

技 術 展 望

800KV級 超高壓 格上 技術

—電壓選定 및 系統構成, 絶緣레벨選定, 送電線導體選定

李 吉 淳* · 李 仁 圭**

1. 序 論

2. 格上電壓 및 系統構成

1. 序 論

海外電力會社의 超高壓格上 現況에 대하여 前年度에 發表한 바 있으며(電氣學會誌 1980年 1月號 및 5月號 參照) 要約하면 아래와 같다(표1 參照).

이와 같은 超高壓格上에 대하여 前報告書에서는 概略的으로 考察하였으나 이번에는 格上電壓 및 格上時期, 絶緣協調, 送電線導體에 對한 各國의 檢討技法 및 檢討事例에 關하여 詳細하게 考察하여 發表하고자 합니다.

표 1. 800KV級 電壓格上表

格上年度	國名(電力會社)	格上電壓	格上設備現況
1965	카나다(Hydro Quebec)	315KV→735KV	735KV T/L : 5,000c-km (1979年末)
1969	美國(American Electric Power)	345KV→765KV	765KV T/L : 2,400c-km(1979年末)
1982	브라질(Centraís Electricas Brasileiras SA)	345KV→750KV	750KV T/L : 1—900km×2Route(1982年末)
1982	베네켈라(C.V.G. Electrification Delcaroni C.A.)	400KV→765KV	765KV T/L : 1—600km×2Route(1982年末)
1985	스웨덴(Swedish State Power Board)	400KV→800KV	800KV T/L : 1—200km×1Route(1985年末)

2. 格上電壓 및 系統構成

가. 美國 AEP의 765KV系統

AEP는 1916년에 138KV로, 1952년에 345KV로 格上하였고, 1969년에는 다시 765KV로 格上하였으며, 765KV格上檢討는 1960년부터 着手되었다. 이것은 345KV導入後 8年만에 다시 格上을 檢討하게 된 것이다. 765KV 格上檢討當時의 電力需要增加率를 보면 過去(1940

~1960)에는 年間 7.7%이였으며 向後 20年間(1960~1980)에는 5%로 展望하였다. 따라서 繼續的인 電力需要의 增加로 最大負荷는 1970年末 10,500MW, 1980年末 20,000MW로 보았고 發電機容量의 大型化로 800~1,300MW級이 建設될 展望이었다. 發電所는 石炭火力이 主宗을 이루었으며 長期電源開發計劃에 따라 原子力發電所가 建設될 展望이었다.

따라서 AEP는 系統規模擴大 및 用地問題를 考慮하

格上電壓	建設費	送電電力	建設費/送電電力의 對比	格上電壓比
345KV→700KV	2.3배로增加	5배로增加	46%	2.2배
345KV→500KV	1.5배로 "	2배로 "	75%	1.5배
138KV→345KV	2.2배로 "	5배로 "	44%	2.5배

* 正會員 : 韓國電力公社 電源計劃部

** 正會員 : " "

여 系統電壓을 格上하기 위한 檢討를 着手하였으며 格上電壓의 選定對象電壓은 既存 345KV, 500KV, 次上

位の 700KV로 하여 建設費와 送電電力을 比較하였다.

345KV/700KV格上時는 建設費/送電電力이 46% (345KV對比), 345KV/500KV格上時는 建設費/送電電力이 75%(345KV對比)로 나타나서 700KV로 格上하는 것이 經濟的이었고 用地問題解決側面에서 볼 때에도 700KV格上이 合理的인 方法이었다. 이것은 過去 138KV에서 345KV로 格上할 當時의 格上電壓比(2.5倍)와 비슷한 것으로 나타났다. 따라서 AEP는 500KV系統이 運轉되고 있었으나 700KV級으로 格上함을 目標로 하였다. 그리고 初期의 格上檢討當時(1960年)에는 格上電壓을 700KV로 하였으나 格上計劃確定段階(1963

年)에서 캐나다 H.Q에서 735KV送電線을 建設하고 있었고, IEC에서 700KV의 最大運轉電壓을 750KV/765KV로 檢證적으로 標準電壓으로 採擇하였으며, 765KV級 機器製作이 可能하게 되었다. 따라서 AEP는 格上電壓을 765KV로 變更하여 格上經濟性 및 必要時期를 檢討하였다.

過去の 格上趨移를 보면 (표2參照) 最大需要가 格上電壓送電線 送電容量의 4.5倍 程度, 最大發電所容量이 格上送電線容量의 0.8~0.9倍 程度에 이르면 格上하는 것으로 나타나, 765KV格上은 1975년에 必要한 것으로 展望했다.

