

110 年公務人員高等考試考試試題

考試別：高等考試

等 別：三等考試

類科別：土木工程、水利工程

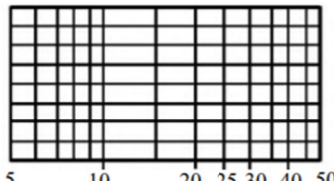
科 目：土壤力學（包括基礎工程）

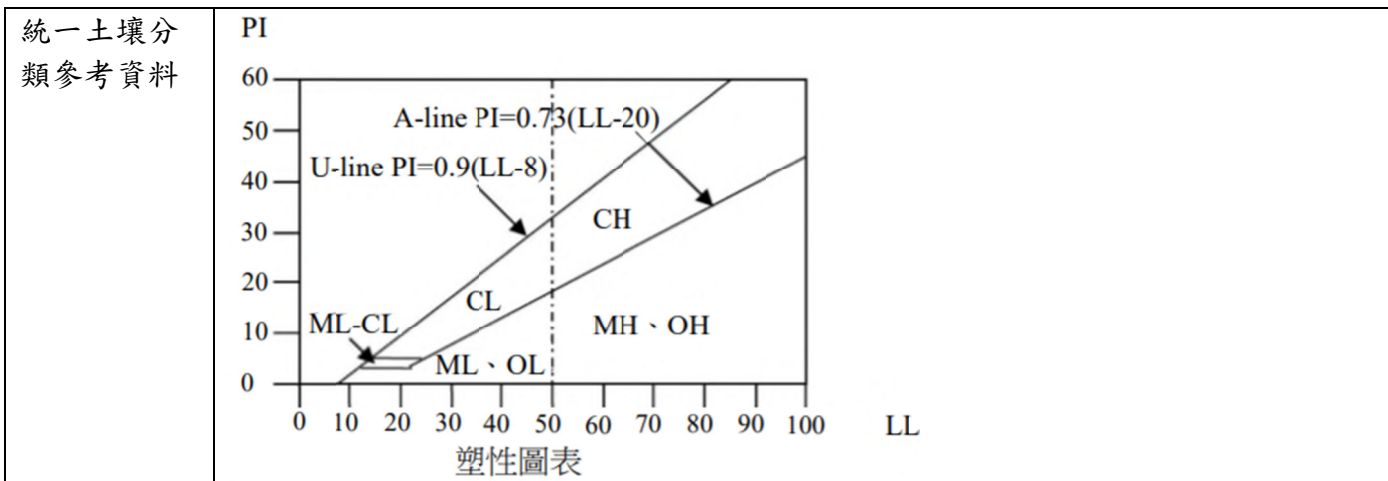
一、如表 1 所示鑽探報告，請依各項試驗填上數值。（每格 2 分，共 24 分）

表 1、鑽探報告

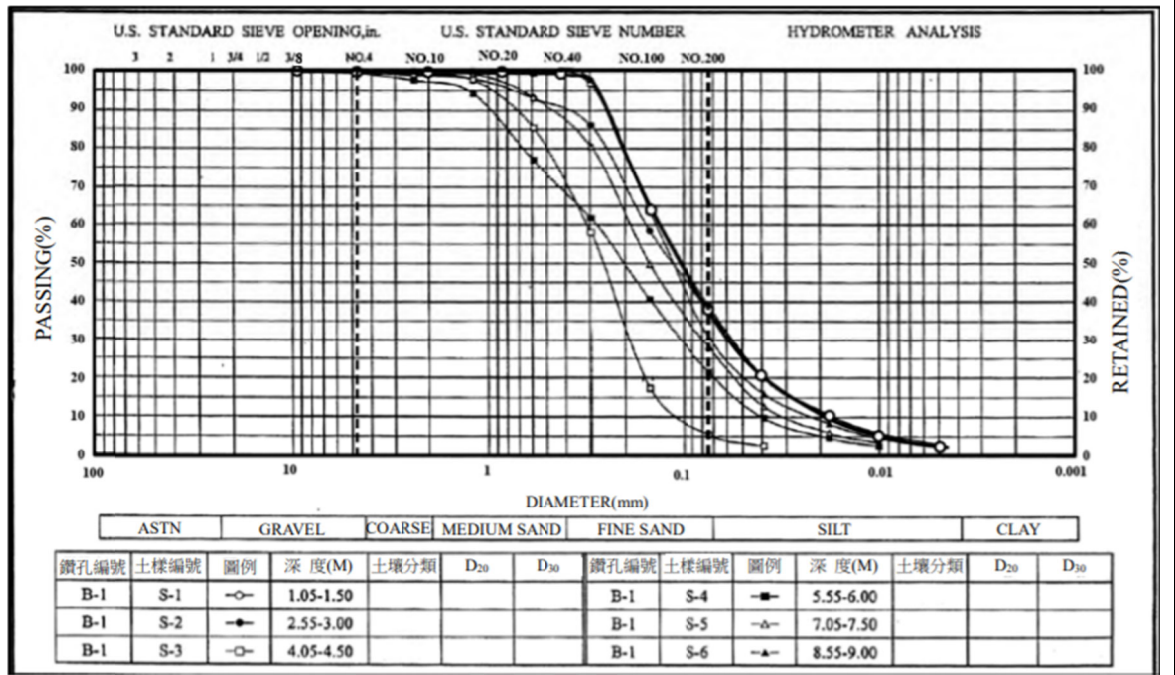
土樣編號	深度 m	標準貫入試驗 N 值	統一土壤分類 USCS	顆粒分析			土粒比重 G _s	自然含水量 ω(%)	濕土單位重 γ _m (KN/m ³)	孔隙比 e	液性限度 L.L.	塑性限度 P.L.	塑性指數 P.I.
				礫石 Grvel(%)	砂 Sand(%)	粉土粘土 Fine(%)							
s-1	1.5												

註：1t = 9.8KN、1kg = 9.8N

標準貫入試驗 (SPT) 打擊次數	N1=3、N2=5、N3=6			
標準貫入試驗銅圈土樣	銅圈內徑 di(cm)	銅圈內高 hi(cm)	銅圈內土壤濕土重 W _m (N)	銅圈內土壤烘乾重 W _s (N)
	3.1	7.2	1.0437	0.833
塑性限度試驗	3 次毛玻璃搓土條至直徑 3mm 開裂含水量 ω ₁ =17.0% ω ₂ =18.0% ω ₃ =19.0%			
液性限度試驗	打擊次數 N1=15、ω ₁ =47.0% 打擊次數 N2=20、ω ₂ =43.0% 打擊次數 N3=35、ω ₃ =35.0%		<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="writing-mode: vertical-rl; font-size: small; margin-right: 5px;">含水量 ω</div>  </div> <p style="text-align: center; font-size: small;">打擊次數 log N</p>	
土粒比重試驗 G _s	空比重瓶 W _c =0.784N，乾土粒重 W _s =0.3626N，瓶+土+滿水重 W ₁ =1.40434N，空瓶+滿水重 W ₂ =1.176N，水溫 T°C=20°C (γ _{WT} ^{°C} =9.78236KN/m ³)[註：取小數點 2 位，4 捨 5 入]			



