

변풍량(Variable Air Volume) 시스템과 종합시험조정 (TAB)

The Testing, Adjusting and Balancing of Variable Air Volume System

양 희 찬*, 나 석**
H. C. Yang, S. Na

1. 머리말

Variable Air Volume(VAV) 시스템은空調하고저 하는空間의負荷變動에 따라 일정한溫度를 갖는空氣의送風량을調節하여溫度를維持하는전공기식空調方式이다. 負荷變化에 따라 0~100% 制御가可能하지만室內의最小外氣량을유지하여야하며또吹出口特性和室內空氣分布를檢討하여全般的으로要求되는諸般條件들을충분히고려한시스템을設計하여야한다.

近代建築이大形化, 高層化되면서단순한은거지機能의空間보다는快適한生活環境空間을維持하는것이要求된다. 이는곧알맞은溫·濕度, 淸淨度, 換氣, 氣類形成을提供하는機械設備의重要性이부각되고있는事由이기도한다. 또한建物管理에所要되는總費用中 50% 以上이機械設備運用費로使用되고있음은주지의事實이다.

이러한趨勢에에너지節約型空調方式의요구가늘어짐에 따라 VAV 방식이 각광을 받게되었지만 초기에는 많은 실패를 가져왔다. 이는適用된 시스템이外國에서使用된設計方式과事情이 다른우리나라에 바로適用됐고施工者和運轉者の 시스템理解가 뒤따르지 못해設計, 施工, 運轉上의問題들이 대두

되면서 오래동안空調方式으로評價받지 못하다가最近裝置의新製品開發과技術蓄積等으로 재등장하게 되었다.

그러나 아무리 좋은 시스템이構成되어 있어도制御裝置의機能喪失이나運轉者の運轉點喪失이 따른다면 오히려 최초 의도한方向의역효과(溫·濕度條件不滿足, 不必要한 에너지 낭비, 室內環境惡化)가 나타나게 된다.

그러므로 VAV 시스템은專門技術業體의試驗調整을通하여空調設備의最適運轉點을求하고快適한環境維持와에너지節減을圖謀할 수 있어야 할 것이다.

VAV 시스템은經濟的인運轉에 따라個別溫度制御를한다. 이것은정풍량방식, 낮은 풍량, 낮은 전력소모하에서 운전된다. 그러나 VAV 시스템은 융통성 있게風량이加減되기 때문에自體의으로 밸런싱 된다고 생각될 수 있으나 VAV Box 에供給되는 분기풍량과 주덕트풍량, 말단풍량은 밸런싱되어야 한다.

VAV 시스템은設計가 너무 複雜하고多樣하기 때문에 시방서로 모든 상황을適用記錄할 수는 없지만 몇가지 시스템을 예로 들어 본다.

2. VAV 시스템의 種類와 TAB 方法

- (1) 단일덕트, 변풍량 1차/변풍량 2차 壓力依存시스템

* 정회원, ㈜에너콘 엔지니어링 대표이사

** ㈜에너콘 엔지니어링 개발부 과장

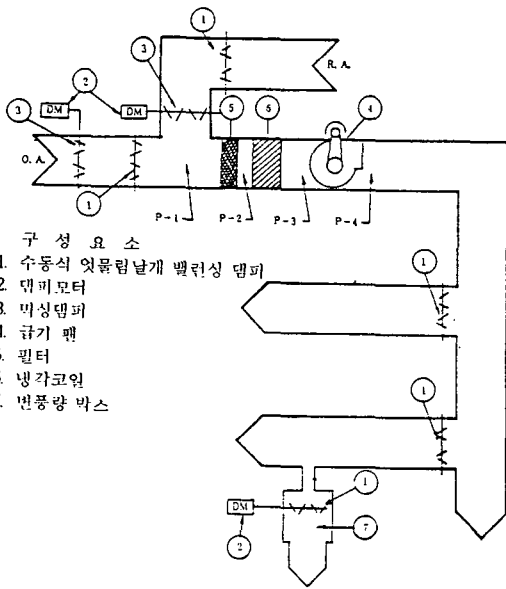


그림 1. 단일덕트, 변풍량 1차/변풍량 2차, 압력의존시스템

① 실내 서모스탯은 可能하면 설계다이버스티 상수를 만족토록 전 난방이나 전 냉방 중의 한 위치에 셋팅한다.

冷房이나 暖房을 위해 TAB 팀이 서모스탯을 設定하여 建物冷房負荷에 감응하는 實際의 方法에 가깝게 모의 실험한다.

