

109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、第一次特種考試驗光人員考試試題

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、我國國家標準 CNS 560 「鋼筋混凝土用鋼筋」中，鋼筋種類及符號分為 SR 及 SD，分別代表光面鋼筋與竹節鋼筋。試說明 CNS 標準中，鋼筋種類符號 SD420 所代表的意義為何？另外，鋼筋種類 SD420W 表示可焊接鋼筋，說明其應用時機及機械性質與 SD420 有何差異。(7 分)
- 二、近年來倡議的綠建築與低衝擊開發概念，使得透水混凝土的應用漸趨廣泛，試說明透水混凝土的組成與基本特性，以及施工澆注時應注意的事項。(8 分)
- 三、當土粒 (soil solid) 體積為 1、孔隙空間體積為  $e$ 、飽和度為  $S$ 、土粒比重為  $G_s$ 、水的質量密度為  $\rho_w$ 、重力加速度為  $g$  時，依據上述資料：  
(每小題 5 分，共 15 分)
  - (一)請申論土壤三相 (空氣、水、土粒 (soil solid)) 柱狀圖。
  - (二)請申論乾的土壤單位重  $\gamma_d$ 、飽和的土壤質量密度  $\rho_{sat}$ 、沒入水中的 (submerged) 土壤質量密度  $\rho_{sub}$  之計算式。
  - (三)地下水會在土壤孔隙空間中流動，請申論地下水滲流與壓密中水流之控制式與相關條件之異同。
- 四、目前夯實土壤之驗收，均僅檢驗夯實度而未檢驗含水量，因此承包商經常將含水量控制在比最佳含水量小的一側進行夯實，並將夯實後土壤在太陽下曝曬，請申論：(每小題 5 分，共 10 分)
  - (一)當夯實係在含水量小於最佳含水量之一側進行、且將夯實後土壤在太陽下曝曬，這種夯實土壤在雨季浸水飽和後可能出現的問題。
  - (二)規範規定夯實土壤必須檢核含水量，但國內卻不檢核的原因。
- 五、請申論：(每小題 5 分，共 10 分)
  - (一)一般三軸壓縮試驗之基本條件及應力路徑。
  - (二)一般直接剪力試驗之基本條件及應力路徑。

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。

- 以水泥材料所用氧化物英文字母代號(例如A代表 $Al_2O_3$ )表示，下列何者不是造成鹼骨材反應的主要成分？  
(A) C (B) S (C) K (D) H
- 下列關於水泥成分矽酸三鈣( $C_3S$ )敘述何者錯誤？  
(A)水化反應較快速 (B)產生較多的水化熱  
(C)發展早期強度 (D)降低此成分可增加抵抗硫酸鹽侵蝕能力
- 骨材單位重與下列何者無關？  
(A)骨材尺寸和形狀 (B)骨材比重 (C)骨材級配 (D)容器尺寸與形狀
- 下列有關混凝土中的空氣含量敘述，何者正確？  
(A)增加工作性 (B)降低抗凍融能力  
(C)增加泌水與析離現象 (D)增加強度
- 有關以洛杉磯磨損試驗對粒徑小於等於37.5mm的粗骨材進行骨材磨耗試驗，下列敘述何者正確？  
(A)依骨材粒徑分布，可分為A、B、C三種級配要求  
(B)每種級配均以12顆鋼球置入試驗機進行磨損試驗  
(C)均要求需 $5,000 \pm 10$  g 試體重量  
(D)依級配不同，試驗機轉數可分為400轉及500轉兩種
- 依CNS560規範，鋼筋編號D13用於鋼筋混凝土構造，若規定其搭接長度為40D，則其搭接長度至少為若干公分(四捨五入至小數點以下1位)？  
(A) 47.5 (B) 48.6 (C) 49.7 (D) 50.8
- 某混凝土用細粒料，經篩分析結果，篩號及累積通過率分列如下(篩號：累積通過率)，#8：100%、#16：80%、#30：50%、#50：25%、#100：5%。則該粒料的細骨材細度模數為若干？  
