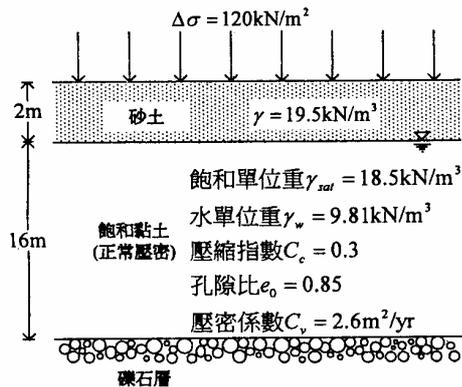


## 九十五年地方特考三等試題土壤力學參考題解

一、請根據單向度壓密理論回答下列問題：

(一)地層剖面和地表均佈荷重如下圖所示，平均壓密度 ( $U_{ave}$ ) 與時間因素 ( $T$ ) 之關係如下表。試求黏土層之壓密沈陷量累積到 0.5 m 時所需之時間。(15 分)

(二)「因為平均壓密度只與時間因素有關，所以土壤壓密速率與土層厚度無關。」請評論以上之陳述。(10 分)



$U_{ave}$	$T$
0.1	0.008
0.2	0.031
0.3	0.071
0.4	0.126
0.5	0.197
0.6	0.287
0.7	0.403
0.8	0.567
0.9	0.848
0.95	1.163
1.0	$\infty$

• 95 年三等特考試題 •

### 問題剖析

壓密速率之題型，要先列出解題流程，即可按照步驟輕易解題。

### 參考題解

(一)黏土層壓密沈陷量達到 0.5 m 時所需時間( $t$ )之計算：

(1)壓密沈陷量  $\Delta H_c$  之計算

黏土層中央之有效覆土壓力  $\sigma'_0$  為

$$\sigma'_0 = 19.5 \times 2 + (18.5 - 9.81) \times 8 = 108.52 \text{ KPa}$$

應力增量  $\Delta \sigma = 120 \text{ KPa}$

圖中說明為正常壓密粘土，則

$$\Delta H_c = H_0 \frac{C_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta \sigma'}{\sigma'_0} = 16 \times \frac{0.3}{1 + 0.85} \log \frac{108.52 + 120}{108.52} = 0.839 \text{ m}$$

$$(2) \text{壓密度 } U = \frac{\Delta H_t}{\Delta H_c} = \frac{0.5}{0.839} = 0.596 < 0.6$$

(3)時間因素  $T$  之計算

根據 Casagrande (1938) 之數學式

$$T = \frac{\pi}{4} U^2 = \frac{\pi}{4} \times 0.596^2 = 0.279$$

(4)壓密沈陷達 0.5 m 時所需時間  $t$  之計算

$$T = \frac{C_v t}{H^2}, \quad H = 8 \text{ m}$$

$$0.279 = \frac{2.6 \times t}{8^2}, \quad t = 6.87 \text{ 年}$$

(二)

「因為平均壓密度只與時間因素有關，所以土壤壓密速率與土層厚度無關」，此後段論述是錯誤，因平均壓密度 ( $U$ ) 與時間因素 ( $T$ ) 有關，而  $T = \frac{C_v t}{H^2}$ ， $H$  為最長的排水路徑長度，以本題計算為例， $H = 8 \text{ m}$ ，是粘土層厚度的一半，又本題  $T = \frac{\pi}{4} U^2$ ，

則  $\frac{C_v t}{H^2} = \frac{\pi}{4} U^2$ ，故平均壓密度 ( $U$ ) 或壓密速率與土層厚度呈反比。換言之，其他參數不變的情況下，土層厚度越厚，壓密速率（或壓密度）越低。

二、請根據莫耳-庫侖剪力強度理論回答下列各題：

(一)進行三軸 CU 試驗，土樣為正常壓密黏土，壓密應力為  $300 \text{ kN/m}^2$ 。試體破壞時之超額孔隙水壓 ( $\Delta u_{df}$ ) 為  $180 \text{ kN/m}^2$ ，軸差應力 ( $\sigma_{df}$ ) 為  $220 \text{ kN/m}^2$ 。試計算此土樣之有效摩擦角  $\phi' = ?$  (15 分)

