

유도전동기의 온도 특성 연구

한영재*, 김석원*, 목진용*, 이상우**, 최종선***, 김정수***
 * : 한국철도기술연구원, ** : ROTEM, *** : 홍익대학교

A Study on Temperature Characteristics of Induction Motor

Young-Jae Han*, Seog-Won Kim*, Jin-Yeong Mok*, Sang-Woo Lee**, Jong-Sun Choi***, Jung-Su Kim***
 * : KRRI, ** : ROTEM, *** : Hongik University

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, practical experiment is performed to verify temperature characteristics of induction motor for high speed rail. The experimental test carried out new temperature measurement method. Through this test, temperature characteristics of induction motor is verified.

- (2) 상수/극수 : 3상/4극
- (3) 출력 : 1100 kW
- (4) 전압 : 2183 V
- (5) 주파수 : 143 Hz
- (6) 냉각방식 : 강제냉각방식

2.2 측정시스템의 구성

견인전동기의 기계적 특성을 파악하기 위한 온도측정 시스템은 제작시에 미리 온도센서를 심어두고, 이것으로부터 온도를 입력받아 컨디셔너를 거친 후에 계측장비로 입력되는 구조로 되어있다. 그림 1은 견인전동기 온도측정 구성도를 나타낸다.

그림 2는 견인전동기 온도와 관련된 여러 정보를 입력받는 계측시스템의 외형도이다. 이 시스템을 통해 견인전동기의 온도를 입력받을 수 있다. 그림 3은 견인전동기에서 오는 신호의 노이즈 차폐를 위해 사용된 3B Module을 보여준다.

1. 서 론

철도차량에는 주변압기, 전력변환장치, 주전동기 등과 같은 많은 전기장치들이 취부된다. 그 가운데서도 유도전동기는 차량의 안전성과 신뢰성을 좌우하는 중요한 요소이다. 따라서 각 차량에 취부된 유도전동기의 성능특성을 파악하는 것은 중요한 것이다. 그러나 유도전동기에 대한 온도특성은 형식시험을 할 경우에 1번 정도만 실시하고 상시 측정하지 않기 때문에, 실제적으로 온도가 각 장치에 미치는 영향을 파악하는데는 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 전기장치들의 온도를 상시 감시할 수 있게 되어서 온도과열로 발생할 수 있는 사고를 미연에 방지할 수 있게 되었다.

본 논문에서는 이와같이 제작된 전기장치 온도측정 시스템을 통하여 고속철도차량 유도전동기의 온도특성을 살펴보고, 이 시험을 통하여 제작된 유도전동기의 성능이 양호함을 확인하였다.

2. 본 론

2.1 견인전동기의 주요제원

한국형 고속철도차량 유도전동기의 사양 및 제원은 다음과 같다.

- (1) 전동기 형식 : 3상 능형 유도전동기

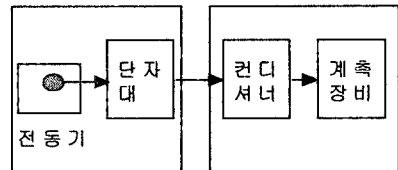


그림 1. 견인전동기 온도측정 구성도

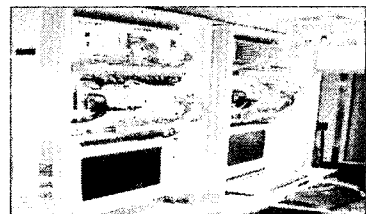


그림 2. 계측시스템의 외형도

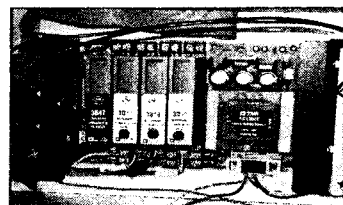


그림 3. 3B Module 외형

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 네트워크, 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.

| | |
|------------------|------------------------|
| 구분 | 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 모듈별 계측프로그램 요구사항

먼저, 각각의 데이터 수집 및 처리 프로그램 작성하도록 하였다. 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 작성하였다. 데이터 수집을 위한 초기 설정 단계에서 각 채널별 Configuration이 가능하도록 설계하였다.

