

空調덕트系の 風量調整

金 英 浩

1. 序

近年 우리나라의 空調設備도 外國의 그것에 못지 않게 規模가 大型化되어 가고 있다. 한편 空調技術中 가장 觀心깊게 發展해온 負荷計算에 있어서도 그동안 많은 經驗을 土臺로 하여 보다 正確을 期하고자 努力한 보람이 있어 設計者들의 負荷에 對한 安全率은 날이 갈수록 줄어들게 되고 可能的 限 經濟的인 側面을 考慮하기에 이르고 있다. 이러한 傾向은 머지않아 우리나라에도 負荷計算에 컴퓨터가 動員될 것을 示唆하며 空調 System界에서도 經濟的이고 보다 優秀한 制御가 可能的인 VAV, induction, multizone unit 등의 各種 裝置가 出現되고 오히려 System이 複雜해 질 展望임을 豫測하게 한다.

아무튼 이러한 裝置와 System들이 充分한 性能을 發揮하도록 하기 爲해서도 風量調整에 對한 問題는 앞으로 더욱더 深刻하게 다뤄져야 할 課題이다. 그렇기 때문에 空調設計者들은 風量計算에 좀더 慎重한 姿勢로 臨해야 하며 徹底한 工事 示方書를 作成하는 가운데 風量調整의 重要性을 強調하고 風量調整報告書의 內容과 設計風量과의 比較檢討書에 따라 工事を 竣工시켜 나가야 하겠고 施工者들은 設計圖에 依한 덕트製作設置단으로 工事が 竣工되는게 아니고 空調덕트는 設置工事が 끝난 後에도 各室에 對한 風量調整이 滿足하게 이뤄지지 않으면 完工되지 않는다는 前提下에 見積되고 施工되어야 하겠다. 最近 많은 建物の 空調設備가 優秀한 System으로 設計되고 精誠드려 施工되었으나 滿足스러운 風量調整이 되지 못하여 指彈을 받는 일이 많아지고 있다는 事實은 모두 이러한 時代的인 趨勢에 緣由되는 것은 아닐까.

우리나라사람의 空調設備에 對한 認識度도 이제는 相當한 水準에 올라 있다. 보다 快適하고 生活環境에 보다 密着된 制御를 要求하기에 이르러, 外氣溫度와의 5°C 差만으로 滿足할 수 있는 空調設備라고 내세우던 時代는 이미 오래前에 지나가 버린 것이다. 此際에 優秀한 設計, 精巧한 施工, 이에 못지 않게 重要的인 風量調整이 三位一體가 되어야만 滿足할 수 있는 空調設備가 이룩된다는 것을 強調하면서 앞으로 틀림없이 脚光을 받게 될 風量調整을 專門으로 할 새로운 空調技術者들에게 多小나마 參考가 될까하여 風量調整에 따른 몇가지 資料를 整理해 보고져 한다.

2. 關聯知識

2-1 用語

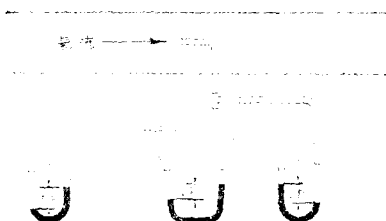
① 1mmHg; 重力의 加速度가 9.80665m/s²인 場所에서 密度 13595kg/m³인 1mm 높이의 水銀柱가 底面에 미치는 壓力=1333.2dyn/cm²=13,595 kg/m² 即 1氣壓 (標準氣壓 atm)=760mmHg

② 1mmAq (1mm H₂O); 重力의 加速度가 9.80665m/s²인 場所에서 密度 999.72kg/m³인 1mm 높이의 水柱가 底面에 미치는 壓力=98.06 dyn/cm²=0.99997kg/m²

③ 靜壓: 送風機의 全壓에서 吐出端에서의 動壓을 뺀 壓力

가) 使用狀態에 있어서 吸入 및 吐出덕트가 連結된 送風機에서는 吐出側靜壓과 吸入側靜壓과의 差가 送風機全壓이며 靜壓은 吐出側靜壓과 吸入側靜壓과의 差에서 다시 吸入側動壓을 뺀것을 말한다.

나) 使用狀態에 있어서 吐出덕트만 있고 吸入側이 大氣壓 露出되어 있는 送風機全壓은 吐出側靜壓과 動壓의 合이고 送風機靜壓은 吐出側에 있어



서의 靜壓으로 表示된다.

