

345 KV 超高設設備의 絕緣協助에 관한 고찰

A Consideration about KECCO'S 345 KV Projected Facilities

기술해설

20~6~2

이 봉 용*
(Bong Yong Lee)

1. 序 論

韓電은 三次電源開發計劃 期間中에 電力系統 增強의 劃期的인 方案으로서, 기존 송전전압인 154KV 보다 훨씬 높은 소위 超高壓 345KV 송전전압의 채택을 결정, 그림 1 과 같은 구성을 추진하고 있다.

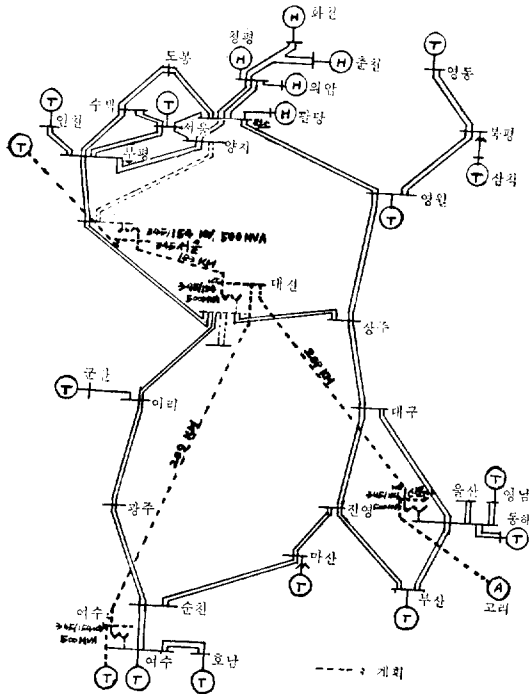


그림 1. 345 KV 송전망 계획

345KV 超高壓 送電電壓의 主要 채택이유는,

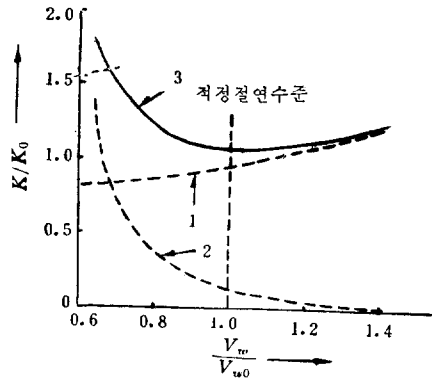
- ① 地域間 大融通電力의 經濟的인 처리
- ② 電力系統의 安定度 改善으로 要約될 수 있겠으며 이러한 超高壓 送電電壓의 채택은 이미 일찍부터 외국에서 이루어져 왔으며, 캐나다가 765KV, 미국이 500KV, 유럽지역에서 420KV 가 현재의 最高電壓으로

* 정회원 : 한전 기획관리부 계통계획과 주무

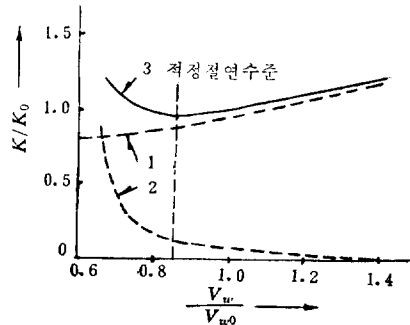
서 운전되고 있다.

超高壓 送電系統에서는 線路 및 機器 絕緣水準의 經濟性때문에 例外없이 中性點 直接接地方式을 적용하고 있으며, 設備間에 보다 合理的인 絕緣水準을 부여함으로써 보다 개선된 供給信賴度를 얻고 總體的으로 經濟性을 도모한다는데에 絕緣協調의 意義가 있다 할 것이다.

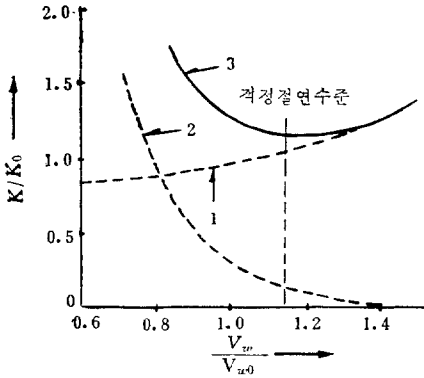
이와같이 絕緣協調란 한마디로 줄여서 技術的 및 經濟的인 과제이다. 높은 絕緣水準의 選定은 非經濟的인 반면 設備故障의 機會는 減少시킬 것이며, 반대로 낮은 絕緣水準의 채택은 經濟的인 반면 그만큼 故障의 機會가 增大되는 위험부담을 지녀야 할 것이다. 그래서 어떤 設備의 故障와 絕緣水準間에는 一定한 最適絕緣水準이 存在한다(그림 2)이다.



