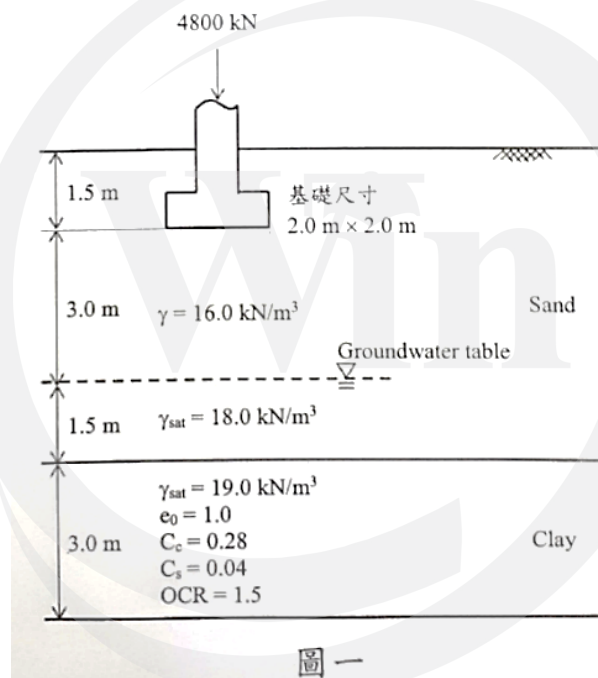


110 年專技高考 土木技師試題

等 別：高等考試
類 科：土木工程技師
科 目：大地工程(含土壤力學、基礎工程與工程地質)

- 一、圖一為淺基礎及其座落土層之資料，地下水位以上採用濕單位重 (γ)，地下水位以下採用飽和單位重 (γ_{sat})，土壤之孔隙比 (e_0)、壓縮指數 (C_c)、膨脹指數 (C_s) 及過壓密比 (OCR) 亦示於圖一。淺基礎載重產生之地中應力增量採用 2:1 傳遞法 (2 vertical to 1 horizontal slope) 推估，試計算因基礎作用使黏土層產生之主壓密沉陷量 (mm) (25 分)



《考題難易》★★★

《解題關鍵》了解主要壓密沉陷量並考慮正常與過壓密的影響

《使用學說》參考土力講義 4-34 理論與講義 4-46 之類似題

【擬答】

主要壓密沉陷量計算:

黏土層中間之有效應力

$$\sigma_0 = 16(4.5) + 1.5(18 - 9.81) + 1.5(19 - 9.81) = 98.07 \text{ kPa}$$

$$\text{OCR} = 1.5$$

$$\text{故預壓密壓力 } P_c = 98.07(1.5) = 147.11 \text{ kPa}$$

求黏土層中間之應力增量(2:1 法則)

$$\Delta\sigma_m = \frac{4800}{(2+3)(2+3)} = 192 \text{ kPa}$$

$98.07 + 192 (\text{kPa}) > 147.11 \text{ kPa}$ 由黏土受力後由 OC clay 到 NC clay

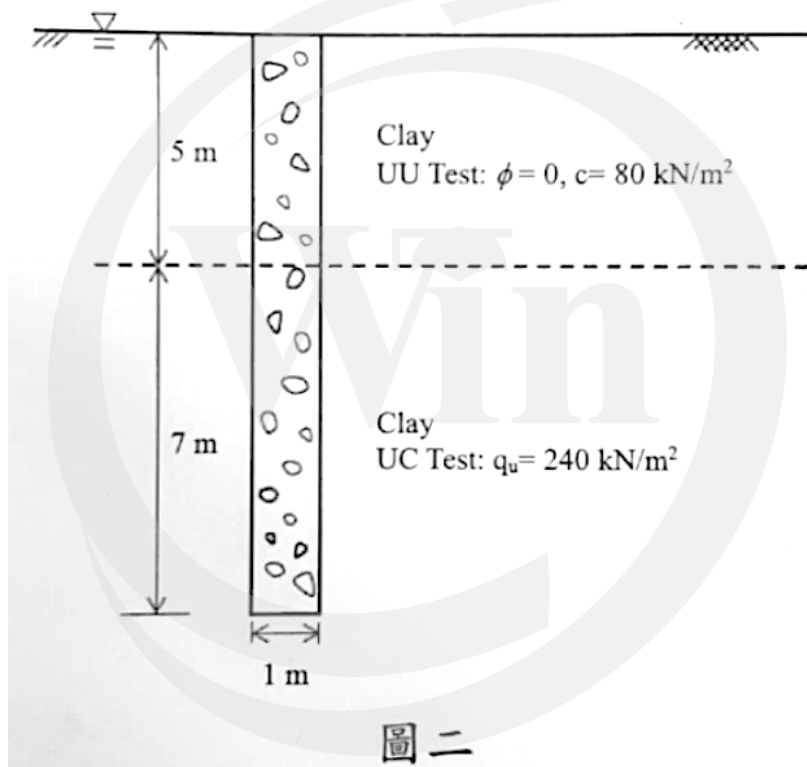
$$C_s = 0.04 \quad C_c = 0.28$$

主要壓密沉陷量為:

$$S_c = \frac{(0.04)300}{1+1} \log \frac{147.11}{98.07} + \frac{(0.28)300}{1+1} \log \frac{98.07 + 192}{147.11} = 1.06 + 12.38 = 13.44 \text{ cm}$$