다) 使用狀態에 있어서 吸入덕트만 있고 吐出側이 大氣에 開放되어 있는 送風機全壓은 吸入側 靜壓(負壓)과 吸入側動壓과의 合으로서 表示되며 靜壓은 吸入側靜壓으로서 나타낸다.

2-2 測定器具

① pitot 管 및 水柱計

pitot管은 氣流의 靜壓, 動壓 및 全壓의 測定에 使用된다. pitot管은 氣流속에 끝이 터져 있는 쪽을 흐름에 對向시켜 挿入시켜야 한다. 이것에 依하여 全壓과 靜壓이 測定된다. 動壓은 全壓과 靜壓과의 差로서 $VP=TP-SP$ 이므로 全壓用의 Tap을 水柱計의 한쪽에, 靜壓側 Tap을 다른 한쪽에 連結하므로써 生기는 水柱의 差에 依하여 動壓을 測定한다. 다음 그림은 pitot管과 水柱計를 利用하여 測定할때의 接續法을 나타낸 것이다 標準大氣에 있어서의 風速은 다음과 같다.

$$V=4005(VP)^{1/2}$$

(但 V: 風速(Ft/min)

VP; 動壓(in Aq)

② 마노메타

덕트內의 空氣壓力을 測定하는 壓力計로서 다음과 같은 것들이 있다.

U字型마노메타——精度 $\frac{1}{2}$ mm

傾斜管型微壓計——精度 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{20}$ mm

아스카니아型——精度 $\frac{1}{100}$ mm

차토폰型——精度 $\frac{1}{1000}$ mm

③ 熱線式風速計

徑 0.025~0.15mm 程度의 白金線을 測定코져 是 氣流속에 넣고 여기에 電流를 通하면 氣流

速度의 變化에 依하여 線의 冷却率이 달라지므로 抵抗이 變化한다. 이 抵抗의 變化 또는 一定電壓 일때의 電流의 變化로서 風速을 表示하게 된다.

④ 風車式風速計

回轉하는 風車의 回轉數에서 風速을 測定하는 것으로 空氣에 依하여 驅動되는 가벼운 回轉날개 를 가진 風車는 齒車에 依하여 回轉數가 傳達되어 測定時間內의 空氣速度를 記錄盤에 直線距離 로서 表示한다. 그러나 이 風速計는 低速領域에 있어서 機構의 摩擦抵抗이 測定值에 影響을 미쳐 補正되어야 하므로 200Ft/min 以下의 範圍에서 의 感度는 滿足할만 하지 못하다.

3. 風量調整方法

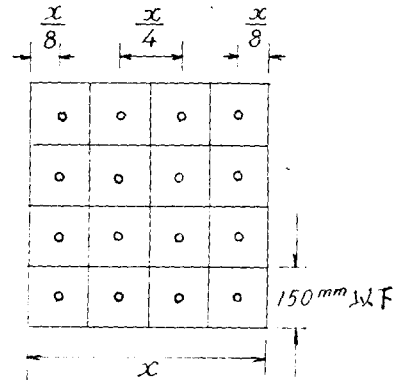
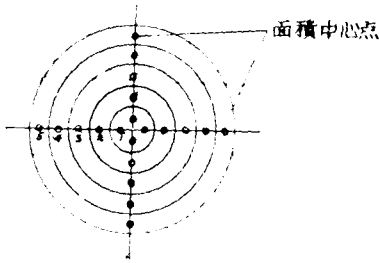
3-1 調整順序

風量調整은 基本的으로 아래 前부터 開發된 方法을 踏襲하고 있으며 經濟적이고 組織的인 調整을 爲하여 다음과 같은 順序에 依하여 行해져야 한다.

第1段階——모든 damper, diffuser 및 Resister等의 吹出口, 덕트의 크기, 風量等이 記入되어 있는 面圖을 準備한다.

第2段階——모든 裝置가 正常的인 狀態에 있는가 를 確認하여야 한다. 即 Filter가 清掃된 狀態로 付着되어 있는가. 送風機의 bearing에는 注油되어 있는가. damper는 열려 있는가. 回轉方向은 맞는가. 덕트의 連結部分 특히 Canvas connection 部分의 狀態는 正常的인가 等を 調査한다.

