

土壤力學(包括基礎工程)

註：以下各題，若有計算條件不足，請自行作合理假設。

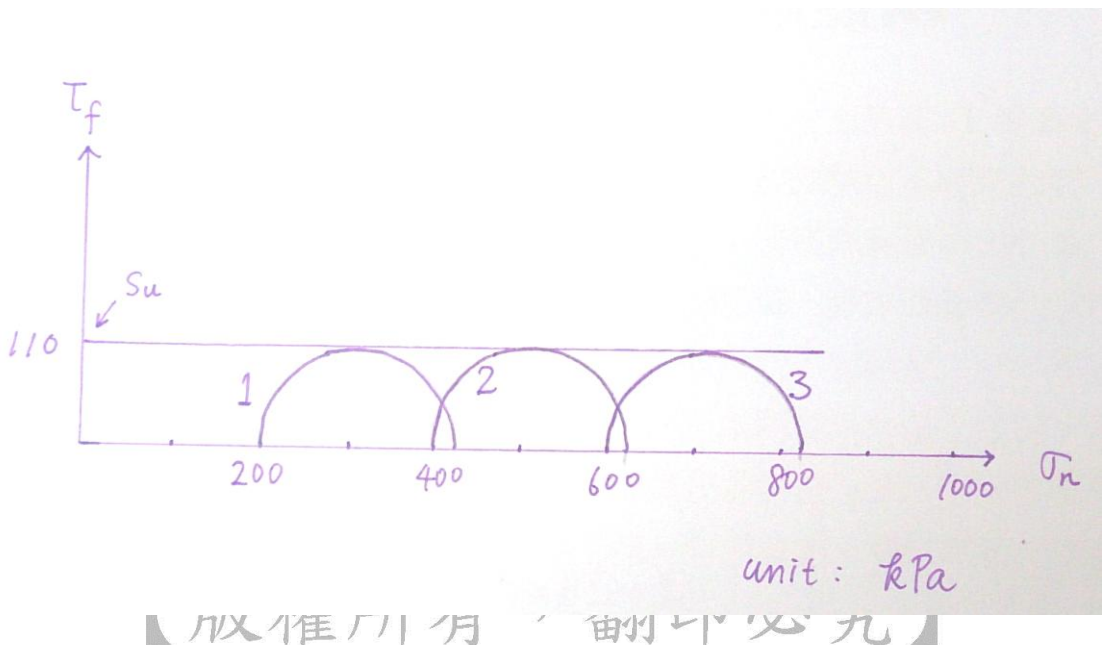
- 一、對某飽和黏土，進行一系列三次不壓密不排水試驗(UU)，得到如下表之結果：(一)試繪此 UU 試驗之應力莫爾圓圖。(10分)(二)試求此黏土之不排水剪力強度 S_u 為何？(15分)

試體編號	1	2	3
圍壓應力 (kpa)	200	400	600
軸差應力 (kpa)	222	218	220

試題評析	本題屬於送分題，不排水剪力強度是破壞時莫爾圓半徑。進考場歐陽再三交代要帶圓規、量角器、方格尺。
考點命中	《解說土壤力學》7-50頁與7-51頁的圖7-33和7-34。

解：

(一)圖形如下



(二)不排水剪力強度 $s_u = (222+218+220) / 3 / 2 = \underline{110 \text{ kPa}}$

二、如下圖所示，有一連續壁將構築在土層中，土層其單位重 $\gamma=18 \text{ kN/m}^3$ (地下水水位以上和以下都是相同此單位重)，剪力強度參數 $c'=0$ ， $\phi'=34^\circ$ 。這溝槽深度 $H=3.50 \text{ m}$ ，穩定液的深度為 $h_1=3.35 \text{ m}$ ，地下水水位在溝槽底面以上 $h_2=1.85 \text{ m}$ 。若穩定液側壓力 P 會抵抗潛在滑動楔形土塊 W ，以保持壁體安全。潛在滑動面與水平面角 $\alpha=45+\phi'/2$ 。(一)當安全係數採用 2 時，試計算穩定液單位重 γ_s 及滑動面上之正力 N 各為多少？(15 分)
(二)當安全係數採用 1 時，試計算穩定液單位重 γ_s 及滑動面上之正力 N 各為多少？(10 分)

