

沉箱設置完成後底版設計載重(容許應力設計法)

1. 作用外力

1) 永久載重 D

包含頂蓋混凝土重量，填充材重量，底版重量(均不考量浮力) 等 3 種。

① 底版

$$W_1 = \gamma_c t_s B$$

② 內填材

$$W_2 = \gamma(H - t_s - h_{cover})B$$

內填材為砂或塊石時 $\gamma = 18\text{kN/m}^3$ ，飽和時 γ 比重 = 10kN/m^3

2011 埃及尼羅河之旅

③ 蓋頂混凝土

$$W_3 = \gamma_c t_{cover} B$$

B 為堤寬

(kN/m)

永久載重 D 為

$$D = W_1 + W_2 + W_3$$

2) 靜水壓

採用設計潮位時，作用於沉箱底版的靜水壓

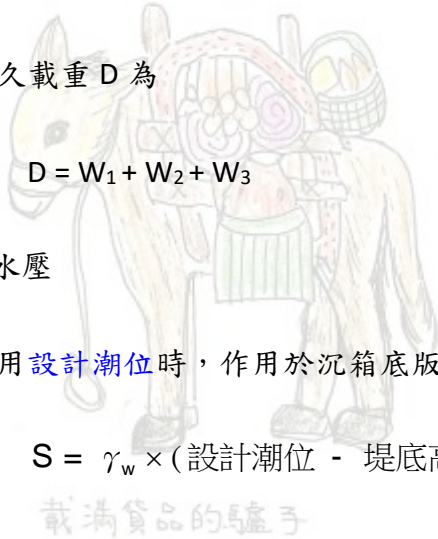
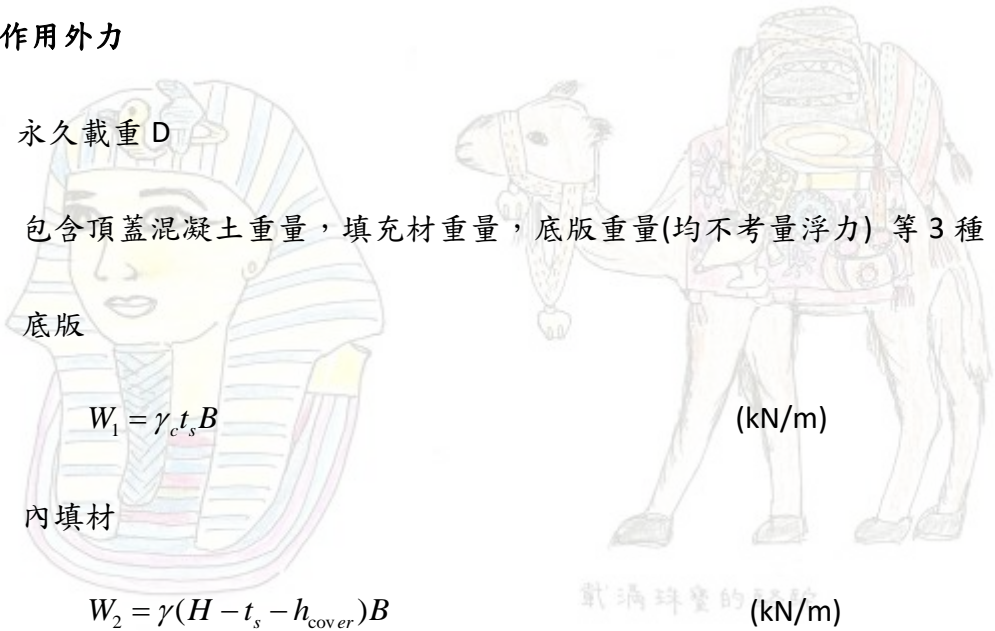
$$S = \gamma_w \times (\text{設計潮位} - \text{堤底高度}) \times B$$

