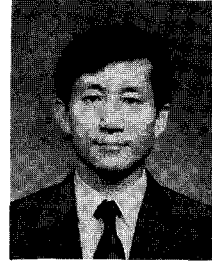


# VAV SYSTEM의 공조 자동화



글/김정식  
<(주)나라계전 기술본부 부장>

## 1. 개요

인텔리전트 빌딩 뿐 아니라 최근의 빌딩 환경은 사무자동화의 급속한 확산으로 인해 퍼스널 컴퓨터, 프린터 등 각종 사무자동화 기기의 보급이 증대되고 있다.

이러한 사무자동화 기기들은 실내에 상시 냉방부하로서 존재하고 또한 각 기기의 사용 여부에 따른 부하 변동이 심해서 기존의 공조 방식으로는 각 ZONE별 부하변동에 적절히 대처하기 어렵게 되었다.

VAV SYSTEM은 사무실내 ZONE별 부하변동에 신속히 대처할 수 있을 뿐 아니라 각 개인의 취향에 맞는 쾌적한 근무 환경을 제공할 수 있는 공기조화 SYSTEM으로 많이 도입되어지고 있다. 이러한 VAV SYSTEM이란 단지 VAV TERMINAL UNIT만으로 이해되어지는 것이 아니며 반드시 관련 공조시스템과 연계시켜 함께 이해되어야 한다. 그러나 실제 대부분의 빌딩 건축현장에서는 단순히 VAV TERMINAL UNIT만의 제어 즉, 전자식 LOCAL 제어, DDC 제어 등 제한된 이해에만 매달려있고 보다 근원적인 SYSTEM 이해 즉,

- 실내온도 감지기의 적절한 위치 선정에 따른 정확한 ZONE 개념의 이해
- 부하 변동에 따른 온도, 풍량, 정압 등의 적절한

## 유지를 위한 공조기 운전 개념의 이해

등이 포괄적으로 이루어지지 않고 있다.

VAV SYSTEM의 성공적인 운전을 위해서는 설비 SYSTEM의 완전한 이해와 함께 최선의 자동화 방안이 사전에 깊이 검토되어야 하는데,

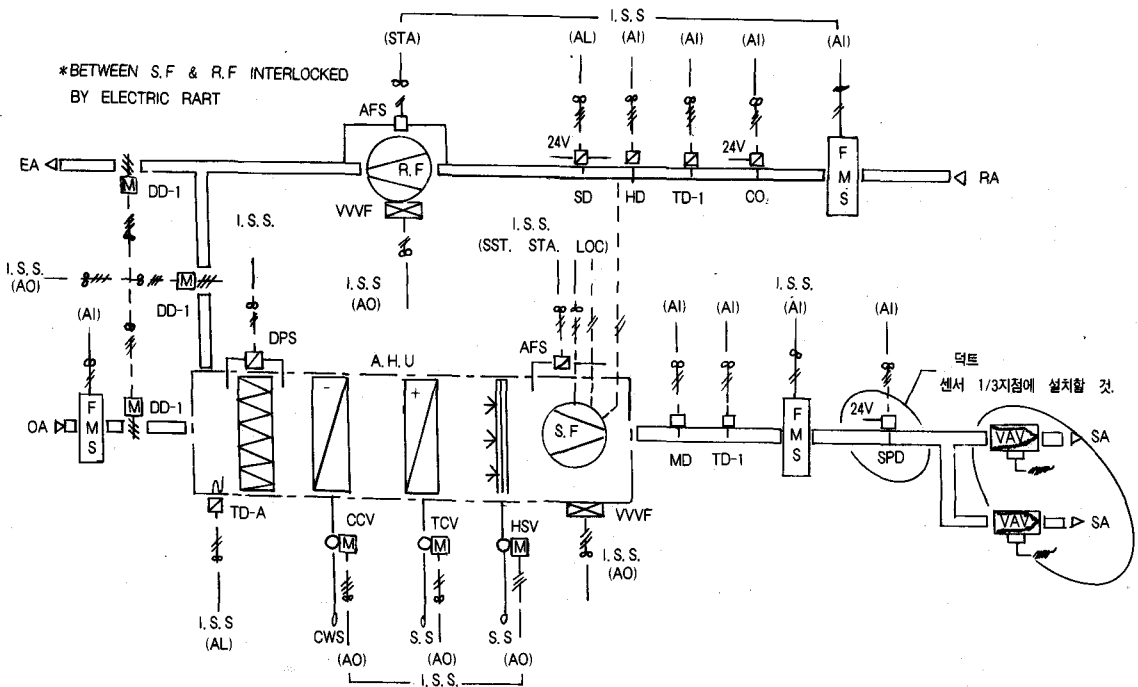
- VAV UNIT 입구 정압 제어
- 실내 적정압력 유지를 위한 환기 풍량제어
- 청정도 유지를 위한 신선 공기량 제어
- 변풍량에 따른 적정습도 제어(동절기)
- 냉방, 난방 용도별 VAV UNIT 제어방식

