

VAV시스템의 제어(II)

Control of Variable Air Volume Systems(II)

최 홍 기*
Hong Ki Choe

2. 풍압과 풍량제어

VAV시스템에서 가장 중요한 제어대상은 정압과 풍량이므로 본 항에서는 원리와 측정기기, 제어방법에 대하여 검토한다.

2.1 정압과 동압

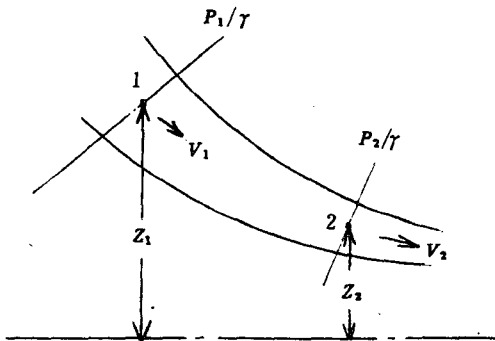


그림 23. 베르누이 정리의 해설도

관내에 유체가 흐를 때 즉 그림 23과 같은 경우 다음의 베르누이법칙이 성립한다.

$$P_1 + \frac{V_1^2}{2g} \gamma + Z_1 \gamma = P_2 + \frac{V_2^2}{2g} \gamma + Z_2 \gamma + \Delta P_e$$

여기서,

P : 압력 (kg/m^2)

V : 풍속 (m/s)

Z : 중심선의 높이 (m)

γ : 공기비중 (kg/m^3)

g : 9.8 m/s^2

ΔP_e : 마찰에 의한 압력손실 (kg/m^2)

공기가 통과하는 덕트설비에서는 $Z_1 \gamma = Z_2 \gamma$ 이므로 일반적으로 다음 식이 성립한다.

$$P_1 + \frac{V_1^2}{2g} \gamma = P_2 + \frac{V_2^2}{2g} \gamma + \Delta P_e$$

여기서 P_1 과 P_2 를 정압(Static Pressure, Ps)

$\frac{V_1^2}{2g} \gamma$ 과 $\frac{V_2^2}{2g} \gamma$ 를 동압(Velocity Pressure, Pv),

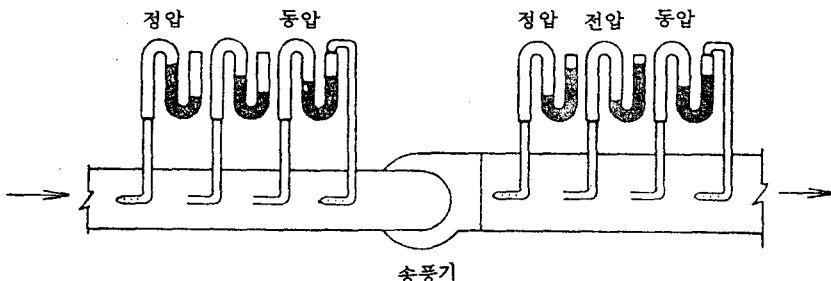


그림 24. 풍압의 측정법

*정회원, 홍진엔지니어링.

$P_1 + \frac{V_1^2}{2g} \gamma$ 를 전압(Total Pressure, Pt) 이라 한다.

$$P_t = P_s + P_v$$

$$P_v = P_t - P_s$$

이 풍압을 피토티브(Pitot Tube)를 이용하여 측정하는 방법을 송풍기 시스템에서 표시한 것이 그림 24이다.

2.2 정압과 풍량

풍량은 다음 식으로 계산한다.

$$Q = AV$$

여기서,

Q : 풍량(m³/s)

A : 덕트의 단면적(m²)

V : 풍속(m/s)

그런데 표준공기(20°C 760mmHg)는 $\gamma = 1.20 \text{ kg/m}^3$ 이므로

$$P_v (\text{mmAq}) = \frac{V^2}{2g} \gamma = \frac{V^2}{16.3} \doteq \left(\frac{V}{4.04} \right)^2$$

$$\therefore V = 4.04 \sqrt{P_v}$$

대부분의 풍압검출기는 차압식 검출기이므로 다음 공식에 의하여 풍속이 계산된다.

$$V = 4.04 \sqrt{P_t - P_s}$$

즉 $Q = A \times 4.04 \sqrt{P_t - P_s}$ 가 된다.

2.3 풍압과 풍량측정구

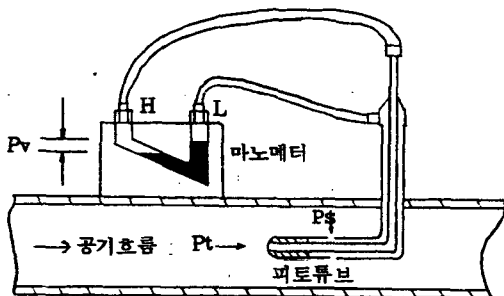


그림 25. 피토티브에 의한 풍압측정

기본적인 풍압측정구는 그림 25와 같이 피토티브에 의하여 전압과 정압을 측정하고 동압은 마노메터 (Manometer)에 의하여 측정한다.

정확한 측정을 하기 위하여는 피토티브의 정압검출부가 공기흐름과 정확하게 수직이 되야 하며 이 때에 최대치를 표시하게 된다.

일반적으로는 덕트내 공기흐름이 난류상태이므로 정확한 측정을 위하여는 측정점 상류측에 상당한 길이의 직관부가 있어야 한다. 더욱 정확한 측정을 하기 위하여는 상류측에 벌집(Honeycomb) 모양의 공기안내베인(Air-Straightening Vanes)을 설치한다.

그러나 1개의 피토티브만으로는 정확하고 평균적인 풍압을 얻기가 어려우므로 보다 정확한 풍압 또는 풍량을 측정하는 데는 그림 26과 같은 풍량측정장치(Airflow Measuring Station)를 이용한다. 풍량측정장치는 피토티브와 마찬가지로 공기의 전압, 정압, 동압을 측정하여 풍압제어, 풍속제어 및 풍량제어에 이용하는 측정구이다.

그림 27에는 송풍기와 덕트에서의 풍량측정장치설치 최저조건을 나타낸다.

그림 28(a)와 같은 단일덕트 VAV 시스템에서 정압검출구는 송풍기에서 가장 먼 공통덕트

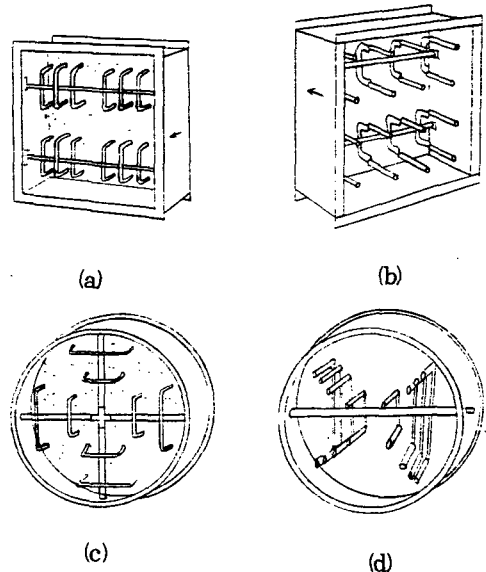
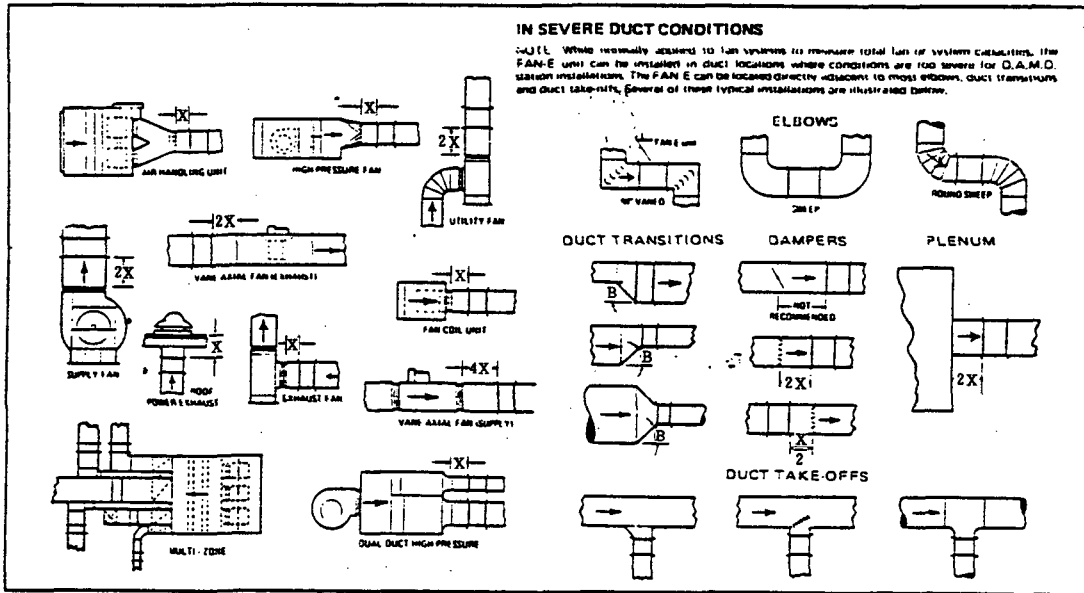
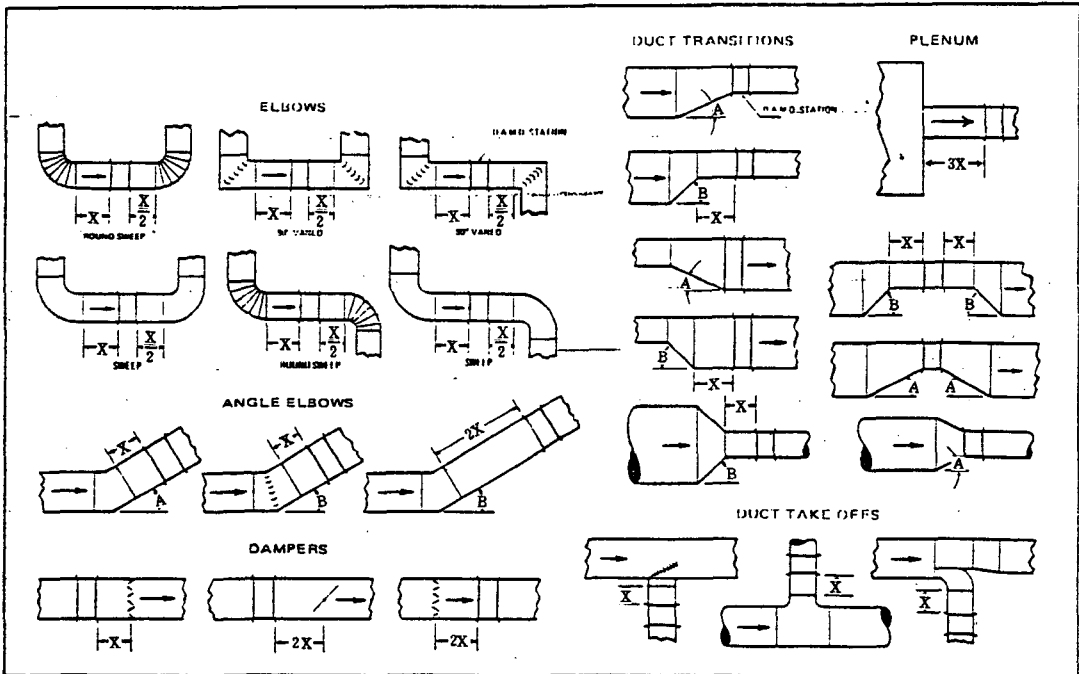