(A) 2.2 (B) 2.4 (C) 2.6 (D) 2.8
- 回火程序強化鋼材何種特性？  
(A)抗拉強度 (B)延展性 (C)含碳量 (D)抗腐蝕性
- 下列關於木材力學特性敘述何者正確？  
(A)平行紋理方向之抗拉強度大於垂直紋理方向之抗拉強度  
(B)平行紋理方向之抗壓強度大於平行紋理方向之抗拉強度  
(C)垂直紋理方向之抗拉強度大於垂直方向之抗壓強度  
(D)木材之抗壓強度與木材之含水量無關
- 一石材試體尺寸為 $5 \times 5 \times 30$  cm，置於跨距25 cm支架上進行三點抗彎試驗。若試體斷裂時所施加總力為350 kg，則該試體的抗彎強度為若干 $kg/cm^2$ ？  
(A) 100 (B) 105 (C) 110 (D) 115
- 於瀝青混凝土路面鋪設時，一般瀝青混凝土混合料倒入鋪築機時(除特殊要求外)溫度不得低於多少？  
(A)  $100^\circ C$  (B)  $120^\circ C$  (C)  $140^\circ C$  (D)  $160^\circ C$
- 關於瀝青膠泥性質，下列敘述何者錯誤？  
(A)針入度越大則黏滯性越高 (B)針入度越大則延展性越好  
(C)針入度越小通常軟化點越高 (D)針入度、黏滯性和延展性皆與溫度有關
- 下列那一種土壤屬於級配良好？  
(A)  $C_u=7.2$   $C_c=2.3$  (B)  $C_u=1.3$   $C_c=2.8$  (C)  $C_u=8.6$   $C_c=5.4$  (D)  $C_u=2.8$   $C_c=4.9$
- 某砂土最小孔隙比為0.5，最大孔隙比為1.0。若孔隙比為0.75時，該砂土之相對密度為多少？  
(A) 50% (B) 60% (C) 70% (D) 80%
- 某飽和土樣之孔隙比 $e=0.667$ ，含水量 $\omega=25\%$ 。假設水單位重為 $\gamma_w=10$   $kN/m^3$ ，請問土壤之飽和單位重？  
(A)  $18$   $kN/m^3$  (B)  $19$   $kN/m^3$  (C)  $20$   $kN/m^3$  (D)  $21$   $kN/m^3$

- 16 某一細粒土壤之  $LL=40$ ， $PL=20$  ( $LL=Liquid\ Limit$ ， $PL=Plastic\ Limit$ )，則此土壤之統一分類為：  
 (A) MH (B) CH (C) CL (D) CL-ML
- 17 當一個假想的二維土壤單元，若所受到的應力狀況為：上下側水平面上的正向應力  $100\text{ kPa}$ ，左右側垂直面上的正向應力  $50\text{ kPa}$ ，剪應力均為  $0$ 。則單元內與水平夾  $45^\circ$  角的平面上，剪應力為何？  
 (A)  $0\text{ kPa}$  (B)  $25\text{ kPa}$  (C)  $50\text{ kPa}$  (D)  $75\text{ kPa}$
- 18 阿太堡限度試驗中，土壤固體與半固體狀態之分界點為：  
 (A) 液性限度 (B) 塑性限度 (C) 塑性指數 (D) 縮性限度
- 19 已知某地層地下水位於地下  $5\text{ m}$  處，假設飽和單位重與統體單位重相同，即  $\gamma_{sat}=\gamma=20\text{ kN/m}^3$ ，且假設水的單位重  $\gamma_w=10\text{ kN/m}^3$ 。若已知靜止土壓力係數  $K_0=0.5$ ，請問位於地下  $10\text{ m}$  處的總靜止側向應力為多少？  
