

# 107 年專技高考土木技師 考試試題

類科：土木技師

科目：大地工程學(包括土壤力學、基礎工程與工程地質)

## 甲、申論題部分

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)
- (三) 混同層(Melange)
- (四) 消散耐久性試驗(Slake durability test)
- (五) 岩爆(Rock burst)

【解題關鍵】

《考題難易》★★★

因(一)為液化之評估之公式而(四)為岩石力學之試驗較少出現在基礎與地質課本

【命中特區】(二)，(三)與(五)都在工程地質之講義與題庫 2-1，3-6，6-16 且完全相同。

【擬答】

(一) SPT -  $(N_1)_{60}$

$(N_1)_{60}$  之意義：打擊能量比為 60%標準貫入試驗落錘能量，且修正至有效覆土應力為  $1\text{kg/cm}^2$  之 SPT-N 值。

$$(N_1)_{60cs} = (N_1)_{60} + \Delta(N_1)_{60}$$

$$\Delta(N_1)_{60} = \exp\left[1.63 + \left(\frac{9.7}{FC + 0.1}\right) - \left(\frac{9.7}{FC + 0.1}\right)^2\right]$$

其中 FC 是細料含量為小魚 200 號篩的重量比  $SPT - (N_1)_{60cs}$  是用於液化之評估。

(二) 大地應力(Tectonic stress)大地應力乃板塊互相推撞而在地球內部形成的應力。以台灣為例，中央山脈乃是菲律賓板塊擠壓歐亞大陸板塊而隆起，依推擠方向，主應力大約在東—西，或東南—西北方向。在工程地質中，大地應力會引發正斷層、逆斷層、岩層破裂，影響隧道路線選擇，大地應力也會引起背斜、向斜等地質構造，影響隧道的施工及滲漏性。不只隧道，凡地底下的工程(如核廢料儲存槽)，都會受到大地應力造成的地質構造影響。

(三) 混同層(Melange)在大陸板塊與海洋板塊碰撞時，海洋板塊上方沉積物受大陸板塊的阻擋，大量的聚集在火山弧至大陸板塊邊緣的狹長溝地及海溝之中，其材料包含大陸邊緣及海洋沉積物，以及火山弧材料，全部的沉積物大都受強裂的推擠和褶曲斷裂，甚至變質作用，沉積物雜亂排列與構造複雜，難以分層謂混同層。

▶▶GO FIGHT WIN

(四)消散耐久性試驗(Slake durability test)

岩石材料經過消散耐久性試驗之後的乾重與試驗前乾重之比值，稱為該岩石材料之消散耐久性。岩石材料消散耐久性之大小，顯示出岩石材料抵抗乾濕循環、輕度攪拌與摩擦之能力。將試體放於轉動二圓鼓在此轉動過程中，歷經甚多次之「浸水、被銅網帶離水域而進入空氣中、落回水中、互相碰撞與摩擦」等循環，在此循環中，耐久性不佳之岩石材料會消散成泥漿；然後取出尚停留在鼓中之試體，烘乾之，再稱其重，試驗完成。消散耐久性之比較，通常以經過第二循環試驗之值為準。

(五)岩爆(Rock Burst)

在高覆蓋、高大地應力作用之下，岩石承受上方巨大的應力擠壓，原本應該變形的，但是毫無變形空間。當隧道開挖之後，原本承受巨大應力的岩石被挖除，應力必須重新調整，宛如靜不定結構之內力重分配，其餘圍岩須承受更大的應力，而且變形空間也出來了。倘若變形調整的「極快」，岩石就從岩壁中爆出，稱之岩爆(Rock Burst)，會產生重大的人員、機具傷亡。

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	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
	(m)	15cm	15cm	15cm	礫石	砂	粉土					
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)

【解題關鍵】

《考題難易》★★★

【命中特區】此題出現在之土力題庫 1-17 與 1-6 與基礎工程 1-4 題庫，且相似度 90%

【擬答】

(一)標準貫入試驗(SPT)

