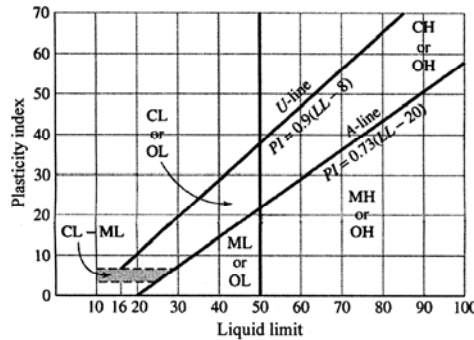


100 年公務人員高等考試試題土壤力學參考題解

本科由實力專任教師**施國欽老師**即時解答

一、土樣 A、B、C 之篩分析及阿太堡限度分析結果如下表所示 (NP：非塑性，NA：無法求取)，請依土壤統一分類法 (USCS) 進行分類—給予分類，並比較三種土壤之壓縮性 (compressibility)、滲透性 (permeability)、作道路基層可行性 (values as base course for pavement)。(20 分)

土樣編號	礫石含量	砂含量	粉土及黏土含量	液限	塑限	均勻係數	曲率係數
A	62	32	6	NP	NP	5	3
B	22	68	10	25	13	5	2
C	0	24	76	55	32	NA	NA



塑性圖

【解題老師】施國欽 老師

• 100 年土木高考試題 •

參考解答

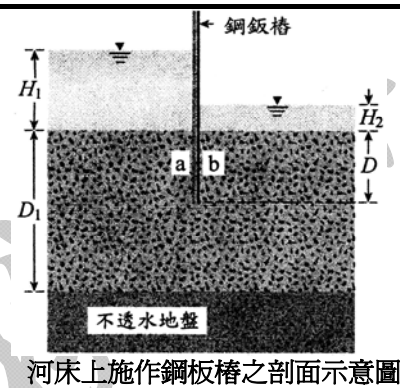
土壤 A	<p>(1) 細粒含量 $FC = 6\% < 50\%$，土壤主要為粗粒料。</p> <p>(2) 礫石含量 $G = 62\% > 砂含量 S = 32\%$，∴字頭為 G</p> <p>(3) $FC = 6\%$ 介於 $5\% \sim 12\%$ 之間為雙重符號</p> <p>$C_u = 5 > 4$</p> <p>$C_d = 3$ 介於 $1 \sim 3$ 之間，∴屬於優良級配 W</p> <p>又 $LL = NP$，$PL = NP$，∴屬於粉土 M</p> <p>土壤分類為 $GW - GM$</p>
土壤 B	<p>(1) 細粒含量 $FC = 10\% < 50\%$，土壤主要為粗粒料。</p> <p>(2) 礫石含量 $G = 22\% < 砂含量 S = 68\%$，∴字頭為 S</p> <p>(3) $FC = 10\%$ 介於 $5\% \sim 12\%$ 之間為雙重符號</p> <p>$C_u = 5 < 6$ 屬於不良級配，∴字尾為 P</p> <p>又 $LL = 25$，$PL = 13$，則 $PI = 12 > 7$，∴屬於黏土 C</p> <p>土壤分類為 $SP - SC$</p>
土壤 C	<p>(1) 細粒含量 $FC = 76\% > 50\%$，屬於細粒料土壤。</p> <p>(2) $LL = 55 > 50$，∴字尾為 H</p> <p>(3) $PI = 55 - 32 = 23$</p> <p>A 線 $PI = 0.73(55 - 20) = 25.55$</p> <p>$PI$ 在 A 線的下方，屬於 M</p> <p>土壤分類為 MH</p>

土壤的顆粒越大，壓縮性越小，滲透性越大，剪力強度（路基可行性）越高，以此原則土壤工程性質比較如下：

- (1) 壓縮性 土壤 A (GW-GM) < 土壤 B (SP-SC) < 土壤 C (MH)
 (2) 滲透性 土壤 A (GW-GM) > 土壤 B (SP-SC) > 土壤 C (MH)
 (3) 路基可行性（剪力強度） 土壤 A (GW-GM) > 土壤 B (SP-SC) > 土壤 C (MH)

※本題請參考“實力大地工程學(一)土壤力學—〔P2-42 (2.4.3 節) 及 P2-53 (2.5 節)〕”