등은 가장 기본적인 제어요소로서 반드시 이해되어지고 SYSTEM에 정확히 반영되어야 한다.

## 2. SYSTEM 구성도

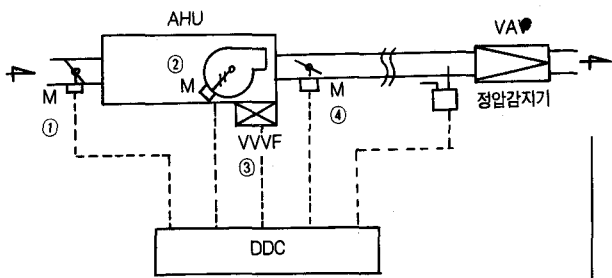
## 3. 급기팬 제어

VAV SYSTEM의 급기팬은 말단 VAV TERMINAL UNIT 입구에 일정 수준 이상의 정압을 유지시켜주기 위하여 급기덕트에 설치된 정압감지기 (SPD)의 신호에 따라 급기팬의 풍량을 제어하게 된다.



- 참조
- |  |                                       |                                     |                 |
|--|---------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|
| ISS : 원격제어반 (INTELLIGENT SUB-STATION)  | FMS : 풍량감지장치 (FLOW MEASURING STATION) | TD-1 : 덕트 온도 감지기                    | OA : 외기 EA : 배기 |
| HD : 덕트 습도 감지기                         | SD : 연 감지기                            | DD-1 : 비례 담파 모터                     | CCV : 냉방밸브      |
| DPS : 필터 차압 감지기                        | TD-A : 혼합 공기 온도 감지기                   | RA : 환기 SA : 급기                     |                 |
| AFS : 공기 유동 스위치                        | CO : CO 감지기                           | AI : ANALOGUE INPUT SIGNAL TO I.S.S | STCV : 난방밸브     |
| AO : ANALOGUE OUTPUT SIGNAL FROM I.S.S | STA : STAUS SIGNAL TO I.S.S           | SST : START/STOP SIGNAL FORM I.S.S  |                 |
| LOC : AUTO/MANUAL SIGNAL FROM M.C.C    | AL : ALARM SIGNAL TO I.S.S            | S.F : SUPPLY FAN                    |                 |
| R.F : RETURN FAN                       | HSV : 가습밸브                            |                                     |                 |

