

천둥번개(雷)로 부터 전력(電力)및 통신(通信) 시설을 방호(防護)하는 대책에 대하여

조 규 심

(동아엔지니어링(주) 기술고문 공박·기술사(전기통신))

1. 머리말

7, 8 및 9월은 흔히 '벼락과 소나기의 달'이라 한다. 7월의 장마가 몰아온 수많은 벼락세례는 8, 9월의 소나기가 피부울 풍성한 벼락을 예고해 주는 전주곡이기도 하다. 우리나라의 전력 및 통신시설에 벼락이 떨어진 건수는 과거에는 매년 수백 건에 달했으며, 시설이 확장됨에 따라 낙뢰건수도 비례해서 증가하였으나 시설에 대한 막대한 투자와 유지 및 보수의 향상으로 근래에 이르러서는 현저히 감소되었다. 불청객이자 가공할 자연현상인 이 벼락의 정체는 어떤 것이며, 그 까다로운 성미를 어떻게 구슬려 피해를 덜 입는가에 대해서 기술하기로 한다.

벤자민·프랭클린(Benjamin Franklin)에 의해서 뇌(천둥번개)가 인류에게 전기의 방전현상이라는 것을 올바르게 확인시킨지 이미 240여년의 세월이 흘렀다. 지금까지 인류는 이 위대하고도 가공할 괴물을 자연현상으로 인정하고, 뇌(천둥번개)의 현상을 과학적으로 계통을 세워서 해명하는 노력을 계속해 왔지만 현재까지도 아직 수수께끼의 부분이 남아 있다. 그러나 최근의 관측기술의 진보에 의해 전모는 상당히 명백해졌다.

천둥번개가 방전현상이라는 것을 확고히 알아낸 것은 벤자민·프랭클린의 유명한 '연의 실험'에 의한 것이지만, 그러나 뇌의 현상의 본격적인 해명이 시도된 시초는 1900년대에 들어와서 보이스씨의 카메라(1928년의 C. V. Boys씨의 Camera)에 의한 뇌광(雷光)의 사진기록이 가능하게 된 이래의 일이다. 천둥번개는 아직도 불명확한 부분이 있으나 국내 및 국외의 많은 연구가들에 의해 뇌운(雷雲)의 발생기구, 구조, 뇌격전류의 특성 등 상당히 많은 부분이 명백해졌다. 여기에서는 그것을 중점적으로 설명한다.

2. 뇌운(雷雲)의 발생

뇌운의 가장 일반적인 것은 적란운(積亂雲)이며 상층과 하층의 대기가 불안정한 층을 구성할 때에 생긴다. 뇌운(雷雲)모

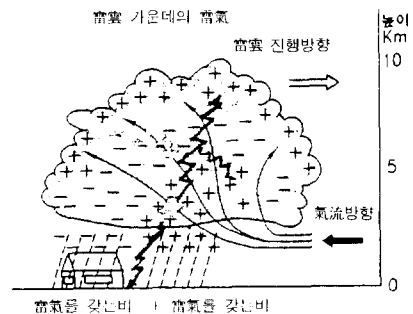


그림 1. 뇌운 모델

(우리나라 8, 9월에 가장 심한 벼락의 산모는 적란운(뇌운) 기류에 따라 집중호우의 뚝뚝을 몰고 오는 수도 있다.)

델을 그림 1에 표시한다. 적란운 속에서는 고온다습한 격렬한 상승기류가 존재하며, 수천m의 상공에서는 대기중의 수증기가 단열팽창하여, 응결, 빙결(氷結)이 일어난다. 이 과정에서 싸락눈, 우박빙정(氷晶)이 형성되는데, 각각의 입자의 온도차에 기인하는 전하분리(電荷分離)가 일어난다. 그 결과 온도가 높은 얼음입자(싸락눈, 우박)에 (-)가, 온도가 낮은 얼음입자에 (+)가 대전하며, 중력(重力)과 상승기류에 의해 분리되며, 뇌운의 상층에 (+), 하층에 (-)의 전하분포가 생긴다.

이 뇌운 속에 생긴 (+) 및 (-)의 전하가 서로 방전함으로써 일어나는 전광(電光)을 운간방전(雲間放電)이라 말하고, 운저(雲底)에 있는 (-)의 전하와 그(-)의 전하로 인해 지표면에 유기되는 (+)의 전하사이에서 일어나는 전광을 대지방전(對地放電)이라 한다. 이 대지방전이 일반적으로 말하는 '낙뢰현상'이다.

그림 1은 뇌운(적란운)이 다량의 전기를 포함하고 있는 것을 나타내고 있다. (+)전기를 가진 구름과 (-)전기를 가진 구름이 접근하면 구름과 구름 사이의 공기의 절연을 깨뜨리고 방전을 한다. 이 때 구름은 대단한 전기(전하)를 가지고 있으므로 방전할 때는 강한 불꽃 때문에 대단한 빛과 높은 소리를 낸다. 이것이 모두가 잘 아는 천둥번개이다.