(a) 고장경비 : 중간



(b) 고장경비 : 낮음



(c) 고장경비 : 높음

그림 2. 적정 절연수준의 선정

- V_w : 내전압
- V_{w0} : a) case 최소경비점의 내전압
- K_1 : 년 설비 경비
- K_2 : 년 고장 경비
- K_3 : 년 총경비
- K_0 : V_{w0} 에 따르는 년 총경비
- 곡선 1 : $K_1/K_0 = f(V_w/V_{w0})$
- 곡선 2 : $K_2/K_0 = g(V_w/V_{w0})$
- 곡선 3 : $K_3/K_0 = h(V_w/V_{w0})$

이하 韓電의 超高壓設備을 中心으로 絶緣協調 문제를 概觀해 본다.

2. 線路 및 機器의 絶緣

絶緣水準의 選定은 運轉中에 發生될 것으로 예상되는 각종 異常電壓에 대처할 수 있는 “어느 線”에서 決定되며, 이 異常電壓은

- ① 外部의 氣象狀態에서 誘發되는 衝擊電壓(Impulse)
- ② 系統内部의 回路 開閉에서 發生되는 開閉過渡電壓(Switching Surge)
- ③ 商用周波電壓의 3종류로 구분된다.

중래의 絶緣水準은 모두 衝擊電壓에 의해서 결정되는 BIL(Basic Impulse Insulation Level) 절연이었고, 현재도 絶緣水準의 基本으로서 채택되고 있기는 하나, 超高壓의 영역에서는 衝擊電壓보다는 開閉過渡電壓이 더 중요한 역할을 하고 있음이 인정되고 있으며⁽²⁾, 開閉過渡電壓이 運轉中 자주 발생되는 만큼, 이 전압에 견디는 絶緣水準을 上限으로 하고, 商用周波전압에 견디는 水準을 下限으로하여 이 사이의 전압에 대해서는 設備의 故障를 적극 피하도록 하고 있다.

外部의 氣象狀態에서 誘發되는 충격전압에 충분히 견딜 수 있는 經濟的인 絶緣水準의 確保는 현재로서는 불가능하며, 長距離에 沿해서 相異한 地域을 지나야 하는 송전선이 주로 문제가 되나 架空地線에 의한 보호

와 塔脚接地抵抗의 減少로서 좋은 결과를 얻고 있으며 일부 衝擊電壓의 閃絡을 許容하고 있다. 따라서 設備에 侵入하는 衝擊電壓은 線路의 臨界閃絡電壓值(50% 침락전압치)에 의해서 결정되며, 이 전압은 다시 避雷器에 의해서 制限됨이 일반적이다. 한편, 線路 또는 機器의 開閉過渡電壓에 견디는 絶緣水準은, 더 높은 크기의 衝擊電壓에도 충분히 견딘다는 것이 確認되어 있으며⁽³⁾, 이런 연유에서 開閉過渡電壓에 대한 絶緣이 중요시되고 있다.

그림 3은 韓電 超高壓設備의 絶緣水準을 알기쉽게 나타낸 것이며, 衝擊電壓絶緣은 BIL로, 開閉過渡電壓絶緣은 Per Unit로 표시하였다.

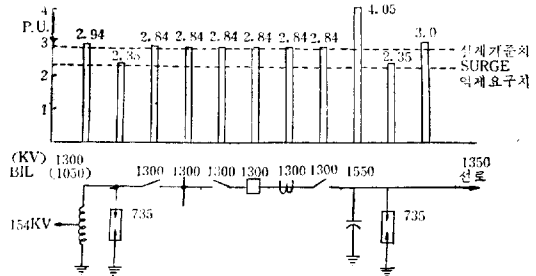


그림 3. 345 KV 설비의 절연수준(구입사양서의 값)
Histogram : Switching Surge 설계치

$$I.P.U. = \frac{362KV}{\sqrt{3}} \cdot \sqrt{2} = 296KV$$

BIL : 기준 절연수준(Impulse 내압치)
피 피 기 : 최대 동작전압치

3. 異常電壓의 크기

이미 언급한 바와 같이 異常電壓은 衝擊電壓, 開閉過渡電壓 및 商用周波電壓의 3種類이다.

