800kV 級 送電線路의 建設展望

Prospects for the Adoption of Higher Voltage Level (800kV Class) in Power System

申 祥 均

韓電 電源計劃部 系統計劃擔當役

1. 序言

우리나라의 超高壓 電壓 格上에 對한 檢討를 시작한지 벌써 5年程度가 지난 現時點에서 超高壓電压 格上의 必要性과 海外 格上現况을 再吟味해보고 格上時期 및 앞으로의 推進計劃等에 對하여 要約 紹介하여 보기로 한다.

2. 格上 必要性

우리나라의 電力需要는 그동안 工業化를 주축으로 한 高度成長에 발 맞추어 世界的으로 보기드문 高伸長率을 보여왔다. 3社 統合當時만 하여도 370 MW였던 發電設備 容量이 1983年末에는 13,115MW로서 35倍나 增加하였고, 606C–km에 불과하였던 154kV以上 送電線路가 9,716C–km로 增加하였다. 이러한 量的 增加와 함께 設備의 多樣化도 이루어져 原子力 및 揚水發電所가 各各 1978年과 1979年 竣工되었으며 늘어나는 地域間 融通電力에 對備하여 345kV 超高壓 送電線路가 1976年 運轉을 開始한 以來 1986年에는 345kV全國 Loop가 構成될 計劃이다.

그러나 앞으로 負荷 密集地域에는 더 以上의 新規電源立地를 確保하기가 어렵게 되고 環境制約 및 國土開發로 送電線路用 ROW確保 또한 심각한 問題로 대두되고 있다. 이러한 諸要因을 考慮할때 最小의 ROW로서 많은 輸送電力을 감당하기 위해서는 現系統 最高電压인 345kV를 한단계 높은 電压으로 格上할 必要性이 대두된 것이다. 이러한 우리나라의 電壓格上의 主要 必要性을 좀더 具体的으로 說明하면 .

첫째, 單位線路當 수송능력을 增大하여 격증하는 送電線路用 ROW要所를 節減코저 하는 것이다. 즉 電源이 負荷中心地에서 遠距離化되고 대형화됨에따라 地域間에 電力需給의 不均衡이 深化되고 있으며 이러한 趨勢는 1990年 以後 負荷地域 근처의 既存火力設備가 내용년수 경과로 순차 廢止케 됨에 따라 더욱 加重되어 ROW所要를 增大시키고 있다. 이를 計數的으로 보면 1996年에 있어 京仁地域 總需要는 約 9,000MW로 增加하나 發電設備는 現在 4192MW에서 1996年에는 3622MW로 오히려 減少하여 最小限 6000MW程度가 他地域에서 融通되어야 하며

SIL로 본 送電容量을 基準하여 볼때 345kV로는 9 Route가 所要되나 800kV 級으로는 約 2 Route로 輸送可能케 된다. 따라서 800kV級 線路 한 Route가 345kV에 比해 2倍程度의 선하부지를 차지한다 하더라도 全体的으로 절반이하의 ROW로 同一電力을 輸送할 수 있게 되는 것이다.

둘째는, 故障電流가 系統規模 增大에 따라 繼續 커지기 때문이다. 現在 345kV 系統에서는 最大故障容量을 25,000MVA로 보고 機器設備를 하고 있으나 負荷水準이 50,000MW되는 2000年以後 系統을 개략 構成한後 試算한 結果에 依하면 345kV 單一電壓으로 繼續擴張時 25,000MVA를 超過하는 母線이 상당수이며, 이를 母線分離等에 依해 減少시키고저 하였으나 系統安定度 및 潮流分布上의 制約이 따라 母線分離의 限界가 있었다. 따라서 系統故障電流의 增大를 抑制키 위한 方案으로서 電壓格上이 考慮되고는 있는 것이다.

셋째는, 經濟性이다. 單位線路當 建設費는 800kV 級 送電線이 345kV에 比해 1.7倍程度이나 送電距離가 300km를 超過하는 경우의 SIL에 依한 送電能力이 4.5倍程度가 되어 單位送電電力當 輸送費用은 800kV 級이 오히려 345kV의 40%밖에 안되며, 變電設備費用까지 包含하게 되면 輸送距離 250km程度가 基準이 되어 그以上 距離이면 800kV 級이 有利하게 된다. 한편 電力損失을 比較하여도 800kV 級이 回線數가 적음에도 불구하고 總損失이 적은 것으로 나타난다. 그러나 格上時期에 있어서는 初期投資費 規模에 比해 輸送電力이 相對的으로 적어 오히려 345kV로만 擴張하는 것이 有利할 수도 있으므로 結局 格上時期를 언제로 잡느냐가 매우 重要한 問題이다.

