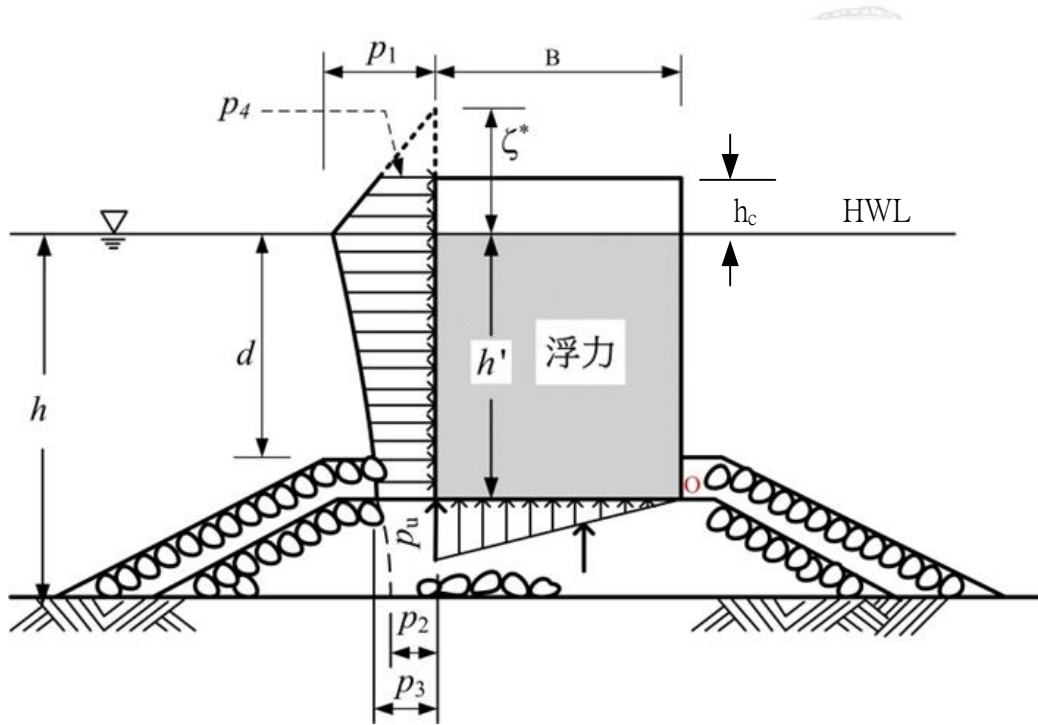


# 沉箱式合成堤安定性



2011 埃及尼羅河之旅

## 1 直立部

- 1) 水深  $h$  = 設計潮位 + 堤址水深
- 2) 依容許傳達波高率公式估算堤頂高度  $h_c$  (已於初始斷面求得)
- 3) 估算堤址水深處淺化係數  $K_s$
- 4) 依合田公式計算出堤址水深處
  - Ⓐ 有義波高  $H_{1/3}$
  - Ⓑ 最大波高  $H_{max}$
  - Ⓒ 波壓作用高(越波高度)  $\zeta^*$

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

- Ⓓ 波壓強度  $p_1, p_2, p_3, p_4, p_u$

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

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

$$p_3 = \alpha_3 p_1$$



阿拉丁神燈

載滿貨品的驢子

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

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

④ 波壓水平及垂直合力

(i) 越波時選定越波高度  $h_c^*$

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

(ii) 波壓水平合力 P

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

載滿珠寶的駱駝

(iii) 上揚合力 U

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

2011 埃及尼羅河之旅

(iv) 水平合力力矩  $M_H$

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

(v) 上揚合力力矩  $M_U$

$$M_U = \frac{2}{3} UB$$

(kNm/m)

