

배전계통의 순간전압 상승에 따른 SPD 고압 TOV 시험설비 구축

김용성*, 김연석*, 안건현*
한국전기연구원*

Temporary Over Voltage Test System for Surge Protective Device in Low Distribution system

Young-Sung Kim*, Oun-Seok, Kim*, Gunhyun Ahn*
Korea Electrotechnology Research Institute*

Abstract - 본 논문에서는 저압 서지보호기의 안전성평가를 위한 고압 계통 고장에 의한 순간 과전압시험 설비를 IEC 61643-1의 따라 구축하였고, 구축된 시험설비의 성능을 분석하였다. 고압 계통의 순간 과전압 시험 기준은 가장 일반적인 미국전력 계통의 기준인 3상 4선식이 반영이 되었으며 전압의 크기는 AC 1200V이다. 본 논문에서는 순간과전압이 상과 접지사이의 개방전압 AC 1200V을 약 200ms 동안 인가되는지를 측정하였고, 단락전류가 AC 300A이상을 측정하였다.

MOV는 <그림 1>에서와 같이 전압이 상승하면 단락 상태에 이르게 되고 짧은 시간의 서지전류에 대하여 열적 내량을 가지지만, 60Hz의 전원 주파수에 대해서는 일정전압이상 상승하면 열적 내량을 초과하여 폭발한다. 배전계통의 전압상승은 MOV의 폭발의 요인이 되며 이를 대비하기 위해 SPD에는 단로기 또는 단로기를 대신하는 퓨즈로 보호하고 있다. 즉, MOV가 열적내량을 초과하기 전에 단로기가 동작하여 폭발을 미연에 방지하는 역할을 한다. 따라서 SPD의 안전성평가를 위해서는 배전계통의 순간과전압에 따른 성능평가를 반드시 필요하다.

1. 서 론

저압서지보호기의 나뉘로부터 계통의 설비를 보호하기 위하여 접지시스템 이외에 추가적으로 저압 계통에 직접 연결하고 있다. 저압 서지보호기는 주로 비선형 소자인 MOV(Metal Oxide Varistors)를 사용하고 있으며, 접지 시스템에 비하여 비교적 저렴하며, 취급이 용이 하며, 고가의 설비의 바로 앞 라인에 널리 사용하고 있으며, 용도에 따라 저압 계통의 전체 보호를 위하여 분전반이나 배전반에 설치되기도 한다. 설치 장소에 따라서 IEC 62305-4에서 제시한바와 같이 등급이 분류가 되며, IEC 61643-1에서는 이러한 등급에 따라 시험 방법을 각각 제시하고 있다.

본 논문에서는 배전계통의 순간 과전압에 따른 고압 TOV 시험 설비를 구축하여 성능을 확인하고, 현재 시중에 판매하고 있는 SPD 피시품을 사용하여 실험을 하였다.

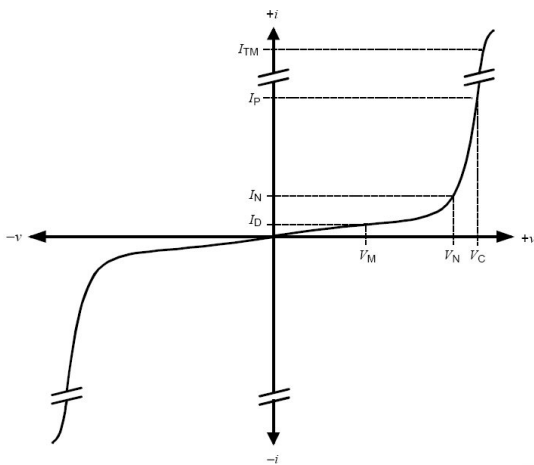
2. 본 론

2.1 국제 규격에 따른 시험 기준

IEC 61643-1에 따른 고압 TOV 시험 기준은 <그림 2>에서와 같이 SPD 피시품에 중성선과 접지간에 AC 1200V을 약 200ms 동안 인가 후 U_{cs} (시스템 최대연속전압)을 15분 동안 인가한다. 이때 SPD 피시품의 중성선과 접지단자에서 단락이 발생되면 이때 단락 전류는 300A 이상 만족해야한다. 변압기의용량은 단락전류를 흘릴 수 있을 정도로 충분히 커야 한다. 평가방법은 2가지로 나누어진다. SPD가 시험 후에 단로기가 동작하였거나, 고장모드로 완료가 된 경우와 SPD가 내성모드로서 과전압에 이상이 없는 경우로 구분한다. 이때에 SPD에는 불에 탄 흔적이나 화재에 따른 위험이 발견되지 않아야 한다. 단로기의 동작여부에 대한 평가는 SPD의 최대연속동작전압을 인가하여 누설전류를 측정한다. 이때 0.5mA 이하로 검출이 되면 단로가 동작한 것으로 판정하여 회로가 개방상태라고 판단한다. 내성모드로 간주되면 대기전류를 측정하여 대기전력이 증가되지 않는지 확인해야 하며 이때 대기전력은 20%이상 측정되지 않아야 하며, 서지제한전압측정을 다시 하여 기존의 성능을 계속 유지되는 것을 확인해야 한다.

