

112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

代號:10320
頁次:7-1

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。

注意:以下各題,若有計算條件不足,請自行作合理假設。

一、試依新拌混凝土工作性(度)量測方法說明下列相關試驗。

(每小題 5 分,共 15 分)

(一)坍度試驗 (slump test)

(二)坍流度試驗 (slump flow test)

(三)貫入試驗 (Kelly ball test)

二、何謂流砂 (quick condition)? 何謂管湧 (piping)? 各如何預防此兩現象的發生? (20 分)

三、對同一深度之完全飽和黏土,進行三次的不壓密不排水, UU (Unconsolidated-Undrained) 三軸試驗,破壞時得到以下結果。試繪應力莫耳圓與破壞包絡線,並計算此黏土之剪力強度參數 C_u 及 ϕ_u 各為何? (15 分)

	試體 1	試體 2	試體 3
圍壓應力 σ_3 (kN/m ²)	300	600	900
破壞時軸向應力 σ_1 (kN/m ²)	655	958	1252

乙、測驗題部分：（50分）

(一)本試題為單一選擇題，請選出一個正確或最適當答案。

(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。

- 1 鋼鐵材料煉製時，鋼裡面會含有少量雜質，下列何者元素在適量時會對鋼質有益處？
(A)磷 (B)硫 (C)錳 (D)鋁
- 2 水淬爐石粉、優質飛灰可以用於調製第一型水泥，使之達於第二型水泥的效果；請問第二型水泥主要化合物當中所占的百分比最高者為何？
(A) SiO_2 (B) Al_2O_3 (C) Fe_2O_3 (D) MgO
- 3 關於土壤含水量（CNS 5091 A3090）與級配細粒料吸水率（CNS 487 A3006）的描述，下列何者正確？
(A)土壤含水量計算必須獲得面乾內飽和狀態質量與乾土樣質量才可以計算
(B)級配細粒料吸水率必須獲得含表面水濕潤狀態試樣質量與烘乾試樣質量才可以計算
(C)土壤含水量以面乾內飽和狀態之百分比表示
(D)級配細粒料吸水率以試樣乾質量之百分比表示
- 4 請問在製作水泥的過程中 CaCO_3 為了燒結出 CaO ，每公斤水泥會排出大約多少二氧化碳 CO_2 ？
(A) 0.5 公斤 (B) 0.8 公斤 (C) 1.2 公斤 (D) 1.5 公斤
- 5 在相同水灰比，相同骨材，相同養護條件下，各型水泥在水化齡期均為 1 年時，下列何者會有較低的強度？
(A)第一型水泥 (B)第二型水泥 (C)第三型水泥 (D)第五型水泥
- 6 混凝土混入鹼與骨材中的活性矽，所產生的鹼骨材反應，有害於耐久性，請問下列何者，不會是造成 AAR/ASR 混凝土脹裂的成因？
(A)水泥中之鹼 (B)外來的水分 (C)摻於砂中的鈉 (D)空氣中的二氧化碳
- 7 當木材用於結構用木構造時，下列何者正確？
(A)木材之平均含水量必須大於 25%
(B)依據現行建築技術規則構造編第 206 條規定，木柱與剛性較大之鋼骨受撓構材接合時，接合處之木柱應予補強
(C)外力載重與木材纖維方向互相平行，則木材抵抗力較強。外力載重與木材纖維方向正交，則木材抵抗力較差
(D)依據現行建築技術規則構造編第 206 條規定，木構材拼接時，應選擇應力較大之部位，二側並以螺絲固定，用以傳遞應力
- 8 依我國綠建材標章，綠混凝土（Green Concrete）屬於下列何種綠建材分類？
(A)高性能綠建材 (B)生態綠建材 (C)健康綠建材 (D)再生綠建材
- 9 依我國經濟部 104 年 1 月 13 日修訂之預拌混凝土標準（CNS 3090 A2042），若為預力混凝土構件形式，則新拌混凝土中最大水溶性氯離子含量規定為下列何者？
(A) 0.10% (B) 0.15 kg/m^3 (C) 0.20% (D) 0.25 kg/m^3

