

계측장치를 이용한 틸팅열차 보조전원장치 특성 연구

한영재*, 이수길*, 박춘수*, 한성호*, 정권일**, 이영호**

*한국철도기술연구원, **우진산전

A Study on TTX SIV Characteristic Using Measurement System

*Korea Railroad Research Institute, **Woojin

Abstract - With the increase in population, the area of human activities has expanded, resulting in the dramatic increase in the need for transportation system. Tilting trains are currently in operation in 13 countries around the world.

TTX(Tilting Train eXpress) has been developed by KRRI(Korea Railroad Research Institute) for last 6 years to satisfy the need. This train developed in this project is designed for a design speed of 200km/h and a maximum operating speed of 180km/h.

We developed a measurement system for on-line test. the measurement console desk is mounted on T car, which is designed as the DAQ system train. It is comprehensive of the industrial computers, LCD monitors, communication cards and the communication channel measurement system. Using this system, SIV performance evaluation was conducted.

보조전원장치는 차량내의 냉난방장치, 조명기기, 제어 장치 등에 안정된 전력을 공급하기 위한 장치이다. 이 장치는 2중 초퍼 + 2 Level IGBT inverter (모듈type) 회로로 구성된 자냉식의 완전 정지형 장치이다. 한국형 틸팅열차에 취부된 보조전원장치는 국내기술로 개발된 장치로, 저소음, 소형 경량화, 고효율, 고신뢰성, 그리고 유지보수의 간소화를 이루었다.

제어부는 32bit CPU를 사용한 디지털제어를 하며, 고장 Trace-Memory 기능을 갖고, 보수의 간략화를 도모하였다. 이 장치에는 차량의 배터리를 충전시키기 위한 배터리 충전부가 포함되며, 틸팅장치의 전원을 공급하기 위한 AC-DC 컨버터가 포함되어 있다. 그림 1은 보조전원장치의 외형을 보여준다.

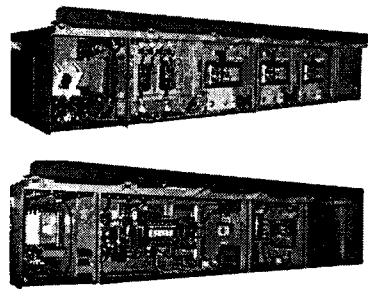


그림 1. 보조전원장치 외형

1. 서 론

틸팅열차는 열차의 각종 기능을 제어하는 운전실과 견인력을 얻고 열차를 제어할 수 있는 장치가 설치되어 있는 판토타그래프를 가진 제어구동차(Mcp) 2량과 운전실은 없으나 견인력을 발생시키면서도 객실로 사용되는 동력차(M) 2량 그리고 동력장치 없이 좌석 및 승객편의시설을 갖춘 부수차(T, Th) 2량으로 구성되어 있으며 편성순서는 Mcp-M-T-Th-M-Mcp이다.

보조전원장치는 차량의 승객서비스를 위한 장치로, 에어컨, 히터 등의 냉난방장치와 형광등, 배터리 충전과 제어장치에 전원을 공급하기 위한 장치로 이에 대한 연구가 국내외에서 활발히 진행되고 있다.

기존의 전동차는 대도시 내의 왕복, 순환노선에 주로 사용되어 대량의 승객수송에 사용되었기 때문에 170~200kVA급의 용량을 갖는 보조전원장치가 주류를 이루고 있다. 또한 승객의 편의를 위한 장치이므로 추진용 인버터와는 달리 연속동작의 용량으로 설계되어야 하는 것이 차이점이다. 틸팅열차는 틸팅제어장치 용량을 포함하여 설계되었다.

이처럼 보조전원장치는 차량의 안전성과 승객 편의를 위해 중요한 장치이므로, 안정된 성능을 확보하는 것이 중요하다. 따라서 본 논문에서는 틸팅열차 보조전원장치에 대한 성능을 평가하기 위한 측정시스템을 개발하였고, 이 시스템을 이용하여 보조전원장치에 대한 특성을 연구하였다.

