

# 공간전하 방사형 피뢰침과 기존피뢰침의 특성비교

정용기\* · 이복희 · 꺾희로 · 이승철 · 이강수

(의제전기기술사고시원·인하대·숭실대·한진중공업·숭실대)

## 1. 기술개발내용

### 가. 기술의 개요

#### - 개발현황

WTO/TBT협정 이후 각 나라의 모든 기술기준, 인증방법, 공사방법, 시험방법 등이 하나로 통일 조정되는 움직임을 보이고 있다. 이러한 상황에서 피뢰설비 관련 국내 기준도 IEC 61024와 NFPA 780을 비교 검토하여 새로운 기준이 제정되었다. 그림1에 현재의 피뢰보호방식을 설명하였다.

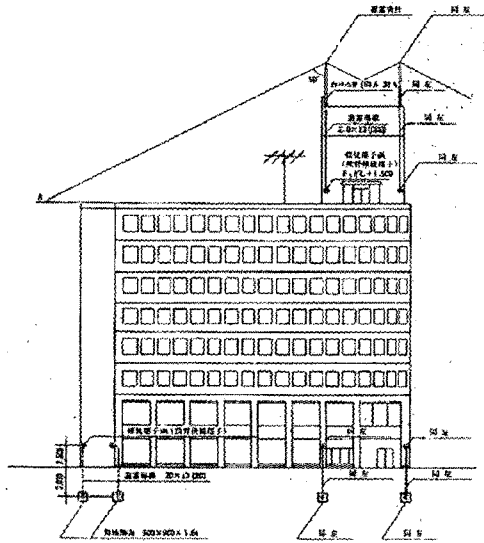


그림 1. 현재의 피뢰보호 설계

현재 피뢰보호 설계의 특징을 보면 보호각 45, 60° 적용하고 피뢰침 단독접지 및 타 접지와 이격시키며 건물 접지는 1, 2, 3, 특별3종 실시하고 있으며 피뢰침은 뇌격전류를 대지에 방전시키기 위한 목적으로 하고 있다

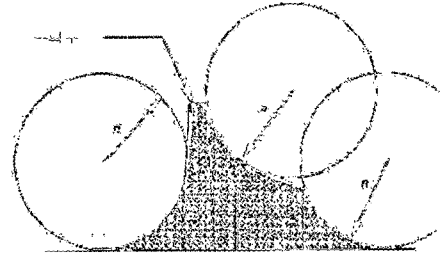


그림 2 - 회전구체 방법을 이용한 뇌보호 시스템의 수뢰부 설계 예  
(KS C IEC 61024-1)

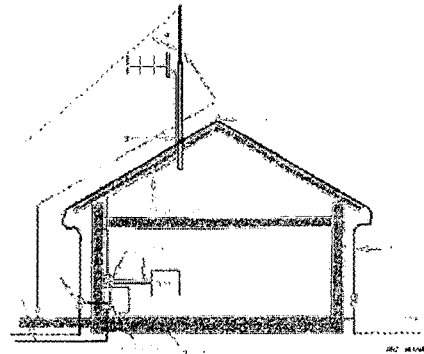


그림 3 - 마스트를 피뢰침으로 TV안테나가 있는 건축물의 뇌보호 구성의 예  
(KS C IEC 61024-1의 2.2.3)

### 특징

- 피뢰침과 TV안테나 등 모든 외부 금속물체를 본딩시켜야 함
- 보호각 개념이 높이에 따라 다름
- 피뢰침 접지를 다른 접지와 모두 연결시켜야 한다.

새로 제정된 KS C IEC 61024에 의하면 그림 2와 같이 피뢰보호 방식이 보호각 방식과 회전구체 방식으로 개정되었으며(그림 2, 그림 3), 그림 1과 같은 현재의 피뢰설비는 아파트 등 건물 옥상에 안테나 설비가 있는 경우에는 안테나를 보호하기 위해 안테나 설비와 이격하여 피뢰설비를 하여 뇌보호를 하였으나 새로 개정된 규격에서는 그림 3과 같이 안테나 설비 상부에 설치

하도록 하였다.

이 경우 낙뢰가 발생하여 뇌격이 일어나게 되면 피뢰침에 의해 뇌격전류가 대지로 방류되지만 이때 유도서지가 발생 안테나선을 타고 흘러들어 건물 내 가전기기에 심각한 영향을 미칠 수 있다. 따라서 피뢰보호설비를 건물옥상이나 안테나 상부에 설치하게 되면 반드시 서지보호 장치를 설치하여야 한다.

