

500 kV 표준급 개폐충격전압 측정시스템의 비교시험

김민규, 허대행, 김익수
한국전기연구원

Intercomparison Test of 500 kV Standard Measuring System for SI Voltage

M. K. Kim, D. H. Huh, I. S. Kim
KERI

Abstract - This paper represents the development of national standard(NS) for switching impulse(SI) voltage measuring system rated 500kV. A traceability of the NS to the international standard could be achieved by the intercomparison test with PTB(Physikalisch-Technische Bundesanstalt). According to the IEC 60060-2, a measurement uncertainty was assessed. As a result of the tests, the measurement uncertainty and the characteristics of step response were satisfied with the requisite for NS.

1. 서 론

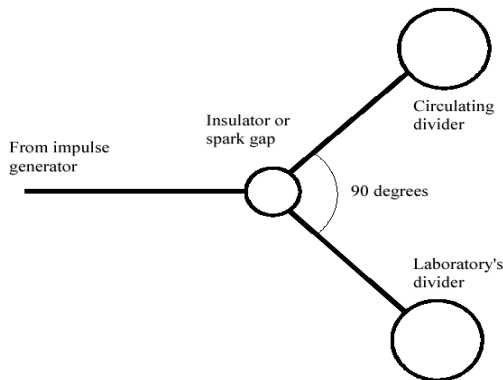
충격전압 시험은 전력기기의 고전압시험이나 절연설계, 전력계통의 절연협조 등에 기본이 되는 중요한 시험이며, 상용시험 또는 연구개발시험으로서 행해지고 있다. 전력계통에 있어서 절연사고를 줄이기 위해 전력계통을 구성하는 전기기기 및 그 이외 구조물은 절연성이 장기간에 걸쳐서 상시 운전상태의 정상전압 이외에 일시적인 과전압이나 전력계통에서 발생하는 개폐 서지 등의 이상 과전압에 유지될 수 있는 충분한 절연내력을 가지고 있어야 한다. 절연내력은 전력기기의 많은 기능 중에서 가장 중요한 것으로 절연에 결함이 있게 되면 그 기기는 수명 한계에 이르게 된다. 절연시험의 주목적은 장기간의 운전전압에서 전기기기가 충분한 절연기능을 발휘하고 또한 과전압이 인가되었을 때 절연물에 손상이 발생하지 않는 것을 검증하는 것이다. 이러한 시험 결과의 신뢰성은 시험전압의 측정 정확도에 의해 크게 좌우되기 때문에 측정기술에 관한 많은 연구가 행해져 왔다.

본 논문에서는 개폐충격전압의 국가표준 측정기술 개발에 관한 연구를 수행하여 구축한 한국전기연구원의 측정시스템과 독일 PTB의 측정시스템을 비교시험한 결과를 소개한다.

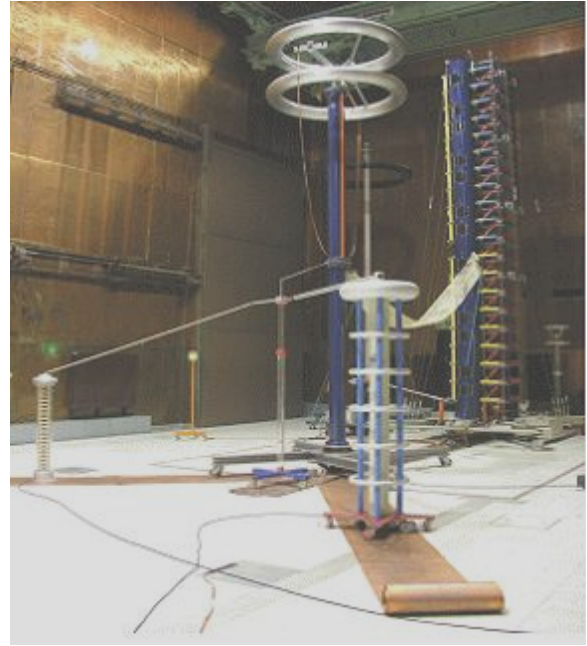
2. 본 론

2.1 고전압 비교시험^[1]

