

낙뢰방지시스템

(LIGHTNING PREVENTION SYSTEM)

목 차

1. 낙뢰의 일반적인 개념
 - 1.1 낙뢰란?
 - 1.2 뇌운(전운)의 발생원인
 - 1.3 낙뢰 현상
 - 1.4 낙뢰의 종류(직격뢰와 유도뢰)
 - 1.5 종래 피뢰설비에 대한 재고

2. 정전기 분산장치(Dissipation Array SYSTEM)
 - 2.1 원 리
 - 2.2 DAS의 설치제품 및 기능

3. DAS의 설계기준 및 적용
 - 3.1 설계기준
 - 3.2 적 용

4. DAS의 신뢰성
 - 4.1 DAS의 특징
 - 4.2 타 제품과의 방식비교

5. 결 론

1. 낙뢰의 일반적인 개념

1.1. 낙뢰란?

1752년 Benjamin Franklin 이 연을 가지고 실험한 결과 낙뢰도 역시 전기적인 현상임을 입증 하게 된 이후부터 낙뢰에 대한 연구가 시작되었다.

뢰는 자연현상으로 분리 축적된 정(+)전하와 부(-)전하가 대기의 전리파괴를 일으키면서 중화되는 하나의 커다란 불꽃방전이다. 대기중의 공기는 어느 정도의 절연내력을 가지고 있으나 인가되는 전압의 크기가 일정치 이상이 되면 대기의 절연이 파괴되어 빛과 소리를 내면서 순간적으로 막대한 전류가 흐른다. 공기중에 전기를 띤 구름이 발생하였을 때 전계강도가 낮고 대기의 간격이 크면 절연 파괴가 일어나지 않지만 전계강도가 높고 대기의 간격이 좁아지면 양 전하사이의 공기분자의 전리가 파괴되어 전자와 원자이온으로 분리되고 구름과 대지간에 도전로가 형성되어 큰 전류가 흐르게 된다. 이때 전자와 원자이온은 대단히 불안정해서 지속시간이 짧으면 전계강도가 한계치 이하로 떨어지면서 즉시 소멸되어 공기의 절연이 회복된다. 이 과정 중 대기에서 발생하는 불꽃방전 현상을 뇌라고 하며, 소리를 천둥, 빛을 번개라고 한다. 또한 번개, 즉 불꽃이 하강되어 지표면의 어느 지점에 Termination되는 현상을 낙뢰라고 한다.

1.2. 뇌운(전운)의 발생원인

일반적으로 구름이 발달되어 비나 눈이 내리는 과정에서 정, 부의 전하가 분리되지만 이러한 구름 중에서 전하분리가 다량으로 급속하게 진행되고 이로 인하여 발생하는 전계의 세기가 공기분자의 전리파괴를 일으킬 수 있을 정도의 크기를 갖는 구름이 형성되는 경우가 있는데 이렇게 생성된 구름을 전운이라고 한다.

전운과 일반 구름과의 차이는 전하의 분리작용이 많고 적음에 따라 구분된다. 전운의 발생은 기층이 불안정할 때 생성되며 대기중에서 낮은 곳의 공기가 상대적으로 너무 가볍거나 높은 곳의 공기가 너무 무거울 때 대류현상에 의해 이를 순화하기 위한 강력한 상승기류가 나타나게 되는데 이러한 상승기류가 나타날 때 전운이 형성된다.

전운의 발생은 일반적으로 독립적으로 나타나기보다는 다른 여러 조건들이 복합적으로 이루어져 형성되는 경우가 대부분이다.

우리나라에서의 전운의 발생은 일사량이 가장 많은 여름에 많이 나타나고 봄, 가을에도 온도차가 큰 한랭전선이 통과할 때 주로 발생되며 겨울에는 시베리아 대륙으로부터 한랭한 기류가 내습하면 지표면과의 온도차가 크게 되어 전운이 발생하는 경우가 많아 실제로 최근 들어 계절 구분 없이 전운의 발생빈도가 높아지고 있다.

1.3. 낙뢰 현상

뇌방전은 뇌운과 대지간 또는 뇌운과 비행물체간 방전에 의한 낙뢰와 전운내의 내부방전 또는 전운과 전운사이 발생하는 자연뢰로 구분된다.

