



우리 나라의 電力技術研究展望

—送配電分野를 中心으로—

On the Future Trend of Electric Power Researches in Korea.

—Focusing on the Transmission and Distribution Power Systems—

元 峻 喜*

Won, Joon Hee

I. 序 論

지금 우리 나라는 先進祖國을 創造하기 위하여 온갖 努力을 傾注하고 있으며, 特히 産業構造 高度化에 原動力이 되는 電力은 良質의 淸鮮供給을 社會的으로 要求하고 있다.

이에 따라 筆者가 내다본 送配電分野의 電力技術研究 展望에 關하여 略述해보기로 한다.

II. 基本目標

1. 適正供給力 確保

正確한 電源計劃을 通하여 急増하는 電力需要의 充足과, 보다 效率的이며 經濟的인 電力供給이 期待된다.

2. 供給信賴度 向上

系統 構成上의 信賴性, 事故의 防止 및 事故範圍의 縮小, 事故復舊의 迅速化 等 電力設備의 開發과 改善으로 供給信賴度の 向上이 期待된다.

3. 供給費用 抑制

發電設備 및 送變配電 設備의 改善과 經濟的 運轉, 負荷의 力率改善, 電壓制御 및 電力潮流

制御 등의 電力運用合理化로 供給費用抑制가 展望된다.

4. 電氣的 環境保全

電源立地에서 發生되는 環境問題의 解決과 廢棄物에 의한 環境汚染을 防止하여 快適한 環境에 대한 社會的 欲求를 充足시켜야 할 것이다.

5. 機資材 品質向上

施設의 現代化, 不良要因 除去, 新素材 開發 등으로 아직 미흡한 狀態에 있는 電氣 機資材의 國產化와 品質向上이 期待된다.

6. 電力技術 情報化

電力技術에 關한 情報化가 要請된다.

III. 先進國과의 技術水準 比較

1. 先進國

(1) 電力輸送技術

大量의 電氣에너지를 安全하게 輸送하기 위하여 美國 등 先進國에서는 交流 1500KV 送電이 試運轉中이고 直流 ±400KV 送電方式이 實用化되어 運轉中이다.

(2) 電力電子技術

* 電氣技術士(發送配電), 韓國電氣研究所 研究委員

電力供給의 信賴度 및 效率向上을 위하여 外國에서는 SCADA 시스템을 適用하여 電力系統 運轉을 自動化하고 있으며, 大電力半導體의 開發로 直流送電의 比率도 漸次 높아지고 있다. 또한 에너지 節約分野에서도 마이크로프로세서가 廣範圍하게 運用되고 있다.

2. 우리 나라

(1) 電力輸送技術

最高 系統電壓 345KV 交流送電을 運轉하고 있으며, 原子力發電所의 增加, 電力需要增加에 따라 電壓格上이 가까운 將來에 必要한 것으로 展望되고 있다.

(2) 電力電子技術

'85년부터 일부 SCADA 시스템을 導入 試驗中이며 現在 하드웨어 및 소프트웨어를 大量 輸入하고 있다.

IV. 推進戰略

1. 主要 研究課題는 研究推進體制를 整備하여 各 研究部門의 總力을 集結하여 強力히 推進한다.

2. 電力會社와 國內의 專門研究機關과의 緊密한 紐帶를 維持하고 研究協力體制를 強化하여 相互 能力의 活用으로 效率적인 研究開發을 遂行한다.

3. 先進國의 電力技術 部門과의 紐帶를 強化한다.

4. 國際的 學術·技術團體에서 國際的 活動을 展開한다.

5. 學界, 製造業體와의 協助를 強化한다.

V. 重點 研究開發 目標

1. 次期超高壓 電力系統의 實現

(1) 目標

우리 나라 電力需要는 1990年代에 約 20,000 MW로 늘어날 것이므로 次期超高壓送電이 不可避하며 이에 따른 基礎研究 및 實證試驗과 設計가 必要하다.

(2) 段階別 推進計劃

第1段階: 코로나케이지(Corona Cage) 設置 및 試驗線路設計

第2段階: 基礎概念設計 및 現場實證試驗

第3段階: 電力系統의 實現

2. 電力設備 現代化 및 供給信賴度 向上

(1) 目標

電力設備을 開發·改善하여 電力供給信賴度를 向上시키고 電力運用合理化를 期한다.

