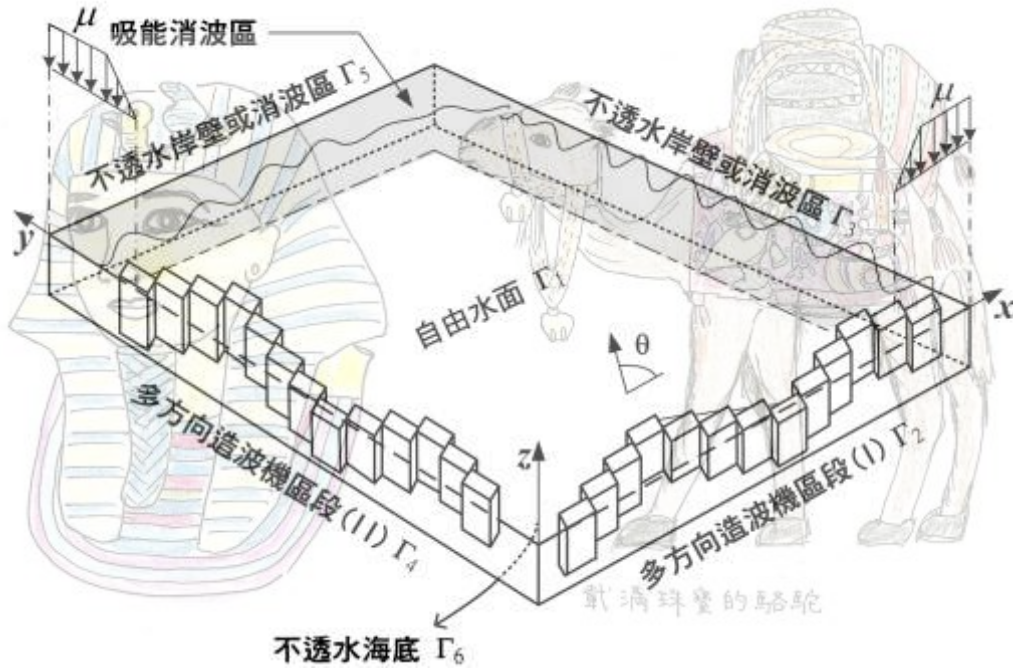


平面蛇型造波水槽



平面蛇型造波水槽

2011 埃及尼羅河之旅

1. 3 維理想流體強非線性波運動
2. 直線型活塞式造波板蛇型造波機造波方程式
3. L 型活塞式造波板蛇型造波機造波方程式
4. 領域表面上速度勢函數與導函數間的關係式

如上圖，平面蛇型造波水槽由自由水面 Γ_1 、第 1 造波板 Γ_2 、具有吸能消波效應不透水岸壁 Γ_3 、第 2 造波板 Γ_4 、具有吸能消波效應不透水岸壁 Γ_5 及海底 Γ_6 構成的封閉領域，將各領域以 $n_i (i=1\sim 6)$ 個面元素離散。依 3 維邊界元素法四邊形線性元素，領域表面上的 ϕ 及 $\bar{\phi}$ 的關係，可下列部份矩陣形式表示。

$$\begin{Bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \\ \phi_3 \\ \phi_4 \\ \phi_5 \\ \phi_6 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & k_{13} & k_{14} & k_{15} & k_{16} \\ k_{21} & k_{22} & k_{23} & k_{24} & k_{25} & k_{26} \\ k_{31} & k_{32} & k_{33} & k_{34} & k_{35} & k_{36} \\ k_{41} & k_{42} & k_{43} & k_{44} & k_{45} & k_{46} \\ k_{51} & k_{52} & k_{53} & k_{54} & k_{55} & k_{56} \\ k_{61} & k_{62} & k_{63} & k_{64} & k_{65} & k_{66} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \bar{\phi}_1 \\ \bar{\phi}_2 \\ \bar{\phi}_3 \\ \bar{\phi}_4 \\ \bar{\phi}_5 \\ \bar{\phi}_6 \end{Bmatrix} \quad (A)$$

將 1. ~3. 所示邊界條件代入上式得

$$\begin{bmatrix} k_{11} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ k_{21} & -I & 0 & 0 & 0 & 0 \\ k_{31} & 0 & -I & 0 & 0 & 0 \\ k_{41} & 0 & 0 & -I & 0 & 0 \\ k_{51} & 0 & 0 & 0 & -I & 0 \\ k_{61} & 0 & 0 & 0 & 0 & -I \end{bmatrix}^{t+1} \begin{Bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \\ \phi_3 \\ \phi_4 \\ \phi_5 \\ \phi_6 \end{Bmatrix}^{t+1} = \begin{Bmatrix} k_{12}U_1 + k_{14}U_2 + \phi_1 \\ k_{22}U_1 + k_{24}U_2 \\ k_{32}U_1 + k_{34}U_2 \\ k_{42}U_1 + k_{44}U_2 \\ k_{52}U_1 + k_{54}U_2 \\ k_{62}U_1 + k_{64}U_2 \end{Bmatrix}^{t+1} \quad (B)$$

自由水面上

$$\phi_1^{t+1} = \phi^t + \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\partial \phi_1}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi_1}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi_1}{\partial z} \right)^2 \right]^t \Delta t - gz^{t+1} \Delta t \quad (C)$$

具有吸能消波效應自由水面上

$$\phi_1^{t+1} = \phi^t + \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\partial \phi_1}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi_1}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi_1}{\partial z} \right)^2 \right]^t \Delta t - gz^{t+1} \Delta t - \frac{p^t}{\rho} \Delta t \quad (D)$$

$$\begin{cases} x^{t+1} = x^t + \frac{\partial \phi_1^t}{\partial x} \Delta t \\ y^{t+1} = y^t + \frac{\partial \phi_1^t}{\partial y} \Delta t \\ z^{t+1} = z^t + \frac{\partial \phi_1^t}{\partial z} \Delta t \end{cases} \quad (E)$$

對時間反覆計算過程如下：

- ① $t=0$ 時刻，呈靜止狀態， ϕ_2^t 、 ϕ_3^t 、 ϕ_4^t 、 ϕ_5^t 、 ϕ_6^t 、 ϕ_1^{t+1} 均為 0。
- ② $t=t \Delta t$ 時刻的造波板運動速度為 $U_1(t)$ 、 $U_2(t)$ ，解(B)式得 ϕ_1^t ，依(C)或(D)式得 $(t+1) \Delta t$ 時刻 ϕ_1^{t+1} ，從(E)式求得 $(t+1) \Delta t$ 時刻自由表面水粒子位置 $(x^{t+1}, y^{t+1}, z^{t+1})$ 。
- ③ 對 $(t+1) \Delta t$ 時刻水面波形，重新計算(A)式。

反覆上述②、③即可。