

112 年公務人員高等考試三級考試試題

類 科：土木工程、水利工程

科 目：土壤力學（包括基礎工程）

劉明老師解題

一、現地土樣之含水量 $w=20\%$ ，孔隙比 $e=0.9$ ，比重 $G_s=2.7$ 。試求

(一) 現地飽和度與濕單位重；(10 分) (二) 飽和含水量與飽和單位重。(10 分)

【解題關鍵】

《考題難易》★★★

《破題關鍵》了解土壤物理性質的關係

《使用學說》見土力講義 PP.1-11 與 PP1-12。

【擬答】

(一)

$$S = \frac{G_s w}{e} = \frac{2.7 \times 0.2}{0.9} = 0.6 = 60\%$$

土壤濕單位重

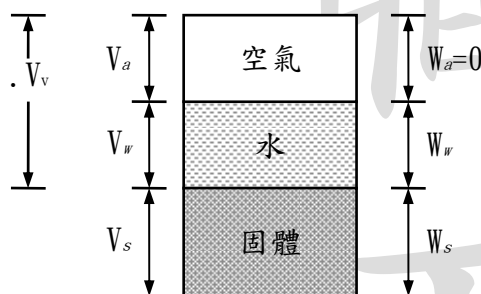
$$\gamma_m = \frac{G_s + Se}{1 + e} \gamma_w = \frac{2.7 + 0.6 \times 0.9}{1 + 0.9} 9.81 = 16.73 \text{ kN/m}^3$$

(二)

土粒之比重計算如下：

$$V_a + V_w + V_s = V$$

$$W_w + W_s = W$$



$$W_s = 16.73 / (1 + 0.2) = 13.94 \text{ kN}$$

$$W_w = 16.73 - 13.94 = 2.79 \text{ kN}$$

$$V_w = \frac{2.79}{9.81} = 0.284 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$V_s = \frac{13.94}{2.7(9.81)} = 0.526 \text{ (m}^3\text{)}$$

飽和時的水的體積

$$V_v = 1 - 0.526 = 0.474 \text{ (m}^3\text{)}$$

飽和時的水的重

$$W_w = 0.474(9.81) = 4.65 \text{ kN}$$

飽和時含水量

$$W = 4.65 / 13.94 = 0.33 = 33\%$$

飽和時單位重

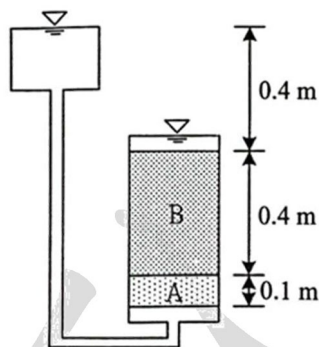
$$\gamma_{sat} = \frac{G_s + e}{1 + e} \gamma_w = \frac{(2.7 + 0.9)}{1 + 0.9} 9.81 = 18.58 \text{ kN/m}^3$$

或

$$\gamma_{sat} = \frac{13.94 + 4.65}{1 + 0.9} = 18.59 \text{ kN/m}^3$$

公職王歷屆試題 (112 年高考三級)

二、如下圖之滲流試驗，土樣 A 與 B 放置於容器中，其長度、飽和單位重與滲透係數分別為 $L_A = 0.1\text{m}$ ， $\gamma_{\text{sat},A} = 21\text{kN/m}^3$ ， $k_A = 2 \times 10^{-6}\text{m/s}$ ； $L_B = 0.4\text{m}$ ， $\gamma_{\text{sat},B} = 19.6\text{kN/m}^3$ ， $k_B = 8 \times 10^{-6}\text{m/s}$ ，在 0.4m 的水頭差作用下滲流，試求土壤 A 與 B 之(a)水頭損失；(b)水力坡降；(c)滲流力；(d)是否發生管湧。(20 分)



