

波力

1. 作用於直立壁波力

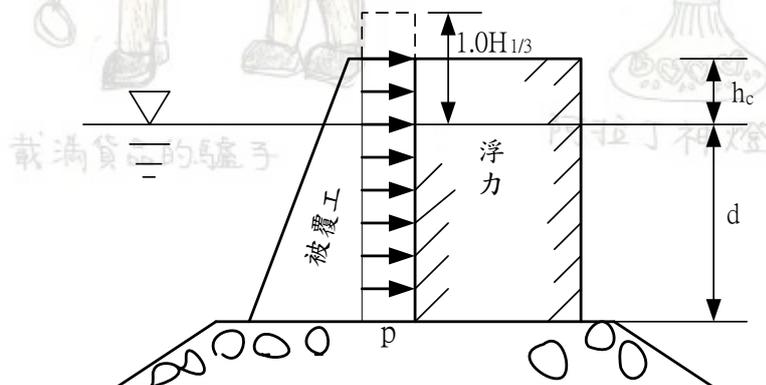
作用於直立壁波力隨作用波浪形態而異，可分類為重複波、衝擊波力(碎波力)及不規則波等。目前常用波力公式如下：

- ① 合田不規則波防波堤作用力公式
- ② Saiflou 重複波防波堤作用力公式
- ③ Minikin 碎波防波堤作用力公式
- ④ 廣井經驗防波堤作用力公式
- ⑤ 防波堤設置於灘線海側碎波後防波堤作用力
- ⑥ 防波堤設置於灘線陸側碎波後防波堤作用力

2. 作用於消波塊被覆直立壁波力

衝擊碎波力可能發生時，可於直立堤前面被覆消波塊。配置消波塊被覆工目的除減少碎波力作用力，常用於縮小堤體斷面，或改善既有防波堤安定性或減少反射率。此時應注意消波塊被覆工只有在被覆層頂高於堤體(等於)而且寬度夠寬時才会有減波壓效果，寬度不足或頂高過低時，波會在消波塊被覆工上產生碎波，反而增加波力。通常採2排並列時，頂高必須大於 $0.5H_{1/3}$ 。

① 森平式(1967)



為減輕作用於直立壁波力及反射波，可於直立壁前被覆消波塊，消波工頂部與直立堤堤頂高度一樣，被覆工寬度夠寬時，作用於消波塊被覆直立壁波壓可以下列平均波壓強度計算，不同條件時應作水工模型實驗決定。

$$p = 1.0\gamma_w H_{1/3} \quad (kN / m^2)$$

γ_w : 海水單位體積重量。

壁體有浮力作用，上揚力包含其內。當波浪斜向入射時可以下式計算。

$$p = 1.0\gamma_w H_{1/3} \cos \beta \quad (kN / m^2) \quad (0 \leq \beta \leq 45^\circ)$$

$$p = 0.7\gamma_w H_{1/3} \quad (kN / m^2) \quad (\beta > 45^\circ)$$

② 谷本修正合田公式(1976)

$$\zeta^* = 0.75(1 + \cos \beta) \lambda H_{\max}$$

$$p_1 = \frac{1}{2}(1 + \cos \beta) \lambda \alpha_1 \gamma_w H_{\max}$$

$$p_2 = \frac{p_1}{\cosh(2\pi h / L)}$$

$$p_u = \frac{1}{2}(1 + \cos \beta) \lambda \alpha_1 \alpha_2 \gamma_w H_{\max}$$

其餘波壓係數如合田公式， λ 表示消波塊被覆工引起波壓減少率，通常在 0.8 以下，故取 0.8。

3. 斜面被覆石及被覆塊質量

斜面上被覆工所需質量、通常以 Hudson 公式 估算。

- ① 消波塊穩定係數
- ② 消波塊必要質量

上述 Hudson 公式僅依坡面坡度及波高推定質量，Van der Meer 加入週期、透

水性參數、波作用個數 N 、斷面受害程度 S 等參數，推導出下列傾斜堤被覆石必要安定質量。

a) 捲入碎波

$$\frac{H_{1/3}}{(S_r - 1)D_{n50}} = 6.2P^{0.18} \left(S / \sqrt{N} \right)^{0.2} / \sqrt{\xi_m} \quad \xi_m < \xi_c$$

b) 洶湧碎波

$$\frac{H_{1/3}}{(S_r - 1)D_{n50}} = 1.0P^{-0.13} \left(S / \sqrt{N} \right)^{0.2} / \sqrt{\cot \beta} \quad \xi_m \geq \xi_c$$

$$\xi_m = \tan \beta / \sqrt{2\pi H_{1/3} / gT_m^2}$$

$$S = A / D_{n50}$$

$$D_{n50} = (M / \rho_r)$$

A: 侵蝕面積

D_{n50} : 被覆材視尺寸

T_m : 平均週期，依周波數譜力矩算出

4. 合成堤拋石基礎被覆材必要質量

谷本對不規則波作用時，合成堤基礎被覆材必要質量，提案如下式。

$$M = \frac{\rho_r}{N_s^3 (S_r - 1)^3} H_{1/3}^3$$

$$N_s = \max \left\{ 1.8, \left[1.3 \frac{(1-\kappa)h'}{\kappa^{1/3} H_{1/3}} + 1.8 \exp \left(-1.5 \frac{(1-\kappa)^2 h'}{\kappa^{1/3} H_{1/3}} \right) \right] \right\}$$

