

# 配電設備에 對한 塩害對策

## Countermeasure Against Salt Contamination in Distribution System Apparatus

鄭 銅 元

韓電 技術研究院 先任研究員

### 1. 序 論

電力系統의 확대와 産業의 고도화로 더욱 신뢰도 높은 電力供給이 요청되고 있으나 우리나라는 3面이 바다에 沿하여 있어서 계절풍과 태풍의 영향으로 電力設備의 각종 碍子類가 塩分으로 汚損되어 塩害事故가 많이 발생되고 있어, 이에 대한 적절한 대책이 요구되고 있다.

특히 配電線路는 海岸에 인접한 광범위 지역에 散在해 있어서 塩害로 인한 閃絡事故가 계속 발생되고 있어 공급신뢰도를 떨어뜨리는 주요인의 하나가 되고 있어 각국의 電力會社는 물론 우리나라 韓電에서도 이의 효과적인 방지대책을 위하여 계속 研究檢토되고 있다.

여기서는 지금까지 研究調査된 塩害現象과 配電設備를 中心으로 한 塩害對策에 관하여 간단히 記述하고자 한다.

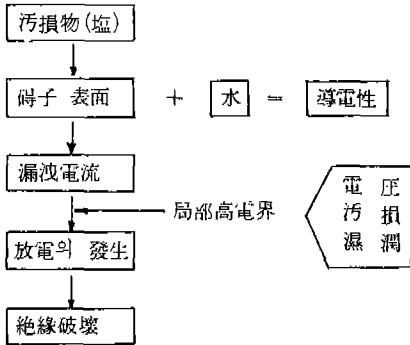
### 2. 塩害事故

#### 2. 1 塩害事故의 發生過程

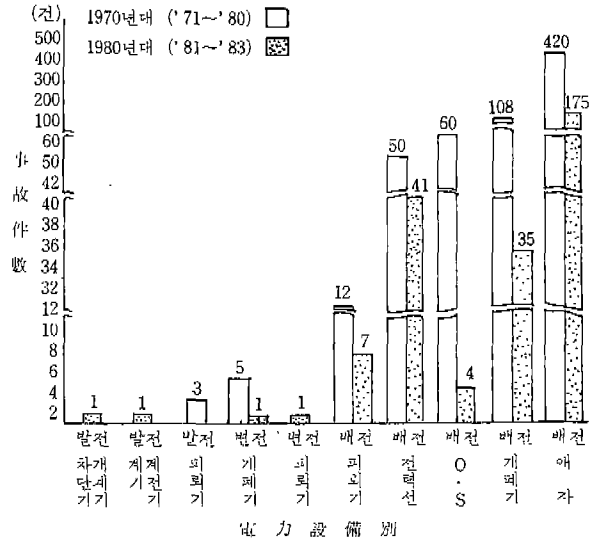
塩분에 의한 碍子類의 汚損過程은 바다의 파도가 암벽에 부딪치거나 바람에 波濤가 부서져 微粒子로 되어 태풍, 계절풍등에 실려 陸地로 飛散되어 電力設備의 碍子類를 汚損시키게 된다.

이렇게 오손된 애자는 정상시의 건조상태에서는 별다른 이상은 없으나 안개, 이슬, 비등의 濕潤狀態에서는 汚損物質中の 可溶性 導電物質이 녹아서 碍子表面에 導電性皮膜을 형성하게 되어 그 表面抵抗이 저하된다. 이러한 상태가 되면 常規 對地電壓에 대한 漏洩電流가 애자 표면을 흐르고 汚損度가 심할수록 표면 漏洩抵抗의 저하와 漏洩電流의 증가가 현저하게 된다. 漏洩電流가 증가하면 이에 의한 Joule熱로 部分的으로 乾燥한 部分(Dry belt)이 생긴다. 이러한 狀態에 있는 碍子表面의 電位 分布는 일반적으로 그 건조부분에서 거의 대부분의 電壓을 부담하는 상태가 되어 이때에 근소한 電壓變動등에 의하여 閃絡이 발생하는 기회가 생긴다. 이때 이 電流는 대개 서지(Surge) 性的 電流로 그치거나 또는 계속하여 수 Cycle 걸리는 局部 arc로 된다. 또한 이 상태에서는 다른 部位에도 이와같은 現象이

發生하여 차례차례로 局部 arc는 연장되고 결국 全面閃絡으로 進展되어 사고를 일으키게 된다. 이 塩害事故의 進展過程을 그림으로 나타내면 그림 1 과 같다.