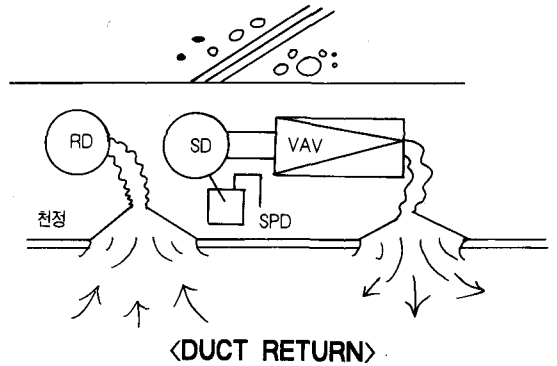
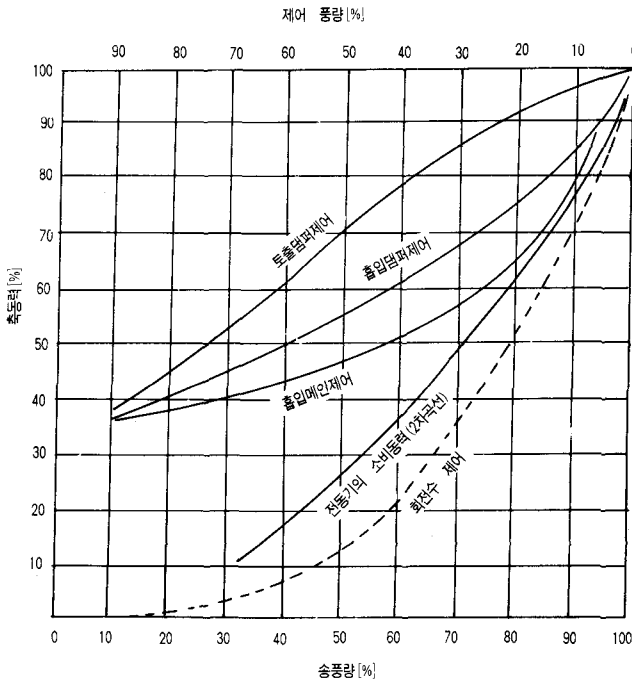
- 이러한 급기팬 제어 방법에는
- 토출 담파 제어 (그림 ④)
  - 흡입 담파 제어 (그림 ①)
  - 흡입 베인 제어 (VARIABLE INLET VANE) (그림 ②)
  - 팬 모터 회전수 제어 (그림 ③)
  - 가변 피치 제어 (그림 ②)



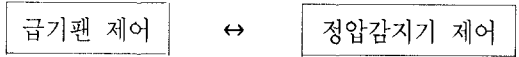
등이 있으며 일반 OFFICE 빌딩의 AHU에 흔히 적용되는 방법은 INLET VANE 제어 혹은 팬모터 회전수 제어를 위한 VVVF (VARIABLE VOLTAGE VARIABLE FREQUENCY) 제어가 주로 적용되고 있다.

VVVF 제어는 제어의 정밀성, 에너지 절약 등에서 월등하나 가격이 비싸고 간혹 방해전파 발생으로 인해 DDC에 영향을 줄 수도 있어서 INVERTER 전단에 전자 NOISE TRAP 장치 (ACL REACTOR) 를 설치하는 경우가 있다. 반면에 INLET VANE 제어의 가격은 저렴하나 정밀성, 에너지 절약 측면에서 INVERTER 제어에 조금 뒤진다.

급기덕트에 설치된 정압감지기 (SPD : STATIC PRESSURE DETECTOR) 는 VAV SYSTEM의 가장 핵심적인 역할을 하면서도 그 설치위치와 설치요령, 감지기의 선정, 정압 설치치 등에 대해 거의 주의 를 기울이지 않고 있었다.



정압감지기의 사소한 부주의로 말미암아 VAV SYSTEM 전체가 제대로 작동되지 못하였음을 과거에 많이 체험해왔다.



#### 4. 환기팬 제어

정압감지기는 통상 VAV 말단으로부터 1/3 지점에 설치하며 TAB를 통해 그 위치에 대한 정압 설정치를 정확히 구함으로써 자동제어에서 급기팬 제어에 이상이 없도록 유도해야 한다.

정압감지기 SENSOR는 설치덕트에 대해 정확히 180C가 유지될 수 있도록 설치에 주의해야하며 적절한 범위를 갖는 감지기를 선정해야 한다.

또한 최근에는 CEILING RETURN 방식의 환기법이 점차 확산되고 있는데 이때는 CEILING CHAMBER 전체가 음압(-)으로 형성되어 있는 관계로 정압감지기의 일단이 반드시 실내에 위치하도록 해야한다.

