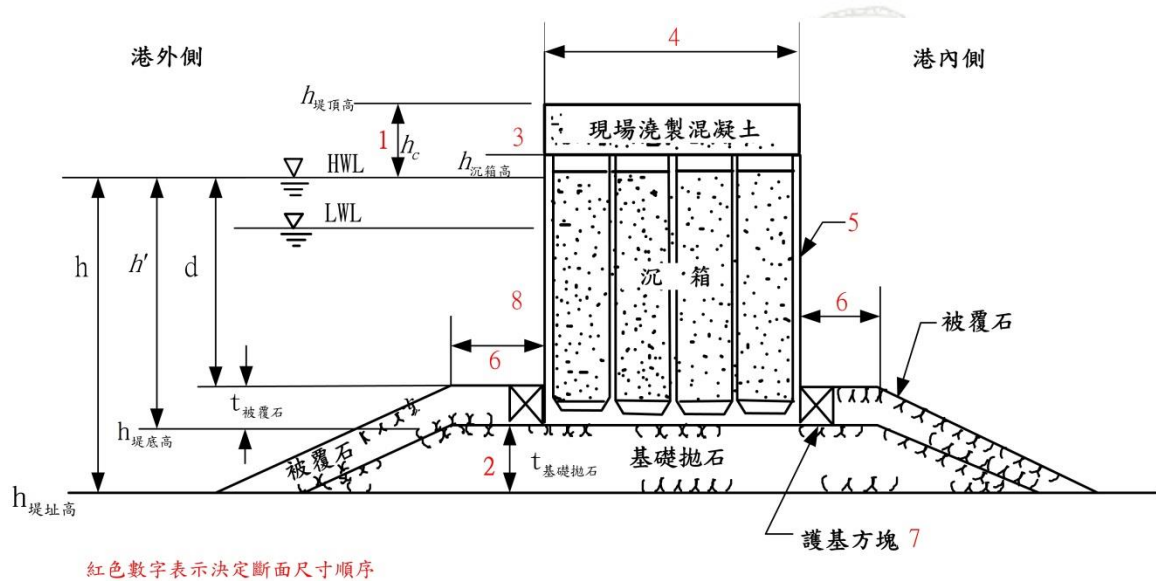


沉箱式合成堤初始斷面設定



合成式沉箱防波堤初始斷面決定順序

合成式沉箱防波堤初始斷面決定順序如下：

2011 埃及尼羅河之旅

1 堤頂高度 h_c

$$\text{堤址水深 } h = h_{\text{設計潮位}} + h_{\text{堤址}} = 1.5 + 10 = 11.5\text{m}$$

$$\text{港內容許傳達波高率 } K_T = H_T/H_i = 1.0/5.0 = 0.20$$

$$\text{依容許傳達波高率公式得 } K_T = 0.3(1.5 - h_c/H_i), \text{ 解之得}$$

$$h_c = 4.17 \approx 4.2\text{m}$$

$$\text{堤頂高 } h_{\text{堤頂高}} = h_{\text{設計潮位}} + h_c = 4.2 + 1.5 = 5.7\text{m}$$

2 拋石層厚度

(1) 依經驗判斷，基礎拋石層厚度原則上大於 1.5m，取 $t_{\text{基礎拋石}} = 3\text{m}$

(2) 被覆層厚度取 $t_{\text{被覆石}} = 1.5\text{m}$

(3) 被覆層面至設計潮位間水深： $d = h - (t_{\text{基礎拋石}} + t_{\text{被覆石}}) = 11.5 - 3 - 1.5 = 7\text{m}$

