

環境障害 側面에서 765KV(2回線) 次期 超高压 送電線導体 選定에 관한 研究

金正夫*·閔錫源**
(韓電技術研究院 責任研究員*·研究員**)

目 次

- | | |
|------------------------------|--------------------------|
| 1. 緒 論 | 導体選定 |
| 2. 導体選定の 意義와 그 研究動向 | 4.1 現345KV 送電線의 코로나 騒音 |
| 3. EHV/UHV 送電線路에서 코로나 障害 | 4.2 765KV 2回線 送電線路의 導体選定 |
| 3.1 코로나 騒音 特性 | 5. 앞으로 研究方向 |
| 3.2 送電線 코로나 騒音의 傳播過程 | 6. 結 論 |
| 3.3 코로나 騒音의 許容基準및 設計目標值 | 參考文獻 |
| 4. 豫測 program에 의한 次期超高压 送電線路 | |

1 緒 論

우리나라는 1976年 345KV超高压 送電을 開始한 以後 높은 電力需要 成長率과 單位發電所 施設容量 規模의 增大 및 地域間 融通電力의 增加 展望과 漸次 심각해져 가는 送電線路 用地 確保 등을 解結하기 위하여 우리나라 最大電力 需要가 25,000¹⁾ MW 以上되는 時期에는 現 345KV 보다 더 높은 送電系統을 導入할 必要가 있다는 것이 70年代 末부터 豫想되어 韓電에서는 여기에 대한 研究를 하기 위하여 海外研修를 實施하였고 系統電壓格上에 대하여 檢討를 계속하고 있으며 次期 送電系統의 基本的인 設計에 대하여 研究를 進行中에 있다. 그러나 電力需要가 豫想보다 成長이 鈍化되어 그 必要時期가 當初 計劃보다 늦어지게 될 것이며 이와 같은 現象은 79年 2次 石油波動以後 世界 各國에서도 일어나고 있다. (日本, 美國 BPA, Italy ENEL等)

우리나라의 電力需要成長率은 아직도 先進諸國보다 높아서 2000年代 初에는 最大電力需要

가 25,000²⁾MW 以上 되리라 한다. 더우기 우리나라의 GNP 成長率 및 人口增加率을 考慮하면 2030年頃에는 發電設備容量이 1億KW³⁾를 넘을 것이며 全体 에너지 消費量中에서 電力이 차지하는 比重도 60%에 이를 것으로 豫測하는 意見도 있다. 한편 日本 東京電力의 UHV(1,100KV)의 計劃을 보면 이의 設計, 實證試驗, 機器開發을 모두 마치고 1988年度부터 自由陣營에서는 最初로 UHV(1,100KV, 2回線) 送電線路 建設을 始作하여 一次事業을 1993년에 竣工하여 500KV로 運轉하다가 2000年代에 UHV로 昇壓運轉할 것이라 한다. 日本 UHV 研究는 美國보다 늦게 始作하였고 美國으로부터 그 技術을 배웠으나 이를 應用, 製作한 것은 美國을 앞지르고 있으며 逆輸出이 可能하게 되었다. 우리나라의 送電線路 經過地는 大部分 山地이고 現 345KV 系統電壓을 考慮하면 美國 AEP나 Canada의 Hydro Quebec과는 달리 765KV 2回線 送電線이 國土의 效率的인 利用과 建設工法, 用地確保等 여러면에서 우리 與件에 알맞을 것으로 본다. 最近 格上電壓에 대하여 一部の 學界, 產業界에

서는 다른電壓을 擧論하고 있으나 機器의 定格, 地理的 與件, 系統의 安定度等 技術的인 事項을 檢討하면 765KV系統이 가장 適合하며 格上電壓에 대하여 訓練을 擔當하였던 美國 Westinghouse社에서도 強力히 765KV系統을 推薦하고 있다. 그러므로 우리나라에서도 구라과의 次期系統 電壓 Level과 비슷한 765KV系統에 대하여 技術開發研究를 遂行할 必要가 있으며 重電機製作會社도 機器의 開發을 위하여 研究하여야 한다.

1960年代에 캐나다(735KV)와 美國은 765KV를 運轉하기 始作하였으며 최근 南美 Brazil, Venezuela에서도 765KV를 建設, 運轉중에 있으며 이 系統電壓 運轉으로 인한 電氣環境的인 問題는 거의 없는 것으로 報告되고 있다.

여기서는 이 設計에서 가장 基礎가 되는 導體選定을 可聽騒音과 같은 環境問題를 豫測計算 program을 利用하여 研究한 結果에 대하여 記述하고자 하며, 現在 電氣研究所와 共同으로 研究하고 있는 單相模擬實證 試驗結果와의 比較分析에 대하여는 다음 機會에 言及하고자 한다.