<그림 1>은 비교시험을 위한 개략도를 나타낸 것이다. 충격전압 발생기로부터 전압 인가 리드선은 절연물이나 커패시터의 상단부에 연결되어야 하며, 재단 갭으로 절연물을 대체하던지 커패시터와 병렬로 연결한다. 전압인가 리드 선은 가능하면 직경이 크고 짧은 것이 좋으며 접지선은 구리 또는 알루미늄 재질의 폭 1m의 Y자 형태의 접지판을 양쪽 분압기에 절연물/커패시터/재단 갭으로 연결하고 충격전압 발생기의 접지단까지 접지 귀로가 형성되게 하는 것을 추천하고 있다.



<그림 1> 비교시험회로의 개략도



<그림 2> PTB와의 비교시험장면

<그림 2>는 독일 국가표준기관인 PTB와 비교시험을 행하는 실제 현장의 측정시스템이 설치된 모습을 나타낸 사진이다. 비교시험을 위한 발생 개폐충격전압 파형을 조정하기 위하여 Band 저항을 사용하였다. 분압비(Scale factor)에 대한 측정불확도 산출을 위해 PTB 분압기의 정격전압인 300 kV을 인가하였고, 파형은 파두장인 경우 IEC 60060-2에서 규정한 허용치의 하한인 200 μs, 표준파형인 250 μs, 상한인 300 μs의 세 종류를 선정하였고, 파미장은 표준파형인 2500 μs로 조정하여 정규성 및 부극성 각각 10회씩 실시하였다.

비교시험의 측정결과 A형 불확도의 평가는 다음 식(1)에 의한다.

$$U_r = \frac{t \times S_r}{\sqrt{n}} \dots \dots \dots (1)$$

U_r : 측정 불확도(신뢰수준 95%)
 t : Student's t 의 계수(n=10인 경우 2.26 적용)
 S_r : 표준편차

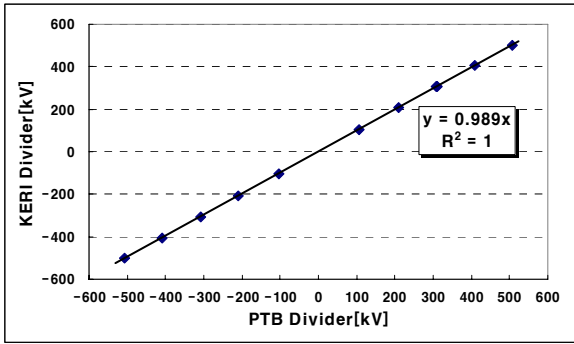
$$S_r = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - x_m)^2}$$

n : 측정회수(10회)
 x_i : $i=1 \sim n$
 x_m : 측정값들의 평균치

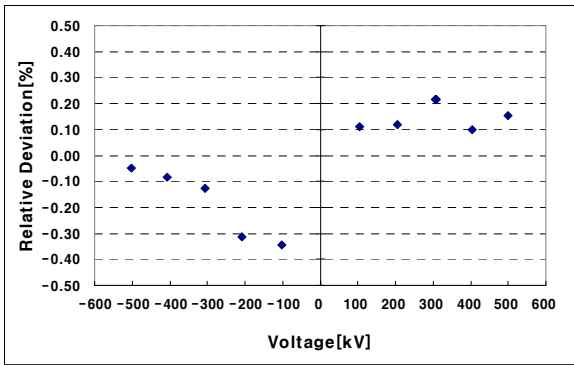
비교시험에서 얻어진 측정결과에서 측정불확도에 대한 파고치, 파두장 및 파미장의 편차의 범위는 각각 다음과 같이 나타났다.

- 파고치의 차 : -0.1% ~ +0.1%
- 파두장의 차 : -0.96% ~ +0.19%
- 파미장의 차 : -0.08% ~ +0.35%

<그림 3>은 직선성 평가결과로써, 각 전압별 정극성 및 부극성에 있어서 측정결과를 그래프로 그린 것이다.