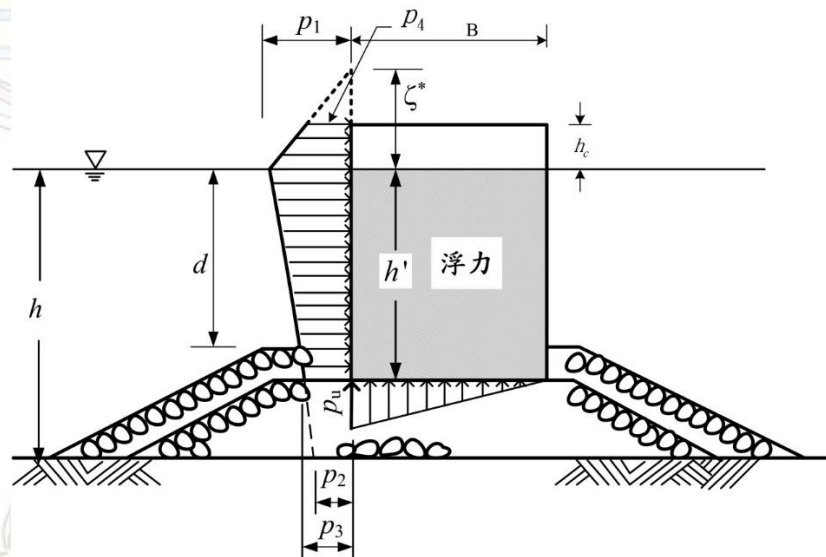
(4) 沉箱底面至設計潮位間水深： $h'=h-t_{\text{基礎拋石}}=11.5-3=8.5\text{ m}$

3 沉箱頂高 $h_{\text{沉箱高}}$

一般沉箱頂高為 $h_{\text{沉箱高}} = h_{\text{設計潮位}} + 0.5\text{m}(\text{餘裕}) = 1.5+0.5=2.0\text{ m}$

4 壁體寬度 B

先假定最小堤寬為 B_{min} (依下列程序，由滑動及轉動結果決定)



(1) 波長 L_0 及最大波高 H_{max}

$$L_0 = 1.56T_0^2 = 156\text{ m}$$

$$H_0'/L_0 = 5.5/156 = 0.035$$

$$h/L_0 = 11.5/156 = 0.074$$

淺化係數公式如下，可參考利用波浪公式集線上計算

$$K_s = \frac{H}{H_0} = \sqrt{\frac{1}{2n} \frac{C_0}{C}} = \left[\left(1 + \frac{4\pi h/L}{\sinh(4h\pi/L)} \right) \tanh \frac{2\pi h}{L} \right]^{-1/2} = 0.965$$

(2) 參考合田公式，可利用線上即時演算(波浪公式集)計算出

(a) 最大波高 H_{\max}

$$h_b = h + 5H_{1/3} \tan \theta = 11.5 + 5 \times 5.0 \times 1/100 = 11.75$$

$$\beta_0^* = 0.052 [H'_{1/3}/L_0]^{-0.38} \exp[20 \tan^{1.5} \theta]$$

$$\beta_1^* = 0.63 \exp[3.8 \tan \theta]$$

$$\beta_{\max}^* = \max \left\{ 1.65, 0.53 [H'_{1/3}/L_0]^{-0.29} \exp(2.4 \tan \theta) \right\}$$

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

$$\therefore h_b/L_0 = 11.75/156.0 = 0.075$$

2011 埃及尼羅河之旅

$$\therefore H_{\max} = \min \left[(\beta_0^* H'_{1/3} + \beta_1^* h_b), \beta_{\max}^* H'_{1/3}, 1.8K_s H'_{1/3} \right]$$

$$= 8.7 \text{ m}$$

(b) 波壓係數

$$\alpha_1 = 0.6 + \frac{1}{2} \left(\frac{2\pi h/L}{\sinh 4\pi h/L} \right)^2$$

$$\alpha_2 = \min \left[\frac{h_b - d}{3h_b} \left(\frac{H_{\max}}{d} \right)^2, \frac{2d}{H_{\max}} \right]$$

$$\alpha_3 = 1 - \frac{h'}{h} \left(1 - \frac{1}{\cosh 2\pi h/L} \right)$$

載滿貨品的驢子



阿拉丁神燈

(c) 波壓作用高(越波高度) ζ^*

$$\zeta^* = 0.75(1 + \cos \beta) H_{\max} = 0.75(1 + 0.966) \times 8.7 = 12.83 \approx 13 \text{ m}$$