그림 26. 풍량측정장치



(a) 송풍기시

DIMENSION X = Average duct dimension
 CODE For round duct, X = one diameter
 For rectangular duct, $X = \frac{\text{duct width} + \text{duct height}}{2}$
 For square duct, X = duct dimension
 Angle A = 15° or less
 Angle B = Over 15°



(b) 덕트시

그림 27. 풍량측정장치 설치시 최저조건

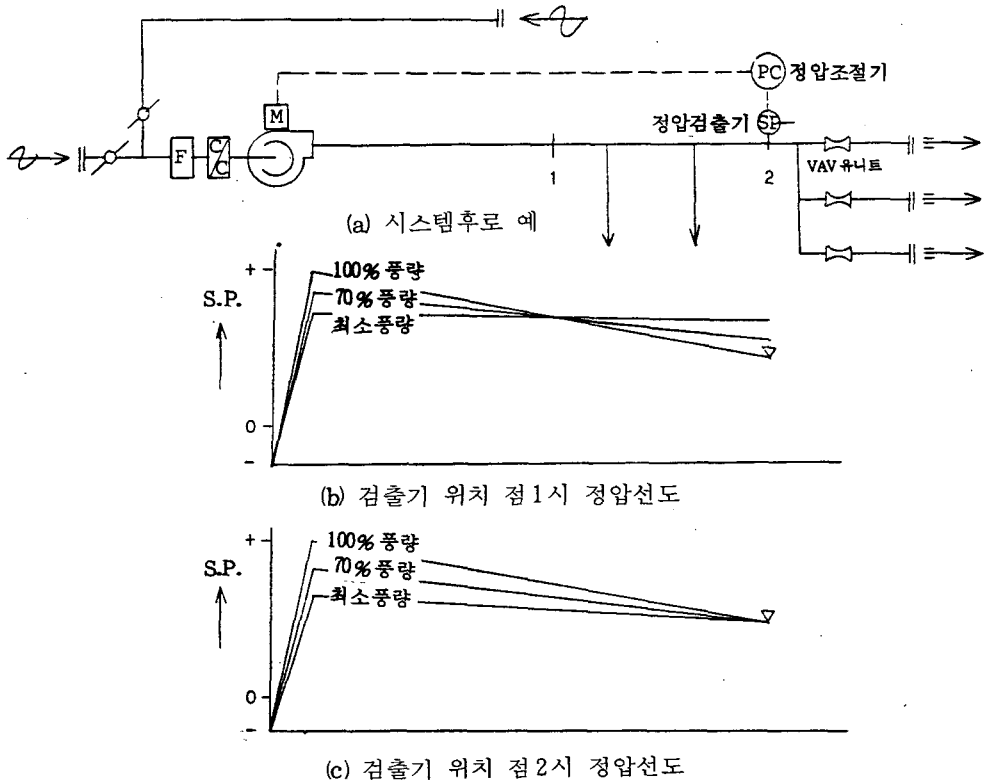


그림 28. 단일덕트 VAV시스템에서의 정압검출구 위치

트(각 말단 VAV유닛으로 분기하기전 부분) 부(그림 28(a)의 점 2)에 설치한다. 그 이유는 덕트 말단부의 정압이 유지되면 다른 덕트부는 그 부분보다 높은 정압이 유지되어 설계풍량을 충분히 송풍할 수 있기 때문이다. 그림 28(c)에서 덕트 말단부의 정압은 그림 28(b)에서 100% 유량시의 덕트 말단부 정압과 같다.

또한 그림 28(c)에서 알 수 있는 바와 같이 풍량이 감소하여 최소풍량이 되었을 때 송풍기 출구 압력은 그림 28(c)의 최소풍량시 보다 더욱 낮아져 송풍기 운전이 더욱 효율적으로 된다.

어느 문헌에 의하면 정압검출구의 위치를 송풍기에서 가장 먼 공통덕트의 바로 전 공통덕트에 설치하라고 권장하고 있다.

2.4 풍압과 풍량조절용 자동제어기기

풍압과 풍량조절전용 자동제어기기에는 전

자식, 공기식, 전기식기기가 있으며 전자식과 공기식은 기기종류가 비슷하며 전기식기기는 간단한 차압제어에 사용하는 후로어팅식 차압스위치(조절기)가 있다.

이 항에서는 전자식기기를 중심으로 검토한다.

(1) 미차압발신기(Low Differential Pressure Transmitter)

미차압발신기는 고압측과 저압측으로 차압(통상 2.5mmAq-250mmAq)을 받아 차압

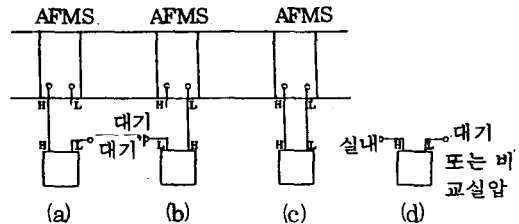


그림 29. 미차압발신기의 응용 예

에 비례하여 전자식에서는 4~20mA(또는 1~5VDC), 공기식에서는 0.2~1.0 kg/cm² G 공기압신호를 낸다. 그림 29는 응용예로서 (a)는 전압제어에 (b)는 정압제어에 (c)는 동압제어에 (d)는 실내압제어시 사용한다.

(2) 개평연산기(Square Root Extractor)

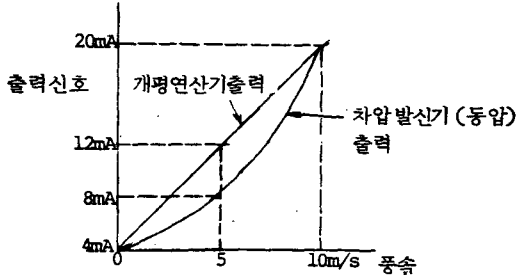


그림 30. 개평연산기 출력

그림 30에서 보는 바와 같이 차압발신기에 의한 동압출력신호를 선형 신호로 바꾸는데 사용한다. 즉 $V=4.04\sqrt{Pv}$ 에서 \sqrt{Pv} 를 계산하는데 사용한다.

(3) 스케일러(Scaling Multiplier)

제어기기의 신호에 어떠한 정수를 곱한 신호로 바꿀 때 사용한다. 즉 $V=4.04\sqrt{Pv}$ 에서 정수 4.04를 곱하는데 사용한다.

(4) 스케일러부 개평연산기

개평연산기와 스케일러가 조합된 기기로 $V=4.04\sqrt{Pv}$ 에서 $4.04\sqrt{Pv}$ 를 계산하는데 사용한다.

