

고속철도차량 주변압기의 온도측정방법

한영재

한국철도기술연구원

Temperature Measurement Method of Main Transformer for High Speed Railway

Young-Jae Han

KRRI(Korea Railroad Research Institute)

Abstract

For this research, we developed the hardware and software of the measurement system for on-line test and evaluation. The software controls the hardware of the measurement data and acts as interface between users and the system hardware. In this paper, we is studied for temperature measurement of main transformer. In order to this test is developed measurement system. Using this system, we obtained important result for main transformer temperature.

Key Words : Main Transformer, High Speed Railway, Temperature Measurement

1. 서 론

교류로 급전받는 고속철도차량에 취부되는 주변압기는, 전차선으로부터 Pantograph를 통하여 전력을 공급받아 Motor Block, Aux. Block, 냉난방기기, 조명기기 등에 필요한 전원을 공급해준다. 변압기 권선은 25kV를 입력받는 1차권선과 견인전동기 구동용 권선과 각종 보조기기에 전원을 공급해주는 보조권선으로 구성된다.

고속철도차량의 주행속도를 향상시키기 위해서는 탑재되는 모든 부품의 크기와 중량을 줄일 필요가 있다. 따라서 한국형 고속철도차량에 취부된 주변압기의 경우에도 이러한 점을 충분히 고려하여 부피와 중량을 최소화하도록 설계 및 제작되었다.

주변압기를 통해 가선으로부터 전원이 차량에 공급되기 때문에, 차량의 안전성, 신뢰성, 정시성 확보를 위해 주변압기의 성능특성을 확인하는 것은 중요하다.

그동안에는 주변압기에 대한 온도특성은 형식시험을 할 경우에 1번 정도만 실시하고 상시 측정하지 않기 때문에, 실제적으로 차량을 운행할 때에

서로 다른 각 조건하에서 변압기의 외함이나 오일 온도가 어느 정도의 온도값을 갖는가를 확인하는데는 많은 어려움이 있었다.

위와 같은 단점을 해결하기 위해 철도차량 전기장치 온도측정 시스템을 구성하였다. 전기장치 온도측정 시스템에 입력되는 내용은 크게 두 가지로 구분된다. 첫 번째는 변압기 오일이나 변압기 외함을 측정할 때처럼, 측정부위로부터 Connector를 거쳐 직접 계측장비로 입력되는 경우이다. 두 번째는 견인전동기 온도를 입력받을 때처럼, 제작시에 미리 심어둔 센서로부터 온도를 입력받아 컨디셔너를 거친 후에 계측장비로 입력되는 경우이다.

통상적인 온도측정의 경우에는 개별적으로 전기장치들의 온도를 측정하였으나, 본 시스템은 개별적으로 온도를 측정하는 것 뿐만 아니라 동시에 각 전장품들의 온도를 측정할 수 있도록 하여 장비설계에 들어가는 시간과 계측장비의 제작단가를 크게 낮출 수 있도록 하였다. 무엇보다도 각 변압기들의 온도를 상시 감시할 수 있게 되어서 온도 과열로 발생할 수 있는 사고를 미연에 방지할 수 있게 되었다.

본 논문에서는 이와같이 제작된 전기장치 온도 측정시스템을 통하여 실제 노선을 운행하면서 고속철도차량 주변압기의 온도특성을 살펴보았다.

2. 본 론

2.1 한국형 고속철도차량 기본사양

한국형 고속철도차량 시스템의 일반사양과 동력차 및 동력객차용 주변압기의 기본사양에 대해 살펴보면 다음과 같다.

가. 시제차량의 편성 및 열차 특성

- 1) 시제차량의 편성 : 2P+2M+3T
- 2) 열차 중량
 - a) 점착중량 : 204 Ton
 - b) 열차중량 : 332 Ton
- 3) 열차 축수
 - a) 구동축수 : 12개
 - b) 비구동축수 : 8개
- 4) 열차 길이 : 145m
- 5) 추진성능
 - a) 견인전동기 출력 : 1,100kW
 - b) 기어효율 : 0.975
 - c) 총출력 : 13,200kW
 - d) 350km/h에서 가속여력 : 0.218m/s

나. 동력차용 주변압기

구 분	1차 (고압권선)	2차 (견인권선)	3차 (보조권선)
상 수	단상		
주파수	60Hz		
용량(KVA)	8,900	1,250×6	350×4
전압(V)	25,000	1,400×6	383×6
전류(A)	356	893	914

나. 동력객차용 주변압기

구 분	1차(고압권선)	2차(견인권선)
상 수	단상	
주파수	60Hz	
용량(KVA)	2,500	1,250×2
전압(V)	25,000	1,400×6
전류(A)	100	893

2.2 측정시스템의 구성

주변압기의 온도 특성을 파악하기 위한 계측시스템은 측정위치로부터 직접적으로 계측시스템에 온도값이 입력되도록 하였다. 이 때는 노이즈 방지를 위해 접촉부위에 운모를 사용하였다. 그림 1은 주변압기의 온도를 측정하는 구성을 그림 2는 실제 변압기 오일온도 측정방법을 보여준다. 그림 3은 주변압기 온도와 관련된 여러 정보를 입력받는 계측시스템의 외형도이다. 이 시스템을 통해 주변압기의 외함 및 오일온도를 입력받을 수 있다.

