

九十九年公務人員高等考試試題結構學參考題解

本科由實力專任教師**施國欽**老師即時解答

一、統一土壤分類法中 $\frac{\text{烘乾土壤液性限度 (LL}_{\text{oven dried}})}{\text{未烘乾土壤液性限度 (LL}_{\text{not dried}})} < 0.75$ 之判別式可用於分類何種土壤？試說明判別式之意義，並列出此種土壤之分類符號和工程性質。(20 分)

【解題老師】施國欽 老師

• 99 年土木高考試題 •

問題剖析

細顆粒土壤的工程性質受到含水量高低影響，而液性限度則是液體與塑性體的分界點。烘乾則會將土壤中的泥碳質燒掉，降低其液性限度。

參考解答

- (1) $\frac{\text{烘乾土壤液性限度}}{\text{未烘乾土壤液性限度}} < 0.75$ ，是視為有機質土壤的判別式。
- (2) 判別式的意義：當土壤含有泥碳質較多的有機質土壤，採用烘乾時會將細顆粒的泥碳燒掉，若再加水做液限，其數值會較原來（未烘乾者）小。以判別式 < 0.75 視為有機質土壤。
- (3) 將土壤再細分，以 $LL > 50\%$ 分為高塑性，符號為 OH； $LL < 50\%$ 分為低塑性，符號為 OL。有機質土壤之工程性質滲透性低、壓縮性大（OH 壓縮性大於 OL），尤其是二次壓縮更為顯著，剪力強度低。

※本題請參考“實力大地工程(一)土壤力學－〔P2-42~2-43 (2.4.3 節)〕”

二、試列舉試驗室、現場及經驗公式決定土壤滲透係數 (Coefficient of Permeability) 之各種方法。(20 分)

【解題老師】施國欽 老師

• 99 年土木高考試題 •

問題剖析

任何一個參數來源不外乎室內試驗、現地試驗及經驗公式或圖表。本題滲透係數亦是如此。

參考解答

(一) 試驗室試驗求滲透係數 K

(1) 定水頭試驗：是在試驗過程中，上、下游水頭差始終保持定值而得名。 $K = \frac{QL}{thA}$ ，其中 Q 為流量， L 為滲流長度， h 為水頭差， t 為時間差， A 為滲流斷面積。

(2) 變水頭試驗：係在試驗過程中，上、下游水頭差隨時間而變化者。 $K = \frac{aL}{A(t_2 - t_1)} \ln \frac{h_1}{h_2}$ ，其中 a 為細管斷面積， h_1 為 t_1 時間之水頭差， h_2 為 t_2 時間之水頭差。

(3) 壓密試驗：在進行壓密試驗後，求得壓密係數 $C_v = \frac{K}{\gamma_w m_v}$ ，由 $K = C_v \gamma_w m_v$ 間接求得 K 值，此法適用在塑性土壤。

(4) 三軸透水試驗：為模擬在不同壓力下之滲透係數，將土樣放入三軸筒中，打飽和、加圍壓及壓密後，以定水頭方式測定滲流量，並求出滲透係數，是為三軸透水試驗。

(二) 現場試驗求滲透係數 K

(1)孔內透水試驗：在鑽探孔中利用抽水或灌水，量測水位變化與時間關係，代入公式求 K 。

(2)抽水試驗：以主井為中心，採十字形或 L 形佈置觀測井，每個方向 3 至 5 個觀測井，在主井抽水或灌水，同時量測觀測井之水位變化，代公式可求得 K 值。

(三)經驗公式或經驗圖表求滲透係數 K

經驗公式或圖表很多，只要依照各公式或圖表之規則即可求得 K 值。例如 Hazen (1911 年) 提出針對砂土均勻係數 $C_u = 2$ 時之滲透係數如下：

$$K = C_1 D_{10}^2$$

式中 $C_1 = 100 \sim 150$ ，單位 $1/(\text{cm} \cdot \text{sec})$

D_{10} = 有效粒徑，單位用 cm

※本題請參考“實力大地工程(一)土壤力學－〔P5-5~5-25 (5.2 節)〕”

三、兩相同砂土試體分別施作三軸剪力試驗及直接剪力試驗，在三軸試驗，先以圍壓 450 kPa 將試體進行壓密，然後打開排水閥，施加軸差應力；在破壞時，軸差應力 $(\sigma_1 - \sigma_3)_f$ 達 1100 kPa。在直接剪力試驗，施加正向壓力為 450 kPa，當剪應力達 297 kPa 時，該試體破壞。分別求在三軸試驗及直接剪力試驗破壞時之最大主應力、最小主應力及砂土試體之抗剪角。(20 分)

【解題老師】施國欽 老師

• 99 年土木高考試題 •

問題剖析

解題時要注意砂土 $c = c' = 0$

參考解答

(一)三軸 CD 試驗

$\sigma_{3f} = 450 \text{ kPa}$ (最小主應力)

$\sigma_d = \sigma_1 - \sigma_3 = 1100 \text{ kPa}$

$\sigma_{1f} = \sigma_3 + \sigma_d = 450 + 1100 = 1550 \text{ kPa}$ (最大主應力)

