

重複波波壓

1. 微小振幅波

波受結構物反射時因衝擊會有能量損失，反射率通常會小於1，即形成**完全重複波**機會比較少，通常都會形成**部分重複波**。座標原點設在靜水面與壁面交點，反射率為 k_R ，入射波振幅及角週波數分別為 a 及 k ，水深為 h 時，依完全重複波，波形 ζ 及速度勢 Φ 可以下式表示

$$\begin{aligned}\zeta &= a \cos(kx - \sigma t) + a k_R \cos(kx + \sigma t) \\ &= 2a k_R \cos kx \cos \sigma t + a(1 - k_R) \cos(kx - \sigma t) \\ \Phi &= -a \frac{\cosh k(z+h)}{\sinh kh} [2k_R \cos kx \cos \sigma t - (1 - k_R) \sin(kx - \sigma t)]\end{aligned}$$

將上式代入下列壓力方程式

$$\frac{p}{\rho g} = -gz - \frac{\partial \Phi}{\partial t} \quad \text{2011 埃及尼羅河之旅}$$

得水中任意1點的波壓如下

$$\frac{p}{\rho g} = -z + a \frac{\cosh k(z+h)}{\cosh kh} [2k_R \cos kx \cos \sigma t + (1 - k_R) \cos(kx - \sigma t)]$$

2. 有限振幅波

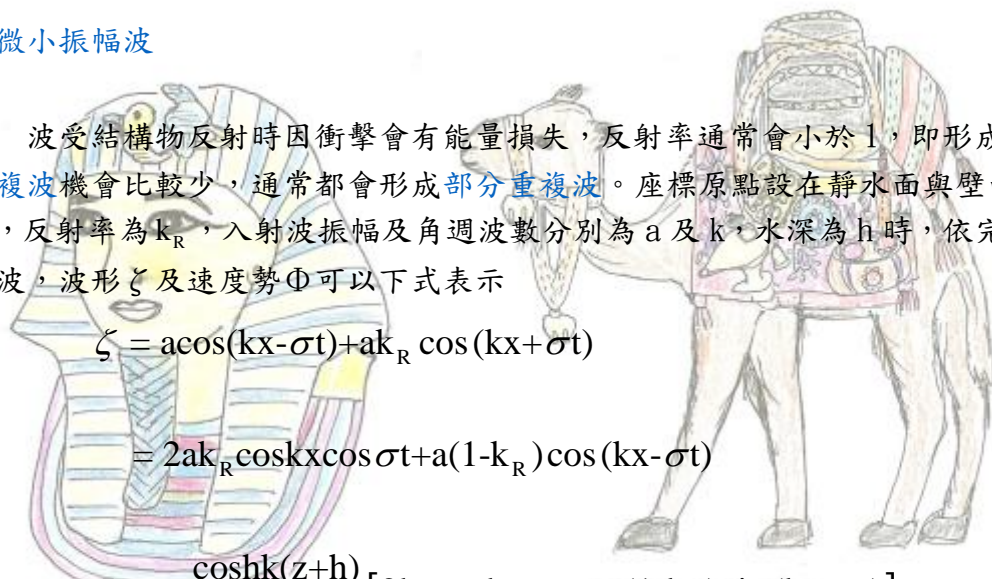
1928年 [Saintflou](#) 利用 [Lagrange](#) 方法導得的餘擺重複波加以近似，得水粒子運動為

$$\bar{x} = \bar{x} - H \frac{\cosh k(\bar{z} + h_0)}{\sinh kh_0} \sin k\bar{x} \cos \sigma t$$

$$\bar{z} = \bar{z} + H \frac{\sinh k(\bar{z} + h_0)}{\sinh kh_0} \cos k\bar{x} \cos \sigma t$$

