

뇌방전 현상과 전력용 피뢰기의 최근 동향

조 규 심

(동아엔지니어링 주식회사 기술고문·공박·기술사)

1. 서 론

인류의 생활에 위협과 공포를 주는 천둥번개는 다른 어떤 전기현상(電氣現象)에 지나지 않는다는 것을 벤자민·프랭크린이 확신시켜 준 것은 240여년전의 일이었다. 지금까지 인류는 이 위대한 괴물을 가공(可恐)할 자연현상으로 바로 인정하고 천둥번개현상을 과학적으로 계통을 세워 해명하는 노력을 계속해 왔지만, 현재에도 아직 수수께끼의 부분이 남아 있다. 그러나, 최근에 이르러 관측 기술 진보와 발달에 의해, 전모는 상당히 명백해졌다.

사람들의 생활에 위협과 공포를 주는 천둥번개(雷)는 전기(電氣)나 통신(通信) 설비에게도 가공(可恐)할 존재이다. 전기 및 통신설비의 번개로 인해 야기되는 문제는 복잡하고 다기(多岐)하게 퍼져 있으며, 넓은 기술분야에 걸쳐 있다. 근래에 와서는 전기 및 통신 써-비스의 확충에 따라 이들 설비가 교외(郊外), 다뢰지역(多雷地域)으로의 이전이 증가하고 또 기기(機器)의 고체전자부품화(固體電子部品化)등이 진행됨에 따라 시설은 종래보다 더욱 뇌해(雷害)를 받기 쉬운 상황으로 변했다.

오랫동안 공포의 대상이었던 뇌(雷)는 방전현상에 지나지 않는다는 것을 1752년 프랭크린이 연으로 실험하여 명백해 졌지만, 그러나 뇌현상의 본격적인 해명이 시도되기 시작한 것은 1928년의 Boys Camera에 의한 뇌광(雷光)의 사진기록이 가능하게된 이래로 부터이다. 우리나라도 이제 뇌(雷)의 여러가지 현상으로부터 방호법(防護法)에 이르기까지 일관성 있는 뇌방호기술을 확립할 필요가 있는 시기에 와 있다 하겠다.

뇌방전현상에는, 아직 불명한 부분도 있으나 많은 사람들의 연구에 의해 뇌운(雷雲)의 발생기구(發生機構), 구조, 뇌격전류(雷擊電流)의 특성(特性)등이 상당히 명백해졌다. 이하 이것들을 설명한다.

2. 뇌운의 발생(雷雲의 發生) - 전하(電荷)는 여하히 생성(生性)되는가 ?

뇌운의 가장 일반적인 것은 적란운(積亂雲)이며, 상층의

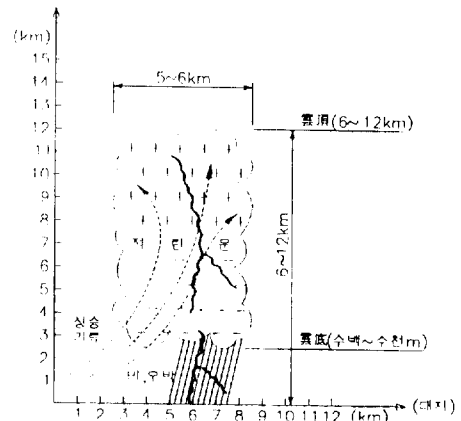


그림 1.1. 여름철 뇌운의 성질상태

대기(大氣)와 하층의 대기가 불안정한 층(層)을 구성할 경우에 생긴다. 뇌운모델도를 그림 1.1에 표시한다.

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

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

또 겨울의 천둥번개에 대해서도 최근에 연구가 진행되어, 그림 1.2와 같이 뇌운(雷雲)이 바람에 불려서 (+)의 전하와 대지(大地)와의 사이에서 대지방전(對地放電)이 일어나는 일도 있음이 확인 되었기 때문에 낙뢰라하면 반드시 (-)의 대전(帶電)에 인한 것이라고 할 수 없다.

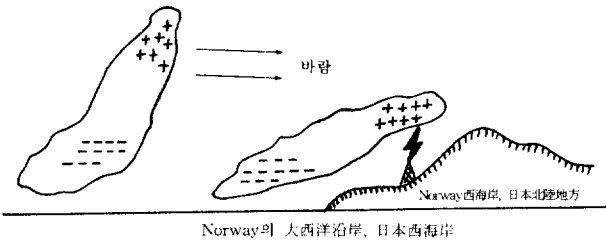


그림 1.2. Norway의 西海岸, 日本西海岸에서 볼 수 있는 겨울천둥번개

3. 뇌의 종류(雷의 種類)

뇌는 앞에서 설명한 바와 같이 대기(大氣)의 층(層)이 불안정한 층을 구성하는 경우에 생기기 때문에 반드시 적란운에 인한다고 할 수 없으며 여러 가지 원인으로 인해 발생한다. 표 1.1에 뇌의 종류를 표시한다.