 (A)  $75\text{ kN/m}^2$  (B)  $125\text{ kN/m}^2$  (C)  $150\text{ kN/m}^2$  (D)  $200\text{ kN/m}^2$
- 20 有一厚  $10\text{ m}$  飽和黏土層下方為飽和砂土，飽和黏土單位重為  $20\text{ kN/m}^3$ ，假設水單位重為  $10\text{ kN/m}^3$ 。若已知砂土層頂面水壓力為  $50\text{ kN/m}^2$ ，考慮黏土層不致上舉（隆起）的情況下，黏土層最大開挖深度為？  
 (A)  $5\text{ m}$  (B)  $6.5\text{ m}$  (C)  $7.5\text{ m}$  (D)  $9\text{ m}$
- 21 當  $x$  方向為水平面方向時，某元素受力為  $\sigma_x=150\text{ kPa}$ 、 $\sigma_y=50\text{ kPa}$ 、 $\tau_{xy}=-50\text{ kPa}$ 。請問下列敘述何者正確？  
 (A) 最大主應力  $\sigma_1=200\text{ kPa}$   
 (B) 最小主應力  $\sigma_3=40\text{ kPa}$   
 (C) 最大剪應力  $\tau_{max}=80\text{ kPa}$   
 (D) 最小主應力作用面與水平面 ( $x$  方向) 的交角  $\alpha=22.5^\circ$
- 22 一處橋墩基礎施工中之圍堰內，接近地表的土壤中，水往上滲流的梯度達到多大時，該處的土壤瀕臨發生湧起（piping）的狀態？（該處土壤飽和單位重約為  $18.5\text{ kN/m}^3$ ）  
 (A)  $0.33$  (B)  $0.75$  (C)  $0.88$  (D)  $0.99$
- 23 對於多層土壤而言，滲流方向與層次平行時，需滿足下列何種條件？  
 (A) 全部流量為各層流量相加，且各層水力坡降均相同  
 (B) 各層流量均相同，總水頭損失為各層水頭損失增加  
 (C) 流量與水力坡降為各層之總和  
 (D) 各層的流量與水力坡降均相同
- 24 有關達西定律（Darcy's Law）敘述何者錯誤？①達西定律只適用於土壤，不適用於礫石、岩石、混凝土 ②達西定律只適用於水為滲流流體時，不適用於滲流流體為空氣或其他液體時 ③達西定律只適用於水流為平流（Laminar flow）狀態，不適用於水流是紊流狀態（Turbulent flow） ④達西定律只適用於流場為穩態（Steady state）時，不適用於流場為瞬態（Transient state）時  
 (A) ①②③④ (B) ①②④ (C) ②③ (D) ③④
- 25 某土壤進行定水頭試驗，假設試體橫斷面積為  $50\text{ cm}^2$ 、水流經試體長度為  $15\text{ cm}$ ，水頭差  $5\text{ cm}$ 、試驗時間  $5$  分鐘、收集水體積為  $100\text{ cm}^3$ ，試問該土壤滲透係數  $k$  為何？  
 (A)  $0.12\text{ cm/sec}$  (B)  $0.02\text{ cm/sec}$  (C)  $0.2\text{ cm/sec}$  (D)  $1.2\text{ cm/sec}$
- 26 某地層厚度為  $10\text{ m}$ ，分為二層，上下層之厚度及土壤滲透係數分別為  $H_1=8\text{ m}$ ， $k_1=2\times 10^{-4}\text{ cm/sec}$ ； $H_2=2\text{ m}$ ， $k_2=4\times 10^{-6}\text{ cm/sec}$ 。請計算此地層垂直方向等值滲透係數  $k_v$  為？  
