

## 電力系統의 安定度에 關한 最近의 問題

—C. Concordia 氏의 講演을 中心으로—

編 輯 室

C. Concordia 氏는 18 歲에 G.E. 社 研究所의 計器 校正 係員으로 入社하여 6 年後 G.E. 社의 高級 技術課程 檢定에 合格하였다. 이 課程은 今日的 博士課程 程度에 相當하는 것이라 한다. 이 結果 氏는 G.E. 社의 幹部級 技師로 昇進해서 各部의 技術 諸問題 解析에 對한 consulting engineer의 地位에 있다.

氏가 AIEE 時代에 發表한 論文은 주로 同期機를 中心으로 한 解析이며 1930 年 以後 電力系統의 安定度 問題, 凸極同期機를 包含한 回路에 對한 理論의 擴張, 系統周波數 및 電力潮流制御등에 對한 著名한 論文이 16 編 있다. 또 이들을 모아서 同期機라는 著書를 1951 年에 發刊하였다.

氏는 이와같이 電力系統을 主體로 하여 많은 實際 問題의 解決에 功헌한 바 크고 또 遠心壓縮用 電機의 運轉特性, 航空機 電機의 制御法, 電力系統 surge 計算裝置의 製作, analog 및 digital 電子計算機의 利用法등 多方面에 걸쳐 유력한 해결을 주었고 이들 分野에 對하여 發表된 論文數는 65 編에 達하며 未發表의 것도 여러編 있다.

學會活動으로는 AIEE 時代로부터 fellow 이며 여러 技術委員會의 委員 및 委員長을 지냈고 計算機 利用委員會에서는 AIEE 最初의 委員長이었다.

이 밖에 美國 機械學會의 會員으로서 連關있는 委員會의 委員長 및 幹事의 일을 본 일도 있다. CIGRE 關係에서는 第13研究委員會 委員長이며 總會마다 電力系統 計劃 및 運用 部會의 座長職을 맡는다.

送電安定度의 問題는 從來로부터 研究되어온 문제인 기는 하나 또 새로운 問題이기도 하다.

이제 여기서 說明하고자 하는 것은 從來의 問題와 어 디가 다르며 무엇이 새로운 것인가 하는 것이다. 結論的 으로 말하면 그 要因은 最近 電力系統의 樣相이 크게 變 化하고 있다는 것이다. 即 各 地域의 聯系가 활발히 行 해지고 並列系統이 크게 되었다는 것과 發電機의 unit 가 커지고 있다는 것이다. 例를 들면 美國에서는 聯系 系統이 擴大되고 있으며 現在 캐나다의 “온다리오”와 “케백”을 包含해서 155,000 MW 의 容量(이것은 全 美國 의  $\frac{2}{3}$ , 全 世界의  $\frac{1}{4}$  에 相當한다)의 發電機가 同期 運 轉하고 있다.

이와 같이 安定度의 計算 對象이 아주 廣範하게 된 것이 要因의 하나이다.

各 電力會社에서 安定度を 檢討할 경우 自社의 系統 뿐만 아니라 他社의 狀態도 생각지 않으면 안된다. 系統 聯系의 어떤 경우 發電機가 事故로 系統에서 脫落하면 他社에서 이것을 補充하도록 電力이 흐르므로 그 事故의 影響은 輕微하게 된다. 그래서 이 聯系線을 흐르는 電力 是 聯系 系統이 적은 경우는 적고 系統이 크게 됨에 따

라 脫落 發電機 容量과 같은 程度의 電力이 흐르게 된다. 聯系線을 만들 때는 系統의 將來를 생각하고 이 點에 注 意를 기우릴 必要가 있다.

이와 같이 系統이 크게 됨에 따라 聯系線의 容量이 相 對的으로 작게 되므로 系統의 時定數는 크게 되어 事故 時 安定에 要하는 時間이 길게 된다. 現狀에서는 一般의 으로 5~10 sec 가 必要하다. 이것 때문에 過渡狀態의 電 壓變化가 負荷에 일으킬 影響을 考慮할 必要가 생긴다. 從來 交流 計算盤에서 電力이나 無効電力은 電壓의 2乘 에 比例한다고 하는 方式을 取해 왔으나 實際는 發電機 內 磁束의 變化나 電壓調整器의 影響이 있어 반드시 2乘이 되지 않는다. (負荷의 實情을 研究한 結果를 計 算에 넣을 必要가 있다. 보통은 2乘 以下이다)

또 周波數 變化에 對한 調速機의 影響도 크다. 短時 間(1~2 sec)의 計算에서는 發電機의 慣性만으로서 計 算하면 좋으나 5秒 程度만 되면 調速機의 特性도 생각 할 必要가 있다.

