방적공장에서의 공기조화(Ⅱ)

2. 습공기의 성질과 공기조화 계산법

2.1 용어의 설명

(1) 건조공기(dry air)

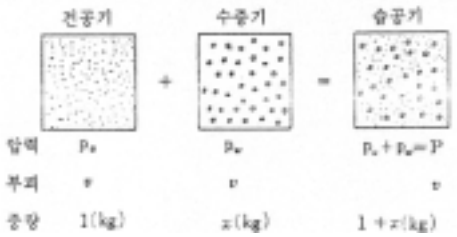
건조공기란 수분을 함유하지 않은 공기이다. 공기조화의 계산에서 취급하는 여러 가지 량(i, χ, υ 등)은 건조공기 1kg 당으로 나타내는 경우가 많다. 표준상태(0℃, 760mmHg, g= 980.665cm/s^2)에서 건조공기의 표준 조성을 <표 2·1>에 나타낸다. 습공기의 여러 가지 수량은 습공기에 포함되어 있는 건조공기 1kg 당에 관해서 나타내며, 단위 기호는 kg′를 사용한다.

<표 2.1> 대기의 표준 조성(지표부근) (단위 : %)

항 목	질소(N_2)	산소(O_2)	아르곤(A)	탄산가스(CO_2)	합 계
용적조성	78.09	20.95	0.93	0.03	100.00
중량조성	75.53	23.14	1.28	0.05	100.00

(2) 습공기(濕空氣, moisture air)

우리들 주변에 존재하는 공기는 건조공기에 수증기를 함유한 것으로, 이것을 습공기라고 부른다. 자연계에서 공기의 조성은 수증기를 제외하면 거의 일정하지만, 수증기는 날씨, 계절 및 온도에 따라 끊임없이 변화하고 있다. 습공기의 개념을 <그림 2·1>에 나타내었다.



<그림 2·1> 습공기

(3) 전압(全壓), 분압(分壓)

건조공기와 수증기를 혼합하여 같은 체적의 습공기가 되었다고 하면, 달튼(Dalton)의 법칙으로부터 다음 식이 성립된다.

$$P = p_a + p_w \qquad H = h_a + h_w \qquad (2 \cdot 1)$$

단,

P, H : 습공기의 전압(total pressure) (kg/cm^2, mmHg).

P_a, h_a : 건조공기의 분압(dry air pressure) (kg/cm^2, mmHg).

p_w, h_w : 수증기의 분압(water vapor pressure) (kg/cm^2, mmHg).

공기선도에서 수증기 분압은 h로 표시되며, 단위는 mmHg이다. 수증기 분압은 습공기 중의 수증기량에 거의 비례한다. 어떤 온도에서 습공기 중의 수증기가 증가하여 더 이상 수증기가 존재할 수 없는 한계 수증기분압을 포화수증기분압(saturated water vapor pressure)이라고 하며 h_s로 표시한다. h_s는 온도에 따라 결정되는 값이다.

(4) 건구온도(dry bulb temperature : DB)

건구온도는 일반 온도계로 측정하는 공기의 온도로서 공기선도에서는 t로 표시한다. 건구온도를 측정하면 공기가 갖는 현열량(顯熱量)을 알 수 있다.

(5) 습구온도(wet bulb temperature : WB)

습구온도는 온도계의 감온구(感溫球)를 물기가 있는 천으로 감싸 공기 중에서 측정하는 온도로, 공기선도에서는 t′로 표시한다. 습구온도를 측정하면 습공기가 보유하고 있는 잠열량(潛熱量)을 알 수 있다. 공기조화에서 취급하는 범위의 습공기의 전(全)열량(enthalpy)은 건구온도와는 거의 무관하며 습구온도에 의해서만 변화한다고 생각하면 된다. 이것은

공기조화기에 외기를 도입할 지를 판단하는 기준으로서 매우 중요한 것이다.

온도계로 습구온도를 측정할 때, 습구부분에 가해지는 풍속에 따라 그 표시온도가 변화한다. 풍속이 충분(5m/s 이상)할 때는 표시온도가 안정하다고 알려져 있다. 이 이유는 주변의 공기로부터 습구온도계의 젖은 천으로 둘러싼 감온구로의 열전달이 거의 평형에 도달하기 때문이다. 이 점에 착안한 것이 아스만 온습도계이다.

