

109 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)

一、如何進行黏土的三軸壓密不排水試驗？如何由試驗結果，分別得土壤之不排水與排水剪力強度參數？(25 分)

1. 《考題難易》：★★★
2. 《解題關鍵》：
 - *了解三軸壓密不排水試驗
 - *了解三軸壓密不排水試驗之計算公式
3. 《命中特區》：出於 109 土壤力學 PP.5-16 至 5-18。

【擬答】：

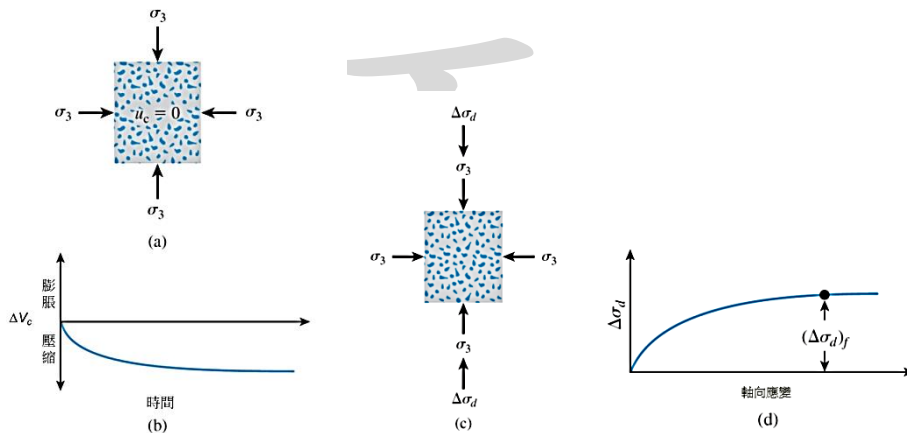
黏土的三軸壓密不排水試驗可分為以下兩步驟：

(一)飽和的試體首先用三軸容器內全方位的液體壓力 σ_3 加以壓密，造成排水直到圍壓增加所造成的孔隙水壓消散如圖 1 之(a)與(b)所示。當圍壓增加所造成的孔隙水壓消散為 0，且體積也不再變化此時為壓密階段結束。

(二)接著再對試體增加軸差應力 $\Delta\sigma_d$ 直到破壞。如圖 1 之(c)與(d)或(e)所示，其中(d)為正常壓密黏土之行為而(e)為過壓密黏土之行為。在此剪壞階段試驗中，試體的排水管線是關閉的。因為不允許排水，孔隙水壓 Δu_d 會改變如圖 1 之(f)或(g)所示。在試驗中，同時量測 $\Delta\sigma_d$ 與 Δu_d ，其中(f)為正常壓密黏土之行為而(g)為過壓密黏土之行為。此時 Δu_d 增加可以用一無因數形式來表示：

$$\bar{A} = \frac{\Delta u_d}{\Delta\sigma_d}$$

其中 $A = \text{Skempton 孔隙水壓參數 (Skempton, 1954)}$ 。



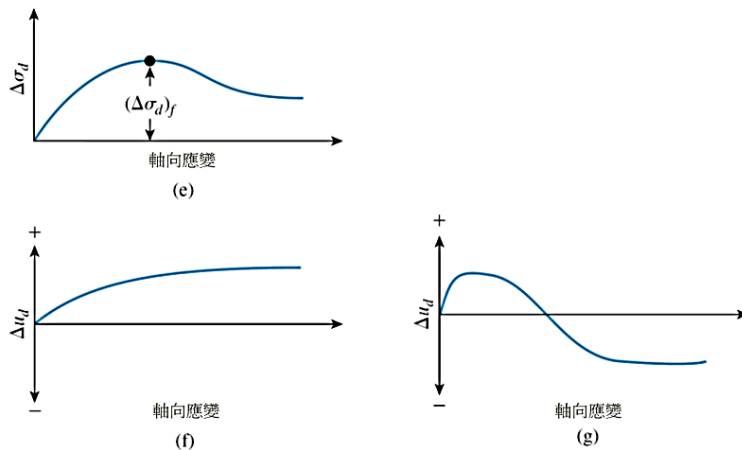


圖 1 壓密—不排水試驗之步驟

土壤之不排水與排水剪力強度參數之計算如下：

(三)在壓密—不排水試驗中，總主應力與有效主應力是不一樣的。因為破壞時的孔隙水壓有量測如圖 2 左圖所示，主應力可以做如下計算：

- 破壞時之最大主應力（總）： $\sigma_3 + (\Delta\sigma_d)_f = \sigma_1$
- 破壞時之最大主應力（有效）： $\sigma_1 - (\Delta u_d)_f = \sigma'_1$
- 破壞時之最小主應力（總）： σ_3
- 破壞時之最小主應力（有效）： $\sigma_3 - (\Delta u_d)_f = \sigma'_3$

