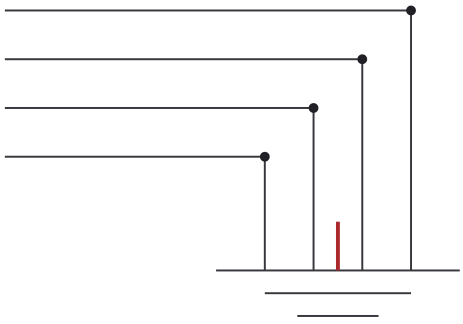
(주)고려전기
KOREA ELECTRIC COMPANY

TECHNICAL GUIDE

전원용 SPD 용량 선정 기준

저압 교류 전원계통 · 수배전반 및 분전반용 I·II등급

Selection Criteria for Surge Protective Devices in Low-Voltage AC Power Systems



문서번호	KEC-TG-SPD-01
개정	Rev.1.5
발행일	2026년 3월
적용 규격	KS C IEC 61643-11, 61643-12, 62305, 60364-5-53, KEC
작성	(주)고려전기 기술영업부

www.earthsystem.co.kr

목차

1 목적 및 적용 범위

2 용어 정의

3 선정 절차

4 등급 선정

5 최대연속사용전압(Uc) 선정

6 방전용량(Iimp, In) 산정

7 전압보호레벨(Up) 검증

8 단락전류 및 고장 시 분리 조건

9 적용 예: 공동주택 단지

10 선정 점검표

11 참고 규격

1 목적 및 적용 범위

1.1 목적

이 기준은 저압 교류 전원계통에 설치하는 서지보호장치(SPD)의 등급, 최대연속사용전압, 방전용량, 전압보호레벨 및 고장 시 분리 조건을 정하는 절차를 규정한다. 설계자, 수배전반·분전반 제작자, 전기공사업체가 동일한 근거로 SPD 사양을 정하고 검토하는 데 활용한다.

1.2 적용 범위

- 공칭전압 1kV 이하 교류 전원계통에 설치하는 I등급 및 II등급 SPD
- 설치 장소: 수배전반, 주분전반, 동력반, 승강기 제어반, 옥외·신재생 설비용 분전반
- 제외: 통신·신호선용 SPD, 기기 단말에 설치하는 III등급 SPD

이 기준은 일반적인 선정 원칙을 정한 것이다. 개별 현장에는 설계도서와 발주처 공사시방서를 우선 적용하며, 현장별 검토가 필요한 경우 (주)고려전기 기술영업부로 문의한다.

1.3 기본 원칙

고려전기는 1995년 설립 이후 피뢰 및 접지 설비를 전문으로 해 왔다. 이 기준은 피뢰 설계에서 낙뢰 전류의 분류 경로를 다루는 방법을 SPD 선정에 그대로 적용한다. 즉 설치 지점에서 SPD로 실제 유입되는 서지 전류를 산정하고, 그 값을 용량 선정의 근거로 삼는다.

2 용어 정의

용어	정의
SPD	서지보호장치. 과도 과전압을 제한하고 서지 전류를 접지로 방류하는 장치
Iimp	임펄스 전류. I등급 시험에 쓰는 10/350μs 파형의 전류 파고값으로, 직격뢰 분류 전류에 대한 방전 능력을 나타낸다
In	공칭방전전류. II등급 시험에 쓰는 8/20μs 파형의 전류 파고값으로, 반복 서지에 대한 방전 능력을 나타낸다
Uc	최대연속사용전압. SPD에 지속적으로 인가할 수 있는 최대 실효 전압
Up	전압보호레벨. 서지 방류 중 SPD 단자 간에 나타나는 전압의 상한값
ISCCR	정격단락전류. SPD가 분리 장치와 함께 견딜 수 있는 계통 단락전류의 최댓값
LPZ	낙뢰보호구역. 낙뢰에 의한 전자기 환경의 세기에 따라 구분한 공간 영역
CT1 / CT2	SPD 결선 방식. CT1은 각 선과 PE 사이에, CT2는 상선-중성선 사이와 중성선-PE 사이에 SPD를 접속한다(3+1 구성)

3 선정 절차

SPD 사양은 그림 1의 다섯 단계를 순서대로 거쳐 정한다. 각 단계의 결과는 다음 단계의 입력이 되므로 순서를 바꾸지 않는다.



각 단계의 결과(음영 부분)는 다음 단계의 입력 조건이 된다.

