● 技術解說 ●

超高圧電圧 格上展望에 對하여

Introducing a higher Votage System than the Present 345KV

申 祥 均

韓電 電源計劃處 系統計劃部長

1. 序 言

세계각국의 電力系統은 電力需要의 持續的인 增加와 電力機器 生産技術의 發達에 따라 그 量과 質面에서 飛躍的인 發展을 거듭하여 왔다

특히 國土의 効率的인 活用, 系統信賴度의 向上 또는 經濟的인 事由로 送電電圧은 끊임없이 높아져 소련에서는 이미 1150KV의 超超高圧 送電線을 운전중에 있으며, 美國, 日本等에서도 1990年代에 1000KV 以上의 超超高圧 送電을 目標로 이에 對한 各種 試驗研究를 進行中에 있다.

우리나라는 1976年 地域間 融通電力 增大에 따른 345KV 送電을 開始한 以來 1985年 現在 全國的으로 3669C-km의 345KV 送電線이 全國 環狀網을 이루어 運轉中에 있으며, 新規 有煙炭火力 및 原子力發電所等 大容量 新規發電所는 모두 345KV 送電線에 依해 系統에 연결되고 있다

이러한 345KV 超高圧系統의 繼續的인 擴充은 送變電投資費의 增大를 가져왔고 輕負荷時의 系統電圧이 上昇되며, 일단 事故가 發生하면 系統에 미치는 影響이 크게 되는 等 一部 否定的인 面도있으나 國土의 効率的인 活用에 기여하였음은 물론 電力損失의 획기적인 減少 및 系統信賴度를 현저히 向上시켰다.

한편 大望의 2000年代에는 電力需要가 현재보다 3倍 以上으로 커지고 要求되는 電氣의 質 또한 先進國水準에 到達할 것이나 電力産業에 加해지는 各種 障碍要因은 지금보다 훨씬 심각할 것이다.

이러한 需要增加에 對處하고 加重되는 線路經過地 確保難等의 문제를 解消하며 高信賴度 系統構成을 위해서는 1990年代에 現 系統 最高電圧인 345KV보다 한단계 높은 格上電圧의 運轉이 豫想되는데, 2000年代까지의 地域別 長期 電力需給 展望과 超高圧電圧 格上의 妥當性에 對하여 略述키로 한다

2. 地域別 長期 電力需給 展望

全國을 電力系統 特性上 京仁, 嶺東, 中部, 湖南 및 嶺南의 5個 地域으로 大別하여 地域別 長期 電力需給 展望을 살펴 보면 다음과 같다

需給問題를 檢討키 위해서는 우선 地域別 需要豫測을 하여야 하는데 各 地域別 需要를 産業用, 商業用 및 住宅用으로 나누어 産業用과 商業用은 過去 10年間 地域別 平均增加率을 適用하여 豫測하였으며, 住宅用은 生活水準의 平準化로 世帶別 使用電力이 2000年代에는 全國的으로 같을 것으로 보고 豫測하였다.

이상과 같이 豫測한 結果, 現在 全國 需要의 75

% 以上을 차지하고 있는 京仁과 嶺南地域 需要는 2006年에 가서 70% 程度로 줄어드나 그래도 全國 第1의 負荷中心地가 된다.

한편 揚水를 제외한 新規 電源立地는 대부분 湖南과 嶺東地域에 置重되어 있어 現在까지 調査된바에 依하면 全國의 石炭火力 및 原子力發電所 立地의 80% 程度가 두 地域에 偏重되어 있다.

따라서 新規發電所의 建設位置는 가능한 限 기존 發電所의 後續機 立地를 우선 活用하여 送電投資를 줄이고 地域別 需給不均衡을 가급적 줄이도록 하였으며, 以後에 필요한 立地에 對하여는 系統側面에서 有利한 順序대로 選定하였다.

