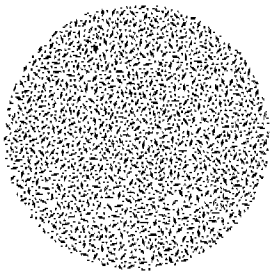
良質의 電力供給을 爲한 送変電設備의 現代化 計劃

Modernization plan of T & S facilties for qualitative improvement of power supply



趙 炳 憙

韓電 送変電處 技術役

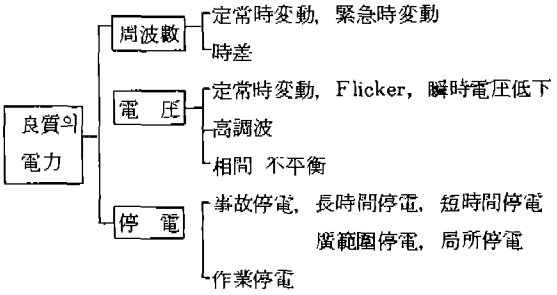
1. 序 言

良質의 電力이란 定電壓, 定周波數의 電氣를 中斷없이 需用家에 供給하는 것으로서 需用家의 要求도 國民生活 水準의 向上과 더불어 높아지고 있으며 또한 産業의 發達과 電子機器의 急速한 普及으로 負荷種類도 多樣化하고 複雜化하여 이에 對應하기 爲해서는 電力會社에서는 合理的인 設備計劃 効果的인 設備 運營, 끊임없는 新技術의 開發과 設備의 現代化等이 推進되어야 할 것이다. 그러므로 良質의 電力에 關聯되는 各 要素들을 먼저 分類하고 이들에 對한 送変電設備의 現代化 推進 現況 및 計劃 等에 對하여 以下 記述하고자 한다.

2. 良質의 電力

現代社會가 高度의 情報化 社會로 進展함에 따라 良質에 對한 要求로 增加하고 있는바 大体的으로 良質의 電力과 關聯되는 요소들을 分類하면 아래와 같다(표 1).

〈표 - 1〉



이들中 周波數와 關聯되는 事項은 主로 電源設備의 計劃, 系統運營等에 의한 決定要素가 크며 送変電設備側에서는 適正 予備力 確保, 系統補强等으로 사고시 影響을 줄이는 方法等이 있어 電壓 및 停電時에 對한 對策을 講究하면 周波數에 對한 對策도 어느 程度 解決되리라 믿으며, 最近 電力供給上 問題時되는 事項들은 大略 아래와 같다.

Computer等의 精密, 高感度의 Electronics機器의 普及에 따라 瞬間電壓低下(0.07~2 sec. 程度)가 問題視되고 있으며 또한 Thyrister나 Power Transistor等을 利用한 電力機器, 家電製品, 通信情報機器

等이 增加하여 이들에서 發生하는 高調波가 系統電源의 波形을 찌그러트려 Relay 및 精密機器의 誤動作, Condenser의 燒損等 障害을 일으켜 問題視되고 있는 實情이다. 또한 電氣使用의 增加와 함께 電力依存度가 높아져서 停電時 그 影響이 대단히 커지고 있다. 特히 大都市에 있어서 都市의 大規模化 高層化, 地下利用廣大等 都市構造의 高度化에 따라 停電時 그 영향은 加重된다. 그러므로 良質의 電力供給에 따른 電壓改善과 停電減少를 爲한 設備現代化 努力은 이들 各要素들을 감안하여 計劃, 施工, 運營 및 補修等 各部分別로 추진되어 總体的인 效果로 나타나야 할 것이다.

3. 送電設備의 現代化 計劃

良質의 電力 供給을 爲하여 大略 既設設備의 補强, 設備運營의 合理化, 補修技法의 改善, 地中化, 新資材導入, 系統電壓의 格上等으로 區別하여 考察할 수 있겠다.