표 2. 超高壓電壓 格上 趨移 및 展望

年度	最高送電電壓	EHV送電容量(150 MILE기준 MW)	最大負荷 (MW)	最大發電所 (MW)	最大發電機 (MW)	(D/C)	(E/C)	(F/C)
(A)	(B)	(C)	(D)	(E)	(F)	(G)	(H)	(I)
1952	138KV	80	2,899	600	150	36.2	7.5	1.87
1952	345KV	625	2,899	600	150	4.5	0.96	0.24
1963	345KV	625	6,700	1,100	500	10.7	1.76	0.8
1975	345KV	625	14,000	2,500	800	22.4	4.0	1.28
1975	700KV	3,140	14,000	2,500	800	4.5	0.8	0.25
2000	700KV	3,140	42,500	5,000	1,500	13.5	1.6	0.48

다음으로 格上에 對한 經濟性分析(Generalized Economic Analysis)을 檢討한 結果 送電電力과 送電費用을 比較하여 經濟性分岐曲線(Economic Breakeven Relation Curve)을 導出하였다. (그림 1 參照)

上記檢討結果에 의하면 AEP系統의 送電線互長은 150~200mile程度로 765KV格上이 經濟性面에서 有利하게 되려면 送電容量(Transmission Requirement)가 2300MW以上 되어야 하는 것으로 나타났고, 格上檢討當時 AEP의 系統最大負荷는 6,700MW, 送電容量(Transmission Requirement)

은 1,000MW로 最大負荷의 15% 程度였다. 그리고 長期需要豫測에 의하면 1970年 : 10,000MW, 1980年 : 20,000MW, 1990年 30,000MW로 나타났고 送電容量(Transmission Requirement)은 1975年頃에 가면 2,300MW로 推定했다. 따라서 經濟性分析 結果에 의하면 超高壓格上은 765KV로 1975년에 必要한 것으로 展望했다(그림 2 參照)

AEP는 위와같은 格上妥當性檢討를 거쳐 格上系統構成網에 對한 潮流, 安定度, 用地問題等を 綜合的으로

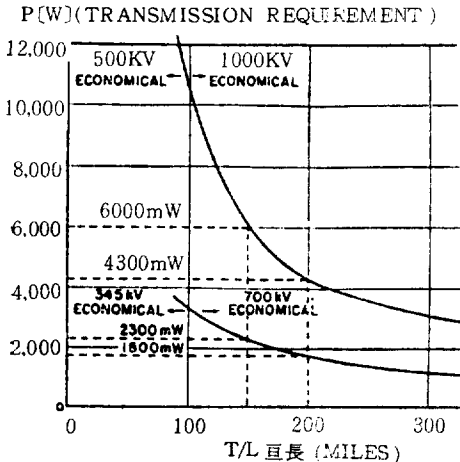


그림 1. 經濟性分岐曲線

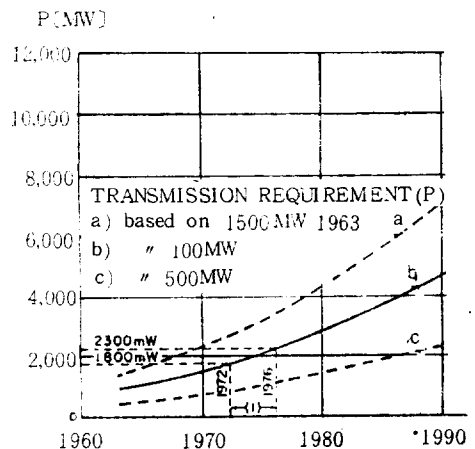


그림 2. 765KV格上時期展望

檢討하여 格上計劃을 確定시켰으며 그 導入時期를 當初보다 5年程度 앞당겨 1969年으로 하였으며 이는 아래와 같은 計劃基準을 適用하였기 때문이다. 即 超高壓格上의 妥當性을 立證하기 위하여는 計數的인 精密計算에 너무 依存하는 것보다는 長期系統計劃方向 및 展望, 信賴度 및 用地나 美觀等 環境問題等を 考慮하여 巨視的으로 立證되어야 하기 때문이다. 또한 765KV 格上이 長期的으로 볼때 妥當性이 立證되면 運轉初期부터 滿負荷運轉을 피하고 既存基幹系統擴張에 따른 投資의 重複을 抑制하기 위하여 765KV 格上系統의 導入時期를 可能한 앞당겨야 한다. 이와같은 765KV 格上計劃에 따라, 1973년까지 1102c-mile의 765KV 送電線을 建設키로 하였으며, 最初로 765KV 運轉을 開始한 것은 1969年 5月 9日로 運轉區間은 Baker-Marquis T/L 66mile였다(표 3 參照)

765KV 格上系統의 初期 2年間 運轉實態를 보면 系統潮流는 事故時 1,500MW, 定常時 1,000MW로 나타났 다. 그리고 5年後인 1975年 夏季에 事故時는 2,600MW, 定常時 1,200MW로 豫測되었다. (표 4 參照) 이와같은 電力潮流는 765KV 送電線의 送電容量에 比하면 輕負荷로서 이는 새로이 導入되는 765KV 格上系統의 運轉初期부터 765KV 系統에 全的으로 依存함을 피하기 위함 이었다.