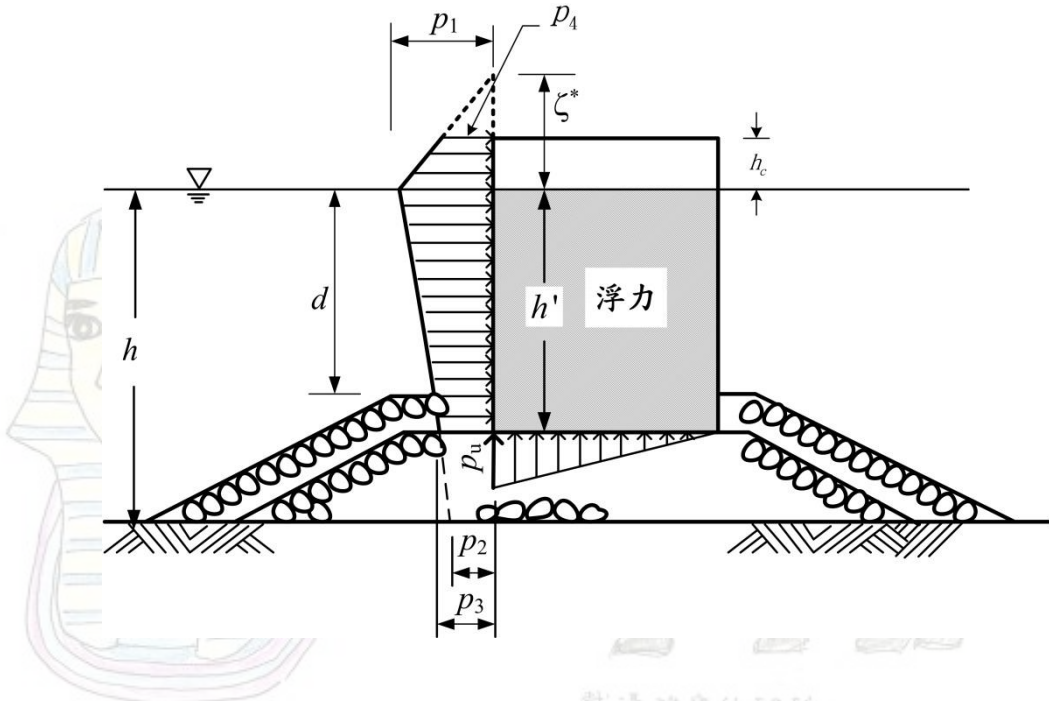
(kN/m)

3) 波力

(1) 波峰作用時

依合田波壓公式，計算出 p_1 、 p_2 、 p_3 、 p_u





① 波合力

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

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

P_4 表示堤頂面的波壓， $\zeta^* < h_c$ 時， $P_4=0$

② 波力矩

$$M_{\text{波峰}} = \frac{1}{6} (2p_1 + p_3) h'^2 + \frac{1}{2} (p_1 + p_4) h' h_c^* + \frac{1}{6} (p_1 + 2p_4) h_c^{*2}$$

