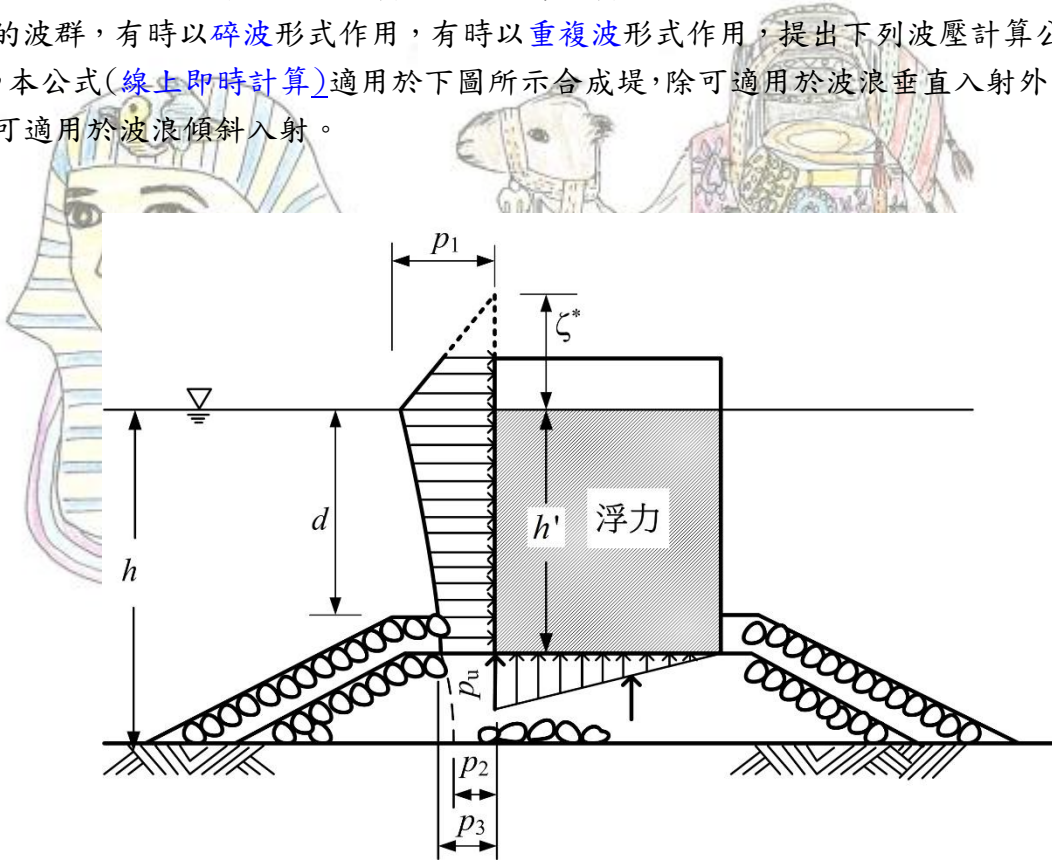


合田波壓公式(Goda's wave pressure formula)

日本海岸工程學者合田良實(1977)，考量實際海波為不規則波，作用於結構物的波群，有時以碎波形式作用，有時以重複波形式作用，提出下列波壓計算公式，本公式(線上即時計算)適用於下圖所示合成堤，除可適用於波浪垂直入射外，亦可適用於波浪傾斜入射。



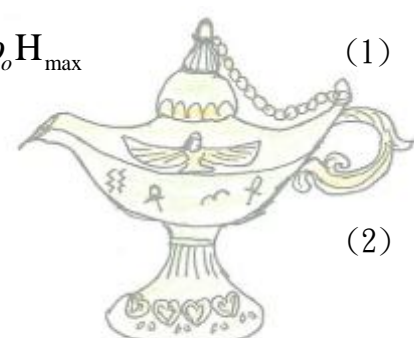
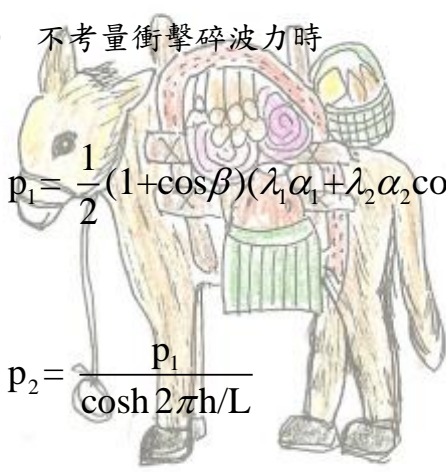
(1) 不考量衝擊碎波力時

$$p_1 = \frac{1}{2} (1 + \cos \beta) (\lambda_1 \alpha_1 + \lambda_2 \alpha_2 \cos^2 \beta) \omega_o H_{\max} \quad (1)$$