(6) 노점온도(dew point temperature : DP)

습공기를 절대습도의 증감없이 냉각하면 공기중의 수증기는 포화에 도달한다. 이 때의 온도를 노점온도라고 하며, t″로 표시한다. 포화습공기에서 건구온도(t), 습구온도(t′) 및 노점온도(t″)는 같은 값이 된다.

(7) 상대습도(relative humidity : RH)

상대습도는 관계습도라고도 하며, 섬유산업에서 공기조화조건의 표시방법으로 가장 중요하게 생각되고 있다. 공기선도에서는 φ로 나타내며 단위는 퍼센트(%)이다. 상대습도는 수증기 분압에 대한 같은 온도의 포화수증기 분압과의 비로 나타낸다.

$$\phi = h/h_s \times 100 \qquad (2.2)$$

단, φ: 상대습도(%)

h, p: 어떤 온도에서의 수증기 분압(mmHg, kg)

h_s, p_s: 어떤 온도에서의 포화수증기 분압(mmHg, kg/cm^2)

예를 들면, 35℃ 습공기의 수증기분압(h)이 28.0mmHg라면, 35℃ 습공기의 포화수증기분압(h_s)은 <표 2·3>에서 42.165 mmHg이므로, 상대습도는 (2·2)식에 의해 구할 수 있다.

$\phi = 28.0/42.165 \times 100 = 66.4(\%)$

(8) 절대습도(absolute humidity, specific humidity)

건조공기 1kg 중에 포함되어 있는 수증기량(kg)을 절대습도라고 하며, 공기선도에서는 χ로 표시하며, 단위는 kg/kg′이다.

(9) 포화도(saturation degree)

습공기의 포화도는 다음 식으로 나타내고 공기선도에서는 ψ로 표시하며, 단위는 퍼센트(%)이다.

$$\psi = \chi / \chi_s \times 100 \qquad (2.3)$$

단, ψ : 습공기의 포화도(%).

χ : 어떤 온도에서의 절대습도(kg/kg′)

χ_s : 어떤 온도에서의 포화절대습도(kg/kg′)

예를 들어, 25℃ 습공기의 절대습도가 0.0130kg/kg′이라면, 25℃ 습공기의 χ_s는 <표 2·3>에서 0.02006kg/kg′이므로 포화도는 <2·3>식으로부터 구할 수 있다.

$\psi = 0.0130/0.02006 \times 100 = 64.8(\%)$

바꾸어 말하면, 이 25℃ 습공기는 수증기량의 64.8%를 함유하는데, 100 - 64.8 = 35.2(%), 즉 0.02006 - 0.0130 = 0.00706(kg/kg′)의 수증기를 더 함유할 수 있음을 나타낸다.

(10) 포화공기(saturated moist air)

어떤 온도에서의 공기가 최대 상태까지 수증기를 함유한 습공기를 포화공기라고 한다.

(11) 안개 공기(fogged air).

포화공기에 다시 수증기를 가하면, 포화수증기량(χ_s)보다 여분의 수증기는 일반적으로는 수증기로서 존재할 수 없기 때문에 응축하여 미세한 물방울(안개)로 되어 공기 중에 부유한다. 이러한 공기를 안개 공기라고 한다.

예를 들면, 급격히 차가워진 아침에 안개가 발생하는 것은 공기 중에 포화수증기량이 적어지고, 여분의 수증기가 응축하여 안개로 되는 것이다.

(12) 습공기의 비체적(specific volume)

어떤 상태의 건조공기 1kg을 함유하는 습공기가 차지하는 부피(m^3)를 습공기의 비체적이라고 하며, 공기선도에서는 υ로 나타내며, 단위는 m^3/kg'이다.

비체적의 역수를 비중량이라고 하며, 비체적과 비중량과의 관계는 다음과 같다.

$$\rho = 1/\upsilon \qquad (2 \cdot 4)$$

$$\upsilon = 1/\rho \qquad (2 \cdot 5).$$

단,

υ : 비체적(m^3/kg')

ρ : 비중량(kg'/m^3)

공기조화에서 취급하는 범위의 습공기 비중량은 근사적으로 $\rho = 1.2(kg'/m^3)$이다.

