

# 《土壤力學與基礎設計》

- 一、某建物下方有一黏土層，建物載重施加 200 天後，造成 234 mm 壓密沉陷。依據實驗室壓密試驗結果顯示，此沉陷量對應 30% 的總壓密沉陷量。假設在壓密過程黏土層的壓密係數保持不變，試分別計算此建物載重施加 1 年、2 年、3 年及 4 年造成黏土層之壓密沉陷量。(25 分)

試題評析	1. 遇到真實時間 t，唯一的公式就是 $TH_{dr}^2 = c_v t$ ，這是歐陽上課口訣。 2. 背住 $T_{60}=0.283$ ，考場就不用猜公式。如果不懂歐陽說什麼，須有危機意識，請來上課。
考點命中	《高點建國解說土壤力學講義》頁 6-39，例題 6-7.1。

解：

(一) 總壓密沉陷量  $\Delta H_c = 23.4 / 0.3 = 78 \text{ cm}$

依公式  $TH_{dr}^2 = c_v t$  本題  $H_{dr}$  與  $c_v$  不動，故 T 與 t 成正比

$$T_{200\text{天}} = T_{30} = \frac{\pi}{4} U^2 = \frac{\pi}{4} (0.3)^2 = 0.0707$$

$$T_{1\text{年}} = T_{365\text{天}} = 0.0707 \times 365 / 200 = 0.129 < T_{60} = 0.283$$

$$T_{365\text{天}} = 0.129 = \frac{\pi}{4} U^2 \quad \text{解出 } U_{365\text{天}} = 0.4053$$

$$\Delta H_{365\text{天}} = 0.4053 \times 78 = \underline{31.61 \text{ cm}}$$

(二)

$$T_{2\text{年}} = T_{730\text{天}} = 0.0707 \times 730 / 200 = 0.258 < T_{60} = 0.283$$

$$T_{730\text{天}} = 0.258 = \frac{\pi}{4} U^2 \quad \text{解出 } U_{730\text{天}} = 0.5731$$

$$\Delta H_{730\text{天}} = 0.5731 \times 78 = \underline{44.71 \text{ cm}}$$

(三)

$$T_{3\text{年}} = T_{1095\text{天}} = 0.0707 \times 1095 / 200 = 0.387 > T_{60} = 0.283$$

$$T_{1095\text{天}} = 1.781 - 0.933 \log(100 - U) \quad \text{解出 } U_{1095\text{天}} = 68.8\%$$

$$\Delta H_{1095\text{天}} = 0.688 \times 78 = \underline{53.67 \text{ cm}}$$

(四)

$$T_{4\text{年}} = T_{1460\text{天}} = 0.0707 \times 1460 / 200 = 0.516 > T_{60} = 0.283$$

$$T_{1460\text{天}} = 1.781 - 0.933 \log(100 - U) \quad \text{解出 } U_{1460\text{天}} = 77.31\%$$

$$\Delta H_{1460\text{天}} = 0.7731 \times 78 = \underline{60.3 \text{ cm}}$$

【版權所有，翻印必究】

二、某正常壓密之飽和黏土試體進行壓密不排水 (CU) 三軸壓縮試驗，施加之圍壓為 100 kPa，在施加軸差應力為 85 kPa 時，試體發生破壞，此時試體之孔隙水壓為 67 kPa。在相同土層取得的第二個黏土試體，也進行壓密不排水三軸試驗，施加之圍壓為 250 kPa，試求：

- (一) 第二個試體破壞時之軸差應力。(5 分)  
 (二) 此黏土之總應力內摩擦角 ( $\phi_{cu}$ ) 及有效應力內摩擦角。(10 分)  
 (三) 試體破壞面與水平面的夾角。(5 分)  
 (四) 黏土破壞時之水壓參數 ( $A_f$ )。(5 分)

**試題評析** 這是 CU 試驗最簡單的題型，CU 試驗的第一堂課就教，屬於送分題。

**考點命中** 《高點建國解說土壤力學講義》頁 7-39，例題 7-5.1。

解：

(一) NC-clay  $c' = 0$  kPa

第一個試體

$$\sigma_1 = \sigma_3 \tan^2(45^\circ + 0.5\phi_{cu})$$

$$185 = 100 \tan^2(45^\circ + 0.5\phi_{cu})$$

$$\text{解出 } \phi_{cu} = 17.35^\circ$$

第二個試體

$$\sigma_1 = \sigma_3 \tan^2(45^\circ + 0.5\phi_{cu})$$

$$\sigma_1 = 250 \tan^2(45^\circ + 0.5 \times 17.35^\circ) = 462.5 \text{ kPa}$$

$$\text{軸差應力 } \Delta\sigma_d = 462.5 - 250 = \underline{212.5 \text{ kPa}}$$

(二)  $\phi_{cu} = 17.35^\circ$

第一個試體

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 \tan^2(45^\circ + 0.5\phi')$$

