

沿面放電에 미치는 導電層의 影響 및 그 碍子, 套管에의 應用에 관한 研究

論 文
19~2~1

A Study on the Effects of Metallic Barriers on Surface Discharge and
Its Application to Insulators and Bushings.

丁 性 桂*
(Sung Kae Chung)

[ABSTRACT]

According to the previous studies which was done by the author, the flashover voltage was found to be increased considerably if some metallic barriers are inserted into the flashover discharge path.

This paper shows that the flashover voltage in suspension insulators and bushings is raised up by the application of metallic barrier effect on surface discharge.

Using moderate metallic barrier configuration the flash over voltage can be raised up by the amount of about 15% compared to that of the conventional type of suspension insulators and bushings.

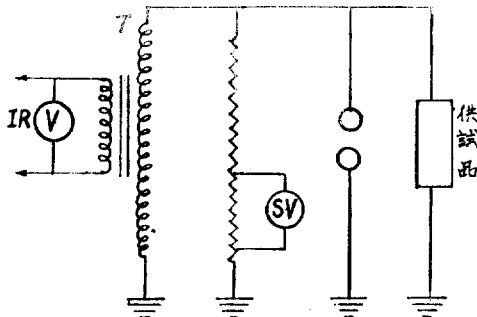
1. 緒 論

筆者의 過去의 研究結果⁽¹⁾에 의하면 導電層을 沿面放電路에 삽입하면 그 沿面閃絡電壓이 上昇한다는 사실을 알았고, 또 이것을 圓筒形碍子에 실제로 응용할 때 그 沿面閃絡電壓特性이 어떻게 되는 가를 理論的⁽²⁾ 또는 實驗的⁽³⁾으로 究明하여 상당히 흥미있는 結果를 얻은 바 있다.

本 研究에서는 以上과 같은 導電層에 의한 閃絡電壓上昇效果를 실제의 懸垂碍子, 長幹碍子, 또는 套管에 응용한 경우 그 特性이 어떻게 되는 가를 究明한 것이며, 導電層을 沿面上에 적당히 配置하면 그들의 交流60%閃絡電壓이 상당히 上昇한다는 사실이 밝혀졌으므로 그 結果를 여기에 報告한다.

2. 實驗裝置 및 方法

그림 2-1은 本 研究에 사용된 實驗回路를 표시한다.



