

電 力 技 術

1. 電力系統의 擴充

우리나라의 電力系統은 지난 1962년부터 거듭된 經濟開發 5個年計劃의 성공적인 달성으로 많은 발전을 보게 되었다. 우선 전체의 系統容量面에서는 당시 40萬KW도 채 못되던 규모로부터 73年末에는 그 10배가 넘는 400萬KW臺로 비약적인 擴充을 보게 되었으며, 電源開發內容도 종래의 數萬 KW정도의 小單位發電所 건설로부터 20萬KW, 30萬KW를 넘는 大單位高能率新銳火力發電所의 건설로 면모를 일신하고 특히 최근에는 原子力開發에 拍車를 가하고 있는 實情에 있다.

그밖에 送變電面에 있어서도 154KW 主幹線系統의 Loop化 및 直接接地方式에의 轉換에 따른 信賴度向上 그리고 최근에는 原子力發電所의 건설과 大單位發電所의 운전에 따른 地域間的 원활한 電力融通을 위하여 345KV超高速送電線의 건설에 착수하는 등 실로 눈부신 발전을 거듭하고 있다.

그러나 한편 電力開發은 經濟成長을 위한 原動力으로서 이의 계속적인 발전이 요구되고 있는 바 이와 같이 擴充된 電力系統을 運轉해 나가는데 있어서는 이제까지 우리가 겪어보지 못했던 어려움이 많을 것으로 짐작된다. 현재 우리가 당면하고 있는 系統문제 가운데에서 우선 중요한 것만을 추려 본다면,

- 가. 經濟的인 長期電源開發問題
- 나. 合理的인 送配電施設의 擴充問題
- 다. 電力系統의 短絡容量 對策
- 라. 電力系統의 安定度 및 事故時系統保護對策
- 마. 系統周波數, 電壓—無効電力制御 問題
- 바. 電力系統의 長短期經濟運用問題
- 사. 自動給電問題

등을 들 수 있다.

上記한 諸問題를 다루어나가기 위하여서는 이제까지의 경험만 가지고는 그 해결이 도저히 불가능할 것이며 系統의 擴充에 따른 電力技術의 개발과 특히 최근 널리 개발 이용되고 있는 컴퓨터의 活用없이 는 電力系統의 合理的운영을 기할 수 없을 것이다.

本文에서는 먼저 우리나라에서 이제까지 이룩한 電力系統發展의 발자취를 살펴 다음 이들 電力系統問題에 있어서의 컴퓨터 利用문제를 간단히 설명해 보기로 한다.

2. 電力技術의 發達

2-1 電源開發面의 成果

우리나라의 電源開發은 前述한 바와 같이 주로 火力을 중심으로 해서 추진되어 왔다고 할 수 있다. 그러나 水力開發面에 있어서도 지난 60年代中半부터 國內技術陣에 의한 春川發電所(出力 57,600KW)의 건설이란 단가 低落差發電에 의한 八堂發電所(出力 80,000KW)의 竣工 그리고 최근에는 洪水防止 및 水利事業까지 겸한 多目的用 昭陽江發電所(出力 190,000KW)의 건설등은 획기적인 成果라고 할 수 있을 것이다. 그밖에 原子力發電과 大容量 火力發電所의 운전에 따라 尖頭需用(peak負荷)을 담당하기 위한 揚水發電의 建設계획이 구체화 됨에 따라 水力發電面에 있어서도 중전의 壩式發電所 건설과는 다른 새로운 양상과 運用上의 문제점을 지니게 되었다고 하겠다.

한편 火力發展에 있어서는 1969年 서울火力#5(出力 250,000KW)의 준공을 시발로 하여 單位容量機 20萬KW를 넘는 大形時代로 들어갔다고 할 수 있다. 곧앞에서도 간단히 언급했듯이 電力需要的 급격한 증대에 대처하기 위하여서는 水力資源이 不足되고 그나마도 이미 그 대부분이 개발된 情勢에서는 電源開發의 중심은 중전의 水主火從으로부터 火主水從開發方式으로의 전환이 불가피했던 것이며 1968年의 群山火力(75,000KW), 釜山火力#3(105,000KW) 1969年 서울火力#5에 이어 1970년부터는 계속해서 仁川火力#1(250,000KW) 嶺南火力#1(200,000KW), 東海火力#1(220,000KW) 京仁火力#1(300,000KW)등 新銳高能率大形火力이 계속해서 系統에 들어가게 되었다. 이 결과 우리나라의 火力發電은 종래까지의 66MW, 88氣壓, 510°C, 또는 105MW, 129氣壓, 535°C의 小中形機로부터 250MW, 300MW의 169氣壓 566/538°C 再熱方式의

