

서독내의 초고압송전선로

EHV lines in the Federal Republic of Germany

기술해설

19~6~1

이 재 숙* 譯
(Jae Sook Lee)

「譯者序文」

본문은 IEEE誌 1970년월호 Spectrum에 나타난 서독내의 超高壓送電線路에 관한 (Mr. J. Jansen) 소개문으로서 철탑선로 및 耐子설계에 서독기술자가 깊은 검토를 하여 서독에 알맞은 이상적인 送電網을 건설하여 왔다는 것이다.

현재 우리나라도 345kV 超高壓送電網을 가까운 장래에 건설하고자 만반의 준비를 갖추고 있는 중이다. 따라서 서독의 超高壓送電網에 관한 기사는 狹小한 국토동 여건이 비슷한 우리에게 큰 참고가 될 부분이 많음으로 본지에 이것을 번역하여 관계 기술자의 설계참고 자료로 제공하고자 한다.

우리의 설계참고가 될수있는 점을 例示하면 아래와 같다.

1. 超高壓線路의 導體는 ACSR를 주로 사용하고 있다.
2. 380kV선로는 4線束導體를 220kV 선로는 2線束導體를 사용하고 있다.
3. 220/380kV 선로의 素導體의 종류는 과거 직경

표 1. 전력소비량 및 기타

내 용	서 독	미 국
總 Energy 消費量 × 10 ⁹ KWH	184	1,330
最大負荷(冬期) × 10 ⁶ KW	30	228
夏季對冬季電力消費量	0.83	1.05
人口 × 10 ⁶	60	198
KM ² 當 人口密度	245	25
表面積 (KM ²)	245,000	7,840,000

西獨의 電力消費密度	平均	地方	都市
消費密度 10 ⁶ KWH/KM ²	0.7	0.3~0.8	4~8
" 10 ³ KW/KM ²	120	55~320	1000~2000

정회원 : 한국 송변전기학회

21.9mm, 전류용량 645A인 240/40mm²의 ACSR였으나, 최근에는 직경 21.0mm 230/30mm² 또는 직경 22.4mm 265/35mm²의 ACSR로서 표준화 하였다.

4. 직경 25mm이하 도체는 微凡振動防止用 Damper가 필요없다.
5. 철탑중량의 輕量化 및 접유면적을 감소키 위하여 多回線共架 Donau型 철탑을 사용하고있다.
6. 束導體用間隙子の 適正한 設置距離를 하고있다.
7. 超高壓線路의 遮蔽角은 직선철탑에서 35°, 각도

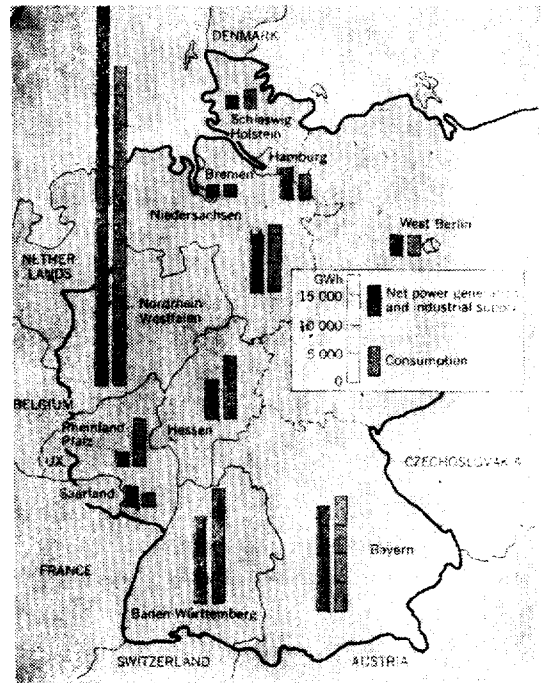


그림 1. 서독 각 주의 발전량 및 전력소비량

및 引留鐵塔에서는 40°를 택하고 있다.

8. 합성수지로 된 壽子의 실용시험이 진행중이다.

본 문

전기사업법에 의하여 서독전력회사는 높은 신뢰성을 갖인 전력을 가능한 저렴하게 공급해야 하는 의무를 가지고 있다. (서독에서 공급되는 전력수요의 크기는 표1 및 그림 1에 표시하였다)

현단계에 있어 서독의 발전량은 공익사업체인 발전 회사에서 그 78%를 담당하고 있으며 장차 그 부담비중은 늘어날것이 예상되고 있다. 그리고 자기수요를 충족키 위하여 설치한 산업공장의 자가발전량은 전체의 20%를 차지하고 있으며 이러한 자가발전소는 가공용 蒸氣를 필요로하는 근처에 인접하여 건설되고 있다 그리고 나머지 2%의 전력량은 國營에 의하여 발전되는 것이다.

공익사업체인 전력회사는 하기 3종류가 있으며 자기 발전량은 아래와 같다.

- 27%는 國有發電公司에서 발전,
- 70%는 公共發電會社에서 발전,
- 3%는 私有發電會社에서 발전,

내다수의 개제각국과 같은 조건이므로 서독의 일부 발전은 석유계통의 연료를 사용하지만 석탄이 국내생산면에서 優位에있는 연료이므로, 석탄을 연소하여 발전하는 전력이 큰 비중을 차지하고 있다. 그리고 석탄 위주의 발전연료정책은 사회적문제를 고려하여 석탄사용에는 보조를 주고 油類使用에는 세금을 부과하는 법령도 국산연료를 다량으로 사용하는데 영향을 미치고 있다. 그리고 본 법령은 1971년 失効될 것이나 현재는 개정되지는 않고 있다.

