

공기조화

<습공기 선도>

1. 개요

습공기의 상태를 표시한 그림을 습공기 선도라 하며, 습공기 중의 수증기 분압, 절대 습도, 상대 습도, 습구 온도, 노점 온도, 비체적, 엔탈피 등의 각 상태값을 하나의 선도에 나타낸 것이다.

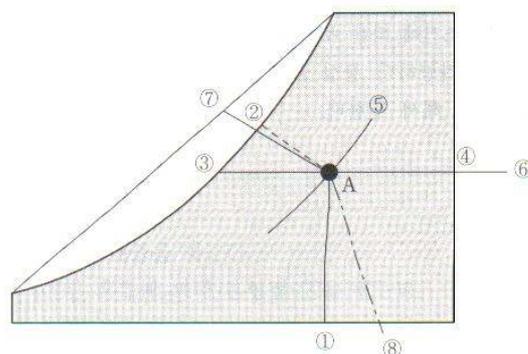
2. 습공기 선도의 구성

(1) 선도의 종류

- ① h-x 선도 : 엔탈피와 절대습도를 사교축으로 하는 선도
- ② t-x 선도 : 건구온도와 절대습도를 사교축으로 하는 선도
- ③ t-h 선도 : 건구온도와 엔탈피를 사교축으로 하는 선도

(2) 임의의 상태점 "A"의 위치

- ① 건구 온도(t) : °C
- ② 습구 온도(t') : °C
- ③ 노점 온도(t'') : °C
- ④ 절대 습도(x) : kg/kg
- ⑤ 상대 습도(ϕ) : %
- ⑥ 수증기 분압(P) : mmHg
- ⑦ 엔탈피(h) : kcal/kg



(3) 습공기의 성질

| 구 분 | t, t', h, v | ϕ | x, P, t'' |
|-----|-------------|--------|-----------|
| 가 열 | ↑ 증가 | ↓ 감소 | 변화 없다 |
| 냉 각 | ↓ 감소 | ↑ 증가 | 변화 없다 |

⑤ 현열비 (SHF)

㉠ 엔탈피 변화에 대한 현열량의 변화 비율

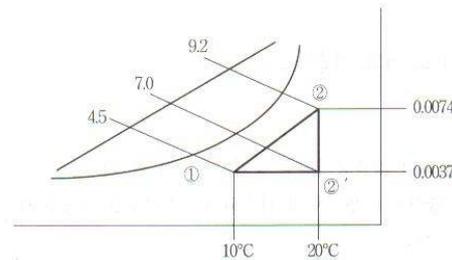
㉡ 혼합 공기를 냉각하여 취출하고자 할 때 실내 현열비를 유지하기 위하여 현열비 상태선과 평행하게 실내에 냉각된 공기를 취출

⑥ 포화공기

㉠ 주어진 온도에서 포함할수 있는 최대한의 수증기를 함유한 공기

㉡ 이슬점(노점온도) : 포화공기온도(상대습도 100%일 때의 온도)

※ 예제



- 현열가열량 $q_s = G \cdot C_p \cdot \Delta t = 2,000 \times 0.24 \times (20 - 10) = 4,800 \text{ kcal/h}$

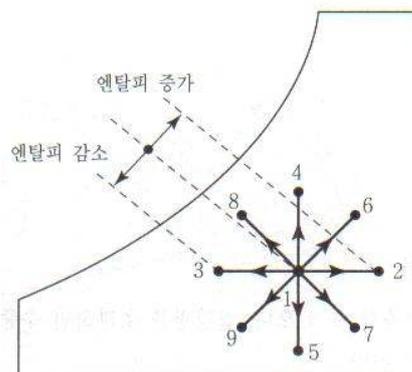
- 엔탈피(전열량) $q_t = G \cdot \Delta h = 2,000 \times (9.2 - 4.5) = 9,400 \text{ kcal/h}$

- 열수분비 $u = \Delta h \div \Delta x = (h_2 - h_1) \div (x_2 - x_1)$
 $= (9.2 - 7.0) \div (0.0074 - 0.0037) \approx 594.59 \text{ kcal/kg}$

- 현열비 $SHF = q_s \div q_t = (7.0 - 4.5) \div (9.2 - 4.5) \approx 0.53$

3. 습공기 선도에서의 Process 명칭

- ①→② : 현열 가열
- ①→③ : 현열 냉각
- ①→④ : 가습
- ①→⑤ : 감습
- ①→⑥ : 가열 가습
- ①→⑦ : 가열 감습
- ①→⑧ : 냉각 가습
- ①→⑨ : 냉각 감습



(1) 혼합-냉각 가습과정

① 작도 과정

㉠ 외기 ①과 실내 환기 ②의 상태점을 잡는다.

㉡ 외기와 환기의 혼합 비율에 의해 혼합점 ③을 잡는다.

㉢ SHF 계산

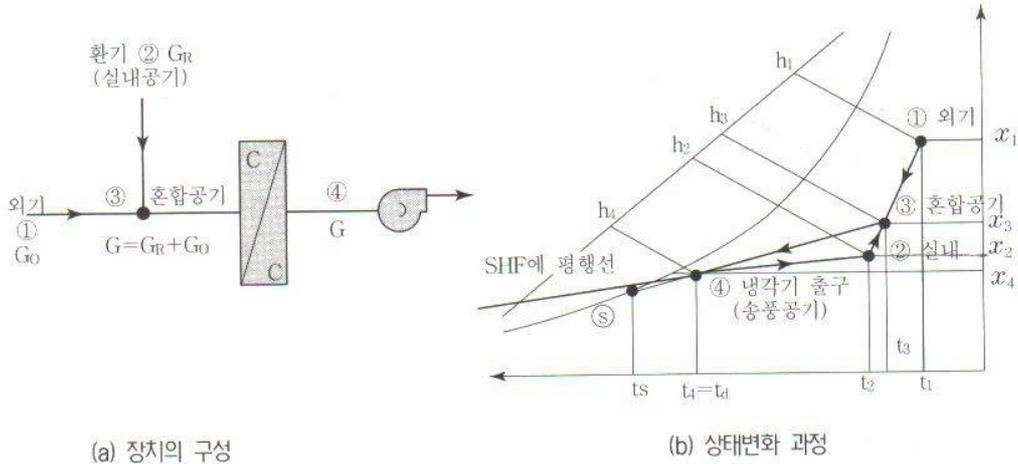
㉣ 실내 상태점 ②에서 SHF와 평행한 연장선을 긋는다.

㉞ 취출 조건에 의해 SHF 선과의 교점에 의해 취출점 ④ 결정

※ 취출 조건 : - 취출 온도차 : 0~14℃

- BF : 0.01~0.19

- 냉각코일 출구 상대 습도 : 85~95%



(a) 장치의 구성

(b) 상태변화 과정

<계산식>

㉠ 냉각 열량 (③→④)

$$q_c = G \cdot (h_3 - h_4) = 1.2 \cdot Q \cdot (h_3 - h_4) \quad [\text{kcal/h}]$$

㉡ 감습량 (③→④)

$$L = G \cdot (x_3 - x_4) = 1.2 \cdot Q \cdot (x_3 - x_4) \quad [\text{kg/h}]$$

㉢ 송풍량

$$G = q_s \div (C_p \cdot \Delta t) = q_s \div 0.24(t_2 - t_4) \quad [\text{kg/h}]$$

$$Q = q_s \div (\gamma \cdot C_p \cdot \Delta t) = q_s \div 0.288(t_2 - t_4) \quad [\text{m}^3/\text{h}]$$

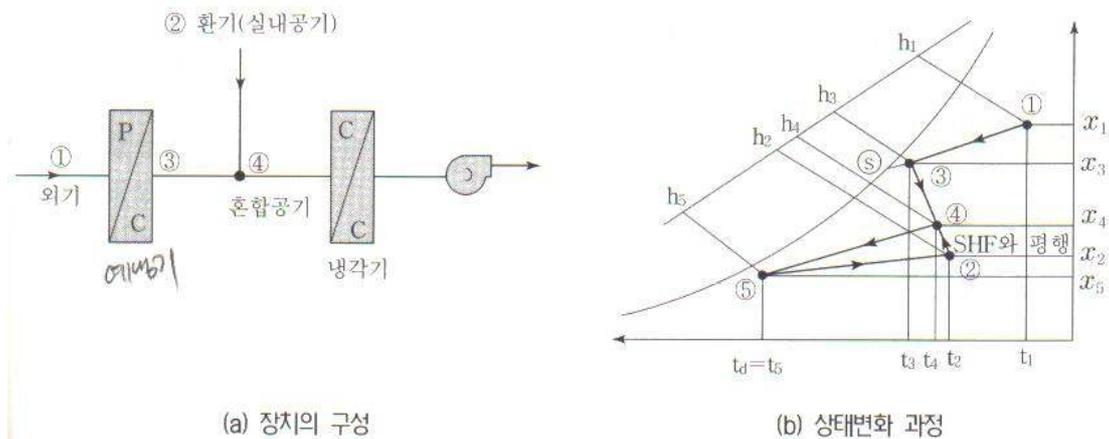
㉣ 냉각기 출구 온도

$$t_4 = t_2 - \{q_s \div (0.24 \cdot G)\} = t_2 - \{q_s \div (0.288 \cdot Q)\} \quad [^\circ\text{C}]$$

㉤ 냉동기 부하

$$R = q_c \times 1.15 (\text{배관 부하} + \text{펌프 부하}) \quad [\text{kca/h}]$$

(2) 예냉-혼합-냉각 감습 과정



(a) 장치의 구성

(b) 상태변화 과정

<계산식>

㉠ 냉각 열량 : $q_c = G \cdot (h_4 - h_5) = 1.2 \cdot Q \cdot (h_4 - h_5)$ [kcal/h]

㉡ 예냉기 부하 : $q_c = G_0 \cdot (h_1 - h_3) = 1.2 \cdot Q \cdot (h_1 - h_3)$ [kcal/h]

㉢ 감습량 : $L = G \cdot (x_4 - x_5) = 1.2 \cdot Q \cdot (x_4 - x_5)$ [kg/h]

㉣ 예냉기에서의 응축량 : $L_p = G_0 \cdot (x_1 - x_3) = 1.2 \cdot Q \cdot (x_1 - x_3)$ [kg/h]

㉤ 송풍량

$G = q_s \div (C_p \cdot \Delta t) = q_s \div 0.24(t_2 - t_5)$ [kg/h]

$Q = q_s \div (\gamma \cdot C_p \cdot \Delta t) = q_s \div 0.288(t_2 - t_5)$ [m³/h]

㉬ 공조기 취출 온도

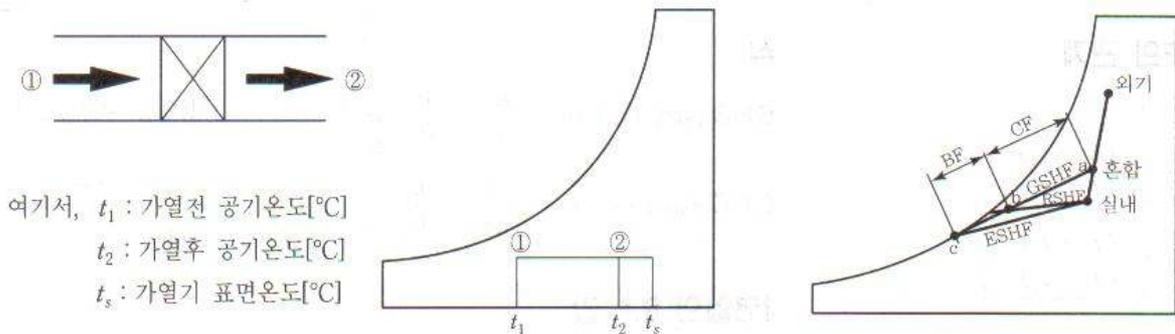
$t_5 = t_2 - \{q_s \div (0.24 \cdot G)\} = t_2 - \{q_s \div (0.288 \cdot Q)\}$ [°C]