765KV 系統의 Shunt compensation은 1969年에 150%, 1970年에 100%, 1971年에 75%로 維持되었고(그림 3·1 參照) 系統電壓은 680~760KV로 나타났 다. 따라서 AEP는 系統電壓을 加급적 낮게 하였으며 새로 設置되는 765KV 變壓器의 TAP은 五段階(765KV, 746KV, 727KV, 708KV, 689KV)로 하였다.(그림 3·2 參照)

이와같이 導入된 765KV 系統의 1974年~1979年間 擴張을 보면 370 mile의 765KV 送電線이 建設되었 으며

표 3. 建設計劃表

線路名	建設竣工日	亘長 (MILE)
Baker-Marquis	9/69	65.7
Baker-Broadford	13/70	125/5
Jefferson-Dumont	12/70	203.5
Baker-Amos	16/70	47.7
Amos-Kammer	27/71	116.6
Broadford-Jackson's Ferry	16/71	48.9
Dumont-Wilton Center	24/71	62.7
Kammer-Dumont	11/71	330.4
Jackson's Ferry-Cloverdale	6/73	65.0
Dumont-Cook	10/73	35.6
Total Circuit Miles		1101.6

표 4. 765KV 線路負荷(MW)

線路名	運轉初期	1971 夏季		1975 夏季 (豫想)	
		定常運轉	事故時	定常運轉	事故時
Baker-Marquis	30	700	1,200	850	1,700
Baker-broadford	175	125	800	600	1,200
Jefferson-Dumont	750	1,050	1,450	600	1,500
Baker-Amos	450	500	1,000	1,200	2,300
Amos-Kammer	450	100	800	550	2,600
Broadford-Jacksons Ferry	500	250	600	350	800

現在 五個線路 總 507 mile의 線路가 建設中에 있어 이 들이 完工되면 765KV 系統은 Grid system으로 되며 總亘長은 2,000 mile이 될 것이다. (그림 4 參照)

나. 스웨덴 SSPB의 800KV 格上

스웨덴 電力系統은 400KV, 220KV, 132KV 電壓으로 構成되어있으며 400KV 運轉은 1952年에 始作되었고 當時에는 世界에서 最高運轉電壓이었다. 그當時에 美國은 AEP에서 345KV 運轉을 開始하였었고, 220KV 運轉은 1936年에 始作되었다. SSPB의 400KV 格上計劃을 살펴보면 1946年에 計劃을 確定하여 推進하였다. 400KV 格上檢討當時 基幹系統 (Trunk Line System)은 北部地域의 水力發電所와 南中部地域의 負荷를 連結하는 220KV 送電線 5回線이 運轉되고 있었으며, 亘長은 450 km程度였다. 그리고 輸送電力은 1946年當時에 750MW 이었다. 그러나 電力需要의 增加로 北部地域 水力發電所 建設擴大計劃으로 1955년에는 輸送電力(Transmissi-