褐炭은 露天鑛에서 採掘되고 있으며, 그 탄가는 其他炭 또는 유류보다 저렴하여 이러한 褐炭을 燃燒하는데 그 시설비는 若干高度로 치이나, 綜合燃料費는 대단히 廉가로 나타난다. 따라서 이러한 褐炭燃燒發電소의 이용율은 높아야 하므로, 基底負荷擔當發電所로 選定되고 있다.

서독의 수력자원은 현재까지 최대한으로 이용되어왔다. 그리고 2 종류의 발전방식이 채택되고 있으며 그 하나는 揚水發電方式이고 다른 하나는 小規模堰堤方式이다.

시초의 揚水發電은 1920年代에 遡及되며 이러한 방식의 發電은 尖頭負荷期間中の 높은 경제성에 비추어 현재도 계속 운전되고 있는 실정이다. 현재 揚水發電量은 2TW(2百萬KW)에 달하고 있다. 한편 현재도 건설되고 있는 小規模堰堤(即 小容量의 貯水池)를 갖인 수력발전소는 河川水量調整이라는 多目的事業으로 계속

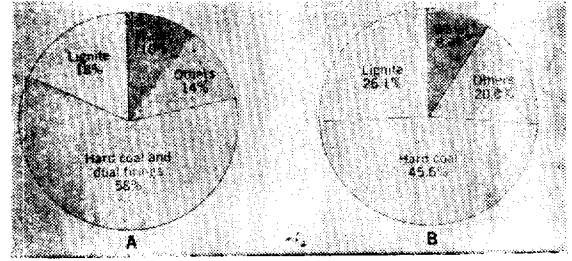


그림 2. 서독의 원료별 1968년 발전량

건설되고 있다. 그림 2는 1968年度 西獨에 있어서 總發電量에 對한 그리고 總發電設備에 對한 Energy別 %로서, 全體發電量을 確保하는데 있어 使用한 石炭類 또는 水力 Energy의 量을 相互對比한 것이다.

現在 建設中에 있는 在來式 發電機器單位는 350MW이고, 原子力發電所의 그것은 670MW에 달하며 또 發注中에 있는 機器單位는 1150MW에 달하는 巨大한 것이기도 하다. 現在 運轉中에 있는 最大規模의 發電所는 褐炭燃燒用이며, 內部 設置發電機器台數는 15台이며 그 出力은 23TW(230萬KW)이다.

西獨에 있어 發電所群의 連繫運轉은 계속되어왔으며 現在로서는 40年以上이 經過되었다. 이러한 連繫運轉은 Alps地區의 水力發電所와 Rhine 및 Ruhr地區의 火力發電所를 連繫하는 220KV 送電線路에 依하여 始初로 實施되었다. 今日에 와서는 9個의 電力會社가 이러한 連繫運轉에 加入하게 되었다.

그리고 本9個會社는 共同으로 施設의 改善業務를 分擔하고 經濟的 또는 運營面의 問題는 相互協調하여 解決한다.

地域的으로 隣接한 이러한 會員會社는 電力分配計劃案도 協調하여 決定지운다.

- 前記의 連繫送電線路의 重要機能은 아래와 같다.
1. 水火力發電所相互間의 連繫.
 2. 地域的으로 보아 發電燃料가 豐富한 位置에 있는 發電所의 過剩出力의 活用.
 3. 地域別餘備出力를 減少시킬 수 있는 可能性.
 4. 國內 또는 國外와의 電力融通性.

西歐中央에 位置하고 있는 地理的利點은 西獨內의 相互連繫된 電力會社가 歐羅巴의 其他國의 電力會社와 丹滑한 電力融通을 attainment 수 있었으며, 이것이 UCPTE

라는 電力融通의 國際機構로 發展하였다. 이 組織의 크기 그리고 國際電力融通量의 크기는 그림 3에 表示하는 바와 같다.

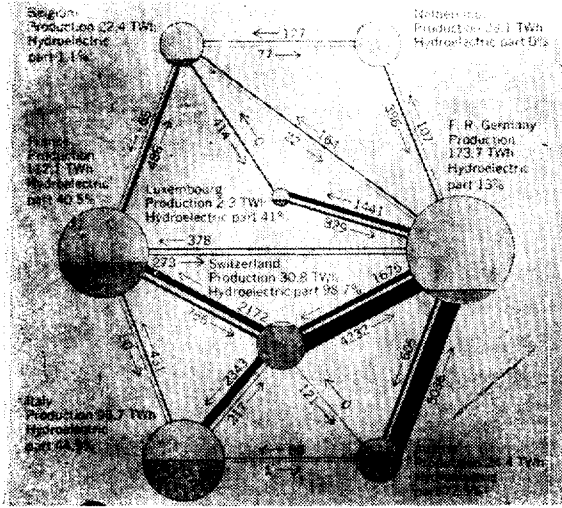


그림 3. 1967년도 西歐共同市場國 相互間에 송송된 전력량(in GWh=10⁹Wh) 및 국제각국의 발전량(in TWh=10¹²Wh)

連繫된 各國의 全 融通量은 1億 KW로 集計되었다. 國際間의 連繫線路의 송전량이 充分하므로 關係會員國相互間의 融通電力은 높은 信賴度를 가지고 送電되고 있다. 西歐各國間의 電力融通은 現在 別다른 制限規定이 없어 丹滿하게 施行되고 있다. 이것은 關係國間의 雙務協定의 影響과 OECD의 努力의 結果라고 할 수 있다.

