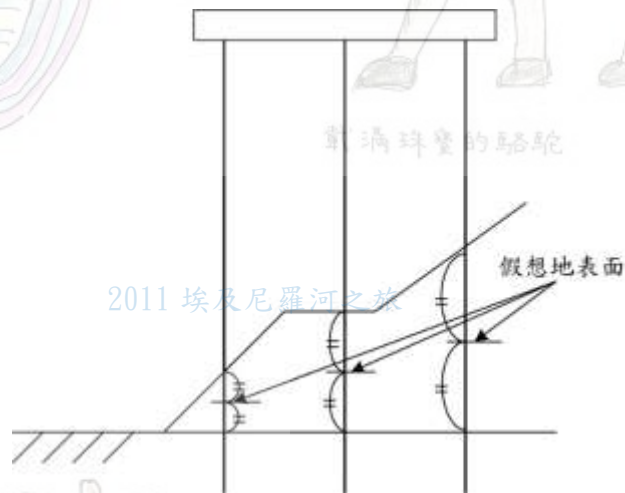


## 棧橋碼頭樁設計

### 1) 直樁式棧橋

#### ① 假想地表面

通常樁橫向抵抗計算是以水平地盤面為前提。橫棧橋的樁是打入斜坡，為使以往既有公式能適用，設定假想地表面，但必須補正地盤影響。斜坡很陡時，對各樁，如圖所示假想地表面，在各樁軸線上，於前面水深算起，斜坡一半高度處設置假想地表面。



#### ② 樁假想固定點

直樁式橫棧橋的樁是由群樁構成，假定樁與上部工結合為剛結構，各樁貫入適當深度，將棧橋以框架(rahmen)結構進行結構分析。樁假想固定點設於假想地表面下  $1/\beta$  處， $\beta$  依下式計算。

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{k_h D}{4EI}} \quad (\text{cm}^{-1})$$

$k_h$  : 橫方向地盤反作用力係數( $\text{N}/\text{cm}^3$ )

$D$  : 樁直徑或寬( $\text{cm}$ )

$E$  : 樁楊氏係數( $\text{N}/\text{cm}^2$ )

$I$  : 樁斷面 2 次力矩( $\text{cm}^4$ )

④ 樁斷面應力

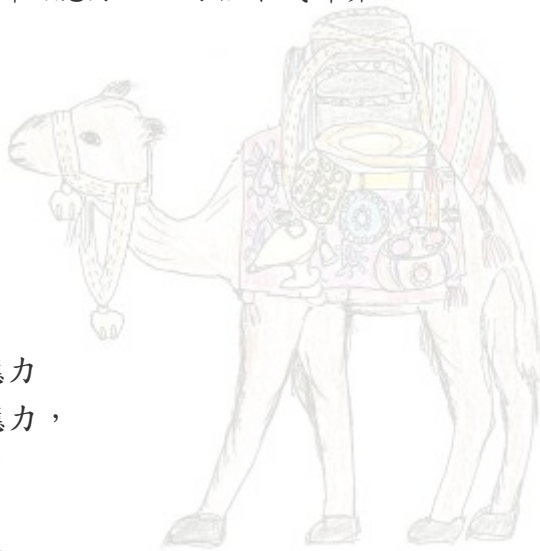
棧橋樁承受軸向力及彎矩，樁斷面應力 $\sigma$ ，可依下式計算

$$\sigma = \sigma_c \pm \sigma_{bc}$$

$$\sigma_c = \frac{P}{A}$$

$$\sigma_{bc} = \frac{M}{Z}$$

$\sigma_c$ : 斷面軸向應力  
 $\sigma_{bc}$ : 斷面力矩應力，  
 A: 橫斷面積  
 P: 樁軸向力  
 Z: 樁斷面係數  
 M: 樁彎矩