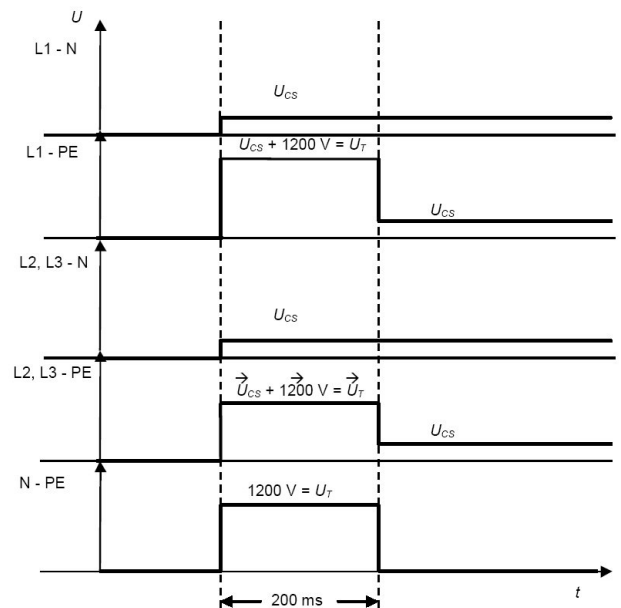
국내에서 저압서지 보호기는 현재까지 IEC 61643-1의 등급Ⅲ을 주로 하고 있으며, 그 중에서도 주로 1.2/50 μ s 전압 파형과 8/20 μ s 전류 파형의 조합파형으로 서지 제한전압 측정시험 위주로 하고 있으며, 그 크기는 최대 20kV 10kA에 해당 한다. IEC 61643-1에서는 서지제한전압측정 시험 이외에 9개의 시험 시리즈로 구성되어 있으며, 서지에 대한 성능시험 이외에 저압계통의 전압 변동에 따른 서지보호기의 안전성시험이 포함되어 있으나 국내 시험설비가 구축되어 있지 않아 제한적으로 시험을 하고 있었다. 그 중에서도 본 논문에서는 고압계통의 고장에 따른 저압 계통의 순간과전압시험에 대하여 설명하고자 한다.

배전계통은의 전압은 선로 고장이나 갑작스런 부하 변동에 따라서 순간 변동한다. 저압서지보호기는 비선형 소자로서 서지에너지가 인가되면 소자가 단락 상태가 되면서 열을 발산시키는 소자이다. 동시에 계통의 선로와 접지 선로와 중성선 사이에 연결되어 있어 배전 계통의 전압변동에 영향을 받는다.



V_M : 최대연속동작전압 V_N : 공칭바리스터전압 V_C : 클램핑전압
 I_D : 대기전류 I_N : 필스전류 I_P : 특성피크전류 I_{TM} : 피크전류

