

基礎地盤下陷

工址採取土樣進行粒度試驗，可判別地盤屬砂質土或黏性土。砂質土地盤下陷量很小，通常可忽略，但屬緩慢堆積者，載重後會有即時下陷發生。黏性地盤有因塑性流動引起的即時下陷及因地盤中過剩空隙水壓消散引起的壓密下陷等2種。設置結構物時的下陷量，可依下列順序推算。

- 1) 推算載重量
- 2) 推算地盤初期垂直應力
- 3) 推算下陷量
- 4) 推算下陷速度

1) 載重量

推算下陷量，載重為結構物自重、壓密層上部土重量及可能會對下陷產生影響的**外載重**。

2011 埃及尼羅河之旅

2) 地盤初期垂直應力

① 分割壓縮層

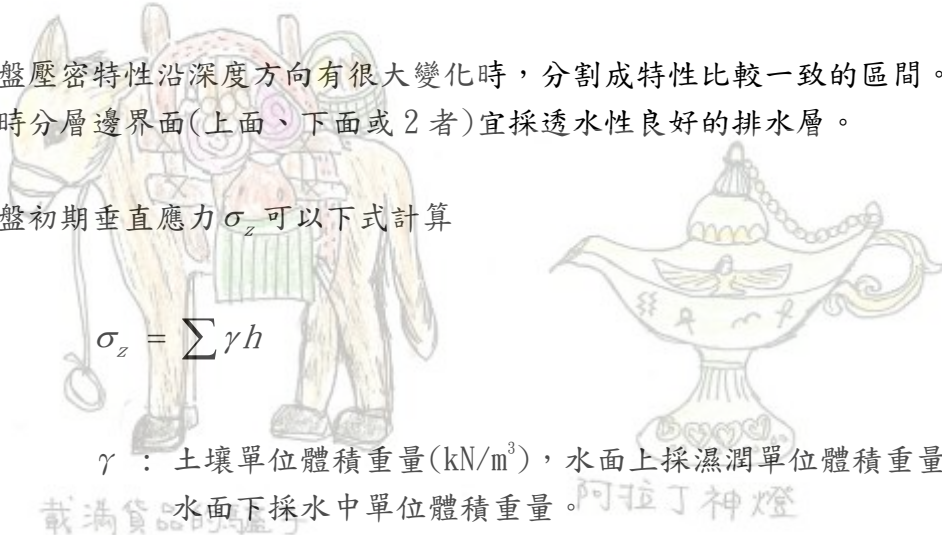
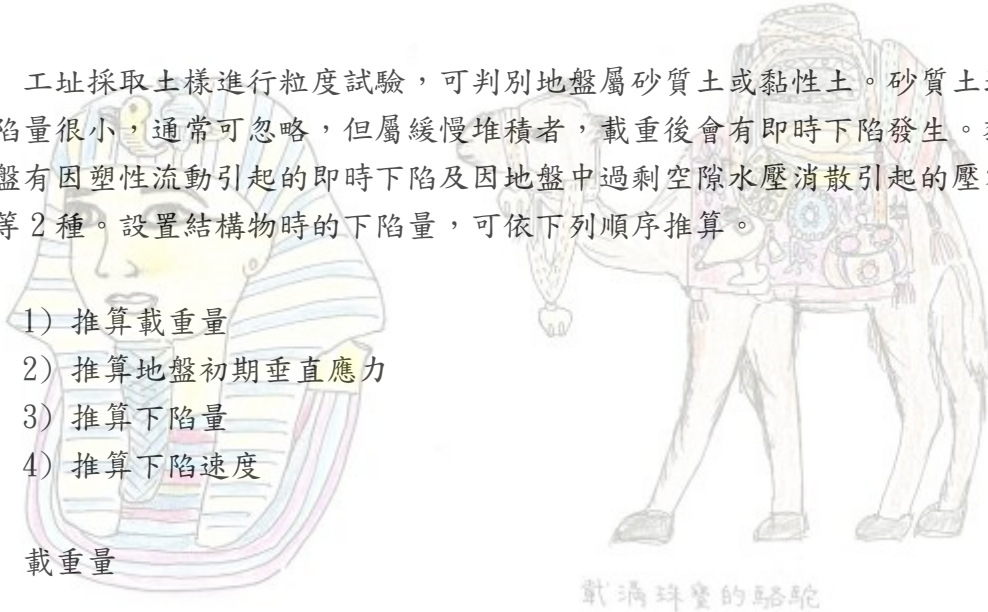
地盤壓密特性沿深度方向有很大變化時，分割成特性比較一致的區間。分割時分層邊界面(上面、下面或2者)宜採透水性良好的排水層。