粒徑分布曲線



【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★★
2. 《破題關鍵》:此題為土壤性質與土壤分類之綜合應用題，若能了解土力講義應可達對大部分
3. 《使用學說》須能了解土壤之基本性質計算與了解統一土壤分類法。

【擬答】《劉明老師解題》

- (一)標準貫入試驗(SPT)打擊次數 $N=5+6=11$
- (二)由土粒比重試驗資料得 G_s

$$G_s = \frac{W_s}{W_2 + W_s - W_1} = \frac{0.3626}{1.176 + 0.3626 - 1.40434} (9.78236 / 9.81) = 2.69$$

由標準貫入試驗銅圈土樣資料得含水量

$$w = \frac{W_w}{W_s} = \frac{1.0437 - 0.833}{0.833} = 0.253 = 25.3\%$$

銅圈內土壤體積為

$$V = \frac{\pi}{4} D^2 H = \frac{\pi}{4} 3.1^2 7.2 = 54.34 \text{ cm}^3$$

$$\gamma_m = \frac{W}{V} = \frac{1.0437}{54.34 \times 10^{-3}} = 19.21 \text{ kN/m}^3$$

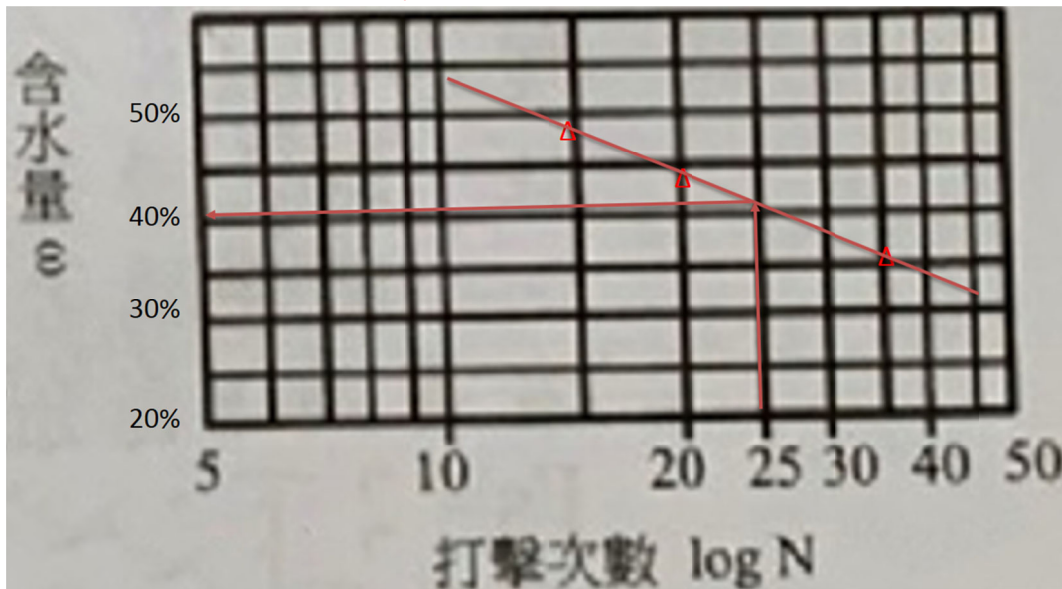
$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} = \frac{0.833}{54.34 \times 10^{-3}} = 15.33 \text{ kN/m}^3$$

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma_d} - 1 = \frac{2.69(9.81)}{15.33} - 1 = 0.72$$

由塑性限度試驗得塑性限度 PL

$$PL = \frac{17 + 18 + 19}{3} = 18\%$$

由液性限度試驗得液性限度(打 25 次之含水量如下圖)LL=40%



塑性指數 (Plastic Index)

$$PI = LL - PL = 40 - 18 = 22(\%)$$

由 S-1 土壤粒徑分布曲線(最右邊的曲線)

