

# 765kV 송전선

## 絶縁設計

김 정 부

한국전력공사 기술연구원 765kV 송전기술연구팀장

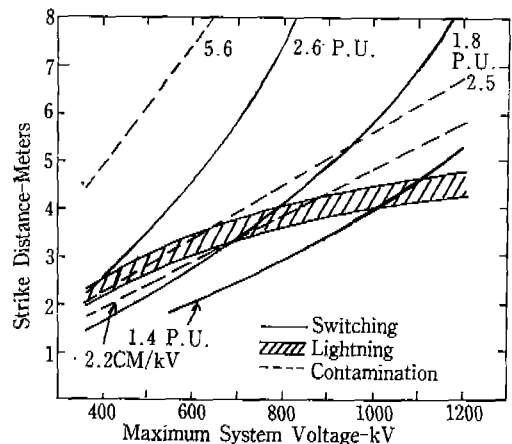
### 1. 서언

지난달에는 電氣環境障害 設計基準을 만족하기 위하여 전선의 굵기와 條數를 얼마로 할 것인가에 대하여 기술하였다. 전선 크기가 결정되면 그 다음 해야 할 일은 絶縁設計이다. 送電線의 絶縁 설계는 철탑의 空氣 絶縁距離(Air Clearance, Strike Distance), 礮子連 길이, 礮子連의 연면 거리, 가공지선의 수 및 위치 塔脚接地抵抗을 결정하는 것이다. 환언하면 이는 線路事故에 영향을 주는 絶縁크기를 선택하는 것이다.

이러한 것을 결정하기 위하여 Lightning, Switching Surge 및 오손지역에 Power Frequency 耐壓을 고려하여 설계하여야 한다. Switching Surge 설계는 鐵塔의 Strike Distance와 애자련 길이를 결정하는 것이다. Power Frequency 耐壓에 대한 설계는 애자련 연면거리를 정하는 것이며, Switching Surge 설계에서 정한 애자련 길이를 증가할 경우도 있다. 그러나 Lightning에 대한 설계는 絶縁크기를 정하는 것 이외에 가공지선의 수 및 위치를 정하는 것이다. 최종설계는 위의 3가지 조건중 어느 하나에 의하여 결정된다.

그림 1은 계통전압과 공기절연거리와의 관계를 나타내는 것이다. 빗금친 부분은 Lightning 설계에 관한 것인데 연간 100km당 0.6회의 事故率과 철탑접지저항을  $20\Omega$ 으로 잡은 것이며 윗부분 경계 곡선은 연간 雷 일수가 80이고 아랫부분은 연간 雷 일수가 30일 때를 나타낸 것이다.

우리나라의 연간 뇌 일수를 20으로 볼 때 765 kV 계통의 절연설계는 오손지구를 제외한 일반 지역에서는 開閉過電壓에 의하여 空氣絶縁距離가



<그림 1> 系統電壓과 空氣絶縁距離와의 관계

정해짐을 알 수 있으며, 開閉 過電壓을 차단기에 투입저항을 삽입하여 2.0pu 이하로 억제하여야 절연거리를 4~5m 이내에 유지시킬 수 있음을 알 수 있다. 또한 해안지역과 같이 오손이 심한 지역에서는 오손에 의해서 설계가 결정됨을 알 수 있다.

## 2. 耐雷設計

송전선의 雷에 대한 설계는 相 導體가 직접 雷擊을 받지 않도록 가공지선을 배열하고 일단 철탑이 雷擊을 받았을 때 철탑이 電位上昇되어 逆閃絡을 일으키지 않도록 철탑의 탑각점지저항을 정하는 것이다.

### 가. 完全遮蔽(Peak Shielding)의 基本原理

#### (1) Striking Distance와 雷電流 크기

가공지선은 雷放電을 가공지선에 끌어들여 相 導體에 도달하는 것을 방지하기 위하여 설치한다. 우선 雷放電의 마지막 단계에 대하여 생각해 보기로 한다.

