

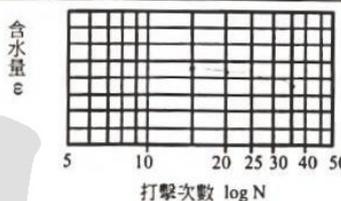
# 《土壤力學(包括基礎工程)》

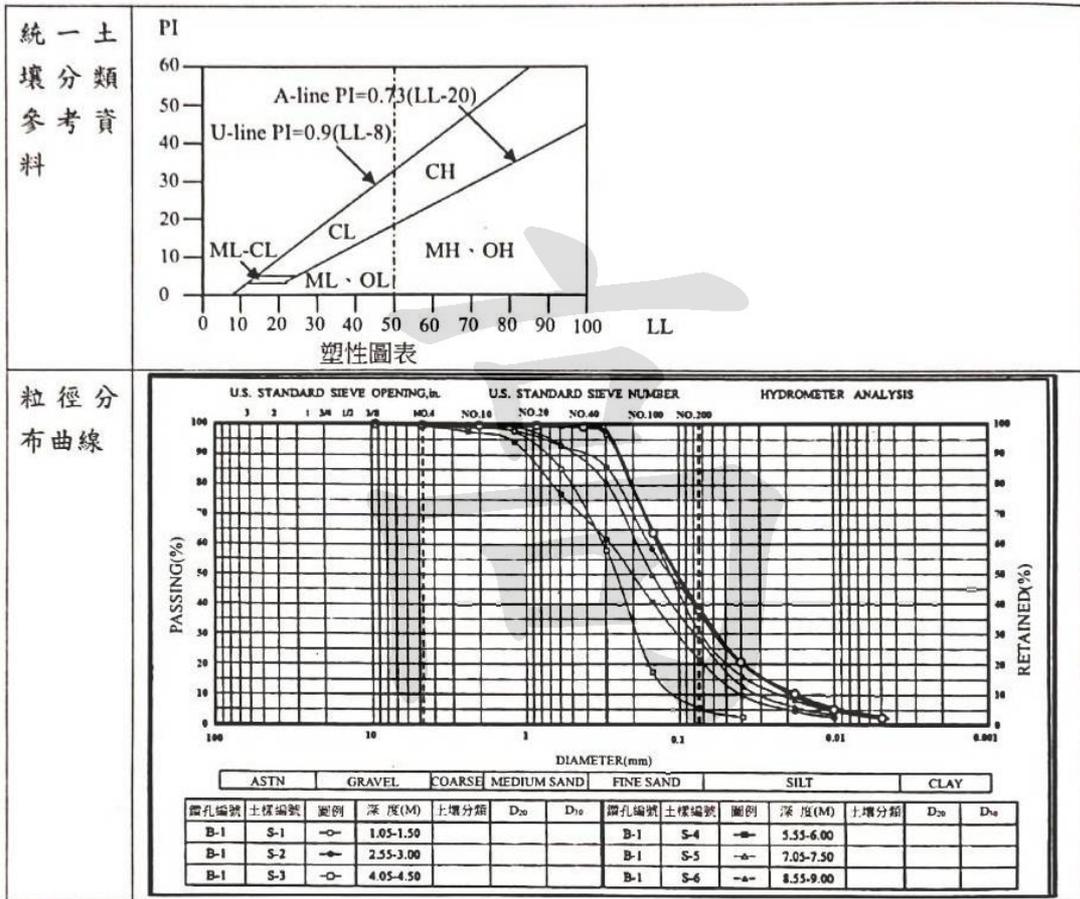
一、如表 1 所示鑽探報告，請依各項試驗填上數值。(每格 2 分，共 24 分)

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 $\omega$ (%)	濕土單位重 $\gamma_m$ ( $\text{KN/m}^3$ )	孔隙比 e	液性限度 L.L.	塑性限度 P.L.	塑性指數 PI.
				礫石 Gravel (%)	砂 Sand (%)	粉土粘土 Fine (%)							
s-1	1.5												

註：1 t=9.8 kN、1 kg=9.8 N

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 Wm (N)	銅圈內土壤烘乾重 Ws (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3 mm開裂含水量 $\omega_1=17.0\%$ $\omega_2=18.0\%$ $\omega_3=19.0\%$			
液性限度試驗	打擊次數N1=15、 $\omega_1=47.0\%$ 打擊次數N2=20、 $\omega_2=43.0\%$ 打擊次數N3=35、 $\omega_3=35.0\%$			
土粒比重試驗 $G_s$	空比重瓶 $W_c=0.784\text{ N}$ ，乾土粒重 $W_s=0.3626\text{ N}$ ，瓶+土+滿水重 $W_1=1.40434\text{ N}$ ，空瓶+滿水重 $W_2=1.176\text{ N}$ ，水溫 $T^\circ\text{C}=20^\circ\text{C}$ $(\gamma_{WT^\circ\text{C}}=9.78236\text{ KN/m}^3)$ [註：取小數點2位，4捨5入]			