砂土 $c = c' = 0$

$$\begin{aligned} \sin \phi' &= \frac{\sigma_{1f} - \sigma_{3f}}{\sigma_{1f} + \sigma_{3f}} = \frac{\sigma_{1f} - \sigma_{3f}}{\sigma_{1f} + \sigma_{3f}} \\ &= \frac{1550 - 450}{1550 + 450} = \frac{1100}{2000} \end{aligned}$$

解得砂土抗剪角 $\phi' = 33.37^\circ$

(二)直剪試驗

$\sigma = 450 \text{ kPa}$ ， $\tau = 297 \text{ kPa}$

$$\phi' = \tan^{-1} \left(\frac{297}{450} \right) = 33.42^\circ$$

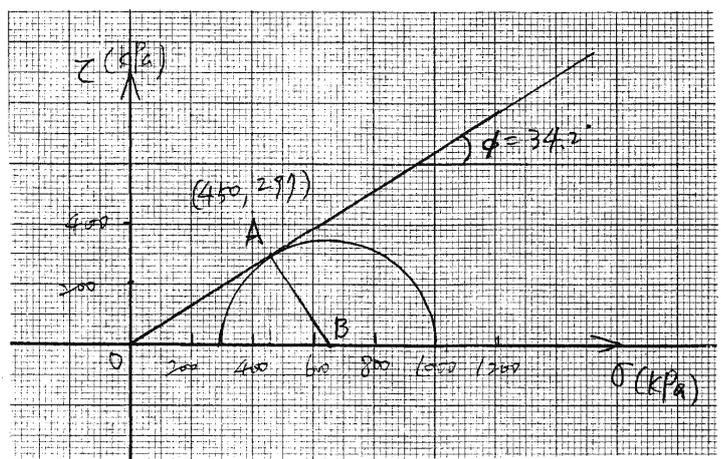
$$\overline{OA} = \sqrt{450^2 + 297^2} = 539.17 \text{ kPa}$$

$$r = \overline{AB} = \overline{OA} \tan \phi = 539.17 \times \frac{297}{450} = 355.85 \text{ kPa}$$

$$\text{莫爾圓圓心 } \overline{OB} = \sqrt{\overline{OA}^2 + \overline{AB}^2} = 646.0 \text{ kPa}$$

$$\text{最大主應力 } \sigma_1 = \text{圓心} + r = 646 + 355.85 = 1001.85 \text{ kPa}$$

$$\text{最小主應力 } \sigma_3 = \text{圓心} - r = 646 - 355.85 = 290.15 \text{ kPa}$$



※本題請參考“實力大地工程(一)土壤力學－〔P7-12~7-18 (7.3 節)〕”

四、試說明下圖中三種淺基礎支承力 (bearing capacity) 破壞型式，及其可能發生破壞之條件。(20 分)

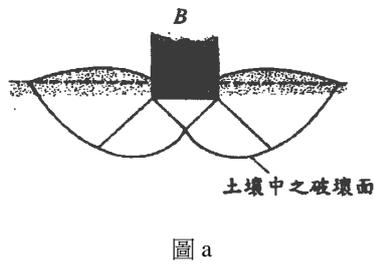


圖 a

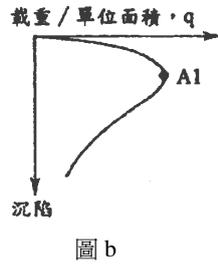


圖 b

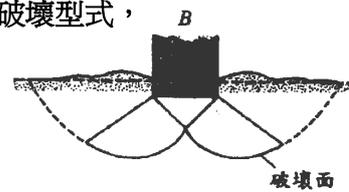


圖 c



圖 e

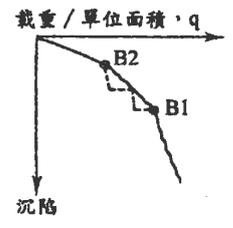


圖 d

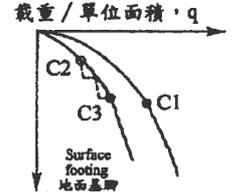


圖 f

【解題老師】施國欽 老師

• 99 年土木高考試題 •

參考解答

破壞型式	破壞情形	載重與沉陷量曲線變化	破壞發生之條件
全面剪力破壞	基底下土壤有連續滑動面，並延伸至地表面，破壞發生時間很短且很劇烈，基礎會傾斜，周圍地表有隆起的現象，如圖(a)所示。	曲線有明顯的尖峰強度，如圖(b)所示。	發生在壓縮性低的緊密土壤，如緊密砂土或堅硬黏土。
局部剪力破壞	基底下滑動面僅發生在土層內，並未延伸至地表，破壞發生時也不劇烈；如圖(c)所示。若基礎沉陷甚大時，滑動面才會延伸到地表。	載重較小時，曲線呈現非線性變化，且無明顯的尖峰強度，有時基礎會有短暫且很大的沉陷，如圖(d)所示。	發生在中等緊密的砂土或正常壓密黏土。
貫穿剪力破壞	基底下無明顯的滑動面，基礎隨著壓力增加而近乎垂直地迅速向下貫入，直到破壞，無地表隆起，如圖(e)所示。	曲線類似局部剪力破壞，只是載重應力極低，如圖(f)所示。	發生在極疏鬆的砂土或高靈敏性黏土。