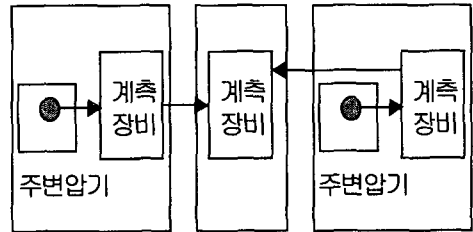


그림 1. 주변압기 온도측정 구성도.

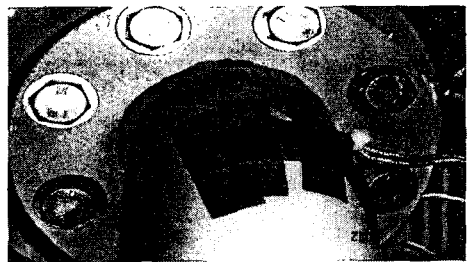


그림 2. 주변압기 오일온도 측정방법.



그림 3. 계측시스템의 외형도.

2.3 계측시스템 프로그램

2.3.1 프로그램 개발환경

LabVIEW는 가상 계측기(VI)라 불리는 소프트웨어 객체들을 그래픽으로 조합하는 프로그래밍 방법을 제공하고 있으며, LabVIEW를 이용하여 사용자들은 직관적인 그래픽 프론트 패널을 통해 시스템을 제어하고 결과를 표현할 수 있다.

기능을 규정하기 위해 사용자들은 블록 다이어그램을 직관적으로 조합하여 프로그램 할 수 있다. GPIB, VXI, 시리얼 장치, PLC, 플러그-인 데이터 수집(DAQ) 보드 등을 포함하는 여러 장치로부터 데이터를 수집할 수 있으며 네트워킹, 어플리케이션간의 통신, SQL데이터베이스 링크 등을 통하여 기타 데이터 소스를 이용할 수도 있다. 데이터를 수집한 후 LabVIEW의 강력한 데이터 분석 루틴을 사용하여 미 가공 데이터를 의미있는 결과로 전환할 수도 있어 프로그램 개발은 LabVIEW를 사용하여 개발하였다. 자세한 사항은 아래 표와 같다.

구 분	Development Enviroment
Operating System	Windows 2000 Server
계측 시스템 Platform	PXI/Compact PCI
Database	MS SQL 2000 Server
Development Tool	LabVIEW 6i

2.3.2 계측프로그램 내용

모듈별 계측 프로그램은 Hardware configuration, Software configuration, Diagnosis 및 Test의 4개 중요한 기능으로 분리되며, 동일한 프로그램으로 Hardware /Software configuration을 수정하여 모든 계측모듈(DAM1, DAM2, DAM31 및 DAM32)에서 사용할 수 있도록 하였다.

Hardware configuration은 각 계측모듈에 사용된 NI제품인 Hardware를 정의하는 부분으로 각 모듈에 실제 사용된 chassis no., module no. 및 model no.를 NI에서 제공하는 Driver(MAX program, 그림 4)을 이용하여 Hardware의 설정을 행한다.

Software configuration은 Hardware적으로 설정된 채널에 대해 채널의 사용여부 판단, Calibration, 실제 물리량으로의 변환, 최대/최소값 설정, 계측제한범위 설정, 통합 모니터링 모듈로의

전송여부 판단 등을 하는 부분이다. 그림 5는 각 계측모듈의 모든 채널 및 특정 1채널(화면 가운데 작은 화면)에 대한 설정상태를 나타낸 것이다. 특히, Software configuration에서는 적절한 최대/최소값의 설정과 Calibration이 중요하다.

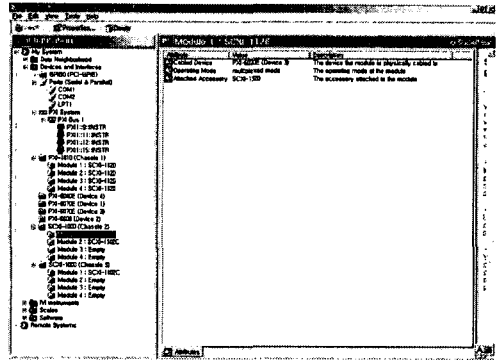


그림 4. Hardware Configuration(MAX).

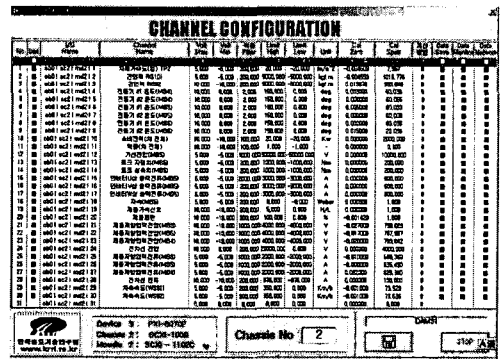


그림 5. Software Configuration Picture.

