

새로운 空氣調和方式

(可變風量方式)

朴 容 漢 (譯)

(星亞技術社)

오늘날 建築에 있어서의 設備方式이 多角度로 發展되고 있으며 또 開發되고 있다. 現在 많이 채택되고 있는 方式中에 可變風量方式이 있는데 이 可變風量方式의 基本的인 方式을 소개하고자 日本 建築設備 1972年 6日 號에 게재된 新日本空調(株)에 橫山貞夫氏의 글을 번역하였으니 이 분야 設備전문가와 建築士들에게 도움이 된다면 고맙게 생각한다.

1. 序 言

空氣調和의 方式은 그 時代의 要求에 附應하여 여러 가지의 方法이 考案되어 實用化되어 왔다.

現在 施行되고 있는 空氣調和方式에는 變形도 많으나 大概 다음과 같이 分類할 수가 있다.

- (1) 全空氣式
 - 單一닥트方式
 - 二重닥트方式

○ CONVENTIONAL 方式

○ TERMINAL REHEAT 方式

○ 可變風量方式

- (2) 水空氣式
 - FAN COIL UNIT
 - INDUCTION UNIT 方式
 - PANELS AIR 方式(直接暖房과 併用 되기도 함)

{ 3 管式

{ 4 管式

- (3) 個別式 (ROOM COOLER, PACKAGE 形空氣調和機)

것이 可變風量方式인 것이다. 全空氣式에 依한 冷却效果는 送風量 및 室內溫度와 送風空氣溫度와의 差에 正比例한다는 것은 空氣調和에 있어서 基本的인 일로서 이미 잘 알려져 있다. 室內의 熱負荷는 여러가지의 要素에 依하여 變化하지만 室內溫度는 送風機氣溫度 또는 送風량을 變化시킴에 따라 一定하게 維持 시키는 두가지의 方法이 있다. 우리들이 通常 施行하고 있는 方法은 各室에 最大 冷却負荷를 滿足시킬만큼 充分히 낮은 溫度의 一定空氣량을 送風하고 部分負荷時에는 거기에 必要한 만큼 再熱하여 送風溫도를 높이는 方法을 使用하고 있다.

이와 같은 一定風量再熱方法은 理想的으로 溫度 制御를 行할 수 있다는 것은 明白하지만 한편 이 方法은 空調器側의 冷却負荷는 室內가 部分負荷인 狀態에 있어서도 언제나 最大冷却負荷가 되는 欠點을 지니고 있다. 冷却負荷가 적어지게 되면 거기 따라서 再熱負荷는 增加되어 結局 實際적으로 負荷가 적어짐에 따라 消費되는 全熱量은 增加하게 되는 結果가 되어 部分負荷時에는 不必要한 ENERGY가 消費한다는 理論이 成立된다.

上記의 여러가지 方式中 最近 話題가 되어 있는

이러한 理由로서 萬一 冷却負荷가 적어졌을 때는 거기에 對應하는 送風空氣량을 줄일수 있는 空氣

方式이 있다면 그것은 理論的으로 보다 經濟的이라고 考慮될 수 있다. 卽 各室에 보내는 送風量을 變化시킬 수 있다면 各室의 冷却負荷에 對한 同時 負荷率을 考慮하여 送風裝置의 容量도 적게 할 수가 있으므로 그 結果로서 建築費 및 送風機 또는 冷凍機의 運轉費를 節約할 수가 있다.

오래 前부터 可變風量空調方式(V. A. V. 方式) 이 理論的으로는 大端히 좋은 SYSTEM 이라고도 알려져 있었으나 實際應用하려는데 있어서는 運轉上의 不安定, 最小換氣量의 確保等 技術上의 여러가지 問題 때문에 採用되지 못하였던 것이다.

다음 그림에서 그러한 問題點을 생각해내보자. 어떠한 室內負荷인 境遇에도 冷却負荷는 一定하게 維持할 수가 있다. 卽 室內取得熱量이 적어지게 되면 再熱코일에 加해지는 熱量은 增加하게 된다. 例를 들면 室內負荷가 50%인 境遇에 이 室內方式에 消費되는 ENERGY는 100%의 冷却負荷와 50%의 室內熱取得에 相當하는 ENERGY이다.

