

110年專門職業及技術人員高等考試大地工程技師考試分階段考試  
(第一階段考試)、驗船師、引水人、第一次食品技師考試、  
高等暨普通考試消防設備人員考試、普通考試地政士、  
專責報關人員、保險代理人保險經紀人及保險公證人考試試題

等 別：高等考試  
類 科：大地工程技師（一）  
科 目：工程材料與土壤力學  
考試時間：2小時

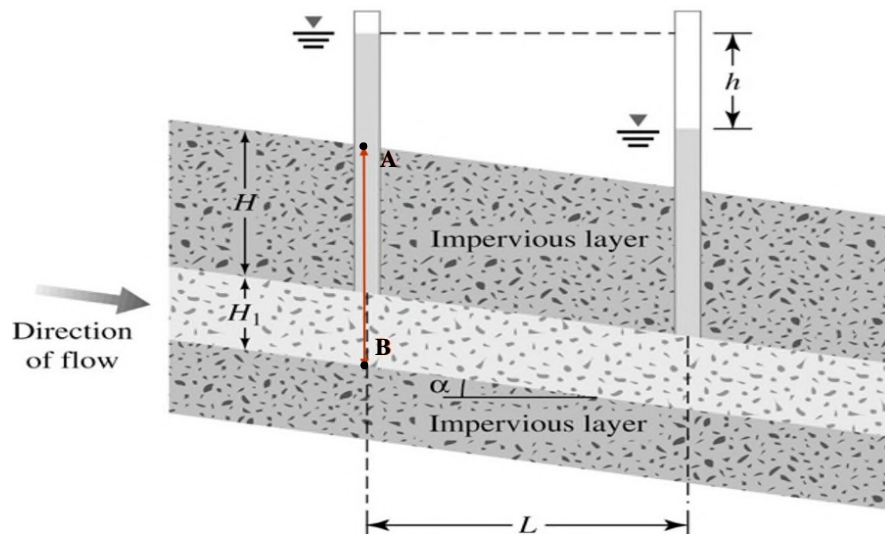
座號：\_\_\_\_\_

※注意：可以使用電子計算器。

甲、申論題部分：（50分）

- (一)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在申論試卷上，於本試題上作答者，不予計分。
- (二)請以黑色鋼筆或原子筆在申論試卷上作答。
- (三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、有三層不同土壤如圖所示，地下水流動主要經由第二層之滲透性土層，其各項參數為：第一層單位重 $\gamma_{\text{sat}} = 17.5 \text{ kN/m}^3$ ， $H = 6 \text{ m}$ ，第二層單位重 $\gamma_{\text{sat}} = 18 \text{ kN/m}^3$ ， $H_1 = 3 \text{ m}$ ，滲透係數 $k = 10^{-3} \text{ cm/sec}$ ，水頭差 $h = 2 \text{ m}$ ，距離 $L = 20 \text{ m}$ ，地層傾斜角 $\alpha = 6^\circ$ ；假設在第一層未量測到地下水，計算該土層地下水流動之水力坡降（hydraulic gradient） $i$ ，及單位寬度之滲流率 $q$ 為何？繪圖並標示由A點地表至B點深度之總應力、孔隙水壓及有效應力隨深度之分布情形，如A點處之水柱高於地表3 m。（20分）



二、有一正常壓密黏土，其試體進行壓密排水（CD）三軸試驗結果如後：有效初始圍壓 $\sigma_{3c}' = 50 \text{ kN/m}^2$ ，破壞時之軸差應力 $(\Delta\sigma_d)_f = 150 \text{ kN/m}^2$ ，如對其試體進行相同有效初始圍壓 $\sigma_{3c}' = 50 \text{ kN/m}^2$ 下之壓密不排水（CU）三軸試驗，結果其 $(\Delta\sigma_d)_f = 120 \text{ kN/m}^2$ 。則此試體破壞時之孔隙水壓 $u_f$ 及孔隙水壓參數 $A_f$ 為何？（15分）

三、請試述將下列各摻料適量添加於卜特蘭水泥混凝土中，所產生主要反應機制及其對混凝土工程性質之可能影響。(每小題 5 分，共 15 分)