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

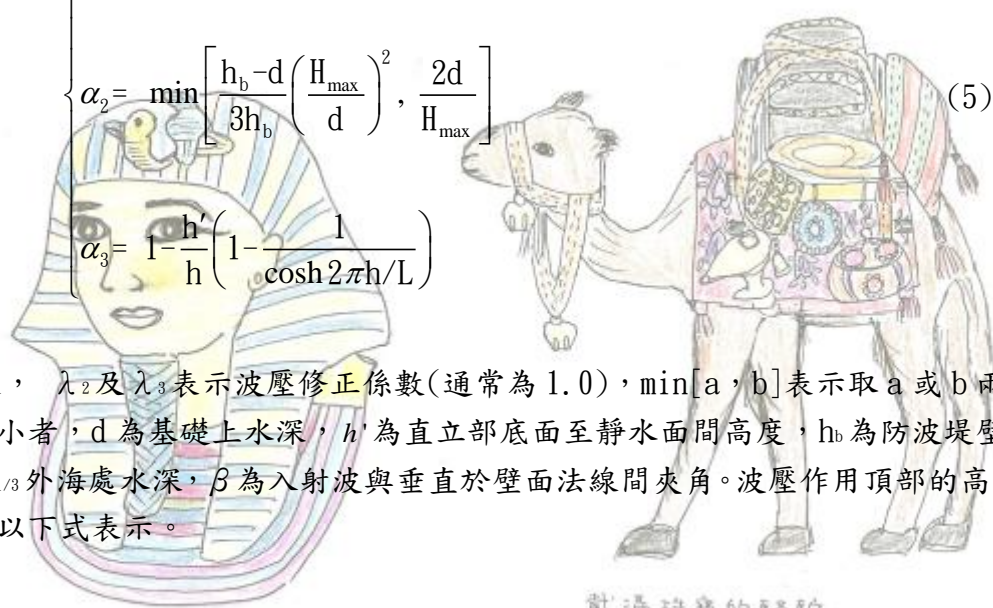
$$p_3 = \alpha_3 p_1 \quad (3)$$

$$p_u = \frac{1}{2} (1 + \cos \beta) \alpha_1 \lambda_3 \alpha_3 \omega_o H_{\max} \quad (4)$$



戰利品的驢子

阿拉丁神燈

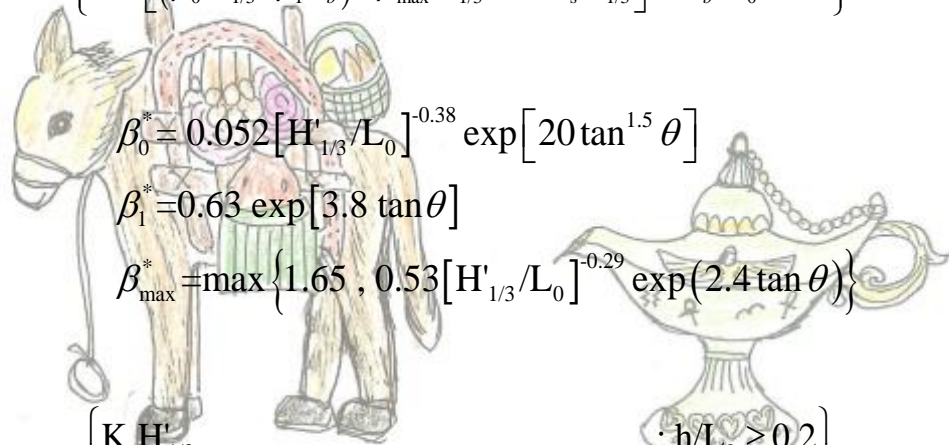
$$\left\{ \begin{aligned} \alpha_1 &= 0.6 + \frac{1}{2} \left(\frac{2\pi h/L}{\sinh 4\pi h/L} \right)^2 \\ \alpha_2 &= \min \left[\frac{h_b - d}{3h_b} \left(\frac{H_{\max}}{d} \right)^2, \frac{2d}{H_{\max}} \right] \\ \alpha_3 &= 1 - \frac{h'}{h} \left(1 - \frac{1}{\cosh 2\pi h/L} \right) \end{aligned} \right. \quad (5)$$