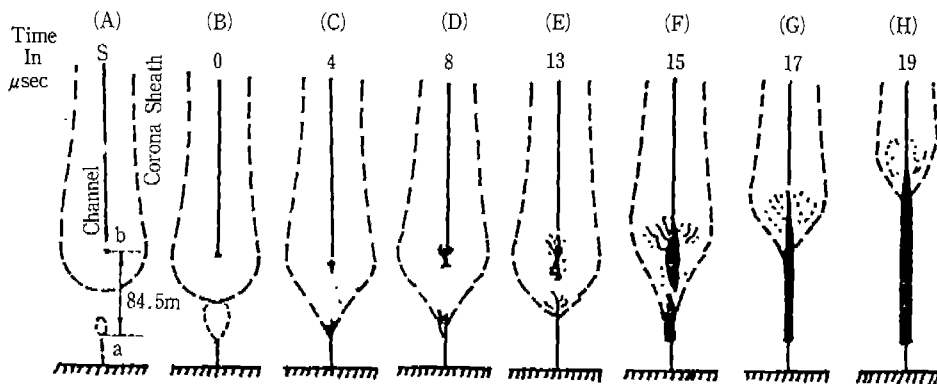
그림 2는 下向 先驅放電이 지면에 가까워짐에

따라 雷放電이 일어나는 마지막 단계의 중요한 과정을 나타내는 것이다. 이 단계를 거치면 先驅放電으로 인하여 상당한 양의 잔류이온이 존재하는 길을 정전하가 흐르게 되어 전하의 상승속도 및 전류치가 대단히 커진다. 이 과정을 復歸放電(Return Stroke)이라 한다.

下向 先驅放電의 電位를 50,000kV, 지면에 도달하는 속도는  $0.3\text{m}/\mu\text{s}$ 로 된다고 가정하자. 그림 2(A)는 선구방전이 높이 30m의 Mast에 접근하고 있는 것을 나타내고 있다. 그림 2(A)에서 Corona放電(+극)이 Mast에서 일어난다. “a”와 “b”거리는 84.5m이다.

그림 2(B)에서 선구방전이 1.5m 더 아래로 내려오면 Mast에서 일어나는 +極 Corona 放電과 만나게 된다. 그림 2(B)에서 시작 “0” 즉, 특별점에서 선구방전은 지면보다 오히려 Mast꼭대기를 치게 된다.

實驗室 Rod-Rod Gap에서 陰極 Impulse의 공기절연 파괴전위경도는  $605\text{kV}/\text{m}$ , 陽極의 공기절연 파괴 전위경도는  $560\text{kV}/\text{m}$ 이다. 그림 2(B)에서 “a”와 “b” 사이의 거리는 83m가 된다. 이 거리가 낙뢰가 일어나는 마지막 단계의 거리이다. 이 거리를 “Striking Distance”라 한다. 공



<그림 2> Upward Channel이 발달하는 과정

기절연 파괴 과정은 실험실에서 Rod-Rod Gap 절연파괴와 비슷하다.

그림 2(C)에서 Channel은 하향선구방전에서 아래쪽으로 향하고 Mast에서는 위쪽으로 향해 커지고 있는 것을 나타내고 있다. 그들은 서로 반대방향을 향하여 점점 높은 속도로 움직이고 (F)에서 두 Channel이 만나서 최대전류가 된다. (G)와 (H)에서 하나의 Channel이 되어 上向運動을 계속하고 전하는 下向先驅放電에 의해서 Mast를 통하여 지면으로 흘러 보내어진다.

최대전류는 (F)에서 두 Channel이 만날 때 얻어지며 그때까지의 시간은  $15\mu s$ 이다. Striking Distance에 대한 학설이 많이 있으나 Young, Clayton 및 Hileman 緒氏 주장하는 학설이 많이 쓰인다.

이는 다음과 같다.

$$\left[ \begin{array}{l} r_g = 27I^{0.32} \\ r_c = r27I^{0.32} \\ r = 1.00 \text{ for } h \leq 18m \\ r = \frac{444}{462-h} \text{ for } h \geq 18m \end{array} \right] \dots\dots\dots(1)$$

여기서  $I$ 는 雷擊電流의 최대치(kA)이며,  $r_c$ 는 架空地線 또는 유체에 도달하는 Striking Distance,  $r_g$ 는 지면에 도달하는 Striking Distance이다. 送電線 설계에 있어서 遮蔽 失敗閃絡(SFFO)이 없도록 가공지선의 설치위치를 정하여야 한다.