같은 速度 調整率이라던 負荷分擔은 같으나 實際로는 다르므로 負荷分擔도 變하고 있음에 注意할 必要가 있 다.

各發電所의 系統制御는 數 sec의 差異가 있으나 安定度에 대해서는 一般으로 좋은 方向으로 制御된다.

그러나 聯系 系統에 비해 聯系線이 약하게 되면 手動에 의한 系統制御는 困難하게 되어 給電의 自動化가 必要하게 된다. 例를 들면 美國에서 東部(펜실바니아, 뉴-욕, 뉴잉크란드, 캐나다地區에 50,000 KW)와 中央 西部(1000, 00 MW)와의 사이는 600 MW의 聯系가 있는 만큼 여기에는 聯系의 1次 前後로 아주 精密한 運用이 必要하게 된다.

第2의 要因은 堯炭地 發電이 送電電壓의 上昇과 發電機 터빈의 unit 容量의 增加에 依해서 有利하게 되는 것이다. Unit 容量의 增加는 發電機 捲線의 直接 冷却등으로 因해 可能하게 되었으나 이것 때문에 리악탄스의 增加라는 問題가 일어나고 安定度 問題를 다시 檢討할 必要가 있게 되었다.

우선 再閉路 問題가 있는데 이것은 從來로 부터 研究가 되어 왔으나 美國에서는 거의 實用되지 않는 單相 再閉路의 必要性을 再認識할 必要가 생기게 되었다.

信賴度의 點으로서는 1回線 보다 多回線의 方法이 좋으나 經濟的으로는 超高壓으로 電壓을 올려 送電하는 方法이 有利하므로 1回線으로 聯系하는 일이 많고 이 때문에 單相 再閉路의 必要를 느끼게 되었다.

다음에 리악탄스를 減少시키기 爲한 補償인데 이에는 直列콘덴서와 並列콘덴서가 있으나 過電壓 問題 때문에 並列콘덴서의 有效性이 認識되고 있다.

入力制御 問題는 再熱 터빈의 出現으로 발브를 制御하는 時間이 問題가 되었다. 即 再熱器는 水氣를 貯藏

하는 容量이 크므로 時間의 늦음이 크고 또 急히 蒸氣를 壓縮하려고 발브를 닫으면 安全瓣이 動作한다는 點이다. 勵磁의 問題는 이전에는 連應勵磁가 過渡安定에 對해서 有利하다고 해서 推獎되어 왔으나 最近에는 오히려 安態安定度를 올리는 데 注意되고 있다.

다음에 安定度 計算의 方法에 關한 問題點은 다음과 같다.

종전에는 交流計算盤을 使用하였으나 最近에는 digital 計算機를 利用하는 일이 많다. 이 경우 두가지 方法이 있다. 하나는 多機多題로서 이 경우 個個의 發電機는 簡單히 생각하는 것이고 다른 하나는 單機問題로서 이 경우는 勵磁등 여러가지의 詳細한 要素를 包含하여 생각한다. 例를 들면 交流計算盤으로서 12~36機를 取扱할 때에는 간단한 리악탄스 및 慣性을 쓰지만 單機問題로서 詳細한 檢討를 할 때에는  $S_e, X_d', X_d''$ , 勵磁, 調速機등을 考慮에 넣는다.

Digital 計算機로서는 128機 問題도 計算을 한 일이 있다. 이 경우는 간단한 勵磁도 考慮에 넣었다. 또 單機問題에 相當하는 精密 計算도 10機程度의 計算이 可能하게 되었다.

이와 같이 多機, 單機의 問題도 digital 計算機를 使用하므로써 그 檢討 方法이 接近하게 되었다. 아직도 機數를 整理하는 方法에 關해서는 問題가 남아 있다.

1,000台 以上の 發電機를 100台程度로 하기 爲한 方法은 아직 確立되어 있지 않다.

(註) C. Concordia氏가 1964年 9月 22日 日本 京都에서 講演한 內容이다.

## 原稿募集

第14卷 第2號의 原稿를 아래와 같이 募集하오니 會員께서는 많이 投稿하여 주시기를 바랍니다.

### 記

- (1) 內容: 論文, 技術解說, 報告
- (2) 200字 原稿紙 50面 內外로 하고 本會 投稿規定에 따른 것.
- (3) 期 日: 1965年 4月 30日
- (4) 送付處: 서울特別市 中區 小公洞 72의 2 (Tel ② 5813)

## 大韓電氣學會