



에너지 관리의 기초 개념

제1절 온 도

1. 온도의 개념

우리는 촉감에 의해서 우리와 접촉하는 물체가 '뜨겁다'든지 '차갑다'든지 하는 것을 구별할 수 있기 때문에 이것을 온도라는 개념으로써 직접적인 관찰을 실시하는데 연결시킬 수 있다. 그러나 온도의 색깔, 밀도, 접합상태, 물질의 종류 등과 같이 감각적으로 느낄 수 있는 물체의 성질들보다 본질적으로 더욱 일반적인 의미를 가진다.

성질이 상이하고 다양한 온도를 가진 여러개의 물체들을 충분한 크기를 가지고 액체와 기체로써 채워졌으며 가능한 외부의 작용에 대해서는 폐쇄되고 균일한 온도를 가진 공간, 이른바 온도욕에 가져간다면, 얼마후에 모든 물체는 온도욕에는 개개의 성질을 그대로 유지하면서 온도욕의 온도를 유지하게 된다. 이때 우리는 이러한 상태를 '열평형'에 도달했다고 말할 수 있다.

그런데, 온도 감각은 매우 좁은 범위에서만 느낄 수 있을 뿐이며, 하나의 척도로서 나타낼 수는 없는 것이다. 여기에다 온도 감각은 교환기능을

가졌다. 예를 들면, 하나의 셋조각이 같은 온도의 나무조각보다 더 차게 느껴진다. 그 이유는 금속이 나무조각보다 높은 열전도성을 가지고 있어서 피부로부터 빨리 열을 빼앗아가기 때문이다.

이 범위 내외에 있는 온도의 더욱 정확한 값을 결정하기 위해서는 '온도계(thermometer)'를 필요로 한다. 우리는 이 온도계로써 물체의 온도를 쉽게 측정할 수 있으며, 또 수치로 나타낼 수도 있다. 이는 근본적으로 온도에 의해 명확히 좌우되는 모든 물리적 양이면 가능하다. 예를 들면 막대의 길이, 선(line)의 전기저항, 열전쌍(thermocouple)의 기전력, 바이메탈(bimetal)의 굴곡 등의 성질이 이에 적합하다.

그뿐 아니라, 경험에 의하면 일정한 조건하에서 자연의 많은 과정들이 항상 고정된 온도에서 일어난다는 것이다. 따라서 이러한 성질을 가지고 온도의 고정점을 정해 줄 수 있으며, 이의 고정점들에 일정한 수치를 규정할 수 있다. 이러한 결과로써 정압(定壓)하에서 얼음이 녹는점(융해점)을 0°C(어는점)로 하였고, 물이 끓는점을 100°C(끓는점)로 하였다. 이렇게 하여 임의로 특정한

화학적 물질, 즉 물의 물리적 행동(物理的行動)을 통해서 2개의 온도값을 확정하였고, 양(+) 또는 음(-)이라는 수치로 나타낼 수 있다. 모든 물체는 온도변화와 함께 그들의 체적이 변화하므로 이러한 성질을 온도 측정에 이용할 수 있다. 특히, 온도를 가장 단순한 측정값인 길이에 환원하여 막대의 길이변화를 응용할 수 있으나, 고체의 열팽창은 무시할 정도로 아주 작다. 대부분의 금속에 있어서 1m 길이의 막대는 어느점과 끊는점 차이에서 겨우 1~3mm 만큼 변한다.

그러므로, 우리는 매우 정확한 길이의 측정을 해야만 한다. 한편, 액체의 체적 증가는 위에서 말한 것보다는 크므로, 비교적 단순한 방법으로도 매우 정확하게 측정할 수 있다. 만일 균일한 면적을 가진 가는 유리관에 액체를 채우고 막는다면, 작은 온도변화에도 관의 안에 있는 가느다란 액주(liquid column)가 상당한 신축을 하므로, 우리는 그것을 쉽게 측정할 수 있다. 이렇게 해서 최초로 보통 액체를 사용한 온도계를 만들었으나, 최근에 이르러서는 대부분이 수은을 채운 온도계가 쓰이고 있으며, 특별히 낮은 온도를 재도록 온도계에는 알코올이나 펜탄(pentane)으로 채워져 있다. 만일 액체 온도계를 여러가지 액체로서 충전하여 만들고, 어느점과 끊는점에서 액주의 위치를 표시한 다음 이 양쪽 표시점 사이를 100등분 해놓고 다시 비교 측정해보면, 각 액주의 길이에 따라서 정의된 온도 눈금이 서로 일치되지 않는다는 것을 알 수 있다. 다시 말하여 가령 수은 온도계를 어떤 욕(bath)에 담갔을 때에는 그 등분 눈금의 50까지 왔으나, 알코올 온도계에서는 대략 48 눈금까지 왔다는 뜻과 같다. 그러므로 한가지 액체, 가령 수은으로써 정의된 온도 눈금은 다만 이와같은 액체에만 적합하다.