(5) 풍속발신기(Air Velocity Transmitter)

피트튜브나 풍량측정장치에서 측정된 동압을 입력신호로 속도에 비례하여 전자식에서는 4~20mA(또는 1~5VDC), 공기식에서는 0.2~1.0 kg/cm² 공기압신호를 낸다. 이 기기는 미차압발신기에 스케일러부 개평연산기를 조합한 것이다.

(6) 차압조절기(Differential Pressure Controller)

풍압신호를 받아 정압이나 차압을 조절하는

공기식 현장형조절기로 다이어프램 모터와 조합하여 정도가 높지 않은 곳의 정압이나 차압 제어에 사용한다.

(7) 차압스위치(Differential Pressure Switch)

전기식기기로 정압이나 차압을 조절하는 후로어팅식 스위치로 후로어팅식(다른 용어로는 3position) 댐퍼모터와 조합하여 정도가 그다지 요구되지 않는 곳의 정압이나 차압제어에 사용한다.

(8) 마노미터(Manometer)

피트튜브나 풍량측정장치로 검출한 풍압이나 풍속을 현장에서 지시하는 계기로 그림 31과 같은 것이 있다.

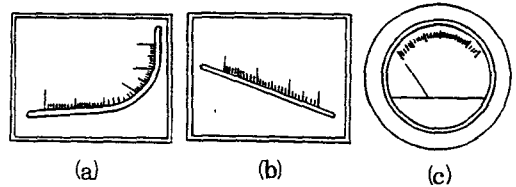


그림 31. 마노미터

(9) 댐퍼조작기(Damper Actuator)

조절기의 신호를 받아 댐퍼를 조작하는 조작부로서 공조제어에는 공기식으로 다이어프램조작기(Diaphragm Actuator, Diaphragm Operator, Diaphragm Motor)와 전기식으로 조작모터(Control Motor)를 주로 사용한다. 다이어프램 조작기는 통상적으로 0.2~1.0 kg/cm²의 공기신호에 의하여 선형으로 동작하며 대형 댐퍼제어에는 포지셔너(Positioner)부 다이어프램조작기를 사용한다.

전기식은 비례식이 사용되는데 직접 조절기로부터 0~10VDC 또는 4~20mADC신호를 받아 동작하는 것과, 중간에 모터가 움직일 수 있는 신호로 바꾸는 변환기(Motor Driver, Balancing Relay, E-E Positioner)를 사용하는 방법이 있다. 대부분의 전기식 조작모터는 일정각도(90°, 160° 등)만큼 회전운동을 한다.

3. 공조기 주변제어

VAV 공조방식의 공조기 주변제어는

- 1) 정압·풍량제어
- 2) 온·습도제어
- 3) 기타제어

로 대별하여 이 항에서는 이 제어에 대하여 검토한다.

3.1 정압과 풍량제어

3.1.1 송풍기 제어

스로틀식 VAV유니트를 채용하는 VAV 시스템은 앞에서 설명한 바와 같이 풍량변동이 있으며 이에 따라 정압이 변동한다. 이에 기인하여 다음과 같은 여러 문제가 발생하므로 송풍기 주변 제어가 필요하다.

- 1) VAV유니트의 허용정압과 범위를 초과할 때

앞에서 설명한 바와 같이 스로틀식 유닛은 덕트내 정압변동을 흡수하는 정압조정기를 내장하여 덕트내 정압을 동력으로 작동하므로 유닛에는 최소정압이 필요하며(최소정압), 또한 흡수하는 정압에는 상한이 있다. 이것을 유닛의 최대정압이라 한다.

그림 32(c)에서 유닛에서 처리하는 풍량을 Q_3 라 하면 최소필요정압 P_{min} 로부터 최대정압차 P_{max} 까지는 풍량 Q_3 를 일정하게 유지하나 P_{max} 이상에서는 정압이 상승하여 풍량도 증가한다. 그림 32(b)는 그 때의 송풍기의 운전작동점을 표시한다. 즉 점 3에서 운전되던 송풍기가 VAV유닛이 닫혀짐에 따라 풍량이 Q_2 로 감소하였다 하면 송풍기작동점은 점 2가 된다. 이 때 VAV유닛이 받는 저항은 $P_2 - P_2''$ 가 되어 $P_2 - P_2'' > P_{max}$ 가 되면 풍량은 Q_2 보다 많이 흐르게 된다. 즉 그림 32 (c)의 P_{max} 이상의 곡선이 된다. 그림 32(a)는 시스템의 정압변화를 나타낸다.

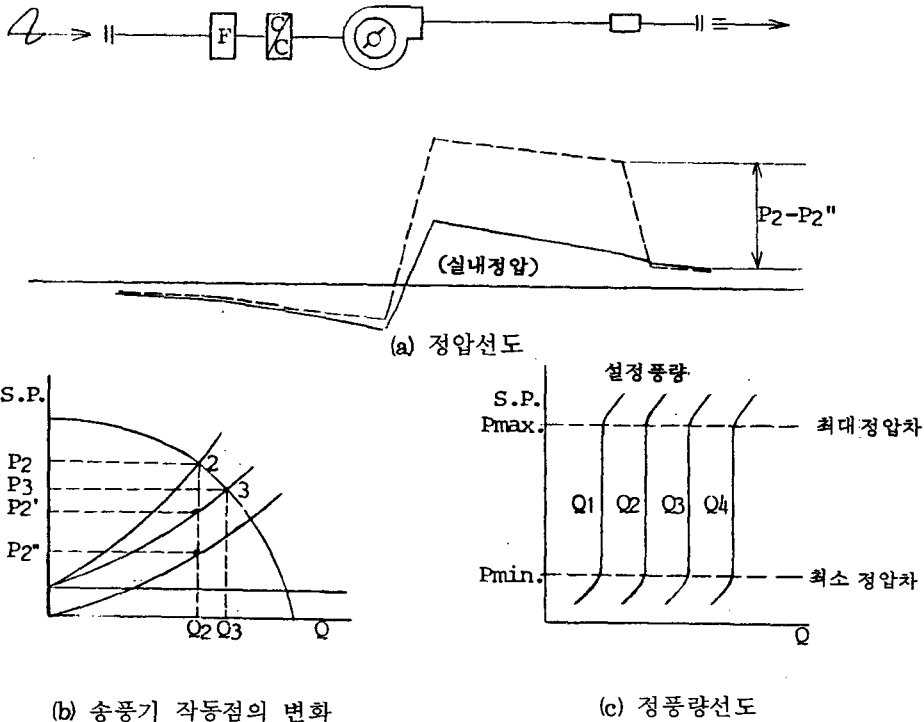


그림 32. 압력독립식 유닛을 사용한 시스템

2) VAV유니트의 발생소음이 커질 때
 유니트의 구조에 따라서는 유니트 전후의 정압차가 커짐에 따라 통과풍속이 빨라져 발생소음이 커진다. 이 발생소음이 실내에 미치는 정도에 따라서는 송풍기제어를 하여 정압을 낮출 필요가 있다.

3) 송풍기 동력을 절약하려고 할 때
 송풍기 종류에 따라 동력곡선의 경향은 다르지만 어느 것이나 풍량이 감소하면 소요동력도 감소한다.

4) 송풍기 운전이 불안정할 때

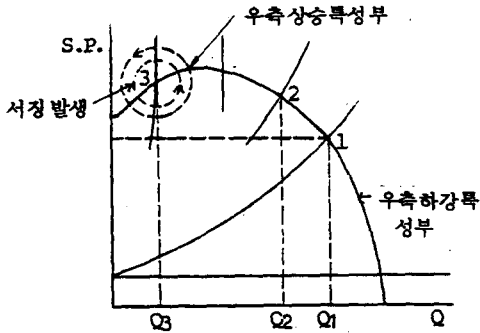


그림 33. 송풍기 작동점과 서징

풍량감소시 송풍기의 운전작동점이 그림 33의 우측상승특성곡선부에 있을 때는 이제까지 정속하게 운전되던 송풍기는 갑자기 맥동과 진동을 일으킨다. 이런 현상을 서징(Surging)이라 하며 때로는 송풍기 전체가 진동하여 운전이 위험하게 될 때도 있다. 따라서 스로틀식 유니트를 사용하는 VAV시스템의 송풍기 특성은 가능한 한 우측상승특성부가 없는 것이 바람직하다.

5) 덕트의 공기 누설이 많을 때
 풍량감소에 따라 덕트 내압이 높아져 덕트 접속부나 심(Seam)부에서 공기누설량이 많아진다.

스로틀식 VAV유니트를 사용하는 VAV시스템에서는 상기 1)~5)를 특별히 고려할 필요가 있을 때에는 송풍기 주변제어가 필요하다. 송풍기 주변제어에는 다음의 방법이 있다.