Swiss의 San Salvatore 山頂에서 1196회의 雷擊電流 크기를 조사한 Berger의 측정결과를 검토하면 뇌격의 85~95%는 陰極下向性(Negative downward) 뇌격이었고, 뇌격전류(Crest Current)와 波頭峻度の 분포는 Log-Normal 確率分布函數로 나타낼 수 있으며 實用할 수 있는 Data는 표 1과 같다.

가공지선이 相導體에 도달하려는 뇌격을 끌어

〈표 1〉 雷擊電流분포 및 波頭峻度분포

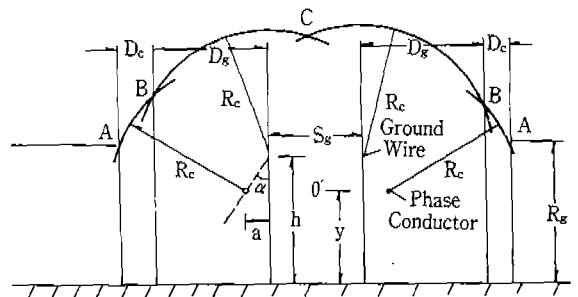
	雷擊電流 (Crest Current kA)		波頭峻度 (Steepness kA/ $\mu s$ )	
	M	$\beta$	M	$\beta$
First Stroke				
$3 < I < 23.8$	52	1.14	24	0.60
$I > 23.8$	34	0.52	24	0.60

들이므로 가공지선을 통하여 雷 Surge가 電波된다. 塔脚接地抵抗이 기준치 이상으로 커지면 碍子連을 통하여 相導體에 Flashover를 일으키는 수가 있다. 이를 逆閃絡이라 한다. 가공지선이 雷를 막아주지 못하고 도체에 雷가 떨어지는 것을 遮蔽失敗라 한다.

(2) 送電線 遮蔽에 대한 일반적 개념

그림 3에서와 같이 送電線遮蔽에 대한 일반적 개념을 생각해 보자. 어떤 특별한 뇌격전류( $I_g$ )에 대하여 Striking Distance를 (1)식에 의해서 구할 수 있다.  $a$ 는 차례각, 電線 가공지선의 배치는 그림 3과 같다.

그림 3에서 A와 B사이의 원호에 닿는 下向先驅放電은 도체에 雷擊이 도달하여 遮蔽失敗(Shielding Failure)가 일어나고 B와 C사이의 원호에 닿는 先驅放電은 架空地線에 도달한다. 그



〈그림 3〉 送電線 遮蔽에 대한 一般의 概念

리고 그 밖의 先驅放電은 전부 대지에 닿아 송전 선과는 아무 관련이 없다. 實設計에서 架空地線 間 거리(Sg)는 中間 相導體(水平配列의 경우)에 遮蔽失敗가 일어나지 않도록 정한다.

### (3) 遮蔽失敗

그림 4는  $I > I_M$ 일 때 Striking Distance를 그린 것이며 이 때에는 遮蔽失敗가 일어나지 않는다. 이 雷擊電流의 크기를  $I_M$ 이라고 한다. 架空地線과 相導體로부터 그린 圓弧가 만나는 交點 "A"가 지면의 Striking Distance( $r_g$ )를 나타내는 水平線 아래 있으므로 遮蔽失敗는 없다. 그러므로 遮蔽失敗수는 다음 식과 같다.

$$N[SF] = 2N_g L \int_3^{I_M} D_g f(I) dI \dots\dots\dots(2)$$

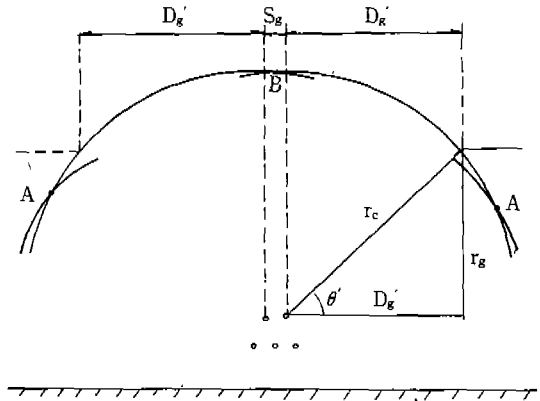
여기서

$N_g$  : 지면에 떨어지는 雷頻度數(回/km<sup>2</sup>/yr)