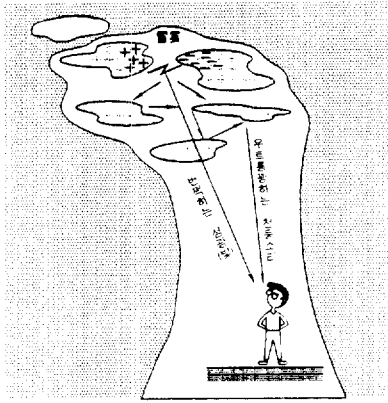


그림 2. 우르릉하며 천둥소리를 내는 천둥번개

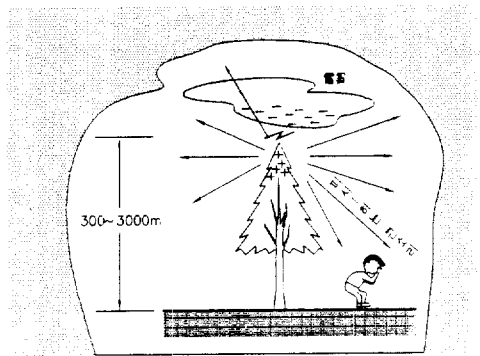


그림 3. 피시-하는 큰소리를 내며 떨어지는 낙뢰

천둥번개의 소리가 '우르릉'하면서 큰소리를 내는 것은 방전에서 낸 소리가 구름에 부딪혀서 반사하면서 울리기 때문이다. 그림 2는 '우르릉'의 소리를 내는 양상을 나타내는 것이다. 전기를 가진 구름이 지상 가까이 까지 내려오면 지상에 있는 물체와의 사이에 방전이 일어난다. 이것이 '낙뢰'인데 그림 3은 지상에 있는 큰 나무에 벼락이 떨어지는 양상을 나타낸 것이다.

천둥번개는 겨울철에만 발생하는 것이 아니다. 겨울철에도 발생하는 곳은 전세계에서 2곳이 있는데 그것은 노르웨이의 서해안과 일본의 호쿠리쿠(北陸)지방이다. 이 2지방은 겨울에도 천둥번개가 발생한다. 여기에서는 단류기류와 한류기류가 부딪혀서 겨울철 천둥번개를 형성한다.

3. 뇌운의 방전현상

여기 제 3장에서 언급할 것은 많으나 지면의 제한으로 간략하게 기술한다. 뇌운의 방전현상에서는 일반적으로 다음과 같은 사항이 설명되어 있으나 다음의 제 6항만 을 간단히 설명하고 기타는 항목만 소개한다.

1. 뇌운의 발생
2. 천둥번개의 종류

3. 뇌우일(雷雨日)
4. 뇌방전의 과정
5. 뇌격전류의 성질
 - 5.1. 뇌씨-지의 표시방법
 - 5.2. 뇌격전류
 - 5.3. 뇌격전류의 특성
 - 5.4. 뇌방전로(雷放電路)의 임피던스
 - 5.5. 뇌방전의 발생수(發生數)와 습뇌시간(襲雷時間)
6. 뇌방전의 스펙트럼

뇌방전의 스펙트럼은 근년에 이르러 사진기술의 진보에 의해 시간변화의 관측이 가능하게된 결과 뇌방전로의 프라즈마의 해석(解析)이 진보하여, 뇌방전로의 최고온도는 15,000°C, 전자밀도는 10²⁴개/m³ 정도라는 것을 알게 되었다. 그림 4는 남산 TV탑의 낙뢰의 사진이다(1994년 10월 2일 밤 10시경).

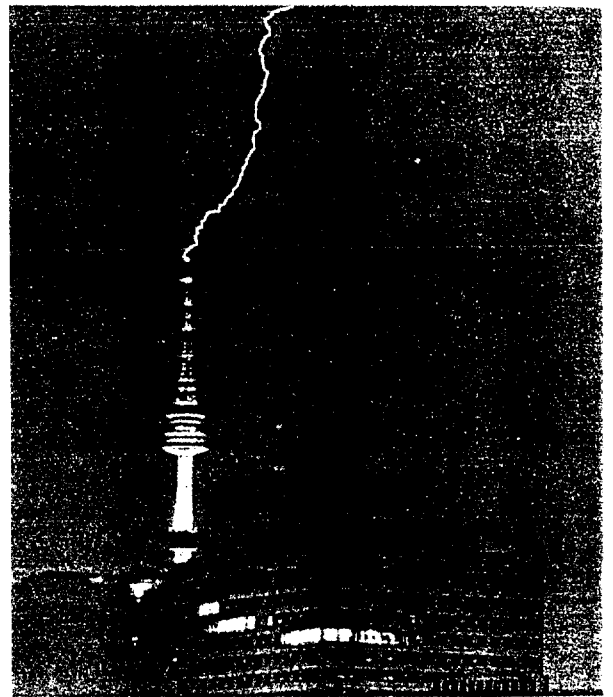


그림 4. 남산 TV Tower의 낙뢰(1994년 10월 2일 밤 10시경)