2回線의 送電線路는 1回線에 비하여 地上 靜電誘導面에서는 有利하지만 導體 表面電界가 높아서 Corona 騒音이 더 크기 때문에 素導體크기를 더 減게 하거나 素導體 數를 증가 시켜야 되므로 既存 美洲에서 運轉되고 있는 765KV 1回線 設計와는 다르게 된다. 따라서 이의 獨自的인 研究가 必要하다.

② 導體選定の 意義와 그 研究動向

次期超高壓의 電壓과 그 回線數가 決定되면 가장 먼저 先行되어야 할 研究는 導體選定이며 그 다음 絶緣과 支持物設計 및 機器의 絶緣Level決定이다. 導體選定은 送電誘導, 라디오, TV雜音과 可聽騒音에 대하여 影響이 없도록 導體의 크기와 條數를 定하여 이때 導體의 經濟性을 考慮하여야 한다.

이는 주로 電力會社에서 研究되어야 할 事項이므로 先進國의 각 研究所에서는 格上電壓에 해당하는 試驗線路를 建設 運轉하고 이에 대한 研究를 계속하고 있다. 絶緣設計는 支持物에서 空氣絶緣距離, 架空地線의 位置와 條數, 碍子連個數, 機器의 BIL(BSL)을 定하는 것을 말하며 製作會社에서 研究되어야 할 事項도 많으며 이미 海外에서 開發된 機器를 國産化할 수 있는 것은 우선적으로 研究하여야 된다.

電氣環境障害에 대한 導體選定은 이미 先進國家에서 開發한 豫測計算으로 할 수 있으나 氣象條件 社會環境이 다르기 때문에 單相模擬線路인 Corona Cage와 實規模試驗線路를 建設, 運轉하여 長期間동안 研究한 結果를 分析하여 對官報告書를 作成하고 導體選定을 確定한다.

韓電에서도 1981年 入手한 BPA의 豫測計算 프로그램을 利用하여 候補導體選定을 한후 一次 實證試驗으로 6^m×6^m×20^m의 Corona Cage를

表 1. 海外各國의 Corona Cage

事業名	所屬	基數	最大電壓(KV)	斷面 [m×m]	巨長 [m]	注水裝置 [mm/h]	備考
Project UHV	EPRI G.E	2	700/√3	5.3×5.3	60	5.1~51	Catenary 曲線形
		1	1500/√3	7.6×7.6	15.2	12.7~25.4	直線形
AEP-ASEA UHV Project	AEP ASEA	2	900	6.1×6.1 9.1×9.1	30.5		斷面變更可能
UHV Project	IREQ	2	1500/√3	5.5×5.5	66	2.5~38 (17.8)	2基의 中間壁分離 可能
1,000KV Project	ENEL	1	1500/√3	7 (円形)	40	48~120 (108)	円形
UHV Project	EdF	4	380	5×5	150	6	衝立形 (上面이 없음)
UHV Project	CRIEPI	1	700	8×8	24	15~30	5區間

表 2. 海外 各國의 試驗線路

事業名	亘長 (m)	徑間數	電壓 (kV)	變壓器	備考
GE UHV Project	523	3	1,500		
BPA(Lyons)	2,100	7	1,200	1 φ 230/1,200 50MVA×3	
W.H-AEP Apple Grove PROject	732	7	750	3 φ 138/750 125 MVA	1961
AEP-ASEA UHV Project	915	2	1,600/√3 2,250/√3	420/835/1,785 1 φ 333MVA	單相
IREQ	300	1	1,500 DC 1,200		2相
ITALY ENEL	1,000	3	1,050		
CRIEPI	600	2	1,100	1 φ 6 MVA 25/900	

昌原電氣研究所 構內에 建設하고(1986. 4) 商用周波耐電壓 試驗設備를 利用, 實線路에서 發生되는 導體表面電界(約 16.5kV/cm)와 같도록 電壓을 引加하여 可聽騒音, RI, TVI에 對한 測定을 하고 實線路에서 어느 程度될 것인가에 對하여 換算하면서 研究를 繼續하고 있다. 참고로 海外 各國에서 研究되고 있는 Corona Cage 및 試驗線路 現況은 表 1, 表 2와 같다.

③ UHV, EHV 送電線路에서 코로나 障害

1960年代까지만 해도 超高壓 送電線路의 環境障害는 라디오와 TV障害가 가장 重要한 問題로 生覺하여 왔다. 그러나 1969년부터 AEP가 765 kV 線路를 運轉한 結果 코로나의 可聽騒音이 環境障害의 重要要因으로 登場하게 되었다.

그래서 그 後 建設하는 送電線路는 可聽騒音에 對한 設計의 重要性을 認識하여 導體의 크기를 더 小하게하여 ACSR RAIL(29.6mm) 4導體에서 DIPPER(35.2mm) 4導體로 바꾸었으며 輕雨時와 안개가 있을 때에 코로나 騒音의 크기를 줄이도록 設計하였다.