낙뢰는 전운중의 정전하를 중화하느냐 부전하를 중화하느냐에 따라 '정극성 낙뢰'와 '부극성 낙뢰'로 구분할 수 있으며, 낙뢰가 전운에서 지상으로 향하느냐 지상에서 전운으로 향하느냐에 따라 '자연낙뢰'와 '트리거 낙뢰'로 구분되고, 90% 이상이 부극성 자연낙뢰 현상이다.

일반적으로 부극성 낙뢰는 전운의 하부에 부전하가 축적되고 이 부전하가 정전유도에 의하여 지표에 정전하를 모으게 되면 이 정, 부의 전하사이, 즉 대기중에 강한 전계가 형성된다.

이때 뇌운 상부의 정전하와 하부의 부전하 사이에서 선행 뇌방전이 일어나면서 방전로 일부가 대지로 향하여 뻗어 나오는 경우가 있는데 이를 'Leader Stroke'이라고 한다.

Leader Stroke는 수십 m 길이마다 수십 μ s의 간격으로 분기를 이루면서 대지로 내려온다. 수 ms 내지 수십 ms 만에 대지를 향하여 내려와 지상의 돌출물과 Termination되면서 뇌운과 대지 사이에 전로가 형성되고 이때 지표상의 많은 양의 전하가 뇌의 전하를 중화시키기 위해 방전하게 된다. 대지로부터 뇌운을 향하여 막대한 주 방전 전류가 흐르게 되는 것을 'Return Stroke'이라고 한다.

이러한 과정을 거쳐 1차 Return Stroke은 완료되나 뇌운중의 유전률이 비교적 낮기 때문에 단 한번의 주 방전으로 뇌운의 전하가 모두 중화되지 않고 수십~수백 ms 이후 같은 방전로를 따라 재차 방전이 일어나 2차, 3차 Return Stroke 현상이 되풀이되는 다중 뇌격이 일어나게 된다. 이렇게 발생하는 뇌격횟수를 다중뢰라고 하는데 부극성의 경우 평균 3회, 정극성의 경우 1~2회 정도이다. 연속뢰격시 1kA 이하의 비교적 적은 전류가 10~100ms 동안 지속될 때는 지상발화에 의한 피해를 주는 경우가 있다.

1.4. 낙뢰의 종류(직격뢰와 유도뢰)

- 1) 직격뢰 : 뇌방전이 건, 건축물이나 전기 설비류 등에 직접적으로 이루어지는 경우를 말한다. 이 경우 수많은 시설의 화재, 폭발로 인한 인명 피해 뿐만 아니라 건물 및 시설파괴 등을 동반한다.
- 2) 유도뢰 : 일반적으로 전계의 변화 또는 전자계의 변화에 의해 생기며 Return Stroke에 의해 뇌운의 전하가 중화되는 과정에서 발생한다. 유도뢰는 전자, 통신기기 등 제반 제품을 파손하여 사용을 할 수 없게 한다.

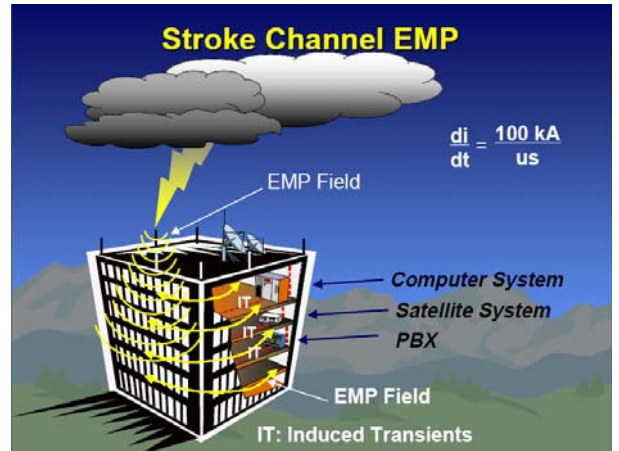
유도뢰의 종류는 4가지로 구분된다.