 (A)  $4.32\times 10^{-4}\text{ cm/sec}$  (B)  $1.85\times 10^{-4}\text{ cm/sec}$  (C)  $4.32\times 10^{-5}\text{ cm/sec}$  (D)  $1.85\times 10^{-5}\text{ cm/sec}$
- 27 壓密試驗所得的土壤壓密係數（Coefficient of consolidation,  $C_v$ ）和下列何者無關？  
 (A) 體積壓縮係數（ $m_v$ ） (B) 排水路徑長度（ $H_{dr}$ ）  
 (C) 滲透係數（Hydraulic conductivity,  $k$ ） (D) 壓密時之有效應力
- 28 若兩黏土層的厚度、單位重等條件都相同，但 A 黏土的滲透性係數（Coefficient of permeability,  $k$ ）為 B 黏土的  $1/10$ ，A 黏土的壓縮性（Compressibility）為 B 黏土的  $1/2$  倍，則在增加相同的覆土荷重時，A 黏土層達到  $50\%$  壓密的時間是  $50$  天，則 B 黏土層達到  $50\%$  壓密的時間是多少天？  
 (A)  $25$  天 (B)  $10$  天 (C)  $5$  天 (D)  $2.5$  天
- 29 有一黏土層厚  $5\text{ m}$ ，預壓密應力為  $200\text{ kN/m}^2$ ，加壓階段之壓縮指數  $C_c=0.4$ ，解壓後再壓階段之再壓縮指數  $C_r=0.05$ ，平均有效覆土應力為  $150\text{ kN/m}^2$ ，應力增量  $\Delta\sigma$  為  $100\text{ kN/m}^2$ ，初始孔隙比  $e_0$  為  $1.0$ ，則此土壤之壓密沉陷量為？  
 (A)  $1.55\text{ cm}$  (B)  $2.77\text{ cm}$  (C)  $11.25\text{ cm}$  (D)  $22.18\text{ cm}$

- 30 有一正常壓密黏土之壓縮指數  $C_c=0.4$ ，若此黏土試體在 100 kPa 壓密應力作用下之孔隙比為 0.8。請問此試體在 1,000 kPa 壓密應力作用下對應之孔隙比為？  
 (A) 0.3 (B) 0.4 (C) 0.5 (D) 0.6
- 31 某正常壓密黏土進行單向度壓密試驗，試體厚度 25 mm，雙向排水。假設完成 60% 壓密所需時間為 5 min。求在現場相同黏土 2 m 厚，單向排水情況下，完成 60% 壓密所需時間為多少天？  
 (A) 5.56 天 (B) 22.22 天 (C) 88.89 天 (D) 155.56 天
- 32 若定義凝聚性土壤含水量高於最佳含水量時為溼側；反之為乾側。下列夯實凝聚性土壤性質與夯實條件之間的關係，何者正確？  
 (A) 乾側夯實的凝聚性土壤在浸泡膨脹時的膨脹量較溼側夯實的凝聚性土壤膨脹量高  
 (B) 乾側夯實的凝聚性土壤無圍壓縮強度 (Unconfined Compressive Strength) 較溼側夯實的凝聚性土壤低  
 (C) 乾側夯實的凝聚性土壤壓縮性較溼側夯實的凝聚性土壤大  
 (D) 乾側夯實的凝聚性土壤滲透係數較溼側夯實的凝聚性土壤小
- 33 利用砂錐法進行工地密度量測時，使用標準砂的最主要原因為何？  
 (A) 標準砂級配良好，可將現場挖掘的孔洞填滿更確實，測得的體積更正確  
 (B) 標準砂剪力硬度較高，較不會磨損，可反覆利用  
 (C) 標準砂膨脹係數較低，不受工地現場溫度影響熱脹冷縮導致量測誤差  
 (D) 標準砂顆粒均勻，密度變化較小
- 34 某夯實試驗之模體積  $V=1,000 \text{ cm}^3$ ，夯錘重 2.5 kgf，落距為 30 cm，分 3 層夯實，每層 25 下。試求夯實能量  $E$  為何？  
