

等 別：高等考試

類 科：大地工程技師

科 目：基礎工程與設計（包括開挖工程及基礎相關結構設計）

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、現有一高度為 6 m 之地工合成材加勁擋土牆（Geosynthetic Reinforced Soil Retaining Wall），如圖一所示，加勁材層數之安排見於表一。加勁區填築土壤材料之單位重 $\gamma_1 = 20 \text{ kN/m}^3$ ，抗剪角 $\phi_1 = 34^\circ$ ，凝聚力 $c_1 = 0$ 。加勁區後方回填土區及下方基礎地盤土壤材料之單位重 $\gamma_2 = 18 \text{ kN/m}^3$ ，抗剪角 $\phi_2 = 30^\circ$ ，凝聚力 $c_2 = 0$ 。假設加勁材之極限抗張強度為 60 kN/m ，加勁材鋪設長度 $L = 4 \text{ m}$ ，加勁材垂直間距 $S_v = 0.5 \text{ m}$ ：

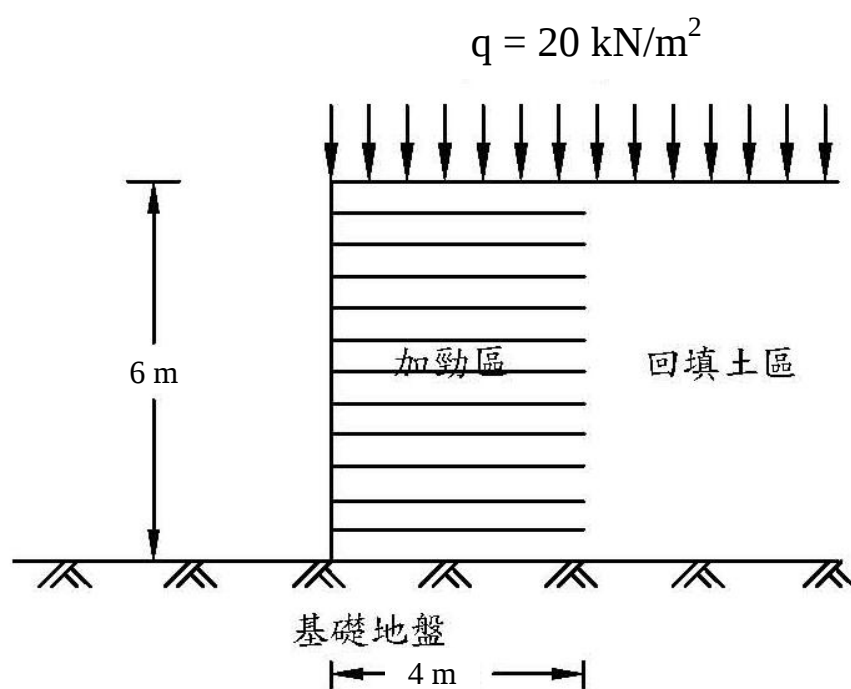
(一)內穩定分析部分：若假設加勁擋土牆內部之破壞面為 Rankine 主動情形（ $\theta_f = 45^\circ + \phi/2$ ），側向土壓力亦為主動情形，請計算並說明相對於抗拉斷及抗拉脫之安全係數 FS 是否足夠？（12 分）

(二)外穩定分析部分：若假設此加勁擋土牆為一穩固剛體，請計算並說明此加勁擋土牆之抗滑動及抗傾倒之安全係數是否足夠？（8 分）

註：此題假設地工合成材與土壤之摩擦角不需折減，即 $\tan \delta = \tan \phi$ 。

表一

加勁材層數	高程 (m)
12	5.5
11	5.0
10	4.5
9	4.0
8	3.5
7	3.0
6	2.5
5	2.0
4	1.5
3	1.0
2	0.5
1	0.0