가. 既設設備의 補强

耐用年數가 넘은 設備의 交替, 木電柱의 代替, 支持物基礎補强, 容量不足경우 또는 素線斷線이 많은 電力線의 張替, G/W의 擴大等 耐雷設備補强, 汚損地域 耐霧碍子設置, 1回線T/L을 2回線化, T分岐線路는 π化로 事故區間 縮少等의 各種 設備 補强計劃을 推進中에 있으며 主要 計劃은 아래 표와 같다.

〈표－2〉

區 分	單位	施 行 計 劃					
		'85	'86	'87	'88	'89	計
電力線 張替	C-km	252	215	49	110	127	753
老朽碍子交替	個	30,073	17,759	18,162	22,217	16,212	104,423
耐霧碍子交替	個	15,738	13,313	19,183	30,732	26,732	105,698
2回線T/L化로 2重電源 確保	個所	19	10	4	9	－	42

나. 地中T/L 建設

都心地 架空送電線路의 經過地 確保의 어려움과 都市美化의 目的等으로 線路의 地中化가 不可避하며 이에 따라 地中T/L이 繼續 增加 趨勢이며 初期 154KW O.F. Cable은 外資로 建設되었으나 現在에는 154KW까지 O.F, CV. Cable이 國産化가 이루어져 이를 使用하고 있으며 數年內에 서울, 釜山等 地域에서는 345KW의 地中Cable 建設도 필요할 것으로 생각된다.

아래 표3은 槪略的인 年次別 地中化 計劃을 나타내고 있다.

이들 地中線路의 增加에 따라 앞으로 檢討되어야 할 사항은 送電容量增大方案, 施工方法改善, 故障 및 劣化判定方法等이다.

〈표－3〉

單位：C-km

區 分		'84	'85	~'91	~'95	~'2001	備考
地中化	架空	14,982	15,887	21,074	22,763	24,339	
	地中	190	222	737	1133	1441	
	率(%)	1.2	1.4	3.4	4.7	5.6	

다. 系統電壓의 格上

原子力發電所 및 大容量 火力發電所의 單位機容量 增加, 建設立地上의 制約等으로 長距離 大電力輸送이 不可避하며 이에 따른 解決方法으로는 送電線路의 Route數를 增加하는 方法이 있으나 經過地確保의 어려움이 있고, 導体斷面積을 增加하는 方法이 있으나 長距離T/L의 送電容量은 대체로 系統安定度에 依하여 決定되어 효과가 없어 結局 負荷容量이 어느 以上이 되면 系統電壓을 格上하는 쪽이 經濟的이며 系統의 短絡容量 減小, 系統補强 等에서 有利하다. 韓電의 경우 次期電壓格上 時期을 대략 1990년도 중반으로 보고 檢討中이며 大略 檢討事項은 아래와 같다.

系統電壓 安定을 爲한 調相設備의 容量과 設置位置, 落雷에 對한 事故減小 對策과 信賴度向上 對策 開閉Surge 等 異狀電壓에 對한 絶緣協調, AN, RI, TVI, 風騷音, 靜電誘導等의 障害 및 環境對策, 鐵塔等 機器의 大型化에 對한 工法, 建設및 補修裝備 高强度碍子 및 金具類의 開發等의 연구가 필요하다

라. 大容量, 低損失 및 TACSR電線의 適用

電力需要의 增大, 電源地 遠隔化 및 大型化, 用地問題, 環境問題等에 對處하기 위하여 一回線當의 送電線이 점차 대형화하는 傾向이 있다. 韓電에서는 154KW경우 과거 ACSR 240㎟ 나 330㎟ 가 主로

쓰였으나 現在 都心地 幹線系統에는 ACSR410㎟ × 2B을 支線系統에는 ACSR410㎟ 을 345KW 경우는 ACSR480㎟ × 4B을 基準하고 있으며 將次 先進國境遇와 같은 大容量 電線의 適用도 檢討中에 있다. 또한 線路抵抗에 依한 損失의 比重도 커서 設備의 合理的 運用을 위한 低損失電線의 適用과 負荷率이 낮은 線路로서 短時間負荷가 높은선로 또는 張替경우等에 대하여 TACSR電線의 適用도 검토중에 있다. 아래 표4는 外國의 電線低損失方法에 대한 것이다.