載滿珠寶的駱駝

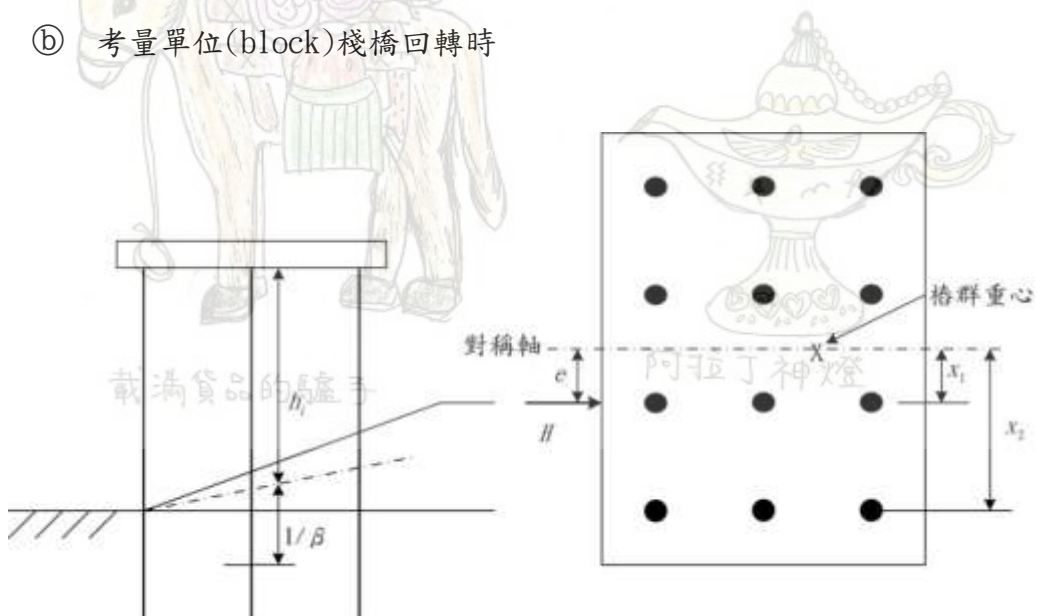
④ 各樁水平力

2011 埃及尼羅河之旅

① 不考量單位(block)棧橋回轉時

$$H_i = \frac{K_{H_i}}{\sum K_{H_i}} H$$

② 考量單位(block)棧橋回轉時



單位棧橋法線方向的垂直方向呈對稱軸，水平力作用方向與對稱軸平行時，水平力依下式計算

$$H_i = \frac{K_{H_i}}{\sum K_{H_i}} H + \frac{K_{H_i} x_i}{\sum K_{H_i} x_i^2} eH$$

$H_i$  : 分配至各樁水平力

$K_{H_i}$  : 橫方向彈簧係數(kN/m)

$$K_{H_i} = \frac{12EI_i}{\left(h_i + \frac{1}{\beta}\right)^3}$$

$1/\beta$  : 假想地表面至樁假想固定點間距離

$h_i$  : 樁頭至假想地表面距離

$EI_i$  : 各樁的彎曲剛性(kNm<sup>2</sup>)

$H$  : 作用於單位棧橋的水平力(kN)

$E$  : 單位棧橋對稱軸與水平力作用線間的距離

$x_i$  : 單位棧橋對稱軸至各樁距離

$i$  : 第  $i$  根樁

### ⑤ 各樁頭力矩

作用於各樁頭力矩  $M_i$  可依下式計算

$$M_i = \frac{1}{2} \left( h_i + \frac{1}{\beta_i} \right) H_i$$

### ⑥ 各樁頭軸向力

作用於各樁頭軸向力  $P_i$  可依下式計算

$$P_i = P_{hi} + P_{vi}$$

$P_{vi}$  : 垂直載重引起第  $i$  根樁軸向力

$P_{hi}$  : 水平力引起第  $i$  根樁軸向力

$$P_{hi} = S_{i,i-1} + S_{i,i+1} = \frac{M_{i-1,i} + M_{i,i-1} - M_{i,i+1} - M_{i+1,i}}{\ell}$$

$S_{i,i-1}$ : 水平力引起第  $i$  根樁頭左側樑的剪力

$S_{i,i+1}$ : 水平力引起第  $i$  根樁頭右側樑的剪力

$M_{i-1,i}$ : 水平力引起第  $(i-1)$  根樁頭右側樑的彎矩

$M_{i,i-1}$ : 水平力引起第  $i$  根樁頭左側樑的彎矩

$M_{i,i+1}$ : 水平力引起第  $i$  根樁頭右側樑的彎矩

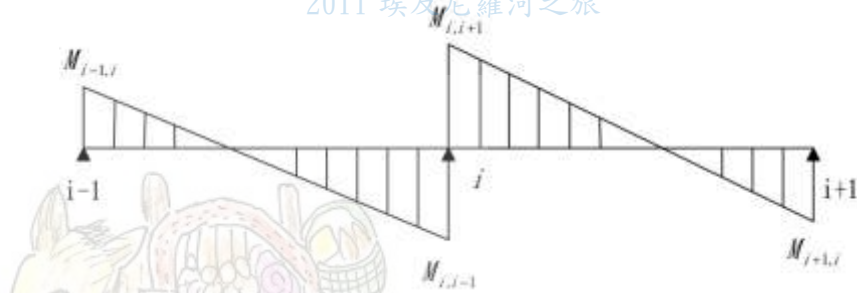
$M_{i+1,i}$ : 水平力引起第  $(i+1)$  根樁頭左側樑的彎矩