- 10 有關對瀝青混凝土配比設計，下列何者正確？
- (A)我國中南部都會地區道路大多設計 85/100 針入度之密級配瀝青混凝土
 - (B)密級配瀝青混凝土配比設計可先選空隙率 6%時的最佳含油量，再由最佳含油量去查證 VMA、VFA、流度值、穩定值是否符合規範
 - (C)穩定值表示瀝青混凝土的抗壓能力
 - (D)流度值是瀝青混凝土抵抗塑性變形的重要指標
- 11 對於控制性低強度回填材料（CLSM）的性質要求，下列何者正確？
- (A)以混凝土坍度試驗所得到的坍度值結果作為 CLSM 工作性質要求，一般要求坍度為 12 ± 3.5 cm
 - (B)因應國內使用狀況，如使用工程為永久的結構回填，建議 28 天抗壓強度以不超過 180 kgf/cm^2 為佳，如應用為鋪面管溝工程之回填，則建議不超過 100 kgf/cm^2 為上限
 - (C)產製混凝土用粒料與現場開挖土石方均可以做為 CLSM 粒料使用，亦可以使用脫硫爐石粒料或再生粒料
 - (D)無論使用於金屬或非金屬管線埋設物之回填時，均一定要辦理氯離子含量試驗
- 12 對鋼筋的碳含量的影響，下列何者正確？
- (A)增加鋼筋的碳含量會使鋼筋較容易加工
 - (B)為使鋼筋的焊接性能增加，需增加鋼筋的碳含量，使其碳當量超過 0.6%
 - (C)增加鋼筋的碳含量會使鋼筋抗拉強度減小
 - (D)增加鋼筋的碳含量會使鋼筋變脆
- 13 土壤濾層（Filter）設計選擇適當土壤材料作為濾層材使被保護土壤（Protected soil）不會被淘空。下列何者符合濾層土壤的條件？
- (A) $D_{85, \text{filter}} / D_{85, \text{protected soil}} \geq 4 \sim 5$
 - (B) $D_{15, \text{filter}} / D_{85, \text{protected soil}} \leq 4 \sim 5$
 - (C) $D_{15, \text{filter}} / D_{85, \text{protected soil}} \geq 4 \sim 5$
 - (D) $D_{15, \text{filter}} / D_{15, \text{protected soil}} \leq 4 \sim 5$
- 14 在工程案例中，為了估計滲流量可繪製流網，徒手繪製流網的條件不包括下列何者？
- (A)穩態（Steady state）水流
 - (B)水流需為平流狀態（Laminar flow）
 - (C)土壤導水度（Hydraulic conductivity, k ）具等向（Isotropic）性
 - (D)土壤導水度為均質
- 15 某地層為均質土壤。地下水位位於地表下 10 m，地下水水位面以上含水土壤單位重 17.6 kN/m^3 ，地下水位面以下飽和土壤單位重 19.1 kN/m^3 。當地下水水位下降至地表下 20 m，地表下 30 m 處的土壤有效應力增加多少？
- (A) 25.0
 - (B) 83.1
 - (C) 98.1
 - (D) 176.0

