

KATS 기술보고서

저압 서지보호장치(SPD)의 주요현안 및 표준화 동향



본 자료는 산업통상자원부 기술표준원 홈페이지(www.kats.go.kr)에서 보실 수 있습니다



KATS

Korean Agency for Technology and Standards

4	SPD 개요
5	서지보호장치 관련 주요구성
10	저압 서지보호장치의 국내외 현황 및 시험·인증
11	최신 국제 기술 동향 및 표준화 동향
15	시사점 및 대응방안
15	참고 자료

KATS 기술보고서의 저작권은 기술표준원에 있습니다.
본 기술보고서를 인용하거나 발췌하실려면 아래의 연락처로 연락 주십시오.

- 발 간 : 기술표준원 표준기획과
- 연락처 : 02-509-7258~61 (직통 02-503-7948)



산업통상자원부 기술표준원
Korean Agency for Technology and Standards
427-716 경기도 과천시 교육원길 98
TEL 02.509.7258-61

작성 한국전기연구원 김용성 선임연구원
(031-8040-4427, sungkim@keri.re.kr)

감수 기술표준원 신산업표준과 남택주 연구관
(02-509-7297, tjnam@korea.kr)

CONTENTS

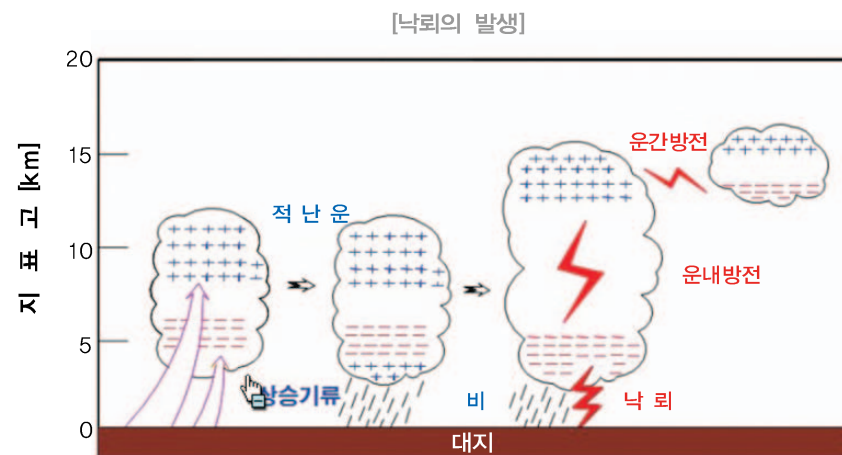
4	I. SPD 개요
5	II. 서지보호장치 관련 주요구성
5	1. 서지보호부품
8	2. 분리기
8	3. 분리기 상태 표시기
10	III. 저압 서지보호장치의 국내외 현황 및 시험·인증
11	IV. 최신 국제 기술 동향 및 표준화 동향
11	1. 저압 서지보호장치 TC37A 분야 국제표준기구 조직도
12	2. 저압 서지보호분야 IEC 표준 현황
13	3. 주요 현안 사항(기술적 쟁점)
13	3.1 태양광용 SPD 표준
14	3.2 표준 전문가 그룹별 표준화 영역과 역할 분담
15	V. 시사점 및 대응방안
15	VI. 참고 자료



I. SPD 개요

I. SPD 개요

최근 수년 동안 지구 온난화 현상 때문에 대기에 수증기가 증가하여 국지적으로 큰 비구름(적란운: 썸비구름·소나기구름)이 발달되고 있다. 특히 한반도의 경우 북태평양고기압 가장자리에 위치하여 내륙의 차가운 공기와 남쪽의 따뜻한 공기가 만나는 지형학적 특징이 있다. 특히 6월부터 시작되는 여름철 장마기간과 8월~9월에 적란운 발생 빈도가 높으며 대부분 낙뢰를 동반하고 있다. 적란운은 <그림 1>과 같이 수직으로 수십 km까지 발달되며 낙뢰는 갈수록 잦아지고 또 강해지고 있다. 1988~1997년 10년과 2002~2011년 10년을 분석한 결과에 따르면 낙뢰는 177만 건에서 485만 건으로 빈도수가 증가하고 있으며 낙뢰의 크기를 나타내는 전류 평균값도 6.9kA에서 21.6kA로 큰 폭으로 증가했다. 특히 200kA를 초과하는 대형 낙뢰는 전체에서 차지하는 비중이 2011년에는 4.7%나 차지했다. 더욱이 IT 정보통신기기 및 스마트그리드기기들은 낙뢰의 영향에 취약하며 최근 여러 가지 낙뢰보호기술들이 적용되고 있다.