- 전자기 펄스 (Electromagnetic Pulse)
- 정전기 펄스 (Electrostatic Pulse)
- 대지 과도전류 (Earth Current Transient)
- 국부충전 (Bound Charge)

가. 전자기 펄스 (Electromagnetic Pulse : EMP)

전자기 펄스는 낙뢰시 방전로를 통해 전류가 흐를 때 형성되는 과도적 자기장이다. 뇌운과 대지 사이에 방전로가 형성되면 이는 전선과 같은 전도성 통로가 된다. 중화 전류는 통로의 임피던스와 뇌운 내의 전하량에 비례해 매우 빠르게 흐르기 시작한다. 이때 흐르는 전류량은 최대 10 배까지 변하고 마이크로 초(μs)당 510KA 까지 측정되었으며, 평균 100KA/ μs 이다.

도체를 통하여 흐르는 과도 전류는 자기장을 만들어 낸다. 보통의 차폐와는 상관없이 대지로부터 높이 설치되어 있는 전선, 데이터선도 낙뢰의 EMP 로부터 심각한 영향을 받는다. 낙뢰의 EMP 는 그 에너지의 대부분이 저주파이다. 따라서 웬만한 차폐기는 쉽게 침투할 수 있으며 시스템 장애를 유발할 수 있다.



EMP 는 또한 과도전류가 접지를 통해 대지로 유입되는 과정에서도 2차 피해를 가져온다. 과도전류가 대지로 유입될 때 급속도로 변화하는 시간당 전류(di/dt)는 접지시스템의 위로, 또는 평행으로 지나가는 매설전선에 상호작용을 하는 자기장을 발생한다. 이때 발생하는 에너지는 전기시설, 특히 데이터 선을 손상시킬 가능성이 충분하다.

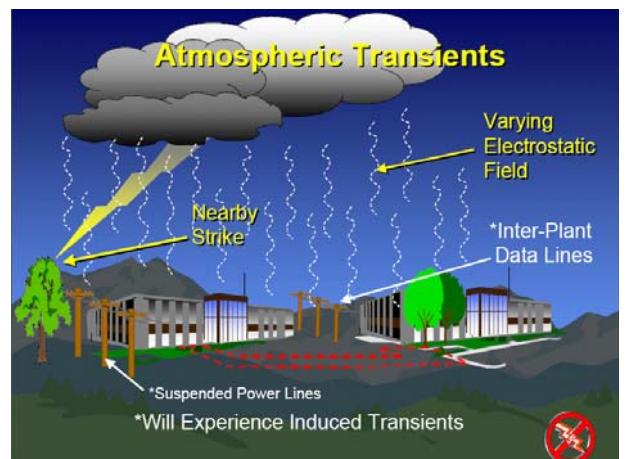
나. 정전기 펄스 (Electrostatic Pulse)

정전기 펄스는 뇌운이 형성되었을 때 그 수직 하부에 대전되는 반대 극성의 전하를 말한다. 이는 Electrical Shadow 라고도 하며 크기는 뇌운의 크기에 비례한다.

뇌운이 발달하면 대지에 설치되어 있는 어떠한 전선도 정전기장내에 속하게 되며, 대기의 전위량 (전기장*높이)에 따라 충전된다.

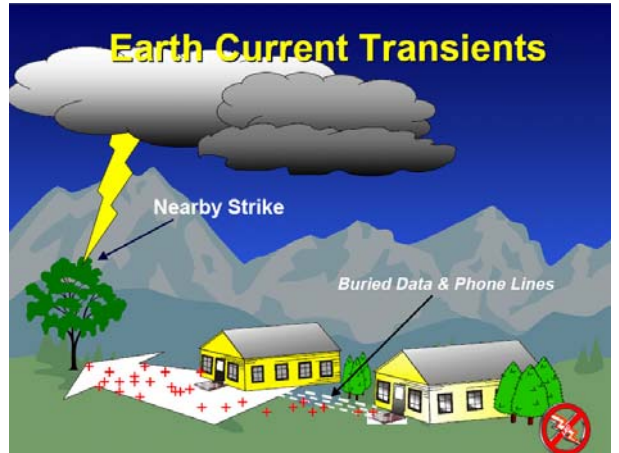
전자기 이론에 따르면 정전하는 대지물체의 어떤 표면에도 형성되며, 전하밀도는 정전기장의 크기에 비례한다. 전하밀도가 높을수록 하강하는 스텝리더

가 종결할 위험이 크고, 만일 그 물체가 접지되어 있지 않다면 스파크를 발생시킬 수 있으며, 그에 따른 화재발생이 일어나거나 민감한 전자장비의 파손이 우려된다.