(2) 段階別 推進計劃

第1段階: 電力系統損失減少 및 信賴度向上 研究

— 電力系統 絕緣의 合理化

— 高信賴性 配電方式

— 雪害防止

— 電壓 및 負荷管理

第2段階: 電力系統運用合理化 및 信賴度向上 研究

— 電力輸送效率向上 技術

— 遠方監視制御 및 運用自動化

— 配電計劃의 最適化

— 需用家 電力使用量의 自動檢針

— 電力系統 保護

— 電子應用 시스템

— 電力經濟

第3段階: 2000年代를 向한 尖端技術研究

— 直流送電

— 變電所의 無人·自動化

— 極低溫 및 超電導送電

3. 電氣的 環境保全

(1) 目標

電氣環境 및 大氣環境 改善을 研究한다.

(2) 段階別 推進計劃

第1段階: 電氣環境研究

— 風騒音·Corona 障害 防止

— 生物에의 電界影響

— 通信線路에의 誘導障害 防止

第2段階: 大氣環境研究

— 汚染物質의 大氣中の 舉動과 防除

— 電力施設의 騒音·振動對策

V. 重要 研究開發 課題 內容

1. 次期超高壓 電力系統 研究

1990年代에는 發電地點과 負荷地域間에 大電力 流通의 中樞를 擔當하고, 立地條件을 最大限 利用하여 經濟的이고 信賴性이 높은 系統을 持續的으로 運用하기 위하여는 次期超高壓 送電網의 構成이 不可避하다.

여기에 參考로 345KV와 800KV를 比較 해 보면 表 1과 같다.

表 1에서 보는 바와 같이 5000MW(500萬 KW) 送電時, 800KV로는 2回線이 所要되는데 345KV로는 9回線이 所要된다.

特記할 事項은 우리 나라에서 800KV級 電力 系統을 採擇할 경우, 立地條件上 2回線用 鐵塔 建設이 바람직한데, 現在 800KV級을 採擇하고 있는 모든 先進國家들은 國土가 廣範圍하여 1回線用鐵塔을 使用하고 있다. 따라서 2回線用 鐵塔의 基礎概念設計, 現場實證試驗 등 많은 研究가 必要하다.

〈表 1〉 345KV와 800KV의 比較

區分 電壓	送電容量/ 回線	送電用地 線(2500MW時)	1000MW 送電 時의 損失 (KW/100 Km)
345KV	600MW	230m	7800
800KV	2500MW	60m	1600

2. 電力系統 絕緣의 合理化

(1) 耐雷技術

氣象條件에 따른 宿命的인 課題인 雷害에 對한 對策과 豫知技術을 開發하여야 한다. 우리 나라 雷現象의 解明과 多線地絡事故現象을 解明하고 雷豫知技術의 開發을 實施하고 人工雷發生裝置에 의한 雷事故防止 對策技術의 實證을 施行한다. 그리고 酸化亞鉛型 避雷器의 適用方法과 劣化特性을 檢討하여 電力線에 實用化하도록 한다.

(2) 過電壓의 抑制와 絕緣協助

絕緣特性을 解明하고 過電壓을 研究分析하여

過電壓을 抑制하고 絕緣協助를 圖謀한다.

(3) 相間 絕緣間隔

相間開閉 Surge 實驗設備로 各種 碍子裝置 JUMPER 裝置의 開閉 Impulse 및 雷 Impulse Flash-over 試驗을 實施하여 最適所要氣中間隔長을 求한다.

3. 高信賴性 配電方式

都市의 人口集中과 社會機能의 高度化에 따라 高信賴性 電力供給이 要請되고 있다. 現 配電系統은 架空線이 많고 大部分이 樹枝狀方式 이어서 電力供給信賴度가 매우 낮다. 따라서 配電系統의 地中化 및 事故回線의 自動分離와 健全回線의 自動復歸機能을 갖는 配電系統을 構成하여야 한다. 그 例를 들면 다음과 같다.

(1) SPOT NETWORK 方式

單位負荷 500KW 以上の 需用家에 變電所로부터 3回線의 22KV 케이블을 引出하여 事故回線自動分離機能을 가진 Protector와 變壓器를 거쳐 變壓器 2次側에서 3回線을 共同母線化시켜 電力을 供給하는 方式이다.