(二)若已知由三軸 CU 試驗求得之有效摩擦角為  $\phi' = a$ ，則以相同之土樣進行三軸 CD 試驗，壓密應力也是  $300 \text{ kN/m}^2$ 。請預測此試體破壞時之超額孔隙水壓和軸差應力。(10 分)

• 95 年三等特考試題 •

### 問題剖析

本題是非常傳統的題型，最好能記得  $\sigma_1$  與  $\sigma_3$  之關係，就可很快的解題。

參考題解
------

(一) 土樣有效摩擦角  $\phi'$  之計算

∵ 土樣為正常壓密粘土，進行 CU 試驗，

則  $c = c' = 0$

$$\sigma_1 = \sigma_3 + \sigma_{df} = 300 + 220 = 520 \text{ KPa}$$

$$\sigma'_3 = \sigma_3 - \Delta u_{df} = 300 - 180 = 120 \text{ KPa}$$

$$\sigma'_1 = \sigma_1 - \Delta u_{df} = 520 - 180 = 340 \text{ KPa}$$

$$\sin \phi' = \frac{\frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{2}}{\frac{\sigma'_1 + \sigma'_3}{2}} = \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{\sigma'_1 + \sigma'_3} = \frac{340 - 120}{340 + 120} = \frac{220}{460}$$

$$\text{得 } \phi' = 28.57^\circ$$

## (二)

(1) 三軸 CD 試驗是排水試驗，因此試體破壞時之超額孔隙水壓  $\Delta u_{df} = 0$

(2) 軸差應力  $\sigma_{df}$  之計算

$$\sigma_1 = \sigma'_1 = \sigma_3 \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi'}{2} \right) = 300 \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi'}{2} \right)$$

$$\sigma_{df} = \sigma_1 - \sigma_3 = 300 \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi'}{2} \right) - 300 = 300 \left[ \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{\phi'}{2} \right) - 1 \right]$$

若以上一小題  $\phi' = 28.57^\circ$  為例，則

$$\sigma_{df} = 300 \left[ \tan^2 \left( 45^\circ + \frac{28.57^\circ}{2} \right) - 1 \right] = 300 [2.833 - 1] = 550 \text{ KPa}$$

三、有一個埋置於砂土層之方形基腳承受單柱垂直荷重，基腳埋置深度  $D_f = 2.0 \text{ m}$ ，砂土層設計參數如下：修正 SPT-N 值  $N_{cor} = 12$ ，單位重  $\gamma = 18.0 \text{ kN/m}^3$ ，摩擦角  $\phi' = 34^\circ$ 。地下水位在基腳底面以下，可不計其影響。

(一) 若已知此基腳必須承受之垂直荷重為  $Q = 1600 \text{ kN}$ ，假設基腳之容許沈陷量為  $30 \text{ mm}$ ，試用以下公式設計基腳寬度。(15 分)

$$q_a = 11.98 N_{cor} F_d \left( \frac{S_e}{25.4} \right)$$

其中  $q_a$  = 容許垂直應力 ( $\text{kN/m}^2$ )； $N_{cor}$  = 修正 SPT-N 值；

修正係數  $F_d = 1 + 0.33 \frac{D_f}{B} \leq 1.33$ ， $D_f$  為埋置深度， $B$  為基腳寬度；

$S_e$  = 容許沈陷量（單位必須用 mm）。

(二)砂土層「修正 SPT-N 值」是針對何種效應進行修正？為何需進行修正？(10 分)

