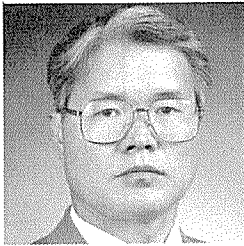


765KV 實證試驗線路 紹介



韓電技術研究院
電力研究室
責任 金正夫
研究員

1. 緒 言

우리나라 電力 輸送技術發達の 劃期的 轉機는 154kV 송전선로를 운전하고 그 후 41년만 인 1976년 여수-옥천간 선로를 시발로 하여 345kV계통을 운전한 것 이었으며, 그 후 꾸준히 계통을 확장하여 전국을 환상망으로 연결하여 회선 長이 5,000km 이상이 되었다.

21세기 초에는 765kV를 운전할 계획으로 한전에서 1979년부터 연구 및 기술개발을 하여 왔다.

이웃나라 일본은 154kV, 275kV, 500kV를 거쳐 21세기 초에는 1,000kV 송전계통의 운전을 계획하고 현재 건설중에 있으며, 일부 구간은 이미 완공되어 500kV로 송전하고 있다.

최근 6년간 우리나라 電力需要의 統計를 보면 販賣量의 年平均 成長率이 12.5%이며 1992年後 夏季 最大 電力需要는 2,040万kW에 達했는데, 이를 1986年의 最大 電力 需要 990万kW와 比較하면 6年만에 2倍가 넘는 것을 알 수 있다.

또한 國民 1人當 年間電力 消費量은 2,700万KWH로 先進國과 比較하고 生活水準의 方向으로 因한 高級에너지 需要가 늘어나는 추세를 감안하면 아직도

전력수요는 성장의 여지가 많이 있다. 장기전력 최대 수요 예측에 의하면 2006년에는 4,800만KW, 2021년에는 7,500만KW로 現在の 3~4배가 된다.

한편 전원단지는 입지규모의 대형화, 발전설비의 대응량화가 되고 있는 반면, 발전소 위치는 遠隔地화가 되고 있으며, 京仁地域의 最大 需要는 全國의 44~46%를 點하고 있어 2021년에는 1,600만KW의 부족전력을 다른 지역으로 부터 공급받아야 할 형편이다.

이러한 地域間 電力需給 不均衡을 解結하기 爲해서는 電力需要 增加에 相應하는 電力輸送 送電線路의 建設을 계속하여야 되나 지역발전에 대한 해당 지역주민들의 이해 상충에 따른 갈등이 커져가고 있고 각 기관과 지방 자치단체의 발전 계획과 상호 중첩으로 전원입지 및 송전선로 경과지 확보난은 가중되고 있는 것이 현재의 실정이다.

이를 해결하기 위해서는 21세기 초에는 초대형 수송체계를 갖추지 않고서는 원활한 전력공급이 어렵다고 판단되어 기존 345KV 상위 계통인 765KV 송전 전압격상이 불가피하게 되었다.

765KV의 한 선로는 다섯선로의 345KV 송전과 동일한 용량을 가지고 있고 765KV 변전소는 동일용량의 345KV 변전소와 거의 비슷한 부지를 차지한다. 765KV에 의한 KWH당 송전 비용은 345KV에 비교하여 50% 밖에 되지 않는 것으로 예상되고 있다.

765kV 2회선 송전선의 송전능력은 20% 안정도 마진을 고려할 때는 약 800만KW가 된다.

우리나라 765kV 송전선로의 초기 사업으로는 중서부 해안에 건설되는 유연탄 화력발전 단지와 동해안 지역으로 예상되는 신규 전원 단지로 부터 경인지역을 연결하는 2개 선로를 건설하기로 일차 결정하였으며, 1998년에 건설 완료한 후 초기에는 345kV로 운전하고 2000년대에 765kV로 운전할 계획으로 사업추진을 하고 있다.