試題評析	<p>1. 土顆粒比重試驗的重點在於用阿基米德原理求出不規則的土顆粒體積。在攝氏 20 度，如果你左手持有體積 V<sub>1</sub> 的土顆粒，右手有體積 V<sub>1</sub> 的水，則你兩手的負重差就是 <math>\Delta W = V_1 \gamma_s - V_1 \gamma_w</math> 20 度 = <math>V_1 (\gamma_s - \gamma_w</math> 20 度)，利用此式可以求出不規則的土顆粒體積 V<sub>1</sub>。注意要用 20 度時的水單位重計算，不是 4 度時的水單位重。</p> <p>2. 國中生成知道攝氏 4 度時的水單位重最大。依據 G<sub>s</sub> 定義，<math>G_s = \gamma_s / \gamma_w</math> 4 度。</p>
考點命中	《土壤力學了沒》土壤力學部分的題號§3-3.1、§3-4.7、§6-3.1與《解說土壤力學》練習題6。

解：

一、

$$N = N_2 + N_3 = 5 + 6 = 11$$

根據土樣編號 s-1 的粒徑分布曲線，過#200 為 40%，過#4 為 100%，所以礫石含量 0%，粉土與黏土佔 40%，砂土佔 60%

依據液性限度試驗，在半對數圖上繪直線，橫軸  $\log N = \log 25$  之處，內插得  $LL = 39\%$

依據塑性限度試驗， $PL = (17\% + 18\% + 19\%) / 3 = 18\%$

$$PI = LL - PL = 39 - 18 = 21$$

A line 的  $PI = 0.73(LL - 20) = 0.73(39 - 20) = 13.87 < 21$  故統一土壤分類得 SC

$$\gamma_m = \frac{W_m}{V} = \frac{1.0437}{\frac{\pi}{4} \times 3.1^2 \times 7.2} = 0.019206 \text{ N/cm}^3 = 19.206 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V} = \frac{0.833}{\frac{\pi}{4} \times 3.1^2 \times 7.2} = 0.015328 \text{ N/cm}^3 = 15.328 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_m = \gamma_d (1+w)$$

$$\text{代入數據 } 19.206 = 15.328(1+w)$$

$$\text{解出 } w = 25.3\%$$

計算土顆粒比重：

$$V_s(\gamma_s - \gamma_{w20^\circ}) = \Delta W$$

$$\Rightarrow \frac{W_s}{\gamma_s}(\gamma_s - \gamma_{w20^\circ}) = \Delta W$$

$$\text{展開得 } W_s - W_s \frac{\gamma_{w20^\circ}}{\gamma_s} = \Delta W$$

$$\Rightarrow 0.3626 - 0.3626 \times \frac{9.78236}{\gamma_s} = 1.40434 - 1.176$$

$$\text{解出 } \gamma_s = 26.4195 \text{ kN/m}^3$$

$$G_s = \gamma_s / \gamma_{w4^\circ} = 26.4195 / 9.81 = 2.693$$

$$e = (\gamma_s / \gamma_d) - 1 = 26.4195 / 15.328 - 1 = 0.724$$

N	分類	G(%)	S(%)	F(%)	G <sub>s</sub>	w(%)	γ <sub>m</sub> (kN/m <sup>3</sup> )	e	LL	PL	PI
11	SC	0	60	40	2.693	25.3	19.206	0.724	39	18	21

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 6.0 m，採用深 12 m 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<sub>s</sub>=2 下，連續壁單元止水樁最少須由 GL0 m 至 GL 下多少公尺？(9 分)