- (1) 송풍기 바이패스제어
- (2) 댐퍼제어
- (3) 흡입베인(Inlet Vane) 제어
- (4) 회전수제어(Speed Control)
- (5) 가변피치제어(Variable Pitch Control)

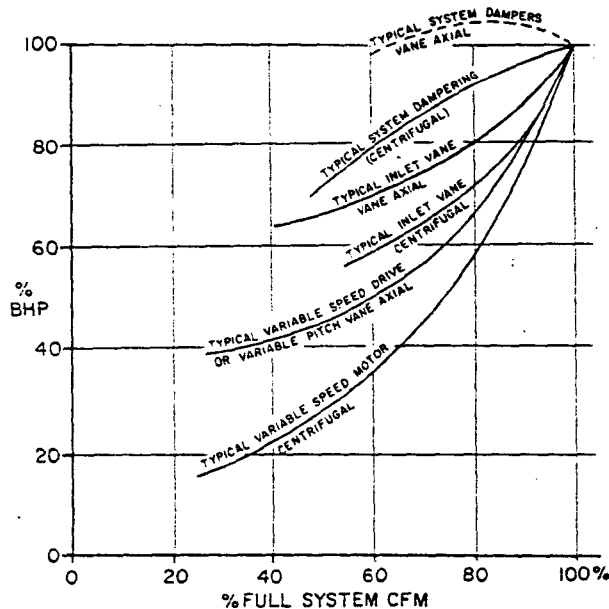


그림 34. 송풍기제어방식별 동력변화

그림 34에 송풍기 제어방식별 동력변화를 보인다.

(1) 송풍기 바이패스제어

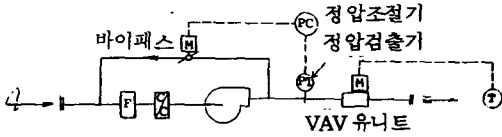


그림 35. 송풍기 바이패스제어

이 방법은 그림 35와 같이 송풍기 출구로부터 입구측으로 조절댐퍼를 갖는 바이패스 덕트를 설치하여 덕트 내정압이 설정치와 달라질 때 정압조절기(PC)로 댐퍼를 조절하여 토출공기의 일부를 바이패스시키는 것이다. 따라서 VAV 유닛 상류측 정압은 유닛의 허용정압차 범위내에서 작동하게 되며 정압상승으로 인한 발생소음도 염려할 필요가 없다.

송풍기는 최소부하시에도 일정운전을 하므로 동력절약은 기대할 수 없다. 즉 이 방법은 바이패스식 유닛을 사용한 VAV 시스템과 결과적으로 동일하다.

이 방법의 특징은

- 1) 설비비 저렴
 - 2) 소형설비에 적당(운전비는 절약되지 않는다)
 - 3) 송풍기 운전이 안정된다.
- (2) 댐퍼제어

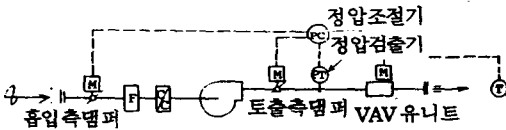


그림 36. 댐퍼제어

댐퍼제어는 그림 36과 같이 정압조절기(PC)로 토출댐퍼 또는 흡입댐퍼를 조절하는 방법으로 시로코펜(Sirocco Fan)에 많이 사용한다.

(a) 토출댐퍼제어

그림 37에서 보는 바와 같이 송풍기 토출측의 댐퍼를 조절하여 풍량을 Q_1 에서 Q_2 로 변화시키면 장치저항은 증가하여 저항곡선은 R_1

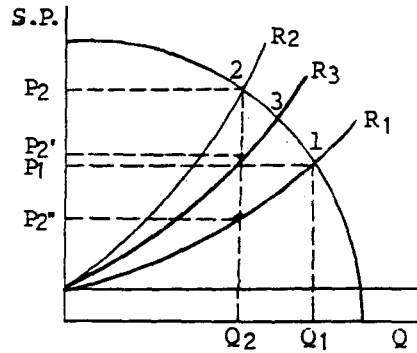


그림 37. 토출댐퍼제어 특성곡선

에서 R_2 로 되고 송풍기는 점 2에서 작동한다. 그림 36과 같이 스로틀형 VAV 유닛과 토출측 댐퍼를 직렬로 설치할 경우 부하가 감소하여 VAV 유닛이 단히 풍량 Q_1 이 Q_2 로 될 때 유닛의 허용압력차한계를 넘으면 Q_2 가 되지 않고 더욱 많은 풍량을 취출한다. 여기서 송풍기 출구의 댐퍼를 닫아 계에 저항을 가하면 저항곡선은 R_2 가 된다. 즉 풍량 Q_2 일 때의 송풍기 운동작동점은 2가 되어 $P_2' - P_1'$ 가 송풍기댐퍼의 저항이고 $P_2 - P_2'$ 는 VAV 유닛의 저항이다.

이 방식에 사용하는 댐퍼의 종류로는 평형익형과 대향익형이 있으며 등백분율 특성(Equal Percentage Characteristic)에 가깝게 사용하는 경우에는 장치저항중 댐퍼전개시 댐퍼 저항이 평형익형에서는 30~50% 대향익형에서는 5.5~13.5% 정도 필요하므로 대향익형이 유리하다.

이 방식의 특징은

- 1) 설비비 저렴
- 2) 소형설비에 적당(바이패스제어 보다 동력 절약됨)
- 3) 특성곡선의 극대점보다 좌측으로 풍량을 감소시키면 서징이 일어날 가능성이 있다.

(b) 흡입댐퍼제어

그림 36과 같이 송풍기 흡입측에 댐퍼를 설치하여 조절하면 송풍기 성능이 변한다. 그림 38에서 우선 흡입댐퍼를 완전히 열어 흡입압력을 대기압으로 하고 토출측 댐퍼개도를 변

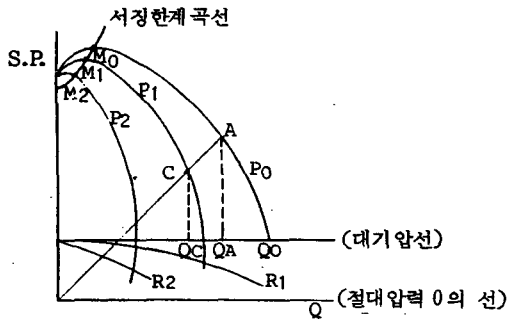


그림 38. 흡입댐퍼제어 특성곡선

화시켰을 때의 풍압곡선을 P_0 로 한다.

대기압선을 기준으로 계측한 풍량은 대기압에서의 풍량이다. 다음에 흡입측 댐퍼를 닫으면 흡입측 압력이 하강하며 이 때의 저항은 풍량의 2승에 비례하므로 R_1 곡선이 된다. 이 흡입측 댐퍼개도에 대하여 토출측 댐퍼를 조절하여 풍압곡선상의 각 점과 동일 작동상태가 되는 점을 연결한 압력곡선은 P_1 이 된다. 이상과 같은 조작을 반복하면 그림의 $P_2 \dots$ 가 된다.

이 방식의 특징은 토출댐퍼제어의 특징 1), 2)항은 같으나 3)항은 다르다. 즉 그림 38의 각 압력곡선의 압력극대점을 연결하는 서정한계선은 M_0, M_1, M_2 가 되어 서정영역이 회전수제어보다 좁아지는 이점이 있다.

(3) 흡입베인제어

이 방법은 그림 39와 같이 송풍기 흡입측에 방사형 가동익을 설치 그 각도를 조절하여 날개입구의 절대속도 선회량을 변화시키므로 풍압과 풍량을 조절한다. 이러한 송풍기는 스톨식 유닛을 채용하는 시스템에서 사용한다. 시스템이 최대풍량을 필요로 할 때의 송풍기 작동점은 그림 40의 점 1이 된다. 부하가 감소하여 풍량이 Q_2, Q_3 로 감소하면 운전점은 $2', 3'$ 가 되어 덕트내압이 상승하게 되나 덕트에 설치한 정압조절기가 압력상승을 감지하여 흡입베인을 조절하게 된다.

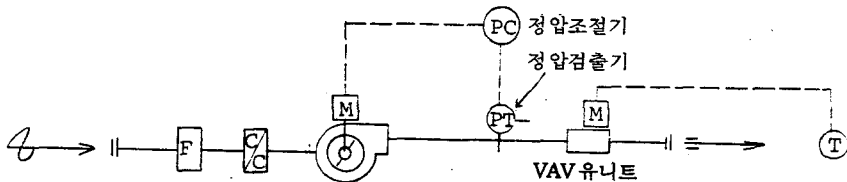
이 결과 특성곡선은 $O2, O3$ 와 같이 되어 송풍기 운전작동점은 $2, 3$ 이 된다. 댐퍼제어시는 $2'2'$ 나 $3'3'$ 은 압력손실이 되어 동력절약이 되지 않으나, 흡입베인제어는 1로부터 $2, 3$ 으로 풍량조절이 효율 좋게 된다.

이 방식의 특징은

- 1) 동력절약이 된다(대형빌딩에 적합하다)
- 2) 제어성이 좋고 회전수제어에 비하여 저렴하다.