4. IKL(Iso Keraunic Level: 年間平均發雷日數)도(圖) 작성

기상의 변화에 따라 지역적으로 상이하게 발생하는 뇌가 각종 전력설비에 미치는 영향과 피해는 대단히 크므로 이런 뇌피해를 최소한으로 줄이거나 예방하여 전기시설의 안전과 양질의 전력을 공급하는 것이 뇌피해대책이다. 따라서 한국전력공사(韓國電力公社)는 IKL(Iso Keraunic Level: 年間平均發雷日數)도(圖)를 작성하여 각종 전력공급설비의 내뇌설계(耐雷設計), 운전 및 유지보수에 참고자료로 활용하고 있다. 이렇게 하여 작성된 것이 [그림 5 (1968~1992년의 25년간)] 및

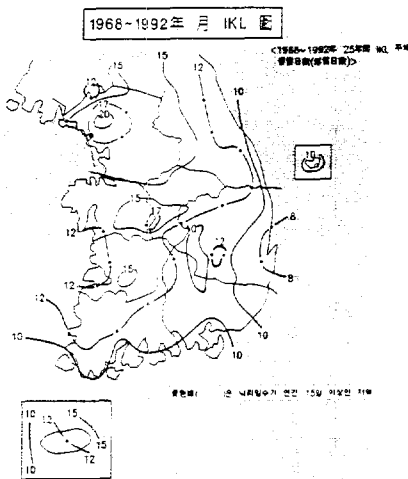


그림 5. IKL(Iso Keraunic Level)
 <25年間 平均 發雷日數>
 (韓國電力公社 資料)

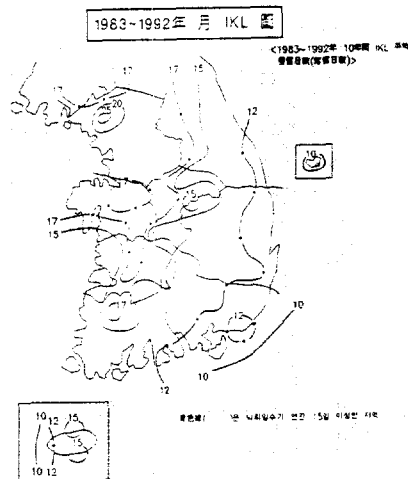


그림 6. IKL(Iso Keraunic Level)
 <10年間 平均 發雷日數>
 (韓國電力公社 資料)

[그림 6(1983~1992년의 10년간)] 의 IKL도(도)의 일부이다. 이 IKL도면은 1992년 현재 142개의 뇌관측소(한국전력공사: 136 개소, 중앙기상대: 58 개소)에서 관측된 자료를 통계분석하여 작성한 것이다.

5. 전력시설(電力施設)의 낙뢰피뢰기의 기능과 역할

전선로를 직격하는 낙뢰(直擊雷) 혹은 뇌운의 접근으로 인

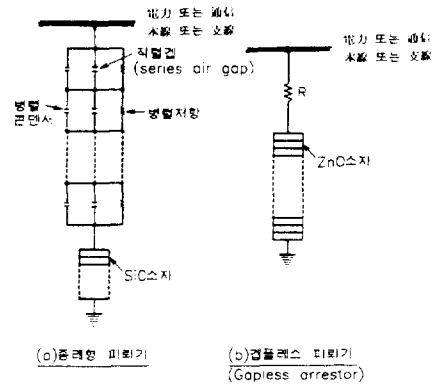


그림 7. 피뢰기의 등가회로(낙뇌용 피뢰기)

한 유도뢰(誘導雷)로 인해 전선로에 이상고압이 생겨, 절연을 파괴하여 설비에 손해를 주기도 하고, 화재를 일으키기도 한다. 이와 같은 뇌전으로 인한 이상전압은 충격파(surge)이며 그의 피크치는 300~400kV에 이르는 때도 있으며 지극히 위험하다. 이 때문에 일정이상의 고전압에 대해서는 저항치가 극히 낮아지는 물질, 예컨대 탄화규소(SiC) 또는 산화알루미늄피막(Al_2O_3) 등과 방전에어갭(discharge air gap)을 직렬로 접속한 피뢰기를 사용하여 이상전압은 이것을 통하여 대지로 방전하고 전압이 낮아지면 저항이 증대해서 전류를 차단함으로써 시설을 천둥번개로부터 방호한다. 피뢰기는 여러 가지 형식이 있으나, 그 중에서 Al_2O_3 에 방전에어갭을 직렬로 접속한 회로 또는 탄화규소로 된 회로가 그림 7에 표시되어 있다.