(3) 가열기를 통과하는 CF와 BF

① CF(contact factor)

㉠ 코일을 통과하는 공기량중 코일 표면과 접촉하는 공기량의 비

㉡ $CF = (t_2 - t_1) / (t_3 - t_1)$



② BF (bypass factor)

㉠ 코일 표면과 접촉하지 않는 공기량의 비율

㉡ $BF = (t_3 - t_2) / (t_3 - t_1)$

③ $BF + CF = 1$

④ 냉각 코일의 BF값

㉠ 플레이트 Fin coil (3열) : 0.2

㉡ 플레이트 Fin coil (4열) : 0.1

㉢ 플레이트 Fin coil (6열), 공기세정기 : 0.05

- ⑤ BF를 줄이는 방법 :
 - 코일 열수를 증가시킴
 - 코일 통과 풍속을 느리게 함

(4) 장치 노점 온도 (Apparatus Dew Point Temperture)

- ① 실외 공기와 실내 공기의 혼합공기(①)가 냉각코일 취출점(②)을 지나 포화선과 마주치는 점(③)

② $t_2 = t_{app} + BF (t_1 - t_{app})$

(5) 취출구 온도차

- ① 코일 출구의 온도와 실내 환기 공기 온도와의 온도 차이
- ② 취출구 온도차 : $\Delta t = t_r - t_2$
- ③ 적용 : 실내 송풍량 결정에 적용됨

$$Q = \frac{q_s}{\gamma \cdot C_p \cdot \Delta t}$$

④ 취출구 온도차

| 구 분 | | 냉각 코일 | 송풍량 | 실내 현열량 |
|------------|----|-------|-----|--------|
| 취출구 온도차 | 증가 | 커짐 | 절감 | 큼 |
| | 감소 | 작아짐 | 증가 | 작음 |

- ⑤ Δt 를 크게 하면 송풍 동력 절감, 덕트 / 배관경 축소 가능
→ 에너지 및 공사비 절감

<공조용 가습장치>

1. 개요

실내 공기의 습도 상태를 적정하게 유지하거나 실용도상 요구되는 습도 수준을 맞추기 위해 공조 장치의 하나로 가습 장치가 필요

2. 가습기의 분류

(1) 증기식

- 공기를 오염시키지 않는다. 세균, 불순물의 비산 우려가 없다
- 공기 온도를 저하시키지 않는다
- 가습량 제어를 용이하게 할 수 있다
- 물속에 함유된 불순물 제거에 유의
- 종류 : 전열식, 전극식, 적외선식, 과열 증기식, 노즐 분사식

(2) 물분무식

- 분사력 및 초음파 진동 등으로 미세한 물 입자를 공기중에 방출

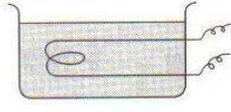
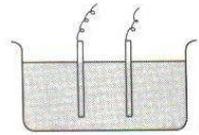
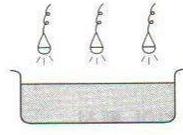
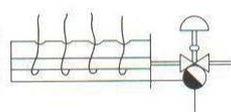
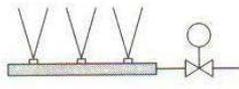
- 가습으로 공기 온도 저하된다 (향온가습에는 부담)
- 가습량 제어성이 나쁘다
- 가습기 수조의 물 오염, 균 번식, 드레인 수 곰팡이 등 위생상 문제점 있음(병원 등 위생시설에 부적절, 철저한 수질 관리 필요)
- 소요 동력은 적다. 가습 흡수 거리는 긴 편
- 종류 : 원심식, 초음파식, 스프레이식

(3) 기화식

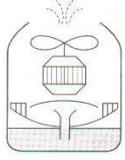
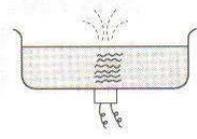
- 젖은 표면에 공기를 통과시켜 습기를 증발시키는 방식
- 증발판이나 증발 소자의 청소 필요 (오염 물질 부착→증발 효율 저하)
- 결로나 불순물의 비산이 적다
- 가습량을 제어하기 쉽지 않다
- 습도가 높거나 풍량이 적거나 온도가 낮을 경우 가습량이 적어짐
- 가습 장치 크기가 큰 편이고 난방시 효과가 좋다
- 종류 : 회전식, 모세관식, 적하식, 에어와셔식

3. 가습기 종류별 특징

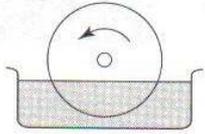
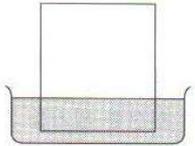
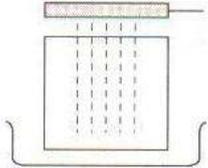
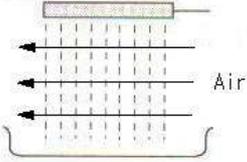
(1) 증기식

| | | |
|-------|--|---|
| 전열식 | -가열팬 내의 물을 전기히터로 가열해 증기 발생 -가열팬 수시 청소 필요(증발 잔류물 부착) |  |
| 전극식 | -수조의 물속에 전극판을 넣어 가열 |  |
| 적외선식 | -적외선 램프의 복사열에 의해 물을 가열 -램프 주기적 교체(약 6만시간) |  |
| 가열증기식 | -증기를 과열시켜 공기중에 분무 -일부 증기가 결로되므로 드레인판 필요 -소음 발생 |  |
| 노즐분사식 | -수증기를 분무 노즐을 통해 압력을 0.5K 이하로 낮춰 분사하여 가습 -확산관으로 결로수를 처리하고 감습하는 것이 특징 |  |

(2) 물분부식

| | | |
|--------------|--|---|
| <p>원심식</p> | <ul style="list-style-type: none"> - 회전관을 고속 회전시켜 수조의 물을 빨아 올려 얇은 수막이 형성되어 안개와 같이 비산되고 공기와 혼합되어 공급 |  |
| <p>초음파식</p> | <ul style="list-style-type: none"> - 수조 아래의 진동자를 작동시켜 초음파 진동을 발생시키면 수면으로부터 아주 미세한 물안개가 발생하고, 이를 팬을 팬을 이용해 공급 - 저온에서도 가습 성능이 좋으나 가습량이 적어 소형 사무실에 적합 |  |
| <p>스프레이식</p> | <ul style="list-style-type: none"> - 물을 가압시킨 후 분사노즐을 이용해 분사하거나, 고압의 공기로 물을 유인 혼합해 분사 노즐로 분사하는 방식 - 분사량중 일부만 증발해 급기중에 확산되고 나머지는 수적이 되어 낙하된다. - 노즐이 자주 막히지 않도록 관리에 주의 |  |

(3)기화식

| | | |
|--------------|--|---|
| <p>회전식</p> | <ul style="list-style-type: none"> - 회전체 일부를 물에 접촉시킨 상태에서 저속으로 공기중에 회전시켜 자연 증발시켜 가습함 |  |
| <p>모세관식</p> | <ul style="list-style-type: none"> - 흡수성이 강한 가습재를 물에 적셔 모세관 현상으로 물을 빨아 올려 증발시킴 |  |
| <p>적하식</p> | <ul style="list-style-type: none"> - 가습재 상부에서 물을 급수해 가습재가 젖어 내려갈때 공기를 통과시켜 증발 가습 - 급수량과 증발량의 균형을 맞추기 어렵고 드레인판 필요 |  |
| <p>에어와셔식</p> | <ul style="list-style-type: none"> - 챔버내 다수의 노즐을 설치하여 다량의 물을 공기와 접촉시켜 가습 |  |

4. 가습기 설계시 주의사항

- (1) 수분무식 가습기의 경우 온도 저하 부하계산시 고려
- (2) 공기 온도, 풍속 등에 의해 가습 능력에 많은 차이가 나므로 가습 방식과 혼합되는 공기의 조건이 부합하도록 검토
- (3) 결로, 드레인수의 처리를 주의하고 정체수의 위생적 관리를 고려
- (4) 가습기 설치 조건(실내 노출, 설치 위치, 향온향습 등)에 맞는 방식 선정

<공조용 제습 장치>

1. 개요

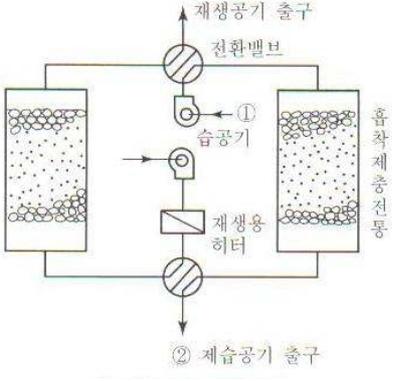
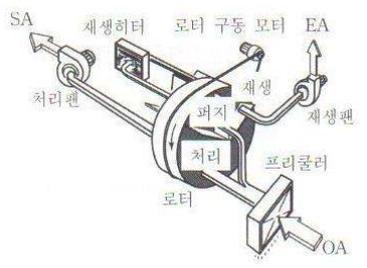
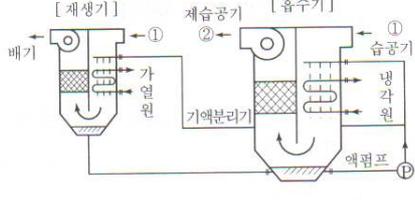
- (1) 우리나라 여름철 외기가 다습하여 공조시 외기 부하의 대부분이 잠열 부하
- (2) 제습을 통하여 잠열 부하를 제거하고 신선한 외기를 항상 일정하게 공급할 수 있어 쾌적한 실내 공조를 제공

2. 제습의 필요성

- (1) 적절한 습도 유지 (40~70%)로 쾌적한 실내 환경 유지
- (2) 결로에 의한 피해 방지
- (3) 흡수성 제품의 품질 및 생산성 저하 방지
- (4) 잠열 부하 제거로 에너지 절감

3. 제습기의 종류 및 특징

| 구 분 | 구 조 | 특 성 |
|---------|-----|---|
| 냉각식 제습기 | | <ul style="list-style-type: none"> - 냉각코일을 이용하여 습공기를 노점온도 이하로 냉각하여 감습 - 제습외에 냉각도 가능하며 출구 온도의 임의 제어가 가능 - 공기조화에서 가장 일반적으로 사용 - 노점온도 2℃이하로 사용할 경우 냉각코일 2개로 교대운전되는 저노점형 제습기 구성 |

| | | | |
|------------|------------|---|--|
| 화학식 제습기 | 고정형 흡착식 |  | <ul style="list-style-type: none"> - 흡착제(실리카겔, 활성알루미나, 활성탄)에 공기를 통과시켜 모세관 현상으로 수분 흡수 - -70°C 정도의 저노점을 얻을 수 있음 - 흡착제의 교환이 거의 불필요 - $3\sim 60\text{CMM}$ 정도의 소풍량에 적합 - 처리 공기의 정압 손실이 크다 - 구조가 간단하고 가동부분이 적어 유지 보수 용이 - 전환 쇼크 있고, 재생온도가 높음 |
| | 회전 흡착식 |  | <ul style="list-style-type: none"> - 실리카겔, 제올라이트가 함침된 하니컴 구조의 로터가 회전하면서 제습 - 온도 $+2\sim -60^{\circ}\text{C}$ 범위에서 제습 가능 - 제습후 공기 온도 상승함 - 저습도의 경우 재생공기의 온도가 높음 - 전환 쇼크가 없음 |
| | 습식 흡수식 |  | <ul style="list-style-type: none"> - 흡수성 수용액(염화리튬, 트리에틸렌글리콜)을 습한 공기와 접촉시켜 공기중의 수분을 흡수함 - 대풍량에 적합하고 전환쇼크 없음 - 액체는 부식성이 강해 관리에 주의 - 흡수제의 비산에 주의 - 염화리튬의 경우 살균효과 있음 - 처리 공기의 압력 손실이 적음 |

※ 압축 냉각식 제습기는 일반적으로 압축공기 자체의 제습에 부차적으로 적용되는 것으로 일반 공조용으로는 거의 사용하지 않는다.