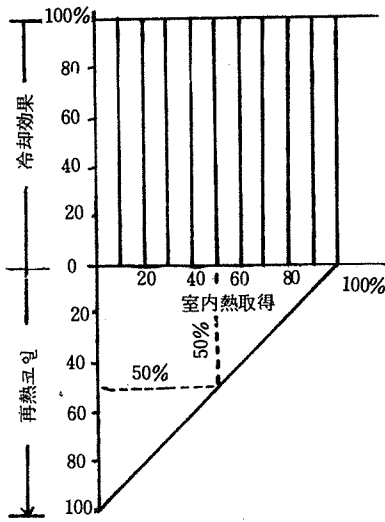


그림 1 再熱方式의 運轉特性

이 方式을 說明하기 前에 建物負荷라는 것을 確認해보자.

建築負荷는 잘 알고 있는 바와 같이 大略 다음과 같은 것으로 이루어진다.

1. 伝達熱取得 또는 損失
2. 太陽熱取得
3. 照明 및 機器發生熱取得
4. 人間發生熱

이들 負荷中에서 1項의 伝達熱取得 또는 損失은 主로 外氣溫度의 變化에 依하여 發生하는 것으로 때로는 冷房負荷가 되거나 暖房負荷가 되거나하는 것이지만 2~4項까지는 冷房負荷로서만 處理되는 要素이다.

여기에서 다시 建物을 內周部 外周部로 나누어 생각하면 內周部에서의 空調負荷는 사람 照明 其他機器 等에서의 發生熱에 依하여 생기는 것이다. (그림-2)

이것들은 年中 冷房負荷로서 存在하며 在室人員

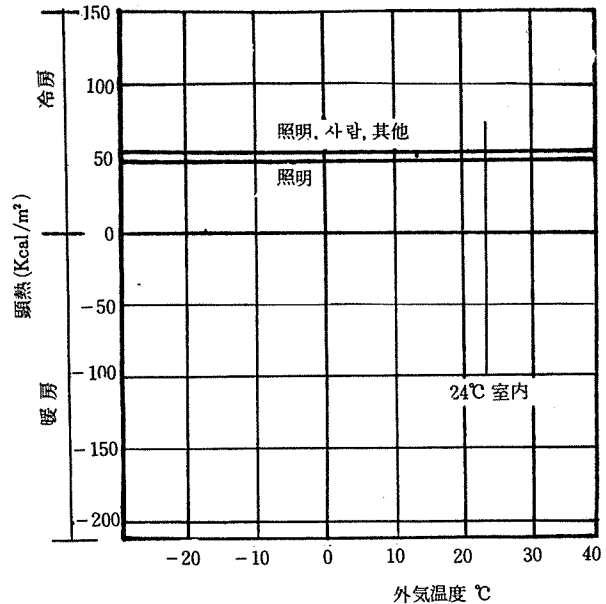


그림 2 事務室內周空調負荷(一般)

2. 可變風量空調方式

과 방안의 使用狀態에 依하여 그 크기가 變化한다.

또한 지붕에 면하고 있는 最上層의 内周部에 있어서는 그림 3 에서 表示하고 있는 바와같이 사람이活動하면서 照明되어 있을 때에는 冷房을 必要로 하지만 外氣溫度가 낮고 방안을 使用하지 않는 時間이 길게 되면 지붕에서의 熱損失때문에 定해진 室内溫度를 維持하기 爲하여 暖房을 必要로 할 때가 있다. 한편 外周部는 유리壁이 外氣에 接하여 있기 때문에 内周部와는 다른 負荷變化를 나타낸다. 冷房負荷는 사람과 照明에서의 發熱外에 壁및 유리를 通하여 들어오는 太陽輻射熱과 유리및 壁을 通하는 貫流熱負荷가 있다. 이러한 熱負荷는 外氣溫度 如何에 따라서 熱取得 또는 熱損失로 된다. 貫流熱은 照明 사람 및 太陽熱과는 關係없이 다만 外氣溫도와 室内溫度와의 差에 依하여 變化하며 外氣溫度가 室内溫度보다 높으면 冷房負荷로 되고 낮으면 暖房負荷로 된다.