② 地盤初期垂直應力 σ_z 可以下式計算

$$\sigma_z = \sum \gamma h$$

γ ：土壤單位體積重量(kN/m^3)，水面上採濕潤單位體積重量，
水面下採水中單位體積重量。

h ：地盤各層厚度(m)



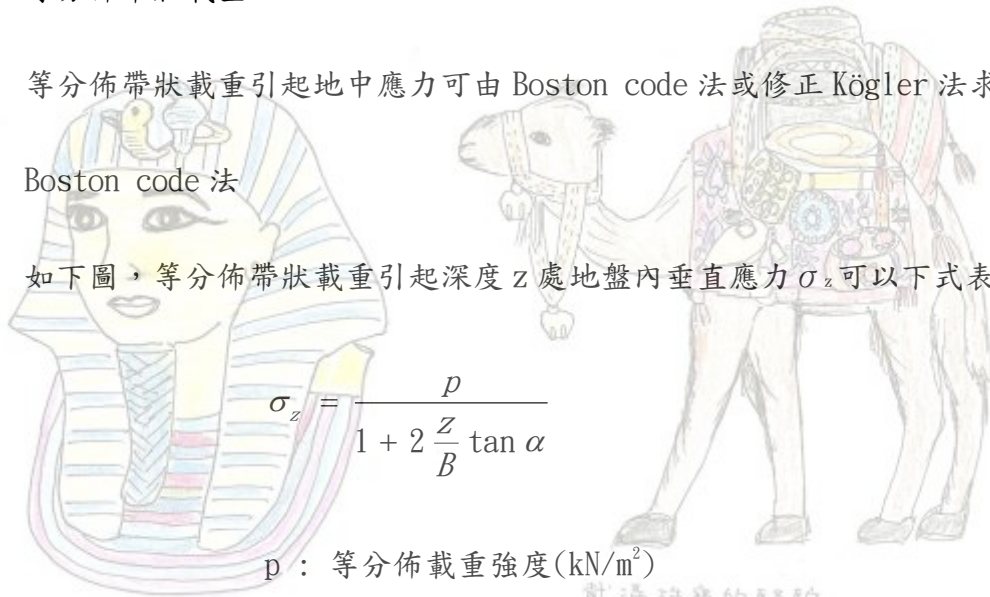
3) 載重引起地盤初期垂直應力增量

① 等分佈帶狀載重

等分佈帶狀載重引起地中應力可由 Boston code 法或修正 Kögler 法求得。

① Boston code 法

如下圖，等分佈帶狀載重引起深度 z 處地盤內垂直應力 σ_z 可以下式表示



$$\sigma_z = \frac{p}{1 + 2 \frac{z}{B} \tan \alpha}$$

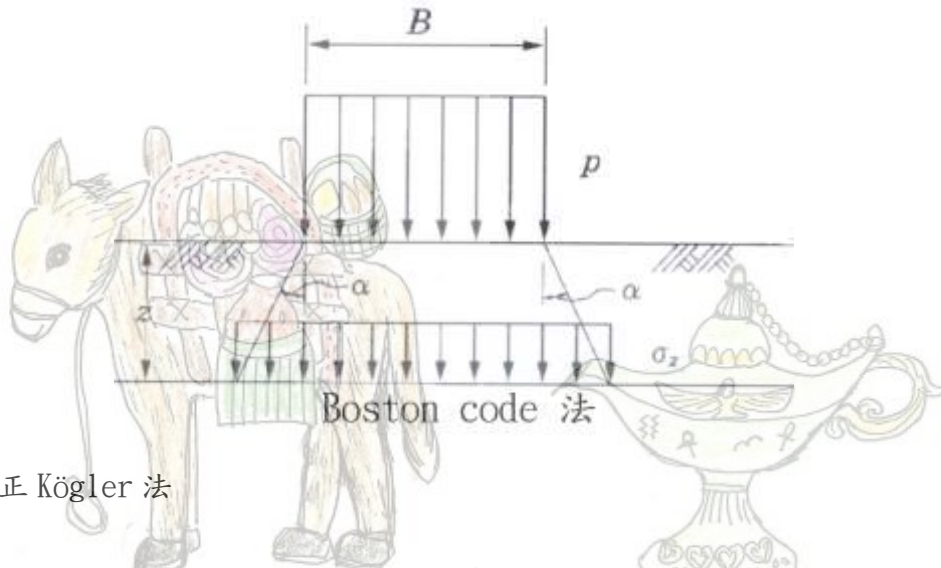
p : 等分佈載重強度 (kN/m^2)

B : 等分佈載重寬度 (m)

z : 從地表算起深度 (m)

