

이 규격은 2006년에 제1판으로 발행된 IEC 62305-1, Protection against lightning-Part 1 : General principles을 기술적인 내용과 규격의 양식을 변경하지 않고 한국산업규격으로 제정한 것이다.

International Electrotechnical Commission

KS C IEC 62305(피뢰 설비)

피뢰시스템 - 제1부 : 일반 원칙

Protection against lightning - Part 1 : General principles

제공 _ 기술표준원

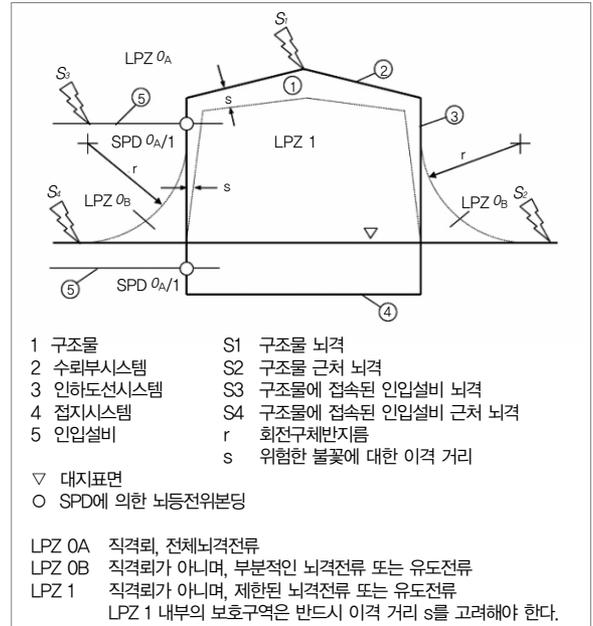
여러 가지 보호레벨에 대한 뇌격전류 파라미터의 최대값을 표 5에 나타내었으며, 이는 피뢰시스템 구성요소(예, 도체의 단면적, 금속판의 두께, SPD의 전류용량, 위험한 방전에 대한 이격거리)를 설계하는데 이용되며, 그러한 구성요소에 대한 뇌격 영향을 모의하는 시험파라미터를 정의하는데 이용된다(부속서 D 참조).

여러 가지 피뢰레벨에 대한 뇌격전류 크기의 최소값은 직격뢰(8.2절 그림 2와 그림 3 참조)가 도달할 수 없는 피뢰구역 LPZ 0B를 정의하기 위해 회전구체 반경(부속서 A.4절 참조)의 결정에 사용된다. 관련된 회전구체 반경과 함께 뇌격전류 파라미터의 최소값을 표 6에 나타내었다. 그들은 수뢰부시스템의 배치와 피뢰구역 LPZ 0B를 정의하기 위해 사용된다(8.2절 참조).