提示： $P+T\cos\alpha - N\sin\alpha=0$ (1)

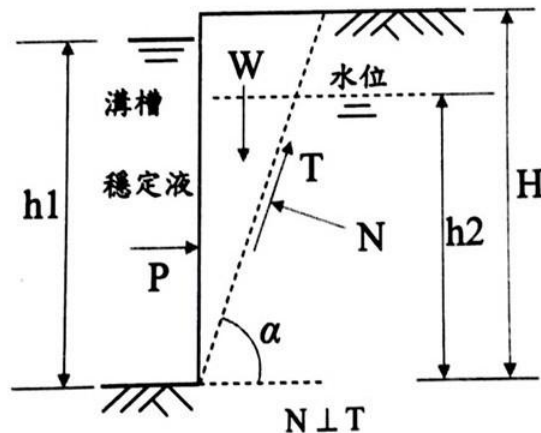
$W - T\sin\alpha - N\cos\alpha=0$ (2)

$P=1/2*\gamma_s*h_1^2$

$U=1/2*\gamma_w*h_2^2/\sin\alpha$

$T=(N-U)*\tan\phi'$

$\phi'_m = \tan^{-1}(\tan\phi'/FS)$



試題評析	穩定液單位重越重，造成的推力P越大，越能穩定垂直開挖面。穩定液單位重越小，P就小，槽溝垂直面就越不穩定。現地穩定液單位重要比水還大，才有穩定效果。
考點命中	這種力平衡分析很像庫侖法切分離體，詳見《解說基礎工程》例題1-4.1。

解：

(一) $FS = 2.0$

$\tan 34^\circ / FS = \tan 34^\circ / 2 = 0.33725$

$\phi'_m = \tan^{-1} 0.33725 = 18.64^\circ$

$\alpha = 45^\circ + 0.5(34^\circ) = 62^\circ$

$90^\circ - 62^\circ = 28^\circ$

$W = 3.5(3.5 \tan 28^\circ)(18) / 2 = 58.621 \text{ kN/m}$

$U = 0.5(9.81)(1.85)^2 / \sin 62^\circ = 19.013 \text{ kN/m}$

$T = (N - U) \tan \phi'_m = (N - 19.013) \tan 18.64^\circ$

$P + T \cos \alpha = N \sin \alpha \dots \dots \dots \textcircled{1}$

將T代入 ① 式

得 $P + (N - 19.013) \tan 18.64^\circ \cos 62^\circ = N \sin 62^\circ \dots \dots \dots \textcircled{2}$

$W = T \sin \alpha + N \cos \alpha$



【版權所有，翻印必究】

$$\begin{aligned}
 58.621 &= T\sin 62^\circ + N\cos 62^\circ \\
 &= (N - 19.013)\tan 18.64^\circ \sin 62^\circ + N\cos 62^\circ \\
 &= 0.7673N - 5.6627
 \end{aligned}$$

解出 $N = 83.779 \text{ kN/m}$

將 N 代入② 解出 $P = 63.716 \text{ kN/m} = 0.5\gamma_s(3.35)^2$

再解出 $\gamma_s = 11.355 \text{ kN/m}^3$

(二) $FS = 1.0$

$$\tan 34^\circ / FS = \tan 34^\circ = 0.6745$$

$$\phi'_m = \tan^{-1} 0.6745 = 34^\circ$$

$$\alpha = 45^\circ + 0.5(34^\circ) = 62^\circ$$

$$90^\circ - 62^\circ = 28^\circ$$

$$W = 3.5(3.5\tan 28^\circ)(18) / 2 = 58.621 \text{ kN/m}$$

$$U = 0.5(9.81)(1.85)^2 / \sin 62^\circ = 19.013 \text{ kN/m}$$

$$T = (N - U)\tan \phi'_m = (N - 19.013)\tan 34^\circ$$

$$P + T\cos \alpha = N\sin \alpha \dots \dots \dots \textcircled{3}$$

將 T 代入 ③ 式

$$\text{得 } P + (N - 19.013)\tan 34^\circ \cos 62^\circ = N\sin 62^\circ \dots \dots \dots \textcircled{4}$$

$$W = T\sin \alpha + N\cos \alpha$$

$$\begin{aligned}
 58.621 &= T\sin 62^\circ + N\cos 62^\circ \\
 &= (N - 19.013)\tan 34^\circ \sin 62^\circ + N\cos 62^\circ \\
 &= 1.065N - 11.3233
 \end{aligned}$$