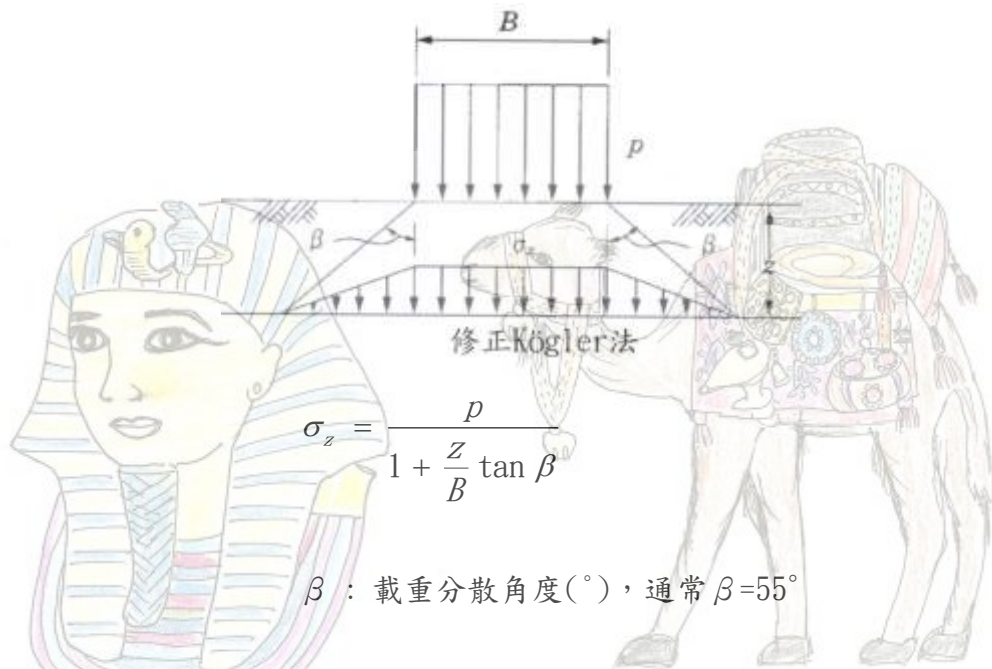
α : 載重分散角度 ($^\circ$)，通常 $\alpha=30^\circ$