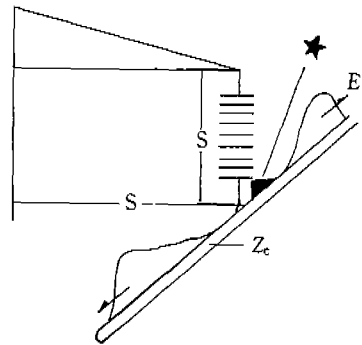
$L$  : 송전선로 巨長

$D_g$  : 그림 3에서 相導體의 露出範圍

$f(I)$  : 雷擊電流 크기의 確率分布函數(표 1에 의 함)



<그림 4>  $I > I_M$ 일때 Striking Distance



<그림 5>

### (4) 遮蔽失敗閃絡

식(2)에서 雷擊電流에 의해서 만들어진 전압이 철탑의 臨界閃絡電壓(CFO)을 초과할 때 遮蔽실패를 일으키게 된다. 이를 遮蔽失敗閃絡(SFFO)이라 한다.

그림 5에서 雷電流의 크기가 I일 때 도체에는

$$E = I \cdot Z_c / 2 \dots\dots\dots(3)$$

의 전압이 생기게 되고 兩方向으로 전파된다.  $Z_c$ 는 도체의 Surge Impedance이다.

철탑 절연크기(CFO)는 陰極雷衝擊波에 대하여는 605(kV/m)에 S(m)를 곱한 값이다. 어느 송

전선에 있어서 直擊雷를 받았을 때 閃絡이 일어나는 최소 雷擊電流를 臨界雷擊電流( $I_c$ )라 하고 다음과 같이 표현한다.

$$I_c = 2 \cdot CFO / 2 \dots\dots\dots(4)$$

### (5) 完全遮蔽

相導體가 直擊雷를 받았다 하더라도 閃絡이 일어나지 않도록 가공지선을 배치하였을 때 이를 完全遮蔽(Perfect Shielding)라 한다. 식(2)에서  $I_M$ 이  $I_c$ 와 같을 때 完全遮蔽가 된다.

架空地線を 완전차폐로 두기 위하여는 그림 6에서 "a"와 "α"를 정하는 것이다. 그림 6에서 a와 α를 기하학적으로 구하면 다음과 같다.

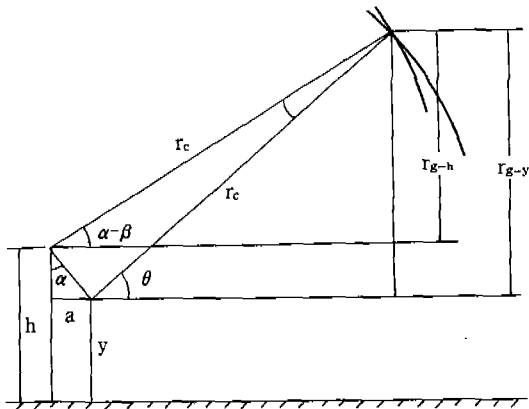
$$a = \sqrt{r_c^2 - (r_g - h)^2} - \sqrt{r_c^2 - (r_g - y)^2}$$

$$\alpha = \tan^{-1} \frac{a}{h - y} \dots \dots \dots (5)$$

식(5)에서  $r_g$  및  $r_c$ 는 (1)에서 구할 수 있다.

(6) 架空地線の 位置를 정하는 방법

여기서는 문제를 간단히 하기 위하여 平地에 直角으로 내려오는 뇌격에 대하여 설계하기로 한다. SSFO가 없도록 하기 위하여 철탑에서 h와 y



<그림 6> 完全遮蔽에서 "a"와 "α"의 決定

를 사용하여 (5)식에서 遮蔽角을 구할 수 있다. 作圖法은 다음과 같다.

그림 7과 같이 1회선 水平配列線을 생각하여 보기로 한다. 먼저  $I_c$ 에 대한  $r_g$  및  $r_c$ (Striking Distance)를 계산하고 Compass로 양끝 두 도체에 그린 圓弧가 지면에서  $r_g$ 의 높이에 해당되는 水平線과 交點(A)이 두 개 있다.