다. 대지 과도전류 (Earth Current Transient)

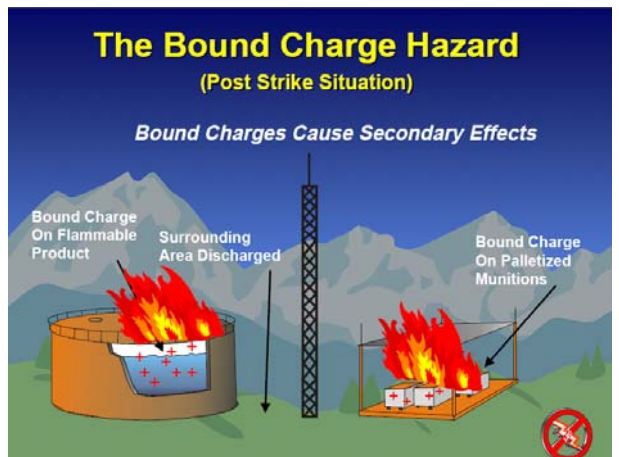
대지 과도전류는 낙뢰가 대지의 어느 지점에 종결할 때 이루어지는 뇌운의 중화작용의 직접적인 결과이다. 뇌운의 중화는 낙뢰가 대지에 종결할 때 형성되는 방전로를 따라 대지에 충전된 정전기가 순식간에 이동함으로써 이루어진다. 이때 정전기장내 또는 근처에 매설된 도체들은 정전기의 전하가 이동하기 쉬운 전도성 좋은 통로가 된다. 이 과정에서 도체에 이상전압이 유도되며, 토양을 통하여 부근의 가스관, 케이블 또는 접지시스템으로써 전류를 발생한다. (대개 30kv/m의 절연파괴가 가정된다.) 써지 전류는 대지에 의해 기존의 전자 접지시스템과 작용을 하며 불규칙한 대지전위상승 (Ground Potential Rise : GPR)을 유발한다.



라. 국부 충전 (Bound Charge)

낙뢰로 인한 유류 저장시설 화재의 가장 흔한 원인은 “국부 충전과 이로 인한 2 차 아크(Bound Charge And Resulting Secondary Arc : BC/SA)”라고 알려져 있다. 대지는 전리층에 대하여 보통 음의 극성이며, 뇌운이 전리층과 대지 사이에 형성되면, 대지에 양전하가 유도되고 이는 음전하를 더 높은 양전하로 바꾸게 된다. 뇌운 형성 당시 유류탱크는 대지와 같은 전위에 있고, 낙뢰 전에는 양극이지만 낙뢰 후에는 순간적으로 음극이 된다.

2 차 아크는 탱크 벽의 갑작스런 전하의 변화 (20 μ s)와 용기 내에 있는 유류의 전하가 변화하지 않은 상태에서 발생된다.



1.5. 종래 피뢰설비에 대한 재고

종래의 피뢰설비는 Air Terminal, Down Conductor 및 Grounding System 으로 구성되어 있다. 이는 Air Terminal 에 낙뢰를 유도하여, Down Conductor 를 통하여 대지에 방전(Drain)시키는 원리이다. 피뢰침은 이러한 기능을 수행하는 데는 적합한 설비 임에는 틀림없다. 그러나, 앞에서 설명하였고, 여러 현장의 화재 피해로 입증되었듯이, 직격뢰의 피해 및 특히 2차 영향으로 인한 피해를 제거 하는 데는 심각한 문제점이 있다.

피뢰침(Air Terminal)은 보호하고자 하는 주요 시설물이나 건물, 가연성저장 TANK 등에 가장 가까이에 설치하여 오히려 낙뢰를 끌어들이므로써 직격뢰로 인한 화재의 피해는 피할 수 있으나 2차 효과인 Bound Charge와 Earth Current등의 발생을 더 크게 하는 문제점을 가지고 있다.

