

等 別：二級考試
類 科：土木工程
科 目：土壤力學（包括基礎工程）
考試時間：2 小時

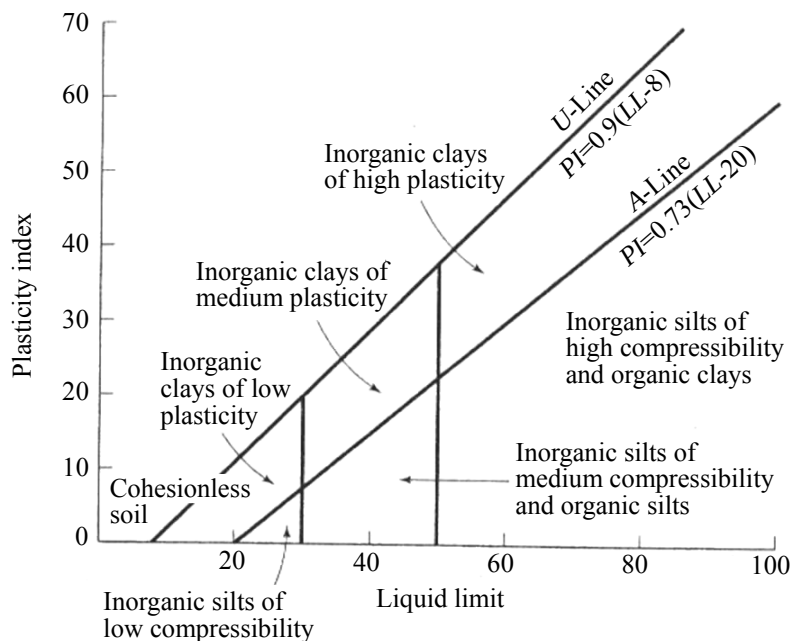
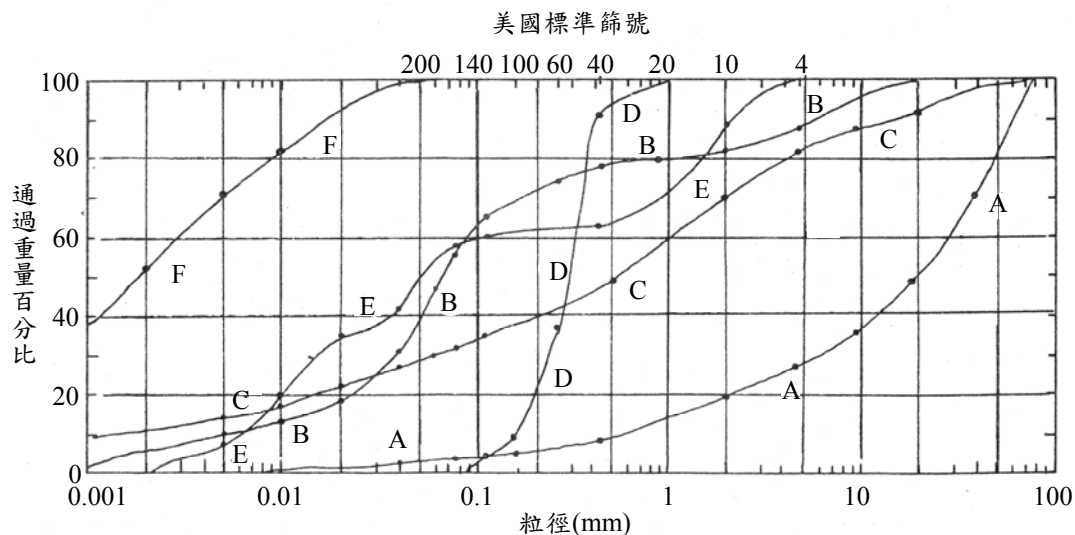
座號：_____

※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、根據下列顆粒分布曲線及塑性圖，利用 USCS 分類系統，將土壤 A 至 F 分類。（15 分）