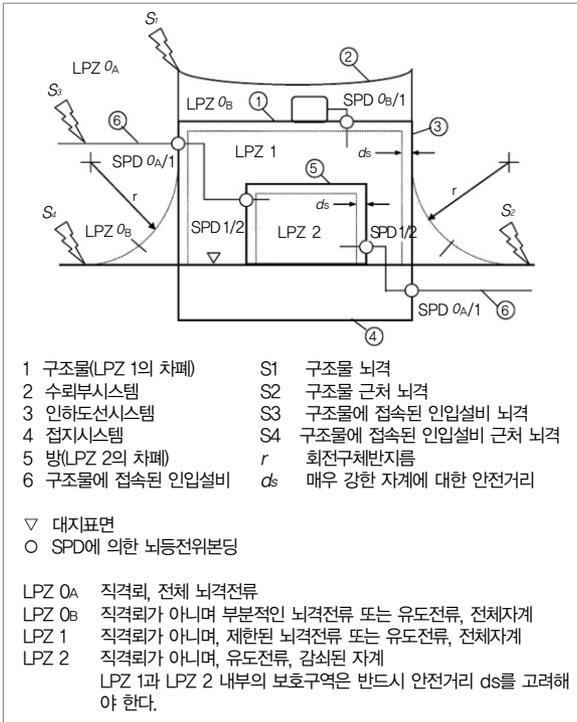
【표 5】 피뢰레벨에 따른 뇌격전류 파라미터의 최대값

최초 단시간 뇌격			피뢰레벨			
전류파라미터	기호	단위	I	II	III	IV
피크전류	I	kA	200	150	100	
단시간 뇌격 전하량	Q_{short}	C	100	75	50	
비에너지	W/R	MJ/Ω	10	5.6	2.5	
시간파라미터	T_1/T_2	μs/μs	10/350			
후속 단시간 뇌격			피뢰레벨			
전류파라미터	기호	단위	I	II	III	IV
피크전류	I	kA	50	37.5	25	
평균준도	di/dt	kA/μs	200	150	100	
시간파라미터	T_1/T_2	μs/μs	0.25/100			

장시간 뇌격			피뢰레벨			
전류파라미터	기호	단위	I	II	III	IV
장시간 뇌격 전하량	Q_{long}	C	200	150	100	
시간파라미터	T_{long}	s	0.5			
뇌방전			피뢰레벨			
전류파라미터	기호	단위	I	II	III	IV
뇌방전 전하량	Q_{flash}	C	300	225	150	



【그림 2】 LPS에 의해 정의된 LPZ (KS C IEC 62305-3)



[그림 3] LPMP에 대한 보호대책에 의해 정의된 (KS C IEC 62305-4)

[표 6] 뇌격전류 파라미터의 최소값과 LPL에 상응하는 회전자체의 반지름

수뢰기준			LPL			
	기호	단위	I	II	III	IV
최소 피크전류	<i>I</i>	kA	3	5	10	16
회전자체반지름	<i>r</i>	m	20	30	45	60

그림 A.5에 주어진 통계적인 분포로부터 가중된 확률은 뇌격전류 파라미터가 최대값보다 작고, 각각의 보호레벨을 위해 정해진 최소값보다 상당히 크게 결정된다(표 7 참조).

[표 7] 뇌격전류 파라미터의 제한에 대한 확률

뇌격전류 파라미터의 확률	LPL			
	I	II	III	IV
표 5에 정의된 최대값 보다 작은 확률	0.99	0.98	0.97	0.97
표 6에 정의된 최소값 보다 큰 확률	0.99	0.97	0.91	0.84

KS C IEC 62305-3, KS C IEC 62305-4에 구체화된 보호대책들은 설계를 위해 가정한 LPL에서 규정된 뇌격전류 파라미터를 갖는 뇌에 대해 효과적이다. 그러므로 보호대책의 효율성은 뇌격전류 파라미터가 그러한 범위 안에 존재할 확률과 같다고 가정된다.

[해설]

뇌방전에 대한 피뢰시스템의 보호효율을 시설상태에 따라서 확률적으로 고려하는 것이 적절하며, 피뢰레벨(보호레벨)은 I, II, III, IV의 4단계로 설정한다. 피뢰레벨(보호레벨)은 피뢰시스템등급(보호등급)과 동의어로 사용한다. 보호효율은 표 7에 제시되어 있는 바와 같이 표 6에 정의된 최소피크전류보다 큰 확률의 낙뢰에 대하여 보호레벨은 I은 99%, 보호레벨 II는 97%, 보호레벨 III은 91%, 보호레벨 IV는 84%이상으로 된다. 보호대상물의 종류, 중요도에 따라 실제로 타당한 것으로 생각되는 보호레벨을 설계자 또는 소유자가 선정하며, 이에 대응하는 피뢰시스템을 시설해야 한다. 또한 KS C IEC 62305-2의 부속서 J의 구조물의 위험성 평가를 위한 간이스프트웨어를 이용하여 피뢰설비의 보호레벨을 결정할 수도 있다. 건축물의 설비기준 등에 관한 규칙 제20조(피뢰설비)에는 위험물저장 및 처리시설에 설치하는 피뢰설비는 보호등급 II 이상을 적용하도록 규정되어 있다. 또한 피뢰설비를 구성하는 수뢰부시스템, 인하도선시스템과 접지시스템의 모든 부품은 10/350 μ s의 뇌격전류에 대한 전기적, 기계적, 열적 내력을 가지는 것이어야 한다.

