을 고려하여 측정시스템을 구성하였다.

2. 본 론

2.1 측정시스템의 구성

측정시스템의 구성은 그림 1과 같이 각 차량마다 계측을 위한 측정장치를 설치하고, 이들 신호는 광케이블을 통해 틸팅차량의 모든 계측신호를 한 곳에서 관측할 수 있도록 종합측정차에 배치한 종합계측모듈로 전송돼 차량의 모든 계측신호를 한 곳에서 확인할 수 있도록 구성하였다.

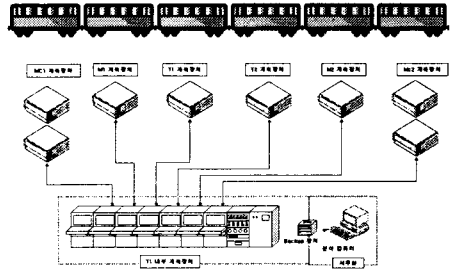


그림 1. 틸팅차량 전체 시스템 구성도

측정시스템은 본선 시운전시험 과정에서 열차의 성능 평가 뿐만 아니라 완성차시험이나 본선시운전 시험시에 발생할 수 있는 고장원인을 찾아내고 해결하여 차량 시스템의 신뢰성과 안정화에 활용가능하다.

또한, 별도의 시험선이 아닌 영업선에서 시운전시험을 수행하여야 하는 현실적인 입장을 고려하여 단기간에 많은 계측정보를 획득할 수 있는 시험계측장비의 구축이 필요하며, 차량의 성능을 확인하기 위한 각 계측 항목들은 상호 연관을 가지고 있고, 같은 시간 대역에서 비교 분석하여야 하기 때문에 계측하는 각종 신호들에 대한 시간 동기화가 이루어지도록 계측시스템을 구축하는 것이 필요하다.

2.2 하드웨어

계측시스템은 Console에 설치된 산업용 컴퓨터로 구성된 제어모듈과 각 차량에 설치된 계측 Rack으로 구성되며 이들 사이에는 통신카드와 광케이블을 이용하여 제어 지령과 계측 데이터를 전송하고, 광케이블 및 전원 케이블은 열차 연결부에서 Connector를 설치하여 열차의 분리 용이하도록 한다. Signal Conditioner는 센서의 종류에 따라 적절히 선택할 수 있고, 채널 확장이 가능하도록 구성된다.

가. Sensor 계측용 Rack

Sensor 계측용 Rack은 19' Rack을 기본으로 하여 제작하며 차량 1대에 1개씩 분산식으로 설치하여 케이블의 길이를 최소화하고, 케이블 보호를 위해 Cover를 설치한다. 샤퍼는 8개의 SCXI Slot이 있는 PXI-1052를 기본으로 하며, 계측 채널의 확장이 필요한 경우 SCXI 1000 샤퍼와 DAQ Board를 이용한다.

각 센서 및 기타 전원 공급을 위해 DC 파워를 내장하고 UPS에서 공급하는 AC 220V를 이용하여 DC ±15V, DC ±12V, DC ±5V로 변환하여 제공한다. 또한 신호의 접점 및 연결을 용이하게 하기 위하여 단자대를 설치하고, 각 센서에서 받아들인 신호들은 통신카드와 광케이블을 이용하여 계측용 Console Desk와 연결된다.

표 1. 계측모듈과 계측 제어모듈 구성요소

항 목	내 용
- 산업용 컴퓨터	- PXI - 1052 사시 (PXI : 4, SCXI : 8 Slot)
- LCD Monitor	- PXI 통신보드
- Lan Card	- AD Card
- PCI 통신보드	- SCXI Module - Terminal Block

나. 계측용 Console Desk

계측용 Console Desk는 그림 2와 같이 종합측정차인 T Car에 통합 설치되며 열차에서 사용되는 제어장치의 통신 데이터를 실시간으로 측정해 각 제어기의 제어상태를 모니터링하고 저장하는 통신 채널 계측 시스템을 포함해 산업용 컴퓨터, LCD 모니터, 통신카드를 포함한다. 통신카드와 광케이블을 이용하여 Sensor 계측용 Rack과 연결되고, 계측용 Console Desk 사이는 네트워크를 이용하여 전체 계측시스템을 동기화 시킨다. 또한 킬링 차량입을 감안하여 Console Desk는 바닥에 볼트 또는 나사로 고정한다.

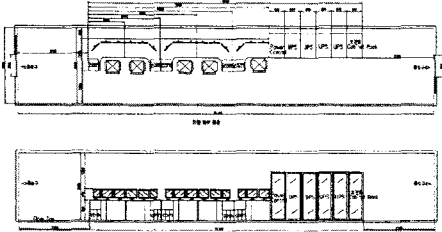


그림 2. 종합측정차(T) 기본 구성안

다. 전원공급 Rack

계측시스템에 사용되는 모든 전원은 UPS 전원을 사용하며, 전원의 제어는 Control Rack에 부착된 스위치에 의해 각각의 차량으로 공급한다. UPS와 Control Rack은 그림 3처럼, T Car 내부에 설치하여 전원공급을 모두 한 곳에서 공급한다. 또한 그림 4와 같이 AC 전원 제어, 판도 조명장치 전원제어, Switching HUB 장착, 보조서랍 장착 등의 기능을 갖는다.