衝擊電壓은 送電線路의 CFO電壓值(Critical Flashover Voltage : 50% 침락전압치)에 의해서 결정되는데, 345KV 송전선로의 254mm 현수에자수가 一連 17個일 경우 1500KV, 18個일 경우 1600KV 정도로서, 電壓期待値는 대략 1500KV~1600KV 정도이다.(그림 4)

開閉過渡電壓은 超高壓線路에서 가장 중요한 역할을 하는 要素로서, 衝擊電壓에 비해서 波長의 波頭(Wave Front) 및 波尾(Wave Tail)가 긴 것이 특징이며, 이러한 波形의 전압에 대해서는 衝擊電壓에 대해서 보다도 絶緣이 底下된다는 것이 여러 실험결과 확인되었다.

開閉過渡電壓의 期待値는 그 系統에 대한 상세한 TNA(Transient Network Analyzer)검토 결과에 의하지 않고는 알 수가 없다. 韓電의 超高壓系統에 대한 TNA 검토가 되어있지 않기 때문에 期待되는 開閉過渡

渡電壓이 어느정도인지 확정적인 표현을 할 수는 없다. 그러나 같은 電壓階級 비슷한 亘長의 線路에 대한 미국의 現場測定결과에 의하면, 최대 3.0 P.U. (Per Unit)를 넘는 경우는 없었는바⁽⁴⁾, 다른 연구결과에서는 三相再閉路시에 3.75 P.U.라는 높은 값을 얻고 있고⁽⁵⁾, 이 값은 韓電 超高壓設備 用役을 담당한 바 있는 미국의 CAI(Commonwealth Associates Inc)사의 의견과도 일치하나⁽⁶⁾, 現場測定結果의 값을 參照할 수 있으므로 線路亘長이 별로 크지 않은 韓電의 系統에서는

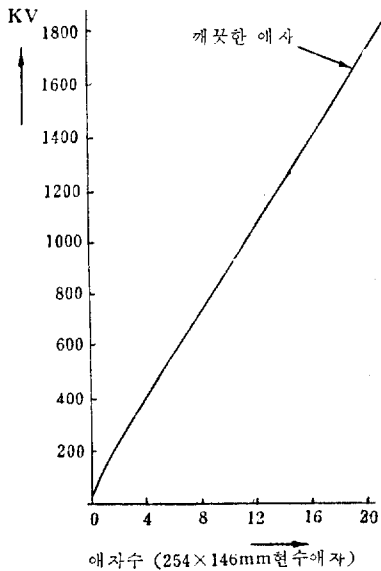


그림 4. 예자수對 CFO 전압
2x44μS Positive Polarity

다 신빙성이 높은 것으로 생각된다. C.L. Wagner 씨는 超高壓系統에서의 開閉過渡電壓値를 어느정도 一般化하고 있는데, 2σ의 확률일 때 3.0 P.U., 그리고 설계 기준치로서는 2.8 P.U. 값을 추천하고 있다. 그래서 이러한 높은 개폐과도전압은 경제적인 관점에서 억제됨이 소망스러운 바로서, 차단기에 저항기(Surge Suppression Resistor)를 설치함으로써 가장 효과적으로 그 목적이 달성되며, 저항기의 설치에 의해서 얻어지는 개폐과도전압은 최대 2.0 P.U. 정도로 생각되고 있다⁽⁷⁾.

開閉過渡電壓은 初期의 系統連繫가 虛弱할 수록, 系統短絡容量이 적을수록, 線路의 亘長이 길어질 수록 높아지는데, 이러한 연유에서 韓電 超高壓 系統에서 기대되는 개폐과도전압은 높은쪽으로 보아야 할 것이고 線路의 亘長이 最大 210KM 정도에 머물고 있는 점에 비추어 3.0P.U. 정도의 最大值로 보아 充分할 듯하다.

한편, 商用周波電壓面에서는, 運轉定格最大電壓 1.05 P.U. 實効値(345KVx1.05=362KV)이나, 送電線의 地絡사고, 大容量發電機의 脫落, 또는 送電線의 끝에서 負荷가 脫落하는 등의 경우에는 높은 商用周波電壓이 發生된다. 이 電壓은 有効接地系의 X_0/X_1 의 比, 發電機의 容量 및 線路의 亘長에 따라 다르다. 韓電系統에서 이 값은 定格最大電壓의 1.2배로 보아 充分할 듯하다.

4. 絕緣水準의 選定

絕緣水準의 選定은 衝擊電壓, 開閉過渡電壓 및 商用周波電壓의 最大期待値에 대해서 一定한 裕度(Margin)를 갖도록 결정된다.