通過#4 篩為 100%

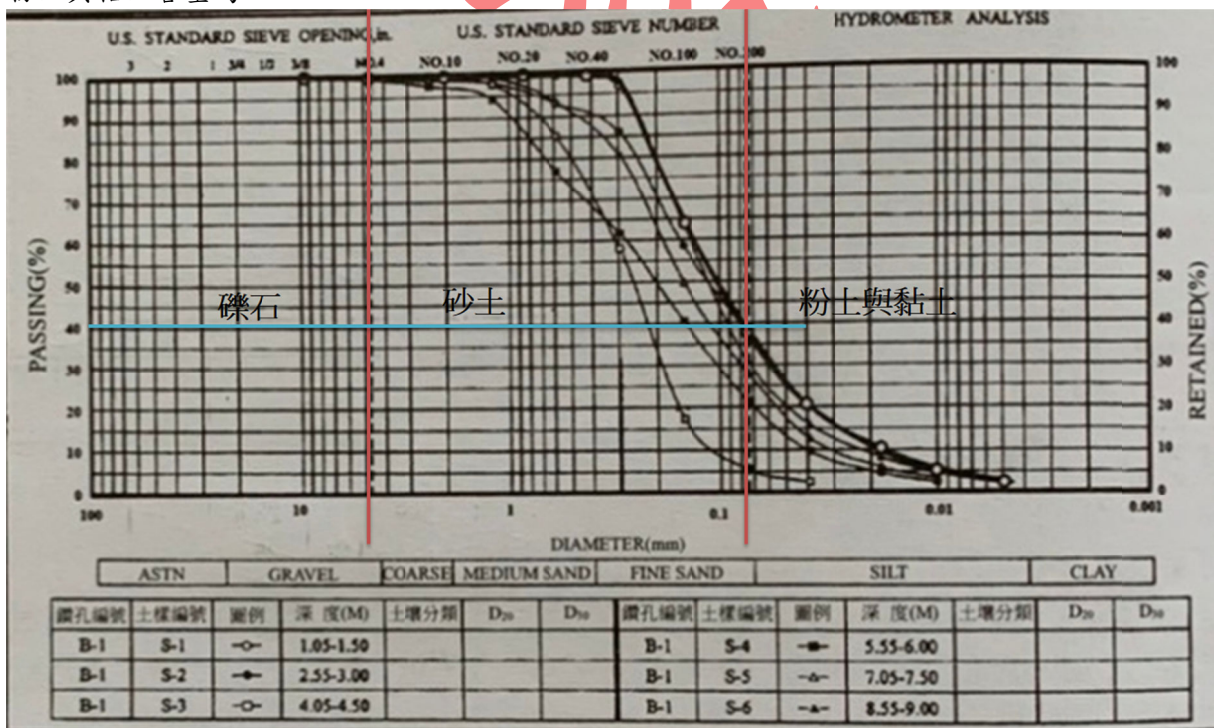
通過#200 篩為 40%

故礫石含量為 0%

故砂土含量為 $100\% - 40\% = 60\%$

粉土與黏土含量為 40%

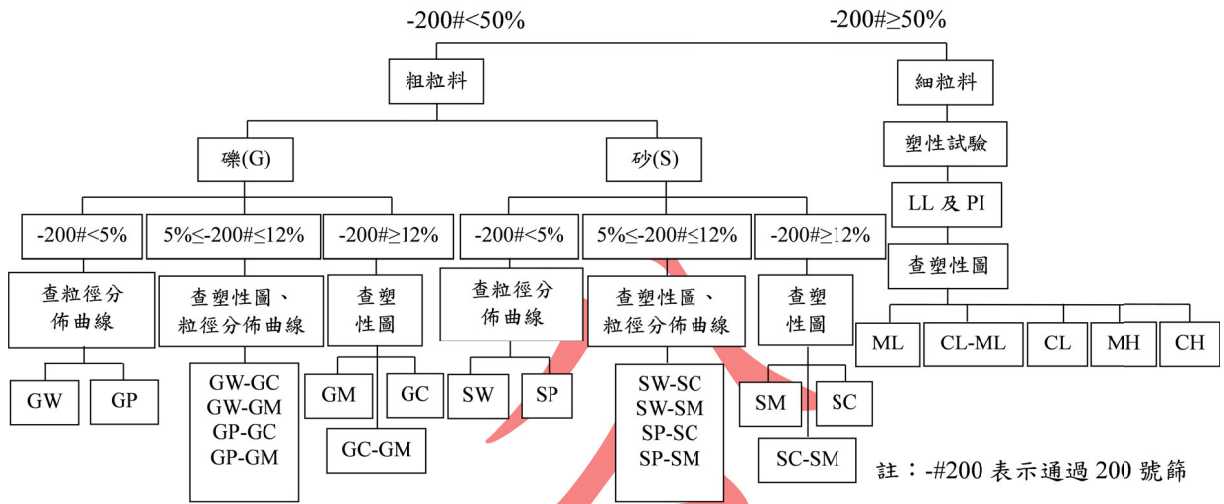
職



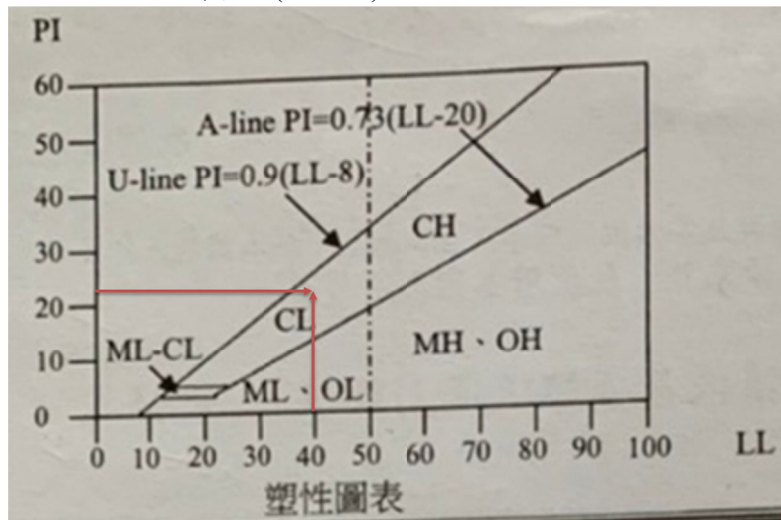
統一土壤分類 USCS:

通過#200 篩為 40%(幾乎有 60%屬砂土)屬 S(如下圖)

且 $LL=40\%$ $PI=22\%$



LL=40% PI=22%
故由塑性圖之屬黏土(如下圖)



故屬 SC 土壤
將上述結果填入表一如下:
表 1、鑽探報告

土樣編號	深度 m	標準貫入試驗 N 值	統一土壤分類 USCS	顆粒分析			土粒比重 Gs	自然含水量 ω(%)	濕土單位重 γ _m (KN/m ³)	孔隙比 e	液性限度 L.L.	塑性限度 P.L.	塑性指數 P.I.
				礫石 Grvel(%)	砂 Sand(%)	粉土粘土 Fine (%)							
s-1	1.5	11	SC	0%	60%	40%	2.69	25.3	19.21	0.72	40	18	22

二、表 2~表 4 有 A、B、C 三個基地進行垃圾掩埋場選址，垃圾掩埋場預定地下開挖 6.0m，採用深 12m 連續壁當擋土壁體，如圖 1 所示，試分析以下三個場址，那個適合？

說明：(一)垃圾掩埋場選址條件：不用不透水布與皂土布，以原地土壤止水與吸附重金屬離子，請選擇基地？(8 分) 並說明選址理由？(8 分)

註：粘土層若被穿透，不可當不透水層，因為混凝土發揮強度伴隨著體積收縮。

(二)在暴雨下地下水位上升到地表，請以擋土壁的最高流線，在 F_s = 2 下，連續壁單元止水樁最少須由 GL0m 至 GL 下多少公尺？(9 分)

$$\text{註：流砂 } F_s = \frac{i_c}{i} = \frac{\gamma_w}{\Delta H/L} \geq 2。$$

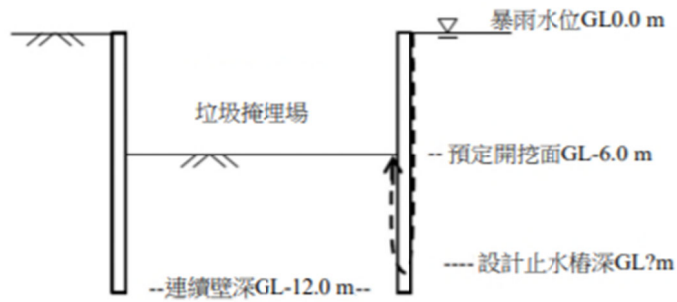


圖 1.垃圾掩埋場選址，垃圾掩埋場預定地下開挖 6.0m，採用深 12m 連續壁當擋土壁體

表 2.A 基地地質鑽探報告

名稱： 地點：華夏路、重上街口 地面標高：+0.47M 孔號：A 1 地下水位：4.50m 鑽探日期：83.04.30 試驗時間：83.05.14 83.05.20

深度 m	柱狀 圖	土樣 編號	擊數 N	地質說明	顆粒分析			分類	自然 含水量 w(%)	液性 限度 L.L.	塑性 限度 P.L.	塑性 指數 P.I.	當地 密度 T/m ³	比重 Gs	孔隙 比 e	
					礫石	砂	沉泥									
1		S-1	16	回填砂土含混凝土塊、雜物	1.00											
2		S-2	7	棕灰色粉質粘土夾粉土薄層	0.0	3.1	96.9	ML	23.4	--	NP	--	2.02	2.72	0.66	
3		S-3	4		4.00	0.0	0.6	99.4	CL	28.1	40.1	24.3	15.8	1.97	2.72	0.77
4		S-3	4	灰色粉質細砂含中砂	0.0	70.1	29.9	SM	30.5	--	NP	--	1.88	2.68	0.86	
5		S-4	11		0.0	77.8	22.2	SM	18.4	--	NP	--	2.11	2.68	0.50	
6		S-5	10													
7		S-6	11													
8		S-7	13		10.90	0.0	83.2	16.8	SM	24.3	--	NP	--	2.02	2.68	0.65
9		T-1	6													
10		S-8	6	灰色粉質粘土夾砂質粉土及細砂薄層	0.0	82.4	17.6	SM	21.8	--	NP	--	2.01	2.68	0.63	
11		S-9	6	14.0	0.0	8.5	91.5	ML	27.6	--	NP	--	1.98	2.71	0.75	
12		S-9	6		0.0	4.0	96.0	ML	29.2	--	NP	--	1.91	2.71	0.84	
13		S-10	11		0.0	77.2	22.8	SC	25.3	38.9	23.3	15.6	2.00	2.68	0.68	
14																
15																