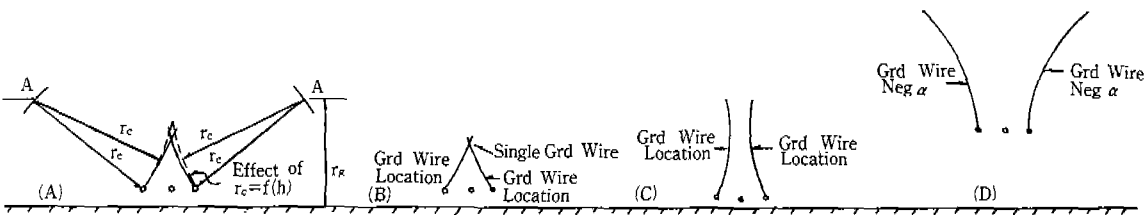
그리고 두 A點에 Compass를 대고  $r_c$ 를 半径으로 하는 圓弧 바깥부분에 가공지선을 鐵塔의 기계적인 설계를 고려하여 두면 完全遮蔽가 된다.

그림 7(B)와 같이 두 圓弧가 만나는 점은 한개의 架空地線을 설치하여도 되는 點이다. 그림 7(A)에서 實線은  $r_c = r_g$ 이라고 가정한 것이고 點線은  $r_c$ 를 (1)식에 의해서 계산한 것으로서 가공지선의 위치는 높아지게 된다. 그림 7(C)는 그림 7(B)와 같은  $I_c$ 를 가진 것이다. 鐵塔 높이가 높았을 때 가공지선의 위치를 나타내고 있다.

그림 7(D)는 두 圓弧가 만나지 않는 것을 나타내고 있으며 2개의 가공지선이 필요하다는 것을 보여주고 있다. 높은 철탑에 있어서 完全遮蔽를 하기 위하여는 遮蔽角이 (-)값으로 됨을 알 수 있다.

3. 開閉 Surge에 대한 絶緣設計

765kV 이상의 UHV 送變電設備의 절연설계는 開閉 Surge에 의한 절연설계가 설계를 지배하고



있다. 그러므로 開閉 Surge에 의한 설계는 상세히 기술하고자 한다.

鐵塔絶緣 크기의 선택의 기본 절차는 선로絶연에 가해지는 Switching Overvoltage(Stress)가 허용되는 Switching Surge Flashover Rate(SSFOR)가 되도록 절연의 크기를 정하는 것이다. 보통 SOV는 ANACOM 또는 Digital Computer에 의해서 계통을 모의해서 얻어진다.

絶緣強度에 대한 곡선은 High Voltage Laboratory에서 얻어진다. 絶緣에 가해지는 전기적 Stress는 Switching Overvoltage이고 Gaussian 函數 또는 Extreme Value Distribution으로 나타낼 수 있다. Gaussian 函數일 경우

$$f(E) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_0} e^{-1/2 \left(\frac{E-\mu_0}{\sigma_0}\right)^2} \dots\dots\dots(6)$$

여기서  $\mu_0$ 는 평균값이고,  $\sigma_0$ 는 표준편차이다.

Extreme Value Distribution일 경우

$$f(E) = \frac{1}{\beta} e^{-y} e^{-e^{-y}} \dots\dots\dots(7)$$

$$\text{단, } y = \frac{E-u}{\beta}$$

$$F(E) = e^{-e^{-y}} \dots\dots\dots(8)$$

$f(E)$ 는 確率分析函數이고  $E$ 는 SOV의 波高值(Crest Value)이고  $\beta$ 는 Parameter의 Slope이다.  $u$ 는 Mode값이다.

送電鐵塔의 전기적 크기나 자기에자의 절연은 개략적으로 Gaussian의 累積分布函數로 나타낼 수 있다.

$$F(V) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_f} \int_{-\infty}^V e^{-1/2 \left(\frac{V-CFO}{\sigma_f}\right)^2} dv \quad (9)$$

CFO는 臨界 Flashover 電壓이고  $\sigma_f$ 는 標準偏差이다.  $F(V)$ 는 絶緣物에 가해준 어떤 전압(V)에 대한 Flashover의 確率이다. SOV의 최대치를 내는 Switching 조건은 High Speed Reclosing(HSR) 때이다.

