

# 電氣設備汚染 碍子洗淨에 관하여

禹 準 基

韓電送變電部 運營課長

## 1. 序 論

우리나라는 3面이 바다로 沿하여 있고 季節 風·颱風·海風 등의 氣象條件으로 因하여 항상 영향을 받게 되므로 바다로부터 塩分이 內陸으로 옮겨져 海岸에 가까운 地域에 있는 電氣設備의 碍子類가 汚染되고 있다.

특히 2月~4月中에 中國 大陸으로부터 날아오는 黃砂는 西海沿岸 地域을 비롯 內陸 깊숙히 위치한 電氣設備의 碍子類까지 汚染시키고

있다.

또 産業의 發達과 重化學工業의 育成으로 工業地域이 점점 擴張되고 있어 이 地域에서의 煤煙과 煙塵은 碍子類의 汚染을 더욱 深化시키고 있다.

이렇게 汚染된 碍子類는 平常時의 乾燥 狀態에서는 汚染된 碍子類라도 汚染되지 않은 碍子類와 같이 別다른 異常이 없으나, 비·이슬비·안개 등의 濕潤한 狀態에서는 碍子類의 絶緣이 急擊히 低下되어 重大한 電氣事故로 發展되는 경우가 많다.

이러한 事故는 1月~4月 사이에 濃霧와 黃砂 現象 직후의 雨天時에 漢江에 沿한 京仁工業地區와 金강에 沿한 軍山·이리 工業地域에 主로 많이 發生되고 있으며, 9月~11月에는 태화강에 沿한 蔚山工業地區와 낙동강에 沿한 釜山工業地區에도 濃霧로 因한 碍子類 事故가 많이 發生되고 있다.

## 2. 概 要

上記와 같은 塩塵害로 因한 碍子類 事故는 오래 前부터 英國·美國·日本等 外國에서도 하나의 問題點으로 크게 대두되어 이 方面의 研究가 活發히 進行되어 英國의 J. S. Forrest는 實際의 氣象條件下에서 碍子の 漏洩電流와 電位分布의 測定에 重點을 두고 調査한 結果 使用電壓下에 있어서 漏洩電流 Surge가 100mA를 超過하면 閃絡할 危險이 있다는 結果를 얻었다. 또한 霧中時에 濕氣로 말미암아 汚染碍子の 表面 漏洩抵抗이 變化하고 電位分布도 相當히 變化한다는 事實을 確認하였으며, 그 解決策으로 碍子表面에 半導體 油藥을 塗布할 것을 提案하였다.

한편 美國에서는 活線洗淨方法도 重要視되어 이에 對해 G. L. Hill의 詳述한 研究 結果가 나와 많이 應用하고 있다.

또 日本에서도 塩塵害 事故에 對해 現在 9個 電力會社와 電力中央研究所 및 電氣協同研究會等 여러 機關에서 塩塵害에 對한 研究가 活

發히 進行되고 있으며 이를 위하여 莫大한 豫算과 裝備를 投入하고 있다. 그간 日本에서는 62년부터 68년까지 7年間 總1,443個所에 塩塵害 調査用 Pilot 碍子를 設置調査하여 各 電力社別로 汚染Map를 作成하여 保守 및 設計에 適用하고 있다.

우리나라에서도 韓國電力技術研究所에서 1969年 7월부터 1972年 12월까지 3年 6個月 間에 걸쳐 海岸地方에 Pilot 碍子를 設置하여 碍子の 汚染附着 狀態를 調査 各 地域別 海岸距離別 汚染度를 測定 過絶緣 方式에 의한 碍子増結 數量을 設計基準에 設定한 바 있으나 塩塵事故는 氣象條件과 重化學工業團地의 大規模化로 事故가 빈번하게 發生됨에 따라 1980년부터 約300여개소에 Pilot 碍子를 變電所 및 配電線路에 다시 設置하고 그 測定值에 의하여 耐塩塵設計와 保守에 應用코자 塩塵害 汚損Map作成을 위하여 研究中에 있다.

### 3. 塩塵害事故 分析

最近 韓國電力 電氣設備의 塩塵害로 因한 事故實績을 보면 1976年 11월부터 1980年 8月 사이에 무려 752件이 發生하였다.