(그림 1 낙뢰의 발생)

II. 서지보호장치 관련 주요구성

II. 서지보호장치 관련 주요구성

전력계통에 적용되는 낙뢰 보호기술의 주요 고려사항은 고압 피뢰기, 피뢰침, 인하도선, 접지시스템, 본딩(bonding), SPD(surge protective device : 서지보호장치) 및 시공방법(Application) 등이 있다. 과거의 건축물들은 일본의 전력계통 및 접지시스템을 참고하여 TT계통(개별 접지: 1종, 2종, 3종, 특3종)을 사용하는 반면에 최근에 건설되고 있는 건물들은 IEC 표준에 따라 TN계통(공통 접지)으로 시공하고 있어서 접지시스템은 과거에 비해 우수하다. 이 중에서 SPD가 차지하는 비중은 약 10% 정도 밖에는 되지 않지만 최종 전력 시스템 및 기기를 보호한다는 관점에서 일반 소비자가 경험하는 SPD의 가치는 높을 수밖에 없다.

저압 서지보호장치의 주요 구성은 크게 3가지 부품으로 구분된다.

1. 서지보호부품

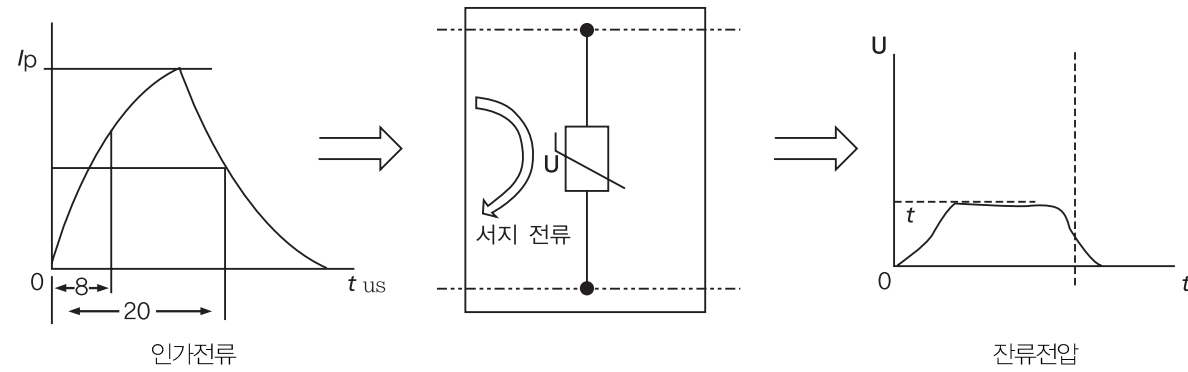
서지보호대상인 전력 시스템 또는 기기를 보호 하기위해 서지 전류를 대지로 방전시키거나 계통으로 귀로시켜 보호하는 기능을 한다. 서지보호부품은 현재까지 크게 2가지 부품이 사용된다. 표준에서 구분은 전압제한형부품과 스위칭 부품으로 구분한다.