解出 $N = 65.675 \text{ kN/m}$

將 N 代入④ 解出 $P = 43.211 \text{ kN/m} = 0.5\gamma_s(3.35)^2$

再解出 $\gamma_s = 7.7 \text{ kN/m}^3$

- 三、如下圖所示，有一黏土層 8 m 厚，位於兩層砂土中間，地下水位於地表面。這黏土層的體積壓縮係數為 $0.83 \text{ m}^2/\text{MN}$ ，壓密係數為 $1.4 \text{ m}^2/\text{年}$ 。若地表增加超載重 20 kN/m^2 ，(一)試計算由於壓密產生的最後壓密沉陷量為何？(10 分) (二)增加超載重兩年後沉陷量是多少？(15 分)

【版權所有，翻印必究】

註：

$$\Delta H = m_v \cdot \Delta \sigma' \cdot H$$

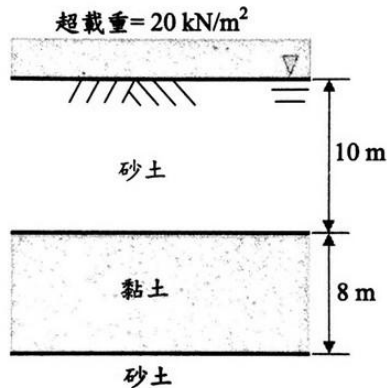
$$T_v = C_v \cdot t / H^2$$

當 $U \leq 60\%$ 時，

當 $U > 60\%$ 時，

$$T_v = (\pi/4) \cdot U^2$$

$$T_v = 1.781 - 0.933 \cdot \log[100(1 - U)]$$



試題評析	<ol style="list-style-type: none"> 1. 注意 m_v 單位轉換。 2. T 與 U 的關係式，在 T 小於或大於 0.283，是採用不同公式。 3. 在 $U = 60\%$ 時，T 大約就是 0.283。
考點命中	詳見《解說土壤力學》例題 6-7.2。

解：

$$(一) m_v = 0.83 \text{ m}^2/\text{MN} = 0.83 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{kN}$$

$$\Delta H = m_v \Delta \sigma' H = 0.83 \times 10^{-3} \times 20 \times 800 = \underline{13.28 \text{ cm}}$$

$$(二) TH^2 = c_v t$$

$$T(4)^2 = 1.4(2)$$

$$\text{得 } T = 0.175 < 0.283 = T_{60}$$

$$\text{故採用 } T = \pi U^2 / 4$$

$$0.175 = \pi U^2 / 4 \quad \text{解出 } U = 0.472$$

$$\Delta H_{(2\text{年})} = 0.472(13.28) = \underline{6.27 \text{ cm}}$$

四、(一)試述樁載重試驗有何目的？(10分)(二)列舉兩種加載方式，及如何施作此項試驗？(15分)