#### 가. 設備別 事故

水力發電設備	0件 ( - )
火力 "	7件 ( 0.9%)
變電設備	5件 ( 0.7%)
送電 "	22件 ( 3.0%)
配電 "	717件 (95.3%)
通信 "	1件 ( 0.1%)

事故의 95.3%가 配電設備에서 發生하고 있으며 이는 넓은 地域과 工團, 海岸線 가까이까지 設備가 散在되어 있기 때문이다. 그러나 實在로는 事故件數는 비록 적지만 發變送電設備의 事故時는 全体 또는 一部 系統에 큰 영향을 끼쳐 大型事故로 나타나므로 더욱 事故 豫防에 注力하여야 한다.

#### 나. 季節別 事故

3月~5月(春)	235件 (31.3%)
----------	--------------

6月~8月(夏)	225件 (29.9%)
9月~11月(秋)	121件 (16.1%)
12月~2月(冬)	171件 (22.7%)

季節別로는 3月~5月中이 全体 事故의 31.3%로 가장 많이 占有하고 있다. 이것은 降雨量이 적은 冬節期에는 雨洗效果를 거의 期待할 수 없으므로 碍子類에 塩塵附着量이 增加된 狀態에서 2月~4월에 나타나는 黃砂 現象까지 加重되어 3月~5月間에 많이 내리는 봄비로 事故가 많이 發生되고 있고, 또 6~8月中에도 事故가 많은 것은 降雨量이 많아 雨洗效果를 많이 期待할 수 있으나 그때신 颱風 또는 바다에서 불어오는 東南季節風의 영향으로 急速 汚染되어 바다에 浴한 地域에서 많이 發生되고 있기 때문이다. 그리고 冬節期는 1月과 2月中에 西海岸에 近接하여 江을 중심으로 한 地域에서 가끔 나타나는 甚한 濃霧 때문에 多量의 事故가 同時에 發生되고 있다.

#### 다. 氣象別 事故

맑 음	181件 (24.0%)
흐 름	101件 (13.4%)
비	377件 (50.1%)
안 개	48件 ( 6.5%)
눈[雪]	19件 ( 2.5%)
强 風	26件 ( 3.5%)

塩塵害 事故의 50%가 降雨時에 發生되고 있으며 事故의 大部分인 96.5%가 濕潤한 氣象狀態에서 일어나고 있음을 알 수 있다.

#### 라. 被害工作物別 事故

碍 子	537件 (66.0%)
붓 싱	72件 ( 8.7%)
피뢰기	14件 ( 1.7%)
C. O. S.	122件 (15.0%)
引下線(PVC電線類)	16件 ( 1.9%)
其 他	55件 ( 6.7%)

碍子事故가 66%이나 붓싱·피뢰기 등을 포함하여 볼 때 碍子類의 事故는 全体 塩塵害事故의 48%를 차지하고 있는 實情이다.

#### 마. 塩塵害事故 分析 結果

上記에서와 같이 塩塵害 事故의 大部分이 碍

子類에서 發生하고 있음을 알 수 있다.

따라서 電氣設備의 基本이 絶緣이며 이를 碍子類가 담당하고 있음을 생각할 때 適定의 設計 施工도 重要하겠으나 현 시점에서는 이 보다도 建設後에 各種 工場 都市의 煤塵과 落塵, 各가지의 氣象條件으로부터 碍子類의 絶緣을 어떻게 계속 保護·維持 하느냐가 問題이다.

碍子類의 絶緣을 塩塵으로부터 保護하는 方法에는 碍子の 洗淨 碍子の 増結 Silicone-Compound의 塗布 煤煙工場에 集塵裝置 設置 등을 들 수 있으며 여기서 Silicone-Compound 塗布는 1年 1回 정도 再塗해야 하고 再塗布 時에 깨끗이 닦아내야 하는 번거로움 때문에 重要發變電所에서 使用되고 있으나 送配電 線路에는 使用치 않고 있다. 또, 碍子増結은 過絶緣方式으로 根本的인 해결책은 되지 못하며 集塵裝置 設置도 여러가지 여건상 實用的인 것은 못되므로 現實的으로 바람직한 것은 碍子類의 洗淨을 어떤 時期에 어떻게 하느냐가 가장 바람직한 方法이고 現在 韓電의 電氣設備은 대부분이 洗淨에 의하여 塩塵害로부터 碍子類를 保護하고 있다.