RI⁶와 TVI問題는 局地的으로 校正할 수 있기 때문에 可聽騒音은 導體選定에 決定的인 要因이 된다. 美國 AEP의 運轉經驗을 보면 地上權 끝에서 日氣가 不順할때 可聽騒音의 平均값이 55

dB(A)以下가 되는 導體로 選定하는 것이 適切한 것이라 한다.

765kV 線路에서 1 MHz, 75MHz 에 對하 RI, TVI는 각각 65~70, 28~32dB 가 된다. UHV 電壓에서 試驗한 結果에 따르면 55dB(A)의 可聽騒音 基準으로 設計하면 1 MHz와 75 MHz에서 RI, TVI는 滿足한 結果를 얻을 수 있다고 한다.

EHV와 UHV級에서 Ozone 과 다른가스 發生은 問題되지 않고 設計基準에 影響을 주지 않는다.

線路 가까이에 있는 라디오 騒音은 發生源으로부터 10m 떨어져에 따라 3~4 dB의 比率로 減小하고 願하는 信號와 간섭하는 소음간의 比率(SNR)은 合理的인 式으로 表示할 수 있다. 그러므로 2~3 dB의 不確實性은 導體選定과 地上權 幅을 定하는데 主要因子가 되지 않는다. 이와 對조적으로 可聽騒音에 對한 減少比率은 거리를 倍로 하여도 2~3 dB(A) 밖에 되지않기 때문에 지지물 높이를 높여도 별 效果가 없다. 그러므로 이를 基準値以下로 줄이려면 導體의 크기와 數를 調節하여야 됨을 알 수 있다. 그러므로 可聽騒音이 導體의 크기를 定하는 決定的인 要因이 되고 있다. 보통 送電 시스템에서 發生하는 騒音은 一般的인 自動車, 航空機, 工場設備의 騒音에 비해 問題가 되고 있지 않으나

送電電壓이 높아짐에 따라送電導體에서發生하는 코로나에 의한 可聽騷音이 關心의 對象이 되고 있다. 보통 코로나 騷音은 맑은 날씨에서는 별 問題가 되지 않으나 비가 오는 경우는 導體表面 電界強度가 코로나 臨界 電界強度 以上으로 되어 導體表面에 많은 코로나 發生으로 인하여 可聽騷音이 發生된다. 이 節에서는 코로나 騷音의 特性, 任意形狀의 送電線 構造에 따른 코로나 騷音 豫測方法, 騷音計容值에 關하여 說明하고자 한다.

3.1 코로나 騷音 特性

(1) 周波數 特性

送電線에는 Negative, Trichel Pulse, Negative Glow放電, Positive Glow放電, positive Break down Streamer가 혼히 發生하고 이들의 空氣 媒質 粒子들을 壓縮이완시켜 펄스形態의 彈性波 코로나騷音을 發生한다. 따라서 코로나 騷音의 크기와 週期는 코로나 電流의 크기와 週期에 따라 변하게 되어 Negative Trichel 펄스는 比較的 작은 크기의 高周波數 및 그 以上의 周波數를 갖는 騷音을 發生하게 되고 Positive Breakdown Streamer는 더욱 큰 크기의 廣範圍한 周波數를 갖는 騷音을 發生하여 交流 送電線 코로나騷音의 主된 要素가 된다. 이것은 送電線 코로나 騷音中 周圍의 騷音과 區別되는 高周波數 成分의 Random Noise要素가 되며, 또

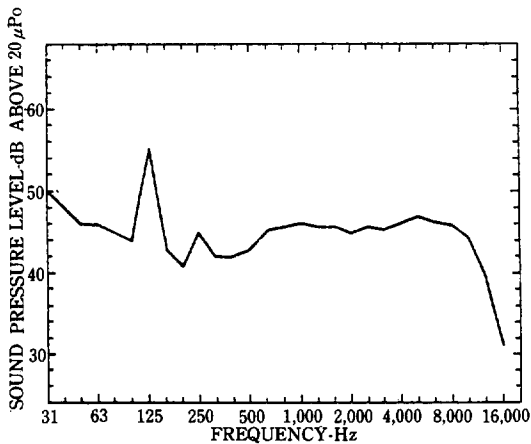


그림 1. 코로나 騷音周波數 特性

한 코로나 騷音에는 送電 시스템周波數의 2배인 低周波數 領域의 120 [Hz] Hum Noise要素가 正, 負이온의 交番的 發生으로 인해 生成된다. 그림 1은 送電線 코로나 騷音의 特性을 나타내는 것으로 10,000 [Hz] 以上에서는 測定計器의 周波數 應答特性과 騷音에너지가 空氣에 吸收됨에 따라 減衰되는 特性을 갖고 있다. 또한 사람 귀의 感知度는 周波數에 따라 다르며 一般的으로 그림 2의 A補正 回路를 採擇하고 dB (A)로 表示한다.