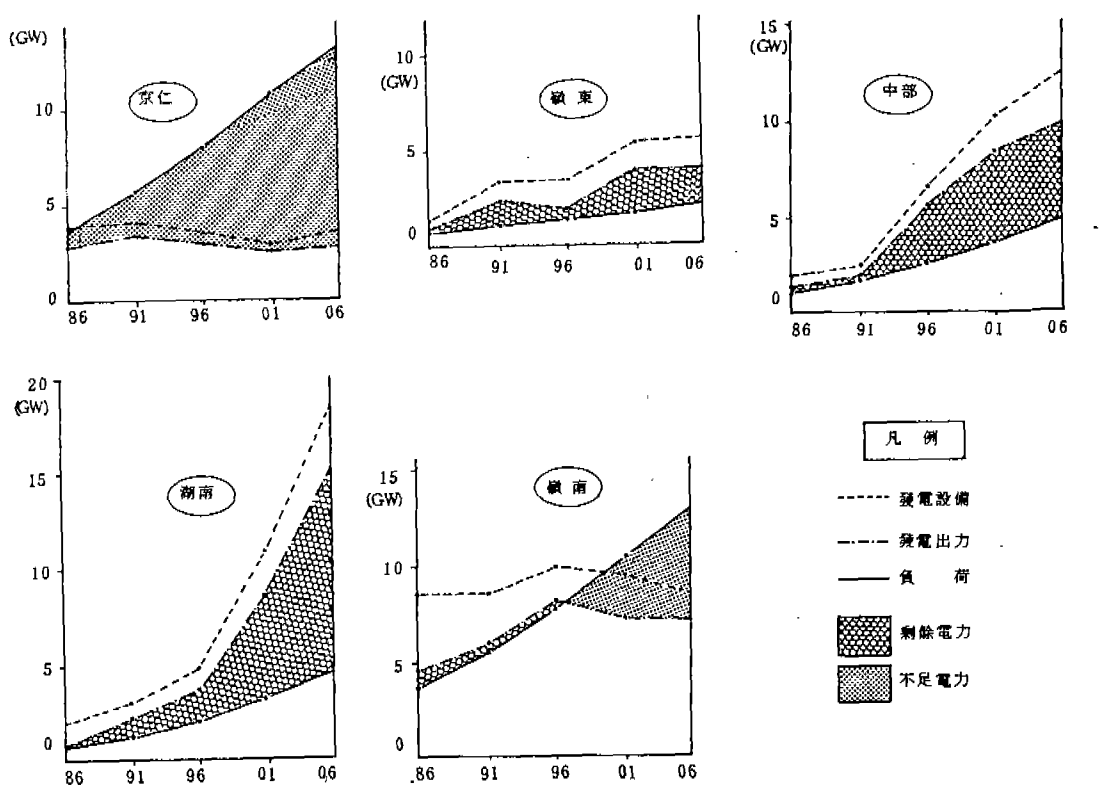
이렇게 본 2000年代까지의 地域別 電力需給 展望은 그림1과 같으며, 그림에서 알 수 있듯이 京仁, 嶺南地域은 負荷 密集地域, 湖南·嶺東地域은 電源 密集地域이 되며 地域間의 需給不均衡이 갈수록 深化되고 있다.

특히 現在 京仁 및 嶺南地域에 많이 위치하고 있는 既存發電所들이 1990年代 後半부터는 耐用年數 경과로 本格的으로 廢止케 됨에 따라 이같은 현상을 加速化시키고 있다

따라서 2006年경 京仁地域의 不足電力은 10,000 MW를 超過하는데도 湖南地域은 1990年代 後半부터 新規電源의 급격한 增加로 오히려 10,000MW의 잉여 전력이 發生된다.

한편 嶺南地域은 1996年경까지는 需給이 잘 밸런스되어 있으나, 이후의 계속되는 需要의 增加와 一部 發電設備의 廢止에 따라 2006年에는 約 6000MW가 他 地域으로 부터 融通되어야 한다.

결국 가장 融通電力이 많은 區間은 湖南－中部－京仁地域間으로서 現在 이 地域間 融通電力이 1,000 MW程度에서 20年後인 2006年에는 그 10倍나 되는 10,000MW로 增大됨에 따라 이에 對備한 地域間大規模 電力輸送設備가 필요하게 됨을 알 수 있다.



〈그림－1〉 地域別 電力需給 展望

3. 電压格上의 妥當性 檢討

가. 檢討 過程

앞의 地域別 電力需給 展望에서 보는바와 같이 장차 地域間 大電力 送電을 위하여 超高压電压의 格上을 하는 경우 그 時期는 언제이며, 格上電压 Level을 얼마로 할 것인가 또 經濟性面에서는 어느 程度 效果가 있는지를 다음과 같이 檢討하였다.

