2005년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 2005. 7. 18 - 20

뇌충격 고전압 기준측정시스템의 국제비교시험

김민규, 이정기, 최익순, 정주영, 김익수
한국전기연구원

Inter-comparison Test of Lightning Impulse High Voltage Reference Measuring System

Min-Kyu Kim, Jeong-Gi Lee, Ik-Soon Choi, Ju-Young Jeong and Ik-Soo Kim
Korea Electrotechnology Research Institute

Abstract - In this paper, an inter-comparison test of lightning impulse reference measurement system between Korea and Japan is reported. At present, such a direct comparison test as the activity to sustain the traceability of the measurement system is generally proposed. Due to the inter-comparison test, ascertaining the grade of the measurement uncertainty and maintaining the level of reference system are accomplished.

1. 서 론

뇌충격전압 시험은 전력기기의 고전압시험이나 절연설계, 전력계통의 절연협조, 뇌해 방지 등에 대해 기본이 되는 중요한 시험이며, 상용시험 또는 연구개발시험으로서 행해지고 있다. 절연내력은 전력기기의 많은 기능 중에서 가장 중요한 것으로, 절연에 결함이 있게 되면 그 기기는 수명 한계에 이르게 된다. 절연시험의 주 목적은 장기간의 운전전압에 대해 전기기기가 충분한 절연기능을 발휘하고 또한 과전압이 인가되었을 때 절연물에 대해 손상이 발생하지 않는 것을 검정하는 것이다. 이러한 시험 결과의 신뢰성은 시험전압의 측정 정확도에 의해 크게 좌우되기 때문에 측정기술에 관한 많은 시험연구가 행해져 왔다.

고전압 분야에서는 측정의 불확도에 대해서 통일적인 견해가 없이 제각각였으나, 1980년 국제도량형 위원회(CIPM)의 결정에 기초하여 ISO/TAG4/WG 3에서 측정불확도 표시의 상세한 지침을 발표하여 현재 계측에 관한 모든 분야에서 사용되게 되었다. 고전압 시험의 규격 IEC 60060-2에서 이것을 채택하여 각종의 측정, 비교에 이용하게 되었다.

측정에서 불확도는 충분히 타당성이 있는 이유에 의해 측정량에 영향을 미칠 수 있는 값들의 분포를 특성화한 파라미터로 신뢰구간의 반치폭이며 참값이 존재할 범위를 나타낸 것이다. 예를 들어 신뢰수준 95 %에서 측정시스템의 scale factor의 불확도 U가 2 %라고 표시된다면 이러한 불확도를 포함한 측정시스템으로 측정한 전압치는 402.1 kV ±8.4 kV와 같이 표현된다.

명시된 불확도를 가지고 끊어지지 않는 비교사슬을 통하여 국제 또는 국가 1차 측정표준과 연관되어질 수 있게 하는 측정결과 또는 표준 값의 특성인 소급성을 확보함으로써 시험소간의 측정치에 모순이 없이 적합성을 얻을 수가 있게 된다. 이러한 이유로 계측관리의 조직이 필요하게 되며 최근에는 교정 및 시험의 조직을 공적으로 인정하는 제도가 생기게 되었다.

산업체의 시험소에서 사용되는 승인 측정시스템(AMS, Approved Measuring System)은 기준 측정시스템(RMS, Reference Measuring System)에 의해서 교정되고 RMS는 국가표준 (NS)에 의해 교정된다. 이러한 관계를 그림 1에 나타낸다. 측정용 표준시스템은 일반적으로 경년 변화가 있고 측정환경에 의해 변화한다. 이러한 값들이 교정치에 반영되므로 불확도의 해석이 중요하며 계측의 신뢰성으로 연결된다.

본 논문에서는 뇌충격 고전압측정 시스템의 소급성을 유지하기 위한 활동으로서 제시되고 있는 방법중 국제간 비교시험을 통해 측정불확도의 정도를 파악하고 기준측정시스템으로서의 자격을 유지하기 위해 한일간 기준측정시스템을 직접 비교시험한 내용 및 분석결과를 보고한다.

끝으로, 본 비교시험은 한국전기연구원과 일본 전력중앙연구소간의 협의에 의해 추진된 것으로 비교시험에 직접 참여한 일본공업대학(NIT)의 Prof. Yakimoto, Mr. Shimizu그리고 전력중앙연구소(CRIEPI)의 Dr. Goshima에게 감사를 드린다.

