

110年公務人員高等考試三級考試試題

代號：35580
35680
頁次：8-1

類 科：土木工程、水利工程
科 目：土壤力學（包括基礎工程）
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)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

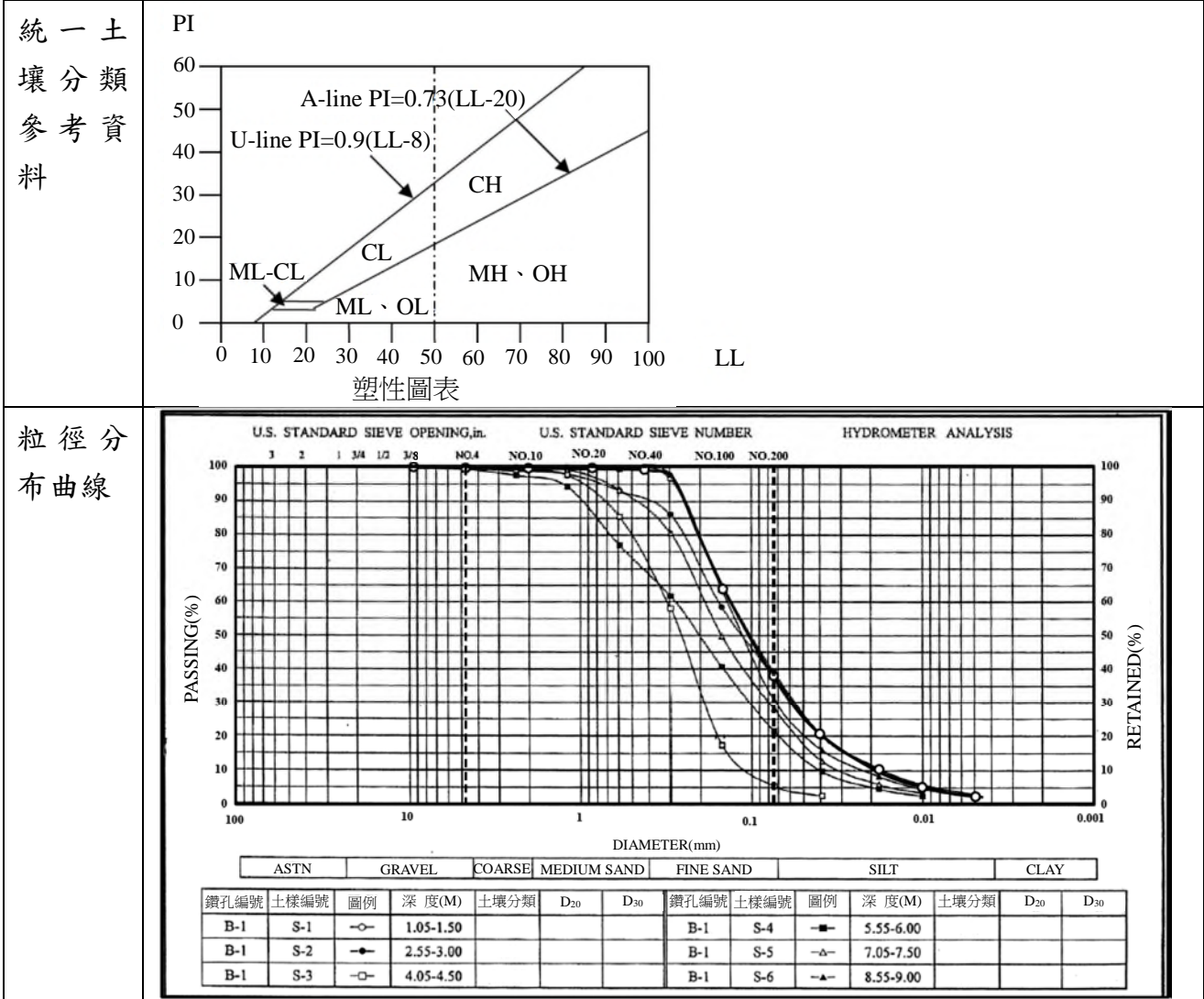
一、如表 1 所示鑽探報告，請依各項試驗填上數值。（每格 2 分，共 24 分）

