

等 別：高等考試
類 科：結構工程技師
科 目：土壤力學與基礎設計
考試時間：2 小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

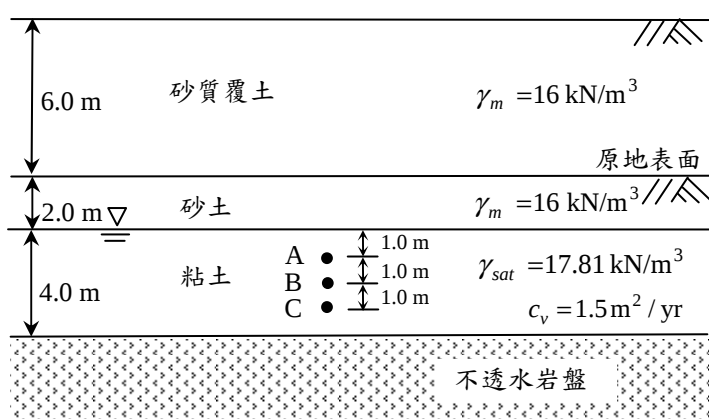
(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

一、圖一為某覆土加載施工剖面圖，施工前於地下 4.0 m (點 B 處) 取回粘土執行壓密試驗；圖二為壓密試驗結果推算之原始 $e - \log \sigma'$ 曲線，圖三為 T_v 及 z/H_{dr} 與壓密度 U 之對應圖，表一表列原始 $e - \log \sigma'$ 曲線主要加壓與解壓應力對應之孔隙比。

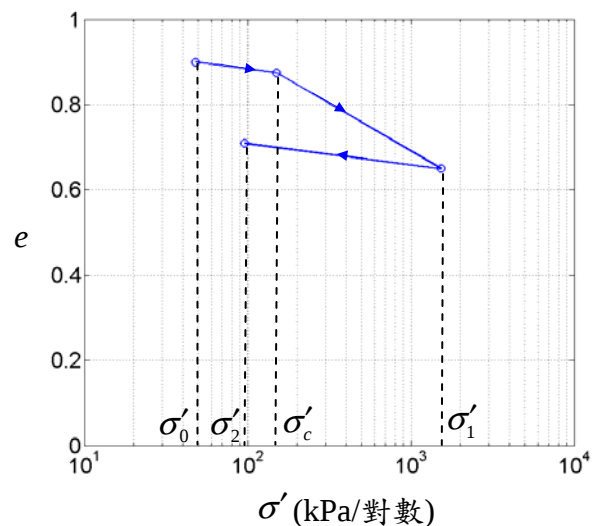
(一)請分析此粘土試樣於 σ'_c 時對應之孔隙比 e 及其過壓密比值 (OCR)。(8 分)

(二)請分析於此粘土層上加載 6.0 m 砂質覆土 3 年後壓密沉陷量為何？(5 分)

(三)請分析此粘土層上加載 6.0 m 砂質覆土 3 年後，點 A、B 及 C 點之超額孔隙水壓為何？(12 分)



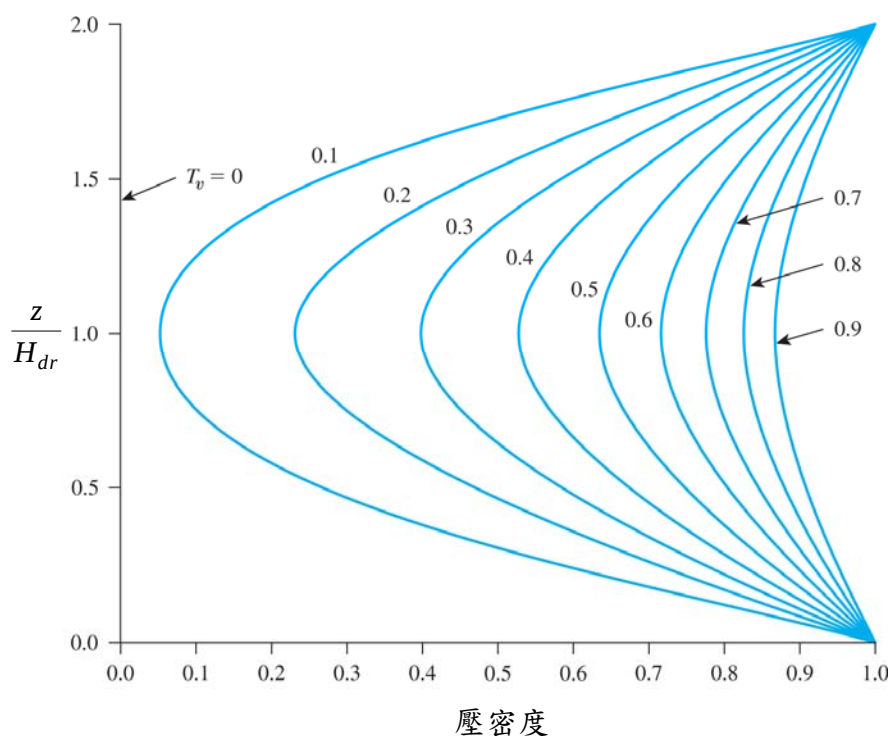
圖一 覆土施工剖面圖



圖二 原始 $e - \log \sigma'$ 曲線圖

表一 壓密應力與孔隙比對應表

壓密應力 σ' (kPa)	孔隙比(e)
$\sigma'_0 = 48$	0.900
$\sigma'_c = 150$	待求
$\sigma'_1 = 1536$	0.650
$\sigma'_2 = 96$	0.710