T: 試驗用 變壓器
그림 2-1 實驗回路
Fig. 2-1 Experimental circuit

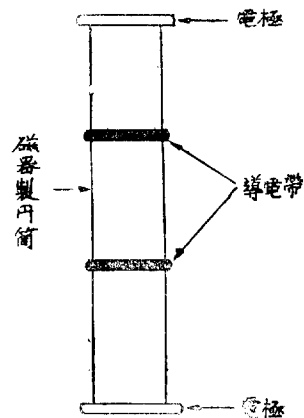


그림 2-2. 磁器圓筒絶緣物
Fig. 2-2. Porcelain cylinder insulator

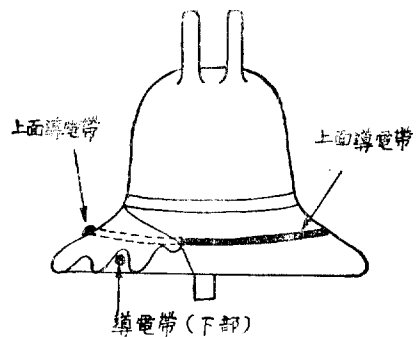


그림 2-3 懸垂碍子
Fig. 2-3. Suspension insulator

IR는 誘導電壓調整器, T는 試驗用變壓器(154 KV, 50 KVA), SV는 靜電電壓計이다. 그림 2-2는 電極을 磁器圓筒으로 絶緣하는 경우, 磁器圓筒의 表面에 導電帶를 놓은 경우를 나타내며, 이 導電帶의 個數를 增加해 갈때의 閃絡電壓의 變化를 측정한다. 導電帶로서는 直徑 1, 2, 3, 4mm의 銅線을 사용한다. 그림 2-3은 懸垂 碍子의 閃絡電壓에 미치는 導電層의 影響을 실험하기 위한 장치로서, 導電帶를 上面에 놓은 경우, 또는 下部의 凹部, 凸部에 각각 놓은 경우의 그 위치를 나타낸다. 또 그림 2-4는 長幹碍子이며, 導電帶가 凹部에 놓여 있는 상태를 나타낸다. 導電帶를 놓은 위치와 個數를 달리할 때의 閃絡電壓의 變化를 실측한다. 그림 2-5는 變壓器

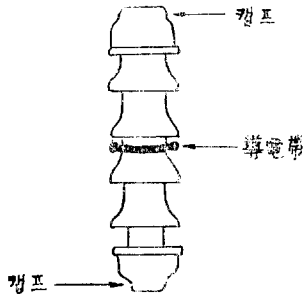


그림 2-4. 長幹碍子
Fig. 2-4. Post type insulator

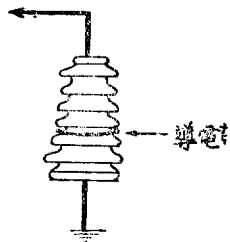


그림 2-5 變壓器套管
Fig. 2-5 Transformer bushing

用套管이며 導電帶를 凹部에 놓은 경우를 나타낸다. 이 경우에도 導電帶의 位置와 個數를 變化한 경우의 閃絡電壓을 측정하여 導電帶의 效果를 알아본다. 이상 각 경우에 있어서 導電帶의 굵기를 달리하여 각각의 경우의 閃絡電壓을 측정한다.

3. 實驗結果

그림 3-1은 그림 2-2의 圓筒絶緣物의 경우 導電帶의 個數와 閃絡電壓과의 관계를 l 즉 電極間의 距離를 媒介變數로 하여 實測한 結果를 나타낸 것이다. 이 그림

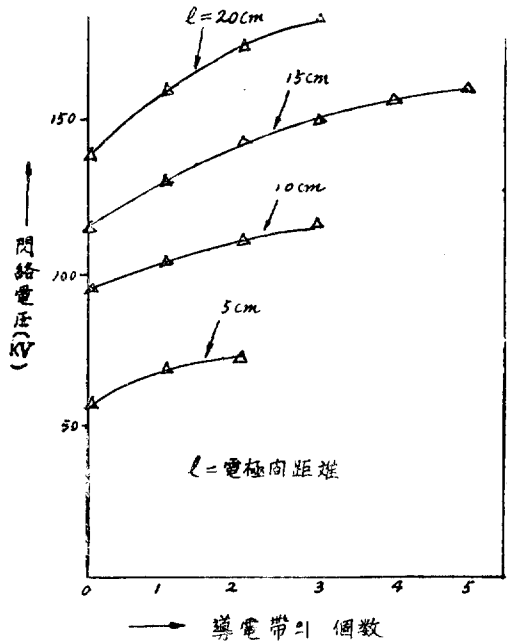


그림 3-1 導電帶의 個數와 閃絡電壓(圓筒絶緣物)
Fig. 3-1 Flashover voltage as a function of number of metallic barriers (Cylindrical insulator)

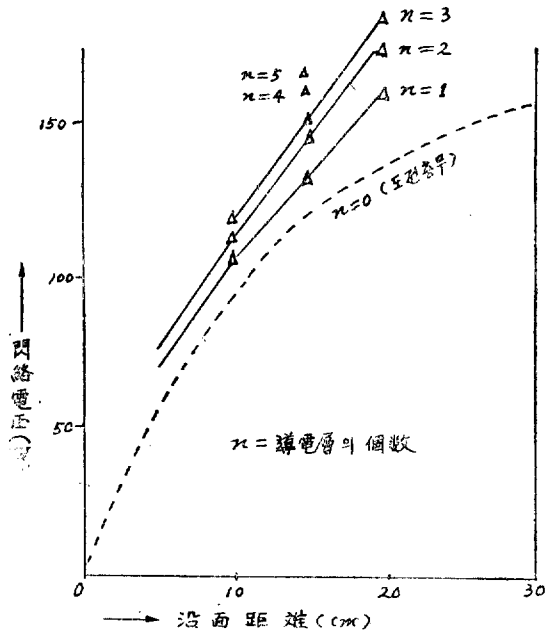


그림 3-2 沿面距離와 閃絡電壓(圓筒絶緣物)
Fig. 3-2 Flashover voltage characteristics (Cylindrical insulator)