現在 西獨內의 이러한 連繫送電網의 延長은 約3,500 Circuit-kilometers에 達하고 그 線路電壓은 380KV와 이다.

導 體

始初 220KV線路에는 中空導體(25-42mm diameter)를 使用하여왔으며, 그 一部는 現在도 運轉되고 있으나 經濟性을 勘案하여 ACSR가 이에 代置되었다. 西獨에 있어 現在 建設되고 있는 線路의 導體는 全部 ACSR이고, 其中 普遍的으로 使用되는 ACSR는 獨逸規格의 一部 DIN (48204)로서 標準化되어있다. 約 15年以來, 現在도 같은 實情이지만 380KV線路에 對한 豫備的檢討의 一環으로서 單2條로 構成된 束導體가 220KV 線路에 使用되고 있다. 極히 最近까지 索導體는

始初 例外없이 直徑 21.9mm, 電流容量 645amperes인 240/40의 ACSR가 使用되어왔다.

그러나 銅鐵보다 Al 斷面積을 많이 取하는 最近의 潮流에 따라 若干의 變更을 하였다. 即 電流容量 630A, 直徑 21.0mm인 230/30, 또는 安全電流 680A, 直徑 22.4mm인 265/35의 ACSR를 索導體로서 採擇하였다. 直徑 22mm, ACSR를 索導體로서 採擇한 根本理由는 電線 size를 標準化하는데 있었다. 그리고 이 크기의 ACSR는 單導體로서 110KV 送電線에 過去 많이 使用하여 온데도 原因이 있다. 그리고 이러한 크기의 電線으로서 回線當 120~130MVA의 送電容量을 確保할 수 있어 어떤 경우의 送電에도 充分하다는 것이 過去의 使用實績에서 判明되었다는 것도 電線 size 標準化에 參考가 되었다.

2導體로된 束導體의 採擇은 220KV 線路에 對해서는 이것으로 充分하다는 것이 證明되었다. 이러한 線路에서 確保할 수 있는 約 500MVA의 送電容量은 많은 地域에서 必要로 하는 것이 었다. 萬一 이러한 程度의 電力을 在來式인 單導體의 線路를 通하여 送電한다고 假定하면 ACSR線의 Al의 切斷面積은 900mm²에 達하여야 한다. 따라서 電線自體의 經費가 增加하는 것은 勿論, 鐵塔, 鐵塔組立費, 그리고 架線經費를 많이 所要하도록 한다. 그러나 束導體의 使用은 電線 size를 前記 한 바와 같이 작게하고 이 以外에 人口密集地帶에서 問題가 되어있는 Lorona 방전으로 因한 受信妨害도 解消시켜 준다. (여기서 受信妨害라 함은 고주파에 對한것보다도 더하여 放電雜音을 말하는 것이며, 單導體線路에 近接하고 있는 住民이 不平을 하고 있는 것이다).

380KV線路에 關한 技術檢討은 1940年代末까지 繼續되었다. 3線束導體와 4線束導體의 優劣이 比較된 結果 4線束導體가 結局 優秀하다는 것이 判明되어지며 그 理由는 最低의 經費를 써서 表面電位傾度를 가장 낮게 할 수 있다는데 있었다.

이러한 4線束導體에 對한 結論은 또 다른 立場에서 妥當性이 發見되었다. 即 궁극적으로 380KV 線路用으로서 設計된 철탑을 初期數年間은 2線束導體 220KV線路用으로서 使用함이 經濟的이라는데 있다. 380KV線路로 改編할 때에는 桿子個數를 增加하고 2索導體를 합하여 4索導體로 變更한다. 이러한 式의 380KV로의 變更은 過去 12年間의 그 使用實績이 매우 증감함에 비추어 始初의 期待에 어긋나지 않았다.

4約束導體가 上記와 같이 優秀한 結果를 示顯하고 있음에도 불구하고 380KV線路의 建設費를 節減키 爲하여 어떤 地域에서는 2線束導體로서 設計하였다.

그리고 여기서 어떤 地域이라 함은 線路가 人口密集地帶에 近接하지 않나, 높은 受信妨害가 있을지라도

別問題가 안되는 곳을 말한다.

이러한 2線束導體 380KV線路的 素導體는 電流容量 1,040A, 直徑 32.3mm인 560/50의 ACSR가 適合하다 電流容量面에서 4素導體와 比較하여 보면 2素導體는 電流容量이 작으므로 將次 建設될 發電所의 配置場所와 그 容量의 크기를 勘案해서 選定해야 한다. 380KV電壓에서 2線束導體는 1,400MVA를 送電할 수 있고 4線束導體는 1,800MVA를 送電할수있다. 그리고 經濟的妥當性도 檢討하여 束導體의 素導體數를 決定해야 할것이다.

(上記함과 別途로, 電流容量 820A, 直徑 27mm인 380/50의 ACSR 3條를 素導體로 하는 380KV束導體體線도 間或있다).