표 1.1 뇌의 종류

열뢰(熱雷)	일사광선(日射光線)이 강한 날에, 산악지대(山岳地帶) 등에서 지표부근의 공기가 달구어져서, 상승기류가 일어나서 뇌운(적란운)을 발생한다. 우리가 경험하는 일상의 천둥번개는 대부분 이것이다. 시속 10~40km의 속도로 산악지대로부터 평야지대로 이동한다.
계뢰(界雷 界雷 前線雷)	저기압의 한냉전선과 더불어 발생한다. 한냉전선의 이동과 더불어 넓은 범위로 발생한다. 천뢰(春雷)는 이 계뢰(界雷)에 속한다.
열계뢰(熱界雷)	열뢰와 계뢰의 양쪽이 원인이 되어서 발생한다. 한냉전선의 이동에 따라 상공(上空)에 차가운 무거운 공기가 하강(下降)하여 오는 곳에, 지표부근에서 달구어진 공기가 상승기류를 일으켜 뇌운을 발생시킨다.
외뢰(渦雷)	발달한 저기압 또는 태풍의 중심에서, 강한 상승기류로 인해 발생하는 천둥번개(雷)
화재뢰(火災雷)	큰 화재가 일어났을 때 발생하는 천둥번개
화산뢰(火山雷)	화산이 대폭발할 때 그 분연운(噴然雲)속에서 발생하는 천둥번개, 기타 원자탄이 폭발할 때 등

4. 뇌우일 (또는 발뇌일)

뇌명 [雷鳴 또는 천둥번개 또 발뢰(發雷)] 가 확인된 날(日)을 뇌우일 또는 발뢰일이라 한다. 우리나라는 중앙기상대(中央氣象臺)에 의해 보고되지만, 한국전력공사(韓國電力公社)에 의해서도 작성된다. 1년동안의 뇌우일 (발뇌일)의 수를 년간 뇌우일수 (IKL : Iso Keraunic Level)라 부르며 그림 1.3에 표시한다. 우리나라에서는 특별히 다뢰지(多雷地)이라 할 수 있는 지역이 없으나 1983 ~ 1992년의 10년간의 평균년간 뇌우일수는 그림 1.3에서 보는 바와 같이 서울지역, 경기도와 강원도의 경계지대, 전남의 광주지역, 제주도 등이 타 지역에 비해 뇌명 (발뢰)가 많다 하겠다. 이 지역은 그림 1.3에서 보는바와 같이 15회, 17회, 20회, 25회 등으로 나와 있다.

한편, 세계의 년간뇌우일수는 W.M.O (World Meteorological Organization)에 의해 계속적으로 조사되며 그 결과를 그림 1.4에 표시한다(1953 ~ 1955년도).

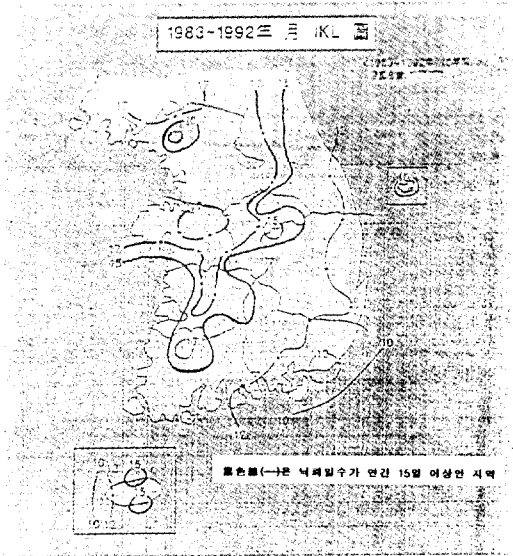


그림 1.3. IKL(Iso Keraunic Level) <10年間 平均 雷雨日數(發雷日數) <韓國電力公社 資料>

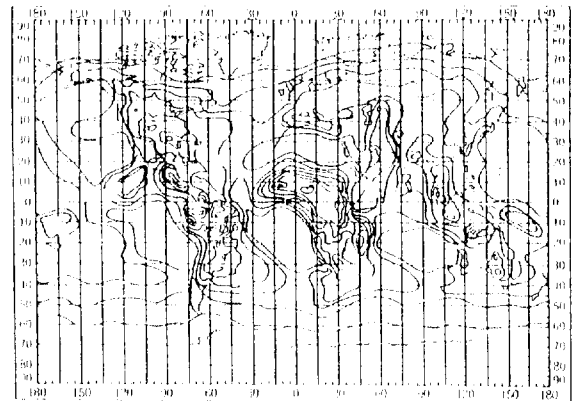


그림 1.4. 세계의 IKL도

5. 뇌썩-지 [Lightning Surge 또는 뇌격전류(雷擊電流)] 의 성질

5.1 뇌썩-지의 특성

뇌썩-지(雷過電壓 또는 雷過電流)의 기본특성은 표 1.2와 같이 표시된다. 표 1.2는 그림 1.5의 각 수치를 나타낸 것이다.