이상 主要必要性外에 系統信頼度 向上 및 國內電氣産業 發展에 이바지하는等 그 파급効果도 대단할 것이다.

3. 海外格上 現況

1965年 카나다 Hydro-Quebec社가 5000MW級 大規模 水力發電所 建設에 따라 Manicouagan H/P 에서 Montreal지역까지 735kV 送電線 600km 1回線 建設을 효시로 소련, 美國等이 잇달아 750kV, 765kV 級 送電線의 運轉에 들어가 이때부터 世界는 800kV 級 送電時代로 돌입하게 되었다.

最近의 800kV 級 系統 運轉國家로는 브라질로서 브라질남단 Itaipu Binacional에 建設되는 12,600MW의 水力發電을 Sao Paulo와 Rio de Janeiro에 送電하기 爲해 750kV 送電線 900km 3回線을 1982年에 建設하였다.

한편 世界主要國의 超高壓電壓 格上推進 現況을 살펴보면, 아래표와 같으며 이表에서 알 수 있듯이 대략 既存電壓의 2倍 以上으로 格上電壓을 定하고 있다.

國 名	既存系統電壓(kV)	格上檢討電壓(kV)
美 國	765	1500
〃	500	1100
카나다	735	1500
日 本	500	1000
이탈리아	380	1000
대 만	345	765
스웨덴	380	800
소 련	750	1150

우선 美國의 格上推進은 1990年代 建設豫定으로 AEP가 ASEA와 共同으로 1500kV 級 送電 可能性의 研究를 進行하고 있으며 西部 BPA에서는 Wyo-ming Montana등에 建設中인 石炭火力과 大容量 Peak用 水力等 8,000MW~10,000MW의 電力을 西部에 送電하기 爲한 1100kV 送電線(最高1200kV) 1回線을 建設中으로 1990年代初에 運轉 開始豫定이다.

소련은 시베리아 지역에 豊富한 石炭을 利用한 大規模 發電電力을 소련의 유럽地域에 送電하기 爲해 1150kV(最高1200kV), 約 5000MW 2000km送電(1回線)을 計劃中으로서 1980年代 中半에 運轉開始豫定으로 있으며 이미 實證試驗을 겸한 線路 一部分 約 270km를 建設中이다.

한편 이탈리아에서는 피사, 베네치아 주변 海岸에 5000MW以上의 原子力 및 火力發電所를 建設하여 그出力을 北部에 輸送키 위해 1000kV 送電線(最高1050kV) 1回線을 計劃中으로서 1990~1995年에 實用化 豫定으로 있다. 이웃 日本에서는 現 500kV 系統에 對한 格上目標를 1000kV (最高電壓 1100kV)로 하고 이미 1000kV 級 2回線 試驗用 送電線을 電力中央研究所에 建設하여 各種 試驗中이다.

또한 우리나라와 與件이 비슷한 台灣 電力에서는 新規 原子力發電所가 南部地域에 偏重케 됨에 따라 이出力을 北部 負荷地域에 融通시키기 爲해 AC. 765 kV 系統 또는 D. C±500kV 系統에 對하여 比較檢討를 하고 있으며 1990年代初 格上을 豫想하고 있다.

國際的인 硏究 및 標準規格 機關인 CIGRE, IEC (國際電氣標準會議)等도 UHV送電의 檢討가 활발하여 IEC는 1977年 UHV送電의 標準最高電圧을 800 kV 및 1200kV로 하고 그中間의 電壓도 標準化시킬 豫定이다.

다음 HVDC送電에 關해서는 소련이 ±750kV, 2500km를 1987年 竣工豫定으로 있고 美國에서도 太平洋 南北連系(第2期分)±600kV, 1700km가 今年에 運轉되며 日本에서도 超高壓格上 對策으로서 ±500 kV 系統을 檢討하는等 大電力 輸送手段으로서의 DC送電도 각광을 받고 있다.