2011 埃及尼羅河之旅



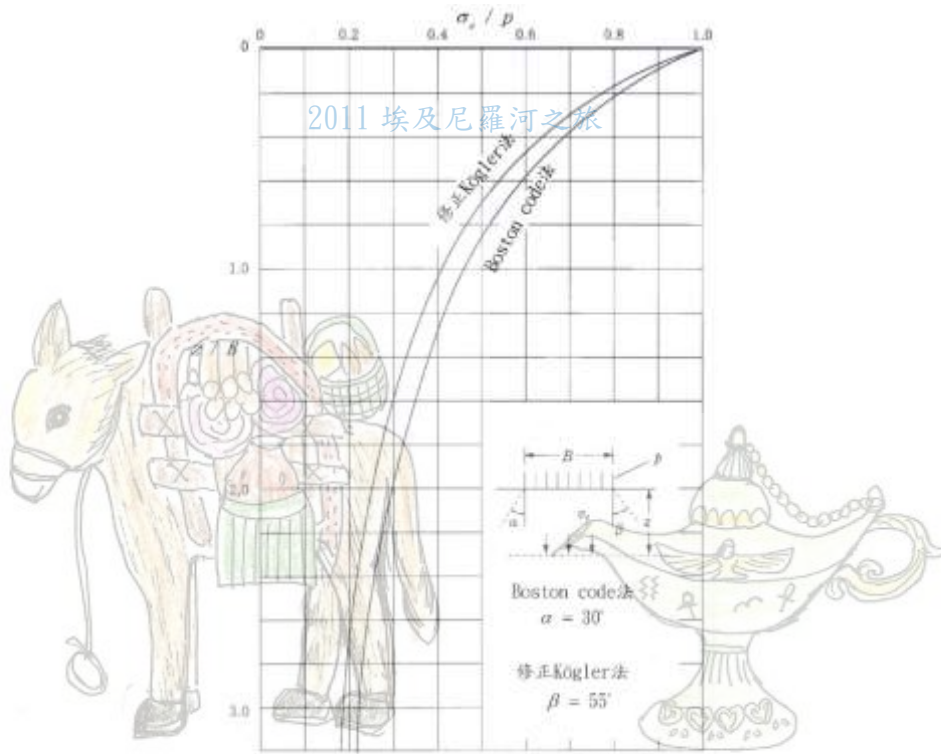
② 修正 Kögler 法

修正 Kögler 法認為 Boston code 法求得地盤內垂直應力與地中應力間產生不連續現象，提案將等分佈載重引起任意深處地盤垂直應力，如下圖，下式表示。



下圖為依 2 種方法得到地盤內垂直應力與深度的比較圖。

載滿珠寶的駱駝



載滿貨品的驢子

阿拉丁神燈

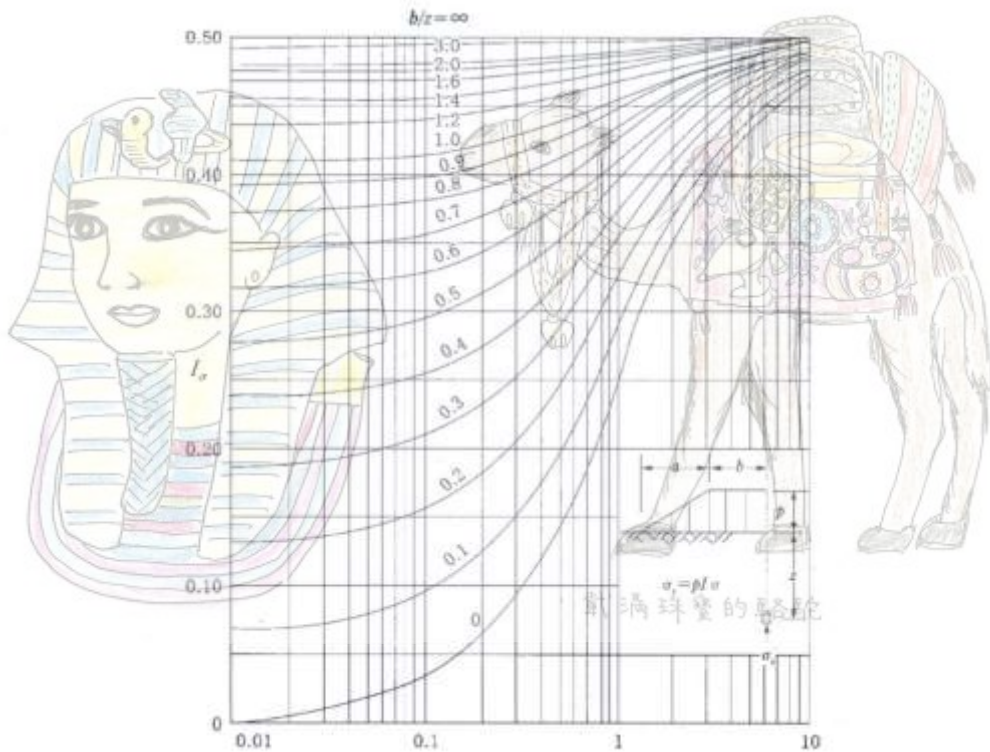
② 堤狀載重

堤狀載重引起深度 z 處地盤內垂直應力 σ_z 可以下式表示

$$\sigma_z = pI_\sigma$$

p : 載重強度(kN/m^2)