$$185 - 67 = (100 - 67) \tan^2(45^\circ + 0.5\phi')$$

$$\text{解出 } \phi' = \underline{34.26^\circ}$$

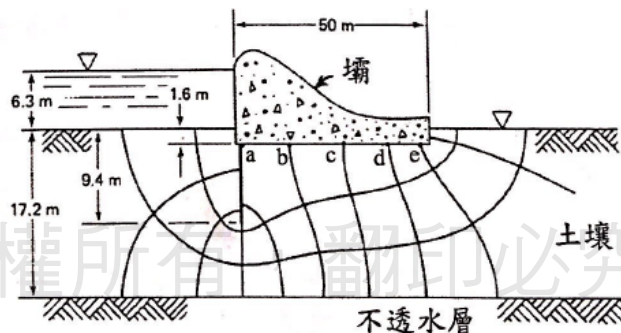
(三)  $\alpha_f = 45^\circ + 0.5\phi' = \underline{62.13^\circ}$

(四) 第一個試體

$$A_f = \Delta u_e / \Delta\sigma_d = 67 / 85 = \underline{0.788}$$

三、某混凝土壩，其下方垂直截水牆及流線網如下圖所示。圖中土壤的滲透係數  $k = 3.5 \times 10^{-6}$  m/s。請計算：

- (一) 壩底土層之滲流損失 (seepage loss)。(5 分)  
 (二) 於 a、b、c、d、e 點之上揚壓力。(20 分)



**試題評析** 1.  $N_q = 9.5$ ，我們上課看見這張圖 4 次以上，對建國學員而言，直接得分。  
 2. 上課有教從下游算水壓力，有到課就會。

**考點命中** 1. 《高點建國解說土壤力學講義》頁 5-51，例題 5-8.2。  
 2. 《土壤力學了沒》頁 5-25~26，圖一模一樣。

解：

(一)  $N_f = 3$

$N_q = 9.5$

(下游出口處是半格，上課講過3次)

$q = k(\Delta h_i)N_f / N_q = 3.5 \times 10^{-6} \times (6.3)(3) / 9.5 = \underline{6.963 \times 10^{-6} \text{ m}^3/\text{sec/m}}$

(二)  $\gamma_w = 1 \text{ tf/m}^3$

$$u_{w,e} = u_{ss} + u_e = 1.6\gamma_w + \frac{6.3}{9.5} \times 1.5 \times \gamma_w = \underline{2.59 \text{ tf/m}^2}$$

$$u_{w,d} = u_{ss} + u_e = 1.6\gamma_w + \frac{6.3}{9.5} \times 2.5 \times \gamma_w = \underline{3.26 \text{ tf/m}^2}$$

$$u_{w,c} = u_{ss} + u_e = 1.6\gamma_w + \frac{6.3}{9.5} \times 3.5 \times \gamma_w = \underline{3.92 \text{ tf/m}^2}$$

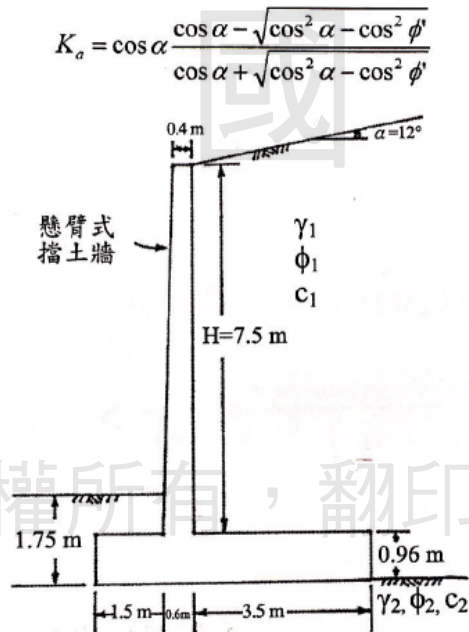
$$u_{w,b} = u_{ss} + u_e = 1.6\gamma_w + \frac{6.3}{9.5} \times 4.5 \times \gamma_w = \underline{4.58 \text{ tf/m}^2}$$

$$u_{w,a} = u_{ss} + u_e = 1.6\gamma_w + \frac{6.3}{9.5} \times 4.9 \times \gamma_w = \underline{4.85 \text{ tf/m}^2}$$