(一)強塑劑 (Super-plasticizer)

(二)輸氣劑 (Air-entraining Admixture)

(三)石膏粉 (Gypsum)

乙、測驗題部分：(50 分)

代號：2103

(一)本測驗試題為單一選擇題，請選出一個正確或最適當的答案，複選作答者，該題不予計分。

(二)共 40 題，每題 1.25 分，須用 2B 鉛筆在試卡上依題號清楚劃記，於本試題或申論試卷上作答者，不予計分。

- 第 I 型卜特蘭水泥添加適量飛灰後，其強度發展可接近下列何者？  
(A)高鋁水泥 (B)礮土水泥 (C)硫鋁酸鈣水泥 (D)第 II 型卜特蘭水泥
- 下列試驗篩號，何者非用於計算粗粒料之細度模數？  
(A)4.75 mm (No.4) (B)9.5 mm (3/8 英吋)  
(C)12.5 mm (1/2 英吋) (D)19 mm (3/4 英吋)
- 為避免混凝土發生硫酸鹽侵蝕，下列方法何者正確？  
(A)提高水灰比 (B)使用鹼質粒料 (C)添加卜作嵐材料 (D)使用卜特蘭第 III 型水泥
- 根據 CNS 國家標準，石材之分類可依據下列何項物理性質？  
(A)抗壓強度 (B)抗拉強度 (C)抗彎強度 (D)劈裂強度
- 下列鋼材之熱處理，何者所需時間最長？  
(A)淬火 (B)回火 (C)正常化 (D)球狀化
- 加熱瀝青材料，試樣表面產生持續燃燒，此時的溫度名稱為何？  
(A)熔點 (B)軟化點 (C)燃燒點 (D)閃火點
- 混凝土中的碳化 (carbonation)，主要源自於空氣中的二氧化碳與何項化合物發生反應？  
(A)硫酸鈣 (B)氫氧化鈣 (C)矽酸三鈣 (D)鋁酸三鈣
- 水泥的主要化合物組成 (熟料礦物) 為矽酸三鈣 ( $C_3S$ )、矽酸二鈣 ( $C_2S$ )、鋁酸三鈣 ( $C_3A$ ) 和鋁鐵酸四鈣 ( $C_4AF$ )，如果要增加其早期強度時則下列何者的量必須要增加？  
(A)矽酸三鈣 ( $C_3S$ ) (B)矽酸二鈣 ( $C_2S$ ) (C)鋁酸三鈣 ( $C_3A$ ) (D)鋁鐵酸四鈣 ( $C_4AF$ )
- 篩分析的結果可求得一些骨材資訊，下列何者敘述是錯誤的？  
(A)求得粗、細骨材粒徑分布 (B)求得骨材之強度與硬度  
(C)求得粗骨材之最大粒徑 (D)求得粗、細骨材之細度模數
- 鑑定輻射污染鋼鐵材之標準，依規定以鋼鐵材表面之加馬劑量率超過下列何者為鑑定標準，此標準包括背景輻射？  
(A)0.2 微西佛/小時 (B)0.5 微西佛/小時 (C)0.8 微西佛/小時 (D)1.0 微西佛/小時
- 已知水泥  $350 \text{ kg/m}^3$ ，石  $1060 \text{ kg/m}^3$  (面乾飽和狀態)，水  $175 \text{ kg/m}^3$ ，若水泥比重為 3.15，砂之面乾飽和比重為 2.62，石之面乾飽和比重為 2.65，空氣含量為 1.5%，試問細骨料之密度 (面乾飽和狀態) 為何？  
(A)  $783 \text{ kg/m}^3$  (B)  $792 \text{ kg/m}^3$  (C)  $823 \text{ kg/m}^3$  (D)  $832 \text{ kg/m}^3$
- 表面試驗法 (反彈錘) 主要是用來推求混凝土何種性質？  
(A)抗壓強度 (B)厚度 (C)剛度 (D)密度
- 若黏性土壤處於高度過壓密狀態，則其自然含水量  $w_n$  與液性限度 (LL) 及塑性限度 (PL) 之關係為何？  
(A)  $w_n$  大於 LL (B)  $w_n$  接近於 LL (C)  $w_n$  接近於 PL (D)  $w_n$  在 LL 與 PL 之間
- 某建物基礎下方有一黏土層，初步假設黏土層上下皆為透水性良好之砂土層，經分析推估，地盤最終壓密沉陷量會達 50 cm，且將於 6 年後先沉陷 25 cm；但後經調查確認，黏土層底部不能排水，則沉陷 25 cm 之時間須修正為：  
(A)1.5 年 (B)3.0 年 (C)12 年 (D)24 年