그러므로 여기에는 어떤 임의성을 지닌 것이 존재하는 셈이 된다. 우리는 이러한 측정 물질의 우연적인 성질에 좌우되는 온도 척도를 '경험적 온도척도'라 부른다.

2. 온도(Temperature)

온도는 물체가 가지는 온·냉의 정도를 수량적으로 표시하는 것으로서 섭씨(Celsius, Centigrate) 온도와 화씨(Fahrenheit) 온도가 있다.

(1) 섭씨온도(Celsius Temperature)

표준대기압(0°C, 760mmHg)하에서 빙점을 0°C 비등점을 100°C로 하여 100등분한 것이다.

(2) 화씨온도(Fahrenheit)

빙점을 32°F, 비등점을 212°F로 하여 두점 사이를 180등분한 것이다.



섭씨온도와 화씨온도의 관계식 섭씨온도를 T_c , 화씨온도를 T_f 라 하면

$$\frac{T_c}{100} = \frac{T_f - 32}{180} \text{ 에서}$$

$$T_c = \frac{100}{180} (T_f - 32) = \frac{5}{9} (T_f - 32)$$

$$T_f = \frac{180}{100} T_c + 32 = \frac{9}{5} T_c + 32$$

(3) 절대온도(absolute temperature)

이상기체는 용적이 일정한 경우에는 1°C만큼 온도가 내려가면 0°C 압력의 1/27만큼 감압한다.

즉, -273.15°C에서 압력이 0으로 된다. 이 온도를 0°K라 하며 눈금간격을 섭씨눈금과 같게 한 것이다.

$$T_k = (T_c + 273.15)^\circ K$$

$$T_r = (T_f + 459.67)^\circ R$$

여기서 T_k : Kelvine의 절대온도

T_r : Rankine의 절대온도

(4) 열평형

열평형이란 온도가 높은 물질과 낮은 물질을 접촉시킬 때 온도가 높은 물질에서 낮은 물질로 열이 이동하여 두 물질이 동일한 온도가 되는 평형상태를 말하며 이러한 상태를 열역학 제0의 법

칙이라고 한다. 열역학 제0법칙에서 평형상태에 있는 물질은 같은 값을 지니는 물리량으로 볼 수 있는데 이것을 온도라고 한다.

제2절 압력

압력에는 기압, 대기압, 증기압, 수압, 유압 등 여러가지가 있다.

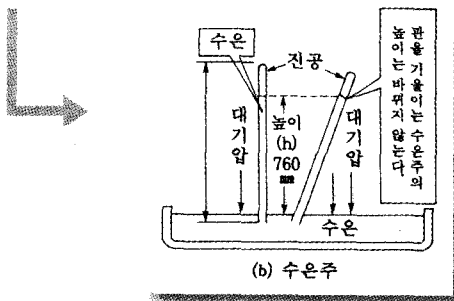
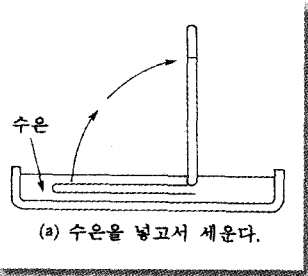
어떤면에 작용하는 힘을 압력이라 하며 일반적으로 면적 1cm²위에 1kg의 힘이 작용할 때의 압력을 단위로서 1kg/cm²이라고 나타낸다.

이밖에 압력의 단위에는 kg에 f(포스 = 힘)을 넣어서 kgf/cm²를 사용하는 수도 있다. 국제단위계(SI 단위계)에서는 MPa(메가파스칼)의 단위를 사용한다.

$$1\text{MPa} \approx 10\text{kgf/cm}^2$$

1. 표준대기압

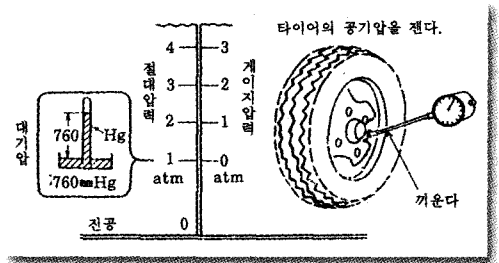
정확하게 표준대기압은 0°C의 수은주 760mm로 보통은 760mmHg라고 쓴다. (그림 2-1)



(그림 2-1) 수은주의 높이로 대기압을 나타낸다 (Hg은 수은의 원자기호)

2. 게이지압력과 절대압력

안력을 측정하는 데는 압력계를 사용한다. 압력계로는 공기, 물, 기름, 증기 등의 압력을 측정할 수가 있는데, 이 경우는 대기압과의 계기(게이지)로 잰 압력을 말하는 것이므로 이것을 게이지 압력이라고 하고, 단위기호는 kg/cm²g라 쓴다. (그림 2-2)



(그림 2-2) 절대압력과 게이지 압력의 차이

지구 표면의 대기압은 1.03kg/cm²이라고 하는데 이 표준대기압의 0을 기점으로 하여 압력의 높낮이를 재는 것이 게이지 압력이다.