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

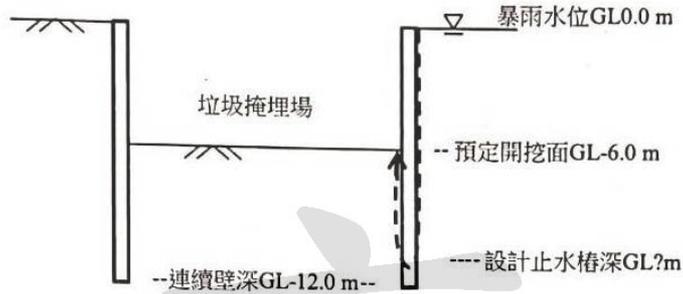


圖1.垃圾掩埋場選址，垃圾掩埋場預定地下開挖6.0 m，採用深12 m連續壁當擋土壁體

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

鑽探部分 深度 m	柱狀圖 編號	土樣 編號	擊數 N	地質說明	試驗分析											
					顆粒分析			自然含水量 ω(%)	液性 限度 L.L.	塑性 限度 P.L.	塑性 指數 P.I.	當地 密度 T/m <sup>3</sup>	比重 G <sub>s</sub>	孔隙 比 e		
					礫石	砂	沉泥									
1				回填砂土含混凝土塊、雜物	1.00											
2		S-1	16	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-2	7		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		4.00	0.0	77.8	22.2	SM	18.4	--	NP	--	2.11	2.68	0.50
6		S-5	10			0.0	83.2	16.8	SM	24.3	--	NP	--	2.02	2.68	0.65
7		S-6	11			0.0	82.4	17.6	SM	21.8	--	NP	--	2.01	2.68	0.63
8		S-7	13	10.90	0.0	82.4	17.6	SM	21.8	--	NP	--	2.01	2.68	0.63	
9		T-1		灰色粉質粘土夾砂 質粉土及細砂薄層	0.0	8.5	91.5	ML	27.6	--	NP	--	1.98	2.71	0.75	
10		S-8	6		14.0	0.0	4.0	96.0	ML	29.2	--	NP	--	1.91	2.71	0.84
11		S-9	6		0.0	4.0	96.0	ML	29.2	--	NP	--	1.91	2.71	0.84	
12		S-10	11		0.0	77.2	22.8	SC	25.3	38.9	23.3	15.6	2.00	2.68	0.68	

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：現地地下-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(%)	天然密度g/cc	孔隙比e	液性限度L.L.	塑性限度P.L.	塑性指數P.I.	無圍壓壓縮強度T/m <sup>2</sup>	容許承載力Qa(T/m <sup>2</sup> )	內摩擦角φ
						礫石	砂	細粒										
1-1	1.5	2		回填 砂土 0.3 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 3.0	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 3.8	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 5.3	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 互層 8.5	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 砂質 互層 8.7	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 9.4	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-SM	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 14.5 15.0	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  
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(%)	天然密度g/cc	孔隙比e	液性限度L.L.	塑性限度P.L.	塑性指數P.I.	無圍壓壓縮強度T/m <sup>2</sup>	容許承載力Qa(T/m <sup>2</sup> )	內摩擦角φ
						礫石	砂	細粒										
S-1	1	1		回填、黃灰色細砂夾 粘土 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 3.42m	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			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 10.32m	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			SM	0	58.7	41.3	2.71	23.2	2.05	0.63	-	NP	-	-	13.3	30.4
S-9	13	14			SM	0	70.3	29.7	2.70	22.7	2.11	0.57	-	NP	-	-	16.1	30.9
S-10	14	14		灰褐色粘土土質中細砂 15.00m	SM	0	73.5	26.5	2.70	22.5	2.13	0.55	-	NP	-	-	15.9	30.9

試題評析	<p>連續壁施工品質良莠不一，較差的施工品質會在連續壁公、母單元交界處，發生滲水、夾泥以及漏砂現象。某些補救辦法是在公、母單元交界交接斷面外側(指基地外側)鑽孔灌漿，形成止水樁(CCP樁)，就是題目講的連續壁單元止水樁。惟此工法之施工性可能受限，例如連續壁外側緊貼鄰房，沒有施工空間或空間不夠大。止水性也存疑(施工廠商一定會嘴巴喊掛保證，聽聽就好，認真先輸)，不一定能阻斷公、母單元連接處產生的滲流。</p> <p>這位南台灣松爺出的題目很容易辨認，都是高雄地區的鑽探報告圖，每次土壤單位重都要加權平均。如果題幹考砂湧，那就是流線所經過的砂土(或粉土)，其單位重須加權平均，此時就不管黏土的指數性質。如果題幹考上舉或隆起，那就找黏土，其單位重須加權平均，此時就不管砂土與粉土的指數性質。由於鑽探報告已標出土壤分類符號，你就知道哪一層會發生什麼災害。</p> <p>歐陽在題庫班已經連續兩年剖析，提出破解方法，有上課幾乎都拿滿分，歡迎來鑑賞。</p>
考點命中	《土壤力學了沒》題號§5-10.6。

