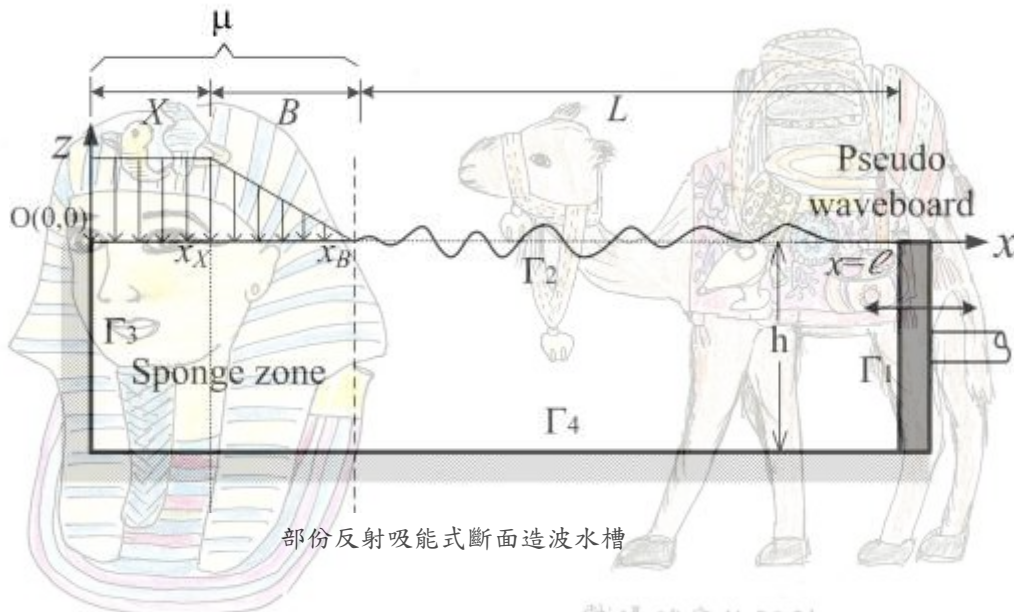


部份反射吸能式斷面造波水槽



如上圖，在活塞式 2 維造波水槽不透水岸壁前設置虛擬吸能消波區(Sponge zone)。

1. 活塞式造波板造波方程式 2011 埃及尼羅河之旅
2. 理想流體強非線性波運動
3. 虛擬吸能消波裝置
4. 邊界線上速度勢函數與導函數間的關係式

將斷面造波水槽邊界線分割成，虛擬造波板 Γ_1 、自由水面 Γ_2 、岸壁(或斜面) Γ_3 及不透水海底面 Γ_4 ，分別以 n_i ($i=1\sim 4$)個線性元素離散，將邊界線上速度勢函數與導函數間的關係式，以下列部分矩陣形式表示

$$\begin{Bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \\ \phi_3 \\ \phi_4 \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} & k_{13} & k_{14} \\ k_{21} & k_{22} & k_{23} & k_{24} \\ k_{31} & k_{32} & k_{33} & k_{34} \\ k_{41} & k_{42} & k_{43} & k_{44} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \bar{\phi}_1 \\ \bar{\phi}_2 \\ \bar{\phi}_3 \\ \bar{\phi}_4 \end{Bmatrix} \quad (\text{A})$$

5. 連立方程式

將 1~3 所示邊界條件代入上式得

$$\begin{bmatrix} -I & k_{12} & 0 & 0 \\ 0 & k_{22} & 0 & 0 \\ 0 & k_{32} & -I & 0 \\ 0 & k_{42} & 0 & -I \end{bmatrix}^{t+1} \begin{Bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \\ \phi_3 \\ \phi_4 \end{Bmatrix}^{t+1} = \begin{Bmatrix} k_{11}U \\ k_{21}U + \phi_2 \\ k_{31}U \\ k_{41}U \end{Bmatrix}^{t+1} \quad (B)$$

$$\phi_2^{t+1} = \phi_2^t + \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\partial \phi_2}{\partial s} \right)^2 + \left(\frac{\partial \phi_2}{\partial n} \right)^2 \right] \Delta t - g z^{t+1} \Delta t - \frac{p^t}{\rho} \Delta t \quad (C)$$

Δt 為時間差分間距，對時間逐次演算過程如下：

- ① $t=0$ 時刻，呈靜止狀態， ϕ_2^t 、 ϕ_4^t 、 ϕ_3^t 、 ϕ^{t+1} 均為 0
- ② $t=t\Delta t$ 時刻造波板運動速度為 $U(t)$ ，解(B)式得 ϕ_2^t ，依(C)式得 $(t+1)\Delta t$ 時刻的 ϕ_2^{t+1} ，從下式

$$\left. \begin{aligned} x^{t+1} &= x^t + \frac{\partial \phi^t}{\partial x} \Delta t \\ z^{t+1} &= z^t + \frac{\partial \phi^t}{\partial z} \Delta t \end{aligned} \right\}$$

求得 $(t+1)\Delta t$ 時刻自由表面水粒子位置 (x^{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。

載滿貨品的驢子

阿拉丁神燈