公職王歷屆試題 (110 高考試題解答)

表 3.B 基地地質鑽探報告

工程名稱：_____
Sampler: 2" Standard Split spoon

地點：岡山大德路
鑽孔編號：B-1

日期：85.5.2-
地下水位：現地面下-1.8m
滲出水

鑽探部分				試驗部分													
土樣編號	深度 m	N Blow/Ft	柱狀圖	地質說明	分類	顆粒分析			比重	自然含水量 (%)	當地密度 g/cc	孔隙比 e	液性限度 L.L.	塑性限度 P.L.	塑性指數 P.I.	無圍壓縮強度 T/m ²	容許承載力 Qu(T/m ²)
						礫石	砂	細粒									
				回填 砂土													承載力未考慮沉陷因素
1-1	1.5	2		黃色 沉砂質	SM	0.0	76.3	23.7	2.68	19.0	1.83	0.74	--	NP	--	--	11.0
1-2	3.0	2		黃灰色 砂質	ML	0.0	7.5	92.5	2.69	24.6	1.92	0.75	--	--	--	--	12.0
1-3	4.5	1		灰色 沉泥質	SM	0.0	69.6	30.4	2.68	24.6	1.97	0.70	--	NP	--	--	10.0
1-4	6.0	1		黃灰色 砂質 沉泥 夾 粘土質 互層	ML	0.0	4.6	95.4	2.70	27.5	1.91	0.80	23.2	19.7	3.5	1.3	9.0
1-5	7.5	2		灰黃色 粘土質 沉泥 砂質 沉泥 互層	ML	0.0	4.5	95.5	2.70	27.3	1.93	0.78	22.1	18.3	3.8	2.5	12.0
1-6	9.0	5		黃色 粘土質 沉泥	CL-ML	0.0	2.2	97.8	2.70	26.0	2.00	0.70	21.9	16.5	5.4	6.3	18.0
1-7	10.5	11		黃色 沉泥質	CL	0.0	0.6	99.4	2.71	26.3	2.00	0.71	34.1	20.1	14.0	13.8	24.0
1-8	12.0	6		黃色 "	CL	0.0	1.1	98.9	2.72	29.7	1.95	0.81	40.4	21.2	19.2	7.5	20.0
1-9	13.5	5		"	CL	0.0	0.8	99.2	2.71	29.3	1.95	0.79	39.6	20.9	18.7	6.3	20.0
1-10	15.0	5		黃灰色 砂質	ML	0.0	32.5	67.5	2.69	25.2	2.01	0.68	--	--	--	--	40.0

表 4.C 基地地質鑽探報告

名稱：_____
地點：高雄市鹽埕區

新建地質鑽探工程
鑽探深度：106m

孔 號：B 25
地下水位：-5.21m

鑽探日期：83.4.16 20
試驗時間：_____

鑽探部分				試驗部分														
土樣編號	深度 m	N Blow/Ft	柱狀圖	地質說明	分類	顆粒分析			比重	自然含水量 (%)	當地密度 g/cc	孔隙比 e	液性限度 L.L.	塑性限度 P.L.	塑性指數 P.I.	無圍壓縮強度 T/m ²	容許承載力 Qu(T/m ²)	內摩擦角 φ
						礫石	砂	細粒										
				回填、黃灰色細砂夾 粘土														承載力未考慮沉陷因素
S-1	1	1		1.24m	ML	0	22.8	77.2	2.72	27.1	1.82	0.90	--	NP	--	--	5.1	--
S-2	3	1		灰褐色粘土土質粉砂	ML-CL	0	25.4	74.6	2.72	30.5	1.74	1.48	28.7	23.2	5.5	--	1.7	--
S-3	4	2		灰褐色粘土土質粉砂夾 螺層	ML	0	29.6	70.4	2.72	26.0	1.81	0.91	--	NP	--	--	5.3	--
S-4	6	3			ML	0	34.1	65.9	2.72	29.3	1.83	0.92	--	NP	--	--	5.6	--
S-5	7	3		7.85m	ML	0	37.6	62.4	2.27	27.9	1.82	0.91	--	NP	--	--	5.5	--
S-6	9	4		灰褐色粘土土質粉砂或 粉粉砂質粘土	CL	0	13.9	86.1	2.73	30.0	1.86	0.91	30.5	22.7	7.8	--	6.9	--
S-7	10	14		棕灰色粘土土質中細砂	SM	0	62.5	37.5	2.71	23.0	2.07	0.61	--	NP	--	--	16.4	31.0
S-8	12	12		12.69m	SM	0	58.7	41.3	2.71	23.2	2.05	0.63	--	NP	--	--	13.3	30.4
S-9	13	14		灰褐色粘土土質中細砂	SM	0	70.3	29.7	2.70	22.7	2.11	0.57	--	NP	--	--	16.1	30.9
S-10	14	14		15.00m	SM	0	73.5	26.5	2.70	22.5	2.13	0.55	--	NP	--	--	15.9	30.9

【解題關鍵】

- 《考題難易》★★★★
- 《破題關鍵》此題由地質剖面之資料了解土壤之性質，亦須了解垃圾掩埋場需要之土壤特性。最後要理解抵擋流砂的安全係數公式之使用。
- 《使用學說》地質剖面之特性與管湧(流砂)分析。

【擬答】《劉明老師解題》

(一)

1. 地質剖面之特性:

由 A、B、C 三個基地場址的地質鑽探報告可知

A 基地場址的地質 3m 到 10.5m 主要是 SM(粉質砂土)其透水性較高，不適合垃圾掩埋場選址，容易造成地下水之汙染

B 基地場址的地質在 3.5m 到 13.5m 主要是 ML(低塑性粉土)與 CL(低塑性黏土)為主，其透水性較低，適合垃圾掩埋場選址，不容易造成地下水之汙染

C 基地場址的地質由地表到 10m 主要是 ML(低塑性粉土)為主，但在 8.5 米到 10 米主要是 CL(低塑性黏土)其透水性較低。在 10m 以下為 SM(粉質砂土)其透水性較高，不適合垃圾掩埋場選址，容易造成地下水之汙染

若以止水與吸附重金屬離子為目的則，B 基地場址最適合做為垃圾掩埋

2. B 基地場址最適合做為垃圾掩埋場之理由:

垃圾掩埋場土壤需有止水與吸附重金屬離子的功能，為達到止水土壤之透水性需較低，因黏土的透水性係數很小，故止水功能佳。各種土壤滲透係數如下:

土壤類別	k (cm/sec)
粗砂土	1.0~0.01
細砂土	0.01~0.001
粉質黏土	0.001~0.00001
黏土	小於 0.000001

因垃圾掩埋場之汙染物常含有重金屬，因黏土礦物常帶負電可由陽離子交換來吸附重金屬離子使其不移動，故可減少地下水之汙染。

由以上所述可知黏土是較好的垃圾掩埋場之場址。

(二) $F_s = 2$ 下，連續壁單元止水樁最少深度計算:

抵擋流砂的安全係數如下:

$$F_s = \frac{i_c}{i} = \frac{\gamma_{sub}}{\Delta H/L} \geq 2$$

因 B 基地場址最適合做為垃圾掩，故先由 B 基地地質鑽探報告求 i_c :

由表 3.B 知在地下 6 米處(此為開挖深度地下水流出處)的 G_s 為 2.70 孔隙比為 0.6

帶入下式求得 i_c :

$$i_c = \frac{G_s - 1}{1 + e} = \frac{2.7 - 1}{1.6} = 1.063$$

假設連續壁單元止水樁之長度為 L ， $\Delta H = 6m$ (兩側水頭差)抵擋流砂的安全係數如下:

$$F_s = \frac{i_c}{i} = \frac{1.063}{6/(2L-6)} = 2 \rightarrow 2L - 6 = 12/1.063$$

$$L = 8.65m$$

故止水樁之長度為 8.65m

三、河川護岸工程開挖 3.5m，採用懸臂式擋土牆，設計 9m 深 FSPIII 鋼版樁擋土，施工時地下水降至 GL-5.2m，如圖 2 所示；基地地質鑽探報告，如題二表 4 所示。請分析其穩定安全係數 $F_s = ?$ (25 分)

註：1. 土壤主動壓力 $\sigma_a = (\gamma \cdot z + q - u) \tan^2(45 - \frac{\phi}{2}) - 2C \cdot \tan(45 - \frac{\phi}{2})$

2. 土壤被動土壓力 $\sigma_p = (\gamma \cdot z + q - u) \tan^2(45 + \frac{\phi}{2}) + 2C \cdot \tan(45 + \frac{\phi}{2})$

3. 護岸上方地表超載重，取 $q = 9.8KN/m^2$

4. 土壤短期強度，請用單軸抗壓強度分析

$$q_u = \frac{98N_{SPT}}{8} (KN/m^2) [Terzaghi \& Peck(1967)]$$

5. 可使用土層簡化分析，歸類同一土層期單位重與抗剪強度可平均之，地下水以上土壤單位重為 γ_m 、地下水以上土壤單位重為 γ_{sat} 土壤分割原則：
- | | | |
|------|------------------------|-------|
| 粘性土壤 | $N_{SPT} \leq 4$ | 軟弱粘土 |
| | $4 < N_{SPT} \leq 15$ | 中等硬粘土 |
| | $N_{SPT} > 15$ | 硬粘土 |
| 砂性土壤 | $N_{SPT} \leq 10$ | 鬆砂 |
| | $10 < N_{SPT} \leq 30$ | 中等砂 |
| | $N_{SPT} > 30$ | 緊密砂 |
6. 粘土張力在開挖後會消失，地表 GL0m，張力取 0。
7. 計算取小數第 3 位，四捨五入。

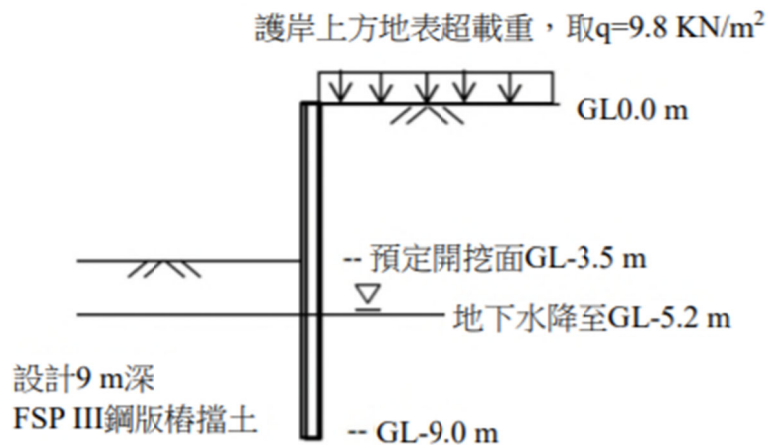


圖 2. 懸臂式擋土牆

【解題關鍵】

- 《考題難易》★★★★
- 《破題關鍵》能由鑽探資料求得土壤性質與土壓力的計算，
- 《使用學說》需有地下調查的知識及土壓力分析能力。

【擬答】《劉明老師解題》

(一) 土壤剖面性質

由基地地質鑽探報告題二表 4 所示，由地表至地表下 9m 處範圍的土壤為 ML 為主，為簡化分析，以地下水位處為界線歸類為未飽和與飽和粘土兩層土壤：

1. 未飽和粘土層土壤性質(地表至地下 5.2m):

表 4 所示可得

A: $G_s=2.72$

B: 孔隙比 e

$$e = \frac{0.9+1.48+0.91}{3} = 1.1$$

C: 含水量 ω

$$\omega = \frac{27.1+30.5+20.6}{3} = 27.87$$

$$\gamma_m = \frac{(1+\omega)G_s\gamma_w}{1+e} = \frac{(1+0.2787)(2.72)(9.81)}{1+1.1} = 16.5 \text{ kN/m}^2$$

D: N 值

$$N = \frac{1+1+2}{3} = 1.33$$

$$q_u = \frac{98N_{SPT}}{8} \quad c = q_u / 2 = \frac{98(1.33)}{16} = 8.146 \text{ kN/m}^2$$

2. 未飽和粘土層土壤性質(地下 5.2m 至地下 9m) :

表 4 所示可得

A: $G_s=2.72$ (註: 地下 7.85m 處之 $G_s=2.27$ 應有誤故改為 2.72 才合理因大部分土壤之 G_s 在 2.6-2.8 間)

B: 孔隙比 e

$$e = \frac{0.92+0.91}{2} = 0.92$$

$$\gamma_{sat} = \frac{(G_s + e)\gamma_w}{1 + e} = \frac{(2.72 + 0.92)(9.81)}{1 + 0.92} = 18.6 \text{ kN/m}^3$$

D: N 值

$$N = \frac{1+1+2}{3} = 1.33$$

$$q_u = \frac{98N_{SPT}}{8} \quad c = q_u / 2 = \frac{98(1.33)}{16} = 8.146 \text{ kN/m}^2$$

(二) 土壓力之計算:

因土壤為粘土 $\psi = 0^\circ$

1. 板樁右側之主動土壓力 ($q=9.8 \text{ kN/m}^2, \gamma=16.5 \text{ kN/m}^3, c=8.146 \text{ kN/m}^2$)

$$\sigma_a = (\gamma \cdot z + q - u) \tan^2(45 - \frac{\phi}{2}) - 2C \cdot \tan(45 - \frac{\phi}{2})$$

$$\text{在 } z = 0\text{m 時: } \sigma_a = 9.8 - 2 \times 8.146 = -6.49 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{在 } z = 5.2\text{m 時(地下水之上): } \sigma_a = 16.5 \times 5.2 + 9.8 - 16.29 = 79.308 \text{ kN/m}^2$$