마. 其他事項

其他 送電線路의 建設分野에 대한 新工法 檢討로 適期 安定된 電力供給에 이바지하고, 碍子淸掃, 不良碍子檢出等 汚線作業의 擴大, Helicopter巡視等의 擴大等으로 補修技法 開發等 現代化로 推進中에 있다.

4. 變電設備의 現代化

良質의 電力供給과 關聯된 變電設備의 現代化는 既設設備의 補强, 電壓補償裝置計劃, GIS型 機器의 適用, 新資材 適用, 設備의 總合 自動化 및 豫防補修技法開發 等으로 區別할 수 있다.

가. 既設設備의 補强

電壓改善을 위한 調相設備의 設置, ULTC付 主變壓器의 設置, 事故區間 및 事故豫防을 위한 老朽設備代替, MTR 2 Bank化, 單母線의 2重母線化, Bus tie CB設置, 移動變電車의 確保, 豫備MTr 確保等의 計劃이 계속 추진중에있으며 아래 표5는 이들 중 일부 計劃이다.

1) 設備補强計劃

〈표-5〉

區 分	單位	施 行 計 劃					
		'85	'86	'87	'88	'89	計
老朽CB代替	台	74	59	43	9	8	193
〃 AS 〃	組	94	62	52	36	35	279
MTR. 2Bank化	個所	17	15	2	3	·	37
2重 母線化	〃	18	12	8	5	4	47
Bus Tie CB設置	〃	9	8	1	1	3	22
主変壓器結線調整	台	13	3	5	1	·	22

2) 電圧 補償 裝置

〈표-6〉

區 分	單位	施 行 計 劃			
		'85	'86	'87	計
Sh. Reactor 設置	MVA	270	300	120	690
Stacon 設置	〃	30	20	40	90

其他 系統電壓補償을 위한 Reactor와 Stacon 을 組合한 裝置에 系統電壓을 檢出하여 L과 C를 적당히 組合하여 電壓을 調整하는 SVC(Static Var Compensator)의 適用도 研究課題로 選定 檢討中이다.

〈표-4〉

低損失化의 方法	具 体 的 内 容	直流抵抗 低減率(%)
1. Al 断面積의 占有率 增加	Al 素線間의 空間을 적게하기 위하여 Smooth Body로 한다(占有率75%→90%)	18
2. St. 强度의 增加	St. 断面積을 減小하여 Al 断面積 增加 (St. 强度 135kg/㎟→200kg/㎟)	7
3. 複合材料의 適用	Al 断面積의 10%를 鋼含有. (Al 導電率 61%가 等價的으로 66%가 된다)	8
4. 金屬材料의 導電率 增加	Al 純度 99.75%를 99.9% 以上되게 함 (Al 導電率 61%→63%)	3
5. 渦電流적게함	Al 層을 2層으로함(Al 層偶數化	3
6. Hysterisis 損을 적게 함	St. 에 Al 被覆을 함 (導電率向上과 鐵損減小)	1

나. GIS型等 新資材의 適用

1) GIS 型 S/S 建設

大都市의 電力需要伸張에 따라 負荷密度 上昇에 對應하여 높은 신뢰도 유지를 위한 都心地S/S 建設이 필요하게 되나, 도심지에서의 用地取得은 더욱 어려워져 좁은 空間의 効率的 利用을 위하여는 絶緣耐力이 우수한 SF 6 gas에 의한 GIS型의 変電所 建設이 必要하게 되었으며 이들 GIS型S/S는機器配置의 立体化, 複合機器의 採用, 斷路器나 遮斷器의 省略, 変壓器의 Unit容量 增加로 Bank數 低減 Elephant型의 Bushing採用으로 Bushing空間部 抑制等의 Compact化가 필요하며, 変電所 Space制約에도 不拘하고 供給信賴度를 높이기 위한 設計採擇과 事故時에 對備한 防災設備等도 고려하여야 한다.