圖一

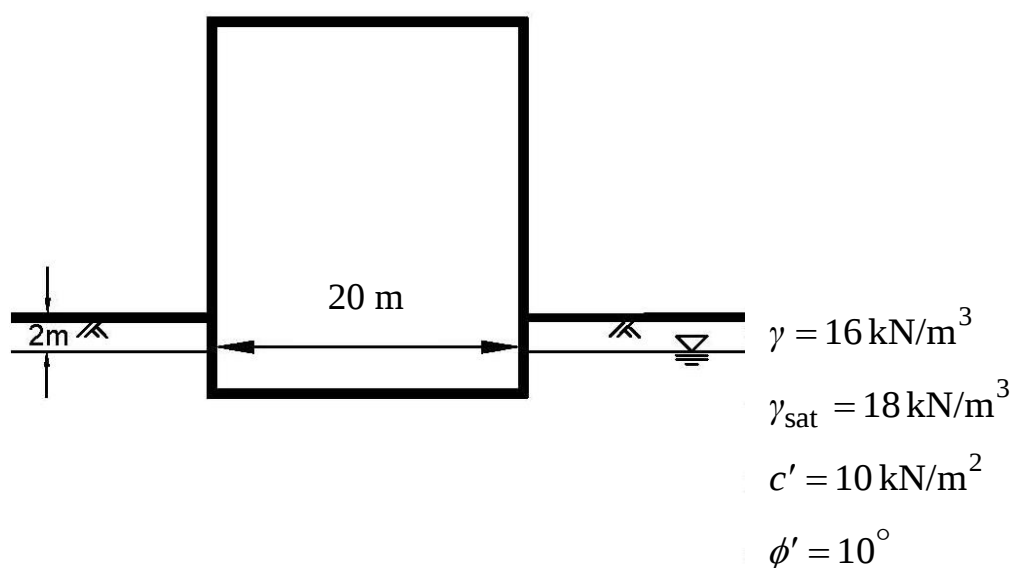
等 別：高等考試

類 科：大地工程技師

科 目：基礎工程與設計（包括開挖工程及基礎相關結構設計）

二、某單位欲新建大樓（長×寬=20 m×20 m），採筏式基礎進行全面開挖作為地下室使用，如圖二所示，並已預估出其設計總載重壓力值為 100 kN/m^2 。此大樓基礎底面距離地表 5 m，已知地下水位距地表 2 m 處，且於工址處深度 25 m 以內皆為相同土層。請以一般承載值公式，計算出容許承載力（安全係數假設為 4），並說明於此地下水位狀況下基礎承載力是否足夠穩定。（20 分）

已知： $c' = 10 \text{ kN/m}^2$, $\phi' = 10^\circ$, $\gamma = 16 \text{ kN/m}^3$, $\gamma_{\text{sat}} = 18 \text{ kN/m}^3$



圖二

一般承載值因數

ϕ' (度)	N_c	N_q	N_γ	ϕ' (度)	N_c	N_q	N_γ
0	5.14	1.00	0.00	26	22.25	11.85	12.54
1	5.38	1.09	0.07	27	23.94	13.20	14.47
2	5.63	1.20	0.15	28	25.80	14.72	16.72
3	5.90	1.31	0.24	29	27.86	16.44	19.34
4	6.19	1.43	0.34	30	30.14	18.40	22.40
5	6.49	1.57	0.45	31	32.67	20.63	25.99
6	6.81	1.72	0.57	32	35.49	23.18	30.22
7	7.16	1.88	0.71	33	38.64	26.09	35.19
8	7.53	2.06	0.86	34	42.16	29.44	41.06
9	7.92	2.25	1.03	35	46.12	33.30	48.03
10	8.35	2.47	1.22	36	50.59	37.75	56.31
11	8.80	2.71	1.44	37	55.63	42.92	66.19
12	9.28	2.97	1.69	38	61.35	48.93	78.03
13	9.81	3.26	1.97	39	67.87	55.96	92.25
14	10.37	3.59	2.29	40	75.31	64.20	109.41
15	10.98	3.94	2.65	41	83.86	73.90	130.22
16	11.63	4.34	3.06	42	93.71	85.38	155.55
17	12.34	4.77	3.53	43	105.11	99.02	186.54
18	13.10	5.26	4.07	44	118.37	115.31	224.64
19	13.93	5.80	4.68	45	133.88	134.88	271.76
20	14.83	6.40	5.39	46	152.10	158.51	330.35
21	15.82	7.07	6.20	47	173.64	187.21	403.67
22	16.88	7.82	7.13	48	199.26	222.31	496.01
23	18.05	8.66	8.20	49	229.93	265.51	613.16
24	19.32	9.60	9.44	50	266.89	319.07	762.89
25	20.72	10.66	10.88				

