

## 自動制御設備의 理論과 實際

表 承 換\*

### 5.2. 空氣式 自動制御機器(Pneumatic Controls)

空氣式 自動機器의 構成要素를 보면 다음과 같다. 即 電氣式과 같이 調節器의 內部에 檢出部와 調節部를 구비한 位置平衡式(Motion Balance Type)과 檢出部, 調節部, 操作部의 3要素로 形成되는 力平衡式(Force Balance Type)이 있다.

位置平衡式...調節器=(檢出部)+(調節部)→操作器(操作部)

力平衡式...〔檢出器(檢出部)+調節器(調節部)〕→操作器(操作部)

#### 5.2.1. 溫度調節器(Thermostat) 位置平衡式

溫度調節器는 電氣式과 마찬가지로 室內型과 插入型이 있다.

##### ① 室內型 溫度調節器(Room Thermostat)

- 檢出部...주로 바이메탈(Bimetat)로 되어 있음.
- 調節部...2 位置制御나 比例制御 모두 노즐후랍바(Nozzle Flapper)機構로 된 것이 많다.
- 指示部...주로 바이메탈로 되어 있음.
- 作 動...檢出部의 溫度變化에 따르는 物理的 變化를 利用해서 設定値를 주어진 스프링의 張力 또는 레바(Lever)의 位置와의 關係로서 노즐의 간격 變化로서 생기는 背壓을 直接操作器의 操作空氣壓으로서 使用한다. 노즐후랍바와 노즐의 간격 變化와 이로 인하여 생기는 背壓은 比例함으로 比例動作에 適用되며 그 位置動作이 必要한 경우에는 후랍바位置를 強制的으로 變化시켜서 操作空氣壓을 0 또는 1.1kg/cm<sup>2</sup>로 하는 例도 있다. 動作間隔이나 比例帶는 普通 可變(1~6°C位)인 것이 많다.

##### ○ 2 設定型 溫度調節器(室內型)

이것은 檢出部, 調節部의 機構가 室內型 溫度調節器와 同一하지만 供給空氣壓을 變化시킴으로서 加熱制御와 冷却制御의 切換을 自動的으로 할 수 있는 種類

의 것으로 이것은 溫코일유닛 등의 溫度制御에 使用하도록 設計된 것임. 例로서 暖房時에는 1.25kg/cm<sup>2</sup>의 供給空氣壓을 使用해서 正動作(Direct Action)을 冷房時에는 0.9kg/cm<sup>2</sup>의 空氣壓으로서 逆動作(Reverse Action)을 할 수 있다.

##### ② 插入型 溫度調節器(Insertion Thermostat or Controller)

- 檢出部...리모트벌브(Remote Bulb)로 되어 있음.
- 調節部...比例動作이 주로 노즐후랍바機構, 볼밸브機構 등이 使用된다.
- 指示部...普通 具備되어 있지는 않지만 電氣式的 項에서 설명한 것과 같은 指示計가 붙은 것이 있으나 이것은 使用되는 場所에 따라서 選擇하면 좋다.
- 作 動...리모트벌브를 使用하고 있는 關係上 室內型과는 差異가 있으나 電氣式的 插入型과 同一하게 最終的으로는 調節器本體에 內藏된 벨로우즈의 物理的 變化를 利用하는 것으로서 作動機構는 室內型 溫度調節器와 同一하다. 普通 比例帶는 可變이며, 溫度範圍에 따라서 그幅이 다르기 때문에 最適의 比例帶를 現場에서 그 條件에 따라서 設定하여야 한다. 設置方法으로서는 特殊한 接續器具를 利用해서 리모트벌브를 파이프나 덕트內에 插入한다.

#### 5.2.2. 溫度檢出器(Temperature sensor) 力平衡式

##### ① 室內型 溫度檢出器(Room Temperature Sensor)

- 檢出部...주로 바이메탈로 되어 있음.
- 檢出機構...溫度調節器와 달라서 調節機標를 具備하지 않고 있지만 노즐후랍바機構와 피드백챔버(Feed Back Chamber)를 併用하고 있으므로 溫度變化에 따르는 空氣壓變化를 直線性인 出力으로서 내고 있다. 이것은 力平衡式 理論을 應用한 것이므로 간단한 空氣壓傳送器(Pneumatic Transmitter)를 포함하고 있다고 생각할 수 있다. 그러므로 檢出器와 調節器와의 中間에 溫度 눈금을 가진 空氣壓계지(Gauge)를 插入하면 푸로세스變數(이 경우에는 溫度)를 直接 表示할 수 있다.