- 16 正常壓密黏土試體進行三軸壓密不排水(Consolidated Undrained)壓縮試驗，初始總圍壓(Total confining pressure) 100 kPa，破壞時孔隙水壓 28 kPa，尖峰軸差應力(Deviator stress) 128 kPa。若試體中產生破壞面，破壞面與水平面的夾角可能為何？
(A) 59.0° (B) 45.0° (C) 28.1° (D) 14.1°
- 17 實驗室求出土壤的最大孔隙比(e_{max})為 0.69、最小孔隙比(e_{min})為 0.47。現場量測出的乾單位重 16.3 kN/m³，土壤的比重(G_s)為 2.68。現場土壤的相對密度為何？
(A) 15% (B) 35% (C) 55% (D) 75%
- 18 液性限度 LL = 78%、塑性限度 PL = 35%，過 200 號篩細顆粒重量比為 77%，黏土成分重量比例為 54%。其活性(Activity)為：
(A) 0.56 (B) 0.69 (C) 0.80 (D) 1.45
- 19 壓密試驗得到某壓密階段土壤的壓密係數(Coefficient of consolidation, c_v)為 1.84×10^{-5} m²/min，體積壓縮係數(m_v)為 6.4×10^{-4} m²/kN，則此壓密階段下土壤的導水度約為多大？
(A) 1.9×10^{-9} m/s (B) 1.2×10^{-9} m/s (C) 2.0×10^{-10} m/s (D) 3.27×10^{-11} m/s
- 20 皂土(Bentonite，又稱膨潤土)常用以作為鑽探或反循環基樁的穩定液。推測皂土的主要成分應該為：
(A)高嶺土(Kaolinite) (B)伊利土(Illite)
(C)綠泥土(Chlorite) (D)蒙脫土(Montmorillonite)
- 21 根據統一土壤分類(USCS)土壤是否為有機土壤的判斷方式為何？
(A)以氣相層析質譜儀(Gas Chromatography Mass Spectrometry, GC-MS)測定有機質含量
(B)用火焰離子化檢測器(Flame Ionization Detector, FID)測定有機質含量
(C)用 X 射線螢光分析儀(X-ray Fluorescence Spectrometer, XRF)測定有機質含量
(D)用烘乾前後土壤的指標性質差異區分
- 22 某建築工程場址砂土層之孔隙比為 0.8，經夯實改良後其孔隙比減少為 0.5。已知該砂土層之土壤顆粒比重為 2.70，則夯實改良前後，此砂土層乾土單位重之增量為多少(kN/m³)？
(A) 2.34 (B) 2.64 (C) 2.94 (D) 3.24
- 23 已知一取自地下水位面下方，飽和未擾動黏土土樣之質量為 651 g，體積為 390 cm³。若將此土樣烘完全乾後所測得之質量為 416 g。若水密度 1g/cm³，試問此土樣之土壤顆粒比重約為多少？
(A) 2.55 (B) 2.60 (C) 2.65 (D) 2.70
- 24 某土樣篩分析之部分結果如下：殘留在 4 號篩上之重量百分比為 50%，通過 200 號篩之重量百分比則為 10%。另外，此土樣細料之液性限度(LL)為 124%，塑性限度(PL)為 47%。依統一土壤分類法，此土樣之分類可能為：
(A) GW-GM (B) GP-GC (C) SW-SM (D) SP-SC

請依下文回答第 25 題至第 29 題

- 25 一大規模填土工程，欲將 5 m 厚的棕色粉土質砂土（SM）填方，置放於 15 m 厚的灰色粉土質黏土層（CL）上。此黏土層下方則為棕色砂質礫石層（GP）。此黏土層為正常壓密黏土，其性質如下：（填土前）初始孔隙比， $e_0 = 1.1$ ，壓縮指數 $C_c = 0.36$ ，二次壓縮指數 $C_\alpha = 0.06$ ，飽和單位重 $= 14.91 \text{ kN/m}^3$ ，壓密係數 $C_v = 0.858 \text{ m}^2/\text{year}$ ，靜止土壓力係數 $K_0 = 0.5$ 。假設本題中的砂土填方與礫石層的沉陷量可忽略不計，砂土填方之單位重為 19.62 kN/m^3 ，地下水位位於砂土填方與黏土層的交界處。請問於填土前，位於黏土層中央處的總靜止側向土壓力為多少（ kN/m^2 ）？（註：水的單位重為 9.81 kN/m^3 ）
- (A) 92.7 (B) 74.3 (C) 65.1 (D) 55.9
- 26 承第 25 題的條件，若以黏土層中央處為應力計算的代表點，此 5 m 厚砂土填方所造成黏土層的壓密沉陷量為多少（m）？
- (A) 1.62 (B) 1.42 (C) 1.22 (D) 1.02
- 27 承第 25 與第 26 題的條件，當黏土層壓密沉陷量達 0.71 m 時，黏土層中央處之有效垂直應力為多少（ kN/m^2 ）？（註：可參考，圖 a：平均壓密度 U_{avg} 與時間因子 T 之關係，及圖 b：壓密比 U_z 與深度因子 Z 及時間因子 T 之關係； $U_{avg} < 60\%$ ， $T = \frac{\pi}{4} \left(\frac{U_{avg}}{100} \right)^2$ ； $U_{avg} > 60\%$ ， $T = 1.781 - 0.933 \log_{10}(100 - U_{avg} \%)$ ）

