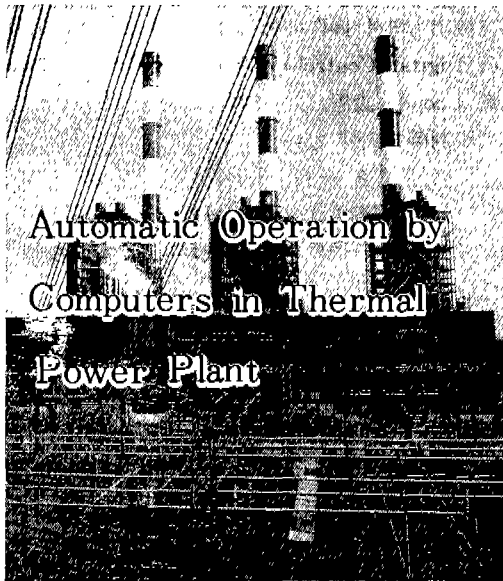


火力發電所의 電子計算機에 의한 自動化運轉



李 圭 善
韓電 發電部長

序 論

近年 火力發電은 生産性 向上을 爲해서 省力化, 効率向上, 電力機器의 信賴性 向上等으로 그의 單機容量은 점점 增大되고 더욱더 高能率化를 期하고자 超臨界壓力의 採用에 이르고 있다. 따라서 P-plant의 大規模化, 複雜化, 機器의 精密化, 運轉制御技術의 高度化에 對處하고 安全, 確實, 高能率維持 때문에 電子計算機 採用에 依한 自動化運轉이 널리 施行되고 있다.

우리나라에 있어서도 嶺南火力發電所(200MW × 2基)에 처음으로 Data Logger機能을 갖춘 計算機가 導入, 運轉되고 그 후 新規 發電所 仁川 #3, 4號機, 蔚山 #4, 5, 6號機, 平澤 #1, 2號機에 採用 運轉되고 있다. 또한 建設中에 있는 西海, 三千浦, 高寧發電所에도 計算機의 採用에 依한 運轉이 實施될 展望이다.

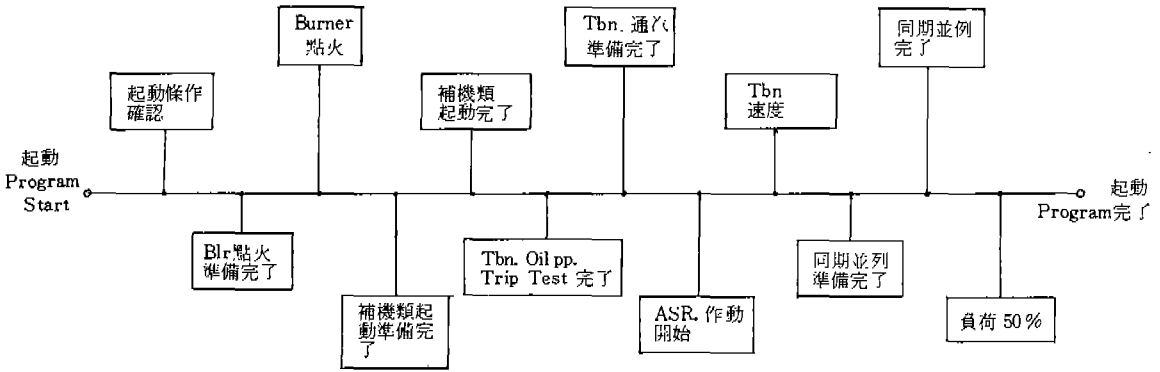
1. 火力發電所에 있어서의 計算機의 応用

計算機를 發電所에 採用, 運轉하는 境遇 計算機의 어느 機能을 採用하여 所期의 目的을 達成하느냐의 問題가 있다. 計算機의 機能으로서는 表1과 같이 考慮할 수 있다.

表中에서 1~3項은 Data·Logger로서 具備된 機能이고 4~6項이 計算機制御에 해당되는 것이다.

