

配電線路에서 활용하는避雷器

＝ 避雷器의 構造 ＝

配電線路는 電力供給設備의 末端에 있으며 電壓의 變動 및 周波數의 變動등이 적은 전기를 공급하는 동시에 停電이 적은 전기를 공급해야 된다. 雷害에 의한 사고도 耐雷施設의 증강으로 감소경향에 있으며 피뢰기 부착의 증가, 架空地線의 適當한 부착으로 신뢰도가 높은 配電設備가 되고 있다. 여기서는 配電線路에서 활약하고 있는 피뢰기의 구조를 중심으로 그 메카니즘에 焦點을 맞추어 설명하기로 한다.

雷擊의 種類

雷가 配電線路에 미치는 작용은 두가지로 대별되며 直擊雷와 誘導雷로 구분된다.

(1) 直擊雷

배전선로, 전기설비 등에 직접 낙뢰 하는 것으로 電導部分에 직격뢰를 받으면 아무리 高度의 絶緣을 강구해도 사고를 피할 수는 없다.

(2) 誘導雷

雷서어지의 80% 이상이 유도뢰이며 配電線路의 耐雷裝置는 이 誘導雷가 대상이다. 配電線路上의 유도뢰의 메카니즘은 그림 1 과 같이 ① 先行放電의 進

展中에는 급격한 電界의 變化에 의하여 線路導體와 大地間에 雷震과 同極性의 電壓을 誘起한다. ② 雷震이 中和되기 때문에 電界가 급격히 감소되고 또한 主放電電流에 의한 電磁界의 變化에 의하여 線路에 雷震과 反對極性의 電壓을 誘起한다. ③ 雷雲 소멸에 의한 拘束電荷의 해방으로 線路에 電壓을 誘起한다.

避雷器의 具備條件

避雷器는 雷나 이와 비슷한 過電壓이 습레했을 때 이에 수반하는 電流를 피뢰기에 의하여 分流하여 과전압을 제한하여 전기시설의 절연을 보호하고 또한 電源에서 流入하려고 하는 繼流를 단시간에 차단하여 系統의 정상적인 상태를 문란시키지 않고 현상으로 돌아오는 기능을 가진 장치라고 할 수 있다.

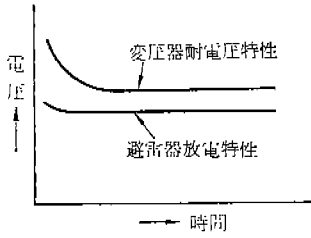
피뢰기가 필요로 하는 性能은 다음과 같다.

(1) 衝擊放電 開始電壓이 낮아야 된다.

避雷器가 동작하기 전에 被保護器가 雷害를 받지 않도록 피뢰기의 衝擊放電 전 개시전압(雷와 같은 서어지 電壓으로 放電을 개시하는 電壓)은 被保護器의 基準衝擊絶緣強度(BIL)보다 충분히 낮은 값이 라야 된다(그림 2).

誘導雷서어지發生段階	雷放電機構	線路 L 之 誘導雷서어지
(1) 先行放電		
(2) 主放電		
(3) 雷雲電荷의 中和		

(그림-1) 誘導雷의 메카니즘



〈그림-2〉 絶緣協調

(2) 制限電壓이 낮을 것

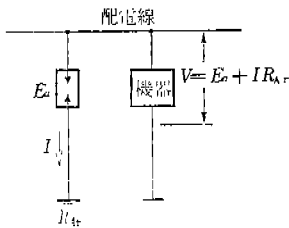
制限電壓(피뢰기 방전중의 端子電壓)이 낮은 경우에는 接地抵抗이 높아도 放電中의 피뢰기의 對地電壓의 상승이 완화되고 同 接地抵抗의 경우에는 被保護機器에 가해지는 電壓은 낮아지며 또한 피뢰기의 보호범위는 넓어지므로 機器의 보호가 용이해진다. 그림 3에서 機器의 端子電壓 V 는 다음식으로 표시 된다.