※本題請參考“實力大地工程(二)基礎工程－〔P3-7~3-9 (3.2 節)〕”

五、一座重力式擋土牆之牆高 $H = 6.7 \text{ m}$ ，牆後回填土之內摩擦角 $\phi = 20^\circ$ ，凝聚力 $c = 12 \text{ kN/m}^2$ ，回填土單位重為 18.2 kN/m^3 。依據朗金 (Rankine) 土壤力理論：(20 分)

- (一) 試計算回填土張力裂縫之深度。
- (二) 若無張力裂縫，每單位長度作用於牆面 (per unit length of wall) 之主動土壓合力。
- (三) 若張力裂縫開裂，每單位長度作用於牆面之主重土壓合力。
- (四) 若張力裂縫開裂且裂縫內充滿雨水，每單位長度作用於牆面之側向合力。

【解題老師】施國欽 老師

• 99 年土木高考試題 •

問題剖析

擋土牆牆後回填土壤要注意凝聚力 c 是否大於零，若 $c > 0$ 則要考慮最危險階段是土壤開裂且灌滿水時，側向土壓力最大。

參考解答

(一)回填土張力裂縫深度 z_c 之計算

$$\sigma_a = \gamma z k_a - 2c\sqrt{K_a} \quad K_a = \tan^2\left(45^\circ - \frac{20^\circ}{2}\right) = 0.49$$

$$\text{令 } \sigma_a = 0$$

$$z = z_c = \frac{2c\sqrt{K_a}}{\gamma K_a} = \frac{2c}{\gamma\sqrt{K_a}} = \frac{2 \times 12}{18.2 \times \sqrt{0.49}} = 1.883 \text{ m}$$

(二)無張力裂縫時之主動土壓力合力 P_a 之計算

$$z = 0 \quad \sigma_a = -2c\sqrt{K_a} = -16.8 \text{ kPa}$$

$$z = H = 6.7 \text{ m} \quad \sigma_a = 18.2 \times 6.7 \times 0.49 - 2 \times 12 \times \sqrt{0.49} = 42.95 \text{ kPa}$$

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma H^2 K_a - 2cH\sqrt{K_a} = \frac{1}{2} \times 18.2 \times 6.7^2 \times 0.49 - 2 \times 12 \times 6.7 \times \sqrt{0.49}$$

$$= 200.16 - 112.59 = 87.57 \text{ kN/m}$$

(三)有張力裂縫之主動土壓力合力 P_a 之計算

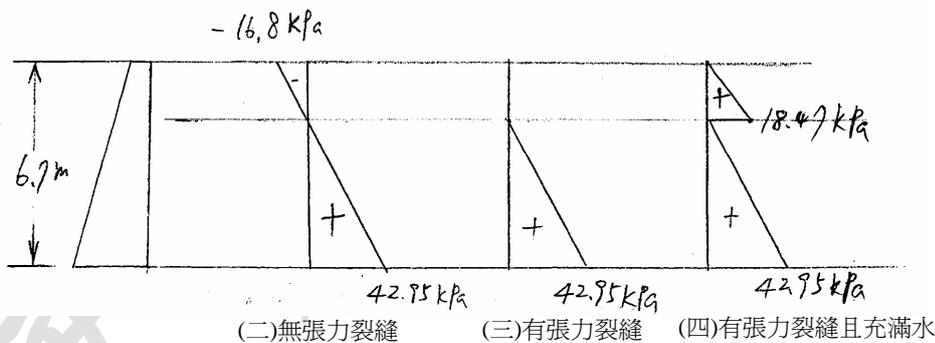
$$P_a = \frac{1}{2} \gamma (H - z_c)^2 K_a = \frac{1}{2} \times 18.2 \times (6.7 - 1.883)^2 \times 0.49 = 103.46 \text{ kN/m}$$

(四)有張力裂縫且充滿雨水之主動土壓力合力 P_a 之計算

$$P_a = \frac{1}{2} \gamma_w z_c^2 + \frac{1}{2} \gamma (H - z_c)^2 K_a$$

$$= \frac{1}{2} \times 9.81 \times 1.883^2 + \frac{1}{2} \times 18.2 \times (6.7 - 1.883)^2 \times 0.49$$

$$= 17.39 + 103.46 = 120.85 \text{ kN/m}$$



實力網站上提供高普考部份科目解答

<http://www.shi-li.com.tw/>

實力技師“題型班”含最新試題完整詳解

※本題請參考“實力大地工程(二)基礎工程－〔P1-7~1-21 (1.2.1 節)〕”

再神的老師也無法讓您一步登天，華而不實的課程也無法讓您榜上留名，歡迎您加入實力，讓您驗證**充實的課程＋紮實的教學＋確實的成效**，感謝眾多他班舊生的加入，有比較才知道**真實力**～