〈表-1〉 計算機의 機能

No.	項 目	機 能
1	Scanning	運轉狀態의 高速度監視 異常發生의 表示 異常狀態의 記錄
2	Data Logging	運轉狀態의 實時記錄
3	Trend Record	呼出個所의 狀態傾向 記錄
4	Sequence Monitor	狀態目標值의 表示 操作順序, 機器의 指示
5	自動制御	起動, 停止制御, 運轉中制御
6	効率制御	運轉中の 最適制御



〈그림-1〉 起動操作 順序

Sequence Monitor 中에는 發電所의 各種 操作을 計算機가 操作의 必要時期, 操作의 方法을 判斷, 決定하여 操作順序를 나타내는 것과 目標値와 現在 値를 比較, 어떻게 操作하면 目標値를 達成할 수 있는지 量的으로 表示하는 Operation Guide 라고 일컫는 것도 있으나 一般의으로 이것도 포함해서 Sequence Monitor 라고 稱하고 있다.

自動制御의 運轉中 制御는 負荷에 따른 各補機의 起動, 停止, 其他 負荷變化操作의 自動化 등이 다.

効率制御는 各補機를 必要로 하는 時期에만 運轉하여 所內動力을 節減하거나 또 各補機를 될 수 있는 限 設計上의 最高効率을 가질 수 있는 狀態에서 運轉되도록 하는 것이다. 그림 1은 發電所 起動操作을 크게 나누어서 나타낸 것으로 計算機는 이들 Step의 完了를 Check 하면서 다음의 必要한 Step을 判斷하여 Sequence Monitor 의 境遇에는 運轉員에게 指示를 하고 自動制御의 境遇에는 計算機自身이 操作하여 起動을 完了한다.

2. 計算機制御의 Software, Hardware

計算機制御를 計劃, 實施하는 作業中에는 Software와 Hardware가 있다. Software는 어떤 目的으로 計算機를 어떻게 使用하느냐를 決定하는 것이고 計算機 自体 및 周辺機器는 Hardware 라고 부른다.

또 計算機의 Program 은 이 分類에서는 Software라고 할 수 있다. 表 2는 計算機 制御의 計劃

에 있어서의 作業內譯을 나타낸 것으로 Software의 量은 많으며 또 그의 良否는 直接 計算機制御의 成敗를 決定한다고 말할 수 있다.

3. Sub-Loop 制御裝置

計算機制御를 實施하는 境遇, 操作部를 直接 計算機出力에서 操作하는 直接 制御方式(DDC: Direct Digital Control)과 操作端 各各에 Analogue 制御 Loop를 設置, 計算機가 그 設定點을 操作하는 監視制御方式이 있다.

兩者는 各各 一長 一短이 있으나 將來는 精度가 높은 直接制御方式이 採用되리라 生覺되지만 現狀態에서는 計算機의 負擔輕減과 計算機 事故時 運轉

〈表-2〉 計算機制御의 Soft, Hard Ware

項目	內 容	備 考
1	制御目的 對象 및 範圍決定	Soft Ware
2	運轉操作 解析	"
3	操作 Flow Chart 作成	"
4	入出力點 Scanning 項目 決定	"
5	制御의 程度, 並列制御順序檢討	"
6	異常發生時의 處置檢討	"
7	制御 Flow Chart 作成	"
8	計算機仕様決定	"
9	計算機 Program	"
10	計算機 및 周辺裝置 製作	Hard Ware

(表-3) Sub-Loop制御裝置

名 稱	
ASR (Auto Speed Regulator)	Turbine 定格回轉數制御
ASS (Auto Synchr System)	自動並列制御
ALR (Auto Load Regulator)	自動負荷制御
ABS (Auto Burner System)	Burner 自動遠隔制御
SLC (Start-up Level Control)	起動時 Boiler Drumlevel制御
IPC (Initial Press Control)	起動時 主蒸氣壓力制御
AVR (Auto Voltage Regulator)	自動電壓調整
ABC (Auto Bolier Control)	Boiler 自動制御

의 容易點에서 監視制御方式이 많이 採用되고 있다. 監視制御에 利用되는 Analogue 制御 Loop를 Sub-Loop 制御裝置라고 한다.