當達預定之鑽探深度時，取下鑽頭並將標準劈管取樣器置於鑽孔底部，鑽桿頂端以錘子打擊，將取樣器貫入土中。錘之標準重為 622.72N，且每次打擊錘的落高為 0.762m。記錄取樣器貫入 152.4mm 三次所需之打擊數，累加最後兩次所需之打擊數，即為該深度之標準貫入次數(standard penetration number)，通常又稱為 N 值(ASTM, 2001, 編號 D-1586-99)。此現地之試驗過程，則稱之為標準貫入試驗(SPT)。SPT 原始成果(4、5、6)，累積最後兩次之打擊數即為 SPT-N 值，SPT-N 值=5+6=11

(二) 2 公尺深度取樣土壤之塑性指數

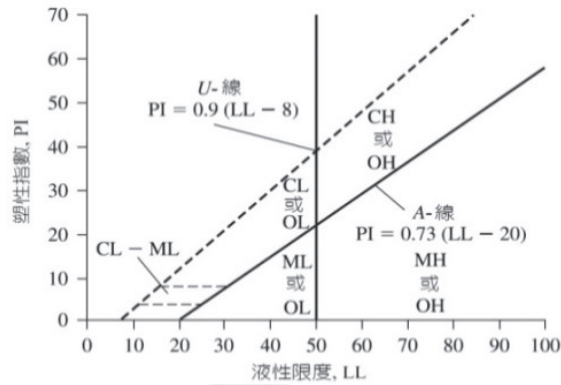
塑性指數(Plastic Index)：是土壤液性與塑性限度的差距，塑性指數是為細料土壤(fine-grained soils)分類時的重要指數。

$$PI = LL - PL = 20 - 14 = 6$$

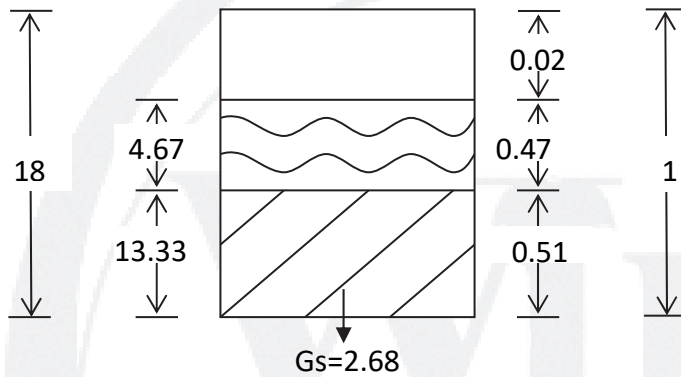
土壤：通過 200 號篩大於 50%屬細料，PI = 6

PI = 0.73(LL - 20) = 0.73(20 - 20) = 0，此細料是在塑性圖 A-線之上故為 CL-ML。

▶▶GO FIGHT WIN



(三) 3 公尺深度土壤之孔隙比與飽和度



$$W_s + \omega W_s = 18 \rightarrow W_s = \frac{18}{(1+0.35)} = 13.33$$

$$V_s = \frac{W_s}{\gamma_s} = \frac{13.33}{2.68 \times 9.81} = 0.51$$

$$V_w = \frac{18 - 13.33}{9.81} = 0.47, V_a = 1 - 0.51 - 0.47 = 0.02$$

$$e = \frac{V_v}{V_s} = \frac{0.47 + 0.02}{0.51} = 0.96$$

$$S = \frac{V_w}{V_v} = \frac{0.47}{0.49} = 0.96 = 96\%$$

三、滲流試驗剖面如圖所示，其中三種不同土層，每層 200mm 長，斷面直徑 150mm，在土壤變化處設置水壓計 A 及 B，試體兩端水頭差  $h$  為 500mm，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)