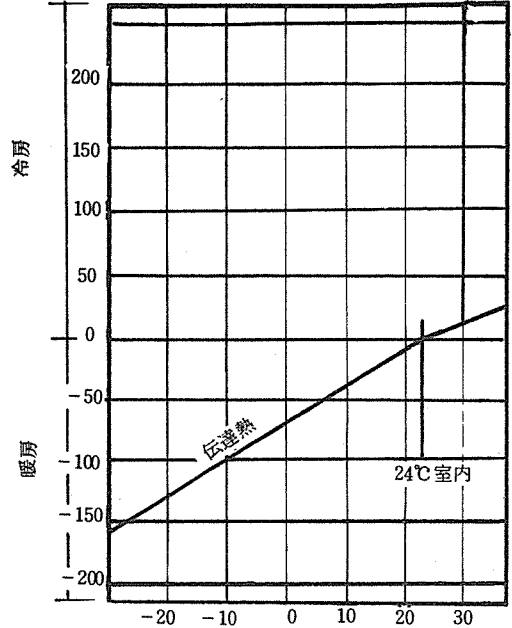


그림 4 事務室建物の 伝達熱

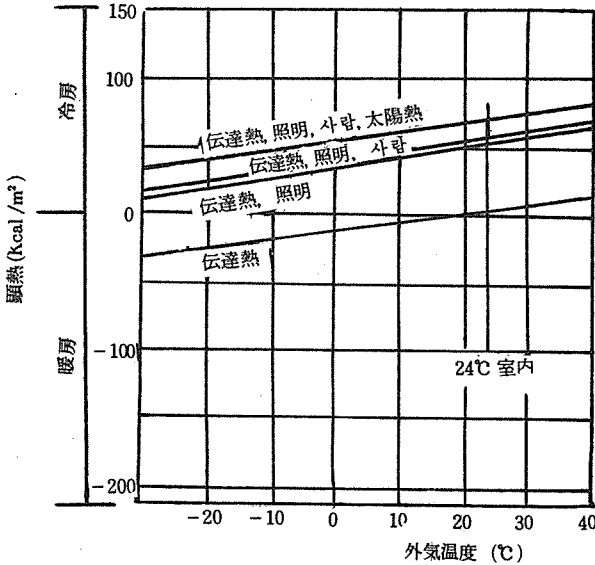


그림 3 事務室建物最上階内周部空調負荷

以上에서 概說한 바와 같이 建物の 負荷는 끊임 없이 變化한다. 이와같이 變化하고 있는 負荷에 對하여 前述한 바와 같이 全空氣式에 風量을 變化시켜 室内를 所定の 溫度로 維持시키고자 하는 方式을 可變風量空調方式(V. A. V. 方式)이라고 한다.

3. 可變風量空調方式의 特性

V. A. V. 方式은 다음과 같은 機器構成으로 되어 있다. 即 中央式空調裝置, 冷凍機裝置, 中壓空氣送風裝置, 可變風量TERMINAL 自動制御機器 등으로서 다음과 같은 一般的인 全空氣式의 特徵과 같은 것이다.

(1) 溫度制御

全空氣式에서는 冷却과 加熱이 同時에 이루어질수가 있어서 内部 또는 外部負荷의 少소한 變動에 對하여도 알맞는 制御가 된다. (이와 同等한 融通性을 가지고 있는 空氣, 水方式으로는 B' PIPE SYSTEM 또는 A PIPE SYSTEM 뿐이다.

(2) 溫度制御

全空氣式에서는 空氣, 水方式에 比하여 床面積當 많은 減濕空氣를 供給할 수 있으며 必要에 따라서는 局部的인 加濕을 할 수도 있다.

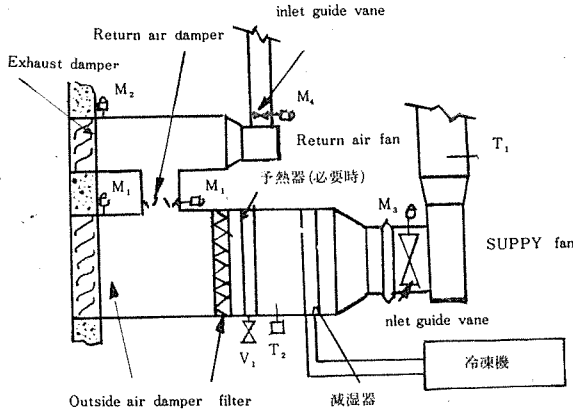


그림 5. 可變風量方式(供給空氣溫度一定)

(3) 室內에서의 發生騒音

FAN COIL UNIT 및 INDUCTION UNIT 에서의 發生騒音은 室內에서 그것을 없앤다는 일은 거의不可能하지만 全空氣方式에서는 空氣, 水方式보다는 騒音問題를 解決할수 있는 可能性이 크다.