보호하고자 하는 주요설비, 건물, 유류저장 Tank 주위에 낙뢰가 일단 발생하면, 직, 간접적인 영향으로 화재의 가능성이 증가하므로, 낙뢰로 인한 피해 방지에 대한 가장 효과적인 대책은 "No Strike, No Fires" 또는 "No Bound Charges, No Fire Explosions" 이다.

그러므로 직격뢰가 발생하지 않도록 낙뢰원인을 근본적으로 제거함은 물론 주위 영향권 내에서 낙뢰가 발생하였을 경우에도 Secondary Effect를 방지할 수만 있다면 주요설비, 건물, 유류저장 Tank 지역은 낙뢰로부터 완벽하게 보호 받을 수 있을 것이다.

2. 정전기 분산장치 (Dissipation Array System : DAS)

2.1 원 리

모든 도체의 선단, 즉 뾰족한 부분이 방전효과가 뛰어난 원리를 응용한 점방전 (Point Discharge)기능을 도입하여 전운의 하부에 축적된 전하가 정전기 유도 현상에 의해 지표면에 모아진 전하를 대기 중으로 전류 이동시키는 현상을 이용한 것이다.

지상에 위치한 건, 구축물의 상부에 이온화 장치를 설치하고 대지의 전하를 수집하기 위해 대지전류 수집장치 (GCC: Ground Current Collector-접지설비)를 설치, 이들을 전기적으로 접속하여 이온의 이동능력을 대폭 증가시키면 대지에 충전된 양이온은 뒤편에 흡인되어 위쪽으로 진행하는 동시에 보호 시설물의 상공에 퍼져 뒤편의 전하에 영향을 준다. 즉 모아진 전하를 보호대상 지역의 대기 중에 지속적으로 방전시킴으로써 전계강도를 낙뢰발생 수준이하로 낮춰주어 낙뢰의 선행조건인 초기의 Leader Stroke(Streamer) 발생을 방지하게 된다.

본 장치의 궁극적인 목적은 낙뢰발생의 요인을 제거함으로써 낙뢰로 인해 발생하는 직격뢰뿐만 아니라 유도뢰 역시 완벽하게 방지하는데 있다.

2.2 DAS의 설치 제품 및 기능

1) D.W.(Dissipation Wire)

Main Wire에 Discharge Point가 10cm간격으로 Spot Welding된 구조를 가지고 있으며 보호물의 구성 형태에 따라 각각 다르게 제작되는 Bracket 을 이용하여 설치된다.

정확한 설계에 의해 산출된 수량의 Point 들이 대지의 양이온 (정전기)을 분산시켜 낙뢰의 형성을 억제시킴으로써 낙뢰로부터 완벽하게 보호한다.

연속되는 Wire Type 으로 보호지역이 광범위하고, 경제적이며, 다양한 형태로 설치되어 그 형태에 따라 Hemisphere Type, Rim Array Type, Conic Array Type, Roof Parapet Type 등으로 구분된다.



2) SBI(Spline Ball Ionizer)

120Point 단위의 DAS 제품으로 CCTV, 가로등, 위성안테나 등 소형 구조물에 설치가 용이하고 낙뢰의 위험과 그로 인한 2차적인 피해를 최소화 시킨다. Hybrid type 의 성능을 가지고 있어 보호시설에 대한 대부분의 낙뢰는 방지하고 매우 강한 전기장 하에서는 정전기 분산을 지속적으로 수행하여 모든 낙뢰를 완벽하게 수집한다. 여러 개의 SBI 는 Point 수량산출 설계에 의하여 D.W 와 동일한 완벽 보호 기능을 수행할 수 있다.



3) SBT(Spline Ball Terminal)

보호지역내의 낙뢰의 기습을 방지하고 보호지역으로부터 발행한 낙뢰는 SBT 상부의 공중전하에 낙뢰의 대부분이 종결됨으로써 낙뢰에 대한 위험도를 줄일 수 있다. 방지되지 않은 낙뢰는 보다 신뢰성 있게 유도시킬 수 있고 전계강도를 최소화시킴으로써 낙뢰의 강도를 약화시킨다.



4) Hemisphere Array

반구형의 형태로 단일 Module로써는 가장 많은 Point를 제공할 수 있는 구조이다. 통신 Tower, 조명 Tower, 화학 Plant 등의 Stack 및 Column 에 적합한 구조로 설치 높이가 높아 가장 효과적인 시스템이다.