二、請回答下列有關場鑄樁之問題：(25 分)

- (一) 圖二所示之圓形場鑄樁埋在不同強度之黏土層，已知樁長 L 為 12m、樁徑 D 為 1m。黏土層之剪力強度採用飽和黏土試體，分別進行三軸不壓密不排水試驗 (Unconsolidated-Undrained Test) 與無壓縮試驗 (Unconfined Compression Test)，試驗獲得之土壤凝聚力 (c)、摩擦角 (Φ) 與無圍壓縮強度 (q_u) 亦示於圖中，請採用 α 法預測該支樁之容許摩擦力 (kN)。(安全係數 $FS = 3.0$ ； $\alpha = 0.21 + 0.26/(c_u/p_a)$ 、 C_u 為黏土不排水剪力強度、 p_a 為一大氣壓 = 101.3kN/m^2)
- (二) 欲採用現場樁載重試驗之結果以評估該支基樁於各黏土層之實際摩擦力，試說明需藉由樁載重試驗獲得那些資料？並請詳述評估各土層摩擦力之步驟。



《考題難易》★★★

《解題關鍵》了解樁容許摩擦力之計算與樁載重試驗

《使用學說》參考基礎工程講義樁基礎 4-23 理論與講義 PP4-84 之類似題

【擬答】

(一)

$$Q_s = \sum p \Delta L f = (\alpha_1 c_{u1} L_1 + \alpha_2 c_{u2} L_2) p$$

且 $p_a = 101.3 \text{ kPa}$ 故

$$\text{其中 } \alpha_1 = 0.21 + \frac{0.26(101.3)}{80} = 0.54, \alpha_2 = 0.21 + \frac{0.26(101.3)}{120} = 0.43,$$

$$Q_s = [(0.54)(80)(5) + (0.43)(120)(7)](1)(\pi) = 1813.33 \text{ kN}$$

樁之容許摩擦力為：

$$Q_a = \frac{1813.33}{3} = 604.44 \text{ kN}$$

(二)

1. 需藉由樁載重試驗獲各深度 z 處由樁身所承載之樁重 $Q_{(z)}$
2. 評估各土層摩擦力之步驟：

考慮一長度為 L 之樁，如下圖(a)所示，假設地表樁上之載重由零逐漸增加至 $Q_{(z=0)}$ ，此載重的一部分將沿著樁身所產生之側摩擦 Q_1 所抵抗；另一部分則由樁尖之土壤所抵抗 Q_2 。如果進行量測以獲得任何深度 z 由樁身所承載之樁重 $Q_{(z)}$ ，在 $z+\Delta z$ 承載之樁重 $Q_{(z+\Delta z)}$ ，其變化特性將如圖(b)中之曲線 1 所示。故在任何深度之下 $\Delta Q_{(z)} = Q_{(z+\Delta z)} - Q_{(z)}$ ，因此深度 z 內其 Q_p 導變化很小，故相減主要為摩摩擦力之變化故得單位面積之摩擦阻抗可決定如下：