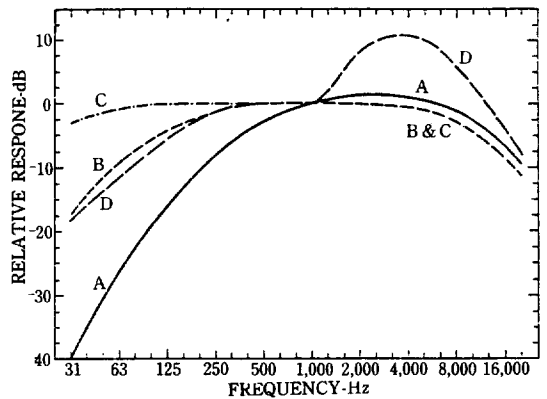


그림 2. 코로나 騷音 測定 聽感 補正 特性

(2) Lateral profile

近似的으로 送電導體는 理想的인 騷音源으로 생각할 수 있으며 地面 反射가 없는 경우에 音波는 距離가 2배 增加함에 따라 3 dB(A)減衰된다. 또한 音波는 空氣를 통하여 傳波될 때 소리 에너지는 空氣分子에 吸收되어 또 다른 減衰를 일으킨다. 이 吸收效果는 複雜한 周波數, 溫度, 相對濕度 등의 函數로서 吸收는 周波數에 따라 增加하고 騷音의 高周波數 成分은 低周波數 成分보다 더 많이 減衰된다.

그러나 實送電線의 경우는 다른 導體가 있고 地面反射가 있어 理想的인 騷音源이 될 수 없으며 距離가 2배 增加함에 따라 3 ~ 4 dB(A)減衰한다. 또한 交流 送電線 各相에서 發生하는 Hum Noise要素는 相干涉이 일어나 音壓의 強

化 또는 減少가 생긴다.

(3) 統計 分布

코로나 騒音은 코로나 性質과 分布에 따른 函數이기 때문에 氣候條件에 따라 變한다. 交流 送電線의 경우는 輕雨 및 強雨에 따라 많은 變化가 생기고 있어 이것을 統計的으로 處理할 必要가 있으며 強雨時는 L_{95} 와 輕雨時는 L_{5} 을 많이 使用한다. 즉 L_{5} 는 測定 週期동안 5%는 L_{5} 보다 큰 소리를 發生하고 나머지 95%는 이보다 작은 소리를 發生하는 것을 나타낸다. 이에 관한 것은 그림 3 과 같다.

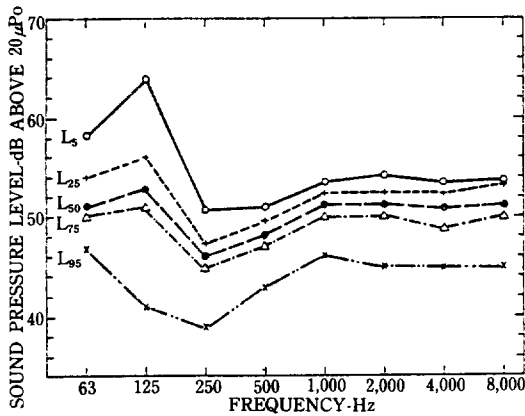


그림 3. 코로나 騒音의 統計 分布

3.2 送電線 코로나 騒音의 傳播過程

코로나에 의한 可聽騒音의 傳播는 소리의 法則을 通用하며 騒音 發生은 導體를 따라 一定하다고 假定하고 導體 單位長當 發生하는 騒音 Power는 導體表面 電界強度, 導體크기, 素導體數에 따라 變하는 것으로 이것은 코로나 케이지 또는 試驗送電線을 통해 實測하여 얻어진다. 이제 理想的인 騒音 傳播過程을 誘導하면 다음과 같다.

(1) Random Noise要素
一般的으로 音壓세기는

$$J = A/S \tag{1}$$

로 表現되며 여기서 A는 音源에서 發生하는 總音響 Power 이고 S는 音源을 둘러싼 表面積이다.

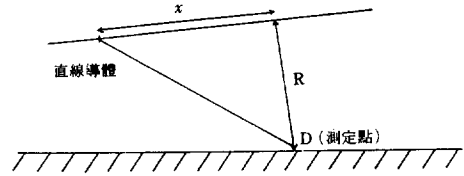


그림 4. 直線 導體인 音源에서 垂直으로 R만큼 떨어진 경우

(1) 式에서 音源을 Point Source로 생각하면

$$J = \frac{A}{4\pi R^2} \tag{2}$$

이고 R은 音源으로 부터 測定點까지의 距離가 된다.

그림 4와 같은 直線導體를 考慮하여 보면 直線은 點의 集束으로 表現할 수 있어

$$J = \int_{-L}^{+L} \frac{A dx}{4\pi(R^2+x^2)} \tag{3}$$

으로 된다. 여기서 A는 導體 單位長當 總音響 Power, R은 導體로 부터 測定點까지의 距離, X는 導體의 길이 變數이다.

그러므로 (3)式은

$$J = \frac{A}{2\pi R} \tan^{-1} \frac{L}{2R} \tag{4}$$

이 된다.

여기서 L은 導體의 길이이다.