3. DAS의 설계기준 및 적용

3.1. 설계기준

- 1) 보호하고자 하는 면적에 대하여 이에 상응하는 전하량을 보호구역 상부에 이동시킴으로써 낙뢰를 방지한다.

$$q = \frac{a}{A} \times Q$$

q : 이온화된 전하량(C)
a : 보호면적(m²)
A : 뇌운에 의해 대전된 면적(m²)
Q : 뇌운이 가지고 있는 전하량(C)

- 2) 보호하고자 하는 지역의 필요 전하량을 구한 후 분산기(Ionizer)의 Point 수를 구한다.

$$N = \frac{q}{I_p \times t}$$

N : 분산장치의 포인트 수
q : 보호구역 내 전하량(C)
I_p : (E_f × H)² × C
t : Reaction Time
E_f : 전계강도(kV/m)

- 3) 기본설계 완료 후 건물의 형태, 고도, 풍속, IKL도 (뇌운일수) 등을 변수로 반영하고 산정된 근거에 따라 설치 Type을 선정한다.

모든 DAS 제품의 설치에는 최소한 풍속 130km/h의 풍력에 견딜 수 있도록 설계한다.

3.2. 적 용

1) 가연성 연료 저장 Tank (Flammable Storage Tanks)

낙뢰에 의한 점화 및 폭발로 인하여 전 세계적으로 연간 수백만 달러의 석유화학 제품과 관련 설비가 손실을 입고 있다. 낙뢰에 의한 석유저장 탱크 화재의 두 가지 주요한 원인은 직격뢰 (Direct Strike)와 국부충전 (Bound Charge)으로 인한 2차 영향이다.

DAS(Dissipation Array System)는 직격뢰의 방지는 물론 낙뢰로부터 발생하는 여하의 2차 영향(Secondary Effect)도 사전에 제거한다. 전 세계적으로 낙뢰 다발 지역에서 LEC 의 CTS 기술을 도입한 1000기 이상의 유류저장 탱크들이 낙뢰로 인한 피해를 전혀 입지 않고 사용되고 있다.



2) 공장설비 (Process Facilities)

LEC 사(USA)는 정유공장, 제지공장, 원자력 발전소, 저유소, 석유화학공장을 포함하여 전 세계에 걸쳐 주요 공장설비에 낙뢰방지 제품을 공급하고 있다. LEC Korea에서 공급하는 낙뢰방지 시스템은 High-Tech설비에 완벽한 낙뢰방지를 하기 위해 Custom Engineering을 실시하여 EMP(Electro Magnetic Pulse), Atmospheric Transients 와 ECT (Earth Current Transients)등과 같은 낙뢰의 2차 영향을 완전히 제거시킨다. 본 시스템을 적용한 모든 설비는 안정된 환경에서 운전하게 되어 각 개별 설비의 MTBF(Mean Term Between Failure)를 최대화할 수 있다.



3) 전력설비 (Electric Utilities)

전력설비의 송전설비 및 배전설비에 낙뢰로 인한 정전사례가 빈번한 것은 전력 수요처 특히 생산라인에 있어서는 심각한 일이 아닐 수 없다.

송전설비의 Static Wire 와 Guard Wire는 공통적으로 그 효과가 아주 미약하다. 관련 논문들은 Static Wire 와 Guard Wire를 적용한 전력설비와 적용하지 않은 전력설비의 낙뢰에 대한 안정성은 크게 차이가 없다고 지적하고 있다. 변전소에서는 낙뢰보호 설비로써 낙뢰보호용 Mast 나 다른 형태의 피뢰침을 사용하고 있는 실정이다.

LEC 의 DAS 는 직격뢰로부터 전력 선로를 보호한다. Hybrid Type의 DAS시스템은 저가로써 전력설비를 완벽하게 보호할 수 있다. 또한 LEC에서 공급하고 있는 Surge Protector 는 수전선로부터 유입되는 낙뢰성 Surge를 Series-Hybrid Protection에 의하여 보호할 수 있다.