二、如圖所示，在河床上施作鋼板樁，河床以上為砂層 (D_1)，河床以下為岩盤不透水層， $H_1 = 3\text{ m}$ 、 $D_1 = 3.75\text{ m}$ 、 $H_2 = 0.5\text{ m}$ 、 $D = 1.5\text{ m}$ 、 $\gamma_{sat} = 20\text{ kN/m}^3$ 、 $k = 10^{-3}\text{ cm/sec}$ 。試繪出流網後計算板樁單位寬度每日流入之滲流量，並計算板樁入土深度中點 ($D/2$) 處上下游水位面 a、b 之水壓力差。因洪水來襲，河床上游水位暴漲，水位 H_1 提高至多少時，會有流砂現象 (quick sand) 發生，發生的位置在那裡？提高 H_2 水位，是否可以減緩流砂現象的發生？(20 分)

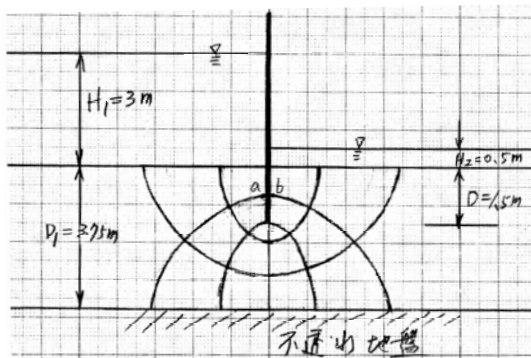


【解題老師】施國欽 老師

• 100 年土木高考試題 •

參考解答

(1) 依題意將流線網繪出如下：



單位寬度每日滲流量 Q 之計算

$$Q = Kh \frac{N_f}{N_q} = (10^{-3} \times 10^{-2}) \times 2.5 \times \frac{3}{6} = 1.25 \times 10^{-5} \text{ m}^3/\text{sec}/\text{m} = 1.08 \text{ m}^3/\text{day}/\text{m}$$

(2) 求 a、b 兩點的水壓力差

$$\text{a 點水壓 } u_{w,a} = u_{ss} + u_s = \gamma_w (h_{ss} + h_s) = 9.81 \times \left(3.75 - \frac{2.5}{6} \times 1 \right) = 32.7 \text{ kPa}$$

$$\text{b 點水壓 } u_{w,b} = u_{ss} + u_s = \gamma_w (h_{ss} + h_s) = 9.81 \times \left(1.25 + \frac{2.5}{6} \times 1 \right) = 16.35 \text{ kPa}$$

$$\text{水壓差 } \Delta u_w = u_{w,a} - u_{w,b} = 32.7 - 16.35 = 16.35 \text{ kPa}$$

(3) 發生流砂現象時， H_1 之計算

流砂時，會先從下流出口處發生，即在 b 點處，流砂條件 $\sigma'_b = 0$

$$\sigma_b = 9.81 \times 0.5 + 20 \times 0.75 = 19.9 \text{ kPa}$$

令上、下游水頭差為 h

技師高考【題型班】

9/05(一) 18:30 土力開課

9/08(四) 18:30 材力開課

9/10(六) 18:00 測量開課

~ 歡迎免費試聽 ~

$$u_{w,b} = u_{ss} + u_s = \gamma_w (h_{ss} + h_s) = 9.81 \times \left(1.25 + \frac{h}{6} \times 1 \right)$$

令 $u_{w,b} = \sigma_b$ (即 $\sigma'_b = 0$)

$$9.81 \times \left(1.25 + \frac{h}{6} \times 1 \right) = 19.9, \text{ 解得 } h = 4.67 \text{ m}$$

上游面需升高 $4.67 - 2.5 = 2.17 \text{ m}$

$H_1 = 3 + 2.17 = 5.17 \text{ m}$ ，表示 H_1 需提高至 5.17 m 時，b 點會發生流砂現象。

若以單向度滲流理論求解 (90 建技)，則 H_1 之計算

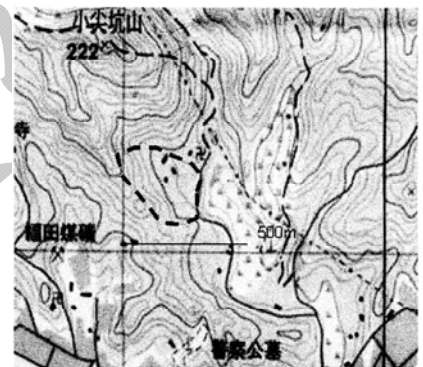
$$F.S = \frac{\gamma' (D_1 + 2D_2)}{\gamma_w \Delta H_w}, \text{ 令 } F.S = 1$$

$$H_1 = \frac{\gamma' (D_1 + 2D_2)}{\gamma_w} + H_2 = \frac{10.19(0 + 2 \times 1.5)}{9.81} + 0.5 = 3.61 \text{ m}$$