I_σ : 下圖所示地中垂直應力

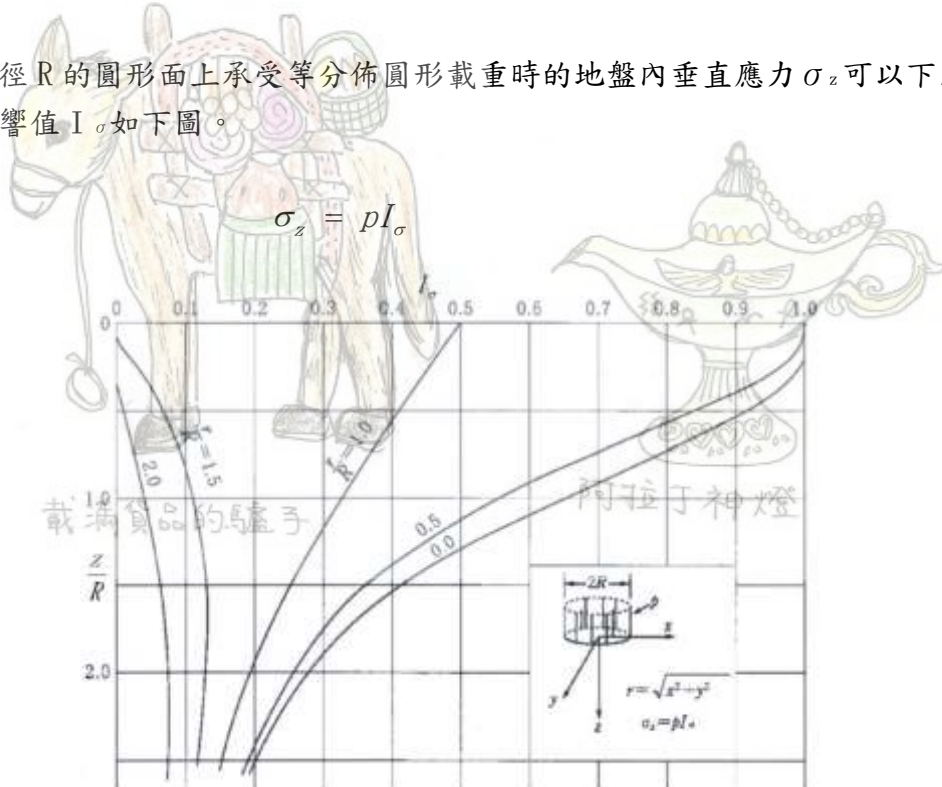


2011 埃及尼羅河之旅

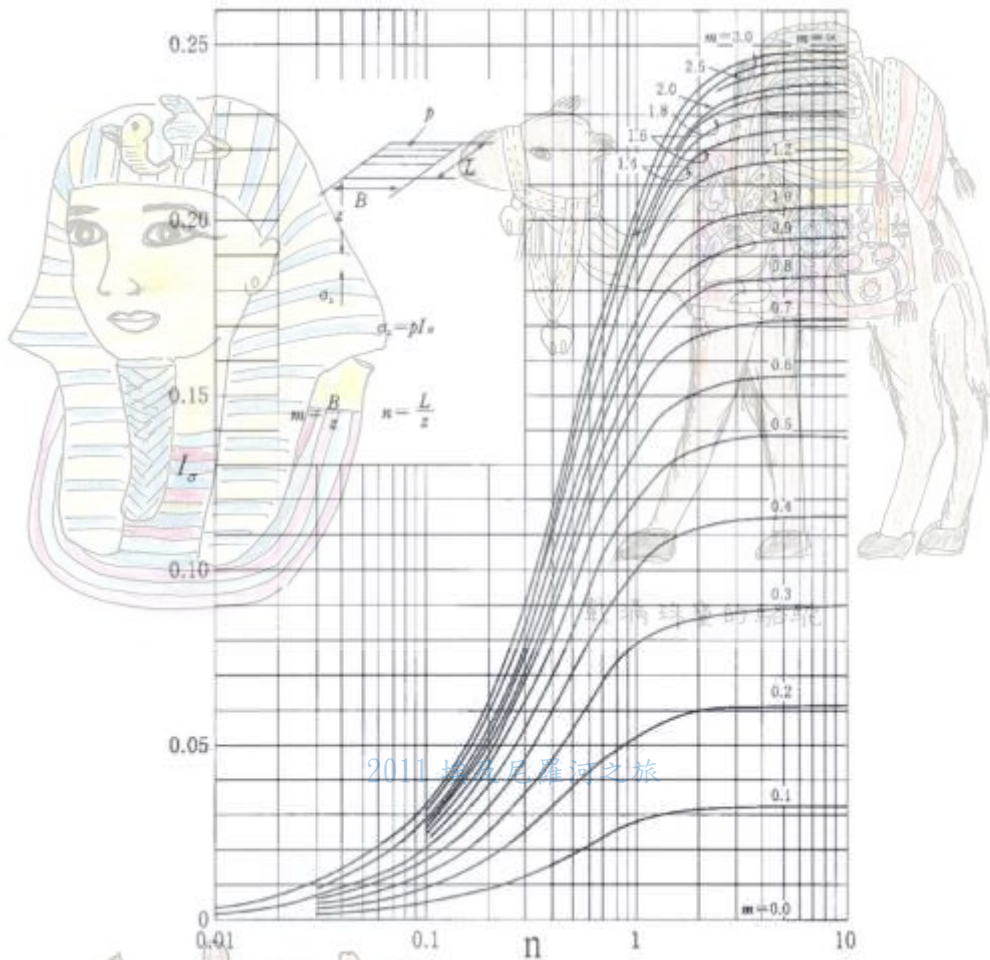
③ 面載重

Ⓐ 等分佈圓形載重

半徑 R 的圓形面上承受等分佈圓形載重時的地盤內垂直應力 σ_z 可以下式表示，影響值 I_σ 如下圖。



② 等分佈矩形載重



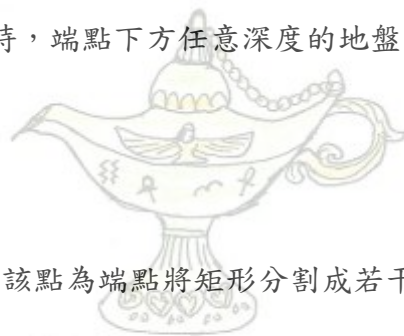
矩形載重端點下方地盤內垂直應力的影響線

矩形載重面(LxB)上承受等分佈圓形載重時，端點下方任意深度的地盤內垂直應力 σ_z 可以下式表示，影響值 I_σ 如上圖。

$$\sigma_z = pI_\sigma$$

計算矩形端點以外的點的地中應力時，以該點為端點將矩形分割成若干小矩形，由各小矩形的影響值的代數和求得。

載滿貨品的驢子



阿拉丁神燈

4) 即時下陷

即時下陷與壓密下陷不同，是受地盤剪變形，承受時載重瞬間發生。砂質土地盤，無如黏性土地盤般的長時間壓密下陷，即時下陷即全部下陷。黏性土地盤受非排水剪應變形引起下陷，產生向側方的塑性流動。軟弱黏性土地盤的