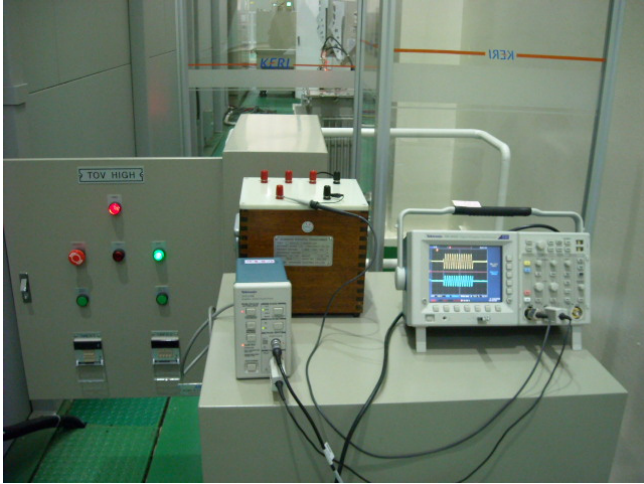
<그림 1> MOV 특성 곡선



<그림 2> 순간 과전압 IEC 규격

2.2 시험 설비구성 및 성능평가결과

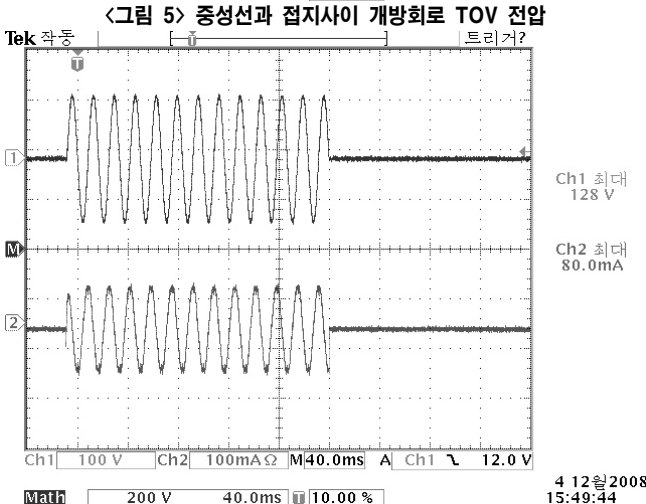
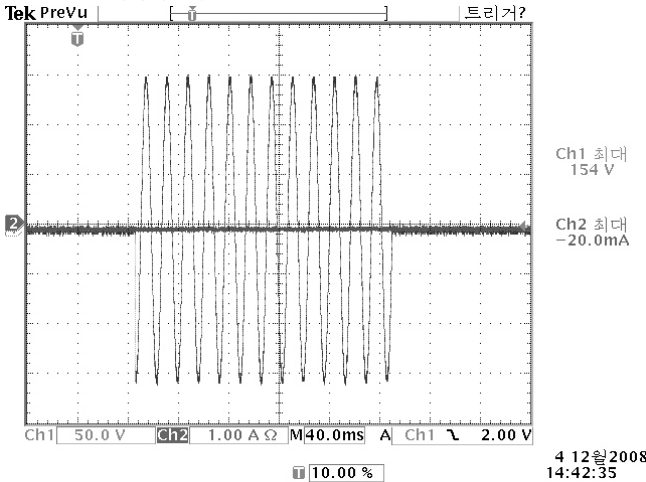
시험설비의 구성은 TOV용 1200V 단상 고압 승압 변압기와 380/220V 3상4선식 저압 변압기를 사용하였으며, IEC 61643-11의 2008년 CD 버전의 회로로 구성하였다. 분압기는 1200:110 을 사용하여 전압을 측정하였고, 전류는 100:1 변류기와 오실로스코프의 전압변환기를 사용하여 측정하였다.



<그림 3> TOV 시험 설비

2.2.1 TOV 시험설비 과전압 및 전류측정 결과

<그림 5>은 TOV 과전압 인가시 중성선과 접지선간의 개방회로 전압을 측정한 결과이다. 측정전압은 1188Vrms 이며 215ms로 측정되었다. <그림 6>은 중성선과 접지선을 단락시킨 상태에서 TOV 시험을 실시하여 측정된 전류로서 283Arms 값이 측정되었으며, 이때 전압은 988Vrms로 측정되었다.



<그림 6> 중성선과 접지사이 단락회로 전류

2.2.2 SPD 순간 과전압 시험

국내에서 판매하고 있는 10가지 종류의 SPD를 대상으로 순간과전압 시험을 실시한 결과 10가지 모두 단로기가 동작하거나 SPD가 폭발하였으며, 일부 단로기가 동작한 경우라도 불에 탄 흔적이 발견된 경우도 있었다.

3. 결 론

본 논문에서는 저압 서지보호기의 순간 과전압 시험 설비를 구축하여 IEC 61643-1의 고압 시스템의 고장에 의한 TOV 시험을 모의하였으며, 과전압과 단락전류 측정 하였다. 또한 시료를 직접 연결하여 시스템의 성능을 확인하였다. SPD의 안전성에 대한 성능 향상을 위해서는 주소자인 MOV의 성능 향상 보다는 MOV의 폭발을 방지할 수 있는 단로기나 퓨즈의 성능 향상 및 보호협조가 필수적이며 이에 따른 성능검증의 위한 실험이 이행 되어야 한다. IEC 국제 규격에 있는 TOV는 미국의 전형적인 전력 시스템을 가정하여 과전압 크기가 결정되었었다. 따라서 유럽과 아시아 국가들의 전력시스템은 순간 과전압의 크기는 각 국가의 전력 시스템의 특성에 따라 다르다. 또한 부하 변동 및 SPD의 설치 장소에 따라서 전압 변동은 다를 수 있다. 향후 우리나라 계통의 순간 과전압에 대한 SPD의 영향이 연구되어야 한다.

[참 고 문 헌]

- [1] Surge protective device connected to low-voltage power distribution system-Requirement and tests, IEC 61643-1, pp 93-97 2005.03
- [2] Components for low-voltage surge protective device- Specification for metal oxide varistors(MOV), pp 7-13, 2003.05
- [3] Protection against lightning-Electrical and electronic systems within structures, 2006.01
- [4] Amicucci, G.L, Fiamingo, F, Flisowski, Z, Lo Piparo, G.B, Mazzetti, C. "surge protective device for low voltage systems : practical approach for the protection distance evaluation", Power Tech, 2007 IEEE Lausanne, pp 778 - 782, 1-5 July 2007
- [5] Jinliang He, Zhiyong Yuan, Jing Xu, Shuiming Chen, Jun Zou, Rong Zeng, "Evaluation of the effective protection distance of low-voltage SPD to equipment", Power Delivery, IEEE Transactions on, Volume 20, Issue 1, pp123 - 130, Jan 2005