계측 데이터의 수집이 원활하도록 하며, 필요한 연산 코딩의 알고리즘이 포함되도록 작성하였고, 계측신호의 시그널 컨디셔닝에 대하여 사용자가 정의할 수 있도록 하였다. 측정 데이터 및 연산 결과에 대한 저장이 효과적으로 이루어져야 하기 때문에, 시간, 속도 등의 기준이 되는 파라미터 값들과 각각의 모듈에 대한 신호 데이터가 동시에 기록되도록 하여 분석시 데이터의 동기화가 가능하도록 시스템 통합 고려하여 설계하였다.

모든 계측데이터는 저장과일이 효율적인 관리 저장되도록 하였고, 일부 항목에 대한 시험 계측 과정에서 데이터의 수집, 저장과 디스플레이 되도록 시스템을 구성하고 인터페이스 설계하였다.

각 계측 모듈에 대한 관리 및 모듈간의 신호 공유와 모니터링이 가능하도록 각 통합 모니터링 프로그램 (제동/안전/주행)을 작성하였다. 통합 모니터링 프로그램 개발시 포함되어야 할 항목은 다음과 같다.

- 1) 각 계측 모듈의 네트워크 연결 및 관리
- 2) 각 계측 모듈의 동기화(Synchronization) Setup 및 Start
- 3) 각 성능별 (안전, 주행, 제동) 모니터링
- 4) 모니터링에서의 현시 및 변환된 데이터의 저장이 가능하며, 이와 함께 별도의 기록지로 출력, 저장이 가능
- 5) 결과 분석 모듈(프로그램)은 분석 결과를 일정한 보고서 형태로의 출력 기능을 포함

2.3.3 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.

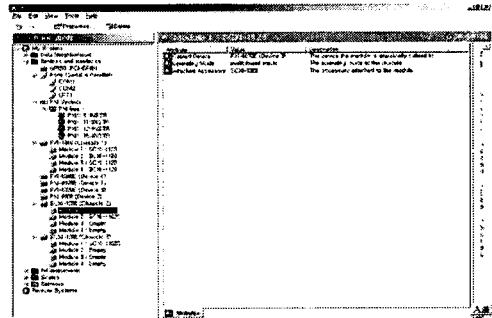


그림 4. Hardware configuration(MAX)

그림 5. Software Configuration Picture

3. 시험결과

한국형 고속철도차량 유도전동기는 차량의 안전성과 신뢰성을 좌우하는 매우 중요한 전장품으로 전동기의 온도가 180이 넘어설 경우에는 치명적인 고장을 초래할 수 있으므로 유도전동기의 작동을 중단시키고 있다.

견인전동기는 기준온도를 갖고 있으며, 이 기준치를 넘어갈 경우에는 치명적인 고장을 일으킬 수가 있으므로, Fault 신호처리를 내보내거나 전장품의 가동을 중단시키는 등의 조치를 취하고 있다. 견인전동기는 180°C로 기준온도가 설정되어 있다.

그림 6은 130km/h로 주행할 때의 유도전동기 온도 변화 그래프이다. PB5호기에 첨부되어 있는 전동기 2대에 대한 온도변화 파형을 보여준다. 강제냉각방식이기

때문에 차량이 주행중일 때는 전동기의 온도가 증가하다가 차량이 정지할 경우에는 속도가 다시 내려가는 온도 특성 곡선을 살펴볼 수 있다.

그림 7은 170km/h 속도로 운행하면서 견인전동기 온도시험을 실시한 결과이다. 운행중일 경우에는 온도가 상승하고 정지시에는 온도가 하강하는 특성을 관찰할 수 있다. 최고온도는 114.7℃로 관측되었다.