〈그림-1〉 塩害의 發生過程



〈그림-2〉 電力設備別 塩塵害 事故 ('71~'83)

## 2. 2 塩害事故 實績

그림 2는 韓電에서 조사한 1971~1983年間の 電力設備別 塩塵害事故를 나타낸 것이다.

여기에서 알 수 있는 바와 같이 이 기간중 (13年間)에 발생한 塩塵害事故는 총 924件이며, 이 중 配電設備에서만 발생한 사고는 912件으로 塩塵害事故 전체의 98.7%를 차지하고 있다. 이것은 配電設備가 海岸地域 및 工業汚損地域을 포함한 광범위한 지역에 분산설치되어 있기 때문인 것으로 생각된다

그리고 韓電에서 조사한 보고서에 의하면 전체 塩塵害事故 중 90% 이상이 海岸에서 2KM 以内에서 발생되고 있음을 나타내고 있으며 이것은 海岸으로부터의 거리가 멀어짐에 따라 氣中塩分量이 감소하기 때문이다. 그러나 주위 地形條件이나 태풍시 등에 따라 훨씬 먼 거리까지 塩害가 發生하는 경우도 있다.

또한 塩害事故는 계절에 따라서도 발생빈도가 다르게 된다. 즉, 3~5월에 가장 많이 발생하게 되는데, 이것은 강우량이 적은 冬節期(12~2月)에는 雨洗效果를 거의 기대할 수 없으므로 애자류에 塩分附着量이 증가된 狀態에서 3~5月間에 많이 내리는 봄비(보통 細雨が 많음)로 인한 濕潤狀態에서 사고가 많이 발생하는 것으로 생각된다. 예로서 우리나라 포항지구에서 發生한 塩害發生日數를 나타낸 표 1을 보면 잘알 수 있다.

〈표-1〉 포항지구년도별 鹽害 발생일수

('81. 1~'85. 4)

| 월별<br>년도 | 연도 |   |   |    |   |   |   |   |   |    |    |    | 계  |
|----------|----|---|---|----|---|---|---|---|---|----|----|----|----|
|          | 1  | 2 | 3 | 4  | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |    |
| 1981     | 1  |   | 2 | 1  |   | 1 |   |   |   |    |    | 1  | 6  |
| 1982     | 1  |   |   | 4  | 1 |   |   |   | 1 |    |    |    | 7  |
| 1983     |    |   | 2 | 1  | 1 | 1 |   |   |   |    |    |    | 5  |
| 1984     |    | 1 | 1 |    |   |   |   |   |   |    |    | 1  | 3  |
| 1985     |    |   |   | 4  |   |   |   |   |   |    |    |    | 4  |
| 계        | 2  | 1 | 5 | 10 | 2 | 2 |   |   | 1 |    |    | 2  | 25 |

## 3. 配電設備의 耐塩對策

### 3. 1 耐塩對策 強化地域 設定

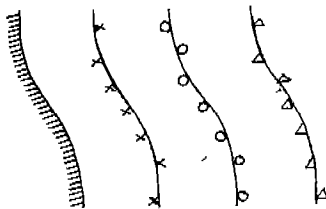
配電線路는 送電線路와 달라서 柱上變壓器, 線路開閉器, 컷아웃스위치(C. O. S), 避雷器 등의 機資材가 설치되어 있을 뿐만 아니라 주로 Pin애자 또는 Line Post 애자가 많이 사용되기 때문에 送電線路의 현수 애자나 장간애자와 같이 汚損度에 따라 적절히 애자를 증결하기 곤란한 점이 많다. 그래서 配電線路에 대해서는 耐塩對策을 필요로 하는 지역을 별도로 設定하여 耐塩機資材와 耐塩碍子를 使用하는 등 적절한 耐塩強化對策을 실시함이 바람직하다.

