

111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、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、卜特蘭水泥中不同化合物之含量多寡，將影響混凝土之反應速率、溫度、微結構與強度發展等，試述下列不同卜特蘭水泥化合物，所產生之主要水化反應及其對混凝土工程性質之可能影響。（每小題5分，共15分）

- (一)矽酸三鈣（ C_3S ）
- (二)矽酸二鈣（ C_2S ）
- (三)鋁酸三鈣（ C_3A ）

二、對於土木工程材料中使用量最大的土壤而言，

- (一)試繪製飽和鬆砂土試體與飽和緊密砂土試體之典型的壓力抵抗強度試驗所得應力-應變關係圖。（5分）
- (二)在大應變下，飽和鬆砂土試體不存在剪裂帶，試體由上而下各橫斷面均以穩定的、軸對稱的及不均勻的方式持續變大。而在大應變下，飽和緊密砂土試體則存在不穩定的、不對稱的剪裂帶，且在剪裂帶出現後，試體變形局部存在於剪裂帶。當技師在設計土壤工程時，試依據上述資料，分別針對飽和鬆砂土與飽和緊密砂土敘述所應採用的剪力強度參數及採用原因。（10分）

三、(一)繪圖說明滲透性係數之定水頭試驗布置。（5分）

- (二)在土壤力學中，當 σ_1 為最大主應力， σ_3 為最小主應力， $p = (\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ ， $q = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ 時，應力施加過程可藉由 p - q 座標系統中之應力路徑（stress path）表示。對於直接剪力試驗過程而言，首先在飽和試體無側向位移之 K_0 條件下，施加垂直應力 σ_v 於試體，這等同於在預設的水平斷裂面上施加正向應力 σ_N 。之後再從剪力盒之上盒或下盒一側施加水平剪應力增量 $\Delta\tau_h$ ，試體在上下盒間因而產生水平相對位移，並在水平相對位移量過大的情況下造成試體破壞。依據上述資料，試在 p - q 座標系統中分別繪製直接剪力試驗中二個不同的應力施加過程之應力路徑。（5分）

四、(一)繪圖說明檢測滲透性係數所需實驗室之變水頭試驗布置。(5分)

(二)在土壤力學中，當 σ_1 為最大主應力， σ_3 為最小主應力， $p = (\sigma_1 + \sigma_3) / 2$ ， $q = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2$ 時，應力施加過程可藉由 p - q 座標系統中之應力路徑 (stress path) 表示。對於三軸壓縮試驗過程而言，首先在飽和試體之三軸向施加相同的圍束應力 σ_c (亦即 $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = \sigma_c$)；之後在試體頂、底兩端施加垂直應力增量 $\Delta\sigma_v$ ，直至試體破壞為止。依據上述資料，試繪製三軸壓縮試驗中兩個不同的應力施加過程之應力路徑。(5分)