解：

(一)選B基地，因為連續壁底端(GL-12 m)尚插在黏土層當中，未貫破黏土層，將來垃圾掩埋場貼著連續壁面往下流的汙廢水，不會穿越黏土層。

(二)猜連續壁單元止水樁做到GL-9.5 m

地面GL 0 m到GL-6 m，單位重 $\gamma_1 = (1.83+1.92+1.97+1.91) / 4 = 1.9075 \text{ tf/m}^3$

地面GL -6 m 到GL-9.5 m，單位重 $\gamma_2 = (1.93+2) / 2 = 1.965 \text{ tf/m}^3$

流線總長度 $9.5+3.5 = 13 \text{ m}$

向上流線有3.5 m，此3.5 m之 $\gamma' = \gamma_2 - \gamma_w = 1.965 - 1 = 0.965 \text{ tf/m}^3$

臨界水力坡降 $i_c = \gamma' / \gamma_w = 0.9385$

砂湧 $FS = \frac{i_c}{i} = \frac{0.965}{6/13} = 2.09 \approx 2 \quad \text{OK!}$

故連續壁單元止水樁做到GL-9.5 m

黑點

三、河川護岸工程開挖 3.5 m，採用懸臂式擋土牆，設計 9 m 深 FSP III 鋼版樁擋土，施工時地下水降至 GL-5.2 m，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  $q = 9.8 \text{ KN/m}^2$

4. 土壤短期強度，請用單軸抗壓強度分析

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

5. 可使用土層簡化分析，歸類同一土層其單位重與抗剪強度可平均之，地下水以上土壤單位重為  $\gamma_m$ 、地下水以上土壤單位重為  $\gamma_{\text{sat}}$  土層分割原則：

粘性土壤	$N_{\text{SPT}} \leq 4$	軟弱粘土
	$4 < N_{\text{SPT}} \leq 15$	中等硬粘土
	$N_{\text{SPT}} > 15$	硬粘土
砂性土壤	$N_{\text{SPT}} \leq 10$	鬆砂
	$10 < N_{\text{SPT}} \leq 30$	中等砂
	$N_{\text{SPT}} > 30$	緊密砂

6. 粘土張力在開挖後會消失，地表 GL0 m，張力取 0。

7. 計算取小數第 3 位，四捨五入。

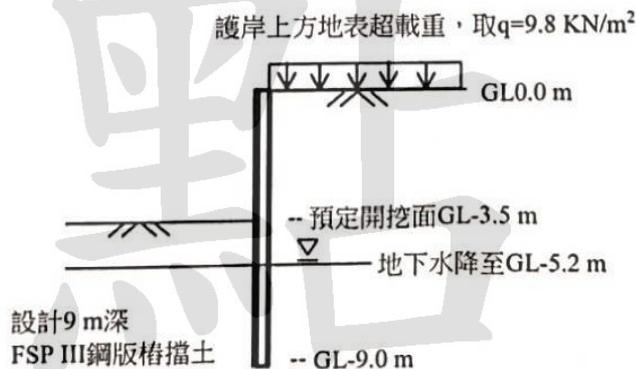


圖2. 懸臂式擋土牆

### 試題評析

1. 這種題目說實在學術上很有爭議，在學術上怎麼算都會吵不完，想用總應力算，或想用有效應力算，都各自有瑕疵，都有被人說嘴的地方。然而在實務上，負責蓋章的技師，他只要敢蓋章，他想怎麼算，自負法律後果，別人沒有多嘴的餘地。
2. 可是國考不是考生蓋章，不是考生愛怎麼算別人就管不了(有一位檢核的人，叫閱卷老師)，出這種學術觀念上有爭議的題目，改的人敢不敢光明講出來閱卷標準？如果閱卷者有兩套以上的答案，一套有效應力算法對應的答案，一套總應力算法對應的答