\* 正會員: 漢陽大教授(當學會理事·工博)

新鋭機로 탈바꿈하게 되었으며 머지않은 장래에는 다시 이것을 500MW 내지 600MW 超臨界壓의 機器를 채용할 단계에까지 들어갈 것으로 보인다.

그러나 오늘날 우리나라의 電源開發面에 있어서의 가장 획기적인 점은 原子力發電의 개발일 것이다. 原子力發電導入의 背景 및 必要性은 첫째 國內 에너지資源의 限界性으로 새로운 에너지源의 개발이 필요하다는 점과 둘째 輸入에너지源의 多樣化로 에너지의 安定供給의 필요성을 절감하게 되었다는 점을 손꼽을 수 있을 것이다.

그리하여 우리나라에서도 지난 68년부터 原子力發電을 계획하여 美國의 「웨스팅 하우스」社가 설계 제작한 加壓輕水型原子爐(PWR)를 사용한 設備容量 60萬KW의 古里原子力發電所의 建設이 지난 71年 3월에 慶南 東萊郡長安面古里現場에서 起工되어 75年末 준공을 목표로 현재 그 공사가 진행중에 있다.

이와 같이 우리나라의 電源開發은 火力에 중점을 두고 있으나 火力은 그 동안 石炭燃焼에서 石油燃焼方式으로 바뀐에 따라 海外的 重油輸入에 의존하는 도수가 점점 높아지고 있으며 作今の 「오일슈크」를 계기로 이의 확보가 앞으로 점점 더 어려워질 것임을 감안할 때 우리가 기대하는 原子力開發의 중요성은 한층 더 높다고 아내할 수 없을 것이다.

한편 原子力發電의 장래는 高速增殖爐에 있다는 것이 세계적으로도 인식되어 美國, 英國, 佛蘭西 등에서 그 原型爐가 建設되어 머지않아 實用化될 것으로 기대되고 있으며 우리도 이에 대비해서 지금부터 그 준비를 서둘러야 할 것으로 생각한다.

### 2-2 送變電系統의 發達

1960年代에는 급격한 發電設備증가와 배를 같이하여 154KW送電系統의 擴張을 서둘러지게 되어 우선 設備畧長을 약 3倍로 대폭증가시켰다. 이들 大電力을 합리적으로 需要中心地에 供給하고 또한 地域間의 電力融通을 원활하게 하기 위하여 69,70년에는 京仁地區의 內外輸線과 嶺南地區의 Loop網이 구성되었고 이어서 南北系를 연결하는 또 하나의 環狀線路가 된 東西線(덕소-영월)이 完工됨으로서 중전의 放射狀系統 때와는 비교할 수 없을 정도로 훨씬 安定된 系統運用을 기하게 되었다. 동시에 都心地에의 원활한 電力供給을 위하여 1971년에는 우리나라에서 처음으로 154KW 地中送電線이 서울火力(唐人里)-龍山變電所間에 中공되어 운전에 들어갔으며 앞으로도 계속 증대하는 都心地負荷의 공급을 위하여서는 地中送電線의 확장이 불가피할 것으로 전망되고 있다. 이러한 의미에서 上記 地中線路의 建設은 경험부족에서 오는 많은 애로를 극복하

고 앞으로의 地中線建設에 커다란 발돋움이 되었다고 할 수 있다. 本線路는 장차의 증설에 대비하여 4個管路를 시설하고 그 中 1管路에 154KV 600mm<sup>2</sup> OF鋼芯 Cable 3條를 同時 引入한 것으로 製品은 日本佐賀 電工製였으나 施工은 國內技術에 의하여 이루어졌던 것이며 73年에서 75年까지엔 서울市內를 貫通하는 總畧長 36km의 地中線計劃이 현재 추진 중에 있다.

그리고 지난 1968年 11月에는 154KV系統의 中性點 接地方式이 中전의 PC方式에서 直接接地方式으로 전환되었으며 線路保護方式도 距離繼電方式에서 搬送繼電方式으로 바뀐에 따라 系統의 安定度가 한층 더 크게 向上되었다.