- 15 一砂土經室內試驗求得最大乾土單位重 $\gamma_{d,max}=18.5 \text{ kN/m}^3$ ，最小乾土單位重 $\gamma_{d,min}=15.1 \text{ kN/m}^3$ ，若該砂土在現地經夯實後，利用砂錐法求得相對密度 $D_r=77\%$ ，則其相對夯實度(relative compaction) RC 約為：
- (A)90% (B)95% (C)98% (D)105%
- 16 剪力強度試驗時，各破壞 Mohr 圓之最大剪應力點連接起來之直線，稱為  $K_f$  線，與水平面之夾角為 $\alpha_f$ 。已知一砂土試體進行剪力強度試驗後，求得  $K_f$  線之  $\tan\alpha_f=0.5$ ，則此砂土之內摩擦角 $\phi$ 為：
- (A)29° (B)30° (C)31° (D)32°
- 17 有一正常壓密黏土地盤，水位在地表下 1 m，水位上下之濕土單位重及飽和單位重分別為  $18.2 \text{ kN/m}^3$  及  $19.6 \text{ kN/m}^3$ ，若地表下 6 m 土樣之液性限度  $LL=37\%$ ，塑性限度  $PL=21\%$ ，則根據物性資料，下列何者最可能為該黏土之不排水剪力強度？
- (A)11  $\text{kN/m}^2$  (B)22  $\text{kN/m}^2$  (C)25  $\text{kN/m}^2$  (D)30  $\text{kN/m}^2$
- 18 下列有關土壤剪力強度試驗之敘述，何者錯誤？
- (A)單剪試驗 (direct simple shear test) 土壤在受剪時，係處於平面應變狀態  
 (B)非凝聚性土壤之有效內摩擦角 $\phi'$ ，將隨試驗時圍壓之增加而減小  
 (C)無圍壓縮試驗 (unconfined compression test) 所得之不排水剪力強度常偏低  
 (D)高度過壓密黏土之排水剪力強度大於相同壓密應力下之不排水剪力強度
- 19 在阿太堡 (Atterberg) 限度試驗中，使黏土飽和時之最小含水量，稱為：
- (A)液性限度 (liquid limit) (B)塑性限度 (plastic limit)  
 (C)縮性限度 (shrinkage limit) (D)塑性指數 (plastic index)
- 20 標準貫入打擊試驗 (SPT) 取得的銅管土樣經量測後數據如下：銅管體積= $67.5 \text{ cm}^3$ 、銅管質量= $224 \text{ g}$ 、烘乾前 (銅管+土) 的質量= $359.0 \text{ g}$ 、經烘乾後 (銅管+土) 的質量= $336.5 \text{ g}$ ，土壤的含水量  $\omega$  是多少 (%)？乾土壤密度  $\rho_d$  是多少 ( $\text{g/cm}^3$ )？
- (A) $\omega=0.2$ ； $\rho_d=1.667$  (B) $\omega=0.2$ ； $\rho_d=1.961$  (C) $\omega=20$ ； $\rho_d=1.961$  (D) $\omega=20$ ； $\rho_d=1.667$
- 21 當土壤的總體積  $V=1 \text{ m}^3$ 、土顆粒的體積  $V_s=0.6 \text{ m}^3$ 、水的質量= $200 \text{ kg}$ ，這土壤的飽和度  $S$  是多少%？
- (A)20 (B)33.3 (C)50 (D)60
- 22 分類符號 SW 的土樣，當其分類名稱是「優良級配之砂土 (well-graded sand)」時，這土樣中礫石的%是多少？
- (A) $< 15$  (B) $\geq 15$  (C) $< 30$  (D) $\geq 30$
- 23 有一建築物採用鋼筋混凝土筏式基礎，依建築物基礎構造設計規範之條文及解說，該建築物因基礎載重引致之總沉陷量，原則上不得超過下列何容許值？
- (A)4 cm (B)10 cm (C)20 cm (D)30 cm
- 24 當土顆粒比重  $G_s=2.65$ 、含水量  $\omega=20\%$ ，水的單位重= $9.807 \text{ kN/m}^3$ ，土壤孔隙中沒有空氣時的最大乾單位重  $\gamma_d$  是多少 ( $\text{kN/m}^3$ )？
- (A)15.55 (B)16.45 (C)16.99 (D)17.15
- 25 使用砂錐法決定土壤滾壓後的現地乾密度，相關的試驗數據如下所列：砂的乾密度= $1350 \text{ kg/m}^3$ 、填滿錐斗所需砂的質量= $1.5 \text{ kg}$ 、試驗前 (砂錐+砂) 的質量= $7.6 \text{ kg}$ 、試驗後 (砂錐+砂) 的質量= $3.4 \text{ kg}$ ，孔洞的體積有多少 ( $\text{m}^3$ )？
- (A)0.001 (B)0.0015 (C)0.002 (D)0.0025
- 26 提高黏性土壤之夯實能量，將改變土壤之物理及力學性質，其所產生之影響不包括下列那一項？
- (A)使土壤之最佳含水量降低 (B)使土壤之滲透性增加  
 (C)使土壤之剪力強度提升 (D)使土壤之飽和度增加
- 27 在一飽和度  $S=60\%$  的地表下，水因毛細作用上升的高度  $h=5 \text{ m}$ ，在毛細作用頂部土壤中的有效應力變化為多少 ( $\text{kN/m}^2$ )？(註：水的單位重  $\gamma_w=9.807 \text{ kN/m}^3$ )
- (A)減少 29.421 (B)增加 29.421 (C)減少 49.035 (D)增加 49.035