(4) 提高 H_2 水位會讓上、下游水頭差降低，同時減少滲流水壓，有助於減緩流砂現象發生。

※本題請參考“實力大地工程學(一)土壤力學—〔P5-69 (5.7.4 節) 及 P5-93 (5.8 節)〕”

三、假設有一坡地社區開發案例，位置地形圖如右圖中虛線所示，等高線間距為 10 m ，面積約有 5 公頃 ，區域岩層位態走向為北偏東 60 度 ，傾角向南 30 度 。試說明研判是否有順向坡、土石流、崩積層或其他潛在環境地質災害問題，並說明基地調查範圍、點數與深度，以及山坡地整地工程可能引起之邊坡穩定問題。(20 分)



坡地社區開發案例示意地形圖

【解題老師】施國欽 老師

• 100 年土木高考試題 •

參考解答

(1) 基地周邊坡向及工程地質問題

北側	其邊坡傾向與層面傾向一致，太靠近地界線開挖時，會有順向坡平面滑動之可能。
西北側	地形上為一山谷，地表水易匯集，會有土石流災害之可能。
西側	坡向與層面呈斜交坡，邊坡開挖時要注意落石。
西南側	有一福田煤礦，要調查煤坑開挖範圍及深度，尤其是洞口的位置。再評估基地是否受到廢棄煤坑影響其穩定性。

(2) 基地調查範圍、點數與深度

調查範圍	除了基地內之外，調查要涵蓋北側順向坡；西北側山谷的土石厚度及排水系統；西側煤坑開挖範圍及深度。
調查點數	依建技規則規定，基地面積每 600 m^2 需鑽一孔，而基地面積約 5 公頃 ，估計約需 83 孔，但可適度增減孔數。
調查深度	北側若在基地外鑽探，則孔深需達開挖面，初估孔深最深需達 $40 \text{ m} \sim 50 \text{ m}$ 。山谷調查主要瞭解表土層深度，鑽探深度約 20 m 。西側煤礦調查，先查詢礦務局網站，再配合地球物理探測，瞭解煤坑分佈及深度。基地內建物位置，深度需達基底下約 $2B$ (B 為基礎寬度)。

(3)山坡地整地可能引起邊坡穩定問題

北側	靠近地界開挖，會有順向坡平面滑動問題。
西北側	山谷回填，若無良好排水，會造成回填土滑動。
西側	開挖會有落石可能。

※本題請參考“實力大地工程學(三)工程地質－〔P6-13 (6.3.2 節) 及 P6-21 (6.5 節)〕”

四、有一土壤樣品，進行壓密排水試驗，在圍壓為 50 kPa 的條件下壓密，在軸差應力 150 kPa 時破壞；在圍壓為 150 kPa 的條件下壓密，在軸差應力 450 kPa 時破壞。試決定此土樣之抗剪參數之凝聚力及摩擦抗剪角，並求出破壞面上的角度與作用於破壞面之正向應力與剪應力大小。同一土樣，若進行壓密不排水試驗，在圍壓為 200 kPa 的條件下壓密，接著進行不排水剪動，破壞時之超額孔隙水壓為 75 kPa，試問破壞時之軸差應力為多少？同一土樣，若進行壓密不排水試驗，在圍壓為 400 kPa 的條件下壓密，接著進行不排水剪動，破壞時之超額孔隙水壓與軸差應力各自為多少？(20 分)

【解題老師】施國欽 老師

• 100 年土木高考試題 •

參考解答

(1)凝聚力 c' 及抗剪角 ϕ' 之計算

(單位：kPa)

Test	σ_3	$\sigma_1 - \sigma_3$	σ_1	$p = \frac{\sigma_1 + \sigma_3}{2}$	$q = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{2}$
CD	50	150	200	125	75
CD	150	450	600	375	225

解得 $c' = 0$ ， $\phi' = 36.87^\circ$

(2)①破壞面與水平面夾角 $\alpha_f = 45^\circ + \frac{\phi'}{2} = 45^\circ + \frac{36.87^\circ}{2} = 63.4^\circ$

②試體一破壞面上

$$\text{正向應力 } \sigma_{ff} = 125 - 75 \cos(90^\circ - 36.87^\circ) = 80 \text{ kPa}$$

$$\text{剪應力 } \tau_{ff} = 75 \sin(90^\circ - 36.87^\circ) = 60 \text{ kPa}$$

③試體二破壞面上

$$\text{正向應力 } \sigma_{ff} = 375 - 225 \cos(90^\circ - 36.87^\circ) = 240 \text{ kPa}$$

$$\text{剪應力 } \tau_{ff} = 225 \sin(90^\circ - 36.87^\circ) = 180 \text{ kPa}$$

(3)在 CU 試驗時，軸差應力 σ_d 之計算

(單位：kPa)

