

20 kA 교류 대전류 국가표준 시스템 구축

정재갑, 이상화, 강전홍, 권성원, 송양섭, 김명수
한국표준과학연구원

Establishment of 20 kA AC High Current National Standard System

Jae Kap Jung, Sang Hwa Lee, Jeon Hong Kang, Sung Won Kwon, Yang Sup Song and Myungsoo Kim
Korea Research Institute of Standards and Science

Abstract - 20 kA AC high current national standard system has been established with a purpose for support of heavy electrical industry. The system consists of high AC current source, the standard current transformer, current transformer comparator and current transformer burden, and current transformer under test.

1. 서 론

세계적 추세인 송전전압 및 전력용량의 증대에 따라 중전기기 제품 시험의 전압 및 전류 범위도 크게 증대되고 있으며, 동시에 품질보증의 핵심인 시험성적서의 국제적 신뢰성 및 투명성이 보다 더 엄격한 수준에서 요구되고 있다. 이로 인해 중전기기 시험의 국제인증 및 국가표준으로부터의 소급성이 필수적으로 요구되고 있다.

한편 국가측정표준의 대표기관인 한국표준과학연구원에서 13 kV/3 kA 까지의 교류 고전압/대전류 표준을 확립하여 산업체에 국가표준을 보급하고 있으나, 13 kV/3 kA 이상의 고전압/대전류 표준은 관련 시험설비를 구축하지 못하여 산업체에 측정지원을 제공하지 못하고 있는 실정이었다. 중전기기 제품의 수출을 활성화하고, 국제경쟁력을 강화하기 위해서는 고전압 대전류 시험설비의 국제인증을 받아야 하는 상황이다.

중전기기 산업체의 국제인증획득을 지원할 목적으로 한국표준과학연구원에서 산업자원부의 지원을 받아 200 kV/20 kA 까지의 교류 고전압/대전류 국가표준시스템을 구축하였다. 본 논문에서는 이번에 구축한 교류 대전류 20 kA 국가표준시스템의 장비의 대한 소개 및 장비의 구성, 선진표준기관과의 국제비교를 통한 성능 평가에 대한 결과를 논의하고자 한다.

2. 교류 대전류 20 kA 시스템의 구성

본 연구원에서 구축한 교류 대전류 60 Hz, 20 kA 까지의 전류 변성기를 교정할 수 있는 국가표준 시스템을 그림 1에 나타내었다. 20 kA 대전류 변성기 교정시스템은 전류조정기(current controller), 대전류 발생 변압기(current supply transformer), 동부스바, 진상 콘덴서, 전류변성기 비교기(current transformer comparator), 표준 전류변성기(standard current transformer), 피측정 전류변성기(current transformer under test) 및 전류 변성기 용 부담(current transformer burden)으로 구성된다.



〈그림 1〉 자체 개발한 20 kA 전류변성기 교정시스템

2.1 교류 대전류 발생원

20 kA 출력전류를 발생시키는 대전류 발생원은 전류조정기, 대전류 발생 변압기, 동부스바 및 진상콘덴서로 구성된다. 20 kA 대전류 발생은 입력전력 440 V/225 A을 받아 정격 변환비가 1:1 인 가변변압기를 사용하여 최대 440 V/225 A의 전력을 대전류 발생 변압기의 2차측에 공급하면 동 부스바(부하저항이 거의 영인 허부하기)로 구성된 대전류 발생 변압기의 1차측에서 20 kA 까지의 시험전류를 발생한다. 이때 변압기의 코일성분에 의한 유도성 리액턴스에 의한 지상전류를 상쇄시켜 역률을 개선하기 위해 진상콘덴서를 대전류 발생변압기의 2차측에 병렬로 연결한다.

2.1.1 전류조정기

전류조정기는 입력전력 440 V/225 A을 받아 정격 변환비가 1:1 이므로 최대 440 V/225 A (약 100 kVA)의 전력을 대전류 발생 변압기의 2차측에 공급하는 역할을 한다. 또한 출력 전압 및 전류가 정격의 5 % 범위에서 미세 조절이 가능하다.

2.1.2 대전류 발생 변압기

전류조정기를 통해 최대 440 V/225 A의 전력을 대전류 발생변압기의 2차측에 공급하면 동 부스바로 구성된 대전류 발생변압기의 1차측에서 20 kA 까지의 전류가 발생한다. 여기서 20 kA의 대전류를 얻기 위해서 용량 및 사양이 동일한 2대 혹은 3대의 변압기를 병렬로 연결하여 사용하였다.

2.1.3 동부스바

동부스바는 부하저항이 거의 영이고(300 μΩ 정도) 대전류 발생 변압기의 1차측에 전류 20 kA 이상 흐르도록 설계를 하였다. 지름 15 cm, 길이 2.1 m 인 원통형 모양의 부스바가 표준 전류변성기, 피측정 전류변성기, 대전류 발생 변압기의 코아의 가운데로 지나고, 전류변성기의 외곽은 길이 2.3 m × 넓이 15 cm × 두께 15 mm 인 5개의 C 자의 동판을 사용하여 20 kA 의 대전류를 분류시키고, 전류 변성기의 중심 코아에서 대칭으로 전류를 흐르게 하였다. 또한 가운데 원통형 동 부스바와 C 자 모양의 동판간의 접촉면적을 크게 하기위해 원형의 프렌지를 사용하였고, 접촉부분에는 은도금을 하여 접촉저항을 줄였다. 이러한 결과로 최대 30 kA의 대전류가 흐른다는 것을 확인할 수 있었다.