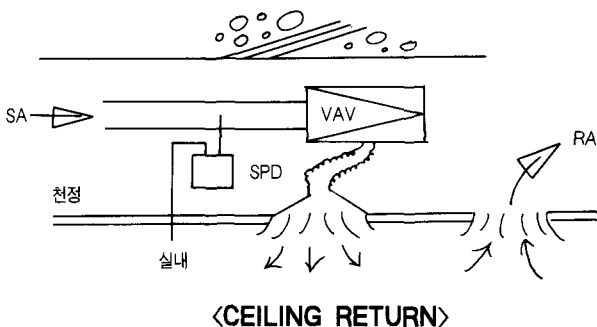
환기풍량은 급기풍량에 대하여 화장실 배기팬 등을 통한 고정된 배기량을 고려하여 실내를 양압(POSITIVE PRESSURE)으로 유지해야 하므로 급기풍량과 환기풍량의 차이가 항상 일정한 양으로 유지될 수 있도록 환기팬을 조절해야 한다.

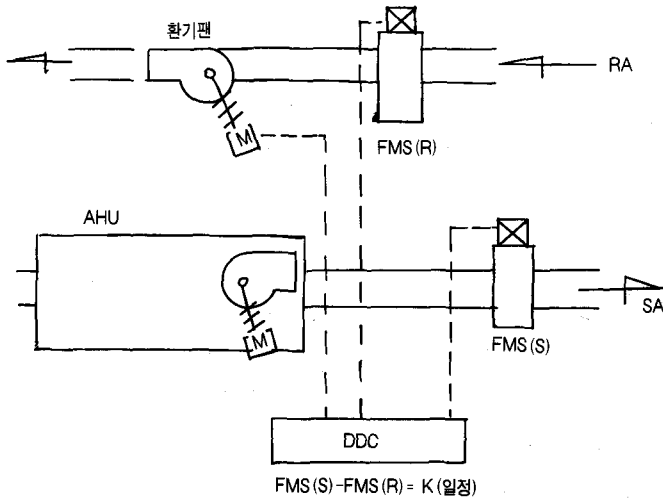
이러한 급·환기 풍량을 측정하기 위해 급·환기 덕트내에 풍량 측정장치(FMS : Flow Measuring Station)를 설치해야 한다.

풍량 측정장치는 덕트내의 평균동압(AVERAGE VELOCITY PRESSURE)을 간단한 MICROPROCESS의 연산을 거쳐 풍량으로 환산한 값의 ANALOGUE OUTPUT SIGNAL을 얻을 수 있는 장치이다.

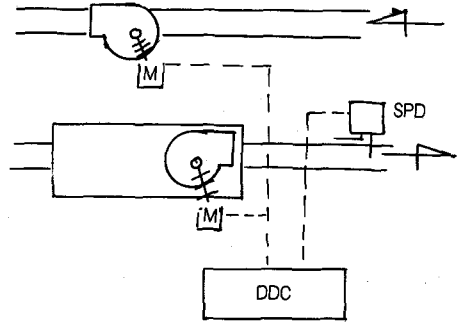
동압측정은 전자식 SENSOR를 이용한 것과 전압(TOTAL PRESSURE)과 정압(STATIC PRESSURE)의 차를 이용한 SENSOR 등이 있으나 통상 급기팬과 환기팬의 용량이 다르고 MAIN DUCT SIZE로 달라서 전자식 SENSOR를 이용하여 풍량으로 환산된 OUTPUT SIGNAL을 줄 수 있는 제품을 사용하는 것이 좋다.

덕트 설계자는 설계시 산출된 급기풍량(이론풍량)과 환기풍량(이론풍량)을 정확히 명시하여 환기팬 제어에 이상이 없도록 해야한다. 한편 과거의 여러 문헌

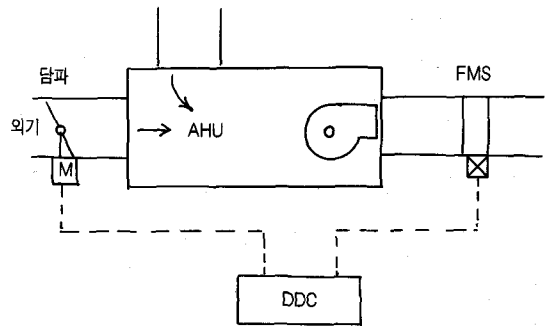




〈잘못된 방법〉



가 될 수 없다.