$$\kappa = \frac{4\pi h' / L'}{\sinh(4\pi h' / L')} \sin^2(2\pi B_m / L')$$

h' : 拋石基礎(不含被覆材)上方水深

L' : h' 處波長

B_m : 拋石基礎前肩寬

5. 人工礁被覆材必要質量

針對頂寬大於潛堤，同時堤頂水深較深的人工礁，其被覆材必要質量 M ，可依下式推算。

$$M = K_t \frac{\rho_r (R + \bar{\eta}_t)^3}{(S_r - 1)^3 \cos^3 \phi}$$

$$K_t = S_n^3 f_u^6 K_v$$

R : 堤頂上方水深

$\bar{\eta}_t$: 人工礁岸側平均水位上昇量

ϕ : 堤體表面發生最大流速處堤體表面與水平面所呈角度

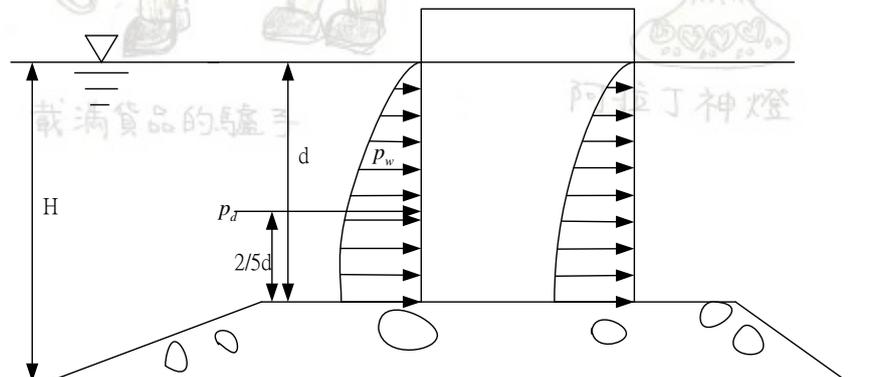
K_v : 被覆材形狀有關係數

S_n : 人工礁被覆材安定係數

f_u : 堤體表面最大流速無次元係數，為 H'_0/h 與 R/H'_0 的函數，依實驗求得

6. 地震外力

地震時作用於沉箱外力為，堤體空中質量乘以設計震度的地震力、動水壓及作用於底版的底面反作用力等 3 種。



動水壓強度 p_{dw} 可以下式表示

$$p_{dw} = \frac{7}{8} k \gamma_w \sqrt{Hy}$$

k : 設計震度

γ_w : 海水單位體積質量

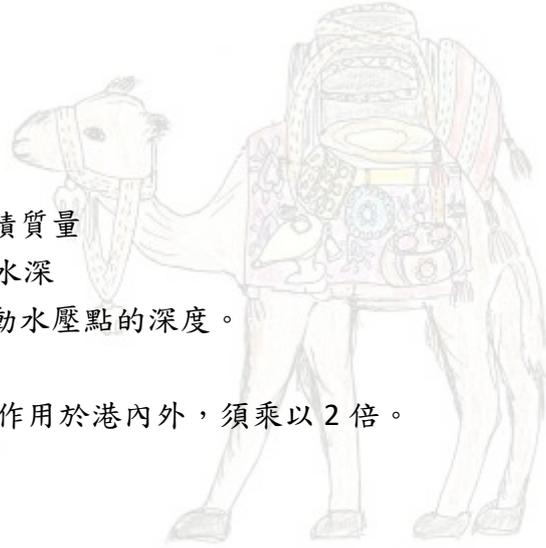
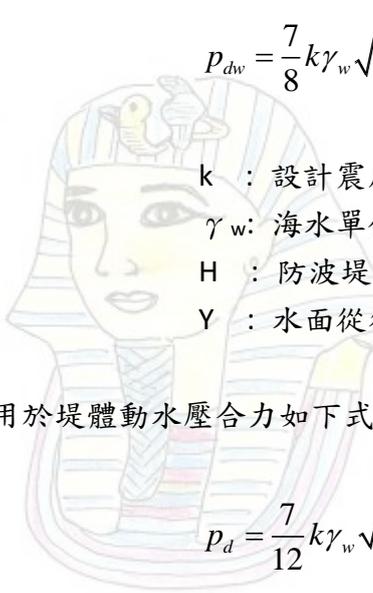
H : 防波堤設置水深

Y : 水面從欲求動水壓點的深度。

作用於堤體動水壓合力如下式，因作用於港內外，須乘以 2 倍。

$$p_d = \frac{7}{12} k \gamma_w \sqrt{Hd^3}$$

d : 沉箱設置水深



載滿珠寶的駱駝

2011 埃及尼羅河之旅

[回港灣設施設計](#)

[回港灣設計參考資料](#)



載滿貨品的驢子



阿拉丁神燈