이들 電壓은 避雷器에 의해서 그 크기가 制限되기 때문에, 絕緣水準의 選定에 있어 避雷器의 特性은 가장 重要한 것이다.

避雷器의 制限電壓을 基準으로 하여 衝擊電壓에 대해서 20%의 裕度, 開閉過渡電壓에 대해서는 15%의 裕度, 그리고 商用周波電壓에 대해서는 10%程度의 裕度를 가지면 보통 充分한 것으로 생각되고 있다.

4-1. 避雷器

有効接地系統의 接地係數(Factor of Earthing

= $\frac{\text{故障中健全相의 最大對地電壓(RMS)}}{\text{最大線間電壓(RMS)}}$)는 最大

0.8이나, 韓電의 計劃系統에서 X_0/X_1 의 값이 대략 2 이하로 보아 充分하며, 이 때의 接地係數는 0.67 정도로서, 商用周波過電壓의 倍數를 1.2로 보았으므로 80% 定格의 避雷器이면 充分할 것이다. ($1.2 \times 67\% = 80\%$; $0.8 \times 362KV = 288KV$) 더 낮은 定格의 避雷器 選定도 물론 可能하나, 다만 電位上昇에 대한 상세한 檢討가 先行되어야 한다.

韓電 288KV 避雷器의 主要特性은 아래와 같다(구입 사양서).

최대 개폐과도전압 방전전압	: 696KV
최대 충격전압 방전전압	: 735KV
최대 제한전압(정격 15KA)	: 735KV
최소 속류차단전압	: 288KV

衝擊電壓性能係數가 現在의 避雷器에서는 1.8, 開閉過渡電壓에 대해서는 1.6이 可能하기 때문에⁽⁸⁾, 위의 696KV 및 735KV는 모두 適當한 값인 것으로 생각되며, 定格電流 15KA는 期待되는 衝擊電壓의 크기와 線路의 特性임피던스를 고려해서 생각하면 큰 편인 것으로 보이며, 345KV 系統에서는 10KA 定格으로서 充分했을 것으로 생각된다. 한편 續流차단電壓은 最大商用周波電壓보다도 15% 높은 電壓에서도 可能해야하며, 288KV 라는 電壓은 이 條件을 滿足하고 있다.

4-2. 機品の 絶緣

機器의 絶緣水準은 避雷器의 位置에 따라 影響을 받는다. 가장 重要한 設備인 變壓器에 가장 가까운 거리에 位置함이 일반적이나, 線路引込口에 避雷器를 設置할 것인가 또는 母線側에 設置할 것인가에 대해서는 異論이 있을 수 있다. 그러나 近接鐵塔의 閃絡時에 引込口設備에 미치는 影響때문에 상세한 檢討가 先行되지 않고서는 母線側에만 避雷器를 設置하기는 어려울 것이다.

變壓器의 絶緣은 20%의 裕度를 가지는 水準에서 결정되므로, 다음과 같이 된다.

避雷器制限電壓=735KV

接地線의 影響 = 30KV

$$\left(\frac{\text{절연수준}}{75KV} - 1 \right) \times 100 = 20\%$$

∴ 절연수준=920KV : 標準 BIL=950KV

韓電變壓器의 裕度=37%(1,050KV BIL)

그러나 設備 BIL의 選定은 開閉過渡電壓으로 부터 아래 식에 따라, 一般의으로 適用되는 數值를 사용하여 편리하다⁽⁹⁾.

$$BIL = \frac{\text{피뢰기의 최대 개폐과도 전압 동작치}}{K} \times 1.15$$

표1은 이 식에 따라 계산한 BIL 値로서, 앞의 結果와 비교하면, 開閉過渡電壓의 重要性이 認知될 것이다.

표 1. 기기 BIL의 선정

기기명	K	비 고	BIL[KV]	
			계산치	표준치
단로기 및 모선	0.64	345KV 및 500KV에만 적용	1.250	1.300
차 단 기	0.70	"	1.140	1.175
변압기 부싱	0.70	일반적으로 공인된 값	1.140	1.175
변압기 내부	0.83	"	960	1.050

어떻든 1300KV BIL은 다소 높은 편이며, 문헌에 따라서는 開閉過渡電壓에 대한 裕度는 10%만으로도 충분하다는 점에서 보아 더욱 그러하다⁽¹⁰⁾.

開閉過渡電壓의 耐壓值가 變壓器 870KV, 其他가 840KV 이므로 避雷器의 保護水準보다 25% 및 20%의 裕度를 가지고 있는 셈이며, 結局 韓電이 채택한 絶緣水準은 다소 높은 水準임이 분명하다.