## 4. 碍子の 洗淨

碍子の 洗淨은 作業方法 面에서 死線으로 하는 方法과 活線으로 하는 두가지 方法으로 大別할 수 있다.

### 가. 死線 洗淨 作業

死線作業은 停電된 狀態에서 絛레·藥品 등으로 碍子の 表面을 사람이 直接 손으로 닦는 作業을 말하며 종래 活線洗淨이 널리 보급되지 않을시 局部的으로 많이 使用했던 方法이나 活線洗淨의 制約條件과 물을 使用時 落水로 인한 民怨豫想·經濟性 등을 고려할 때 現 우리나라에서는 活線洗淨方法과 병행하여 施行해야 한다.

#### (1) 乾燥布 使用

電線路를 停電시키고 마른 絛레로 直接 碍子를 닦는 方法으로 매연·진애 등이 가볍게 碍子 表面에 附着時는 간단히 絛레로 닦는 것이 좋으나 塩分이 附着時는 별 效果가 없으며, 이 方法

은 配電線路 및 活線作業에 制約을 받는 送變電設備의 碍子洗淨에 效果의이다.

### (가) 配電設備의 碍子類 洗淨

個所當 碍子 數量이 적은 配電線路의 Pin 碍子, 인류碍子 및 變壓器, 開閉器의 붓싱과 CO S, L.A의 碍管淸掃에 適合하며 配電設備의 塩塵害 事故豫防을 위하여 基別點檢과 同時 適期에 꼭 施行되어야 한다.

### (나) 零下의 날씨로 活線注水淸掃가 불가능

한 冬節期の 發變送電 設備의 碍子類洗淨 1980년까지만 해도 送變電設備의 碍子類 洗淨은 發變電所 및 地中送電 線路의 Cable-Head 에 設置된 L.A.Cement 落塵 地域의 重汚損된 碍子를 除外하고는 거의가 活線注水 淸掃에 의 존해 왔다. 이 때문에 每年 冬節期에 碍子洗淨 不進으로 1月~3月間의 濃霧現象時 數10件의 事故가 同時에 發生하여 電力供給에 莫大한 支障을 주어 왔다. 이에 따라 1981년부터 濃霧現象이 甚한 京仁地區의 送變電設備에 對하여 1月~3月中에 集中 손 닦기로 碍子淸掃를 實施한 결과 事故는 2件으로 줄어들어 큰 效果를 보았다.

### (다) 住宅地 送電線路의 碍子洗淨

都市의 擴張으로 많은 架空 送電線路가 住宅地를 通過하고 있어 이 地域의 碍子 洗淨時 물을 使用하면 落水로 因해 住民들에게 不便을 주게 되므로 손 닦기 등의 方法으로 汚染物을 除去함이 바람직하다.

### (2) 藥品 使用

이 경우 Cement 落塵 등의 接着力이 강한 物質이 碍子類 表面에 단단히 붙어 있는 경우로 손 닦이나 물로는 洗淨이 안된다. 따라서 藥品을 써서 汚染物質을 씻어낸 후 깨끗한 물로 잘 씻고 마른 絛레로 잘 닦아 내어야 한다. 藥品이 남아 있으면 도리어 나쁜 結果를 가져온다. 藥品으로는 회류산·비누물·휘발유 이외에 碍子 닦기用 藥品이 쓰이고 있다. 특히 회류산은 碍子Cap에 묻지 않게 해야 한다.

이 方法은 碍子를 設備로부터 撤去, 設置해야 하므로 保守費가 많이 소요되고 作業時間도 상

당히 걸리게 된다. 따라서 여건을 감안 電汚染 碍子 數를 事前에 파악 一定量의 汚損되지 않은 碍子로 交替後 撤去 洗淨한 碍子는 다시 다음 區間이나 次期에 使用토록함이 좋을 것으로 사로된다.

**나. 活線 洗淨 作業**

送電을 하고 있는 狀態에서 清掃器로 물을 利用하여 汚染된 碍子類를 洗淨하는 方法으로 配電設備는 經濟性을 고려하여 重汚染源에 近接된 일부 線路에 限하여 實施하고 있고, 屋外用 發變電 設備와 送電設備의 碍子類 洗淨은 外國이나 우리나라나 모두가 이 方法에 의하여 塩塵害로부터 碍子類를 保護하고 있다.

