

107 年專門職業及技術人員高等考試大地工程參考解答

一、請試述下列名詞之意涵：(每小題 5 分，共 25 分)

- (一) SPT- $(N_1)_{60,cs}$ (Corrected N)
- (二)大地應力 (Tectonic stress)
- (三)混同層 (Melange)
- (四)消散耐久性試驗 (Slake durability test)
- (五)岩爆 (Rock burst)

• 107 年土木技師試題 •

參考解答

- (一) SPT- $(N_1)_{60,cs}$ ：為標準貫入試驗 N 值，經過覆土修正為 N_1 (代表在 1 kips/ft² 的應力)，再由地表的額定能量 (錘重 140 磅，落距 30 吋)，傳遞到孔底只剩額定能量的 60%，即是 SPT- $(N_1)_{60,cs}$ 。
- (二)大地應力：係指區域性的地中應力之大小和方向，其主要應力來源包括覆土 (岩) 荷重、沖刷解壓、板塊運動、地球收縮、岩漿侵入壓力和岩漿冷凝之收縮應力等等。
- (三)混同層：大陸邊緣及海洋沈積物，以及火山弧材料，受到板塊碰撞強烈的推擠和褶曲斷裂，甚至有變質作用，沈積物雜亂的排列 (稱為濁流)，構造複雜，難以分層，稱為混同層，又稱為隱沒雜岩 (Subduction Complex)。
- (四)消散耐久性試驗：為評估岩石抗風化能力之試驗。試驗時選取岩塊 10 個，每個重約 40 至 60 公克，先稱其烘乾後之重量，放入消散儀中，旋轉 10 分鐘 (即 200 轉)，將圓鼓 (網目為 2 mm×2 mm) 內之岩石烘乾，由試驗後的岩石乾重與試驗前乾重之比值是為消散耐久性指數 Id_1 。同理記錄第二及第三循環之重量，求得 Id_2 及 Id_3 。通常所謂的消散耐久性指數 (Slake Durability Index) 是 Id_2 。
- (五)岩爆：岩體受到地下開挖，使脆性圍岩的現地應力重新分佈，造成局部圍岩產生應力集中而超過材料強度，隨即發生劇烈破壞的現象。

※本題請參考“實力大地工程學(二)《基礎工程篇》【P6-10】”
“實力大地工程學(三)《工程地質篇》【附錄 A】”

實力技師金榜勇奪第一

106 年土木技師【前十名實力強佔九名】

106 年結構技師【前十名實力強佔七名】

二、某工址鑽探調查孔物理性質試驗表部分資料如下表所示：

取樣深度 (m)	標準貫入試驗			粒徑分析 (%)				含水量 (%)	液性限度 (%)	塑性限度 (%)	比重	單位重 kN/m^3
	15 cm	15 cm	15 cm	礫石	砂	粉土	黏土					
1	4	5	6	1	85	14	0	24	-	-	2.71	19
2	1	1	2	0	5	53	42	19	20	14	2.70	18
3	1	2	2	0	1	39	60	35	39	20	2.68	18

請根據上述資料回答以下問題：

- (一)說明標準貫入試驗並計算 1 公尺深度之 SPT-N 值。(5 分)
- (二)計算 2 公尺深度取樣土壤之塑性指數並說明其統一土壤分類符號。(10 分)
- (三)計算 3 公尺深度取樣土壤之孔隙比及飽和度。(10 分)

• 107 年土木技師試題 •

問題剖析

本題包含(1) SPT-N 值的定義 (2)統一土壤分類 (3)土壤一般物性計算。

參考解答

- (一)深度 1 m 之 SPT-N 值 = 5 + 6 = 11
- (二)深度 2 m 塑性指數 PI 值 = $LL - PL = 20 - 14 = 6\%$
統一土壤分類步驟如下：
 - $\#200 = 53 + 42 = 95\% > 50\%$ \therefore 為細粒土壤
 - $LL = 20\% < 50\%$ \therefore 為低塑性土壤，字尾為 L
 - $PI = 6\%$ 介於 $4\% \sim 7\%$ 之間，分類為 $CL-ML$ 。
- (三)深度 3 m 之孔隙比 e 計算如下：

$$\gamma_d = \frac{\gamma_m}{1+w} = \frac{18}{1+0.35} = 13.33 \text{ kN/m}^3$$

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma_d} - 1 = \frac{2.68 \times 9.81}{13.33} - 1 = 0.972$$

$$\text{飽和度 } S = \frac{G_s w}{e} = \frac{2.68 \times 0.35}{0.972} = 96.5\%$$

108 年技師高考【精修班】
台北班 108/1/1(二)18:30 材力
台中班 107/12/22(六)18:00 結構
高雄班 107/12/23(日)18:00 土力
其他課程陸續開課
~歡迎免費試聽~

※本題請參考“實力大地工程學(一)《土壤力學篇》【2.4.3 節】”
“實力大地工程學(一)《土壤力學篇》【2.2.1 節】”

