

서지보호장치(SPD)의 선정 및 적용(2)

이기홍 <토지주택연구원 건설환경연구실 수석연구원>

지난 호까지는 SPD를 선정하고 적용하기 위한 기본 원칙들을 살펴보았습니다. 이번 호에는 저압 배전시스템에 설치하는 전원용 SPD의 선정 및 적용에 관한 기술들을 소개합니다.

표 1. 전원용 SPD의 규격치

SPD 형식			Class I	Class II	Class III
임펄스 전류	I_{imp}	I_{peak} (kA)	2, 10, 12, 5, 20, 25	-	-
공칭방전 전류	8/20	I_n (kA)	5, 10, 20	1, 2.5, 10, 20	-
개방회로 전압	컴비네이션	U_{oc} (kV)	-	-	2, 4, 10, 20
최대연속 사용전압	50/60 Hz	U_c (V)	110, 130, 230, 240, 420, 440		
전압보호 레벨	1.2/50	U_p (kV)	4.0, 2.5	2.5, 1.5	1.5

1. 전원용 SPD의 일반적 사양

1.1 저압배전시스템용 SPD

저압배전시스템에 사용하는 SPD의 종류, 구성, 분류, 장치의 특징, SPD의 Class와 그 설치장소, 에너지협조, SPD의 제한전압 등은 KSC IEC 61643-11과 KSC IEC 61643-12등에서 규정하고 있다.

저압배전시스템에 적용하는 SPD는 KSC IEC61643-11에서 다음 5가지 항목의 성능에 대해서 각종 표준정격치를 규정하고 있다. 교류 100V, 200V, 400V의 배전시스템에서 사용하는 대표적인 SPD의 규격치는 표 1과 같다.

일반적으로 200V 계통 및 400V 계통에 사용되는 Class I 시험 및 Class II 시험에 적용되는 대표적인 SPD 규격 치를 표 2에 나타내었다. 각 성능의 규격치는 사용 장소에 따라서 각각의 규격 치를 선택하여 적용한다.

표 2. SPD의 대표적 사양

특성항목	규격치							
	최대연속사용전압(V): U_c	52	110	220	440			
전압보호레벨(kV): U_p	0.8	1.5	2.5	4.0	6.0			
공칭방전전류(kA): (I_n)	1	3	5	10	20			
전류파고치 (kA): I_{peak}	직격용		1	3	5	10	20	
	유도용		0.1	0.5	1	3	5	10

2. SPD의 특성 및 선정방법과 설치

SPD를 설치하는 데 필요한 SPD의 대표적인 특징 및 유의할 특성들은 다음과 같다.

2.1 SPD의 제한전압(가스 방전관, MOV)

SPD의 제한전압이라는 것은 SPD 방전 중에 과전압이 제한되어 양 단자간에 잔류하는 임펄스전압으로서 방전전류의 파고치 및 파형에 의해 결정된다.

가스방전관 SPD의 경우 제한전압(U_p) (전압보호레벨)를 결정하는 전압은 E_a 의 값을 고려해야 한다. 제한전압의 규정치는 파고치(그림 1의 E_a)로서 표시한다.

(그림 1에서 e_a 는 파형 전체를 표시하고, E_a 는 그 최대치를 표시한다.)