【解題關鍵】

《考題難易》★★★

《破題關鍵》了解達西定律與水頭損失關係

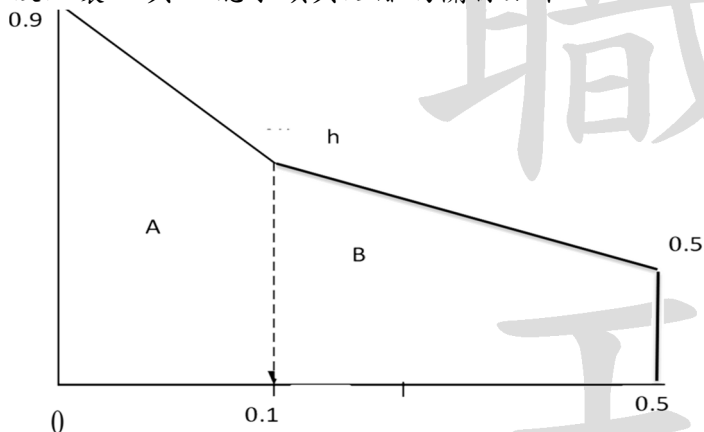
《使用學說》見土力講義 PP.2-22。

【擬答】

可用圖解法解之，如下圖（表示為總水頭與距離的關係）：

設土壤 A 之底部位置頭為 0

設土壤 A 與 B 總水頭與距離的關係如下：



設 A 與 B 土壤介面之總水頭為 h

且由達西定律及流過 A 與 B 之流量相同

可得

$$k_A \left(\frac{0.9-h}{0.1} \right) = k_B \left(\frac{h-0.5}{0.4} \right)$$

$$2(10^{-6}) \left(\frac{0.9-h}{0.1} \right) = 8(10^{-6}) \left(\frac{h-0.5}{0.4} \right)$$

$$h = 0.7\text{m}$$

(a)

土壤 A 之水頭損失 = $0.9 - 0.7 = 0.2\text{m}$

土壤 B 之水頭損失 = $0.7 - 0.5 = 0.2\text{m}$

(b)

土壤 A 之水力坡降 = $0.2 / 0.1 = 2$

土壤 B 之水力坡降 = $0.2 / 0.4 = 0.5$

(c) 滲流力

$$\text{土壤 A 之滲流力} = i \gamma_w = 2(9.81) = 19.62 \text{ kN/m}^3$$

$$\text{土壤 A 之滲流力} = i \gamma_w = 0.5(9.81) = 4.91 \text{ kN/m}^3$$

(d) 砂土之臨界水力坡降

$$i_{Acr} = \frac{\gamma'}{\gamma_w} = \frac{21 - 9.81}{9.81} = 1.14$$

$$i_{Bcr} = \frac{\gamma'}{\gamma_w} = \frac{19.6 - 9.81}{9.81} = 0.99$$

土壤 A 會產生管湧因 $i=2$ 大於 $i_{Acr} = 1.14$

三、正常壓密黏土進行三軸壓密不排水試驗，破壞時 $\sigma_{3f} = 150 \text{ kPa}$ ， $\sigma_{1f} = 255 \text{ kPa}$ ，超額孔隙水壓 $\Delta u = 80 \text{ kPa}$ ，試求此黏土的不排水摩擦角 ϕ_{cu} 及有效摩擦角 ϕ' 。(20 分)

【解題關鍵】

《考題難易》★★★

《破題關鍵》有效與總應力的破壞關係公式。

《使用學說》見土力講義 PP.5-19

【擬答】

破壞發生時， $\sigma_3 = 150 \text{ kN/m}^2$ ， $\sigma_1 = 225 \text{ kN/m}^2$ ，而 $(\Delta u)_f = 50 \text{ kN/m}^2$ 。有效與總應力的破壞關係公式。

