

# 전원용서지보호장치(Surge protective devices connected to low-voltage power systems)의 열안정성시험(Thermal stability test)의 방법 및 판단에 대한 고찰

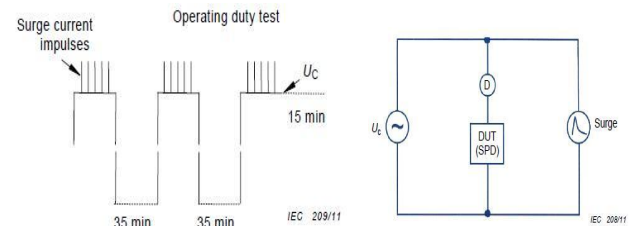
최길\*, 박신우\*, 임병배\*  
한국기계전기전자시험연구원\*

## The study of method and verification that Surge protective devices connected to low-voltage power systems of the thermal stability test

Gil Choi\*, Shin-Woo Park\*, Byung-Bae Lim\*  
Korean Testing Certification(KTC)\*

**Abstract** - 서지보호장치(Surge Protective Device)가 국내에 본격적으로 설치된 것은 산업화의 발전으로 인해 현장 전력시스템의 복잡성과 다양성 및 급격히 변화하고 있는 우리나라의 기후변화 때문일 것이다. 전원계통의 전원용서지보호장치(Power Systems Surge Protective Devices) 및 통신계통의 통신용서지보호장치(Telecommunication Surge Protective Devices)의 설치는 해마다 증가하고 있다. 이에 따른 제품개발도 급속도로 이루어지고 있으며, 과거 몇년 전만해도 서지보호장치에 대한 표준과 시험설비의 이해와 부족으로 인해 표준에 의한 제품검증이 어려웠으나 2013년 제정된 KS 표준(KS C IEC 61643-11)으로 상당수 제조사가 관련인증을 취득하고 있다. 이 논문에서는 KS표준에서 정의하고 있는 열안정성시험에 대한 방법과 결과판정 및 새로운 기준을 제시하고자 한다.

temperature conditions( SPD는 온도상승을 유발하는 동작책무시험 이후에 지정된 주위 온도 조건에서 지정된 최대연속사용전압을 가할 때 SPD의 온도가 시간에 따라 감소하는 열적 특성)으로 정의되며, 열안정성 시험은 8/20 μs 및/또는 10/350 μs의 서지과형으로 각 모드별 15회 서지인가 시험 후 동일시료로 시험을 해야 한다.



<그림 1> 동작책무시험 시간 흐름도 및 시험설비 회로구성도

### 1. 서론

IEC(KS C IEC) 61643-11:2012에 따른 시험항목중 전원용서지보호장치의 성능과 직결과 많은 시험항목중 가장 긴 시간의 시험시간이 투입되고, 장시간 시험자가 시험을 해야 하는 항목은 아마도 열안정성시험(Thermal Stability Test)일 것이다. 과거 IEC 61643-1 표준에서는 열폭주시험이라고 정의되었지만 개정된 IEC 61643-11:2012에서는 열안정성 시험으로 정의되고 있다. 서지보호장치라는 기본적인 성능에서는 동작책무시험(Operating Duty : 8/20 μs 및/또는 10/350 μs 과형의 서지인가시험)도 중요시하지만, 동작책무시험후 서지보호장치가 가져야 하는 열적 안정성은 현장에 설치되어 있는 서지보호장치로서는 서지보호기능 뿐만 아니라 이상전압상승에 의한 제2의 화재사고 예방이라는 측면에서 볼때 매우 중요한 성능이라고 볼 수 있다.

### 2.2.1 열안정성시험 설치 및 시료준비

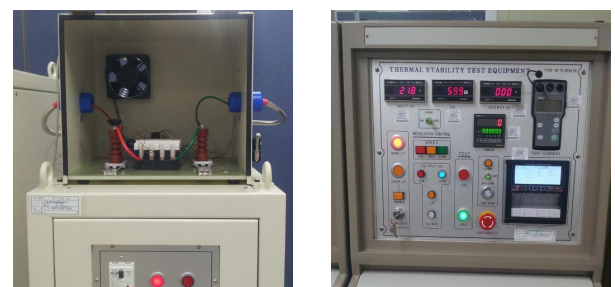
시험 절차는 2가지 SPD 설계에 대해서 시험방법을 나누어 정의됨. 첫째, SPD가 오직 전압 제한형 부품만 있는 경우 IEC(KS C IEC)61643-11:2012의 8.3.5.2의 a)항에 따르고, SPD가 전압 제한형 부품과 전압 스위칭형 부품을 모두 내장하고 있는 경우 b)항에 따른다. 시료준비는 서로 다른 비선형 소자들이 병렬로 연결된 SPD에 대한 시험은 SPD의 모든 각각의 전류 경로에 대해 시험한다. 이때 병렬로 연결된 경로는 차단하거나 분리한다. 같은 형식과 파라미터를 가지는 부품들이 병렬로 연결되는 경우에는 하나의 전류 경로로 시험한다. 전압 제한형 부품과 직렬로 연결되는 모든 전압스위칭형 부품은 시험 도중 용해되지 않을 정도의 지름을 가지는 동선이나 모형(dummy)에 의해 단락회로를 구성하여 연결한다.