	<p>案，合理都給分，那這樣有機會平息爭議。</p> <p>3. 又是南臺灣松爺命題，他已經出包多次，詳平鉞載重試驗，各位考生見《解說基礎工程》。筆者講過，他自己的研究成果，並沒有大學通用的教科書承認，別的大學土木工程系教授也不可能在自家學校教松爺自己發明的「蔽帚」，甚至連聽都沒聽過，可是國考卻是各家畢業生都可以來參加，這樣考選部是不是圖利松爺，幫忙 push 松爺奇怪的書之銷售量？考選部承辦人與科長的帳戶應該讓檢調查一查，更甚的，整個考試變成劣幣逐良幣。</p> <p>4. 松爺可以把粉土、砂土都編出不排水剪力強度，Terzaghi 看了會氣到爬起來；所有的原文書都說黏土不適合用 N 值公式做細部設計，松爺他細設一路狂用到底。松爺你可以換別的題目嘛！沒讀過原文書嗎？這種有爭議的題目，讓它留在實務界給敢蓋章的技師決定，怎麼可以拿來國考篩選考生？你的奇怪東西大家都沒讀過呀！</p> <p>5. 讀者你就算是留學美、日，把松爺東西翻譯成英文、日文，請外國學者品鑑，外國學者一定回答 “Bullshit, what are you doing?”</p> <p>6. 正因以上原因，筆者是迫不得已採用總應力分析。</p> <p>7. 地下水位線(GL-5.2 m)以下，報告裡「當地密度」，顧名思義當然是指飽和狀態下密度，可是此密度對應之飽和單位重，卻不等於依據 <math>\gamma_{sat} = \frac{G_s + e}{1 + e} \gamma_w</math> 算出來的飽和單位重，也就是題目數據給太多，給到互相矛盾的現象又出現。為了上榜，考生趕快寫信到考選部要分，用哪一套寫，應該都要得分。松爺請加油，92 或 95 無鉛都可以。</p> <p>8. 正確的 kPa，松爺永遠錯誤寫成 KPa。筆者 15 年前在書裡就說過，會寫成 KPa 的老師，通常非常非常肉腳。</p>
<b>考點命中</b>	這種爛題目，優秀的書籍沒辦法命中，「蝦子」才能命中。

解：

## (1) 計算土壤性質

從地表到 GL -5.2 m

$$\gamma_m = (1.82 + 1.74 + 1.81) / 3 = 1.79 \text{ tf/m}^3$$

$$N = (1 + 1 + 2) / 3 = 1.33$$

$$q_u = \frac{98N}{8} = \frac{98(1.33)}{8} = 16.33 \text{ kPa} = 1.667 \text{ tf/m}^2$$

從 GL -5.2 m 到 GL -7.85 m

GL -7.85 m 處的土顆粒比重，報告誤植為 2.27，逕修正回 2.72

$$\gamma_{sat} = \frac{G_s + e}{1 + e} \gamma_w = \frac{2.72(0.915)}{1 + 0.915} \times 1 = 1.898 \text{ tf/m}^3 \quad (\text{孔隙比先平均})$$

$$N = (3 + 3) / 2 = 3$$

$$q_u = \frac{98N}{8} = \frac{98(3)}{8} = 36.75 \text{ kPa} = 3.75 \text{ tf/m}^2$$

從 GL -7.85 m 到 GL -9 m (CL)

$$\gamma_{sat} = \frac{G_s + e}{1 + e} \gamma_w = \frac{2.73(0.91)}{1 + 0.91} \times 1 = 1.905 \text{ tf/m}^3$$

$$N = 4$$

$$q_u = \frac{98N}{8} = \frac{98(4)}{8} = 4.95 \text{ kPa} = 5 \text{ tf/m}^2$$

## (2) 求張力裂縫深度

總應力分析 ( $\phi = 0^\circ$ ,  $2c_u = q_u$ )地表超載  $q = 9.8 \text{ kN/m}^2 = 1 \text{ tf/m}^2$ 

$$z_c = \frac{2c}{\gamma \sqrt{K_a}} - \frac{q}{\gamma} = \frac{1.667}{1.79 \sqrt{1}} - \frac{1}{1.79} = 0.37 \text{ m}$$

(3) 計算主動土壓力 總應力分析( $\phi=0^\circ$ ,  $2c_u = q_u$ )

$$\sigma_a = (\gamma z + q)K_a - 2c_u \sqrt{K_a} = (\gamma z + q)K_a - q_u \sqrt{K_a}$$

at  $z = 5.2 \text{ m}$  (上)

$$\sigma_a = (\gamma z + q)K_a - q_u \sqrt{K_a} = (1.79 \times 5.2 + 1) \times 1 - 1.667 \sqrt{1} = 8.641 \text{ tf/m}^2$$

at  $z = 5.2 \text{ m}$  (下)

$$\sigma_a = (\gamma z + q)K_a - q_u \sqrt{K_a} = (1.79 \times 5.2 + 1) \times 1 - 3.75 \sqrt{1} = 6.558 \text{ tf/m}^2$$

at  $z = 7.85 \text{ m}$  (上)

$$\sigma_a = (1.79 \times 5.2 + 1.898 \times 2.65 + 1) \times 1 - 3.75 \sqrt{1} = 11.588 \text{ tf/m}^2$$

at  $z = 7.85 \text{ m}$  (下)

$$\sigma_a = (1.79 \times 5.2 + 1.898 \times 2.65 + 1) \times 1 - 5 \sqrt{1} = 10.34 \text{ tf/m}^2$$

at  $z = 9 \text{ m}$

$$\sigma_a = (1.79 \times 5.2 + 1.898 \times 2.65 + 1.905 \times 1.15 + 1) \times 1 - 5 \sqrt{1} = 12.53 \text{ tf/m}^2$$