建議使用之形狀因數及深度因數

形狀因數	$F_{cs} = 1 + \left(\frac{B}{L}\right) \left(\frac{N_q}{N_c}\right)$ $F_{qs} = 1 + \left(\frac{B}{L}\right) \tan \phi'$ $F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \left(\frac{B}{L}\right)$
深度因數	$F_{cd} = 1 + 0.4 \left(\frac{D_f}{B}\right)$ $F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi' (1 - \sin \phi')^2 \left(\frac{D_f}{B}\right)$ $F_{\gamma d} = 1$
傾斜因數	$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\alpha^\circ}{90^\circ}\right)^2$ $F_{\gamma i} = \left(1 - \frac{\alpha^\circ}{\phi'}\right)^2$

（請接第三頁）

等 別：高等考試

類 科：大地工程技師

科 目：基礎工程與設計（包括開挖工程及基礎相關結構設計）

三、(一)直徑 40cm 之圓形預鑄混凝土基樁，參考圖三所示，貫入於 3m 厚之軟弱黏土層及其下之中等緊密砂土層中。已知砂土層 $c' = 0 \text{ kN/m}^2$, $\phi' = 34^\circ$, $\gamma_{\text{sat}} = 19.6 \text{ kN/m}^3$ ，而黏土層 $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ 。若忽略不計黏土層之摩擦阻抗，則此基樁之樁長需設計為多少，方能提供 300 kN 之准許承載力。使用安全係數 $FS = 3$ 。（10 分）

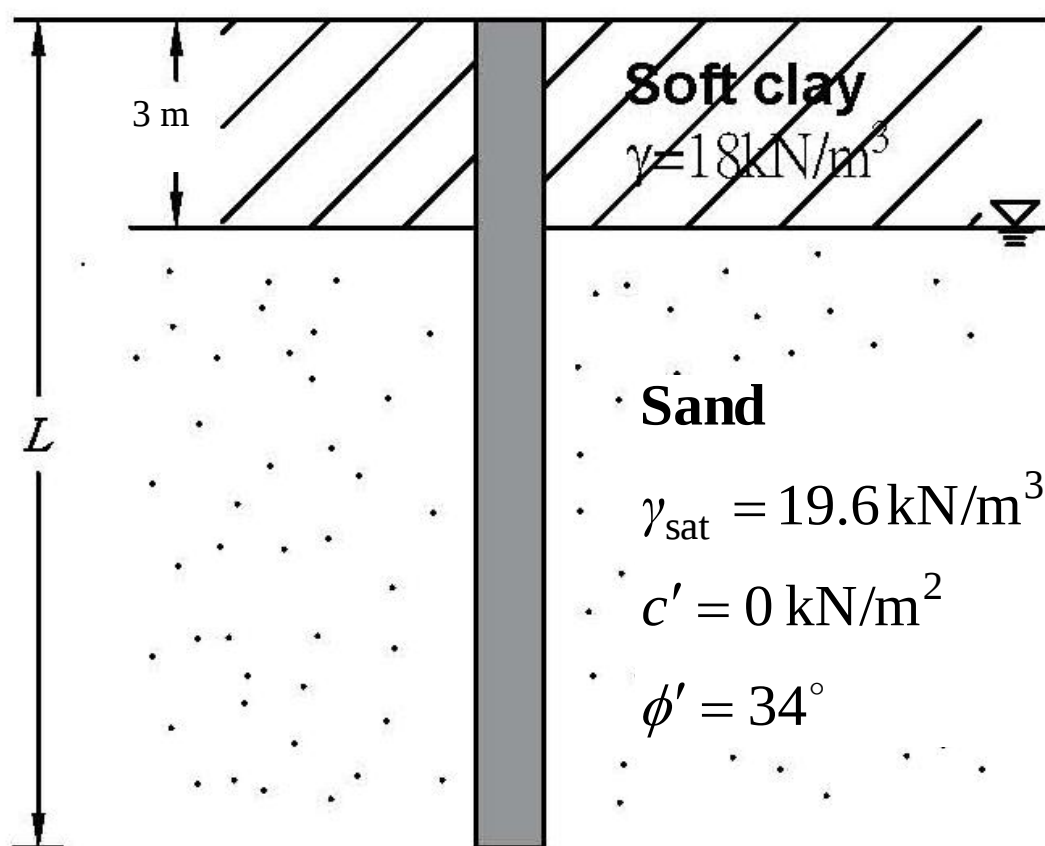
(二)續前(一)題，若以此設計長度之相同基樁用來抵抗拉拔，則能提供多少之准許抗拔力。使用安全係數 $FS = 3$ 。（10 分）