본래 뇌의 방전현상은 그 발생이 제어되지 않는다, 발생으로부터 종료까지의 시간이 순간적으로 짧다, 라는 이유에서 그 해명이 극히 곤란했다. 이래서 프랭크린 (Franklin)의 뇌방전현상 발견 이래 더 깊은 행명(解明)은 못하고 지내오다가 1928년에 이르러 C.V. Boys씨가 자신이 개발한 특수 카메라 (Boys Camera)를 사용하여 뇌방전의 진전과정(進展過程)을 기록하는데 성공하였다. 이 이래 뇌방전현상의 행명은 급

표 1.2 뇌격전류의 성질(관측치)

項 目	最小値	代表値	最大値
계단형선구방전 (階段型先驅放電) ● Step간의 시간간격(μs) (Step間の時間間隔(μs)) ● 평균진전속도(%) (平均進展速度(%)) ● 방전로의 전하(c) (放電路の電荷(c))	30 1.0 × 10 ⁶	50 1.5 × 10 ⁶	125 2.6 × 10 ⁶
시형선구방전 (矢型先驅放電) ● 진전속도(%) (進展速度(%)) ● 방전로의 전하(c) (放電路の電荷(c))	1.0 × 10 ⁶ 0.2	2.0 × 10 ⁶ 1	2.1 × 10 ⁶ 6
귀환뇌격 (歸還電擊) ● 진전속도(%) (進展速度(%)) ● 파고치(kA) (波高値(kA)) ● 파고장(μs) (波高長(μs)) ● 파미장(μs) (波尾長(μs)) ● 파두의 준도(kA/μs) (波頭の峻度(kA/μs)) ● 전하량(c) (電荷量(c)) ● 방전로의 길이(m) (放電路の 길이(m))	2.0 × 10 ⁷ - < 1 10 < 1 0.2 2	5.0 × 10 ⁷ 10 ~ 20 2 40 10 2.5 5	1.4 × 10 ⁸ 110 30 250 > 80 20 14
다중성 (多重性) ● 다중도(회) (多重度(回)) ● 시간간격(%) (時間間隔(%)) ● 뇌격계속시간(s) (雷擊繼續時間(s)) ● 전하량(c) (電荷量(c))	1 3 10 ⁻² 3	3 ~ 4 40 0.2 25	26 100 2 90

底)로부터 대지로 향해서 선구방전(先驅放電) 또는 계단형 선구방전(階段型先驅放電)이라는 것이 약 50μs의 시간간격으로 단속적으로 방전로가 형성되는데서 시작된다.

선구방전의 선단(先端)이 대지표면(大地表面) 가까이까지 도달하면, 대지부터 운저(雲底)를 향해서 방전이 개시되며, 선구 방전에 의해 형성된 방전로(放電路)를 광속(光速)의 1/2 ~ 1/10정도의 속도로 뇌격전류(귀환뇌격)이 상승하여, 방전로에 분포된 (-)전하를 중화(中和)한다. 통상의 뇌방전에서는, 이 귀환뇌격이 종료한 후, 약 40ms 정도의 시간이 지난후에, 다시 동일한 방전로를 통해서 선구방전(시형선구방전 矢型先驅放電)이 운저(雲底)로부터 대지로 향해서 생기며, 이것이 대지에 도달하면 다시 귀환뇌격이 생긴다.

이와 같이, 동일방전로를 통해서 반복되는 뇌방전을 다중 뇌격(多重雷擊)이라 한다. 그림 1.5 (b)는 다중전력이 3회 일어나고 있을 때의 그림이다. 우리 인간이 체험하는 뇌가 바로 이런 것이지만 너무 짧은 시간에(μ초) 발생했다가 종료하기 때문에 인간의 육안으로는 감지 못한다.

육안(肉眼)으로는 그림 1.5 (a)와 같이 단 한번으로 보이는 뇌광(雷光)도, Boys Camera로 분석하면, 1.5 (b)와 같이 다중전격(多重電擊)으로 잡힌다는 것을 알 수 있다. 이상에서 설명한 사항은 그림 1.5를 면밀히 보면 잘 이해할 수 있다. 그림 1.5 (c), (d)는 뇌방전이 일어났을 때의 공간(空間)의 전계변화(電界變化)를 표시하고 있다.

5.2 뇌썩-지는 여하히 표시 되는가?

뇌썩-지(뇌과전압 雷過電壓)에 있어서 뇌격전류(雷擊電流 또는 雷擊電壓이라고도함)의 파형(波形)은 전류·전압으로부터 급준(急峻)하게 입상(立上)하여 최대치에 도달한 후, 다시 하강하는 소위 충격파형(衝擊波形)을 나타낸다. 이 파형은, 파형의 최대치(最大値), 파두장(波頭長), 파미장(波尾長)의 3개로 표시한다.

