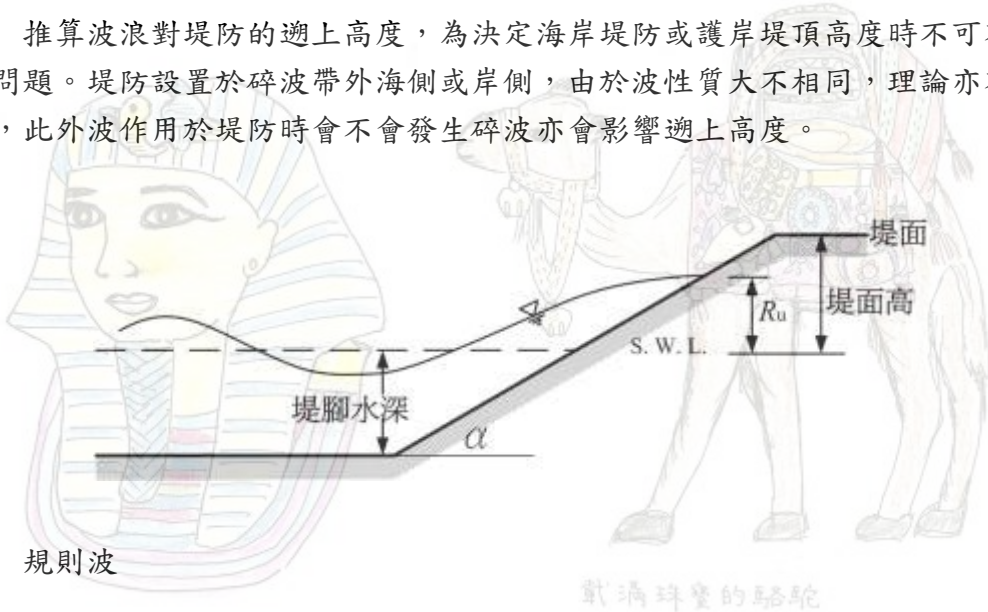


## 海岸設施設計波溯上高

推算波浪對堤防的溯上高度，為決定海岸堤防或護岸堤頂高度時不可不知的問題。堤防設置於碎波帶外海側或岸側，由於波性質大不相同，理論亦不相同，此外波作用於堤防時會不會發生碎波亦會影響溯上高度。



### 1. 規則波

(1) 堤防設置於碎波帶外海，即在堤前會形成重複波

#### ① 不發生碎波

2011 埃及尼羅河之旅

堤前水深較深、堤面坡度陡，來襲波的波形尖度較小時，波在結構物前面不會發生碎波，呈振動現象，此時的波大多屬洶湧，作用波高為

$$H = (1 + K_R) H_1$$

$H_1$ : 入射波高

$K_R$ : 反射率

重複波的平均水面在靜水面上  $\delta_0 = (\pi H^2 / L) \coth(2\pi h / L)$  處，因此波溯上高度

$R_u$  為

$$\frac{R_u}{H_1} = \frac{1}{2}(1 + K_R) + \frac{\pi}{4}(1 + K_R)^2 \coth\left(\frac{2\pi h}{L}\right)$$

#### ② 發生碎波

堤面坡度很緩，即使堤前水深很深，亦可能發生碎波。

i. 無消波塊時，溯上高度依 Hunt 的實驗公式如下

$$\frac{R_u}{H_0} = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{H_0 / L_0}}$$

ii. 設置消波塊時，溯上高度依 Gübak 的實驗公式如下

$$\frac{R_u}{H_0} = \frac{0.8\xi}{1+0.5\xi}, \quad \xi = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{H_0 / L_0}}$$

$\alpha$  : 坡面水平角度

高田參考上述經驗公式，提案下列計算式

i. 非碎波

$$\frac{R_u}{H_0} = \left( \sqrt{\frac{\pi}{2\alpha}} + \frac{h_0}{H} \right) K_s, \quad \alpha > \alpha_c$$

ii. 坡面碎波

$$\frac{R_u}{H_0} = \left( \sqrt{\frac{\pi}{2\alpha}} + \frac{h_0}{H} \right) K_s \left( \frac{\cot \alpha_c}{\cot \alpha} \right)^{2/3}, \quad \alpha < \alpha_c$$

$H_0$  : 深海波高

$H$  : 堤腳水深  $h$  處的入射波高

$K_s$  : 堤腳水深  $h$  處的淺水係數

$h_0$  : 依下式求得重複波靜水面上中分處的高度

$$\frac{h_0}{H} = \pi \frac{H}{L} \coth \frac{2\pi h}{L} \left[ 1 + \frac{3}{4 \sinh^2(2\pi h/L)} - \frac{1}{4 \coth^2(2\pi h/L)} \right]$$