8.2 피뢰구역(LPZ)

LPS, 차폐선, 자기차폐, SPD와 같은 보호대책은 피뢰구역(LPZ)을 결정한다.

하위 LPZ의 보호대책은 상위 LPZ의 보호대책보다 LEMP가 현저하게 감소하는 특징이 있다.

뇌격의 위협에 대하여 아래의 LPZ들이 정의된다(그림 2, 3 참조)
 LPZ 0A 직격뢰에 의한 뇌격과 전반적인 뇌전자계의 위협이 있는 지역. 내부시스템은 뇌서지전류의 전체 또는 일부분이 흐르기 쉽다.

LPZ 0B 직격뢰에 의한 뇌격은 보호되나 전반적인 뇌전자계의 위협이 있는 지역 내부시스템은 뇌서지전류의 일부분이 흐르기 쉽다.

LPZ 1 경계지역의 전류의 분류나 SPD에 의해 서지전류가 제한된 지역 뇌격에 의한 전자계를 약화시키기 위해서는 공간차폐가 이용된다.

LPZ 2,...,n 전류의 분류나 경계지역의 SPD에 의해 서지전류가 더욱 제한된 지역 뇌전자계의 형성을 더욱 약하게 하기위해 추가적인 공간 차폐가 이용된다.

[비고] 일반적으로, 개개의 구역의 수가 많을수록 전자계의 환경 파라미터들의 값이 적어진다.

보호에 대한 일반적인 법칙으로서, 보호대상물은 줄이고자하는 손상수준(물리적 손상, 과전압에 의한 전기·전자 시스템의 고장)의 스트레스에 견딜 수 있는 능력에 상응하는 LPZ 내부에 있어야 한다.

[비고] 대부분의 전기·전자시스템 및 기구들이 견딜 수 있는 레벨에 관한 정보들은 제조자에 의해 제공된다.

[해설]

LEMP에 의해서 발생하는 전자계에 의해서 건축물 내부의 설비나 전기전자기기에 장애가 발생하지 않도록 LEMP의 세기가 다른 영역 즉, 피뢰구역을 정하며, 피뢰구역 내부에 이상전압이 발생하지 않도록 금속물이나 전력선, 통신선, 수도관 등을 피뢰 영역의 경계부분에서 확실하게 공통접지로 본딩하여 등전위화가 이루어지도록 한다. 외부구역(LPZ 0)와 내부구역(LPZ 1)의 구분은 명확하지만 그 외의 피뢰구역의 구분은 명확하게 규정되어 있지 않다. 피뢰구역 내의 설비에 대한 구체적인 예는 다음의 표와 같다.

피뢰영역	구체적인 대상설비의 예
LPZ 0a	외등(가로등, 보안등), 감시카메라 등
LPZ 0b	상수전(큐비클)설비, 공조옥외기, 항공장해등, 안테나 등
LPZ 1	건물내 인입부분의 설비 : 수변전설비, MDF, 전화교환기 등
LPZ 2	방재센터, 중앙감시실, 전산센터 등

8.3 구조물에 대한 보호

8.3.1 물리적 손상과 생명체의 위험을 줄이기 위한 보호

보호대상 구조물은 LPZ 0B 내부나 더 높은 레벨에 위치해야 한다. 이것은 피뢰시스템(LPS)으로 이를 수 있다.

하나의 LPS는 외부와 내부 피뢰시스템으로 구성된다.

외부LPS의 기능

- 구조물 뇌격을 받아들인다(수뢰부시스템)
- 뇌격전류를 안전하게 대지로 보낸다(인하도선시스템)
- 뇌격전류를 대지로 방류시킨다(접지시스템)

내부LPS의 기능은 피뢰등전위본딩이나 LPS구성요소와 구조물 내부에 다른 전기적 도체사이에 떨어진 거리S(결과적으로 전기적 고립)를 사용하므로써 위험한 불꽃을 막는다.