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 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 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3 mm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%			
土粒比重試驗G _s	空比重瓶 W _c =0.784 N，乾土粒重 W _s =0.3626 N，瓶 + 土 + 滿水重 W ₁ =1.40434 N，空瓶 + 滿水重 W ₂ =1.176 N，水溫 T°C=20°C (γ _{WT°C} =9.78236 KN/m ³)[註：取小數點2位，4捨5入]			



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 $F_s=2$ 下，連續壁單元止水樁最少須由 GL0 m 至 GL 下多少公尺？(9 分)

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

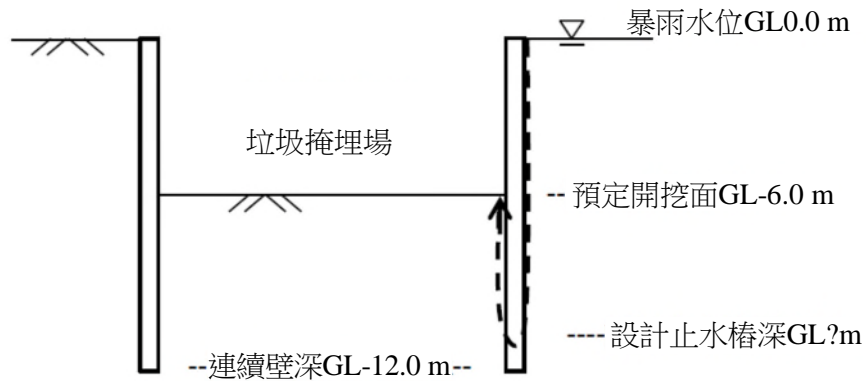


圖1.垃圾掩埋場選址，垃圾掩埋場預定地下開挖6.0 m，採用深12 m連續壁當擋土壁體

表2 .A基地地質鑽探報告

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

鑽探部分				試驗部分												
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 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 ³	比 重 G _s	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		0.0	0.6	99.4	CL	28.1	40.1	24.3	15.8	1.97	2.72	0.77	
4				4.00												
5		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	
6		S-4	11		0.0	77.8	22.2	SM	18.4	--	NP	--	2.11	2.68	0.50	
7																
8		S-5	10													
9		S-6	11		0.0	83.2	16.8	SM	24.3	--	NP	--	2.02	2.68	0.65	
10					10.90											
11		S-7	13		0.0	82.4	17.6	SM	21.8	--	NP	--	2.01	2.68	0.63	
12		T-1		灰色粉質粘土夾砂 質粉土及細砂薄層												
13		S-8	6		0.0	8.5	91.5	ML	27.6	--	NP	--	1.98	2.71	0.75	
14		S-9	6		14.0	0.0	4.0	96.0	ML	29.2	--	NP	--	1.91	2.71	0.84
15		S-10	11		0.0	77.2	22.8	SC	25.3	38.9	23.3	15.6	2.00	2.68	0.68	

