

# 【士補-実技-解答および配点】

採点番号（事務局記入）

2018年度 建築基礎設計士補試験

実技問題（2019.1.20 実施）

受験番号	
フリガナ	
氏名	

（2 ページ以降には、氏名等を書かないこと）

士補

一般社団法人 基礎構造研究会  
建築基礎設計士試験運営委員会

A1: 杭の断面算定問題 (計算過程も明記すること)

採点番号 (事務局記入)

1. 杭径  $\phi 1200\text{mm}$ 、肉厚  $t=9\text{mm}$  の鋼管 (SKK490) を用いた鋼管巻き場所打ちコンクリート杭 (TB 杭 SC タイプ) について、以下の設問に答えなさい。ただし、コンクリートの設計基準強度は  $F_c=30\text{N/mm}^2$  (長期許容圧縮応力度  $f_c=F_c/4$ )、鋼管のヤング係数は  $E_s=205,000\text{N/mm}^2$ 、ヤング係数比は  $n=13$ 、腐食しろは  $1.0\text{mm}$  とする。

(配点: 18点 各6点)

(1) この杭の換算断面積  $A_e$  および換算断面2次モーメント  $I_e$  を求めなさい。

$$A_s = (1200 - 1 \times 2)^2 \times \pi / 4 - (1200 - 9 \times 2)^2 \times \pi / 4 \rightarrow 1 \text{ 点}$$

$$= 29907.96 \text{ mm}^2$$

$$A_c = (1200 - 9 \times 2)^2 \times \pi / 4 \rightarrow 1 \text{ 点}$$

$$= 1097298.62 \text{ mm}^2$$

$$A_e = A_s \times 13 + A_c$$

$$= 1486102 \text{ (mm}^2\text{)}$$

$$I_s = (1200 - 1 \times 2)^4 \times \pi / 64 - (1200 - 9 \times 2)^4 \times \pi / 64 \rightarrow 1 \text{ 点}$$

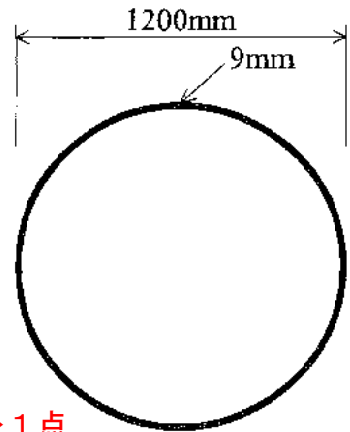
$$= 5,294,322,398$$

$$I_c = (1200 - 9 \times 2)^4 \times \pi / 64 \rightarrow 1 \text{ 点}$$

$$= 9,581,639,014$$

$$I_e = I_s \times 13 + I_c$$

$$= 1.64 \times 10^{11} \text{ (mm}^4\text{)}$$



$$A_e = 1.49 \times 10^6 \text{ mm}^2 \rightarrow 1 \text{ 点}$$

$$I_e = 1.64 \times 10^{11} \text{ mm}^4 \rightarrow 1 \text{ 点}$$

(2) 長期の許容軸方向耐力 (圧縮方向) および短期の許容せん断耐力 (鋼管のみ) を求めなさい。

$$A_e \times f_c = 11146 \text{ kN}$$

$\rightarrow 1 \text{ 点}$

$$A_s \times \frac{395}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{2} = 2805.95 \text{ kN}$$

$\rightarrow 1 \text{ 点}$

許容軸方向耐力 11146 kN  $\rightarrow 2 \text{ 点}$

許容せん断耐力 2806 kN  $\rightarrow 2 \text{ 点}$

(3) 上記のTB杭を、平均N値3の砂質土地盤中に打設した場合、設計用水平地盤反力係数 $k_h$ を求めなさい。また、杭長を25.0mとした場合に「長い杭」として扱えるかどうか判定しなさい。ただし、液状化しないものとする。また、杭頭変位を15.0mmとして、変位による低減を考慮すること。

