

《土壤力學(包括基礎工程)》

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)

| | |
|------|--|
| 試題評析 | 由此題程度得知用人機關極缺人才，才會出九九乘法表題目，諸君當能掌握，月薪46000起跳。 |
| 考點命中 | 《高點土木解說土壤力學講義》歐陽老師編撰，§§2-1節，2-3頁。 |

答：

$$(一) S = \frac{wG_s}{e} = \frac{0.2 \times 2.7}{0.9} = \underline{60\%}$$

$$\gamma_m = \frac{G_s + Se}{1+e} \gamma_w = \frac{2.7 + 0.6 \times 0.9}{1 + 0.9} 9.81 = \underline{16.729 \text{ kN/m}^3}$$

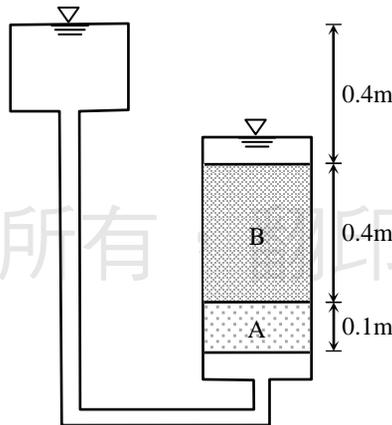
(二) 依 $Se = wG_s$

$$1(0.9) = w(2.7)$$

$$\text{解出 } w = \underline{33.33\%}$$

$$\gamma_{\text{sat}} = \frac{G_s + e}{1+e} \gamma_w = \frac{2.7 + 0.9}{1 + 0.9} 9.81 = \underline{18.587 \text{ kN/m}^3}$$

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，試求土樣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)



| | |
|------|--|
| 試題評析 | <ol style="list-style-type: none"> 1.定水頭試驗+流線垂直於層面之基本題目，大放水題型，考生切勿溺斃。 2.題目沒有給土壤總體積，故只能算單位體積滲流。 3.歐陽上課講過很多次，每一位教授都認為自己的用詞才是對的，有些教授習慣把規範的砂湧講成管湧，本題即是顯例。 4.題目圖文矛盾，文字說上下游水頭差0.4m，實際上圖形上下游液面距離差小於0.4m。今假設B土壤上方之水層厚度極小，可忽略而進行解題。 |
|------|--|

| | |
|-------------|---|
| | <p>5.臨界水力坡降相當於強度的概念，實際水力坡降相當於外力的概念。</p> <p>6.(d)小題不同觀點會對應不同答案，《土壤力學了沒》裡面有提到，考生可適時向考選部反映捍衛自己權益。</p> <p>7.歐陽於2022年高點題庫班就已經有講，當向上水流通過一層土壤時，真實水力坡降達到臨界水力坡降的當下，有效應力恰為零。但是當向上水流通過兩層土壤時，真實水力坡降達到臨界水力坡降的當下，有效應力不一定為零。也就是當向上水流通過兩層土壤時，必須重新定義「砂湧」。沒有想到一年之後，真的考出來，恭喜去年有上歐陽題庫班的考生金榜題名。</p> <p>8.一般英文教科書都是以一層土壤定義砂湧，它們沒說兩層土壤時，如何定義砂湧。可是，本題卻是考兩層土壤。</p> |
| 考點命中 | 《高點土木解說土壤力學講義》歐陽老師編撰，§5-7節，5-29頁。 |

答：

題目圖文矛盾，文字說上下游水頭差0.4 m，實際圖形上下游液面距離差小於0.4 m。今假設B土壤上方之水層厚度極小，可忽略而進行解題。

(a)

$$\Delta h_A : \Delta h_B = \left(\frac{L}{Ak}\right)_A : \left(\frac{L}{Ak}\right)_B = \frac{1}{2} : \frac{4}{8} = 1 : 1$$

故 土樣A水頭損失 $\Delta h_A =$ 土樣B水頭損失 $\Delta h_B = 0.4 / 2 = 0.2 \text{ m}$

★本題可畫廣義流線網，共兩格， $N_q=2$ ，A土壤佔一格，B土壤佔一格，底下會用到。

(b)

實際水力坡降 $i_A = \Delta h_A / L_A = 0.2 / 0.1 = 2$

實際水力坡降 $i_B = \Delta h_B / L_B = 0.2 / 0.4 = 0.5$

(c)

A土壤單位體積滲流力 $i_A \gamma_w = 2 \times 9.81 = 19.62 \text{ kN/m}^3$

B土壤單位體積滲流力 $i_B \gamma_w = 0.5 \times 9.81 = 4.905 \text{ kN/m}^3$

(d)