$$h_c^* = \min\{\zeta^*, h_c\}$$

h_c = 堤頂高 - WL

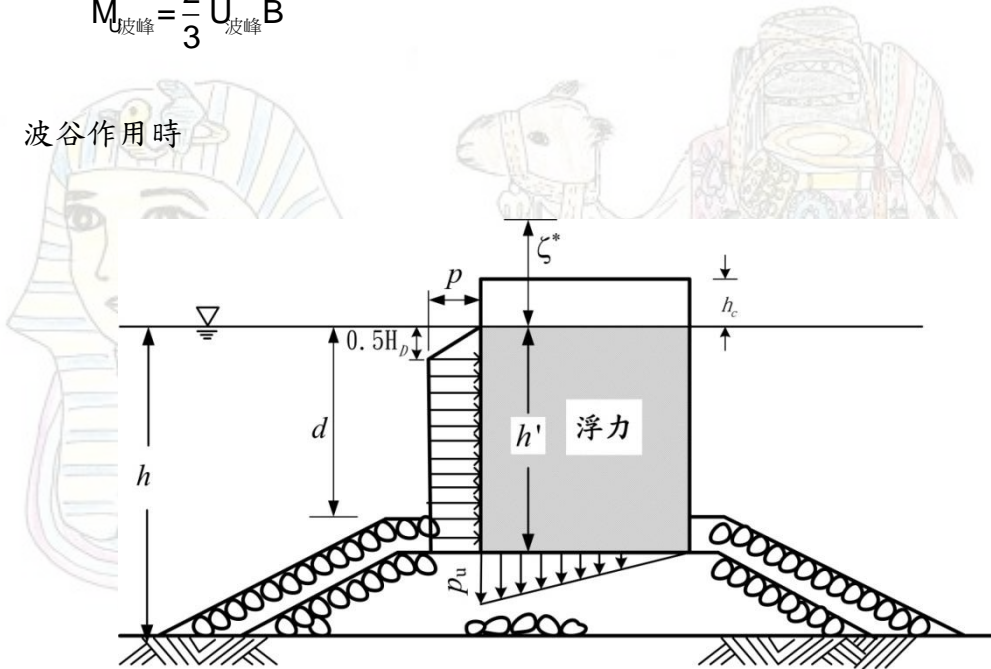
③ 上揚力合力

$$U_{\text{波峰}} = \frac{1}{2} p_u B$$

④ 上揚力力矩

$$M_{\text{波峰}} = \frac{2}{3} U_{\text{波峰}} B$$

(2) 波谷作用時



$$p = 0.5 \gamma_w H_D$$

2011 埃及尼羅河之旅

$$p_u = 0.5 \gamma_w H_D$$

H_D : 設計波高

① 波合力

$$P_{\text{波谷}} = \frac{1}{4} p H_D + p \left(h' - \frac{1}{2} H_D \right)$$

(kN/m)

② 波力矩

$$M_{\text{波谷}} = \frac{1}{4} p H_D \left(h' - \frac{1}{3} H_D \right) + \frac{1}{2} p \left(h' - \frac{1}{2} H_D \right)^2$$

③ 上揚力合力

$$U_{\text{波谷}} = \frac{1}{2} p_u B$$

④ 上揚力力矩

$$M_{U_{\text{波谷}}} = \frac{2}{3} U_{\text{波谷}} B$$

4) 底版反作用力(波壓作用時)

作用於堤體或壁體的底版反作用力，如下述。

2. 底版設計載重

1) 永久載重

$$q_D = D / B$$

2) 靜水壓

$$q_s = S / B$$

2011 埃及尼羅河之旅

3) 波峰作用時

(1) 底版反作用力

① 載重垂直分力 V

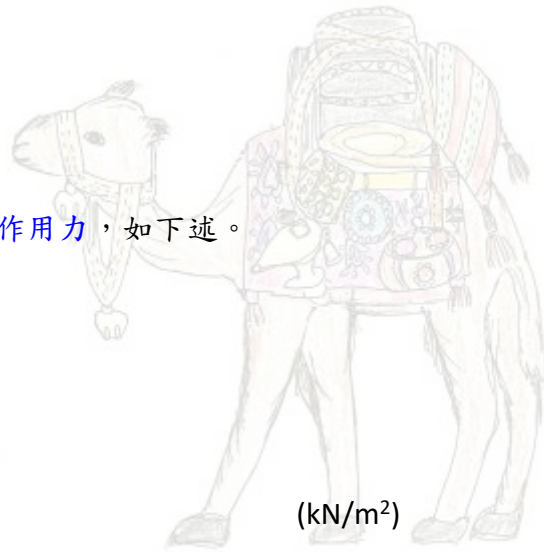
$$V = D - S - U_{\text{波峰}}$$

② 載重水平分力 H

$$H = P_{\text{波峰}}$$

③ 合力作用點 x

$$x = \frac{M_V - M_H}{V} = \frac{\left[(D - S) \frac{B}{2} - M_{U_{\text{波峰}}} \right] - M_{P_{\text{波峰}}}}{D - S - U_{\text{波峰}}}$$



