

自動制御設備의 理論과 實際

裴 承 煥*

7. 熱源裝置의 自動制御

空調用 熱源裝置로는 冷熱源과 溫熱源裝置로 分類된다. 冷熱源裝置는 冷凍機(往復式, 다보式, 吸收式等)와 펌프類 등의 補助機를 主體로 하며, 溫熱源裝置로는 보일러(색소날 貫流式, 爐筒一煙管式 等 主로 팩케이저보일러)와 펌프類 등의 補助機類를 主體로 하고 있다.

本章에서는 熱源裝置에 使用되는 機器에 對한 自動制御로서

- (1) 冷凍機의 自動制御
- (2) 보일러의 自動制御
- (3) 펌프類의 自動制御

等에 對해서 說明하겠음.

7.1. 冷凍機의 自動制御

7.1.1. 往復動式 冷凍機의 自動制御

往復動式 冷凍機에 對한 自動制御 目的은 첫째로 保安制御와 둘째로 容量制御로 分類되지만 本項에서는 自動容量制御에 對한 計裝만을 記述하겠음.

自動容量制御의 計裝에는 自力式機器에 依한 경우와 他力式自動機器를 併用하는 경우의 두가지

種類를 생각할 수 있다. 이 중에서 여기에서는 特別히 溫度制御에 使用되는 경우만을 들어 취급해 보겠음.

往復動式 冷凍機는 本來의 性格으로 보아 比例制御는 不適當으로 電氣式 二位置制御系가 一般적으로 採用되고 있다.

計裝例로서 그림 7.1(a)의 경우에는 溫度調節器의 指令에 따라서 冷凍機와 언로더(Unloader) 操作用電磁2方밸브를 2股 二位置制御한다.

그림 7.1(b)의 경우는 溫度調節器의 指令에 따라서 電動 Step Controller를 操作시켜 複數臺의 冷凍機를 多位置制御한다. 이 경우에 冷凍機가 比較的 大型이면 언로더 操作이 可能해 점으로 追加해서 스텝의 數도 增加한다.

7.1.2. 터보冷凍機의 自動制御

(1) 電動터보冷凍機의 計裝

電動터보冷凍機는 空調設備用 冷熱裝置로서 차지하는 比重이 크며, 이의 自動制御도 保安과 容量關係로 分類할 수 있으며 여기서는 自動容量制御에 對한 計裝만을 취급하겠음. 電動터보冷凍機의 自動容量制御의 代表的인 것으로는 吸込베인(Suction vane) 角度制御와 모타의 電流制御를 들 수 있다. 이 兩者를 組合한 System으로서 開

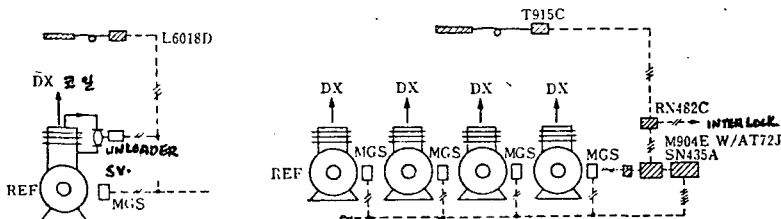


그림 7.1. 往復動式 冷凍機의 計裝

* 正會員 現代設備株式會社

發된 特殊專用機器에 依한 計裝을 例로서 說明해 볼것 같으면 그림 7.2에서 溫度檢出器의 電氣抵抗值變化를 人力으로 한 溫度調節器의 指令에 依해서 吸込베인 角度制御用 모타를 位置比例制御한다. 이 制御系에도 冷水溫度制御系가 있지만 여기에 過電流 防止制御回路를 附加한 方式이다. 即 모타 電流回路에 變流器를 設置해서 그 電流變化(直流電壓으로 變換시켜서)를 入力으로 한 壓縮機모타 電流調節器의 指令에 依해서 吸込베인 角度制御用 모타의 動作制限이 必要에 應해서 行해진다. 壓縮機모타의 電流制御器에 對해서 보면 그 構成은 「電壓比較回路」, 「2채널 增幅回路」 스위칭 回路」로 되어 있고, 모타電流는 40~100% 可變이다. 이 電流制御器의 動作을 보면 다음과 같다. 即 增幅器 入力信號는 100%의 定格電流에서 容量베인이 그以上 열리지 않도록 하고, 또한 105%의 電流에서는 容量베인이 닫히기 始作한다 모타 電流가 97% 以下가 되면 冷水溫度制御器가 容量베인의 制御를 하도록 調整되어 있음.

보통의 경우에는 溫度調節器의 入力으로서 베인의 角度制御를 하고 있음을 나타내고 있지만 特히 過負荷의 狀態가 될것 같으면 電流制御器의 入力으로 베인이 닫히기 시작함으로, 電流制限器의 役割을 갖는다.