6. 전력용 낙뢰피뢰기의 동작특성

(1) Al_2O_3 에 방전에어갭을 부착한 것의 동작특성은 뇌(뇌전)와 같은 이상전압(異常電壓)이 들어오면, 먼저 그 직렬에어갭(series air gap)이 그 전압에 대한 방전개시전압으로 방전하여 방전전류가 흐른다. 그 후에 전력회로의 상용주파(商用周波)전압에 따르는 속류(續流)가 흐른다. 그 최초의 0점에서 속류를 차단하는 것이 일반적인 동작이다. 이것은 그림 8에서 알 수 있다. 이와 같은 일련의 동작에서 알 수 있듯이 직렬에어갭은 소정의 전압으로 방전하고, 동시에 속류차단후의 전압에 대하여는 절연을 회복하는 능력이 요구된다.

한편, SiC(탄화규소)소자는 보통의 방전전류에 대하여 제한 전압을 가능한 낮추고, 속류의 동작시에 고정적으로 작용하여 직렬에어갭이 절연회복되는 것을 도와 주는 역할을 하게 된다.

이상과 같은 설명을 도시하면 ZnO소자와 SiC소자의 V-I 특성은 그림 9와 같다.

(2) Gapless 피뢰기의 특성은 이상전압(異常電壓)이 들어왔을 때에 과전압에 대한 전류만을 흘리고, 상용주파전압에 대한 속류는 흘리지 않는다. 따라서 gapless피뢰기는 과전압이 대응하는 에너지를 소비하는 것뿐이므로 에너지소비면에서

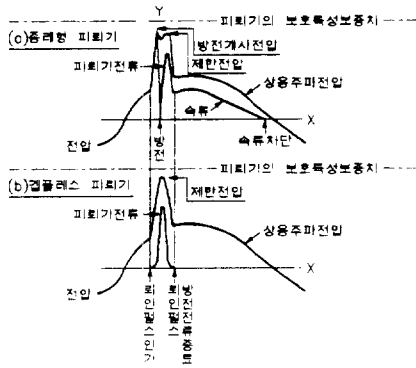


그림 8. 종래형 피뢰기와 겹플레스 피뢰기의 동작시전압, 전류파형 비교 설명도

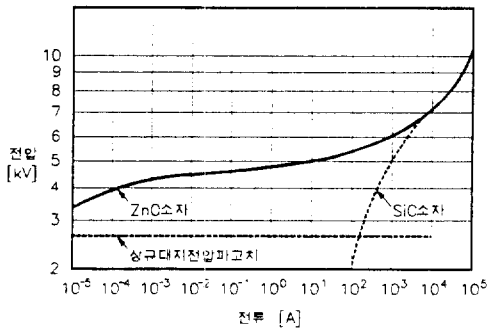


그림 9. ZnO 및 SiC의 특성곡선

표 2. 근년의 벼락피해(1969년, 1978년 및 1995년) (韓電資料)

구분	1969년	1978년	1995년
발전설비	8 회	14 회	1 회
변전설비	48 회	62 회	무 회
송전설비	37 회	61 회	19 회
배전설비	307 회	449 회	237 회
합 계	400 회	606 회	257 회
	(총고장건수 1,963건 중의 점유율 20%)	(총고장건수 2,312건 중의 점유율 25%)	(총고장건수 2,974건 중의 점유율 8%)

어 직렬gap로 전류를 차단할 필요가 있으나 ZnO소자에 있어서는 미세전류(1mA 이하)밖에 흐르지 않아 직렬gap이 필요하지 않다.

이상에서 설명된 것을 도시하면 피뢰기의 동작시 전압-전류파형이 그림 9와 같이 된다함은 이미 언급하였다.

전력계통에 있어서 직격뇌(直擊雷)와 유도뇌(誘導雷)를 정리해 보면 표 1과 같다. 그리고 낙뢰로 인한 한국전력공사의 몇 년 동안의 피해를 집계해 보면 표 2와 같다.

7. 피뢰기를 설치해야 하는 장소

전력계통에서 뇌(뇌싸-지:lightning surge)와 같은 과전압은 변압기, 차단기, 개폐기, 전동기 및 케이블단말기등과 같은 절연물에 피해를 주는 경우가 종종 발생하는데 피뢰기는 이와 같은 유해(有害)한 과전압을 흡수하여 전기기기의 절연파괴사고를 미연에 방지하는 보호장치이다.

뇌싸-지(lightning surge)이외에 개폐싸-지(switching surge)까지 합치면 피뢰기를 설치해야하는 장소는 다음과 같이 많아진다.