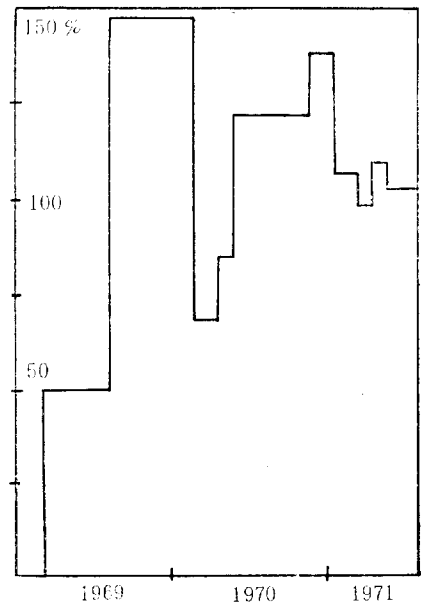


그림 3·1. Shunt compensation

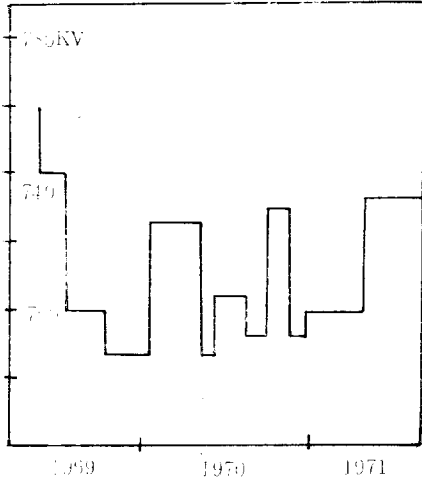


그림 3.2. Baker s/s電壓

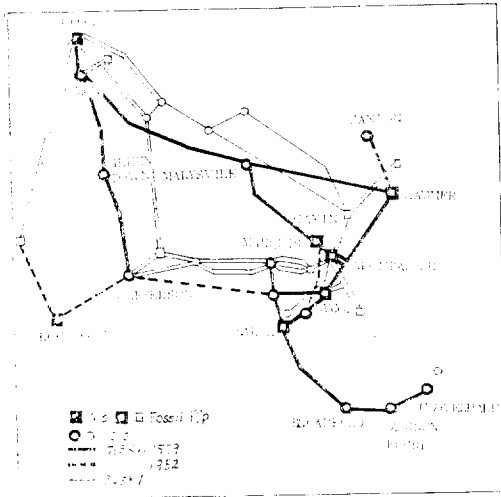


그림 4. AEP 系統圖

on Requirement)은 3,000MW로急増될 것으로展望했다. 따라서 이와같은 輸送電力 增大에 對備하기 위하여는 既存 220KV系統의 擴張으로서는 回線數가 過大하게되어 上位電壓으로서의 格上이 必要하게 되었고, 格上電壓의 選定에 對한 檢討를 하였다. 이를 위하여 送電費用을 單純系統에 對하여 아래 式의 式의 評價하였다.

$$\text{Total transmission cost} = 7,560L \frac{P}{U} + 2,600L + 1,400P \\ + (12.65L + 10,630) \sqrt{PU} + (20L + 2,400) U$$

[Swedish Kr/year]

L=Line length (km)

U=Operating voltage

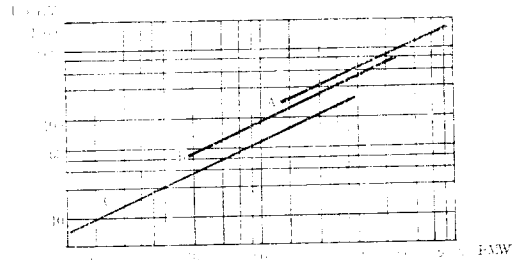
P=Transmitted power

Transmission angle difference <math><30^\circ</math>

$$\text{Economic voltage} : \frac{\partial(\text{cost})}{\partial(\text{voltage})} = 0$$

$$\therefore U_0 = 4.0 P^{0.45} (\ln L - 1.9)$$

이와같은 經濟電壓評價에 依하면 (그림 5 參照) 輸送電力이 3,000MW相當時 2個系統으로 分離하면 1,500MW에 對한 經濟電壓은 送電距離가 600km 以內이므로 500KV程度로 나타났으나, 500KV送電技術은 研究段階로 實用化가 困難하여 線路나 機器製作技術水準上 400KV電壓의 導入이 可能한 것으로 나타나 400KV로 格上하기로 하였다. 400KV系統網構成計劃은 아래 그림과 같이 推進되었으며, 1979年末 送變電設備現況은 400KV T/L은 8,199km, 220KV T/L은 5,363km, 400KVs/s는 21,700MVA, 220KV s/s 12,121MVA이었다. (그림 6 參照)



A : L=600km, B : L=200km, C : L=500km

그림 5. 經濟電壓

SSPB는 1960年代末부터 水力電源開發로부터 火力電源開發方式으로의 轉換이 着手되었다. 이는 電力需要의 年 6~8%의 계속적인 增加와 北部地域의 水力資源開發에 對한 住民反對에 기인되었다. 따라서 火力發電所는 可及의 負荷地域인 中部以南地域에 建設하였고 發電所建設地點이 環境障害로 嚴約을 받게되어 發電所規模가 增大하게 되었다. 이와같은 電源開發計劃에 따르면 地域間 電力融通(Transmission Requirement)가 增大하게되므로 既存 400KV系統은 擴張할 것인가, 또는 上位電壓인 750KV로 格上할 것인가를 1970年代初에 檢討하게 되었다.

長期電源開發計劃에 의하면 1995년까지 6000MW級 原子力發電所 8個所가 南部地域의 東南海岸에 建設이 展望되어 이것을 對備하여 400KV送電方式과 750KV格上送電方式에 對하여 比較檢討를 하였다.

向後 20年後인 1995年度의 基幹送電系統에 對한 檢討結果에 의하면 經濟性面에서 볼때 (그림 7 參照) 原子力發電所를 均等配置하면 400KV系統擴張이 有利하고 東海岸에 置重하면 750KV格上時, 系統導入後 5年 부터(即 東岸發電所配置率 65%以上 時) 750KV格上이 有利한 것으로 나타났다.

