

海 外 論 抄

電子油壓式 Governor의 開發

—火力發電所蒸氣 Turbine 에 있어서의—

(Development on Governor of electronic oil pressure type for steam turbine of thermal power plant)

蒸氣 Turbine plant 의 制御方式은 점점 더 複雜하게 高度化하고 있으며 遠心 또는 油壓調速機等 Lever 와 油壓機構의 組合으로 構成된 機械油壓式 Governor 代身에 電子油壓式 Governor(Electro-Hydraulic Governor, EHG 一般的으로 廣義의 意味로는 電子油壓式制御裝置 Electro-Hydraulic Control System 이라함)의 開發에 主力하고 있으며 本報告書는 이에 對한 試驗結果를 記述한 것이다.

本報告書는 産業用(自家發電用) 蒸氣 Turbine 의 電子油壓式 Governor 에 關한 것으로서 機械油壓式에서의 複雜한 Lever 機構, Relay 裝置等 機械部分의 電子油壓化와 高壓制御油의 採用 및 이에 따르는 各部分의 Module 化, Solid State 化 및 小型 Unit 化에 依하여 取扱 및 保守가 容易한 高性能의 制御裝置를 開發하게 되었

다.

특히 美國의 GE 社에서 이에 對한 開發이 앞서 있으며 現在 100MW 까지 約 30 臺가 實用化되고 있다고 한다.

1. 電子油壓式 Governor 의 概要

1-1 制御裝置

電子油壓式 Governor 의 基本的인 制御方式은 機械油壓式 Governor 와 같으며 다만 檢出裝置, 設定裝置, 演算增幅裝置가 機械式에서 電子式으로 代置된 것이다. 1 그림 1은 抽汽 背壓 Turbine 의 電子油壓式 Governor 이다.

이미 아는바와 같이 抽汽 背壓 Turbine 은 單獨調速 運轉과 並列調速運轉의 두가지 運轉方式이 있으며 單獨

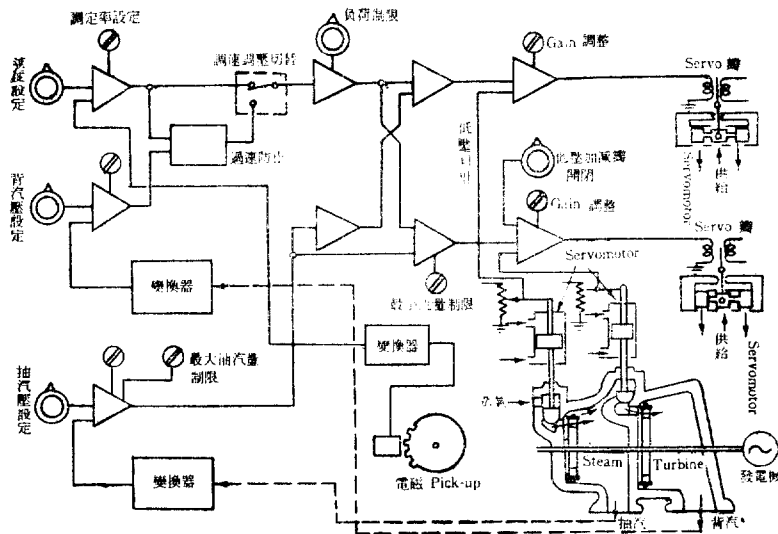


그림 1 抽汽背壓 Turbine 制御系統(電子油壓式)

調速運轉은 Turbine 回轉類와 抽汽壓力를 高壓 低壓의 2個의 加減瓣으로 制御하는 것이 그 主要目的이며 排汽壓力은 Turbine 自體에 依해서는 制御되지 않고 必要에 따라 Bypass Line 을 設置하여 壓力制御를 行한다.