即時下陷與壓密下陷比較屬微量，通常不予考量。

① 等分佈圓形載重

等分佈圓形載重引起即時下陷量 ρ_z (m) 為

$$\rho_z = \frac{2p(1-\nu^2)}{E} R$$

- R : 圓形載重半徑(m)
- p : 等分佈載重強度(kN/m²)
- E : 土壤彈性係數(kN/m²)
- ν : 土壤 Poisson 比



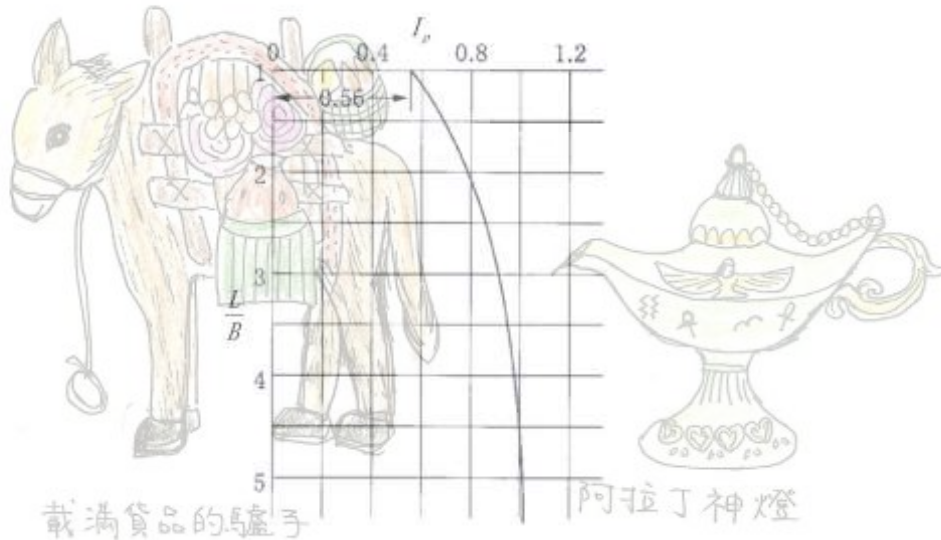
載滿珠寶的駱駝

② 等分佈矩形載重

等分佈矩形載重起即時下陷量 ρ_z (m) 為

$$\rho_z = pB \frac{(1-\nu^2)}{E} I_\rho$$

I_ρ : 如下圖，下式所示下陷量影響值



載滿貨品的驢子

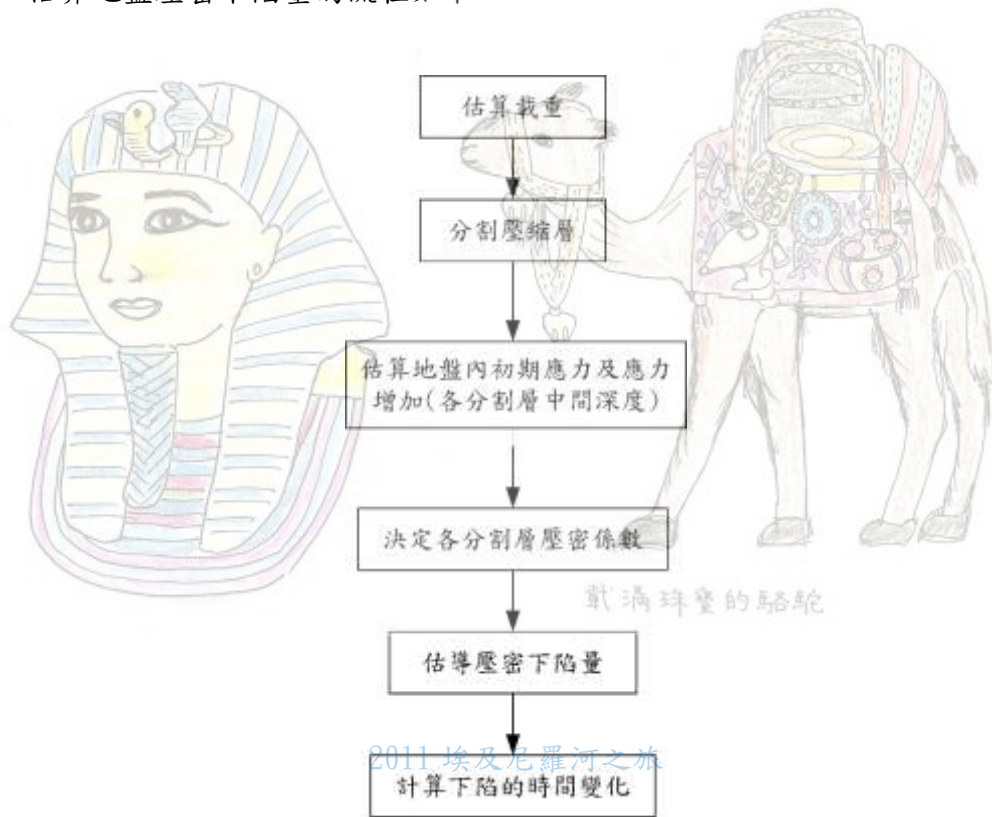
阿拉丁神燈

$$I_\rho = \frac{1}{\pi} \left[l \ln \frac{\sqrt{l^2+1}}{l} + \ln \left(l + \sqrt{l^2+1} \right) \right]$$

$l=L$ (長)/ B (寬)

5) 壓密下陷