(4) 騒音의 傳達

UNIT의 外裝이 連續的인 境遇에 UNIT 内部에 어떠한 消音裝置를 設置하게 되면 間壁을 形成하여야 할 방사이에 騒音傳達이 原因이되며 建設費가 높아진다.

(5) 間壁設置의 融通性

萬一 UNIT가 隣接室과의 사이에 位置하게 되는 境遇에는 間壁은 UNIT에 맞추어 設置하지 않으면 안된다. 물론 間壁의 幅에 맞추어 UNIT를 間壁속에 設置할수도 있겠으나 그러한 때에는 建設費는 다시 높아지게 된다.

(6) 室內家具配置에 對한 融通性

WINDOW TYPE UNIT는 室內의 家具配置에 對하여 障礙物이 되며 커어튼 또는 브라인드를 取設하는데도 問題가 된다.

(7) 負荷의 增加에 對하여

INDUCTION UNIT에서는 冷房負荷의 約 20%가 1次空氣에 依하여 處理되고 나머지 約80%가 2次冷水코일에 依하여 處理된다. 그렇기 때문에 1次空氣溫度를 낮추어도 그것에 依하여 增加되는 冷房容量은 極히 적은 것이 된다.

한편 2次冷水溫度는 室內의 露點溫度보다 높은 溫度로서 維持하고 있기때문에 코일 表面에 結露를 일으키지 않고 水溫을 내려 COIL의 冷却容量을 增加시킬수는 없게 된다. 여기에 對하여 全空氣式에서는 送風空氣의 溫度를 내리므로서 簡單하게 冷房容量을 增加시킬수가 있다.

(8) 냄새의 除去

全空氣方式은 空氣, 水方式에 比하여 送風量 및 排氣量이 많기때문에 냄새의 除去에 便利하다. 또한 INDUCTION UNIT 및 FAN COIL UNIT 方式에서는 室內空氣를 再循環시키므로서 有機物質의 蓄積이 問題가 되지만 全空氣方式에서는 排氣DUCT가 있으므로 그러한 問題는 없다.

따라서 다음과 같은 長點이었다.

(가) 送風機의 容量은 建物全體의 最大同時負荷로서 選定되므로 그 容量은 減少하고 建設費를 節減할 수가 있다. 卽 建物의 各室에 있어서의 最大負荷의 合計보다도 建物全體의 最大同時負荷(OVER ALL PEAK LOAD)의 값이 적게 되기 때문이다.

(나) 送風機馬力이 減少하므로 運轉費도 節減된다. 또한 冷房 및 暖房은 要求個所에만 供給되므로 ENERGY의 消費量이 節約된다.

(다) 送風機 및 DUCT SIZE가 縮少되므로 設備에 必要한 空間이 節減된다.

(라) 冬期에 있어서 過度의 氣流를 解消할 수가 있다. 卽 一定風量方式에서 室內의 氣流는 夏期冷房負荷에 依하여 決定되므로 夏期에 있어서 큰 負荷가 必要한 外周部에서 冬期에는 必要以上の 氣流가 생기게 된다. V. A. V. 方式을 使用하게 되면 冬期에 있어서도 必要한 最少氣流가 維持되므로 DRAFT의 어려움도 解消된다.

(마) VAV 방식은 自己平衡形이므로 現場에서 B-BALANCE 調整을 할 必要는 없다.

以上과 같은 長点뿐이 아니고 어떠한 방식이든 그 방식固有의 特色을 가지고 있는 것으로 VAV 방식에도 다음과 같은 몇가지 不安한 要素를 內包하고 있다.

(가) 不安定한 運轉

送風量의 變動이 原因이 되어 duct內의 靜圧이 變動한다. 即 風量이 적어지면 duct系의 靜壓損失이 적어져 送風機의 靜壓은 增加하게 된다. 이들의 두가지 變異의 效果에 依하여 送風量이 적어졌을 때에 TERMINAL UNIT 에 있어서의 靜壓은 보다 높게 된다. 그 TERMINAL UNIT 는 上流側의 壓力變動에 影響받지 않고 必要風量을 보낼 수가 있겠는가.