우리나라는 活線碍子 洗淨을 주로 注水式과 Brush型 清掃器로 實施하고 있으나 洗淨Mozzle形式에 따라 固定 Spray式·水幕式·Jet式等으로 區分할 수 있다.

**(1) 活線碍子 洗淨方式**

**(가) 注水式**

注水式 活線碍子 清掃器는 先端에 Nozzle 이 붙은 注水幹이 있고 Engine, Pump-set 및 Plastic-Hose로 構成되어 固有抵抗이 큰 물을 洗淨水로 使用 노즐로부터 물을 噴出하여 碍子連에 부딪쳐 碍子를 洗淨하는 工具로 엔진펌프의 性能에 따라 RA, RB, RC, RD型이 있다. 여기서 RD型은 背付式으로 配電線路 碍子類 洗淨에 적합하다.

**(나) Brush型**

Brush型 活線碍子 清掃器는 汚染이 甚한 場所에서 洗淨效果를 높일 수 있고 清掃器 自重도 가볍고 물의 消費量도 적어서 山간지 등에서 使用이 便利한 工具다.

그러나 66kV 以下 線路(碍子 4個連), 154kV 2連型, Arc-Horn이 달린 線路에 使用이 不可하고 취급이 까다롭고 Brush의 마모와 부속품의 고장이 심하며 器具를 直接 充電 部分에 接觸하여 洗淨하므로 安全上의 위험이 있어 使用場所에 많은 制限을 받는 清掃器이다.

**(다) 固定 Spray式**

이 方法은 洗淨對象이 되는 碍子類에 對해서

크기와 形狀이 알맞은 노즐을 集中的으로 固定 配置해서 噴出하는 물로 全体 碍子類面을 均一하게 洗淨하나 全体設備를 同時에 洗淨할 수 없으므로 노즐配置에 考慮하지 않으면 안된다.

**(라) 水幕式**

塩海地區 등에서 颶風時에는 上記 固定Spray方式으로는 洗淨이 어렵다. 그러므로 人工적으로 發變電所 測에서 海風側으로 물로 幕을 만들어 發變電所의 機器를 塩風에서 차단하는 동시에 颶風に 의해 洗淨이 되도록 하는 方法이다.

**(마) Jet 式**

上記의 注水式과 비슷하나 노즐을 固定하는 方式과 人力에 의해 移動하는 두가지 方式이 있다. 設置費用이 적게드는 利點이 있으나 洗淨對象設備에 對해 일일이 洗淨해야 하므로 洗淨時間이 걸리고 反動에 注意가 要하며 洗淨水가 많이 필요한 短點이 있다.

上記의 固定Spray式 水幕式 Jet式은 모두가 發變電所의 碍子類 洗淨에 필요로 하며 送電線路에는 經濟性이 없기 때문에 特別한 個所를 除外하고는 使用하지 않는다.

**(2) 우리나라의 活線碍子 洗淨實態**

1976년까지는 韓國電力 自体에서 RA型 注水式 活線碍子 清掃器를 利用하여 一部 重汚染地域의 發變電 및 送電設備에 대하여 부분적으로 施行해 왔으며 1977년부터 碍子洗淨 業務를 進담하게 될 韓電補修工團의 發足으로 塩塵害事故豫防에 획기적인 계기가 되었다.

現在 每年 發變電 및 送電設備의 碍子類를 約 3百萬個 정도를 洗淨하고 있으며 이에 상당한 實效를 거두고 있다.

**(가) 補修工團의 碍子洗淨 地域別 擴大 實施 時期**

- 서울·경기지구.....1977년 5월부터
- 경북·경남지구..... " 8 "
- 충남·전남북지구.....1979년 3 "
- 영동지구..... " 7 "
- 충북·강원서부지구.....1980년 1 "
- 제주지구는 韓電에서 直接 實施하고 있음

**(나) 保有活線碍子 清掃器 現況**

○補修工團保有	}	注水式RA型	.....39台
		” RB型	..... 5台
		” RD型	..... 1台
		Brush型	.....35台
		計	.....70台