에서 보면 동일한 沿面距離에 있어서 導電帶의 個數가 증가함에 따라 閃絡電壓이 점점 上昇하고 있다. 이 그림을 보면 曲線이 直線의 으로는 되지 않고, 實測回線의 경사가 沿面距離의 감소와 더불어 점점 완만해지고 있다. 이것은 沿面距離가 짧으면 導電帶의 個數의 증가가 그 閃絡電壓의 증가에 기여하는 정도가 점점 줄어든다는 것을 의미하는 것이며, 따라서 導電帶로 인한 閃絡電壓 上昇效果는 沿面距離가 긴 경우에 특히 현저하다는 것을 알 수 있다. 그림 3-2는 導電帶의 個數를 媒介變數로 하여 導電帶가 없는 경우와 있는 경우에 대한 沿面距離와 閃絡電壓과의 관계를 나타낸 結果이다. 그림에서 點線은 導電帶가 없는 경우의 閃絡電壓特性이다. 導電帶의 個數n의 增加에 따라 閃絡電壓이 上昇하고 있으며, 導電帶가 있으면 閃絡電壓特性이 거의 直線의 으로서 증가하고 있다는 것을 알 수 있다. 그러므로 導電帶를 배치하여 閃絡電壓特性을 거의 直線의 으로서 만들 수 있다는 結果가 된다. 그림 3-2에서 導電層의 個數가 증가하면 曲線의 경사가 점점 急해지는데, 이것은 導電層의 效果가 긴 沿面距離에 대하여 많은 個數의 導電層을 사용했을 때 특히 현저하다는 것을 말해주고 있다.

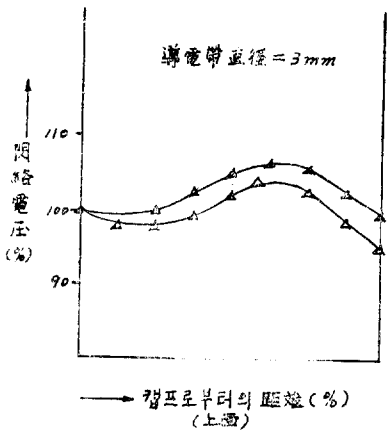


그림. 3-3 導電帶의 效果(懸垂碍子)
Fig. 3-3 The effects of metallic barriers (Suspension insulator)

그림 3-3은 그림 2-3의 懸垂碍子の 上面磁器部表面에 導電帶를 環狀으로 1個는 경우 그 位置에 따라 閃絡電壓이 變化하는 모양을 나타낸 것이다. 導電帶를 캡프로부터 약 60%의 거리에 놓았을 때 閃絡電壓이 100% (導電帶가 없는 경우의 閃絡電壓을 100%로 한 것임)를 약간 초과하고 있으며, 그 以外の 位置에서는 100% 以下로 되어 있다. 그러나 2個連인 경우에는 閃絡電壓의

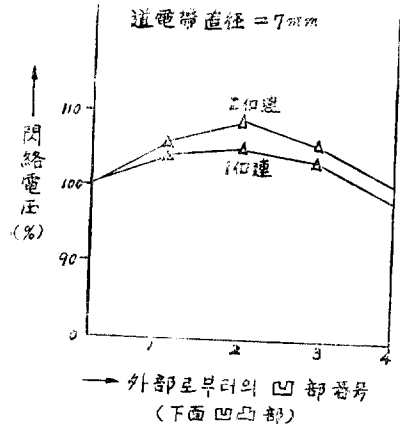


그림. 3-4 導電帶의 效果(懸垂碍子)
Fig. 3-4 The effects of metallic barriers. (Suspension insulator)