아래 표7은 GIS型S/S의 現況 및 計劃이다.

〈표 - 7〉

區 分	單位	'84	'85	'87	備考
345KV	MVA	1000	-	2334	667
154KV	〃	2300	380	800	732

2) GCB, VCB의 適用

電力系統이 커지므로 短絡容量도 增加되고 系統의 再起電壓等도 높아지고 있어 高性能의 차단기가 要求되며 高電壓, 大電流을 安全하고 확실하게 차단할 수 있는 SF 6 gas 遮斷器(GCB) 및 眞空 遮斷器(VCB) 適用을 擴大中이다. 이들 遮斷器의 長點은 아래와 같다.

가) 絶緣性能이 우수한 gas 또는 眞空中에서 遮斷하므로 遮斷性能이 높다.

나) gas 또는 眞空中에서 Arc電壓은 매우 낮고, ARC時間도 짧아 ARC Energy가 낮으므로 接點의 消耗가 적어 壽命이 길다. 그러므로 遮斷頻度가 높은 Condenser Bank나 電氣爐 変壓器等의 開閉에 適當하다.

다) 絶緣回復 및 絶緣耐力이 좋아 接點間隔을 작게할 수 있어 機械部의 高速化, 長壽命, 小形의 設計가 可能하여 他遮斷器에 比하여 小形輕量이다.

라) 遮斷部가 完全密封되어 遮斷特性이 濕氣, 먼지, 有害gas等의 影響을 받지않아 安定한 遮斷性能을 保證할 수 있다.

마) gas 및 眞空中에서 操作하여 低騷音 또는 無騷音遮斷이 可能하다.

3) ZnO避雷器(Gapless型 避雷器)

從來에 사용하던 SiC 避雷器보다 放電 gap도 없고, 放電電流値에 對한 端子電壓을 거의 一定하게 維持하는 特性을 가진 酸化亞鉛(ZnO)을 利用한 避雷器의 採用으로 異狀電壓에 對한 機器保護를 보다 効率的으로 遂行할 수 있게 되어 이의 適用을 擴大中에 있으며 gagless 避雷器의 主要長點을 要略하면 아래와 같다.

㉮ 微小電流부터 大電流Surge에 이르기 까지 非直線抵抗特性이 SiC보다 優秀하며 温度의 影響이 적다.

㉯ 直列 gap이 없어 放電特性에 관계되는 問題가 없고 大放電電流 動作後에도 保護特性의 變化가 없다.

㉰ 急峻Surge電流에 對하여도 應答性이 높은 制限電壓 特性을 가지고 있다.

㉱ ZnO素子의 單位体積當의 吸收Energy가 높고 直列gap이 없어 構造가 簡單하여 小形輕量이 되며 壽命이 길다.

㉲ 放電 gap이 없어 SF 6 絶緣機器, 保護裝置와 組合하여 使用하여도 gas分解等의 障害가 없다.

다. 設備 自動化

電力設備의 合理的 運營을 爲하여 發電에서 配電까지 一連의 系統運用業務를 自動化한 設備運營의 自動化가 절실히 要求되며 이에따라 現在 変電所의 SCADA System을 擴張하고 있으며 이의 機能은 대략 다음과 같다.

1) 遠方監視 : S/S遮斷器의 開閉狀態, ULTC의 自動, 手動運轉, Relay動作 狀態, T/L의 有効, 無効電力狀態

2) 遠隔測定 : 1, 2次 母線電壓, 主變壓器電力(量), T/L의 潮流, D/L의 負荷

3) 遠方制御 : 遮斷器의 投入開放, ULTC의 自動手動運轉

4) 自動記錄 및 警報 : 上記1)~3)項의 狀態變更時 및 異狀時 警報 및 運轉日報記錄. 이들 自動化의 효과는 電力系統의 신속한 파악과 복구, 電壓의 自動監視 및 維持, 過負荷線路 監視 및 豫想等으로 신뢰성 向上이 가능하고 無人化로 인한 人員

減縮, 負荷의 適切한 安配等으로 設備利用率을 높여 効率的 運轉等이 可能하다. 아래 표8는 韓電의 SCADA設備 現況과 擴張計劃이다.