이런데 抽汽壓力이 上昇할 境遇에는 速度의 影響을 주지 않도록 高壓加減瓣을 닫히고 低壓加減瓣을 열리는 方向으로 動作시켜 抽汽壓力을 降下시키고, 速度가 上昇할 境遇에는 抽汽壓力에 影響을 주지 않도록 高壓 低壓加減瓣을 같이 닫히는 方向으로 動作시켜 速度를 降下시킨다. 並列調速運轉에서는 速度는 系統에 依하여 制御되므로 抽汽壓力과 排汽壓力은 2個의 加減瓣으로 制御하는 것이 그 目的이나 이런데 排汽壓力이 上昇할 경우에는 抽汽壓力에 影響을 주지 않도록 高壓低壓加減瓣을 같이 닫히는 方向으로 動作시켜 排汽壓力을 降下시킨다.

機械式 Governor 에서는 速心體에 依해서 速度를 檢出, 同期 Handle 로서 設定, 回轉 pilot 機構로서 設定值와 檢出值를 比較하도록 되어있으나 電子 Governor 에서는 Turbine 軸의 直結된 電磁 Pick-up(또는 PMG) 로서 速度를 檢出した 후 直流信號로 變換시켜 同期設定器(Potentiometer)에 나타나는 設定速度信號와 Transister Op. Amp.(TOA)를 利用한 加算器로서 比較하여 適當한 調定부를 주어서 調速信號를 發生한다.

調速系統에 關하여는 抽汽壓力과 排汽壓力은 꼭 같으며, 機械式 Governor 에서는 壓力調整機로서 設定 檢出 및 比較하는 것을 電子 Governor 에서는 壓力傳感器에 依하여 電氣信號로서 檢出하고 設定器(Potentiometer)에 나타나는 設定壓力信號와 TOA 를 利用한 加算器로서 比較하여 適當한 調定부를 주어서 調速信號를 發生한다.

이러한 信號는 機械式 Governor 에서는 Speed Relay 및 Pressure Relay 로부터 Three Arm Lever 을 거쳐서 2個의 制御對象間에 相互 干涉이 없도록 動作시켜 最終的으로 Servomotor 로서 加減瓣을 動作시키는 Power 로 變換시켜 所要되는 制御結果를 얻도록 하고 있음에 反하여 電子式 Governor 에서는 이 Three Arm 을 簡單한 加算器의 組合으로 動作시켜 電氣信號를 油壓信號로 變換시키는 Servo 弁으로 Servomotor 를 動作시킬 油壓을 調整하여 加減瓣을 開閉시킨다. 그리고 Servomotor Stroke 의 Feed-back 또 機械式 Governor 의 Lever 와는 달리 差動 Transist Potentiometer 에 依하여 電氣적으로 行하고 있다.

調速運轉의 Change-over 는 機械式에서는 油壓回路를 Change-over 시키고 있지만 電子 Governor 에서는 Change-over Switch 로서 電子回로를 Change-over 시켜 조정하게 되며 調速運轉에는 原理적으로 機械式 Gover-

nor 와 같이 同期設定器를 上限에 設定해서 系統에서 並列할 때 調速運轉이 自動으로 Change-over 되지 않을 때 Turbine 이 過速되면 自動으로 調速系統이 動作해서 過速을 막을 수 있도록 回路가 構成되어 있다. 機械式 Governor 에서는 이같이 할 수 있으나, 電子式 Governor 에서는 單單히 調速運轉기에 同期設定器를 現在の 調壓信號의 약간 위로 追從케 하는 Follow-up Control(FUC) 및 正確한 回轉數로 Turbine 을 유지해주는 AFC 를 利用할 수 있으며 이런 경우는 調速運轉기에 系統事故가 發生하면 調速運轉으로 Change-over 되었을 때의 速度上昇을 相當히 抑制할 수 있다.

이 외에도 負荷制限, 最大抽汽量制限, Turbine 의 低壓及最小流量制限같은 各 制限動作도 電子 Governor 에서는 設定器(Potentiometer)와 抵抵 및 Diode 로된 簡單한 Limit 回路로서 實現시킬 수 있다.