LPS(I, II, III, IV)의 4등급은 상응하는 LPL에 기초한 시공규칙의 조합으로 정의된다. 각각의 집합은 레벨종속형(예 회전구체 반지름, 메시폭)과 레벨독립형(예, 단면적, 재료 등)의 시공규칙이다.

외부의 토양이나 구조물 내부 바닥의 표면저항률이 충분히 높지 않다면 접촉과 보폭전압으로 인한 생명의 위험은 줄어든다.

- 구조물 외부의 경우 외부로 들어난 도체부분의 절연, 메시 접지시스템을 이용한 토양의 피뢰등전위화, 경보표시, 물리적 제한에 의해 가능
- 구조물 내부의 경우 구조물의 인입점에서 인입설비의 피뢰등전위본딩에 의해 가능

LPS는 KS C IEC 62305-3의 조건에 따른다.

8.3.2 내부시스템의 고장을 줄이기 위한 보호

내부시스템의 고장을 줄이기 위한 LEMP에 대한 보호는 다음을 제한한다.

- 저항이나 유도결합을 일으키는 구조물로의 뇌격으로 인한 과전압
- 유도결합을 일으키는 구조물 근처의 뇌격으로 인한 과전압
- 전선에 대한 뇌격이나 주변의 뇌격에 의해 구조물과 연결된 전선에 의해 전달된 과전압
- 내부시스템과 직접 결합하는 자기장

[비고] 만약 장비들이 EMC제품표준에 규정된 라디오주파수 방출 및 내성시험에 적합한 것이라면 전자계가 직접적으로 장비에 발산되는 것으로 인한 고장은 무시할 수 있다.

보호대상시스템은 LPZ1 내부나 보호레벨이 LPZ1보다 높은 구역에 위치해야 한다. 이것은 유도자계를 감소시키는 자체차폐의 수단 및/또는 유도루프를 감소시키는 배선의 적절한 경로에 의해 이루어진다. 경계를 지나는 금속부분이나 시스템을 위한 LPZ의 경계부에는 본딩이 이루어져야 한다. 이러한 본딩은 본딩용 도체나, 서지보호장치(SPD)에 의해 이루어진다.

LPZ를 위한 보호대책은 KS C IEC 62305-4의 조건에 따른다.

내부시스템의 고장을 야기하는 과전압에 대한 효과적인 보호는 과전압을 보호대상 시스템의 정격임펄스내전압 이하로 제한하는 협조된 SPD보호에 의해 이루어진다.

SPD는 KS C IEC 62305-4의 기준에 따라 선택, 설치해야 한다.

8.4 인입설비에 대한 보호

보호대상 인입설비는 다음과 같이 설치해야 한다.

- 물리적인 손상을 줄이기 위해 LPZ 0B 또는 보호레벨이 LPZ 0B보다 더 높은 구역에 존재해야 한다. 이것은 공기

중의 경로 대신 지중경로를 택하거나 전선의 특성에 따라 적절하게 배치된 차폐선을 사용하거나, 배관의 경우 두께를 적절한 값까지 증가시키거나 금속의 연속성을 확실하게 하는 것에 의해 이루어진다.

- 인입설비는 고장을 유발하는 과전압에 대한 보호를 위해 LPZ1 내부나 LPZ1보다 더 높은 보호구역에 위치해야 한다. 이것은 적절한 케이블의 자기차폐방법으로 뇌격전류에 의해 유도된 과전압을 줄이거나, 적절한 SPD에 의해 과전류의 방향을 바꾸거나 과전압을 제한함으로써 이루어진다.

부속서 A (참고)

뇌격전류 파라미터

A.1 낙뢰

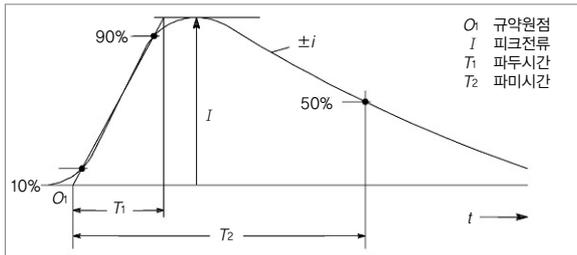
낙방전 형태는 기본적으로 2가지이다.

