

110 年特種考試地方政府公務人員考試試題

等 別：三等考試

類 科：土木工程、水利工程

科 目：土壤力學與基礎工程

劉明老師解題

一、有一鋼板擋水設置於細砂土層中，其上游水位高程為 8m，下游水位於地表，該鋼板之貫入深度為 6m，如圖 1 所示。該土層厚度為 10m，滲透係數為 $k=7 \times 10^{-4} \text{cm/sec}$ ，土壤飽和單位重為 $\gamma_{\text{sat}}=18 \text{kN/m}^3$ ，其下方為不透水層。請採用 3 個流槽繪出其流網並計算滲流量；此時鋼板下游 A 點及 B 點之有效應力為何？(25 分)

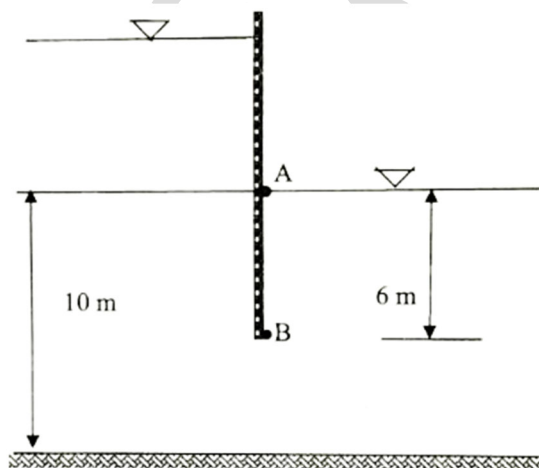


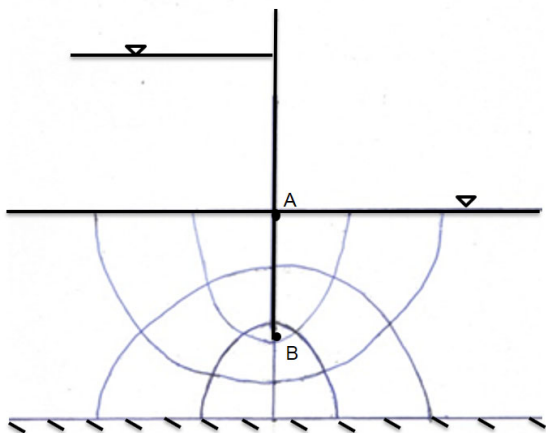
圖 1

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★★
2. 《破題關鍵》了解滲流分析與有效應力之計算
3. 《使用學說》參考土壤力學講義 2-27 與 3-2 理論與講義 PP2-57 之類似題

【擬答】

(一)按比例繪水工結構物及流網如下圖(3 個流槽)



由流線網可知，等勢能間隔數 $N_d=6$ ，流槽數 $N_f=3$ ， $h=8\text{m}$
所以單位寬度滲流量為

公職王歷屆試題 (110 地方政府特考)

$$Q = Kh \frac{N_f}{N_d}$$
$$= (7 \times 10^{-6}) 8 \left(\frac{3}{6}\right)$$
$$= 2.8 \times 10^{-5} \text{ m}^3 / \text{sec/m}$$

(二)由流線網可知，若由上游起算(假設上游河床處之位置頭為 $h_z=0$ ，故此處之總水頭為 8m)，則 B 點之總水頭

$$h_B = 8 - \frac{3}{6} 8 = 4m$$

$$h_{PB} = 4 - (-6) = 10m$$

$$B \text{ 點水壓力} = 9.81(10) = 98.1kPa$$

B 點有效應力:

$$\sigma'_B = 18 \times 6 - 98.1 = 9.9kPa$$

由流線網可知，若由上游起算，則 A 點之總水頭

$$h_A = 10 - \frac{6}{6} 8 = 0m$$

$$h_{PA} = 0 - (0) = 0m$$

$$A \text{ 點水壓力} = 9.81(0) = 0kPa$$

A 點有效應力:

$$\sigma'_A = 18 \times 0 - 0 = 0kPa$$

二、有一筏式基礎如圖 2 所示，基礎之設計尺寸為： $B=8m$ ， $L=12m$ ，承載荷重 $Q=12MN$ ，地下水位於地表下 2m 處。該處地層為厚度 14m 之正常壓密黏土，土壤飽和單位重 $\gamma_{sat}=17kN/m^3$ ，不排水剪力強度 $C_u=40kN/m^2$ ，如採用部分代償式 (partially compensated) 基礎，且安全係數為 3，則基礎埋置深度 D_f 為何？ ($F_{cs}=1 + 0.2 (B/L)$ ， $F_{cd}=1 + 0.2(D_f/B)$) (25 分)