(4) 計算被動土壓力 總應力分析( $\phi=0^\circ$ ,  $2c_u = q_u$ ), 開挖面建立新參數 $z_1$

$$\sigma_p = (\gamma z_1 + q)K_p + 2c_u \sqrt{K_p} = (\gamma z_1 + q)K_p + q_u \sqrt{K_p}$$

at  $z_1 = 0 \text{ m}$

$$\sigma_p = q_u \sqrt{K_p} = 1.667 \sqrt{1} = 1.667 \text{ tf/m}^2$$

at  $z_1 = 1.7 \text{ m}$  (上)

$$\sigma_a = (\gamma z_1 + q)K_p + q_u \sqrt{K_p} = (1.79 \times 1.7) \times 1 + 1.667 \sqrt{1} = 4.71 \text{ tf/m}^2$$

at  $z_1 = 1.7 \text{ m}$  (下)

$$\sigma_a = (\gamma z_1 + q)K_p + q_u \sqrt{K_p} = (1.79 \times 1.7) \times 1 + 3.75 \sqrt{1} = 6.793 \text{ tf/m}^2$$

at  $z_1 = 4.35 \text{ m}$  (上)

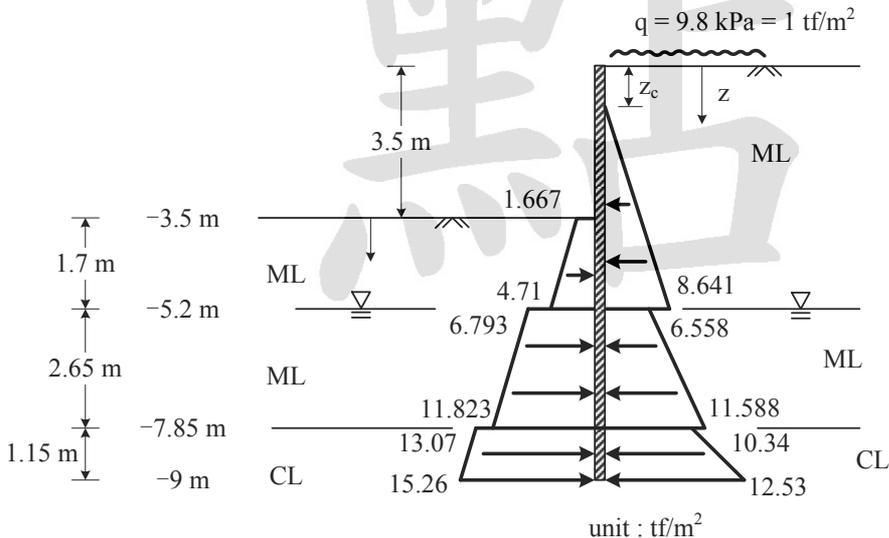
$$\sigma_a = (\gamma z_1 + q)K_p + q_u \sqrt{K_p} = (1.79 \times 1.7 + 1.898 \times 2.65) \times 1 + 3.75 \sqrt{1} = 11.823 \text{ tf/m}^2$$

at  $z_1 = 4.35 \text{ m}$  (下)

$$\sigma_a = (\gamma z_1 + q)K_p + q_u \sqrt{K_p} = 11.823 - 3.75 + 5 = 13.07 \text{ tf/m}^2$$

at  $z_1 = 5.5 \text{ m}$

$$\sigma_a = 13.07 + 1.15 \times 1.905 = 15.26 \text{ tf/m}^2$$



## (5)主動區

$$P_{a1} = 8.641 \times (5.2 - 0.37) / 2 = 20.87 \text{ tf/m}$$

$$P_{a2} = 2.65 \times (6.558 + 11.588) / 2 = 24.04 \text{ tf/m}$$

$$P_{a3} = 1.15 \times (10.34 + 12.53) / 2 = 13.15 \text{ tf/m}$$

被動區

$$P_{p1} = 1.7 \times (1.667 + 4.71) / 2 = 5.42 \text{ tf/m}$$

$$P_{p2} = 2.65 \times (6.793 + 11.823) / 2 = 24.666 \text{ tf/m}$$

$$P_{p3} = 1.15 \times (13.07 + 15.26) / 2 = 16.29 \text{ tf/m}$$

$$FS = \frac{P_{p1} + P_{p2} + P_{p3}}{P_{a1} + P_{a2} + P_{a3}} = \frac{46.376}{58.06} = \underline{0.8}$$