4) 통신설비 (Communications)

각종 통신용 Tower는 특히 낙뢰에 취약하다. LEC에서 제공하는 DAS 는 통신설비의 낙뢰 보호에 가장 적합하다고 자부한다.

Tower 에 직격뢰나 낙뢰의 2차 영향(Secondary Effects)인 전자기 펄스(EMP)와 뇌운에 의한 대기중의 과도현상(Atmospheric Transients), 낙뢰로 인한 대지 과도전류(Earth Current Transients)로 인한 피해를 근본적으로 제거하여 방지한다.

DAS System 은 Tower 의 형태 및 종류에 따라 적합하도록 설계하여 고객의 특별한 환경에 적응할 수 있도록

제공한다. 따라서 DAS System을 적용한 모든 통신설비는 안정된 환경에서 작동함으로써 MTBF를 최장기화 할 수 있다. 일본 NTT 사의 Cable News Network 용 Tower 에 자주 발생하던 낙뢰로 인한 문제점을 DAS System 의 도입으로 완전히 해결한 것도 좋은 사례이다.



5) 방송설비(Broadcasting)

방송국의 송신 Tower 또한 직격뢰 및 낙뢰의 2차 영향에 대하여 취약한 설비이다. LEC 는 전 세계적으로 FM 및 AM 라디오, 단파, TV 방송장비에 낙뢰방지 시스템을 공급하고 있다. 특히, 방송 Power System 용 Series-Hybrid Surge Device 와 특수 접지 시스템인 Chem-Rod 는 Trouble Free Operation에 확신을 줄 수 있다.

6) 전산장비 (Data Center Equipments)

낙뢰로 인한 Data Center 의 마비는 장비의 손상으로 인한 피해는 물론 기업신뢰에도 큰 손실을 초래한다. Data Center 의 전력계통 및 Computer System 은 직격뢰 및 낙뢰의 2차 영향으로 인한 피해로부터 심하게 노출되어 있다. UPS System 과 기존의 이상전압 보호기만으로는 절대 완벽한 장비보호를 기대할 수 없다.

전산관련 모든 장비에 대하여 최첨단 기술을 활용하여 다각도로 검진하여 완벽한 보호설비를 제공함으로써 외부로부터 유입되는 Surge 및 내부의 Surge 에 대하여 전산장비와 완전 차단시킬 수 있는 기술을 제공한다.

7) 주요관청 및 국방설비 (Government & Defense)

미국내의 FBI, CIA, NASA, U.S.Army, U.S.Navy, Air Force, 에너지성 등의 주요관청에 낙뢰 보호장비를 공급하고 있다. 뿐만 아니라 전 세계에 걸쳐 낙뢰로 인한 피해를 방지하기 위하여 다양한 형태의 국가방위 시설, 주요 정부관청등에 낙뢰 보호설비를 공급하고 있다. 국가주요기관의 설비 즉, 통신 시스템, 홍수통제 시스템, 국방시설에 대하여 적용가능하다.



4. DAS의 신뢰성

4.1. DAS의 특징

- 1) 간편성 : 디자인이 간단하고, 신뢰성이 있으며 효과적이다. 전하를 이온화하기 위한 별도의 장치는 필요 없이 뢰운과 대지간 대전되는 전하의 이동현상 (전류: 양전하에서 음전하로 흐름)을 이용함.
- 2) 보호지역의 광범위 : 정전기 분산시스템은 다양한 각종 빌딩, Tower, Transfer Line, Stack, Radar 등 거대하고 복잡한 공장의 경우라도 보호가 가능하며 각각 시스템 구성의 형태에 따라 적용할 수 있다.
- 3) 보호성능 : 보호지역의 직격뢰와 그와 관련된 모든 에너지를 완전하게 제거함으로써 낙뢰의 에너지를 대지로 유인하는 일반 피뢰설비의 문제점을 완벽히 해결할 수 있다.