- 뇌운에서 대지로 향하는 하향리더에 의해 진전하는 하향 낙뢰
- 접지된 구조물에서 뇌운으로 향하는 상향리더에 의해 진전하는 상향 낙뢰

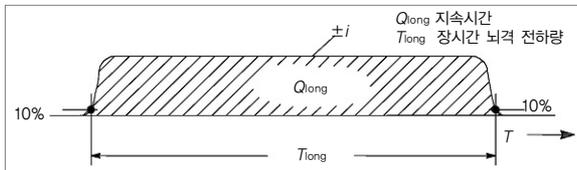
대부분의 하향 낙뢰는 평지나 낮은 구조물에서 발생하는 반면에 노출되거나 높은 구조물의 경우 상향 낙뢰가 지배적으로 많다. 실효높이에 따라 구조물에 대한 직격뢰의 확률은 증가하고(KS C IEC 62305-2 부속서 A 참조), 물리적 조건이 변한다.

뇌격전류는 하나 이상의 여러 뇌격으로 구성된다.

- 지속시간이 2ms 이하인 단시간 뇌격(그림 A.1 참조)
- 지속시간이 2ms를 넘는 장시간 뇌격(그림 A.2 참조)

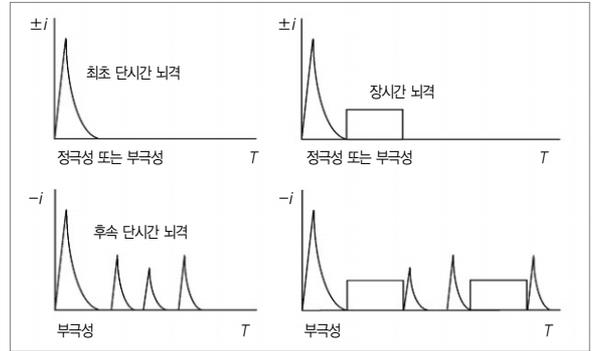


【그림 A.1】 단시간 뇌격파라미터의 정의(일반적으로 $T_2 < 2 \text{ ms}$)

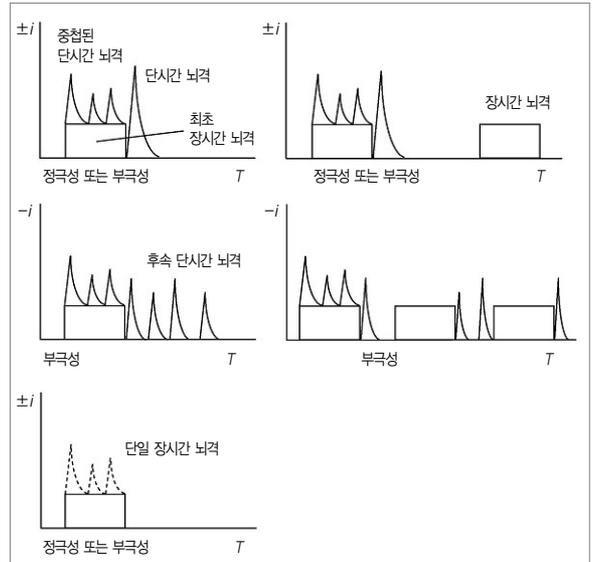


【그림 A.2】 장시간 뇌격 파라미터의 정의(일반적으로 $2 \text{ ms} < T_{\text{long}} < 1 \text{ s}$)

이 외에 뇌격의 특성은 낙뢰의 극성(정극성 또는 부극성)이나 뇌격(최초 뇌격, 후속뇌격, 중첩뇌격)이 진전하는 동안의 위치에 따라 달라진다. 뇌격전류의 구성요소를 하향 뇌격의 경우 그림 A.3, 상향 뇌격의 경우 그림 A.4에 나타내었다.