註：1. 於 $\phi' = 34^\circ$ 時，基樁承載值因數 $N_q = 42$ (NAVFAC DM 7.02)。

2. 砂土中摩擦阻抗約略以線性方式隨深度增加至 15D 後維持定值。

3. 此基樁可視為高排土基樁來考慮，於受壓時側向土壓力係數 $K = (1.0 \sim 1.8) K_0$ ，但於受拉時側向土壓力係數 $K = (0.6 \sim 1.0) K_0$ 。

4. 假設土壤-混凝土基樁之摩擦角 $\delta' = 0.8\phi'$ 。



圖三

等 別：高等考試

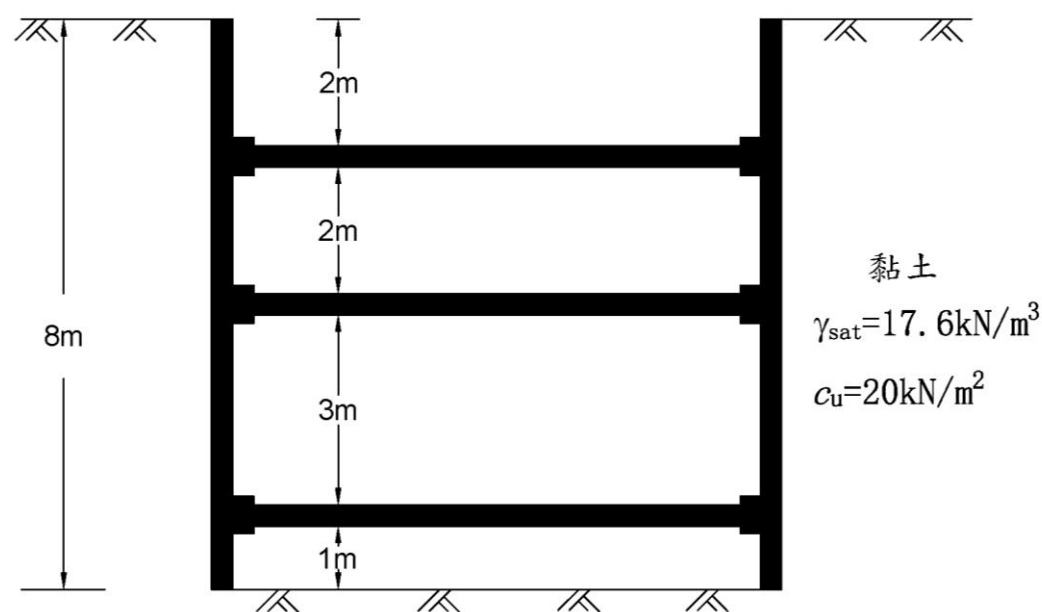
類 科：大地工程技師

科 目：基礎工程與設計（包括開挖工程及基礎相關結構設計）

四、如圖四所示，於飽和黏土層中之長形支撐開挖，基礎總開挖深度為 8m，橫撐間距為 4m。此黏土之不排水剪力強度 $c_u = 20 \text{ kN/m}^2$ ， $\gamma_{\text{sat}} = 17.6 \text{ kN/m}^3$ 。共設計三層橫撐，第一層支撐距地表 2m，第二層支撐距地表 4m，第三層支撐距地表 7m。

(一)請以 Peck (1969) 提出之開挖支撐設計所用視側壓力分布圖，估算各層橫撐之受力大小。（10 分）

(二)請繪製擋土板樁之剪力圖及彎矩圖。（10 分）



圖四

(a)	(b)	(c)
(a)砂土層 $\sigma = 0.65\gamma HK_a$	(b)軟弱至中等堅硬黏土層 $\sigma = \gamma H \left[1 - \left(\frac{4c}{\gamma H} \right) \right]$ 與 $\sigma = 0.3\gamma H$ 之較大者	(c)堅硬黏土層 $\sigma = 0.2\gamma H \sim 0.4\gamma H$ (平均是 $\sigma = 0.3\gamma H$)
Peck(1969)提出之開挖支撐設計所用視側壓力分布圖		

