

101年特種考試地方政府公務人員考試試題

代號：33380 全一張
33480 (正面)

等 別：三等考試

類 科：土木工程、水利工程

科 目：土壤力學與基礎工程

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。

(三)本試題之相關公式、物理常數、符號意義未提及時，請自行合理推斷與假設。

一、何謂標準貫入試驗N值？若於下列土層中進行標準貫入試驗時，所得的N值會偏高或偏低？其原因為何？

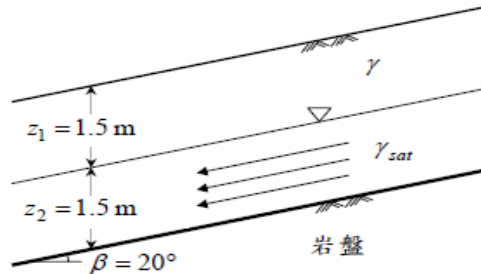
(一)高靈敏性黏土層，(二)飽和緊密砂土層，(三)卵石層。(25分)

Ans:

標準貫入試驗 N 值：係指將標準貫入試驗中劈管取樣器貫入土壤時，記錄取樣器每貫入土壤 15cm 所需敲擊數，計三次，加總後兩次 15cm 所需敲擊數，即是 N 值。

1. 高靈敏性黏土層：N 值會偏低，因此類土壤的貫入阻抗受土壤結構影響，試驗過程中一旦對此土壤產生擾動，勢必降低其貫入阻抗。
2. 飽和緊密砂土層：N 值會偏低，此類土壤受到試驗過程中敲擊作用後，會於土壤孔隙內激發出超額孔隙水壓力，降低其土壤有效應力與土壤剪力阻抗。
3. 卵石層：N 值會偏高，由於一般劈管取樣器外徑約 5cm，可能會小於卵石粒徑，取樣器可能會敲擊到卵石上或於敲擊過程形成栓塞效應，導致敲擊能量未能有效將取樣器貫入土壤內，造成敲擊次數偏高。

二、有一無限邊坡之坡度為 20° (如下圖所示)，其表土層厚 3 m ，表土層下方為岩盤。此邊坡平時即有地下滲流平行於坡面流動；此滲流位於地表下 1.5 m 處。滲流上方之土壤單位重 $\gamma = 15\text{ kN/m}^3$ ，而滲流下方之土壤飽和單位重 $\gamma_{\text{sat}} = 20\text{ kN/m}^3$ 。試求作用於岩盤面上之剪應力 (shear stress) τ ，總正向應力 (total normal stress) σ ，有效正向應力 (effective normal stress) σ' 。若此土壤之有效摩擦角 $\phi' = 25^\circ$ ，求邊坡維持安全係數至少為 1.5 時所需之有效凝聚力 c' 。(25 分)



Ans:

假設土壤因地下水滲流所產生滲流力僅會作用於有滲流土壤單元，且作用方向並與滲流方向相同，此處即與岩盤滑動面平行，其大小 $F_s = jV = i\gamma_w V$

其中 $i = \sin \beta$ (詳宇翔 101 年度基礎講義或上課影帶)

$$\text{, 則 } F_s = jV = 1.5b \times 9.81 \times \sin \beta = 14.715b \sin \beta$$

$$\text{任取水平寬度 } b \text{ 土壤單元之總重 } W = 1.5b \times 15 + 1.5b \times 20 = 52.5b$$

$$(1) \text{作用於岩盤滑動面上的正向力 } N = W \cos \beta = 52.5b \cos \beta$$

$$\text{岩盤面上正向應力 } \sigma = \frac{N}{b / \cos \beta} = \frac{52.5b \cos \beta}{b / \cos \beta} = 52.5 \cos^2 20 = 46.4 \text{ kPa}$$

$$(2) \text{岩盤面上有效正向應力 } \sigma' = \frac{N'}{b / \cos \beta} = \frac{W' \cos \beta}{b / \cos \beta}$$

$$\sigma' = \frac{(15 \times 1.5 + (20 - 9.81) \times 1.5)b \cos \beta}{b / \cos \beta} = 37.785 \cos^2 20 = 33.4 \text{ kPa}$$

$$\text{岩盤面上剪應力 } \tau = \frac{F}{b / \cos \beta} = \frac{W' \sin \beta + F_s}{b / \cos \beta}$$

$$\tau = \frac{(15 \times 1.5 + (20 - 9.81) \times 1.5)b \sin \beta + 14.715b \sin \beta}{b / \cos \beta}$$