四、某一懸臂式擋土牆如下圖所示，牆高  $H = 7.5 \text{ m}$ ，背填土傾角  $\alpha = 12^\circ$ 。土壤性質：單位重  $\gamma_1 = 17.8 \text{ kN/m}^3$ 、有效內摩擦角  $\phi_1 = 32^\circ$ 、有效凝聚力  $c_1 = 0 \text{ kN/m}^2$ 、單位重  $\gamma_2 = 16.6 \text{ kN/m}^3$ 、有效內摩擦角  $\phi_2 = 28^\circ$ 、有效凝聚力  $c_2 = 30 \text{ kN/m}^2$ 。假設混凝土單位重  $\gamma_c = 23.55 \text{ kN/m}^3$ ，被動土壓合力  $P_p = 0 \text{ kN/m}$ ，基礎底面之介面有效內摩擦角及有效凝聚力折減係數  $k_1 = k_2 = 2/3$ 。依據藍金 (Rankine) 土壓力理論，請計算此擋土牆的：

(一) 抗傾覆安全係數。(13分)

(二) 抗滑移安全係數。(12分)



試題評析

1. 此為擋土牆算抗滑、抗翻FS的基本題型，我們上課練習5次以上，甚至更難的我們都練過。

2.建議先算抗滑FS，後算抗翻FS，因為後者還要多算力臂。前者易算，分數先落袋為安。  
3.對建國學員，上過歐陽課，80分鐘內可全部寫完，這張考卷最低分是95分。

**考點命中** 《高點建國解說土壤力學講義》頁1-53，例題1-6.1。

解：

$$(一)H_1 = 0.96 + 7.5 + 3.5 \tan 12^\circ = 9.2 \text{ m}$$

$$K_a = \cos \alpha \frac{\cos \alpha - \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}}{\cos \alpha + \sqrt{\cos^2 \alpha - \cos^2 \phi'}} = \cos 12^\circ \frac{\cos 12^\circ - \sqrt{\cos^2 12^\circ - \cos^2 32^\circ}}{\cos 12^\circ + \sqrt{\cos^2 12^\circ - \cos^2 32^\circ}} = 0.3275$$

$$P_a = 0.5 K_a \gamma H_1^2 = 0.5 \times 0.3275 \times 17.8 \times 9.2^2 = 246.7 \text{ kN/m} (\swarrow)$$

$$P_{aH} = P_a \cos 12^\circ = 246.7 \times \cos 12^\circ = 241.31 \text{ kN/m} (\leftarrow)$$

$$P_{aV} = P_a \sin 12^\circ = 246.7 \times \sin 12^\circ = 51.29 \text{ kN/m} (\downarrow)$$

分區重量

$$W_1 = 0.5 \times 3.5 \times 3.5 \times \tan 12^\circ \times 17.8 = 23.174 \text{ kN/m} \quad (\text{土壤})$$

$$W_2 = 3.5 \times 7.5 \times 17.8 = 467.25 \text{ kN/m} \quad (\text{土壤})$$

$$W_3 = 0.4 \times 7.5 \times 23.55 = 70.65 \text{ kN/m} \quad (\text{RC})$$

$$W_4 = 0.96 \times (1.5 + 0.6 + 3.5) \times 23.55 = 126.6 \text{ kN/m} \quad (\text{RC})$$

$$W_5 = 0.5 \times 0.2 \times 7.5 \times 23.55 = 17.6625 \text{ kN/m} \quad (\text{RC})$$

$$\text{版底垂直反力} R = P_{aV} + W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 = 756.63 \text{ kN/m} (\uparrow)$$

$$\begin{aligned} \text{最大摩擦力 } F_{\max} &= \frac{2}{3} c_2 L + R \tan\left(\frac{2}{3} \times \phi_2\right) = \frac{2}{3} \times 30 \times 5.6 + 756.63 \tan\left(\frac{2}{3} \times 28^\circ\right) \\ &= 367.61 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\text{抗滑FS} = F_{\max} / P_{aH} = 367.61 / 241.31 = \underline{1.52} > 1.5 \quad \text{OK!} \quad (\text{第二小題答案})$$

(二)對牆趾取力矩

$$\text{翻覆彎矩 } M_d = P_{aH} \times H_1 / 3 = 241.31(9.2) / 3 = 740.02 \text{ kN-m/m} (\curvearrowright)$$

$$\begin{aligned} \text{抵抗彎矩 } M_r &= P_{aH} \times 5.6 + W_1 L_1 + W_2 L_2 + W_3 L_3 + W_4 L_4 + W_5 L_5 \\ &= 51.29 \times 5.6 + 23.174 \times 4.433 + 467.25 \times 3.85 \\ &\quad + 70.65 \times 1.9 + 126.6 \times 2.8 + 1.76625 \times 1.633 \\ &= 2706.44 \text{ kN-m/m} (\curvearrowleft) \end{aligned}$$

$$\text{抗翻FS} = M_r / M_d = 2706.44 / 740.02 = \underline{3.66} > 2.0 \quad \text{OK!} \quad (\text{第一小題答案})$$

【版權所有，翻印必究】