第3段階——測定器具의 準備를 確認하고 調整者는 次코 서둘러 말고 圖面上에서 系統別로 測定코져 하는 代表的인 吹出口를 選定해 두고 測定方法, 測定器具의 配置等을 確定한 然後에 送風機로 부터 測定하기 始作하여야 한다. pitot管과 水柱計에 依하여 適正空氣量을 確認하고 電流計로서 電動機가 過負荷轉되고 있지 않는가 를 調査한다. 다음으로 系統別 風量의 程度를 測定하여 앞으로 行할 風量調整의 方向을 決定한다



Zone damper에 의한 調整으로 할까 또는 모든 吹出口 및 damper를 調整할까를 決定하는 일은 매우 重要하다.

3-2 調整方法

한 系統에 對한 風量調整에는 두가지의 基本的인 方法이 있다.

첫째 가장 一般的인 方法으로는 各分岐덕트의 맨끝部分에 있는 吹出口로부터 始作하여 測定하고 그것이 設計風量보다 적게 吹出되고 있을 때에는 damper를 열어서 設計風量에 맞추고 다시 次上流 吹出口를 調整하여 全吹出口의 風량이 設計値와 같을 때까지 調整을 繼續하는 것이다. 한편 吹出風量이 設計値보다 많을 때에는 吹出口의 damper를 調整하여 風량을 줄이고 次上流 吹出口의 調整을 實施한다. 그러나 이러한 調整方法은 하나의 吹出口를 調整하면 다른 吹出口에 影響을 미쳐서 風량이 달라지게 되므로 調整作業이 적어도 3~4회 되풀이 되어야 하는 번거러움이 있다.

둘째의 方法은 위와 같은 되풀이 作業을 하지 않기 爲하여 考案된 것으로 ASHRAE Guide에서 概說되고 있는 比例法에 의한 調整法이다. 이 方法도 吹出口를 調整하기 前까지의 準備는 첫번째 方法과 同一하다. 送風機에서 가장 먼곳에 있는 分岐 duct의 맨끝에 있는 吹出口를 ① 次上流의 것을 ②③...이라고 하면 ①의 風量 Q_m 을 測定하여 設計風量 Q_d 와의 비 $(\frac{Q_m}{Q_d})_1$ 을 計算하고 ②의 風량을 測定하여 $(\frac{Q_m}{Q_d})_2$ 를 計算한 다음 $(\frac{Q_m}{Q_d})_1$ 과 $(\frac{Q_m}{Q_d})_2$ 를 比較하는 것이다. 萬若 이들의 差가 10% 以內이면 調整할 必要가 없이 吹出口 ③을 測定하여 $(\frac{Q_m}{Q_d})_3$ 을 計算하고 이것을 $(\frac{Q_m}{Q_d})_2$

와 比較하여 그 差가 10% 以上 差異나지 않도록 ③을 調整하되 ①②는 손을 대지 않는다는 方法이다. 即 吹出口 ③을 調整하므로써 吹出口 ①②의 비 $\frac{Q_m}{Q_d}$ 는 自動的으로 變化하여 吹出口間의 비는 같은 값으로 接近하게 되므로 한번 調整한 吹出口는 더 이상 손댈 必要가 없게 된다는 理論에 根據한다.

이렇게 分岐 duct(1)에 對한 모든 吹出口에서 的 設計風量과의 비가 同一하도록 調整되고나면 分岐 duct (2)에 對하여 調整한다. 그래서 全吹出口의 風量調整이 끝나면 分岐 duct間의 風량을 調整한다.

分岐 duct間의 風量調整도 마찬가지로 分岐(1)(2)에서 代表的인 吹出口를 選定하고 2個分岐의 $\frac{Q_m}{Q_d}$ 가 一致되도록 分岐 (2)의 damper를 調整하여야 한다. 이와같이 (2)와 (3), (3)과 (4), ... 등의 $\frac{Q_m}{Q_d}$ 를 一致시키고 난 다음 送風機의 吐出風량을 再確認하여 送風機의 $\frac{Q_m}{Q_d}=1$ 이 되도록 送風機의 R. P. M을 調整하면 作業은 끝나게 된다.

3-3 duct 斷面에서의 測定位置

duct內에서의 空氣가 斷面全體의으로 同一速度로 흐르는 일은 거의 없다. 그 平均速度를 얻기 爲해서는 duct內에 몇개의 測定點을 定하여 들 필요가 있다. 測定點은 흐름에 直角인 斷面을 等面積으로 分割하여 各分割斷面을 代表하는 位置

意味한다. 脈動流 또는 亂流의 測定에 있어서는 자칫하면 誤差가 커지므로 duct의 bend 또는 Tee 부분과 같이 抵抗이 큰 部分에서는 直徑의 5.5~7.5倍程度 떨어진 곳에서 測定하여야 한다.