電線의 Size가 判異하고, 經濟性 檢討結果가 다르므로 因하여 導體의 使用張力은 各各 差異가 있다. 400m 徑詞을 土臺로 하여 日間設計張力(EDS)를 檢討해보면 240/40 또는 265/35 ACSR 4條를 素導體로 하는 束導體體線에서는 電線破壞張力의 16%이고, 560/50 또는 380/50 ACSR 2條 또는 3條를 素導體로 하는 束導體體線에서는 大略 22%이다.

16%라는 EDS의 낮은 값은 規定 또는 其他에서 絶對적으로 要求되는 것은 아니다, 事實上 새로. VDE仕様 0210/5.69는 이것을 緩和하고 있다. 따라서 直徑 25mm까지 Al/st의 比가 7.7인 素導體를 採擇한 束導體는 微凡振動防止用 Damper 없이 架線하여도 支障이 없으며 그 EDS는 5.5kg/mm²가 許容되었다. (이數値는 265/35導體使用에 對하여 20.7%라는 EDS'에 該當한다) 比較的 낮은 張力을 採擇하는 것은 鐵塔建立費에 對한 經濟的考慮에 더 많은 根據를 두고있다고 믿어진다.

4線束導體가 一般的으로 使用되는 人口密集地帶에서는 角渡鐵塔에 對한 直線鐵塔의 數가 적으므로 張力을 높이면 角渡鐵塔等強渡가 높은 鐵塔의 重量은 增加하여 線路建設經費가 많이 든다. 이 問題는 本문 절타이라는 項目에서 再論 할 것이다.

上記 以外에 利點으로서는 EDS를 낮게 잡아도 導體의 振動은 發生하지 않는다는 것이다. 또 한편 近來의 調査結果는 導體張力을 設使 높히 取한다 할지라도 懸垂 Clamp가 三點裝置의 形式으로 設計되어 있는것을 使用하면 振動防止 Damper는 不必要하다는 것이다.

導體를 鐵塔에다 連結시키는에는 適切한 Clamp를 設計하여 使用하다는것도 重要하지만 素導體의 設置位置를 適切히 離離하는 것도 重要하다.

初期間隙子는 4線束導體에 對하여 X型으로 되어있었다. 그리고 相當히 離通있는 連結로 되어있었다. 그러나 이러한 間隙子는 事故率이 높다는 것을 알게 되었

다. 主로 이러한 事故는 潤滑連結部에서 發生하였다. 이 連線은 ball-Socket 形態로 設計되어 있는것이 었다. 이 事故原因을 檢討해보면 그것은 銅 bolt와 Al Clamp間의 動搖로 因하여 Al部가 漸次로 磨耗하는데 있었다. 따라서 이에 對한 解決策으로 型間隙子는 水平 및 垂直의 間隙子로서 線路에 따라 交互로 設置하는 方式을 採擇하게 되었으며 더 많은 變位를 許容키 爲하여 새로운 間隙子는 剛性的 金屬棒이 아니고 Spiral Spring을 利用하여 線路에 連結되었다. 그러나 Spring를 통한 水平間隙子는 亦是 失敗에 돌아갔다.

따라서 最近의 間隙子는 強한 Pin連結에 依하여 剛性板上에 固定된 Clamp를 가지고 있으며 이것을 통하여 導體와 結付된다. 이러한 連結方法은 線路方向에 限하여 變位할 수 있다.

最新設計의 이러한 間隙子는 滿足할수 있는 特性을 갖이고 있는 것이 判明되었는데 그 原因은 主로 最近數年間 間隙子の 設置間隙이 減少되었다는 設計變更에도 一部 起因한다. 그림 4는 過去부터의 間隙子配置間隙의 變化를 圖示하는 것이다.

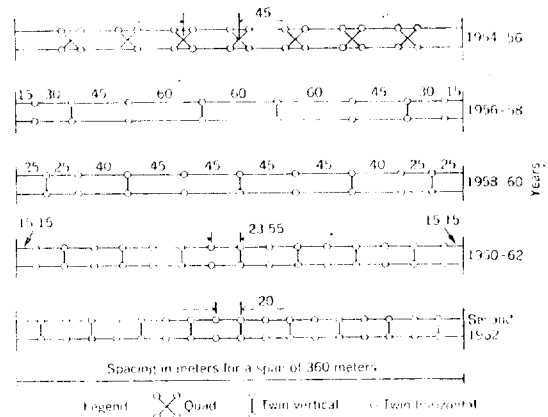


그림 4. 380KV 4線束導體에 대한 間隙子の 設置巨離 (in meter)改善傾向, 設置距離의 變化는 事故除去에 目的이 있음. 그리고 개선된 間隙子の 배치방법은 2線束導體에도 채택하고 있음

例를 든 線路는 The Rheinisch-Westfälisches Elektrizitäts werk AG이며, 1956년부터 1962년까지의 傾向을 보여준다. 1962年以後 이러한 變遷을 격어 間隙子에 關한 事故는 西獨에서는 霧散되었다. 그리고, 같은 理由로 2線束導體에 있어서도 같은 設計의 間隙子가 40m 間隙으로 插入되었다.

碍 子

Cap-Pin型 碍子로 인한 相當量의 事故를 치룬後, 1930年代에 독일에서는 長幹棒型碍子를 考案해왔으며, 그 使用實績이 大體히 良好하였다. 따라서 二次世界大 戰後에도 계속 使用되었고 始初 30m 길이의 棒型碍子 는 1950년에 와서 全體길이 1.25m로 늘어나 現在 이 것이 標準化 되었다.