地下水之下 ($\gamma=18.6 \text{ kN/m}^3, c=18.37 \text{ kN/m}^2$)

$$\text{在 } z = 5.2\text{m 時: } \sigma_a = 16.5 \times 5.2 + 9.8 - 2 \times 18.37 = 58.86 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{在 } z = 9\text{m 時: } \sigma_a = 16.5 \times 5.2 + 18.6 \times 3.8 + 9.8 - 9.81 \times 3.8 - 36.74 = 92.262 \text{ kN/m}^2$$

2. 板樁右側之被動土壓力 ($q=0 \text{ kN/m}^2, \gamma=16.5 \text{ kN/m}^3, c=8.146 \text{ kN/m}^2$)

$$\sigma_p = (\gamma \cdot z + q - u) \tan^2(45 - \frac{\phi}{2}) + 2C \cdot \tan(45 - \frac{\phi}{2})$$

$$\text{在 } z = 3.5\text{m 時: } \sigma_p = 2 \times 8.146 = 16.29 \text{ kN/m}^2$$

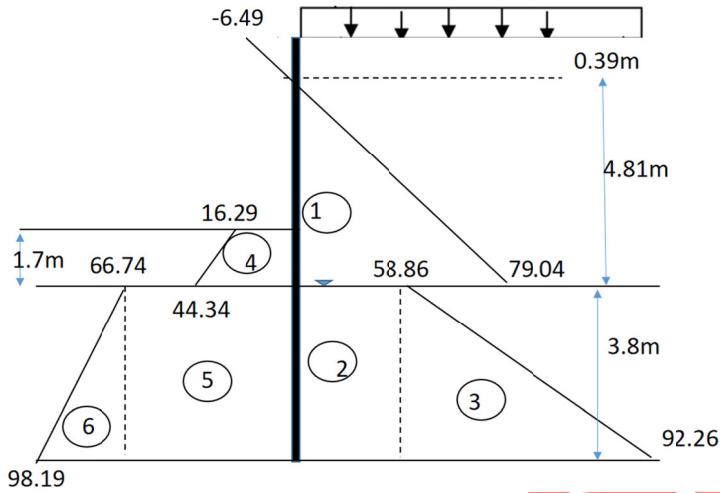
$$\text{在 } z = 5.2\text{m 時(地下水之上): } \sigma_p = 16.5 \times 1.7 + 16.29 = 44.34 \text{ kN/m}^2$$

地下水之下 ($\gamma=18.6 \text{ kN/m}^3, c=18.37 \text{ kN/m}^2$)

$$\text{在 } z = 5.2\text{m 時: } \sigma_p = 16.5 \times 1.7 + 2 \times 18.37 = 64.74 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{在 } z = 9\text{m 時: } \sigma_p = 16.5 \times 1.7 + 18.6 \times 3.8 - 9.81 \times 3.8 + 36.74 = 98.19 \text{ kN/m}^2$$

以上所得之主動與被動土壓力繪於下圖



主動土壓力的面積有面積 1 與 2 及 3 分別計算如下:

由題意粘土張力在開挖後會消失，張力取 0 故不考慮張力區塊

$$\text{面積 } 1(P_1) = (79.04)(4.81)/2 = 191.74 \text{ kN/m}$$

$$\text{面積 } 2(P_2) = (58.86)(3.8) = 223.68 \text{ kN/m}$$

$$\text{面積 } 3(P_3) = (92.26 - 58.86)(3.8)/2 = 63.46 \text{ kN/m}$$

$$\text{主動土壓力的合力} = 191.74 + 223.68 + 63.46 = 477.88 \text{ kN/m}$$

被動土壓力的面積有面積 4 與 5 及 6 分別計算如下:

$$\text{面積 } 4(P_4) = (16.29 + 44.34)(1.7)/2 = 51.53 \text{ kN/m}$$

$$\text{面積 } 5(P_5) = (66.74)(3.8) = 253.61 \text{ kN/m}$$

$$\text{面積 } 6(P_6) = (98.19 - 66.74)(3.8)/2 = 59.97 \text{ kN/m}$$

$$\text{被動土壓力的合力} = 51.53 + 253.61 + 59.97 = 364.89 \text{ kN/m}$$

滑動的安全係數:

$$FS = \frac{P_p}{P_a} = \frac{364.89}{477.88} = 0.76(NG)$$

為不安全版樁應打更深

轉動的安全係數:

主動土壓力對的版樁底部力矩

$$\begin{aligned} M_a &= (P_1 \times x_1 + P_2 \times x_2 + P_3 \times x_3) \\ &= (190.74)(4.81/3 + 3.8) + (223.68)(1.9) + (63.46)(3.8)/3 \\ &= 1030.63 + 424.992 + 80.38 = 1536.01(kNm/m) \end{aligned}$$

被動土壓力對的版樁底部力矩

因面積 4 的力矩 M_4 為梯形壓力分佈將其分解成三角形與長方形計算

$$M_4 = (16.29)(1.7)(1.7/2 + 3.8) + (44.34 - 16.29)(1.7)(1.7/2 + 3.8) = 128.75 + 104.1 = 232.85 \text{ kNm/m}$$

$$\begin{aligned} M_p &= (M_4 + P_5 \times x_5 + P_6 \times x_6) \\ &= 232.85 + (253.61)(1.9) + (59.97)(3.8)/3 \\ &= 232.85 + 481.56 + 75.96 = 790.37(kNm/m) \end{aligned}$$

轉動的安全係數:

$$FS = \frac{M_p}{M_a} = \frac{790.37}{1536.01} = 0.51(NG)$$

為不安全版樁應打更深



志光學儒保成

公職工科+國營事業

1+1 更有力 準備公職的同時，可報考國營事業考試，善用重疊考科，一次準備就能多次上榜！
上榜路徑大公開！一年內超過8次上榜機會！

初等考 1月 ●最易上手的公職考試	關務特考 4月 ●考科少於同職等考試	鐵路特考 6月 (110年因疫情延至9月) ●佐級錄取率最高	高普考 7月 (110年因疫情延至10月) ●主流考試，缺額眾多	調查局特考 8月 (110年因疫情延至10月) ●三等月薪76,000起
地方特考 12月 ●考科同高普考	自來水評價人員 不定期舉辦 ●只考選擇題	台電考試 不定期舉辦 ●考科少、好準備	中油僱員 不定期舉辦 ●只考2科，多為選擇題	國營事業職員級 不定期舉辦 ●國營退休潮，缺額多，工科類科競爭者少

錄取率高 109年 工科錄取率 最高達**19.42%**

電力工程	電子工程	機械工程	資訊工程
高考 19.42% 普考 17.33%	高考 9.04% 普考 9.39%	高考 18.27% 普考 13.70%	高考 12.92% 普考 10.47%



為你專屬設計的學習模式，讓你靈活學習、輕鬆準備！

我們都在 志光學儒保成 成功找到工科人的工頂人生

多元學習模式



直接，有效

- 實際面對面教學，現場解決您的疑惑。
- 優質專業名師，幫您統整、分析考試重點資訊。
- 定期的大小測驗，您可隨時檢視學習效果。



自主，彈性

- 不用煩惱通勤問題，課程教材直接送到家。
- 反覆聽課，不怕觀念聽不懂。
- 完全自由，可自主安排學習進度。



便利，專注

- 安靜舒適的上課環境，提高您的專注力。
- 看課時間能自由預約，無須擔心時間衝突。
- 可依需求暫停、倒轉或快轉，深度學習超簡單。



專業名師指導，提升解題順暢度！

本以為適合闢蕪，但發現穩定的生活才是我想要的。老師的教材都有明確分析與統整，再加上會由老師出申論題讓考生做練習，增加寫題目的敏感及順暢度。考前還有總複習課程，精準預測範圍、統整考前重點。