- MOV(Metal oxide varistors) : 전압제한형부품 중 가장 널리 사용되는 부품이다. 소형부터 40kA(8/20 μ s기준) 까지 대용량 서지보호부품에 해당되며 10kA 또는 20 kA 제품이 많이 보편화되어있다. 용량이 아주 큰 부품도 개발되고 있으나 기술적 요구가 발생하지 않기 때문에 많이 사용하는 편은 아니다. 주로 AC 또는 DC 전원용 서지보호장치에 사용되며 속류가 거의 발생하지 않아서 활성 전원 상간 또는 상과대지 간에 사용할 수 있는 장점이 있다. MOV 단일 부품에 대한 표준은 IEC 61643-31에 따라서 성능을 평가하고 있으며 소용량 MOV는 국내에서 일부 생산하고 있으나 용량이 큰 MOV는 거의 대부분은 수입하고 있으며 국내 SPD 제조사들은 이러한 부품들을 조립하여 완제품 형태로 생산하고 있다.



(그림 2 일반적인 MOV 제품-용량 In 20kA)

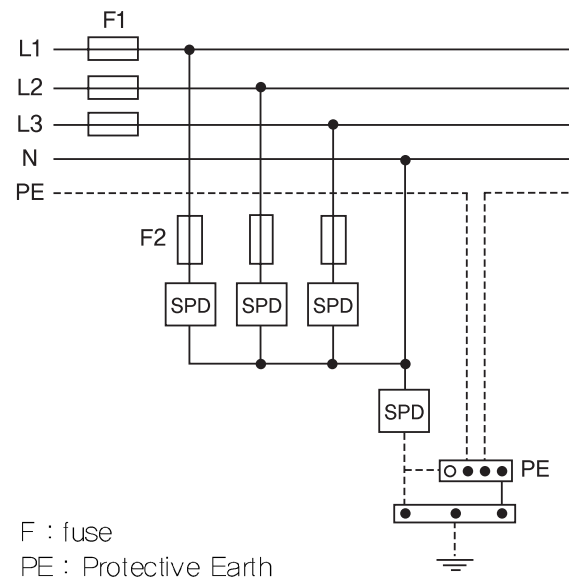
II. 서지보호장치 관련 주요구성



(그림 3 MOV의 성능 특성)

비고 - 속류(flow current) : 임펄스 전류가 흐른 후 AC 계통 전류가 뒤이어 계속 흐르는 전류, 속류 차단능력이 없으면 계통의 지락사고 또는 단락사고의 원인이 될 수 있음

- 가스방전관 GDT(Gas discharge tubes) : 스위칭부품 중에서 가장 널리 사용되는 부품이다. 소용량 부터 대용량 까지 다양하며 MOV보다 큰 대용량에 사용되는 곳에도 사용된다. MOV와 비교하여 서지 전류를 대부분 대지로 귀로시켜 잔류전압 소멸 시간이 짧다. 단점으로 서지전류가 방전되는 과정에서 방전초기에 스파크오버전압이 발생되어 서지잔류전압을 높이는 현상이 있으며 속류가 매우 크며 제품의 성능별 속류차단 능력에 따라 계통의 안전성에 영향을 미칠 수 있다. 이러한 이유 때문에 활선상태의 상간 또는 상과대지 간에 거의 사용되지 않는다.



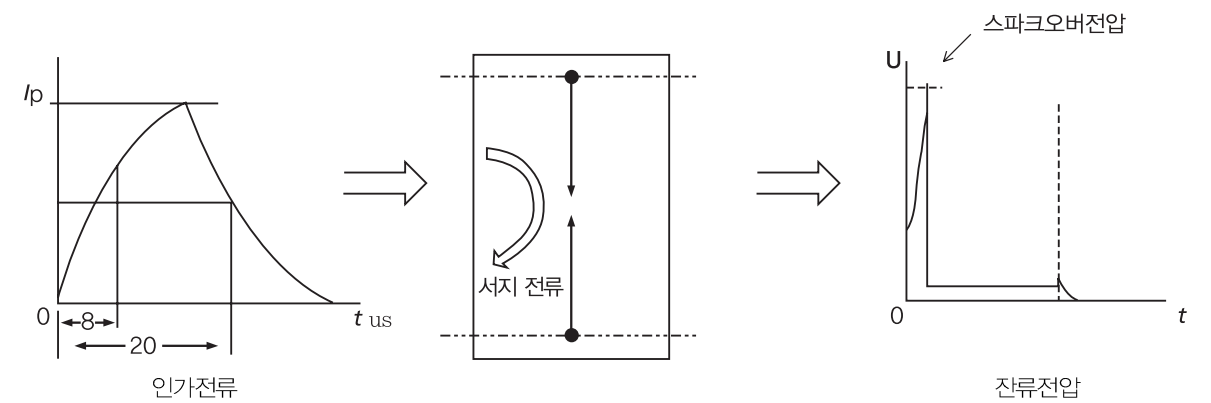
(그림 4 접지 시스템의 CT2 결선 방식)

