

Chap. 1 Introduction

§1.0 流體力學在日常生活中的應用的範圍

流體力學在日常生活中的應用可說是無所不在，舉凡如昆蟲的翅膀、飛機的航行、船艦、潛艇、汽車風阻、氣球、太陽、健身器材、風箏、血液在人體內的流動……等，都是流體力學研究與應用的範疇。

由於流體力學的研究與應用範圍是如此的廣泛，在科學的研究上我們大致可以將流體力學分為三大主要的領域來探討：

流體靜力學 (Statics)

流體運動學 (Kinematics)

流體動力學 (Dynamics)

而倘若再做更細部的分類，就有了許多的學科，如：

氣象學(Meteorology)

水利學(Hydraulics)

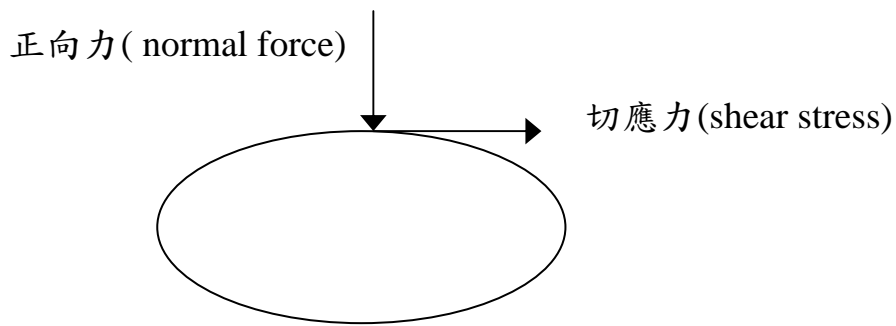
天體物理學(Astrophysics)

運輸學(Transportation)

物理海洋學(Physical oceanography)

舉實例來說，如：龍捲風、颱風等。

§1.1 流體的定義



Fluid: A fluid is a substance that is deformed continuously under the application of a shearing (tangential) stress no matter how small that shear stress is.

流體：受任何切應力作用即發生連續性形變。

Solid: A solid is a substance that is deformed when a shear stress is applied but it discontinues to deform.

固體：受切應力發生形變時並非是連續性的。

§1.2 基本定律

一般在研究流體力學時，有三大最為基本的定律是一切流體力學的根本，並可由這三個基本定律分別推導出用以描述流體的數學方程。

(1) 質量保守

(Conservation of mass \longrightarrow Continuity eq.)

(2) 能量保守(即熱力學第一定律)

(Conservation of energy \longrightarrow Thermodynamic eq.)

(3) 動量保守

(Conservation of momentum \longrightarrow Momentum eq.)

我們可以由數學推導的過程中，得之影響流體的主要變數為：

運動場—速度 $V(u,v,w)$ ；

質量場—壓力 P 、密度 ρ 、溫度 T ；

然而現實中卻有未盡人意的地方。流體在現實上有兩項困難的地方是僅以方程式難以作完整的敘述的：

- (1) 流體在幾何條件邊界條件上並非一定。
- (2) 流體的狀態與性質常是非線性。

e.g. Chaos：

- 1.Non-linearity
- 2.Sensitivity to I.C.
- 3.Complexity
- 4.Aperiodic

Lorenz(1963)：

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{dx}{dt} = 10(y - x) \\ \frac{dy}{dt} = -xz + 28x - y \\ \frac{dz}{dt} = xy - \frac{8}{3}z \end{array} \right.$$

§1.3 流體的因次(dimension)與單位(unit)

在研究流體力學時，所有的物理量我們都可以將其以四種最基礎的因次表示：質量 M；長度 L；時間 T；溫度 θ 。

但在學術上有時為求方便會將力 F 作為第五個基礎因次。由於 $F=M \cdot a = M \cdot LT^{-2}$ 所以在作因次分析時便有了 MLT 制與 FLT 制兩種：

QUANTITY	MLT 制	FLT 制
Area (A)	L^2	
Volume (V)	L^3	
Velocity (V)	LT^{-1}	
Acceleration (a)	LT^{-2}	
Force (F)	MLT^{-2}	F
Density (ρ)	ML^{-3}	
Pressure (P) Stress	$ML^{-1}T^{-2}$	FL^{-2}
Energy (E)	ML^2T^{-2}	FL
Momentum (p)	MLT^{-1}	FT
Dynamic Viscosity (μ)	$ML^{-1}T^{-1}$	
Kinematic Viscosity (ν)	L^2T^{-1}	

(註):

1、關於因次的介紹詳見第七章

$$2、\nu = \mu / \rho$$