### 2. 본론

#### 2.1 서지(Surge)의 특징 및 종류

서지는 일반적으로 전기/전자 회로나 계통에 있어서 순간적으로 발생하는 과도성 과전압 및 과전류라고 정의할 수 있으며 발생하는 장소와 조건에 따라 뇌서지(Lighting surge)와 개폐서지(Switching surge)로 구분될 수 있으며 뇌서지는 직격뇌, 간접뇌, 유도뇌로 나눌 수 있으며 거대하고 빠른 Transient(과도)현상과 매우 파괴적인 에너지 내량을 갖고 있는 것이 특징인 반면 개폐서지는 용접 등 아크와 단락, 대형모터의 On/Off, 엘리베이터 기동, PLC Controller기동, 커패시터 뱅크 개폐 등에서 발생하는 서지를 개폐서지라고 통상적으로 정의하고 있으며 주로 이는 반복되어 발생하는 측면에서 볼 때 노화로 이르는 반복적인 현상과 영구적인 피해를 야기하는 오작동의 피해를 가져올 수 있다.

### 2.2.2 시험설비 및 시험회로도



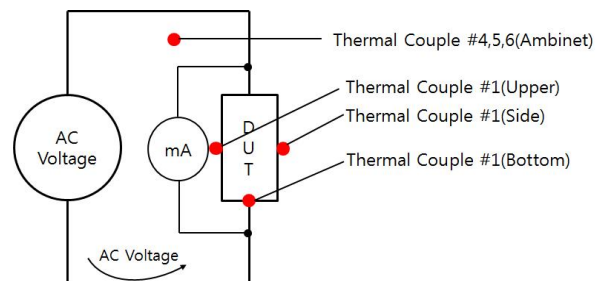
<그림 2> 열안정성시험설비

<표 1> 서지의 구분 및 특징

Sources	Characteristics
<b>뇌서지(Lighting)</b> · 직격뇌(Direct) · 간접뇌(Indirect) · 유도뇌(Induced)	· 거대하고 빠른 Transient 현상 · 매우파괴적인 에너지
<b>개폐서지(Switching)</b> · 커패시터 뱅크 개폐 · 용접 등 아크와 단락 · 대형모터의 On/Off · 엘리베이터기동 · PLC, Controller 기동	· 노화로 이르는 반복적인 현상 · 영구적인 피해를 야기하는 오작동

### 2.2 열안정성시험 개요

IEC 61643-11:2012에 따른 열안정성의 정의는 SPD is thermally stable if, after heating up during the operating duty test, its temperature decreases with time while energized at specified maximum continuous operating voltage and at specified ambient



<그림 3> 열안정성시험 간략 회로도

### 2.2.3 열 안전성 시험 절차

SPD소자가 전압제한형(MOV)소자로만 구성되어 있을 경우 IEC(KS C IEC)61643-11:2012 8.3.5.2항의 a)절차에 따라 시험은 2mA 실효값에서 시작하거나  $U_c$  전압을 인가할 때 누설전류가 2mA보다 크지 않다면  $U_c$  전압부터 시작한다. 전류값을 2mA 또는 전 시험전류의 5% 중 큰 값으로 단계적으로 증가한다. 각 단계는 열평형을 확보할 때까지 유지된다(가장 고열 지점에서 10분 이내에 2K 이하의 온도변화).

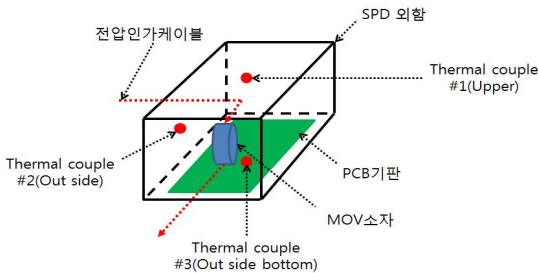
시험중 분리가 동작하거나, 시험 도중 SPD에 걸리는 전압이  $U_{REF}$  보다 낮아지면 전류의 공급은 중지되고 전압은  $U_{REF}$ 로 재인가하여 15분 동안 유지

### 2.3 열 안전성 시험 결과

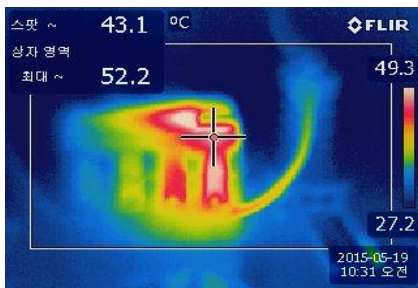
관련 표준 IEC(KS C IEC)61643-11:2012 에 따라 열안전성시험을 실시하였으며 시험결과를 아래와 같이 도출하였다.