\* 正會員, 現代設備株式會社 技術部

다. 이 점이 一般 室內型 溫度調節器와 다르며 電氣式이나 電子式에서도 볼 수 없는 特徵을 가지고 있다. 그러나 制御動作의 選擇이나 이에 따르는 比例帶等의 設定은 調節器에서 해야 한다.

② 插入式 溫度檢出器(Insertion Temperature Sensor)

- 檢出部...주로 棒과 管(Rod & Tube)이라고 불리우는 것으로 熱膨脹係數가 다른 2가지의 金屬(알루미늄과 眞鍮)을 先端에서 溶接하여 노즐후랍바 機構와 組合한 것이다. 덕트內 平均溫度의 檢出用으로서는 流體膨脹型의 長形эле멘트(Long Element)로서 長이가 6m 정도)도 있으며 大型 空調器用에 널리 使用된다.
- 檢出機構...室內型과 同一한 機構를 가지고 있으며 또한 溫도와 空氣壓變換機構의 直線性도 同一하다.

5.2.3. 相對溫度調節器(Humidistat) 位置平衡式

① 室內型 溫度調節器(Room Humidistat)

- 檢出部...毛髮, 나이론리본等으로 되어 있음.
- 調節部...2位置制御나 比例制御 모두 노즐후랍바 機構나 볼밸브機構로 되어 있음.
- 作 動...檢出部의 相對溫度의 變化에 따르는 物理的 變位를 利用해서 設定值를 주어진 эле멘트의 張力과 레바機構와의 關係로서 노즐간격을 變化시키므로써 노즐의 背壓을 直接 操作器에의 操作 空氣壓으로서 使用한다. 內容은 室內型 溫度調節器와 同一하며 比例帶는 보통 2~30%의 可變으로 되어 있다.

5.2.4. 相對溫度檢出器(Humidity Sensor) 力平衡式

① 室內型 溫度檢出器(Room Humidity Sensor)

- 檢出部...주로 나이론리본으로 되어 있다.
- 檢出機構...室內型 濕度調節器와는 다르며 調節機構는 具備하고 있지는 않지만 노즐후랍바機器와 피드백크램버를 併用하고 있으므로 濕度變化에 의한 空氣壓의 變化를 直線性의 出力으로 내고 있다. 이것은 溫度檢出器의 機構와 同一하며 濕度의 空氣壓變換機構의 直線性도 同一하다.

② 插入型 濕度檢出器(Duct Type Humidity Sensor)

덕트內의 插入型으로 使用되며 檢出部와 檢出機構等은 室內型과 同一하다.

5.2.5. 壓力調節器(Pressure Control) 位置平衡式

- 檢出部...壓力範圍에 따라서 다이아후람, 벨로우즈 등이 使用된다.
- 調節部...普通 比例制御用으로서 벨로우즈나 다이아후람에 直接 壓力가 加해지면 프로세스壓力變

化를 物理的 變化(벨로우즈나 다이아후람等의 伸縮變化)로 바꾸어서 노즐후랍바機構에 採用한다.

- 作 動...檢出部의 壓力變化에 의한 變位를 利用해서 設定值를 주어진 스프링의 張力과 레바機構와의 關係로서 노즐과 후랍바의 間격을 變化시키므로써 노즐의 背壓을 直接 操作器의 操作 空氣壓으로서 使用한다. 內部的 機構는 다른 調節器와 同一하며 比例帶는 可變으로서 幅은 壓力範圍에 따라서 다르다.

5.2.6. 壓力檢出器(Pressure Sensor) 力平衡式

① 덕트用 靜壓檢出器(Static Pressure Sensor)

- 檢出部...低壓임으로 다이아후람으로 되어 있는 것이 많다.
- 檢出機構...一般의 壓力調節器와는 다르며 調節機構를 具備하고 있지는 않지만 노즐·후랍바機構와 피드백크램버를 併用해서 靜壓變化에 의한 空氣壓變化를 直線性의 出力으로서 내고 있다. 이것은 溫度나 濕度檢出器의 機構와 同一하며 靜壓의 空氣壓變換機構의 直線性도 同一하다. 使用例로서는 덕트系統(二重덕트裝置, Variable Air Volume System等)의 靜壓을 檢出하는데 널리 使用된다.