製作者의 製作工程이 現代化되고 原料가 改良됨에 따라 이러한 棒型碍子의 機械의 特性도 繼續해서 向上되었다. 即 仕様書에 記載되는 平均破壞荷重은 75mm徑의 棒型碍子에 있어서는 12tons이고 85mm徑에 있어서는 15tons이나 實地數値는 이것보다 相當히 上廻한다.

質의 不均一性은 主로 破壞荷重值의 僅少한 不均一性에 나타나는 程度이다.

製作技術의 向上은 近來에 와서 60mm徑으로서 길이 1.25m의 棒型碍子를 製作할수 있게되었다. (따라서 標準規格는 現在 變更中이며 그리고 이러한 製作技術도 登錄된 것이다.)

이러한 改良된 棒型碍子는 將次 많이 使用될 前望이 보이고 있으며 그리고 在來의 直徑 5mm, 85mm치도 同時에 使用될것은 疑心할 余地가 없다(直徑 75mm棒型碍子는 380KV2線束導體와 若干의 220KV 導體用으로서 機械의 強度를 充足하는데 使用可能 할 것이다. 그러나 380KV 4線束導體를 支持하는 引留鐵塔(Dead End Tower)에서 2連碍子裝置가 必要로 할 때는 直徑85mm치가 使用된다. 그리고 3連碍子裝置는 近來에 殆히 使用되지 않은 傾向에 있다.

數種의 棒型碍子가 各種 條件下에서 使用할수있도록 發達되었다. 通常의으로 이러한 棒型碍子는 2個 또는 3個를 直列로 連結하여 單連 또는 二連並列로서 110, 220 또는 380KV電壓用으로 使用된다.

大氣汚染地區에서는 棒型碍子의 Creepage distance (碍子沿面距離)가 增大하도록 設計하여 使用한다. 그 方法은 두가지이며 前者는 全體길이 짧은것을 數個組合한 것이며, 後者는 가끔 採擇되는 것으로서 碍子沿面을 길게 한것이다.

優秀한 使用實績이 棒型碍子에 의하여 達成되었다. 汚染된 大氣中에서 棒型碍子를 使用하면 閃絡으로 인한 事故가 相當히 減少된다는 特性을 나타내고 있다.

棒型碍子의 其他長點은 列擧하면 아래와 같다. 棒型碍子 는 Cap-Pin type의 從來碍子에 比하여 殆히 保守를 必要치 않는다. Cap-Pin type 碍子는 價格面에서 廉價이므로 棒型碍子에 依하여 全的으로 代置되지는 않고있다) Cap-Pin type 器碍子의 電氣의劣化與否를 確認할 目的으로 西獨에서는 年1回 晴天에 點檢을 하는것이 慣例

이다. 即 各碍子의 分擔電壓이 點檢되고, 放電量에 따라 그 碍子의 劣化與否가 判定된다.

不良碍子의 取換이 必要하면 이 作業은 停電이 許容되는 時期에 實施된다. (美國에서는 活線作業으로 施行되나, 독일에서는 1KV 以上の 線路에서는 活線作業이 許容되지 않고있다. 그 理由로서는 다음과같은 것을 들수있는지 모르겠다. 即 독일에서는 110KV에서 始作해서 2回線 또는 4回線을 共架한 鐵塔上에서 作業한다는 것은 美國에서 多數採擇하고있는 一回線 一段腕金の 鐵塔上에서의 作業하는것 보다 感電事故의 危險度가 大體히 높다.)

독일에서는 碍子로 된 碍子는 殆히 使用되지 않고있어 이제까지 言及을 하지 않았다. Cap-Pin type 碍子碍子는 不良碍子檢出作業의 必要性이 없으므로 그 經費를 節約할수있다는 것은 事實이다. (어떤 電氣的 缺陷으로 肉眼으로 觀察할수있기 때문이다) 그러나, 使用實績에 依하면 碍子碍子는 破損率이 높아 그 取換經費가 碍子碍子의 購入에 있어서 節減額을 上廻한다는 點이다.

棒型碍子의 또다른 長點은 機械의 強度面에서 Cap-Pin type와 같은 程度의 信賴度를 갖이고 있다는 點이다. 過去 數年間의 集計에 依하면 現在까지 1百80萬個의 棒型碍子가 設置되었고, 30 萬個中 1個의 率로 每年 破損되는 좋은 實績이다.

事故碍子의 充分한 原因調査를 하는 同時에 最近 數年間의 磁器原料의 質의인 改良은 前記한 破損率을 減少시킬것이 確信된다.

棒型碍子는 電氣的貫通現狀은 나타나지 않으며, Radio, Television 受信에 對한 妨害를 全的으로 霧散시킨다.

現 段階로서는 碍子는 磁器原料로서 充分하나 가까운將來에 超高壓線路에 對한 碍子는 Plastics製가 廣範圍하게 使用될 可能性이 많다. 美國 그리고 近來에 西獨의 試驗工場에서 어떤 試驗結果에 의하면, 突出灣曲部는 Silicon(硅素)가 主成分인 Plastics로 되어있고 本體는 glass로서 補強한 Cycloaliphatic Epoxy樹脂로 되어있는 棒型碍子가 技術面에서 좋은 成果를 나타내어 이러한 樹脂碍子가 實地 使用試驗에 들어갈수있는 段階에 이 루었다.