그림 1. SPD 선정 절차

4 등급 선정

SPD 등급은 설치 지점에 도달하는 서지의 종류로 정한다. 외부 피뢰설비가 있는 건물의 인입구처럼 직격뢰 전류의 일부가 유입될 수 있는 지점에는 I등급을 적용한다. 그보다 안쪽에서 유도 서지와 개폐 서지만 도달하는 지점에는 II등급을 적용한다.

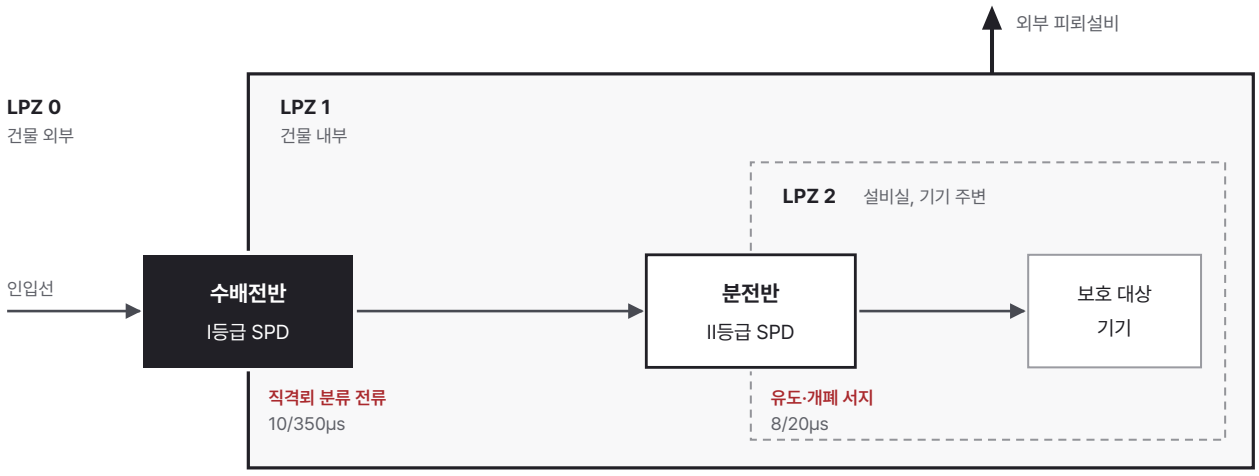


그림 2. 낙뢰보호구역(LPZ) 경계와 SPD 등급의 관계

표 1. 설치 위치별 등급 선정

설치 위치	유입 서지	선정 등급
외부 피뢰설비가 있는 건물의 인입구 수배전반·주분전반	직격뢰 분류 전류	**I등급**
가공 인입선으로 수전하는 건물의 인입구	선로 낙뢰의 유입 전류	**I등급 권장** 리스크 평가 결과에 따름
동력반, 승강기 제어반, 층별·설비별 분전반	유도 서지, 개폐 서지	**II등급**
외부 피뢰설비가 없고 지중 인입인 건물의 인입구	유도 서지 위주	**II등급** 리스크 평가 결과에 따라 I등급

판단이 어려운 경우 상위 등급을 적용한다. I등급이 필요한 지점에 II등급을 설치하면 1회의 직격뢰 분류 전류로 SPD 수명이 다할 수 있다.

5 최대연속사용전압(Uc) 선정

Uc는 접지계통과 보호모드에 따라 표 2의 최솟값 이상으로 정한다. 국내 220/380V 계통의 상선-중성선 및 상선-PE 모드에는 1.1 × 220V = 242V 이상이어야 하며, 표준값 275V 또는 320V를 적용한다.

표 2. 접지계통별 최소 Uc (KS C IEC 60364-5-53 기준)

접지계통	보호모드	최소 Uc	220/380V 계통 선정값
TN-C-S, TN-S	L-N, L-PE	$1.1 \times U_0$	**275V / 320V**
TN-S, TT	N-PE	U_0	**220V 이상** 방전갭 제품은 통상 255V
TT (CT2 결선)	L-N	$1.1 \times U_0$	**275V / 320V**
IT	L-PE	$1.1 \times U$	**440V 이상**

U_0: 상전압(대지 전압), U: 선간전압. IT 계통의 L-PE 값은 1선 지락 시 건전상에 선간전압이 걸리는 조건을 반영한 것이다.