예를 들면 기밀한 용기속의 공기를 펌프로 빼가면 용기속의 공기는 최후에는 없어져 버려서 진공의 상태가 된다.

이 상태를 기점으로 하여 재는 압력을 절대압력이라고 한다. 이 경우 단위기호에 kg/cm²abs 혹은 kg/cm² 절대라고 써서 게이지압력과 구별하고 있다. 단순히 kg/cm²라고만 써 있을 때는 게이지압력인지 절대압력인지 모르므로 전후의 문장에서 판단하는 수밖에 없다.

이 절대압력의 경우는 「절대압 + 게이지압력」이 되므로, 예를 들면 게이지압력이 5kg/cm² 라면 절대압력은 6kg/cm² (정확하게는 6.03이지만 보통 간단히 6.0이라고 한다)가 되므로 이 점을 충분히 주의하여 기억하여 둘 필요가 있다.

kg/cm²의 G는 gauge(게이지), 즉 계기의 머리문자를 따고 있다. kg/cm²abs는 absolute(업솔루트), 즉 절대의 약문자 abs를 사용하고 있다. 그 밖에

게이지압력의 기호로서 atg, 절대압력의 기호로써 ata를 사용하는 수도 있다.

3. 수두압

수두압이란 압력이 비교적 낮을 경우, 높이가 중요하지 않는 조용한 수면을 가진 수주의 저면에 미치는 압력을 나타낼 경우에 사용된다. 이것을 그림 2-3에 나타내는데 이 수두압의 경우 수주의 높이를 m로 나타낸다.

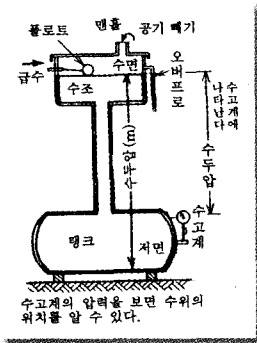
대기압은 이 수주에서 측정하여 보면 10m에 해당된다. 따라서 10m = 1kg/cm²가 되는 것이다. 이 수두압은 온수보일러나 온수조에 사용되며 수두압을 재는 계기를 수고계라고 한다.

또 작은 압력의 단위에 수주m를 사용한다. 이것은 대기압등 조그만 압력의 경우, 예를 들면 0.02kg/cm²과 같은 것은 일반의 압력계로는 표시하기가 어려우므로 수주 mm로서 나타낸다.

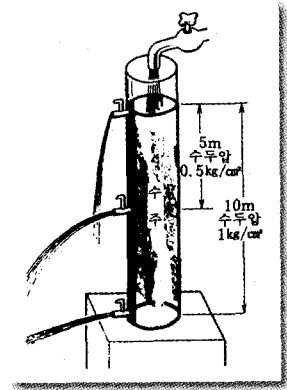
- 수주 10m = 1kg/cm² = 수주 10,000mm
- 수주 1m = 0.1kg/cm² = 수주 1,000mm
- 수주 0.1m = 0.01kg/cm² = 수주 100mm

즉 전자의 0.02kg/cm²은 수주에서는 200mm(20cm)가 된다.

수주를 나타내는 기호로서 Aq 또는 H₂O를 사용하는 수도 있다. 이 Aq는 라틴어의 아쿠어(물)의 약문자이며, H₂O는 물의 화학기호이다. 따라서 10mAq(또는 10mH₂O)라고 쓰여졌으면 수주 10m라는 것이다.



(그림 2-3) 수두압



(그림 2-4) 수압(수심)에 의해서 물의 분출력이 다르다.

제3절 비중 및 비중량

1. 비중

물체의 비중은 물체와 동일한 체적의 물의 무게에 대한 물체 무게의 비로 정의하고 s로 표기한다. 고체나 액체의 비중은 4(°C) [39.2(F)]의 순수한 물을 기준으로 한다. 그러나 경우에 따라서는 기체의 비중은 표준상태의 공기를 기준으로 한다.

$$s = \frac{\text{물체의 무게}}{\text{동체적의 4(°C)에서 물의 무게}} = \frac{\gamma}{\gamma_w}$$

여기서, γ_w 는 4(°C)에서의 물의 비중량을 의미한다.

2. 비중량

단위 체적당의 중량으로 정의하고 γ 로 표시한다. V를 체적, W를 중량이라고 하면 비중량 γ 는

$$\gamma = \frac{W}{V} = \frac{I}{V_s} = \frac{P}{RT}$$

여기서는 V_s 는 비체적, P는 기체의 절대압력 R는 기체상수, T는 절대온도이다. 물의 비중량은

$$\begin{aligned} \gamma_w &= 9,800(\text{N/cm}^2) \text{ [절대단위, SI 단위]} \\ &= 1,000(\text{kgf/cm}^2) \text{ [중력단위]} \end{aligned}$$