4. 제습기 선정시 고려사항

- (1) 노점 온도와 처리 풍량
- (2) 처리 공기의 온도
(ex, 수영장 : 처리공기 온도 높아도 무방, 빙상장 : 처리공기온도 낮아야 유리)
- (3) 사용 열원 (ex, 냉각식 열원 불필요, 기타 방식에 따라 증기, 전기 등)
- (4) 설비비, 운전비, 유지 관리비 (흡착제 보충/교체 비용 등)
- (5) 공조 시스템과의 통합 여부(설치 공간 등)

5. 데시칸트 공조(제습 냉방)

- (1) 제습기와 공조기의 기능을 통합한 에너지 절약형 복합 장비
- (2) 예냉→회전 흡착식 제습기→현열교환기→냉온수코일→실내 급기
- (3) 제습기 : 회전 흡착식(허니컴 로터), 제습→재생→퍼지 3단계 구조
- (4) 구조 : <그림> - 추후 첨부 예정

6. 결론

제습기 성능 향상 및 에너지 절감을 위하여 1가지 이상의 제습 방식을 조합해 효율적인 시스템을 구성하는 사례도 많이 있음

<공기 조화의 종류>

1. 개요

공기조화란 공기의 열적(온도, 습도, 기류) 성질과 공기의 질적(유해가스, 청정도) 성질을 조절하여 주어진 실내로 공급하고 환기를 행하는 것

2. 공기조화의 요소

- (1) 건물 외피로부터 열취득 및 손실의 처리
- (2) 내부열이나 오염 공기의 발생처리
- (3) 호흡을 위한 외기 도입에 수반되는 열, 습도, 분진 등의 처리

3. 공조 방식의 분류

| 공 조 방 식 | | | |
|--------------------------------|---|-------|--------|
| 중 앙 식 | | | 개 별 식 |
| 전공기 방식 | 공기수 방식 | 전수 방식 | P.A.C. |
| 이중덕트방식 단일덕트방식 (정풍량, 변풍량) | 각층 Unit 방식 터미널 재가열방식 유인 Unit FCU + Duct Coil + Duct | FCU | |

4. 전공기 방식의 특징

(1) 장점

- ① 청정도가 높아 공조, 냄새 제거, 오염 물질 제어에 적합
- ② 중앙 집중식이어서 운전, 보수 관리가 집중화
- ③ 외기 냉방이 가능, 배열 회수 장치 이용이 용이
- ④ 실내에 별도의 배관, 공기 여과기, 전원이 불필요
- ⑤ 실내 습도 조절과 압력 형성이 가능하다.

(2) 단점

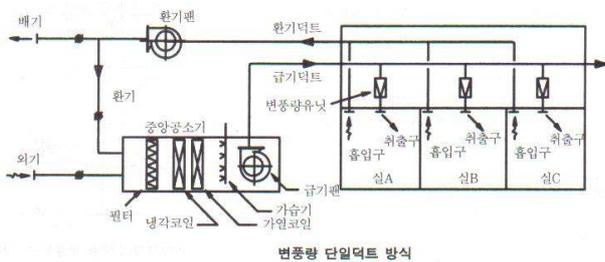
- ① 덕트 설치 공간이 크다(천정고 필요)
- ② 송풍 동력이 커서 다른 방식에 비해 반송 동력이 크다.
- ③ 대형의 공조실 설치 필요

(3) 적용

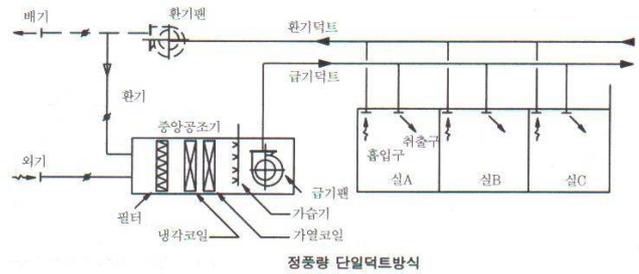
- ① 사무실 건물, 배기 풍량이 많은 연구실, 레스토랑
- ② 고도의 청정도를 요하는 크린룸, 병원 시설, 생산 공장...
- ③ 큰 풍량과 높은 정압을 요하는 대공간, 극장, 백화점....

(4) 종류

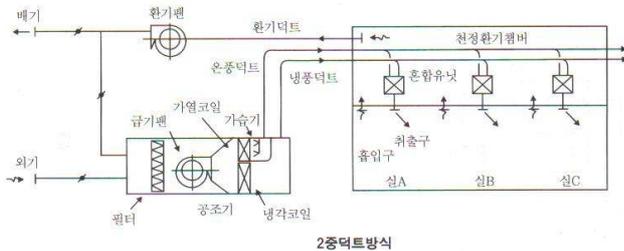
① 단일덕트 정풍량(CAV)방식



② 단일덕트 변풍량(VAV) 방식



③ 이중덕트 방식



5. 수공기 방식의 특징

(1) 장점

- ① 전공기 방식에 비해 덕트 크기, 반송 동력이 적다
- ② 실별 제어가 용이하고, 외주부의 쿨드 드래프트 대응에 효과적
- ③ 실내 청정도 관리, 습도 관리도 가능(수공기, 공기방식의 장점 채용)

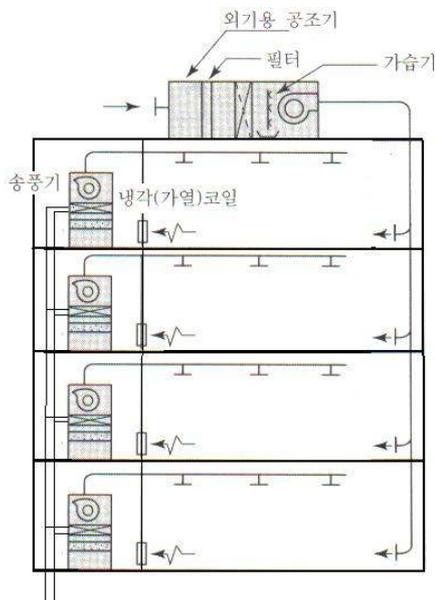
(2) 단점

- ① 실내에 수배관이 필요해 누수에 의한 피해나 동파 우려
- ② 송풍량이 적어 공기 방식에 비해 청정도는 다소 떨어짐
- ③ 외기 냉방, 배열 회수 등이 한계적
- ④ 바닥에 FCU 등 기기 설치로 바닥 유효 면적 감소

(3) 적용

- ① 사무실 건물의 외주부, 병원, 호텔 객실, 학교 등 다실 건물의 외주부
- ② 다수의 ZONE을 가지며 현열 부하의 변동폭이 크고 고도의 습도 제어가 요구되지 않는 장소

(4) 종류



- ① 각층 UNIT 방식
- ② 단일덕트 재열 (Terminal Reheating 방식)
- ③ 유인 UNIT
- ④ FCU(또는 Coil, Convector) + Duct

6. 전수 방식

(1) 장점

- ① 공조 기계실, Duct 설치 공간 불필요
- ② 각 실별 온도 제어 및 냉난방 열원 공급/차단 제어 용이
- ③ 반송 동력이 적고 자동제어 간단
- ④ 부하 변동에 의한 증설, 칸막이 변경 등에 대한 대응이 용이

(2) 단점

- ① 기기의 분산 배치로 유지 관리에 신경을 많이 써야 한다
- ② 필터의 효율이 낮아 공기 청정도, 기류 분포의 제어가 곤란
- ③ 외기 냉방이나 습도 관리 불가
- ④ 바닥 설치시 실내 유효 사용 공간 축소

- ⑤ 실내 수배관 설치로 누수시 피해, 동파 우려
- (3) 적용
 - ① 사무실 건물의 패리미터 처리용, 여관, 숙박시설 등 개별 제어가 필요하고 주거 인원이 비교적 적은 곳에 적합
 - ② FCU, 방열기 등의 형태로 설치
 - ③ 병원에는 실내 공기질 악화에 대한 우려로 전수 방식 적용 곤란

7. 개별 방식 (냉매 방식)

- (1) 장점
 - ① 개별 제어, 부분 운전 용이
 - ② 부하 변동에 따른 증설이나 설치 위치 변경에 대응 용이
 - ③ 덕트 설치 면적, 공조실 불필요
 - ④ 고장시 다른 시스템에 영향이 적고 운전 취급이 쉽다.
- (2) 단점
 - ① 습도, 청정도, 기류 분포의 제어가 곤란
 - ② 소음, 진동이 크며 수명이 짧다
- (3) 적용
 - ① 주택, 호텔, 객실, 소점포, 24시간 전산실, 경비실 등
 - ② 최근엔 시스템 히트펌프 냉난방기 등으로 사무실 등 다양한 공간에 사용
- (4) 개별 방식 보급 요인
 - ① 부하 형태의 다양성 : 사무실 레이 아웃의 변화, 임대 면적마다 분산 공조 필요성 증가
 - ② 사용자 수요 변화 : 불규칙한 근무시간, 개별 제어 및 편의성 요구 증대
 - ③ 토지 가격 상승으로 임대 면적 증가
 - ④ 인건비 상승 (중앙 열원 장비설치시 전문 인력 필요)
 - ⑤ 기술 진보 (다기능화, 고성능화, 멀티화, 고효율화, 주변기술 발전)

8. 결론

- (1) 최근의 공조 설비 동향이나 편의성, 다양한 요구에 대한 대응성 차원에서 개별식 공조의 확대 추세
- (2) 건물의 용도나 특성에 적합한 공조 방식 선정으로 에너지 효율성 향상 및 공기 환경 악화 방지 필요

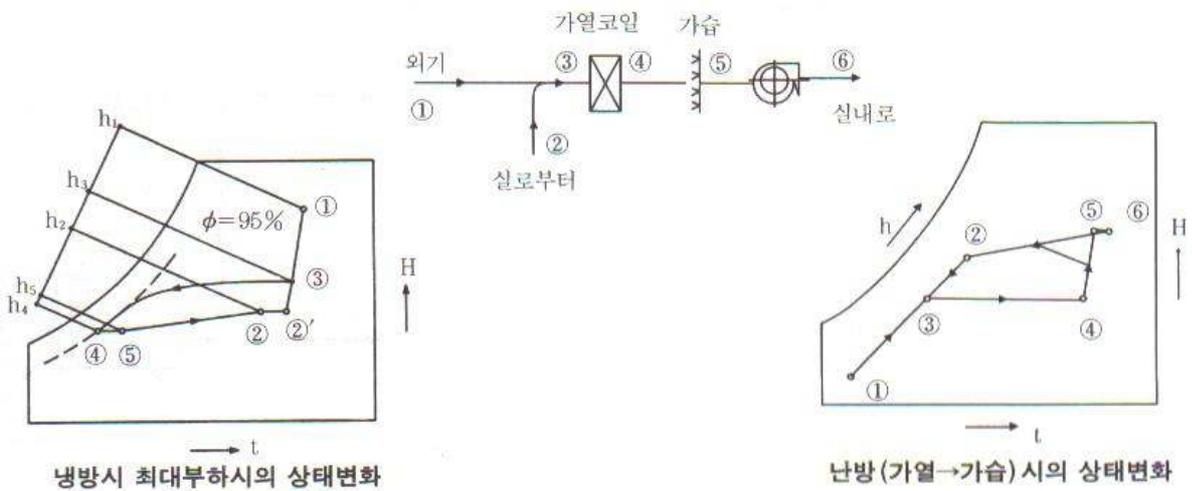
<정풍량 단일 덕트 방식>

1. 개요

정풍량 단일 덕트 방식은 가장 고전적인 방식이고 또 전공기 방식중 가장 대표적인 방식이다.