$\ell$ : 樑跨距(樁的中心間隔)



中間支點的樁頭力矩為  $M_i$  時， $M_{i,i-1}$  及  $M_{i,i+1}$  可依下式計算，但對端點，樁頭力矩不變。

### 2011 埃及尼羅河之旅



$$M_{i,i-1} = aM_i$$

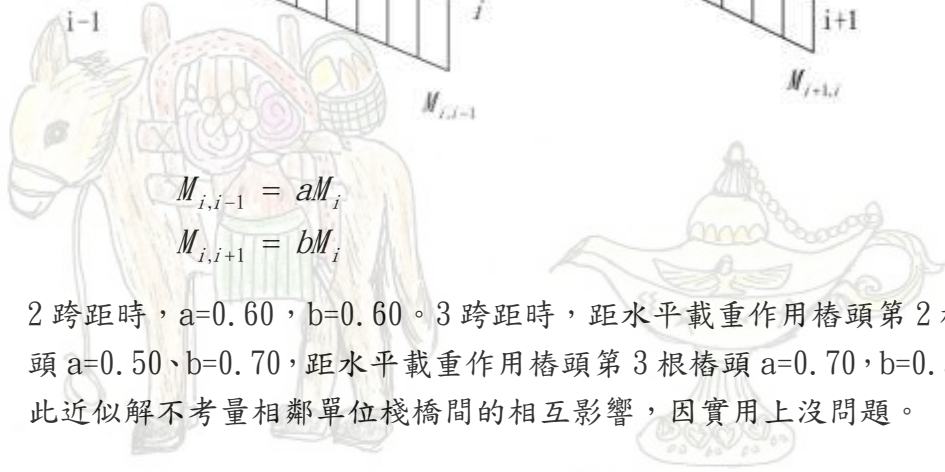
$$M_{i,i+1} = bM_i$$

2 跨距時， $a=0.60$ ， $b=0.60$ 。3 跨距時，距水平載重作用樁頭第 2 根樁頭  $a=0.50$ 、 $b=0.70$ ，距水平載重作用樁頭第 3 根樁頭  $a=0.70$ 、 $b=0.50$ 。此近似解不考量相鄰單位棧橋間的相互影響，因實用上沒問題。

### ⑦ 棧橋及各樁位移

棧橋整體位移量  $\Delta$  為

$$\Delta = \frac{H}{\sum K_{Hi}}$$



棧橋整體的回轉量  $\alpha$  為

$$\alpha \approx \frac{eH}{\sum K_{Hi} X_i^2}$$

各樁位移量  $\Delta_i$  為

$$\Delta_i = \frac{H}{\sum K_{Hi}} + \frac{X_i}{\sum K_{Hi} X_i^2} eH = \Delta + \alpha X_i$$