II. 서지보호장치 관련 주요구성

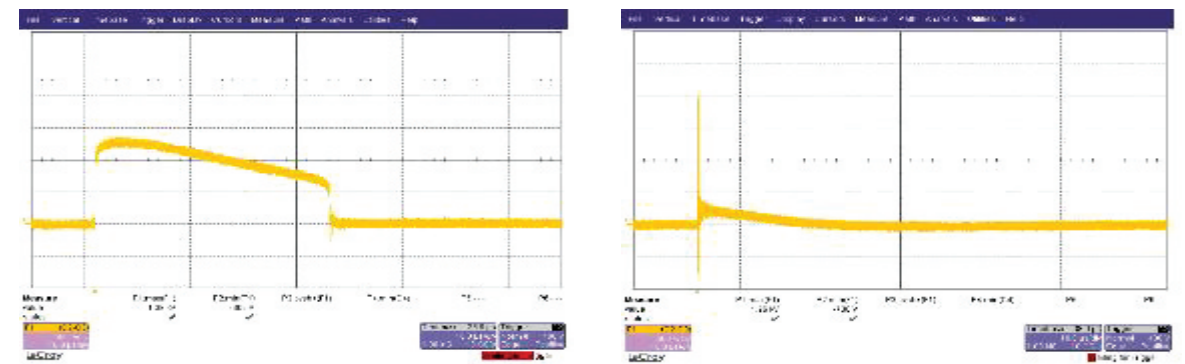
가스방전관이 가장 유용하게 사용되는 설치 장소는 접지 시스템의 CT2 결선 방식으로 사용되는 경우 (그림 4 참조) 중성선과 접지(N-G)에 사용되면 속류에 대한 염려가 없으면서 대용량으로 사용가능하기 때문에 많이 사용되고 있으며 순간과전압(Temporary over voltage)에 대한 내성이 우수하다.



(그림 5 일반적인 GDT 제품- 용량 In 20kA)



(그림 6 GDT의 성능 특성)



(그림 7 실제 측정된 각 부품종류별 잔류전압 측정)

II. 서지보호장치 관련 주요구성

- 이외 기타 서지보호부품으로 ABD (Avalanche Breakdown Diode : IEC 61643-321)와 TSS(Thyristor Surge Suppressors : IEC 61643-341) 등이 사용되고 있다.

2. 분리기(disconnector)

서지보호부품의 열화로 인한 내부단락 또는 서지보호부품을 포함한 내부회로에 이상이 생겼을 때 전력계 통과 서지보호회로를 분리하는 기능을 한다. 분리기는 크게 두 가지 종류로 나뉘어진다. 서지보호부품이 열적 안정성을 확보하지 못하는 경우 열에 의해 동작되는 열 퓨즈(Thermal fuse)와 과전류를 감지하여 회로를 차단시키는 차단기가 있다. SPD는 열과 AC 과전류에 대한 보호가 동시에 이루어져야 하며 각각의 용도에 맞게 기능을 갖추고 있다.