2. 본 론

2.1 개요

국내기술로 개발된 보조전원장치에 대한 주요계원은 다음과 같다.

- (1) 제어방식 : PWM 제어
- (2) 냉각방식 : 자연냉각방식
- (3) 정격용량 : 240 kVA 연속
- (4) 입력정격전압 : AC 1,590V
- (5) 직류출력정격전압 : DC 100V/DC 110V
- (6) 효율 : 90%이상
- (7) 통신 : RS 485 비동기통신
- (8) 주위온도 : -25^o~40^o

2.2 장치의 구성

SIV는 주변압기로부터 단상 AC 25kV의 가선전압을 AC 1,590V로 변환된 전압을 입력받아 상용전압인 3상 AC 440V, 배터리 충전과 DC 제어전원을 공급하기 위해 DC100V, 그리고 틸팅 제어용으로 DC 110V를 출력한다.

위의 기능을 구현하기 위해 우선 AC 전압을 DC 전압으로 변환시키는 정류회로와 초퍼 회로가 필요하며 다시 DC 전압을 3상 출력으로 변환하는 인버터부가 필요하게 된다. 또한 DC 100V 출력을 위해 다시 SIV의 출력전압인 3상 AC 전압을 정류제어하는 배터리 충전부가 이용된다.

틸팅제어용 전원인 DC 110V 출력부는 순시적인 응답 특성이 좋아야 하므로 SIV 장치와는 별도로 AC/DC 컨버터부를 이용하여 제어해준다. 그림 2는 배터리 충전부의 회로도이다. 배터리 충전부는 DC 100V를 출력하며 이 전압은 차량의 배터리를 충전시킨다. 또한 각 장치의 제어전원(DC 100V)을 공급하는 역할을 한다.

배터리 충전부의 입력은 SIV의 출력전원을 사용하며, 이 전압을 싸이리스터 정류기를 이용하여 DC 100V로 제어한다. 과거 전철용 배터리 충전장치는 대부분 3상 다이오드 브릿지를 이용하여 정류기를 통해 공급하였다. 그러나 이러한 방식은 출력전압을 피드백 제어하지 않기 때문에 부하의 영향에 민감하고 정밀한 전압을 공급해주지 못하는 단점이 있었다.

따라서 틸팅 차량용 보조전원장치의 배터리 충전기는 보다 정밀한 DC 전압을 공급하기 위해 디지털 제어기로 제어되는 싸이리스터 정류기를 채택하였다.

그림 3은 틸팅 제어용 DC 110V를 출력하기 위한 AC/DC 컨버터부를 나타낸다. 틸팅제어용 전원은 DC 전동기를 구동시키고 순간적인 부하의 급변이 많은 시스템이므로 순시적인 응답을 빠르게 하기 위해 PWM 컨버터를 이용한 AC/DC 컨버터로 구성되었다. 또한 이 장치는 SIV와는 별도로 독립적으로 동작해야 하므로 SIV의 입력전원을 직접 받아서 사용한다.

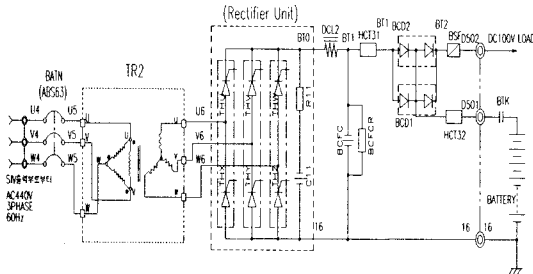


그림 2. 배터리 충전부 회로도

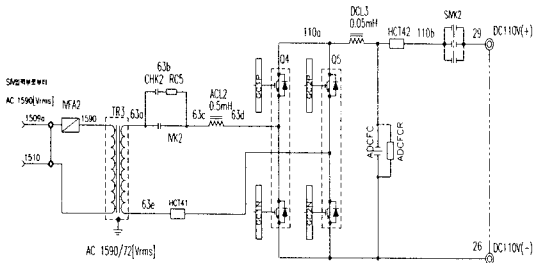


그림 3. 틸팅제어부(DC 110V)

2.2.1 SIV 제어기

SIV 제어기는 기능별로 11종의 Board로 구성되어 있으며 이들 보드는 Back Plane으로 연결되어 있다. 그림 4는 SIV제어기의 외형을 나타내며 각 보드 구성과 기능은 다음과 같다.