4. 格上時期 및 推進計劃

超高壓電壓 格上時期를 槪略 計算하는 經驗式에 依하면 우리나라의 次期 格上時期는 負荷水準이 25000MW程度되는 時點이다. 우리나라의 超高壓格上推進이 처음 거론되기 始作한 1978年의 長期電源開發計劃에 依하면 1991年의 總發電設備가 35000MW程度이고 總需要가 25000MW를 超過하여 1991年前後를 格上 目標年度로 하여 超高圧格上 推進計劃을 樹立하였던 것이다. 이러한 格上推進計劃에 依해 1979年과 1980年 사이 格上檢討要員 21名을 選定하여 W.H 및 SSPB에 海外硏修를 시키는 한편 海外格上現況 調査를 始作하였으며 國內 154kV에서345 kV로 格上한 經驗을 토대로 自体的인 技術로서 格上을 推進코저 하였다.

그러나 1978年까지의 年10~20%이던 電力需要高成長率이 1979年 以後에는 景氣침체등으로 年 10%미만으로 떨어지자 長期電源開發計劃도 수차 縮小調整되어 現豫測으로는 1991年 總需要가 16640MW, 1996年 24200MW로서 1978年 當時에 比해 많은 変動을 가져왔다. 따라서 超高壓格上이 必要한 年度도 1990年代 後半으로 지연되게 되었으나 이러한 格上時期는 新規電源이 어떻게 配置되느냐에 따라 많은 가변성이 있으며 앞으로 細部的인 系統檢討를 한후 決定될 사항이다.

한편 次期 超高壓格上은 우리나라의 地理的 與件 및 新技術開發等의 展望을 볼때 國內 最終最高로 豫想되어 電力系統特性 및 國內 電氣產業界에 미치는 영향이 지대할 것이고 막대한 初期投資費가 所要되므로, 格上電壓 選定에는 愼重을 기하지 않으면 안된다.

現在 海外 格上事例를 볼때 우리나라의 格上電壓은 700~800kV 級이 타당할 것으로 보이나 이는 어디까지나 趨勢이므로 앞으로 現 345kV 系統을 繼續擴張하는 경우와 500kV 級으로 格上한 경우, 800kV 級으로 格上한 경우들에 對하여 各各의 系統檢討와 經濟性을 比較한後 決定코저 한다. 또한 우리나라의 系統構成이나 地理的 與件等을 볼때 直流 送電系統의 導入은 어려울 것으로 豫想되나 故障電流抑制, 系統安定度 및 潮流制御等에서 良好한 特性을 가지므로 이의 可能性도 일단 檢討코자 한다. 따라서 負荷水準 25000MW以上이 되는 1996年 前後系統에 對하여 潮流, 故障電流 및 系統安定度 等을 檢討하여 1985年까지 格上與否와 格上電壓을 決定코자 하고 있으며 이러한 檢討를 신속 원활히 推進키 위해 美國 PTI會社에서 開發한 系統分析 Program도 今年 4月 導入하였으며 長期 地域別 負荷 및 系統構成을 檢討 進行中에 있다.

이러한 系統檢討와 並行하여 今年부터는 環境장애 및 設備特性 硏究를 國內外 硏究機關과 協調하여 推進하고 있다.

또 硏究計劃에 依하면 1989年까지 系統保護方式等에 關한 檢討가 이루어질 것이며 導体設計, 各種 Surge와 耐汚損設計 및 支持物에 對한 槪念設計를 1987年까지 完了할 計劃이다. 또한 來年까지 Corona Cage設計를 하고 1989年까지 試驗線路를 建設하여 各種 障害檢討 및 設備特性等 實證試驗을 進行코저 한다. 이러한 제반검토가 끝난후 格上設備에 對한 사양작성과 建設에 着手하게 될 것이다.

5. 結言

以上에서 밝힌바와 같이 우리나라의 超高壓 格上은 地域間 融通電力 增大에 의한 ROW確保難, 經濟性 및 故障電流增大抑制 等을 爲하여 檢討되고 있으며 來年까지 格上與否 및 格上電壓을 決定하기위해 系統檢討를 進行中에 있다.