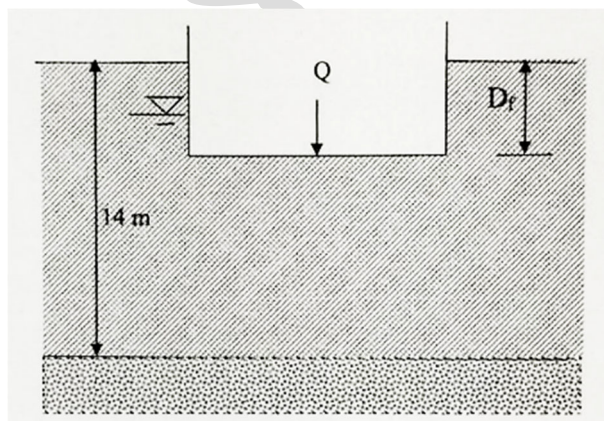


圖 2

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★★
2. 《破題關鍵》了解筏式基礎部分補償之觀念與分析
3. 《使用學說》參考基礎工程講義 3-10 到 3-12 理論與講義 PP3-33 之類似題

【擬答】

公職王歷屆試題 (110 地方政府特考)

補償式基礎之安全係數公式如下:

$$FS = \frac{5.14c_u \left(1 + \frac{0.2B}{L}\right) \left(1 + 0.2 \frac{D_f}{B}\right)}{\frac{Q}{A} - \gamma D_f}$$

$$FS = 3, c_u = 40 \text{ kN/m}^2, B/L = 8/12 = 0.67$$

$$\text{和} QA = (12 \times 10^3) / (8 \times 12) = 125 \text{ kN/m}^2$$

$$3 = \frac{(5.14)(40) \left[1 + (0.2)(0.67)\right] \left[1 + 0.2 \left(\frac{D_f}{8}\right)\right]}{125 - [2 \times 17 + (17 - 9.81)(D_f - 2)]}$$

$$316.14 - 21.57D_f = 233.15 + 5.83D_f$$

$$82.99 = 27.40D_f \rightarrow D_f = 3.03$$

安全係數為 3 之基礎埋置深度 D_f 為 3.03m

三、於第二題所得筏式基礎計算結果，如該正常壓密黏土之壓密數 $C_c = 0.2$ ，孔隙比 $e = 0.9$ ，其下方為堅實岩石，採用 2:1 法，計算該基礎中心點位置下方土層由基礎荷重所引起之壓密沉陷量。(25 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★
2. 《破題關鍵》了解了解主要壓密沉陷量之計算
3. 《使用學說》參考基礎工程講義 3-10 到 3-12 理論與講義 PP3-33 之類似題

【擬答】

(一)已知： $Q = 12 \times 10^3 \text{ kN}$ ，所以，單位面積的淨載重為

$$q = \frac{Q}{A} - \gamma D_f = \frac{12 \times 10^3}{8 \times 12} - [(17)(2) + (17 - 9.81) \times 1.03] = 125 - 41.4 = 83.59 \text{ kN/m}^2$$

(二)應基礎荷重所引引增量公式如下:

$$\Delta \sigma'_i = \frac{Q_g}{(B_g + z_i)(L_g + z_i)} = \frac{83.59(8)(12)}{(6 + 5.49)(12 + 5.49)} = 34.01 \text{ kPa}$$

故基礎荷重所引引增量 = 34.01 kPa

(三)因 $D_f = 3.03 \text{ m}$ 故基礎下土壤厚度 $H = 14 - 3.03 = 10.97 \text{ m} = 1097 \text{ cm}$