5.2.7. 調節器(Controller) 力平衡式

앞에서 말한 바와 같이 力平衡式의 경우에는 檢出器, 調節器, 操作器等의 組合으로 이루어지기 때문에 프로세스의 變數는 空氣壓의 變化로서 調節器의 入力으로 되어 있다. 그러므로 調節器는 空氣壓과 空氣壓型態의 力平衡式 理論을 應用한 것이다.

- 特 徵...各種檢出器(溫度, 濕度, 靜壓等)로 부터의 出力空氣壓信號를 增幅해서 操作空氣壓信號를 比例의 變換으로 變化시키는 比例制御調節器이다. 이것은 또한 2種類의 檢出器로부터 入力을 받아서 比例補償制御를 할 수 있다. 또한 遠隔으로부터 프로세스變數의 設定을 할 수 있으므로 中央式 空調裝置에서 遠隔設定方式을 利用할 수 있는 것은 電子式에서와 同一하게 應用할 수 있다. 그러나 電子式에서와 다른 點은 異種의 入力으로서 溫度 濕度の 組合된 制御를 할 수 있고 그 應用範圍는 많다.
- 比例帶...檢出器의 檢出範圍(Sensing Range)의 約 2~40%
- 指令度(Authority)...檢出器의 檢出範圍의 10~200%로서 넓다. 指令度는 比例補償制御를 하는 경우에 主體가 되는 主檢出器(Master Sensor)에

對해서 어느程度의 影響度를 다른 1臺의 檢出器 (Additional Sensor)가 줄 수 있는가의 程度를 表示한 比率로서 複合制御系에서는 長點으로 되어 있다.

- 操作 가능한 操作器臺數...原則의 으로는 1臺이지만, 操作空氣壓出力을 必要臺數로 等分하면 普通 3臺까지는 可能하다. 制御의 方式은 連續比例制御가 一般의이지만 同時制御, 오바랩(Over Lap) 制御 等도 可能하다.

**5.2.8. 電子空氣式 調節器(electro-Pneumatic Controller)**

檢出器는 電子式을 採用해서 溫度, 濕度等의 變化를 電氣抵抗值의 變化로 變換시켜서 부릿지(Bridge)회로의 入力으로 하는 方式으로 여기에는 增幅器가 必要하며 增幅된 出力으로 電磁코일을 作動시켜서 레바의 거리를 變化시키는 노즐·후랍바機構를 利用해서 空氣壓을 變化시킨다. 이 微小空氣壓을 다시 增幅해서 操作器의 信號出力으로서 낼 수 있도록 空氣壓變化를 주는 機構를 採用하고 있다.

- 特徵...溫度, 濕度の 檢出素(Element)의 抵抗變化를 電子式 부릿지회로에서 增幅하여 操作空氣壓信號를 比例의 으로 變化시키는 比例制御調節器이며, 2~3臺의 同種элемент入力を 받아서 比例補償制御도 할 수 있으며 또한 遠隔設定도 可能하다. 檢出部에는 電子式의 抵抗體를 使用하고 操作部에는 空氣式 모터를 使用함으로써 兩者의 特徵을 모두 具備할 수 있는 點이 매우 有利하다
- 比例帶...0.5~15°C 可變
- 指令度...0~40% 可變
- 操作 가능한 操作器臺數...原則의 으로는 空氣式과 같이 1臺이지만 操作空氣壓出力을 分割하든지 空氣모터에 포지셔너(Positioner)를 附着하는 方法을 쓰면 普通 3臺까지는 連續, 同時, 오바랩制御가 可能하다.

**5.2.9. 릴레이(Relay)**

空氣式 릴레이는 2位置動作, 切換動作, 選擇動作, 逆動作, 增幅·選擇動作, 增幅·連續動作等의 種類가 있다.