2. 765kV 送電의 技術開發

우리나라 765kV 송전기술의 연구개발은 韓電에서 1979년 미국 Westinghouse社의 기술연수를 시작으로 하여 아래의 3Step으로 진행되어 왔다고 볼 수 있다.

- 제 1Step(基礎研究) ○ 設備 概念設計에 關한 研究:
(1979~1980年) 電氣環境障害 對策設計 및 絶緣設計 等に 關한 基本研究
- 제 2Step(開發研究) ○ 單相 模擬設備(Corona Cage)를 利用 各種 765kV 送電線候補 導體를 試驗하여 最適導體 選定
○ 試驗線路를 一般地域(風速設計基準等級:Ⅲ地域, 汚損設計)塵埃考慮하여 碍子連의 絶緣 및 支持物設計
- 제 3Step(實證研究) ○ 最適 導體로 試驗 線路建設 機器開發 및 電氣環境障害 測定
○ 系統 絶緣設計 研究:開發過電壓分析器(TNA) 利用
○ 支持物의 空氣絶緣強度 試驗: 屋外衝擊電壓 發生器 利用

3. 實證試驗 線路 設計 概要

3.1 電線 設計

우리나라에서는 送電線의 地上權 確保가 어렵고 線路 經過地 大部分이 山嶽地를 通過하게 되므로 美國, 캐나다와 달리 垂直配列 2回線이 우리나라 實情에 適合하다고 판단하여 세계에서 最初로 765kV 2回線 送電線으로 設計하였다.

電線이 수직배열 2回線 逆相配列이 될 경우 1回線과 比較하면 地表面 電界強度는 낮으나 電線表面 電界強度가 높으므로 코로나 騒音을 줄이기 爲하여 더 굵은 電線과 더 많은 電線條數가 要求된다.

單相 模擬試驗에서 降雨時 可聽 騒音 基準을 50dB(A)로 定하였을 때 이를 滿足하는 電線條數는 6條이며 最小 電線斷面은 480mm²이어서 이 電線으로 試驗線路를 建設하였고, 3徑間은 徑間으로 하고 支持物은 4基로 設計하였다. 이는 機機的 中心點과 電氣의 中心點이 一致되도록 하였으며, 이렇게 설계하여야 라디오, TV 雜音 強度를 測定할 수 있다.

線路中央에 各種 계측기 센서를 設置하여 可聽 騒音(Random, Hum Noise), 라디오, TV騒音과 氣象測定 Sensor를 設置하여 自動으로 資料를 取得, 分析하도록 되어 있다.

母線은 架空母線으로 ACSR 480mm²×8 導體로 設

計하고 撓架鐵塔과 支持鐵塔을 利用 逆相配列 하였다.

3.2 至持物 設計

支持物은 引留鐵塔 2基, 懸垂鐵塔 2基로 設計되어 있다.

引留鐵塔, 懸垂鐵塔 各 1基는 國內에서 처음으로 鋼材中空 파이프로 設計, 製造會社로 하여금 製作, 施工토록 技術開發을 誘導하였다. 이 鐵塔은 荷重이

많이 걸리는 支持物일 경우 經濟性이 있으며, 美觀上 秀麗하여 多回線 345kV 送電線路에도 適用될 수 있다.

試驗線路 建設地域은 軟弱地盤이기 때문에 Pier基礎를 施工하여 地下 23m 깊이까지 現場 投設 철근, 콘크리트 基礎로 施工하였다. 引留鐵塔 基礎는 經濟的으로 施工키 위하여 壓縮, 引留基礎를 달리 設計하였다.