$$V = E_0 + IR_{Ar}$$

단, I = 피뢰기 방전전류

R_{Ar} : 피뢰기 접지저항

E_0 : 피뢰기 제한전압



〈그림-3〉 機器에 加해지는 電壓

(3) 續流 遮斷이 確實하게 될 것

動作責務라고 할 수 있다. 電源電壓이 印加되고 있는 상태에서 습되하여 피뢰기가 동작했을 경우에 雷電流를 大地에 흐르게 한 후 電源에서 계속하여 흐르려고 하는 電流(續流)를 완전히 차단하여 接地狀態가 되지 않도록 하는 機能

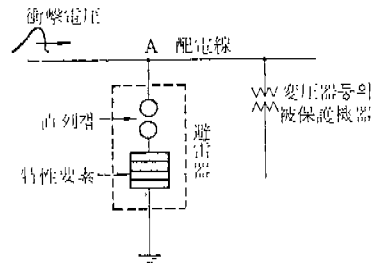
(4) 雷電流 放電에 필요한 耐量을 가지고 있을 것

통상 발생하는 것으로 생각되는 雷電流에 의하여 파괴되지 않고 그 機能을 충분히 발휘할만한 放電耐量을 가지고 있어야 한다.

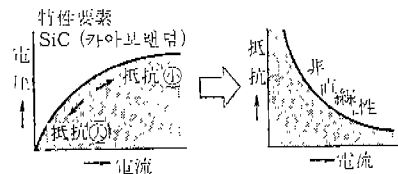
(5) 부착현장에서 간단히 繼續使用의 適否를 點檢할 수 있을 것

避雷器의 基本動作

피뢰기의 기본적인 구조는 그림 4와 같이 直列갭과 特性要素에 의하여 구성되어 있다. 避雷器의 동작은 피뢰기 단자 A에 雷電壓 등의 衝擊電壓(예: $1 \times 40 \mu s$)이 침입하면 우선 直列 갭 간에서 공기에 의한 절연과파가 발생하여 충격전압을 大地에 放出한다. 이로 인하여 變壓器 등의 附加電壓은 抑制된 電壓이 된다. 放電時의 電流는 大電流 이기 때문에 特殊要素의 抵抗은 그림 5와 같이 작아지며 電壓抑制上. 효과적이다. 충격전압 방류 후에는 電流가 작아지고 特性要素의 저항은 커지므로 線路電壓은 거의가 避雷器의 特性要素에 加해지게 된다. 따라서 直列 갭은 절연성이 회복되어 續流가 차단된다. 이상이 피뢰기의 일련동작인데 直列 갭과 특성要素의 動作이 포인트이다.



〈그림-4〉 避雷器의 構成



〈그림-5〉 特性要素의 電壓-電流特性

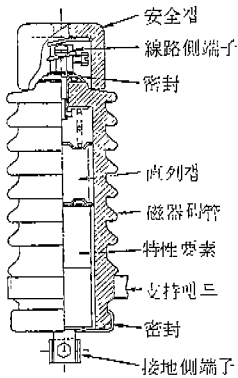
最近의 高压配電線用 避雷器

최근에 사용되고 있는 피뢰기의 종별을 분류하면 弁抵抗形과 P밸브 避雷器가 있다.

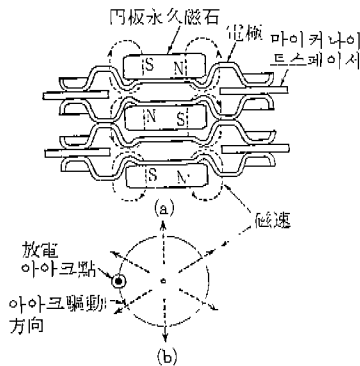
(1) 弁抵抗形 避雷器

그림 6의 구조도와 같이 磁器磁管 속에 直列 갭과 特性要素를 넣고 밀봉한 것이며 内部가 공기 상태인 것과 窒素 가스를 封入한 것이 있다.