이러한 樹脂碍子의 使用을 經濟面에서 檢討해보면 現在 常場110KV에 使用可能하고, 좀더 量産이 되면 이 以上の 電壓에도 經濟的으로 使用할수있다. 이에 關해서 좀더 言及하면 在來式棒型碍子는 220KV 線路에 對해서는 2個直列 380KV線路에 對해서는 3個直列이 現在 使用되고 있는데 比較하여 Plastics 碍子는 單 한個의 긴 形態로서 製作할수있어 碍子 相互間의 連結金具를 없앨 수 있어 經濟的이라는 點을 留意해야 할것이다.

철 탐

西獨은 人口密度가 높아서 線路經過地가 制限되고, 鐵塔도 超高壓線路에 對하여서까지 2回線用이 恒常 使用되었다. 第一 량이 使用되고 있는 型態는 2段腕金을 갖이고 있으며 여기에 2回線이 3角配置로서 架線되고 있다. 그림 5에 圖示하는 이러한 型의 鐵塔은 "Donau" 型 鐵塔이라고 一般的으로 불리고 있다.

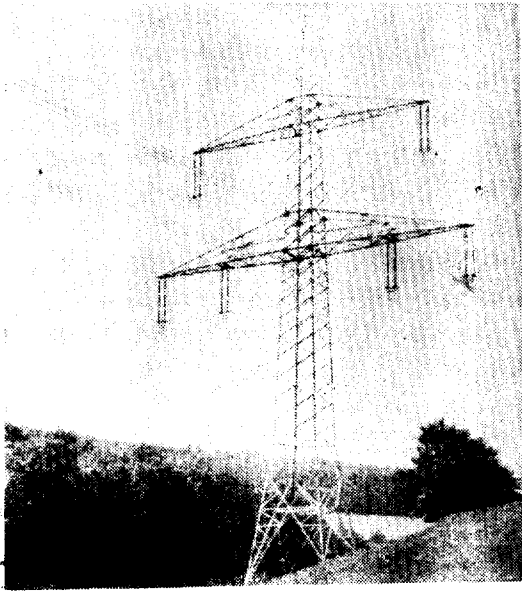


그림 5. 380KV 2回線의 線路

이 鐵塔型에서 確得할수있는 理想的인 電界의 對稱性以外에 VDE仕様 0210에 依據하여 設計한 本型鐵塔은 比等한 垂直配列의 2回線用鐵塔보다 重量이 가볍다는 것이다. 이 以外에 220KV線路에서 觀測한 結果 垂直配列 2回線鐵塔에 있어서보다 Donau 型 鐵塔에서 電線이 "gallop"하는 傾向이 있는 個所에서 電線 接觸으로 因한 事故가 적다는 것이다.

Donau型 鐵塔은 上記와 같은 有利한 利點을 가지고 있으나, 線路經過地가 確得難으로 垂直配列 2回線用鐵塔을 不得已 使用하지 않으면 안되는 境遇도 있다. 이러한 境遇, 腕金短縮으로 因한 縮小된 線路用地幅에서 얻어지는 利益이 垂直配列의 鐵塔建設費의 增加分을 相殺할 수 있는 지 檢討되어야 할 것이다.

또 어떤境遇에 있어서는 狹小한 可用土地로 因하여 當局 또는 土地所有者의 要求를 받아들여 不得已 數回

線普通 4回線一를 共架한 鐵塔을 設計하여 使用토록 하여 用地의 適切한 活用을 期하는수도 있다. 現在 電力會社는 220KV 4回線用, 220KV 2回線과 380KV 2回線用, 380KV 4回線用, 그리고 또 一層나가서 110KV 4回線 또는 110KV 2回線에 220KV 2回線用, 鐵塔을 建立해야 하는 立場에 놓여있다.

Rheinisch-Westfälisches Elektrizitätswerk AG 系統에 있어서 220KV以上の 4回線用鐵塔區間은 220KV 以上線路全長에 對하여 1964年 現在로서는 11%를 차지하고, 1968年 現在로서는 17%를 차지하고 있다. 實地에있어, 1964-1968年 사이에 建設된 全長合計400KM에 달하는 220KV와 380KV線路의 80%가 4回線共架用 鐵塔을 使用하고 있다.

1 Route 4回線 線路는 2回線 2 Route 線路보다 送電面에서 不利하다는것은 어떤 1回線의 保守作業이 必要할 때는 같은 쪽 腕金上의 全回線은 全部 停電해야 한다는데 있다.

1 Route 4回線線路는 建設當時에 검토가 되었지만, 建設後 數年間 規定한 量의 電力을 輸送할 여건에 到達하지 않은 事例가 자주 發生한다. (이러한 境遇는 2 Route 2回線線路의 究局的 總 經費가 1 Route 4回線鐵塔線路보다 그렇게 많이 所要되지 않을지도 모른다) 普通 鐵塔建設에 對한 初期投資增額은 線路建設後 그 線路가 4년 이내에 豫想한 送電容量으로서 使用되지 않으면 經濟的 妥當성이 없다.

1 Route多回線 線路는 上記와같은 不利한 點을 갖이고 있다 할지라도 技術的 또는 經濟的 面에서 妥當성이 있는 代案이 發見될 때까지, 現 段階로서는 大端히 不利한 代案인 地中의 使用을 延期하는데 있어 이 以外에 別道理가 없다. 地中線의 第一 큰 短點은 勿論 電線 溫度上昇으로 因한 낮은 送電容量에 있으며, 또 그 敷設에 더 많은 用地가 等價架空線路建設 보다 더 必要할 것이다. 그러나 수백m라는 짧은 區間의 220KV 地中線이 産業工場用으로 가끔 建設되어왔다.