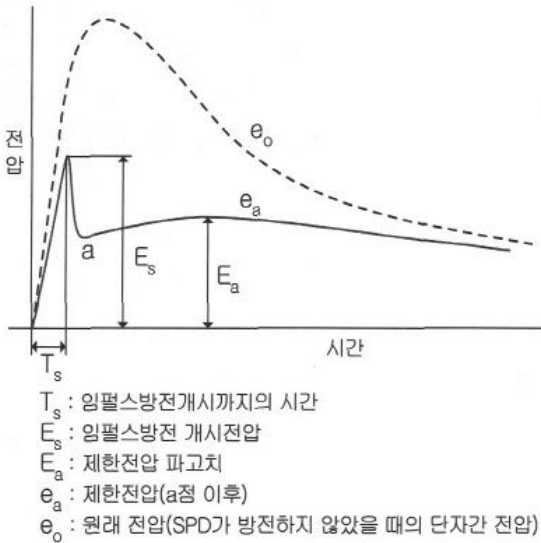


그림 1. 제한전압

2.2 SPD의 속류(에어갭, 가스방전관의 속류)

전압스위칭형 SPD는 뇌서지에 의해 한번 방전하면 단자간 전압이 수십 볼트의 정전압특성이 되기 때문에 SPD에 상시전압이 계속 전압이 공급되어 있으면 SPD의 재 점호(点弧)전압이 낮아져 SPD에 전류가 계속 흐르게 된다. 이 현상을 속류라 한다.

전원이 직류일 때는 전원전압이 에어갭이나 가스

방전관의 아크전압보다 높고 또 아크유지전류보다 큰 전류가 흐르면 방전이 계속된다. 전원이 교류일 때에는 뇌서지로 방전하였을 때의 반파는 직류일 때와 같은 현상이 일어나기 때문에 그 때만 속류가 발생한다. 교류에서는 전압, 전류가 0이 되는 부분이 있기 때문에 그 점 부근에서 일단 방전은 정지한다. 그 후 다음 후반의 전압이 상승해갈 때 에어갭이나 가스방전관의 절연이 충분히 회복되어 있으면 속류는 차단되지만 앞의 반파 방전전류가 크고 전극이 가열되어 있으며, 또 전극간극(갭) 속에 대량의 이온이 잔류해 있으면 재차 방전이 발생(再点弧)하여 속류가 계속해서 흐르게 된다. 최근 Class I 제품은 가스방전관을 직렬로 다수 접속해서 아크전압을 높이거나 에어갭의 방전로를 최대한 길게 하고, 가스발생 시켜 아크전압을 높게 함으로써 속류나 재 점호가 일어나지 않도록 하고 있다.

2.3 SPD의 에너지 협조

SPD의 임펄스보호레벨은 피보호기기의 임펄스내전압 및 시스템에 있어서 절연협조에 의한 요구를 만족시켜야 한다. 더구나 여러 개의 SPD가 설치된 경우는 SPD간의 에너지협조를 필요로 한다. 이때 SPD의 종류와 특성, SPD간의 배선길이 또는 감결합소자의 추가, 침입하는 뇌서지의 특성 등이 검토되어야 한다.

2.4 저압배전시스템용 SPD선정방법 및 설치방법

SPD의 선정은 그림 2에 나타난 순서로 한다. 이때 선정조건들은 다음과 같다.

2.4.1 SPD의 설치 위치

IEC 60364-5-53의 534.2.1에서 "SPD를 주 분

전반내에 설치하여야 한다.”라고 규정하고 있다. LPZ에 따라서 SPD를 선정한다.

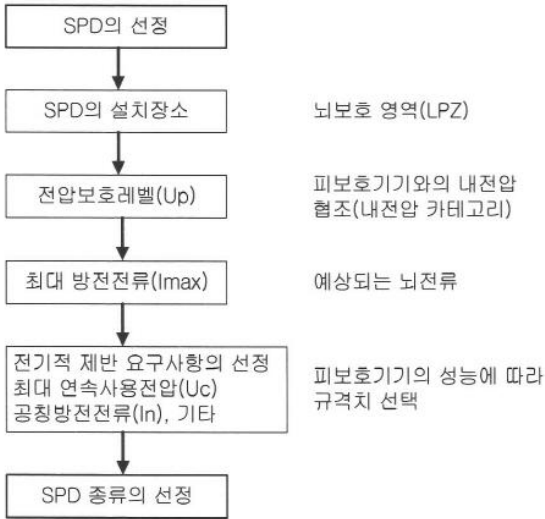


그림 2. SPD의 선정 절차

2.4.2 전압보호레벨(Up)의 선정

IEC 60364-5-53의 534.2.1에서는 “SPD의 보호레벨 U_p 는 IEC 60364-4-44의 표 44B의 내임펄스카테고리에 의해서 선정되어야 한다.”라고 규정하고 있다.