高點

- 四、某大樓新建工程地下開挖 6.0 m，以 12.5 m 深連續壁當擋土壁體，距離連續壁 1 m 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 40 cm 的 CCP（或 JGP、JSP）等高壓噴射成型樁，至 GL-13.5 m 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共計  $9.8 \text{ KN/m}^2$ 。  
 2. 連續壁挖掘時，土壤短期主動破壞面假設為  $45^\circ$ 。  
 3. CCP 樁屬高壓噴射強制攪拌樁，成型樁如照片 1 所示。  
 4. 單樁極限承載重  $Q_{ult} = Q_s$ （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

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

Peck(1967)]。

$S_u$ ：為樁端土壤短期不排水剪力強度，請用單軸

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

Peck(1967)]。

$\Sigma a_s$ ：單位深度樁表皮面積 ( $\text{m}^2$ )

$L$ ：樁身有效入土深度 (m)

$A_p$ ：樁端橫斷面積 ( $\text{m}^2$ )

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

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

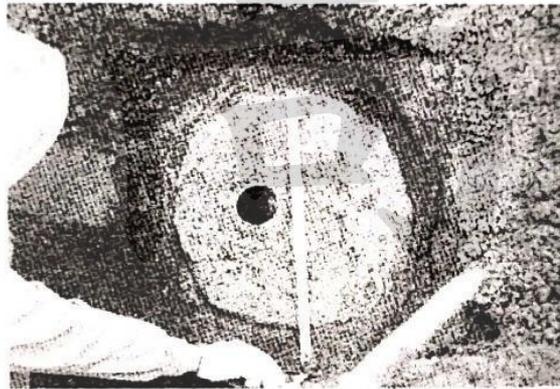
$$Q_p = q_b \cdot A_p$$

$Q_s$  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支承力

支承力	打入式基樁	鑽掘式基樁	植入式基樁	
			預鑽孔工法	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
$q_b$	$30 N_p$	$7.5 N_p$	$25 N_p$	$25 N_p$

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。(表中值單位為 $t/m^2$ )換算SI制需乘上9.8 KN。