그런데 音壓세기 J를 音壓P로 變換하면

$$P = \sqrt{\delta C J} \tag{5}$$

여기서 δ 는 空氣密度로 $1,205[\text{kg}/\text{m}^3]$ C는 소리 傳播速度로 $344[\text{m}/\text{sec}]$ 이다.

(4) 式을 (5)式에 代入하면

$$P = \left(\frac{\delta C A}{2\pi R} \tan^{-1} \frac{L}{2R} \right)^{\frac{1}{2}} \tag{6}$$

이며

實際의 경우는 $L \gg 2R$ 이 되어서 $\tan^{-1} \frac{1}{2R} =$

$\frac{\pi}{2}$ 가 된다. 그러므로 (6)式은

$$P = \left(\frac{\delta C A}{4R} \right)^{\frac{1}{2}} \tag{7}$$

이 된다.

(7) 式을 音壓 Level P_{SL} 로 表現하면

$$P_{SL}(d_k) = 20 \log_{10} P = 10 \log_{10} \left(\frac{\delta CA}{4} \right) - 10 \log_{10} R \quad (8)$$

이 된다.

以上の 경우는 理想的인 것이고 實際는 마이크 特性, 地表面으로부터 反射, 空氣의 소리에너지 吸收等을 考慮한 音壓 Level

$$P_{SL} = 120 \log g + K \log n + 55 \log d - 11.4 \log R + ANo \quad (9)$$

로 表現된다. 여기서 g 는 bundle의 平均最大 電界強度이며 d 는 素導體直徑[cm]이다.

$$\begin{aligned} K &= 26.4 && \text{for } n \geq 3 \\ &= 0 && \text{for } n < 3 \\ ANo &= -128.4 && \text{for } n \geq 3 \\ &= -115.4 && \text{for } n < 3 \end{aligned}$$

(2) Hum Noise 要素

120[Hz] Hum Noise 要素는 交流電界下에서 π , 負空間 電荷移動에 의하여 發生하는 것으로

코로나 導體上에 一定하게 分布한다면 音波는 円筒形으로 傳播한다.

여기서 A_h 가 導體 單位長當 發生하는 音響 Power 라면 導體로부터 R 만큼 떨어진 地點의 音壓세기 J 는

$$J = \frac{A_h \cdot \Delta x}{2\pi R \cdot \Delta x} = \frac{A_h}{2\pi R} \quad (9)$$

가 된다.

또 (5)式을 利用하여 音壓을 구하면

$$Ph = \sqrt{\frac{\delta CA_h}{2\pi R}} \quad (10)$$

이 된다.

3.3 코로나 騒音의 許容基準 및 設計目標値

(1) 코로나 騒音 許容基準

送電線의 코로나 騒音과 社會의 不平度에 관한 一般의인 基準을 有一하게 美國의 BPA에서 調査發表하였다. 이 調査에 의하면 59dB(A) 以上이면 不平이 거의 없는 것으로 되어있다. 그러나 騒音에서 느끼는 不平度는 發生頻度와 時間,

表 3. EPA 騒音 基準

영향	허용 기준	적용 지역
옥외	$Ldn \leq 55dB(A)$	주택지, 농지, 사람들의 활동시간이 다양한 지역, 기본적으로 정숙해야 하는 지역
	$Leq(24) \leq 55dB(A)$	운동장과 교정같이 제한된 시간을 보내는 지역
실내	$Ldn \leq 45dB(A)$	주택지의 실내
	$Leq(24) \leq 45dB(A)$	사람들이 활동하는 지역

表 4. 우리나라의 環境 騒音 基準

단위: Leq dB(A)

지역구분	적용대상지역	기준	
		기 낮 06:00~22:00	준 밤 22:00~00:00
일반지역	“가” 지역	50	40
	“나” 지역	55	45
	“다” 지역	65	55
	“라” 지역	70	65
도로변지역	“가” 및 “나” 지역	65	55
	“다” 지역	70	60
	“라” 지역	75	70

(주) 1. 지역구분별 적용대상지역의 구분은 다음과 같다.

(1) “가” 지역

국토이용관리법 제 6 조의 규정에 의한 자

- 연환경보전지역, 관광휴양지역 및 취락지역중 주거지구
- 도시계획법 제17조의 규정에 의한 녹지지역
- 도시계획법시행령 제15조의 규정에 의한 주거전용지역 의료법 제3조의 구성에 의한 종합병원의 부지경계에서 50미터이내의 지역
- 교육법 제81조의 규정에 의한 학교의 부지경계에서 50미터이내의 지역
- (2) “나”지역
 - 국토이용관리법 제6조의 규정에 의한 취락지역중 주거지구이외의 지구
 - 도시계획법 시행령 제15조의 규정에 의한 주거지역 및 준주거지역
- (3) “다”지역

- 도시계획법 제17조의 규정에 의한 상업지역
- 도시계획법시행령 제15조의 규정에 의한 준공업지역
- (4) “라”지역
 - 도시계획법시행령 제15조의 규정에 의한 공업지역 및 전용공업지역
 - 국토이용관리법 제6조의 규정에 의한 공업지역
- 2. 도로라 함은 2차선 이상의 도로를 말하며, 이때의 차선은 1종렬의 자동차(2륜 자동차는 제외한다)가 안전하고 원활하게 주행하기 위하여 필요한 일정폭을 가진 차도부분을 말한다.
- 3. 이 소음환경기준은 항공기소음, 철도소음 및 건설작업소음에는 적용하지 아니한다.