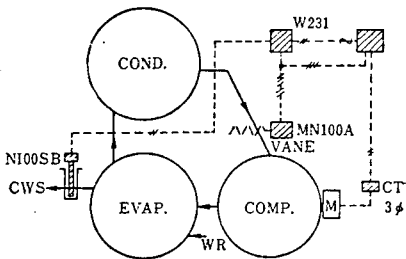


그림 7.2. 電動터보冷凍機의 計裝

(2) 터빈驅動터보冷凍機의 計裝

터빈驅動터보冷凍機는 高壓蒸氣를 利用한 蒸氣 터빈式과 高壓가스를 利用한 게스터빈式이 있으나 그 規模가 크기 때문에 一般의 空調設備用 冷凍機로서 設置된 例가 아직까지 우리나라에는 없으나 참고로서 自動容量制御에 對해서 說明하겠음. 터빈터보冷凍機의 容量制御는 터빈回轉數制

御, 베인角度制御 및 兩者를 組合한 制御가 主가 되며 여기서는 回轉數制御와 베인 角度制御의 組合된 System에 依한 計裝例를 들것 같으면 그림 7.3과 같다.

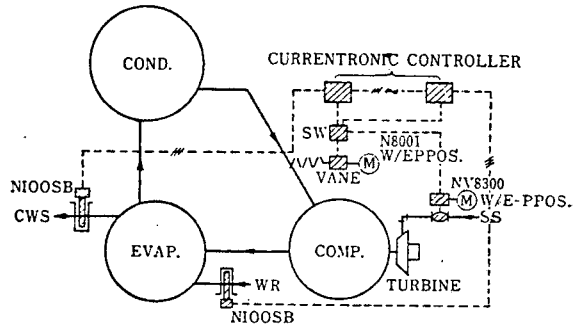


그림 7.3. 터빈驅動터보冷凍機의 計裝

溫度檢出器의 電氣抵抗值 變化를 入力으로 한 溫度調節器의 指令에 依해서 터빈 回轉數 制御用 空動 2方밸브(蒸氣用)를 位置比例制御한다.(回轉數制御로서 容量 50% 以上の 경우에 베인 角度는 100%가 된다) 또한 同時에 溫度檢出器의 電氣抵抗值를 入力으로 한 溫度調節器의 指示에 따라서 베인 角度制御용모타를 位置比例制御한다(베인 角度制御에서 容量 50% 以下の 경우에는 터빈은 调速器에 依해서 回轉數가 一定하게 되도록 고려할 것). 한편 이 兩者의 制御方式交替(50% 時에 있어서)는 스위치 行해진다.

여기에 使用되는 自動機器는 「工業計器」로서 대단히 高度의 制御性을 갖는 프로세스 用機器이며, 一般으로는 電子-空氣式 制御系가 使用되는 例가 많다.

7.1.3. 吸收式冷凍機의 自動制御

吸收式冷凍機의 自動制御에는 蒸發器內의 冷媒 또는 冷水의 溫度가 異常으로 降下했을 경우라든가 負荷의 減少에 의해서 冷水流量이 低下했을 경우에 대비해서 蒸氣의 供給을 중지하든지 또는 펌프를 停止시키고 保安制御關係의 動作과 部分 負荷時의 自動容量制御動作이 있다.

容量制御方式에는 冷却水量制御, 吸收劑水溶液의 循環量制御 및 蒸氣量制御 등이 있으며, 이것

들을 適切하게 併用하면 單獨의 制御方式에서는 發揮할수 없는 좋은 特性을 나타내며, 高効率 뿐만 아니라 廣範圍의 容量制御가 可能하다. 여기서는 水溶液의 循環量 3方밸브制御의 單獨에 依한 容量制御에 對한 計裝例를 들기로 한다.

그림 7.4에서 冷水出口溫度檢出器에 依해서 再生器 펌프出口 3方밸브를 作動하여 部分負荷時에는 希溶液의 一部를 吸收器에 돌아가는 濃溶液에 by-Pass 하여 吸收能力을 調整함으로써 容量을 制御한다. 이 방식은 效率이 좋으며 制御範圍도 넓다. 計裝例에서는 現場制御機器를 電子式自動機器群을 使用하고 있지만 特히 檢出器의 時間느짐 (Time Lag)에 留意하고 制御밸브의 寸수 決定이 問題가 된다. 여기에서 特히 應答度에 問題가 될것 같으면 高度의 制御系(PD 動作等)를 附加시킴으로서 해결할 수 있다. 即 工業計器를 使用한다.

一般的으로 冷凍機의 制御回路는 冷凍機製作會社에 따라서 多少는 다르겠지만, 基本制御回路의 構成要素로서는 容量制御回路, 發停時의 시퀀스回路 保護回路, 故障表示回路, 冷水溫度指示回路 등으로 되어 있으며, 冷凍機 前面의 制御盤內에 裝置되어 冷凍機와 一體로 工場에서 出荷된다.