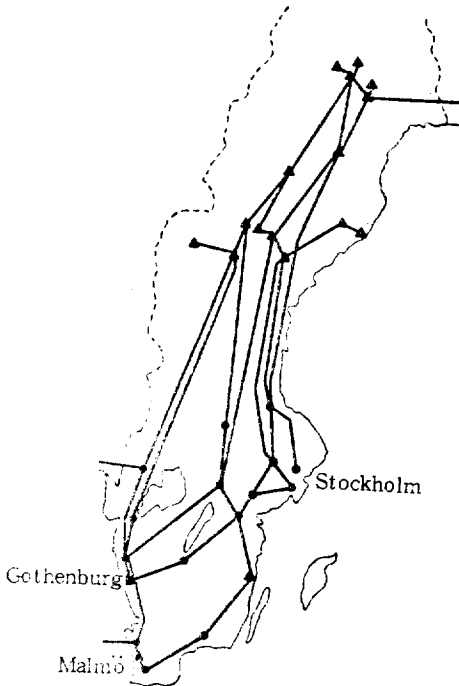


그림 6-1. 400KV系統(1979) ▲P/P ●s/s

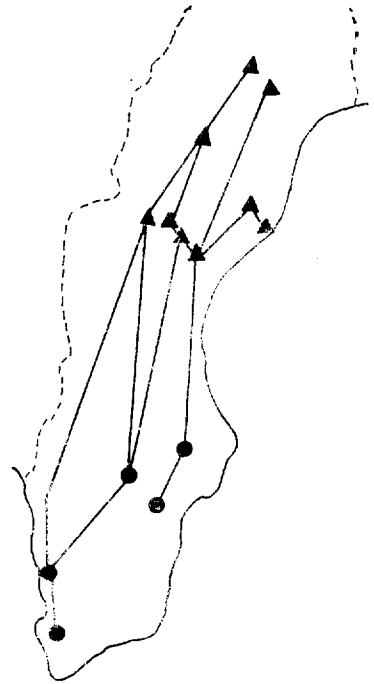


그림 6-2. 400KV系統(1962)

그리고 故障容量은 400KV系統의 擴張時는 60KA까지 增加되나 750KV로 格上時는 35KA까지 낮출수 있는 것으로 나타났다. 또한 環境障害 및 土地利用防害에 따라 送電線路의 R.O.W.나 變電所用地를 確保하기가 대단히 어려워지고 있으므로 送變電設備建設에 必要한 用地를 可及的 絶減하기 위하여는 400KV系統擴張보다는 750KV로 格上하는 것이 有利한 것으로 나타났다. 따라서 經濟性面에서 볼 때는 750KV格上이 時急한 것이 아니었으나 故障容量이 增大하는 것을 抑制하고 送變電設備建設에 必要한 用地의 確保難을 解決하기 위하여는 750KV를 可及的 빨리 導入하여야 할 것으로 展望되었다.

750KV系統導入時期는 大規模原子力發電所가 系統에 併入되는 1980年代初로 豫想하고 向後 8~9年間이 海外 資料調査, 750KV系統網構成計劃, 機器 및 設備의 諸元決定, 設計 및 施工에 所要되어야 할 것으로 보았다. 1974년에 成案된 750KV系統網構成計劃에 依하면 1990年頃까지 原子力發電所는 四個地點(東岸 2個所, 西岸 2個所)에 局限될 수밖에 없으므로 1個地點當 2,000MW以上の 規模가 되어 送電容量 (Transmission Requirement)가 4,000MW程度에 이르게 되므로 750KV系統網으로 이들 原子力發電所와 負荷地域을 環狀으로 連結하도록 하였으며 750KV送電線路의 最終互長은

1500km에 이르케된다. (그림 8 參照)

이와같은 800KV(公稱電壓 750KV)格上計劃은 世界的인 第1次石油波動에 따른 經濟成長의 둔화와 美國의 Threemile Island原子力發電所事故로 因한, 原子力發電所建設縮小調整으로 再檢討되었다. 1979年度의 檢討結果에 依하면 400KV系統擴張方式과 800KV系統導入方式에 對하여 經濟性과 送變電設備建設에 따른 農耕地毀損面積이 아래와 같이 比較되었다(표5~7 參照)

이와같은 800KV格上에 對한 再檢討結果, 投資 및 系統運用的 經濟性을 提高하고 每年 惡化되어가는 用地問題를 解決하기는 800KV格上이 必要한 것으로 나타났다. 따라서 SSPB는 首都 Stockholm北方 100km地點의 原子力發電所를 首都負荷地域에 連結하기 위하여 800KV送電線 140km를 1985년까지 建設하기로 하였다(그림 9 參照)

다. Venezuela EDELCA의 765KV格上

石油價格의 昂騰으로 主發電源을 石油에서 水力으로 轉換이 促進되어 大規模水力發電所建設計劃을 樹立하여 首都 Caracas의 主負荷地域에서 600km 떨어진 Guyana地域의 Caroni江에 14000MW級의 GURI 水力發電所를 建設하도록 하였다. 1978年末 最大負荷는 4470MW이었으며 1982년에는 7670MW로 豫測되었고 過去의 平均增加率은 14%를 나타냈고 1980~1990年代에는