- (i) 최대치(最大値)
충격파형이 최대로 되는 전류 또는 전압의 값
- (ii) (규약 規約) 파두장(波頭長) (virtual front time)
썩-지 전압에서는 파고치(波高値)의 30%로부터 90%까지 순시치(瞬時値)가 상승하는데 요하는 시간을 0.6으로 나눈값
썩-지 전류에서는 파고치(波高値)의 30%로부터 90%까지 순시치(瞬時値)가 상승하는데 요하는 시간을 0.8로 나눈값, 그림 1.6, 그림 1.7의 T_f
- (iii) (규약 規約) 파미장(波尾長) (virtual time to half value)
규약정점(規約頂点)으로부터 파미(波尾)에 있어서의 파고치(波高値)의 1/2와 같은 순시치에 상당하는 시간까지의 시간, 그림 1.6, 그림 1.7의 T₁
- (iv) 파형의 표시 (T_f/T₁) μs
파두장과 파미장으로 표시한 파장표시

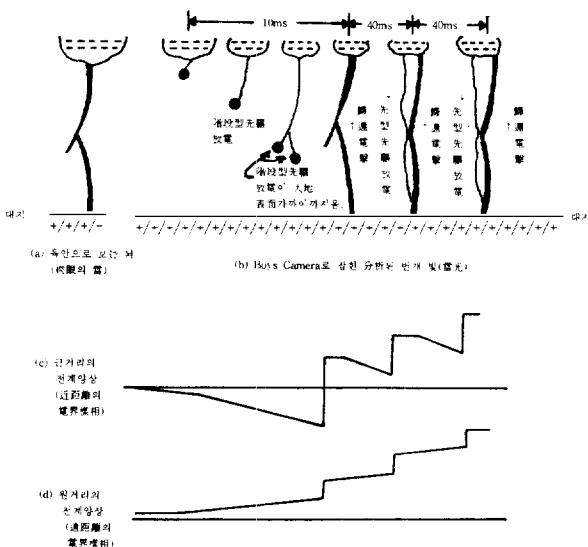
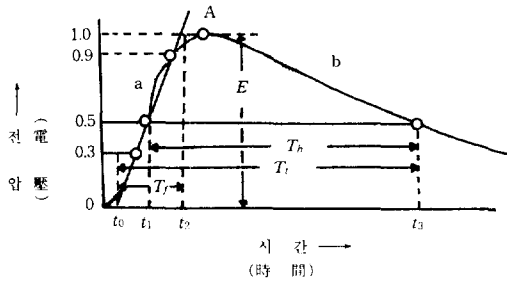


그림 1.5. 뇌방전의 진행양상과 전계의 양상

속하게 진전하였다. 그것에 의한 뇌의 방전과정은 다음과 같다.
뇌의 방전은 그림 1.5에 표시하는 것 같이, 먼저 운저(雲



a(OA사이):파두(波頭), A:파고점(波高點), b(A이후):파미(波尾),
E:파고치(波高值), t_0 :규약원점(規約原點),
 $T_r=(t_2-t_0)$:규약파두장(規約波頭長),
 $T_h=(t_3-t_1)$:반파고시간(半波高時間),
 $T_t=(t_3-t_0)$:규약파미장(規約波尾長),
 E/T_r :규약파두준도(規約波頭峻度)

그림 1.6. 충격전압파형(衝擊電壓波形)

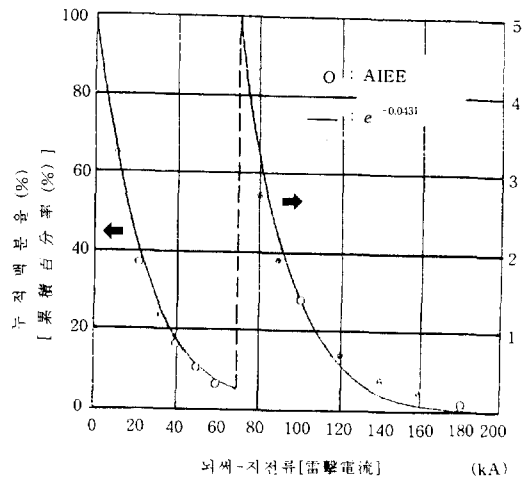
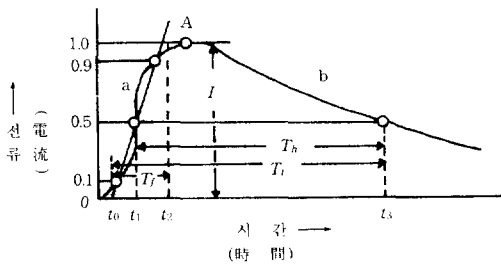


그림 1.8 지수함수에 의한 뇌써-지전류의 분포의 근사(近似)



α (OA사이):파두(波頭),A:파고점(波高點),
b(A이후):파미, I:파고치(波高值), t_0 :규약원점(規約原點),
 $T_r=(t_2-t_0)$:규약파두장, $T_h=(t_2-t_1)$:반파고시간(反波高時間),
 $T_t=(t_3-t_0)$:규약파미장(規約波尾長), I/T_r :규약파두준도(規約波頭峻度)

그림 1.7. 충격전류파형(衝擊電流波形)

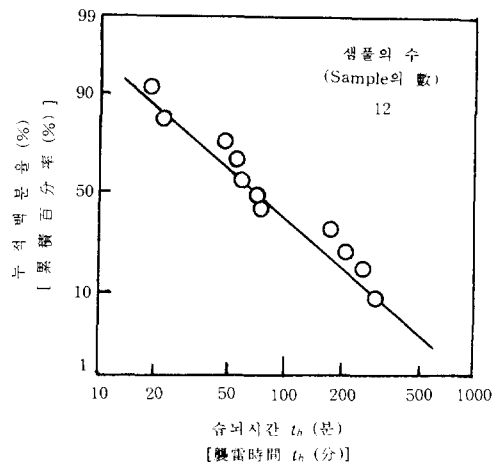


그림 1.9 습뇌시간의 누적발생빈도 분포

5.3 뇌써-지 전류(雷擊電流라고도 함)

뇌써-지 전류는 몇군데인가에서 관측되고 있으며, AIEE에 보고되어 있는 데이터를 그림 1.8에 표시한다.