(a) 直列 갭 直列 갭은 續流를 차단하기 위해



(그림-6) 非抵抗形避雷器의 구조



(그림-7) 非抵抗形 避雷器의 直列갭

永久磁石, 電磁力을 만드는 코일, 磁性體 등의 각종 방법에 의하여 磁氣 블로우의 구조로 되어 있다. 永久磁石에 의한 방법의 예는 그림7과 같이 썸이 눌러진 2개의 黃銅板電極이 마이커나이트에 스페이서의 兩側에 接觸되어 있으며 이 電極의 上下에 凹板狀의 永久磁石이 接觸되어 있다.

永久磁石은 同極이 서로 마주 보도록 부착되어 있으므로 放電面에는 放射狀 磁界가 작용하고 있으며 放電하여 아아크가 발생한 경우에는 그림7(b)와 같이 아아크는 프레밍의 左의 法則에 의하여 凹形으로 驅動되는 동시에 遠心力으로 外測으로 引張시켜 消弧하여 續流를 차단한다. 따라서 피뢰기 동작시에 아아크가 電極의 1點에 고정되지 않고 電極의 消耗가 거의 없기 때문에 消弧能力이 높은 接을 얻을 수 있다.

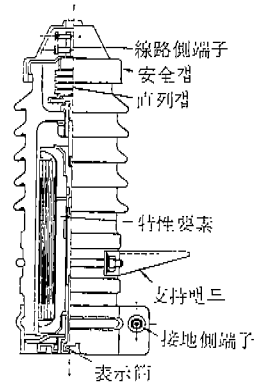
(b) 特性要素 特性要素는 炭化硅素(Sic)에 粘土기타의 結合劑를 혼합하여 凹筒形으로 成型하여 電氣爐로 燒成하여 接觸하는 電極面에는 導電材를 메

타리콘 등의 방법으로 融着한 것으로 非直線 抵抗特性을 가지고 있다.

非抵抗形 避雷器는 습기를 吸收하면 直列 갭이 沿面放電을 하거나 特性要素의 性能을 低下시키거나 또는 그 沿面을 放電하여 劣化시킴으로 内部는 充分히 건조한 공기 또는 窒素를 封入하여 완전히 密封하는 동시에 엄중한 密封試驗을 해야 된다.

(2) P 밸브 避雷器

P 밸브도 非抵抗形과 마찬가지로 直列갭과 特性要素로 되어 있는데 피뢰기 동작시 特性要素의 表面에 動作의 기록이 되며 그 狀況을 점검할 수 있는 特性을 가지고 있는 관계로 直列갭과 特性要素를 磁管을 2室에 나누어 收納하고 있다(그림8). 直列갭을 收納하고 있는 室은 完全密封을 한 후에 窒素가스를 封入하여 外部의 습기, 오손 등의 影響을 완전히 제거하고 放電特性의 安定化를 도모하고 있다.



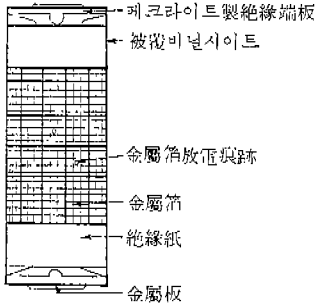
(그림-8) P 밸브 避雷器의 구조

(a) 直列갭 2개의 黃銅板 電極을 세라믹의 스페이서를 사이에 두고 1組의 接을 形成하고 8.4kV 용에는 이것을 4組 直列로 하고 있다.

(b) 特性要素 特殊加工한 絶緣紙에 金屬箔을 直列 큰면서狀으로 부착하고 여기에 絶緣지를 數枚 겹쳐 捲心 위에 감고 투명한 合成樹脂 시이트로 싸고 上下에 1組의 電極을 비치하고 있다.

合成樹脂 시이트 表面에는 그림9와 같이 눈금과 번호를 인쇄하여 放電位置를 알 수 있도록 되어 있으며 表示筒에 의하여 特性要素의 點檢時期를 豫報하여 수명이 다된 것을 표시하는 구조로 되어 있다

雷서어지에 의하여 直列 갭이 放電하면 特性要素로 소비된 에너지에 의하여 放電部分의 金屬箔이 용해되어 그 熱에 의하여 絶緣지에서 消弧性 가스를 발생하여 그 壓下에 의하여 續流을 흘리지 않고 차단한다. 한번 放電한 장소는 金屬箔이 欠除되어 있으므로 다음의 습뢰에 대하여 다른 장소에서 放電하기 때문에 放電回數를 기록할 수 있는 동시에 放電痕跡의 크기로 雷의 크기를 알 수 있다.