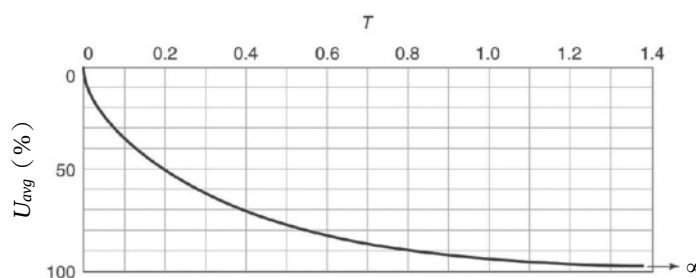


圖 a

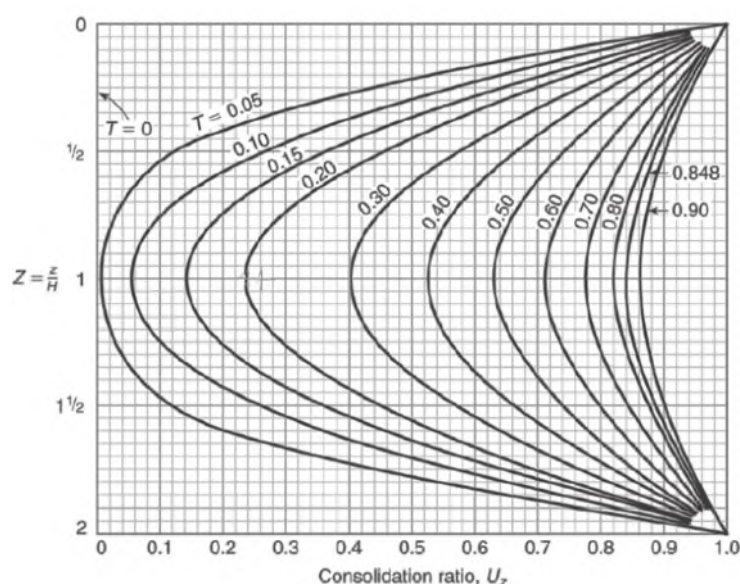


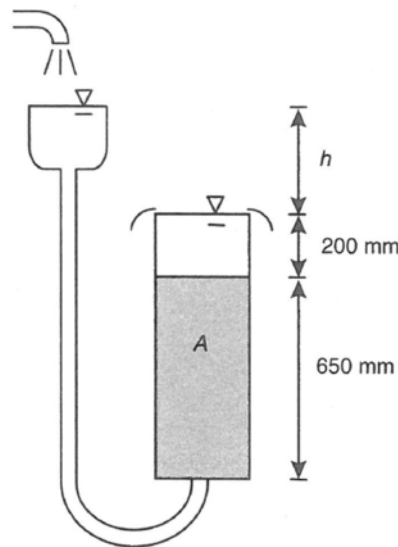
圖 b

- (A) 80.8 (B) 70.8 (C) 60.8 (D) 50.8
- 28 承第 25 與第 26 題的條件，當黏土層壓密沉陷量達 0.71 m 時，黏土層中央處的孔隙水壓力約為多少（ kN/m^2 ）？
- (A) 150 (B) 140 (C) 130 (D) 120
- 29 承第 25 與第 26 題的條件，當黏土層壓密沉陷量達 0.71 m 時，需費時多少年？
- (A) 6.92 (B) 8.92 (C) 10.92 (D) 12.92