(13) 현열(顯熱, sensible heat)

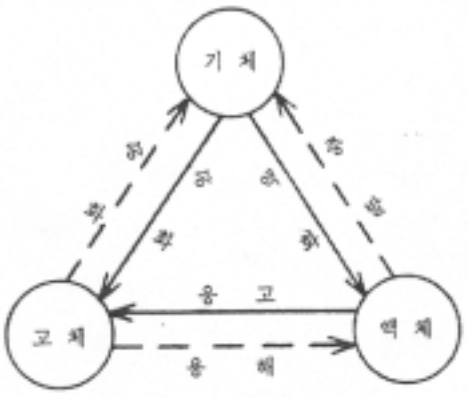
열을 가하거나 냉각하는 경우, 반드시 그에 비례한 온도의 변화를 나타내는 열을 현열이라고 한다. 즉 사람의 시각이나 촉각에 의해 그 존재를

알 수 있는 열을 말한다.

(14) 잠열(latent heat)

<그림 2 · 2>에 나타낸 것과 같이, 물질이 일정한 압력하에 융해, 증발, 승화 등의 상(狀)변화를 할 때에는 반드시 열의 출입이 동반된다. 그러나 이 열의 출입은 온도계로는 확인할 수 없다. 예컨대, 0℃의 얼음이 융해하여 0℃의 물이 되기까지 가해지는 열을 잠열이라고 한다.

<그림 2 · 2>에서 실선은 냉각되는 경우, 점선은 가열되는 경우의 상변화 방향을 나타낸다.



<그림 2.2> 물질의 상변화

(15) 비열(specific heat)

공업적으로는 1kg의 물질을 1℃ 높이는데 필요한 열량(kcal)을 그 물질의 비열이라고 하며, 단위는 kcal/kg · ℃이다. 기체의 경우, 가열 또는 냉각 조건에 따라 그 값이 다르다. 일정 압력하에서 가열 또는 냉각시의 비열을 정압비열(C_p), 일정 용적에 보관된 상태로 가열 또는 냉각시의 비열을 정적비열 또는 정용비열(定容比熱, C_v)이라고 한다. 일반적으로 열팽창시 가해진 힘 때문에 $C_p > C_v$가 된다. 비열은 온도의 함수로 나타내지만, 보통은 평균비열이 사용된다. 공기조화에서 취급되는 범위의 공기 비열은 C_p =

0.24kca1/kg · ℃, C_{υ} = 0.29 kcal/m^3 · ℃이다.

(16) 엔탈피(enthalpy).

공기조화에서 사용되는 엔탈피는 엄밀한 의미의 엔탈피와는 다소 차이가 있지만, 어떤 상태에서의 습공기가 보유하는 현열량과 잠열량을 합한 전열량을 나타내는 것으로 생각하면 된다.

어떤 온도(t)에서의 건조공기 엔탈피는, 공기의 정압비열을 0.24 kca1/kg · ℃라고 하면,

$$i_a = C_{pa} \cdot t = 0.24\,t \qquad (2 \cdot 6)$$

단,

i_a : t℃ 건조공기의 엔탈피(kca1/kg)

C_{pa} : 공기의 정압비열(kca1/kg · ℃)

t℃ 수증기의 엔탈피는 0℃의 물을 기준으로 하면, (2 · 7)식으로 나타낼 수 있다.

$$i_w = r_o + C_{pw} \cdot t = 597.5 + 0.441t \qquad (2 \cdot 7)$$

단,

i_w : t℃ 수증기의 엔탈피 (kcal/kg)

r_o : 0℃에서의 물의 증발잠열(kca1/kg)

C_{pw} : 수증기의 정압비열(kca1/kg · ℃) = 0.441

따라서, 1kg의 건조공기와 χkg의 수증기가 혼합하여 생긴 습공기의 엔탈피(i)는 다음 식으로 표시된다.

$$\begin{aligned} I &= i_a + i_w \\ &= C_{pa} \cdot t + (r_o + C_{pw} \cdot t)\,\chi \,. \\ &= 0.24t + (597.5 + 0.441t)\,\chi \end{aligned} \qquad (2 \cdot 8)$$

(17) 현열비(sensible heat factor : SHF)

습공기에 열을 가하거나(가열), 제거(냉각)하면, 가열하거나 냉각한 열량이 현열량인지 또는 잠열량인지에 따라 공기선도상에서의 이동방향이 변한다. 그 변화의 방향을 알기 위해서 현열비를 사용한다. 현열비는 실내 현열부하와 실내부하의 비로 나타낸다.