**(1) 2位置動作릴레이(Positive Relay)**

一般의 으로 調節器로부터의 操作器出力用空氣壓은 프로세스變數의 變化에 比例하는 比例信號임으로 이것은 2位置信號로 變換시키는데 必要할 경우에 使用한다. 作動範圍은 0.28~1.2kg/cm<sup>2</sup> 動作隙間은 固定이 많으며 約 0.2kg/cm<sup>2</sup> 이다.

例로서 調節器의 出力空氣壓이 릴레이의 設定點보다

높을 때는 供給空氣壓이 그대로 밸브에 걸리므로 밸브는 全閉가 되며 逆의 경우에 릴레이의 (設定點動作隙間) 以下로 出力空氣壓이 내려가면 밸브에 걸리는 空氣壓이 大氣로 放出되어 밸브는 全開가 된다. 結果的으로 밸브는 全開 或은 全閉의 2位置動作을 한다.

**(2) 切換動作릴레이(Switching Relay)**

供給空氣壓을 스케줄에 依해서 變更시킬 경우 一定值 (0.2kg/cm<sup>2</sup> 或은 0.9kg/cm<sup>2</sup> 等)를 取해서 普通 0.35kg/cm<sup>2</sup>의 動作隙間을 갖고 릴레이를 操作器의 途中에 設置하여 空氣壓의 變換을 하고자 하는 경우에 使用한다.

(例) 0.9kg/cm<sup>2</sup> 型의 릴레이를 使用했을 때 動作隙間이 0.35kg/cm<sup>2</sup> 이면 供給空氣壓이 0.9kg/cm<sup>2</sup> 일 경우 夏期에는 Port ④와 ③이 연결되며, 0.9+0.35=1.25kg/cm<sup>2</sup> 일 경우 冬期에는 Port ②와 ③이 연결된다.

**(3) 選擇動作릴레이(Selector Relay)**

高速混合복스(Mixing Box)의 冷溫風風量操作用담퍼의 制御에 溫度와 靜壓調節器等과 함께 使用된다. 普通 混合복스의 計裝에서 溫風側의 담퍼操作은 溫度調節器로서 하고 冷風側의 操作은 溫度와 風量(實際에는 靜壓)으로 하는 경우가 大部分임) 調節器 2個로서 한다. 이 때문에 溫度 및 靜壓調節器의 操作出力空氣壓의 要求度에 따라서 選擇을 할 必要가 생기는데 여기에 選擇릴레이가 使用된다. 그림 5.2는 選擇릴레이의 使用例이다

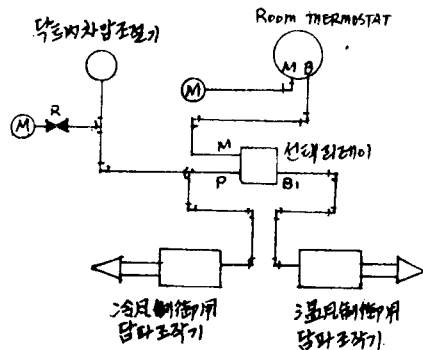


그림 5.2. 選擇릴레이의 使用例

**(4) 逆動作릴레이(Reverse-Acting Relay)**

調節器의 操作出力空氣壓을 逆比例의 으로 變換시켜 주는 릴레이로서 使用된다.

(例) 正動作調節器로서 正常閉밸브를 操作하고자 할 때 中間에 逆動作릴레이를 附着하여 溫度가 降下했을 때는 밸브를 比例的으로 열어주고, 溫度가 上昇할 때는 닫쳐주어야 한다. 그림 5.3은 暖房에 應用한 逆動作릴레이의 例이다.