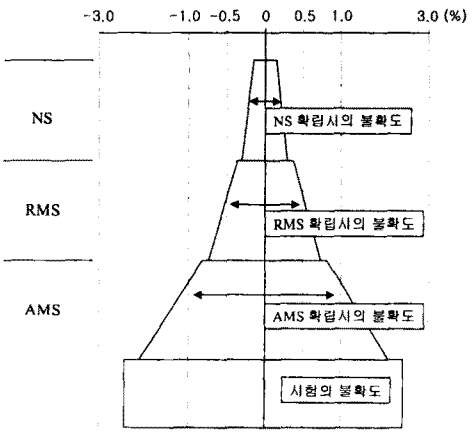

그림 1. 충격전압 측정시스템의 소급성과 불확도

2. 본 론

2.1 측정시스템 비교시험

IEC 60060-2에서 제시하고 있는 고전압측정시스템의 특성평가방법에는 다음의 2가지가 있다.

① 기준 시스템과의 비교시험에 의한 특성평가

② 직각파 응답시험에 의한 특성평가

①의 방법은 IEC 60060-2에서 표준적 방법으로 추천하는 것으로, 각 국가가 보유한 기준측정시스템을 국제비교시험을 통해서 국제기준에 소급성의 연결고리를 잇고, 소급성이 확보된 기준측정시스템을 이용하여 국내 산업체가 보유한 측정시스템과 비교시험을 행함으로써 산업체 고전압측정시스템의 교정 및 측정의 소급성을 확보할 수 있는 방법이다. 그리고 ②의 방법은 기준시스템이 없어 ①의 방법을 시행할 수 없는 경우에 사용토록 하는 대용적인 방법이다.

그림 2는 비교시험을 위한 기준측정시스템과 비교 측정시스템의 배치도를 나타낸다. 그리고 그림 3에는 비교시험을 실시하는 장면과 차폐실내에서 측정기로 전송된 파형을 측정하는 장면을 그림 4에 나타내었다.

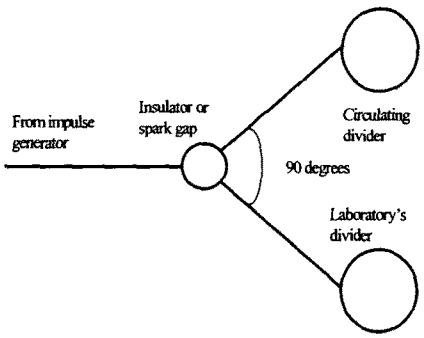

그림 2. 비교시험의 개략도

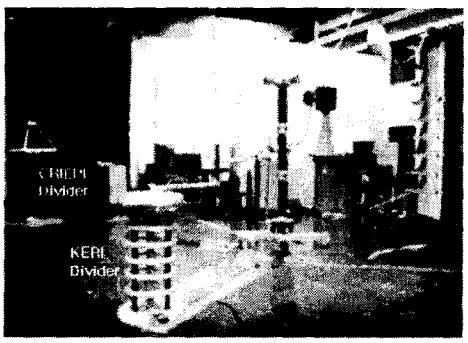

그림 3. 비교시험 장면

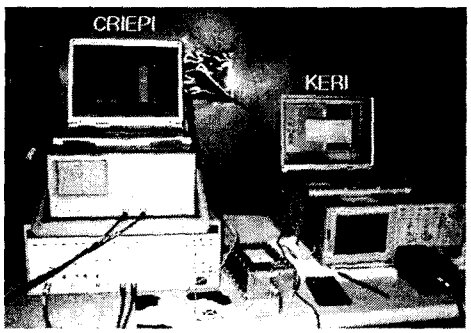

그림 4. 차폐실내 측정기 구성

2.2 측정시스템

(1) KERI 측정시스템

- 분압기 ; KERI_RL_400
- 공칭 분압비 ; 4748
- 정격전압 ; 400 kV
- 측정기 ; TDS540C

(2) CRIEPI 측정시스템

- 분압기 ; CRIEPI 기준분압기(多摩電氣)
- 공칭분압비 ; 20395
- 정격전압 ; 700 kV
- 측정기 ; RTD710A

3. 비교시험 결과

3.1 Scale factor(Vp)

KERI 기준분압기의 정격전압인 400kV의 정극성 및 부극성 전압에서 각각 10회씩 실측해서 불확도를 산출한 결과를 표 1에 정리하였다. 정극성 뇌충격전압의 피크치에 대한 불확도는 ±0.166 %이며, 부극성 뇌충격전압의 경우 ±0.172 %로 나타났다.