(나) 成層現象 및 DRAFT

從來의 吹出口에 依한 吹出氣流의 形態는 吹出風速에 依하여 決定된다. 即 風量이 적어지면 吹出氣流狀態는 變化하여 溫度가 다른 層이 되거나 DRAFT를 形成하게 된다. 따라서 새로운 吹出口는 어떠한 風量에 對하여도 充分한 氣流分布를 주는 것이어야 한다.

(다) 制御上的 問題

V. A. V. 방식은 세가지의 基本的인 制御上的 問題點을 가지고 있다.

- 적은 靜壓의 變化를 어떻게 感知하는가.
- 送風量의 變動에 對하여 還氣側을 어떻게 B-BALANCE 되게 하는가.
- 送風量과 還氣量과의 變動에 對하여 어떻게 外氣量을 一定하게 維持하겠는가.

(라) 騒音問題

TERMINAL UNIT 에 依하여 發生하는 騒音은 UNIT 에 걸리는 靜壓에 依하여 變化한다. 이러한 發生騒音을 어떻게 해서 居室者에 影響없도록 處

理하겠는가 등의 問題點이 있다.

4. 可變風量 TERMINAL UNIT

可變風量 TERMINAL UNIT 에는 使用場所 採 用 SYSTEM 에 依하여 크게 나누어서 다음의 세가지 種類가 있다.

(1) VAV 2重duct 方式用 UNIT

이 UNIT 는 冷房負荷가 減少하게 되면 室內 T-THERMOSTAT 는 風量調整器를 最少風量으로 固定한다. 또다시 負荷가 減少하게 되면 THERMOSTAT 는 溫風側의 調整器를 余餘히 열리도록 하는 機構로 되어있다.

(2) VAV 單一duct 再熱方式用 UNIT

이 UNIT 는 그림-6 에 表示한바와 같이 冷房負荷가 減少하게 되면 室內 THERMOSTAT 는 風量調整器를 最小風量으로 固定한다. 또다시 負荷가 減少하게 되면 THERMOSTAT 는 이번에는 再熱코일의 發熱을 열도록 하는 機構로 되어있다. 再熱코일의 加熱媒體로서는 蒸氣 또는 溫水가 使用된다. 또한 TERMINAL RE-HEATER 로서 電氣HEATER 를 使用할때도 있다.

(3) VAV 單一duct 方式用 UNIT

이 UNIT 는 冷房負荷가 減少하게 되면 室內 T-THERMOSTAT 는 風量調整器를 最大風量에서 最少風量으로 固定해 나간다. 또다시 負荷가 減少해 가게 되면 이러한 種類의 UNIT 에서의 室內制御는 送風空氣의 溫度를 높임으로서만 解決할 수 있다. 이들 UNIT 의 制御方式은 MECHANICAL TYPE 의 一定風量調整器로서 몇가지 種類가 있다. 그것은 製作者에 따라서 機械의 構成要素는 서로 다르지만 機能的으로는 거의 同一한 것들이다.

UNIT 의 制御方式은 1ROOM 1UNIT 로서 UNIT 別 單獨으로 CONTROL 하는 方法과 커다란 방에 對하여 여러대를 設置한 경우 1台의 制御器로서