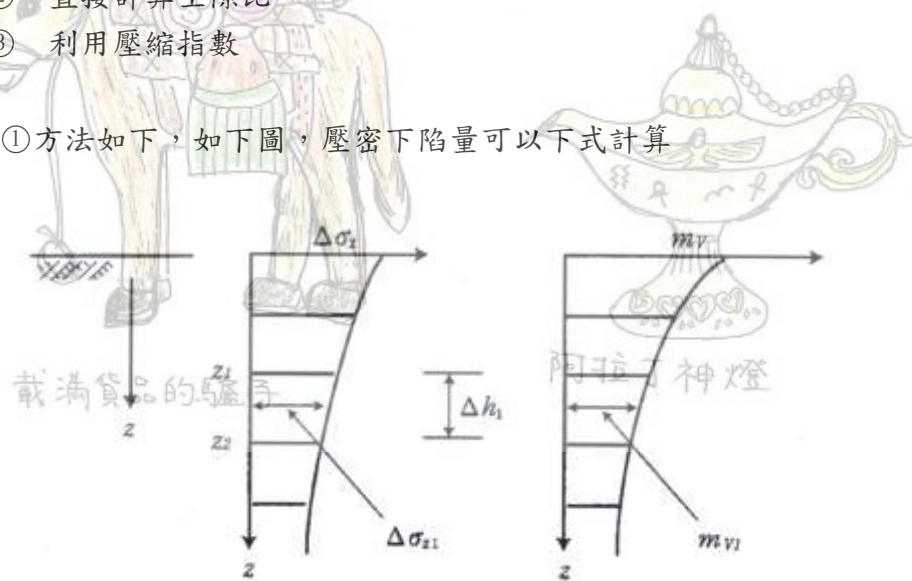
估算地盤壓密下陷量的流程如下



計算最終壓密下陷量有下列 3 種方法

- ① 利用體積壓縮係數
- ② 直接計算空隙比
- ③ 利用壓縮指數

通常使用①方法如下，如下圖，壓密下陷量可以下式計算



$$S = \sum S_i$$

$$S_i = m_{vi} \Delta h_i \Delta \sigma_{zi}$$

S_i, S : 第 i 分割層及全層最終下陷量(m)

m_{vi} : 第 i 分割層的體積壓縮係數(m^2/kN)

Δh_i : 第 i 分割層厚度(m)

$\Delta \sigma_{zi}$: 第 i 分割層中央處的地盤內垂直應力增量(kN/m^2)

體積壓縮係數 m_v 是由對各壓縮層進行壓密試驗得到複數的 $\log m_v \sim \log p$ 曲線群，取平均得到的 1 條曲線決定。由曲線上 $p = \sigma_z + \Delta \sigma_z / 2$ 的對應值決定。 $\sigma_z, \Delta \sigma_z$ 為分割層中央處的初期垂直應力及載重引起地盤內垂直應力增量。