$$\mathrm{SHF} = \frac{q_s}{q_s + q_l} = \frac{0.24(t_r - t_s)}{0.24(t_r - t_s) + 597.5(\chi_r - \chi_s)} \qquad (2 \cdot 9)$$

단,

SHF : 현열비

q_s, q_l : 실내의 현열, 잠열부하(kca1/h)

t_r, t_s : 실내온도, 내뿜은 공기온도(℃)

χ_r, χ_s : 실내공기절대습도, 내뿜은 공기절대습도(kg/kg′).

(2.9)식으로부터

$$\chi_r - \chi_s = \frac{0.24}{597.5}\left(\frac{1}{SHF} - 1\right)(t_r - t_s) \qquad (2 \cdot 10)$$

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{0.24}{597.5}\left(\frac{1}{SHF} - 1\right) \qquad (2 \cdot 10')$$

따라서, (2 · 10′)식으로부터 공기선도상에서 절대습도의 변화인 기울기($\Delta x/\Delta t$)는 SHF에 의해서 결정된다.

(18) 열수분비(enthalpy humidity deference ratio)

열수분비는 공기선도에서는 u로 표시되며, 단위는 kca1/kg이다. u는 습공기 온도(t)및 상대습도가 변할 때, 절대습도의 증가량(Δx)에 대한 엔탈피의 증가량(Δi)의 비율을 나타낸다.

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{q_s + q_l}{\mathrm{L}} = \frac{q_s + \mathrm{L}i^w}{\mathrm{L}} = \frac{q_S}{\mathrm{L}} + \mathrm{i}^w \qquad (2 \cdot 11).$$

단,

u : 열수분비(kca1/kg)

L : 잠열부하로서 실내에 발생하는 수분량(kg/h)

Δi : 습공기의 엔탈피 증가량(kca1/kg ′)

Δχ : 절대습도의 증가량(kg/kg ′)

i_w : 실내에서 발생하는 수분의 엔탈피(kca1/kg ′)

열수분비도 현열비와 같이, 습공기가 가열 또는 냉각되는 경우, 공기선도상에서의 변화의 방향을 나타내는 것이고, <그림 2 · 5>에 나타낸 것 같이 u의 값에 따라 상태변화의 방향을 알 수 있다. (2 · 9), (2 · 11)식으로부터 u와 SHF와의 관계식을 구하면 다음과 같다.

$$SHF = \frac{1}{u} \bullet \frac{q_s}{L} \qquad (2 \cdot 12).$$

(19) 유효온도(有效溫度, effective temperature)

실감온도, 실효온도라고도 하며, C.E. Yaglou에 의해 1930년에 제창되었다. 공기의 건구온도(t℃), 습구온도(t ′ ℃) 및 풍속(m/s)의 3가지 요소의 조합에 의한 종합적인 효과가 인체에 미치는 실감적(實感的)인 온도를 같은 체감을 얻는 상대습도 100%일 때의 기온으로 나타낸 것이다.

유효온도는 주위 벽면의 방사 영향을 고려하지 않고 있기 때문에 실온과 벽면의 온도차이가 작을 때 사용하여야 한다.

(20) 수정유효온도(修正有效溫度, corrected effective temperature)

인체를 둘러싸고 있는 벽면이나 난방기구 등에 의해 열방사가 있는 경우, 유효온도로는 실감과 다르기 때문에, 유효온도에 방사의 영향을 가미한 수정유효온도가 사용된다. 수정유효온도를 구하기 위해서는 유효온도와 같은 선도를 사용하여, 건구온도(t) 대신에 주위 벽의 방사온도의 효과를 알 수

있는 구(球)온도계(그림 2 · 4 참조)의 온도(t_g)를 사용하여, 습구온도(t')의 대신에 공기선도상에서 보통의 건구, 습구온도로부터 구한 절대습도 일정선과 구온도(t_g)와의 교점을 지나는 습구온도(t_g')의 값을 사용하여 구할 수 있다.