(d) 波壓強度 p_1, p_2, p_3, p_4, p_u

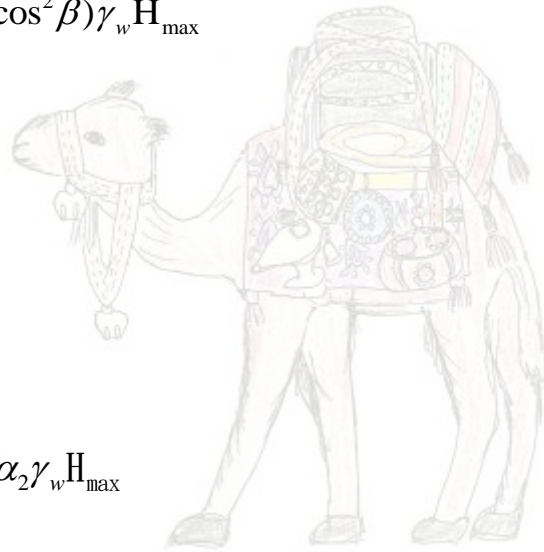
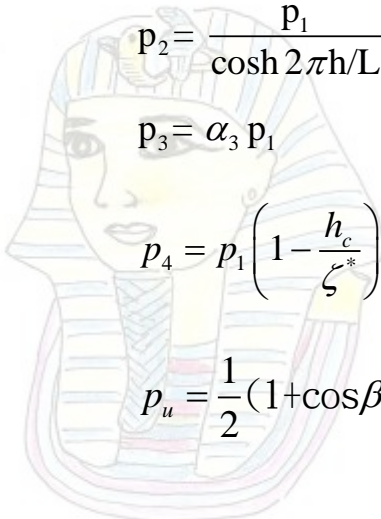
$$p_1 = \frac{1}{2}(1 + \cos\beta)(\alpha_1 + \alpha_2 \cos^2\beta)\gamma_w H_{\max}$$

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

$$p_3 = \alpha_3 p_1$$

$$p_4 = p_1 \left(1 - \frac{h_c}{\zeta^*}\right)$$

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



載滿珠寶的駱駝

(e) 波壓水平及垂直合力

(i) 選定越波時的越波高度 h_c^*

$$h_c^* = \min(\zeta^*, h_c) \quad (\text{m})$$

(ii) 波壓水平合力 P

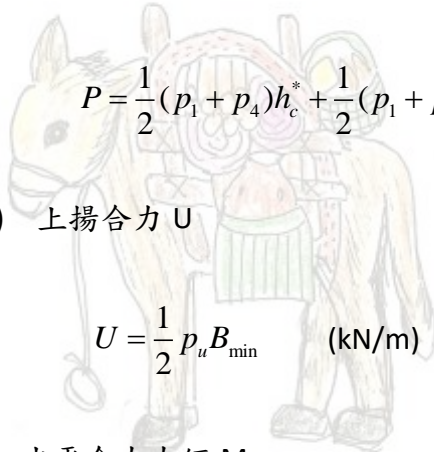
$$P = \frac{1}{2}(p_1 + p_4)h_c^* + \frac{1}{2}(p_1 + p_3)h' \quad (\text{kN/m})$$

(iii) 上揚合力 U

$$U = \frac{1}{2}p_u B_{\min} \quad (\text{kN/m})$$

(iv) 水平合力力矩 M_H

$$M_H = \frac{1}{6}(2p_1 + p_3)h'^2 + \frac{1}{2}(p_1 + p_4)h'h_c^* + \frac{1}{6}(p_1 + 2p_4)h_c^{*2} \quad (\text{Nm/m})$$



載滿貨品的驢子



阿拉丁神燈

(v) 上揚合力力矩 M_u

$$M_u = \frac{2}{3} UB_{\min} \quad (\text{kNm/m})$$

(f) 堤體重量 $W_{\text{總重量}}$

將堤體重量 $W_{\text{總重量}}$ 分割成 W_1 :沉箱重量, W_2 :上部工重量, W_3 :浮力。

$$W_1 = W_{11} + W_{12}$$

$$W_{11} = \gamma_{rc} \times (h_{\text{沉箱高}} - h_{\text{堤底高}}) \times B_{\min} \times a / 100$$

$$W_{12} = \gamma_b \times (h_{\text{沉箱高}} - h_{\text{堤底高}}) \times B_{\min} \times b / 100$$