5) 計算堤體重量  $W_{\text{總重量}}$

載滿貨品的驢子

阿拉丁神燈

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。

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

$$W_1 = \gamma_{rc} \times (h_{\text{沉箱高}} - h_{\text{堤底高}}) \times B \times a / 100$$

$$W_2 = \gamma_b \times (h_{\text{沉箱高}} - h_{\text{堤底高}}) \times B \times b / 100$$

a: 鋼筋混凝土所佔比例

b: 填充材所佔比例

$\gamma_{rc}$ : 鋼筋混凝土單位體積重量

$\gamma_b$ : 填充材單位體積重量

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

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

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

## 6) 堤體安定計算

Ⓐ 滑動

$$F = \frac{\mu(W_{\text{總重量}} - U)}{P}$$

Ⓑ 轉動

$$F = \frac{W_{\text{總重量}} \frac{B}{2} - M_u}{M_p}$$

## 7) 地盤安定計算

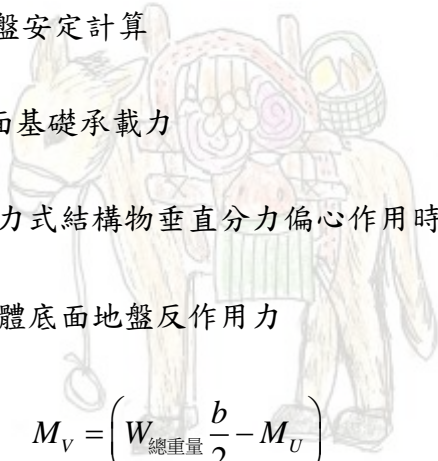
### (1) 平面基礎承载力

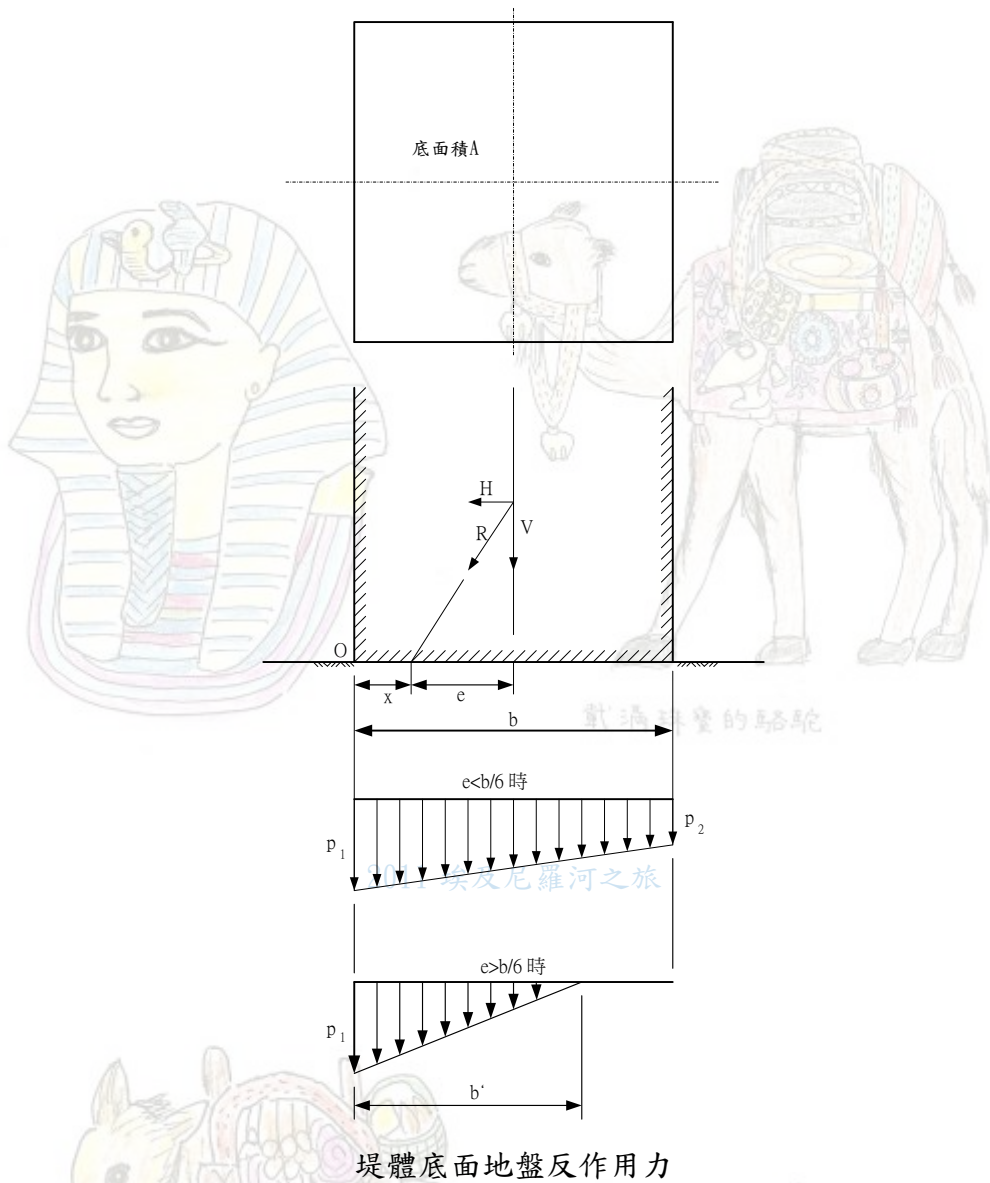
重力式結構物垂直分力偏心作用時，基礎承载力以下列方式檢討。

① 壁體底面地盤反作用力

$$M_v = \left( W_{\text{總重量}} \frac{b}{2} - M_u \right)$$

$$V = W_{\text{總重量}} - U$$





- ① 首先判別作用於壁體底面合力 R 的偏心率 e 的位置(上圖)。

$$x = \frac{M_V - M_H}{V}$$

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

載滿貨品的驢子

阿拉丁神燈

- ②  $e \leq \frac{1}{6}b$  時

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

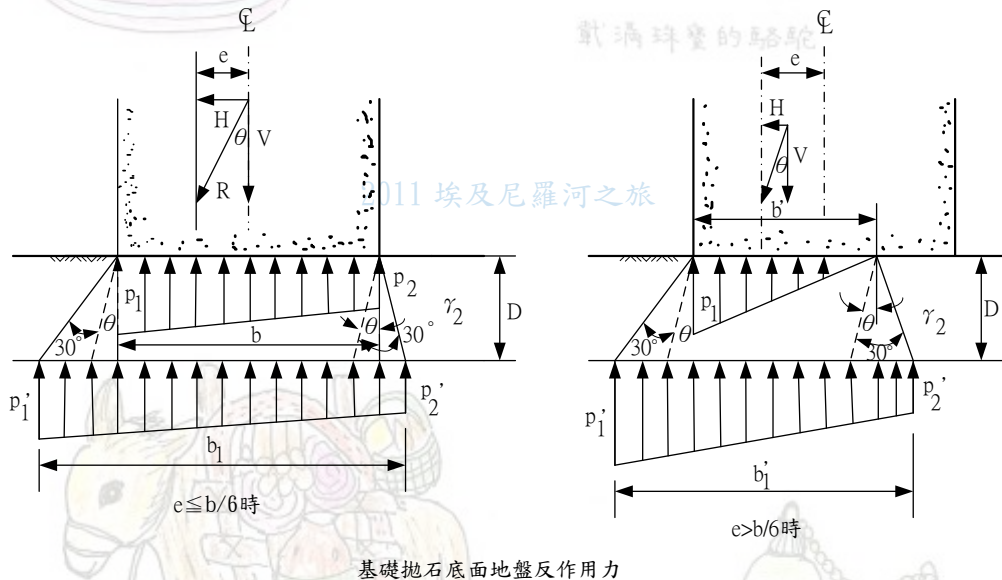
最小反作用力  $p_2 = \left(1 - 6\frac{e}{b}\right) \frac{V}{A}$