그밖에 현재 嶺南地區 및 湖南地區에 편재된 電源設備와 負荷中心地인 京仁地區間의 電力融通을 위한 우리나라 최초의 345KV超高壓送電線의 建設이 지난봄 着工됨으로서 우리나라도 超高壓送電時代의 막을 올렸다고 할 수 있을 것이다. 超高壓送電線建設을 위한 鐵塔設計, 絕緣協調等 技術用役은 西獨의 Siemens社에 위촉하였으나 鐵塔組立 및 施工은 國內技術이 참가해서 75年末 完工을 목표로 짓치를 올리고 있다. 導體에는 外國의 初期超高壓線路에 많이 사용된 ACSR 954 MCM 2榑導體를 쓰기로 하고 BIL을 1,367KV로 하여 표준 20개의 10吋 懸垂碍子를 사용키로 하고 있다. 이와 같은 超高壓送電線이 建設되면 送電容量이 800MVA에 이르게 되어 京仁, 嶺南, 湖南 各地域間의 電力融通 및 供給信賴度面에 기여하는 공이 클 것으로 기대되고 있다. 이리하여 1970年代는 超高壓送變電設備建設과 地中線建設의 年代라고 할 수 있을 것이다.

### 2-3 電力系統의 運營

1969年 以來 154KV 主幹線系統이 整備되고 잇달은 154KV系統의 Loop網形成으로 系統 運用이 크게 安定化되었다. 동시에 매년 계속해서 大單位新鋭火力發電所가 中공되어 系統에 併入됨으로서 電力供給面에 여유가 생기게 되었다. 이에 따라 70年代부터는 需用家에 대해서 「良質」의 電氣를 공급한다는 문제와 各 發電所의 出力을 어떻게 配分해서 分擔시키는 것이 가장 經濟的인 것인가 하는 이른바 經濟運用 문제가 새로운 課題로서 등장하게 되었다.

전자의 良質의 電氣供給이란 곧 周波數 및 系統電壓을 許容範圍內에서 規定值로 유지시켜 준다는 것으로 自動周波數制御(AFC)라던가 電壓一無効電力制御(VQ Control)가 이의 手段으로 될 것이다. 한편 후자의 經濟運用문제에 대하여서는 經濟負荷配分(ELD)을 중심으로 하는 自動給電시스템의 導入이 불가피하게 요구되겠는데 현재 韓電에서는 이의 導入計劃이 구체화되

고 있는 것으로 들고 있다. 물론 이러한 새로운 制御方式이나 시스템은 모두 電子計算機의 利用으로 비로소 가능해질 것으로 보는데 여기에는 다음과 같은 事項을 반드시 고려해야 할 것이다.

가. 電壓變動, 周波數變動을 될 수 있는대로 적게해서 電氣의 質을 向上시키고 信賴性을 높이고자 한다.

나. 火力, 水力 및 原子力發電間의 협조뿐만 아니라 앞으로 건설된 揚水發電과의 組合에 대한 經濟運用까지 加味하도록 한다.

다. AFC, ELD, 電壓—無効電力에 관한 종합적인 制御 및 事故時의 신속한 處置, 復舊를 위한 遠隔監視裝置의 導入, 通信網의 整備 및 display方式의 채용등이 필요할 것이다.

### 3. 電力技術과 컴퓨터利用

앞에서도 간단히 살펴보았듯이 우리나라의 電力系統은 최근 10년 사이에 급격한 成長을 이룩하였고 이의 運用面에 있어서도 그 內容이 한층 더 高度化되고 복잡화되어서 오늘날 널리 개발 보급되고 있는 컴퓨터의 利用없이 는 도저히 더 이상 電力技術을 발전시켜 나갈 수 없는데까지 이르렀다고 해도 결코 過言이 아닐 것이다.

이번에는 간단히 電力系統 問題에 있어서 컴퓨터가 어떻게 쓰이고 있으며 또 앞으로 어떻게 발전시켜 나가야 할 것인가에 대해서 설명해 보기로 한다.