$\alpha$  : 堤斜面坡度

$\alpha_c$  : 依下式求得 Miche 的完全反射臨界角

$$\sqrt{\frac{2\alpha_c \sin^2 \alpha_c}{\pi}} = \frac{H_o}{L_o}$$

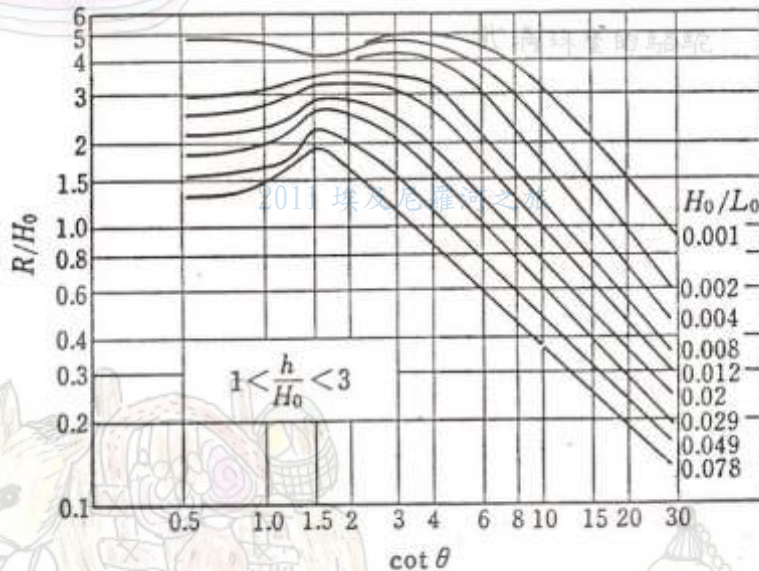
$L_o$ : 深海波波長

$L$ : 堤腳水深  $h$  處的波長

(2) 堤防設置於碎波帶岸側

堤防設置在碎波帶岸側時，係以碎波形式衝擊堤防，因此以上述公式計算即可。

Saville 在 1958 年對坡度緩於 1/10 的單一坡度進行實驗，得下圖。由圖可知，坡度緩於 1/2~1/6 時，隨坡度變緩，溯上高度有增加的趨勢，當坡度更緩時則有減少的趨勢。



圖(a) 波溯上

2. 不規則波

① 不透水斜坡

不規則波對單一斜坡的溯上高  $R_x$ ，Mase 以下式推算

$$\frac{R_x}{H_o} = a\xi^b \quad , \quad \frac{1}{30} \leq \tan \alpha < \frac{1}{5} \quad \& \quad \frac{H_o}{L_o} \geq 0.007$$

$$\xi = \tan \alpha / \sqrt{H_o / L_o} \quad : \text{surf similarity 參數}$$

係數 a, b 值如下表所示

	$R_{\max}$	$R_2$	$R_{1/10}$	$R_{1/3}$	$\bar{R}$
a	2.32	1.86	1.70	1.38	0.88
b	0.77	0.71	0.71	0.70	0.69

$R_{\max}$ ,  $R_2$ ,  $R_{1/10}$ ,  $R_{1/3}$ ,  $\bar{R}$  分別表示溯上最大值, 超過 2% 值, 1/10 最大值, 有義值及平均值, 不規則波溯上波的波個數會比入射波少。

### ② 拋石斜坡

拋石斜坡的溯上高, 依 Van der Meer 可以下列公式計算

$$\frac{R_x}{H_s} = a \xi_m \quad , \quad \xi_m \leq 1.5$$

$$\frac{R_x}{H_s} = b \xi_m^c \quad , \quad \xi_m > 1.5$$

係數 a, b, c, d 值如下表所示

	$R_{\max}$	$R_2$	$R_{1/10}$	$R_{1/3}$	$\bar{R}$
a	1.12	0.96	0.77	0.72	0.47
b	1.34	1.17	0.94	0.88	0.60
c	0.55	0.46	0.42	0.41	0.34