이상과 같이 KS C IEC 61024의 피뢰설비 기술기준이 새로이 제정되어 뇌보호 설비를 하여야 하나 뇌격으로부터 피해를 줄이는 가장 좋은 방법은 뇌격이 발생하지 않도록 근본적으로 뇌를 피하고, 예방하는 것이라고 할 수 있다. 이에 당사는 뇌격 자체를 피하고, 뇌격을 방지할 목적으로 개발된 미국의 LPS의 공간전하방사형 피뢰침을 기초로 개선된 공간전하 방사형 피뢰침을 개발하게 되었다.

#### - 기존제품의 문제점

그림 1에서 보는 바와 같이 지금까지의 피뢰침은 보호각 45°, 60° 개념으로 진행 적용되어 왔으며, 피뢰침의 접지를 단독접지 하도록 하였으나, 앞으로 국제규격 IEC에 의해 개정될 KS 피뢰기준은 보호범위를 Rolling sphere와 등전위화 접지 하도록 되어 있다. 이럴 경우 낙뢰에 의한 충격전류의 흡인을 위한 종래의 피뢰장치는 원추형상의 돌출부를 통하여 흡인가능하도록 구성되어 있으므로 이로 인해 피뢰장치로 낙뢰 리더를 흡인하여 낙뢰 충격전류를 대지로 방류한다 하더라도 그 충격전류가 상당히 크기 때문에 유도 장애에 의해 건물의 통신설비, 컴퓨터, 약전기기 등에 영향을 주어 서지 프로텍터가 설치되더라도 기기 고장이나 작동 정지 등의 사고가 발생하게 된다. 특히 현대는 정보통신사회로 대량의 정보가 축적된 컴퓨터 기기 등이 소손, 가동정지하게 되면 금전적, 사회적으로 큰 피해가 발생하게 된다.

특히, 위에서 언급한 바와 같이 피뢰침의 설치 개소가 옥상 등의 경우 안테나 옆이 아닌 안테나 상부에 피뢰침을 설치하도록 규정되어 있어 뇌격발생시 유도 뇌서지에 의한 피해가 예상된다. 서지보호 장치를 설치하여 서지에 의한 장애를 제거하고는 있지만 보호 범위에 한계가 있는 실정이다. 이러한 피뢰보호 장치가 제 기능을 제대로 다

하지 못한다면 다음과 같은 경제적, 안전상, 운전상 영향을 미칠 것이다.

- 방송 통신 장애에 의한 손실
- 전력사고로 인한 수입 손실과 질 낮은 전원 공급
- 상해 위험 또는 인명 안전 위협
- 컴퓨터 등 뇌에 민감한 전자기기의 손상과 이로 인한 경제적 손실

#### 나. 기술개발 내용

이에 미국의 LPS사와 기술 제휴하여 신기술로 개발된 “공간전하 방사형 피뢰침”은 상기와 같은 문제점을 해소하기 위해 개발된 것으로, 상부 반구와 연결되는 지지부의 외주면에는 스텐인리스 브러시(이하 브러시)를 구비함으로써 전기 쌍극자 이론에 의해 상부구의 하부 절연반구와 브러시 사이에서 공간전하 방사 이론을 이용하여 건물전체를 중화시킬 수 있도록 한 낙뢰방지용 피뢰장치를 제공함으로써 낙뢰의 근본적인 조건을 제거하는데 그 목적이 있다.

앞에서 설명한 공간전하 방사형 피뢰침의 목적은 보호 대상물의 최상단에 설치되어 근본적으로 건물의 뇌격을 제거하는데 있다. 낙뢰 자체를 제거하기 위한 피뢰장치 구성은 다음과 같다.(그림 4)

피뢰장치 상단에는 전기적으로 절연된 상부 반구 도체와 하부 절연반구로 이루어진 구형 돌출부를 형성하였다. 구형 돌출부의 하부 절연반구와 지지부 측면사이에서 전하를 방사시키기 위해 복수개(2개, 4개)의 지지봉에 소정의 길이를 갖는 측면 브러시를 길이방향으로 수100개를 개재시켜 스텐인리스 스틸을 나선형으로 꼬아 측면 밀착된 스텐인리스 침 방전부를 갖도록 지지부를 구성하였다.

뇌격시 방전로를 이루기 위해 설치 베이스를 이용하여 지지부를 건물에 고정시키고 접지전극과 접지된 피뢰도선을 베이스에 연결하였다.