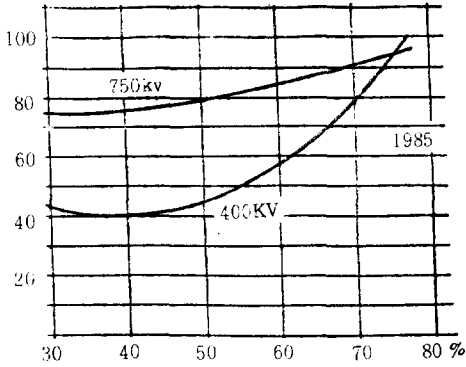


그림 7-1. 經濟性比較(1985)

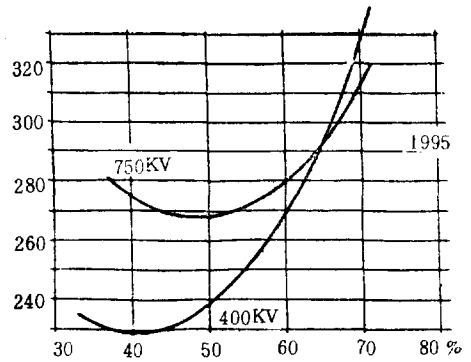


그림 7-2. 經濟性比較(1995)

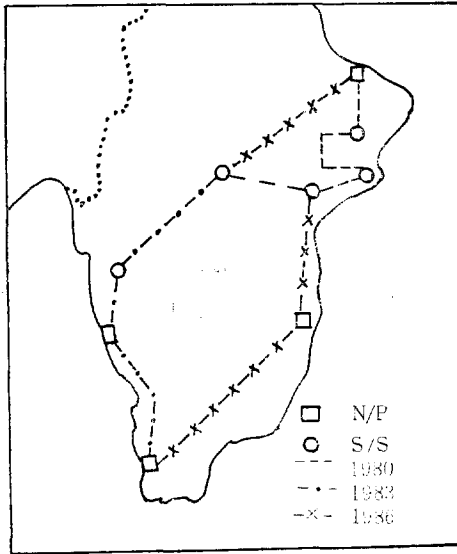


그림 8. SSPB 800KV系統

電力需要增加率에 6%로 展望되어 1996년에는 21,000 MW로 보였다. 1996年度の 發電設備容量은 25,300MW로 그중 7,300MW는 火力發電所, 18,000MW는 水力發電所가 될것이며 水力中 16,000MW(68%)는 Guayana地域에 位置되었다. 이와같은 系統擴張展望에 따르면 Guayana水力發電地域과 首都圈의 負荷中心地域間의 送電容量(Transmission Requirement)은 11,000MW에 達할 것으로 展望되었다(그림 10 參照) 現在の 基幹系統은 230KV와 400KV電壓으로 構成되어 있어서 3,000 MW밖에 送電할 수 없어서 나머지 8,000MW電力을 輸送하기 위하여는 上位의 新電壓을 導入할 必要性이 大두되었다. 檢討電壓은 400KV, 765KV, ±600KVDC을 對象으로 經濟性을 比較하였다.

以上の 各對案에 對한 經濟性評價基準에 있어 評價에 있어 對象期間을 最初 格上後 20年間(1982~2000年), 建設資金利率 7%~11%, Escalation은 6%~10%

로, 評價項目으로는 機器價格 및 建設費, 系統損失, 코로나損失을 綜合的으로 分析했다. 그리고 코로나損失의 경우 400KV T/L 10KW/Km(4,2複導體), ±600KV DCT/L 15KW/Km(4複導體), 765KV T/L 25KW/Km(4複導體)로 보았고 1,500MVA變壓器는 7.5MW로 보았다. 그리고 損失係數(K)는 $K=0.2(LF)+0.8(LF)^2$, $LF=0.6$ 로 보았다. 이와같은 基準에 따른 經濟性의 綜合分析은 아래와 같았다. (表 8 參照)

經濟性面에서는 765KV scheme이 가장 有利하며, 技術的인 면에서 400KV scheme에 對하여는 첫째 400KV電壓은 1970年 以來 10餘年間 成功的으로 運轉되고 있는 電壓이며, 보다 많은 回線數를 갖게되어, 信賴性이 높은 系統이 될 것이다. 그러나 ROW確保가 深刻한 問題로 대두될 것이고 系統擴張에 따른 建設工事物量의 增大로 新線路가 追加될 때마다 供給信賴度를 阻害시킬 우려가 있고, 765KV scheme에 對하여는 400KV Scheme과는 反對로 ROW問題를 解決할 수있으며 絶

표 5. 檢討系統

系統年度	800KV系統導入		400KV系統擴張	
	1990년	2005년	1990년	2005년
系統最大負荷	26,050MW	29,050MW	26,050MW	29,050MW
檢討地域	東岸地域 (수도권포함)	東岸地域	東岸地域	東岸地域
系統構成	Forsmark N/P (3,000MW) 연결	Sunaas 석탄T/P (2,400MW) 추가연결	東岸地域	東岸地域
	800KV T/L 140km 1회선	800KV T/L 720km (Loop 망 구성)	400KV T/L 320km	400KV T/L 1,540km