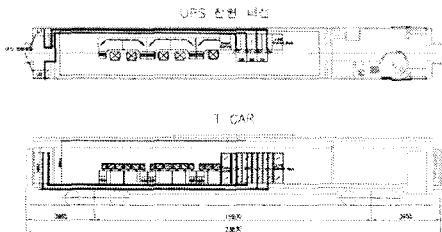


그림 3. UPS 전원 배선도

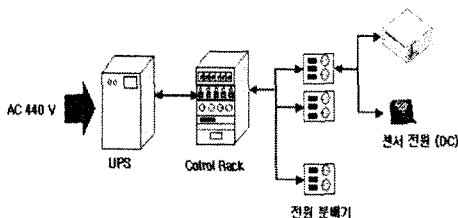


그림 4. 전원 공급장치 개념도

라. 케이블 설치

제작된 차량 전기장치의 신호측정을 위한 배선은 크게 두 가지로 나눌 수 있다. 먼저, 컨버터/인버터, 보조전원장치 등의 전기장치를 측정하기 위해 각 장치에 취부되어 있는 제어기로부터 신호를 인출하였고, 주변압기와 전동기 온도 측정을 위해 두 장치에 미리 설치한 온도센서로부터 차량내 배전반까지 케이블을 설치하였다.

이와 같이 케이블을 연결한 이유는 차량 분리시에 케이블의 해체가 간편하고, 차량하부에 취부되어 있는 계측용 케이블의 수자를 최대한 줄이기 위함이다. 향후 배전반부터 계측시스템까지 케이블을 연결하여 각 신호들을 입력받을 예정이다.

그림 5는 M차량의 추진장치 측정을 위해 미리 설치한 CN6과 CN7 커넥터, 그림 6은 전동기 온도 측정을 위해 포설된 케이블을 보여준다.

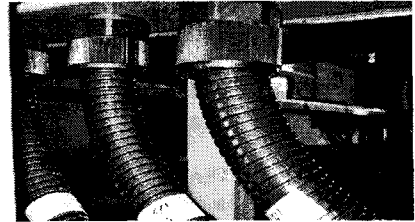


그림 5. 추진장치 측정용 케이블



그림 6. 전동기 온도 측정용 케이블

2.3 소프트웨어

National Instrument사의 LabVIEW를 이용하여 작성된 계측 프로그램은 각 차량마다 설치된 계측모듈을 제어하는 제어모듈에 내장되어 가속도, 온도, 전압, 전류, 하중 등의 물리량을 계측하는 프로그램으로 계측신호를 측정, 저장, Limit Check, Data Network 전송, 모니터링을 수행하며 Data를 실시간으로 저장 및 모니터링을 할 수 있다.

가. 계측 프로그램 운영

계측 프로그램은 T Car에 설치된 계측장비의 제어모듈에 설치되어 전체적인 제어와 계측을 수행하도록 구성된다. 그림 7과 같이 Data 동기화를 위해 제어용 프로그램의(안전 모니터링 프로그램) DC 5V의 신호를 받아 Ready 상태에서 Data 계측을 수행하며 계측 중 저장, 종료 등의 모든 명령은 제어 프로그램의 DC 5V 신호에 의해 제어된다.

또한 계측된 Data는 Hard Disk에 실시간 저장되고 1G bps LAN 통신을 이용해서 모니터링 프로그램에 실시간으로 전달된다. 시험 종료 후 각 계측시스템에 저장된 Data는 이동용 저장장치를 이용하여 Data를 Backup하고 사무실로 이동하여 시험데이터를 분석할 수 있도록 구성한다.

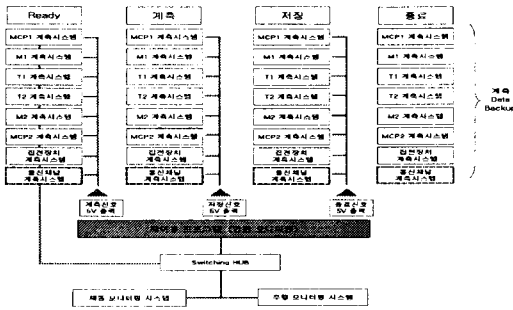


그림 7. 계측 프로그램 구성도

나. 계측 프로그램 구성

계측 프로그램은 각 채널로부터 신호를 계측하여 저장하는 실제 계측 프로그램과 저장된 Data를 분석이 용이하도록 각 계측모듈에 대한 시간동기를 조정하고 채널간 연산과 Data 변환을 수행하는 후처리 프로그램과 후처리 프로그램에 의해 재배치된 Data에 대한 검토 분석을 수행하는 분석 프로그램으로 구성된다.