③  $e > \frac{1}{6}b$  時

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

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

(2) 基礎拋石底面地盤反作用力



① 首先判別作用於壁體底面合力 R 的偏心量 e 的位置(上圖)。

$$x = \frac{M_V - M_H}{V}$$

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

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{H}{V}\right) = \tan^{-1}\left(\frac{P}{W_{\text{總重量}} - U}\right)$$

②  $e \leq \frac{1}{6}b$  時

分佈寬度  $b_1 = b + D[\tan(30^\circ + \theta) + \tan(30^\circ - \theta)]$

最大反作用力  $p_1' = \frac{b}{b_1} p_1 + \gamma_2 D$

最小反作用力  $p_2' = \frac{b}{b_1} p_2 + \gamma_2 D$

③  $e > \frac{1}{6}b$  時

分佈寬度  $b_1' = b' + D[\tan(30^\circ + \theta) + \tan(30^\circ - \theta)]$

最大反作用力  $p_1' = \frac{b'}{b_1'} p_1 + \gamma_2 D$

最小反作用力  $p_2' = \gamma_2 D$

### 2011 埃及尼羅河之旅

$P_1'$ : 基礎拋石底面最大地盤反作用力(kN/m<sup>2</sup>)

$P_2'$ : 基礎拋石底面最小地盤反作用力(kN/m<sup>2</sup>)

$b_1$ :  $e \leq \frac{1}{6}b$  時, 壁基礎拋石下部載重分佈寬度(m)

$b_1'$ :  $e > \frac{1}{6}b$  時, 壁基礎拋石下部載重分佈寬度(m)

$\gamma_2$ : 基礎拋石單位體積重量(水中部份為水中單位體積重量) (kN/m<sup>3</sup>)

$D$ : 基礎拋石厚度(m)

### (3) 基礎地盤容許承载力

砂質土地盤容許承载力  $q_a$  為

$$q_a = \frac{1}{F} (\beta \gamma_1 B N_r) + \gamma_2 D$$

$\gamma_1$ : 基礎底面下土的單位體積重量(水面下部份則為水中單位體積重量) (kN/m<sup>3</sup>)

$\gamma_2$ : 基礎底面上土的單位體積重量(合成堤時為基礎拋石單位體積重量) (kN/m<sup>3</sup>)

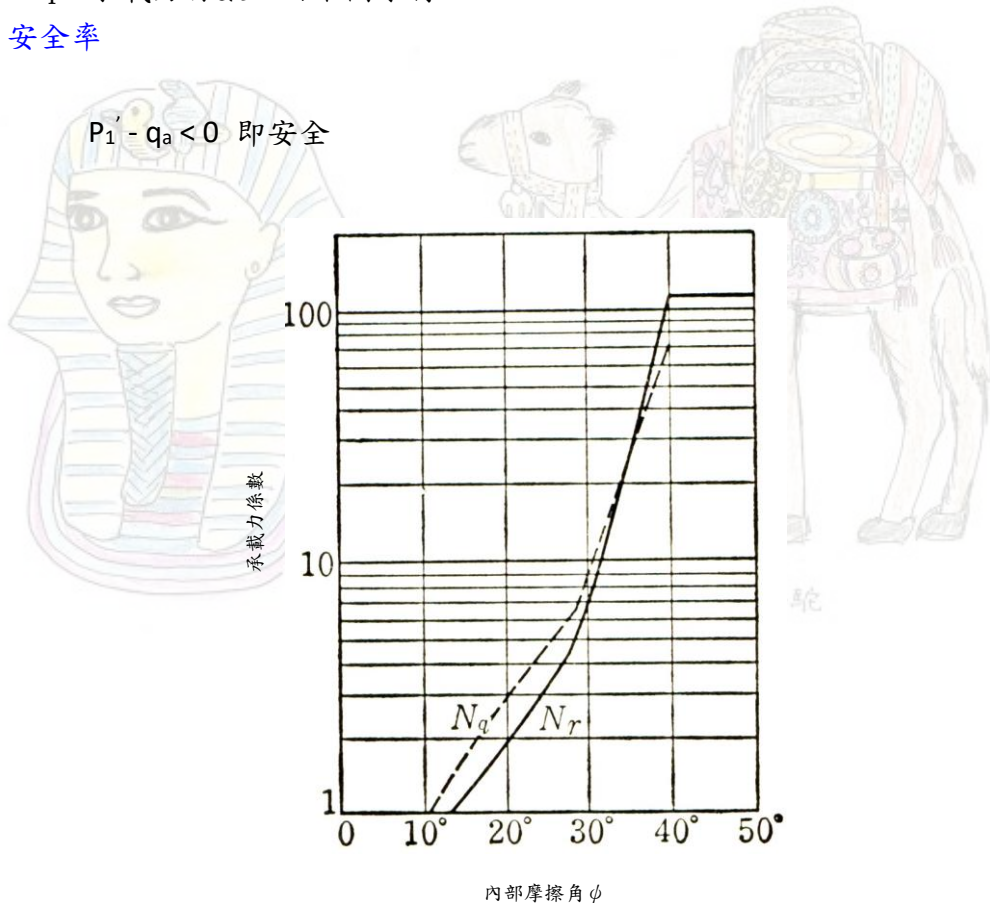
$\beta$ : 基礎形狀係數(帶狀=0.5)