 (A) 551.8 kN-m/m<sup>3</sup> (B) 56.25 kN-m/m<sup>3</sup> (C) 5.63 kN-m/m<sup>3</sup> (D) 0.056 kN-m/m<sup>3</sup>
- 35 下列何者對夯實的效果影響較小？  
 (A) 夯實能量 (B) 含水量 (C) 土壤類別 (D) 土壤飽和單位重
- 36 某砂在孔隙率 ( $n$ ) 為 0.25、有效應力為 200 kPa 下，以及在孔隙率為 0.3、有效應力為 50 kPa 下進行排水剪力強度試驗後，體積幾乎沒有變化。請問下列何者正確？  
 (A) 該砂在孔隙率 0.32、有效應力 100 kPa 下進行排水剪力強度試驗過程中體積會變大  
 (B) 該砂在孔隙率 0.23、有效應力 100 kPa 下進行排水剪力強度試驗過程中體積會變小  
 (C) 該砂在孔隙率 0.32、有效應力 100 kPa 下進行排水剪力試驗所得剪力強度會較不排水剪力試驗所得之剪力強度低  
 (D) 該砂在孔隙率 0.23、有效應力 100 kPa 下進行不排水剪力試驗時，剪應力不會有明顯尖峰值
- 37 某黏土三軸壓密不排水剪力強度試驗結果，壓密與背水壓飽和 (Back pressure saturation) 完成時，圍束壓力  $\sigma_3=170 \text{ kPa}$ ，孔隙水壓為  $u_B=70 \text{ kPa}$ 。剪動時，軸應力有最大值時，軸應力  $\sigma_1=400 \text{ kPa}$ ，孔隙水壓  $u_f=50 \text{ kPa}$ 。假設有效應力和總應力破壞包絡線都通過原點，下列何者正確？  
 (A) 有效應力摩擦角  $29.3^\circ$ ，總應力摩擦角  $32.3^\circ$ ，孔隙水壓係數  $\bar{A}_f=-0.22$   
 (B) 有效應力摩擦角  $29.3^\circ$ ，總應力摩擦角  $23.8^\circ$ ，孔隙水壓係數  $\bar{A}_f=+0.22$   
 (C) 有效應力摩擦角  $29.3^\circ$ ，總應力摩擦角  $32.3^\circ$ ，孔隙水壓係數  $\bar{A}_f=-0.087$   
 (D) 有效應力摩擦角  $29.3^\circ$ ，總應力摩擦角  $23.8^\circ$ ，孔隙水壓係數  $\bar{A}_f=+0.087$
- 38 有關非飽和 (Unsaturated) 黏土質土壤的性質相對於飽和狀態時，何者正確？  
 (A) 非飽和狀態下滲透係數較高  
 (B) 非飽和狀態下壓縮係數較高  
 (C) 非飽和狀態下無圍壓縮強度 (Unconfined compressive strength) 較高  
 (D) 非飽和狀態下土壤行為較近似正常壓密狀態
- 39 三軸壓密不排水 (CU) 試驗在施加軸差應力時，下列敘述何者正確？  
 (A) 可求得有效凝聚力與有效摩擦角 (B) 過壓密黏土激發之超額孔隙水壓增加  
 (C) 鬆砂激發之超額孔隙水壓減少 (D) 可量得體積變化
- 40 某飽和正常壓密黏土之正規化不排水剪力強度  $\frac{c_u}{\sigma'_0}=0.3$ ，該黏土位於地下 10 m，地下水位於地表下 5 m。假設土壤統體單位重等於飽和單位重  $\gamma=\gamma_{\text{sat}}=20 \text{ kN/m}^3$ ，水單位重  $\gamma_w=10 \text{ kN/m}^3$ 。請問此黏土的不排水剪力強度為多少？  
 (A) 30 kN/m<sup>2</sup> (B) 45 kN/m<sup>2</sup> (C) 60 kN/m<sup>2</sup> (D) 75 kN/m<sup>2</sup>