H 表示波高， h_0 為從 x 軸算起水深， (\bar{x}, \bar{z}) 表示水粒子平均位置。

令 $\bar{z} = 0$ 及 $\bar{z} = \zeta$ ，得波形如下



載滿貨品的駱駝

阿拉丁神燈

$$x = \bar{x} - H \coth kh_0 \sin k\bar{x} \cos \sigma t$$

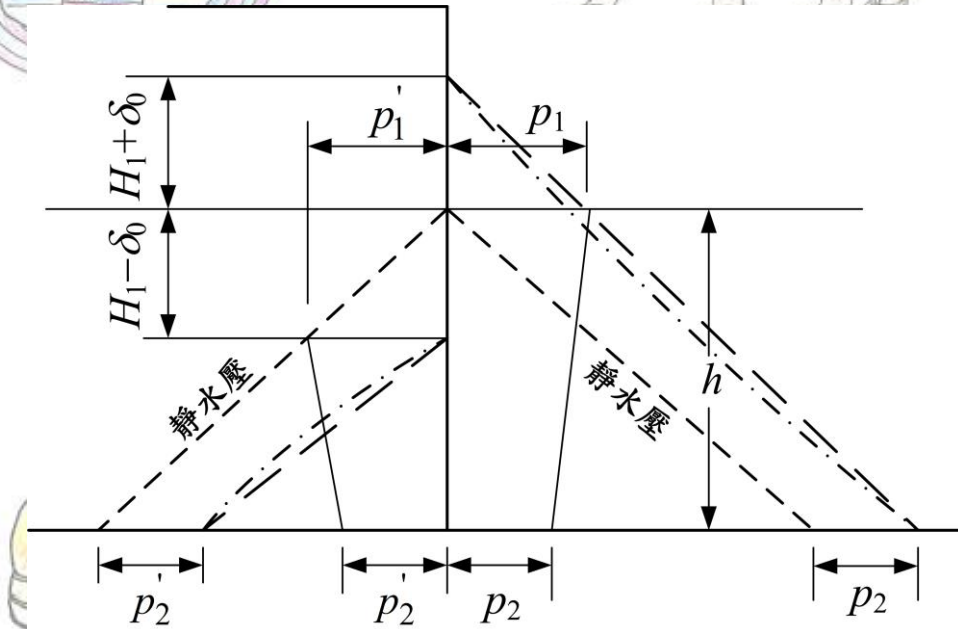
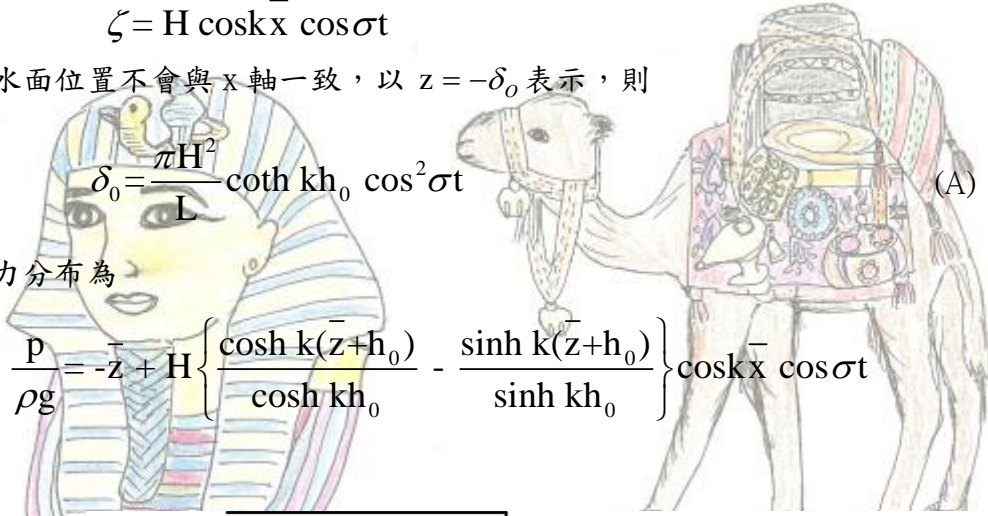
$$\zeta = H \cos k\bar{x} \cos \sigma t$$

靜水面位置不會與 x 軸一致，以 $z = -\delta_0$ 表示，則

$$\delta_0 = \frac{\pi H^2}{L} \coth kh_0 \cos^2 \sigma t$$

壓力分布為

$$\frac{p}{\rho g} = -z + H \left\{ \frac{\cosh k(z+h_0)}{\cosh kh_0} - \frac{\sinh k(z+h_0)}{\sinh kh_0} \right\} \cos k\bar{x} \cos \sigma t$$



Sainflou 波壓分佈

1 點鎖線為依上式計算的 Sainflou 波壓分佈。從靜水面算起平均水位，可由(A)式，令 $\cos^2 \sigma t = 1$ ，得水面上昇量 δ_0 如下

$$\delta_0 = \frac{\pi H_1^2}{L} \coth \frac{2h\pi}{L}$$

H_1 表示入射波波高。

Sainflou 為方便實用，將一點鎖線以直線加以近似，得波峰及波谷到達時波壓分布如下。

載滿貨品的驢子 阿拉丁神燈

波峰到達：

$$p_1 = \rho g \left(h + \frac{H_1}{\cosh kh} \right) \frac{H_1 + \delta_0}{H_1 + \delta_0 + h}$$

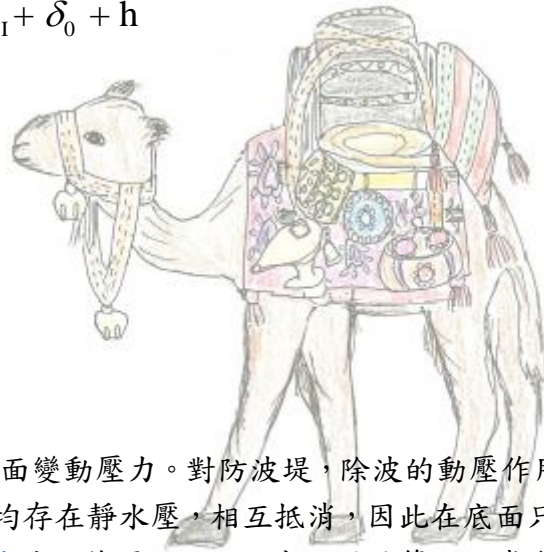
$$p_2 = \rho g \frac{H_1}{\cosh kh}$$

波谷到達：

$$p'_1 = \rho g (H_1 - \delta_0)$$

$$p'_2 = \rho g \frac{H_1}{\cosh kh}$$

p'_1 及 p_2 如圖所示，表示因波引起底面變動壓力。對防波堤，除波的動壓作用外，尚有靜水壓作用，由於防波堤兩側均存在靜水壓，相互抵消，因此在底面只有動壓存在。依過去經驗，在微小振幅波適用範圍內，依上式所得計算值通常會與實驗值一致，但是波形尖度增大時，理論值會有高估趨勢。



回海岸水力學011 駝隊類羅弼之施海洋工作站



載滿貨品的驢子



阿拉丁神燈