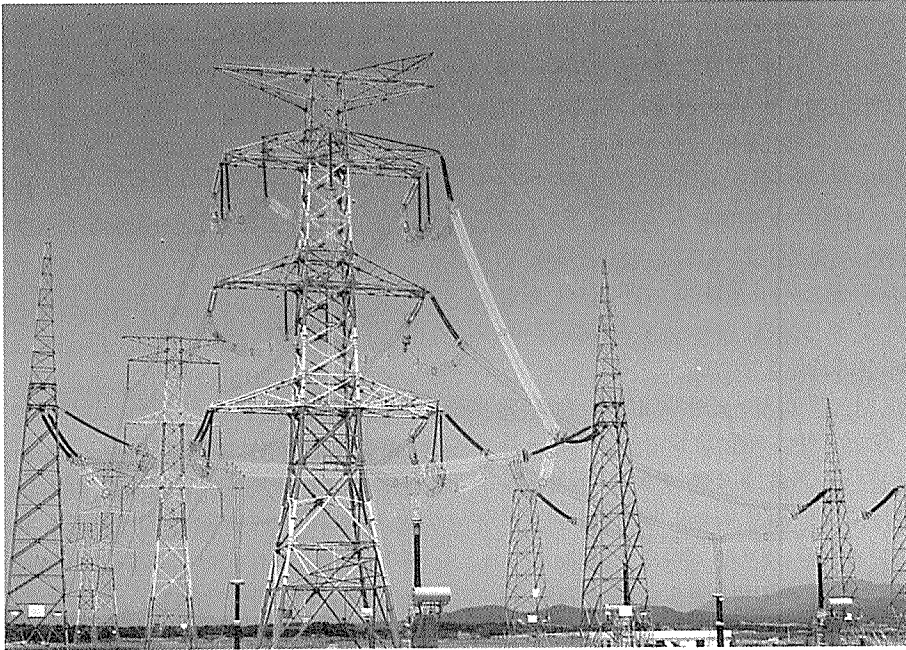


그림 1. 고창 765kV 2회선 실증시험선로

3.3 絶緣 設計

本 試驗線路는 全北 高敞郡의 西海岸 바닷가에 設置되어 있으나 碍子連의 絶緣設計는 商用線路 一般 地域으로 設計되었다.

懸垂碍子連 : 300KN (ϕ 320×195mm)×33個×1 連

耐張碍子連 : 400KN(ϕ 340×205mm)×29個×2連

母線支持碍子連 : 160KN(ϕ Fog 292×170mm)× 39個×2連

支持物의 空氣 絶緣距離 : 5150mm

架空 地線의 遮蔽角度 : -5°

鐵塔 塔脚 接地抵抗 : 10 Ω 以下

3.4 變電設備

試驗線路에 765KV를 印加하기 爲하여 그림3의 시험선로 單線 結線圖와 같이 22.9kV로 受電 負荷時 電壓調整 裝置(OLTC)를 利用 試驗用 變壓器 一次電壓을 調整하여 所要電壓을 印加하도록 設計 되었다. 變압기 보호를 위하여 765kV용 避雷器를 사용하는 대신에 雷雲이 접근하면 이를 감지하여 電源을 遮斷하고 접지 스위치를 自動으로 동작하게 설계 되었다. 主 接地 스위치가 故障時 手動으로 補助 接地 스위치를 조작하게 되어 있다. 試驗用 變壓器와 電壓測定用 變壓器(CVT)의 Bushing은 重汚損에 견디게끔 充分한 沿面 漏泄距離를 갖도록 設計하였다.

各 機器의 定格은 다음과 같다.

- 765kV
- 765kV 시험용 변압기: 23kV/.....kV, 1φ 3MVA×3대 $\sqrt{3}$
- 부하시 탭 절환변압기: 23kV/23kV, 3φ 1.5MVA ×1대

- 분로리액터: 23kV, 1φ 2MVA×3대
- 접지스위치(주, 보조): 각 3대 765kV
- 고전압 측정장치(CVT): 1φ 400VA×3대 $\sqrt{3}$
- 배전반: 변압기 반대 16면



그림 2 試驗用 變壓器

3.5 계측설비

계측설비는 선로중앙에 일렬로 가청소음, 라디오 및 TV잡음 측정기기 센서를 설치하였다.