此土壤厚度之半為 5.49m，在此處之有效應力如下:

$$\sigma_0 = 2(17) + 1.03(17 - 9.81) + 5.49(17 - 9.81) = 80.88 \text{ kPa}$$

故基礎荷重所引起之壓密沉陷量

$$S_c = \frac{C_c H_c}{1 + e_0} \log \frac{\sigma'_0 + \Delta \sigma'}{\sigma'_p}$$

$$S_c = \frac{(0.2)(1097)}{1 + 0.9} \log \frac{80.88 + 34.01}{80.88} = 17.6 \text{ cm}$$

公職王歷屆試題 (110 地方政府特考)

四、有一砂土層地層，地下水位面位於地表下 1.5m 處，土壤單位重 $\gamma_{dry}=16\text{kN/m}^3$ ， $\gamma_{sat}=18\text{kN/m}^3$ 。

如於該地層深度 2.5m 處設置寬度 3m 之條狀放腳基礎，擬採用該處地層之鑽探時之標準貫入試驗 (SPT) 打擊數 N_{60} 推估基礎之承载力，請說明可選用之 N_{60} 資料深度範圍，及如何由該範圍之 N_{60} 得到所需之土壤摩擦角 ϕ 。(25 分)

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★
2. 《破題關鍵》了解基礎應力傳播與標準貫入試驗打擊數 N_{60} 之應用
3. 《使用學說》參考基礎工程講義 1-13 理論與講義 PP1-31 之類似題

【擬答】

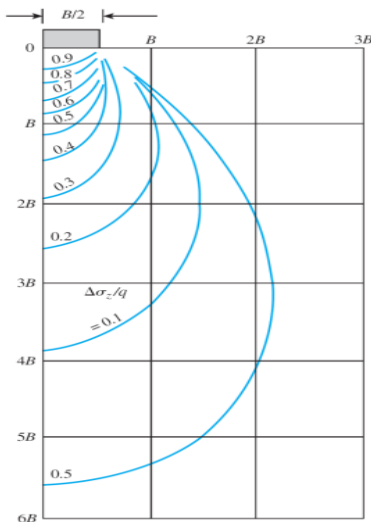
(一)帶狀載重所引起之垂直應力對深度的影響如下：

調查深度至少應達因建築物載重所產生之垂直應力增量小於 10% 之地層有效覆土壓力值之深度，如下公式

$$\Delta\sigma_z = 0.1q$$

此時的深度約為 $4B$ 如下圖(條狀放腳基礎造成應力對深度的影響)所示，

故須取得 $4B=4(3)=12\text{m}$ 處內之 N_{60} 值， N_{60} 值通常每隔 1.5m 進行一次，故可得 8 處之 N_{60} 值後將其平均之。



(二)有關粒狀土壤尖峰摩擦角 ϕ' 和 N_{60} 或 $(N_1)_{60}$ 的關係：

1. Peck、Hanson 和 Thornburn(1974)提出 $(N_1)_{60}$ 和 ϕ' 間的關聯圖形，可近似地表為(Wolff，1989)：

$$\phi'(\text{度}) = 27.1 + 0.3(N_1)_{60} - 0.00054[(N_1)_{60}]^2$$

就粒狀土壤而言， N 值受有效覆土壓力 σ'_0 之影響。因此，於不同的有效覆土壓力下所測得之現地探測 N_{60} 值，必須修正至 σ'_0 之標準值，上式 $(N_1)_{60}$ 的公式如下：

$$(N_1)_{60} = C_N N_{60}$$

C_N = 修正因素； N_{60} = 由現地鑽探所得之 N 值

C_N 公式如下，其中 p_a 為大氣壓力

$$C_N = \frac{1}{\left(\frac{\sigma \sigma'_0}{p_a}\right)}$$

2. Schmertmann(1975)提出 N_{60} 、 σ'_0 和 ϕ' 間的關係，其數學式可近似地表為(Kulhawy 和 Mayne，1990)

$$\phi' = \tan^{-1} \left(\frac{N_{60}}{12.2 + 20.3 \left(\frac{\sigma'_0}{p_a} \right)} \right)^{0.34}$$

故由 N_{60} 可由以上兩個公式求得土壤摩擦角 ϕ 後可推估基礎之承载力。