在來式建設方式으로 鐵塔을 많이 使用하는 그러한 線路建設의 境遇는 上記함과 달라 地中線을 擇採 하는 程度로 不經濟的인 可能性도 있다. 例를 들면, 1 Route 6回線, 2段腕金을 갖인 鐵塔은 在來式鐵塔에 依하여 같은 量의 送電을 하는데 必要로 있던 用地의크기 (Right of way)의 折半으로서 充分하다.

380KV線路用鐵塔은 原則的으로 將次 더 높은 線路電壓用으로 使用할수있도록 對備하여 設計되어 있지 않다. 그 理由로서 將次 380KV보다 더 높은 電壓이 採擇된다 할지라도 380KV級の 線路가 系統全體로 보아서 經濟性이 없어지지 않아 그대로 둘 必要性이 있을 것이다. 將次的 時期的으로 不確實한 電壓上昇에 對備

하여 送電鐵塔을 過剩設計한다는 것은 相當한 投資增額을 必要로 할 것이며, 過剩設計에 대한 活用機會가 몇 十年이고 오지않고, 새로운 技術開發은 始初 構想한 높은 電壓用으로 轉換한다는 것은 時代의 潮流와 逆行하여 妥當性이 없어질 可能性도 있기 때문이다. 究局的으로 送電量, 送電方向 및 送電方式도 變化할 수 있을 것이다. 西獨에 있어서 더 높은 電壓의 送電의 必要性이 가령 年內에 나타날다 할지라도 그대의 必要性을 豫測하여 鐵塔設計를 한다는것은 經濟的으로 有利할것 같지 않다.

獨示한마와 같이 380KV 線路는 一般的으로 單一條의 架空地線을 갖이고 있을 뿐이다. 主로 380KV線路에 使用되는 4線束導體에 있어서, 架空地線은 素導體에 適宜한 같은 方法을 使用하여 強度等設計한다. 차라지은 소칭 引留(Dead End) 鐵塔에 適用되는 40度 角度에 比하여 Donau 直線鐵塔에서는 35度로서 유리한 條件이다.

前記 導體에 關한 說明에서 말한마와 같이 鐵塔型의 理想的인 選擇은 線路經過地의 地形 및 構造條件에 依하여 左右된다. 人口密集地帶에서는 經過地가 不得已變更되고 또 한편 線路徑間도 山野地帶에 建設時보다 짧아진다. 西獨에 있어서 平均徑間은 360~380m이다. 따라서 이러한 길이의 平均徑間에 立脚하여 所要鐵塔基數를 算出할수있다. 그리고 KM當 懸垂鐵塔은 2基, 引留鐵塔은 0.7基로 普通 假定한다.

即 苛酷한 側으로서 懸垂對 引留鐵塔의 基數比는 2.851對1을 採擇한다.

이러한 比率은 어떤 地域에 있어서는 높아야 할 必要性도 있다. 經過地가 廣濶한 地域에 屬하면 引留鐵塔의 數는 相對的으로 減少하여 KM當 0.4基가 된다. 即 5基의 懸垂鐵塔이 各 引留鐵塔사이에서 建立된다는 假定은 할수있다.

第一經濟的인 基礎를 選擇키 爲하여 地盤의 掘鑿試驗을 鐵塔每基마다 實施된다. 새로 制定된 VDE 規定은 基礎寸數를 決定하는 方法을 明示하고 있다.

本 規定에 依하면 在來式의 分離된 콘크리트基礎는 勿論, Pile打設 또는 Pile 設의基礎에 對해서도 說明하고 있다. 都市의 建設制限條項은 鐵塔下部幅을 減少시키는데 影響을 준다. 例를 들면 都市近郊 380KV Donau 懸垂鐵塔의 主脚材間의 離隔距離는 地表水平斷面에서 約 7m이다.

새로운 VDE 規定 0219에 依하면 支線付鐵塔도 그 使用이 許用되어 있다. 그러나, 支線付鐵塔의 使用으로 因한 抽架的인 經費節減額이 實地에 있어 어느 程度 現實的으로 成果가될수 있는지에 달려있다. 鐵塔幅이 좁은 이러한 鐵塔은 그 支線을 比較的인 幅이 좁아야 함

으로 따라서 土地補償費도 높아져 그 經濟的 有利性도 變化할지 모른다. St 52 高強度鋼材의 利用率은 380KV 縣垂鐵塔에서는 그 重量의 25%를 차지하고 있고, 引留鐵塔에서는 約 55%를 차지하고 있다. 그리고 殘餘部는 St 37鋼材이다.

近來 鐵塔部材를 亞鉛鍍金한다는 것은 一般的인 傾向이라 할수있다. 塗料칠하는 것은 觀點이 좀다르다고 할 수 있다. 어떤 電力會社는 亞鉛鍍金한 다음에 塗料칠을 하고 있다. 또 어떤 電力會社는 既設鐵塔의 亞鉛鍍金의 磨耗測定은 數年間 實施하는 同時에 亞鉛鍍鐵塔을 建立한다음 2~3年後에 一層 또는 二層의 塗料칠을 하는 例도 있다.