○韓電保有：注水式RA型..... 6台

(다) 活線碍子 洗淨作業 制限事項

○ 0℃ 以下の 날씨로 噴射된 물이 얼 우려가 있을 때

○ 風速 5m/sec 以上일 때

○ 비·눈·안개 등으로 日氣가 不純할 때

○ 낙뢰나 번개가 있을 때

○ 兩回線中 1回線이 停電으로 作業線路에서 有事時 系統에 큰 영향을 줄 때

(라) 洗淨水의 選擇

注水式 碍子清掃器에 使用하는 물은 固有 抵抗이 5kΩ-cm 以上の 보통물이나 수도물(10kΩ-cm)을 주로 使用하며 河川물의 使用일 경우 多量의 塩分과 鐵分을 포함하고 있을시 危險하므로 500V Megger로 水抵抗을 測定하여 물의 固有抵抗이 5kΩ-cm 以上の 條件일때 使用해야 한다.

(마) 安全離隔 距離

注水式 活線 碍子 清掃器의 注水幹의 材質은 活線作業用 工具의 絶緣pole로서 信賴度가 높은 絶緣 強化木을 使用하고 安全한 接地로 保證되는 것이나 噴射물의 耐電壓 特性이 큰 역할을 하는 점은 무시할 수 없다.

물은 보통 通電의 特殊性을 갖고 있으나 本器는 一定의 壓力을 갖는 Jet式의 噴射로 높은 耐電壓 特性을 갖고 있다.

물의 固有 抵抗은 5kΩ-cm, 노즐徑은 1.8mm φ, 水壓은 4~5kg/cm<sup>2</sup>의 경우 길이 10cm의 耐壓은 50kV이다. 따라서 本器의 使用에 있어서도 適當한 離隔距離 즉 碍子和 注水幹 노즐과의 사이에 適當한 거리를 維持하는 것이 아주 重要한 要素가 된다.

標準離隔 距離는 本器의 경우 回路電壓 33kV 까지 1m 以上, 154kV까지에 1.5m로 定하여 있으니 이것을 엄수해야 한다. 또 洗淨效果의 面에서 보면 離隔 距離를 크게 取할수록 噴射물

의 힘이 떨어져 效果가 나빠진다. 따라서 離隔距離를 1~1.5m로 한 경우는 效果의 點에서 볼 때 Engine pump 能力이 큰 RB型, RC型을 選擇하는 것이 能率의이다.

## 5. 結 論

우리나라는 地形的인 氣候여건과 重化學工業의 發達과 더불어 塩塵害는 점점 深化될 것이며 이에 對應하여 外國先進國의 調查研究 結果를 基礎로 우리의 여건에 맞는 對策이 마련되어야 했다.

가) 正確한 塩塵害 汚損Map를 作成하여 適定한 設計施工 保守를 할 수 있도록 해야겠으며

나) 地域別 汚損時期를 把握하여 最適期에 碍子類를 洗淨토록 해야 하겠다.

다) 또 汚損 Map에 의거 適定의 洗淨回數 確정이 필요하다.

이웃 日本에서 調査한 문헌에 의하면 碍子洗淨後 日數別 事故率은 다음과 같이 나타나고 있다.

○ 碍子洗淨後 30日 未滿.....約7.5%

○ 碍子洗淨後 100日 未滿.....約20%

○ 碍子洗淨後 100日 以上 經過.....約70%

라) 工場煤煙·海岸塩害等이 甚한 重汚染 地區의 發變電 設備는 固定Spray式 Jet式을 또 颱風에 의한 塩害가 심한 地區는 水幕式을 이용 洗淨토록 함이 좋을 것이다.

마) 아직 345kV 送變電 設備에 對하여 活線으로 碍子洗淨을 하지않고 있으나 조만간에 施行되어야 할 것이다.

바) 汚染으로부터 碍子類를 保護하기 위하여 좀 더 科學的인 洗淨 方法이 필요하겠으나 이와 아울러 塩塵害에 強한 碍子類 開發도 되어야 했다.

이에 우리나라에서 最近 使用되고 있는 耐汚染性 碍子類로는 耐霧碍子(Fog-Type)로 重汚損 地區의 送配電線路에 점차 使用되고 있다.

또 近來 外國 先進國에서 開發試驗中에 있는 Epoxy-Insulator도 앞으로 實用化되면 塩塵害 豫防에 좋은 계기가 되리라 생각된다.