上昇率이 더 增加하고 있다. 2個連인 경우에는 各 懸垂碍子の 上面의 同一距離에 導電帶를 各各 한個씩는 경우이다. 그림 3-4는 懸垂碍子の 下部凹部に 導電帶를 環狀으로 배치한 경우의 閃絡電壓特性이며, 凹部の 어딘에 놓아도 閃絡電壓은 上昇하고 있다. 그러나 2番凹

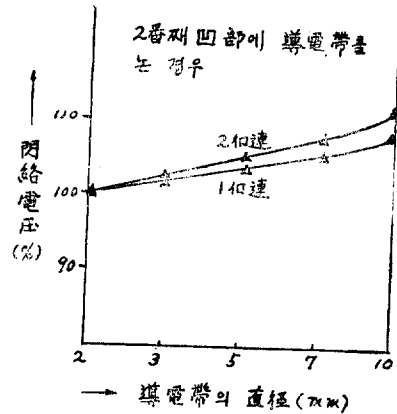


그림. 3-5 導電帶의 굵기의 效果(懸垂碍子)
Fig. 3-5 The effects of size of metallic barriers (Suspension insulator)

부에 導電帶를 놓는 경우 閃絡電壓이 最大로 되는 경향이 있다. 그림 3-5는 導電帶의 直徑을 變化한 경우의 閃絡電壓特性이다. 直徑이 증가하면 閃絡電壓이 上昇하고 있다. 이리하여 懸垂碍子の 경우에는 下面凹部に 直徑이 적당히 큰 導電帶를 놓면 그 閃絡電壓이 上昇한다는 結果를 얻었다.

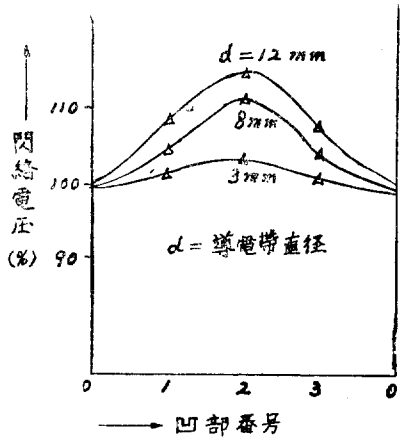


그림. 3-6 導電帶의 效果(長幹碍子)
Fig. 3-6 The effects of metallic barriers (Post type insulator)

그림 3-6은 그림 2-4의 長幹碍子에 대하여 導電帶의 直徑을 媒介變數로 하여, 導電帶를 배치하는 位置를 나타내는 凹部番號와 閃絡電壓과의 關係를 나타내는 實驗結果이다. 中間凹部에 導電帶를 놓는 경우 閃絡電壓이 最大로 되며, 導電帶直徑이 증가하면 閃絡電壓도 上昇하고 있다. $d=12\text{mm}$ 인 경우 閃絡電壓은 約 15% 增加하고 있다. 그러나 導電帶가 스카아트以上으로 밖으로 빠져나오는 정도가 되면 閃絡電壓은 오히려 100%以下로 下降하는 傾向이 있다. 그림 3-7은 그림 3-5와 같은 變壓器봉칭에 대한 實驗結果이다. 이 경우에도 長幹碍子와 비슷한 閃絡電壓特性을 나타내고 있으며, 導電帶가