載滿珠寶的駱駝



載滿貨品的驢子



阿拉丁神燈

④ 偏心距

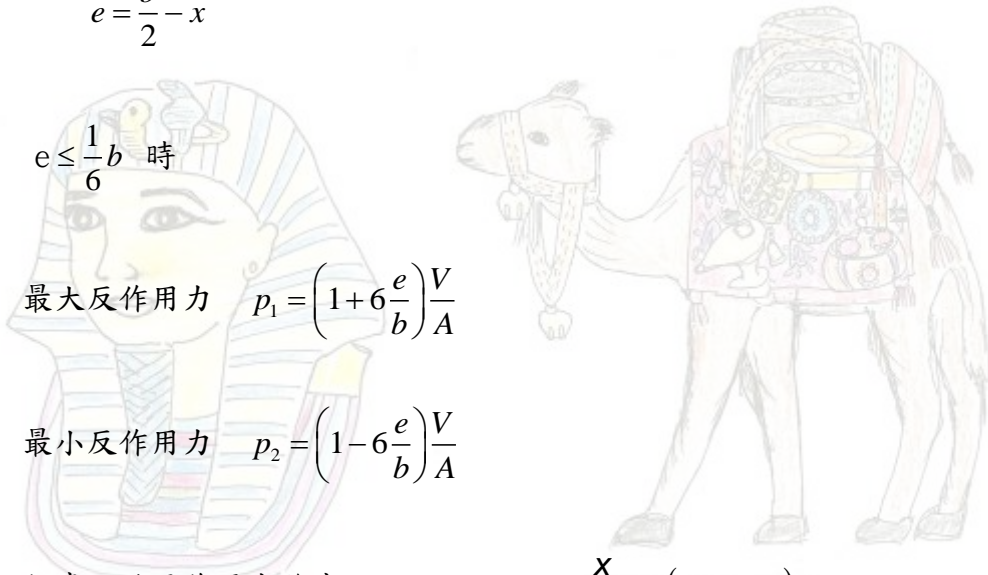
$$e = \frac{b}{2} - x$$

i. $e \leq \frac{1}{6}b$ 時

最大反作用力 $p_1 = \left(1 + 6\frac{e}{b}\right) \frac{V}{A}$

最小反作用力 $p_2 = \left(1 - 6\frac{e}{b}\right) \frac{V}{A}$

任意點的反作用力強度 $q_R = p_1 + \frac{x}{B + 2t_w} (p_2 - p_1)$



ii. $e > \frac{1}{6}b$ 時

2011 埃及尼羅河之旅

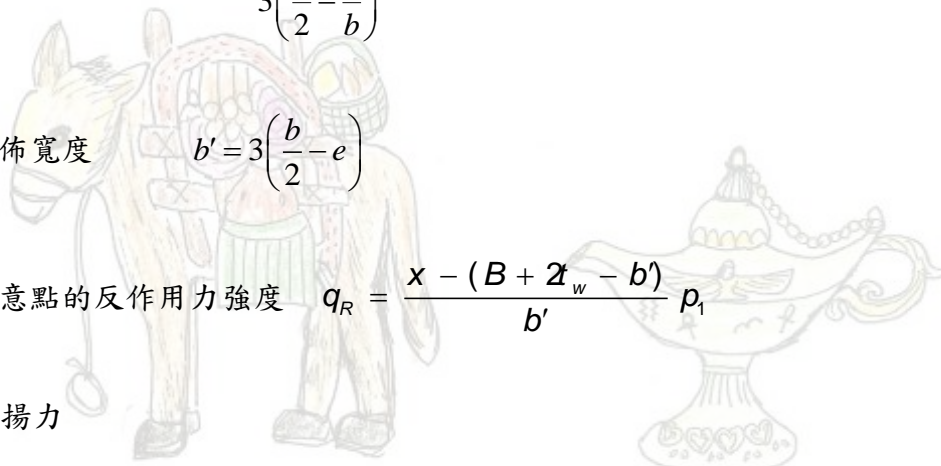
最大反作用力 $p_1 = \frac{2}{3\left(\frac{1}{2} - \frac{e}{b}\right)} \frac{V}{A}$ (kN/m²)