$$\xi_m = \tan \alpha / \sqrt{2\pi H_s / g T_m}$$

$H_s$ : 堤腳水深 h 處的波高

$T_m$ : 平均週期

### ③ 透水性斜面

透水性斜面的溯上高, 可依下列實驗式估算



$$\frac{R_x}{H_s} = d$$

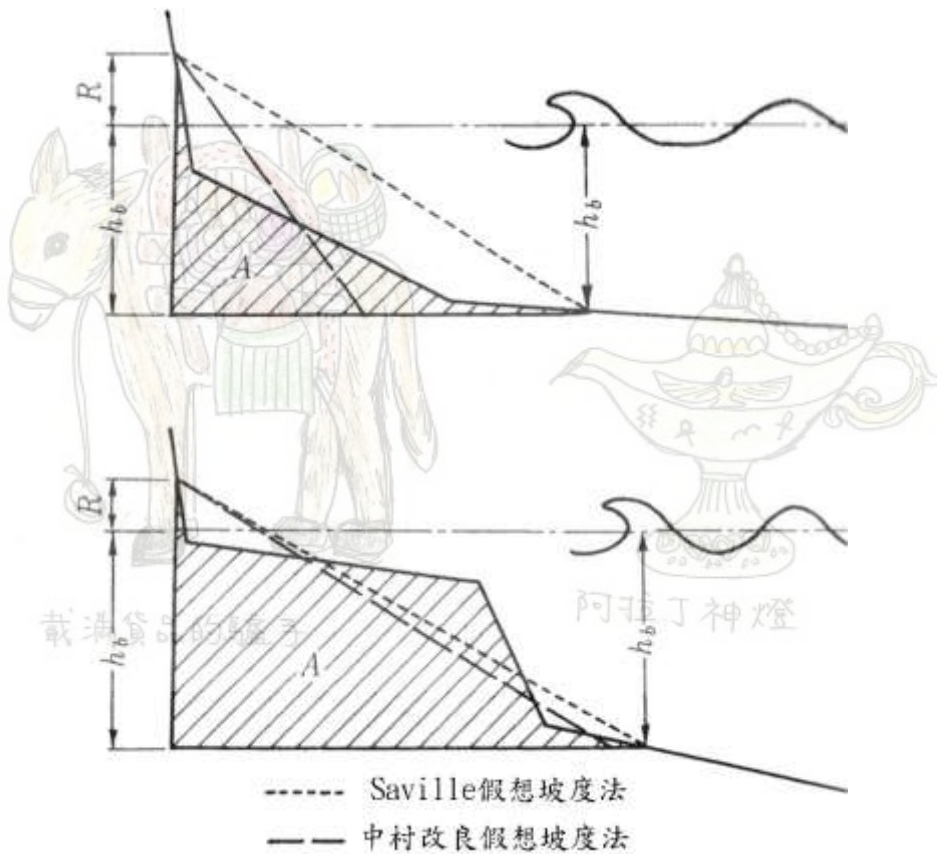
係數 d 值如下表所示

	$R_{max}$	$R_2$	$R_{1/10}$	$R_{1/3}$	$\bar{R}$
d	2.58	1.97	1.45	1.35	0.82

### 3. 複式斷面

推算複雜海岸堤防或海底坡面的溯上高，可利用 Savilla 的假想坡度法或中村的改良假想坡度法。假想坡度法計算溯上高順序如下：

- ① 決定碎波點
- ② 假定溯上高
- ③ 連接碎波點與溯上高點的坡面，作為假想坡度，計算坡度  $\cot \beta$ 。
- ④ 利用下圖，在假想坡面上求出溯上高，反覆操作至得到初始假定溯上高為止。

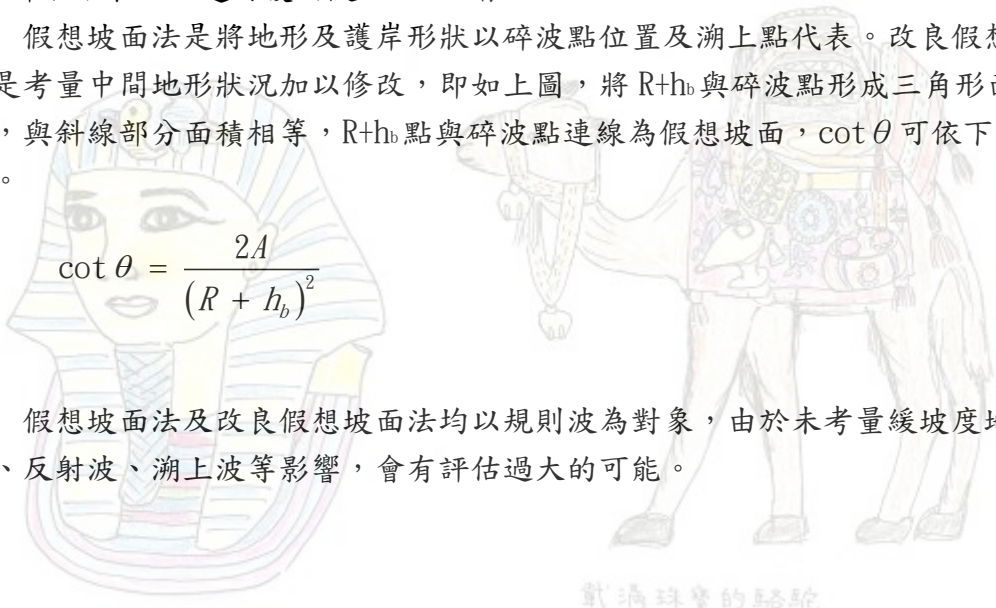


利用本法得到的溯上高與實測值比較，會有過小評估的可能。其因是海底坡度緩於1/20時，海底坡面對溯上高影響變小的現象並未反應在圖(a)，即圖(a)所示結果，只適用坡面陡於1/30者。

假想坡面法是將地形及護岸形狀以碎波點位置及溯上點代表。改良假想坡面是考量中間地形狀況加以修改，即如上圖，將R+h<sub>b</sub>與碎波點形成三角形面積，與斜線部分面積相等，R+h<sub>b</sub>點與碎波點連線為假想坡面，cot θ可依下式計算。

$$\cot \theta = \frac{2A}{(R + h_b)^2}$$

假想坡面法及改良假想坡面法均以規則波為對象，由於未考量緩坡度地形、反射波、溯上波等影響，會有評估過大的可能。



載滿珠寶的駱駝

### 回海岸設施設計

2011 埃及尼羅河之旅



載滿貨品的驢子



阿拉丁神燈