電子 Governor 의 心臟部라고 할 수 있는 電油變換部分인 Servo 弁에는 여러가지 形式이 있으나 現在 使用하고 있는 것은 Nozzle Flapper 式으로서 Torq Motor 라 불리우는 部分의 Coil 에 電流를 흘려서 Flapper 를 變位시키고 그 앞에 붙어있는 2個의 Nozzle 한쪽의 背壓으로서 最終段의 Spool 을 變位시켜 油供給 Port 와 Servomotor 에 연결된 Port 의 한쪽을 oil 이 들어가는 Port 와 나오는 Port 를 연결해서 Servomotor 가 動作하도록 한 것으로서 內部的으로는 Spool 의 動作을 Spring 으로서 Flapper 에 Feed-back 시키고 있는 形式인 것이다.

1-2 制御油供給裝置

制御性能의 向上, 各裝置의 小型 Unit 化 및 取扱이 簡單하도록 하기 위하여 制御油壓은 從前의 10~14kg/cm² 에서 100~120kg/cm² 으로 高壓化하고 使用油도 火災의 危險性을 막기 위하여 不燃性油를 採用하였다. 따라서 電子 Governor 의 制御油系統은 從前의 潤滑油系統과는 完全히 分離되어 있다. 電子式 Governor 用 高壓油의 經濟的인 供給方法으로서 는 Unload Relief 瓣, 및 Accumulator 와 固定吐出 Pump 를 使用한 連續的인 油壓制御方式과 Pressure Compensator 가 붙어있는 可變吐出 pump 을 使用한 連續的인 방식이 考慮되지만 自家發電用의 比較的 小形 Turbine 에 있어서는 經濟성과 取扱이 쉬운 點에서 固定吐出 pump 을, 自家發電用 大形과 事業用的 比較的 大形 Turbine 에서는 可變吐出 Pump 가 一般的으로 使用되고 있으며 그림 2 는 固定吐出 pump 을 使用한 基本的인 系統圖이다. Oil 은 Suction Strainer 을 지나 Oil Pump 로서 加壓되고 Unload Relief 瓣과 Accumulator 로 構成된 回路에서 100~120kg/cm² 로 制御되며 2臺의 Oil Pump 을 두어서 運轉中인 Pump 故障時 豫備 Pump 가 自動으로 起動하도록 되어있다.

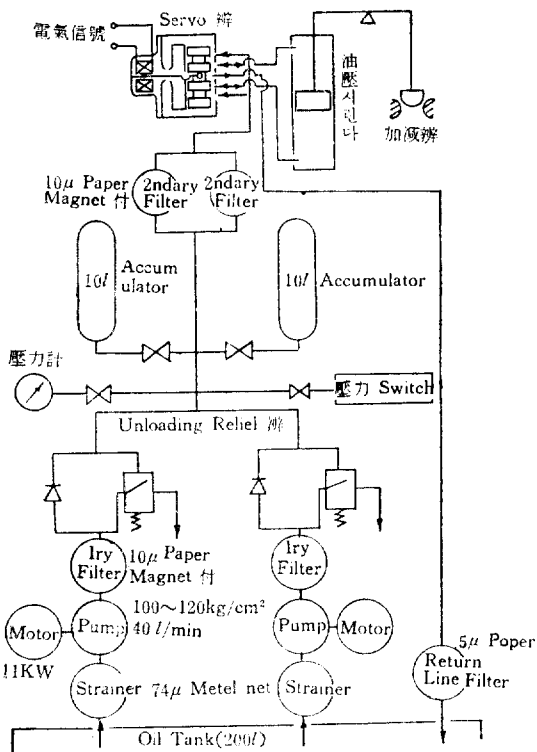


그림 2 油配管系統

電子 Governor의 生命이라 할 수 있는 Servo 瓣에 먼지 混入은 매우 나쁘므로 油壓裝置를 完全密閉形으로 하는 것은 當然한 일이며 運轉始初에 Flushing을 充分히 하고 Line Filter에는 Magnet 付 10µ를 設置하여 Oil이 깨끗하도록 하여야 한다.