圖三 T_v 及 $\frac{z}{H_{dr}}$ 與壓密度 U 之對應圖

(請接第二頁)

等 別：高等考試
類 科：結構工程技師
科 目：土壤力學與基礎設計

二、某土方工程採用另一疏濬工程之土方執行填土工程，取土處為砂礫石土壤，經大型現地密度試驗，挖孔體積為 0.25 m^3 ，於孔洞內取出土重 450 kgf ，以四分法取土密封送回實驗室。於實驗室取適量土樣放入 $1,000 \text{ cm}^3$ 容器內，秤重為 $1,720 \text{ g}$ ，土壤經烘乾測得土樣重 $1,620 \text{ g}$ ，並測得該容器內土壤孔隙比 e 為 0.70 ；經實驗室夯實試驗測得 $\gamma_{d \max} = 19.50 \text{ kN/m}^3$ ，最佳含水量 $\text{OMC} \approx 8\%$ 。（假設水的密度 $\rho_w = 1.0 \text{ g/cm}^3$ ）

(一)請分析土樣之比重 G_s 。(5 分)

(二)取土處土壤之乾單位重 (kN/m^3) 與濕單位重 (kN/m^3) 為何？(8 分)

(三)如以最佳含水量 (OMC) 方式夯實後之填土體積為 $10,000 \text{ m}^3$ ，請分析此工程需取疏濬處多少土方 (m^3)？(6 分)

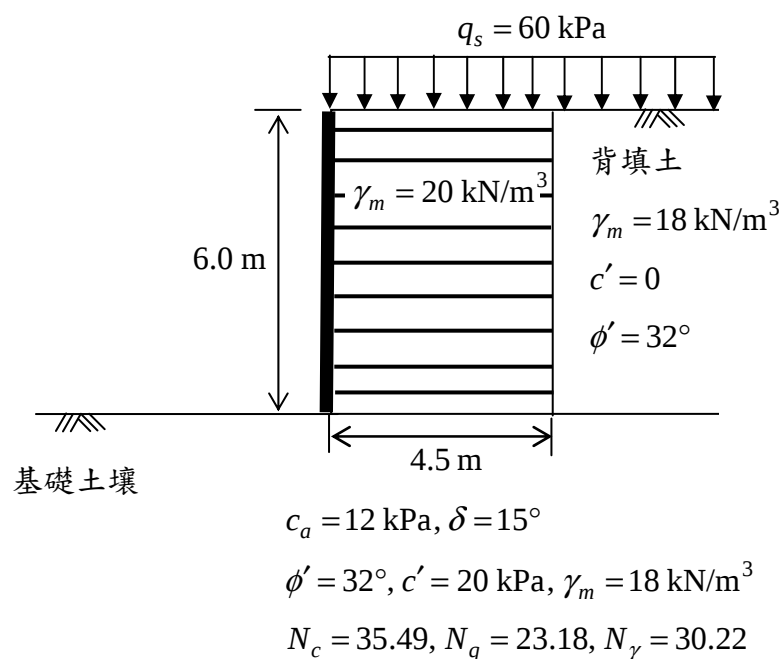
(四)承上，以 OMC 含水量夯實施工需再添加多少水量 (m^3)？(6 分)

三、下圖所示為直立 6.0 m 高加勁擋土牆，加勁材埋入深度為 4.5 m ，假設加勁土壤視為一剛體，單位重 $\gamma_m = 20 \text{ kN/m}^3$ ，背填土壤為砂質土壤，單位重為 18 kN/m^3 ，背填土有效剪力強度參數 $\phi' = 32^\circ$ 、 $c' = 0$ ；此背填土及加勁土體座落於某粘土質沉泥基礎土壤上，其與加勁土體間界面的剪力強度參數 $c_a = 12 \text{ kPa}$ 、 $\delta = 15^\circ$ ，基礎土壤之有效剪力強度參數 $\phi' = 32^\circ$ 、 $c' = 20 \text{ kPa}$ ，單位重 $\gamma_m = 18 \text{ kN/m}^3$ ，加勁土與背填土上方承受 $q_s = 60 \text{ kPa}$ 均佈荷載。

(一)試分析此加勁擋土牆之抗傾倒、抗滑安全係數為何與是否適宜？如不適宜，建議補救措施為何？(12 分)

(二)請分析此加勁土體基礎承载力安全係數為何與是否適宜？如不適宜，建議補救措施為何？(8 分)