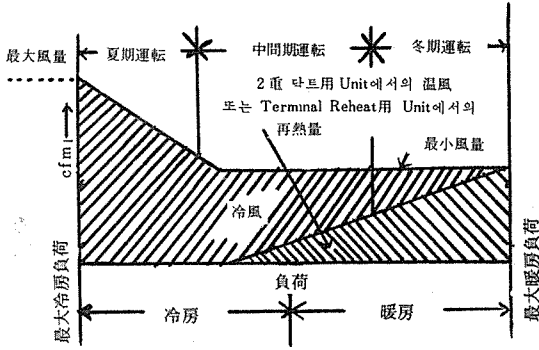


그림 6 VAN 二重 닥트方式 및 再熱方式用 unit 의 性能

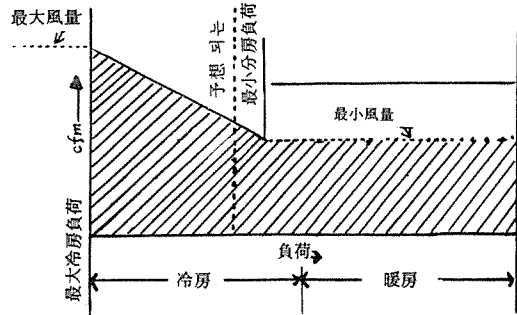


그림 9. VAV 單一 닥트用 Unit 의 性能과 限界

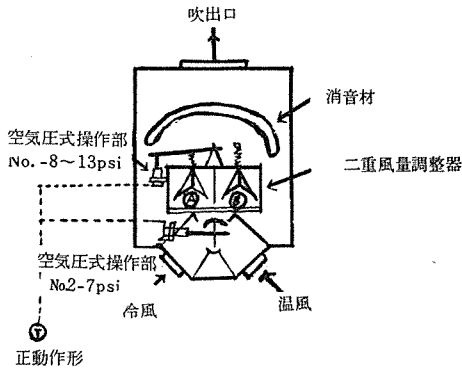


그림 7 VAV 二重 닥트 unit

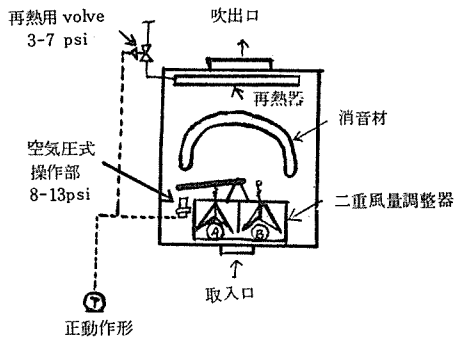


그림 8. VAV 單一 닥트 Terminal Reheat unit

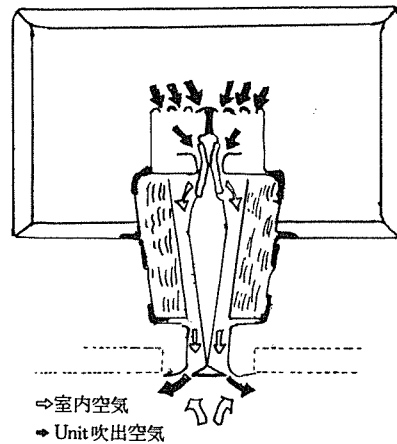


그림 10. 吹出口断面圖

여러台的 UNIT를 CONTROL 하는 方法이 있다.

그림-14 및 그림-15의 例는 送風空氣를 動力源

으로 하여 UNIT 内에 있는 BELLOW의 膨脹收縮에 依하여 送風空氣量을 CONTROL 하는 方式이다. 即 CONTROL 用의 空氣는 送風 PLENUM에서 FILL-TER를 通하여 風量制御器(REGULATOR)의 A 실에 들어가며 다시 A 실에서 ORIFICE NO 1을 通하여 B 室에 들어간다. (이 ORIFICE의 尺寸은 風量에 알맞게 調整된다.) A 室의 压力变化는 B 室에 变化를 가져온다. B 室은 BELLOW와 連結되어 있어서 B 室의 压力이 变化하게 되면 그 增減에 따라 BELLOW가 膨脹收縮하여 所定의 風量이 나오도록 調整된다.