商用周波電壓에 대해서는 變壓器인 경우 避雷器의 保護水準보다 30%의 裕度를 가지고 있어, 역시 그幅이 큰 편이다.

4-3. 對地 및 相間間隔

IEC 추천(IEC-71A)에 의하면 345KV 급에서 對地 最少間隔은 305cm 이고, 相間間隔은 이보다 15% 크게

(350cm)할 것을 권고하고 있다.

韓電 選定値는 對地, 相間 또는 金屬과 金屬間 302cm, 斷路器의 最少 Open Gap 間隔 305cm 로 되어 있다.

最少間隔의 決定에는 여러가지 方法이 있으나, 여기에서는 간단히 음미해 보는 것이 목적인 만큼 G.Carrara 씨의 結果를 適用해 본다.

最少間隔의 決定에서는 衝擊電壓이나 商用周波電壓은 큰 의미를 갖지 못하며, 開閉過渡電壓을 基準해서 決定하면 충분하다고 한다.

對地間隔은 Rod-Plane 測定資料로부터 決定되며, 소위, 變則放電(Anormalous Spar kover)의 可能性을 2.3σ의 確率로 줄이기 위해서는 CFO 電壓에 對應하는 間隔보다 35% 더 증가시켜야 한다⁽¹¹⁾. 對地開閉過渡電壓은 避雷器의 制限電壓으로 制限되며, 따라서 735KV 最大이다. 즉

避雷器制限電壓=735KV

接地線의 影響 = 10KV

裕 度=10% : 1.1 × 745KV = 809KV

CFO 對應間隔(그림 5) = 220CM

對地間隔 = 1.35 × 220CM = 297CM < 302CM

相間間隔의 決定은 最大開閉過渡電壓과 相間放電確率이 對地放電確率과 같거나 적도록 한다는 관점에서 결정된다. 對地電壓을 그대로 相間에 比例하는 것으로 보면 1,290KV(√3 × 745KV)이며, 相對面 充電部에 나타날지도 모를 反對極性의 過渡電壓이 미치는 影響은 無視될 수 있기때문에⁽¹²⁾, 이 電壓만 고려하면 충분할 것이다. 즉,

相間電壓 = 1,290KV

裕 度=10% : 1.1 × 1,290KV = 1,420KV

耐壓值 = 1.12 : 1.12 × 1,420KV = 1,590KV

CFO 對應 間隔(그림 6) = 350CM > 302CM

1.15 × 305CM

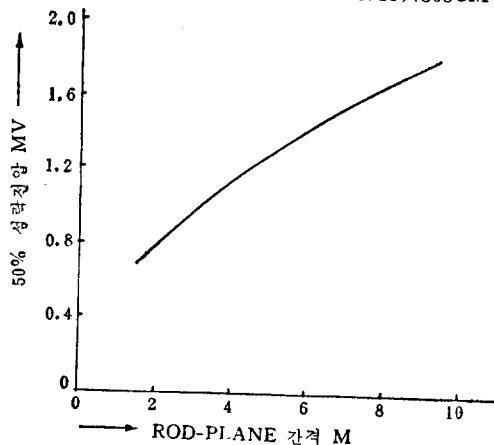


그림 5. 개폐과도전압에 대한 Rod-Plane 擊穿특성

결국, 相間間隔 302CM는 매우 여유가 없는 편인 것으로 보인다. 絶緣水準에 여유가 많았음에 비해서 더욱 그러한 느낌이다.

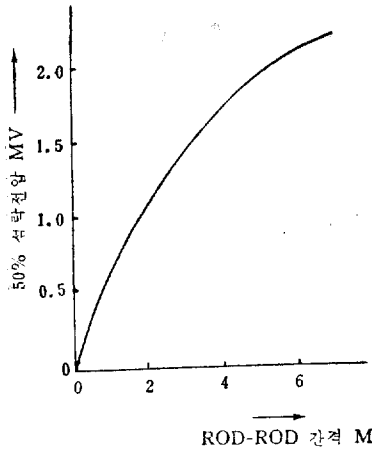


그림 6. 개폐과도전압에 대한 ROD-ROD 설각특성

4.3 送電線路

變壓所의 機器는 비교적 제한된 장소에 設備가 집중 설치되어 있어, 保護面에서도 유리하게 조처하기가 容易하다. 이에 반해서 送電線路는 상당한 長距離를 지나야 하며, 険峻한 산악지대를 거쳐야 하는 것도 별로 드문일은 아니다.