代號:35580
35680
頁次:8-4

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 Bolw/Ff	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Qa(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	-SM 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: 新建地質鑽探工程
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 Bolw/Ff	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Qa(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	2			灰褐色粘土土質粉砂														
S-3	3	1		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-4	4			灰褐色粘土土質粉砂夾 螺層														
S-5	5	2			ML	0	29.6	70.4	2.72	26.0	1.81	0.91	--	NP	--	--	5.3	--
S-6	6	3			ML	0	34.1	65.9	2.72	29.3	1.83	0.92	--	NP	--	--	5.6	--
S-7	7			7.85m	ML	0	37.6	62.4	2.27	27.9	1.82	0.91	--	NP	--	--	5.5	--
S-8	8	3		灰褐色粘土土質粉砂或 粉粉砂質粘土														
S-9	9	4		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-10	10			棕灰色粘土土質中細砂														
S-11	11	14			SM	0	62.5	37.5	2.71	23.0	2.07	0.61	--	NP	--	--	16.4	31.0
S-12	12	12		12.69m	SM	0	58.7	41.3	2.71	23.2	2.05	0.63	--	NP	--	--	13.3	30.4
S-13	13			灰褐色粘土土質中細砂														
S-14	14	14			SM	0	70.3	29.7	2.70	22.7	2.11	0.57	--	NP	--	--	16.1	30.9
S-15	15	14		15.00m	SM	0	73.5	26.5	2.70	22.5	2.13	0.55	--	NP	--	--	15.9	30.9

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

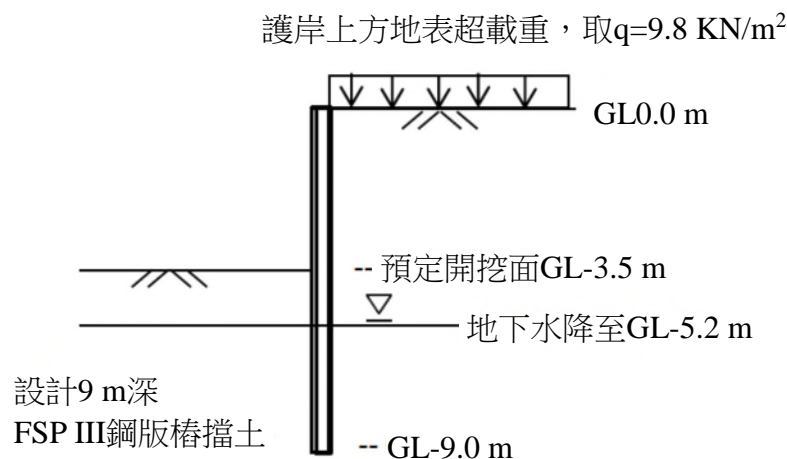
$$q_u = \frac{98 N_{\text{SPT}}}{8} (\text{KN/m}^2) [\text{Terzaghi \& Peck(1967)}]$$

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 γ_m 、地下水以上土壤單位重為 γ_{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。



- 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 樁支承鄰房的安全系數 $F_s = ?$ （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 KN/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)]。