각 열차에 분산된 계측시스템을 통합하여 전체를 제어하고, 계측 Data의 동기화를 위하여 제어용 시스템(프로그램)이 별도로 설치되며 계측시작, 종료, 저장명령을 제어하도록 한다. 각각의 계측시스템(Sensor 계측 Rack + 산업용컴퓨터)은 계측한 Data를 User 설정에 따라 Switching Hub에 연결된 모니터링 시스템에 Data를 실시간 확인할 수 있도록 이루어진다.

또한 통신채널 계측시스템은 제어장치와 연결되고 TCP/IP 통신을 이용하여 제어 Data를 실시간 측정, 저장하고 미리 제작된 집전장치 계측시스템도 전체 계측시스템과 연동하여 실행되도록 한다.

다. 계측 프로그램 주요기능

계측프로그램은 채널설정, 장비점검, 연동시험의 3가지의 주요기능으로 구성된다. 채널설정은 그림 8과 같이 Sensor와 연결된 채널설정을 위한 메뉴로 채널이름, Limit 설정, Filter 설정 및 채널교정을 실시하고, 그 결과를 File로 저장하는 기능을 수행하며 세부적으로 Channel Configuration, Channel Calibration 및 Calibration file의 저장으로 구성되어 있다.

두 번째 기능인 장비점검은 그림 9와 같이 채널설정 메뉴에서 설정된 File의 채널정보를 적용하여 Data를 계측하고, 계측 Data가 제대로 측정되는지, Sensor에 이상이 없는지의 이상 유무를 검사할 때 사용한다.

마지막 기능인 연동시험은 각 계측시스템과 제어프로그램을 연동하여 시험을 실시하는 메뉴로 연동시험 준비 화면에서 제어 프로그램의 명령을 받으면 그림 10과 같은 연동시험 Main 화면이 나타나 채널설정에서 저장된 File을 이용하여 실시간으로 Data를 계측, 저장, 모니터링을 한다.

그림 8. 채널설정 Main 화면

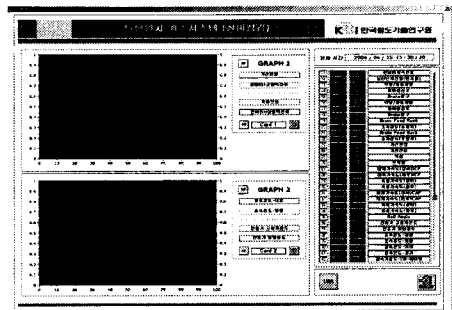


그림 9. 장비점검 Main 화면

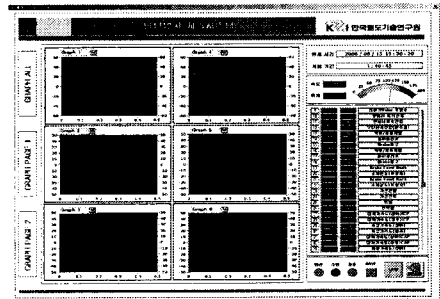


그림 10. 연동시험 Main 프로그램

3. 결 론

본 연구에서는 논문에서는 국내 처음으로 개발되는 킬팅차량의 전기장치 성능특성을 확인하기 위한 측정시스템 개발에 관하여 연구하였다. 계측시스템은 집중식에 비해 많은 장점을 가진 분산식을 채택하였고, 각 차량에 계측장치를 설치한 후, 각 신호를 중앙으로 보내 한 곳에서 관측하고 저장할 수 있게 하였다.

하드웨어는 Sensor 계측용 Rack, 계측용 Console Desk, 전원공급 Rack, 센서부 및 Cable부로 이루어지며, 소프트웨어는 계측프로그램, 후처리 프로그램, 분석 프로그램 등으로 구성된다.

이와같이 구성된 전기장치 측정시스템은 한국형 킬팅차량 전기장치의 성능 확인에 많은 도움을 줄 것으로 판단된다. 앞으로는 완성차 및 본선시운전 시험을 통해 얻은 추진, 보조전원, 네트워크 등을 분석한 데이터에 대한 연구를 수행할 예정이다.

감사의 글

본 내용은 건설교통부에서 시행한 고속철도기술개발사업의 기술결과임을 밝힌다.

[참 고 문 헌]

- [1] Paolo Masini and Giovanni Puliatti (1997), "Virtual Acquisition System for Global Analysis(VASGA) in Experimentation", WCRR, pp. 279~286.
- [2] 김석원의 5명(2004), "킬팅차량 성능시험 및 평가기술에 관한 연구", 대한전기학회 춘계학술대회, pp. 272~274.
- [3] 김석원의 5명(2002), "고속철도 시운전시험 계측시스템 개발에 관한 연구", 한국철도학회지, 제5권 제3호, pp. 158~166.
- [4] Y.J.Han et al. (2004), "A study on running characteristics of high speed train", APAP, pp. 581~583.
- [5] 김석원의 5명(2004), "견인제동 계측시스템 개발", 한국센서학회 센서학회지, 제13권 제4호, pp. 115~121.