- 28 一土層厚  $H$  公尺，有滲流自底部以水力坡降  $i=0.5$  往上流動，在土層中間高度有效應力的變化是多少 ( $\text{kN/m}^2$ )？(註：水的單位重  $\gamma_w=9.807 \text{ kN/m}^3$ )  
 (A)減少  $2.452H$  (B)增加  $2.452H$  (C)減少  $4.904H$  (D)增加  $4.904H$
- 29 比重  $G_s=2.65$  的土壤，使臨界水力坡降  $i_{cr}$  會等於  $1.1$  的條件為何？  
 (A)孔隙比  $e=0.25$  (B)孔隙率  $n=0.25$  (C)孔隙比  $e=0.5$  (D)孔隙率  $n=0.5$
- 30 擋水構造物施作在垂直向滲透係數  $k_z=2 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$ 、水平向滲透係數  $k_x=8 \times 10^{-2} \text{ cm/s}$  的地層中，擋水構造物兩側的水頭差  $H=10 \text{ m}$ ，繪製流線網其流渠數(流槽數)  $N_f$  與勢能落差之數目(等勢能間格數)  $N_a$  的比值  $N_f/N_a=0.25$ ，每公尺 ( $\text{m}$ ) 長擋水構造物的滲流量等於多少 ( $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$ )？  
 (A)0.001 (B)0.0015 (C)0.002 (D)0.0025
- 31 當滲流水從相對細粒土體流向粗顆粒材料時，會有細粒土被帶入粗顆粒材料間之孔隙內的可能，因而將粗顆粒材料間之孔隙阻塞，工程實務常使用濾材(濾層)避免此一現象，下列那一項不是濾材設計要求的條件？  
 (A)避免被保護土壤的流失 (B)避免在濾層中有大量滲流力的累積  
 (C)避免有細粒土在濾層中移動 (D)避免滲流水使濾材流向被保護的土壤
- 32 三軸試驗在施加圍壓之後禁止排水，試體內孔隙水壓增加的參數  $B=0.95$ ，在施加軸差應力時也禁止排水，試體內孔隙水壓增加的參數  $\bar{A}=0.8$ ，試驗過程中，當最小主應力  $\sigma_3=100 \text{ kN/m}^2$ ，最大主應力  $\sigma_1=170 \text{ kN/m}^2$  時，試體內的孔隙水壓總和  $u$  等於多少 ( $\text{kN/m}^2$ )？  
 (A)241.5 (B)146.5 (C)151.0 (D)231.0
- 33 對不擾動黏土試體進行無圍壓縮試驗，圓柱狀試體的斷面積  $=11.0 \text{ cm}^2$ ，試體破壞時施加的垂直載重  $=385.0 \text{ N}$ ，試體的無圍壓縮強度  $q_u$  及不排水剪力強度  $c_u$  分別是多少 ( $\text{N/cm}^2$ )？  
 (A) $q_u=35.0 \text{ N/cm}^2$ ； $c_u=35.0 \text{ N/cm}^2$  (B) $q_u=35.0 \text{ N/cm}^2$ ； $c_u=17.5 \text{ N/cm}^2$   