가. 種 類

表3은 Sub-Loop 制御裝置의 種類를 나타내고 있다. 이 中에는 AVR, ABC와 같이 從來 單獨의 制御裝置로 使用되는 것이 있지만 計算機와 結合하는 境遇에는 그의 結合部分의 改造 또는 追加裝置가 必要하다.

다음에 Sub-Loop 制御裝置에 對해서 說明코자 한다.

1) ASR (自動速度制御裝置)

Turbine 通汽 以後의 回轉數 制御裝置로서 定해진 上昇率로 定格 回轉數까지 制御한다.

2) ASS (自動並列裝置)

發電機를 系統에 自動並列을 行하는 裝置로 自動 擡速裝置, 電壓平衡裝置, 同期投入回路로 構成되어 있다.

3) ALR (自動負荷制御裝置)

Load Rate는 Rotor Stress Calculation을 使用時에는 Stress Calculation Control로 부터 最適 正值가 選擇되어 制御되고 非使用時는 Operator

Console 상의 Switch (1%/Min, 3%/Min, 5%/Min)에 依해 選擇, 制御된다.

4) ABS (自動 Burner 制御裝置)

Burner 의 遠隔制御裝置로 論理回路로 構成되어 있다.

5) SLC (起動時 Drum Level 制御裝置)

Boiler 起動時의 Drum Level 을 制御하는 裝置로 通常의 給水制御와는 無關하게 Drum Level 을 規定範圍에 保持한다.

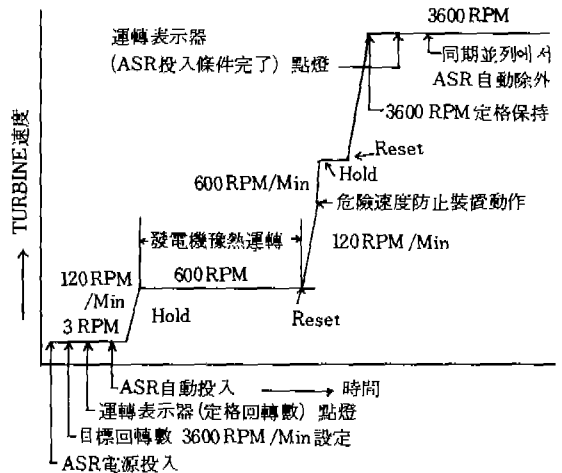
6) IPC (起動時 主蒸氣壓力制御裝置)

起動時의 Turbine 入口壓力 一定制御裝置로 Turbine 入口에 設置된 Blow 弁을 制御한다. Boiler 昇壓時에는 이의 設定值를 一定率로 上昇함에 依해 任意로 昇壓할 수 있다.

나. ASR (自動速度制御裝置)의 構成

Sub-Loop 制御裝置에서 Turbine 起動에 重要한 役割을 하는 ASR 裝置는 크게 나누어 設定部, 演算部, 操作部 및 速度檢出部로 되어 있다. 設定部에서 加速度 및 目標回轉數를 設定하면 이에 依해 設定된 Program 信號를 發生한다. 이의 Program 信號와 實際 回轉數와의 偏差를 演算部에서 PID 演算을 첨가하여 操作부에 加한다. 操作部에서는 SCR을 利用한 Turbine Main Stop Vacve by Pass Valve 作動에 必要한 信號를 만든다.