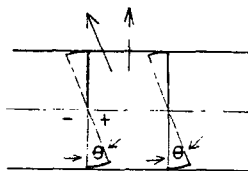
(4) 회전수제어

송풍기는 회전수를 변화시키면 풍량, 압력, 축마력이 변화하는 소위 송풍기 법칙이 있다. 즉 회전수 N_1 을 N_2 로 변화시키면 풍량 Q ,

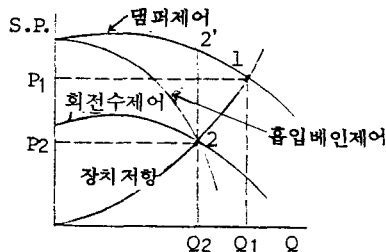


(a) 시스템

← 날개의 회전방향



(b) 베인조절



(c) 각종 제어방식 비교

그림 39. 흡입베인제어

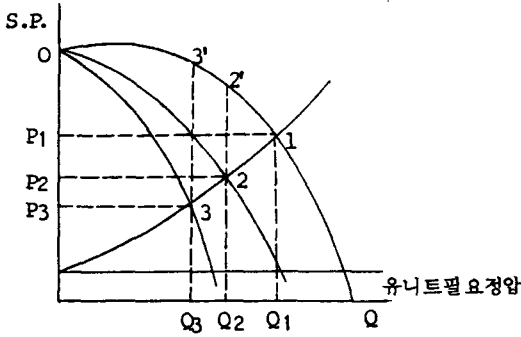


그림 40. 흡입베인제어의 특성곡선

압력 P , 축마력 L 의 관계는 다음과 같다.

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{N_2}{N_1} \quad (1)$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^2 \quad (2)$$

$$\frac{L_2}{L_1} = \left(\frac{N_2}{N_1}\right)^3 \quad (3)$$

(1), (2)식으로부터

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)^2 \quad (4)$$

(4)식이 되며 그림 41 과 같이 송풍기 운전작동점 1, 2, 3 은 0점을 통과하는 저항곡선상에 있다. 따라서 회전수를 바꾸면 송풍기 특성곡선이 비슷하게 변화하므로 항상 최고효율점 부근에서 운전이 가능하여 각종 제어방식중 동력절약이 가장 크다. 풍량이 1/2이 되면 축마력은 1/8이 된다. 또한 풍량감소에 따라서 풍압곡선이 전의 곡선과 비슷하게 변화하므로 서징 염려가 없다.

회전수 제어방법으로는 다음의 방법이 있다.

- 1) 직류전동기를 사용하는 방법
직류 전원 설비비가 비싸게 드는 결점이 있다.
- 2) 교류정류자전동기를 사용하는 방법
전동기의 가격이 비싸고 정류자의 내구력에 문제가 있다.
- 3) 워드레오나드(Ward Leonard)법
대용량일 때 사용하며 설비비가 고가이다.
- 4) 극수변환전동기를 사용하는 방법
가격은 싸지만 연속무단계로 회전수는 변화하지 않고 2단 또는 3단으로 회전수를 변화

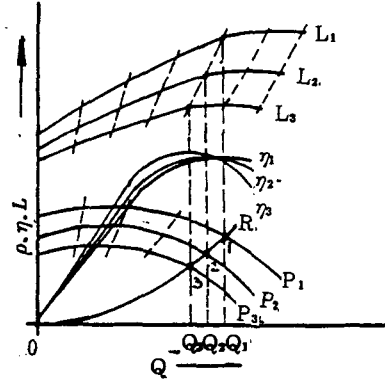


그림 41. 회전수 제어시의 송풍기 특성

시킬 수 있다.

- 5) 권선형 유도전동기의 2차회로에 저항을 넣어 제어하는 방법
- 6) 와전류이음형 전동기를 사용하는 방법
이것은 전자카프링을 이용하는 것으로 특징은 다음과 같다.

㉔ 대규모시스템에서는 큰 동력절약이 기대된다.

㉕ 송풍기 운전이 안정된다(큰 풍량변화에도 대처가능)

㉖ 설비비가 고가이다.

- 7) 전동기와 송풍기의 연결부에 2단 변속기를 사용하는 방법
2단으로 회전수를 변화시킬 수 있으나 설치공간 및 방법에 주의를 요한다.

- 8) 전동기와 송풍기의 연결부에 무단변속기를 사용하는 방법

회전속도를 연속무단계로 조절할 수 있으나 설치에 주의를 요한다.

9) 유체이음을 사용하는 방법

가변유량형이 많이 사용되며 이음내의 유량을 변경시키면 피동축의 회전속도를 자유로또한 연속무단계로 조절할 수 있다.

10) VVVF(Variable Voltage Variable Frequency)를 사용하는 방법

VVVF는 일명 인버터(Inverter)라고도 하며 특징은 다음과 같다.

㉗ 일반 범용 전동기에 적용한다.

㉘ 에너지 절약효과가 높고 자동화에 적합

하다.

- ㉓ 소용량 전동기에서 대용량 전동기까지 적용이 가능하다.
- ㉔ 송풍기 운전이 안정된다.
- ㉕ 설비비가 고가이다.
- ㉖ 전자노이즈(Noise)를 일으켜 전자통신기에 장애를 주는 경우도 있으므로 설치 장소에 주의를 요한다.

이상 여러 방법이 있으나 현재 가장 많이 사용하는 것은 VVVF를 사용하는 방법이다.

(5) 가변피치제어

축류송풍기에서 회전수 즉 주속도가 일정할 때 날개의 각도를 변화시켜 축류속도 및 영각을 변화시켜 압력-유량 특성을 변화시키는 것이다.

이상과 같이 각종 제어 방식이 있으나 실제 사용시에는 설계 제조조건으로부터 송풍기 종류, 크기, 풍량 변동폭을 검토하여 설비비,

운전비를 고려하여 선정하여야 하며 송풍기의 크기는 설계최대풍량의 80% 정도에서 선정한다는 것을 기억해야 한다.

일반적으로는 흡입베인제어가 널리 사용되나 풍량변동폭이 크고 고도의 제어를 하는 경우에는 회전수제어나 가변피치 제어가 동력절약 측면에서도 대단히 유리하다.

3.1.2 외기량제어

실내에 도입되는 외기량은 환기규정등에 의하여 최소량이 결정된다. VAV방식의 부분부하시에는 실내에 공급되는 풍량을 단계 된다. 이 때 외기량과 환기량의 비는 일정하게 유지하는 것이 가능하나 절대 외기량이 감소하여 필요최소 외기량을 얻을 수 없게 되므로 어떠한 방법이 강구되어야 한다. 또한 동절기나 중간기에 외기냉방을 하는 경우에는 송풍기와 배풍기를 관련시켜 제어해야만 한다.

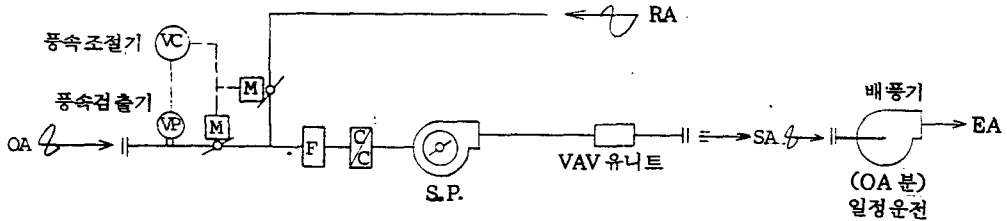


그림 42. 외기량제어(외기덕트내 풍속을 일정 하게 유지)

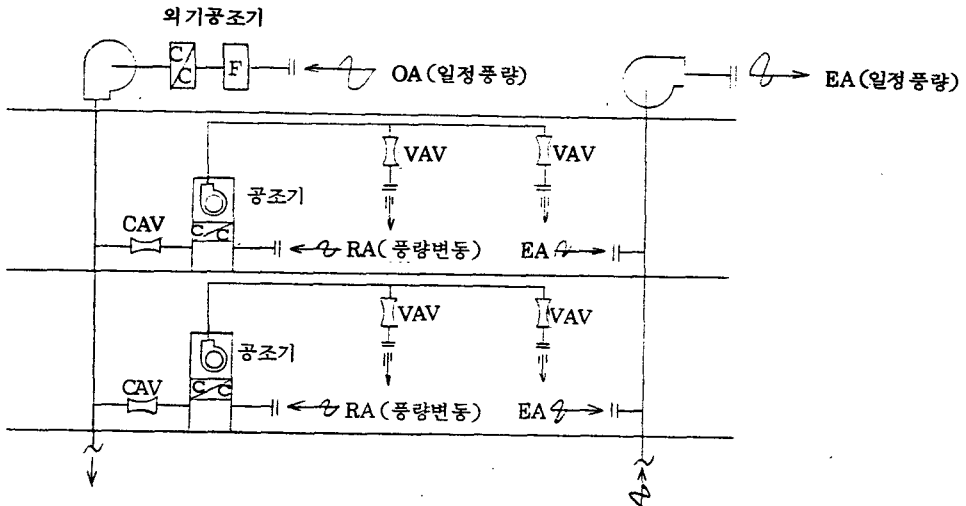


그림 43. 각종 공조기방식의 외기량제어 예(외기덕트에 CAV사용)


외기량제어법은 다음과 같은 방법이 있다.
 (1) 외기취입 덕트내 풍속을 일정하게 하여
 외기량을 유지하는 방법(그림 42 참조)
 (2) 외기공조기 또는 외기송풍기와 각 존 공

조기를 조합하여 외기량을 유지하는 방법(그림 43 참조)

3.1.3 계 장 예

계장도는 전자식으로 표시하였으며 표 3은 계장도의 기호 설명임.