表 5. 海外各國의 코로나 騒音實態

나 라	기 관	코로나소음 목표치	코로나소음으로 인한 불평	대 책
미 국	BPA	ROW의 경계에서 $L_{50} = (53 \pm 2)$ dB(A)	초기의 500KV 송전선(63.5mm ϕ 단도체)에서 발생	63.5mm ϕ 단도체를 3 \times 30.5mm ϕ 로 변경(주택이 많은 지역)
	PASNY	ROW 부근의 주택의 침실: 35dB(A) 이하 선로중심으로 부터 125ft 지점: $L_s = 58 \sim 59$ dB(A) $L_{50} = 53$ dB(A)*	345KV 선로에서는 전혀 없었으나 765KV 送電線에서 36건 發生	침실에서 騒音이 35dB(A)를 초과하지 않도록 했다. 주민들의 요구에 따라서는 매수 또는 이전에 응하였다.
이 탈 리	ENEL	$L_s = 58 \sim 59$ dB(A) $L_{50} = 52 \sim 53$ dB(A) * *	400KV 送電線에서는 없음	1,050KV 送電線을 운용한 후 불평이 발생하면 설득하거나 ROW를 매수할 것을 고려중
영 국	CEGB	없 음	400KV 2도체 송전선의 경우 발생	2도체를 4도체로 변경해서 저감

周圍의 一般 騒音 Level 等에 따라 달라지므로 美國의 環境廳(EPA, Environmental Protection Agency)에서는 Equivalent Day-Night Sound Level 즉 Ldn 이라는 騒音値와 Equivalent Sound Level 즉 Leq와는 騒音値를 利用하여 可聽騒音을 規制하고 있다. Ldn은 夜間의 騒音에 敏感한 것을 考慮한 것으로 美國 環境廳의 騒音基準은 表3 과 같다.

우리나라의 環境騒音基準은 表4 와 같다

(2) 코로나 騒音의 設計目標値

코로나에 의한 可聽騒音의 影響에 관해서는 BPA 基準만이 있어 送電線路의 設計 目標値를 정하는 것은 매우 어려운 問題이다. 日本의 1,100kV 送電線의 경우는 最外相 線路直下에서 비가 올때, $L_{50} = 50$ dB⁷(A)를 갖도록 하고 있으며 海外各國의 코로나 騒音實態를 보면 表5 와 같다.

우리나라에서는 BPA의 基準과 海外各國의 超高壓 送電運用實態 및 國內 環境基準等을 考慮하여 비가 올때 最外相 線路로부터 15m 떨어진 地點에서 $L_{50} = (53 \pm 2)$ dB(A)로 暫定的으로

定하고 導體選定을 하였으며 앞으로 이 基準을 確定하기 위하여 많은 研究를 進行하여야 된다.

4 豫測 Program에 의한 次期超高壓 送電線路 導體選定

4.1 現345kV 送電線의 코로나 騒音

現在 韓電에서 運用되고 있는 345kV 2 導體, 4 導體 送電線路의 輕雨時 可聽騒音을 BPA 豫測 Program을 利用하여 計算하여 보면 2 導體에서는 49dB(A), 4 導體에서는 30dB(A) 로되어 코로나 騒音에 대한 問題는 전혀없으며 라디오의 最大雜音強度는 각각 52dB, 27dB가 되어 規制値보다 작게 나타나고 있다.

4.2 765kV 2 回線 送電線路의 導體選定

765kV 2 回線 鐵塔模型을 豫備設計에서 그림 5 와 같다고 假定하고 騒音基準을 (53 ± 2) dB(A) 로 定하였을 때 導體選定을 하여보면 다음과 같다.

地表面電界強度, 라디오, TV雜音強度, 코로나 騒音을 豫測計算 Program으로 候補導體를 選定하여보면 表 6 과 같고 이때의 코로나 雜音量은 表 7 과 같다.

