

電力用 避雷器의 試驗技術

金昌培/電氣機器開發部

I. 避雷器와 電力系統의 過電壓現象

1. 避雷器의 機能

避雷器는 雷나, 電力系統의 開閉 surge 등에 起因하는 過電壓의 波高值가 避雷器의 放電開始 電壓을 超過하는 경우 放電에 의해 過電壓을 制限시켜 電力設備의 絶緣을 保護하고 또한 續流를 短時間에 遮斷시켜 系統의 正規狀態를 維持시키는 機能을 갖는 裝置이다.

즉, 電力系統에 연계되어 있는 送配電線路, 發電所, 變電所의 電力機器를 保護하여 事故를 輕減시킴으로써 電力供給의 安定性和 信賴性을 높이기 위하여 使用한다.

따라서 避雷器는 絶緣協調에 基礎를 둔 絶緣階級에 따라서 適正한 避雷器를 使用할 必要가 있다.

가. 避雷器의 種類

1) 構造上으로 본 代表的인 種類

가) 弁抵抗形 避雷器

炭化珪素(SiC)를 主体로 한 材料를 燒成시킨 非直線特性이 있는 特性要素와 消孤能力을 갖는 直列 GAP을 使用한 避雷器.

나) P valve形 避雷器

高誘電率의 絶緣 spacer와, 特殊 絶緣紙와 金屬箔電極을 蓄電器狀으로 形成시킨 特性要素로 構成된 避雷器.

다) 酸化 亜鉛 避雷器

酸化 亜鉛(ZnO)을 主体로 한 材料를 燒成한 非直線 特性要素만으로 構成된 避雷器.

2) 用途上으로 본 種類

가) 配電用 避雷器

(1) 6.6kV 配電線에서는 弁抵抗形 避雷器, P valve形 避雷器, 酸化 亜鉛 避雷器가 使用된다. 22kV 以上 特別高壓線路에서는 弁抵抗形과 酸化 亜鉛 避雷器가 使用된다.

(2) 一般的으로 避雷器의 公称放電電流로서는 2,500A級이 많이 使用되고 特別高壓, 強雷地區는 5,000A 以上이 使用된다.

(3) 放電耐量은 2,500A形은 10kA, 5,000A形은 20kA이며 放出形 避雷器는 40kA이다.

나) 發·變電所用 避雷器

(1) 發·變電所에 사용되고 있는 避雷器는 弁抵抗 避雷器 및 Gapless 酸化 亜鉛 避雷器가 使用된다.

(2) 避雷器의 公称放電電流로서는 10,000A

避雷器가 사용된다. 5,000A 避雷器는 주로 33kV 以下の 重要度가 낮은 送・變電所에 사용된다.

(3) 放電耐量은 10,000A 避雷器에서는 普通試驗인 경우 40kA, 特別試驗인 경우는 100kA, 5,000A 避雷器에서는 普通試驗인 경우는 20kA, 特別試驗인 경우는 65kA의 性能을 갖고 있어야 한다.

나. 避雷器의 必要한 性能

1) 衝擊放電開始電圧이 낮아야 한다.

雷電壓에 의해 避雷器가 動作하기 전에 被保護機器가 雷害를 받지 않도록 避雷器의 衝擊放電開始電壓은 被保護機器의 基準衝擊絶緣 強度보다 充分히 낮지 않으면 안된다.

2) 制限電壓이 낮아야 한다.

接地抵抗이 높은 경우에도 放電中 避雷器의 対地 電壓이 上昇되지 않도록 制限電壓이 낮아야 한다.

3) 統流 遮断이 確實하여야 한다.

電源電壓이 印加된 상태에서 雷가 襲來하여 避雷器가 動作할 경우 우선 雷電流를 大地로 흘린후 電源 電流는 完全 遮断시켜야 한다.

4) 雷電流 放電에 必要한 耐量을 갖고 있어야 한다.

雷電流에 의해 破壞되지 않고 그의 機能을 充分히 發揮할 수 있는 放電耐量을 갖고 있어야 한다.

2. 電力系統에서 發生하는 異常電壓

電力系統에서는 종종 過電壓의 襲來를 받아 機器가 絶緣破壞됨으로써 電力輸送의 沮害와 安全事故를 誘發시키는 경우가 많이 있다.

過電壓을 發生原因別로 分類하면 雷 放電에 따른 異常電壓과 系統内部에서의 異常電壓으로 大別할 수 있으며 通常 前者를 外雷, 後者를 内雷라 하고 있다.

外雷는 誘導雷, 直擊雷, 逆 flashover時의 異常電壓으로 分類되며

内雷는 故障時의 異常電壓 즉 1線 地絡時의 過渡異常電壓, 2線 地絡時의 過渡 異常電壓, 電壓揺動時의 異常電壓, 系統開閉時의 異常電壓, 電流遮断時의 異常電壓, fuse 熔断時의 異常電

壓, 断路器 開閉時의 異常電壓 등으로 分類할 수 있다.