2. 정풍량 단일 덕트 방식의 원리

(1) 구성 : 필터, 코일(냉각/가열), 송풍기, 덕트, 취출구, 가습기



(2) 송풍량 일정, 급기 온도 및 습도 변화

$$Q = \frac{q_s}{\gamma \cdot C_p \cdot \Delta t} = \frac{q_s}{0.288 \cdot \Delta t}$$

3. 정풍량 단일 덕트 방식의 특징

(1) 장점

- 송풍량이 일정하므로 실내 공기 상태 양호
- 실내 온습도 상태, 기류 분포 안정
- 시스템 단순, 유지보수 양호, 관리 운전 용이
- 초기 투자비 적다
- 대공간이어도 단일 존이거나 각 실별 부하 차이가 크지 않은 다양한 건물에 적용 (설계, 시공 경험 풍부)

(2) 단점

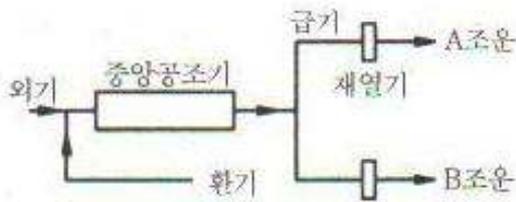
- 각 실별, 존별 온도 제어가 어렵다(별도의 재열 코일 설치나 존별 덕트

계통 분리 필요)

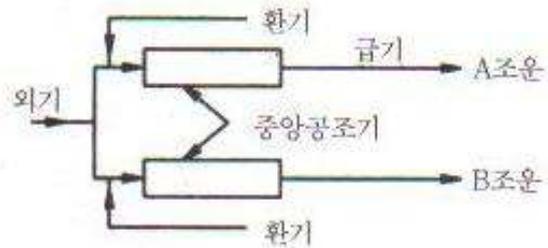
- 최대 부하 풍량으로 운전되므로 동력비가 많이 소요
- 실내 부하 변동이나 칸막이 변경에 대응 곤란

4. 정풍량 단일 덕트 방식의 조닝

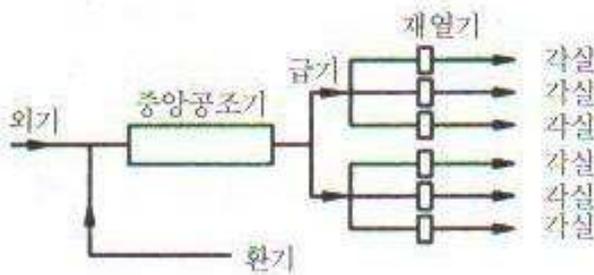
(1) 단일 존 공조



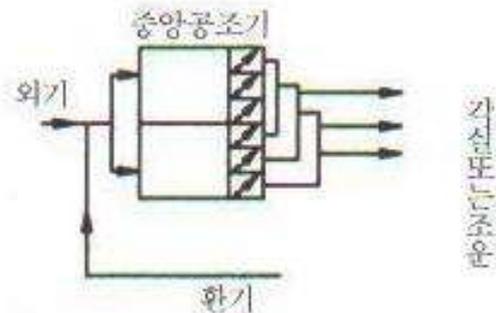
(2) 존별 재열 방식



(3) 터미널 재열 방식



(4) 외기, 환기 혼합 방식



5. 급기 온도 제어 방법

(1) 공조기에서의 급기 온도 제어

- 코일의 순환 유량 제어(2-way 또는 3-way 밸브 이용)
- 코일 전, 후단 by-pass 덕트 설치 (by-pass 공기량 조절)
- 외기, 환기 혼합량 조정

(2) 온도 제어를 위한 온도 센서 설치

- 공조하는 실중 가장 중요한 실에 설치하는 방법
- 가장 넓은 공간에 설치하는 방법
- 환기 덕트내에 설치(전체 실 부하의 평균 온도 개념) 방법

6. 시공시 주의 사항

(1) 존별, 실별 부하 차이가 크거나 특정한 부하가 필요한 실의 경우 적절한 조닝 분리나 재열기 설치 등 효율적 대응 방안 강구

- (2) 실내 온도, 습도 제어를 위한 온, 습도 센서 위치 신중히 검토, 결정
- (3) 냉각 코일의 열수나 통과 풍속 적정 설계로 결로수 비산 방지
- (4) 겨울철 외기 온도차가 너무 클 경우 가열 코일 이중으로 설치(예열,재열)하여 제어성 향상
- (5) 병원의 수술실이나 신생아실 등 청정 구역은 실내 오염 방지 차원에서 FCU나 패리미터 존의 별도 기기를 설치하지 못하는 경우 급기 덕트상에 재열코일 설치하여 대응
- (6) 예열 예냉, 외기 냉방, 배열 회수 등으로 에너지 절감
- (7) 코일의 동절기 동파에 주의
 - 공조기 연결 덕트 댐퍼 기밀성 확보 (에어타이트 댐퍼)
 - 공조기내 전기 히터 설치(온도감지센서 내장형)
 - 혹한시 코일내 순환수 통과
 - 장기간 운전 중지할 경우 코일 퇴수 처리
 - 동절기 냉수 (전용)코일은 퇴수
 - 동절기 팬 가동전 충분한 코일 예열후 팬 가동 및 외기 유입 실시
- (8) 공조 계통의 냉방, 난방 전환이 계절적 시기에 따라 확실하게 일어나거나 재열의 필요가 없을 경우 냉난방 겸용 코일로 설계 (공조기 크기 축소, 시공비 절감, 팬 소요 동력 절감)

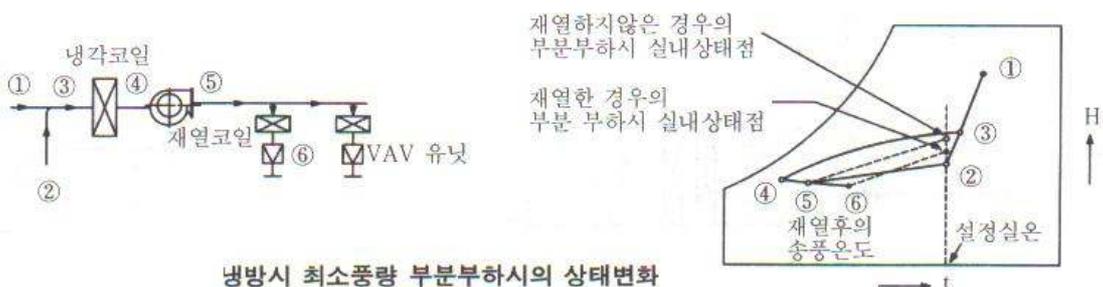
<변풍량 단일 덕트 방식>

1. 개요

전공기 방식중 단일 덕트 방식으로 실내 부하 변동에 따라 송풍량을 변화시키고 송풍 온도를 일정하게 유지하는 방식

2. 변풍량 단일 덕트 방식의 원리

- (1) 구성 : 필터, 코일(냉/난방), 가습기, 송풍기, 덕트, 변풍량 유닛, (재열코일)



(2) 송풍량 일정, 급기량 변화

$$Q = \frac{q_s}{\gamma \cdot C_p \cdot \Delta t} = \frac{q_s}{0.288 \cdot \Delta t} \quad \langle \text{그림} \rangle$$

- ① 급기 온도 일정 : 내주부와 같이 부하 변동폭이 적은 곳
- ② 급기 온도 가변 : 외주부나 특수 부하, 또는 온도 조건이 까다로운 곳에 재열 코일을 설치하여 대응 (풍량 및 온도 동시 변화)

3. 변풍량 방식의 특징

(1) 장점

- ① 각 실별, 존별 부하 변동이나 칸막이 변경에 효율적으로 대처
- ② 부분 부하 대처로 에너지 절감
 - 공조 불필요한 실 급기 차단
 - 부분 부하시 송풍기 제어로 동력비 절감
 - 부분 부하시 터미널 재열이나 2중 덕트 방식과 같은 재열 혼합 손실이 없다
 - 각 실별 필요 부하만큼만 공급되므로 불필요한 에너지 낭비 절감
 - 동시 사용율을 고려한 용량 선정으로 설비 용량을 줄일 수 있음
- ③ 각 실별 온도 제어나 급기량 제어 용이, 사용자 편의성 증대

(2) 단점

- ① 최소 풍량시 환기량 부족 현상 발생 가능성 (실내 청정도 악화)
- ② 자동제어가 복잡, 유지 보수 관리에 어려움
- ③ 초기 투자비 증가
- ④ 실내 기류 속도 변화, 풍량 변화에 따른 습도 조절 능력 변동

4. 송풍량 변화시 최소 환기량(외기량) 확보 방안

- (1) 외기에 정풍량 댐퍼 설치로 일정량 항상 도입
- (2) 외기용 별도 송풍기 설치
- (3) 재열 코일 설치나 송풍 온도차를 적게 하여 송풍량을 증대

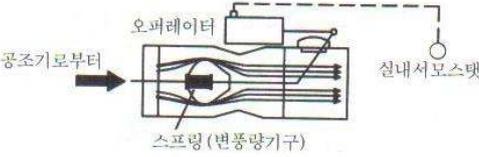
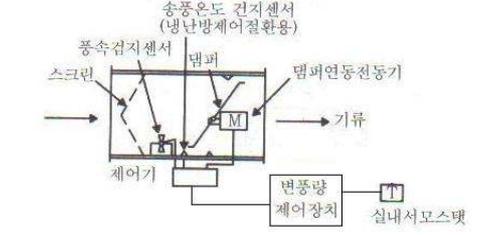
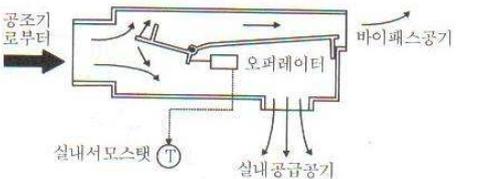
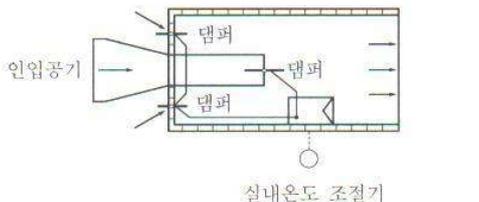
5. 변풍량 터미널 유닛

(1) 선정 조건

- 1차 압력이 상승하더라도 2차 압력은 항상 일정한 풍량을 유지할 수 있는 정풍량 특성이 있을 것

- 처리 풍량 범위가 넓은 것
- 최소 작동 정압이 낮고 소음이 발생되지 않을 것
- 시공이 쉽고 고장이 적으며 유지보수가 용이할 것
- 자동제어가 공조 시스템과 쉽게 인터페이스 될 것