이와같이 送電線路는 완전히 外部에 노출되어 있어, 外部氣象의 영향을 그대로 받기때문에, 外部氣象에서 오는 衝擊電壓과, 海岸이나 工業地域 부근에서는 碍子의 염해 및 오손이 문제되고 있다.

外部衝擊電壓에 대해서, CAI(韓電用役社)의 報告書에 의하면 IKL 40이고 標準碍子個數 一連當 16個의 線路의 塔脚接地抵抗을 15 OHM 이하로 낮추어 줌으로서 線路의 故障는 100 Mile 當 年 1회라는 좋은 結果를 얻었다는 것이며 G.W. Alexander 씨의 345KV 線路研究 結果를 보면, 2回線 線路에서 "Interposed Ground (Coupling) Wire"를 使用하고 塔脚接地抵抗은 最大 30 OHM, 中間值 3 OHM 으로 해서 一連當 碍子數 17個 일 때, 2回線 故障는 100Mile 當 年 零이라는 매우 훌륭한 結果를 얻고 있으며, 1回線 故障는 100 Mile 當 年 0.35 라는 고무적인 成果를 얻었다⁽⁵⁾.

碍子の 汚染에 대해서 Alexander 씨의 研究結果에서는 汚染에 의한 碍子の CFO 電壓值 減少는 30% 程度이다. 獨逸에서의 110KV Post Insulator 에 대한 研究에서는 汚染에 의한 耐壓值 減少는 40%에 달하고 있

으며⁽¹⁾, CAI 報告書는 耐壓值 減少를 대략 60%로 보았는 바, 60%라는 數値는 一般의인 數値인 것으로 생각되며, 이러한 觀點에서 별 무리는 없는 것으로 보인다.

결국, 外部衝擊電壓에 대해서는 架空地線과 塔脚接地抵抗의 減少로서 대처하고, 碍子の 汚染에 대해서는 60%의 耐壓值 減少를 고려하면 될 것이다. 우리나라의 1968년 및 1969년의 統計를 보면 IKL 25가 最大로서 미국에서의 結果보다 더 나빠질 특별한 與件은 일 단 없는 것으로 생각된다.

開閉過渡電壓에 대해서는 어떠한가? 變電所 機器의 開閉過渡電壓에 대한 設計値는 모두 避電器의 2.35 P.N 保護能力에 대해서 20% 이상의 Margin 을 가지고 있다는 것은 이미 言及하였다. 만일 같은 수준의 基準値를 送電線路에도 適用하고 10%의 Margin 을 두는 것으로 보면 開閉過渡電壓値는 2.5P.U.로 억제되어야 한다. 그러나 送電線路가 平地, 山岳地帶, 海岸 또는 都市부근 등 매우 相異한 地域을 지나야 하고, 또 매우 長거리이기 때문에 送電線路의 故障발견이 容易하지 않았고, 補修에도 상당한 시간을 필요로 할 것이다. 따라서 送電線路의 絶緣은 變電所의 경우보다는 높여야 할 것이다. 即, 線路의 絶緣을 2.5P.U.보다 더 높여 주거나 또는 開閉過渡電壓値를 더 낮춤으로서 상대적으로 線路의 絶緣을 높여주면 될 것이다. 一般의으로 後者の 경우가 適用되고 있다.

문헌에 의하면 開閉過渡電壓 抑制의 가장 有力한 手段은 遮斷器에 抵抗器를 設置하는 것이며, 開閉過渡電壓을 2.2P.U.로 抑制했을 때, 碍子數 一連 15個로서 단속스러운 結果를 얻고 있으며(그림 7), 碍子數를 더 減少시킬 수 있는 可能性은 充分히 있으나, 汚染에 대한 연구가 더 필요하다고 결론짓고 있다⁽⁵⁾.