이 결과에 의하여, 뇌써-지 전류의 I의 누적백분율 P는 다음의 식으로 표시된다.

$$P = e^{-0.043I} \times 100\%$$

5.4 뇌의 방전의 발생수(發生數)와 습뇌시간(襲雷時間)

대지(大地)로 방전(放電)하는 회수(發生回數)에 관해서는, 15회/(100km² × 뇌우일)이라는 자료가 있다.

또, 뇌의 방전이 발생해서 종료할 때까지의 계속시간에 대해서는, 일본자료에 의하면 일본에서 가장 뇌의 발생이 심한 일본 관동지방(日本關東地方)의 도지기현의 우즈노미야(宇都宮) 기상대에서 보고한 데이터를 정리한 결과, 습뇌시간(襲雷時間)은 그림 1.9과 같은 분포식으로 표시할 수가 있다.

그림 1.9와 같이 나타나며 근사치적으로 다음의 식과 같

은 분포식으로 표시할 수가 있다. 그림 1.9에 의하면 용뇌(襲雷)는 약 1시간 계속되는 것을 알 수 있다.

$$f_{th}(t_h) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\delta_{th}} e^{-\frac{(t_h - t_{th})^2}{2\delta_{th}^2}}$$

단,

t_{th} : 습뇌시간의 평균치 (Np)

[시간을 대수(對數)표시하면 정규 분포(正規分布)로 표시되며, 평균치, 표준편차로 습뇌시간(襲雷時間)을 표시할 수 있게 1분을 0 Np로 해서 자연대수(自然對數)로 표시 하고 있다.]

σ_{th} : 습뇌시간의 표준편차 (Np)

또, 그림 1.9으로 부터, 평균치, 표준편차는 다음의 특성(特性)으로 된다.

$$t_{hm} = 4.25 (Np)$$

$$\sigma_{th} = 0.99 (Np)$$

5.5 방전의 스펙트럼

뇌방전의 스펙트럼의 해석(解析)은 근년에 이르러, 사진 기술의 진보 등에 의해 시간변화의 관측이 가능하게 되었다. 그 결과 뇌의 방전로 프라즈마의 해석이 진보하여, 뇌방전로(雷放電路)의 최고온도는 약 15,000℃, 전자밀도(電子密度)는, 10²⁴개/m³ 정도임을 알게 되었다.

6. 강전용 피뢰기(強電用 避雷器)의 최근동향(最近動向)

6.1 강전용피뢰기의 사명과 역할

강전용피뢰기(強電用避雷器)는 일반적으로 아레스터라고 호칭되고 있지만, 정식으로는 전력용피뢰기(電力用避雷器)이다. 국내에서는 KS로 규정되고, 해외에서는 IEC규격으로 Surge Arrester로 규정되고 있다.

아레스터(또는피뢰기)는 뇌(번개)에서 기인하는 과전압(過電壓)(Surge Voltage)으로부터 전력용기기(변압기, 차단기등)을 보호하며 고장·정전등을 예방하며, 양질·안정된 전력을 수용가에 공급하기 위해 전력계통(電力系統)에서는 없어서는 안되는 중요한기타 말할 수 있다.

전력용피뢰기(전력용아레스터)는 일반적으로는 변전소(變電所)·배전선(配電線)·전차(電車), 전철(電鐵)등에 설치되지만, 근년에 이르러서는 송전선(送電線)이나 기기내장(機器內藏)용 기타에 폭넓게 적용되고 있다.

뇌과전압(雷써-지)으로부터 기재(機材)를 보호하기 위해서는, 반도체(半導體)의 비직선저항특성(非直線抵抗特性)을 이용하여 이 반도체를 회로(回路)와 어스(earth)의 사이에 접속시켜 평상시에는 절연상태로 해놓고 있다가, 써-지(過電壓)가 침입하면 즉시 저저항(低抵抗)으로 되어서 어-스로 전류를 인도하여 이 써-지전압을 억제하며, 써-지가 통과한 후에는 원(元)의 절연상태로 복귀하는 장치가 유효하다. 이 비직선저항으로서 종래에는 탄화규소(SiC)소자가 사용되고 있었으나, 1975년경부터 비직선특성(非直線特性)이 극히 우수한 산화아연(ZnO)소자를 사용하는 전력용피뢰기(電力用避雷器 또 아레스터)가 실용화되어, 현재는 이 형(정식으로는 산화아연형피뢰기, 즉 酸化亞鉛形避雷器)이 주류로 되어 있다. 따라서 이하는 주로 ZnO소자를 사용한 아레스터를 가지고 설명한다.