(2) 터미널 유닛의 종류

| 구분 | 구조 및 원리 | 특 징 |
|-----------------------|---|--|
| 벤 튜 리 형 |  <p>실내 온도센서와 연결된 조작기가 콘의 위치를 조절해 유닛 내를 통과하는 풍량을 조절하는 방식</p> | <ul style="list-style-type: none"> - 구조가 간단하고 고장율이 작다 - 수명이 길다 - 동압 변동에 따른 압력 보상이 빠름 - 설치 면적이 적고 가격이 저렴 - 송풍량 변동에 따라 송풍 동력 변화로 운전 비용 절감 - 정압 손실이 높다 |
| 댐 퍼 형 |  <p>댐퍼의 조작으로 통과 유량 제어, 압력 보상은 입구측 유량센서로 댐퍼 연동 제어</p> | <ul style="list-style-type: none"> - 구조가 간단, 정압 손실이 낮다 - 부하 변동에 따라 송풍량 변화 (운전 동력 감소) - 현장 조정이 용이 - 동압 변동에 대한 압력 보상이 늦다 - 감지기, 조정기 등이 내장되어 있어 고장나기 쉽고 유지보수에 애로 |
| 바 이 패 스 형 |  <p>실내 부하에 따라 조작기가 작동하여 실내측 개구 면적을 조절해 필요한 양만 실내로 공급하고 나머지는 환기로 바이패스</p> | <ul style="list-style-type: none"> - 부하가 변동하여도 덕트내 압력이 일정하여 소음이 발생하지 않음 - 압력 손실이 적다 - 구조가 간단, 제어 단순 - 압력 보상장치가 없으므로 덕트내 정압을 항상 일정하게 유지 필요 - 풍량 변화가 없으므로 송풍비 운전 동력의 절감이 없다 |
| 유 인 형 |  | <ul style="list-style-type: none"> - 1차 공기의 덕트 크기를 적게 할 수 있다 - 재열원으로 실내 발생열이나 조명열을 이용할 수 있다 - 저온 급기 공조에 적합 - 제진, 탈취 성능 부족 |

| | | |
|-------------------------------|--|---|
| | 고압의 1차 공기를 유닛에 공급하고 온도조절기에 의해 실내 또는 천정 속의 고온 공기를 2차로 유인해 혼합 공급 | <ul style="list-style-type: none"> - 송풍 동력이 늘어난다(정압 상승) - 적용 사례가 거의 없다 |
| 팬 파워 유닛 ~ 병렬 ~ | | <ul style="list-style-type: none"> - 직렬식에 비해 팬 동력과 용량이 적다 - 공조기의 송풍기 정압과 동력이 커야 함 - 실내 기류 및 온도 분포 불균형 발생 - 풍량의 변화로 취출구 선정이 어렵다 |
| 팬 파워 유닛 ~ 직렬 ~ | | <ul style="list-style-type: none"> - 실내 기류 및 온도 분포 양호 - 정풍량 공급으로 취출구 선정이 용이 - 공조기 송풍 정압 및 동력이 적다 - 유닛팬 용량이 크다(소음 발생에 주의) - 공조시 유닛팬 항상 가동됨 - 초기 투자비 고가 |

6. 풍량 제어 방식

(1) 정압 제어 방식

- 덕트내 압력 변동 감지 : 주덕트, 말단부, 챔버 등
- 실내 차압 감지

(2) 유닛 신호에 의한 방식

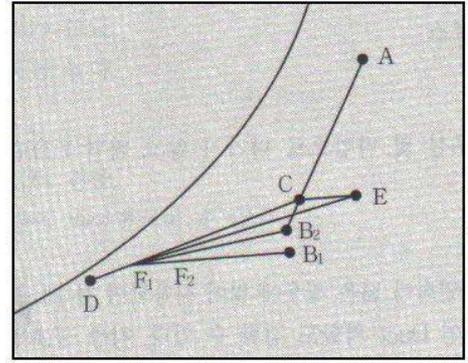
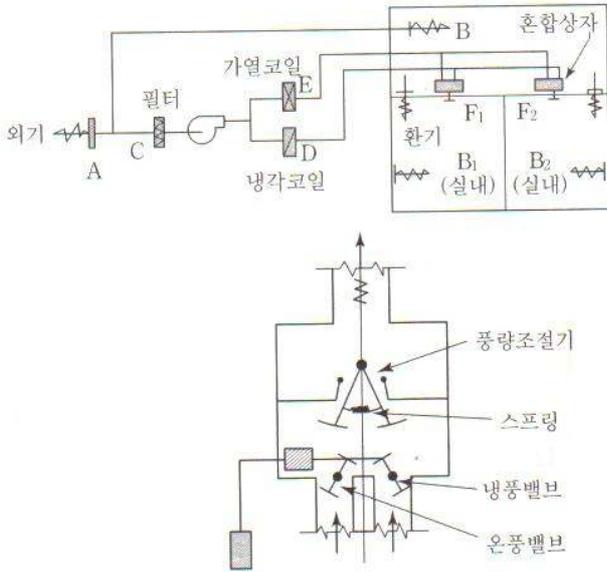
- 유닛의 가동 유무에 따른 작동 신호에 맞춰 필요한 만큼 중앙 공조기의 송풍기 풍량 제어

<이중 덕트 방식>

1. 개요

중앙의 공조기에서 냉풍과 온풍을 만들어 2계통의 덕트를 통해 송풍한 후, 말단의 혼합 유닛(믹싱유닛)에서 냉풍과 온풍을 혼합시켜 실온을 제어하는 방식

2. 장치의 구성



A : 외기
 B : 환기
 C : 공조기
 입구상태(혼합)
 D : 냉각코일
 출구상태
 E : 가열코일
 출구상태
 F₁, F₂ : 토출구
 공기상태

3. 특징

(1) 장점

- 한 건물에 동시 냉방, 난방 가능
- 여름, 겨울 계절 전환 불필요
- 각 실별 개별 제어나 온도 제어 가능
- 중간기 외기 냉방 가능, 중앙 공급식으로 장비 유지 관리 용이
- 송풍량은 변하지 않으므로 VAV 방식처럼 외기 도입량 감소로 인한 실내 공기 악화 현상 없음
- 실내 칸막이 변화에 대처 용이, 실내 수배관 없어 동과 우려 없음

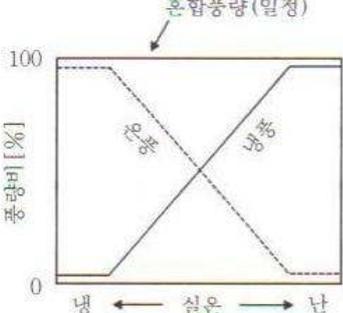
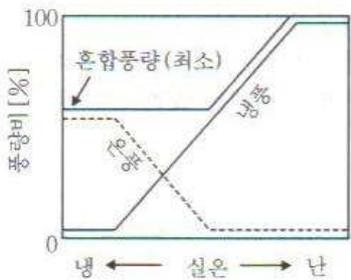
(2) 단점

- 냉, 온풍 혼합에 의한 혼합 손실 발생
- 항상 일정한 대풍량 공급으로 송풍 동력이 크다
- 2계통의 덕트 공사로 설치 공간 많이 차지
- 습도 제어가 난해

(3) 적용

- 냉, 난방 동시 부하 발생 장소
- 방송국 스튜디오
- 1970년대 오일 쇼크 이후에는 에너지 절약 측면에서 거의 사용치 않음

4. 풍량 제어

| 정풍량 방식 | 변풍량 방식 |
|---|---|
|  <p>The graph shows a constant mixed air volume (혼합풍량(일정)) at 100% on the y-axis. The x-axis represents the load, from cooling (냉) on the left to heating (난) on the right. The cold air volume (냉풍) increases linearly from 0% at the cooling load to 100% at the heating load. Conversely, the hot air volume (난풍) decreases linearly from 100% at the cooling load to 0% at the heating load.</p> |  <p>The graph shows a minimum mixed air volume (혼합풍량(최소)) on the y-axis. The x-axis represents the load, from cooling (냉) on the left to heating (난) on the right. The cold air volume (냉풍) increases linearly from 0% at the cooling load to the minimum mixed air volume at the heating load. The hot air volume (난풍) decreases linearly from the minimum mixed air volume at the cooling load to 0% at the heating load.</p> |
| <p>- 냉, 온풍 혼합 풍량이 항상 일정</p> | <p>- 냉방, 난방 부하의 변동에 따라 혼합 풍량을 변화 - 혼합 손실 및 반송 동력 절감 효과</p> |

5. 결론

이중 덕트 방식은 냉, 난방 동시 부하 발생시 대응이 유리하나, 에너지 손실이 막대하여 특수한 경우가 아니면 사용되지 않는다

<팬코일 유닛>

1. 개요

중앙 기계실에서 냉수 또는 온수를 공급하여 각 실에 설치한 팬코일 유닛에 의해 공조를 행하는 방식

2. 분류

(1) 설치 방식에 따라

- ① 바닥 상치형 :
 - 노출형
 - 매립형
 - 로보이형
- ② 천정형 :
 - 매립형 (천정카세트형)
 - 노출형 (천정걸이형)
- ③ 덕트 연결형(패케지형)

(2) 배관 방식에 따라

① 2관식 : 공급(S), 환수(R)

② 3관식 : 냉S, 온S, 냉/온R (혼합 손실 有)

③ 4관식 : 냉S, 온S, 냉R, 온R (냉수/온수 코일 분리 별도 설치)

(3) 열부하 분담 방식에 따라

① 페리미터(외부존) 팬코일 방식

- 팬코일(외부존) + 공조기(내부존)

- 팬코일 : 외벽 유리의 전열 부하, 일사 부하

- 공조기 : 실내 발열 부하, 외기 부하

② 내부존 터미널 방식

- 팬코일(외부존+내부존 일부) + 공조기(내부존)

- 팬코일 : 외부존 부하, 실내 발열 부하(또는 특수한 부하)

- 공조기 : 외기 부하

3. 팬코일 유닛의 특징

(1) 장점

- 구조 간단, 설치 및 운전 조작 간단
- 정숙한 운전 소음
- 유닛 개별 제어 가능, 조닝별 배치, 분할 운전 가능
- 설치 여건이나 용도에 따른 다양한 기종(사양) 선정 가능
- 확실한 온도 제어

(2) 단점

- 유닛의 실내 분산으로 보수 관리 불편
- 수배관 누수 사고 및 동절기 동파 위험성
- 환기, 실내 공기 청정 기능 불가

(3) 적용

- 소규모 실의 냉,난방용이나 일반 건물의 페리미터용
- 호텔 객실, 병원, 사무실, 학교, 공동주택 등에서 폭넓게 사용

4. 구조

(1) 공기 열교환기(코일)

- 알미늄 핀이 부착된 동관 주로 사용
- 2열 또는 3열(4배관식은 냉방, 난방 코일 각각 설치)
- 냉방시 응축수 배출을 위한 드레인관 구비

- (2) 송풍기
 - 양흡입 다익형 송풍기 주로 사용
 - 1~3단(강~약) 속도 조절
- (3) 에어필터 : 합성성류 재질, 세척후 재사용
- (4) 케이싱 : 강판제, 결로/단열을 위한 흡음 단열재 부착

5. 팬코일 선정시 고려 사항

- (1) 열부하 계산 : 실내 온도 조건, 냉/난방 부하, 습도
- (2) 냉, 온수 조건 : 일반적으로 냉수 5~7℃, 온수 40~80℃
- (3) 송풍량 : 냉, 난방 가열 능력(통상 냉방시 취출 온도차 12℃에서 결정)
- (4) 설치 위치 : 천정/바닥, 매립/노출
- (5) 배관 방식을 검토하여 적절한 팬코일 모델 선정