② 適切한 다이버스티의 設定으로 급기팬 용량을 自體의 自動風量調節機(吸入 배인)가 전개된 狀態에서 設計容量이 나오도록 調節한다. 전 풍량은 피토투브 이송계측으로 點檢한다.

③ 모든 VAV 터미널은 要求된 1차측 風量の 同一한 比率로서 比例的으로 밸런싱되어야 한다. 이것은 팬의 最大風量 狀態에서 모든 터미널의 입구에 있는 수동댐퍼로 調整한다.

④ 最小風量を 갖는 VAV 박스 使用處는 명시된 최소 급기량을 갖게끔 自動制御 댐퍼의 調整, 點檢, 셋팅해야 한다.

⑤ 밸런싱 終了時에는 각 분기덕트상의 VAV box 말단기구의 수동댐퍼를 完全히 開放한다.

⑥ 정압측정은 그림 1의 P점에서 취한다.

주) 설계 다이버스티 상수

$$= \frac{\text{설계 팬 용량}}{\text{산술적 전터미널 설계풍량 합계}}$$

(2) 단일덕트, 변풍량 1차/변풍량 2차, 압력자주시스템

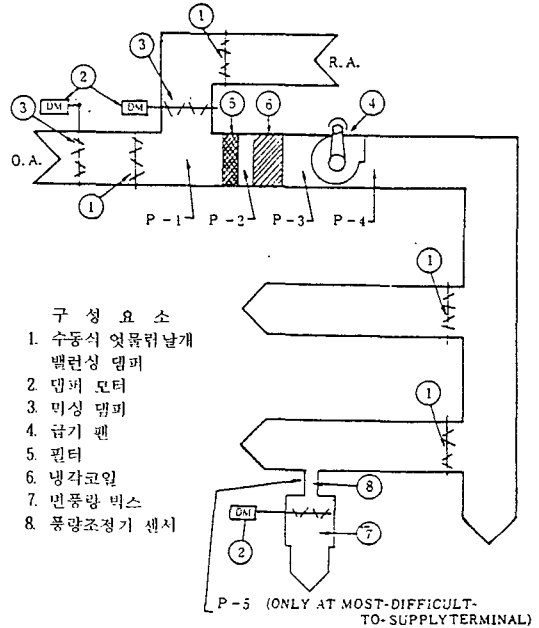


그림 2. 단일덕트, 변풍량 1차/변풍량 2차, 압력자주시스템

① 각 VAV 터미널의 最大風量點檢, 調整은 室內 서모스탯이 전 冷房狀態(給氣風量最大狀態)에서 허용공차(± 10%) 이내의 設計風量を 給氣하도록 點檢, 調整한다. 1차측 정압은 2차측 덕트의 抵抗을 극복할 수 있는 適切한 정압이 되어야 하고 調整機가 制御되는 것을 確認한다.

② 最小 風量要求時에는 VAV 박스의 조정기가 최소 급기량을 갖도록 調整한다. 최대·최소 급기량은 報告書 樣式에 記錄되어야 한다.

③ 만약 VAV 박스가 適切하게 運轉되지 않거나 改善을 해야 한다면 修正될 때까지 밸런싱 作業을 중지한다.

④ 시스템의 最大風量を 가질 때 각 분기 덕트내의 분기하류압력이 동일하게끔 각 분기 댐퍼를 調整한다.

분기덕트에서 급기하기가 곤란한 곳의 댐퍼는 완전히開放한다.

⑤ 전 風量은 피토투브 이송 계측방법으로 點檢, 調整하며 피토투브 관통계측이 不可能할 때에는 吹出風量의 合計로 算出하고 시스템은 Diversity Factor 을 考慮한 狀態에서 셋팅되어야 한다.

⑥ 정압측정은 그림 2의 측정점 P에서 취해진다.

(3) 단일팬, 이중덕트 변풍량 1차/ 변풍량 2차, 압력자주시스템

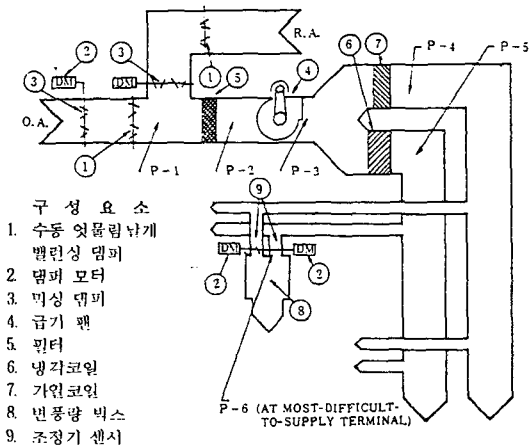


그림 3. 단일팬, 이중덕트 변풍량 1차/ 변풍량 2차, 압력자주시스템

① 이 形態의 시스템은 일반 2차측 덕트를 통하여 空調地域으로 가는 冷風이나 溫風(混合이 아닌)의 多樣한 供給을 할 수 있으며 空調制御가 不可能한 部分까지도 效果的인 空調가 可能하다.