- 열 퓨즈는 서지보호장치의 내부에 서지보호부품과 같이 연동하여 장착되며 MOV와 같이 열적 안정성을 확보하지 못하여 열 폭주가 발생하는 부품에 사용된다. MOV는 특성상 사용 기간이 늘어남에 따라 누설전류가 증가하게 되면서 과도한 열을 발생시키며 최종에는 열 폭주로 이어지는데 이를 방지하는 목적으로 사용되며 GDT와 같은 스위칭부품에는 열 퓨즈가 적용되지 않는다.
- 차단기는 서지보호장치가 내부에서 단락이 되는 경우 계통의 지락사고 또는 단락사고를 방지하기 위해서 주로 서지보호장치 외부에 SPD와 직렬로 설치 한다. SPD가 내부적으로 단락전류에 대한 보호성능이 없는 경우가 대부분이기 때문에 별도의 외부 차단기를 사용하는 경우가 일반적이다. 따라서 SPD제조자가 외부 차단기에 대한 설치와 사용에 대한 정보를 SPD사용자에게 제공할 것을 IEC와 KS표준에서 언급하고 있다.

3. 분리기 상태 표시기(Indicator)

분리기의 상태를 나타내는 부품이다. 분리기의 상태 정보를 사용자에게 제공하여 제품의 이상 유무를 알 수 있다. 주로 내부 분리기의 상태를 표시 하며 열 퓨즈의 동작 상태를 나타내는 것이 대부분이다. SPD의 외함을 금속 박스 형태로 만드는 경우 주로 LED 램프를 사용하는 경우가 많고 외함이 수지 계열의 딘 레일(Din rail) 형태는 퓨즈가 기계적으로 작동하면서 색상으로 상태를 표시하는 경우가 많다. 최근에는 동작 상태를 원격으로 모니터링 하기 위해서 별도의 회로를 구성하거나 서지(Surge)의 횟수를 관측하기 위한 카운터를 내장한 SPD가 선보이고 있다.

II. 서지보호장치 관련 주요구성



딘 레일(Din rail)형식의 SPD(기계적 색상표시)



금속외함 형식의 SPD(LED 램프사용)

(그림 8 외형 형식에 따른 상태 표시기 종류)



Ⅲ. 저압 서지보호장치의 국내외 현황 및 시험·인증

Ⅲ. 저압 서지보호장치의 국내외 현황 및 시험·인증

서지 보호장치 기술은 2000년 초반부터 적용되기 시작하였다. 국내 초기 SPD는 IEC 또는 KS의 표준에 따라 기술 개발을 하기 보다는 최종 사용자의 기술 시방에 따라 제작되었다. 2000년도 후반까지 기업 간 서지 용량에 대한 과열 경쟁으로 안정성을 고려하지 않은 제품들이 출시되었다. 단편적인 예로 20 kA 단일 부품을 병렬로 10개를 연결하여 200kA 제품으로 성능평가 검증도 하지 않은 제품들이 시장에서 유통되었으나 현재는 KS인증 및 CB국제 인증을 통하여 제품의 정확한 정격 사양으로 성능평가를 하고 있으며 동시에 KS C IEC 61643-11에 따라 안정성 평가도 같이 이루어지고 있다.