II. 避雷器의 試驗技術

1. 商用 周波放電 開始 電壓試驗

가. 試驗條件: 乾燥 및 活水狀態

活水試驗時에는 다음 條件을 만족하여야 한다.

1) 물의 狀態: 물방울은 個個의 直径 速度 등이 均等하고 空間的, 時間的인 分布가 均等하여야 한다.

2) 活水角度: 供試品の 表面에 분사하기 위한 물방울의 投射角은 鉛直方向에 대하여 45°가 되어야 한다.

3) 活水量: 活水量의 垂直成分은 3mm/min

4) 抵抗率: 活水の 抵抗率은 50~120Ωm가 되어야 한다.

나. 電壓 印加法

乾燥 및 活水狀態로서 避雷器가 放電되지 않은 낮은 전압에서 可能한 한 빨리 電壓을 上昇시켜 放電開始電壓을 測定하여야 한다.

다. 試驗回数 및 間隔

1) 回数: 10회

2) 時間間隔: 2分以内

2. 衝擊電壓 放電開始 電壓試驗

가. 標準 衝擊電壓 放電開始 電壓試驗

1) 試驗狀態: 乾燥 및 活水

2) 試驗方法: 規格의 波高值를 갖는 正·負 兩極性의 標準波形의 衝擊電壓을 各各 10회 印加한다.

나. 衝擊電壓 放電開始 電壓時間 特性試驗

1) 試驗狀態: 乾燥 및 活水

2) 試驗方法: 印加電壓은 正負 兩極性의 標準波形(1.2×50) μs의 衝擊 impulse로서 3種類의 波高值 電壓으로 各各 5회를 印加 試驗한다.

3. 開閉衝擊 放電開始 電壓試驗

本試驗은 開閉surge에 대한 避雷器의 放電特性을 確認하기 위하여 試驗한다.

가. 開閉衝擊 放電開始 電壓時間 特性試驗

- 1) 試驗狀態：乾燥 및 活水
- 2) 試驗方法：正負 開閉 衝擊電壓을 印加하여 100~1,000 μ s 間に V-t曲線을 만들고 이 曲線上의 250 μ s의 相當하는 點의 放電開始 電壓을 구한다.

나. 開閉衝擊 放電開始 電壓下限值 試驗

- 1) 適用：本試驗은 有効接地系統에 使用되는 避雷器에 대하여 適用한다.
- 2) 試驗狀態：乾燥 및 活水
- 3) 試驗方法：規定의 波高值를 갖는 正負 兩極性의 波頭長 250 μ s의 開閉衝擊 電壓을 各各 10回 印加한다.

4. 汚損試驗

本試驗은 避雷器의 汚損時에 内部要素 및 導管이 規定의 商用周波電壓值에 있어서 放電 혹은 flashover如否를 檢証한다.

가. 適用：本試驗은 耐汚損形 避雷器에 適用한다.

나. 供試品의 狀態：避雷器는 使用狀態로 組立 試驗한다.

다. 汚損方法：避雷器의 汚損試驗은 塩分附着 密度 0.03mg/cm²에서 實施한다.

라. 電壓印加法：避雷器를 汚損시킨후 3分後에 電壓을 印加한다.

5. 制限電壓 特性試驗

公称放電電流의 50%~200%의 電流에 대한 制限電壓值로서 判定한다.

이 試驗은 分割單位나 分割區分으로 試驗하여도 무방하다.

가. 放電電流：正負 (8×20) μ s의 標準 波形의 雷 impulse로서 制限電壓 電流特性을 구하며 公称放電電流值는 50%, 100%, 200%의 電流로써 行한다.

나. 判定：公称放電電流에 있어서 電壓值는 規定된 值 以下에서만 合格으로 한다.

6. 雷 surge動作 責務試驗

雷衝擊電壓에 대하여 動作責務를 檢証하기 위하여 施行하는 試驗이다.

가. 電源短絡容量：續流電源은 避雷器 定格電壓에 대하여 端子間 短絡電流의 對稱分 實効值가 1.200A 以上의 容量을 가져야 한다.

나. 電源電壓：雷 impulse電壓印加前의 避雷器 端子電壓이 定格電壓以下가 되어서는 안된다.

다. Impulse印加位相：上昇過程에 있어서 $\pi/4$ 부터 $\pi/2$ 까지 시간사이에 可能한 한 平等으로 分布된 電源電壓과 同極性 및 逆極性을 印加한다.