全國探花 李○庭 109年鐵路員級機械工程



選對好老師，中年轉職好順利！

我遭遇公司裁員，覺得公職夠穩定，決定踏上國考之路。隔了20幾年重拾書本，選擇好的補習班讓我事半功倍。熱力學老師跟流體力學老師，我非常推崇，只要照著老師講的記下來、寫下來，這樣就夠了。

1年考取 古○芳 109年高考機械工程



題庫班老師的講解，對我幫助很大！

畢業後工作，累的要死薪水卻不怎麼樣。剛好朋友推薦鐵路特考，就挑戰看看。我覺得機械原理的題庫班對我幫助很大，跟著老師一起解，不懂的地方聽老師講解，覺得聽完很多疑問就會解開並且對我幫助很大。

優秀考取 謝○軒 109年鐵路佐級機械工程

公職王歷屆試題 (110 高考試題解答)

四、某大樓新建工程地下開挖 6.0m，以 12.5m 深連續壁當擋土壁體，距離連續壁 1m 處有 5 樓透天厝（獨立基腳），如圖 3 所示。基地地質鑽探報告，如題二表 4 所示，工地為防連續壁挖掘時損及鄰房，故欲在鄰房每根柱子施做 2 支直徑 40cm 的 CCP（或 JGP、JSP）等高壓噴射成型樁，至 GL-13.5m 單軸抗壓強度 $q_u = 4900\text{KN/m}^2$ ，請分析：

(一) 研判砂土地盤中 CCP（或 JGP、JSP）等高壓噴射成型樁在表 5 中樁載重設計，較屬何種類型的樁？（2 分）

(二) CCP 托基樁之土壤支撐有效深度起點為地表下多少公尺處？（5 分）

(三) 2 支 CCP 樁分擔的鄰房載重？（2 分）

(四) 單支 CCP 樁土壤承载力？（10 分）

(五) 2 支 CCP 樁支承鄰房的安全係數 $F_s = ?$ （2 分）

(六) CCP 樁是否會被壓碎？（3 分）壓碎的安全係數 $F_s = ?$ （2 分）

註：1. 每一樓層單位面積活載重及呆載重供計 9.8KN/m^2 。

2. 連續壁挖掘時，土壤短期主動破壞面假設為 45° 。

3. CCP 樁屬高壓噴射強制攪拌樁，成型樁如照片 1 所示。

4. 單樁極限承载力 $Q_{ult} = Q_s$ （樁表皮摩擦阻力）+ Q_p （樁端點抗力）

(1) 粘性土壤 $Q_s = 0.45 \cdot S'_u \cdot \Sigma a_s \cdot L$

$$Q_p = 9 \cdot S_u \cdot A_p$$

式中： S'_u ：為樁身表皮土壤短期不排水剪力強度，

請用單軸抗壓強度分析 $q_u = \frac{98N_{SPT}}{8}$ (KN/m²) [Terzaghi & Peck(1967)]

S_u ：為樁端土壤短期不排水剪力強度，請用單軸抗壓強度分析

$$q_u = \frac{98N_{SPT}}{8}$$
 (KN/m²) [Terzaghi & Peck(1967)]

Σa_s ：單位深度樁表皮面積 (m²)

L ：樁身有效入土深度 (m)

A_p ：樁端橫斷面積 (m²)

(2) 砂性土壤 $Q_{ult} = Q_s$ （樁表皮摩擦阻力）+ Q_p （樁端點抗力）

$$Q_s = f_s \cdot \Sigma a_s \cdot L$$

$$Q_p = q_b \cdot A_p$$

Q_s 之 f_s 與 q_b ，如表 5 所示。

表 5. 砂性土壤基樁最大表皮摩擦阻力及樁端點極限承载力

承载力	打入式基樁	鑽掘式基樁	植入式基樁	
			欲鑽孔工法	中掘工法
f_s	$N/3 (\leq 15)$	不使用皂土液 $N_{ave}/3 (\leq 15)$ 使用皂土液 $N_{ave}/5 (\leq 10)$	$N/5 (\leq 15)$	1.5
q_b	$30N_p$	$7.5N_p$	$25N_p$	$25N_p$

註：表中 N_p 值均採樁端點上方 4 倍樁徑範圍內土壤平均 N 值與樁端下方 1 倍樁徑範圍內土壤平均 N 值之平均值，其值均不得超過 50。（表中值單位 t/m²）換成 SI 制需乘上 9.8KN。