6.2 강전용피뢰기의 종류와 특징

전력용피뢰기 또는 전력용아레스터(電力用避雷器 또는 電

표 1.3 아레스터(피뢰기)의 분류

용도(用途)	사용목적(使用目的)	분류(分類)	비고(備考)
발변전소용	발변전기기의 보호	애자형	변압기·모선(母線)·인입구(入口)등에 설치
		탱크형	GIS용이외에, 변압기·차단기의 탱크에 취부
		기기내장형	변압기·리액터·차단기등에 내장
배전용	선로보호	애자형	고압배전선에 100~200m 간격에 설치
	기기의 보호	기기내장형	주상기기(변압기·개폐기등)에 재장 또는 외부취부
	기타	애자·선로보호	전선지지애자에 내장 또는 외부 취부
송전용	선로보호	송전용 피뢰장치	폴리머 애자사용쟁부(付)가 주류(主流)
	케이블보호	케이블용	케이블헤드취부형과 내장형이외에 별칭 탱크형도 있음
	기타	방식층보호(防食層保護)	전력케이블의 접속점(크로스본드)에 취부 기타
전철용	변전기기의 보호	애자형	직류용은 에너지 내량(耐量)이 큼
	차량탑재기기의 보호	차량탑재용	
	선로보호	기전용(機電用)	DC용과 AC용이 있음
기타	교직변환소의 보호	변환소·선로보호	주파수 변환소·교직변환소등에 상용됨
	저압용	저압배전용	해외에서 사용되고 있음
	기타	제어·통신·산업기기용	

표 1.4. 직렬갭형(series gap type)과 산화아연피뢰기의 비교

기술과제	직렬형(直列形)의 문제점	산화아연형에 의한 해결내용
내다중뇌성능의 향상(耐多重雷性能의 向上)	다중뇌에 대해 직렬갭의 절연저항으로 인하여 자락사고에 이르는 수가 있음	소자의 전압·전류비직선특성이 극히 우수하기 때문에, 상시운전전압(常時運轉電壓)에서는 불문이고 동작후의 솔류(續流)가 없음(과연 참연열화로 인한 자락 사고가 없음)
내오손성능의 향상(耐劣損成能의 向上)	직렬갭이 절연이 불안정하게되어 자락사고로 이어지는 때가 있음	직렬갭이 없으므로 왼쪽의 문제가 없음
개폐써-지 에너지 흡수능력의 향상(Switching surge energy의 向上)	직렬갭의 개폐써-지 에너지처리에 기인한 절연특성유지에 한계 있음	직렬갭이 없으므로 왼쪽의 문제가 없음. 또 병렬사용으로 큰 써-지에너지에도 대응할 수 있음
소형화·복합화	직렬갭이 존재하기때문에 소형화가 곤란	직렬갭이 없으므로 소형화가 쉽고 성능이 안정하고, 신뢰성도 향상

力用아레스터)는 그림 2.0에 나타나는 피뢰장치 전부를 말할 때는 이 중의 일부이며, 그것은 표 1.3에 표시하는 것같은 아레스터(피뢰기)를 말한다. 대표예로서 발변전소용애자용아레스터(發變電所用碍子用避雷器)의 특징에 대해서 설명한다.