3.2 시간장(T1, T2)

400 kV 인가전압의 시간장에 대한 불확도를 평가한 결과를 표 2에 정리하였다. 인가전압 파형의 파라미터는 0.84/60 μs로 파두장(T1), 파미장(T2)에 대해 각각 불확를 평가하였다. 정극성의 경우에서 T1에 대한 불확도가 크게 나타났으나, 시간장에 대한 기준분압기 요구 조건내에 들어가므로 재차 확인시험 없이 측정결과를 수용하였다.

표 1. Scale Factor에 대한 불확도

파라미터	교정치	표준편차[%]	불확도[%]
Vp(+)	1.00167	0.23214	0.166
Vp(-)	1.00258	0.24015	0.172

표 2. 시간장에 대한 불확도

파라미터	편차[%]	표준편차[%]	불확도[%]
T1(+)	-1.67015	1.34356	0.961
T1(-)	-0.2382	0.35352	0.253
T2(+)	-0.13331	0.48903	0.350
T2(-)	-1.56664	0.30966	0.222

3.3 직선성

불확도 산정에서 고려되는 두가지의 기여성분중에서 동일한 전압측정에서 발생되는 시험/측정자의 우연적 기여성분 이외에 계통적 기여성분에서 중요한 인자로 작용하는 직선성에 대한 평가를 400 kV 정격전압 이하의 전압을 5등분하여 각 전압에서 10회 비교시험한 결과를 평균하고 편차를 구한 결과를 표 3에 나타내며, 그림 5에 도시하였다. 그림 5에서 불확도 산정에 포함되는 직선성 기여성분은 0.221 %로서 표준 측정불확도는 0.127 %로 나타났다.

표 3. 직선성 시험 결과

CRIEPI 분압기 [kV]	KERI 분압기 [kV]	편차 [%]	표준편차[%]
79.935	80.107	0.21517	0.08942
159.580	159.783	0.12721	0.12515
239.610	239.476	-0.05592	0.12022
320.800	320.320	-0.14963	0.24936
401.270	400.604	-0.16597	0.23214

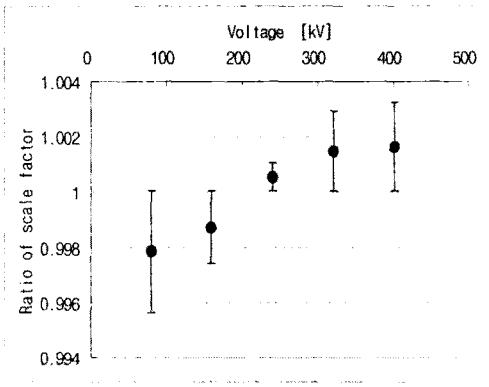

그림 5. 직선성평가

4. 결 론

한국전기연구원이 보유한 400 kV급 뇌충격전압 기준측정시스템과 일본의 전력중앙연구소가 보유한 700 kV급 기준측정시스템을 2004년 11월에 한국전기연구원에서 직접 비교시험한 결과 scale factor의 불확도가 ±0.17 % 전후로 매우 작으며, 직선성의 기여성분에 의한 표준 측정불확도가 ±0.13 % 정도로 나타났다. 이번비교시험에서는 scale factor를 중심으로 한 비교시험에 중점을 두고 실시한 결과이므로 현 상태에서 종합확장불확도의 산출은 불가하지만, 비교시험의 결과만을 가지고 평가해 볼 때 한국-일본 간 기준측정시스템 사이에는 큰 편차를 나타내지 않고 있음을 확인할 수 있으며, 향후 계속해서 이와 같은 비교시험이 정기적으로 실시될 수 있는 체계를 갖추어서 고전압 측정분야에서의 국제협력이 필요하다고 사료된다.

[참 고 문 헌]

[1] IEC 60060-2 Amendment, "High voltage test tech-niques, Part 2 : Measuring system", 1994.

[2] Roelofs, "Draft STL guide to establish traceability of high-voltage measuring systems used in high-voltage testing to national standard of measurement", CIGRE 33-95 IWD21, 1995.

[3] 한국시험·검사기관 인정기구(KOLAS), "측정결과의 소급성 유지를 위한 지침", KOLAS-SC-SG-102, 1998. 4.