② 冷·暖房 댐퍼 2개의 最大風量調整機는 전 冷房 그리고 전 暖房位置에서 각기 셋팅된 실내 서모스탯으로 허용공차 이내의 設計風量을 급기토록 셋팅한다. 1차측 덕트내의 정압은 2차측 덕트저항을 극복할 수 있게 적절해야 하며 調整機는 良好한 制御狀態인가를 確認한다.

③ 만약 박스가 적절하게 運轉되지 않고 수선을 必要하다면 밸런싱은 수정이 될 때까지 중지한다.

④ 모든 VAV 터미날이 調整된 후, 可能한 시스템의 설계다이버스티 상수를 滿足시키고 실내 서모스탯은 전 冷房이나 중립(暖房이나 冷房이 아닌 死帶(Dead Zone))에서 셋팅한다.

⑤ 다이버스티 상수를 算出하고 이에 따른 급기팬 容量의 點檢은 팬의 自動風量調節機가 展開된 狀態에서 System의 손실정압의 設計값으로 調整은 VAV 터미널 인입덕트에서 가장 정압손실이 많은 기구를 選定 이를 調整하여 點檢한다.

⑥ 전 風量은 피토투브 이송계측으로 決定되며 피토투브 관통계측이 불가능할 때에는 吹出風量의 合計를 使用하고 시스템은 다이버스티 상태에서 셋팅되어야 한다.

⑦ 정압측정은 그림 3의 측정점 P에서 취해진다.

(4) 팬풍량 1차/ 정풍량 2차/ 압력자주식, 동력식 터미널 시스템

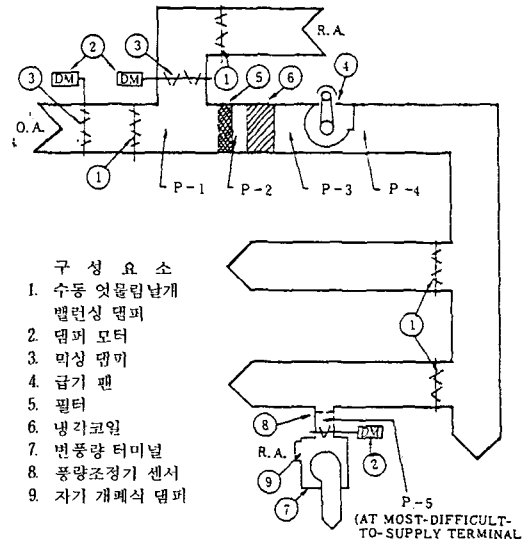


그림 4. 팬풍량 1차/ 정풍량 2차/ 압력자주식, 동력식 터미널 시스템

① 이 形態의 시스템은 1차 空氣調節댐퍼와 自己開閉式 Return 댐퍼가 장착된 2차 팬을 利用한다. 2차 팬은 2차 시스템의 抵抗을 극복하고 일정한 風量을 空調地域으로 給氣한다.

실내 서모스탯은 風量上限值 調整機를 통한 1차 공기덤퍼의 位置를 정해준다.

② 각 2차 팬의 出力(風量)은 可能하다면 轉換氣方式으로 設計風量을 調整한다.

③ 각 VAV 터미널의 最大風量 點檢, 調整은 실내 서모스탯을 전 冷房位置로 놓고 허용공차(± 10%) 이내의 設計風量을 供給토록 調整한다.

④ 만약 VAV 박스가 適切하게 運轉되지 않거나 改善을 해야 한다면 補修될 때까지 밸런싱 作業을 중지한다.

⑤ 시스템이 最大 風量下에 있을 때 각 분기내의 하류분기압력이 동일하게 되도록 각 분기덤퍼를 셋팅한다. 給氣가 어려운 분기덕트내의 덤퍼는 開放한다.