<그림 2 · 4> 구온도계

(21) 효과온도(operative temperature)

건구온도, 기류 및 주위의 벽면으로부터 방사의 종합효과를 나타낸 것으로, 실제로는 주위 벽면의 평균온도와 실내온도와의 평균값으로 표시한다. 이 온도는 주위 벽면의 표면온도와 건구온도와의 차이가 비교적 크고, 땀의 증발이 작은 난방시에 사용되며, 상대습도의 영향은 무시되어 있다.

(22) 등가온도(等價溫度, equivalent temperature)

구온도계에 의해서 얻어지는 온도를 등가온도라고 한다. 구온도계는 주위 방사와 공기 온도와의 종합 온도를 나타내는 것이지만, 주위 기류의 속도가 느려야 한다.

(23) 불쾌지수(discomfort index : DI)

불쾌지수란 무더움에 대한 불쾌정도를 나타내는 지수로서 몇 종류가 제안되어 있지만, J.F. Bosen 등은 다음 식을 사용하여 불쾌지수(DI)를 나타내고 있다.

$$DI = (t + t') \times 0.72 + 40.6$$

일본은 여름에 무덥기 때문에 일본인이 갖는 불쾌지수와 불쾌감과의 관계가 미국인과는 다르다.

<표 2.2>

구 분	1/2정도 불쾌	전원 불쾌
일본인	77	85
미국인	75	79

불쾌지수의 평가

DI가 75를 넘으면------ 약간 무덥다

DI가 80를 넘으면------ 땀이 나는 더위

DI가 85를 넘으면------ 더워서 참을 수 없다

2.2 상태 식

습공기 중에 포함된 건조공기를 이상기체로 취급하면 그 분자량(Ma)은 28.966이고, 가스정수(Ra)는 29.27kg · m/kg · 。K 이다. 보일 · 샬의 법칙에 의해 다음 식이 성립한다.

$$p_a \cdot u_a \times 10^4 = R_a \cdot T = 29.27\,T \qquad (2 \cdot 13)$$

단, p_a : 습공기 중의 건조공기의 분압(kg/cm^2 abs)

T : 절대온도(273 + t) (K °)

u_a : 건조공기의 비체적(m^3/kg ′)

또한, 습공기 중에 포함되는 수증기도 이상기체로 취급하면, 그

분자량(M_w)은 18.016이며, 가스정수(R_w)는 47.06 kg · m/kg · 。K 이다.

$$p_w \cdot u_w \times 10^4 = R_a \cdot T = 29.27T \qquad (2 \cdot 14)$$

단, p_w : 습공기 중의 건조공기의 분압(kg/cm^2 abs)

T : 절대온도(273 + t) (。K)

u_w : 건조공기의 비체적(m^3/kg')

습공기를 건조공기와 수증기가 혼합된 이상기체로 생각하여, 달톤의 법칙(2 · 1식)을 적용하면 건조공기 lkg에 관해서 다음 식이 성립한다.

$$(P\text{-}p_w)\upsilon \times 10^4 = \frac{10^4}{735.56}(H - h_w) \quad \upsilon = R_a \bullet T = 29.27T \qquad (2 \cdot 15).$$

$$p_w \bullet \upsilon \times 10^4 = \frac{10^4}{735.56} \bullet h_w \bullet \quad \upsilon = x \bullet R_a T = 47.06xT \qquad (2 \cdot 16).$$

단, P, H : 전압력(이 경우는 대기압) (kg/cm^{2}abs, mmHg).

p_w, j_w ; 습공기 중의 수증기 분압(kg/cm^2 abs, mmHg).

T : 절대온도(273 + t) (。K)

χ : 습공기의 절대습도(kg/kg ′)

(2 · 15)식, (2 · 16)식으로부터 습공기의 절대온도를 구하는 식은 다음과 같다.

$$\chi = \frac{0.622 p_w}{P - p_w} = \frac{0.622 h_w}{H - h_w} = \frac{0.622 \bullet \frac{\varphi}{100} \bullet h_s}{H - \frac{\varphi}{100} \bullet h_s} \qquad (2 \cdot 17).$$

단, χ : 습공기의 포화도(kg/kg ′)

h_s : 포화수증기 분압(mmHg)

또한, 포화공기중의 수증기 분압을 p_s, h_s로 나타내면 포화공기의 절대온도는 다음 식으로 구해진다.

$$x_S = \frac{0.622 p_w}{P - p_S} = \frac{0.622 h_S}{H - h_S} \qquad (2 \cdot 18).$$

단, χ_s : 포화공기의 절대습도(kg/kg ′)

p_s : 포화 수증기 분압(kg/cm^2 abs)

(2 · 2)식, (2 17)식으로부터 수증기분압, 절대습도 및 상대습도의 관계식을 구하면 다음과 같다.

$$p_W = p_S \bullet \frac{\varphi}{100} \qquad (2 \cdot 19)$$

$$h_W = h_S \bullet \frac{\varphi}{100} = \frac{H \bullet \chi}{0.622 + \chi} \qquad (2 \cdot 20).$$

단, p_w, h_w : 수증기분압(kg/cm^2 abs, mmHg).