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。

- 電弧爐煉鋼製程所產生的電弧爐鋼渣，因其含那兩種游離氧化物，導致未安定化前會產生膨脹問題？
(A)氧化硫、氧化矽 (B)氧化鈣、氧化矽 (C)氧化矽、氧化鎂 (D)氧化鈣、氧化鎂
- 依 CNS 3090 標準規定，以強度訂為混凝土驗收基準，當規定強度大於 35 MPa 時，任何一組強度試驗結果 (同全部組圓柱試體強度之平均值) 不得低於多少？
(A) $0.75 f'_c$ (B) $0.80 f'_c$ (C) $0.85 f'_c$ (D) $0.90 f'_c$
- 依行政院公共工程委員會施工綱要規範第 02726 章中，符合目的事業主管機關再利用規定下，下列何種再生材料不可作為再生級配粒料底層之用？
(A)氧化矽 (B)高爐爐渣 (C)氟化鈣污泥 (D)瀝青混凝土刨除料
- 某粒料依 CNS 486 程序進行篩分析試驗，各篩號的累積停留百分比分別為：3/4 吋篩為 5%、1/2 吋篩為 15%、3/8 吋篩為 65%、4 號篩為 90%、8 號篩為 98%、底盤為 100%，下列何者為粒料的細度模數？
(A) 6.73 (B) 6.58 (C) 3.73 (D) 2.73
- 關於行政院公共工程委員會施工綱要規範第 03341 章，針對低密度再生透水混凝土規格的敘述，下列何者錯誤？
(A)其單位重容許值為 $1800 \sim 2300 \text{ kg/m}^3$
(B)作為道路底層材料，其透水量容許值為 600 ml/15sec 以上
(C)作為道路基層材料，28 天抗壓強度容許值為 $15 \sim 40 \text{ kgf/cm}^2$
(D)可使用於道路基層、底層之材料
- CNS 1304 中關於乳化瀝青型號表示法，下列何者正確？
(A) h 代表針入度 > 200 ，屬於高硬度瀝青 (B) A 代表電荷為陰離子
(C) L 代表高分子改質 (D) 2 代表高黏度瀝青
- 卜特蘭水泥中的氧化鎂含量過高，會導致水泥安定性不佳，依 CNS 61 規定，第 II 型卜特蘭水泥中的氧化鎂最大值為何？
(A) 6% (B) 5% (C) 4% (D) 3%
- 請選出耐用年限較短之石材？
(A)大理石 (B)白雲石 (C)石灰石 (D)花崗岩
- 有關卜特蘭水泥第 I 型與第 II 型之比較敘述，下列何者正確？
(A)第 II 型水泥有較高矽酸三鈣 (C_3S) (B)第 II 型水泥有較高水化熱
(C)第 II 型水泥有較高抗硫性 (D)第 II 型水泥有較高早期強度
- 水泥混凝土常摻用燃煤飛灰作為卜作嵐材料，有關飛灰混凝土敘述何者錯誤？
(A)飛灰有助於混凝土早期強度性 (B)飛灰有助於混凝土新拌工作性
(C)飛灰有助於混凝土整體經濟性 (D)飛灰有助於混凝土晚期耐久性