I 등급 전원용 서지보호장치 성능평가용



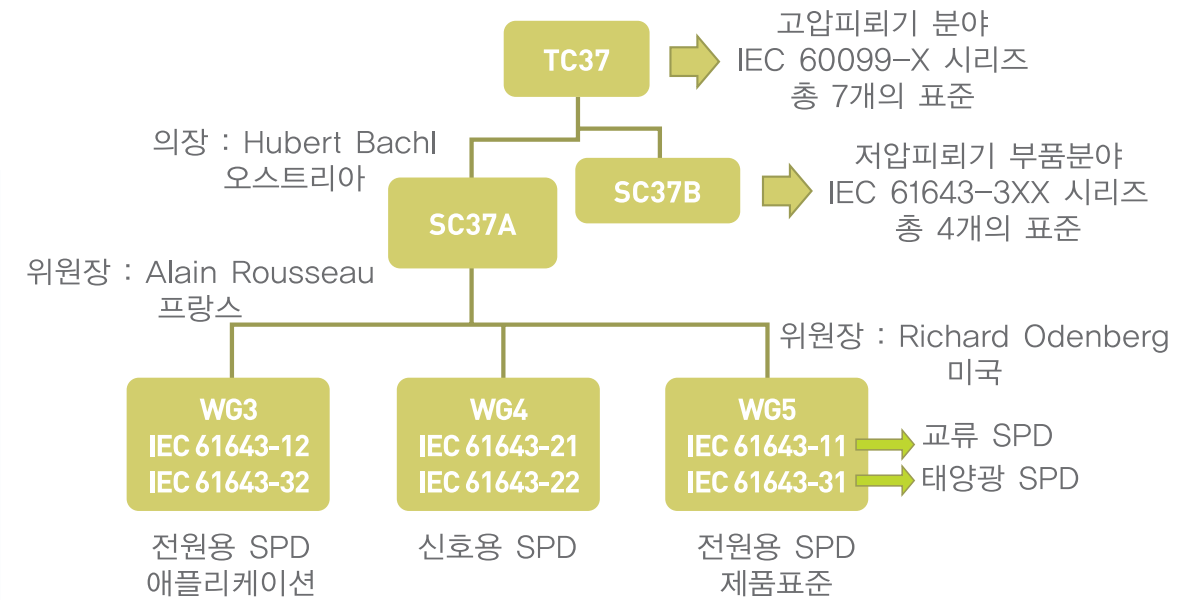
II 등급 전원용 서지보호장치 성능평가용

[그림 9 저압 서지보호장치 시험 설비]

Ⅳ. 최신 국제 기술 동향 및 표준화 동향

Ⅳ. 최신 국제 기술 동향 및 표준화 동향

1. 저압 서지보호장치 TC37A 분야 국제표준기구 조직도



IV. 최신 국제 기술 동향 및 표준화 동향

2. 저압 서지보호분야 IEC 표준 현황

표준 번호	표준명
IEC 61643-11 Ed. 1.0	Low-voltage surge protective devices – Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems – Requirements and test methods
IEC 61643-12 Ed. 2.0	Low-voltage surge protective devices – Part 12: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Selection and application principles
IEC 61643-21 Amd.1 Ed. 1.0	Amendment 1 – Low voltage surge protective devices – Part 21: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks – Performance requirements and testing methods
IEC 61643-21 Ed. 1.1	Low voltage surge protective devices – Part 21: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks – Performance requirements and testing methods
IEC 61643-22 Ed. 1.0	Low-voltage surge protective devices – Part 22: Surge protective devices connected to telecommunications and signalling networks – Selection and application principles
IEC 61643-311 Ed. 2.0	Components for low-voltage surge protective devices – Part 311: Performance requirements and test circuits for gas discharge tubes (GDT)
IEC 61643-312 Ed. 1.0	Components for low-voltage surge protective devices – Part 312: Selection and application principles for gas discharge tubes
IEC 61643-321 Ed. 1.0	Components for low-voltage surge protective devices – Part 321: Specifications for avalanche breakdown diode (ABD)
IEC 61643-331 Ed. 1.0	Components for low-voltage surge protective devices – Part 331: Specification for metal oxide varistors (MOV)
IEC 61643-341 Ed. 1.0	Components for low-voltage surge protective devices – Part 341: Specification for thyristor surge suppressors (TSS)

현재 TC37A WG3에서 진행 중인 과제 및 Agenda 현황

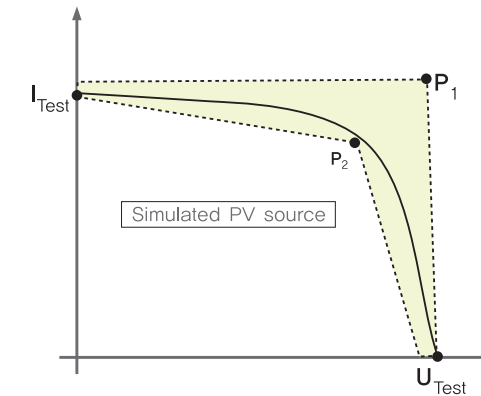
TF11 (active)	Table for U_w values for typical equipment + resistivity of equipment
TF12 (active)	Surge rating for CBs if possible
TF13 (active)	Resolve potential conflicts between 62305-4 and 61643-12
TF14 Disbanded	Check if 61643-12 covers adequately outdoor out of reach SPDs
TF15 (active)	Check what to change to 61643-12 to incorporate Ed1 of 61643-11
TF16 (active)	Incorporating TOV tables coming from 61643-11 and additional values from other countries
TF17 (active)	Multi-component SPD design, tests and application