에 보면 간혹 급기덕트에 설치된 정압감지기를 이용하여 급기팬과 환기팬을 동시에 제어하는 경우가 있으나 이는 자칫 실내에 음압(-)을 형성하게되어 DESIGN 시 의도된 공조자체가 파괴되는 수가 있으므로 채택해서는 안된다.

## 5. 외기량 제어

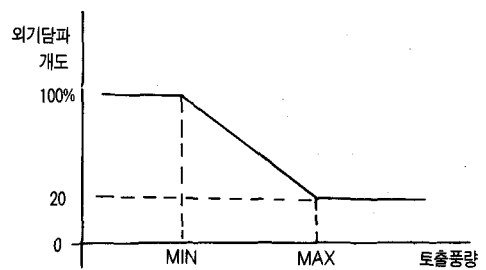
신선 공기량은 덕트 설계시 사무실내의 상주인원에 대한 최소 요구량에 따라 통상 급기풍량의 20~25% 정도로 되어있다. 그러나 가변풍량 방식에 따라 급기풍량이 변하는 경우도 신선 공기량의 절대치는 변함이 없어야 하므로 외기량 제어는 VAV SYSTEM의 주요한 제어사항이 되고 있다.

이러한 외기제어 방법으로는

- 급기풍량 감지기에 의한 외기담파 제어
- 외기량 측정장치에 의한 외기담파 제어
- 외기팬에 의한 외기제어
- CO<sub>2</sub>감지기에 의한 필요 외기량 제어 등이 있다.

### 1) 급기풍량 감지기에 의한 외기담파 제어

급기측에 FMS의 풍량 OUTPUT SIGNAL에 대하여 외기담파를 반비례제어함으로써 외기량을 유지하는 방법이다. 그러나 담파제어는 담파의 개도에 대해 풍량을 비례제어하기가 극히 어려우므로 정밀한 제어

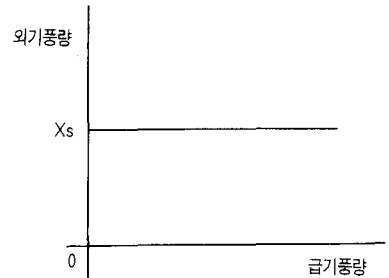
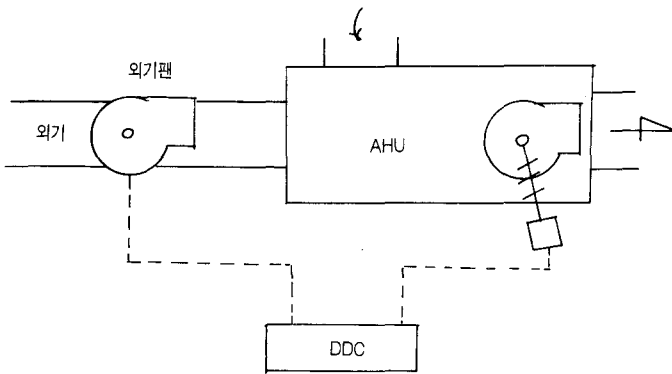
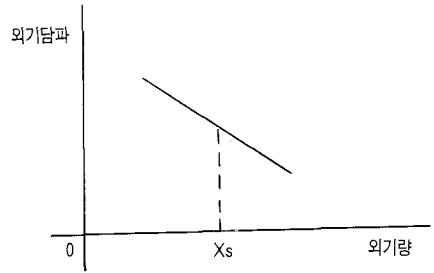
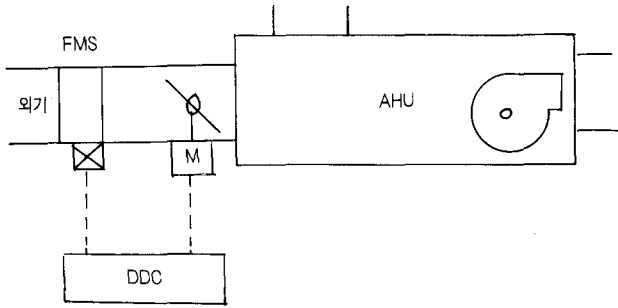


### 2) 외기량 측정장치에 의한 외기담파 제어

외기덕트에 설치된 풍량 측정장치에 의해 외기담파를 조절하여 거의 일정한 양의 외기를 공급받을 수 있어서 VAV SYSTEM에서는 외기팬이 없을 경우 외기측 풍량 측정장치를 설치함이 바람직하다.