기존 미국 LPS사의 피뢰침은 앞에서 설명한 구성에서 상부의 구형 돌출부 없이 브러시를 개재시킨 지지봉과 베이스로만 구성되었다. LPS사의 공

간전하 방사형 피뢰침의 기본개념은 다음과 같다. 그림 5와 같이 (-)전하로 충전된 뇌운이 건물에 접근하면 건물은 (+)전하로 대전되고 (+)전하는 뇌운과 가까운 건물 상부로 집중하게 된다. 이때 공간전하 방사형 피뢰침의 경우 측면의 브러시를 통해 선행 방전이 발생하게 되어 건물을 중화시킴으로써 대지전위를 감소시킨다. 대지전위가 감소되므로 뇌격을 발생시킬 만큼 충분한 전계가 형성되지 않고, 전하방사로 리더가 형성되지 않으므로 뇌운은 뇌격없이 다른 장소로 이동하게 되는 것이다.

당사에서 신기술로 개발한 “공간전하 방사형 피뢰침”은 상술한 LPS사 제품 상부에 구형 돌출부를 제작 연결홈을 이용하여 장치의 상단에 나사를 조여 연결하였다. 전기적으로 절연된 하부 반구도체를 설치하여 (-)전하의 뇌운이 접근하면 상부 반구도체와 지지부에 연결된 브러시에는 (+)전하가 집중하게 된다. 하부 절연반구에 상부 반구도체와 쌍극자의 원리에 의해 (-)전하가 집중적으로 대전된다. 이 대전 전하로 인해 하부 절연반구와 지지부의 브러시 사이에 전계가 상승 공기의 절연이 파괴되어 방전이 발생하게 되며 이 방전에 의해 건물의 전하가 공간 중에 방사되므로 기존 제품보다 낙뢰 예방에 더 큰 효과를 발휘할 수 있다. 따라서 낙뢰에 의한 충격전류를 흡인시킬뿐만 아니라 뇌운 접근시 공간전하의 선행방전으로 낙뢰를 방지할 수 있도록 하는 것에 획기적인 이론과 실무적용에서 검증된 바가 있음을 밝혀둔다.

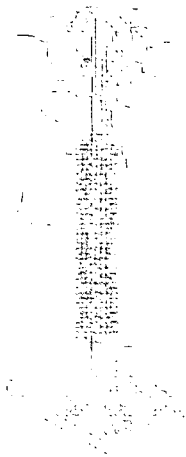


그림 4. 공간전하 방사형 피뢰침

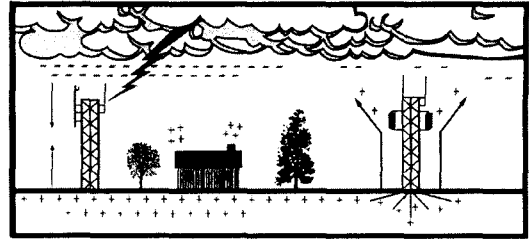


그림 5. 공간전하 방사형 피뢰침의 기본 개념도

미국의 LPS사와 기술 제휴하여 신기술로 개발된 “공간전하 방사형 피뢰침”은 실험에 의해 미국제품이 갖는 문제점을 해소하기 위해 개발된 것으로, 상부 반구와 연결되는 지지부의 외주면에는 스테인리스 브러시(이하 브러시)를 구비함으로써 쌍극자이론에 의해 하부 절연구에 뇌운의 전하를 유도시켜 피뢰침 상부에서는 뇌 방전이 늦게 일어나고 하부 브러시에서는 코로나 방전이 더 활발히 발생하도록 하여 건물전체의 전하를 낮추어 낙뢰의 근본적인 조건을 제거하는데 그 목적이 있다.

다. 동종업계와의 기술비교

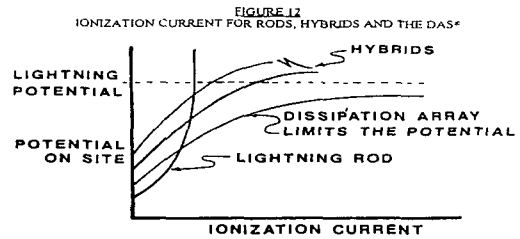

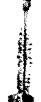
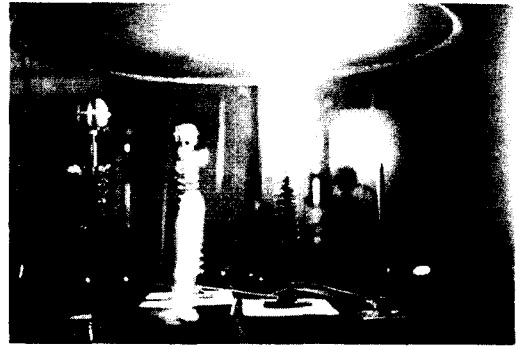