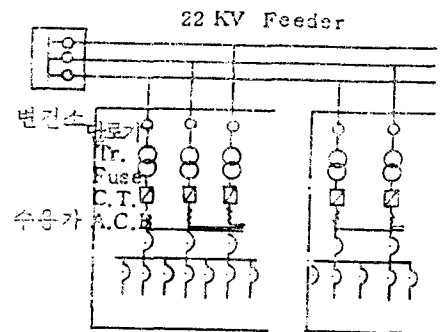


그림 1. Spot Network 結線圖

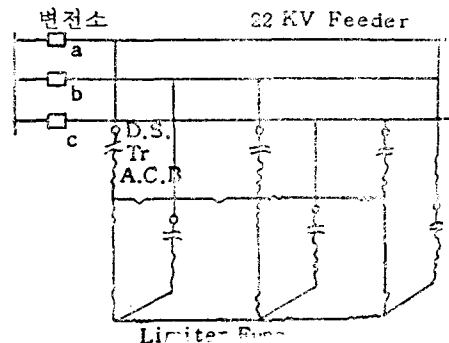


그림 2. Regular Network 結線圖

(2) REGULAR NETWORK 方式

2回線 以上の 特高壓配電線에서 여러개의 Network 變壓器를 거쳐 格子狀의 低壓 2次側 幹線에 電力을 供給하는 方式이다. (1)과 같이 無停電을 指向하는 方式이며 역시 Network Protector를 使用한다.

4. 電力系統의 負荷管理

最近 에너지 節減의 必要性 및 電力設備의 效率的 運用 등으로 電力需要의 制御를 目的으로 하는 負荷管理의 重要性이 더욱 要請되고 있다. 例컨대 우리 나라의 경우 200MW—6時間 晝間 負荷를 夜間負荷로 移行할 때 하루 燃料費節減은 約 24,000,000 원에 達한다('85.8月).

이와 같이 尖頭負荷를 抑制하고 非尖頭時間帶로 電力使用時間을 移行시키는 負荷管理方法에는 直接, 間接 및 蓄熱시스템에 의한 方法 등이 있다.

5. 電力輸送效率 向上 技術

(1) 絕緣設計의 合理化

雷觀測 등에 의하여 雷害事故를 解明하고 2回線 同時事故防止 技術의 實證研究를 實施한다.

(2) 系統構成과 運用方法의 檢討

都市와 農村의 Loop化 등에 의한 輸送力增強 效果, 送電線의 重負荷運用에 대한 新保護方式과 各種 事故波及防止技術 등을 檢討한다. 그리고 系統構成 檢討結果에 따른 系統運用과 保護方式를 檢討한다.

(3) 信賴度 LEVEL의 協調

想定事故條件, 機器運用限度를 檢討하여 回線 豫備 低減의 可能性을 研究한다. 또한 系統構成, 運用制御, 事故發生低減 등에 따른 信賴度 向上對策效果와 費用의 關係를 確實히 하여 供給支障費用을 베이스로 하는 所要信賴度 레벨의 協調方法을 研究한다.

6. 遠方監視制御 및 運用自動化

配電系統에는 Recloser 및 Sectionalizer 등이 設置되어 있어서 線路事故狀態에 따라 部分的인 分離 및 復舊作業을 遂行하고 있으나, 停電事故時 需用家의 申告에 의한 方法으로 補修員이 直

接 現場에 出動하여 故障個所를 修理하는 手動的인 形態를 취함으로써 停電時間이 길어지게 된다. 이러한 停電時間 및 停電區間을 短縮해서 電力供給의 信賴度를 向上시키기 위하여 配電系統 遠方監視制御시스템 이 導入되게 된다. 이러한 시스템은 情報를 傳送하는 傳送路에 따라 다음과 같이 分類된다.

(1) 配電線 搬送方式

- RIPPLE CONTROL 方式
- POWER LINE CARRIER 方式

(2) 通信線方式

(3) 無線方式, CATV 方式

또한 運用形態에 따라 다음과 같이 分類된다.

(1) 配電線路 自動化

(2) 負荷制御

(3) 自動檢討 및 管理情報 自動蒐集

이상과 같은 시스템을 段階別로 設置하여 2000年代에는 컴퓨터를 使用한 配電系統 綜合自動化가 期待된다.