λ_1 , λ_2 及 λ_3 表示波壓修正係數(通常為 1.0), $\min[a, b]$ 表示取 a 或 b 兩者間值小者, d 為基礎上水深, h' 為直立部底面至靜水面間高度, h_b 為防波堤壁面至 $5H_{1/3}$ 外海處水深, β 為入射波與垂直於壁面法線間夾角。波壓作用頂部的高度 ζ^* 可以下式表示。

$$\zeta^* = 0.75(1 + \cos\beta)\lambda_1 H_{\max} \quad (6)$$

2011 埃及尼羅河之旅

$$H_{\max} = \left\{ \begin{aligned} 1.8K_s H'_{1/3} & \quad ; h/L_0 \geq 0.2 \\ \min \left[(\beta_0^* H'_{1/3} + \beta_1^* h_b), \beta_{\max}^* H'_{1/3}, 1.8K_s H'_{1/3} \right] & \quad ; h_b/L_0 < 0.2 \end{aligned} \right. \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \beta_0^* &= 0.052 [H'_{1/3}/L_0]^{-0.38} \exp[20 \tan^{1.5} \theta] \\ \beta_1^* &= 0.63 \exp[3.8 \tan \theta] \\ \beta_{\max}^* &= \max \left\{ 1.65, 0.53 [H'_{1/3}/L_0]^{-0.29} \exp(2.4 \tan \theta) \right\} \end{aligned}$$


$$H_{1/3} = \left\{ \begin{aligned} K_s H'_{1/3} & \quad ; h/L_0 \geq 0.2 \\ \min \left[(\beta_0 H'_{1/3} + \beta_1 h), \beta_{\max} H'_{1/3}, K_s H'_{1/3} \right] & \quad ; h/L_0 < 0.2 \end{aligned} \right. \quad (8)$$

$$\beta_0 = 0.028 [H'_{1/3}/L_0]^{-0.38} \exp[20 \tan^{1.5} \theta]$$

$$\beta_1 = 0.52 \exp[4.2 \tan \theta]$$

$$\beta_{\max} = \max \left\{ 0.92, 0.32 [H'_{1/3}/L_0]^{-0.29} \exp(2.4 \tan \theta) \right\}$$

合田對 H_{\max} ，堤址位置在碎波帶外側時，以(7)式第1式計算，在碎波帶內側時以(7)式第2式計算，採用距離防波堤壁面至 $5H'_{1/3}$ 外海水深 h_b 處的值。計算 $H'_{1/3}$ 時的水深值取防波堤設置處水深 h 。

$\tan \theta$ 為海底坡度， K_s 表示淺化係數， $H'_{1/3}$ 為依下式表示的換算外海有義波高。

$$H'_{1/3} = K_d K_r K_f H^0_{1/3} \quad (9)$$

K_d 及 K_r 分別為繞射係數及折射係數， $H^0_{1/3}$ 為外海處有義波高，換算外海有義波週期與外海有義波週期相同。

K_f 為對海底坡度非常緩，而且水域距離長，無法忽略海底摩擦引起波高衰減時的波高衰減係數(尚無明確定論，通常忽略)。

(7)、(8)式中，代入水深 $h=0$ 時，亦可得到

2011 埃及尼羅河之旅

$$\begin{cases} H_{\max} = \beta_{\max}^* H'_{1/3} \\ H_{1/3} = \beta_{\max} H'_{1/3} \end{cases} \quad (10)$$

理論上可解釋為，是因碎波引起水位上昇或浪打，致使水深增加所致，但實際上並非一般所謂的波引起，而是由波引起的進退流引起。將這些值代入波力公式可能得到過小結果，合田建議適用界限為水深 h 大於 $0.5 H'_{1/3}$ 。

(2) 考量衝擊碎波力時

(3)

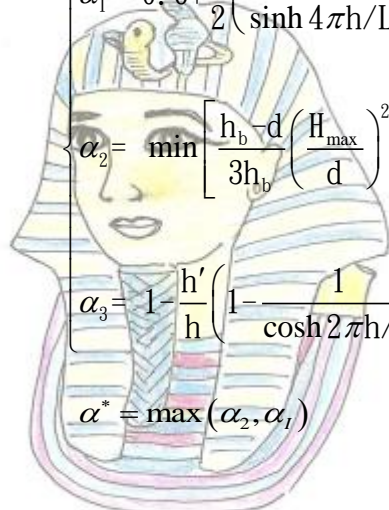
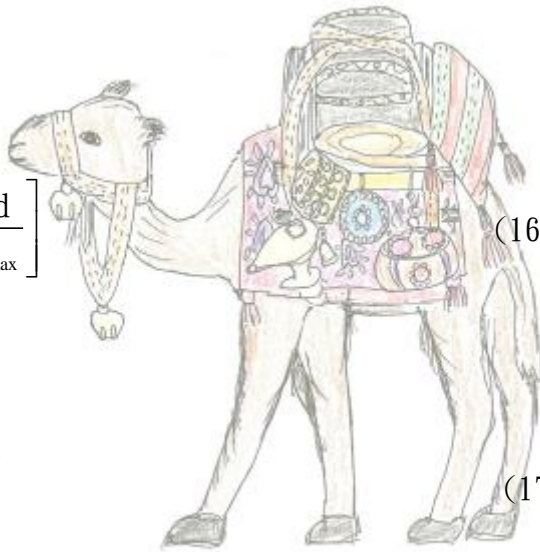
$$\zeta^* = 0.75(1 + \cos \beta) \lambda_1 H_{\max} \quad (11)$$

$$p_1 = \frac{1}{2} (1 + \cos \beta) (\lambda_1 \alpha_1 + \lambda_2 \alpha^* \cos^2 \beta) \omega_o H_{\max} \quad (12)$$

$$p_2 = \frac{p_1}{\cosh 2\pi h/L} \quad (13)$$

$$p_3 = \alpha_3 p_1 \quad (14)$$

$$p_u = \frac{1}{2}(1 + \cos \beta) \alpha_1 \lambda_3 \alpha_3 \omega_o H_{\max} \quad (15)$$