- 30 下列有關緊密砂土直接剪力試驗的敘述，下列何者最為適當？
 (A)可量得剪應力與剪應變之關係曲線
 (B)直接剪力試驗之破壞面並非最大應力傾角面（maximum obliquity plane）
 (C)由直接剪力試驗所得之排水摩擦角與三軸試驗所得者相同
 (D)於受剪過程中，土壤元素於直剪盒內之主應力狀態明確
- 31 已知某飽和黏土之有效剪力強度參數為：有效凝聚力 $c' = 15 \text{ kPa}$ ，有效內摩擦角 $\phi' = 30^\circ$ 。現在，對此黏土試體進行不壓密不排水（UU）試驗，圍壓（confining pressure）為 250 kPa ，達破壞時之軸差應力（deviator stress）則為 136 kPa 。試問此 UU 試驗，達破壞時之孔隙水壓力為多少（kPa）？
 (A) 188 (B) 198 (C) 208 (D) 218
- 32 一飽和黏土試體在三軸室中，採用圍壓為 150 kPa 及在不施加反水壓的條件下完成壓密。接著，將排水閥門關閉，使試體在不排水的條件下，逐漸增加軸向應變而達受剪破壞，達破壞時之軸差應力為 200 kPa 。已知此飽和黏土之有效剪力強度參數為：有效凝聚力 $c' = 15 \text{ kPa}$ ，有效內摩擦角 $\phi' = 20^\circ$ ；試計算此試體達受剪破壞時之孔隙水壓參數 A 值為多少？
 (A) -0.006 (B) -0.012 (C) 0.006 (D) 0.012

請依下文回答第 33 題至第 35 題

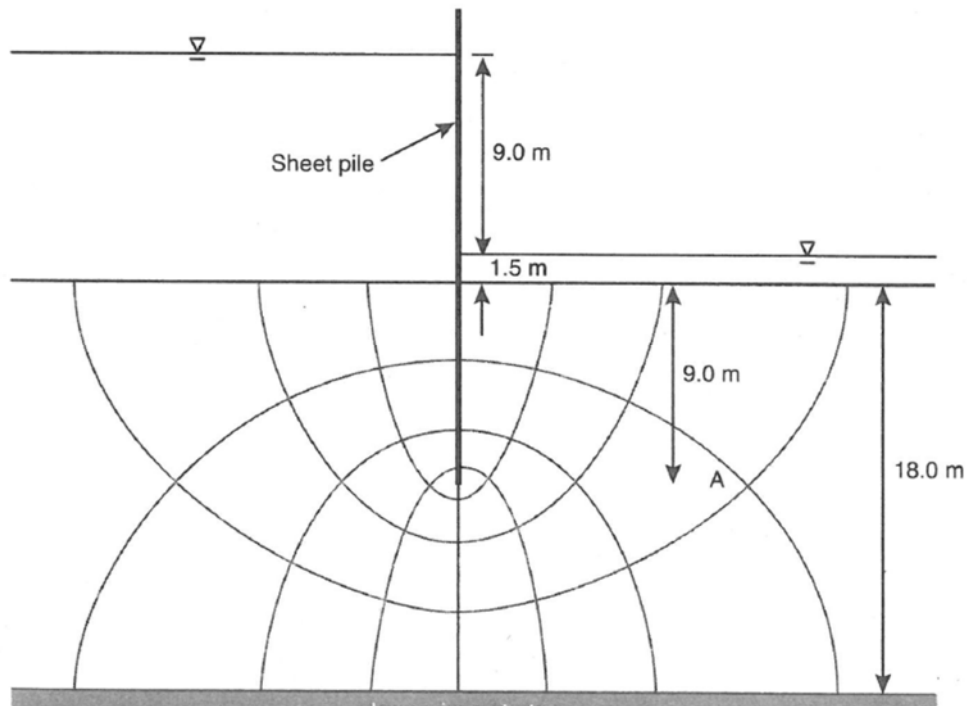
- 33 如圖所示之砂土滲透試驗，已知砂土圓柱試體相關性質與尺寸如下：孔隙比為 0.82 ，土壤固體顆粒比重為 2.68 ；長 650 mm 及直徑為 100 mm 。於滲透試驗過程中，左右兩側頭水與尾水之水位面保持恆定。為避免達到砂湧現象，比較以下數值，何者為圖中所示之 h 值的最大可能值（mm）？