耐塩強化 對策地域の 設定方法으로는 各 地域 立地條件과 氣象條件에 따라 다르기 때문에 일률적으로 규정하는 것은 곤란하나 이들 地域 決定의 기본적인 방법으로는 事故實績에 의한 것과 限界塩分附着量 및 그 發生頻度에 의해 設定하는 方法이 있다. 例로서 後者の 方法은 塩分附着量이 어떤 危險限界를 넘는 地域을 대상으로 Pilot 碍子를 設置한 후 塩害氣象이 발생한 直後에 이들의 塩分附着量을 實測하고 그 결과와 發生빈도를 조사하여 表2와 같은 예를 기준으로하여 결정한다. 그림3은 表2를 基準으로 하여 Pilot 碍子の 塩分附着量 調査結果를 同順位로 추정되는 各點을 연결한 曲線을 표시한 것이다.

〈表-2〉耐塩強化地域順位決定方法

| 限界塩分附着密度(mg/cm <sup>2</sup> )<br>(高压 Pin 碍子) | 年間平均發生頻度(回/年) |       |     |
|--|---------------|-------|-----|
|  | 0.5以下<br>程度   | 0.5~1 | 1以上 |
| 0.1以下 程度                                     | Ⅲ             | Ⅲ     | Ⅱ   |
| 0.1~0.3以下                                    | Ⅲ             | Ⅱ     | Ⅰ   |
| 0.3 超過                                       | Ⅱ             | Ⅰ     | Ⅰ   |

- \* Ⅰ : 最優先地域
- Ⅱ : 次優先地域
- Ⅲ : 選擇的 耐塩工事對象地域



〈그림-3〉塩分附着量과 發生頻度에 의한 耐塩強化地域の 區分

### 3. 2 耐塩機資材

塩害對策 強化地域에서 配電設備에 대한 耐塩對策으로는 일반지역에서 使用되는 機資材보다 耐塩特性이 우수한 耐塩機資材를 開發하여 使用하거나 密閉, 表面處理등 별도의 대책을 講究할 必要가 있다. 현재 우리나라의 경우 配電用耐塩機資材의 開

發이 거의 되어있지 않아 塩害地域에서도 耐塩機資材를 使用하기 어려운 실정이어서 현수애자의 증결 C.O.S의 중간현수애자 보강, 洗淨등을 하고 있을 뿐이므로 먼저 耐塩機資材의 개발을 확대해 나가야 할 것이다. 그래서 현재 우리나라에서도 耐塩C.O.S開發이 推進되고 있으며 장차 耐塩碍子, 耐塩봉싱등도 開發될 전망이다.

配電線路에 使用되는 耐塩機資材는 碍子類, 高压引下線, 絶緣電線類, 柱上變壓器봉싱, 開閉器類등으로 大別할 수 있으나 配電線路에 있어서 塩害는 漏洩電流에 의한 碍子の 破損, 絶緣電線の Tracking 發生이 문제가 되므로 漏洩電流를 極力 억제하지 않으면 안된다. 또한 配電線路는 매우 광범위한 지역에 산재해 있어서 여기에 使用되는 資材는 대단히 많으므로 價格의 면에서 한도가 있고, 支持物 強度, 裝柱面에서도 小型으로 취급이 간담해야 한다는 점이 있다. 이러한 점에서 配電用 耐塩機資材는 基本的으로 다음과 같은 점이 고려되어야 한다.

#### (1) 過絶緣

이것은 絶緣物의 漏洩距離를 표준치보다 매우 길게하여 汚損濕潤에 의한 絶緣低下에 對하여 필요한 값을 확보하도록 한 것으로 다음 3방법이 있다.

- (가) 漏洩距離를 길게 하는 것
- (나) 多段分割하는 것
- (다) 閃絡距離를 크게 하는 것

#### (2) 遮蔽

이것은 絶緣物 表面의 一部에 塩分과 水分등의 浸入이 關한 部分을 만들어 이 部分에 의하여 漏洩電流를 차단하도록 하는 것으로 다음 3방법을 생각할 수 있다.

- (가) 碍子를 深溝型으로 하는 것
- (나) 耐塩皿을 使用하는 것
- (다) 深溝型, 耐塩皿을 組合使用하는 것

#### (3) 密閉

耐塩措置를 실시하기 곤란한 경우, 이 部分을 別途의 耐塩材料로서 완전히 密閉하여 塩風의 침입을 방지하는 방법이다.