χ : 절대습도(kg/kg')

ϕ : 상대습도(%)

(2 · 15)식, (2 · 16)식으로부터 p_w를 소거하면, 건조공기의 비체적(υ)을 구하는 식이 얻어진다.

$$\upsilon = (R_a + R_W \bullet \chi)\frac{T}{P} \times 10^{-4}$$

$$= (29.27 + 47.06\chi)\frac{T}{P} \times 10^{-4} \qquad (2.21)$$

(2.21)식에 표준대기압 1.0332kg/cm^2 abs를 대입하여 정리하면

$$\upsilon = 0.455(0.622 + \chi)\frac{T}{100} \qquad (2.22)$$

로 된다. 또한 (2.15)식, (2.16)식으로부터

$$\upsilon = \frac{29.27 \times 10^{-4} T}{P - P_W} = \frac{29.27 \times 760 \times 10^{-4} T}{1.0332(H - h_S)} \qquad (2.23)$$

으로 된다.

(주의) 공기조화의 계산에 있어서, 엔탈피(i), 절대습도(χ), 비체적(u) 등은 전부 습공기중에 포함되는 건조공기 lkg 당의 kcal, kg 혹은 m^{3}을 가리키고 있다. 따라서 공기조화의 계산에서의 공기량(kg/h)은 전부 습공기 중에 있는

건조공기량(kg′/h)을 가리킨다는 것에 유의하여야한다. 만약에 공기량이 수분을 포함하는 전중량 G kg/h로 표시되는 경우, 건조공기량은 다음 식으로 환산해야 한다.

$$G = G \bullet \frac{1}{1+\chi} \qquad (2.24)$$

단,

G′: 건조공기량(kg/h)

2.3 습공기 선도(psychrometric chart)

(1) 포화습공기표

공기조합에서 취급되는 범위의 포화습공기표를 <표 2·3>에 나타내었다. 이 표는 이론적으로 도입되는 상태 식(2·2항 참조)에 의해 계산한 것이다. 보통은 표준대기압(1.0332kg/cm^2 abs 또는 760mmHg)에서의 포화공기의 상태를 온도기준에서 나타낸 것이다.

(2) 습공기선도의 구성

전압력이 일정한 습공기는 그 건구온도(t), 습구습도(t′), 절대온도(t′), 상대습도(φ), 노점온도(t″), 엔탈피(i), 비체적(υ) 중에서 어느 2항목만 알면 다른 상태 값을 구할 수 있다. <표 2·3>의 포화습공기표는 포화공기의 상태 값을 정확히 나타내고 있지만 불포화공기의 상태 값은 계산에 의해서 구하지 않으면 안된다.

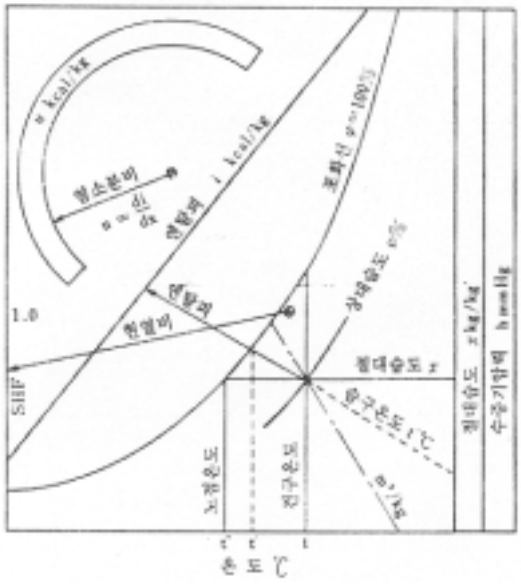
공기조화장치를 설계하거나, 운전하는 경우에는 다소 정확도가 떨어져도 신속히 옳은 판단을 내려야 한다. 이를 위하여 작도된 것이 습공기선도이며 간략하여 공기선도라 부른다.