6. 팬코일 제어

- (1) 수량 제어
 - 밸브 사양에 따라 : 2방 밸브, 3방 밸브
 - 제어 밸브 위치에 따라 : 유닛별 개별 제어, 존별 제어
 - 유량 제어 방식에 따라 : ON/OFF 제어, 비례 제어
- (2) 풍량 제어
 - 풍량 조절에 따라 : 수동 제어, 원격제어(비례,ON/OFF)
- (3) 팬코일 운전시 에너지 절감 방안
 - 방위별 조닝과 제어 밸브 부착 → 부하 및 시간대별 존별 운전
 - 실내 온도 센서, 외기 온도 센서와 연동한 수량 제어 실시
(실내온도→수량 비례 제어, 외기 온도 보상→순환수 공급 온도 제어)
 - 4배관 방식의 경우 냉,난방 밸브의 동시 개방 금지
 - 외부존(난방), 내부존(냉방)의 혼합 기류 형성에 의한 손실이 없도록 덕트 취출구와 팬코일 설치 위치 및 상호 제어 방식 조정

7. 설치 및 사용시 주의 사항

- (1) 다수의 유닛을 존별로 배치할 경우 유량 분배에 주의
(리버스리턴 배관 방식이나 개별 제어 밸브, 또는 정유량 밸브 부착)
- (2) 배관내 공기 처리 : 시운전시 공기 배출 작업, 굴곡 부위 자동에어벤트 설치
- (3) 드레인관의 구배 확실히 할 것(특히 천정형)
- (4) 배관 연결 부위, 지지철물 고정 부위 등 보온 철저(결로에 의한 마감재 손상)

- (5) 겨울철 동파 우려 부위 대책 강구(열선 설치, 야간 난방수 순환 등)
- (6) 매립형의 경우 필터 청소가 용이한 구조로 외부 커버 제작(걸레받이 높이 확인)
- (7) 바닥 상치형의 경우 외부 커버와 내부 토출구 틈새 없도록 막을 것

<패키지 유닛>

1. 개요

- (1) 구성 : 압축기, 응축기, 증발기 등의 냉매 사이클 기기 및 팬, 에어필터, 자동 제어 기구, 부속기기(가열기, 가습기) 등
- (2) 통상 표준품으로 공장 생산

2. 분류

| | |
|------------------|---|
| 실외기측의 열수수 매체에 따라 | 수냉식(수열원), 공랭식(공기열원) |
| 실내기/실외기 조합에 따라 | 일체형, 분리형(1:1형, 멀티형) |
| 사용 목적에 따라 | 냉방 전용, 냉/난방 겸용 |
| 냉매 순환 방식에 따라 | 강제 순환형, 자연 순환형 |
| 설치 형태에 따라 | 바닥상치형, 벽걸이형, 천장걸이형, 천장카세트형, 루프탑형, 덕트연결형 |

3. 패키지 유닛의 특징

- (1) 시공이 간단하고 설비비가 중앙 공급식에 비해 저렴한 편
- (2) 단독으로 운전 가능, 사용 편리
- (3) 설비의 변경이 용이하고 기계실 면적이 적다
- (4) 다양한 형태로 적응성이 좋고, 다른 시스템과 변형/조합 가능
(태양열, 지열히트펌프, 빙축열시스템, 공기조화기 내장형...)
- (5) 냉, 난방 동시 운전, 가습 등도 사양에 따라 가능
- (6) 기기별 전력 분배(요금 분납) 시스템 적용 가능
(상가나 임대 사무실의 냉/난방 요금 개별 계량시 편리)

4. 구조

- (1) 송풍기

- 수지제 또는 강판제의 다익형 송풍기 (편흡입, 양흡입)
- 실외기는 프로펠러형이 주종
- (2) 실내 공기용 열교환기
 - 알루미늄핀 부착된 동관으로 구성
 - 응축수 처리를 위한 드레인판 구비
- (3) 압축기
 - 로터리형, 왕복동형, 스크롤형 : 소형에 많이 사용
 - 스크류형, 반밀폐식 왕복동형 : 중대형에 많이 적용
- (4) 응축기
 - 고온 고압의 냉매 가스를 냉각하여 액화하는 열교환기
 - 공랭식, 수냉식(이중관식, 원통관식)
- (5) 에어필터
 - 화학 섬유제 재질 : 세척후 재사용 가능
 - 근래 항균, 탈취 기능을 추가한 고성능 필터 확산 추세
- (6) 기타 : 전기 집진장치, 가습장치, 제상 보조장치, 전력 분배장치, 원격제어장치...

5. 설계 및 시공시 주의 사항

- (1) 계절별 운전 조건을 검토해 적합한 사양 선정
(ex. 동절기 냉방 운전, 혹한시 수냉식 실외기 운전 여건 등)
- (2) 제상 대책 및 제상에 의한 열효율 감소 정도 사전 검토(특히 항온항습실)
- (3) 실외기 설치 공간 충분한 환기 가능토록 공기 통로 확보(특히 실내 설치시)
- (4) 냉매관 길이(보통 수평 100m, 수직 50m) 및 실외기 설치 위치 확인
- (5) 1차 전원 사양 및 공급 방식(실내기 개별 공급, 또는 실외기 통합 공급) 확인
- (6) 드레인판 구배(강제 배수펌프 필요 여부) 및 배관 누수 여부 공사중 확인후 조치
- (7) 실 용도에 맞게 적정 환기량 확보
- (8) 외기 도입 부하가 패키지 유닛 선정시 누락되지 않도록 주의

6. 결론

- (1) 시공비가 저렴하고 사용상 편리함으로 냉난방 겸용(히트펌프식) 시스템 에어컨 확대 적용중 (공동 주택에도 설치)
- (2) 열병합 및 지역 냉난방과 연계한 냉난방기나 신재생 에너지를 활용한 냉난방기 등으로 영역 확대중

<히트 펌프, HEAT PUMP>

1. 개요

냉동기의 응축기 발열을 가열원으로 난방 실시하는 냉난방 시스템

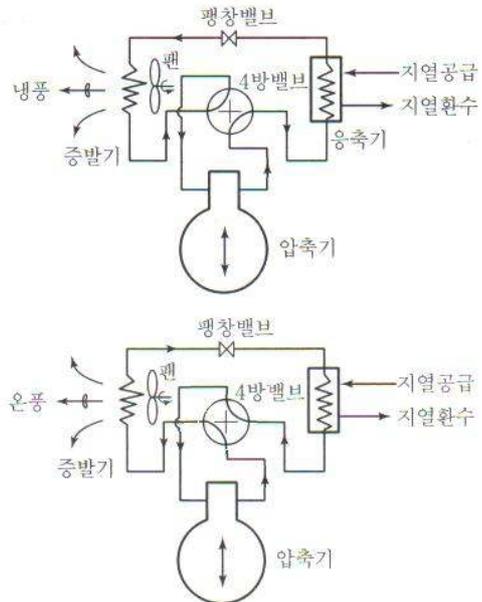
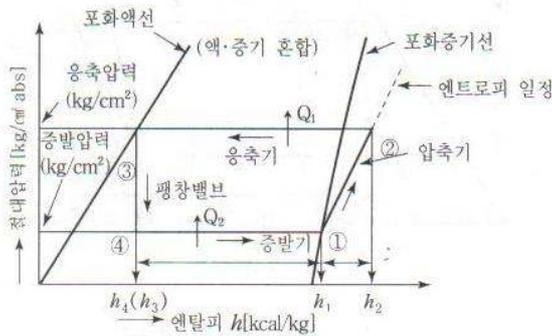
2. 히트펌프의 성적 계수

(1) 냉동기의 성적 계수

$$COP_R = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$$

(2) 히터펌프 성적계수

$$COP_H = \frac{h_2 - h_3}{h_2 - h_1} = COP_R + 1$$



3. 히트펌프에서 사용하는 열원

(1) 공기

- 외기 온도가 낮을 경우 난방 능력이 저하(보조열원, 축열 필요)
- 장소의 제한이 없어 현재 가장 널리 이용

(2) 지하수, 하수, 폐열

- 충분한 수량이면 성능은 안정되고 성적계수도 커서 운전비 최소화

(3) 태양열

- 일기에 따라 열원의 변동이 심하고, 열량이 적은 문제
- 소규모 주택, 건물에 적용

(4) 건물의 배열 : 조명기기, 실내 발열 이용 (축열, 보조 열원 필요)

(5) 지열

- 연간 온도 일정, 열원으로는 우수한 성질

- 집열관 매설이나 천공 작업에 많은 시공비 소요되고 유지보수에 애로

4. 결론

연소가 필요치 않고 시스템 간단, 기계실 면적 축소, 사용 편리 등의 장점으로 여러 열원을 활용한 기술 개발과 함께 확대 보급 추세

<바닥 취출 공조>

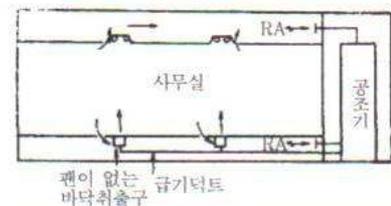
1. 개요

공조기에서 공급된 공조 공기를 이중 바닥내 공간이나 덕트 등을 통해 공급한 뒤 각 바닥에 설치된 취출구를 통해 실내로 급기하는 방식

2. 종류

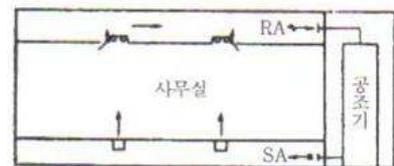
(1) 덕트 방식

- 이중 바닥 하부에 덕트 설치해 급기
- 열손실이 적다
- Lay-out 변경/증설시 덕트 수정 필요



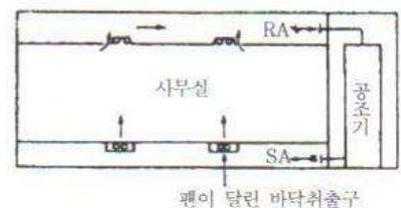
(2) 가압식(팬없는) 체임버 방식

- 이중 바닥, 천정 체임버(덕트 없음)
- 비용 저렴, 유지 보수 간단
- 열손실 많고 풍량 비관성 유지 어렵다



(3) 등압식(팬있는) 체임버 방식

- 바닥 취출구에 팬 부착, 강제 급기
- 바닥 체임버의 압력이 높지 않아도 실내 고르게 급기량 확보
- 취출구 개별제어로 쾌적도 높은 개별 공조 실현 용이
- 체임버 내의 열손실 많고, 바닥 취출구 전원, 제어선 공사 별도 필요



3. 바닥 취출 공조 시스템의 특징

(1) 실내 공간 구분

| | |
|---------------|----------------|
| 거주역 (혼합기류구역) | 바닥에서 1800 높이까지 |
| 비거주역 (자연대류구역) | 1800~천정까지 |

(2) 바닥 취출구

- 바닥 취출 공조 시스템의 성능을 좌우
- 실 Lay-out 변경, 부하 변동을 고려해 이동, 설치가 용이해야 함
- 극단적인 드래프트 느끼지 않아야 함
- 충분한 강도 필요, 물건이 취출구 아래로 떨어지지 않아야 함