한편 기기의 필요한 정격임펄스 내전압은 IEC 60364-4-44의 표 44B(표 3)에서 부하기기는 내 임펄스카테고리 II로 규정되어 있으며, 필요한 임펄스 내전압은 단상일 경우 1.5kV, 3상일 경우에는 2.5kV. 배전반은 임펄스 카테고리 IV가 되며, 필요한 임펄스 내전압은 단상 4kV, 3상 6kV가 된다. SPD의 보호레벨(U_p)는 이와 같은 값 이하로 하여야 한다.

2.4.3 최대연속사용전압(Uc)의 선정

IEC 60364-5-53의 534.2.3.2에서는 표 4와 같

표 3. IEC 60364의 표 44.B(기기에 요구되는 내전압)

Nominal voltage of the installation ^a V		Required impulse withstand voltage for kV ^c			
Three-phase systems ^b	Single-phase systems with middle point	Equipment at the origin of the installation (overvoltage category IV)	Equipment of distribution and final circuits (overvoltage category III)	Appliances and current-using equipment (overvoltage category II)	Specially protected equipment (overvoltage category I)
–	120-240	4	2,5	1,5	0,8
230/400 ^b 277/480 ^b	–	6	4	2,5	1,5
400/690	–	8	6	4	2,5
1 000	–	12	8	6	4

^a According to IEC 60038.

^b In Canada and USA, for voltages to earth higher than 300 V, the impulse withstand voltage corresponding to the next highest voltage in column one applies.

^c This impulse withstand voltage is applied between live conductors and PE.

표 4. IEC 60364-5-53의 표 53B(접지계통별 SPD의 최대 연속 사용전압(U_c))

SPDs connected between	System configuration of distribution network				
	TT	TN-C	TN-S	IT with distributed neutral	IT without distributed neutral
line conductor and neutral conductor	$1,1 U_0$	NA	$1,1 U_0$	$1,1 U_0$	NA
each line conductor and PE conductor	$1,1 U_0$	NA	$1,1 U_0$	$\sqrt{3} U_0^a$	Line-to-line voltage ^a
neutral conductor and PE conductor	U_0^a	NA	U_0^a	U_0^a	NA
each line conductor and PEN conductor	NA	$1,1 U_0$	NA	NA	NA

NA: not applicable
 NOTE 1 U_0 is the line-to-neutral voltage of the low-voltage system.
 NOTE 2 This table is based on IEC 61643-1 amendment 1.
^a These values are related to worst case fault conditions, therefore the tolerance of 10 % is not taken into account.

이 “SPD의 최대연속사용전압 U_c 는 표 53B에 나타낸 값과 동등 이상이 것으로 하여야 한다.”라고 규정하고 있다.

국내의 배전계통은 TT계통 또는 TN-S계통이 사용되고 있으며 220V/380V가 주류를 이루고 있다. IEC 60364-5-53에서는 L-N 사이 및 L-PE사이는 $1,1 U_0$ 로 규정하고 있지만, 일시적 과전압(TOV)를 고려해서 최대연속사용전압 U_c 를 선정하는 것이 필요하다.

[다음호에 이어서 계속 연재합니다.]

참 고 문 헌

[1] 黒泥秀行, 木島 均, 最新の雷サージ防護システム設計, 2006.

◇ 저 자 소 개 ◇



이기홍 (李起弘)

1962년 11월 17일생. 1988년 충남대 공대 전기공학과 졸업. 1990년 충남대 대학원 전기공학과 졸업(석사). 2001년 충남대 대학원 전기공학과 졸업(박사). 1992년~현재 한국토지주택공사 토지주택연구원 수석연구원. 한국조명·전기설비학회 국제이사. IEC TC 81, MT 8 국제전문위원(Member). IEC TC 37 국내전문위원회 위원장. IEC TC 64 & 81 국내전문위원. APL(아시아태평양 낙뢰설비컨퍼런스) 한국위원장. APEI(아시아태평양 전기설비컨퍼런스) 한국위원장.
 E-mail : lkh21@lh.or.kr