즉 2006年까지의 主要 幹線系統을 格上을 하지않고 現 345KV 系統으로만 계속 構成擴張하는 경우(345案)와 현 345KV 系統에 500KV送電系統을Overlay 하여 擴張하는 경우(500案) 및 345KV系統에765 KV 送電系統을 Overlay하여 擴張하는 경우에 對하여 經濟性을 比較하였다. 이때 765KV送電 系統을 Overlay 하는 경우에 있어서는 1回線用 鐵塔을 사용하는 경우 (765A案)와 2回線用 鐵塔을 使用하는 경우(765B案)로 구분하였고 500案의 500KV送電線은 모두 2回線用 鐵塔을 사용하는 것으로 보았다.

各案別 系統構成은 PSS/E系統分析 프로그램을 利用, 電力潮流, 系統安定度 및 故障電流를 5年單位로 計算하여 도출하였다 이때 計算 檢討基準으로는 送電線 1루트 事故時에도 電力供給에 支障을 초래치 않으며 平常時 送電線 兩端間의 電压 差가 5% 以內를 유지토록 하였으며 主要母線에 3相短絡이 6Hz 間 持續되어도 系統安定度上에 문제가 없도록 하였다. 또한 345KV 母線의 故障 容量이 2500 MVA를 超過하는 경우는 母線을 分離토록 하였으며 線路의 直列 Capacitor의 設置는 고려치 않았다.

投資費에 對한 評價方法은 各案別 5年 單位로 도출된 系統構成에서 5年期間中 推加되는 送變電設備 物量을 求한 後 여기에 設備別 建設單價를 適用해 期間中의 總投資費를 求하여 이 投資費가 5年間 直線的으로 增加한다고 보고 年度別 固定經費를 算出하였다.

다음 電力損失에 對한 評價는 Demand 評價와 에너지評價로 區分하여 이중 Demand評價는 5年單位로 最大負荷時의 潮流計算에서 나온 送電損失과 變電所 設備容量의 0.25%로 본 變压器 無負荷損失電力을 合한 値에 장차 建設될 有煙炭火力과 原子力發電所의 容量 加重平均建設單價를 適用하였으며, Energy評價는 5年單位로 最大負荷 平均負荷 및 輕負荷時等에 대한 潮流計算을 하여 發生되는 損失電力이 年負荷曲線과 같은 패턴으로 變한다고 보고 年間損失電力量을 求하여 여기에 有煙炭火力의 燃料費原價를 適用하였다.

이상과 같이 하여 나온 2006年까지의 年度別 投資費評價와 損失評價 經費를 合하여 年度別 總經費를 求한 후 여기에 割引率 13%를 適用 1985年 現價로 累計하여 各案別 經濟性을 比較하였다.

나. 檢討 結果

2006年까지의 各案別 系統檢討 및 經濟性 評價結果는 표1과 같다

〈표-1〉 各 案別 檢討結果 比較

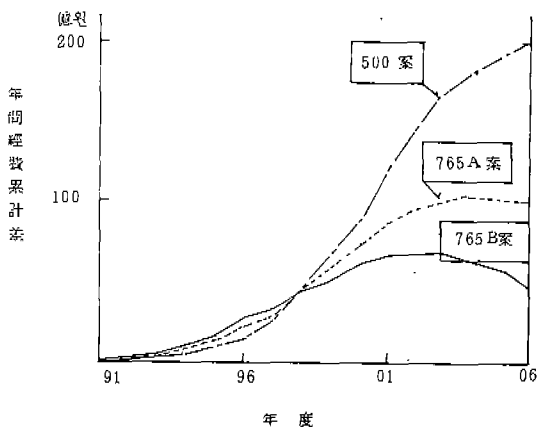
比較項目	365 案	500 案	765 A案	765 B案
各 案 特 性	主要幹線을 345 KV 送電線에 依해 擴張하는 案	主要幹線을 500 KV 送電線에 依해 擴張하는 案	主要幹線을 765 KV 1回線用 送電線에 依해 擴張하는 案	主要幹線을 765 KV 2回線用 送電鐵에 依해 擴張하는 案
送變電 建 設 投資費	1 (基準)	2 (2,139 億원)	4 (3,226億원)	3 (3,090億원)
年間經費 累計 (85 年現價에 依한 2006 年까지 年間經費累計)	1 (基準)	4 (200 億원)	3 (99 億원)	2 (46 億원)
國土 占用 面積 (2006 年 基準)	2 (基準)	3 (10KM²)	4 (27 KM²)	1 (-8KM²)
電力損失 (2006年基準)	4 (基準)	3 (-1016GWH)	2 (-1751GWH)	1 (-1873GWH)
故障容量 (2006年基準 345KV 母線)	4 (基準)	2 (-964MVA)	1 (-1341MVA)	3 (-948MVA)

표에서 알 수 있듯이 國土占用面積이나 電力損失面에서는 765B案이 가장 有利하였고 故障容量 增大抑制效果面에서는 765A案이 가장 바람직 하였으나, 345案이 2006年까지의 總投資費가 가장 적었고 損失經費를 包含한 年間經費 累計도 가장 적었다.