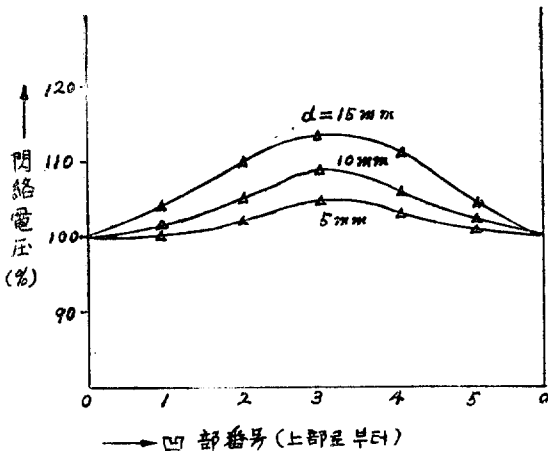


그림. 3-7 導電帶의 效果(套管)
Fig. 3-7 The effects of metallic barriers (bushing)

3番에 凹部에 있을때 閃絡電壓이 最大로 되고, $d=15\text{mm}$ 인 경우 약 13% 上昇한다. 導電帶가 너무 커서 스카아트밖으로 나오게 되면 역시 閃絡電壓이 100% 이하로 下降하는 傾向이 있다. 長幹碍子 또는 套管의 경우 導電帶를 어느 凹部에 놓아도 閃絡電壓은 上昇한다는 것을 알 수 있다. 그림 3-8은 導電帶를 長幹碍子の 各凹

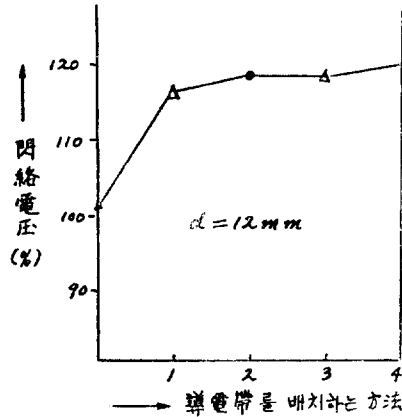


그림. 3-8 導電帶의 效果(長幹碍子)
橫軸의 1: 導電帶를 中央凹部에 놓을때.
2: 上部 1, 2番에 놓을때.
3: 下部 2, 3番에 놓을때.
4: 1, 2, 3番凹部에 다 놓을때.

Fig. 3-8 The effects of metallic barriers (Post type-insulator)

部에 놓는 個數와 位置에 따라서 그 閃絡電壓이 變化하는 모양을 나타내는 것이다. 導電帶의 個數가 增加하면 閃絡電壓이 약간 增加하고 있다. 이리하여 各凹部에 導電帶를 전부 배치하면 閃絡電壓은 약 19% 정도 上昇하게 된다는 結果가 된다.

以上 여러 測定값은 각각 5회測定한 平均값을 나타낸 것이며, 氣壓과 濕度를 一定하게 유지한 경우의 값을 표시한다.

4. 檢 討

導電層을 沿面放電路의 途中에 삽입한 경우 그 閃絡電壓이 上昇한다는 것은 筆者의 理論^{(1),(2)} 및 實驗結果^{(1),(3)}에 의하여 이미 闡明된 바이나, 이와같이 閃絡電壓이 上昇한다는 것은 要는 導電層의 삽입으로 電極間의 沿面上電位分布가 均等하게 된다는 사실에 귀착한다.^{(4),(5)} 沿面放電에 있어서는 電極周圍의 誘電體表面에 接한 空氣中の 스트레스가 다른 部分보다 심하게 강해지므로, 이 部分에서 코로나放電이 일어나기 쉽고, 이

코로나放電은 空間電荷效果로 인하여 그 伸張이 용이하게 되어 드디어는 낮은 印加電壓에서 閃絡放電을 일으키게 된다.^{(6), (7)} 그런데 沿面放電路의 途中에 導電層을 배치하면 電極間沿面上의 電位傾度가 均一하게 되어, 局部的인 電界의 集中을 완화하게 되므로 閃絡電壓이 上昇하게 된다고 볼 수 있다.