2. 電子油壓式 Governor에 依한 試驗結果

上記裝置와 같은 電子 Governor의 單獨試驗 및 7000 KW 背壓 Turbine에 設置해서 無負荷로 各種試驗을 實施한 結果 다음과 같이 그의 優秀性이 確認되었다.

同試驗에서 速度制御는 約 100 回轉부터 可能하고 調速性能은 3600±1rpm, 調壓性能은 10±0.05kg/cm² 程度の 變動으로 끄쳤고 調定率도 1~10%의 範圍內에서 充分히 安定된 動作을 하는 것이 確認되었고 特別 壓力 調定率은 0%까지 運轉可能하여 Turbine 自體에 依한 正確한 壓力制御가 可能하고 또한 Plant 特性에 相應한 制

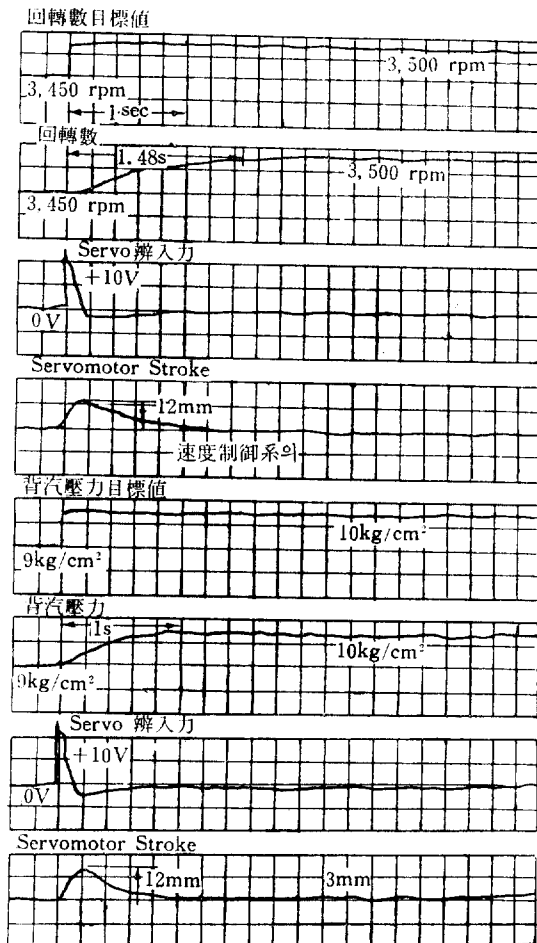


그림 3 背汽壓力制御系

御, 예컨대 比例+積分動作을 시킬 수도 있음이 確認되었다. 從前의 機械式 Governor의 Servo 系에서 흔히 있었던 不動時間도 거의 없고 負荷遮斷時의 回轉數上昇率도 억제시킬 수 있음이 3600KW 抽流 背壓 Turbine의 負荷試驗에서 確認되었다.

速度設定値와 壓力設定値를 急變시켰을 때의 應答은 그림 3에서 보여주고 있다.

이러한 結果를 볼 때 現在の 機械式 Governor의 기능을 그대로 電子油壓化하였을 경우에도 그 制御性能 및 取扱의 容易性等に 있어 보다 우수한 것은 勿論 ASR, ALR 및 Computer Control 같은 더욱 高度의 制御方式에 쉽게 適應되며 同時에 Process 特性에 適應한 制御 또는 數臺의 Turbine plant를 가장 適切하게 制御하는 Master Turbine 으로서의 역할을 電子 Governor을 設

<26p에 계속>