표 3. 계장도 기호설명

 PI	현장형압력 (정압)계	 AFMS	풍량측정장치 (전압+정압)
 FI	현장형유량 (풍량)계	 AFMS	풍량측정장치 (정압)
 PI	정압 (차압) 발신기		수동댐퍼
 PDI	차압발신기	 M	모터댐퍼
 FI	동압 (차압) 발신기	 F.D.	방화댐퍼
 PIC	압력 지시조절기	 M	댐퍼모터
 FIC	유량 (풍량) 지시조절기		댐퍼부 팬 (흡입배인, 가변피치)
 IS	저신호 선택기	L	저 압
 ER	신호 선택 릴레이	H	고 압
 RB	RATIO BIAS	SP	설 정 치
 √	개평연산기	PID	비례·적분·미분
 x	스케일러		대기개방
 FY	풍량신호계산기	OA	외 기
		RA	환 기
		SA	급 기
		EA	배 기

(1) 단순 VAV시스템의 송풍기 토출풍량제어 및 송풍량 지시(그림 44)

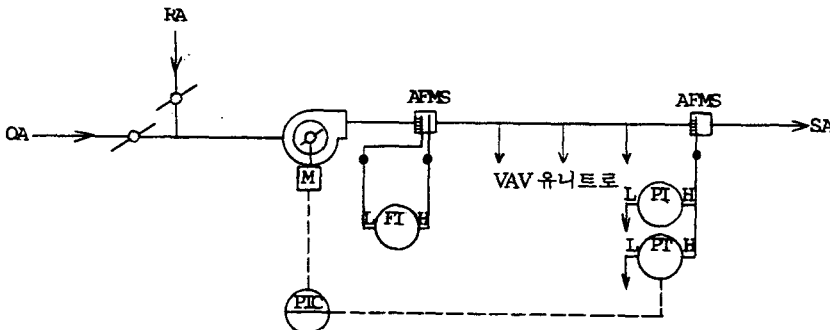


그림 44.

(2) 단순 VAV시스템에서 급기덕트 다수일때의 송풍기토출량제어(그림 45)

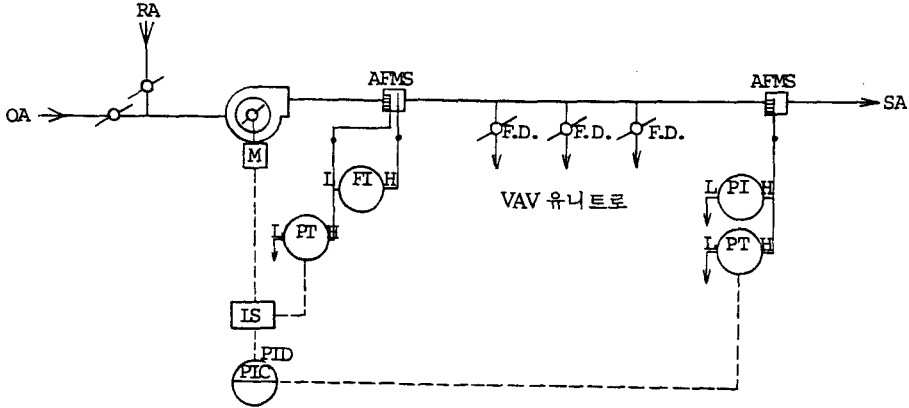


그림 45.

(3) 단순 VAV시스템에서 다수의 VAV 유니트가 닫혔을 때 또는 존 방화댐퍼가 닫혔을 때의 정압제어(그림 46)

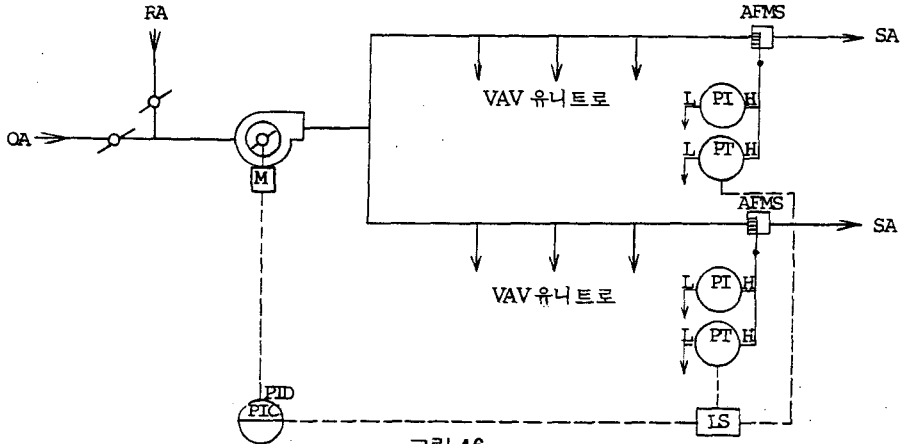


그림 46.

(4) 단순 VAV시스템의 최소외기량제어(그림 47)

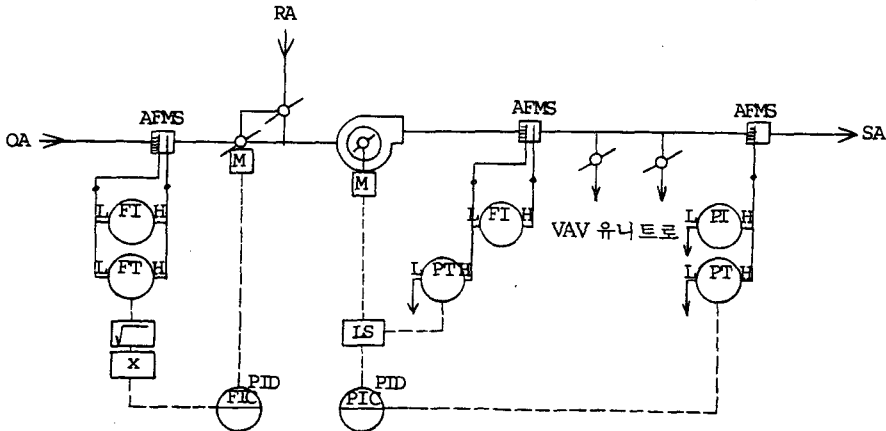


그림 47.

(5) 단순 VAV시스템의 외기냉방+최소외기량제어

1) 최소외기덕트와 최대외기덕트가 별도로 있을 때 (그림 48)

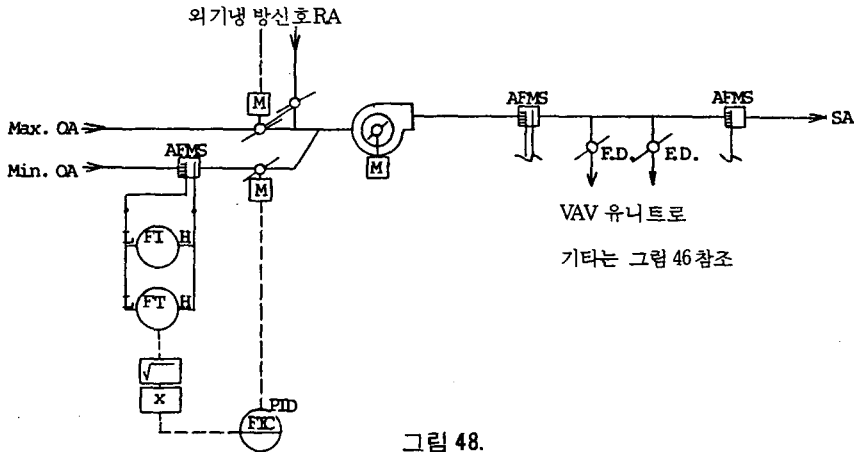


그림 48.

2) 1개의 외기덕트만 있을 때 (그림 49)

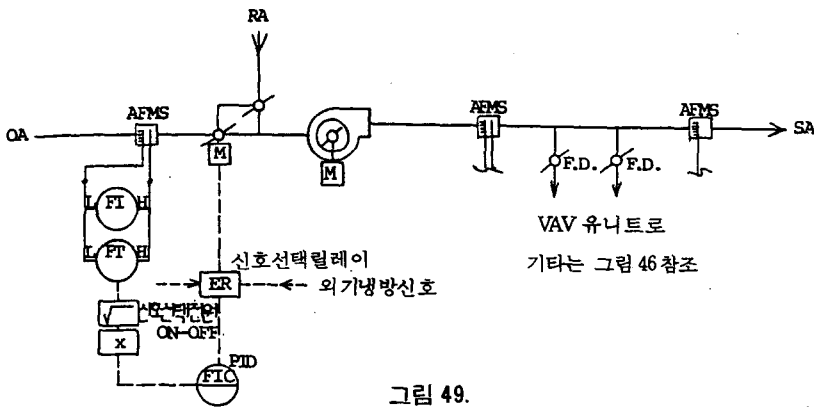


그림 49.