A土壤浸水單位重 $\gamma' = 21 - 9.81 = 11.19 \text{ kN/m}^3$

B土壤浸水單位重 $\gamma' = 19.6 - 9.81 = 9.79 \text{ kN/m}^3$

以臨界水力坡降的觀點來看

A土壤臨界水力坡降 $i_{cr,A} = \gamma' / \gamma_w = 11.19 / 9.81 = 1.141 < 2$

故A土壤會發生管湧

B土壤臨界水力坡降 $i_{cr,B} = \gamma' / \gamma_w = 9.79 / 9.81 = 0.998 > 0.5$

故B土壤不會發生管湧

以有效應力為零的觀點來看

設A土壤底點為C點

C點總應力 $\sigma = 0.4 \times 19.6 + 0.1 \times 21 = 9.94 \text{ kPa}$

C點水壓力 $u_w = (0.4 + 0.4 + 0.1) \times 9.81 = 8.829 \text{ kPa}$

C點有效應力 $\sigma = 9.94 - 8.829 = 1.111 \text{ kPa} > 0 \text{ kPa}$

故A土壤不會發生管湧

設A與B土壤的交界點為D點

D點總應力 $\sigma = 0.4 \times 19.6 = 7.84 \text{ kPa}$

$$D \text{點水壓力 } u_w = u_{ss} + u_s = 0.4 \times 9.81 + \frac{\Delta h}{N_q} \times \gamma_w = 3.924 + \frac{0.4}{2} \times 1 \times 9.81 = 5.886 \text{ kPa}$$

$$D \text{點有效應力 } \sigma = 7.84 - 5.886 = 1.954 \text{ kPa} > 0 \text{ kPa}$$

故B土壤不會發生管湧

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）

| | |
|-------------|-----------------------------------|
| 試題評析 | 這題須在5分鐘內寫完，超過5分鐘者，宜鑑定智商。 |
| 考點命中 | 《高點土木解說土壤力學講義》歐陽老師編撰，§7-5節，7-33頁。 |

答：

$$\text{正常壓密黏土 } c' = c_{cu} = 0 \text{ kPa}$$

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

$$255 = 155 \tan^2(45^\circ + 0.5 \phi_{cu})$$

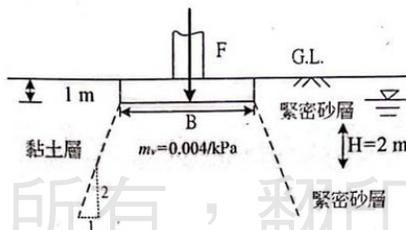
$$\text{解出 } \phi_{cu} \equiv \underline{15.03^\circ}$$

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

$$255 - 80 = (155 - 80) \tan^2(45^\circ + 0.5 \phi')$$

$$\text{解出 } \phi' \equiv \underline{25.38^\circ}$$

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(m)（註：取小數點後一位）。（20分）



| | |
|-------------|-----------------------------------|
| 試題評析 | 送分題，拿不到對不起天地良心，須自我譴責喔！ |
| 考點命中 | 《高點土木解說土壤力學講義》歐陽老師編撰，§6-4節，6-15頁。 |

答：

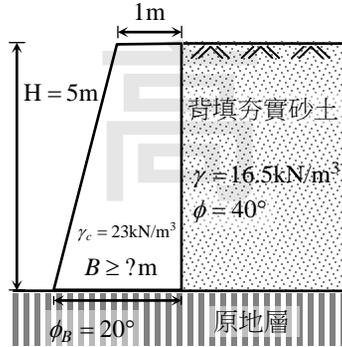
題意淨垂直力係指基面處淨力增量

$$\text{依 } \Delta H_c = H_0 (\Delta \sigma') (m_v)$$

$$\text{代數據得 } 5 = 200 \left(\frac{150}{(B+2)^2} \right) 0.004$$

$$\text{解出 } \underline{B = 2.9 \text{ m}}$$

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 $\phi_B = 20^\circ$ 。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(m)？(20分)



| | |
|------|--|
| 試題評析 | <p>題目講抗翻之FS不小於1.5，題目「疑似」不要求檢查抗滑下對應之答案。但規範有提到重力式擋土牆抗滑安全係數須於1.5，考生依此而檢查也不能說錯。總之，這一題抗滑安全係數要不要考慮？題意並未明述，要考慮跟不考慮的人都各自有立場，然對應答案不同，考生可在時限內寫信向考選部表達自己立場。</p> |
| 考點命中 | 歐陽老師《解說基礎工程》§1-6節，1-48頁。 |

答：

$$K_a = \tan^2(45^\circ - 0.5 \times 40^\circ) = 0.2174$$

$$P_a = 0.5 K_a \gamma H^2 = 0.5 \times 0.2174 \times 16.5 \times 5^2 = 44.848 \text{ kN/m}$$

設擋土牆底部寬度 $B = x + 1$ 公尺

$$FS = 1.5 = \frac{M_r}{M_d} = \frac{1 \times 5 \times 23(x+0.5) + 0.5x(5)(23)\left(\frac{2}{3}x\right)}{\frac{5}{3}(44.848)}$$

$$\text{整理得 } 38.3333x^2 + 115x + 57.5 = 112.119$$

$$\text{解出 } x = 0.417 \text{ m}$$

$$\text{故 } \underline{B \geq 1.417 \text{ m}}$$

如果增加考慮抗滑 $FS > 1.5$

$$\text{牆體自重 } W = 23 [1 \times 5 + 0.5x(5)] = 115 + 57.5x$$

$$F_{\max} = W \tan \delta = (115 + 57.5x) \tan 20^\circ = 41.8566 + 20.9283x$$

$$\text{抗滑 } FS = \frac{F_{\max}}{P_a} = \frac{41.8566 + 20.9283x}{44.848} > 1.5$$

$$\text{解出 } x > 1.21 \text{ m}$$

$$\text{故 } \underline{B \geq 2.21 \text{ m}}$$