따라서 主要 格上事由中의 하나인 經濟性面에서

볼 때는 格上을 하지 않는 것이 有利하였고 格上을 한다면 500KV보다는 765KV級으로 하는 것이 經濟的이었다.

그러나 그림2의 345案에 對한 格上案들의 年間經費 累計差異 추세에서 보면 765B案과 345案과의 年間經費 累計差異가 2003年을 起點으로 하여 점차 줄어듬을 알 수 있다



〈그림－2〉 345案에 對한 格上案들의 年間經費 累計 差異 趨勢(1985年 現價 基準)

이는 765KV로 格上하는 案이 格上 初期의 投資費가 急增하기 때문인 것으로 볼 수 있으며 따라서 檢討期間을 2006年까지가 아닌 Horizon年度까지 연장한다면 765B案이 가장 經濟的일 것이다.

또한 765B 案이 線路經過地 占用面積이나 電力損失 減少効果面에서 가장 有利하므로 2000年代 以後의 長期 電力系統을 展望할 때 現 系統最高電圧인 345KV 를 765 KV級으로 格上함이 타당하다.

다. 格上時期 및 區間

檢討結果 765B 案에서 처음으로 765KV級 送電線이 系統에 並入된 것은 1996年 345KV靈光－靑陽T/L을 全州부근에서 2π分岐하여 全州変電所를 建設하고 新南原変電所와 全州変電所間을 連結하는 約 55km區間으로서, 이를 765KV送電線으로 建設하여 新規發電所가 湖南地域의 新規立地에 建設되어 新南原에 連結될 때까지는 345KV로 運轉토록 하였다

한편 500MW級 新規 石炭火力에 對하여 既存立地를 最大 活用한다 하여도 1995年경에는 新規立地가 必要한 바 이를 京仁地域에서 가까운 中部地域 태안반도 부근에 建設할 경우, 이에 對한 系統連結은 765KV 送電線으로서 京仁地域에 連結하는 것이 장차의 系統構成面에서 바람직하다.

또한 1997年부터는 900MW級 大容量 石炭火力이 本格的으로 系統에 並入될 것이나 이들도 모두 中部나 湖南地域에 偏重될 것이므로 送電容量이나 送電距離를 감안할 때 역시 765KV級 送電線으로 系統에 連結하는 것이 妥當하다.

따라서 正確한 格上年度나 區間은 1990年代의 新規電源立地가 決定되어야 알 수 있으나 現段階의 豫測으로는 格上時期는 1995年에서 늦어도 1997年 사이가 될 것이며 初期區間은 湖南－中部－京仁 地域間中 1區間이 될 것이다

4. 推進 計劃

이러한 超高圧電圧 格上은 우리나라의 狹小한 國土與件 및 2000年代의 新技術 開發等을 展望할 때 國內 最終 最高電圧이 될 것이므로, 電力系統 特性 및 電力産業에 미치는 影響이 지대할 것이고 莫大한 初期投資費가 所要되므로 事業推進에 愼重을 기하지 않으면 안된다. 따라서 금년중에는 電力需要 및 電源立地等의 不確實性을 감안한 Horizon年度까지의 長期電力系統計劃을 檢討하여 格上 妥當性을 좀 더 客觀性있게 檢討하는 한편, 1985年 設計하여 今年 4月 建設完了한 Corona Cage를 利用 各種 Corona장애를 試驗完了할 豫定이다.

이러한 格上設備特性에 대한 연구는 長期間에 걸친 段階的 推進이 필요하므로 格上事業의 確定與否에 불구하고 持續的인 推進이 要求된다.

따라서 來年부터는 格上系統에 對한 系統安定度 向上對策 및 系統保護方式 等 系統特性에 對한 研究檢討를 하는 한편 2回線 鐵塔의 試驗線路 建設도 推進하여 각종 環境障碍에 對한 實證試驗과 機資材國産化를 도모코자 한다.

*