- (1) PWM32 : SIV의 초퍼 및 인버터의 제어
- (2) PUZ22 : 시퀀스제어 및 TMS와의 통신, 모니터링 기능
- (3) INF32, PIP22 : 아날로그 신호 입력
- (4) EOC09 : PWM32로부터 PWM 신호를 받아 광신호로 변환하여 게이트 드라이버로 출력
- (5) DIP13, RYO45 : 디지털 신호 입출력
- (6) PWS24, PWS27 : DC 100V 전원 입력 및 제어 전원 공급기

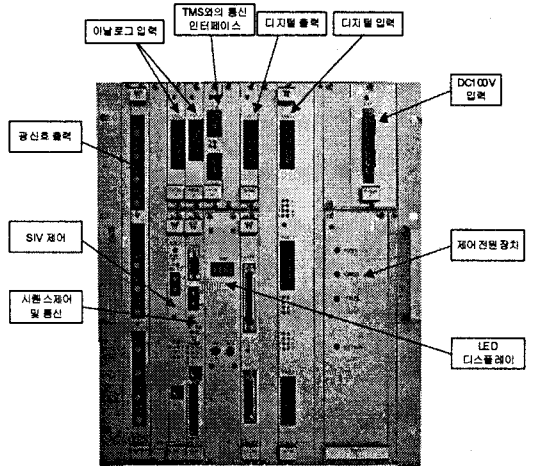


그림 4. SIV 제어기 외형

2.3 계측시스템 구성 및 신호 인출

2.3.1 계측용 하드웨어의 구성

신호측정을 위한 하드웨어 구성은 19인치 랙을 기본으로 구성하였으며, T, Th 차량에서 측정하였다. 그림 5에서 보는 바와 같이 사시는 PXI-1052를 기본으로 하였고, 확장이 필요한 경우에는 SCXI 1000 사시와 DAQ Board를 활용하였다.

계측장비와 센서에 전원을 안정적으로 공급하기 위해 UPS를 계측장비 입력단에 설치하였다. 각 차량에서 받은 신호들은 광케이블을 통해 안전 모니터링에 연결되도록 하였다.



그림 5. 기본 측정 모듈

2.3.2 보조전원장치 신호

제작된 보조전원장치의 신호측정을 위해 같이 T차와 Th차 배전반 터미널에 신호선을 연결하여 데이터를 받고 있다. 그림 6은 T차에서 신호를 인출하는 모습을 보여준다. 여기에서 SIV 입력전압, SIV 인버터 U상 전압, SIV 출력전압, 축전지 출력전압 등에 관한 데이터를 수신하고 있다.

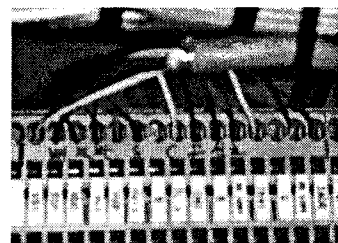


그림 6. 보조전원장치 신호 인출

2.4 시험결과

보조전원성능시험은 교류 입력전압, DC 100V 전압 등을 확인하는 시험이다. 주행성능시험과 마찬가지로 영업노선에서 시운전을 수행하기 때문에 발생하는 여러 가지 어려움으로 인해 정확한 보조전원 성능을 평가하는데 어려움이 있었다.