a: 鋼筋混凝土所佔比例

b: 填充材所佔比例

γ_{rc} : 鋼筋混凝土單位體積重量

γ_b : 填充材單位體積重量

$$W_2 = \gamma_{rc} B_{\min} (h_{\text{堤頂高}} - h_{\text{沉箱高}}) \quad (\text{kN/m})$$

$$W_3 = \gamma_w B_{\min} h' \quad (\text{kN/m})$$

$$W_{\text{總重量}} = W_1 + W_2 - W_3 \quad (\text{kN/m})$$

(3) 堤體最小寬度 B_{\min}

(a) 對滑動, 堤體最小寬度 B_s

$$F = \frac{\mu(W_{\text{總重量}} - U)}{P} = \frac{\mu \left[(a_1 + a_2 - a_3) B_s - \frac{1}{2} p_u B_s \right]}{P} = 1$$

即
$$B_s = \frac{P}{\mu[(a_1 + a_2 - a_3) - 0.5 p_u]}$$

F: 滑動安全率

(b) 對轉動，堤體最小寬度 B_o

$$F = \frac{W_{\text{總重量}} \frac{B_o}{2} - M_u}{M_H} = 1$$

$$1 = \frac{(a_1 + a_2 - a_3) \frac{B_o^2}{2} - \frac{1}{3} p_u B_o^2}{M_H}$$

$$B_o = \sqrt{\frac{M_H}{\frac{1}{2}(a_1 + a_2 - a_3) - \frac{1}{3} p_u}}$$

$$a_{11} = \gamma_{rc} (h_{\text{沉箱高}} - h_{\text{堤底高}}) \times a$$

$$a_{12} = \gamma_b (h_{\text{沉箱高}} - h_{\text{堤底高}}) \times b$$

$$a_1 = a_{11} + a_{12}$$

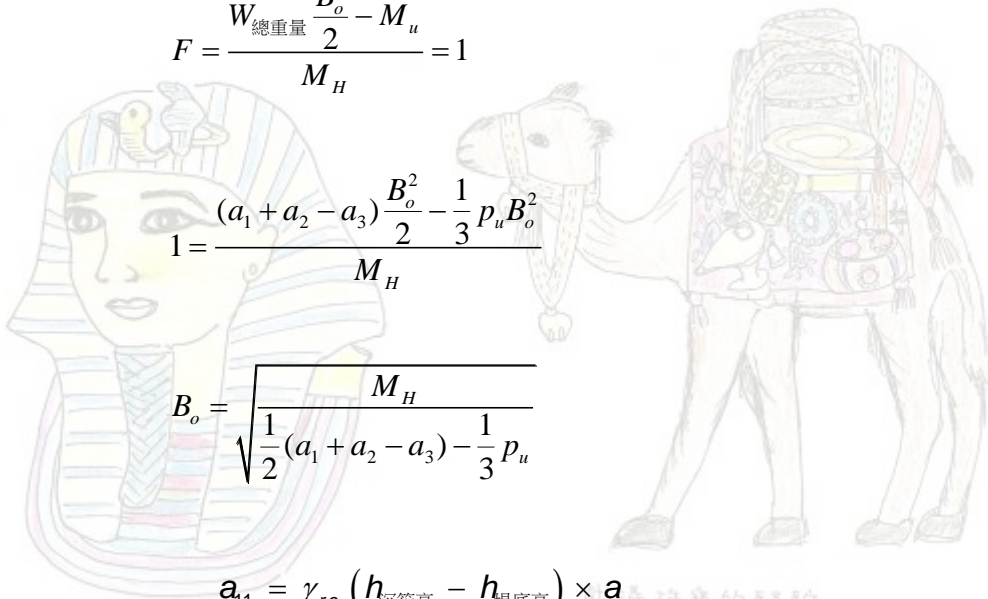
$$a_2 = \gamma_{rc} (h_{\text{堤頂高}} - h_{\text{沉箱高}})$$

$$a_3 = \gamma_w h'$$

$$B_{\min} = \max(B_s, B_o)$$

(4) 堤體寬度 B

$$B = B_{\min} + \text{餘裕}$$



載滿貨品的驢子



阿拉丁神燈

回港灣設施設計