- (1) 기기(機器) 및 특수개소
 - 1) 발·변전소 모선으로부터 배전선로의 인출장소
 - 2) 절연변압기의 전원측과 부하측 각상
 - 3) 재폐로차단기(recloser), 구분개폐기(rectrionalizer), 차단기, 구분개폐기등의 개폐장치의 전원측 및 부하측의 각상
 - 4) 콘덴서의 전원측 각상
 - 5) IKL이 11일 이상 지역에 설치된 주상변압기
 - 6) 기타 필요한 장소
- (2) 선로(線路)
 - 1) 분기주(分岐柱), 말단주, 내장주, 인유주
 - 2) IKL이 11일 이상 지역의 전선로 매 500m 이내마다
 - 3) 절연전선과 나전선의 접속개소
 - 4) 가공전선의 시단과 말단
- (3) 다회선(多回線) 병가구간(並架區間)
 - 1) 각 회선마다 위의 기준에 따름.
- (4) 인유(引溜) 및 내장개소(耐張個所) 등의 여러 곳이다.

표 1. 뇌싸-지와 개폐싸-지의 구분

항목	직격 뇌	유도 뇌	비고
전압과고치	5000 KV정도	50 KV이하	
전류과고치	수만A를 초과	1000A이하	
싸-지 전압파형	과두장: 1-7 μs 파미장: 약 40 μs 과두준도: 250 KV/μs정도 선로전파치: 감쇠함	1-30 μs (20-30) μs가 많다. 40-200 μs 5 KV/μs정도 감쇠함. 감쇠함	
극 성	(-)극성(단일극성이 일반적)	(+)정극성(단일극성이 일반적)	
싸-지 에너지	상당히 크다. 전기설비의 절연은 대부분 후라쉬오버를 일으키는 경우는 적음. 방호장치: 피뢰침, 가공지선(싸-지흡수기로는 흡수불능)	그렇게 크지 않음 후라쉬오버를 일으키는 경우는 적음. 방호장치: 싸-지흡수(피뢰기)로 흡수가능)	
빈 도	적 음	많 음	
기 타	시기적으로 여름철이 많음. (단, 겨울의 설해도 있음.) 근접설비에 큰 영향을 끼침.	시기적으로 여름철이 많음. (단, 겨울의 설해도 있음.)	

방전 gap type 피뢰기보다 유리한 점이 있고, 또 방전개시전압이 없으므로 급격파에 대한 응답특성도 우수하다.

또한 SiC(탄화규소)소자는 상규(常規)대지전압이라도 상시 전류가 흐름으로, 소자의 온도가 상승하여 소손의 우려가 있

전력(電力)계통에 있어서 낙뢰(雷)-지(lightning surge)용 피뢰기와 개폐(開閉)-지(switching surge)용 피뢰기를 설치하자면 이상과 같은 여러 개소에 설치해야하나, 여기서는 낙뢰(雷)-지용 피뢰기에 대해서만 설명하였다. SiC(탄화규소), Al₂O₃(산화알루미늄), C(탄소), ZnO(산화아연), 또는 이들을 조합해서 사용하는데 따라 여러 형태가 있는 것이 현재의 실정이다.

피뢰기의 설치위치는 보호하고자하는 물체에 가까이, 그리고 외부회로에 설치해야하며, 이의 정확한 설치위치는 엄격한 계산에 의해 결정되는 것이 보통이다. 낙뢰방호용 피뢰기의 설치 장소를 구체적으로 표시하면 그림 7에 표시한 바와 같이 전력 및 통신 본선 또는 지선의 각 요소에는 어김없이 설치하여야 한다. ZnO소자는 SiC소자보다 비직선저항특성이 우수함으로 직렬에어갭(series air gap)이 없어도 피뢰기로서 많이 사용된다.

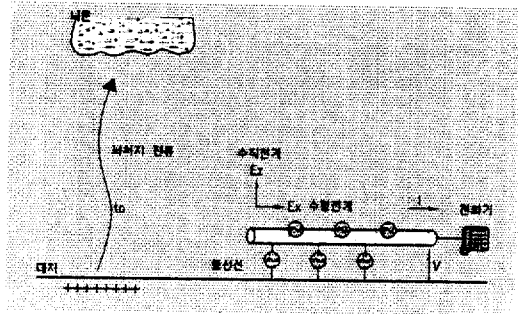


그림 10. 뇌(雷)-지 유도메카니즘

8. 통신시설(通信施設)의 낙뢰(雷)피뢰기의 기능과 역할

한편 통신시설(通信施設)에 있어서는 통신장비(通信裝備)의 트랜지스터(transistor)나 IC는 수볼트(수 volt)로 동작을 하지만 뇌(雷)는 때로는 앞에서도 언급했듯이 수백~수십만볼트의 전압을 유기하기 때문에, 장치를 파괴하기로 하고 통신을 두절시키기도 하는 중대한 피해를 주기도 한다.

통신장비가 받는 뇌(雷)를 구조적으로 보면 2종류의 형(pattern)이 있다. 이것은 근본적으로 전력시설의 경우와 다를 수 없다. 즉, 하나는 통신시설로부터 떨어진 장소에 낙뢰가 있으며, 그 때 발생한 강전자기(強電磁界)에 의하여 통신케이블 등에 엄청난 큰 전압이 유기하는 현상이다. 이 유기(또는 유도)전압이 통신 시설까지 전방(傳搬)해 오기 때문에 전자회로(電子回路)를 파괴하는 등의 피해가 발생한다.