따라서 여기서는 오송+목포 구간을 시운전한 시험데이터를 중심으로 보조전원장치에 대한 성능을 분석하였다. SIV 초퍼 전압은 측정된 선간 출력전압이 DC 1,150V \pm 10%이내에 존재해야 하는데, 그림 7과 같이 기준치 이내임을 확인하였다. 그림에서 보는 것처럼, 사구간 통과시를 제외한 전 구간에서 성능특성이 우수하게 나타났다.

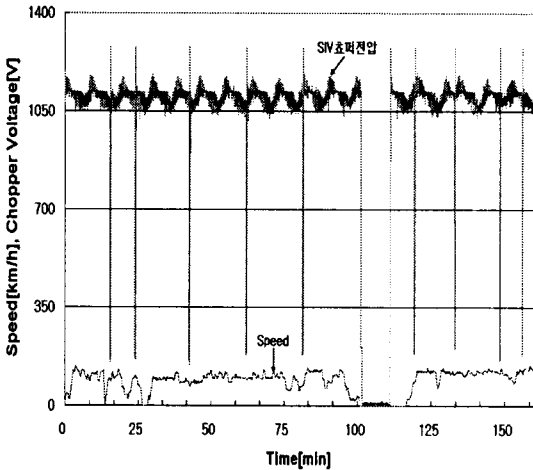


그림 7. SIV 초퍼전압 파형

3. 결 론

철도차량은 다른 교통수단과 비교하여 안정성, 정시성, 환경친화성 등의 측면에서 장점이 많기 때문에, 그 수요가 점차 증가하고 있다. 이와 같은 필요성에 의해 국내 독자기술로 한국형 틸팅열차가 제작되었다.

보조전원장치는 차량의 안전성과 정시성 확보에 큰 영향을 미치는 장치로 이에 대한 성능을 평가하였다. 이를 위해 본 논문에서는 틸팅열차에 설치된 보조전원장치에 대한 성능평가를 위해 계측시스템을 구성하였고, 이를 활용하여 보조전원장치에 대한 연구를 수행하였다.

실제 본선시운전 시험 측정을 통해, 사구간을 제외한 전 구간에서 SIV 초퍼 전압이 선간 출력전압 DC 1,150V \pm 10%이내에 있음을 확인하였다.

앞으로는 SIV 입력전압 및 DC 100V, 110V 전압과 전류를 동시에 측정하여 보다 상세하게 보조전원장치에 대한 연구를 수행할 예정이다.

감사의 글

본 내용은 국토해양부에서 시행한 한국형틸팅열차 신뢰성평가 및 운용기술개발사업의 기술결과임을 밝힌다.

[참 고 문 헌]

[1] 한성호, 이수길, 송용수, 한영재, 이은규, “전기식 틸팅차량의 주회로 시스템에 관한 연구”, 대한전기학회 2004년도 하계학술대회 논문집, 2004.

[2] 이수길, 한성호, 송용수, 한영재, “TTX 차량 보조전원장치 시스템 설계에 관한 연구”, 대한전기학회 2004년도 하계학술대회 논문집, 2004.

[3] Y. J. Han, S. W. Kim, T. H. Lee, H. M. Koo, “A Study on Performance Evaluation of Auxiliary Converter for High Speed Train”, ICEE, 2006.

[4] Y. J. Han, S. W. Kim, Y. G. Kim, C. K. Park, “Performance Evaluation of Auxiliary Converter for High Speed Train”, ISIS, pp. 901~903, 2005.

[5] 한영재, “제어신호를 이용한 고속철도 전장품의 특성 및 고장 분석”, 전기전자재료학회논문지, 19권, 12호, pp. 1128~1133, 2006.

[6] 김석원, 한영재, 김상수, 김영국, 구훈모, “틸팅차량 종합계측시스템 개발에 관한 연구”, 한국철도학회지, 9권 6호, pp. 671~676, 2006.

[7] 한국형 틸팅열차(TTX) 시험운전 지침서, 2007.