공장에서 공기조화기를 조작하여 어떤 상태에서 다른 상태로 공기조화 조건을 변경하고 싶을 때는 공기선도상에 조건변경 전후 2곳의 점을 플로트하면 공기조화기를 어떻게 조작하여야 가장 짧은 시간내에 목적을

달성할 수 있는 지를 일목요연하게 알 수 있다. 예를 들면, 위치를 알 수 없는 지역을 운전할 때, 우선 지도상에서 현재의 위치를 확인한 다음 목적지를 파악함으로써 최단코스를 찾아낼 수 있는 것과 유사하다.

공기선도에는 i-χ 선도, t-χ 선도(일반적으로 캐리어선도라고 불린다), i-t 선도가 있지만, 공기조화기의 설계나 운전조작을 위해 일반적으로는 공기선도라고 불리고 있는 i-χ 선도를 사용한다. <그림 2 · 5>는 i-χ 선도의 구성을 표시한다. i-χ 선도는 엔탈피(i)와 절대습도(χ)를 좌표에 따라 그린 것이기 때문에 절대습도(χ)를 세로축에, 등(等)절대습도선(χ선이라는)을 가로축에 그리고 있다. χ선과 일정한 경사로 좌상(左上)으로부터 우하(右下)로 등엔탈피선(i 선이라는)을 나타내고 있다.

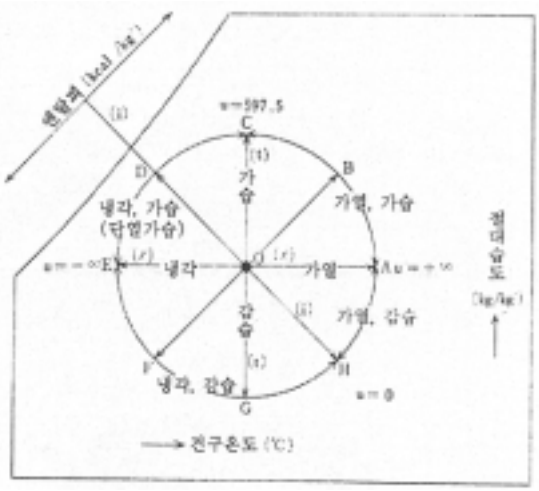
i-χ 선도에서는 전압력과 건구습도(t), 습구온도(t′), 절대습도(χ), 수증기분압(h), 엔탈피(i), 비체적(υ), 상대습도(φ) 등 중 어떤 항목이든지 2항목을 알면, i-χ 선도상의 점으로서 표시된다.



<그림 2 · 5> i-x 선도의 구성

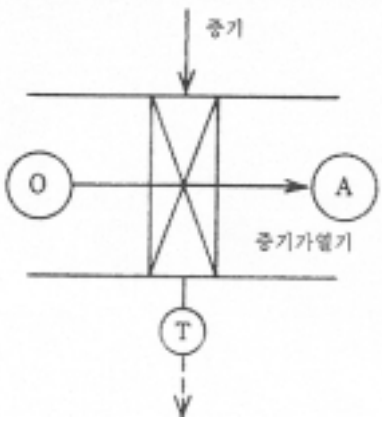
(3) 습공기의 기본적인 상태변화

<그림 2 · 6>은 공기선도상의 임의의 한 점 O를 중심으로 한 원의 반경 방향에서의 습공기의 상태변화를 나타낸다.



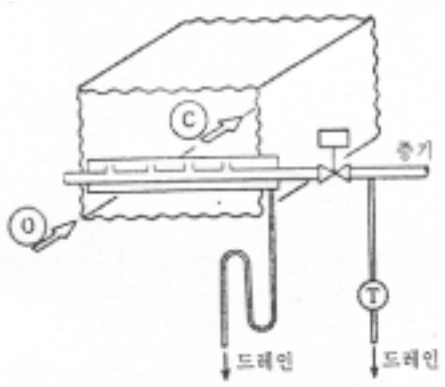
<그림 2 · 6> 습공기의 기본 상태변화

① 가열변화(O→A) : 공기가열기나 전열기에 의해서 공기를 가열하는 경우 절대습도가 증가 또는 감소하지 않고 공기의 건구온도가 상승하기 때문에 그 변화는 O→ A를 가리키고 χ선에 평행한 변화로 표시된다(그림 2 · 7 참조).