(請接第五頁)

等 別：高等考試

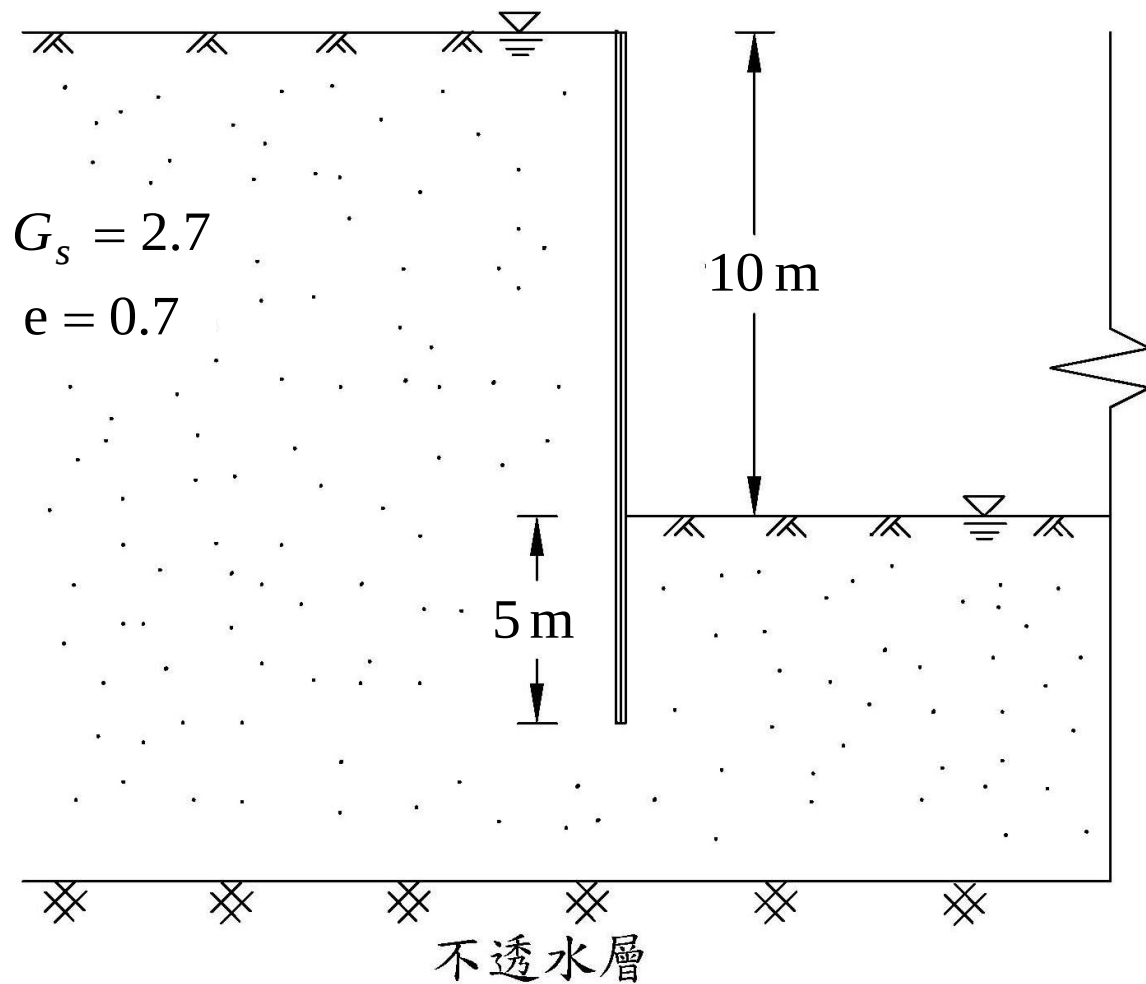
類 科：大地工程技師

科 目：基礎工程與設計（包括開挖工程及基礎相關結構設計）

五、某長形擋土開挖工程如圖五所示：

(一)請繪製下圖所示基礎開挖所貫入擋土壁周圍滲流之流網圖。(10分)

(二)Terzaghi 認為隆起通常發生在離擋土壁的距離 $D/2$ 之內，請依此假設估算開挖面擋土壁周圍抵抗隆起之安全係數。($G_s = 2.7, e = 0.7$) (10分)



圖五