2번째는 빌딩(building)등에 낙뢰한 전류의 일부가 직접 통신시설(通信裝置)에 유입하기도 하고, 또 전위치가 생김으로서 일어나는 등의 피해이다.

9. 통신선, 상용전원선(商用電源線)으로 들어오는 유도(雷)피뢰(雷)지(誘導雷surge)와 그 대책

그림 10은 여름의 뇌(雷)의 예로, 통신케이블에 유도전압이 발생하는 구조를 표시한 것이다. 대지(大地)에 (+)의 전하(電荷), 뇌운(雷雲)의 하측(下側)에 (-)의 전하가 축적된다. 처음에, 뇌운으로부터 대지로 향해서 대기(大氣)의 절연파괴가 일어나며, 다음에 그 곳을 통하여 대지를 통하여 대지로부터 뇌운으로 빛의 약 1/3의 속도로 대전류가 흐른다. 통신케이블 등의 유도전압은, 이 대지로부터 뇌운으로의 전류에 의해 발생하는 강전계(強電界)에 의한 것이다.

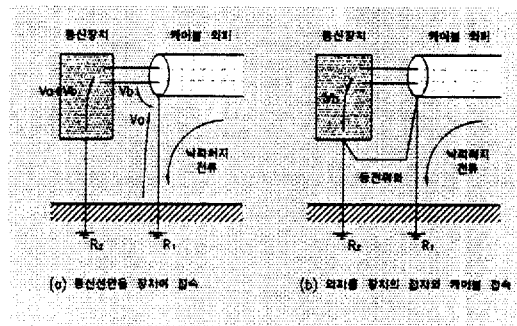


그림 11. 통신선 유도전압의 접지구성 의존성

대지는 완전도체가 아니므로 수직전계와 수평전계가 발생하며, 이것들의 전계를 길이의 방향으로 적분(積分)한 전압이 케이블단말에 유기한다. 통신케이블에는 플라스틱외피의 내측(內側)에 알루미늄테이프(aluminum tape)금속층이 있으며, 그 속에 통신회선이 수용되어 있으므로, 이것들의 도체(통신회선)에는 대략 동일한 전압이 유기한다. 그러나, 이것들의 케이블단말부에 장치를 여하히 접속하는나에 따라, 전자회로(電子回路)에 가해지는 전압에는 5배~10배의 차가 생긴다.

그림 11(a)는 케이블외피는 떨어진 곳에 접속하고, 통신선만을 장치에 접속한 경우이다. 유도에 의해 생긴 뇌(雷)-지전류가 케이블의 외피의 접지점에 유입하면, 접지임피던스로 인해 그 점의 전위가 수천~수십만볼트 상승한다(Va). 케이블외피와 통신선사이에도 수백~수천볼트의 전위차(Vb)발생해 있음(단, Vb≪Va)으로, 결과적으로는 통신장치에는 양쪽의 전압(Va+Vb)이 가해진다. 그러나 그림 11(b)와 같이 케이블외피의 접지도 장치에 접속하면, 장치의 전자회로에는 외피와 통신선의 전위차(Vb)만이 가해져 전압이 그림 11(a)에 비하여, 대폭으로 감소된다. 이와 같이 접지를 접속하여 등전위화(等電位化)하는 것을 접지의 통합 또는 연접(連接)이라 말하며, 뇌해대책(雷害對策)에서 가장 기본적 아이디어로 되어있다.

그림 12는 맥내전화(가입자전화)또는 팩시밀리(FAX)등의 상용전원(商用電源)을 사용은 일반가정기기(一般家庭機器)에 대한 것으로, 국내에서의 현재의 접지구성을 나타낸 것이다. 통신케이블의 외피는 전주(電柱)에 부착해서 접지되고, 보안기내의 피뢰기의 접지, 맥내기기(일반전화, FAX등)의 제 3종

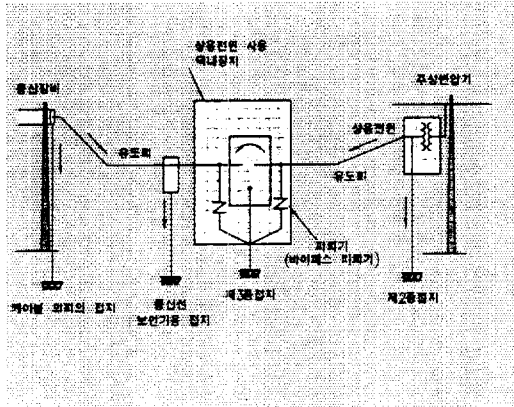


그림 12. 상용전원을 사용하는 배내기기의 접속구성 통신장치

접지, 상용전원(商用電源)의 접지도 각각 별도로 마련되어 있다. 통신선에 뇌유도전압이 생긴 경우를 생각하면, 그림 11(a)의 이유로 통신선으로의 유도전압이 배내기기측에 직접 유입하는데, 보안기로 1차 피뢰의 기능을 수행해도 접지전위가 상승하여, 배내기기의 제 3종접지 또는, 상용전원 사이에 전위차가 발생하기 때문에 결국은 배내기기에 큰 전압이 인가되게 된다. 이것은 상용전원(商用電源)에 뇌유도전압이 발생한 경우도 마찬가지이다.