4.2. 타제품과 방식비교

구분	플랭크린 ROD (돌침형)	ESE (집전 양방식)	DAS(CTS) (정전기 분산 방식)	비고
원리	보호대상물보다 높게 설치하여 낙뢰를 확률적으로 유도	뇌운 발생시 상향 스트리머를 발생하여 낙뢰를 조기에 유도	뇌운에 의해 대전되는 충전전하를 보호구역에서 천천히 지속적으로 방전시켜 뇌운과 대지간 전계강도를 낮게 유지함으로써 낙뢰 발생을 근본적으로 방지	
목표	낙뢰를 대지로 유도해서 보호하고자 하는 대상물을 직격뢰로부터 보호	낙뢰를 돌침형 보다 확률적, 지역적으로 넓게 조기 유도하여 직격뢰로부터 보호	낙뢰발생을 근본적으로 억제해 직격뢰 뿐만 아니라 Surge 발생의 주요인인 유도뢰를 방지함으로써 낙뢰로부터 완벽 보호	
보호공간	건물의 중요도, 높이 등에 따라 보로각의 범위가 다르나 (45,30)	뇌운의 전계에 의해 상향 스트리머가 발생되므로 스텝 리더에 따라 보호범위가 다름	대전된 전하를 보호공간에 방전시키는 방식으로 보호지역의 크기와 Ionizer의 Point 와 상호 비례하므로 원하는 면적만큼 Ionizer를 설치해 보호하고자 하는 면적은 제한이 없다.	
효과	-직격뢰 보호(확률 70%) -유도뢰에 대해 무방비	-직격뢰 보호(확률 90%이상) -유도뢰에 대해 무방비	-직격뢰 및 유도뢰 보호 (확률 100%)	
구성	-피뢰침 -접지설비 -접지선(절연)	-Sensors -pulse발생장치 -접지설비 -접지선(절연)	-Ionizer(DW, SBI, SBT) -접지설비(GCC) -접지도체(절연 불필요) -철타구조물, Pole 등 기존 구축물이용	
설치방식 및 방법	-비표준화 (제작, 설치표준 없음) -단순설치	-보호평면별 보호반경을 적용하여 설치(위치/갯수) -단순설치	-건, 구조물, 주위 지형을 고려한 설계 -보호면적에 따른 분산점의 수를 공학적 계산적용(제작, 설치특허) -표준 시공법에 따라 시공	
설치비용	-동일면적에 같은 효과를 얻기 위하여 많은 설비수가 필요(인건비 과다)	-돌침형에 비해 수량은 적어 인건비는 상대적으로 절감되나 자재비가 고가	-면적에 따라 Type 과 수량은 다르나 자재비의 가격이 저렴하고 설치가 간단함으로 총 공사비는 저렴함	

5. 결 론

인간은 나날이 급속하게 발전하는 과학기술로 인하여 일상생활의 편의제공 등 전반적이 질적 수준의 향상이 이루어진 것이 사실이지만, 태풍, 홍수 등 대자연의 현상에 대하여 완벽하게 대처하는 능력은 아직 부족하다.

그럼에도 불구하고, 보다 과학적으로 접근, 분석하여 가능한 피해를 줄이려는 끊임없는 노력이 경주되어 왔다.

18세기 중반에 피뢰침이 프랭클린에 의해 발명된 이래 약 200년간 낙뢰보호의 개념에 거의 변화가 없었으며 특별하게 변화의 요구가 있었던 것도 아니었다. 그러나 최근 수십년 동안 극소 전자공학의 출현 이래 낙뢰로 인한 고가의 전자장비의 손상 및 손실이 빈번하게 발생되면서 낙뢰에 대한 관심이 고조되고 있다.

앞서 기술한 바와 같이 낙뢰의 2차적 효과, 특히 전자기 펄스 및 정전기 펄스로 인한 피해가 대부분의 경우이다.

일반 피뢰침이나 ESE는 직격뢰로부터 시설물을 보호하기 위한 장치이나 100%의 효능이 없으며, 낙뢰의 2차적인 효과에 대해서는 전혀 보호기능을 가지고 있지 않다.

최근 미국에서 특허를 획득한 충전전하 분산장치(CTS)는 뇌운과 대지 사이의 전장 강도를 지속적인 전하 분산을 통해 전위차를 낮춤으로써 낙뢰 자체의 발생을 억제하는 낙뢰 보호 시스템이며, 이는 기존의 낙뢰 수집기와는 전혀 다른 새로운 개념으로 자연적 현상인 낙뢰에 대한 보다 적극적인 해결책의 한 방법이라고 할 수 있다.