三、滲流試驗剖面如圖所示，其中三種不同土層，每層 200 mm 長，斷面直徑 150 mm，在土壤變化處設置水壓計 A 及 B，試體兩端水頭差 h 為 500 mm，三種土壤之孔隙率 (n) 與滲透係數 (k) 分別為

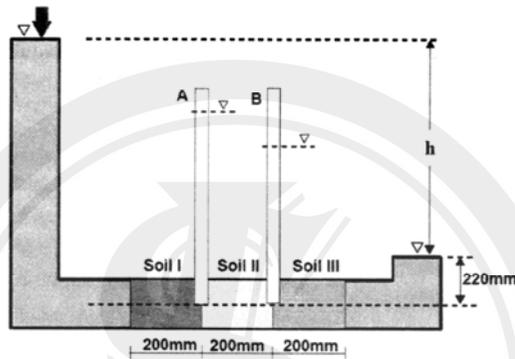
Soil I : $n = 0.5$, $k = 5 \times 10^{-3}$ (cm/sec) ; Soil II : $n = 0.6$, $k = 5 \times 10^{-2}$ (cm/sec) ;

Soil III : $n = 0.4$, $k = 5 \times 10^{-4}$ (cm/sec)。

(一)決定每小時流經此試體之水量。(5 分)

(二)以下游出口處水位為基線，決定土壤 I 出口處之壓力水頭及總水頭。(10 分)

(三)決定水壓計 B 之水柱高度及土壤 III 之滲流速度 (seepage velocity)。(10 分)



• 107 年土木技師試題 •

問題剖析

本題為滲流與層面垂直之單向度滲流；計算時要注意單位不一致。

參考解答

(一)每小時滲流量 q 之計算

三層土壤等值滲透係數 K_e

$$K_e = \frac{H}{\frac{H_I}{K_I} + \frac{H_{II}}{K_{II}} + \frac{H_{III}}{K_{III}}} = \frac{60}{\frac{20}{5 \times 10^{-3}} + \frac{20}{5 \times 10^{-2}} + \frac{20}{5 \times 10^{-4}}} = \frac{60}{4000 + 400 + 40000}$$

$$= \frac{60}{44400} = 1.351 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$$

$$q = KiA = \left(1.351 \times 10^{-3}\right) \times \frac{50}{60} \times \left(\frac{\pi}{4} \times 15^2\right) = 0.2 \text{ cm}^3/\text{sec} = 720 \text{ cm}^3/\text{hr}$$

【YouTube 線上試聽】

點選 [實力土木] 觀看各科 [準備要領]，這是入門起手式；
另有各科 [觀念探討] 都是考試必讀重點。

網址連結：<https://reurl.cc/O033D>

(二)土壤 I 出口處 (A 點) 壓力水頭及總水頭之計算

$$\because q_I = q_{II} = q_{III} \quad \therefore K_I i_I A_I = K_{II} i_{II} A_{II} = K_{III} i_{III} A_{III}$$

$$\text{斷面積相同, } \therefore K_I i_I = K_{II} i_{II} = K_{III} i_{III}$$

$$5 \times 10^{-3} i_I = 5 \times 10^{-2} i_{II} = 5 \times 10^{-4} i_{III}$$

$$i_{II} = 0.1 i_I, \quad i_{III} = 10 i_I \quad \dots(a)$$

$$\text{又 } h = h_I + h_{II} + h_{III}, \quad h = iL$$

$$50 = i_I \times 20 + i_{II} \times 20 + i_{III} \times 20 \quad \dots(b)$$

$$50 = i_I \times 20 + (0.1 i_I) \times 20 + (10 i_I) \times 20$$

$$2.5 = i_I + 0.1 i_I + 10 i_I, \quad \text{解得 } i_I = 0.2252$$

$$\text{各層水頭損失 } h_I = i_I \times 20 = 4.505 \text{ cm}$$

$$h_{II} = i_{II} \times 20 = (0.1 i_I) \times 20 = 0.450 \text{ cm}$$

$$h_{III} = i_{III} \times 20 = (10 i_I) \times 20 = 45.045 \text{ cm}$$

位置	h_T (cm)	h_e (cm)	$h_P = h_T - h_e$ (cm)
上游面	$50 + 0 = 50$	50	0
A 點	$50 - h_I = 45.495$	-22	67.495
B 點	$45.495 - h_{II} = 45.045$	-22	67.045
下游面	$45.045 - h_{III} = 0$	0	0

計算得土壤 I (A 點) 出口處壓力水頭 $h_{P,A} = 67.495 \text{ cm}$

總水頭 $h_{T,A} = 45.495 \text{ cm}$

(三)水壓計 B 之水柱高 = $h_{P,B} = 67.045 \text{ cm}$

土壤 III 之滲流速度 $v_{s,III}$

$$v_{s,III} = \frac{K_{III} i_{III}}{n_{III}} = \frac{(5 \times 10^{-4}) \times (10 \times 0.2252)}{0.4} = 2.815 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$$