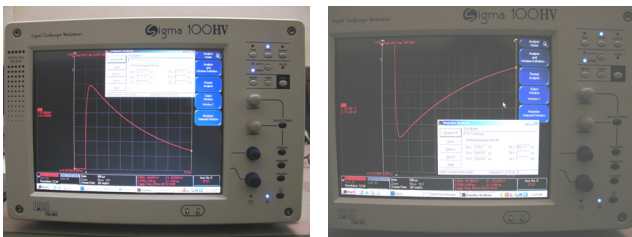


(a)



(b)

<그림 3> 직선성 평가결과 (정 · 부극성)

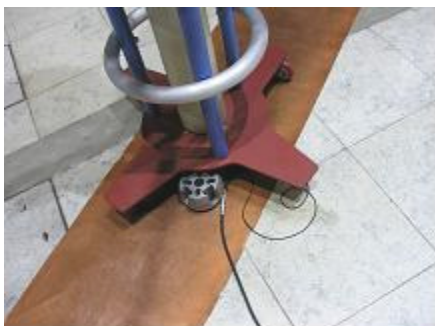


<그림 4> 정·부극성 전압 파형의 일례

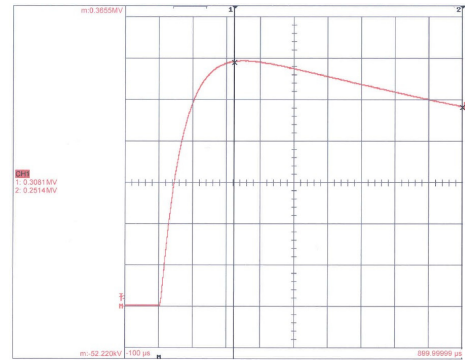
직선성 시험에서 정극성 전압의 편차는 0.1%, 부극성 전압의 편차는 0.15%, 정·부극성 전체 시험파형에 대해 ±0.28% 편차를 가지고 있음을 확인하였다. 이러한 결과는 IEC 60060-2에서 규정한 직선성 평가에서의 최대 ±1% 보다 매우 낮은 것으로 측정시스템의 우수한 직선성을 객관적으로 나타내고 있다.

<그림 4>는 인가전압의 정극성 및 부극성 파형의 일례를 나타낸다.

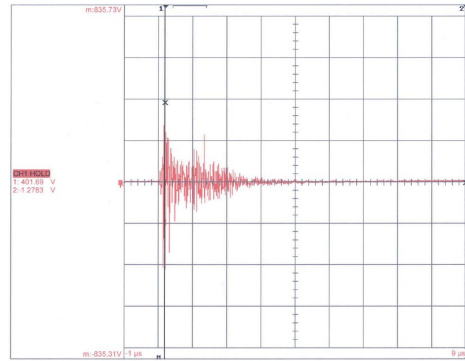
2.2 장애시험(Interference test)



<그림 5> 장애전압시험의 모습



(a) 인가전압 (301.8 kV)



(b) 측정된 장애전압(401.69 V)

<그림 6> 장애전압 시험결과와의 일례

장애전압시험(interference test)을 한 결과, 규정치의 1% 이하를 만족하는 0.13%를 나타내었고, <그림 5>는 장애전압시험의 모습을 나타낸 것이며, <그림 6>는 장애전압 시험파형의 일례를 나타낸 것이다.

3. 결 론

개폐충격전압의 국가표준 측정기술 개발에 관한 연구를 수행하여 IEC 60060-2에 적합한 특성을 갖는 측정시스템을 개발하였으며 다음의 주요한 성과를 얻었다.

1. 500 kV급 개폐충격전압 국가표준 측정시스템에 관한 제작 기술을 확보하여 측정 불확도를 개선할 수 있는 발판을 마련하였다.
2. 독일PTB의 표준분압기와 국제비교시험을 실시하여 개폐충격전압의 측정기술에 있어서 국제 기준을 만족하고 있음을 확인하였으며, 소급성을 확립할 수 있었다.

[참 고 문 헌]

- [1] IEC 60060-2 : High-Voltage Test Techniques Part 2 : Measuring Systems, 1996-03
- [2] Klaus Schon, Wolfgang Lucas, Rainer Marx, Enrico Mohns, Gunter Roessle : Development and calibration of high-voltage and high-current measuring devices, PTB mittlungen Special issue 112. Volume (2002) No.1 and No.3, 2002