【그림 A.3】 하향 낙뢰에 의해 발생할 수 있는 구성요소 (일반적으로 평지나 낮은 구조물에서 발생)



【그림 A.4】 상향 낙뢰에 의해 발생할 수 있는 구성요소 (일반적으로 노출되거나 높은 구조물에서 발생)

상향 뇌격의 추가 구성요소는 단일 장시간 뇌격 또는 최초 장시간 뇌격에 수십 개의 단시간 뇌격이 중첩된 경우이다. 하지만 상향 뇌격의 모든 단시간 뇌격파라미터는 하향 뇌격의 단시간 뇌격파라미터보다 작다. 상향 뇌격의 큰 장시간 뇌격 전하량은 아직 확정되지 않았다. 그러므로 상향 뇌격의 뇌격전류 파라미터는 하향 뇌격의 최대값의 범위 내에 있는 것으로 생각

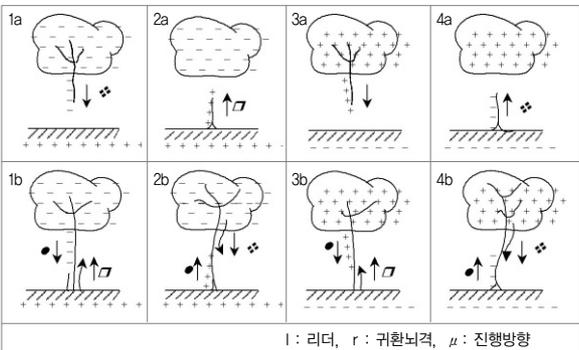
할 수 있다. 뇌격전류 파라미터 및 상향 또는 하향 뇌격에 대한 크기 의존성에 대한 정확한 평가는 검토 중에 있다.

[해설]

뇌방전의 종류에는 뇌운에서 대지로 전하를 방출하는 낙뢰 (cloud-to-ground lightning discharges)와 뇌운 내부에서 방전이 일어나는 운내방전(intracloud lightning discharges), 뇌운과 뇌운사이에서 일어나는 운간방전(intercloud lightning discharges), 뇌운과 주위 대기사이에서 일어나는 대기방전 (cloud-to-air lightning discharges) 등이 있다.

뇌방전현상 중에서 가장 빈번하게 발생하는 방전 형태는 운 방전이지만, 여러 가지 형태의 뇌방전 현상 중에서 사람과 가축의 생명 또는 시설물에 직접적으로 영향을 미치는 요인이 되는 뇌방전의 진전기구와 특성에 대해서 가장 많이 연구된 분야는 뇌운과 대지간의 방전 즉, 낙뢰현상이며, 이의 발생과 진전 형태는 다음의 4가지로 분류할 수 있다.

- ㉔ 부(-)극성 하향 리더에 의한 낙뢰 : 그림 A-1-1의 1a, 1b의 경우로 뇌운의 부(-)전하의 부분이 대지를 향해 리더 방전이 하향으로 진전된 후 지면으로부터 귀환뇌격이 발생하는 형태로 가장 일반적인 대지 방전이다.
- ㉕ 정(+)극성 상향 리더에 의한 낙뢰 : 그림 A-1-1의 2a, 2b의 경우로 대지의 정(+)전하의 리더가 뇌운을 향해 상향으로 진전하여 발생하는 뇌격이다. 이런 형태의 뇌격은 높은 첩탑이나 산정상 등의 낙뢰에서 볼 수 있다.
- ㉖ 정(+)극성 하향 리더에 의한 낙뢰 : 그림 A-1-1의 3a, 3b의 경우로 정(+)극성의 리더가 대지를 향하는 진전으로 일어나는 뇌격이다.
- ㉗ 부(-)극성 상향 리더에 의한 낙뢰 : 그림 A-1-1의 4a, 4b의 경우로 대지로부터 부(-)극성의 리더가 뇌운을 향하는 방향으로 진전하여 발생한다.