壓密下陷的歷時變化，可由各分割層求得的壓縮量~時間關係對各時間累加而得。

① 時間係數

第 i 分割層時間 t 的時間係數 T_{vi} 為

$$T_{vi} = c_{vi} \frac{t}{D_i^2}$$

D_i : 第 i 分割層的排水距離(m)，第 i 分割層的層厚為 H_i 時

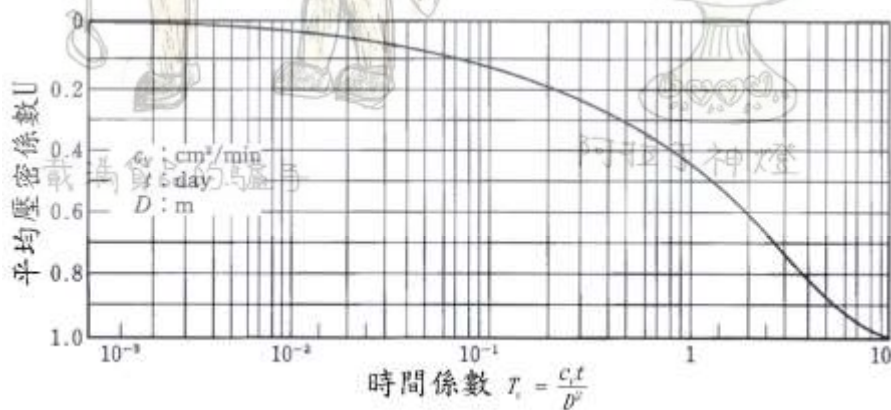
① 兩面排水時， $D_i = H_i / 2$

② 單面排水時， $D_i = H_i$

c_{vi} : 第 i 分割層的壓密係數，由對各壓縮層進行壓密試驗得到複數的 $\log c_v \sim \log p$ 曲線群，取平均得到的 1 條曲線決定。由曲線上 $p = \sigma_z + \Delta \sigma_z / 2$ 的對應值決定。 $\sigma_z, \Delta \sigma_z$ 為分割層中央處的初期垂直應力及載重引起地盤內垂直應力增量。

② 平均壓密度

t 時刻時第 i 分割層的平均壓密度 $U_i(t)$ ，可由上式求得的時間係數 T_{vi} 依下圖取得。



③ 下陷量~時間關係

t 時刻的壓密下陷量，可依下式計算

$$S_{ti} = U_i(T_{vi})S_i$$

S_{ti} : t 時刻時第 i 分割層的壓密下陷量(m)

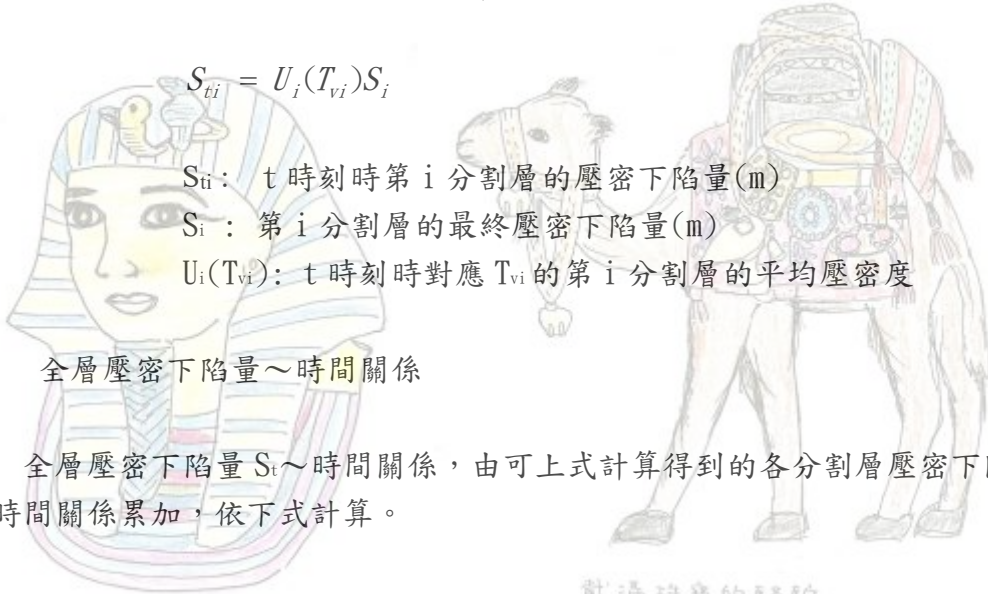
S_i : 第 i 分割層的最終壓密下陷量(m)

$U_i(T_{vi})$: t 時刻時對應 T_{vi} 的第 i 分割層的平均壓密度

④ 全層壓密下陷量~時間關係

全層壓密下陷量 S_t ~ 時間關係，由可上式計算得到的各分割層壓密下陷量 ~ 時間關係累加，依下式計算。

$$S_t = \sum S_{ti}$$



載滿珠寶的駱駝

2011 埃及尼羅河之旅

回港灣設施設計

回港灣設計參考資料



載滿貨品的驢子



阿拉丁神燈