對正常壓密黏土($c=0$)，不排水剪力強度參數 ϕ 可由如圖 2 中總應力莫爾圓(實線)切線與水平線之角度 ϕ ，公式如下：

$$\sin \phi = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3}$$

排水剪力強度參數 ϕ' 可由有效應力莫爾圓(虛線)切線與水平線之角度 ϕ' ，公式如下：

$$\sin \phi' = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3 - 2(\Delta u_d)_f}$$

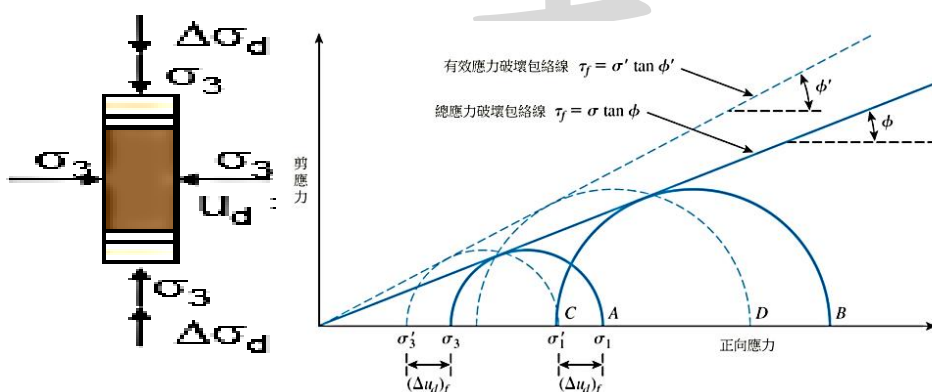
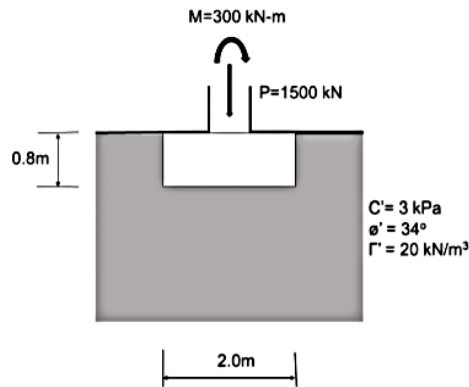


圖 2 壓密—不排水試驗在剪壞階段之軸差應力 $\Delta\sigma_d$ 與孔隙水壓 Δu_d 差及主應力莫爾圓

二、某一 $2m \times 2m$ 寬之方型基腳，置於地表下 $0.8m$ 深處，基腳正中心同時承受垂直載重 $1500kN$ 和一個彎矩載重 $300kN \cdot m$ ，如圖一所示，且地下水在極深處。

公職王歷屆試題 (109 高考三等考試)

- (一)試求此單向偏心彎矩載重及垂直載重導致合力(Resultant force)之偏心距 e_B 為何?並計算此基礎因此合力而承受之最大(q_{max})與最小(q_{min}) 承應力為何?(10 分)
- (二)基礎下方之土壤參數如圖一所示, 當 $\phi' = 34^\circ$ 時其承載力因子 $N_c = 52.6$, $N_q = 36.5$, $N_\gamma = 39.6$ 求可承擔的極限承載應力 q_u 為何?(15 分)(提示:有效寬度 $B' = B - 2e$)



1. 《考題難易》: ★★★★★

2. 《解題關鍵》:

- * 了解單向偏心載重之最大(q_{max})與最小(q_{min}) 承應力公式
- * 了解單向偏心載重之極限承應力

3. 《命中特區》: 解答出於 109 基礎工程 PP.2-17 至 2-19。

【擬答】:

(一)偏心距 e_B 與最大(q_{max})與最小(q_{min}) 承應力計算如下:

$$e_B = \frac{M}{Q} = \frac{300}{1500} \times 10^2 = 20\text{cm} < B/6 = 200/6 = 33.33\text{cm}$$

$$q_{max} = \frac{Q}{BL} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) = \frac{1500}{(2 \times 2)} \left(1 + \frac{6(0.2)}{2} \right) = 600\text{kN/m}^2$$

$$q_{min} = \frac{Q}{BL} \left(1 - \frac{6e}{B} \right) = \frac{1500}{(2 \times 2)} \left(1 - \frac{6(0.2)}{2} \right) = 150\text{kN/m}^2$$

(二)

假設使用 Terzaghi 極限承載應力公式
方形基礎公式如下

$$q_u = 1.3c'N_c + qN_q + 0.4\gamma B'N_\gamma$$

上式中有效寬度 $B' = B - 2e = 2 - 2(0.2) = 1.6$

$c = 3\text{kPa}$, $\gamma = 20\text{ kN/m}^3$ 。

當 $\phi' = 34^\circ$ 時其承載力因子 $N_c = 52.6$, $N_q = 36.5$, $N_\gamma = 39.6$

$$q_u = (1.3)(3)(52.6) + (0.8 \times 20)(36.5) + (0.4)(20)(1.6)(39.6) \\ = 205.14 + 584 + 506.88 = 1296.02\text{kN/m}^2$$