B: 基礎最小寬度(圓形基礎時為直徑，合成堤時為基礎拋石下部分佈寬)(m)

D: 基礎貫入深度(合成堤時為基礎拋石厚度)(m)

$N_r, N_q$ : 承载力係數，由下圖求得。

F: 安全率



承载力係數  $N_r, N_q$

## 2. 直線滑動

對如下圖所示，合成堤單一拋石基礎，假定為直線滑動時，滑動安全率為

$$F = \frac{(W - P \tan \phi)}{W \tan \alpha + P}$$

P: 波力分佈(kN/m)

$\phi$ : 拋石內部摩擦角(度)

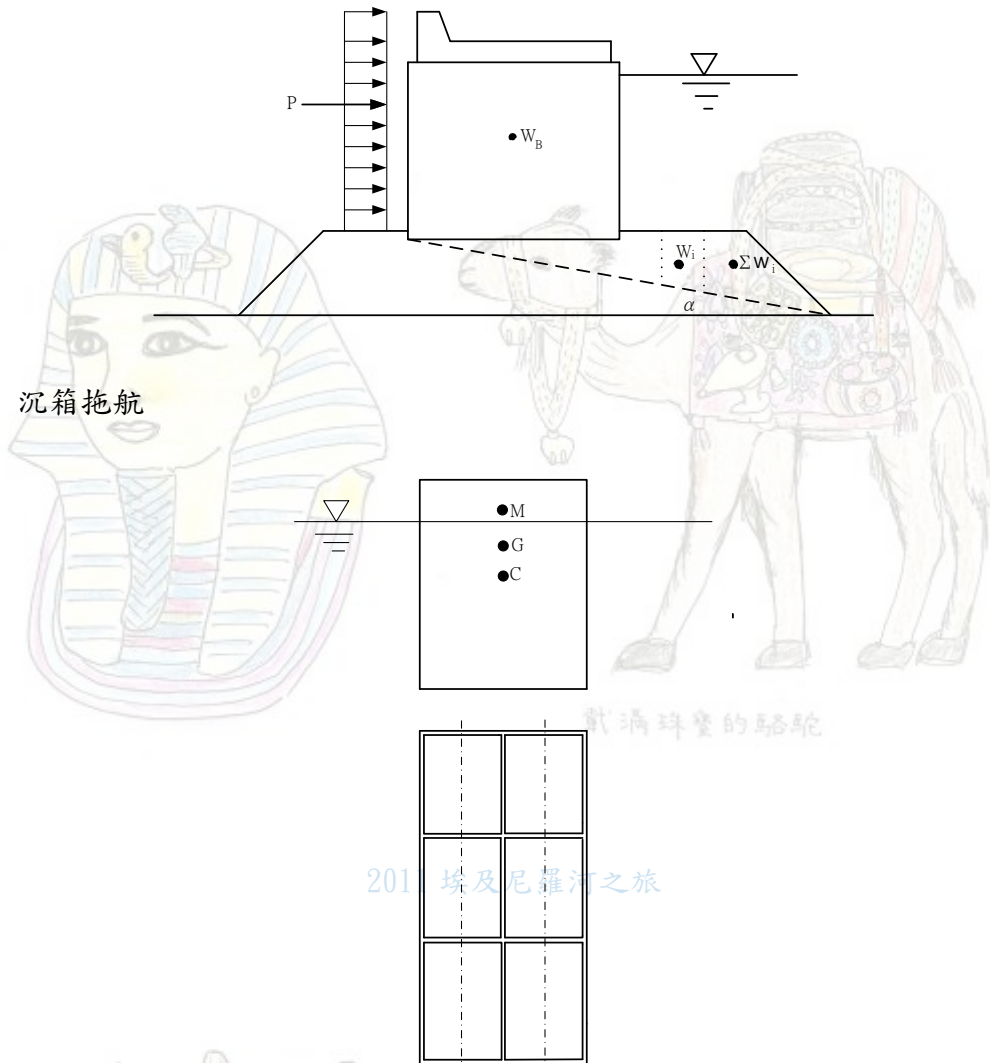
W:  $W_B + \sum W_i$ (kN/m)