速度檢出은 檢出器에 依해 速度에 比例한 短形波를 얻어 D/A 變換器에 依해 所要의 直流電壓信號



(그림-2) SAR에 依한 Cold Start 의 運轉例

(表 - 4) 計算機制御의 利點

No.	項 目	內 容
1	安全의 確保	迅速, 正確한 判斷에 依한 適切한 處置
2	事故停止의 減小	異常의 早期發見
3	起動, 停止	機器許用하는 最小時間 維持
4	補修費 節減	機器의 無理한 使用이 없어 故障빈도 저하
5	運轉效率向上	機器의 適正運轉에 依한 效率向上
6	運轉人員削減	計算機가 發電所를 集中管理

로 變換한다. 이 裝置는 모두 磁氣增幅器, Transistor, SCR 等 靜止器로 構成되어 安定한 特性이 얻어진다. 그림 2는 ASR에 依한 Plant의 Cold Start의 運轉例이다.

4. 計算機制御運轉의 考慮事項

計算機 制御運轉에 있어서는 目的, 規模의 失定 等を 慎重히 檢討, 施行해야 한다.

가. 計算機制御의 利點

一般의 으로 計算機制御를 實施하여 얻어지는 效果는 表 4와 같은 것이 있다. 이들의 어느 部分을 重視하여 考慮함에 따라 計算機制御의 內容은 달라질 수 있다. 表에서 的 第1項 安全의 確保는 現在 Plant의 大容量化에 따른 機器의 複雜化, 精密化, 運轉制御技術의 高度化에 對해 運轉操作의 確實을 期할 수 있으므로 큰 效果가 있다고 하겠으며 第2, 4項은 이에 依해 達成될 수가 있다.

第5項의 運轉效率向上은 各 補機를 設計上의 最高效率를 갖는 點에서 運轉하거나 必要로 하는 時期에만 運轉하여 所內動力을 節減시키므로 經濟的인 效果는 크다고 하겠다. 그러나 施行에 앞서 效率算出方法의 確立과 效果的 制御點의 設定等에 많은 研究가 加해져야 한다.

나. 計算機制御의 檢討事項

1) 起動, 停止 또는 運轉中 制御

運轉操作의 高度化, 複雜化에 對處하고 經濟的 利潤의 追求와 操作의 安全性, 確實性의 點에서 起

動, 停止의 制御가 바람직하겠다.

2) 全範圍 또는 部分範圍

起動, 停止에 있어서 操作의 範圍를 全範圍로 實施하느냐 部分範圍에 實施하느냐는 設備金額과 發電所의 特殊性(起動 停止 回數)에 依해 決定해야 할 것이다.

一般의 으로 처음 試圖時에는 全自動化에 앞서 部分自動化가 바람직하며 이때에는 Turbine의 自動化가 이루어져야 하며 그후 運用狀態 및 技術習得後 점차적으로 全自動化에 進行하여야 할 것이다.

3) 直接制御 또는 監視制御

異常發生時의 後備措置, 運轉繼續의 重要性을 考慮하여 決定해야 할 것이나 計算機의 負擔을 輕減하고 計算機 事故時 運轉의 容易點에서 監視制御方式이 바람직하다.

4) 制御의 程度

機器 및 裝置의 重要성과 運轉員의 負擔能力을 考慮할 必要가 있다.

結 論

Plant 設備의 大容量化, 複雜化, 繁雜化, 運轉制御技術의 高度化에 對處하고 運轉操作의 安全性, 確實性 및 經濟的 利潤追求로 汽力發電所는 計算機採用에 依한 運轉이 增加추세에 있고 그 制御範圍도 Data Logger를 위시로 起動, 停止制御, 運轉中制御, 效率制御, 異常時制御로 發展되고 있는 추세이다. 이에 따라 韓電도 計算機 및 Sequence 制御裝置로 部分自動化(Turbine의 自動 起動 停止)가 가능한 新規 大容量發電所는 效率制御 및 Burner의 本數制御까지, 그리고 計算機가 未設置 運轉中인 中容量發電所는 計算機에 依한 Data Logger 및 Turbine의 自動, 起動, 停止가 可能하도록 現在 研究, 檢討中에 있다.