(6) 단순 VAV시스템(송풍기+환풍기)에서 다수의 VAV유니트가 닫혔을 때 또는 존 방화담퍼가 닫혔을 때의 정압제어(그림 50)

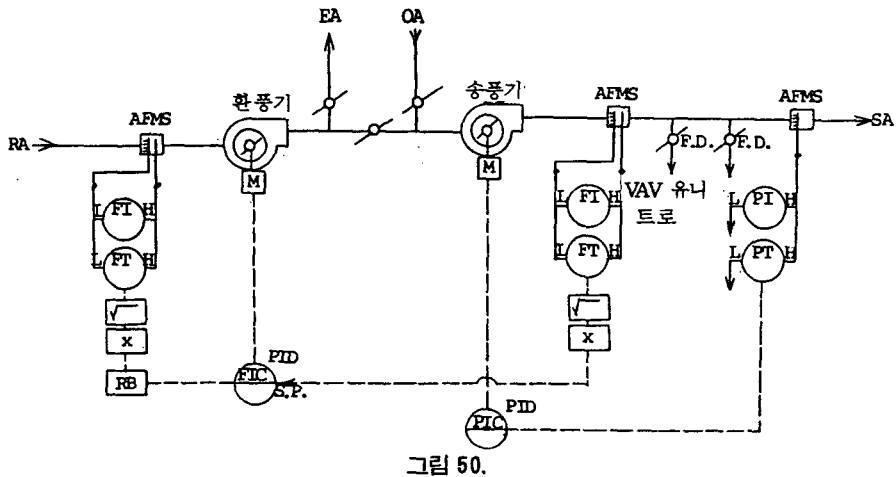


그림 50.

(7) 단순 VAV시스템에서 송풍기와 환풍기의 풍량비율조절에 의한 빌딩가압+최소의기량제어(그림 51)

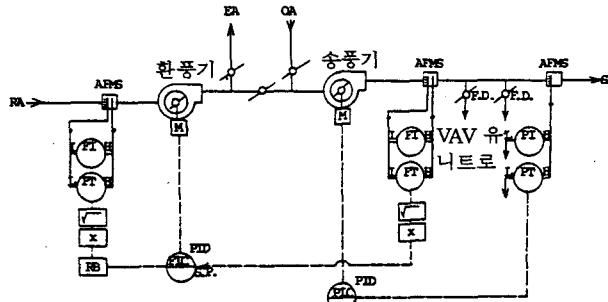


그림 51.

(8) 단순 VAV시스템(송풍기+환풍기)에서최소의기량+외기냉방신호(그림 52)

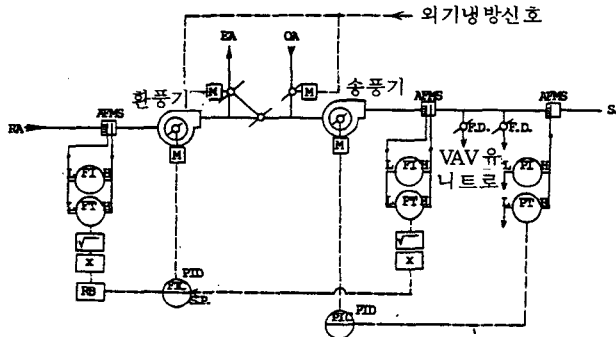


그림 52.

(9) 복잡한 VAV시스템에서 층별(존별,실별) 풍량비제어에 의한 가압제어(그림 53)

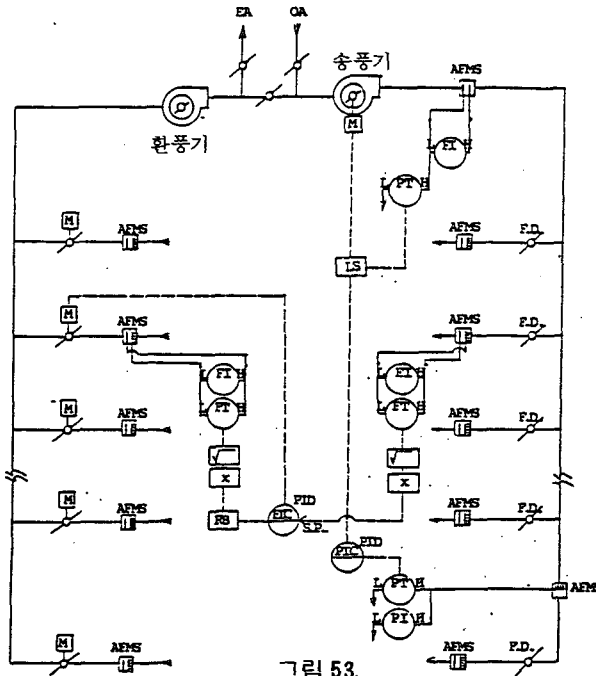


그림 53.

(10) 복잡한 VAV시스템에서 환풍기 풍량제어 (그림 54)

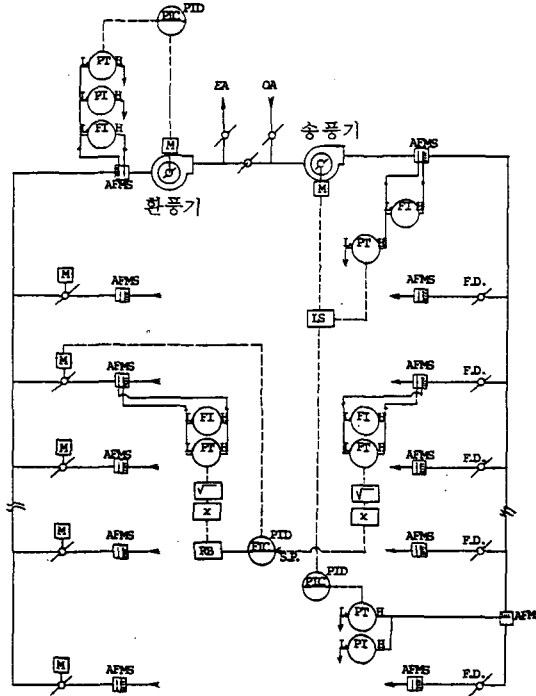


그림 54.

(11) 복잡한 VAV시스템에서 외기냉방제어(그림 55)

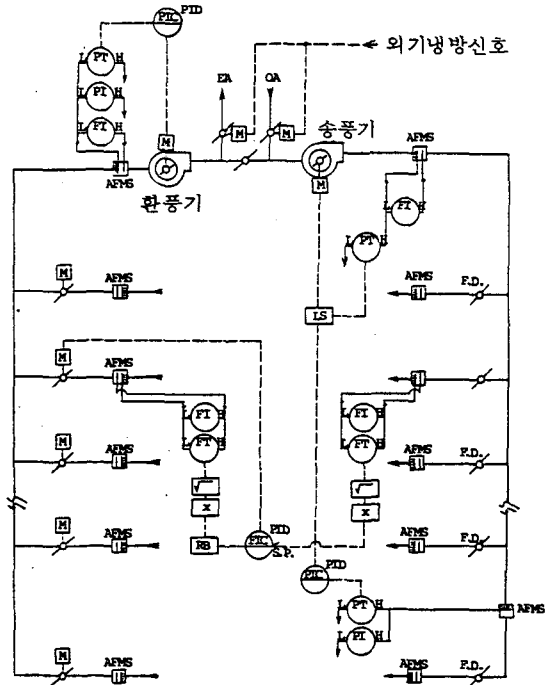


그림 55.

(12) 실내가압제어(그림 56)

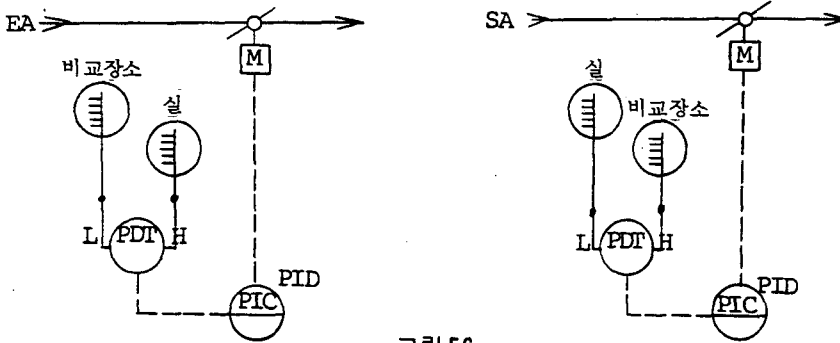


그림 56.