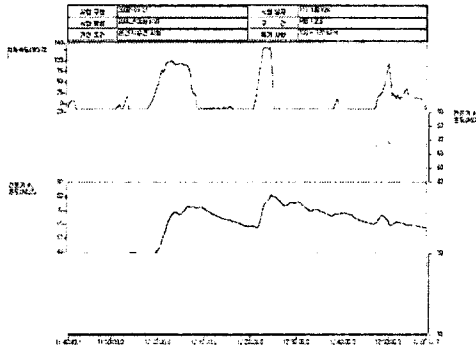


그림 6. 130km/h에서의 전동기 온도 변화

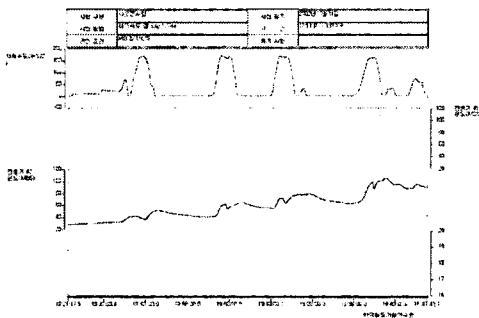


그림 7. 170km/h에서의 전동기 온도 변화

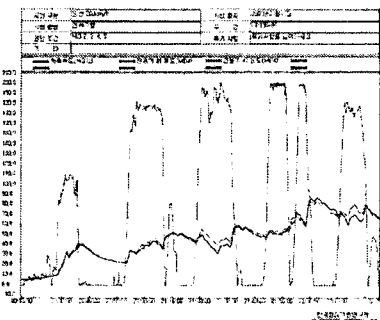


그림 8. 200km/h에서의 전동기 온도 변화

그림 8과 그림 9는 한국형 고속철도차량을 200km/h, 250km/h로 운행하면서 유도전동기의 온도를 측정 한 결과이다. 200km/h에서는 최고온도가 86.63℃, 250km/h에서는 최고온도가 83.26℃로 나타났다. 이를 통해서 유도

전동기의 온도는 실제 운행시간과 외기온도에 의한 영향을 많이 받는다는 사실을 확인할 수 있다.

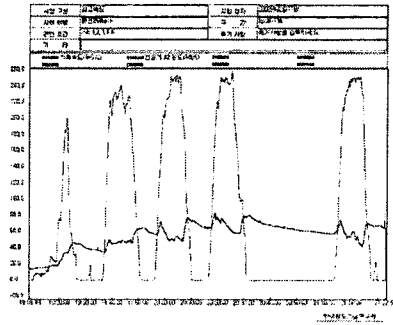


그림 9. 250km/h에서의 전동기 온도 변화

3. 결 론

유도전동기는 차량의 안전성과 신뢰성을 좌우하는 중요한 요소이다. 따라서 각 차량에 취부된 유도전동기의 성능특성을 파악하는 것은 중요한 것이다.

본 논문에서는 한국형 고속철도차량의 정시성, 쾌적성, 안전성 등에 큰 영향을 주는 유도전동기의 온도 특성에 대하여 연구하였다. 유도전동기의 온도측정을 위해 새로운 온도측정시스템을 제작하였고, 이것을 통해서 유도전동기의 온도특성을 측정할 수 있었다. 시험결과 제작된 유도전동기는 기준온도이내에 존재함을 확인할 수 있었다. 그러나 운행시간이 짧고 주행속도가 낮기 때문에 앞으로는 경부선 또는 호남선과 같은 전체구간에서의 시험이 이루어져 유도전동기의 특성을 살펴봐야 할 것으로 여겨진다.

감사의 글

본 내용은 건설교통부에서 시행한 고속철도기술개발사업의 기술결과임을 밝힌다.

[참 고 문 헌]

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