⑥ 모든 VAV 터미널이 調節된 후 실내서모스탯은 시스템의 설계다이버스티 상수를 만족시키고 전 暖房이나 전 冷房位置中에서 셋팅된 서모스탯은 설계기사가 하며 建物冷房負荷에 감응하게끔 實際的 方法에 가깝게 모의 實驗되어야 한다.

⑦ 다이버스티 상수를 算出하고 이에 따른 급기팬 容量의 點檢은 팬의 自動風量調節機가 展開된 狀態에서 시스템의 손실정압의 設計값으로 調整은 VAV 터미널 入입덕트에서 가장 정압손실이 많은 기구를 선정 이를 조정하여 點檢한다.

⑧ 전 風量은 피토투브 이송계측으로 결정되며 피토투브 관통계측이 불가능할 때에는 吹出風量의 合計를 使用하고 시스템은 다이버스티 狀態에서 셋팅되어야 한다.

⑨ 정압측정은 그림 4의 측정점 P에서 취해진다.

(5) 변풍량 1차/정풍량 2차/압력의존, 동력식 터미널 시스템

① 이 形態의 시스템은 2차 시스템의 抵抗을 극복하기 위해 실내서모스탯에 의해 制御되는 믹싱덤퍼(또는 自己開閉式 換氣덤퍼)와 함께 2차 팬이 設置되어 있다. 자동덤퍼는 서모스탯의 指示로 淸정덕트에서 들어오는 1차측 空氣와 換氣를 混合한다. VAV 터미널에 정풍량 제어가 없이는 밸런싱이 어려

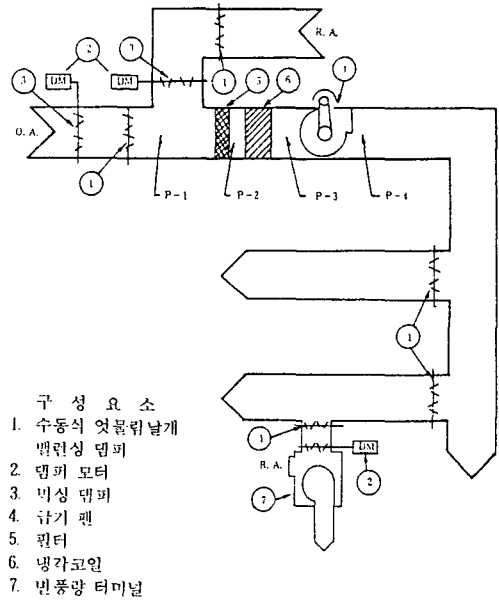


그림 5. 변풍량 1차/정풍량 2차/압력의존, 동력식 터미널 시스템

우나 可能하다면 기준서의 허용공차 이내에서 밸런싱이 되도록 한다.

② 시스템 다이버스티를 設定기 위해 VAV 터미널의 숫자에 맞추어 서모스탯을 셋팅한다. 適切한 다이버스티가 設定되었다면 급기하기가 제일 어려운 VAV 터미널에 허용공차 이내에서 設計風量이 供給되도록 밸런싱한다.

③ 각 VAV 터미널의 수동밸런싱덤퍼는 실내서모스탯이 전 冷房(最大風量供給)下에서 허용공차내의 設計風量을 供給토록 調整한다.

1차측 덕트내의 適切한 정압이 恒時 維持되어야 한다. 이것은 換氣가 2차측으로 유인되지 않을 때 2차 팬이 發生시키는 負壓을 상쇄할 수 있는 정도가 된다.

④ 換氣入口의 밸런싱덤퍼는 전환기方式에서 規定된 風量을 각 터미널의 供給시킬 수 있게끔 셋팅되어야 한다. 만약 밸런싱 또는 自己開閉式 덤퍼가 設置되지 않는다면 製造會社의 指示를 따라야 한다.

⑤ 밸런싱 終了後, 실내서모스탯은 시스템의 設計 다이버스티 상수를 滿足시키고 전 暖房이나 전 冷房位置中에서 셋팅되어야 한다. 冷房이나 暖房位置에 셋팅될 서모스탯은 설계

기사가 選定하여 建物冷房負荷에 感應하게끔 實際的 方法에 加깝게 모의 實驗되어야 한다.

⑥ 다이버스티 상수를 算出하고 이에 따른 給氣팬 容量의 點檢은 팬의 自動風量調節機가 展開된 狀態에서 시스템의 損失靜壓의 設計값으로 調整은 VAV 터미널 인입덕트에서 가장 正압손실이 많은 器具를 選定 이를 調整하여 點檢한다.