(3) 일반적인 설계 조건

| 구 분 | | 덕트 방식 | 가압 체임버 | 등압 체임버 |
|-------|------------|---------------------------|--------------------|----------|
| 건축 계획 | 평면길이(급기길이) | 40m 이하 | 약 18m 이하 | 약 30m 이하 |
| | 이중바닥높이 | 350mm 이상 | 약 300mm 이상 | 250mm 이상 |
| | 누설율 | - | 송풍량의 10% 이하 누설 바람직 | |
| 공조 설비 | 급기온도 | 냉방시 19℃ 이상, 난방시 19~28℃ 이하 | | |
| | 이중바닥내 기류속도 | 6~8m/s (덕트내) | 0.3~1.8m/s | |
| | 취출구 | 팬 없음 | 팬 없음 | 팬 부착 |
| 실내 환경 | 상하 온도차 | 2℃ 이하 | | |
| | 실내 기류 속도 | 0.15(겨울) ~ 0.2m/s(여름) | | |
| | 소음 | NC 40dB 이하 | | |

(4) 공조기

- 중앙 공조기로 각 층별 다량의 공기 분배는 어려움
- 층별(또는 존별) 하부 토출형 공조기 설치(정풍량, 변풍량)

(5) 장점

- ① Lay-out 변경, 부하 변화에 대처가 용이
- ② 덕트 사용 최소화 → 건축 층고 축소

- ③ 거주자 근처에 취출구 설치, 유닛화 → 쾌적한 개별 공조 실현 가능
- ④ 실내 분진, 악취, 담배 연기 등의 제거에 효과적
- ⑤ 덕트 삭감 → 팬 동력 축소 → 운전비 절감

(6) 단점

- ① 건축적 영향 최소화 필요
 - 천정고, 이중 바닥 높이, 이중 바닥내 장애물 최소화
(장애물 이중 바닥 높이의 1/4 이하로 제한)
 - 바닥 구조체의 열손실(단열, 결로), 축열 성능, 누기율 사전 검토
- ② 공조 기계실의 위치는 거주 구역에 근접 시킴 : 소음 대책 강구
- ③ 부분 부하, 부분 운전시 대응 곤란 : VAV, 팬 부착 취출구로 대응 필요
- ④ 취출구 선정시 주의 : 공조 성능, 강도, 마모성, 안정성...
- ⑤ 콜드 드래프트 현상 없도록 취출 온도, 위치, 종류 검토
- ⑥ 이중 바닥이나 실내의 퇴적 분진 관리 필요

4. 바닥 취출 공조의 응용

(1) 바닥 벽체 취출 공조

- ① 벽체 하부에 취출구 설치 → 바닥과 수평하게 급기 실시(0.2m/s 이하)
- ② 바닥면을 따라 찬공기가 열원을 만나 상승하면서 천정으로 배기

(2) 대공간 바닥 공조

- ① 대형 극장, 강의실, 공연장 등의 의자 밑 급기 취출구 설치
- ② 각종 터미널, 전시장의 대공간 벽체 중간이나 하부에서 급기 실시

<저온 공조 시스템>

1. 개요

저온 공조 시스템은 공조기의 냉수온도를 낮추어 저온의 급기를 공급하여 송풍량을 줄임으로써 덕트 크기 및 층고를 줄이는 시스템

2. 저온 공조 시스템의 특징

(1) 장점

- ① 초기 설비비 절감

- 낮은 급기 온도 공급 : 기존 공조(약 13~16℃)보다 4~10℃ 낮게 급기 공급
 - 냉수 공급 온도는 약 1~4℃로 공급
 - 순환펌프, 팬 동력 축소 가능, 덕트 및 배관 크기도 감소
 - ② 건물의 층고 감소 (덕트 크기 감소)
 - ③ 낮은 습도로 인한 쾌적성 증대 (습도 35~45% 수준)
 - ④ 운전비 절감 (팬, 순환펌프 동력비 절감)
 - ⑤ 기존 시스템 냉방 부하 증가시 효과적인 대응 방안으로 활용 가능
- (2) 단점 및 대안
- ① 최소 외기 도입량 이하가 되지 않도록 운전시 주의
 - ② 덕트 취출구에서의 결로, 콜드 드래프트 주의
 - 덕트의 기밀성과 보온 강화
 - 팬 파워 유닛이나 혼합 유닛에서의 적정 취출 온도 유지
 - 간헐 운전 재가동시 급기 온도 높게 설정후 천천히 낮춰 갈 것
 - 낮은 습도에서는 결로가 잘 생기지 않는다(저온 공조 정상 운전시)
 - ③ 기존 공조 시스템 성능 증대를 위한 저온 공조 적용시 주의사항
 - 덕트 및 배관 등의 단열 성능 강화 : 결로 방지
 - 취출구의 경우 결로나 저온 취출을 위해 팬 파워 유닛이나 유인 유닛으로 교체 검토
 - 저온 냉수의 공급 가능 여부, 냉각 코일의 냉각 능력 확인후 필요시 보완 → 코일 추가나 교체 등
 - ④ 냉각 코일에서의 결로수 비산에 주의
 - 코일 면 풍속 : 1.5~2.3m/s 유지 (기존 공조 3m/s 이내)
 - 코일 열수 증대 : 8~10열 (기존 코일 3~6열)
 - ⑤ 부분 부하시 급기 온도 상향 조정
 - 열원 장비 및 각종 기기가 최대 효율로 운전 → 운전 효율 향상
 - 최소 외기 도입량 유지
 - ⑥ 빙축열 방식과 병행할 경우
 - 1차 공기 온도 7℃로 할 경우 : 냉수, 브라인 사용
 - 1차 공기 온도 4℃로 할 경우 : 에틸렌 그리콜을 첨가한 브라인 사용

3. 급기 터미널 유닛의 종류

- (1) 유인형 터미널 유닛
- (2) 팬 파워 유닛 : 병렬식 팬 파워 유닛, 직렬식 팬 파워 유닛

4. 결론

- (1) 저온 공조 시스템은 덕트 스페이스를 줄일 수 있고, 빙축열 시스템과 병행할 경우 에너지 효율을 극대화 시킬 수 있는 방식
- (2) 특히 기존 건물의 개보수 공사시 적극 추천할만 하다

〈복사 냉방 방식〉

1. 개요

천장에 설치된 패널에 냉수를 공급하여 패널의 표면 온도를 실내 온도보다 낮게 유지함으로써 실온과의 온도차에 의한 복사, 대류에 의해 실내 현열을 제거하는 방식

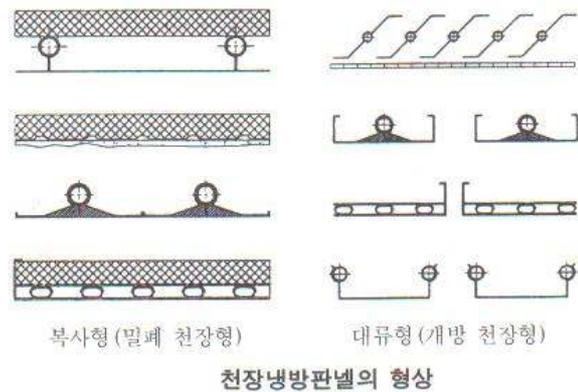
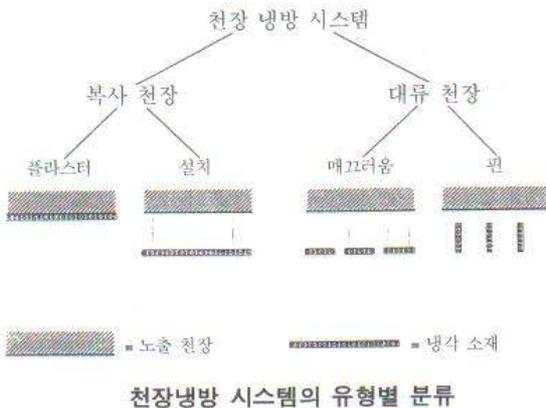
2. 복사 냉방 종류

(1) 복사형

- 밀폐 천장형
- 냉방 능력 $\leq 100\text{w/m}^2$

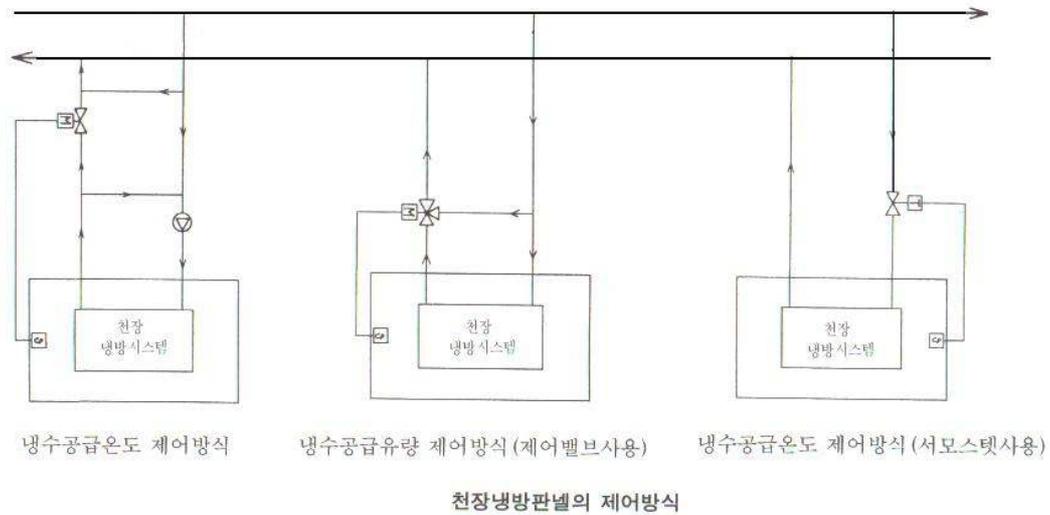
(2) 대류형

- 개방 천장형
- 냉방 능력 $\leq 150\text{w/m}^2$



3. 천장 냉방 패널 제어

- (1) 냉수 온도, 유량 제어



(2) 냉수 공급 온도와 냉방 패널 유효 표면 온도차 : 1~2℃ 차이

(3) 결로 방지

- 습도 증가로 인한 결로 없도록 상시적 가동
- 냉수 온도가 노점 온도 이하가 되지 않도록 유의
- 급기 시스템 가동 → 실내 습기 제거 → 냉수 공급 → 냉방 패널 가동
- 냉수 온도를 실내 온도와 비슷한 상태에서 냉방 개시 → 천천히 냉수 온도 하향 조정

<저속 치환 방식>

1. 개요

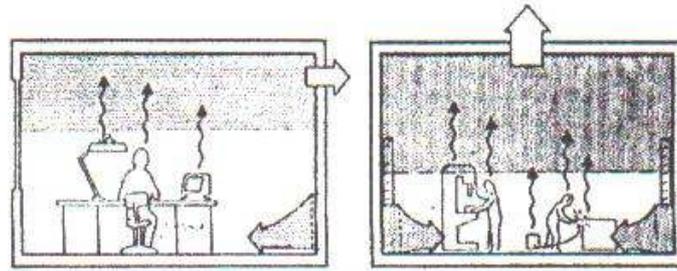
- (1) 공기의 온도차에 의한 대류 현상의 원리를 이용
- (2) 신선 외기가 실내 온도와 적은 온도차로 저속(0.8m/s 이하)으로 하부에서 취출
- (3) 실내 발열과 대류 현상에 의해 오염 물질을 상승시켜 윗부분의 배기구로 배출