分佈寬度 $b' = 3\left(\frac{b}{2} - e\right)$

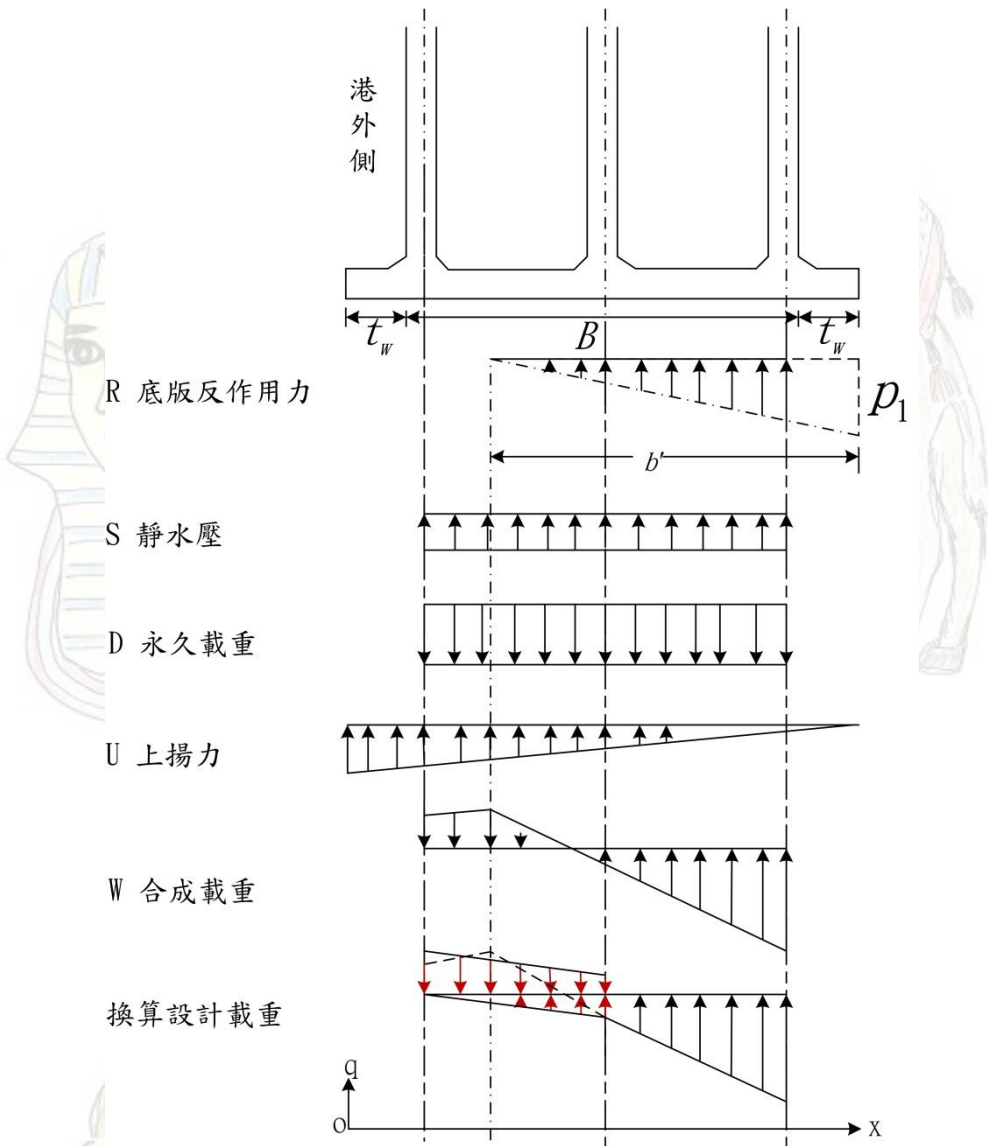
任意點的反作用力強度 $q_R = \frac{x - (B + 2t_w - b')}{b'} p_1$