- 11 瀝青混凝土所用之粗粒料有磨損率之規定。依照 CNS 490 之規定，旋轉 500 轉後，其磨損率密級配不得大於 A%，開放級配不得大於 B%。請問 A+B=？
(A) 55 (B) 65 (C) 75 (D) 85
- 12 有關鋼筋之典型應力應變之敘述，下列何者錯誤？
(A) 拉力强度高，降伏強度則較高 (B) 拉力强度高，彈性模數則較高
(C) 拉力强度高，極限應變則較小 (D) 拉力强度高，吸收能則較小
- 13 已知土壤之液性指數 (LI) 為 -0.15、液性限度 (LL) 為 37.6%、塑性指數 (PI) 為 13.2%，則土壤之自然含水量為：
(A) 11.2% (B) 18.8% (C) 20.7% (D) 22.4%
- 14 某土樣具 55% 之有效粒徑小於 0.074 mm，已知 LL=60%，PI=25%。依統一土壤分類法，則該土樣之分類為：
(A) CL (B) CH (C) ML (D) MH
- 15 一砂土層厚 3.5 m，飽和單位重為 18.5 kN/m³，地下水位位於地表面，若水單位重為 9.81 kN/m³，則砂土層底部之總水頭高於地表面多少時，該砂土將產生砂湧？
(A) 1.88 m (B) 2.48 m (C) 3.10 m (D) 3.50 m
- 16 某土石壩壩址處之基礎土壤之孔隙率為 39%，土壤顆粒比重為 2.65，為了確實防止管湧之發生，規範說明其向上水力坡降之設計值不得超過臨界水力坡降之 25%，則其最大之容許（設計）水力坡降為：
(A) 0.297 (B) 1.006 (C) 0.252 (D) 0.573
- 17 若地表下 10 m 深處之土壤總側向應力為 100 kPa，水壓力為 50 kPa，且土層之靜止側向土壓力係數為 0.4，則該深度處之總垂直應力為：
(A) 125 kPa (B) 175 kPa (C) 250 kPa (D) 300 kPa
- 18 某砂土試體置於定水頭透水儀中試驗，試體長 15 cm，直徑 10 cm。試驗中，發現 5 分鐘內有 375 g 的水流經試體，若試驗測得之水力傳導係數（滲透係數）為 4.78×10^{-5} m/s，水密度為 1 g/cm³，則該試驗所使用之水頭為：
(A) 50 cm (B) 60 cm (C) 75 cm (D) 5 m
- 19 一透水層中之擋水板樁，已知上下游之水位差為 13.2 m，土壤之水力傳導係數（滲透係數）為 $k_x = 16 \times 10^{-2}$ cm/s、 $k_y = 4 \times 10^{-4}$ cm/s，經座標轉換後之流線網得流槽數為 5，等勢能線總下降格數為 11，則流經每單位寬度透水層的流率約為：
(A) 0.048 m³/day (B) 1.8 m³/day (C) 4.8 m³/day (D) 41.5 m³/day
- 20 某厚度為 4 m 之黏土層，在承受上部荷重前之孔隙比為 2.50，承受荷重後之孔隙比為 2.15，則該黏土層之總沉陷量為：
(A) 40 cm (B) 45 cm (C) 56 cm (D) 65 cm
- 21 一厚 2.5 cm 的黏土試樣，經單向度壓密試驗後，其 50% 壓密度發生於最初 5 分鐘，在相同排水狀況下，現場 4 m 厚的相似黏土層，欲達 50% 壓密度所需時間約為：
(A) 0.6 天 (B) 13 天 (C) 89 天 (D) 128 天
- 22 下列關於 Terzaghi 單向度壓密理論之假設，何者錯誤？
(A) 孔隙水之流動屬於層流範圍且滿足達西 (Darcy) 定律
(B) 孔隙水之流動與土壤顆粒之移動皆在單向度（即在鉛直方向）內進行
(C) 在有效應力之適當範圍內，土層之水力傳導係數（透水係數）大小一定
(D) 孔隙水與土壤顆粒在承受壓力時可壓縮
- 23 某工地之填方土壤之濕單位重為 19.50 kN/m³，含水量為 22.4%，經土壤試驗得知土壤之顆粒比重為 2.65，砂土之最小孔隙比為 0.56，最大孔隙比為 0.95，若水單位重為 9.81 kN/m³，則其相對密度為：
(A) 86% (B) 82% (C) 78% (D) 74%
- 24 下列對於土壤夯實目的之敘述，何者錯誤？
(A) 使土壤之壓縮性減低 (B) 使土壤之滲透性減低
(C) 使土壤的孔隙比減小 (D) 使土壤之含水量減少