차단기가 고장을 제거하기 위하여 開路後

Breaker가 60 Cycle의 몇 Cycle안에 再閉路한다. 그러므로 線路에 갇힌 Charge는 절연 상태에서 빠져나갈 충분한 시간을 갖지 못해서 차단기는 갇힌 Charge 전압에 再閉路된다. 차단기에 의해서 線路의 간단한 Energizing과 같은 조건 때도 연구하였으나 이 조건은 그렇게 가혹하지 않다. 어떤 경우에 있어서는 고장시와 고장제거때에도 Switching Overvoltage를 고려하여야 한다.

### 가. 決定論的 方法(Deterministic Method)

1960년대 美國에서 550kV 선로설계에 대한 연구가 시작되었다. 축소 유사계통과 현장실험에서 Switching Surge가 鐵塔設計를 지배하고 있다고 생각되었다.

550kV 소형모형 계통에 의해서 이러한 사실이 확인된 후 Switching Impulse에 대한 礮子 절연의 강도를 결정하기 위하여 高電壓實驗이 행해졌다. 그 결과 놀라운 사실이 일어났다. 礮子 절연 강도는 임의로 일어나는 事件(Random Event)이고 어떤 전압에서 Flashover가 일어나는 확률은 Gauss의 累積函數로 나타낼 수 있었다. 이런 놀라운 사실에 Strike Distance를 정하기 위하여 어떤 設計法則이 필요하다.

이때까지는 소형유사 계통연구는 최대 SOV를 정하는데만 관심이 있었고 全 分布에는 관심이 없었다. 그러므로 어떤 방법으로 최대 SOV를 Withstand Strength의 값과 같게 두는 것이다. 確率冊을 연구한 결과 Withstand Strength( $V_3$ )는 CFO의  $3\sigma$  아래의 값으로 정의하고 있다. Deterministic Method는 최대 SOV를 최소 絶緣強度와 같게 두는 것이다.

$$V_3 = E_M \dots\dots\dots(10)$$

$$V_3 = CFO - 3of$$

$$= CFO \left(1 - \frac{3of}{CFO}\right) = E_M \dots \dots \dots (11)$$

$$CFO = \frac{E_M}{1 - \frac{3of}{CFO}} \dots \dots \dots (12)$$

$$CFO = \frac{E_M}{0.85} \dots \dots \dots (13)$$

다만,  $of/CFO = 5\%$

다음으로 高電壓 試驗의 Data를 분석하면 Striking Distance는 다음 식으로 주어진다.

$$CFO = K 1080 \ln(0.46S + 1) \dots \dots \dots (14)$$

$$S = \frac{1}{0.46} e^{\frac{CFO}{K \cdot 1080}} - 1 \dots \dots \dots (15)$$

여기서  $K = \text{Gap Factor}$  (棒-平板 Gap의 50% Flashover 전압에 대한 倍數)

#### 나. 確率論的 方法(Probabilistic Method)

確率統計的 分野에서 가장 좋은 수단의 하나는 Stress-Strength 개념이다. 그 이름이 의미하는 바와 같이 이 용어는 機械的 또는 構造設計分野에서 나왔다 그 후 이 개념은 모든 분야에 전파되었다

오늘날 Loss Load Probability(LOLP)를 계산하기 위하여 쓰이고 Switching Surge Flashover 確率을 계산하기 위하여 絶緣 協調分野에도 쓰인다. 實驗所의 Test로부터 Strength 分布는 일반적으로 전기적 또는 기계적 強度라고 고려된다.

설계 또는 應用 Engineer의 목적은 어느 정도의 信賴度(Reliability) 또는 어떤 事故率을 만족키 위하여 系統의 絶緣크기를 정하는 것이다.

事故는 Stress가 Strength를 초과할 때 일어난다. Stress는 Switching Overvoltage(SOV)분포이고 Strength 분포는 碍子連 또는 공기絶연의 전

기적 強度이다. 765kV 선로에서는 보수적인 3.1의 決定論的 方法을 사용하여 絶연설계를 하였다.

### 4. 耐汚損 설계

汚損地區에서 碍子特性은 汚損地區로 알려진 곳에서 필요한 絶緣을 명분화하기 위하여 수많은 연구과제로 되어 있다. 自然汚損을 실험실 모의에 기초를 둔 실제적인 概論은 다음과 같은 조치로 한다.

