

碼頭設施作用外力

1) 上載重(surcharge)

依設計條件，將上載重的平時、地震時垂直力作為外力計算。碼頭通常以法線方向 1m 為單位作安定計算，即使重的活載重換算成等分佈載重後，也會比裝載載重小。對棧橋樁結構進行樁垂直承載力或上部結構細部設計時，活載重影響大於裝載載重，必須檢討比較，尤其是暴風時作業機具的車輪載重會變大，宜注意。通常碼頭面(apron)承載的載重可參考下列標準：

旅客專用碼頭、給油碼頭、棧橋、卸漁碼頭……	5~10 kN/m ²
雜貨碼頭……	20 kN/m ²
散貨碼頭……	40 kN/m ²

2) 自重

結構物自重為垂直外力，依構成結構物的材料的單位體積重量計算。

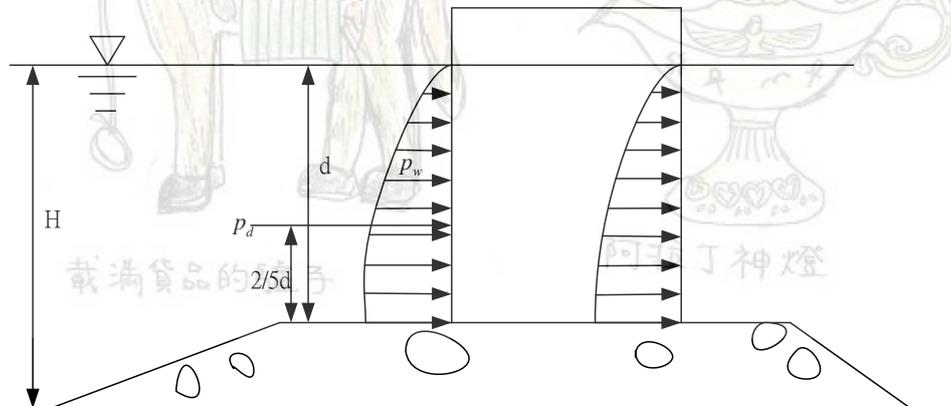
2011 埃及尼羅河之旅

3) 地震力

地震力(水平力)=(上載重或自重)x 設計震度

4) 動水壓

水中結構物或內部有含水的結構物地震時，如圖所示動水壓作用。



動水壓強度 p_{dw} 可以下式表示

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

p_{dw} : 動水壓強度

k : 設計震度

γ_w : 海水單位體積重量

H : 防波堤設置水深

y : 水面從欲求動水壓點的深度

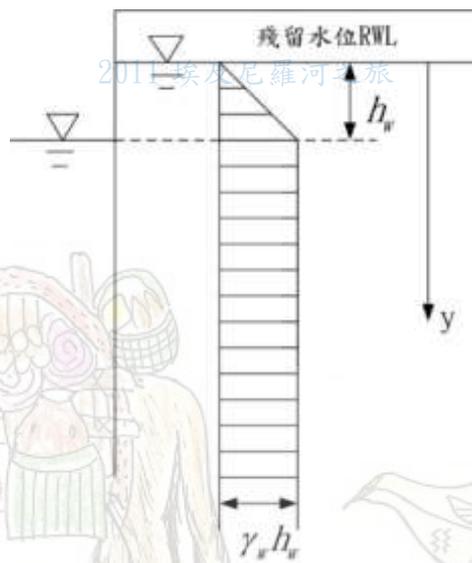
作用於堤體動水壓合力如下式所示，因作用於港內外，須乘以 2 倍。

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

d : 沉箱設置水深

5) 殘留水壓

載滿珠寶的駱駝



殘留水壓可依下式計算



阿拉丁神燈

① $y < h_w$ 載滿貨品的驢子

$$\left. \begin{aligned} p_w &= \gamma_w y \\ P_w &= p_w y / 2 \end{aligned} \right\}$$

⑥ $y \geq h_w$

$$\left. \begin{aligned} p_w &= \gamma_w h_w \\ P_w &= p_w h_w / 2 + p_w (y - h_w) \end{aligned} \right\}$$

- p_w : 殘留水壓 (kN/m²)
- P_w : 作用於壁體殘留水壓合力 (kN/m)
- Y : 從殘留水位算起深度 (m)
- h_w : 殘留水位差 (m)
- γ_w : 水單位體積重量 (kN/m³)

6) 浮力

水中結構物有浮力作用，堤身前後有水位差時，殘留水位以下會有浮力作用。

7) 船舶衝擊力

2011 埃及尼羅河之旅

船舶衝擊能量隨船舶排水噸數、靠岸速度及附加質量等而異，可由下列方法計算。

① 設定載重(W)