(2) 上揚力

任意點的上揚力強度 $q_U = \frac{1-x}{B+2t_w} p_U$



阿拉丁神燈



波峰作用時底版載重

(3) 合成載重

任意點的合成載重為

$$q = -q_D + q_S + q_R + q_U$$

載滿貨品的驢子



阿拉丁神燈

由上式可計算出載重方向轉向點。

4) 波谷作用時

(1) 底版反作用力

① 載重垂直分力 V

$$V = D - S + U_{\text{波谷}}$$

② 載重水平分力 H

$$H = P_{\text{波谷}}$$

③ 合力作用點 x

$$x = \frac{M_V - M_H}{V} = \frac{\left[(D - S) \frac{B}{2} + M_{U_{\text{波谷}}} \right] - M_{P_{\text{波谷}}}}{D - S + U_{\text{波谷}}}$$

載滿珠寶的駱駝

④ 偏心距

$$e = \frac{b}{2} - x$$

2011 埃及尼羅河之旅

i. $e \leq \frac{1}{6}b$ 時

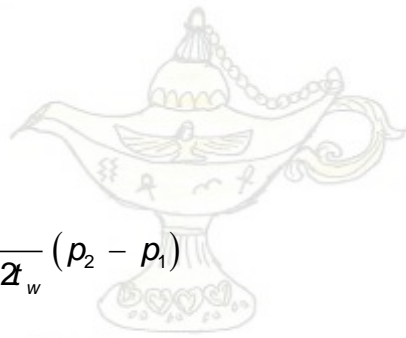
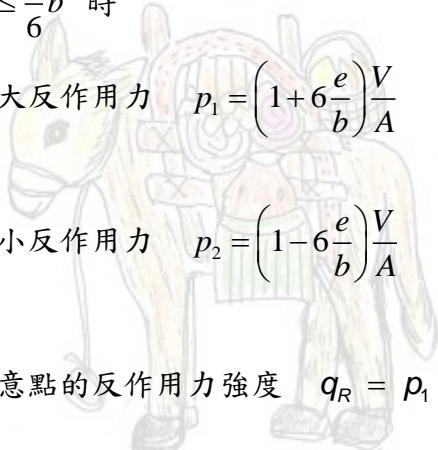
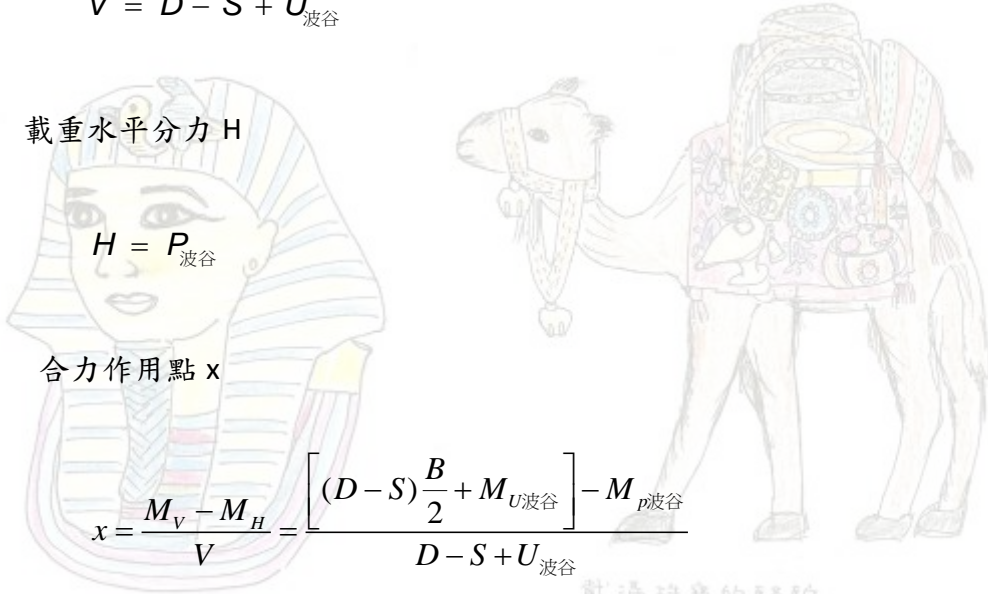
$$\text{最大反作用力 } p_1 = \left(1 + 6 \frac{e}{b} \right) \frac{V}{A}$$

$$\text{最小反作用力 } p_2 = \left(1 - 6 \frac{e}{b} \right) \frac{V}{A}$$

$$\text{任意點的反作用力強度 } q_R = p_1 + \frac{x}{B + 2a_w} (p_2 - p_1)$$

ii. $e > \frac{1}{6}b$ 時

$$\text{最大反作用力 } p_1 = \frac{2}{3} \left(\frac{1 - e}{\frac{1}{2} - \frac{e}{b}} \right) \frac{V}{A} \quad (\text{kN/m}^2)$$