⑧ 樁貫入深度

① 樁軸向承載力

對⑥求得軸向力，依「樁基礎承載力」計算出承載力，決定貫入深度。

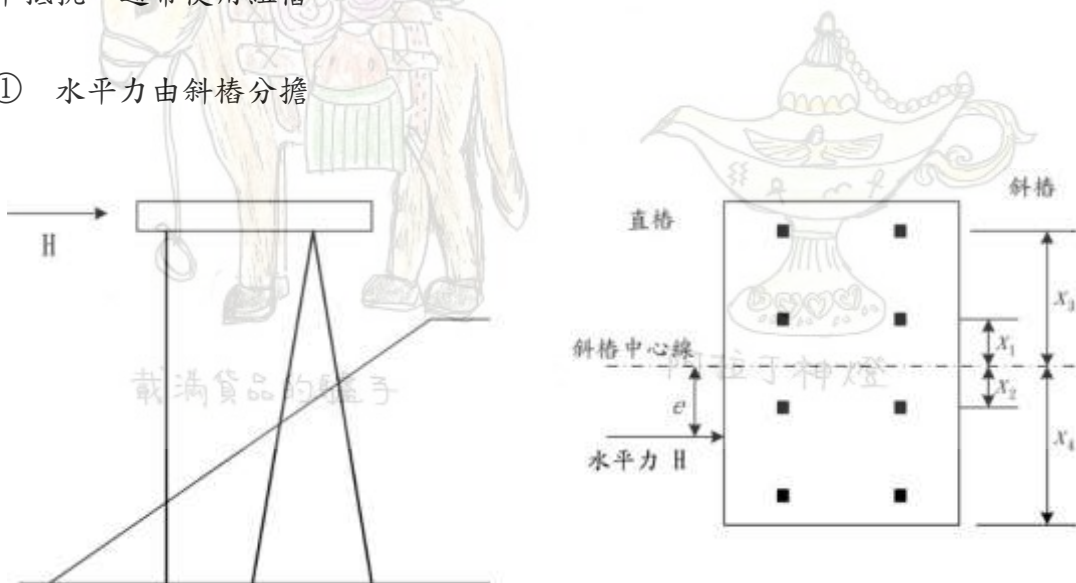
② 樁水平抵抗力

對樁水平抵抗需要貫入深度  $L$  為地表面(假想地表面)下  $3/\beta$  以深。

2) 斜樁式棧橋

設計直樁式棧橋水平力過大，在結構上不可行、產生不經濟斷面或在軟弱地盤無法取得樁橫向抵抗時，可考量加入斜樁的斜樁式棧橋。斜樁利用軸力承載水平抵抗，通常使用組樁。

① 水平力由斜樁分擔



② 各斜樁斷面、斜樁斜角不一時，分配至各斜樁頭的水平力為

① 視為完全承載樁時

① 不考量單位棧橋回轉時

$$H_i = \frac{C_i}{\sum C_i} H$$

② 考量單位棧橋回轉時

$$H_i = \frac{C_i}{\sum C_i} H + \frac{C_i x_i}{\sum C_i x_i^2} eH$$

$$C_i = \frac{\sin^2(\theta_{i1} + \theta_{i2})}{\frac{\ell_{i1}}{A_{i1}E_{i1}} \cos^2 \theta_{i2} + \frac{\ell_{i2}}{A_{i2}E_{i2}} \cos^2 \theta_{i1}}$$

$H$ ：作用於單位棧橋水平力(kN)

$H_i$ ：分配至各斜樁頭的水平力

$e$ ：斜樁中心線至作用水平力間距離

$x_i$ ：各斜樁至斜樁中心線距離

$\ell_i$ ：樁全長(拉拔力作用時採摩擦樁的  $\ell$ )

$A_i$ ：各樁斷面積(m<sup>2</sup>)

$E_i$ ：各樁彈性係數(kN/m<sup>3</sup>)