#### 2.3.1 기존방식의 온도측정 시험결과

현재 시험방법과 동일하게 시료를 설치하고 온도측정을 그림과 같이 측정하였다.



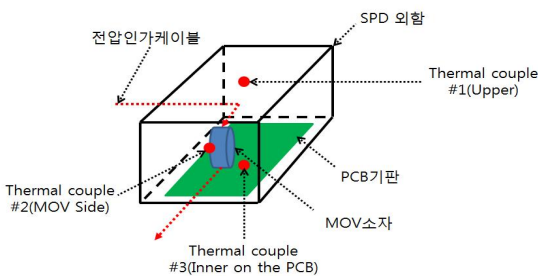
〈그림 4〉 열 안전성 시험 시 온도측정 위치(방법 A)



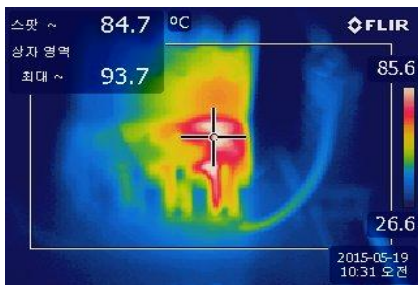
〈그림 5〉 열 안전성 시험 시 온도분포(시료의 외부)

#### 2.3.2 SPD 내부의 온도를 측정하는 시험 결과

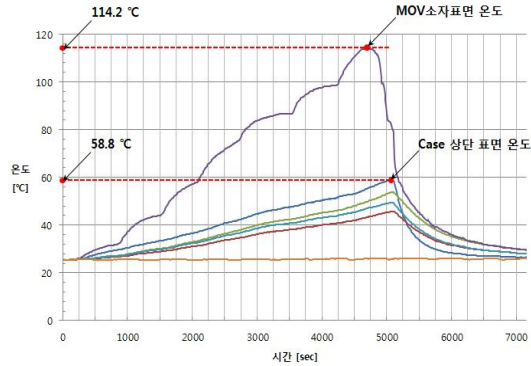
관련 표준에 의한 방식과 더불어 온도측정을 서지보호장치의 내부까지 측정하는 시험결과



〈그림 6〉 열 안전성 시험 시 온도측정 위치(방법 B)



〈그림 7〉 열 안전성 시험 시 온도분포(시료의 내부)



〈그림 8〉 온도분포 기록(시료의 내부 및 외부)

관련 표준에 따라 방법 A와 방법 B으로 시험한 결과 온도분포는 <그림 5>, <그림 7>에서 보는 바와 같이 온도분포는 영역은 큰 차이가 없게 나타났지만, 온도값에서는 큰 차이가 있음을 <그림 5>, <그림 7>, <그림 8>에서와 같이 알 수 있다. 특히, 방법 B로 측정된 결과 MOV 표면의 온도가 최고 114.2°C까지 측정됨을 알 수 있다.

표준에서는 열안전성 시험시 온도측정위치에 대한 정확한 내용이 기술되어 있지 않고, 외부에서 사람이 쉽게 접촉될 수 있는 사항을 고려하여 측정하고 있다. 만약 외부 표면만 온도측정을 할 경우 SPD의 내부의 온도변화에 따른 변화까지는 알 수 없기 때문에 열안전성시험시 오랜시간 동안 시험을 해야 하는 경우가 발생할 수 있다.

### 3. 결론

본 논문에서는 해당 표준(IEC(KS C IEC) 61643-11)에 따라 열안전성 시험에 대한 시험방법 및 기준에 대해 몇가지 제안하고자 한다.

첫째, 온도측정위치에 대해서 방법 A 및 방법 B로 시험한 것과 같이 온도측정위치를 시료의 외부와 내부범위까지 측정하였다.

둘째, 열안전성시험에서 온도에 대한 판단 시험기준이 명시되어 있지만, 방법 B에 따라 시험한 바와 같이 외부와 내부의 온도차는 명확히 큰 차이가 있기 때문에 내부온도에 대해서도 최고온도에 대한 기준이 개정되어야 한다고 사료된다.

셋째, 해당 표준에 내부분리가 개방된 후 5분 뒤의 온도를 측정하여 옥외용 120K(옥내용 80K)이하이면 통과한 것으로 판단되지만, 이와 더불어 시험중 내부의 온도가 110도 이상으로 될 경우에는 시험을 중단하고 시험불가로 판단해야 된다고 사료된다.

### [참 고 문 헌]

- [1] 이시이 마사루, “알기 쉬운 뇌대책의 기본 및 기술”, P66~70, 2013
- [2] 강무성, 권일혁, “저압배전계통에서 서지보호장치 적용기술”, 대한전기학회 전기설비부문화 추계학술대회, P81~82, 2011
- [3] 이상익, 신성수, “서지보호장치(SPD)설치현장 실태 조사”, 대한전기학회 춘계학술대회, P241~242, 2012