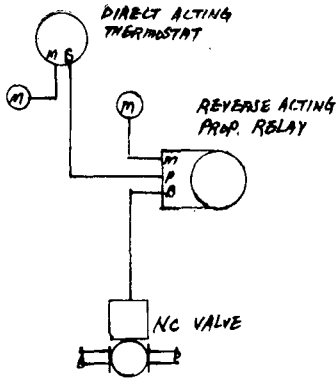


그림 5.3. 逆動作릴레이의 사용예

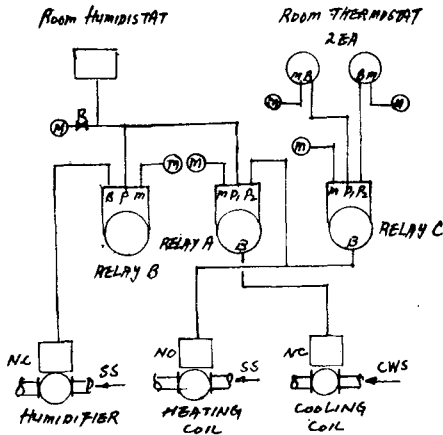


그림 5.4. 選擇릴레이의 사용예

(5) 增幅·選擇動作릴레이(Booster Relay) 이 릴레이는 3種類가 있다.

① High Command Relay...2個의 調節器中에서 操作出力空氣壓이 높은 쪽의 것을 選擇해서 操作空氣壓으로 한다. (1臺의 出力이 0.5kg/cm<sup>2</sup> 이고 다른 調節器出力空氣壓이 0.7kg/cm<sup>2</sup> 일 경우에는 높은쪽의 壓力即 0.7kg/cm<sup>2</sup> 의 空氣壓을 操作器에 傳送한다)

② Low Command Relay...2個의 調節器中에서 操作出力空氣壓이 낮은 쪽을 選擇해서 操作空氣壓으로 한다. (①의 例에서 0.5kg/cm<sup>2</sup> 를 操作空氣壓으로서 傳送한다).

③ Booster Relay...增幅器로서 使用된다. 調節器와 操作器사이의 거리가 멀 경우에는 傳送하는데 時間이 걸리므로 傳送지연이 생긴다. (例 外徑 6mm, 內徑 4mm 의 銅管을 使用했을 경우 50m 의 配管에서는 1.5秒의 지연이 100M 에서는 2.5秒의 지연이 생긴다.) 이와 같은 지연과 操作器自體에서 밸브나 댐퍼類를 操作하는데

要하는 時間을 짧게 줄이기 위해서 增幅器가 採用된다.

그림 5.4는 3個의 릴레이를 使用한 計裝例로서 A型 릴레이는 High Command Relay 로서 使用, 濕度調節器 에 依해서 除濕動作을 目的으로 했으며, B型 릴레이는 逆動作릴레이로서 使用했고, C型 릴레이는 Averaging Booster Relay 로서 使用, 2個의 調節器의 出力空氣壓을 平均値로 하기 위한 目的으로 使用된 例이다.

(6) 增幅·連續制御動作릴레이(Ratio Relay)

1個의 調節器出力으로서 다른 操作出力空氣壓에 의해서 2~3臺의 操作器를 連續 또는 오바랩操作시키는 目的으로 使用한다. 同一한 型의 릴레이를 使用해서 밸브나 댐퍼의 操作器인 空氣壓모터에 附着하는 경우도 있는데 이 경우에는 포지셔너(Positioner)라고 하며 Booster Relay 의 役割도 함께 한다. 普通 이 形式의 릴레이는 0.2, 0.35, 0.75kg/cm<sup>2</sup> 의 入力變化로서 各各 0.2~0.9kg/cm<sup>2</sup> 의 操作出力을 얻을 수 있도록 되어 있다. 動作을 開始하는 空氣壓(Start-Point 라고함)은 0~0.7kg/cm<sup>2</sup> 의 사이에서 可變이다.

例 : 그림 5.5는 1臺의 室內型 溫度調節器로서 3臺의 空氣밸브를 連續적으로 制御하는 計裝例이다. 調節器의 出力操作空氣壓을 임의로 0.2~1.1kg/cm<sup>2</sup> 로 하면 全範圍中에서 0.2~0.4kg/cm<sup>2</sup> 까지는 V<sub>1</sub>이 作動하고 0.4~0.6kg/cm<sup>2</sup> 間에서는 V<sub>2</sub>가 作動, 0.6~0.8kg/cm<sup>2</sup> 間에서는 V<sub>3</sub>가 作動함으로써 連續制御가 可能하다.

