

101年專門職業及技術人員高等考試建築師、技師、第2次  
食品技師考試暨普通考試不動產經紀人、記帳士考試試題

代號：00120 全一頁

等 別：高等考試

類 科：土木工程技師

科 目：大地工程學（包括土壤力學、基礎工程與工程地質）

考試時間：2小時

座號：\_\_\_\_\_

※注意：(一)可以使用電子計算器。

(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(三)本試題之相關公式或物理常數未提及時，請自行合理推斷與假設。

一、地表下 14.38 m處有一厚為 8.0 m之正常壓密黏土層，黏土層之壓縮指數為 0.245，含水量為 40%，黏土顆粒比重為 2.78，黏土層以上至地表為砂層，地下水位高及地表，砂之水中單位重為 10.29 kN/m<sup>3</sup>，於地表施加载重後黏土層之垂直應力增量為 127.4 kN/m<sup>2</sup>，試求此黏土層之平均沉陷量。（25分）

Ans:

黏土的飽和土壤單位重  $\gamma_{sat}$

$$\gamma_{sat} = \frac{G_s + G_s \cdot w}{1 + G_s \cdot w} \gamma_w = \frac{2.78 + 2.78 \times 0.4}{1 + 2.78 \times 0.4} \times 9.81 = 18.08 \text{ kN/m}^3$$

以黏土層中點為計算基準，現今黏土層終點有效垂直覆土應力  $\sigma'_{v0}$

$$\sigma'_{v0} = 10.29 \times 14.38 + (18.08 - 9.81) \times \frac{8}{2} = 181.05 \text{ kPa}$$

應力增量  $\Delta\sigma' = 127.4 \text{ kPa}$ ，則黏土層平均沉陷量

$$S_c = \frac{H_0 C_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_{v0} + \Delta\sigma}{\sigma'_{v0}} = \frac{8 \times 0.245}{1 + 2.78 \times 0.4} \log \frac{181.05 + 127.4}{181.05} = 0.2147 \text{ m}$$

$$S_c = 21.47 \text{ cm}$$

二、有一傾角為  $35^\circ$  之半無限邊坡，邊坡內土壤之凝聚力為  $4.9 \text{ kN/m}^2$ ，內摩擦角為  $30^\circ$ ，單位重為  $15.68 \text{ kN/m}^3$ ，試求維持邊坡土層穩定之臨界深度  $H_{cr}$ 。（25 分）

Ans: (詳細推導步驟請參考宇翔 101 年度基礎講義或上課影帶)

假設無限邊坡土層上厚  $H$ 、水平寬度  $b$  土壤單元之總重  $W = \gamma Hb$

(1) 作用於滑動面上正向應力  $\sigma$

$$\sigma = \frac{\gamma H b \cos \beta}{b / \cos \beta} = \gamma H \cos^2 \beta$$

(2) 滑動面上驅動土壤下滑的剪應力  $\tau$

$$\tau = \frac{\gamma H b \sin \beta}{b / \cos \beta} = \gamma H \sin \beta \cos \beta$$

(3) 當邊坡安全係數  $FS = 1.0$ ，此時邊坡坡高便為該邊坡之臨界高度  $H_{cr}$

$$FS = \frac{\tau_f}{\tau} = \frac{c' + \sigma' \tan \phi'}{\tau} = 1.0$$

$$\frac{4.9}{15.68 H_{cr} \sin 35 \cos 35} + \frac{15.68 H_{cr} \cos^2 35 \cdot \tan 30}{15.68 H_{cr} \sin 35 \cos 35} = 1$$

$$\Rightarrow \frac{4.9}{15.68 H_{cr} \sin 35 \cos 35} = 1 - \frac{\tan 30}{\tan 35} = 0.175$$

$$\Rightarrow 4.9 = 0.175 \times 15.68 \times H_{cr} \times \sin 35 \times \cos 35$$

$$H_{cr} = 3.80 \text{ m}$$

三、土木工程選址時，為何要盡可能避開斷層？我國經濟部中央地質調查所對活動斷層如何分類及定義？（25分）

Ans: (請參考宇翔 101 年度工程地質講義與上課影帶)

(一) 土木工程選址上，大都儘可能避開斷層帶主要原因有幾點：

1. 斷層多呈帶狀，其中有斷層泥與斷層破碎帶，岩體整體性被破壞，並產生偏壓現象，始岩體整體強度與穩定性降低。
2. 斷層泥的透水性一般多不佳，會阻隔地下水，且周邊岩層多破碎，因而易蓄積大量地下水，一旦貫穿斷層泥，則易有大量落盤或湧水湧入施工面，造成工程災害。
3. 工程完工後，岩斷層帶若再次錯動，必對已完成工程結構物造成極大損壞，因此工程選線時如鐵公路或隧道等線性工程，應盡量避免與斷層走向平行，最好正交或以大角度斜交來通過斷層走向。

(二) 經濟部中央地質調查所將我國活動斷層可分成三大類(參詳宇翔編著工程地質講義與上課影帶)：

- (a) 第一類活動斷層：全新世(距今 10,000 年內)以來曾發生錯動，或者錯移近代沖積層的斷層。
- (b) 第二類活動斷層：更新世晚期(距今 100,000 年內)以來曾發生錯動，或者錯移階地堆積層或台地堆積層的斷層。
- (c) 存疑性活動斷層：有可能為活動斷層的斷層，但目前對其存在性、活動年代或再活動性等尚未獲得確切證據。

四、某砂土層覆蓋於不透水的黏土層上，上述砂土層與黏土層均為水平地層，且地下水於砂土層中，地下水位面亦為水平。請說明如何在現地求取此一砂土層的水力傳導係數，並推導計算水力傳導的公式（請於試卷上繪圖，所有符號必須標示於圖中，並以文字加以定義說明）。（25分）

Ans: (詳細推導步驟請參考宇翔 101 年度土力講義或上課影帶)

依地層分布條件，可由現地自由抽水井的抽水試驗來推求砂土層的透水係數。該試驗有幾點施工注意事項與基本假設，如下：

1. 抽水井應貫通整個砂土層直至黏土層(不透水層)，同時管端側邊穿孔。
2. 距抽水井中心不同距離處，設置至少兩處觀測井。
3. 利用深井抽水馬達定流量抽取地下水，須使兩處觀測井地下水位有明顯變化。
4. 假設地下水因抽水而僅由水平方向流入抽水井中，因此滲流截面為垂直面。
5. 抽水井內地下水位面不得低於砂土層底面，即高於砂黏土層交界面。相關試驗配置如下圖所示。

根據上述假設推求砂土層透水係數的分析步驟如下：

$$q_{out} = q_{in} \Rightarrow q_{out} = q(\text{定抽水量})$$

$$q_{in} = kiA = k\left(\frac{dh}{dr}\right)(2\pi r \cdot h)$$

$$q = 2\pi k\left(\frac{r}{dr}\right)(hdh) \Rightarrow \frac{dr}{r} = \frac{2\pi k}{q}(hdh)$$

兩邊積分得

$$\int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r} = \frac{2\pi k}{q} \int_{h_1}^{h_2} hdh \Rightarrow \ln \frac{r_2}{r_1} = \frac{\pi k}{q} (h_2^2 - h_1^2)$$

$$k = \frac{q \ln(r_2/r_1)}{\pi(h_2^2 - h_1^2)} \quad \text{or} \quad k = \frac{2.303q \log_{10}(r_2/r_1)}{\pi(h_2^2 - h_1^2)}$$