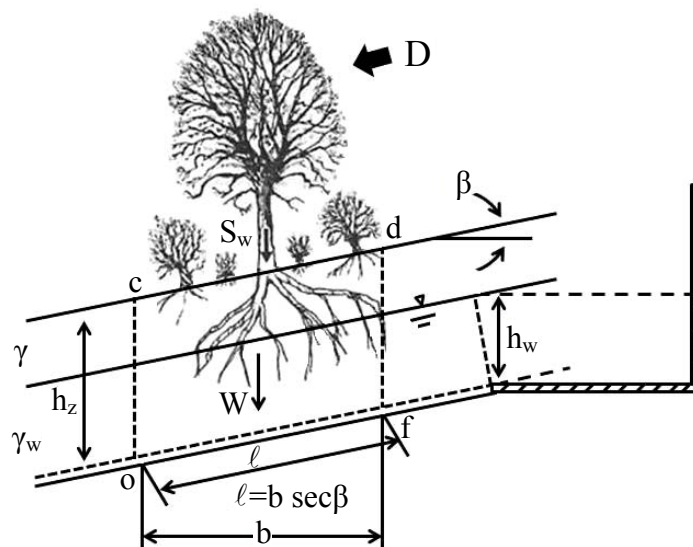
性質	Soil A	Soil B	Soil C	Soil D	Soil E	Soil F
ω_n (%)	27	14	14	11	8	72
LL	13	35	35	—	28	60
PL	8	29	18	NP	NP	28



二、裸露（無植生）無限邊坡在穩態滲流及孔隙水壓 u 作用之情況下，其穩定性安全係數 FS 可表為：

$$FS = \frac{c' \times \ell + (W \cos \beta - u \times \ell) \tan \phi'}{W \sin \beta}$$

(一)試推導無限邊坡在植生情況下（如圖所示）之 FS 。（ FS 可表為下式）（10 分）



$$FS = \frac{(c' + c'_R) \times \ell + [(W + S_w) \cos \beta - u \times \ell] \tan \phi'}{(W + S_w) \sin \beta + D}$$

$$= \frac{(c' + c'_R) + (\gamma \times h_z - \gamma_w \times h_w + w) \cos^2 \beta \tan \phi'}{[(\gamma \times h_z + w) \sin \beta + d] \cos \beta}$$

上式中， γ = 土體之單位體積重 (kN/m^3) = $[18.0 + 2 \times (h_w / h_z)] (\text{kN/m}^3)$

c'_R = 由於植生根系所增加之當量凝聚力 (kN/m^2)

$w = S_w / b$ = 由於植生自重造成之超載重 (kN/m^2)

$d = D / b$ = 由於風載重造成之剪應力 (kN/m^2)

(二)若 $c' = 5.3 \text{ kN/m}^2$ ， $\phi' = 34.7^\circ$ ， $\gamma = [18.0 + 2 \times (h_w / h_z)]$ ， $\gamma_w = 9.8 \text{ kN/m}^3$ ， $\beta = 35^\circ$ ， $h_z = 0.9 \text{ m}$ ， $l = 1.22 \text{ m}$ ，試完成下表穩定性安全係數 FS 之計算。（10 分）

邊坡情況	$(h_z - h_w)$ (m)	h_w (m)	c'_R (kN/m^2)	S_w (kN/m)	d (kN/m^2)	FS
裸露邊坡	0.4	0.5	0.0	0.0	0.0	
植生邊坡 (疏植生)	0.7	0.2	6.0	3.8	0.1	
植生邊坡 (密植生)	0.9	0.0	6.0	3.8	0.1	

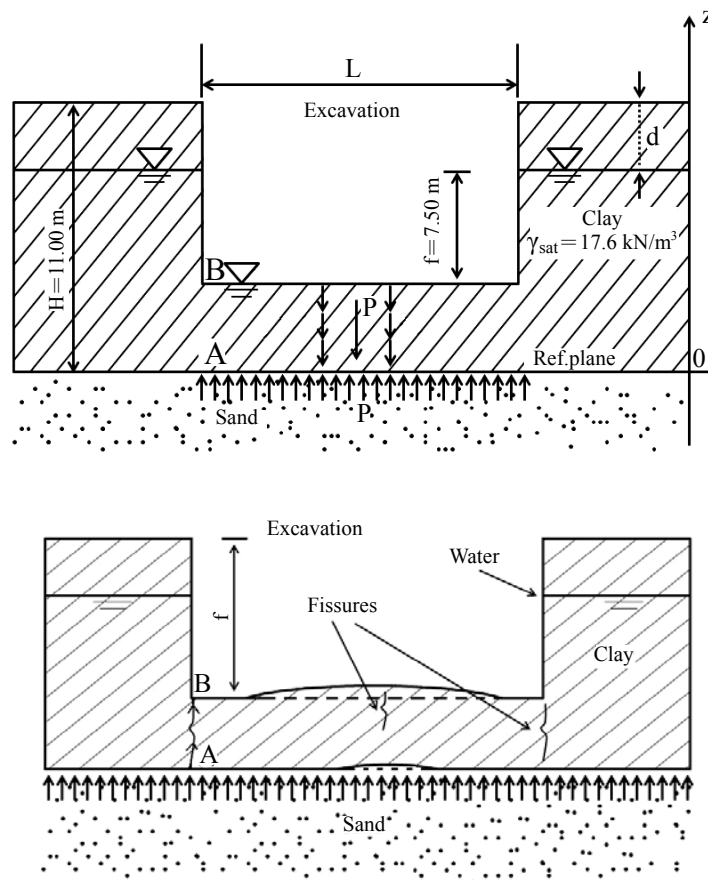
(三)由上面計算表中之資料，說明植生對邊坡土層、自然環境及穩定性之影響。（5 分）