IV. 최신 국제 기술 동향 및 표준화 동향

3. 주요 현안 사항(기술적 쟁점)

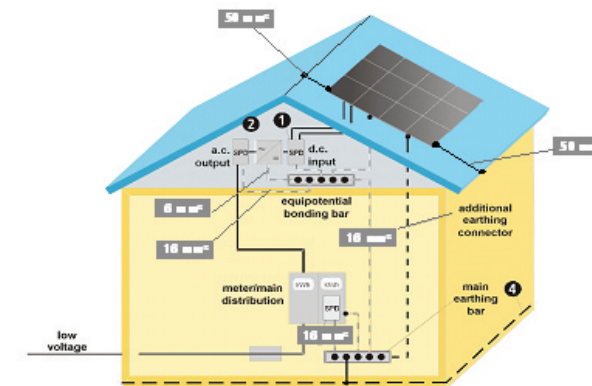
3.1 태양광용 SPD 표준

IEC 61643-1:2005 표준에서는 적용범위로 AC 전원용 SPD와 DC 전원용 SPD를 같은 표준에서 다루었으나 최근에 DC 전력에 대한 수요가 높아지면서 별도의 DC 전원용 SPD에 대한 표준제정을 추진하고 있다. 현재 AC 전원용 SPD는 IEC 61643-11:2011을 적용하고 있으며 2014년에는 DC 태양광용 전원에 대한 SPD 표준이 제정될 예정이다. 표준 번호는 IEC 61643-31과 IEC 61643-32로 결정되었다. 주요 기술 쟁점 사항은 태양광 전원의 DC 특성은 일반 직류전원과 다르게 <그림 10>과 같은 특징이 있으며 SPD의 시험에서 동등 성능 이상의 DC전원을 사용하는 것을 권고하고 있다. 만약 일반 DC 전원을 사용한다면 정격 용량의 5배가 큰 전원용량을 사용하는 것으로 결정하였다.



(그림 10 태양광 전압 전류 특성 곡선)

주요 결정 사항 중 <그림 11>과 같이 서지보호기의 설치 위치 및 각 인하도선 굵기를 결정하였으며 별도의 추가적인 접지선이 PV까지 연결되어야 하는 것으로 결정하였다. 유럽의 경우 태양광 보급이 소형 주택 위주로 보급되어 있으며 낙뢰에 대한 피해가 해마다 증가하고 있다. 해외에 비해 국내의 태양광 보급은 아직 미비한 수준이고 낙뢰에 대한 피해가 구체적으로 조사되고 있지 않지만 앞으로 국내 보급도 증가할 것으로 예상되며 낙뢰 피해로부터 보호기술 연구도 활발히 이루어져야 한다.



(그림 11 태양광용 SPD의 설치 및 적용)

IV. 최신 국제 기술 동향 및 표준화 동향

3.2 표준 전문가 그룹별 표준화 영역과 역할 분담

2012년 스위스 제네바에서 IEC AJWG(Joint Working Group: IEC AJWG/37A/64/81)를 개최하였다. 각 3개의 TC는 낙뢰 보호기술 분야에서 서로의 기술 분야가 중복되거나 상충되지 않도록 해야하는 상호 협력적이어야 한다. TC간의 교류가 미흡하다 보니 표준 영역이 중복되고 있어 이와 같은 워킹그룹을 조직 하게 되었다. AJWG에서 <표1>과 같이 최종 업무 분장에 합의 하였고 앞으로 계속해서 상호 문제가 생길 수 있는 부분들을 조정하기로 하였다. 아래와 같이 영역을 구분하였음에도 불구하고 여전히 기술 중복에 대한 잠재적 문제점을 가지고 있으며 일부분야는 명확하게 나눌 수 없는 분야도 존재한다.