農村地帶에 있어서도 每年 約 8 μ m의 磨耗가 豫測되고 있다. 따라서 이러한 條件下에서 亞鉛鍍金은 10~15年後에는 完全히 逸散하고 맞는다. 建設 2年後 鍍金材를 塗料칠 한다는 것은 亞鉛鍍金의 平均壽命을 12年間 延長할 수 있을 것이다. 이 期間이 지난後, 比較的인 低質의 塗料를 使用하여 칠을 하여도, 亞鉛鍍金이 尙수도 남아있어 鋼材 表面에는 녹이 슬지 않았음으로 低質의 塗料使用에서 別 支障이 오지않는다. 亞鉛鍍金의 損傷이 甚한 地域에서의 防銹칠의야 하는 周期는 大略8年이다.

이러한 塗料칠 經費를 勘案하여 Cor-Ten 鋼材의 使用이 더 경제적이 아닌가 調査된 바 있다. 그러나, 鋼材의 利用할수있는 型式種類가 尙수도 制限되어 있어 亞鉛鋼材의 使用보다 有利하다는 妥當性이 發見되지 않고 있다. 이러한 現實은 苛酷한 磨耗現象이 나타나는 工業地帶에 建設되는 鐵塔에 對해서도 같은 結論이 나와있다.

선로건설 인가승인

線路建設에 앞서 電力事業令에 依하여 西獨聯邦의 構成體인 各 州의 商工部의 承認을 電力會社는 確得해야 한다. 一般的으로 電力會社는 한꺼번에 一州以上을 經過하는 線路延長을 할수없다.

線路經過地의 承認은 各 州의 郡水準의 評議委員會에 一次 또는 그 以上 上程됨으로서 이루어진다.

이러한 決定이 내려지면 評議委員會는 線路擴張에 關係되는 土地所有者와 郡土地收用執行官에 通知하여 協議를 거친 다음 最終決定이 이루어진다. 萬一 土地所有者와 電力會社가 公平하게 調整하였고 믿어지는 補償額에 同意하지 않을 境遇는 土地收用執行官이 最終 決定者로서 仲裁한다. 線路建設이 承認되면 電力會社는 線路를 建設하고 그 線路가 建設되어 있는 期間中의 線로 保守와 運營을 擔當하여야 한다.

土地所有者는 線路徑通過에 對하여 다른 形態의 補償도 받지만 地方인 境遇 鐵塔占有地에 對한 農産物의

損失 많은 補償을 받는다. 普通 市場價格의 20% 增以內를 基準하여 農家協同組合의 同意를 얻은 額數 또는 그 土地에서 發生할수있는 利益額數로서 補償액은 定해진다. 農地와 住宅用土地의 區別은 西獨建設法에 依하여 住宅 또는 都市用土地라 함은 그 地域社會에서 都市計劃이 樹立되어 있는 것을 말한다. 그리고, 이러한 地帶에서는 特別한 補償法이 有效하다. 既存 또는 將

次の 住宅 또는 都市計劃地區를 線路가 通過하지 않도록 하는 것은 不可避하게 되었다. 即 特收目的의 土地에 架空線路를 建設하는 것은 廻避하게 되었다.

以上 結論으로서 12年間に 建친 西獨에서의 380KV 4回線 1 Route線路의 運轉實績은 4線束導體와 長幹棒 桿子를 採擇함으로써 좋은 成果를 거두었다고 結論지을수 있다.

<48Page에서 계속>

- 5) Computer Graphics
- 6) Combinational Mathematics
- 7) Mathematical Logics
- 8) Probability and Statistics
- 9) Operations Analysis
- 2. Computer Organization and Design**
 - 1) Switching Theory
 - 2) Sequential Machines
 - 3) Advanced Computer Organization
 - 4) System Simulation
 - 5) Large Scale Information Processing System
 - 6) Differential Equations
 - 7) Basic Electronics
 - 8) Digital and Pulse Circuits
 - 9) Coding and Information Theory
- 3. Scientific Applications Programming**
 - 1) Numerical Analysis I
 - 2) Numerical Analysis II
 - 3) Analog and Hybrid Computing
 - 4) System Simulation
 - 5) Information Organization and Retrieval
 - 6) Computer Graphics
 - 7) Differential Equations
 - 8) Optimization Theory
 - 9) Thermodynamics and Statistical Machines
 - 10) Field Theory
- 4. Data Processing Applications Program-**

ming

- 1) Computer Construction
- 2) Switching Theory
- 3) System Simulation
- 4) Information Organization and Retrieval
- 5) Business Data Processing
- 6) Large-Scale Information Processing Systems
- 7) Optimization Theory
- 8) Probability and Statistics
- 9) Operation Analysis
- 10) Coding and Information Theory

참 고 문 헌

President's Science Advisory Committee. "Computers in Higher Education" U.S. Government Printing Office, 1967.

Association for Computing Machinery, "A Report of ACM", 1969.

日本經營情報開發協會, "電算機學校에 있어서의 情報技術者養成에 關한 諸問題 報告書"1969.

I. B. M, "Data Processing Courses", 1969.

岩本一美, "電子計算機組織論" 오오무社, 1969.

竹下亨, 電子計算機最新프로그램밍, 日本經營出版會, 1969.

朴永文, 1969. 電子計算機의 原理와 應用, 文通堂 1969.

金洪龍, 電子計算機概論, 營得社, 1969,

金洪龍, 電子計算機 Cobol 프로그램밍, 理工圖書 1970.