總應力的不排水摩擦角

$$255 = 150 \tan^2\left(45 + \frac{\phi_{cu}}{2}\right)$$

$$\phi_{cu} = 15.03^\circ$$

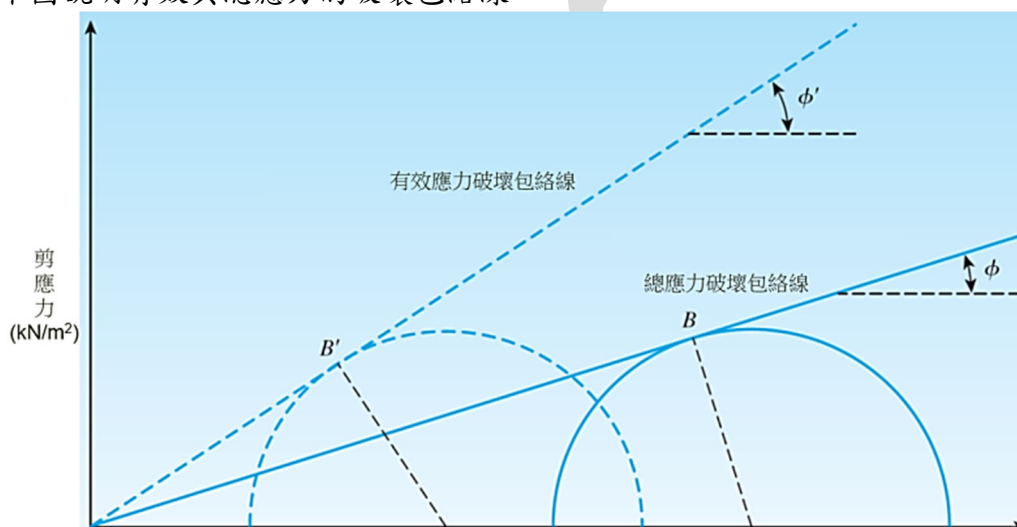
有效應力有效摩擦角

$$(255 - 80) = (150 - 80) \tan^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)$$

$$175 = 70 \tan^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)$$

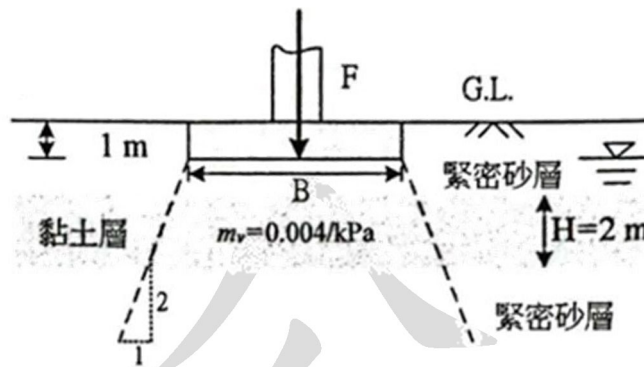
$$\phi' = 25.38^\circ$$

下圖說明有效與總應力的破壞包絡線。



公職王歷屆試題 (112年 高考三級)

四、如下圖邊寬為 B 的方形獨立基腳，承載柱子傳下來的淨垂直力 $F=150\text{kN}$ ，此基腳之埋置深度與地下水位均在地表下 1m ，在地表下 2m 深有一厚度 2m 之飽和黏土層，黏土層上方與下方為緊密砂層，假設基腳係以 $1:2$ (水平:垂直) 的錐形將力量往下散布傳遞。依據黏土試體壓密實驗結果，對應此深度應力條件之體積壓縮係數 $m_v=0.004/\text{kPa}$ ，若要將此黏土層之壓密沉陷量控制在 5cm 之內，試求基腳的最小邊寬 $B(\text{m})$ (註:取小數點後一位)。(20分)