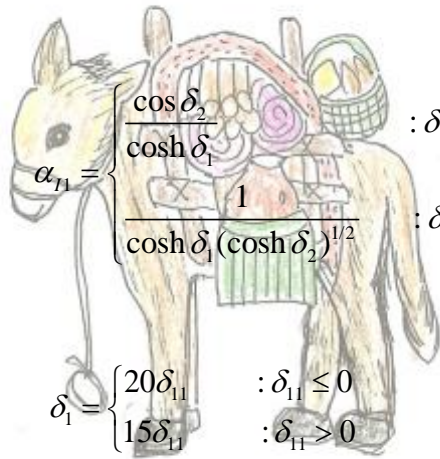

$$\left\{ \begin{aligned} \alpha_1 &= 0.6 + \frac{1}{2} \left(\frac{2\pi h/L}{\sinh 4\pi h/L} \right)^2 \\ \alpha_2 &= \min \left[\frac{h_b - d}{3h_b} \left(\frac{H_{\max}}{d} \right)^2, \frac{2d}{H_{\max}} \right] \\ \alpha_3 &= 1 - \frac{h'}{h} \left(1 - \frac{1}{\cosh 2\pi h/L} \right) \\ \alpha^* &= \max(\alpha_2, \alpha_1) \end{aligned} \right. \quad (16)$$



α_1 為如下所示衝擊碎波力係數。

載滿珠寶的駱駝

$$\alpha_1 = \begin{cases} 0 & : \alpha_{11} \leq 0 \\ \alpha_{10} \alpha_{11} & : \alpha_{11} > 0 \end{cases} \quad (18)$$

$$\alpha_{10} = \begin{cases} H_{\max} / d & : H_{\max} / d \leq 2 \\ 2 & : H_{\max} / d > 2 \end{cases} \quad (19)$$

$$\alpha_{11} = \begin{cases} \frac{\cos \delta_2}{\cosh \delta_1} & : \delta_2 \leq 0 \\ \frac{1}{\cosh \delta_1 (\cosh \delta_2)^{1/2}} & : \delta_2 > 0 \end{cases} \quad (20)$$



$$\delta_1 = \begin{cases} 20\delta_{11} & : \delta_{11} \leq 0 \\ 15\delta_{11} & : \delta_{11} > 0 \end{cases}$$

$$\delta_2 = \begin{cases} 4.9\delta_{22} & : \delta_{22} \leq 0 \\ 3.0\delta_{22} & : \delta_{22} > 0 \end{cases}$$

載滿寶物的驢子

阿拉丁神燈

(21)

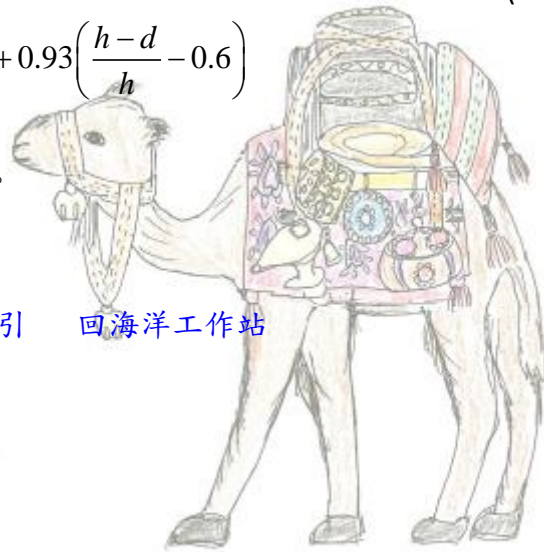
$$\delta_{11} = 0.93\left(\frac{B_M}{L} - 0.12\right) + 0.36\left(\frac{h-d}{h} - 0.6\right) \quad (22)$$

$$\delta_{22} = -0.36\left(\frac{B_M}{L} - 0.12\right) + 0.93\left(\frac{h-d}{h} - 0.6\right)$$

L 為波長， B_M 為堤身前被覆層寬度。



回分類索引



回海洋工作站

載滿珠寶的駱駝

2011 埃及尼羅河之旅



載滿貨品的驢子



阿拉丁神燈