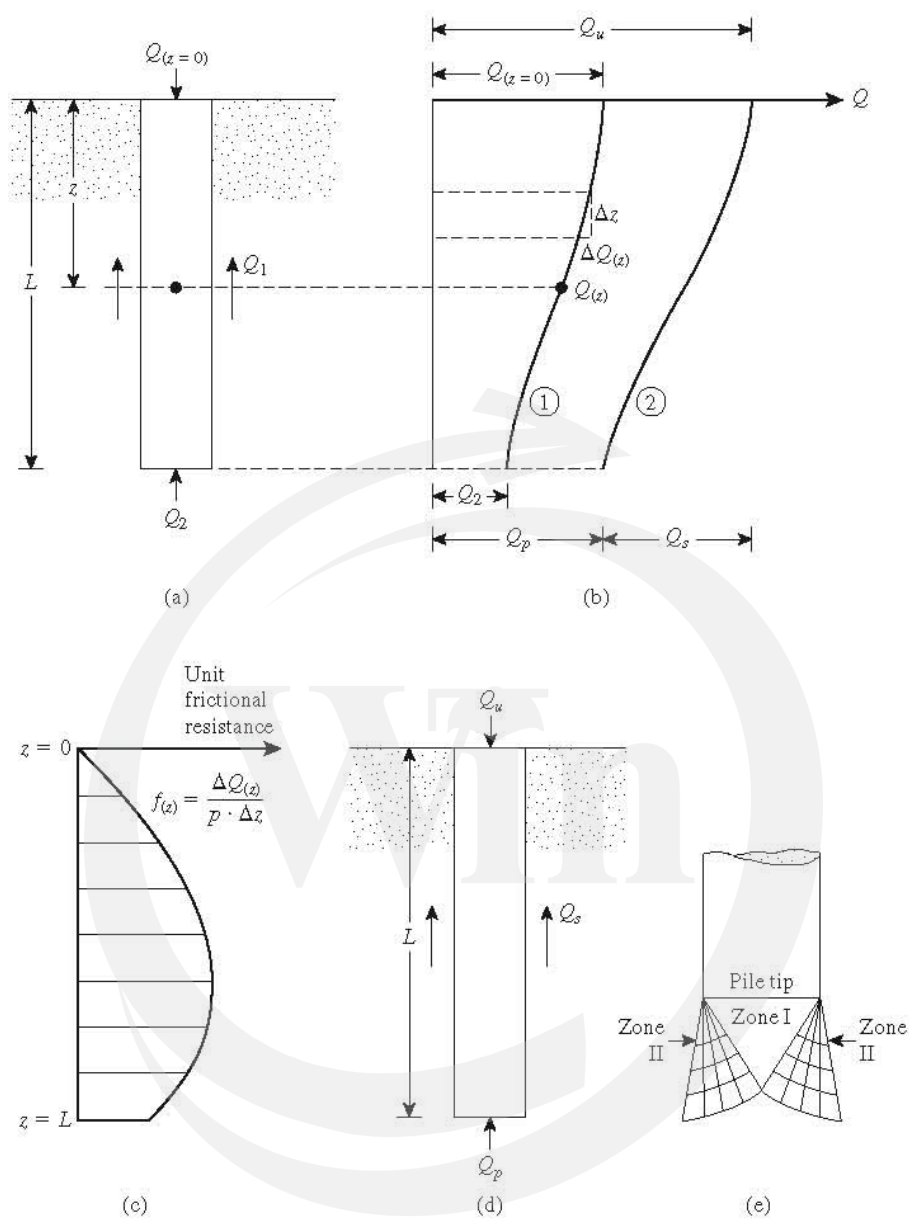
$$f_u = \frac{\Delta Q_{(z)}}{(p)(\Delta z)}$$

P =樁斷面之周長。至於， $f(z)$ 隨深度之變化情形則如圖(c) 所示。則可得各土層摩擦力之公式

$$Q_{si} = p L_i f_{ui}$$

Q_{si} =各土層摩擦阻抗(表面摩擦)。

由此可計算各土層摩擦阻抗。



圖樁載重傳遞機制

三、請回答下列有關振動擠壓砂樁(Sand Compaction Piles)之問題：(25 分)

- (一) 針對土木工程使用之振動擠壓砂樁工法，試說明於工程設計時，採用振動擠壓砂樁之目的及方法。
- (二) 試說明於工程設計時，一般使用之樁徑及配置形式。

《考題難易》★★★

《解題關鍵》了解地盤改良方法與目的及設計

《使用學說》參考基礎工程講義土壤改良 8-38 之類似題

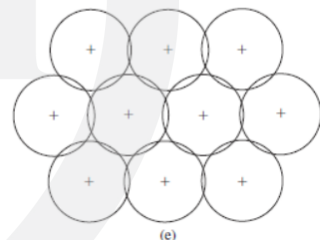
【擬答】

- (一) 振動擠壓砂樁之目的及方法：

目的：利用振動擠壓砂樁使土壤由鬆變緊密而增加土壤之強度。

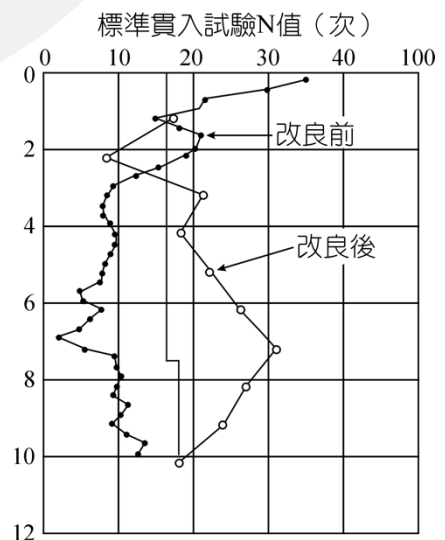
方法：擠壓砂樁工法擠壓砂樁工法一般有衝擊式及振動式兩種，目前國內以採振動式為主，其施工是利用振動器及高壓空氣之輔助，將中空鋼管（一般為 40 公分直徑）貫入地層中，由振動排擠效果使鋼管周圍土壤擠壓密實，在鋼管拔出時，以空氣壓力等方法，將回填料壓入鋼管底端進入孔底，藉鋼管的上下反覆拉拔及振動，將砂料擠壓並夯實成一直徑約 60~70cm 的密實砂柱體，除可形成良好之排水路徑外，同時也使周圍砂性土壤趨於緊密，達成改良效果。