【解題關鍵】

《考題難易》★★★

【命中特區】此題出現在之土力講義 2-12 與 2-23，且相似度 90%

【擬答】

(一) 決定每小時流經此試體之水流量，以  $cm^3/hr$  為單位

以下游出口處為基線其位置水頭為 0

故土壤 I 入口處之總水頭 =  $500 + 220 = 720mm$

土壤 III 出口處之總水頭 =  $0 + 220 = 220mm$

流過三層土壤之水流量  $Q$  相等得

$$Q = \frac{k_1(720 - h_A)A}{200} = \frac{k_2(h_A - h_B)A}{200} = \frac{k_3(h_B - 220)A}{200}$$

$$k_1(720 - h_A) = k_2(h_A - h_B) \rightarrow (720 - h_A) = 10(h_A - h_B)$$

$$k_2(h_A - h_B) = k_3(h_B - 220) \rightarrow 100(h_A - h_B) = (h_B - 220)$$

$$h_A = 674.95mm, h_B = 670.45mm,$$

$$A = \pi(15)^2 / 4 = 176.71cm^2$$

$$Q = \frac{5 \times 10^{-3}(720 - 674.95)}{200} \times 176.71 = 0.199cm^3/s = 716.47cm^3/h$$

(二) 以下游出口處為基線，決定土壤 I 出口處之壓力水頭與總水頭

土壤 I 出口處之總水頭 =  $674.95mm$

土壤 I 出口處之壓力水頭 =  $674.95mm$ (因其位置水頭為 0)

(三) 水壓計 B 處的水柱高及土壤 III 的滲流速度

水壓計 B 處的水柱高 =  $670.45mm$

$$V_s = ki/n = 5 \times 10^{-5} \left( \frac{670.45 - 220}{200} \right) / (0.4) = 2.82 \times 10^{-5} cm/s$$

## ▶▶GO FIGHT WIN

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  $20.0kN/m^3$  及  $22.0kN/m^3$ ，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  $10.0kN/m^3$ ，海積黏土層之飽和單位重 ( $\gamma_{sat}$ ) 為  $15.0kN/m^3$ ，孔隙比 ( $e_0$ ) 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 ( $C_\alpha$ ) 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)

【解題關鍵】

《考題難易》★★★

【命中特區】此題出現在土力講義 4-20，且相似度 90%

【擬答】

(一)海積黏土層的主要壓密沉陷：

$$\sigma'_0 = (15 - 10) \times 25 = 125 kN/m^2$$

$$\Delta\sigma' = 15(20) + 18(22 - 10) = 516 kN/m^2 \text{ (有 15 公尺砂土在水面上)}$$

過壓密比(OCR)為 2.0，故過壓密壓力為  $250kN/m^2$  需分兩段算沉陷

$$\begin{aligned} S_c &= \frac{C_s H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'}{\sigma'_0} + \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'}{\sigma'_0} \\ &= \frac{(0.72/10) \times 5000}{1 + 2.35} \log \frac{250}{125} + \frac{(0.72) \times 5000}{1 + 2.35} \log \frac{516}{250} \\ &= 32.34 + 338.19 = 370.53 \text{ cm} \end{aligned}$$

(二)20 年後年以後二次壓密沉陷：

$$e_p = e_0 - \Delta e$$

$$\Delta e = C_s \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'}{\sigma'_0} + C_c \log \frac{\sigma'_0 + \Delta\sigma'}{\sigma'_0} =$$

$$(0.72/10) \log \frac{250}{125} + (0.72) \log \frac{516}{250} = 0.0216 + 0.226 = 0.248$$

$$e_p = e_0 - \Delta e = 2.35 - 0.248 = 2.1$$

$$\Delta H_s = \frac{C_\alpha H_c}{1 + e_p} \log \frac{t_s}{t_p} = \frac{0.72 \left(\frac{5}{100}\right) \times 5000}{1 + 2.1} \log \frac{20}{5} = 34.95 \text{ cm}$$