表 7 를 보면 4 導體로는 導體크기를 아주 小게 하여도 許容騒音基準인 55dB(A) 以下로 낮출 수가 없으며 6 導體로 되어야 目標値以下로 낮

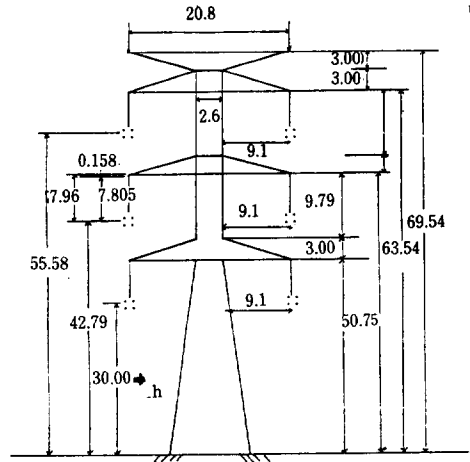


그림 5. 次期 超高壓 送電 導體 檢討用 765kV 二回歸線 送電 鐵塔 Model

출 수 있다.

6 導體 候補導體는 現在 154kV 送電線에서 使用되고있는 410[□]와 345kV 送電線에서 使用되고 있는 483[□](RAIC) 電線이 國產化되어 使用되고 있으므로 有力하다. 483[□]의 既存 345kV 送電線의 設計 運轉經驗 金具類等이 그대로 活用될 수 있기 때문에 가장 適合하다고 생각된다.

483[□] 6 導體를 使用했을 때 코로나 騒音, 라디오, TV雜音과 電界強度를 線路中心에서 부터 側方向으로 그 關心를 그리면 그림 6 과 같다.

表 6. 次期 超高壓 送電線用 檢討 導體

導體件數	導體名	導體直徑	導體斷面積	Bundle構造	
4	Rail	2.959[cm]	483 [□]		
4	Martin	3.617[cm]	685 [□]		
4	Plover	3.721[cm]	725 [□]		
4	Nuthatch	3.723[cm]	765 [□]		
4	Lapwing	3.815[cm]	805 [□]		
4	810 [□]	3.84 [cm]	810 [□]		
4	Falcon	3.924[cm]	805 [□]		
4	Chukar	4.069[cm]	902 [□]		
6	Tern	2.700[cm]	403 [□]		
6	410 [□]	2.85 [cm]	410 [□]		
6	Rail	2.959[cm]	483 [□]		
6	Curlew	3.165[cm]	523 [□]		

表 7. 765kV 2回線 送電線用 候補導體의 코로나 雜音量

코로나障害量 導體構造	코로나騒音	라디오 騒音	텔레비전雜音	地表面電界強度
4 × Rail (483 □)	62.3 [dB (A)]	60.2 [dB]	34.5 [dB]	4.797 [KV/m]
4 × Nuthatch (765 □)	58.4 [dB (A)]	54.7 [dB]	29.0 [dB]	4.866 [KV/m]
4 × 810 □ (3.84cm)	57.6 [dB (A)]	54.0 [dB]	28.6 [dB]	4.879 [KV/m]
4 × Chukar (902 □)	56.9 [dB (A)]	52.7 [dB]	27.0 [dB]	4.893 [KV/m]
6 × 410 □ (2.95cm)	54.1 [dB (A)]	47.8 [dB]	22.0 [dB]	5.44 [KV/m]
6 × Rail (483 □)	53.6 [dB (A)]	46.7 [dB (A)]	21.1 [dB (A)]	5.452 [KV/m]

단, 1) 코로나 騒音은 最外相 線路로 부터 15m에서 비오는 경우의 L_{50} 값임.
 2) 라디오, 텔레비전 및 地表面 強度는 計算值中 最大值임.

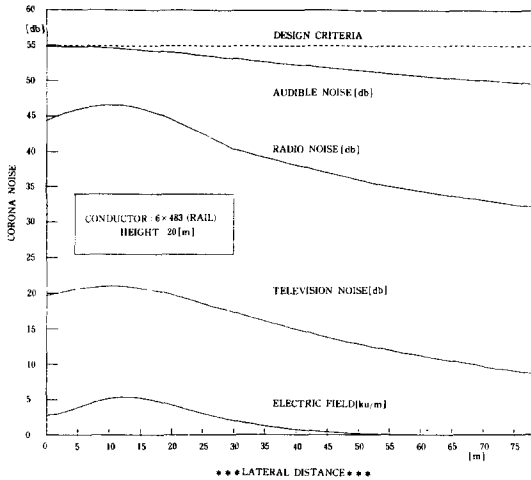
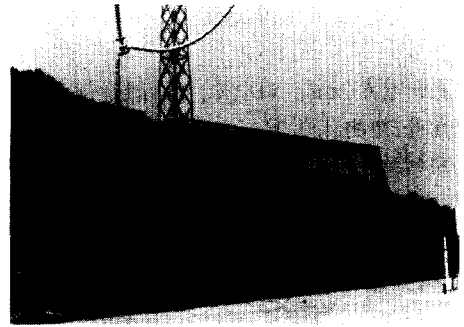


그림 6. Corona noise in 800 KV double circuit line.

이 그림에서 보면 AN가 設計目標值인 55dB(A)를 超過하지 않음을 알 수 있다.