### 3) 외기팬 제어

별도의 외기팬을 설치하여 급기풍량에 관계없이 일정한 양의 외기를 공급할 수 있다.

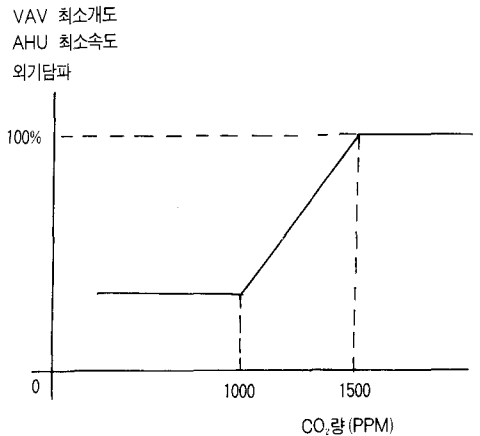
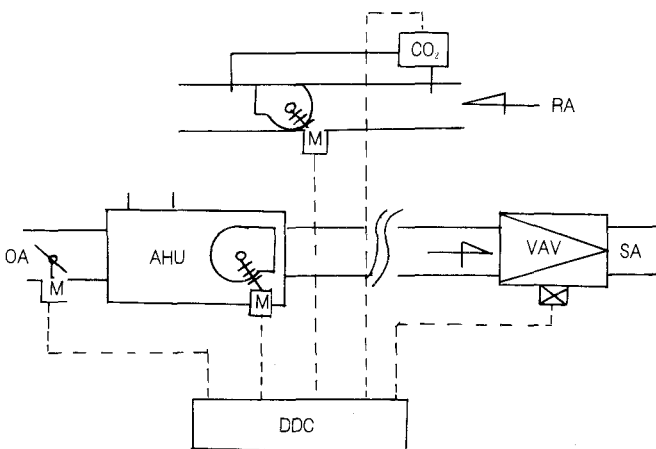


#### 4) CO<sup>2</sup>감지기에 의한 필요 외기량 제어

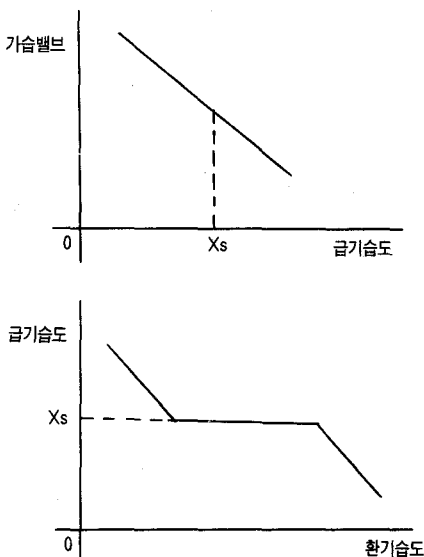
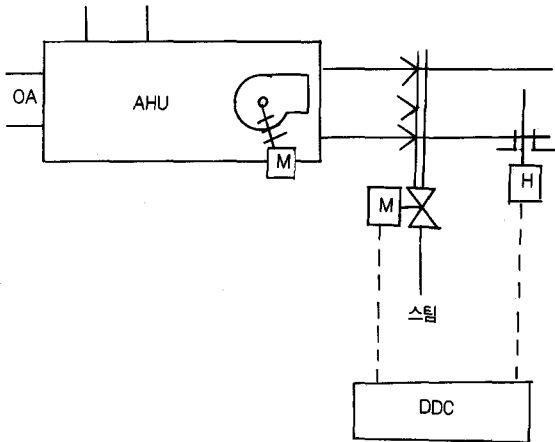
임대 빌딩의 경우 입주자 변경에 따라 층별 DESIGN 부하의 변경이 심하며 자사 빌딩의 경우도 용도 변경에 따라 상주인원의 변동이 있다. 또한, 근무시간대 별로 상주인원의 변동이 심할 경우에 대비하여 실내 CO<sup>2</sup>량에 의한 신선 공기량 제어가 점차 확산되고 있다. 실내 혹은 환기덕트에 설치된 CO<sup>2</sup>감지기

에 의해 외기담파를 비례제어하여 항상 1,000PPM 이하로 유지되도록 하며 1,500PPM 이상이 될 경우 VAV DAMPER를 FULL OPEN하고 급기팬을 FULL SPEED로 가동함으로써 실내의 쾌적성이 유지되도록 해야한다.