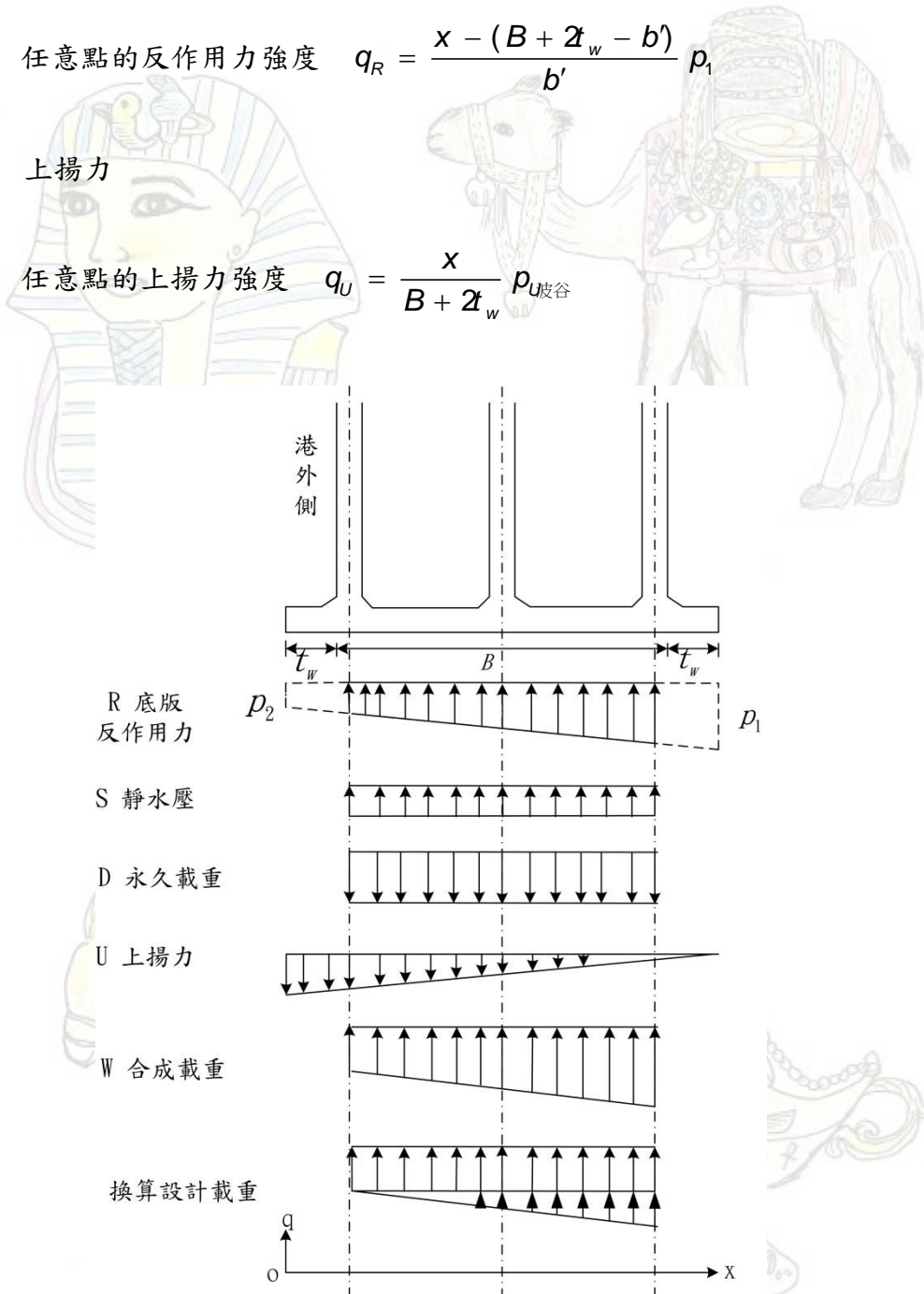
阿拉丁神燈

分佈寬度 $b' = 3\left(\frac{b}{2} - e\right)$

任意點的反作用力強度 $q_R = \frac{x - (B + 2t_w - b')}{b'} p_1$

(2) 上揚力

任意點的上揚力強度 $q_U = \frac{x}{B + 2t_w} p_{U\text{波谷}}$



載滿貨品的驢子 阿拉丁神燈
波谷作用時底版設計載重

(3) 合成載重

