



流體的壓力



單元學習內容

- 壓力的定義
- 壓力的表示法
- 流體的靜壓力
- 壓力的單位
- 壓力的因次
- 壓力的測量



壓力的定義

- 物體每單位面積所承受的垂直作用力

$$\text{壓力} = \frac{\text{垂直作用力}}{\text{面積}}$$

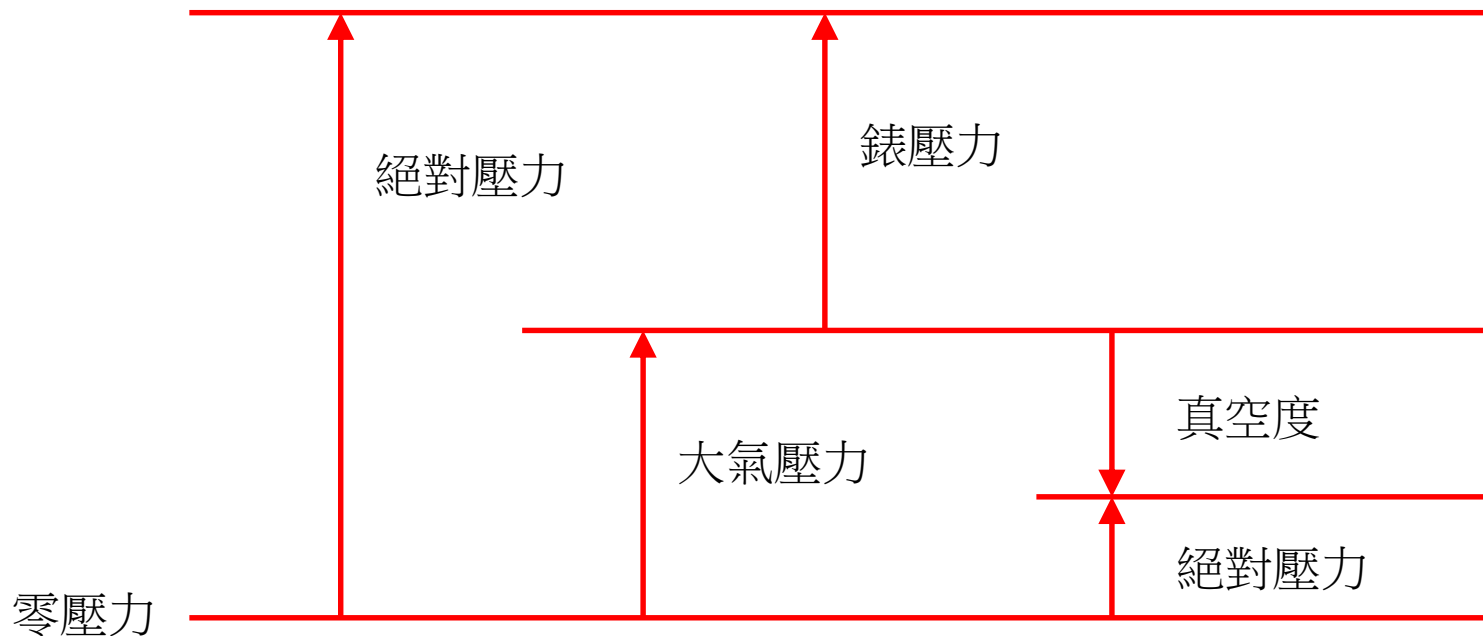


壓力的表示法---1

- 絕對壓力 (Absolute pressure) :
流體真正承受的壓力
- 計示壓力 (Gauge pressure) :
表示高出大氣壓力多少壓力
- 真空度 (Vacuum degree) :
表示低於大氣壓力多少壓力

壓力的表示法---2

- 絕對壓力 = 大氣壓力 + 計示壓力
- 絕對壓力 = 大氣壓力 - 真空度





計算一

一開放貯槽直徑6m，存放密度 910 kg/m^3 油液體，液體高度2m，若大氣壓力為101.3KPa，求貯槽底部的絕對壓力及計示壓力各為何？



解答一

$$\text{計示壓力} = 910 \times 2.0 \times 9.8 = 17800 \text{Pa}$$

$$\text{絕對壓力} = 17.8 + 101.3 = 119.1 \text{KPa}$$



計算二

有一開口容器，直徑為 5.0m，深度為 3.0m，裝有密度為 900 kg/m^3 的油。若油裝滿整個容器，又大氣壓力為 101.3 kPa ，求容器底部受到的絕對壓力為多少 kPa ？錶壓力為多少 kPa ？