$\theta_{i1}, \theta_{i2}$ ：各樁與垂直線呈角度

下標  $i$ ：有關第  $i$  根樁有關事項

下標 1, 2：各組樁的各樁

斜樁中心線可依下式計算

$$\frac{\sum C_i \xi_i}{\sum C_i}$$

$\xi_i$ ：任意座標原點至各斜樁法線方向的座標

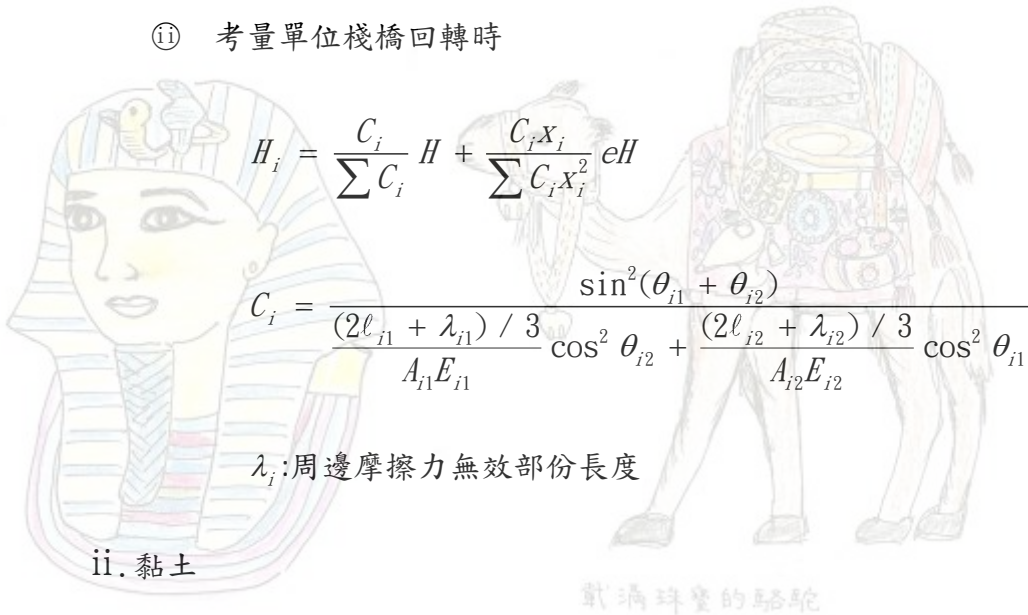
② 視為完全摩擦樁時

i. 砂質土

① 不考量單位棧橋回轉時

$$H_i = \frac{C_i}{\sum C_i} H$$

① 考量單位棧橋回轉時



ii. 黏土

戴滿珠寶的駱駝

$$H_i = \frac{C_i}{\sum C_i} H + \frac{C_i x_i}{\sum C_i x_i^2} eH$$

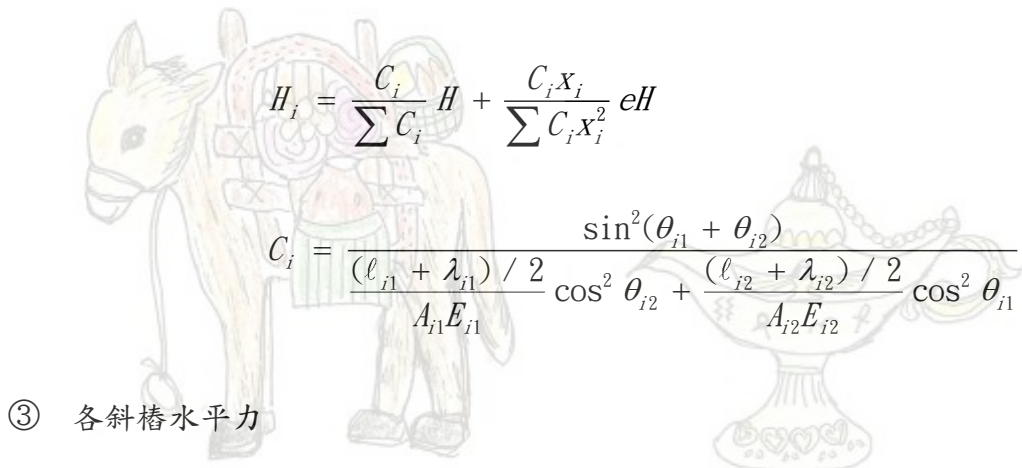
$$C_i = \frac{\sin^2(\theta_{i1} + \theta_{i2})}{\frac{(2\ell_{i1} + \lambda_{i1}) / 3}{A_{i1} E_{i1}} \cos^2 \theta_{i2} + \frac{(2\ell_{i2} + \lambda_{i2}) / 3}{A_{i2} E_{i2}} \cos^2 \theta_{i1}}$$

$\lambda_i$ : 周邊摩擦力無效部份長度

① 不考量單位棧橋回轉時

$$H_i = \frac{C_i}{\sum C_i} H$$

① 考量單位棧橋回轉時



$$H_i = \frac{C_i}{\sum C_i} H + \frac{C_i x_i}{\sum C_i x_i^2} eH$$

$$C_i = \frac{\sin^2(\theta_{i1} + \theta_{i2})}{\frac{(\ell_{i1} + \lambda_{i1}) / 2}{A_{i1} E_{i1}} \cos^2 \theta_{i2} + \frac{(\ell_{i2} + \lambda_{i2}) / 2}{A_{i2} E_{i2}} \cos^2 \theta_{i1}}$$

③ 各斜樁水平力

各斜樁斷面、斜樁角度及長度全部一樣時，分配至各組樁的水平力為

② 不考量單位(block)棧橋回轉時

$$H_i = \frac{1}{n} H$$

② 考量單位(block)棧橋回轉時

$$H_i = \frac{1}{n} H + \frac{x_i}{\sum x_i^2} eH$$

n 為斜樁根數

- ④ 各垂直載重作用於樁的擠壓力，可視為樁位置為支點的簡支樑，計算支點反作用力即可。
- ⑤ 各斜樁擠壓力及拉張力，可由①~③求得水平力及④求得垂直載重，依「樁基礎承载力」計算。
- ⑥ 斜樁式棧橋直樁作用擠壓力，可由④支點反作用力求得。
- ⑦ 各樁斷面應力，為承受軸向力的樁，可依直樁棧橋所述③樁斷面應力計算。
- ⑧ 斜樁貫入深度與直樁棧橋所述⑧相同。
- ⑨ 法線方向有斜樁時，檢討方法同法線直角方向。
- ⑩ 法線方向無斜樁時，檢討方法同直樁棧橋。

2011 埃及尼羅河之旅



載滿貨品的驢子

回棧橋碼頭設計 回港灣設施設計



阿拉丁神燈