5 앞으로 研究方向

BPA의 豫測計算 Program에서 最適導體로 選定된 RAIL 6導體와 其他 候補導體에 對하여 Corona Cage에서 1段階 實證試驗을 앞으



(a)



(b)

그림 7. 電氣研究所內에 建設되어 運轉되고 있는 765kV單相 模擬送電線路

로 2~3年間 繼續하여 比較分析한다. 計測器의 使用方法, 測定技術, 資料分析에 대한 技術을 익혀 實規模試驗線路를 設計, 建設, 運轉하여 導體選定에 대한 2段階 實證研究를 하여야만 여기에 대한 研究가 끝나게 되는 것이다.

이 實證研究와 併行하여 絶緣, 支持物設計 및 機器의 絶緣階級等을 정하여야 된다. 絶緣設計中 耐塩害設計가 重要한 項目이므로 設計耐電壓目標值^{*)}를 새로운 系統에 대하여 1線地絡時健全相의 電位上昇 값을 計算하여야 되며 使用할 碍子의 汚損設計耐電壓值를 調査하여야 된다. 이는 國內外 諸製造會社의 協助을 얻어야 된다. 開閉Surge에 대한 設計를 하기 위하여 美國 Westinghouse의 TNA를 利用하여 設計最大過電壓值^{*)}(約 2.0p.u.)를 구하였지만은 여기에 대하여 한번 더 TNA檢討가 必要하며 EMTP를 利用하여 그 結果를 比較分析하여야 한다.

耐電設計를 하기 위하여는 架空地線의 條數 및 位值들 定하여야 되나, 現 345kV 4導體 設計와 같은 水準이면 事故率을 滿足한 水準까지 낮출 수 있다.

碍子の 破損으로 인한 永久事故를 防止하기 위하여 Arcing horn을 設置하는 것이 線路의 維持, 保守面에서 유리하며 耐汚損設計를 考慮하면 碍子個數는 Horn을 使用한다고 해서 增結되지 않는다. 이의 設計方法은 美國의 AEP와 Canada Hydro Quebec과 다르다.

支持物에서 相·大地間과 相間 空氣絶緣距離의 決定은 屋外 高電壓試驗設備를 設置, 試驗하여야 되나 試驗設備의 購入에 莫大한 豫算이 所要되므로 海外 高電壓 研究所(예를 들면 日本中央電力 研究所)에서 試驗한 資料를 利用하거나 그 設備를 共同으로 使用하여 必要한 資料를 얻을 수 있다. 이러한 絶緣設計가 끝나면 支持物設計는 國內製作會社에서 具體的인 設計를 할 수 있다. 이 支持物이 처음 假定한 支持物과 差異가 많을 때는 한번 더 反復하여 導體選定을 하여 그 結果를 確認하여야 한다.

㉔ 結 論

765kV 2回線 送電線路의 導體는 483[□](RAIL) 6導體가 가장 適合하다고 豫測計算上 으로 決定되었으나 이의 段階的인 實證研究가 必要하다. Corona Cage을 利用하여 다른 候補導體와 比較檢討가 必要하여 그 結果를 다음 機會에 報告 하고자 한다.

一段階 實證試驗이 끝나면 技術蓄積, 機器의 國産化誘導, 各種基準의 制定, 對官報告를 위하여 實規模疑試驗線路를 建設하여 研究하는 것이 必要하다. 이는 國內 電氣界의 技術을 한눈으로 보도록 展示하고 教育하는데 必要하고 國內製作會社, 建設會社가 世界市場에 進出하는데 좋은 弘報가 되리라 믿는다. 여기에는 用地確保, 設計, 機器購入, 建設等 어려운 問題가 많다. 또한 國內外研究所, 學界, 製造會社 및 電力會社의 共同的인 研究가 必要하다. 이 紙面을 通하여 環境障害豫測 Program을 提供하여 준 美國의 BPA, Mr. Chartier와 Corona Cage의 設計, 建設, 運轉하여 資料를 分析하고 있는 電氣研究所 關係研究員들에게 심심한 謝意를表하는 바이다.

參 考 文 獻

- 1) “超高壓 電壓格上 系統報告書”, (1985. 11韓電 電源計劃處) p. 9.
- 2) “長期 電力需要豫測 回顧”, (1986. 7. 韓電 技術研究院 首席專門員 徐完錫) p.20
- 3) 金鍾珠, “韓電 25年 回顧와 展望”, 1986. 7.p.19.
- 4) Katsnhiko Naito, K. Morita & Y. SuzuKi, “Dielectric Characteristic of Insulator for 800kV to UHV Class Transmission Systems”, Japan-Korea Joint Symposium on Electrical Material and Discharge July 1986. p.2.
- 5) 韓電, 電氣研究所 共同研究, “次期 超高壓 送電研究를 爲한 Corona Cage 設計”, p.163. 1985.4
- 6) H. N. SCHER Jr., B. J. WARE, R MARSICO (AEP, USA), “Electrical Structural and Environmental Criteria for EHV and UHV Transmission Liens”, p.5, CIGRE (22-05), 1984. (p.38에 계속)