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)]。

Σa_s ：單位深度樁表皮面積（ m^2 ）

L ：樁身有效入土深度（m）

A_p ：樁端橫斷面積（ 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）

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

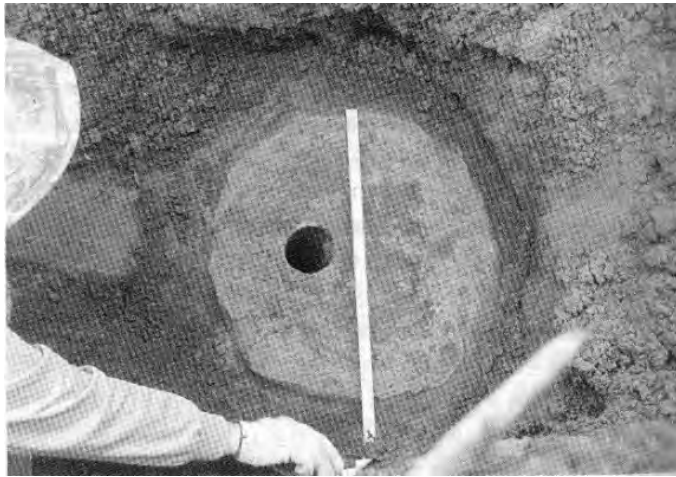
$$Q_p = q_b \cdot A_p$$

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

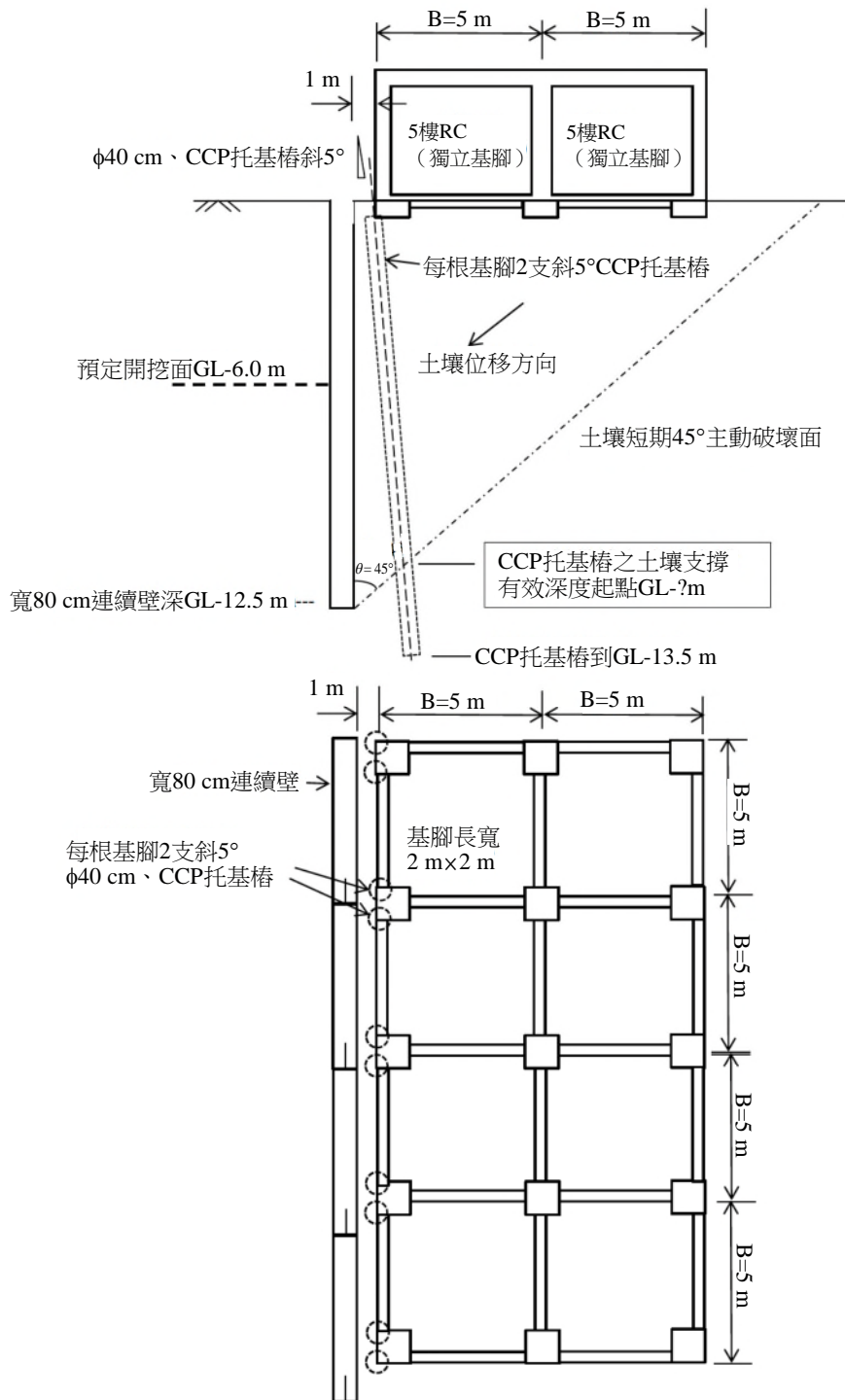


圖3.某大樓新建工程地下開挖6.0 m，以12.5 m深連續壁當擋土壁體，距離連續壁1 m處有5樓透天厝（獨立基腳）