(13) 실내가압정도에 따라 팬풍량을 리세트하는 정풍량제어(그림 57)

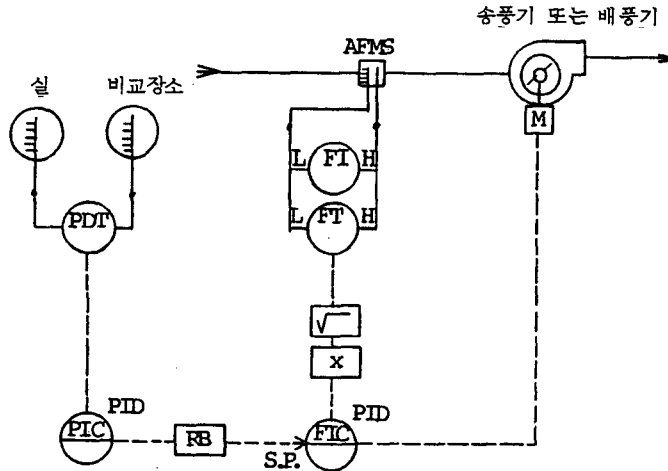


그림 57.

(14) 실내가압정도에 따라 풍량을 리세트하는 풍량비율제어(그림 58)

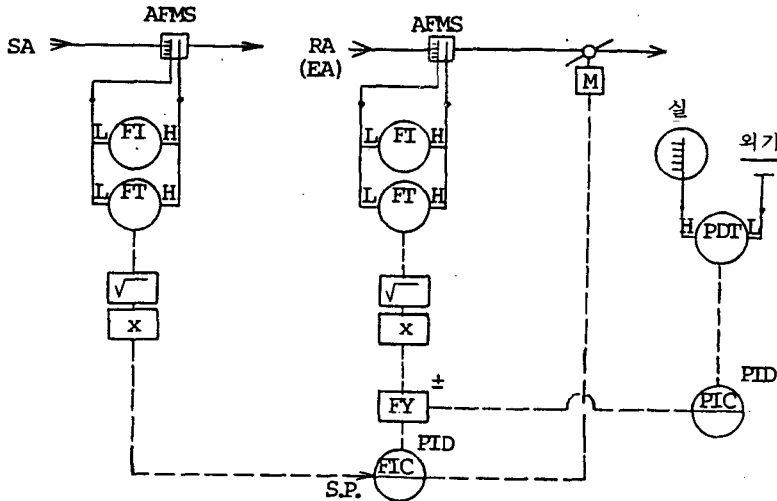


그림 58.

(15) 실내가압정도에 따라 풍량을 리셋하는 풍량비율제어에 의한 정풍량제어(그림 59)

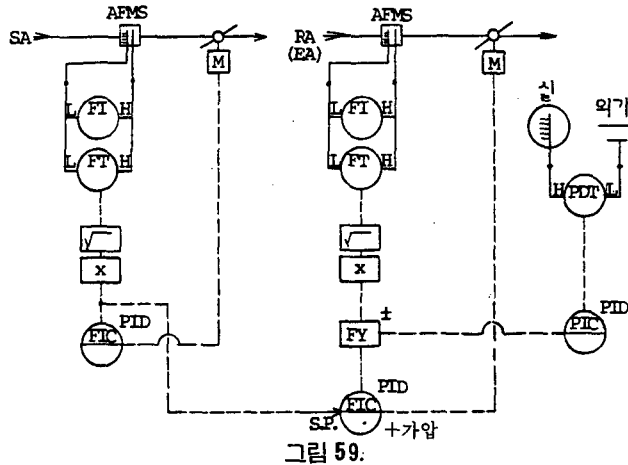


그림 59.

3.2 온·습도제어

3.2.1 온도제어

VAV시스템은 본래 실내냉방부하에 알맞게 송풍하는 것이므로 송풍온도를 일정하게 제어한다.

제어방법은 그림 60 과 같이 송풍기 토출덕트에 온도조절기(또는 온도검출기)를 설치하여 이 지령으로 냉수조절밸브를 조절하여 송풍온도를 일정하게 유지시킨다.

난방부하는 재열기부 VAV유닛 또는 2중덕트 VAV유닛으로 처리한다.

따라서, 현열비가 일정할 때에는 실내부하가 감소하여도 냉수코일출구 공기상태는 항상 일정하므로 취출풍량을 변경하더라도 소정의 온·습도를 유지한다.

VAV시스템을 난방점용으로 사용할 경우에는 환기덕트에 습도조절기(또는 습도검출기)를 설치하여 가습밸브를 조절하여 습도를 유지시킨다.

3.3 기타 제어

3.3.1 워밍업(Warming-up) 제어

동절기에 실내공조 정지시 외기온도 영향으

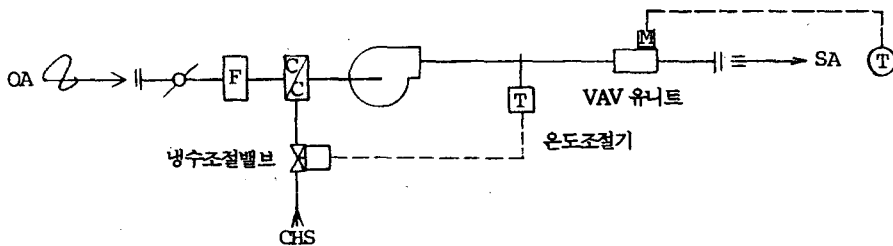


그림 60. 온도제어

3.2.2 습도제어

VAV시스템이 본래 목적대로 냉방용으로 사용할 경우에는 별도의 습도제어를 하지 않는다. 부분부하가 되어도 송풍온도(냉수코일 출구온도)를 일정하게 유지해야 하므로 냉수코일 표면온도를 언제나 일정하게 할 필요가 있다. 즉 송풍공기의 노점온도를 일정하게 한다.

로 실내온도가 하강하고 빌딩 구조체는 축냉된 상태이므로 익일 아침 운전시 다음과 같은 문제점이 발생한다.

- 1) 실내온도가 필요최적온도보다 너무 낮다
- 2) VAV시스템 운전시 냉방운전이 되지 않는다.

이러한 문제점을 해결하기 위하여 VAV 유

나트나 공조기에 난방코일 등을 설치하여 빠른 시간내에 적정운전을 하기 위한 제어가 워밍업(또는 Morning warm-up) 제어라 하며 그 방법으로는

- ㉑ VAV유니트를 최대풍량으로 연다.
- ㉒ 공조기의 외기댐퍼와 배기댐퍼는 완전히 닫고 환기댐퍼는 완전히 연다(공조정지시와 동일).
- ㉓ 송풍기와 환풍기를 최대풍량으로 한다(공조정지시는 팬댐퍼는 닫힘).
- ㉔ VAV유니트나 공조기의 난방조절밸브를 작동시켜 토출온도를 상승시킨다(약 30℃ ~ 35℃).
- ㉕ 공조기에서 가습제어는 차단시킨다.
- ㉖ 실내온도가 필요 이상으로 상승하면 정상운전돌입시 지나친 냉방부하가 필요하므로 필요온도까지만 상승시킨다(워밍업 시간은 통상 30분 정도임).

3.3.2 쿨다운(Cool-down) 제어

하절기에 실내공조정지시 외기온도 영향으로 실내온도가 상승하고 빌딩구조체는 축열된 상태이므로 익일 냉동기로 실내부하를 처리하는 것은 에너지소비량이 과대해지므로 정상운전 개시전에 외기의 찬 공기를 이용하여 실내온도를 하강시키는(외기냉방) 방법으로 다른 말로는 퍼지 사이클(Purge Cycle)이라고도 한다.

그 제어방법으로는

- ㉑ VAV유니트를 최대풍량으로 연다.

㉒ 공조기의 외기댐퍼와 배기댐퍼는 완전히 열고 환기댐퍼는 완전히 닫는다(공조정지시는 외기댐퍼와 배기댐퍼는 완전히 닫히고 환기댐퍼는 완전히 열림).

㉓ 송풍기와 환풍기를 최대풍량으로 한다(공조정지시는 팬댐퍼는 닫힘).

㉔ 공조기의 온도조절장치는 차단시켜 각 조절밸브는 완전히 닫는다.

㉕ 실내온도는 실내필요온도까지만 하강시킨다(퍼지시간은 30분~60분 정도임).

이 제어는 환풍기가 있는 공조기에서 효율이 높다.

3.3.3 나이트 셀백(Night Setback) 제어

동절기나 하절기에 실내공조정지시 외기온도 영향으로 빌딩구조체에 축열이 되어 익일 아침 운전시 과대한 부하가 필요하게 되므로 실을 사용하지 않는 기간에도 동절기에는 실내설정온도를 낮추고 하절기에는 실내설정온도를 높여 공조시스템을 연속 또는 간헐운전하여 부하를 줄이는 방법으로 그 제어방법은

- ㉑ 공조시스템은 연속 또는 간헐운전한다.
- ㉒ 실내온도 설정치를 하절기에는 28℃, 동절기에는 15℃ 정도로 변경시킨다.
- ㉓ 하절기에는 공조기 냉수코일 출구온도를 높인다.
- ㉔ 동절기에는 외기냉방운전을 한다.

(계 속)