試題評析	基樁載重試驗的目的，一般考生有讀均會寫，但加載方式則是冷門考題，其回歸期超過10年以上。
考點命中	詳見《解說基礎工程》5-10節。

解：

(一)基樁載重試驗之方法包括靜載重試驗、動載重試驗或其他方式之試驗，其目的為求取或推估

單樁於實際使用狀態或近似情況下之載重－變形關係，以獲得判斷基樁支承力或樁身完整性之資料。基樁載重試驗可分成極限載重試驗及工作載重試驗。

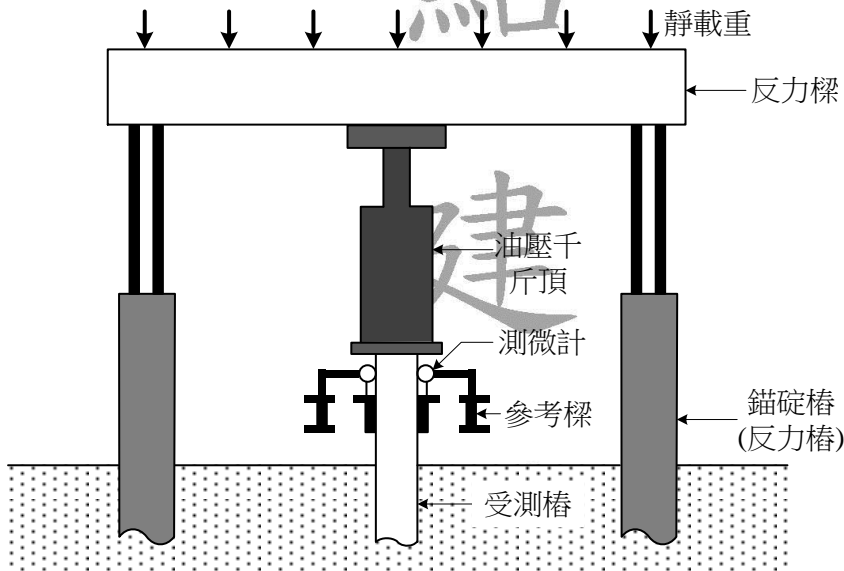
極限載重試驗係用以確定所選擇之基樁於該基地之適用性及與設計極限支承力之符合性(即試驗求 Q_{ult})為主。

基樁施工完成後，應以工作載重試驗確定基樁之支承力及施工品質符合設計需求。意思是：營造廠將所有基樁施作完成後，依合約內容規定，選取適當數量之成樁，進行驗證試驗，用以確認基樁之支承力及施工品質符合設計需求，並作為估驗、驗收之依據。

(二)

標準加載法：將載重依設計載重的 2 倍數值，平均切割成八個階段進行，每一次加載的軸力增量均一樣大，每次皆須等待沉陷的速率小於 0.25mm/hr ，才可進行下一階段的加載。

等時間距加載法：將載重依設計載重的 2 倍數值，分成十個階段進行加載，每個加壓階段及解壓階段的時間保持一小時，換言之加載後10小時可達最大試驗載重。



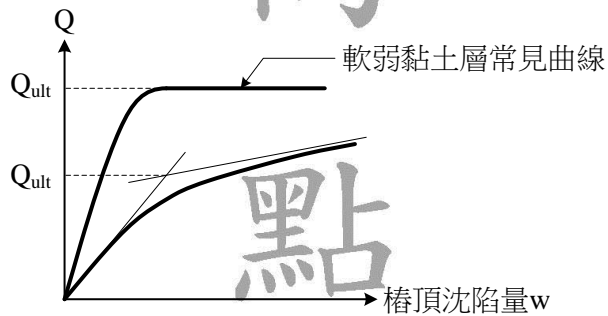
樁載重試驗示意圖

試驗時應架設不動之參考樑(或參考框架)，測微計置於參考樑上以量測樁頭沉陷量。油壓千斤頂則需事先校正，用途為測量軸力。試驗中紀錄資料(軸力與沉陷量)，畫出試樁曲線，再由不同學者提出的方法判讀試樁曲線，讀得極限載重 Q_{ult} 。

試樁應考慮基樁裝設過程中地層孔隙水壓及強度變化之影響。原則上，砂質地層中之打擊樁應靜置 5 天以上，於黏質地層中則應靜置 14 天以上，始可進行試樁。打擊中，樁身附近激

發的超額孔隙水壓 u_e ，可能達垂直有效應力的 1.5~2.0 倍；樁尖附近激發的 u_e ，可能達垂直有效應力的 3.0~4.0 倍。因為一般認為樁長期使用中，已無超額孔隙水壓，故試驗環境須比照對應。如為場鑄樁則應待混凝土已產生足夠強度後再進行試驗。

美國材料試驗學會 ASTM D1143-81 規定基樁打設完成後應靜置至超額孔隙水壓消散及土壤強度復原後始得進行試驗，靜置時間與超額孔隙水壓量、土壤性質及土壤擾動程度有關，約在 3 天至 30 天左右，甚至需要非常長之時間，如台北地區之基隆河黏土層（張吉佐等，1993）。



試樁曲線

【版權所有，翻印必究】