解答二

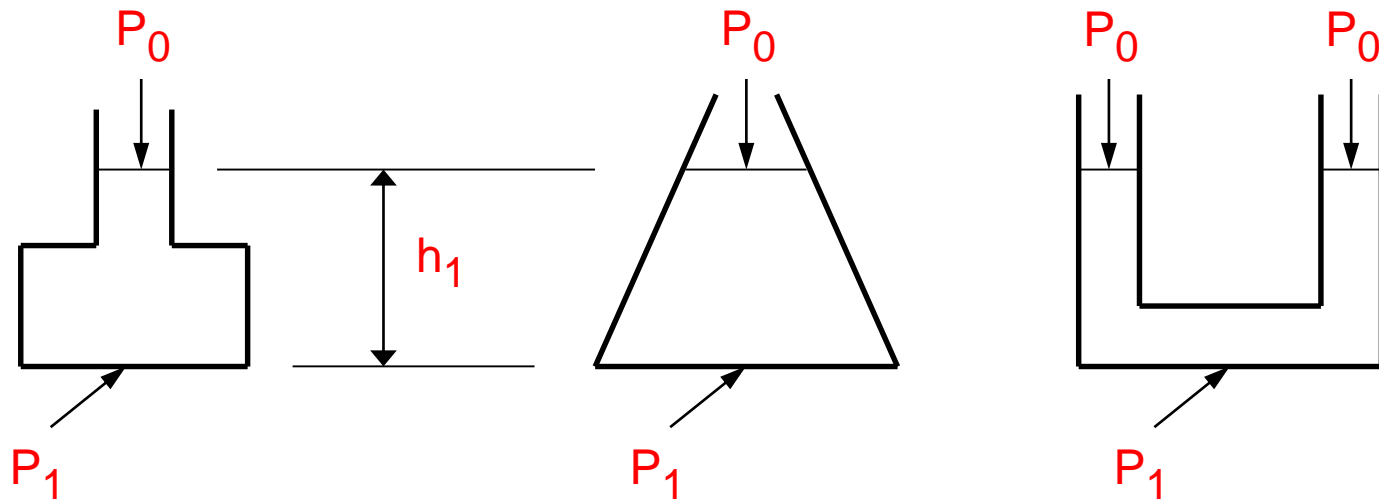
已知 $P_1 = 101.3 \text{ kPa}$, $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$

$$h_2 - h_1 = 3.0 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} P_2 &= P_1 + (h_2 - h_1) \rho g \\ &= 101.3 \text{ kPa} + (3.0 \text{ m} \times 900 \text{ kg/m}^3 \\ &\quad \times 9.8 \text{ m/s}^2) / (1000) \\ &= 127.76 \text{ kPa (abs.)} \\ &= (127.76 - 101.3) \text{ kPa (G)} \\ &= 26.46 \text{ kPa (G)} \end{aligned}$$

流體的靜壓力

- 巴斯卡原理(Pascal's principle)：靜止流體中，任何地方的壓力在各方向均相同。



不同形狀容器中，同一水平面的液體有相同的壓力



流體靜力學公式推導-1

- 假設：流體柱的斷截面積為 (s) 平方公尺，高度 (z) 公尺處的壓力為 (P) 牛頓，密度為 (ρ) kg/m^3 。

流體靜力學公式推導-2

- 垂直作用於體積 $s \times dz$ 上的三力分別為
 - 作用於 z 平面上的壓力： ps
 - 壓力作用於 $z+dz$ 平面的向下壓力： $(p+dp)s$
 - 作用於 sdz 的向下引力： $(g/g_c)\rho s dz$