⑦ 전 風量은 피토투브 이송계측으로 決定되며 피토투브 관통계측이 불가능할 때에는 吹出風量의 合計를 使用하고 시스템은 다이버스티 狀態에서 셋팅되어야 한다.

⑧ 靜壓測定은 그림 5의 測定點 P에서 취해진다.

3. VAV 시스템에서의 靜壓設定

VAV 시스템에서 시스템 靜壓設定은 運轉에 승패를 좌우할 뿐 아니라 에너지(動力) 使用과 直接的인 關係가 있기 때문에 最小 必要 靜壓試驗을 통해 시스템 靜壓값을 算出해야 한다.

1) 試驗準備作業

- ① 모든 VAV Box 는 全開狀態로 놓는다.
- ② 風量調節裝置는 手動操作할 수 있어야 한다.
- ③ 空조기 Main 측은 風量, 動力(電流) 靜壓을 분기라인 말단부에 선정된 VAV Box 전후단은 靜壓, 風量測定 準備를 한다.

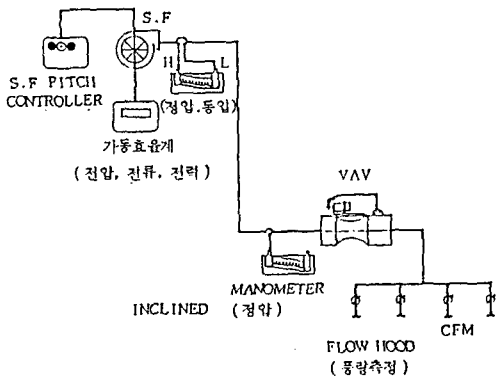


그림 6. VAV 시스템의 靜壓측정

2) 試驗方法

① 空調機를 最小風量으로부터 서서히 상승시키면서 말단부 VAV Box 의 托출풍량을 측정한다.

② 측정된 托출풍량이 VAV Box 設計 風量값과 동일값이 될 때 各점에 靜壓을 測定 한다.

③ 시스템 靜壓이 最小 必要靜壓에 도달 하지 못하거나 VAV Box 의 설계풍량이 나오 지 않으면 Main 部分의 분기 Line 의 MVD, FVD 등을 利用 風量(靜壓)을 말단부 위로 誘導하여 試驗한다.

④ 上記 方法과 같이 VAV Box Size 別 로 임의 吹出하여 試驗 반복한다.

⑤ 試驗完了後 資料分析을 통해 시스템 靜壓을 算出한다.

⑥ 算出된 靜壓을 正압조절기에 셋팅하고 시스템 운전을 행하며 同一條件에서 長時間 測定記錄하여 確認한다.

Note: 靜壓試驗은 아래 事項이 完了된 狀態 에서 行한다.

- 1. VAV Box 性能試驗 및 風量調整 (Max, Min)
- 2. 各 감지기 및 조절기의 성능확인 및 보정
- 3. 기타 덕트 시스템 및 제어시스템 확인

4. 맺 음 말

이상과 같이 VAV 시스템에서의 TAB 에 대해 記述하였으나 實際 VAV 시스템 方式을 導入 運轉하고 있는 여러 建物에 TAB를 實施한 結果 일부 공통된 問題點을 發見할 수 있었다.

一般的으로 建物內의 設備器機 維持管理 狀態는 良好한 狀態이나 一部裝備의 機械效率 低下 및 가변풍량 方式의 運用에서 問題點이 있음을 發見하였다.

몇 가지 문제점을 나열해보면

- 1) VAV 器具의 셋팅불량으로 内部負荷處理 能力이 미흡하다.
- 2) 방열기의 온수유량 불균형으로 방열량

이 부족하거나 과열된다.

3) 自動制御 器機의 오차로 인한 制御狀態가 좋지 않다.

4) 무리한 칸막이 구획변경으로 인한 공조 구획 차단등으로 設計者 意圖와의 差異가 있다.

上記와 같은 問題點으로 변풍량 運用方式의 運轉이 不可能하게 되고 室內換氣不良 및 過冷問題가 部分的으로 대두되었다. 따라서 VAV Box 의 실내 각 地域 (Zone) 負荷特性에 맞는 適切한 셋팅이 必要하며 각개 감지기와 조절기 및 Actuator 가 삼위일체가 되도록 點檢 調整하는 것과 반복적인 Simulation 으로 建物에 맞는 運轉點을 찾아야 할 것으로 思料된다.