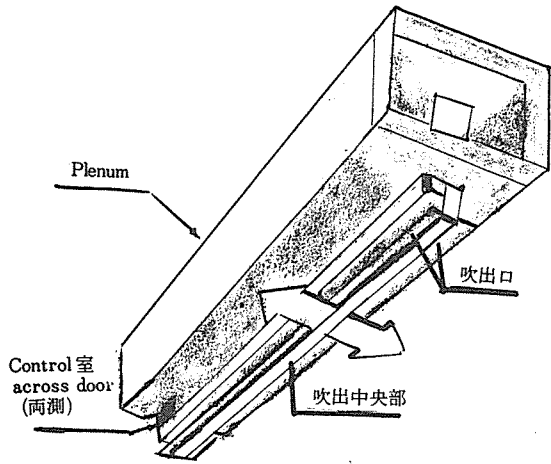


그림11. 外觀圖

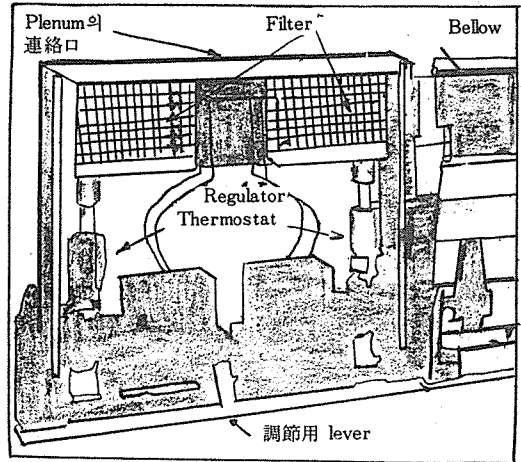


그림 14. Control 部の 詳細

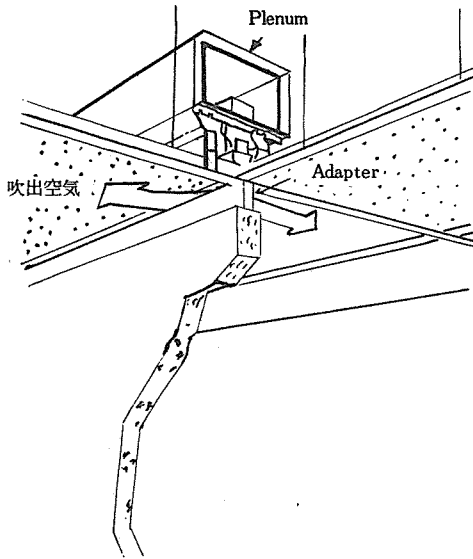


그림12. 設置例

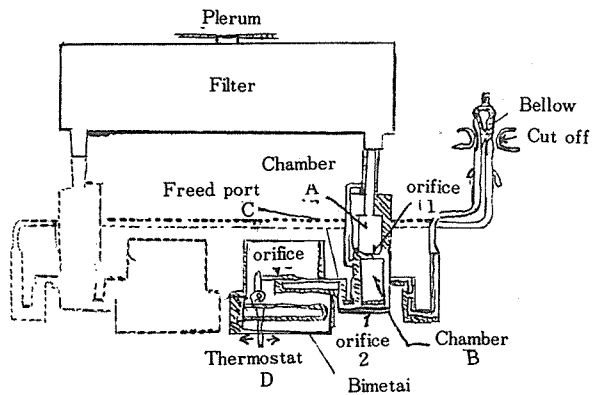


그림15. Control System의 詳細

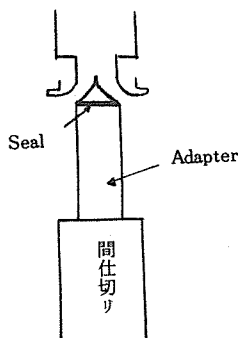


그림13. 間仕과의 取付方式

THERMOSTAT의 調整 LEVER D를 室溫에 따라 調整되도록 하면 THERMOSTAT의 바이메탈이 室溫에 맞추어 動作하게 되며 室溫이 내려가면 ORIFICE NO 3이 닫혀진다. 따라서 B室內의 壓力은 높아지며 BELLOWS는 膨脹하여 風量이 減少하게 된다. 室溫이 올라갈때에는 反對의 動作이 일어난다. 또한 間壁의 上部에서 UNIT가 設置되는 境遇에는 두개의 THERMOSTAT와 두개의 VOLUME REGULATOR를 使用하여 各各 獨立된 制御를 할 수도 있다.

5. 自動制御

(1) 靜圧制御

一般的으로 VAV UNIT 를 사용한 境遇의 風量制御는 室内 THERMOSTAT 의 指令에 依하여 行하여 진다. 風量을 適當히 制御하기 爲하여는 duct 內의 靜壓을 一定하게 維持할 必要가 있다.

部分負荷로서 裝置를 運轉했을 境遇 壓力制御가 되지 않고 있으면 duct 內의 壓力이 過大해질 우려가 있으며 壓力制御는 風量을 減少시키는 일, 音響의 諸問題, 裝置運轉의 經濟性等的 原因이 되므로 絶對的으로 必要한 것이다. 따라서 duct 內의 靜壓이 正確하게 感知되어 裝置內의 壓力均衡을 維持하도록 正確하게 制御되지 않으면 안된다. 그 壓力을 感知하는 場所로서는 風量의 變化에 따라 抵抗이 不安定한 場所는 避해 주어야 한다. 一般的으로 設計狀態에 있어서 全靜壓損失의 50~70%程度가 나타나는 場所에서 空氣의 亂流가 적은 곳이 가장 理想的이다. 靜壓의 制御에는 DAMPER CONTROL, SPEED CONTROL, VANE CONTROL 등의 方法이 있다.