 (C) $q_u=17.5 \text{ N/cm}^2$ ； $c_u=35.0 \text{ N/cm}^2$  (D) $q_u=17.5 \text{ N/cm}^2$ ； $c_u=8.75 \text{ N/cm}^2$
- 34 壓密排水三軸試驗(CD)，試體的排水摩擦角  $\phi' = \sin^{-1} \left( \frac{\sigma'_1 - \sigma'_3}{\sigma'_1 + \sigma'_3} \right)$ ，其中  $\sigma'_1$  是有效最大主應力， $\sigma'_3$  是有效最小主應力，這試體的過壓密比(OCR)等於多少？  
 (A)1.0 (B)1.5 (C)2.0 (D)2.5
- 35 黏土在受擾動之後，不排水剪力強度  $c_u$  在何種條件下降低最多？  
 (A)靈敏度  $S_r=32$  (B)靈敏度  $S_r=16$  (C)靈敏度  $S_r=8$  (D)靈敏度  $S_r=4$
- 36 黏土的壓密沉陷計算需要土壤的初始孔隙比  $e_o$ ，壓密試驗前試體高度  $H=2.54 \text{ cm}$ 、土壤的比重  $G_s=2.65$ 、試體橫斷面積  $=20.0 \text{ cm}^2$ ，試驗後試體烘乾的質量  $=106.0 \text{ g}$ ，試體的初始孔隙比  $e_o$  等於多少？  
 (A)0.23 (B)0.25 (C)0.27 (D)0.29
- 37 某一地表下黏土層厚度  $H=5 \text{ m}$ ，土壤的初始孔隙比  $e_o=0.5$ ，當孔隙比變化量  $\Delta e=0.03$  時，黏土層的厚度減少多少 ( $\text{cm}$ )？  
 (A)10.0 (B)11.0 (C)12.0 (D)13.0
- 38 監測數據顯示地表下黏土層在承受建築物增加的壓力作用下，第 5 年結束時完成主要壓密沉陷，在壓力不變的情況下，第 10 年結束時，黏土層的孔隙比又減少了  $0.005$ ，黏土層的次壓縮指數(二次壓縮指數)(secondary compression index)  $C_\alpha$  等於多少？  
 (A)0.0146 (B)0.0166 (C)0.0186 (D)0.0196
- 39 那一項施工對黏土層的壓密沉陷沒有加速的作用？  
 (A)在黏土層中植入預製垂直排水帶 (B)在黏土層中施作排水砂樁  
 (C)在黏土層中施作礫石樁 (D)在黏土層中施作土壤水泥拌合樁
- 40 自一厚度  $H=5 \text{ m}$  的黏土層取樣做壓密試驗分析獲得土樣的壓縮指數(compression index)  $C_c=0.33$ 、膨脹指數(swell index)  $C_s=0.066$ 、預壓密壓力(preconsolidation pressure)  $\sigma'_c=160 \text{ kN/m}^2$ 、初始孔隙比  $e_o=0.5$ ，當土層承受的壓力自  $100 \text{ kN/m}^2$  增加到  $200 \text{ kN/m}^2$  時，土層沉陷量的計算值是多少 ( $\text{m}$ )？  
 (A)0.1315 (B)0.1515 (C)0.1715 (D)0.1915