> **선정 시 유의 사항**
>
> Uc를 높이면 전원 전압 변동이나 일시 과전압(TOV)에 대한 여유가 커지는 대신 Up도 높아질 수 있다. 따라서 Uc를 상향한 제품은 7장의 유효보호레벨(2.5kV 이하)을 함께 확인한다. 반대로 비접지 380V 계통에서 L-PE 모드에 상전압 기준 제품(Uc 275V·320V)을 사용하면, 1선 지락 시 건전상에 선간전압이 인가되어 SPD가 열화된다.

6 방전용량(Iimp, In) 산정

6.1 I등급: 분류 계산에 의한 Iimp 산정

I등급의 Iimp는 건물에 유입된 낙뢰 전류가 접지극과 인입 설비로 나뉘고, 다시 인입 전원선의 각 도체로 나뉘는 양으로 산정한다. KS C IEC 62305-1의 분류 가정에 따라 낙뢰 전류의 50%는 접지극으로, 50%는 인입 설비로 흐르는 것으로 본다.

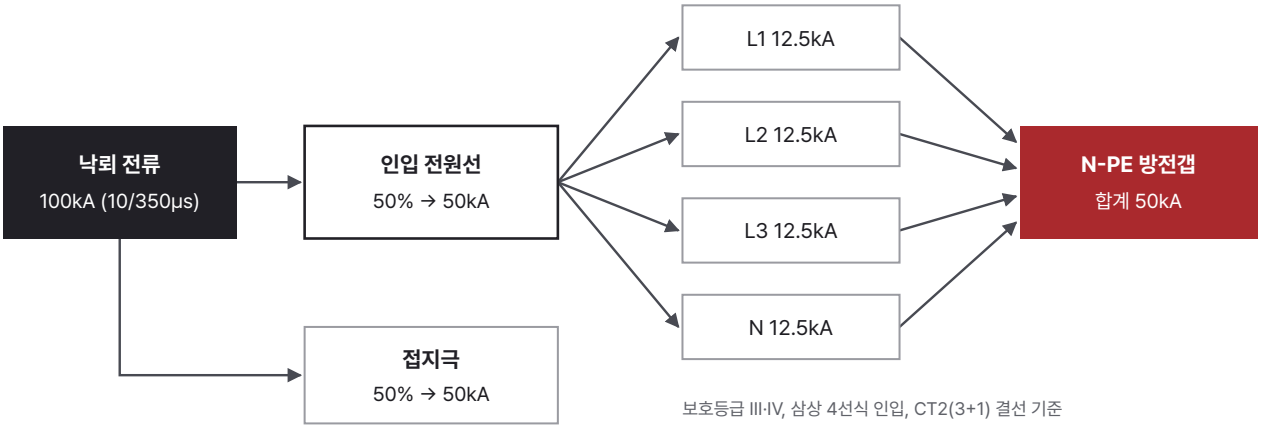


그림 3. I등급 SPD의 Iimp 분류 계산

그림 3의 계산 과정은 다음과 같다.

1. 보호등급 III·IV 건물의 설계 낙뢰 전류: 100kA (10/350μs)
2. 인입 설비로 분류되는 전류: 100kA × 50% = 50kA
3. 삼상 4선식 도체 4개로 균등 분류: 50kA ÷ 4 = 도체당 12.5kA → L-N 모드 Iimp 12.5kA
4. CT2 결선의 N-PE 방전갭은 4개 도체의 전류를 모두 통과시킴: 12.5kA × 4 = 50kA → N-PE 모드 Iimp 50kA

이 값은 KS C IEC 60364-5-53에서 분류 전류를 산정할 수 없을 때 적용하는 최솟값(모드당 12.5kA, 삼상 CT2 결선의 N-PE 50kA)과도 일치한다. 보호등급 I(설계 낙뢰 전류 200kA) 건물에서는 같은 방법으로 도체당 25kA, N-PE 100kA가 된다. 통신선이나 금속 배관 등 다른 인입 설비가 있으면 전원선의 분담 전류는 이보다 작아진다. 위 계산은 전원선이 50%를 모두 분담하는 불리한 조건을 가정한 것이다.

6.2 II등급: 설치 환경에 의한 In 선정

II등급의 In은 KS C IEC 60364-5-53에서 보호모드당 5kA 이상을 요구하며, 삼상 CT2 결선의 N-PE 모드는 20kA 이상이다. SPD는 서지를 방류할 때마다 소자가 조금씩 열화되므로, 정격 여유가 클수록 교체 주기가 길어진다. 고려전기는 이를 고려하여 표 3과 같이 In 20kA를 기본값으로 한다.