• 95 年三等特考試題 •

### 問題剖析

本題是屬於沈陷量控制之容許承載力。

### 參考題解

(一)基腳寬度( $B$ )之計算

假設  $\frac{D_f}{B} \leq 1$ ，即  $F_d \leq 1.33$

$$q_a = 11.98 N_{cor} F_d \left( \frac{S_e}{25.4} \right) = 11.98 \times 12 \times \left( 1 + 0.33 \times \frac{2}{B} \right) \times \left( \frac{30}{25.4} \right) = 169.8 \left( 1 + \frac{0.66}{B} \right)$$

$$\text{令 } \frac{Q}{B^2} \leq q_a = 169.8 \left( 1 + \frac{0.66}{B} \right)$$

$$\frac{1600}{B^2} \leq 169.8 \left( 1 + \frac{0.66}{B} \right)$$

$$9.42 \leq B^2 \left( 1 + \frac{0.66}{B} \right)$$

解得  $B \geq 2.76$  m

取方形基腳寬度  $B = 2.8$  m

$$\text{檢核 } F_d = 1 + 0.33 \frac{D_f}{B} = 1 + 0.33 \times \frac{2}{2.8} = 1.236 < 1.33 \quad \dots\dots (\text{O.K.})$$

(二)

「修正 SPT-N 值」是針對覆土修正，很多學者認為覆土越深，圍壓密大，即使相對密度相同， $N$  值亦會隨著有效應力增加而增加，應修正成同一標準的有效覆土壓力下所對應之  $N$  值才合理。上一小題之  $N_{cor}$  即是針對此項修正。若是採用 Terzaghi 和 Peck (1967) 之經驗圖表，尚需進行地下水位修正及鑽桿修正。

四、有一預鑄混凝土樁，以打擊方式埋置於均勻之砂土層中，地下水位約在地表附近，基樁設計參數如下：圓形斷面，樁長 20 m，樁徑 40 cm；砂土層參數如下：摩擦角  $\phi' = 32^\circ$ ，飽和單位重  $\gamma_{sat} = 18.5 \text{ kN/m}^3$ 。

(一) 假設樁身摩擦力計算之參數如下：樁-土摩擦角  $\delta = 0.8\phi'$ ；臨界深度  $L' = 20D$ ， $D$  為樁徑；側向土壓力係數  $K = 1.2$ 。而且已知樁底之極限支承應力  $q_b = 1200 \text{ kN/m}^2$ 。若安全係數採用 3，則此基樁之容許垂直承載力， $Q_a = ?$  (15 分)

(二) 如果樁長不變，樁徑增加為 50 cm，但施工方式改為場鑄式。請問  $Q_a$  值會如何改變？為什麼？請用定性觀念說明，不用定量計算。(10 分)

• 95 年三等特考試題 •

### 問題剖析

本題是基樁貫入砂土中，並以靜力學公式計算容許承載力。計算時要注意題目指定何種方法計算。

### 參考題解

(一) 基樁容許承載力 ( $Q_a$ ) 之計算

臨界深度  $L' = 20D = 20 \times 0.4 = 8 \text{ m} < L = 20 \text{ m}$

表示樁長超過臨界深度

$$f_c = K \sigma'_v \tan \delta = 1.2 \times (18.5 - 9.8) \times 8 \times \tan(0.8 \times 32^\circ) = 40 \text{ KPa}$$

$$Q_u = Q_b + Q_s = q_b A_b + (K \sigma'_v \tan \phi') A_s$$

$$= 1200 \times \frac{\pi}{4} \times 0.4^2 + \frac{40}{2} \times \pi \times 0.4 \times 8 + 40 \times \pi \times 0.4 \times 12$$

$$= 150.8 + 201.1 + 603.2$$

$$= 955.1 \text{ kN}$$

$$Q_a = \frac{Q_u}{FS} = \frac{955.1}{3} = 318.4 \text{ kN}$$

(二)

打擊樁對樁周圍砂土具有擠壓效果，摩擦應力 ( $f_s$ ) 及點承應力 ( $q_b$ ) 較大；而場鑄樁則較無擠壓效果， $f_s$  較小，同時，常有底泥問題，使樁底承載力大大地降低，因此，若其他條件不變，場鑄樁承載力較打擊樁小很多。而本題樁徑由原來的 0.4 m 提高為 0.5 m，樁身摩擦面積增加 25% ( $\frac{\pi \times 0.5 \times 20}{\pi \times 0.4 \times 20} = 1.25$ )，但是  $f_s$  及  $q_b$  降低，仍會使  $Q_a$  降低。