7. 配電計劃의 最適化

配電計劃의 最適化를 위하여 配電系統計劃 樹立을 위한 最適模型 開發이 必要하다. 그러기 위하여 다음의 研究를 實施한다.

(1) 配電系統의 最適制御

(2) 定常時 過負荷 解消를 위한 最適負荷切替

(3) 事故時 支障電力 最少化

(4) 配電系統의 電算化

8. 需用家 電力使用量의 自動檢針

電力量 自動檢針 시스템은 電力量計의 檢針作業을 自動化하여 負荷實態를 把握하고, 地域別 時間帶別 業種別 負荷曲線을 그려 需要分析을 통하여 需要豫測과 設備計劃樹立 등의 技能을 갖추게 된다.

이 시스템을 開發함으로써 負荷集中制御 시스템, 配電線 管理情報의 自動蒐集 시스템, 線路用開閉裝置 監視制御 시스템 등 配電自動化 시스템 研究에 크게 이바지할 수 있다. 이 시스템은 檢針方式, 信號方式, 傳送路로 大別할 수가 있다.

(1) 檢針方式

端末 인코더(Encoder)方式과 中繼인코더方式이 있으며, 端末인코더方式은 各各의 電力量計에 記憶技能을 附加하여 中央處理裝置에 信號를 送受信하는 方式이고, 中繼인코더方式은 一定量의 電力量計를 收容하는 中繼器에 記憶技能을 附加시켜 中央處理裝置에 信號를 送受信하는 方式이다.

(2) 信號方式

傳送路에 關聯되며, 音聲周波電壓電流信號, 電壓變化信號, 商用周波 同期 位相 pulse 信號, 高周波信號, 直流信號, 周波數選擇信號, 無線信號 등이 있다.

(3) 傳送路

傳送路는 高低壓 配電線, 低壓部電線+專用線, 電話線, 專用線, 無線, 電力線搬送 등이 있다.

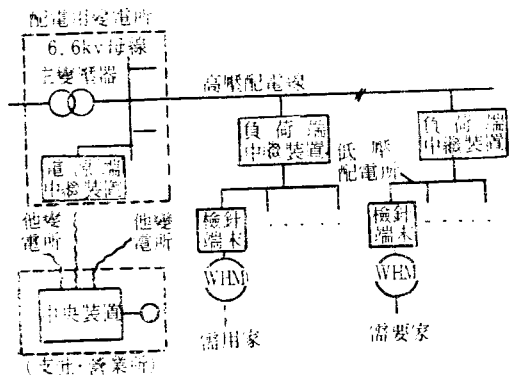


그림 3. 配電線搬送 自動檢針시스템 構成圖

9. 電力系統 保護

(1) 디지털(Digital)型 保護 시스템

디지털 情報에 의한 變電所나 廣域系統의 保護·制御方式을 開發하고 디지털型 Relay의 適用方法을 檢討하며, 交直流系統 Simulator를 利用한 實證을 한다.

(2) 高性能 保護方式

變電所 一括後備保護方式을 開發한다.

10. 電子應用 시스템

(1) 電力通信網의 디지털化

電力用 電子通信의 利用形態는 電話中心의 音聲系通信에서 脫皮하여 電力系統運用自動化, 事務自動化 등 非音聲系 通信의 比重이 增大되어

가고 있다.

利用形態別로 多元化되는 通信網을 디지털技術에 의하여 單純構造로 轉換하여 各種 情報端末機器活用 및 回線利用에 附加價値가 높은 通信方式을 定立하고 情報社會에 副應하는 電力綜合情報通信網의 基盤을 構築한다.

(2) 高度情報化 應用技術

電力系統의 運用制御 効率化를 위하여 急速히 進步되고 있는 光섬유通信技術 및 디지털 信號處理技術의 適用性을 檢討한다. 配電系統의 監視·制御시스템의 適用方法, 光섬유複合架空地線을 利用한 새로운 系統保護方式을 研究하며, 그 후 高密度 情報시스템을 利用한 高信賴度 系統制御方式을 檢討한다.

11. 直流送電

直流送電을 採擇하는 理由는 4分野로 大別할 수 있다.

(1) 海底케이블送電

直流 海底케이블은 交流 海底케이블에서 생기는 充電電流나 金屬 Sheath 電流損失에 의한 送電容量低下가 없어 케이블費用이 싸게 든다. 兩端의 交直變換裝置 費用을 포함시켜도 約 20Km 以上の 距離에 대하여는 交流의 경우보다 有利하다.