※本題請參考“實力大地工程學(一)《大地工程篇》【5.4 節】”

“107 年土木技師”考題完全剖析

107/12/01(六) 13:30

實力學員免費參加，

欲參加者請至實力全國分班粉絲專頁，

線上報名填單，名額有限，額滿為止。

台北班表單連結網址：<https://goo.gl/K5e6Y9>

四、某填海造地之離岸人工島面積約為 500 公頃，此人工島基地之平均海水深度為 18 公尺，基於沉陷量考量填土高度設定為 33 公尺，回填土乾單位重及飽和單位重分別為 20.0 kN/m³ 及 22.0 kN/m³，海床底下有 50 公尺海積黏土，海積黏土層之下為砂性土層。假設海水單位重為 10.0 kN/m³，海積黏土層之飽和單位重 (γ_{sat}) 為 15.0 kN/m³，孔隙比 (e_o) 為 2.35，液性限度為 90%，塑性限度為 35%，壓縮指數 (C_c) 為 0.72，再壓指數 (C_r) 為壓縮指數 (C_c) 的十分之一，二次壓縮指數 (C_α) 為壓縮指數 (C_c) 的百分之五，過壓密比 (OCR) 為 2.0。假設忽略填土過程之影響，請問：

(一)造地完成後此層海積黏土產生之主壓密沉陷量為何？(15 分)

(二)若主壓密完成時間為 5 年，則 20 年後二次壓密沉陷量為何？(10 分)

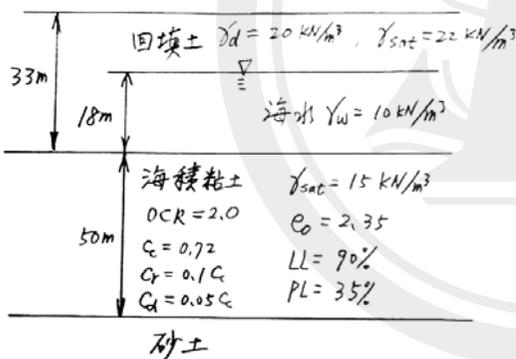
• 107 年土木技師試題 •

問題剖析

本題包含壓密沉陷量及二次壓密沉陷量計算，為瞭解題意最好繪地層剖面圖。

參考解答

依題意，將地層剖面繪製如下：



【土木專業入門先修班】
 學習土木專業科目之前必備的
 基礎力學、基礎數學、微積分、工程數學，
 讓您能先打好基礎以銜接明年初的專業課程，
 欲參加者請上實力粉絲專頁填寫表單，
 並至櫃檯報名繳費。
 表單連結網址：<https://goo.gl/yUtkLE>

(一)海積黏土主要壓密沉陷量 ΔH_c 之計算

海積黏土層中央有效覆土壓力 σ'_o 之計算

$$\sigma'_o = (15 - 10) \times 25 = 125 \text{ kPa}$$

$$OCR = \frac{\sigma'_c}{\sigma'_o} = \frac{\sigma'_c}{125} = 2, \text{ 解得 } \sigma'_c = 250 \text{ kPa}$$

填土 33 m 後，黏土層中央有效應力 σ'_1 為

$$\sigma'_1 = 20 \times 15 + (22 - 10) \times 18 + (15 - 10) \times 25 = 641 \text{ kPa}$$

$$\begin{aligned} \Delta H_c &= H_o \frac{C_r}{1+e_o} \log \frac{\sigma'_c}{\sigma'_o} + H_o \frac{C_c}{1+e_o} \log \frac{\sigma'_1}{\sigma'_c} \\ &= 5000 \times \frac{0.072}{1+2.35} \log \frac{250}{125} + 5000 \times \frac{0.72}{1+2.35} \log \frac{641}{250} \\ &= 32.35 + 439.43 = 471.78 \text{ cm} \end{aligned}$$

(二) 20 年後二次壓密沉陷量 ΔH_s 之計算

$$\begin{aligned} \Delta H_s &= H_o \frac{C_\alpha}{1+e_o} \log \frac{t_s}{t_p} = 5000 \times \frac{0.05 \times 0.72}{1+2.35} \log \frac{20}{5} \\ &= 32.35 \text{ cm} \end{aligned}$$

※本題請參考“實力大地工程學(一)《土壤力學篇》【6.5 及 6.8 節】”

【土木粉絲專頁宣言】

實力土木為提供更專業的服務，針對四大類科
《結構分析》、《結構設計》、《大地工程》、
《管理施工》建立專業資訊的交流平台！
有興趣探討土木建築專業的朋友們，不論是
準備考試、學校課業、學術研討或工程實務
等相關議題，歡迎共同提出並參與討論哦～
藉此可以厚植個人的專業實力，
希望各位朋友們一起來分享！