2. 저속 치환 공조 환기의 목적

- (1) 실내 열부하 제거
- (2) 실내 공기 청정도 유지

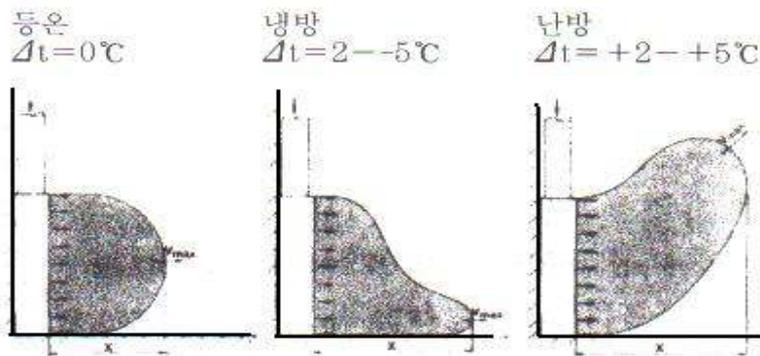
3. 치환 구역 (shift zone)

(1) 급기의 체적과 대류현상에 의해 움직이는 공기가 성층화되어 구분되는 경계구역



저속치환 공기조화 환기방식의 개요도

- (2) 미립자의 크기가 $10\mu\text{m}$ 이상이거나 공기보다 무거운 가스의 완전한 배출 곤란
→ 하강후 급기와의 희석 효과 작용 (배출구 낮게 설치 필요)
- (3) 실내 온도와 급기 온도의 온도차 : $\pm 2\sim 5^\circ\text{C}$ 이내
- (4) 저속 치환 기구 전면부에 고른 공기 흐름이 유도 되어야 함
(구조물이나 작업 조건에 의한 공기 흐름 방해 예방 필요)



실내공기와 급기와의 온도차에 의한 기류흐름

(5) 실내 발열 기기의 위치나 평면상 구조를 고려하여 전체적으로 균등한 온도 분포 가능토록 취출구의 위치 선정에 주의

4. 결론

에너지 절감이나 열적 쾌감도 측면에서 우수한 공조 방식임

<공조용 취출구, 취출 기류의 4역>

1. 개요

(1) 조화된 공기를 실내에 공급하기 위한 개구부가 토출구이며, 설치 위치 및 형식에

따라 실내로의 취출 기류형상, 온도 분포, 환기 기능이 달라진다.

(2) 토출구는 축류와 복류로 구분

2. 종류

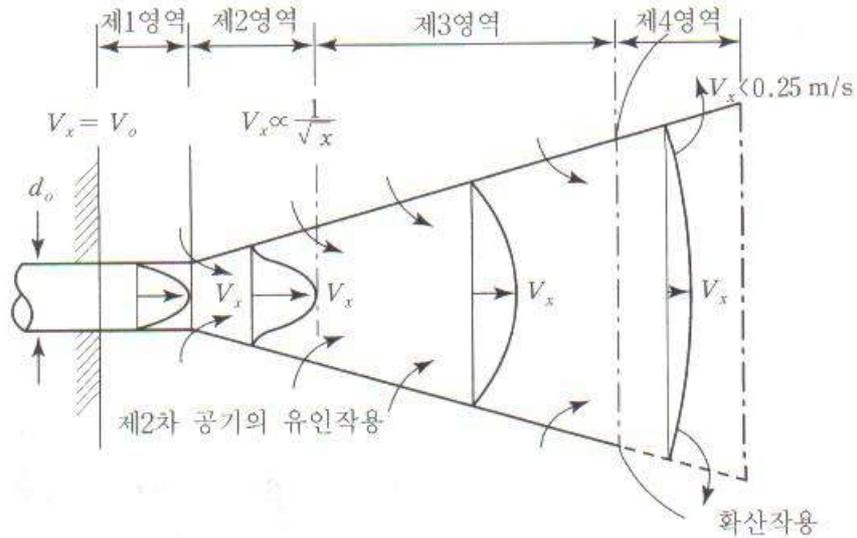
(1) 축류형

| | |
|-----------|--|
| 노즐 | <ul style="list-style-type: none"> - 도달 거리가 길다 - 소음 발생이 적다 - 극장, 로비 등 도달 거리가 클 때 사용 |
| 평가노즐 | <ul style="list-style-type: none"> - 목을 움직여 기류 방향을 자유로이 조절 - 풍량 조절이 용이(담과 부착됨) - 토출 풍량에 비해 공기 저항이 크다 - 공장, 주방 등의 국소 냉난방시 효과적 |
| 격자형 날개 | <ul style="list-style-type: none"> - 종류 : 그릴(풍량조절담과 無), 레지스터(풍량조절담과 有) - 날개를 움직여서 토출 방향 조절 - 미관상 큰 지장이 없는 다양한 장소에 설치 |

(2) 복류형

| | |
|-------------|---|
| 팬 (PAN)형 | <ul style="list-style-type: none"> - 원형 또는 원추형 팬을 달아 여기에 토출 기류를 부딪혀 천장면과 팬 사이로 공기 취출 - 일정한 기류 형상 얻기 어렵다 - 팬(PAN) 상하 조절로 풍량 및 취출 각도 조절 일부 가능 - 외관이 단순하고 깨끗해 복도, 홀 등 인테리어 부위 설치 |
| 아네모형 | <ul style="list-style-type: none"> - 원형 또는 사각의 날개가 기구 중심 주위로 다수 설치 - 도달 거리가 멀고 안정된 기류 확보 - 천정 부근의 공기 유인 확산 성능, 댐퍼 부착으로 풍량 조절 |
| 선형 (라인형) | <ul style="list-style-type: none"> - 토출구의 종횡비가 크다 - 토출구를 균일하게 분포시키기 어렵다 - 외기 차단이나 드래프트에 대응성이 좋아 외주부나 인테리어가 많은 홀, 복도, 회의실 등에 설치 |
| 면형 (타공형) | <ul style="list-style-type: none"> - 판에 일정한 간격과 크기로 구멍을 뚫은 취출구 - 확산 성능은 우수하나 소음은 큰 편 - 크린룸 급기, 풍량이 많지 않고 미관을 고려한 곳 적용 |

3. 취출 기류의 4역



- (1) 1구역 : - $V_x = V_o$ 이고 일정치
 - 1구역 $V_x \approx D_o \times (2\sim6)$ ← 노즐, 아네모형의 경우
- (2) 2구역 : - $V_x \propto \frac{1}{\sqrt{x}}$, 2구역 $V_x \approx D_o \times 8$
 - 가로, 세로비가 큰 장방형 취출구의 경우 2구역이 길어짐
- (3) 3구역 : - $V_x \propto \frac{1}{x}$, 3구역 $V_x \approx D_o \times (10\sim100)$
 - 취출 기류가 충분히 혼합, 확산하는 구역(취출구 특성 발현 구역)
- (4) 4구역 : - $V_x < 0.25\text{m/s}$
 - 풍속이 급격히 저하

4. 유인비

(1) 토출 공기량에 대한 (유인 공기+ 취출 공기) 합 의 비율

(2) 유인비 : $I = \frac{Q_1 + Q_2}{Q_1} = \frac{1\text{차 공기량} + 2\text{차 유인 공기량}}{1\text{차 공기량}}$

$$Q_1 V_1 + Q_2 V_2 = (Q_1 + Q_2) V$$

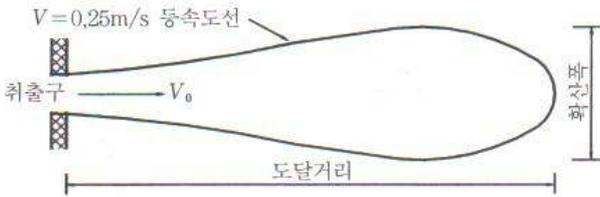
여기서, Q_1, V_1 : 1차 토출 공기량, 토출 풍속
 Q_2, V_2 : 2차 토출 공기량, 토출 풍속
 V : 혼합 공기 풍속

(3) 유인비의 이용

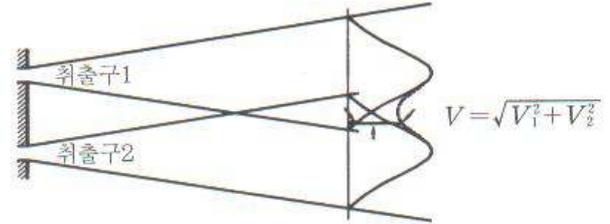
- Induction unit : 3~4, Drivent fan : 약 30
- 유인비가 크면 도달 거리가 짧고, 유인비가 적으면 도달 거리가 길어
적정한 유인비가 되어야 함

5. 토출 기류의 특성

(1) 확산 각, 도달 거리, 확산 폭



(2) 기류의 중복



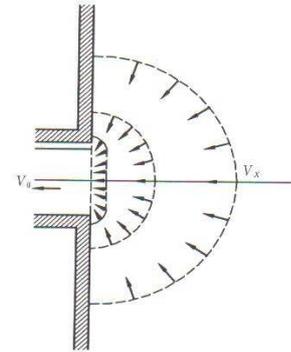
기류의 중복

(3) 흡입 기류

- $V_x \propto \frac{1}{x^2}$

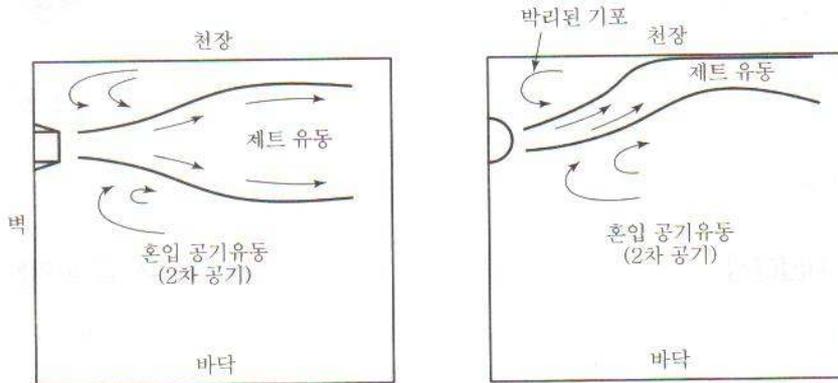
- $x > 3D_0$ 일 경우 흡입 등속도선은 반원 형태가 됨

- 흡입 기류는 취출 기류처럼 강한 방향성이 없고 균일한 퍼텐셜 흐름이 됨



6. 코안다 현상 (Coanda Phenomenon)

(1) 벽면이나 천장면에 접근하여 분출된 기류는 그 면에 빨려 들어가 부착하여 흐르는 경향이 있어, 이 경우 한쪽만 확산되므로 자유 분류에 비해 속도 감쇠가 작고 도달 거리가 커진다.



(2) 발생 과정

① 출구로부터 공기가 벽이나 천장에 직접 맞서거나 평행으로 토출될 때 기류

혼입은 출구 토출 제트의 한 면을 따라서 발생

- ② 어느 정도의 유속을 가진 토출 기류가 지나가게 되면 주변의 공기를 밀어 내면서 일시적으로 저압을 형성하는데, 이로 인해 주변의 공기가 저압 부위로 유입해 들어오면서 유인 현상 발생
 - ③ 천장이나 벽 인근을 토출 기류가 근접해 지나갈 경우 유인해 들어올 주변 공기가 없어 토출 기류 자체가 벽면 쪽으로 빨려 들어가게 되어 토출 기류의 방향이 휘어지게 됨
 - ④ 코안다 현상은 수평으로 분사되는 차가운 기류의 하강을 방해
- (3) 취출구 종류별 특성
- ① 천장 디퓨저
 - 순환공기 패턴이 취출구 주변의 전 부분을 덮기 때문에 큰 효과를 나타냄(특히 PAN형)
 - 노출 덕트 하부에 설치되는 경우 코안다 현상이 거의 없이 기류 하강
 - ② 슬롯 디퓨저
 - 천장을 충분히 길게 덮거나 날개 각도를 많이 훔 경우 나타남
 - ③ 그릴 : 특정 기류 패턴이 퍼지는 정도에 따라 변함