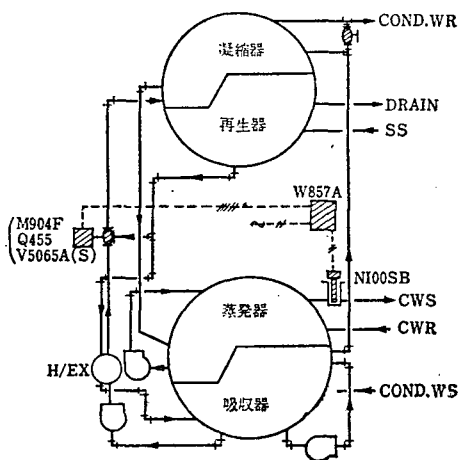


그림 7.4. 吸收式冷凍機의 計裝

7.1.4. 冷凍機의 並列運轉制御

建物에의 搬入 또는 設置等の 問題點으로 大容量의 冷凍機를 1臺 設置하는 것 보다는 小容量의

冷凍機를 2~3臺 設置하는 경우가 있으며, 이런 경우에는 經濟的인 運營面에서 불때 並列運轉制御의 必要性을 느끼게 됨으로, 이에 對한 計裝例로서 電動터보冷凍機 2臺를 還水溫度制御에 依해서 並列運轉制御를 하면 그림 7.5와 같다.

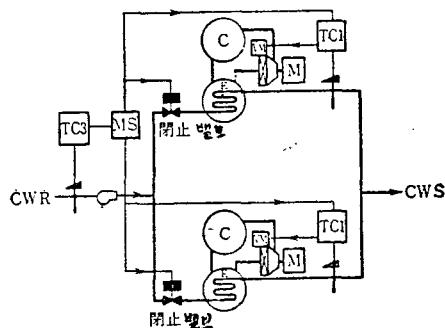


그림 7.5. 電動터보冷凍機의 並列運轉制御

運轉切換用 溫度調節器 TC₃에 依해서 負荷를 循環側 冷水溫度로 檢出하여 全負荷가 35%까지 내려간 狀態에서는 1臺의 冷凍機를 停止하고, 同時に 冷水管路도 閉止한다. 그러면 나머지 1臺는 流量이 2배가 되어 負荷도 70%로서 運轉하게 된다. 다시 負荷가 增加해서 100%에 도달했다고 하면 (全負荷의 50%) 停止하고 있던 1臺가 運轉되어 各各의 冷凍機의 負荷는 50%로서 運轉된다 또한 冷凍機의 先行順位는 順位切換스위치 MS에 依해서 任意로 選擇되며 各冷凍機의 運轉 Cycle을 平均化할 수 있다.

裝置臺數가 2臺以上이 되면 熱量調節計 (Calorie meter)에 依한 方法이 一般的으로 使用된다. 이것은 供給冷水主管과 循環冷水主管에 溫度檢出器를 各各 設置해서 供給水溫과 循環水溫과의 差 (ΔT)를 取하고, 負荷에 使用한 全冷水流量을 檢出하여 演算機構에 依해서 溫度差와 流量의 積을 求하면 熱量이 된다. 이 熱量變化에 따라서 負荷計算을 하여, 冷凍機의 發停을 시퀀스하는 方法이다.

카로리메타에 依한 出力은 發停順切換 機構를 통해서 各冷凍機에 起動 및 停止指令을 주며, 先行順位는 任意로 變更할 수 있으므로 各冷凍機의 運轉을 平均化할 수 있다.

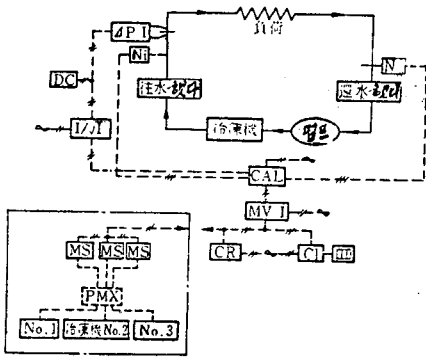


그림 7.6. 카로리메타에 의한 並列運轉

그림 7.6은 카로리메타에 의한 冷凍機의 並列運轉의 構成圖이다. (次號에 계속)

記 號	形 式 番 號	品 名
$\Delta P/I$	NDI	流 量 發 信 器
Ni	Ni00SBA	닛 겔 測 溫 體
I/I	NAX 500	流 量 變 換 器
CAL	NAX-S	카 로 리 演 算 器
MV/I	NAX 100	電 流 變 換 器
CR	NCX 10	記 錄 計
CI	NAX 162	카운타付積算器
DC	NAX 421	42 VDC 定電壓電線
MS	NAX 143	모 니 타 스 윗 치
PMX	APN4601D	PARAMATRIX