표 3. 고려전기 방전용량 선정 기준

설치 위치	등급	기본 용량	비고
인입구 수배전반 (보호등급 III·IV)	I	**Iimp 12.5kA (L-N)** **Iimp 50kA (N-PE)**	보호등급 I·II는 6.1항으로 재산정
동력반, 승강기 제어반, 주분전반	II	**In 20kA**	주차단기 2차측
옥외·옥상 설비, 장거리 가공 선로, 낙뢰 다발 지역	II	**In 40kA**	외부 노출 선로

7 전압보호레벨(Up) 검증

보호 대상 기기에 실제로 인가되는 전압은 SPD의 Up에 접속 도체에서 발생하는 유도 전압을 더한 값(유효보호레벨)이다. 접속 도체의 인덕턴스는 약 1μH/m이며, 10kA급 서지 전류가 흐르면 도체 1m당 약 1kV의 전압이 추가된다. 전류가 커지면 이 값도 비례하여 커지므로 1kV/m는 최소한의 추정치로 본다.

$$U_{p,eff} = U_p + 1\text{kV/m} \times (a + b)$$

a: 상선에서 SPD까지의 도체 길이(분리 장치 포함), b: SPD에서 주접지단자까지의 도체 길이

표 4. 220/380V(230/400V급) 계통 기기의 정격 임펄스 내전압 (KS C IEC 60664-1)

과전압 범주	대표 기기	정격 임펄스 내전압
IV	인입구 계량기, 1차 과전류 보호 장치	6kV
III	배전반, 고정 설비의 개폐기·배선	4kV
II	가전, 휴대용 공구 등 일반 부하 기기	2.5kV
I	전자 회로를 포함한 민감 기기	1.5kV

7.1 고려전기 검증 기준

- 접속 도체 길이 a + b는 0.5m 이하로 한다(KS C IEC 60364-5-53 권장값).
- 유효보호레벨은 일반 부하 기기의 내전압인 2.5kV 이하로 한다(LH 전문시방서 LHCS 31 80 10 10의 기준과 동일).
- 보호 대상 기기가 SPD로부터 10m 이상 떨어진 경우, 선로의 진동으로 기기 단자 전압이 Up의 최대 2배까지 오를 수 있으므로 기기 측 분전반에 II등급 SPD 추가를 검토한다(KS C IEC 60364-5-53).

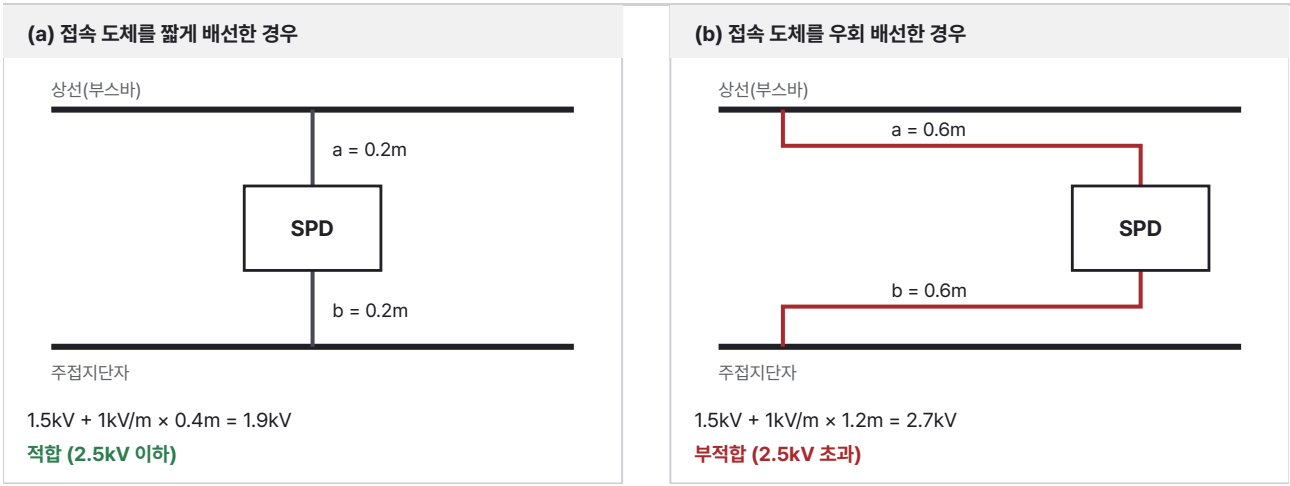


그림 4. 접속 도체 길이에 따른 유효보호레벨 비교 (SPD Up 1.5kV 기준)

그림 4와 같이 동일한 SPD라도 배선 방법에 따라 적합 여부가 달라진다. 따라서 SPD 선정 단계에서 설치 위치와 접속 경로를 함께 확정한다.