ZnO소자는 그림 2.1에 표시하듯이 종래의 SiC소자에 비해서 우수한 비직선저항특성을 가지므로, SiC에서와 같이 상시운

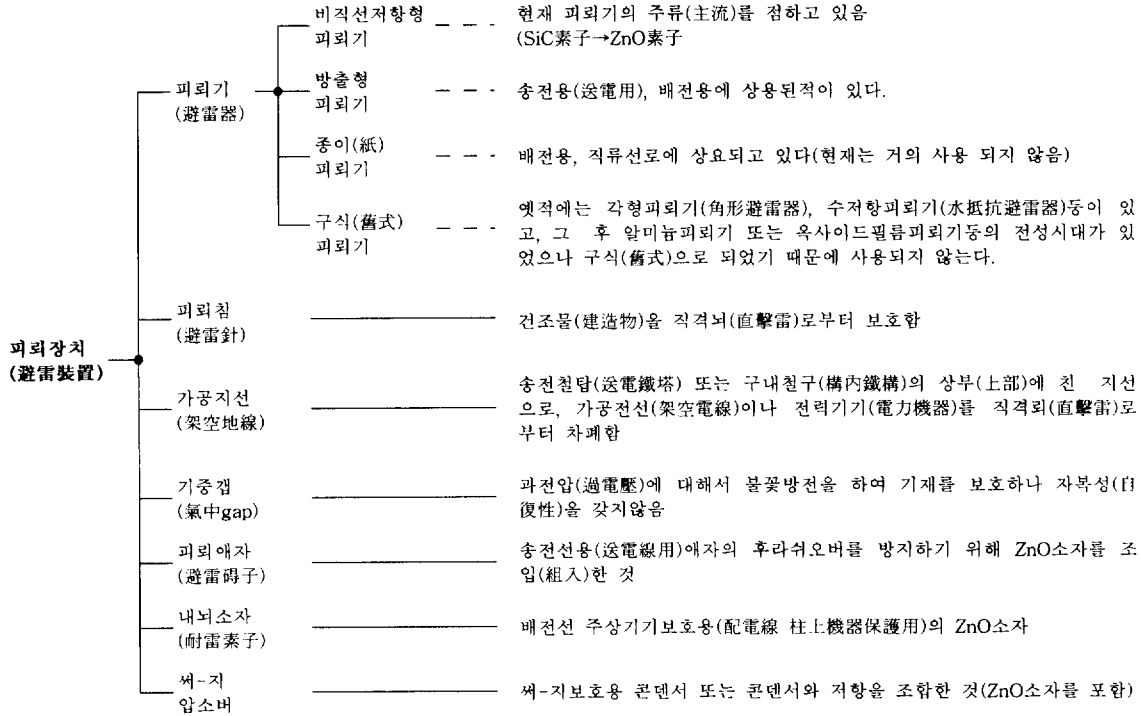
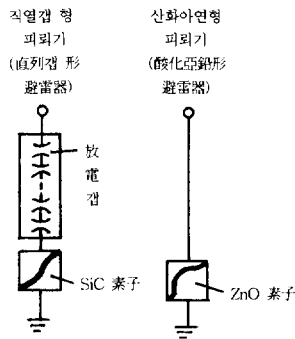


그림2.0 피뢰장치의 종류



(a) 피뢰기(避雷器)원리·방식

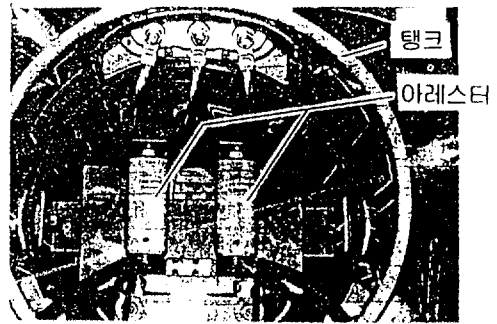
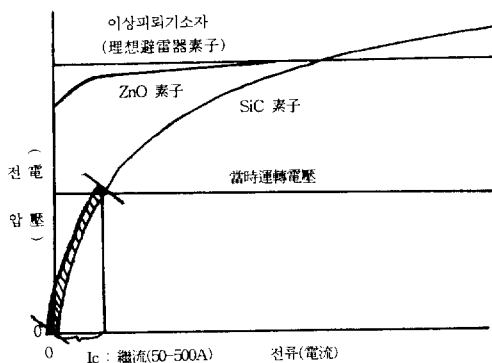


사진 1. 배전용주상변압기용내뇌소자의유중취부상황 (配電用 柱上變壓器用耐雷素子の 油中取付狀況)



(b)양소자(兩素子)의 비직선특성의 비교

그림 2.1 ZnO 素子の 原理· 특성(SiC素子和 比較)

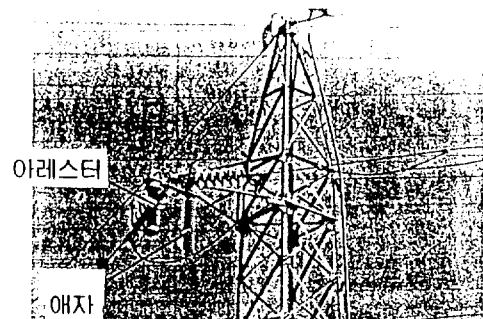


사진 2. 송전용피뢰장치(送電用避雷裝置)

전전압(常時運轉電壓)에 견디기 위해 불가결이었던 직렬갭(直列 gap)이 불필요(不必要)하게되고, 소위 “갭레스(=gapless)”가 가능하게 되었다. 이 때문에 종래의 직렬갭부착아레스터(直列갭附着아레스터, 또는 多重gap形避雷器라고도 말함)에 비해 보호특성(保護特性), 썬-지내리능력 [에너지 내력(耐力)] , 내오손특성(耐汚損特性), 소형경량화(小形輕量化), 내진성(耐震性)등의 여러 성능이 대폭으로 향상되었다.

또 이 ZnO소자전력용아레스터는 갭레스(gapless)이기 때문에 소형(小形)이고 모든 절연매체중에서 사용할 수 있다는 이점(利點)이 있어, 이 산화아연형피뢰기는 여러가지 분야, 용도에 적용이 확대되고 있다. 발전전소용(發電所用)에서는 SF6 개스절연기기내장(GIS등), 유입기기내장(油入機器內藏) (트랜스·리액터등)에 의한 소형화·신뢰성향상에, 배전계통에서는 주상변압기(柱上變壓器), 개폐기등의 복합화에 의한 내뢰보호성능(耐雷保護性能)의 향상에, 또 빼놓을 없는 것에는 송전선절탐에, 취부함으로써 정전(停電)을 방지하는 등이 있으며, DC용으로서도 전철용(電鐵用)으로부터 DC 송전까지 폭넓게 적용되고 있다.