3. 결과 및 고찰

변압기는 기준온도를 갖고 있으며, 이 기준치를 넘어갈 경우에는 치명적인 고장을 일으킬 수가 있으므로, Fault 신호처리를 내보내거나 전장품의 가동을 중단시키는 등의 조치를 취하고 있다. 변압기 오일 135℃, 변압기외함 190℃으로 설정되어 있다.

그림 6은 변압기 오일과 외함 온도변화 내용을 보여준다. 차량 편성 측면에서 보았을 때, TF1은 TP1에, TF2는 TP2에 취부되어 있는 변압기를 의

미한다. 주행중일 경우에는 냉각팬이 빠른 속도로 회전하기 때문에 온도의 상승이 억제되지만, 정지 시에는 냉각팬이 느린 속도로 회전하기 때문에 온도가 상승하는 것을 볼 수 있다. 초기온도가 39℃ 까지 상승해 있는 것은 차량운행을 시작한 시점보다 시험계측한 내용을 저장하기 시작한 시간이 늦었기 때문이다. 그림 7은 140km/h에서의 변압기 온도특성 변화를 살펴본 것이다. 80km/h에서 설명한 것과 동일한 형태의 온도변화 형태를 보여주고 있다.

4. 결론

고속철도차량에 탑재되는 주변압기는 전차선으로부터 교류전원을 입력받아 차량의 각종 전장품에 전원을 공급해주기 때문에 반드시 성능 특성이 확인되어야 한다.

본 논문에서는 열차 운행속도, 운행시간 및 외기 온도 등에 의한 영향을 확인하기 위해 변압기의 온도를 상시 감시할 수 있는 측정시스템을 구성하였다. 또한 이와같이 제작된 측정시스템을 통해, 오송기지에서 본선시운전 시험을 수행하면서 고속철도차량 주변압기의 온도특성을 살펴보았다.

감사의 글

본 내용은 건설교통부에서 시행한 고속철도기술개발사업의 기술결과임을 밝힌다.

참고 문헌

- [1] Paolo Masini and Giovanni Puliatti, "Virtual Acquisition Systems for Global Analysis (VASGA) in Experimentation", WCRR, pp. 279-286, 1997.
- [2] The Measurement and Automation catalog, 2001, National Instruments
- [3] Measurements Manual, 2000, National Instruments
- [4] User Manual, 2000, National Instruments
- [5] 김석원, 김진환, 최강윤, 박찬경, 김기환, "고속철도 시운전시험 및 평가용 측정시스템 개발 (2)-소프트웨어", 철도학회 추계학술대회, pp. 174-181, 2002.
- [6] 김석원, 김영국, 백광선, 김진환, 한영재, "고속철도 시운전시험 및 평가용 측정시스템 개발 (1)-하드웨어", 철도학회 추계학술대회, pp. 168-173, 2002.
- [7] 주변압기 견인전동기 개발, 고속전철기술개발사업연차보고서(1999), 건교부, 통산부, 과기처

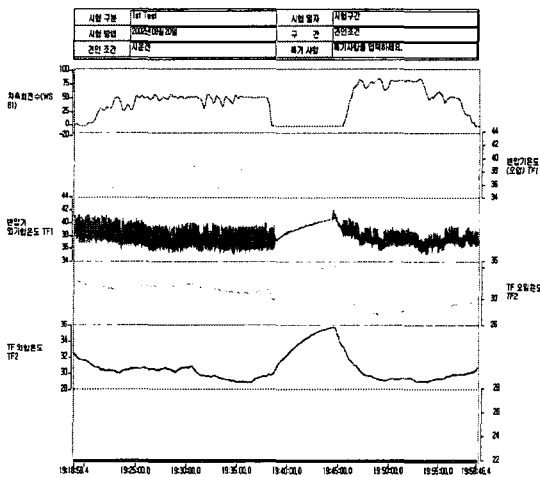


그림 6. 80km/h에서의 변압기 온도특성.

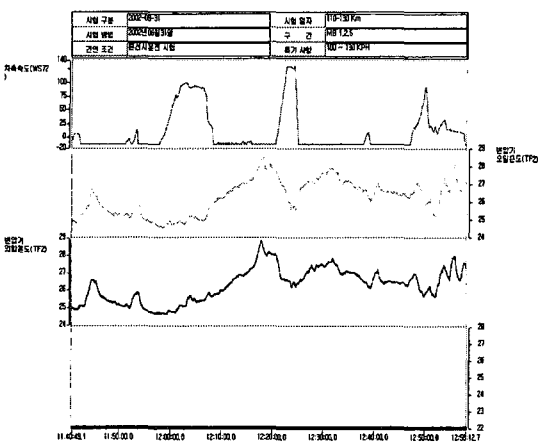


그림 7. 140km/h에서의 변압기 온도특성.