- (1) 어느 지역에서의 汚損強度와 汚損形態의 평가
- (2) 현장에서 汚損의 모형실험실 시험의 特性
- (3) 상기 시험에서 좋은 애자特性을 보여주는 애자의 選定

自然狀態를 실험실에서 人工汚損에 의하여 만족하게 模擬할 수 없고 제한이 있는 것은 명백하다. 더욱 자연조건하에서나 실험실에서나 시험을 위한 經驗者와 設備가 필요하므로 비용이 많이 든다.

#### 가. 汚損等級

實際 線路를 건설할 시 鹽分附着密度를 측정하는 것이 용이한 일이 아니므로 汚損等級에 대하여 언급하고자 한다.

##### (1) 輕汚損地區

等價鹽分附着密度(Equivalent Salt Deposit Density)가  $0.03\text{mg}/\text{cm}^2$  이하되는 지역을 말하는 것으로서 熱取扱 工場과 공존하는 집이 적은 개소 또는 工場이 없는 개소이며 비의 영향을 자주 받으나 工場과 집이 밀집하지 않는 지역이며, 농촌지역, 산간지역으로서 해안으로부터 10~20km

에 위치하며 어떤 경우에도 海風에 노출되어서는 안된다.

### (2) 中汚損地區

想定鹽分附着密度가 0.03~0.06mg/cm<sup>2</sup>되는 지역으로서 특별히 汚損煤煙을 발생치 않는 공장지역 또는 熱取扱 공장과 相存하는 보통정도의 밀집된 집이 있는 지역이며 해안으로부터 조금 떨어진 곳으로 海風에 노출된 지역(2~3km 지역)이다.

### (3) 重汚損地區

想定鹽分附着密度가 0.06~0.12mg/cm<sup>2</sup>되는 지역이며, 汚損物質을 발산하는 熱取扱공장이 밀집한 대도시의 변두리 또는 공장지대가 밀집한 지역 또는 바다에 가까운 지역 또는 상대적으로 강한 海風에 노출된 지역을 말한다.

### (4) 超重汚損地區

想定鹽分附着密度가 0.12~0.25mg/cm<sup>2</sup>되는 지역이며 일반적으로 導電 損塵의 영향을 받도록 적당히 퍼져 있는 지역 및 특별히 導電性物質을 배출하는 공장매연지역 또는 해안에 매우 접근하여 강한 海風에 노출된 지역을 말한다.

이상 日本에서 조사한 汚損地區 區分 및 設計 基準曲線을 소개하였으나, IEEE, CIGRE에서 발표된 汚損區分 및 設計 基準 曲線은 위에서 언급한 것과 다소의 차이가 있다.

#### 나. 汚損耐電壓 목표치

變電設備의 내염설계시 汚損 耐電壓 목표치에

〈표 2〉 懸垂碍子 耐壓值, kV/unit

오손등급	塵埃	AA	A	B	C	D
ESDDmg/cm <sup>2</sup>	0.01	0.03	0.0625	0.125	0.25	0.5
280mm 애자	17.0	13.0	10.82	9.43	8.20	7.14
320mm 애자	19.5	15.0	12.23	10.66	9.27	8.07
340mm 애자	20.5	15.8	13.17	11.48	9.98	8.69
380mm 애자	20.0	18.5	-	-	-	-

대하여 有效接地率에서는 1선지락시 健全相對地電壓으로 하지만 非有效接地系에서는 常規大地電壓을 취하고 있다. 따라서 사고실적, 변전설비의 중요성 및 설계사양의 표준화의 관점에서 耐汚損電壓 목표치는 1선지락시 健全相對地電壓을 취한다.

765kV 계통에서는 耐汚損電壓 목표치는 常規對地電壓의 1.2배로 정할 것을 검토하고 있다. 變電設備에 사용되는 애자류는 Bushing을 비롯하여 長幹, SP애자 등 圓柱形 애자가 주체로 되어 있고, 懸垂碍子는 한정된 개소에서 사용되고 있다.

日本의 각 전력회사에서 사용하고 있는 애자 1개당 耐壓值는 표 2와 같다.

## 5. 765kV 試驗線路 설계

이상의 원리에 의해서 765kV 시험선로를 설계하였으며 그 결과는 다음과 같다.