(2) 最少外氣量

VAV 方式에서는 部分負荷時에 最小外氣量을 確保하는 것이 重要하다. 特히 還氣와 外氣와의 比를 變化하여 送風溫度를 制御하는 境遇에는 겨울의 最高負荷 時에 最小外氣量을 維持하지 못하는 境遇가 있으므로 注意하여야 한다. 最小外氣量을 維持하는 方法으로는 最小外氣取入口에 單獨의 送風機를 設置하는 일이다. 電氣的으로 INTER LOCK 시켜 主給氣送風機와 이送風機를 同時에 運轉하면 常時 最小外氣量의 確保가 容易하다.

또 하나의 方法으로는 外氣取入 duct 內에 速度制御器를 設置하여 이 制御器로서 最小外氣量을 維持하는 方法이다. 即 送風量이 줄어들게 되면 速度制御器가 高壓 SELECTOR 를 通하여 最少外氣量을 確保하도록 作動하는 것이다. 또한 充分한 外氣量을 導入하고 있을 때에는 언제나 速度制御器는 制御回路에서 分離되어 外氣 DAMPER 는 中央의 THERMOSTAT 로서 比例制御되도록 한다.

(3) 室內의 壓力制御

制御하는 室內壓力에는 正壓과 負壓이 있다. 壓力制御를 必要로 하는 代表的인 例로서 病院의 手術室 또는 實驗室 등이 있다.

室內의 THERMOSTAT 는 VAV UNIT 內의 冷溫風의 調整機構를 比例制御하여 室溫을 維持한다. 靜壓調整器 Sp' 은 排氣量을 制御하므로써 室內의 靜壓을 維持하므로 調整器의 壓力感知管은 언제나 氣流가 安定되어 있는 場所에 設置하여야 한다. 靜壓 調整器 SP₂ 는 還氣量을 比例制御하여 POSITION OPERATER 의 作動으로 還氣靜壓을 一定하게 維持할 수가 있다.

6. 結言

空調設計를 하는데 있어서 어떠한 方式을 採択하여도 無妨한 것이지만 于先 무엇보다 重要的인 것은 建物の 內容을 잘 把握하지 않으면 안된다는 것이다. 建物全體로 보아서는 VAV 方式이 가장 優秀한 方式이라 하더라도 어느部分에서는 致命的인 問題가 일어나는 수가 있다.

例를 들면 照明과 사람이 重要的 負荷로 되는 會議室이 있다고 할때 일반적으로 사람이 있고 照明이 되어 있으며 UNIT 의 選定도 잘 되어 있다면 CONTROL 이 잘 되지만 어느境遇 映寫를 爲하여 全照明을 꺼버렸다고 하면 當然히 어느程度의 負荷가 줄어들게 되므로 UNIT 는 風量을 減少시키게 되어 結局 換氣不足이라는 現象이 일어나게 된다. 이러한 境遇에는 무엇인가 새로운 対策을 殫索하지 않으면 안될 것이다.

또한 같은 理由로서 換氣의 問題가 일어날만한 것으로는 事務室等的 PERIMETER ZONE 에 있어서 直接暖房과 兼用으로 VAV 方式을 採択했을 境遇가 있다. 이러한 방에 있어서 在室者가 直接暖房에서 얻어지는 熱 以上の 熱供給을 바라고 있을 때에는 冷房用空氣로서 보내고 있던 空氣를 一掃 끊어버려야 하기 때문에 最小換氣量의 確保가 되지 않고 換氣의 問題가 일어나게 된다. 이러한 境遇에는 最小換氣量이 確保되도록 充分한 暖房容量을 附加시켜볼 必要가 있다. 以上 極히 概括的인 이지만 可變風量方式에 對하여 叙述하였으나 잘 아는 바와 같이 이 方式이 空調方式中 가장 理想的인 것은 아니며 어느 特定한 境遇에 있어서 長점이 많은 方式이라는 것을 附記하여 두고자 한다.