#### (4) 表面處理

이것은 絶緣物의 表面에 汚損物이 附着되지 않도록 Silicone Compound 등의 撥水性物質을 表面에 塗布하는 方法이다. Silicone Compound가 塩害防止에

有効한 이유는 電氣의 絶緣性이 있을 뿐만 아니라 우수한 撈水性和 包含性作用에 의하여 漏洩通路를 형성하지 않으며, 電位分布의 불평등화를 억제하므로 閃絡電壓이 낮게 된다.

그러나 옥외에 장기간 塗布하여 돌 경우 降雨에 의한 Silicone 油의 유실, 자외선에 의한 Silicone 油의 변질 및 附着塩分과 物質의 증가로 인한 Silicone 油가 감소되므로 汚損地域에 따라 6개월 ~ 2년마다 再塗布할 필요가 있다.

#### (5) 材質의 改善

高壓引下線등 絶緣電線의 Tracking發生을 阻止하고, 부식에 대하여 強하고 耐候性이 있는 耐Tracking 電線을 開發하는 등 耐塩效果를 높일 수 있도록 材質을 改善하는 것이다.

### 3. 3 設備別 對策과 問題點

配電設備에서 가장 塩害의 피해를 많이 받고있는 컷아웃트 스위치, 碍子, 柱上 變壓器의 붓싱, 避雷器에 대해서만 간단히 記述하기로 한다.

#### (1) 컷아웃트 스위치

일반지역에서 보다 汚損特性이 우수한 耐塩 C. O. S를 使用한다. 耐塩 C. O. S는 밀폐형과 개방형이 있으며, 밀폐형은 제작상의 문제점등으로 7.2 KV급 이하에서 주로 使用되고 있다. 개방형은 일반 C. O. S와 같은 構造이나 碍子部의 漏洩距離를 길게한 것이다. 그리고 日本에서는 C. O. S用 中間支持碍子를 별도로 開發하여 汚損이 극심한 地域에서는 耐塩 C. O. S에 이것을 추가 사용하는 경우도 있다.

우리나라에서는 현재 耐塩 C. O. S가 開發되어 있지않아 일반 C. O. S에 현수애자 1개를 중간지대에 추가하여 사용하고 있으나, 汚損이 심한 지역에서는 계속 塩害事故가 發生되고 있어 현재 耐塩 C. O. S(개방형)의 開發이 推進되고 있다.

#### (2) 碍子類

配電用 碍子類는 耐張個所등을 제외하고 주로 Pin 碍子, Line Post 碍子が 使用되고 있어 汚損地域에서 絶緣強化의 시행이 곤란하므로 별도의 耐塩碍子를 使用할 필요가 있다. 그러나 耐張個所등에 사용되고 있는 현수애자는 汚損程度에 따라 적절히 碍子個數를 增結할 수 있으며 이때 현수애자의 下面이 가능한 바다와 반대쪽으로 向하도록 시공하는 것

이 塩害對策上 有利하다. 이것은 碍子上面은 下面보다 雨洗效果가 좋기 때문이다.

현재 우리나라에서는 配電用 耐塩碍子が 거의 開發使用되고 있지 않아 汚損時 碍子洗淨에 의존하고 있다. 그러나 碍子洗淨에 있어서는 適正洗淨期間의 決定이 중요하며 洗淨期間의 決定은 Pilot 碍子 또는 自動汚損量測定裝置의 設置運用 方法이 있으나 일반적으로 塩害事故가 많이 發生되는 시기의 직전(2~3월)과 바다에서 내륙으로 강한 海風(季節風 颱風등)이 있는 직후에 시행함이 바람직하다.

그러나 보다 恒久的인 대책을 위해서는 耐塩碍子를 使用할 필요가 있다. 한편 최근 碍子漏洩距離를 增加하기 위한 熱收縮材등도 開發되어 있다.

#### (3) 柱上變壓器 붓싱

外國에서는 일반붓싱에 비하여 深溝型으로 하여 漏洩距離를 增大하는 방식과 塩分과 水分등의 침입이 곤란하도록 하는 構造의 遮蔽方式의 붓싱이 있다.