三、工地鑽探結果顯示由地表至地下 11 m 為堅硬黏土層（飽和單位體積重 $\gamma_{\text{sat}} = 17.6 \text{ kN/m}^3$ ），而其下方則轉為砂土層（飽和單位體積重 $\gamma_{\text{sat}} = 20 \text{ kN/m}^3$ ）。今於工地進行大面積開挖發現，當開挖深度達 7.5 m 時，開挖面開始產生裂隙（階段-1：clay fissuration），接著向上滲流水（A→B）開始將砂土攜至開挖面上而開始發生流砂（階段-2：quick sand）。請依階段-1 及階段-2 之土壤滲流力學行為分別計算：（15 分）

(一)階段-1：裂隙產生時，以及

(二)階段-2：流砂發生時，

在開挖面外側應有之地下水水位深度 $d = ?$



四、在大地工程採用數值模擬（numerical modeling）方法，進行土壤－結構互制行為力學分析中，大多採用莫爾－庫倫（Mohr-Coulomb）土壤材料模型（soil material model），來模擬土壤之應力－應變關係及彈塑性變形行為。請針對莫爾－庫倫土壤模型回答下列問題：（15 分）

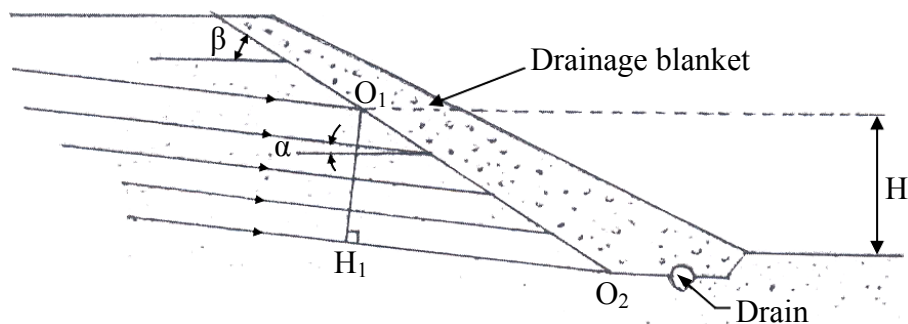
(一)繪製並說明其應力－應變關係曲線。

(二)其降伏破壞準則（yielding failure criteria）為何？

(三)需要輸入之材料模型參數（material model parameters）為何？

(四)說明採用此土壤材料模型之優、缺點。

- 五、一均質邊坡與水平之夾角為 β ，邊坡土層之滲透性係數為 k_{soil} 。土層中之滲流水呈直線均勻的方式流動，且水流在接近坡面之排水鋪層（drainage blanket，滲透性係數 k_{drain} 值極大）區域時，水流流線與水平之夾角為 α 。坡面與自由水面線交於 O_1 點，其相當高程為距邊坡坡趾上方 H ，而圖中之 O_1H_1 為等勢能線。邊坡坡面之排水系統由一傾斜之排水鋪層（drainage blanket）及坡趾之地下排水管（drain）所組成。試推導邊坡土體內之滲流水，在接近排水鋪層時之水力坡降 i ＝？（15 分）



- 六、在軟弱具高壓縮性地層之地下室深開挖，可能由於開挖時之隆起、不穩定及周圍地表沉陷，引起很大的施工問題。因此，一般地下室開挖工程，大多會以移除開挖土方之方式來解除部分基礎之承載，再將淨載重經由基樁傳至下方壓縮性較低之承載層上。另外，在設計基樁支撐地下室結構時，地下室樓版傳至基樁之載重，可能會受到開挖面土層解壓回脹或隆起的影響，因此有必要將此影響納入工程設計考量中。請依圖中鑽掘基樁所在之四種地層條件(a)~(d)，分別說明在深開挖中，地下室樓版及其支撐基樁之工程設計應考量那些潛在問題？（15 分）

(a)整層為壓縮性黏土層(b)岩盤上方之壓縮性黏土層(c)堅硬黏土層上方之軟弱黏土層(d)疏鬆砂土層其緊密度隨深度增加