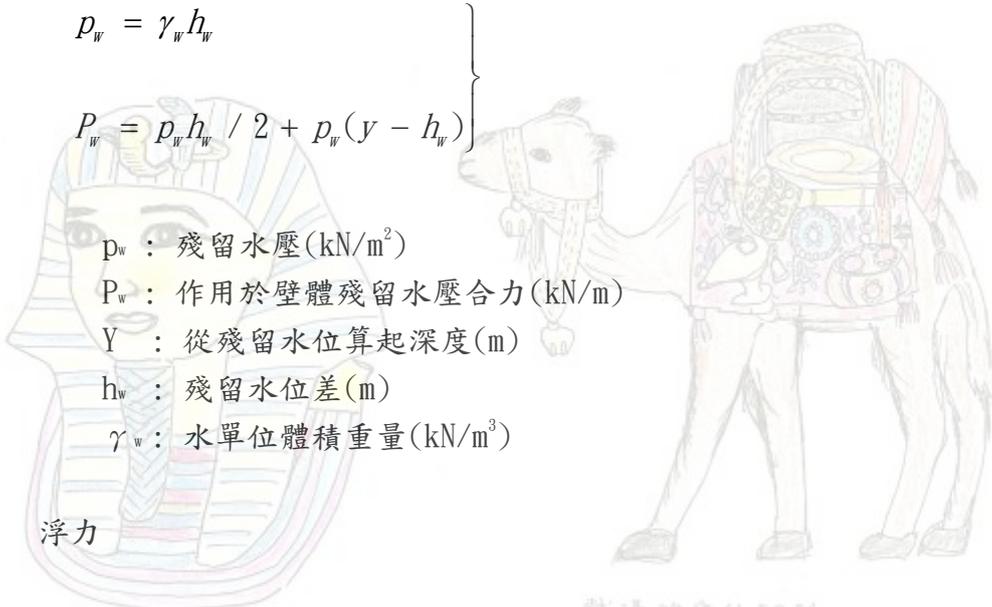
$$W = W_o + W'$$

$$W' = \frac{\pi}{4} D^2 L \gamma_w$$

- W_o : 船舶排水噸數
- W' : 船舶附加質量
- D : 吃水
- L : 船長
- γ_w : 海水單位體積重量 = 10kN/m³



阿拉丁神燈



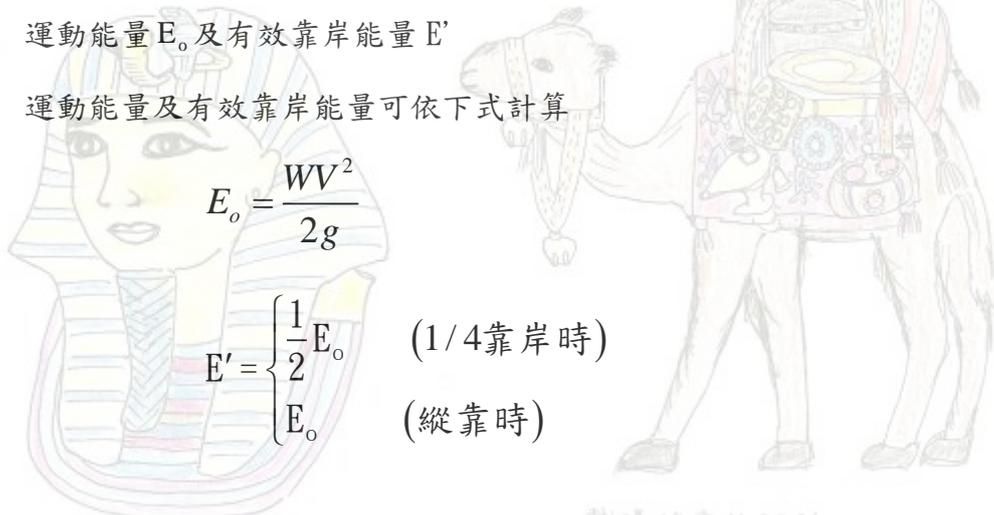
戴利品的驢子

② 靠岸速度(V)

靠岸速度隨船舶尺寸、靠岸方式、氣象、海況條件及繫船岸結構等決定。

③ 運動能量 E_o 及有效靠岸能量 E'

運動能量及有效靠岸能量可依下式計算



$$E_o = \frac{WV^2}{2g}$$

$$E' = \begin{cases} \frac{1}{2}E_o & (1/4 \text{靠岸時}) \\ E_o & (縱靠時) \end{cases}$$

載滿珠寶的駱駝

8) 船舶牽引力

船舶作用於繫船柱牽引力，可參考下表

2011 埃及尼羅河之旅

船舶總噸數	作用於直柱牽引力 (kN)	作用於曲柱牽引力 (kN)
200~500	150	150
500~1000	250	250
1000~2000	350	250
2000~3000	350	350
3000~5000	500	350
5000~10000	700	500
10000~20000	1000	700
20000~50000	1500	1000
50000~100000	2000	1000

9) 土壓

載滿貨品的驢子

阿拉丁神燈

10) 波壓

對施工中結構物或特殊斷面形狀結構物，必要考量波壓作為外力。