표 6. 經濟性比較表 백만 \$

年度	區分	800KV系統		400KV系統	
		建設費	年間經費	建設費	年間經費
1990년	T/L	82.3	4.75	90	5.2
	S/S	46.3	2.68	25.3	1.45
	Reactor	6	0.35	5	0.3
	運轉維持費	—	1.05	—	0.78
	損失評價	—	0.58	—	2.78
	계	134.6	9.41	120.3	10.51
2000년	T/L	343.5	19.88	423.5	24.5
	S/S	117.8	6.8	64.3	3.7
	Reactor	21	1.2	12.5	0.73
	運轉維持費	—	3.2	—	2.83
	損失評價	—	2.43	—	11.38
	계	482.3	33.51	500.3	43.14

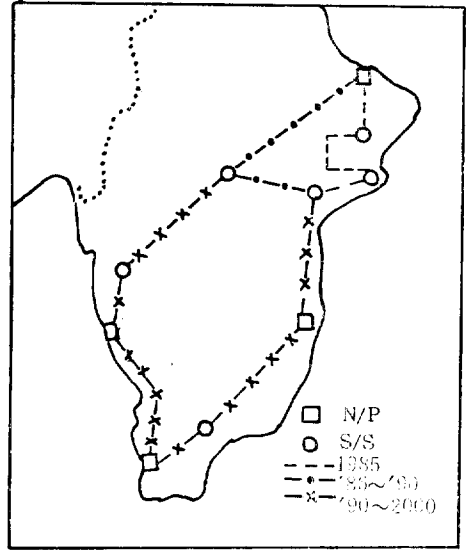


그림 9. 스웨덴 시스템

표 7. 線路用地比較

年度	系統	800KV 系統		400KV 系統	
		山林地域	農耕地域	山林地域	農耕地域
1990	T/L-150km	T/L-150km	T/L-30km	T/L-280km	T/L-40km
	山林 cutting 6.9km ²	Tower Area 0.07km ²	山林 cutting 12.9km ²	Tower Area 0.05km ²	
2000	T/L-570km	T/L-150km	T/L-1,250km	T/L-290km	
	26.2km ²	0.34km ²	57.5km ²	0.33km ²	

緣리벨을 높임으로서 落雷에 依한 事故를 抑制시킬 수 있어서 信賴도가 높은 系統이 될 수있는 것으로 展望 되었다. 그리고 600KV DC scheme은 系統安定度나 故障容量增大 問題가 없으나 AC/DC 變換裝置가 複雜하여 信賴도가 低下될 우려가 있었다. 따라서 765KV scheme이 經濟性, 技術的인 面이나, ROW確保等の 見地에서 볼 때 가장 適合한 것으로 判明되어 765KV 系統을 導入하기로 1976년에 決定하였으며 800KV 系統構成, 年度別建設計劃, 鐵塔 및 導體選定, 變電所單線圖, 그리고 開閉過電壓等에 對한 細部檢討를 實施하였다. 800KV 系統의 回線數는 電壓降下를 防止하기 위하여 水力發電所의 Collecting s/s에서 首都負荷地域의 Receiving s/s까지 4回線으로 하였다. 그리고 安定度(Transient Stability)를 維持하기 위하여 800KV 系統에 連結되는 水力發電所의 800KV 母線을 既存 400KV 系統에 連結함은 물론 開閉所(Intermediate s/s)를 設置 400KV 系統에 連結토록 하였다. 또한 800KV 系統의 受電端은 2~3個의 Receiving s/s로 構成하여 系統信賴度(system

Reliability)를 提高시키도록 하였다. 800KV 系統의 年度別構成計劃을 보면 1982년에 水力發電所—collecting s/s—Intermediate s/s—Receiving s/s間 800KV T/L, 2

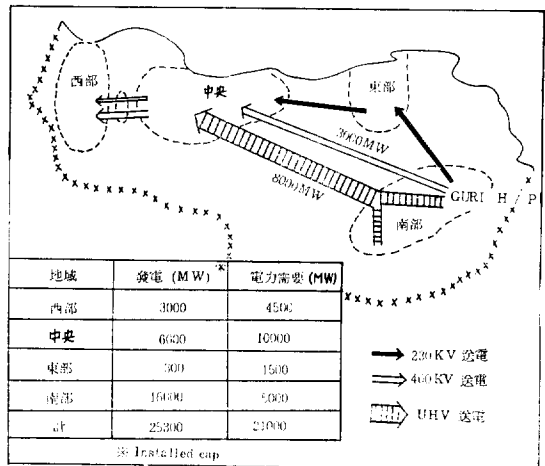


그림 10. 電力需給展望(1996)