(三)請說明加勁擋土牆系統設計與施工注意事項。(5 分)

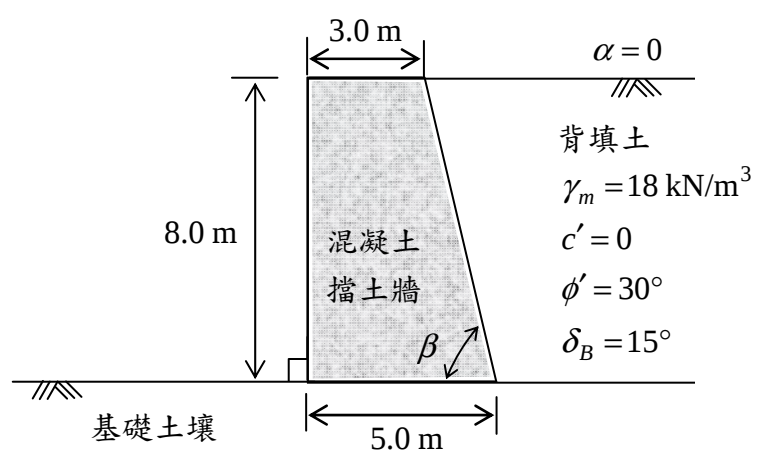


(請接第三頁)

等 別：高等考試
類 科：結構工程技師
科 目：土壤力學與基礎設計

四、下圖所示為 8.0 m 垂直高混凝土重力式擋土牆，水平背填土壤 ($\alpha=0$) 為砂質土壤，其單位重為 18 kN/m^3 ，排水剪力強度參數 $\phi'=30^\circ$ 、 $c'=0$ ，背填土與混凝土擋土牆界面摩擦角 $\delta_B=15^\circ$ ，此擋土牆座落於某粘土質沉泥基礎土壤上，基礎土壤與混凝土擋土牆界面的剪力強度參數 $c_a=15 \text{ kPa}$ 、 $\delta_F=18^\circ$ ，基礎土壤之剪力強度參數 $\phi'=30^\circ$ 、 $c'=20 \text{ kPa}$ ，單位重 $\gamma_m=18 \text{ kN/m}^3$ ，混凝土單位重 $\gamma_c=23.5 \text{ kN/m}^3$ ：

- (一)試以庫倫主動土壓力係數分析此重力擋土牆之抗傾倒、抗滑安全係數是否適宜？如不適宜，建議補救措施為何？（10 分）
- (二)請分析此擋土牆基礎承載力的安全係數是否適宜？如不適宜，建議補救措施為何？（10 分）
- (三)請以 Mononobe - Okabe 動態土壓力理論，分析此擋土牆承受水平及垂直方向的地震加速度分別為 $0.15 g$ 及 $0.05 g$ 的狀態下 ($K_h=0.15$ 及 $K_v=0.05$)，主動土壓力 P_{ae} 的大小、方向與位置為何？（5 分）



$$c_a = 15 \text{ kPa}, \delta_F = 18^\circ$$

$$\phi' = 30^\circ, c' = 20 \text{ kPa}, \gamma_m = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$N_c = 30.14, N_q = 18.4, N_\gamma = 22.4$$

(請接第四頁)

等 別：高等考試
類 科：結構工程技師
科 目：土壤力學與基礎設計

參考資料：

形狀、深度與傾斜修正因數關係式

項目	凝聚力(c)	超載(q)	土重(γ)
形狀(s)	$1 + \left(\frac{B}{L}\right) \left(\frac{N_q}{N_c}\right)$	$1 + \left(\frac{B}{L}\right) \tan \phi'$	$1 - 0.4 \left(\frac{B}{L}\right)$
深度(d)	$1 + 0.4 \left(\frac{D_f}{B}\right)$	$1 + 2 \tan \phi' (1 - \sin \phi')^2 \frac{D_f}{B}$	1.0
傾斜(i)	$\left(1 - \frac{\theta}{90^\circ}\right)^2$	$\left(1 - \frac{\theta}{90^\circ}\right)^2$	$\left(1 - \frac{\theta}{\phi'}\right)^2$

備註： θ = 基礎荷載對垂直面之傾斜角。

註：

庫倫主動土壓力係數：

$$K_a = \frac{\sin^2(\beta + \phi')}{\sin^2 \beta \cdot \sin(\beta - \delta_B) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi' + \delta_B) \cdot \sin(\phi' - \alpha)}{\sin(\beta - \delta_B) \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

Mononobe - Okabe 主動土壓力係數：

$$K_{ae} = \frac{\sin^2(\phi' + \beta - \theta')}{\cos \theta' \cdot \sin^2 \beta \cdot \sin(\beta - \delta_B - \theta') \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi' + \delta_B) \cdot \sin(\phi' - \alpha - \theta')}{\sin(\beta - \delta_B - \theta') \cdot \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$\theta' = \tan^{-1} \frac{K_h}{1 - K_v}$$