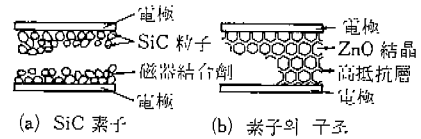
〔그림-9〕 P 밸브 避雷器의 特性要素

최근의 22(33kV 配電線用 避雷器

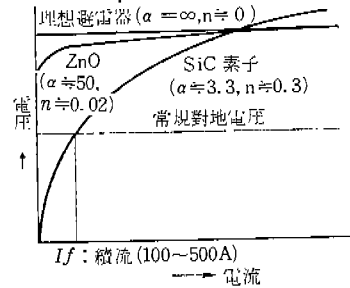
汚損에 의한 AC 放電開始電壓의 低下는 避雷器 外部누설 저항의 不均一에 의하여 直列 갭 간의 電壓分擔의 不均一에 기인하는 것이기 때문에 重汚損 地域에 적용할 경우에는 直列 갭이 없는 피뢰기가 필요해진다. 이 목적에 부응하는 갭레스 避雷器가 개발되어 22(33)kV 配電線에는 이 종류의 피뢰기가 많이 사용되기 시작하고 있다.

(1) 갭레스 避雷器

갭레스 避雷器는 文字 그대로 直列갭이 없는 피뢰기이다. 따라서 콤팩트한 형태로 되어 있으며 特性要素로서 종래의 Sic 대신 ZnO를 主成分으로 하는 燒結體를 사용하고 있다. 素子의 구조는 그림 10과 같이, 5~10 μ m 정도의 ZnO 結晶微粒子를 0.1 μ m 전후의 高抵抗層이 둘러싸고 있으며 이 薄層을 통하여 ZnO의 燒結粒了가 서로 接觸되고 있으며 그 非直線特性은 燒結粒了의 境界에 존재하며 그 境界층이 무수히 積層되어 있다. ZnO 燒結粒了의 抵抗率은 境界층에 비하여 10⁻¹³~10⁻¹⁵이며 ZnO 素子에 高電壓을 印加하면 그 대부분이 境界층에 걸리며 그림 11과 같이 理想的인 電壓電流特性을 얻을 수 있



〔그림-10〕 素子의 構造



〔그림-11〕 Si 素子와 ZnO 素子의 電壓-電流特性

다. SiC 素子의 경우에는 常規對地電壓에서 電流가 흐르는데 ZnO 素子는 續流가 흐르지 않고 실질적으로 絶緣물이기 때문에 直列 갭이 필요 없다.

ZnO 素子의 特性은 일반적으로 다음 식으로 표시 된다.

$$I = \left(\frac{V}{C}\right)^\alpha \quad (1)$$

(1)식 중에서 I: 電流, V: 電壓, C: 定數, α 는 電壓電流의 1次 함수관계에서 벗어나는 정도를 표시한 것이다. 일반적인 抵抗에서는 $\alpha=1$ 인데 ZnO 素子에서는 $\alpha=30\sim50$ 의 값이다.

(2) 갭레스 避雷器의 特徵

갭레스 피뢰기에는 다음과 같은 특징이 있다.

(a) 直列 갭이 없으므로 雷서어지域에서 AC 域까지 動作을 개시하는 電壓이 일정하고 또한 汚損에 의한 영향이 없다.

(b) 放電耐量이 크다.

(c) 閉閉 서어지의 處理能力이 우수하다.

(d) 小形이고 또한 輕量이다.

避雷器의 特性

續流遮斷을 할 수 있는 피뢰기단자 전압의 한도를 皮뢰기의 商用周波 許容端子電壓 — 避雷器의 定格電壓 — 이라고 하며 일반적으로 系統公稱電壓의 1.4/1.1배를 취하고 있으며 3.3kV系에서는 4.2kV, 6.6kV系에서는 8.4kV가 된다.