$W_B$ : 堤體重量(kN/m)

$W_i$ : 拋石分割片的有效重量(/m)

$\alpha$ : 滑動面與水平線夾角

### 3. 沉箱拖航



201 埃及尼羅河之旅

沉箱拖航安定

沉箱自浮時對傾斜、翻轉安定計算可依下式推算(上圖)

$$\frac{I}{V} - \overline{CG} = \overline{MG} > 0.05D$$

V: 排水容量(m<sup>3</sup>), (V=LBD, L:沉箱長度, B:沉箱寬度, D:沉箱吃水)

D: 吃水(m), D=W/(γ<sub>w</sub>BL), W:沉箱重量, γ<sub>w</sub>:海水單位體積重量

I: 吃水面長軸的 2 次力距(m<sup>4</sup>), I=LB<sup>3</sup>/12

C: 浮心, C=D/2

G: 重心

M: 定傾中心



長距離拖航時，沉箱的橫搖固有週期 T 可依下式估算

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{K^2}{gGM}}$$

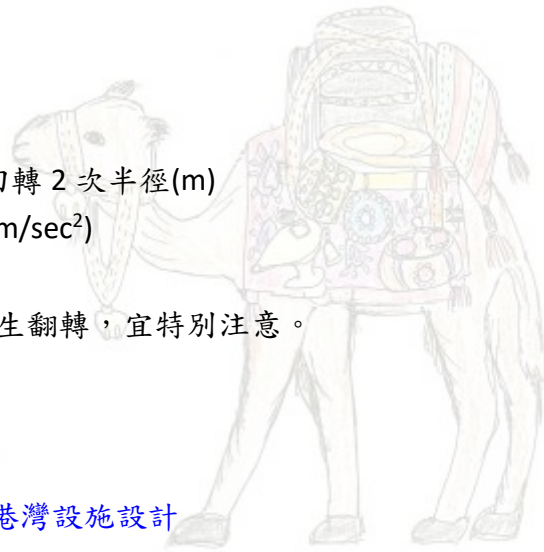
K: 沉箱橫方向的回轉 2 次半徑(m)

G: 重力加速度(9.8m/sec<sup>2</sup>)

拖航時若受同週期波作用，容易發生翻轉，宜特別注意。



回港灣設施設計



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