〈표－8〉

地域	單位	對象S/S	竣工時間	備考
서울電力管理處	個所	45	'84	完了
南서울 〃	〃	34	'86	一部完了 ('84：8個所)
釜山 〃	〃	31	'85	施工中
大邱 〃	〃	34	'89	
光州 〃	〃	22	'87	
大田 〃	〃	25	'87	

라. 其 他

事故의 正確한 分析과 事故豫防補修等을 爲하여 Fault Recorder, Line Fault Locator, Power Factor Recorder, Thermo-Vision等의 機資材의 現代化도 추진중이며 Gas絶緣機器의 增加에 따라 이의 補修技法 및 器具의 開發, S/S自動化에 따른 補修体制의 確立等도 繼續補完中에 있으며 高調波 障害를 減少하기 爲하여 大容量 高調波發生 需用家에 對한 高調流 許容基準을 運營中에 있으며 繼續 研究課題로 選定하여 研究中이다. 또한 新技術의 導入과 資材 開發等으로 ZnO避雷器 適用에 따른 機器의 BIL檢討, Arcing Horn, 差絶緣方式等 多角的인 耐雷設計方法과 絶緣協調等을 再檢討中에 있다.

5. 計劃 및 設備總合 自動化 計劃

良質의 電力供給을 爲한 事項으로는 設備의 現代化뿐만 아니라 計劃, 設計, 設備管理等의 業務도 現代化할 必要가 있으며 各分野別로 System(電算化)을 構成하여 장차 이들을 한데 묶어 總合的인 System構成이 要求되며 이들 各分野別 System 이 包含할 分野는 대략 아래와 같다.

가. 系統計劃System：需要豫測System, 長期短期計劃, 潮流 및 過負荷檢討Program, 無効電力 設備計劃, 安定度計劃, 故障計算Program等

나. 送変電設計System：送変電, 地中等의 經過地 또는 敷地 選定System, 絶緣設計, 鐵塔 및 鐵構設計, 架線設計, 基礎設計, 環境對策等

다. 工事施工管理System：材料 明細System, 施工計劃, 豫算管理, 工事費積算, 工事管理 System等

라. 設備管理System：設備台帳, 豫備品 또는 資材台帳, 設備統計, 巡視點檢管理, 圖面管理, 事故管理System等

이들 各 分野別 韓電의 推進事項은 대략 아래표9와 같다.

〈표－9〉

分野	名稱	時期
系統計劃System	PECO, PSS/E	運營中
	最適送変電計劃(研究中)	'84～'86
設計 System	鐵塔設計	運營中
	弛度, 張力 計算	〃
	鐵塔基礎	〃
	過度現象	〃
	S/S Structure設計	'85～'86
	S/S接地設計	〃
	2次技術計算Program	'86～'89
設備管理System	變電設備台帳(TR, CB)	'79～'83(運營中)
	〃 (LA等5種)	'82～'83(〃)
	送電設計 台帳	'82～'35
	送変電補修管理	'84～'87
	電氣事故 統計	'86～'87
	送変電工事費積算	'84～'85
	〃 施工管理	'86～'89

6. 結 論

時代의 変遷과 함께 良質의 電力에 對한 要求도 変化하여 最近에는 瞬時電壓低下, 高調波, 停電 等이 問題視되고 있는 반면, 電力供給面에서는 系統의 擴張, 複雜化 및 設備의 大型化, 環境障害 等으로 運營의 어려움이 加重되고 있다.

그러므로 良質의 電力供給을 爲하여는 設備의 効率的 運營, 合理的 計劃과 더불어 設備의 現代化가 必要하며 이를 爲하여 韓電에서는 送変電設備의 新資材 適用, 地中化, GIS化, 自動化等의 設備現代化 計劃을 推進中에 있으며 이들 計劃이 효과적으로 遂行될 때 良質의 電力供給에 한층 더 이바지할 수 있으리라 믿는다. *