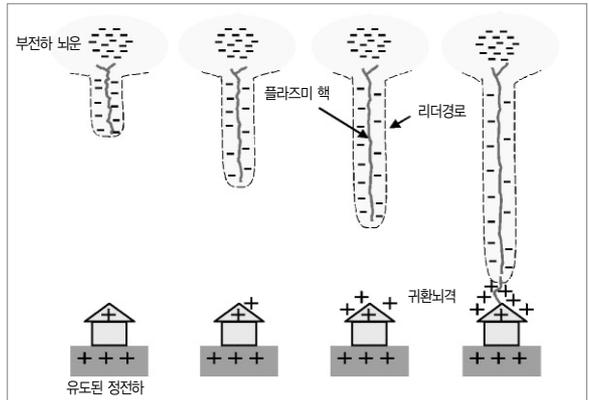


[그림 A-1-1] 낙뢰의 종류

[해설]

그림 A-1-1에서 보는 바와 같이 하향으로 진전하는 계단상 리더의 앞단이 다른 극성의 전하와 결합하는 순간 리더 앞단 부근은 실효적으로 대지전위와 같아지며 나머지 선행 방전로는 부(-)로 대전된다. 이 때 선행 방전로는 강한 빛을 발하는 귀환 뇌격을 통과시키는 진송로로 작용한다. 귀환뇌격의 파도와 대지 사이에 대전류가 흐르고 선행 방전로 위에 분포한 부(-)전하는 귀환뇌격에 의해 급속도로 중성화되며, 귀환뇌격에 의해 정 (+)전하가 뇌운 방향으로 이동한다.

가장 발생빈도가 많은 부극성 낙뢰의 진전 형태와 특성에 대하여 보다 자세하게 설명한다. 낙뢰의 전구방전인 리더는 그림 A-1-2에 나타낸 바와 같이 부극성 전하로 이루어진 뇌운의 하단에서 직경 2~30m의 뇌운 전하로 충만된 원주형의 도전통로와 직경 약 1cm의 가늘고 강하게 이온화된 플라즈마핵이 간헐적으로 300km/sec의 속도로 대지를 향하여 진전한다. 이러한 리더는 간헐적으로 수십 m의 계단상으로 진전하며, 간헐적 단계사이의 휴지시간은 수십 μs정도이다.



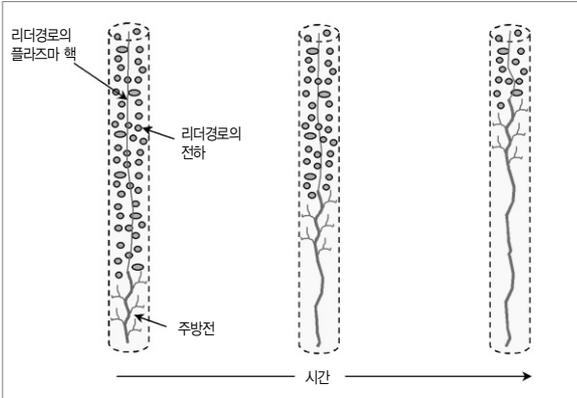
[그림 A-1-2] 부극성 낙뢰에서 리더의 진전과 귀환뇌격

리더가 지상에서 수십m 정도의 거리에 도달하면 지상의 돌기물 끝단의 전장의 세기가 높아지며, 이것이 공기의 절연내력을 넘어서면 귀환뇌격이 리더를 향하여 진전하여 리더와 부착되어 리더는 대지에 접촉된다. 귀환뇌격의 진전속도는 광속의 약 1/3정도이며, 그림 A-1-3에 나타낸 바와 같이 수십~수백 μs동안에 리더 도전통로에 축적되어 있던 전하를 대지로 방출시킨다.

[해설]

이 과정 동안에 대단히 밝은 불빛이 발생하며, 이것이 번갯불이다. 리더의 진전에 의해서 형성된 도전통로의 임펄스상의 방

전을 주 방전이라 하며, 주 방전에 의해서 낙뢰 대상물에 대단히 많은 에너지가 전달되며, 단시간의 임펄스전류가 흐르게 된다. 또한 주 방전과정 동안 불꽃도전통로의 폭발에 의해서 발생하는 높은 압력으로 천둥소리가 울리게 된다.