照片1.CCP樁高壓噴射強制攪拌成型樁

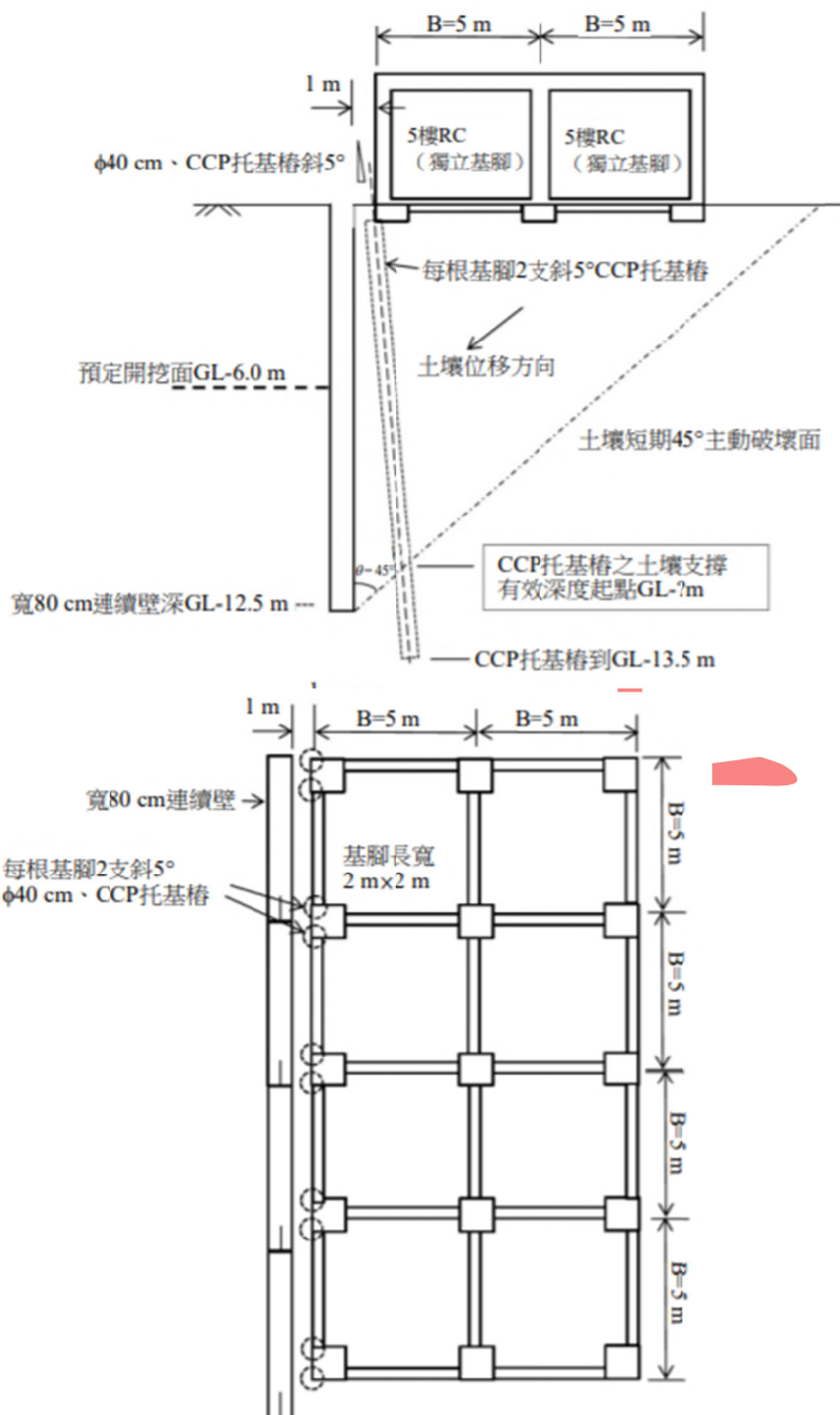


圖3.某大樓新建工程地下開挖6.0m，以12.5m深連續壁當擋土壁體，距離連續壁1m處有5樓透天厝（獨立基腳）

【解題關鍵】

1. 《考題難易》★★★★★

2. 《破題關鍵》此題屬基樁保護工法的應用題型，須了解 CCP 樁與結構荷重的傳遞，又須能由鑽探資料求得土壤強度與樁的承载力計算，屬於工程應用的題型，考生須將基礎工程的知識融會貫通方能全部解出。

3. 《使用學說》需有地下調查的知識及樁的承载力的理論，此外亦需結構荷重分布的概念。

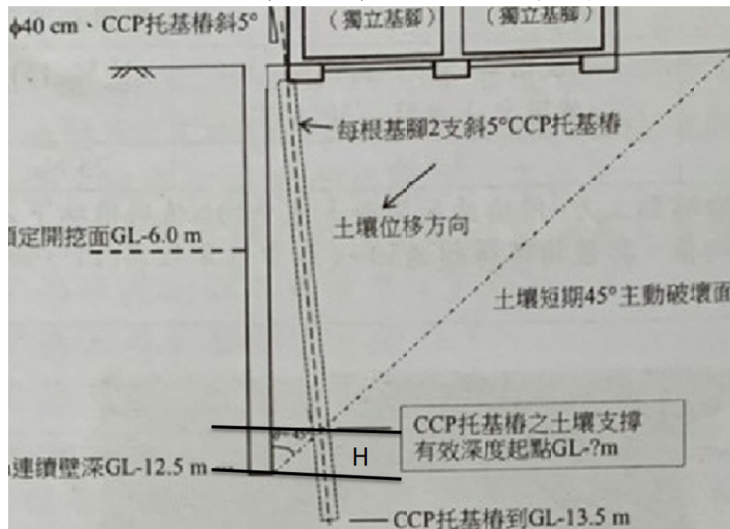
【擬答】《劉明老師解題》

(一)基樁分類為鑽掘式基樁、打入式基樁及植入式基樁三種，因 CCP 樁並無改良周邊土壤的功能，故屬於鑽掘式基樁。

(二)依題意在連續壁底部以向右 45° 發展主動破壞面如下圖，破壞面以上土壤強度可不考慮，故 CCP 托基樁之土壤支撐有效深度距連續壁底部 H 如下圖所示，由三角幾何可得 H 之公式如下：

$$(12.5 - H) \tan 5 = H - 1 \rightarrow \tan 5 = \frac{H - 1}{12.5 - H} \rightarrow 2.094 - 0.087H = H \rightarrow H = 2.0m$$

故 CCP 托基樁之土壤支撐有效深度起點為地表下 $12.5m - 2m = 10.5m$



(三) 2 支 CCP 樁分擔的鄰房載重有分角邊與中間位置每一樓層單位面積活載重及呆載重供計 $9.8kN/m^2$ 。

1. 房屋角邊的兩個 CCP 托基樁分擔的鄰房(5 樓)載重為

$$Q_A = 9.8(5/2) \times (5/2) \times (5) = 306.25kN$$

2. 房屋中間的兩個 CCP 托基樁分擔的鄰房(5 樓)載重為

$$Q_A = 9.8 \times (5) \times (5/2) \times (5) = 612.5kN$$

四)單支 CCP 樁土壤承载力

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

由基地地質鑽探報告題二表 4 所示，CCP 托基樁之土壤支撐有效深度起點為地表下 10.5m 處到 13.5m 處(只有此處的土壤強度可提供摩擦力)，在此範圍的土壤為 SM，其平均的 N 值為 $(14+12)/2=13$ 故使用砂性土壤公式如下

$$Q_s = f_s \cdot \Sigma a_s \cdot L$$

$$Q_p = q_b \cdot A_p$$

Q_s 之 f_s 與 q_b ，如表 5 所示(注意此公式的單位為 t)

$$Q_s = f_s a_s L = \frac{1}{5} N a_s L = \frac{13}{5} \times \pi \times 0.4 \times (13.5 - 10.5) = 9.8t$$

N_p 值均採樁端點上方 4 倍樁徑範圍內土壤平均 N 值與樁端下方 1 倍樁範圍內土壤平均 N 值之平均值，故為 11.9-13.9m 處 N 的平均值為 $(14+12+14)/3=13.3$

$$Q_p = q_b A_p = 7.5 N_p A_p = 7.5 \times 13.3 \times \frac{\pi}{4} \times 0.4^2 = 12.53t$$

$$Q_u = Q_p + Q_s = 9.8 + 12.53 = 22.33t = 219.11kN$$

故單支 CCP 樁土壤承载力 219.11kN

公職王歷屆試題 (110 高考試題解答)

(五) 2 支 CCP 樁支承鄰房的安全係數 F_s 分成兩種情形

1. 房屋角邊的兩個 CCP 托基樁的安全係數 F_s 為

$$F_s = 2(219.11) / 306.25 = 1.43$$

2. 房屋中間的兩個 CCP 托基樁的安全係數 F_s 為

$$F_s = 2(\text{房屋}) / 612.5 = 0.72$$

(六) CCP 樁壓碎分析與安全係數 F_s 分成兩種情形

CCP 樁的單軸抗壓強度 $q_u = 4900 \text{KN/m}^2$

$$p = q_u A = 4900 \times \frac{\pi}{4} \times 0.4^2 = 615.75 \text{kN}$$

1. 房屋角邊 CCP 托基樁的安全係數 F_s 為

$$F_s = 2(615.75) / 306.25 = 4.02$$

2. 房屋中間的兩個 CCP 托基樁的安全係數 F_s 為

$$F_s = 2(225.58) / 612.5 = 2.01$$

因安全係數 F_s 都大於 1 不會被壓碎

公
職
王