8 단락전류 및 고장 시 분리 조건

SPD는 수명 말기에 누설전류가 증가하거나 단락에 가까운 상태가 될 수 있다. 따라서 고장 난 SPD를 계통에서 안전하게 분리할 수 있는지 표 5에 따라 확인한다.

표 5. 단락전류 및 분리 조건 확인 항목

확인 항목	기준	예시
SPD의 ISCCR	설치점 예상 단락전류 이상	설치점 18kA → ISCCR 25kA 적합
분리 장치의 차단용량(Icu)	설치점 예상 단락전류 이상	설치점 18kA → Icu 25kA 이상
분리 장치의 서지 내성	SPD의 Iimp 또는 In 통전 시 동작·손상 없음	In 20kA 통전 시 비동작
상태 표시	상별 정상·교체 표시, 필요 시 원격 신호 접점	반 도어 개방 시 표시창 식별

ISCCR은 SPD에 대한 정격이며, 분리 장치는 차단용량(Icu)으로 확인한다. 두 값을 혼동하면 서류상으로는 적합해 보여도 실제 단락 시 차단에 실패할 수 있다.

9 적용 예: 공동주택 단지

외부 피뢰설비가 있는 공동주택 단지(보호등급 IV, TN-C-S, 220/380V 삼상 4선식)에 이 기준을 적용한 결과는 표 6과 같다.

표 6. 공동주택 단지 SPD 선정 예

설치 위치	등급	Uc	방전용량	결선	비고
전기실 수배전반	I	275V 이상	Iimp 12.5kA / 50kA	CT2	원격 감시 접점
관리사무소 주분전반	I	275V 이상	Iimp 12.5kA / 50kA	CT2	별도 인입인 경우
승강기 제어반, 동력반	II	275V 이상	In 20kA	CT2	주차단기 2차측
지하주차장·주민공동시설 주분전반	II	275V 이상	In 20kA	CT2	주차단기 2차측
옥상 설비·태양광 분전반	II	275V 이상	In 40kA	CT2	외부 노출 선로

I등급 방전용량은 L-N / N-PE 순으로 표기하였다. 실제 현장에서는 발주처 공사시방서의 요구 사항을 우선 적용한다.

10 선정 점검표

No.	점검 항목	확인
1	설치 위치, 외부 피뢰설비 및 가공 인입 여부로 등급(I/II)을 정하였는가	☐
2	접지계통(TN/TT/IT)을 확인하고 결선 방식(CT1/CT2)을 정하였는가	☐
3	Uc가 표 2의 최솟값 이상이며 불필요하게 높지 않은가	☐
4	I등급 Iimp를 보호등급과 도체 수로 산정하였는가(N-PE 모드 포함)	☐
5	II등급 In을 설치 환경(옥내/옥외)에 맞게 정하였는가	☐
6	접속 도체 a + b ≤ 0.5m, 유효보호레벨 ≤ 2.5kV인가	☐
7	SPD의 ISCCR과 분리 장치의 Icu가 설치점 단락전류 이상인가	☐
8	발주처 시방서의 외함, 원격 감시, 인증 요구 사항을 확인하였는가	☐

11 참고 규격

규격 번호	명칭
KS C IEC 61643-11	저압 서지보호장치 — 제11부: 저압전력 계통의 저압 서지보호장치 — 요구사항 및 시험방법
KS C IEC 61643-12	저압 서지보호장치 — 제12부: 저압 전력 시스템 보호용 서지보호장치 — 선정 및 적용지침
KS C IEC 62305-1, -4	피뢰시스템 — 제1부: 일반원칙, 제4부: 구조물 내부의 전기전자시스템
KS C IEC 60364-5-53	저압 전기설비 — 제5-53부: 전기기기의 선정 및 설치 — 안전, 절연, 개폐, 제어 및 감시를 위한 보호장치
KS C IEC 60664-1	저압기기의 절연협조 — 제1부: 원칙, 요구사항, 시험
KEC	한국전기설비규정

(주)고려전기
KOREA ELECTRIC COMPANY

1995년 설립 · 피뢰설비, 접지설비, 전원용 서지보호장치(SPD)

기술 문의
(주)고려전기 기술영업부
www.earthsystem.co.kr

KEC-TG-SPD-01 · Rev.1.5 · 2026년 3월