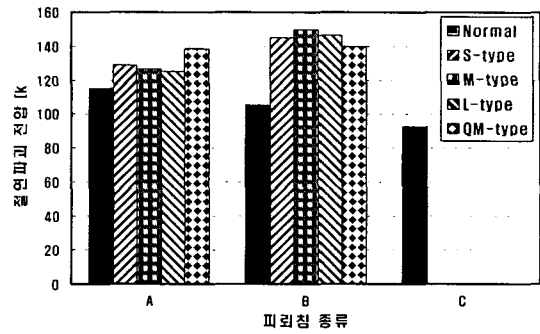
그림 6 IONIZATION CURRENT FOR RODS, HYBRIDS AND THE DAS

(Roy B. Carpenter, Jr, "Advanced Lightning Protection Techniques", 1994, Centre for management Technology.에서 발췌)

구분	돌침	선행 방전형	공간전하 방사형
구조		그림 생략	
장점	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 뇌격 흡인</li> <li>- 저가(저가 5만원)</li> <li>- 취급 용이</li> <li>- 설치 용이</li> <li>- KS C IEC 61024에 의한 설계 적용 가능(Rolling Sphere법)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 뇌격 흡입이 용이하다고 주장</li> <li>- 보호각이 돌침보다 크다고 주장</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 뇌격을 피하고 사선차단</li> <li>- 유도뢰 발생 없음</li> <li>- 유도장애 없음</li> <li>- KS C IEC 61024에 의한 설계 적용 가능(Rolling Sphere법)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유도뢰 발생</li> <li>- 유도장애 발생</li> <li>- 전자기기 손상</li> <li>- 통신장애 발생</li> <li>- 정보 손실</li> <li>- 약전기기 손상</li> <li>- 전력사고 발생</li> <li>- 전력사고 발생</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 유도뢰 발생</li> <li>- 유도장애 발생</li> <li>- 전자기기 손상</li> <li>- 통신장애 발생</li> <li>- 정보 손실</li> <li>- 약전기기 손상</li> <li>- 전력사고 발생</li> <li>- 고가(250만원선)</li> <li>- KS C IEC 61024에 의한 설계 적용 불가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 고가(개량 국산 45만원선 미국산 35만원선)</li> <li>- 브러시 취급이 어려움</li> </ul>
단점			

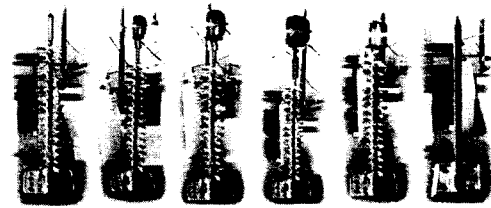
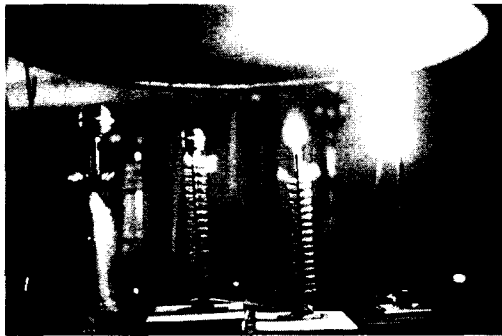


나. 시험결과

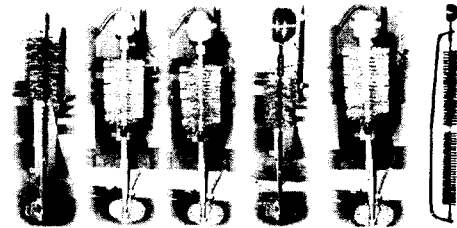


### 3. 예비 시험성적 내용

가. 관련규격 : 공간전하 방사형 피뢰침에 대한 관련 규격 없음.



A형A-S형A-M형A-L형A-QM형C형



B형B-S형B-M형B-L형B-QM형D형

실험결과 : 당사가 개발한 공간전하방사형 피뢰침중 A-QM형과 B-M형 피뢰침의 절연과피전압이 가장 높았다.