### 가. 耐雷設計

地上高를 電界의 크기가 5kV/m 이하로 유지하기 위하여는 鐵塔의 높이가 약 80m가 되므로 이에 따라 가공지선의 遮蔽는 완전차폐각을 -5°로, 逆閃絡 사고률을 0.01회/100km 연 이하로 줄이기 위하여 塔脚接地抵抗을 10Ω으로 설계하였다.

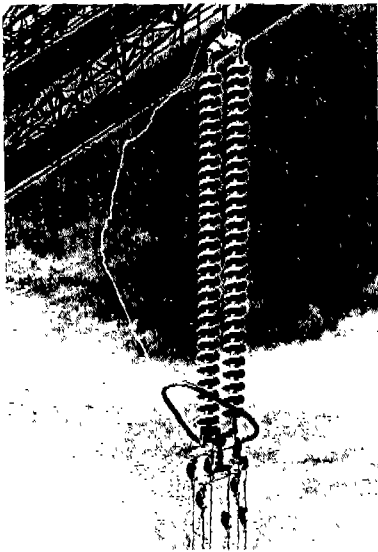


## 나. 開閉 Surge에 대한 設計

開閉 Surge 설계에서는 支持物의 공기절연거리가 정하여진다. 최대 開閉 Surge 倍數를 2.0, 해발 1,000m의 大氣補正係數를 1.07, 臨界閃絡電壓(CFO)을 耐壓值(Withstand Voltage)로 바꾸는 係數를 0.85로 보았을 때 전선과 철탑 주주재와의 공기절연거리는 5,250mm, 하단암과의 거리는 5,720mm, 현수애자련의 Horn Gap 간격은 5,110mm, 耐張 애자련의 Horn Gap 간격은 4,756mm로 설계하였다.

## 다. 汚損에 대한 設計

오손설계에서는 碍子の 개수가 정하여진다. 일반지역에서는 塵埃을 고려하여 等價鹽分附着量(ESDD)이  $0.01\text{mg}/\text{cm}^2$ 이고 기계적 강도를 동시에 생각하여 懸垂 애자連에서는 300KN(320mm×195mm)連당 애자 29개 1連, 耐張 애자連



〈그림 8〉 注水 開閉 衝擊電壓 閃絡試驗(양극성)  
(耐張 碍子連裝置: 400KN애자 29個×2連)

에서는 400KN(340mm×205mm) 애자 27개, 2連 耐張으로 설계하면 되나 試驗線路가 해안가에 위치하고 있으므로 懸垂 碍子連은 300KN 애자 33개×1連, 耐張 碍子連은 400KN 애자 29개×2連으로 설계하였다.

이때 1선지락사고시 健全相의 電位上昇 係數를 1.2로 상정하였으며 최고 電壓은 선간 800kV로 가정하였다. 碍子連은 日本碍子(NGK) 제품을 도입하였다.

다음 그림 8은 日本碍子 공장에서 시험선로에 사용되는 耐張 碍子連의 주수 개폐 충격전압(양극성)을 인가할 때 閃絡이 되는 현상을 나타내며 그때의 閃絡 전압은 1,735kV이다.

## 6. 結論

이제까지 765kV 2회선 送電技術開發을 위하여 시험선로를 건설하여 電氣環境障害量을 측정하여 規制值를 만족하는가를 평가기 위하여 1993년 6월부터 시험선로를 가압운전하여 자동으로 자료를 취득하고 있다. '94년 4월경 자료를 모아서 평가할 계획으로 있으나 현 설계로 만족되리라 예상된다.

한편 絶緣設計를 위하여 EMTP로 系統開閉過電壓과 一時 過電壓을 분석하고 '94년 10월경 系統過電壓 분석기를 도입하여 더욱 세밀하게 분석할 계획이다. 또한 지지물의 기중 절연거리를 설계하기 위하여 해외에서 연구한 資料를 검토할 뿐만 아니라 축소화를 위하여 4MV 屋外衝擊 發生器를 도입하여 실증시험을 할 계획이다.

앞으로 이 시험결과에 대하여 그 내용을 발표하고 국내외 전문가들과 폭넓은 토의를 가질 계획이며 제작회사로 하여금 765kV 기기개발을 하도록 韓電에서 支援, 生産技術開發課題로 선정하여 현재 개발 연구중에 있다.