표 8. 經濟性比較

區分	765KV 系統導入				400KV 系統擴張			
	GuriH/P 765KV×1 Bank		765KV×2 Bank		2回線 TW		1回線 TW	
Compensation	series	shunt	series	shunt	series	shunt	series	shunt
T/L 導體(MCM)	4×1351	4×1351	4×1351	4×1351	4×1033	4×1033	4×1033	4×1033
T/L	1144.6	1362.1	1144.6	1362.1	1505.2	1865.3	1359.2	2138.6
S/S	1090.6	1374.0	1252.5	1542.3	765.8	1321.4	740.8	1202.3
I ² R LOSS	209.0	178.2	209.0	178.2	424.1	344.4	578.5	380.0
Corona loss	79.3	87.7	79.3	87.7	71.9	86.4	50.3	74.5
Equipment loss	38.3	56.7	60.1	82.1	0	34.7	0	57.0
計(100萬 Bs)	2561.9	3058.8	2745.7	3252.5	2766.9	3652.2	2728.9	3852.6
	100 (base)	119	107	127	108	143	107	150

1) 1976 現價化 (1982~2000) (7%) 2) Escalation 6% 3) US\$ = 4Bs

回線を 運轉토록하였고 Receiving s/s는 2個所로, 相互連結는 하지 아니하였다. 1988년에 上記系統에 800KV T/L 1回線을 追加하고 Receiving s/s도 1個所를 追加하였으며, Receiving s/s를 800KV로 相互連結시키도록 하였다. 1994년에는 Caura 水力發電所의 竣工과 併行하여 既存 Collecting s/s까지 800KV T/L 2回線을, 그리고 既存 800KV系統에 800KV T/L 1回線을 追加하기로 하였다. (그림 11 參照) 鐵塔型에 對하여는 經濟性檢討에 依하면 Guy Tower가 自立式보다 15~20% 程度 廉價이나 Venezuela에는 使用實績이 없으므로 2個型의 鐵塔에 對하여 同時에 入札을 받아보고 最終으로 決定하기로 하였으며, Guy Tower에 對한 基礎試驗計劃을 수립하여 試驗에 들어갔고, 800KV送電線導體는 4複導體로 하기로 하였으며 經濟的인 送電線導體의 크기는 Guy Tower의 경우는 1,300MCM×4B, 自立式 Tower의 경우는 1,100MCM×4B로 나타났다. 그러나 Audible Noise(AN)을 考慮할 때 ROW排除距離(中央相에서 60m)에 있는 地點이 AN을 55dB以下로 하기위하여는 1300MCM以上の 導體가 必要하게 되므로 1,300MCM×4B가 最適인 것으로 判明되었다. 變電所單線圖를 決定하기 위하여 經濟性과 信賴度에 對한 詳細檢討를 實施한 結果 Collecting s/s와 Receiving s/s에서는 既存 400KV變電所에 採擇되고 있는 1.5遮斷方式이 經濟性 및 信賴度가 높은 것으로 나타났다. 그리고 絕緣協調의 檢討를 위하여 TNA study를 實施하였고 碍子連型을 決定하기 위하여 I string과 V string에 對한 檢討를 하였다. 建設間은 設計, 機器製作等을 包函하여 3年으로 보았고, 1982年까지 運轉에 들어가도록 하였다. 800KV變壓器容量은 潮流檢討結果, V 3×765/400K

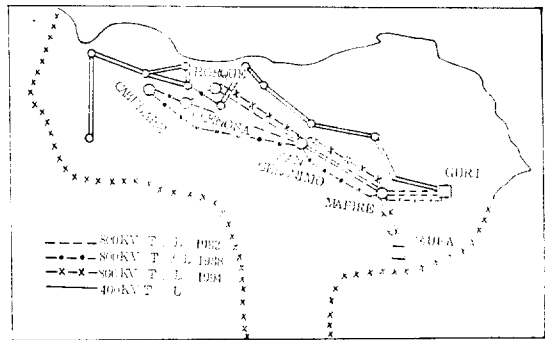


그림 11. 800KV 系統圖

500MVA와 765/230KV 3×333MVA로 하였으며 電壓調整은 發電所에서 할 수 있으므로 ULTC대신 Off-Load Tap(+10%~-5%)을 두었고, Impedance는 15%로 하였다. 變壓器의 BIL은 1,950KV SSL(Switching Surge Level)은 1,550KV, 開閉器類는 BIL을 2,100KV, SSL을 1,425KV로 하였다. 送電線의 碍子速은 I,V,I 형으로 하고 light contamination地域을 通過하는 경우는 Leakage distance를 24mm/KV로 보아 35個로, heavy pollution地域을 通過하는 경우는 Leakage distance를 33mm/KV로 보고 Anti-fog 37個로 하였다. strike distance는 5.5m로 遮蔽角은 IKL을 50으로 보고 20°로 하였다. 初期事業의 建設費를 보면 아래와 같다.

T/L 2×625km US\$169 million

Tr. (10,500MVA), Reactor (1,800 MVAR) US\$58 million

CB Bay (71 Bay) US\$138 million

(第31卷 第2號에 계속)