懸垂碍子에서 下部凹部에 導電帶를 논 경우 閃絡電壓이 上昇하는 것은 導電帶로인한 電位分布의 均一화와 카스케이딩放電으로의 誘致效果에 기인하는 것으로 생각된다. 그러나 上面에 導電帶가 있는 경우 閃絡電壓이 低下하는 것은 電位分布의 均一화보다도 導電帶에서의 코로나放電의 效果가 더 심하게 作用하기 때문이라고 본다. 圓筒絶緣物에서 閃絡電壓의 上昇이 理論⁽⁸⁾에서와 같이 導電帶의 個數와 더불어 直線의으로 되지 않은 것은 導電帶에서의 코로나放電 및 各 導電層사이의 固有閃絡電壓의 時間的變動에 기인하는 것으로 생각된다.

長幹碍子和 套管에 있어서의 導電帶效果가 圓筒絶緣物에서의 그것과 경향이 다른것은 그들에 있어서의 凹凸部의 影響이 나타나기 때문이며, 凹部에 導電帶가 있는 경우 閃絡電壓이 上昇하는 것은 懸垂碍子の 下部凹部에 導電帶가 있는 경우 그 閃絡電壓이 上昇하는 것과 同一한 原因에 의한다고 볼 수 있다.

導電帶의 굵기가 커지면 그만큼 더 電位分布가 均一화됨과 동시에 카스케이딩放電으로의 誘致가 더욱 가능하게 되어 閃絡電壓이 올라가는 것으로 생각된다. 이리하여 本 研究에서는 특히 導電帶의 굵기와 位置가 閃絡電壓의 上昇效果에 크게 影響을 미친다는 것을 究明하였으며, 굵기가 어느 範圍內에서 클수록, 位置가 電極中央部近의 凹部가 될수록 閃絡電壓의 上昇에 미치는 導電帶의 影響이 현저하여진다는 것을 알았다.

5. 結 論

導電層이 沿面放電에 미치는 效果를 碍子, 套管에 應用하려고 하는 경우, 그 特性을 研究調査하여 다음의 結

論을 얻었다.

1. 懸垂碍子에서는 下部凹部에, 長幹碍子, 套管에서는 스카아트사이의 凹部에 각각 導電帶를 배치하면 그들의 閃絡電壓이 15% 정도 上昇한다.
 2. 導電帶의 굵기가 어느 範圍內에서 커지면 同一한 導電帶의 位置에서도 閃絡電壓이 점점 上昇한다. 일반적으로 스카아트밖으로 導電帶가 빠져나오면 閃絡電壓은 오히려 導電帶가 없는 경우보다 떨어진다.
 3. 導電帶의 位置가 電極間沿面上의 中央部凹部에 있을때 가장 그 效果가 크다. 그러나 各 凹部마다 適當한 굵기의 導電帶를 전부 배치하는 것이 더욱 큰 效果를 기대할 수 있다.
 4. 導電帶의 閃絡電壓上昇效果는 長幹碍子, 套管인 경우에는 그들의 길이가 길수록, 또 懸垂碍子인 경우에는 메달은 一連의 個數가 많을수록 더 현저하다.
 5. 本 研究結果를 실제로 適用하는 경우에는 導電層의 附加로 인한 經濟的問題 및 導電層을 장치하는 技術的問題가 가장 큰 考慮되어야 할 問題가 될것으로 본다.
- 끝으로 本 研究는 1969年度 文教部 研究助成費에 의한 것으로서 이 點 當局에 感謝를 드리는 바이며, 本 研究 進行에 많은 協助를 하여준 서울大學校 工科大學 電氣科 技員인 李丈夫君에게 謝意를 表明한다.

參 考 文 獻

- (1) 大韓電氣學會誌 : Vol. 17, No. 3. p. 7~28. 1968. 9月.
- (2) 大韓電氣學會誌 : Vol. 18, No. 1. p. 7~10. 1969. 1月.
- (3) 大韓電氣學會誌 : Vol. 18, No. 2. p. 21~25. 1969. 3月.
- (4) 望 月 : 高壓工學 p. 40~75
- (5) 丁性桂 : 高電壓工學 p. 110~120
- (6) 加賀谷 : 超高壓送電 p. 51~152
- (7) 宮 本 : 雷 및 避雷 p. 10~63.