Test	σ_3	σ_d	σ_1	u_w	σ'_3	σ'_1
CU	200	(375)	(575)	75	125	(500)

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 K_p = 125 \tan^2 \left(45^\circ + \frac{36.87^\circ}{2} \right) = 500 \text{ kPa}$$

$$\text{軸差應力 } \sigma_d = \sigma'_1 - \sigma'_3 = 500 - 125 = 375 \text{ kPa}$$

(4)CU 試驗時， $\sigma_3 = 400 \text{ kPa}$ ， u_w 及 σ_d 之計算

$$\text{由前小題得 } c = 0, \phi = \sin^{-1} \left(\frac{375}{575 + 200} \right) = 28.94^\circ$$

提醒您～

技師報名日期：8/16~8/25

“一律採網路報名”

(單位：kPa)

Test	σ_3	σ_d	σ_1	u_w	σ'_3	σ'_1
CU	400	(750)	(1150)	(150)	(250)	(1000)

$$\sigma_1 = \sigma_3 \tan^2 \left(45^\circ + \frac{28.94^\circ}{2} \right) = 400 \times 2.875 = 1150 \text{ kPa}$$

$$\text{軸差應力 } \sigma_d = \sigma_1 - \sigma_3 = 1150 - 400 = 750 \text{ kPa}$$

$$\sin \phi' = \frac{(\sigma'_1 - \sigma'_3)/2}{(\sigma'_1 + \sigma'_3)/2} = \frac{(\sigma_1 - u_w) - (\sigma_3 - u_w)}{(\sigma_1 - u_w) + (\sigma_3 - u_w)} = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3 - 2u_w}$$

$$\sin 36.87^\circ = \frac{750}{1150 + 400 - 2u_w} = \frac{750}{1550 - 2u_w} = 0.6$$

$$\text{解得 } u_w = 150 \text{ kPa}$$

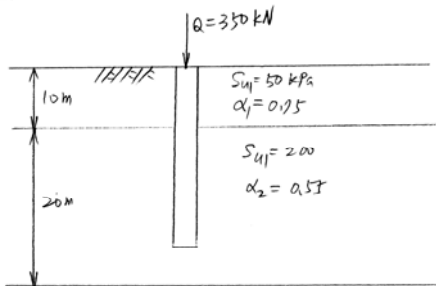
※本題請參考“實力大地工程學(一)土壤力學－〔P7-19 (7.3.2 節)〕”

五、有一圓形鋼管樁植入某黏土為主地層以承載 350 kN 之設計載重，該土層之不排水剪力強度 S_u 在地表至地表下 10 m 為 50 kPa，在地表下 10 m~30 m 為 200 kPa，地下水位位於地表，此一鋼管樁之內外徑分別為 400 mm 和 406 mm。若安全係數取為 3.0，採用 α 法決定樁身之摩擦阻力，土層之不排水剪力強度為 50 kPa、200 kPa 時，設計規範之 α 值分別為 0.75、0.55，試問所需之基樁長度？(20 分)

【解題老師】施國欽 老師

• 100 年土木高考試題 •

參考解答



$$Q_u \geq Q \times FS = 350 \times 3 = 1050 \text{ kN}$$

假設樁長超過 10 m

$$Q_b = (S_{u2} N_c) A_b = 200 \times 9 \times \frac{\pi}{4} \times 0.406^2 = 233 \text{ kN}$$

$$\text{樁身摩擦阻力 } Q_s = 1050 - 233 = 817 \text{ kN}$$

$$Q_u = Q_b + Q_s = Q_b + \alpha_1 S_{u1} A_{s1} + \alpha_2 S_{u2} A_{s2}$$

$$1050 = 233 + 0.75 \times 50 \times \pi \times 0.406 \times 10 + 0.55 \times 200 \times \pi \times 0.406 \times L_2$$

$$1050 = 233 + 478.3 + 140.3L_2$$

$$\text{解得 } L_2 = 2.4 \text{ m}$$

$$\text{需求的樁長 } L = 10 + 2.4 = 12.4 \text{ m}$$

設計時樁長可取 13 m

※本題請參考“實力大地工程學(二)基礎工程－〔P5-8 (5.3.1 節)〕”

土木考試最新動態

考選部擬將技師考試分為兩階段，初試通過後必須加幾年工作經驗才得參加複試，複試通過才能取得技師證照。這項改革若確定實施，將會增加證照取得難度建議同學們盡早應考，加緊腳步拿下證照

本科試題題目太多，依正常解題速度不易解完

建議考生挑選較有把握的“四題”作答

祝~金榜題名