- Corona 소음 측정설비 : 4 Set
- Hum 소음 " : 4 Set
- 풍소음 측정설비 : 2 Set
- 라디오 잡음 측정설비 : 3 Set
- TV 잡음 측정설비 : 3 Set

- 기상정보 System: 풍향, 풍속, 온도, 습도, 일사량, 기압, 강우, 강도, 강우강도, 운고, 뇌, 전계강도
- 데이터 취득장치: 상기 각종 계측시스템 측정데이터 종합수집 및 처리 장치
- 무정전 공급장치: 100V/200V

4. 765kV 송전특성

표 1은 765kV 2회선 송전의 특성을 다른전압과 비교한 것이며 그림 5는 지지물 높이를 비교한 것이다.

표 1. 送電電壓別 特性比較

特性 電壓	電力會社	供給面積 (km ²)	入口	最大負荷 (MW, 1988)	販賣電力量 (億KWH, 1988)	下位系統 電 壓 (kV)	鐵塔 높이 (m)	鐵塔 重量 (톤)	送電 能力 (MW)
345kV 2回線	韓國	98,992	4千2百萬	13,658	743		52	24	1,800
800kV 2回線	"	"	"	"	"		79	53	8,400
800kV 1回線	美國 AEP	117,760	7百萬	16,365	1,000	345	39	25	4,200
1000kV 2回線	日本 東京電力	39,000	4千萬	40,530	1,902	500	110	126	14,800