三、某基地土層剖面, 自地表面開始, 包含 5 m 的砂土, 其下面是 13 m 厚的黏土, 地下水位在地表面以下 2.8 m。地下水位以上的砂土單位重為 19kN/m^3 , 地下水位以下的砂土飽和單位重為 20kN/m^3 。黏土之飽和單位重為 15.7kN/m^3 , 有效摩擦角是 35° , 過壓密比是 2.0。試計算地表

公職王歷屆試題 (109 高考三等考試)

面以下 11.0 m 深處的垂直總應力、垂直有效應力、水平總應力、水平有效應力各為何?(25 分)(提示: $K_0=(1-\sin\phi')\times(OCR)^{\sin\phi'}$)

1. 《考題難易》: ★★★

2. 《解題關鍵》:

*考題屬靈活應用型

*了解有效應力與靜止土壓力之理論

3. 《命中特區》: 與 109 土壤力學 PP.5-38 至 5-39 第 3 題類似。與 109 基礎工程 PP.5-34 第 4 題類似。

【擬答】:

地表面下 11.0 m 深處的垂直總應力 σ_v 與垂直有效應力 σ_v' 計算如下:

$$\sigma_v = 19 \times 2.8 + 20 \times 2.2 + 15.7 \times 6 = 191.4 \text{ kPa}$$

$$u_0 = r_w \times z = 9.81 \times 8.2 = 80.44 \text{ kPa}$$

$$\sigma_v' = \sigma_v - u_0 = 191.4 - 80.44 = 110.96 \text{ kPa}$$

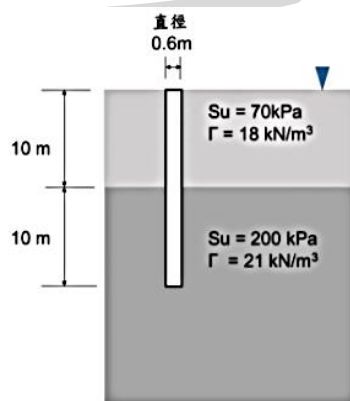
地表面下 11.0 m 深處的水平總應力 σ_h 、水平有效應力 σ_h'

$$K_0 = (1 - \sin\phi') \times (OCR)^{\sin\phi'} = (1 - \sin 35)(2)^{\sin 35} = 0.426(1.488) = 0.634$$

$$\sigma_h' = K_0 \sigma_v' = 0.634 \times 110.96 = 70.348 \text{ kPa}$$

$$\sigma_h = \sigma_h' + u_0 = 70.348 + 80.44 = 150.78 \text{ kPa}$$

四、某 20 m 長之實心混凝土樁。樁徑為 60cm，打進兩層飽和黏土中，如圖二所示。樁身摩擦力採用總應力 α 方法計算，設當不排水剪力強度為 $S_u=70\text{kPa}$ 時， $\alpha=0.75$ ；當 $S_u=200\text{kPa}$ 時， $\alpha=0.48$ 。另樁底承載因子 $N_c=9$ 。在分別考慮樁身摩擦力及樁底之極限承載力之貢獻後，計算該樁總極限承載力為何?(25 分)



圖二

1. 《考題難易》: ★★★

2. 《解題關鍵》:

*了解黏土樁身摩擦力採用總應力 α 方法

*了解黏土樁底之極限承載力

3. 《命中特區》: 109 基礎工程 PP.4-16 與 PP.4-23 及 PP.4-25 第 4 題。

【擬答】:

公職王歷屆試題 (109 高考三等考試)

假設基樁灌入第一層與第二層深度皆為 10m

不排水剪力強度為 $S_u=70\text{kPa}$ 時， $\alpha=0.75$ ；當 $S_u=200\text{kPa}$ 時， $\alpha=0.48$ 。

樁底承載因子 $N_c=9$ 。

樁總極限承載力公式如下：

$$\begin{aligned} Q_u &= Q_b + Q_s \\ &= (S_{u2}N_c)A_b + \alpha_1 S_{u1}A_{s1} + \alpha_2 S_{u2}A_{s2} \\ &= (200 \times 9) \times \frac{\pi}{4} \times 0.6^2 + 0.75 \times 70 \times \pi \times 0.6 \times 10 + 0.48 \times 200 \times \pi \times 0.6 \times 10 \\ &= 508.94 + 989.60 + 1809.56 = 3308.10\text{kPa} \end{aligned}$$

志光×保成×學儒
WinWay

15大環狀學習

為您快速敲開高普大門



服務架構

全國第1
輔考資源
最齊全

面授學習

親臨名師風采
學習成效加倍

數位學習

課程隨選隨看
名師任你欽點

在家學習

在家輕鬆補課
學習更不受限

WIFI補課

免排隊免預約
學習更有效率

函授學習

在家雲端上課
學習便利有效



師資多元
旁聽制度
筆記借閱
隨堂班導
補課系統



平時測驗
申論批改
全國模考
落點分析
班級讀書會



考取經驗傳承
時事專題講座
考生關懷講座
考取自修教室
手機APP系統