- (二) 工程設計：擠壓砂樁樁長依改良深度而定，一般使用之樁徑可採用 60-90 cm，可採用三角形(如下圖)或矩形佈置，砂樁中心距可採用 1m-2 m，下圖中之+為樁中心的位置，而圓圈為每個砂樁可改良之範圍。



一般而言，砂樁之直徑與砂樁中心距受改良效果之影響，一般而言砂樁之直徑大與砂樁中心距小其改良佳。依據土壤改良之要求可於現場進行試驗決定砂樁之直徑大與砂樁中心距。現場測試或室內模型試驗，證實該改良方法及設計理念之可靠性，以檢討其成效。其改良範圍，得以 SPT 檢核改良前後標準灌入試驗比較如下圖。

改良前後標準灌入試驗比較



四、某一長約 12 公里之山岳隧道欲進行地質調查以供隧道設計之依據，試說明可用之調查方法以及這些調查方法在隧道設計之目的。(25 分)

《考題難易》★★★

《解題關鍵》了解隧道工程之地質調查方法與目的

《使用學說》參考工程地質講義第 6 章與第 8 章

【擬答】

(一) 隧道設計時需考慮的重要工程地質因素如下表:

地質材料	地質材料強度高低決定不同的開挖及支撐方式；材料的變形模數大小，決定預留變形量大小。 雪山隧道(簡稱雪隧)主要的地質為硬頁岩、四稜砂岩(石英岩)及破碎帶。石英岩強度高，變形模數高；硬頁岩其次；破碎岩及斷層泥，強度極低穩定性差，變形模數低，變形量大。
地質構造	要考慮隧道開挖方向與層面之方位、弱面組數，弱面狀況等，尤其是斷層破碎帶。雪隧設計時，即知道將遭遇金盈斷層，會影響開挖及支撐。
當地應力	除了覆蓋外，尚需考慮河谷解壓，斷層及褶皺對當地應力之影響。
地下水壓及水量	大量的地下水，在隧道開挖時易產生湧水災害。金盈斷層一側為硬頁岩及斷層泥，未蘊含地下水，但是，另一側為破碎石英岩，地下水量非常大。

故應對重要工程地質因素進行地質調查以供隧道設計之依據。

(二) 故開鑿隧道前，工程地質調查應探討之項目與方法如下:

1. 地質材料之調查方法:鑽探與取樣與室內試驗。

目的：得土壤或岩石之物理與力學性質作為隧道設計之依據。

說明：地質材料之軟硬、膨脹性、強度、變形性、與風化程度經過不穩定的地質材料容易產生落盤或抽心，亦可能造成湧水或擠壓。不穩定的地質材料有石灰岩，泥岩，板岩。

2. 地質構造之調查方法:鑽探與取樣或地球物理調查方法，此外亦須進行開挖調查與現地試驗。

目的：得到各種地質構造資訊與性質作為隧道設計之依據。

說明：了解地質構造如層面、褶皺、斷層之位置，其中以褶皺、斷層為例說明如下:

(1) 褶皺：抽心，湧水或擠壓是常見之地質災害。隧道開挖遇褶皺，因所處之位置不同發生災害也不同。

(2) 斷層及破碎帶:斷層也是屬於岩盤中一種破裂性的變形結果。斷層為地層中之碎弱地帶。此外須了解斷層之物理與力學性質。

3. 與環境因素有關之調查方法：水文調查包含降雨量與地下水位置，現地岩石試驗如有孔內變形法與水力破裂法

目的：得到各種水文資料與現地岩石之物理與力學性質作為隧道設計之依據，此外亦須進行開挖調查與現地試驗。

說明：各種環境因素有關對隧道設計之影響說明如下：

- (1) 降雨過量或突發的地震。
- (2) 覆蓋厚度太淺或太深都不好。
- (3) 大地應力:選線考慮的大地應力的大小與方向
- (4) 河谷解壓:造成節理。
- (5) 地下水或水壓:造成抽心，湧水。

由上述資料實施岩體評分法(RMR 法)，依評分結果區分等級，並賦予不同隧道的開挖方法和支撐方式及設計。