【解題關鍵】

《考題難易》★★★

《破題關鍵》須了解基腳壓力依 $2:1(V:H)$ 分布方式向下傳遞與最終沉陷量公式

《使用學說》見土力講義 PP.4-58 題 18 與 PP.4-56 題 19 兩者之結合及題庫第四章題 22。

【擬答】

最終沉陷量

$$S_c = H_o m_v \Delta\sigma' = (2)(0.004)(\Delta\sigma')(100) = 5\text{cm}$$

$$\Delta\sigma' = 6.25\text{kPa}$$

基腳斷面 B

$$\Delta\sigma' = \frac{150}{(B+1)^2} \leq 6.25\text{kPa} \rightarrow B = 3.89\text{m}$$

基腳尺寸 B 可採用 3.9m 之方形基礎可使壓密沉陷量控制在 5cm 之內

志光
保成
學儒



112年 虛實整合

多元學習新型態



重聽OK
旁聽OK

突破傳統上課形式 5大方式彈性又便利

| 面授學習 | 直播學習 | 在家學習 | 視訊學習 | Wifi學習 |

◆學習◆
零時差

同類科各班別
皆可同步直播上課

◆服務◆
零死角

服務緊貼需求
隨時掌握學習狀況



線上
課業諮詢



老師
申論批閱



雙師資
雙循環



多元
補課方式



上榜生
經驗親授



時事
專題講座



歷屆試題
練習

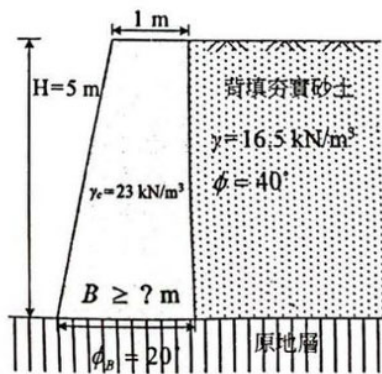


班導師
制度

各班服務略有不同，詳情請洽全國志光、保成、學儒門市

公職王歷屆試題 (112年高三級)

五、如下圖 5m 高之重力式混凝土擋土牆，其頂寬為 1m，基礎底寬為 B ，混凝土單位重 $\gamma_c = 23\text{kN/m}^3$ ；其牆背假設光滑，牆後夯實砂土之單位重 $\gamma = 16.5\text{kN/m}^3$ ，摩擦角 $\phi = 40^\circ$ ；基礎底面之原始地層與混凝土之界面摩擦角 $\phi_B = 20^\circ$ 。若要求擋土牆抗傾覆安全係數不小於 1.5，試求此擋土牆基礎之最小底寬 $B(\text{m})$ ？(20 分)



【解題關鍵】

《考題難易》★★★★

《破題關鍵》須了解基腳之應力增量依 2:1(V:H)分布方式向下傳遞與最終沉陷量公式

《使用學說》見基礎講義 PP.5-18 與 PP.5-19 之擋土牆抗傾覆安全係數之概念

【擬答】

此牆抗傾倒之安全係數

主動土壓力合力 P_a 之計算

$$K_a = \tan^2\left(45 - \frac{40}{2}\right) = 0.217$$

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma K_a H^2 = \frac{1}{2} 16.5 \times 0.217 \times 5^2 = 44.76 \text{ kN/m}$$

牆土自重及抗翻力矩計算

位置	單位長度重量(kN/m)	力臂(m)	力矩(kN-m/m)
牆身	$5 \times 1 \times 23 = 115$	$B - 0.5$	$115B - 57.5$
牆前	$2.5 \times (B - 1) \times 23 = 57.5(B - 1)$	$(B - 1)2/3$	$38.33(B - 1)^2$
	$\Sigma V = 57.5(B + 1)$		$\Sigma M_r = 38.33B^2 + 38.33B - 19.17$

抗傾安全係數

$$\text{抗傾 } FS = \frac{M_r}{M_d} = \frac{38.33B(B) + 38.33B - 19.17}{44.76 \times (5/3)} = 1.5$$

$$38.33B^2 + 38.33B = 131.074$$

$$B = 1.42 \text{ m}$$

故 B 大於 1.42m 則抗傾安全係數會大於 1.5