任意點的合成載重 $q = -q_D + q_S + q_R - q_U$

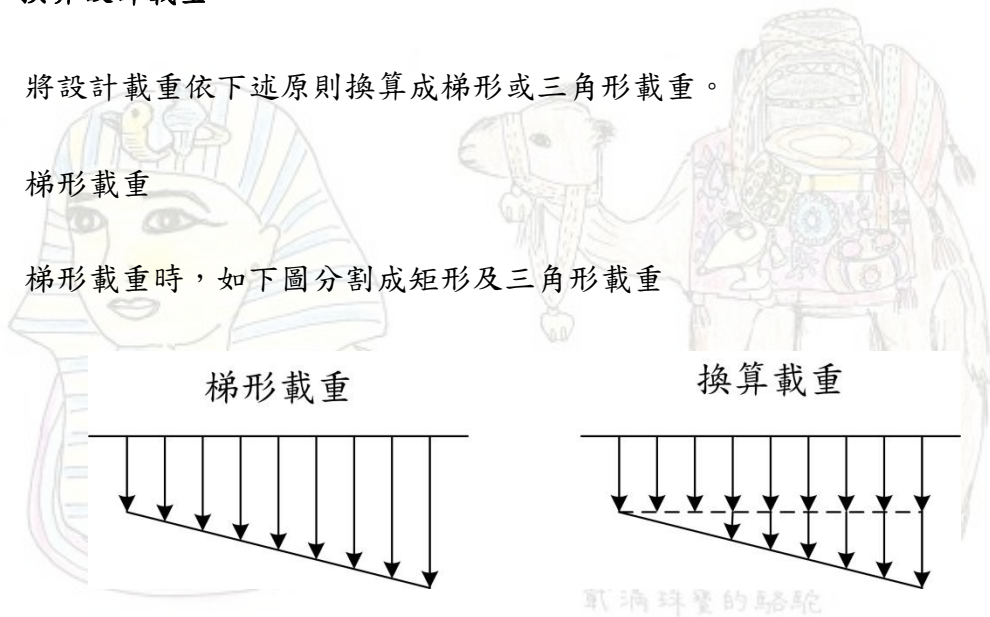
由上式可計算出載重方向轉向點。

3. 換算設計載重

將設計載重依下述原則換算成梯形或三角形載重。

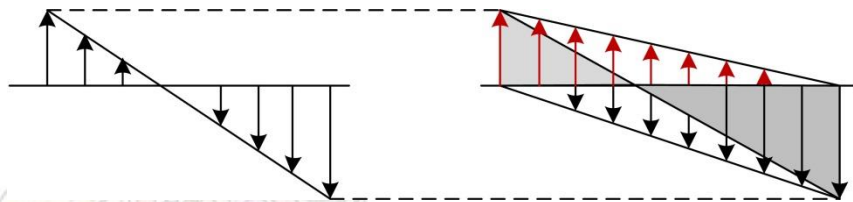
① 梯形載重

梯形載重時，如下圖分割成矩形及三角形載重



② 同一隔室內載重轉向

在同一隔室內載重方向轉向時，可換置成2個不同作用方向的三角形載重。



③ 任意形狀載重

任意形狀載重依下圖進行換算。