#### 6. 가습제어(동절기)



일반 정풍량 공조기에서는 통상 환기덕트의 습도 혹은 실내 습도에 따라 가습밸브를 비례 혹은 ON-OFF 제어시켜 적정 실내습도를 유지시킬 수 있었다. VAV SYSTEM의 변풍량 방식에서는 AHU 급기풍량의 변화로 인해 실내공기 순환속도가 매우 느리고 CO<sub>2</sub>감지기에 의한 외기량의 변화도 예상된다. 따라서 이러한 변풍량 방식에서는 가습부하의 대부분이 외기 도입량의 절대습도에 의해 좌우되는 것으로 생각해도 무방하므로 공조기 급기측 습도 감지기에 의해 급기습도를 설계시 산출된 일정습도가 되도록 가습밸브를 비례제어하도록 한다. 필요시 환기습도에 따라 토출공기 습도 설정점을 종속제어시킴으로써 항상 쾌적한 실내습도를 유지시킬 수 있다. 이때 가습밸브는 반드시 연속 비례제어 밸브(CONTINUOUS OUTPUT CONTROL VALVE)를 사용해야 한다.



## 7. 냉·난방 온도제어

VAV SYSTEM은 원래 냉방전용으로 개발되어진 것이지만 우리나라의 경우 동절기 때 난방용으로도 사용되어지고 있다.

따라서 VAV UNIT는 하절기 냉방용으로 사용될 때는 급기온도를 일정하게 하고 풍량을 변화시켜 실내온도를 유지하지만 동절기 난방용일때는 급기온도가 실내온도보다 높을뿐 아니라 토출 공기량도 가변적이라 적절한 도달거리가 실내온도보다 높을뿐 아니라 토출 공기량도 가변적이라 적절한 도달거리를 유지할 수 없어서 온도에 따른 수직간 공기층을 형성할 수도 있다.

이러한 이유로 ALL AIR 공조시스템에서는 내부존은 기존의 VAV UNIT를 사용하지만 외부존은 FAN POWERED VAV UNIT를 사용하거나 CAV SYSTEM을 주로 사용하고 있다.

이때 외부존의 공조기는 급기풍량은 일정하게 하되 급기온도를 적절히 변화시켜 난방부하에 대처하도록 한다. 또한 간혹 일반 내부존의 VAV UNIT를 동절기 난방용으로 사용할 때도 급기온도가 실내온도 이상일 경우는 급기팬의 풍량을 최대로 하고 VAV UNIT의 최소담과 개도를 50% 이상으로 높여서 급기풍량을 일정치 이상으로 유지하고 가능한 급기온도를 변화시켜서 실내 난방부하에 대처하도록 한다.

## 8. 결론

VAV SYSTEM은 사무기기의 보급확대와 더불어 공조시스템의 중요한 부분으로 널리 확산되고 있으나 의외로 이에 대한 정확한 이해가 부족함을 현장에서 자주 확인할 수 있다.

이는 그동안 VAV SYSTEM 전체에 대한 설비 설계자의 의도가 시스템 제어운전자에게까지 정확히 전달되지 못함으로써 VAV 시스템 자체에 대한 운전이 제대로 이루어지지 못했기 때문이라고 생각한다.

전술한 VAV SYSTEM 항목별 제어방법은 미흡하나마 필자가 현장에서의 경험을 토대로 현재 VAV SYSTEM의 운영 문제점을 VAV 공조시스템 제어에 초점을 맞추어 기술했으나 앞으로도 더욱 연구해서 보다 앞선 제어방법이 나오길 기대하며 관련분야에 종사하고 계시는 여러 선배님들의 조언을 바란다.