流體靜力學公式推導-3

- 當流體達力平衡時，此三力的合力為零，即

$$ps - (p + dp)s - \rho \frac{g}{g_c} sdz = 0$$

簡化後得 $dp + \frac{g}{g_c} \rho dz = 0$



流體靜力學公式推導-4

- 對不可壓縮流體而言， ρ 為定值
則

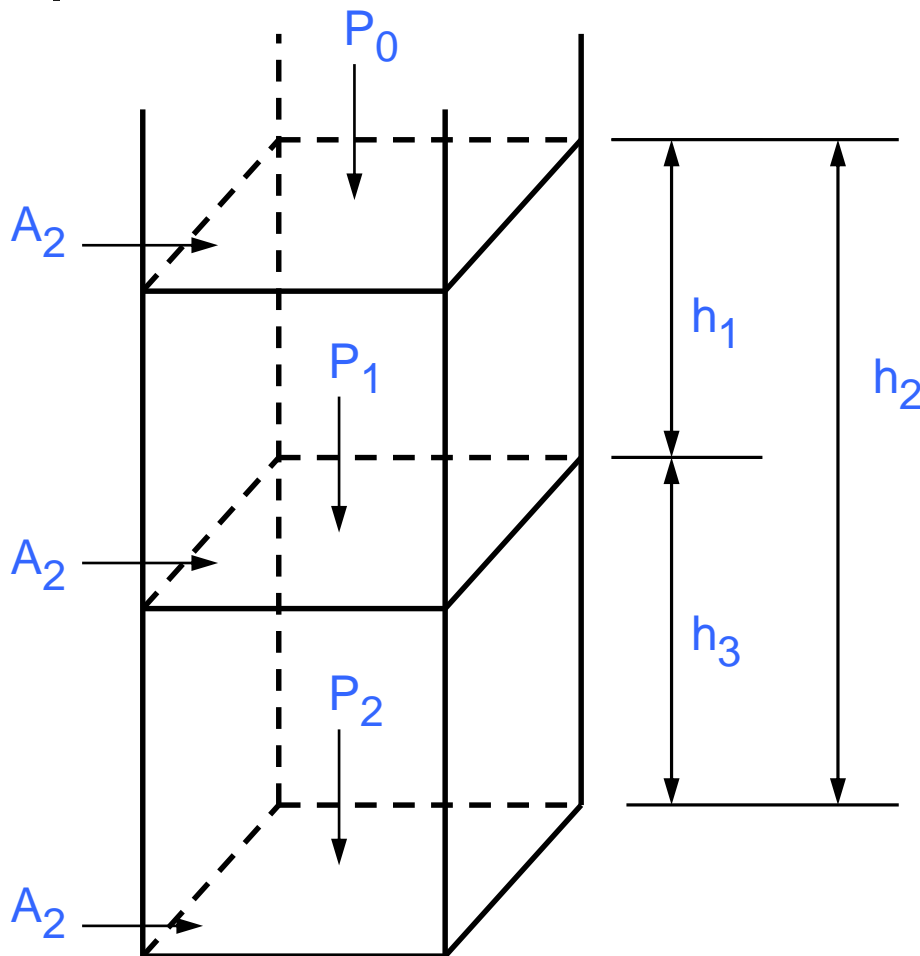
$$\frac{p_b}{\rho} - \frac{p_a}{\rho} = \frac{g}{g_c} (z_a - z_b)$$



結論

流體所處的位置愈低，
所受的壓力愈大。

流體的靜壓力



$$P_2 = P_1 + (h_2 - h_1)\rho g / g_c$$
$$= P_1 + h_3\rho g / g_c$$



壓力的單位

- **1atm = 760mmHg = 76cmHg**
= 760torr
= 101325Pa (= N/m²)
= 101.3kPa
= 29.92inHg
= 14.7psi (= lb_f/in²)
= 1.013bar = 1013mbar
= 10.336mH₂O
= 1.0336Kg_f/cm²



壓力的因次

■ 絕對系統

常用基本量為：質量(M)、長度(L)、
時間(t)

壓力的因次： M/Lt^2

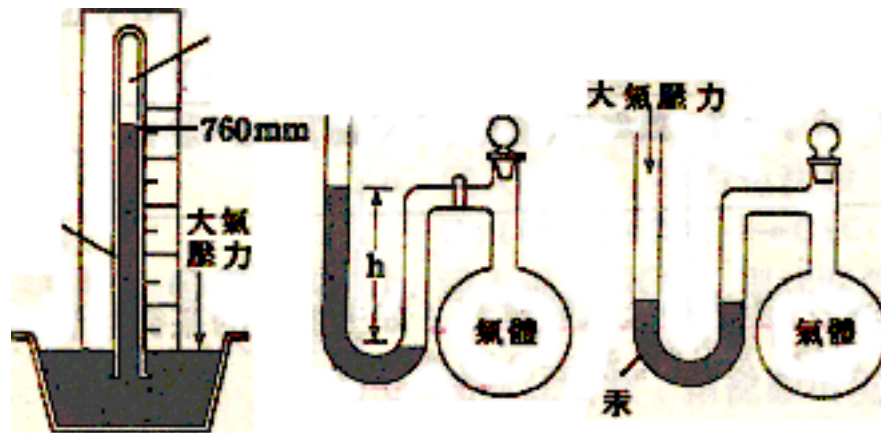
■ 工程系統

常用基本量為：質量(M)、長度(L)、
時間(t)、力(F)

壓力的因次： F/L^2

壓力的測量

- 閉口式壓力計
- 開口式壓力計





閉口式壓力計

▶ 氣體壓力 = **h mmHg**



開口式壓力計

- ▶ 氣體壓力 = 大氣壓力 + **h**
mmHg
- ▶ 氣體壓力 = 大氣壓力 - **h**
mmHg