(2) 大容量 長距離送電

長距離送電의 경우에도 直流는 安定度問題가 없어 有利한 方式이다. 또한 交流보다 絕緣에서 有利하여 鐵塔의 크기가 줄어든다. 이러한 經費節減이 兩端의 交直變換所의 費用을 相殺할 수 있는 長距離가 되면 經濟性이 있다.

(3) 非同期連系

大電力系統間을 交流로 連系하면 潮流의 制御가 어렵고 連系機能을 維持하기가 困難하거나 系統安定度上的 問題가 發生하는 경우 直流連系方式을 採擇한다.

(4) 都市에의 케이블送電

大都市의 交流系統은 그 規模의 擴大에 따라 事故時 短絡電流가 커지고 遮斷器의 遮斷能力上 問題가 생길 可能性이 있다. 여기에서 直流送電의 非同期性和 直流케이블 送電의 長點을 살려 大都市에의 電力輸送을 直流케이블로 한다. 이

러한 用途로 보아 島嶼가 많은 우리나라에서는 海底케이블 送電의 研究가 期待된다.

12. 變電所의 無人·自動화

變電所 特히 配電用變電所는 機器構成이 比較的 簡單하고 保護裝置의 發達 및 操作의 自動化 등으로 監視制御業務가 單純하므로 漸次 無人化 되어 가는 傾向에 있다. 變電所의 無人化·自動化的 必須要件으로는 各種 自動操作機器 및 遠方監視制御裝置를 設置하여야 한다. 따라서 變電所의 無人化·自動화 方法으로는 各種 自動操作 電氣機器의 開發 및 遠方監視制御 시스템을 擴充하는 것이 좋다. 遠方監視制御方式도 從來의 1:1 制御方式에서 1:N 集中制御方式으로 轉換되어 系統保守運用의 合理化 및 電力系統信賴度를 向上시키는 傾向에 있다. 이 方式을 使用할 경우 被制御所의 數가 많아짐에 따라 컴퓨터를 導入하여 各種 記錄·監視業務 및 情報處理 등의 複雜한 業務를 自動화함으로써 보다 効率的인 運用을 할 수 있게 된다.

13. 極低溫 및 超電導送電

1900 年代 極低溫物理學을 始點으로 超電導 關聯研究가 始作되어 先進國에서는 超電導를 利用한 超電導送電, MHD 發電, 核融合 및 磁氣浮上列車, 에너지貯藏裝置 등 여러 方面에의 應用을 試圖하고 있다. 架空送電方式은 電力需要가 增大됨에 따라 次期 送電電壓인 UHV의 實現으로 限界에 達할 것이 豫想되고 그 後에는 新送電方式의 實現이 要求되는데 極低溫送電이 有力한 方式으로 認識되고 있다. 이에 따라 最近

先進國에서는 極低溫 抵抗 케이블 및 超電導케이블이 開發되고 있다.

14. 電氣環境 및 大氣環境

(1) 風騒音·코로나 障害防止

風騒音에 대하여는 그 發生 메카니즘의 解明, 豫測, 評價手法 및 防止對策을 開發한다. 또한 코로나騒音 등의 豫測 및 送電線下 物體의 이온(Ion) 流帶電의 豫測手法, 防止對策에 대하여 研究한다.

(2) 生物에의 電界影響

植物에서는 送電線과 樹木과의 必要離隔距離를 實驗적으로 解明하고, 動物에서는 實驗裝置를 開發하여 暴露實驗을 通하여 電界와 動物反應과의 關係를 確實히 한다.

(3) 誘導障害防止

臨近 通信線路에의 誘導障害를 究明하여 防止對策을 開發한다.

(4) 汚染物質의 大氣中の 學動과 防除

汚染物質의 擴散모델, 逆轉層存在時의 擴散數值 시뮬레이션 모델을 檢討한다.

Ⅶ. 結 論

앞으로 積極的인 研究活動을 通하여 電力技術部門의 將來의 要求와 問題點들을 判斷하고 그것들에 대한 創意的인 解決策을 提供하여야 할 것이며, 電力事業과 電氣工業部門의 發展에 效果的으로 對處하여야 될 것이다.