#### 3-1 電力系統解析問題

系統解析에 있어서 가장 기본되는 문제는 電力潮流 문제이다. 종전까지는 주로 交流計算盤을 사용해서 풀어 왔었는데 최근에는 컴퓨터의 프로그램이 개발됨으로써 손쉽게 이들 문제를 다룰 수 있게 되었고 系統規模가 커진 데다 운전조건에 거의 제한없이 실을 수 있게 되어 長期電源開發計劃이라든가 送變電施設擴充計劃制定에 많은 기여를 하게 되었다. 최근 이 분야의 研究方向은 어떻게 하면 보다 좋은 運轉狀態를 실현할 수 있을 것인가, 곧 系統電壓을 적정한 범위내에 유지시키면서 送電損失을 최소로 줄일 수 있는 最適運轉狀態를 찾아 낼 수 있을 것인가 하는데 두어지고 있다.

다음 安定度(Stability)문제에 대하여서도 컴퓨터가 偉력을 발휘하고 있다. 系統事故時의 복잡한 過渡安定度 문제에 대하여서도 이미 상세한 프로그램이 개발 이용 중에 있으며 앞으로는 新設火力發電所의 稼動 및 154KV 地中線의 建設등으로 動態安定度에 관한 검토가 필요하게 될 것으로 생각된다. 특히 이 분야에서는 高性能自動電壓調整器, 調速機등의 制御特性까지 포함

한 프로그램의 개발이 요청되고 있다. 그밖에 계속해서 大容量의 發電所가 건설됨에 따라 이러한 大電源이 갑자기 脫落되었을때의 系統動特性의 解析이라든가 系統保護對策이 중요시되고 있는데 系統 전체의 保護繼電方式와 관련해서 충분히 검토할 필요가 있을 것이다.

#### 3-2 電力系統制御問題

系統周波數를 一定하게 유지하기 위하여 各 發電所의 有功電力을 調整하게 되는 自動周波數制御(AFC)問題는 이것을 系統의 經濟運用制御問題와 어떻게 協調시켜 나가면 더 좋을 것인가 하는 것이 중요한 것으로 생각되는데 최근의 추세는 컴퓨터의 導入등으로 다시 여기에 系統電壓—無効電力制御까지 포함시켜 이른바 計算機制御에 의한 電力系統의 綜合制御方式의 확립에 그 목표를 두게 되었다. 이 중에서도 특히 電壓—無効電力制御는 系統의 無効電力源, 곧 調相設備의 適正配置 문제와도 깊은 관계가 있어 이를 위한 理論開發과 컴퓨터의 活用이 주목되고 있다.

#### 3-3 電力系統運營問題

규모가 확대된 大電力系統의 運營에 더하여서는 우선 그 信賴性과 經濟性—建設費 및 運營費를 포함해서—을 고려하여야 할 것이다. 이 중에서도 특히 후자의 經濟性에 관한 연구발전이 그 동안 많이 이루어져 왔다고 하겠다. 이것은 이른바 電力系統의 經濟運用問題로서 火力發電所의 負荷配分問題, 火力發電所의 起動停止問題, 水火系統의 負荷配分問題, 그리고 水火力連系系統의 電力融通 및 協調問題등에 관하여 線型計劃法(Linear Programming), 動的計劃法(Dynamic Programming), 最大原理(Maximum Principle)를 이용한 各種解法이 컴퓨터의 活用과 더불어 전개되어 왔던 것이다. 그러나 電力系統運營의 궁극적인 目標은 自動給電시스템의 完成에 있다고 하겠다. 곧 장래 지향하여야 할 給電運用的 방향은 系統規模의 확대, 送變電設備의 擴充에 對應함과 동시에 서비스水準의 向上要請에 即應해서 電壓, 周波數, 安定度, 經濟性등의 調和가 需用端의 負荷變動에 即應해서 自動적으로 유지될 수 있는 運轉體系에 있으며 自動給電이 목표로 하는 바도 바로 이점에 있다고 아니할 수 없다.

自動給電시스템이 곧 컴퓨터시스템이라고 볼 수 있을 정도로 컴퓨터가 核心적인 역할을 하고 있다. 이런 의미에서 우리는 현재 韓電에서 추진되고 있는 自動給電시스템의 導入計劃에 깊은 관심을 가진다. 동시에 이를 뒷받침하는 制御方式의 開發이라든가 運轉理論의 開發에 더욱 더 노력을 기울여야 할 것으로 믿는다.