- (A) 400 (B) 500 (C) 600 (D) 700
- 34 承第 33 題的已知條件，於滲透試驗過程中，圖中所示之 h 值保持為 150 mm ，於 15 分鐘內共有 175 cm^3 的水流經試體。試問此試體之滲透係數為多少（cm/s）？
 (A) 2.08×10^{-2} (B) 1.08×10^{-2} (C) 4.61×10^{-3} (D) 2.61×10^{-3}
- 35 承第 34 題之條件，已知試體內部點 A，位於砂土試體頂面下方 220 mm 處（亦即砂土試體底面上方 430 mm 處），試計算點 A 之有效垂直應力大小約為多少（kPa）？
 (A) 1.5 (B) 2.5 (C) 3.5 (D) 4.5

請依下文回答第 36 題至第 37 題

- 36 如圖所示之流線網，一板樁貫入砂質粉土層，層厚 18 m，其下則為不透水層。已知該層土壤之滲透係數為 1.6×10^{-4} cm/s，含水量為 33%，土壤顆粒比重為 2.66。試問流經每單位寬度透水層的流量為多少 (m^3/day)？



- (A) 0.42 (B) 0.52 (C) 0.62 (D) 0.72
- 37 承第 36 題之條件，最靠近板樁右側之出口區域，土壤之抗砂湧之安全係數最小值約為多少？
(A) 2.5 (B) 3.5 (C) 4.5 (D) 5.5
- 38 下列對於夯實的各項敘述，何者錯誤？
(A)標準 Proctor 試驗將土樣分為三層，每層夯實次數為 25 次
(B)增加夯實能量，將增加最大乾密度與降低最佳含水量
(C)零空氣孔隙 (Zero-air-void) 曲線受夯實能量之影響，且與土壤固體顆粒比重有關
(D)由標準 Proctor 試驗所得出之最大乾密度並不一定等同於現場施工可獲得之最大乾密度

請依下文回答第 39 題至第 40 題

- 39 一厚度為 6 m 之砂土層，其頂面位於地表下 5 m 處。此砂土層上下方皆為不透水層，上方為厚度 5 m 之黏土層，其下方則為頁岩層。於此砂土層設置主井進行抽水試驗，另於距主井水平距離為 15 m 及 30 m 處，設置兩處觀測井。原先 (即抽水前) 之地下水位面位於地表下 2.3 m 處，當抽水達穩定時其試驗結果如下：抽水量為 $10^{-2} (\text{m}^3/\text{s})$ ，前述兩處觀測井之水位面分別位於地表下 3.0 m 及 2.5 m 處。試問此砂土層之滲透係數為多少 (m/s)？
(A) 0.367×10^{-3} (B) 0.397×10^{-3} (C) 0.427×10^{-3} (D) 0.457×10^{-3}
- 40 承第 39 題的條件，在抽水量為 $10^{-2} (\text{m}^3/\text{s})$ 的情況下，此抽水試驗影響範圍之半徑為多少 (m)？
(A) 37.5 (B) 38.5 (C) 39.5 (D) 40.5