사진-1과 사진-2는 그 적용예를 표시한다.

7. 전력용아레스터(電力用避雷器)

개발의 흐름

전력용피뢰기는 19세기말·20세기초까지는 각종구식(그림 2·0)을 거쳐오다가 1930년대에 이르러서는 직렬갭부착 SiC 소자형(series gap attached SiC element type)로 옮겨갔다. 이것은 비직선저항형 또는 변저항(辨抵抗)이라 불렸으며, 구식(舊式)에 비해 보호성능, 썬-지내량(耐量), 메인터넌스프리등의 점에서 월등했기때문에, 제2차대전후는 전력용피뢰기(電力用避雷器)를 대표해 왔다. 그러나, 초고압계통(超高壓系統)의 실현에 따라, 뇌썬-지뿐만아니라 개폐썬-지(switching surge)의 보호까지 피뢰기(아레스터)에 요구하게 되어, 단순한 불꽃갭(spark gap)이 아니고 속류차단능력(續流遮斷能力)이 큰 자기취소형갭형(磁氣吹消形gap形)의 피뢰기(아레스터)가 미국에서 개발되어, 1955년부터 세계적으로 적용되어왔다.

이 자기취소형갭아레스터(磁氣吹消形gap arrester)는 기본적으로 직렬갭부착비직선저항형(直列갭附着非直線抵抗形)의 숙명적과제인 내다중뇌(耐多重雷), 내오손(耐汚損), 초중책무(超重責務), 콤팩트화(複合化)라는 과제는 해결하지 못했다.

1967~1968경 일본에서 개발된 「산화아연을 주성분으로 하는 약전용(弱電用)바리스터」는 상기의 과제를 진부해결할 수 있는 가능성을 가지고 있었기때문에, 이것을 베이스로 전력피뢰기(전력아레스터)를 개발하는 연구를 진행하여, 1975년에는 세계에서 제일먼저 66kv급의 전력용갭레스아레스터(gapless arrester for electric power)를 실용화했다.

이 ZnO소자(酸化亞鉛素子)는 비직선특성이 지극히 우수하며, 에너지내량(耐量)(J/cm)이 크기 때문에 갭레스화(gapless化)와 콤팩트화(compact化,複合化)가 가능하게 되고, 병렬사용에 의해

썬-지내량을 자유로이 크게 할 수 있고, 더욱히 무속류(無續流)이기 때문에 내다중뇌(耐多重雷)·내오손성능(耐汚損性能)도 대폭으로 향상할 수 있다는 이상적(理想的)인 아레스터이다. 이 때문에 일본은 1980년이래는 세계적으로 전력용아레스터(電力用arrester)의 주류(主流)가 되어 금일에 이르고 있다.

8. 전력용피뢰기의 보전·공사상의 유의점

피뢰기(아레스터)는 가동부분(可動部分)이 없고, 기본적으로 메인터넌스프리이며, 또 구조도 간단하기 때문에 보전·공사상의 특별히 유의할 점은 거의 없으나 일반 애자형아레스터를 상정하여 통상 실시되고 있는 것으로서 일상점검 및 정기점검등 몇가지를 기술하기로 한다.

보전에 있어서는 일상점검(日常點檢)과 정기점검이 있다. 일상점검은 피뢰기(아레스터)라기보다도 다른기기의 점검시에 외관상의 이상유무를 점검한다. 또 정기점검은 2~3년에 1회씩 애자를 청소하여 절연저항과 누설전류의 측정을 실시하는 것이 바람직하다.

판정기준은 기종·정격(定格)에 따라 상이할 수 있기 때문에 메이커의 기준에 의거해야 하지만 누설전류는 1mA이하의 작은 수치이고, 이것도 장소에 따라 상이하는 때가 있으므로 운전개시의 때를 기준으로 하여 극력 동일한 타입의 계측기를 사용하는것이 바람직하다. 우천(雨天)이나 습기가 높을 시기는 피하는 것이 좋다. 또 동작회수계(動作回數計), 방전전류기록장치등의 부속품이 있는 경우는 겸해서 점검한다.

공사(工事)에 대해서는 특별히 유의사항은 없으나, 단자에 무리한 힘을 걸지말 것, 피보호기기(被保護機器)에 극력 근접해서 취부할 것, 고압측 접지측의 리드(lead)선을 극력으로 짧게 할 것이 바람직하다.

저 자 소 개



조규심(曹圭心)

1928년생. 서울대 공대 전자공학과 졸업(공학박사, 기술사(전기통신)). 체신부 공무국 근무(통신기좌). 미국 벨 연구소(Bell Laboratories), 불란서 파리 전기통신연구소(Centre Nationale Recherche des Télécommunications, Paris), 독일우정성연구소(Bundespost)에서 연구생활(3년간). 동아 엔지니어링주식회사(상무, 전무이사, 기술고문). 대한전자공학회 이사. 한국기술사회 이사. 미국전기전자공학회(IEEE 정회원)