* 送電能力은 送電距離 200km 基準임

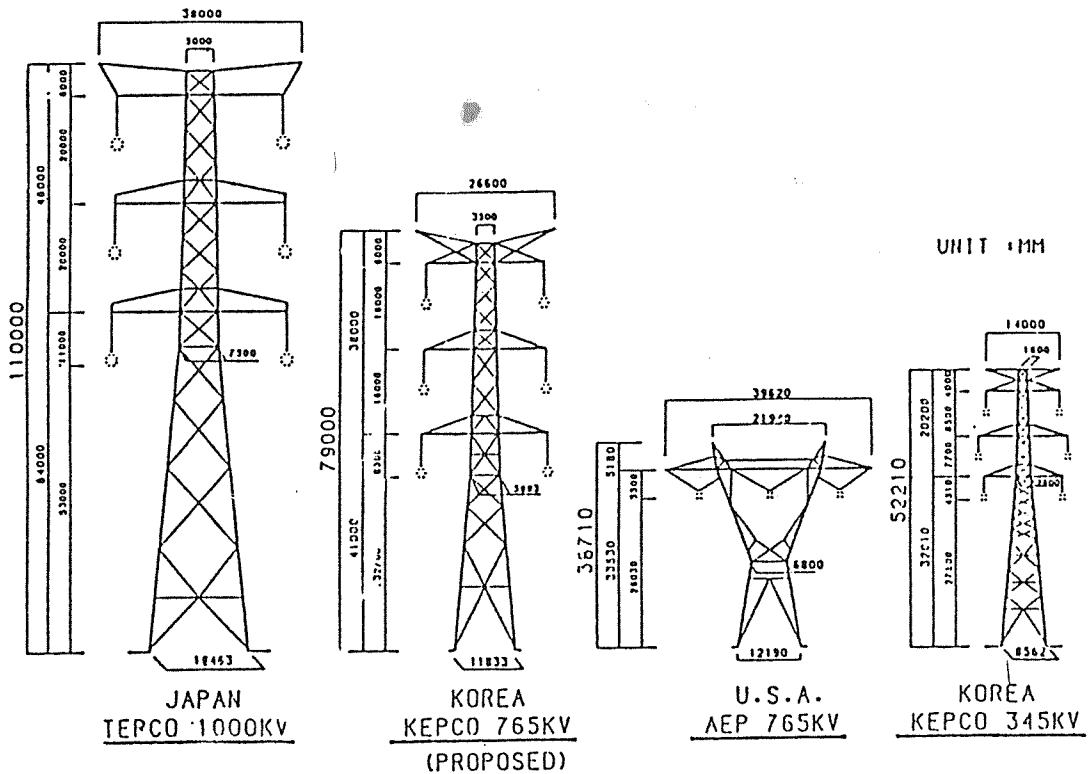


그림 3. 各國의 電壓別 鐵塔높이

5. 試驗場 敷地 現況 및 施工經驗

5.1 試驗場 現況

시험장의 위치는 全北 高敞郡 龍井里, 西海岸 바닷가에 위치하고 있으며, 實證試驗으로 利用되고 있는 부지는 約 6万坪이고 防風林이 約 9万坪으로 바다 바람을 막아주고 있으나 시험선로의 철탑이 높고 바다 가까이 위치하고 있으며 선로 주변에 모래가 많이 있고 겨울철에 계절풍이 강하게 불어 모래가 공기중의 염분과 함께 애자, 금구류, 전선에 많이 부착되고 있어 자주 애자 세정을 하여야 애자, 오손, 코로나를 줄일 수 있으며, 향후 시험장 활용 계획은 다음과 같다.

- 國産化 機器 現場 檢證試驗
- 765kV 送電線 支持物의 空氣絶緣距離 實證研究
- 設備 維持補修 및 教育場으로 活用
- 電·磁界의 影響研究
- 對民 弘報
- 超高壓 直流 送電研究

5.2 施工經驗

시험선로 건설중 작업이 어려웠던 사항은 강관철탑 조립작업 및 변압기 운반이었으며, 전압을 가압한 후 765kV측 전압을 측정하여 본 결과 선로, 변압기 붓싱, 전압측정 장치(CVT)의 靜電容量이 큰 반면 變壓器 용량이 商用變壓器에 비하여 아주 적은 관계로 設計値보다 10%가량 높게 나타났다.

鋼管鐵塔 組立에서는 大型 크레인을 사용하였으나 主主材 重量이 무거워 그 連結에 어려움이 많았으므로 앞으로 鋼管鐵塔 組立을 위하여는 組立 專用 크

레인을 製作하여야 될 것이다.

변압기는 본체 높이가 7m 이상이 되어 육상운송이 어려워 해상운송을 하였으며 서해안에서는 조수 간만의 차이가 날마다 달라 그달중 제일 수심이 깊게 되는 날짜를 잡아서 바지선이 접안하도록 하여 바닷가로 육상운송하였다.

대형 변압기의 육상 운송시는 분할을 고려하여 설계하여야 되리라고 본다.

6. 結 論

우리나라에서 765kV 送電 事業推進은 大單位 電源地와 需要地間 長距離 大電力 輸送을 위한 線路를 建設하여 電力輸送費를 節減할 뿐 아니라 國內 製作 會社들이 기기를 개발하여 電力會社가 使用함으로써 기술개발과 운전경험을 축적하여 外國에 輸出 基盤을 마련할 수 있는데 큰 意義가 있다.

앞으로 장기 운전을 하여야 電氣環境障害量을 충분히 測定 분석하여야 설계를 평가할 수 있으나 지금까지 측정하여 본 결과 雨天時 可聽騒音이 線路直下에서 50dB(A) 以下로 滿足되어 設計値와 거의 一致하고 있다. 앞으로 더 많은 測定과 資料分析이 要求되고 있다. 이 試驗線路를 利用하여 金具類, Spacer 等 國産化 品目과 地上 電界強度 測定 및 電線 地上 高에 관한 住民들의 設問 調査를 할 수 있다.

試驗線路 設計에 여러가지 技術의 諮問을 하여준 美國 BPA(Bonneville Power Administration) 電力廳의 Mr. V.L.Chartier와 日本 中央電力研究所의 Mr. Sakamoto, Mr. Sasano, Mr. Tanabe 等에게 感謝를 드리는 바입니다.

2천년대 우리경제 품질로서 승부걸자