照片1.CCP樁高壓噴射強制攪拌成型樁

# 黑點

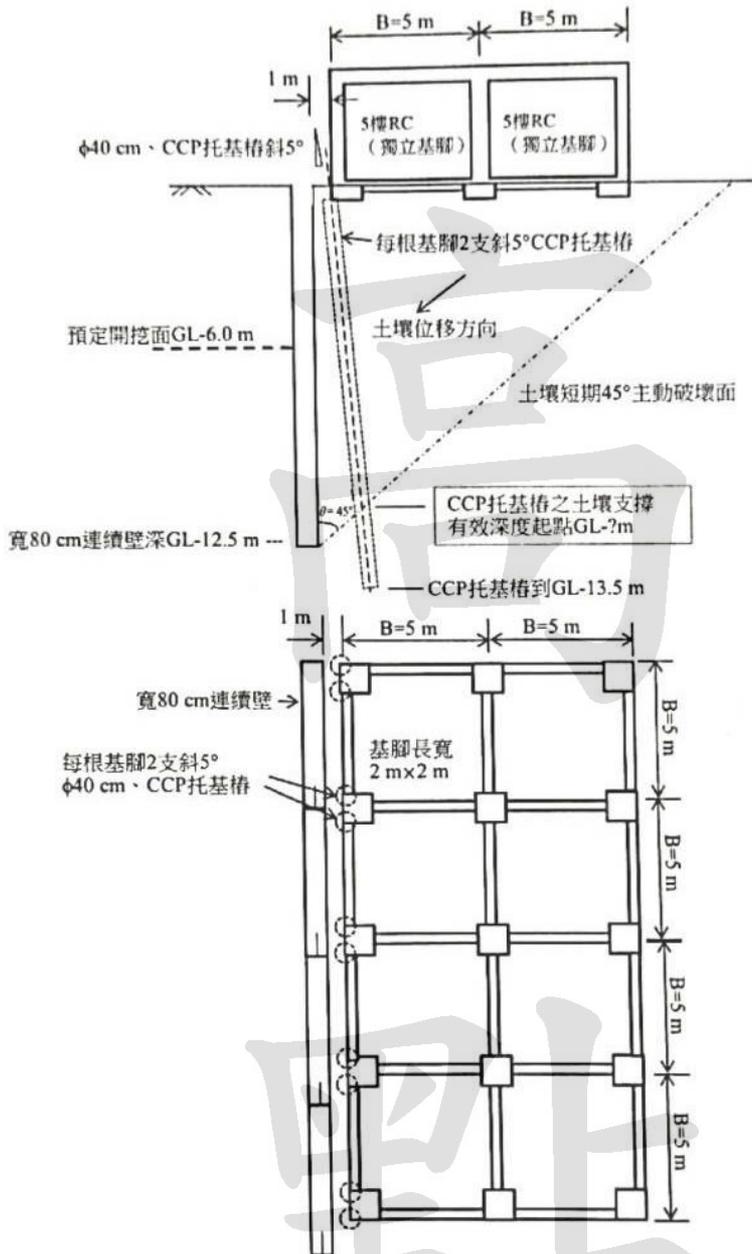


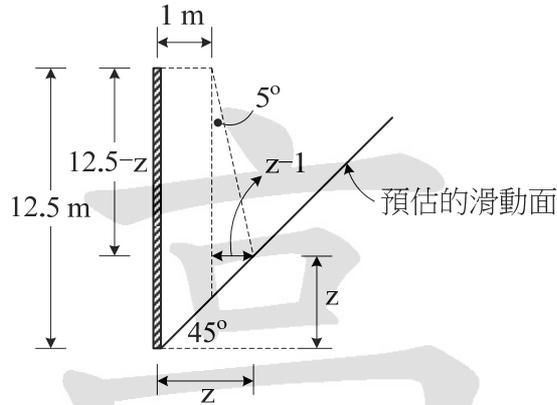
圖3.某大樓新建工程地下開挖6.0 m，以12.5 m深連續壁當擋土壁體，距離連續壁1 m處有5樓透天層（獨立基腳）

試題評析	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 主動土壓力破壞區之內，不計 CCP 樁摩擦力。</li> <li>2. CCP 樁乃托基之用，CCP 樁所吃的載重，就是被托的基礎原先承重。</li> <li>3. CCP 樁是高壓噴射成型樁，施工過程不打穩定液(皂土液)。</li> </ol>
考點命中	<p>若只講CCP樁，則國內沒有補習班命中。若講N值經驗公式求樁承载力，則《解說基礎工程》練習題22，104年台科大考古題。</p>

解：

(1)鑽掘式基樁

(2)參考圖， $z-1 = (12.5-z)\tan 5^\circ$



解出  $z = 1.925 \text{ m}$

$12.5 - 1.925 = 10.575 \text{ m}$

起點為地表下 10.575 m

(3)載重依半半分配， $9.8 \text{ kPa} = 1 \text{ tf/m}^2$ ，左邊 5 支獨立基腳，分配到重量  
 $= 2.5 \times 20 \times 1 \times 5 = 250 \text{ tf}$

每支獨立基腳承重 = 2 支 CCP 樁分擔的鄰房載重 =  $250 / 5 = \underline{50 \text{ tf}}$

(4)GL -10.575 m 到 GL -13.5 m，土壤為 SM

$N = (14+12) / 2 = 13$

CCP 樁不用皂土液，摩擦應力  $f_s = N / 3 = 4.33 \text{ tf/m}^2 \leq 15 \text{ tf/m}^2$  (OK!)

樁直徑 0.4 m， $4B = 1.6 \text{ m}$ ， $1B = 0.4 \text{ m}$

樁底平均  $N_p = (12 + 14) / 2 = 13$

樁底點承應力  $q_p = 7.5N_p = 7.5(13) = 97.5 \text{ tf/m}^2$

單樁軸向  $q_{ult} = q_p A_p + f_s A_s = 97.5 \times \frac{\pi}{4} (0.4)^2 + 4.33 \times \pi (0.4) \frac{(13.5 - 10.575)}{\cos 5^\circ} = \underline{28.24 \text{ tf}}$

(5)  $FS = \frac{2(28.24)\cos 5^\circ}{50} = \underline{1.125}$

(6)單支 CCP 樁本體的軸向抗壓強度 =  $\frac{4900}{9.8} \times \frac{\pi}{4} (0.4)^2 = 62.83 \text{ tf}$

$FS = \frac{62.83\cos 5^\circ}{50/2} = \underline{2.5} \geq 1.0$  不會被壓碎