【그림 A-1-3】 주 방전(귀환뇌격)에 의한 리더도전통로의 방전

A.2 뇌격전류 파라미터

이 구역에서 뇌격전류 파라미터는 표 A.1에 주어진 대전력계 통국제위원회(CIGRE) 자료의 결과에 기초한 것이다. 통계분포는 대수정규분포를 갖는 것으로 볼 수 있다. 상응하는 평균 μ 와 분산 σ_{\log} 를 표 A.2, 그리고 분포함수를 그림 A.5에 나타내었다. 이것을 바탕으로 각각의 파라미터 값이 발생할 확률을 결정할 수 있다.

10% 정극성과 90% 부극성 낙뢰의 비율로 추정된 것이다. 극성비는 지역에 따라 다르며, 만약 어느 지역에서 이용할 수 있는 정보가 없으면, 여기에 주어진 비율을 이용하면 된다.

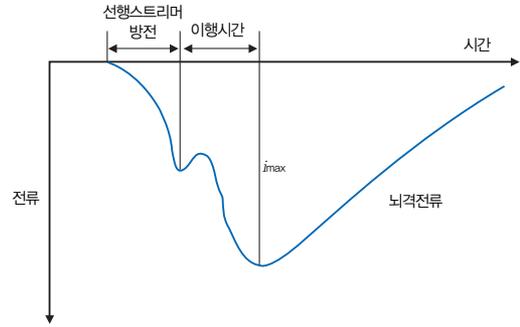
【해설】

(1) 뇌격전류의 극성과 파형

뇌운을 형성하고 있는 전하가 이동하여 뇌격전류가 흐르게 되며, 뇌운으로부터 대지로 향하여 이동하는 전하의 극성을 기준으로 뇌격전류의 극성을 나타낸다. 운방전에서도 이동하는 전하의 극성을 기준으로 뇌격전류의 극성을 나타낸다. 대개의 경우 뇌운의 상부에는 정(+)전하가 그리고 하부에는 부(-)전하가 위치하게 되므로 부전하의 이동에 의한 대지뇌격이 많이 발생하기 때문에 부극성 낙뢰의 발생빈도가 많다. 특히 기온이 높은 하절기에는 부극성 낙뢰의 비율이 매우 높다.

뇌운에 존재하는 전하의 대지뇌격에 의해서 흐르는 뇌격전류의 파형은 뇌운의 규모, 뇌격지점의 형상과 도전을 등 여러 가

지 요소에 의해 영향을 받게 되며, 매우 다양한 형상을 나타낸다. 일반적으로 전력시설물에 침입하는 낙뢰의 전류 파형은 대지뇌격의 전류 파형과는 매우 다르다. 피뢰설비의 수뢰장치에 입사한 부극성 낙뢰에 의한 뇌격전류의 개략적인 파형의 예를 그림 A-2-1에 나타내었다.



【그림 A-2-1】 수뢰장치에 입사한 부극성 낙뢰에 의한 뇌격전류 파형의 개략도

귀환뇌격을 이루는 대지 또는 수뢰장치에서 방사된 상향 스트리머와 최종 하향 리더와의 접합 이후 선행 계단상 리더의 도전통로를 이루고 있는 전하축적통로의 방전에 의해서 주 방전이 개시된다. 선행의 계단상 리더의 도전통로에 축적된 전하는 광속의 약 1/3의 속도로 수뢰장치를 경유하여 대지로 방출된다.

【해설】

(2) 뇌격전류 파라미터

1) 뇌격전류 파형의 표시법

일반적으로 뇌격전류 파형은 그림 A-2-2에 나타낸 바와 같이 2중 지수형의 펄스 형상을 가진다. 뇌격전류 파형은 파두시간/파미시간 ($\pm T_f / T_r, \mu s$)으로 나타내며, 크기는 파고값으로 표시한다.