라. 試驗回數：同極性 및 逆極性 各各 5 回

마. 時間 間隔：1 分

사. 放電電流：定格電壓 280 kV級 避雷器는 公称放電電流值

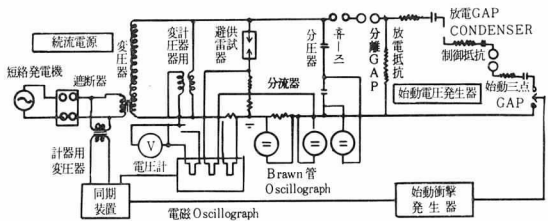
아. 放電電流波形：(8×20) μ s

자. 分割單位：14 kV 以上

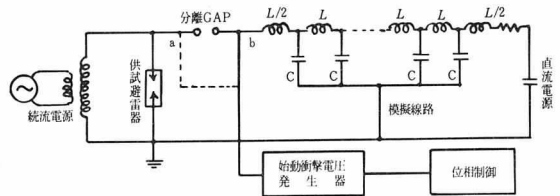
7. 開閉surge 動作責務 試驗

이 시험은 開閉surge에 대한 動作責務를 檢証하는 것임.

가. 適用：定格電壓 280kV 以下의 避雷器에 適用하며 實系統을 等價分割한 模擬線路를 構成한 試驗回路로서 試驗한다.



避雷器 動作責務 試驗回路의 例



開閉 surge 動作責務 試驗回路의 例

나. 線路充電電壓：供試品の 最小定格은 14kV로서 分割試驗할 수 있으며 供試避雷器의 定格電壓波高值의 110%의 電壓으로서 充電한다.

- 다. 試驗回数：5 回
- 라. 時間間隔：5 分間

8. 放電耐量 試驗

避雷器 動作時 特性要素의 放電耐量을 檢證하는 것으로 雷impulse 大電流試驗과 方形波 impulse電流試驗 2 가지 試驗을 行한다.

가. 雷impulse 大電流試驗

이 試驗은 標準試驗과 特別試驗 두 가지로 나누어 行한다.

1) 標準試驗

가) 試驗適用：分割区分 또는 分割單位로 試驗을 行한다.

- 나) 放電 電流波形：(4 × 10) μs
- 나) 放電 電流波高值

公称放電電流 (A)	10,000	5,000	2,500
試驗電流波高值 (kA)	40	20	10

- 라) 試驗回数：2 回
- 나) 試驗間隔：5 分

2) 特別試驗

가) 適用：이 試驗은 特性要素에 대하여 施行한다.

- 나) 放電 電流波形：(4 × 10) μs
- 다) 放電 電流波高值

公称放電電流 (A)	10,000	5,000
試驗電流波高值 (kA)	100	65

- 라) 試驗回数：2 回
- 마) 試驗間隔：5 分

나. 方形波 impulse 電流試驗

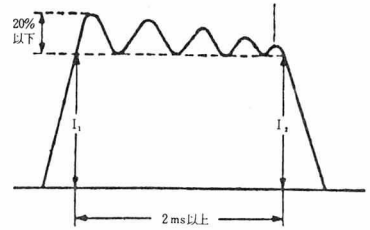
1) 試驗適用：이 試驗은 公称放電電流 5,000A 以下 避雷器에 대하여 適用한다.

2) 放電 電流波形：繼續時間 2,000μs 以上의 正極性 또는 負極性 方形波.

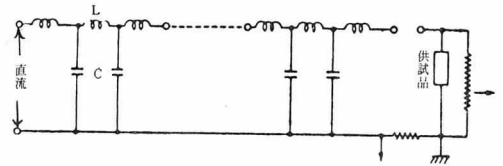
3) 放電 電流波高值

公称放電電流 (A)	5,000	2,500
試驗電流值 (A)	150	75

- 4) 試驗回数：20 回
- 5) 試驗間隔：2 分程度



方形波 impulse 電流波形



方形波 impulse 電流試驗回路

9. 防爆構造 試驗

避雷器의 内部壓力이 異常으로 上昇된 경우 防爆裝置가 確實히 動作하여 容器가 爆発的으로 飛散하지 않는것을 確認하는 試驗이다.

가. 適用：碁子形 公称放電電流 10,000A의 避雷器에 대하여 適用한다.

나. 試驗電流：大電流試驗과 小電流試驗 두 가지로 分類되며 適用電流 및 時間은 다음表와 같다.

定格放電電流 (kA)	大電流 試驗		小電流 試驗	
	電流值 (商用周波 実効值) (kA)	繼續時間 (s)	電流值 (商用周波 実効值) (kA)	繼續時間 (s)
31.5	31.5	0.2	0.3	2
50	50	0.2	3	0.4

参 考 文 献

1. IEC 99-1 : Non-linear Resistor Type Arresters for A. C Systems.
2. JEC 203 避雷器
3. Lightning Arresters and Their Application, 電氣書院.