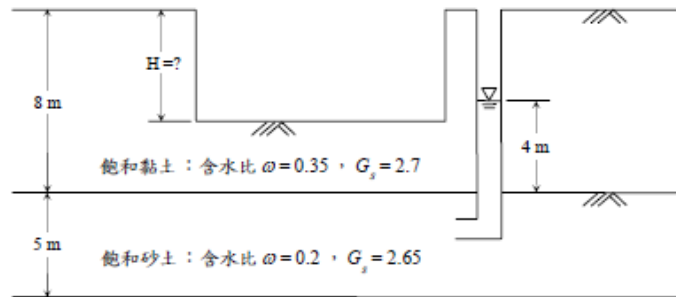
$$\tau = 52.5 \times \sin 20 \times \cos 20 = 16.9 \text{ kPa}$$

$$(4) \text{邊坡安全係數 } FS = \frac{\tau_f}{\tau} = \frac{c' + \sigma' \tan \phi'}{\tau}$$

$$FS = \frac{c' + 33.4 \tan 25}{16.9} \geq 1.5 \Rightarrow c' + 33.4 \tan 25 \geq 1.5 \times 16.9$$

$$c' \geq 1.5 \times 16.9 - 33.4 \tan 25 \Rightarrow c' \geq 9.8 \text{ kPa}$$

三、某開挖工程在 8 m 厚的黏土層中進行，此黏土層之下方有一 5 m 厚之砂土層。砂土層為一受壓水層（under artesian pressure），其水頭經由水壓計測得為高於砂土層頂部 4 m，如下圖所示。若安全係數須達 1.2，則開挖之深度 H 須控制在多少才不會使開挖底部產生隆起？（20 分）



Ans:

(一) 開挖底部黏土層的土壤飽和單位重

$$\gamma_{sat} = \frac{G_s + G_s \cdot w}{1 + G_s \cdot w} \gamma_w = \frac{2.7 + 2.7 \times 0.35}{1 + 2.7 \times 0.35} \times 9.81 = 18.34 \text{ kN/m}^3$$

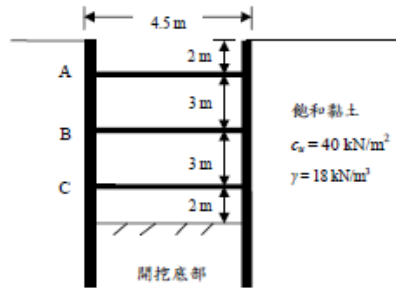
(二) 開挖底部黏土層之上舉安全係數，

$$FS = \frac{\sum \gamma_i h_i}{\gamma_w \Delta H_w} \geq 1.2$$

$$FS = \frac{\sum \gamma_i h_i}{\gamma_w \Delta H_w} = \frac{(8 - H) \times 18.34}{9.81 \times 4} \geq 1.2 \Rightarrow (8 - H) \times 18.34 \geq 1.2 \times 9.81 \times 4$$

$$H \leq 8 - 2.56 \Rightarrow H \leq 5.44 \text{ m}$$

四、有一 10 m 深之支撐開挖，土壤為飽和黏土，其不排水剪力強度 $c_u = 40 \text{ kN/m}^2$ ，單位重 $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ 。若橫撐 A、B、C 之水平間距為 6 m、垂直間距如下圖所示，則根據 Peck 土壓力分佈圖，各橫撐承受之荷重為多少？（30 分）



Ans:

由於黏土 $4c_u = 4 \times 40 = 160 \text{ kPa} \leq \gamma H = 18 \times (2 + 3 + 3 + 2) = 180 \text{ kPa}$

因此 Peck 土壓力分佈圖為梯形(圖形詳宇翔 101 年度基礎講義)。

$p_a = \gamma H - 4c_u = 180 - 160 = 20 \text{ kPa}$ 或

$p_a = 0.3\gamma H = 0.3 \times 180 = 54 \text{ kPa}$

兩者取大者，因此取 $p_a = 54 \text{ kPa}$ 。

根據上述土壓力分佈圖來計算每支橫撐所承受荷重

$$P_A = \frac{(3.5 + 2.5) \times 54}{2} \times 6 = 729 \text{ kN}$$

$$P_B = (6.5 - 3.5) \times 54 \times 6 = 972 \text{ kN}$$

$$P_C = (9 - 6.5) \times 54 \times 6 = 810 \text{ kN}$$