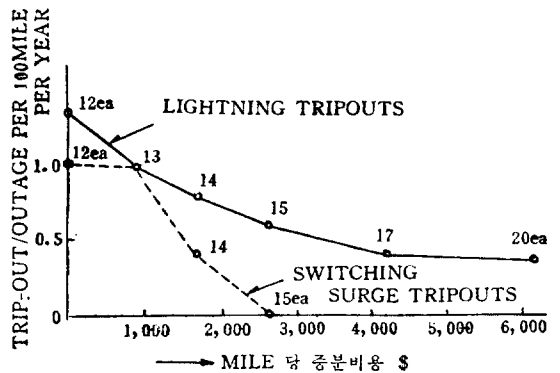


그림 7. 345KV 송전선로의 성능 개폐과도전압억제=2.2P.U. 애자:오염 애자

韓電의 경우에는 開閉過渡電壓抑制 2.3P.U, 그리고 一連當 碼子數 17個를 標準으로 하였다. 碼子數는 送電線路의 建設費에 큰 영향을 미치기 때문에 重要하며 論者에 따라 여러 接近方法이 사용되고 있다. 표 2에 碼子數의 決定內譯을 明示하였다. 明示된 碼子數는 CAI의 추천碼子數에는 一致하나, NGK의 추천 애자수는 汚染地域 A級인 경우에 23個(NGK Technical Report No. 3C-1966)이고, 獨逸 380KV系와 220KV系에서 사용되는 標準碼子數에서 345KV系의 碼子數를 推理하면 21個가 된다. 그러나 345KV의 本山인 미국의

Line Information

Phase Conductor : Two 945 MCM ACSR
 Bundle 455mm Spacing
 GR. Wire : Two 159 MCM ACSR
 Average Span : 300M
 Phase Conductor Sag : 10M

표 2. 碼子連碼子數의 決定

	60Hz		개폐과도전압	
	GAP	애자	GAP	애자
최 내 전 압	1.05	1.05	1.05	1.05
상 용 주 파 과 전 압	1.2	1.2	—	—
개 폐 과 도 전 압	—	—	2.5	2.5
섬락전압 내압전압의 비	1.15	1.15	1.12	1.12
충격전압 개폐과도전압의 비	—	—	1.11	1.11
오 염 계 수	—	1.8	—	1.1
기 후 의 영 향	1.1	1.1	1.1	1.1
안 전 계 수	1.0	1.5	1.0	1.15
전 극 모 양 계 수	1.15	—	1.15	—
중 합 계 수	1.83	4.30	4.12	4.54
해 당 전 압	365kv RMS	856kv RMS	1,220 KV Crest	1,340 KV Crest
해 당 간격 및 애자수	940 mm	15개	2,010 mm	15개
결함애자및보수용애자		2개		2개
총 애자 수		17개		17개

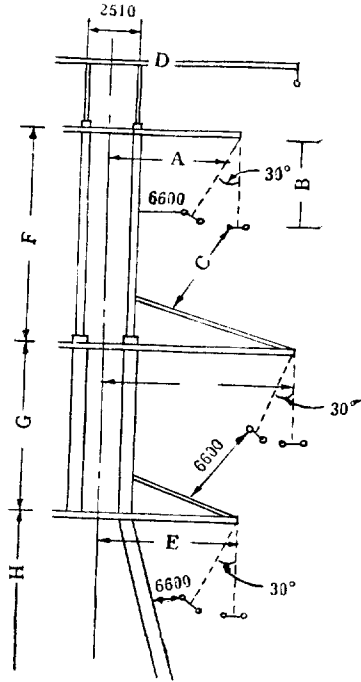


그림 8. 345KV 2회선용 철탑

既存設備 경우에는 거의 18個가 一般的이며, 이러한 見地에서 보아 碼子數 17個는 매우 適正한 水準인 것으로 생각된다. 다만 汚染地域에 대해서는 別度の 고려가 必要할 것이다.

鐵塔設計에 대한 Alexander 씨의 提案을 紹介하면, 그림 8과 같으며, 모든 경우에 만족러운 結果를 얻었으나, 다만 碼子數 20個인 경우 MAX. Swing Angle에 대해서 60Hz 耐壓值를 얻을 수 없었다는 것이다.

단위=mm

애자수	A	B	C	D	E	F	G	H
12	4.440	2.300	2.000	7.150	5.100	5.800	3.930	21.700
15	4.750	2.740	2.540	7.500	5.360	6.510	4.960	22.200
17	4.900	3.050	2.840	7.600	5.500	7.420	6.400	22.500
20	5.100	3.450	3.240	7.800	5.650	8.180	6.400	22.900

5. 要 約

以上에서 韓電 345KV 超高壓設備의 絕緣協助에 對해서 概觀하여 보았으며 다음과 같이 要約할 수 있을 것이다.

1. 絕緣協調에서는 衝擊電壓, 開閉過渡電壓 및 商用周波電壓을 고찰해야 한다.
2. 이들 電壓의 期待値는 다음과 같다.
 衝擊電壓 : 1500KV
 開閉過渡電壓 : 890KV(3.0 P.U.)
 商用周波過電壓 : 1.2倍
3. 韓電이 選定한 絕緣水準은 다소 裕度の 幅이 큰 편이다.
4. 送電線路의 絕緣은 開閉過渡電壓值를 2.3 P.U.로 抑制 相對的으로 높게하고 있으며, 一連 17個의 碼子로서 充分한 것으로 보인다.