이의 대책으로서는 각각의 접지를 상호로 접속하는 것이다. 그러나 일반가정에서는 상용전원(商用電源)의 접지를 접속하기란 일반적으로 곤란하므로, 그림 12와 같이 통신선과 전원선, 제 3종접지의 사이에 피뢰기를 삽입하고, 뇌써-지가 들어왔을 때 등전위화하게끔 한다. 이 방법을 바이패스·어레스터(by pass arrester)법이라 말하며 배내기기의 패키지(package)에 실장하는 경우와 외부부착으로 대처하는 경우가 있다.

그림 12에 표시한 피뢰기는 어느 스투쉬홀드(threshold)전압을 넘으면 단락상태로 되어서 전위차를 해소하기는 하나, 이것 이외에 뇌유도전압이 침입하지 못하게 절연하는 기능을 갖는 것으로서 절연트랜스포머(isolated transformer)가 있다.

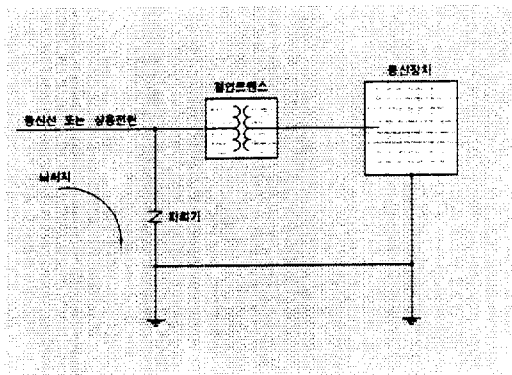


그림 13. 피뢰기와 절연트랜스포머를 조합한 뇌해(雷害) 대책

이 절연트랜스포머는 성능에 이상이 없다면 뇌유도전압의 침입을 샤프트 아웃(shout out)함으로, 유효한 대책의 하나가 된다. 그러나 수만volt에 견딜 수 있는 성능을 얻는 것이 기술적으로 곤란하다는 것, 형태가 커진다는 것, 경제적이 아니라는 등의 이유에 의하여, 뇌의 침입경로에 대해서 절연트랜스포머를 단체(單體)로 해서 대책을 실시하기보다도, 그림 13과 같이 피뢰기로 처음에 바이패스하고, 그곳에서 방호(防護)하지 못한 전압에 대해서 절연트랜스포머로 2차대책을 실시하는 방법이 실용적 방법이다.

이제까지는 주로 맥내(宅内)의 예를 기술하였지만 센터빌딩(center building)에 있어서도, 통신케이블 또는 상용전원으로 부터 들어오는 뇌유도전압에 대해서는 근본적으로 같다.

10. 빌딩직격뢰(building 直擊雷)와 그 대책

일반가정으로 직격뢰가 오는 것은 극히 드물지만, 센터빌딩 또는 뇌가 많은 산정무선중계소(山頂無線中繼所)에서는, 낙뢰로 인한 빌딩내의 통신장치가 고장을 일으켜 대규모고장에 이르는 수가 있다. 그 주요한 구조로서는 다음의 2가지 점을 들 수 있다.

- ① 피뢰침 등에 낙뢰한 뇌써-지전류가 빌딩의 철근이나 철골 등에 흐름으로써 (a)그 일부의 전류가 통신장치에 유입한다. (b)떨어진 장소에 설치된 장치과의 사이에 전위차가 생긴다. (c)빌딩 내를 배선해 놓은 케이블에 유도전압이 발생한다 등의 현상이 발생하여, 통신장치의 전자회로를 파괴한다.
- ② 직격뢰전류가 대지로 유출함으로 인해서 그 빌딩의 전위가 상승하기 때문에 먼 곳으로 향해서 배선해 놓은 통신케이블 또는 상용전원선으로부터 뇌전류가 유출하여, 그 인출점(引出點)이 되는 피뢰기 등을 파괴한다.