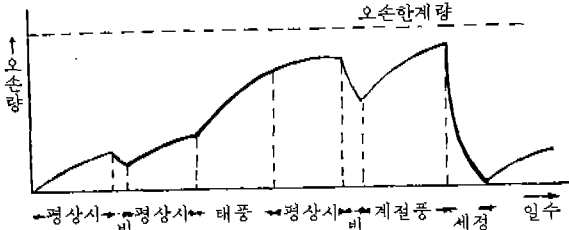
현재 우리나라에서는 耐塩構造의 붓싱이 거의 使用되고 있지않아 汚損時 洗淨에 의존하고 있다. 그러나 최근 우리나라에서는 붓싱단자 노출부를 완전히 密閉할 수 있는 붓싱캡(Bushing Cap)이 開發되어 일부 塩害地域에서 使用하기 시작하였다. 그리고 Silicone Compound 등의 撈水性物質을 塗布함으로써도 효과를 얻을 수 있다.

#### (4) 避雷器

Gap형 避雷器는 表面汚損時 内部 Gap部의 電位分布 不均等등으로 事故의 要因이 될 수 있으므로 Gapless형 避雷器가 汚損地域에서 有利하다. 汚損對策으로서는 避雷器表面에 Silicone Compound등의 撈水性物質을 塗布해서도 효과를 얻을 수 있으나 항구적인 대책으로서는 耐塩型 피뢰기를 使用하는 것이 바람직하다.

## 4. 汚損管理

같은 시간에 碍子에 附着되는 塩分の 量은 바다에서 불어오는 颱風, 季節風등 바람의 세기와 風向에 따라 다르다. 즉, 颱風時에는 짧은 시간에도 많은 量의 塩분이 碍子에 附着(急速汚損)하며, 平常時의 海風에는 서서히 附着된다. 또, 降雨時에는 雨洗效果로 附着된 塩分の 量이 감소되기도 한다. 이



〈그림-4〉 碍子가 汚損되어가는 過程의 一例

러한 상태를 그림으로 나타내면 그림 4와 같다.

그러므로 効果的인 汚損管理를 위해서는 汚損이 예상되는 地域에 Pilot 碍子나 汚損度測定裝置 등을 설치하여 常時의 汚損狀態를 감시함으로써 적절한

洗淨時期(汚損狀態가 위험한계치를 넘지않는 時期 즉, 汚損限界量 以内)를 事前 捕捉하여 洗淨保守등 대책을 講究할 필요가 있다.

## 5. 結 論

以上 配電設備에 대한 塩害對策에 關하여 간단히 기술하였으며 중요한 點은 신뢰도 높은 耐塩機資材의 開發使用과 合理的인 汚損管理의 施行이라 하겠다. 그리고 최근 산업의 고도화로 더욱 良質의 電力이 요구되고 있으므로 塩害로 인한 사고를 効果적으로 방지하기 위한 이 分野의 研究은 계속되어 야 할 것이다. \*

### ● 案 內 ●

## 第32回 電氣技術講習會 實施

1. 일 정: '86. 4. 14~4. 16 (3일)
2. 장 소: 어린이회관 무지개극장  
서울시 성동구 능동 (전화: 446~6061)
3. 대 상: 전기기사 및 전기계종사자
4. 과 목 및 시간

| 일정                | 과 목                      | 주 요 내 용                          | 시간 |
|-------------------|--------------------------|----------------------------------|----|
| 4<br>월<br>14<br>일 | 1. 개강식                   |                                  | 1  |
|                   | 2. 정신교육                  | • 애국심과 주인정신                      | 1  |
|                   | 3. 전기관계 법규               | • 전기설비 기술기준령<br>( '86년도 개정분)     | 2  |
|                   | 4. 수전설비의 관리와 보호협조        | • 보호계전기의 운영과 관리                  | 2  |
| 4<br>월<br>15<br>일 | 5. 전동기의 효율적인 운영          | • 전력의 적정용량 선정과 합리적인 부하관리         | 2  |
|                   | 6. 전기사용합리화 기법            | • 전력관리에 의한 합리화<br>• 설비관리에 의한 합리화 | 2  |
|                   | 7. Computer를 응용한 설계의 자동화 | • 설계자동화(CAD의 역할)                 | 2  |
| 4<br>월<br>16<br>일 | 8. 산업체 현장견학              | • 발전설비<br>• 전기기기 제조업체            | 8  |

5. 수강료: 1인당 25,000원(교재 및 전학비 포함)  
단 중식은 견학 당일만 제공
6. 접 수: '86. 4. 14까지

사단법인 대한전기협회 (전화: 274 - 1661 ~ 5)