2.1.4 진상콘덴서

진상콘덴서는 변압기의 코일성분에 의한 유도성 리액턴스에 의한 지상전류를 상쇄시켜 역률을 개선하기 위해 사용하고, 대전류 발생변압기의 2차측에 병렬로 연결한다. 20 kA 대전류 발생을 위해 440 V, 20 kVA의 동일한 용량을 가진 최대 15개 까지의 진상 콘덴서를 병렬로 연결하여 사용하였다. 대전류 발생변압기와 시험전류에 따라 진상콘덴서를 병렬로 연결하여 역률이 1에 가까워도록 커패시턴스 값을 조절하여 변압기의 효율을 높일 수 있는 최적의 조건을 찾아야 한다.

2.2 전류변성기 비교기

20 kA 까지의 대전류를 표준 전류변성기와 피측정 전류변성기의 1차측에 동일하게 공급하고, 전류변성기 비교기는 두 전류변성기의 2차측 전류를 비교하여 비오차와 위상각 오차를 측정한다.

2.3 표준 전류변성기

표준 전류변성기는 피측정 전류변성기의 비오차와 위상각 오차를 측정하기 위해 기준을 제공하며, 피측정 전류변성기의 오차와 비교하여 10 배 이상 작아 무시가능하다. 표준 전류변성기의 2차

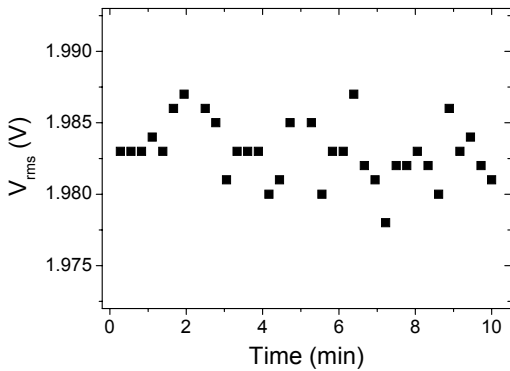
측 전류는 5 A 이고, 1차측 전류는 5 ~ 5000 A 와 5000 A ~ 20000 A로써 2 대로 나누어져 있다.

2.4 전류변성기용 부담

전류변성기의 비오차와 위상각 오차는 KS 규격에^[1] 의해 전류변성기의 2차측에 부담(burden)을 직렬로 연결한 상태로 측정되며, 전류변성기의 오차는 부담값과 역률에 따라 달라진다. 따라서 부담값과 역률의 정확한 측정은 전류변성기의 비오차 및 위상각 오차의 정밀측정을 위하여 매우 중요하다.

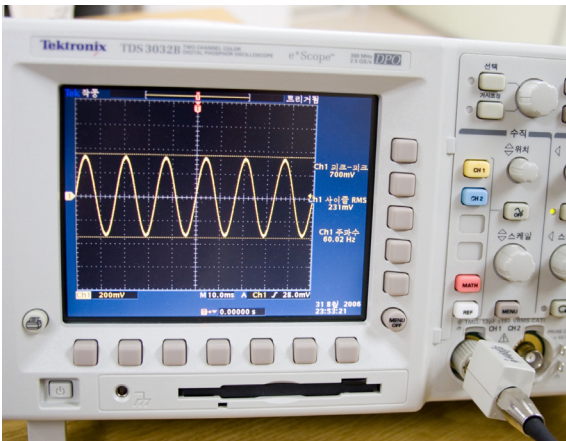
3. 시스템의 시험가동

20 kA 전류변성기 측정시스템을 이용하여 피측정 전류변성기의 비오차 시험을 하기 전에 자체제작한 동부스바를 이용한 20 kA 대전류의 출력 안정도를 조사하였다. 전류 20 kA의 출력은 1차전류와 2차전류의 비가 20 kA : 5 A 전류변성기의 2차측에 0.4 Ω의 저항을 달아 저항양단의 전압을 측정함으로써, 20 kA의 전류발생원의 안정도를 측정하였다. 측정 결과는 그림 2와 같고, 20 kA 의 대전류를 10분 동안 흘리면서 측정한 결과이다. 출력 전류가 시간에 따라 조금씩 감소하는 이유는 동 부스바에 열이 발생하여 동 부스바의 저항이 증가되기 때문이다. 출력전류의 안정도에 대한 상대표준편차는 0.12 % 이내로 매우 양호하였다. 피측정 전류변성기의 측정시간이 통상적으로 2 ~ 3분 정도임을 감안하면 출력안정도는 측정에 영향을 거의 받지 않는다는 것을 알 수 있다.



<그림 2> 20 kA 대전류 통전시의 시간에 따른 전류의 안정도

그림 3은 20 kA의 전류가 흐를때 20 kA : 5 A의 전류변성기 2차측의 전류파형을 디지털 오실로스코프를 이용하여 측정하였다. 20 kA 전류 통전시 대전류 사인파형의 왜곡이 거의 없음을 알 수 있다.



<그림 3> 20 kA 대전류 통전시의 대전류의 사인파형

4. 결 론

설치된 20 kA 전류 변성기의 교정시스템의 성능평가를 위해 5 kA 와 20 kA 전류변성기 두대를 이동용 표준기로 사용하여 한국표준과학연구원(KRISS)과 호주 국가표준기관(NMIA) 및 독일 국가표준기관(PTB)과 국제비교를 수행하였다. KRISS-NMIA 및 KRISS-PTB의 불일치도는 비오차의 경우 최대 0.004 % 이고, 위상오차의 경우 최대 0.10 min 로써 상당히 우수한 일치도를 얻었다. 결론적으로 이번에 구축한 20 kA 전류변성기 교정시스템은 명실상부한 국가표준 시스템으로 손색이 없으며, 국가표준이 없어 측정예로를 겪어왔던 국내 중전기업체에 많은 도움을 주리라 확신한다.

[참 고 문 헌]

[1] 한국표준협회, “계기용변성기(표준용 및 일반계기용)”, KS C 1706, 1982.