- 25 某道路路基經碾壓後，測得其乾密度為 1.40 g/cm^3 ，相對密度為 44%，而同一種土壤以室內試驗測得其最緊密狀態之乾密度為 1.55 g/cm^3 ，則其最鬆狀態之乾密度為：
 (A) 1.21 g/cm^3 (B) 1.30 g/cm^3 (C) 1.35 g/cm^3 (D) 1.38 g/cm^3
- 26 某填方工程之工地密度試驗採用了灌油法，從填土地試驗孔中移出土壤濕質量為 1.528 kg ，且填滿該試驗孔需要 0.702 kg 的油（油比重為 0.9）。若現地所測得之含水量為 22.5%，水密度為 1 g/cm^3 ，則該填方工程土壤之乾密度為：
 (A) 1.96 g/cm^3 (B) 1.70 g/cm^3 (C) 1.60 g/cm^3 (D) 1.50 g/cm^3
- 27 某飽和土壤試體，進行三軸壓密排水（CD）試驗，得有效應力強度參數 $\phi' = 30^\circ$ ， $c' = 0$ ，相同試體若進行三軸壓密不排水（CU）試驗，在圍壓 200 kPa 時，其破壞時之軸向主應力為 400 kPa ，則試體之孔隙水壓力參數 A 值為：
 (A) 0.4 (B) 0.5 (C) 0.6 (D) 0.7
- 28 某砂土樣進行三軸壓密排水（CD）試驗，發現其破壞平面與水平方向相交 61° 角。若破壞時軸差應力為 250 kPa ，則該三軸壓密排水試驗中所使用之圍壓為：
 (A) 110.9 kPa (B) 267.9 kPa (C) 360.9 kPa (D) 471.8 kPa
- 29 根據統一土壤分類法，土顆粒粒徑小於 0.075 mm 的稱為：
 (A) 砂 (B) 粉土 (C) 粗粒料 (D) 細粒料
- 30 300 g 之夯實土壤經試驗後測得其具 10% 含水量與單位重 2.0 g/cm^3 ，已知土顆粒比重為 2.65，求此夯實土壤飽和度最接近下列那個數值？
 (A) 15% (B) 35% (C) 58% (D) 75%
- 31 某種砂分別在鬆散狀態與緊實狀態下進行相同圍壓與軸力變化的三軸試驗可以發現：
 (A) 某砂之鬆散與緊實狀態下的尖峰強度與極限強度皆相同
 (B) 某砂之鬆散與緊實狀態下的尖峰強度相同但極限強度不同
 (C) 某砂之鬆散與緊實狀態下的尖峰強度與極限強度皆不相同
 (D) 某砂之鬆散與緊實狀態下的尖峰強度不同但極限強度相同
- 32 某黏土在單層排水下耗時 6 個月完成 50% 壓密度，當該種類黏土在相同受力情況，而變為兩倍厚度時與雙層排水條件時，如需達 50% 壓密度時所需時間與下列何者較近？
 (A) 12 個月 (B) 3 個月 (C) 6 個月 (D) 9 個月
- 33 關於最終壓密沉陷量的描述，下列何者正確？
 (A) 與孔隙比變化成正比 (B) 與土壤中有有效應力增量成正比
 (C) 與壓密係數成正比 (D) 與滲透係數成正比
- 34 當地下水水位由地表處下降 10 m 後，地表下 20 m 深處之有效應力最有可能是：
 (A) 變小 200 kPa (B) 變大 100 kPa (C) 不變 (D) 變大 200 kPa
- 35 關於礦物在飽和下之摩擦力之描述，下列何者最為正確？
 (A) 石英大於雲母 (B) 長石與石英相近 (C) 石英小於雲母 (D) 長石小於石英
- 36 下列關於土壤液化的描述，何者錯誤？
 (A) 現行的簡易液化評估法僅適用於水平地盤
 (B) 地下水水位愈高時土壤液化潛勢通常也愈高
 (C) 建物基礎下方土壤發生液化潛勢較未受基礎影響處小
 (D) 細粒料土壤皆無液化潛能
- 37 工地密度試驗中容器與砂最初質量 2.5 kg ，容器與砂的最後質量 0.69 kg ，填滿容器底部錐形部分砂質量為 0.32 kg ，自孔穴中取出之質量為 1.850 kg ，且乾砂統體密度是 1500 kg/m^3 時，工地密度最接近值為下列何者？
 (A) 1850 kg/m^3 (B) 1960 kg/m^3 (C) 2000 kg/m^3 (D) 2100 kg/m^3
- 38 對某飽和土進行壓密不排水試驗，施加圍壓 100 kPa 時，試體破壞時之主應力差為 180 kPa ，此時測得之孔隙水壓力為 80 kPa ，並得知有效內摩擦角為 30° 與有效凝聚力為 100 kPa ，試體中求最大剪應力為多少？
 (A) 90 kPa (B) 140 kPa (C) 190 kPa (D) 240 kPa
- 39 在一飽和單位重為 18.6 kN/m^3 的黏土層中進行開挖，地表下方 10 m 處有一緊密砂層其地下水水位可以上升至地表下 3 m 處，求不產生隆起現象之開挖臨界深度最接近下列何者？
 (A) 6.0 m (B) 4.0 m (C) 8.0 m (D) 2.0 m
- 40 當背填土壤之內摩擦角為 ϕ 時，Rankine 土壤主動土壓力係數為：
 (A) $\tan(45^\circ - \phi)$ (B) $\tan(45^\circ + \phi)$ (C) $\tan^2(45^\circ + \phi/2)$ (D) $\tan^2(45^\circ - \phi/2)$