통신이외(예컨대 디지털기기)의 분야에서도 장치의 디지털화, 고기능화에 수반하여, 이와 같은 직격뢰에 의한 고장사례가 증가하고 있지만, 아직도 체계적인 해석(解析)이나 대책이

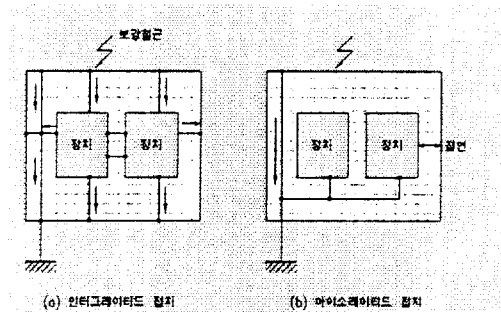


그림 14. 센터빌딩내에 있어서의 통신장치의 뇌피해 대책

이루어진 예는 적고, 다만 경험적인 대책에 의존하고 있는 것이 현황이다.

우선 상기 ①에 대해서, 그 대책의 주된 예를 그림 14에 표시한다. 그림 14(a)는 장치에 들어오는 뇌전류를 극력으로 분산시켜 회로 또는, 장치사이에 발생하는 전위차를 작게 억압하는 것에 중점을 둔 방법이며, 인테그레이티드 접지(integrated grounding)라고 부르고 있다. 안테나 혹은 도파관, 동축케이블을 접지하는 무선장치 또는 전송장치(傳送裝置)에 채용되고 있다. 특히 산정무선중계소(山頂無線中繼所)와 같이 직격뢰가 자주 떨어지는 높은 빌딩에서는 장치의 주위에 낮은 임피던스(low impedance)의 접지도체를 마련하여 장치간을 망상(meshed form)으로 접속하여 전위차가 발생하는 것을 억제하고 있다.

그림 14(b)는 뇌전류가 침입하지 못하게 하는 것에 중점을 둔 방법이며, 빌딩의 기둥, 벽, 바닥, 주변장치로부터 완전히 절연하는 방법이다. 이것을 아이소레이티드 접지(isolated grounding)라 부른다. 비교적 저주파로 동작하는 고신뢰가 요구되는 디지털교환기(digital exchange)에 채용되고 있다. 이 방법에서는 주변과의 절연이 완전치 않으면 대책의 효과를 얻을 수 없게 되기 때문에 유지보수상의 배려가 필요하게 된다.

통신시스템이 고도화됨에 따라, 그림 14(a)와 (b)의 장치가 혼재(混在)하기도 하고, 종래와 같은 무선, 전송, 교환 등과 같은 구별이 곤란하게 되었으며, 뇌대책의 관점은 물론, EMC (Electromagnetic Compatibility: 電磁環境適合性) 또는 장치의 동작특성을 포함해서, 조화가 잡힌 기능적인 대책설계가 필요하게 되어 있다.

앞에 기술한 ②에 대해서는, 그 주된 원인이 빌딩의 전위상승에 있기 때문에 (a)그 빌딩의 접지저항을 작게 하여 전위상승을 억제한다, (b)큰 전류가 유출하여도 파괴하지 않게, 설비의 내력(耐力)을 향상시킨다는 대책이 필요하다. 접지저항을 경감하는 방법은 좋지만 경비가 증가하므로, 보통은 우선 설비의 내력향상책을 실시한다. 현재의 상황에서는 어느 정도의 설비로 하면 어느 정도의 신뢰성을 얻을 수 있는가가 명확하지 않으므로, 경험적인 대책에 의존하고 있는 것이 실정이다.

11. 끝 맺음

전기 및 통신설비의 뇌방호 기술은 낡으면서도 새로운 테마이다. 뇌(뇌전 또는 천둥번개)에 대한 연구의 역사는 일찍부터 행해져 왔으며, 뇌해대책도 긴 세월을 걸쳐 검토결과와 경험에 근거해서 실시되고 있다. 그러나, 전기 및 통신장비가 나날이 다양화, 고도화해짐에 따라, 이 다양화, 고도화된 전기 및 통신장비는 점점 민감하게 뇌(뇌전)에 반응하게 되었고, 보다 고도의 방호기술(防護技術)이 요구되고 있다. 따라서 장치의 고장상황도 점차로 변천하고 있으며, 그 실태를 잘 파악한 후에 뇌해발생(雷害發生)구조 또는 전력 또는 통신장치에 끼치는 영향을 정량적(定量的)으로 명백히 하는 것이 한층 중요하게 되어 있다.

저 자 소 개



조규심(曹圭心)

1928년생. 서울대 공대 전자공학과 졸업. [공학박사, 기술사(전기통신)]. 체신부 공무국근무(통신기좌). 체신부 전기시험소 전력과근무(통신기좌). 미국(Bell Lab.), 불란서전기통신연구소(C.N.S.T), 독일전기통신연구소(Bundespost)에서 연구생활(3년간). 한국전기통신연구소근무(실장). 고려통신기술용역주식회사근무(대표이사, 사장). 동아 엔지니어링주식회사(이사, 상무이사, 전무이사, 기술고문). 대한전자공학회(이사). 한국기술사회(이사). 미국 전기전자공학회(IEEE 정회원)