참 고 문 헌

- (1) H. Dorsch und W. Rabus
 "Allgemeine Gesichtspunkte für die Isolationsbemessung von Drehstrom-Höchstspannungsanlagen"
 ETZ-A, Bd-91, pp. 193~201, April 1970
- (2) E.H. Gehrig 외 2人
 "Application of New Concepts to 500-KV System Insulation Coordination"
 IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. No.1 pp.41~48, January 1964
- (3) H.R. Armstrong and C.J. Miller, JR.
 "Insulation Characteristics of 345-KV Transmission Towers" IEEE Transactions on P.A.S. Vol. 85 pp. 666~677, June 1966
- (4) A.J. McElroy 외 3人
 "Field Measurement of Switching Surges on Terminated 345KV Transmission Lines"
 IEEE Transactions on P.A.S. No. 67. pp.465~487, 1963
- (5) G.W. Alexander and H.R. Armstrong
 "Electrical Design of a 345-KV Double-Circuit Transmission Line Including the Influence of Contamination"
 IEEE Transactions on P.A.S. Vol. 85, pp. 656~666, June 1966
- (6) Commonwealth Associates Inc. Letter, Jan. 6, 1971
- (7) C.L. Wagner
 "Evaluation of Surge Suppression Resistors in High Voltage Circuit Breakers"
 IEEE Transactions on P.A.S. Vol.86, pp.698~707, 1967
- (8) Extra-High-Voltage A.C. Transmission pp.10~17 : Siemens Publication
- (9) A.R. Hillman 외 4人
 "Insulation Coordination in APS 500-KV Systems"
 IEEE Transactions on P.A.S. PAS-86, pp.655~665 June 1967
- (10) G. Carrara and L. Della
 "Switching Surge Insulation Coordination : Switches, Anomalous Sparkovers and Possible Generalization"
 IEEE Transactions on PAS, PAS-85, pp.996~1007 September 1966,
- (11) Hans V. Cron
 "Der Eremdschichtüberschlag"
 Sonderdruck Aus Der "Siemens-Zeitschrift"

회비 증신면제 제도 안내

제19회 정기총회(1970년 3월 28일)에서 당학회 규칙 일부를 아래와 같이 개정하였음.

규칙 제3장 제5조 : 단 정회원중에서 1년회비의 10년분을 일시불 할 시에는 차후 증신토록 회비를 면제한다.

상기 변경된 규칙 제3장 제5조와 같이 일금 일만이천원(1년회비 1,200원×10년)을 일시불하는 정회원에게는 회비를 증신토록 면제하니 많은 활용있으시기 바랍니다.

名譽會員

尹 日 重 : 學術院終身會員

金 玩 熙 : 美國 Columbia 大學教授

終身會費納付會員

宋 焜 : 新陽電氣設備株式會社 代表
 文 洵 : 前 當學會 編修理事(在美)
 文 鉉 : 文佑鉉電氣設計事務所長
 李 深 : 第一技術團 理事(當學會 調查理事)
 河 植 : 商工部 標準局 標準課長
 禹 曠 : 서울工大教授(當學會終身理事)
 承 春 : 延世大理工大學長(副會長)
 亨 錫 : 서울工大教授(當學會 企劃理事)
 萬 圭 : 明知大教授(企劃理事)
 梁 院 : 서울工大教授(企劃理事)
 錫 承 : 麻浦產業 專務理事
 相 午 : " 企劃室長
 李 源 : " 電氣部長
 李 德 寧 : 新光起業 常務理事

李 彰 : 教育家
 丁 柱 : 서울工大 教授(當學會 會長)
 羊 祚 : 韓電理事(副會長)
 基 元 : 中央大教授(理事)
 崔 銀 : 韓電理事(理事)
 金 珠 : 東國製鋼企劃室次長
 張 河 麟 : 서울工大 教授(當學會 編修理事)
 朴 旻 鎬 : 韓電 서울電力所長(財務理事)
 申 芝 麟 : 蔚山工大 教授
 姜 世 : 延世大 理工大 教授(當學會 理事)
 吳 基 : 漢陽工大 教授
 金 萬 : 建國大 工大學長(當學會 理事)
 趙 正 守 : 成均館大 理工大 教授
 安 斗 植 : 漢陽工大 教授(當學會 理事)