(표 1 TC37A, TC64 및 TC81의 표준화 영역)

주제	세부 사항	전문가	적용	표준 제정
낙뢰에 대한 위험 관리와 예측되는 위험 레벨	일반 요구사항	TC81	TC81	TC81
	전기 설비	TC81	TC64	TC64
서지 보호 서지보호장치 (SPD)	제품	SC37A	SC37A	SC37A
	제품 설치의 기본	SC37A	SC37A	SC37A
	제품 선택(Selection) 및 설치방법	SC37A	TC64	TC64
낙뢰보호시스템이 고려되지 않는 시스템	건축물의 접지 배열 및 기구 분당	TC64	TC64	TC64
낙뢰보호시스템이 고려된 시스템	낙뢰보호시스템(LPS) 제품	TC81	TC81	TC81
	건축물의 접지 배열 및 기구 분당	TC81	TC64	TC64
낙뢰 이론 및 모의		TC81	TC81	TC81
인체에 대한 생리학적 영향	상용 전류	TC64	TC64	TC64
	낙뢰 전류	TC64	TC81	TC64
전자기 적합성	낙뢰에 대한 전자기 임펄스 위험 완화	TC81	TC64	TC64
	스위칭 임펄스	TC64	TC64	TC64
	전자기 방해 (EMI)	TC77	TC64	TC64

※ IEC TC64 : 전기설비 분야 국제 기술전문위원회, IEC TC81 : 피뢰 설비 분야 국제 기술전문위원회, IEC TC37A : 저압 서지보호기 분야 국제 기술전문위원회

V. 시사점 및 대응방안 · VI. 참고 자료

V. 시사점 및 대응방안

국내 저압 서지보호장치의 시장은 150억 규모 정도에 약 20여 개의 중소기업들이 개발하고 있다. 원천 소자 분야의 기술은 일본에 비해 매우 취약하며 거의 없다고 보아도 과언이 아니다. 중국의 경우 대만과 협력하여 약 10개 이상의 소자 개발 업체가 있으며 약 200여 개의 기업들이 완제품을 개발하고 있다. 현재 AC 전원용 SPD는 중국과의 가격 경쟁과 일본과의 기술 경쟁에서 10년 이상 뒤져 있다. 우수한 중소기업의 SPD분야에 대해서 정부차원의 지원과 투자가 절실하다.

- 국내 원천 기술은 미약하나 SPD 분리기(Disconnecter)에 대한 특허를 가지고 있는 기업이 있으며 SPD 안정성에 대한 성능을 향상시킨 제품을 개발하였다. 대용량에 대해서도 특성이 우수한 분리기 개발이 필요하며 고압 피뢰기 분야에도 적용도 검토할 필요성이 있다.
- DC전원이 적용되는 분야가 아직은 많지 않으나 향후 지속적으로 증가할 것으로 예상된다. 앞서 국제 표준 동향도 이러한 시장변화를 반영하듯 DC 제품에 대한 표준을 제정하고 있다. 이에 대하여 다양한 DC 전원에 대한 SPD연구가 필요하다. 나아가 아직은 풍력발전에 사용되는 SPD에 대한 표준은 제정되고 있지 않으나 조만간 이에 대한 논의가 TC37A에서 논의 될 수 있으며 특히 스마트그리드와 관련하여 DC 배전에 적용되는 SPD도 시장의 관심 분야이다.

VI. 참고 자료

- IEC 61643-11:Low-voltage surge protective devices – Part 11: Surge protective devices connected to low-voltage power systems – Requirements and test methods
- IEC 61643-12:Low-voltage surge protective devices – Part 12: Surge protective devices connected to low-voltage power distribution systems – Selection and application principles
- <http://www.hani.co.kr/arti/science> “온난화 탓에 잦아지고 강해지는 낙뢰” 2013.08.06.
- www.lightning.or.kr 한국전력공사 낙뢰감시시스템 KLDNet