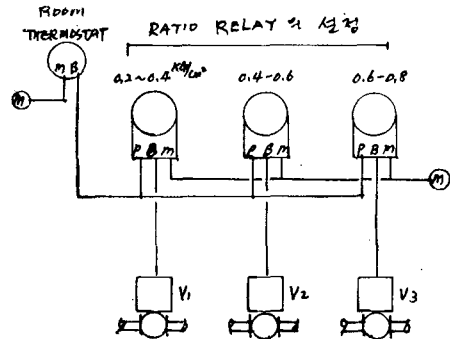


그림 5.5. Ratio Relay 의 應用例

(7) 空氣電氣變換動作릴레이(Pneumatic-Electric Relay)

空氣壓信號를 어느 1點에 다추워서 適當한 動作隙間을 갖는 電氣信號(電氣의 스위치)로 變換하는데 使用되는 릴레이이다. 使用例로서 분무펌프의 發停, 電磁릴레이의 ON-OFF 等に 採用된다. 이와 反對로 電氣信號를 空氣壓信號로 變換하는 릴레이로는 電氣 空氣變換릴레이(E-P Relay)가 있으며 이것은 인터록回路(Inter Lock)

에 使用된다.

**5.2.10. 空氣式 操作器(Pneumatic Actuator or Operator)**

空氣式 操作器에는 벨로우즈와 스프링을 綜合한 벨로우즈 모오터와 다이아후람과 스프링을 組合한 다이아후람操作器의 2種類가 있으나 現在는 거의가 다이아후람操作器로 統一되어 있다.

操作器는 用途에 따라서 밸브操作器와 댐퍼操作器로 分類된다. 토크(Torque)는 電氣式과 달라서 製作이 容易하며 必要토크에 應해서 여러가지의 種類로 具備할 수 있다.

**(1) 밸브操作器(Valve Actuator or Operator)**

操作器는 直線運動으로서 벨브스텝을 上下로 움직여서 操作한다. 操作器本體는 네오프렌다이아후람과 스프링의 組合으로 되어 있으며 2方單座밸브, 2方復座밸브, 3方混合밸브本體와 組合되어 使用한다. 다이아후람徑은 125~205mm 정도가 많고, 出力토크는 組合되는 스프링의 種類(스프링레인지라고 함)에 따라서 다르며, Cross-off Rating 은 반드시 線圖表에 의해서 正確히

選擇하여야 한다. 포지쇼나가 附着되는 경우에는 밸브操作를 開始하는 空氣壓을 정하는 Start-point 의 選擇을 할 수 있으므로 便利하다.

**(2) 댐퍼操作器(Damper operator)**

댐퍼의 全閉로부터 全開까지의 必要한 스트로크(Stroke)는 操作器의 設置位置에 의해서 決定된다. 그러므로 操作器本體와 附着用부라켓드가 一體로 되어 있어서 設置場所를 쉽게 選擇할 수 있는 것이 一般的이다. 操作器는 네오프렌다이아후람과 스프링의 組合으로 되어 있으며, 平行型이나 對向型댐퍼를 作動시키는데 使用한다. 操作器는 댐퍼의 크기에 따라서 여러 종류로 나눌 수 있고 포지쇼나를 附着시켜서 作動範圍를 選擇할 수 있다.

**(3) 空動스텔調節器로서 使用하는 경우**

空動스텔調節器로서 使用하는 경우에는 操作器의 上下運動의 特定位置를 選擇해서 2位置動作의 信號를 내는 方法으로 坎과 마이크로스위치의 組合을 1~10組 使用해서 任意의 스텝調節을 하는 方法이다. 使用例로서는 電氣히이더의 操作를 連續的으로 하는데 利用된다.

(次號계속)

**空氣自動制御裝置 및 工業用 프로세스制御**

設計, 販賣, 施工 및 監理

- 一取扱品目 案内一
- 空氣調和用 各種制御機器
- // 中央管制裝置
- // 各種制御盤
- 燃焼自動制御裝置
- 溫度調節器
- 후로스위치
- 마이크로스위치
- 工業用 各種 프로세스 制御機器
- 試驗用 計器
- 보이라水位調節器
- 其他 各種 自動計器

**Honeywell**  
The Automation Company  
**Yamatake-Honeywell**  
**McDONNELL & MILLER, Inc.,**

現代設備株式會社

서울特別市 中區 明洞 1街 5의 1

(寶林빌딩 1105號)

中央私書函 873

電話 22-9325, 22-1851