一般的으로 通用되고 있는 測定點과 分割方法은 다음과 같다.

① 圓形 duct

測定斷面을 等面積으로 分割하고 그 中心點과 直角으로 交叉하는 線과의 交點을 測定 位置로 하며 JIS에서는 5分割 20點으로 指定하고 있다. 그러나 duct의 內徑이 400mm 以下일때에는 orifice 또는 入口 nozzle을 使用하여 測定하기도 한다.

② 角形 duct

角形덕트는 斷面을 16等分以上으로 分割하고 各中心點을 測定位置로 한다. 測定點의 數는 等分한 邊의 長이 150mm 未滿이 되도록 하고 64等分 以上 分割하지 않는다.

3-4 漏泄試驗

一般的으로 空調덕트는 空氣의 漏泄이 甚하게 따른다. 이것은 덕트의 이용方式, 製作의 技術度 靜壓의 크기, 덕트의 長이에 따라 다르지만 通常的으로 低壓덕트에서의 空氣漏泄은 10%程度이다 間或 덕트의 施工不良으로 空氣漏泄이 甚하여 風量調整을 할수 없는 境遇가 있는가 하면 空調設計者들이 空氣量을 計算할때 덕트에서의 漏泄量을 勘案하지 않으므로서 風量調整이 어렵게 되는 境遇가 있으므로 特히 注意를 要한다. 또한 덕트가 空調되어 있는 室內를 通過할때 보다는 空調되지 않은 곳을 長距離에 걸쳐 通過할 때에는 特히 空氣漏泄이 甚하다는 것을 잊어서는 안된다.

高速덕트에서의 漏泄은 低壓일때보다 性能에 미치는 影響이 至大하므로 반드시 空氣漏泄試驗을 實施하여 누설량이 10~15% 未滿에서 머물도록 描置되어야 한다. 이때의 試驗壓力은 運轉壓力보다 25% 程度 높은 壓力이면 充分하다. 配管系에서 施行하고 있듯이 덕트系를 加壓하고 密閉시켜 壓力降下를 觀察하는 등의 試驗을 할 必要는 없다. 그래서 漏泄試驗에는 移動用 高壓送風機가 使用되는 수가 많다.

덕트의 規模가 크거나 系統이 複雜할 때에는 系統을 數區域으로 區分하여 區間內容積에 對한 比率로써 許容漏泄量을 決定하는 境遇도 있다.

그러나 空氣漏泄量이 아무리 적다하더라도 누설이 感知되는 部分은 修理하여야 한다. 大部分의 空氣漏泄은 귀로 들어서 알수 있으나 때로는 비눗물을 使用하거나 덕트內에 電燈을 켜두고 漏泄部分을 찾아야 할 때도 있다.

3-5 調整의 精度

現場에 있어서 風量調整은 아무리 精密하게 實施한다 하더라도 實驗室에서의 調整作業과 같을 수는 없다.

實際적으로 設計值의 $\pm 10\%$ 以內에서 調整된다면 그것이 現實적으로 期待할 수 있는 最善의 數值라고 判斷하면 된다. 어쩌면 韓國의인 現實에서는 設計值의 $\pm 10\%$ 를 期待한다는 것이 無理일 수도 있다. 率直히 말해서 測定計器라는 것은 그 自身の 誤差를 지니고 있기 마련이며 그것들이 調整困難한 System에 使用된다고 할때에 許多한 境遇 $\pm 20\%$ 以內의 精度를 期待한다는 것조차 어렵기 때문이다. 그러나 理想的인 狀態에서 pitot管과 傾斜水柱計를 使用하여 $\pm 5\%$ 程度의 精度 높은 風量調整이 可能하다는 것도 잊어서는 안된다.

4. 結 言

오늘날 우리나라의 空調技術도 國際的인 水準이어서 앞으로 우리 空調技術界에 찾아올 現象은 負荷計算의 컴퓨터化, 에너지의 省力化 乃至 運轉費節減을 爲한 經濟的인 System의 開發, 科學的인 工法研究 등과 이에 못지 않게 空調덕트系에 있어서 가장 重要하게 擡頭될 風量調整의 技術이라는 것을 強調하면서 많은 技術者들이 이 分野에 對하여 깊은 關心을 가지고 精進히 주기를 바란다. 特히 風量調整의 技術은 컴퓨터가 動員되어 負荷의 安全率이 적어질수록, System이 經濟化하고 系統이 複雜해 질수록 더욱 高度化된다는 것을 잊지 말고 많은 研究 있기를 期待하는 바이다.