<그림 2 · 7> 가열변화

② 등온가습변화(O→C) : 공기의 건구온도를 바꾸지 않고 절대습도를 증가시키는 것으로 예컨대 항온항습장치의 상대습도의 조절에 채택된다(그림 2 · 8 참조).

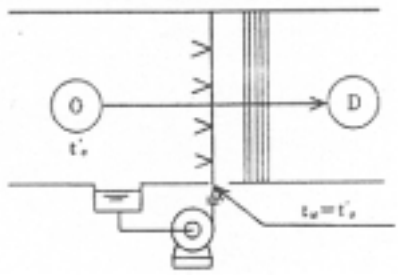


<그림 2 · 8> 등온가습변화

③ 냉각가습변화(O→CDE) : O점의 건구온도보다 저온으로 O점의 노점온도보다 고온의 물을 분무하면 이와 같은 변화로 된다. 그 예가 방직공장에서 가을에서 동절기에 걸쳐서 채택되는 냉각가습변화이다.

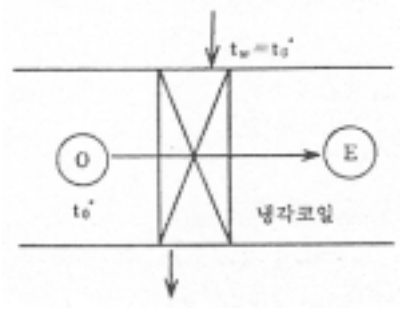
에어 와샤로 순환수를 분무하면 분무 수온(t_w)은 O점의 습구온도(t_o')와 같이 되어, 증발냉각이 행하여진다. 이 변화를 단열가습이라고 하고 O→D의 변화로 된다.

아트마이저에서 물을 공기 중으로 직접 분무하는 경우도 이 변화에 속한다. 분무되는 물의 엔탈피는 매우 작기 때문에 무시할 수 있다(그림 2 · 9 참조).



<그림 2 · 9> 냉각가습변화

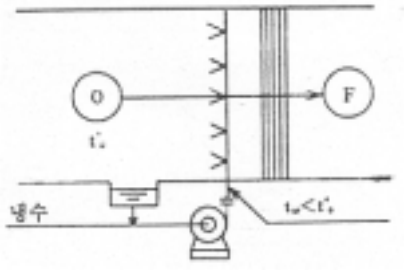
④ 냉각변화(O→E) : 이상적인 상태를 생각하면 O점의 노점온도(t_o'')와 같은 수온(t_w)의 물을 냉각코일을 통해서 공기냉각하면, 절대습도(χ)가 감소되므로 공기가 냉각되어 공기온도(t)가 저하한다. 요컨대, 현열만을 냉각하면 O→E의 χ선에 평행한 변화가 된다(그림 2 · 10 참조).



<그림 2 · 10> 냉각변화

⑤ 냉각감습변화(O→EFC) : O점의 노점온도(t_o'')보다 저온(t_w)의 물로 공기냉각을 하면, 건구온도(t)의 저하와 같이 공기중의 수증기도 응축하여 절대습도(χ)도 감소하여 적셔진다.

방적공장에서 잘 사용되는 하절기의 에어 와셔의 운전이 이 변화에 해당한다.



<그림 2 · 11> 냉각감습변화

⑥ 등온감습변화(O→G) : 이 변화는 단일조작으로는 할 수 없기 때문에 O→F 변화와 O→A 변화를 조합하여 사용한다.

⑦ 가열감습변화(O→GHA) : 이 변화는 취화리듐이나 실리카 겔 등 화학약품에 의한 공기중의 수증기의 흡수작용에 의해 감소하여 적시는 경우이다. 공기는 흡수제에서 발생하는 흡수열에 의해서 가열된다. 일반적인 공기조화장치에서는 O→F 변화와 O→A 변화를 조합하여 사용한다.

⑧ 가열가습변화(O→ABC) : 이 변화도 단일조작으로서는 실현되지 않기 때문에, O→C 변화와 O→A 변화를 조합하여 사용한다.