$$k_{ho} = \alpha \cdot E_c \cdot D^{-3/4}$$

$$= 80 \times 2100 \times 120^{-3/4}$$

$$= 4633.65 \text{ kN/m}^3 \quad \rightarrow 1 \text{ 点}$$

$$k_h = k_{ho} \times \gamma^{-1/2}$$

$$= 4633.65 \times 1.5^{-1/2}$$

$$= 3782 \text{ kN/m}^2 \quad \rightarrow 2 \text{ 点}$$

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{k_h \cdot D}{4EI\beta}}$$

$$= \sqrt[4]{\frac{3782 \times 1.2}{4 \times 22500000 \times 0.164}}$$

$$= 0.1324 \text{ m}^{-1} \quad \rightarrow 2 \text{ 点}$$

$$BL = 25 \times 0.1324$$

$$= 3.31$$

BL 2.25 以上 長い杭と見做す

BL 3.00 以下 長い杭として  
取扱えない

$\rightarrow 1 \text{ 点}$

$$k_h = \underline{3782} \text{ kN/m}^2$$

判定結果: \_\_\_\_\_

2. 杭頭レベルで剛床仮定が成立する建物に、杭頭固定条件で杭径 500mm C 種の PHC 杭を 10 本、杭径 800mm C 種の PHC 杭を 5 本使用した。杭 1 本当たりの水平力の分担率を、Chang 式（「長い杭」の式を適用）により求めなさい。ただし、杭頭の突出は無し、地盤は砂質地盤として、変形係数を求める平均 N 値は 5、液状化は生じないものとする。

(配点：8点)

杭径 500mm：換算断面積  $A_e=1,112 \times 10^2 \text{ mm}^2$       肉厚  $t=80\text{mm}$   
 換算断面二次モーメント  $I_e=2,541 \times 10^6 \text{ mm}^4$       有効プレストレス  $\sigma_{ce}=10\text{N/mm}^2$   
 ヤング係数  $E_c=40,000 \text{ N/mm}^2$

杭径 800mm：換算断面積  $A_e=2,512 \times 10^2 \text{ mm}^2$       肉厚  $t=110\text{mm}$   
 換算断面二次モーメント  $I_e=1,534 \times 10^7 \text{ mm}^4$       有効プレストレス  $\sigma_{ce}=10\text{N/mm}^2$   
 ヤング係数  $E_c=40,000 \text{ N/mm}^2$

(A)  $\phi 500$  の  $\left\{ \begin{aligned} kh &= 80 \times 3500 \times 50^{-3/4} = 14891 \\ B &= 4 \sqrt{\frac{14891 \times 0.5}{4 \times 40000000 \times 0.002591}} \\ &= 0.368 \text{ (m}^{-1}\text{)} \rightarrow 2 \text{ 点} \end{aligned} \right.$

(B)  $\phi 800$  の  $\left\{ \begin{aligned} kh &= 80 \times 3500 \times 80^{-3/4} = 10467 \\ B &= 4 \sqrt{\frac{10467 \times 0.8}{4 \times 40000000 \times 0.01534}} \\ &= 0.242 \rightarrow 2 \text{ 点} \end{aligned} \right.$

$\frac{y}{\delta} = \frac{Q}{4EI\beta^3}$        $\frac{Q_A}{4EI_A\beta_A} = \frac{Q_B}{4EI_B\beta_B}$        $Q_A:Q_B = I_A\beta_A^3 : I_B\beta_B^3$   
 $= 0.368 : 0.632$   
 → 4 点

$\phi 500$  1本あたり  $\frac{0.368}{(0.368 \times 10 + 0.632 \times 5)} \times 100 = 3.38$

$\phi 800$  1本あたり  $\frac{0.632}{(0.368 \times 10 + 0.632 \times 5)} \times 100 = 9.24$

杭径 500mmPHC 杭の杭 1 本当たりの分担率： 3.38 %  
 杭径 800mmPHC 杭の杭 1 本当たりの分担率： 9.24 %

A 2 : 基礎構造の設計計算問題 (計算過程も明記すること)

1. 液状化の判定

図-1 に示す地盤で、GL-4.0m 位置での液状化の可能性を判定しなさい。ただし、加速度  $\alpha_{max}=200gal$ 、マグニチュード  $M=7.5$  とし、N 値には GL-1.0~5.0m の細砂層の平均値  $N=15$  を用いる。地下水位は GL-1.5m とする。

(配点 : 8 点)

GL -4.0m 地点

$$\sigma_z = 1 \times 16 + 3 \times 18$$

$$= 70 \text{ kN/m}^2$$

$$\sigma_z' = \sigma_z - (4 - 1.5) \times 10$$

$$= 45 \text{ kN/m}^2 \rightarrow 1 \text{ 点}$$

$$r_n = 0.1 \times (7.5 - 7) = 0.05$$

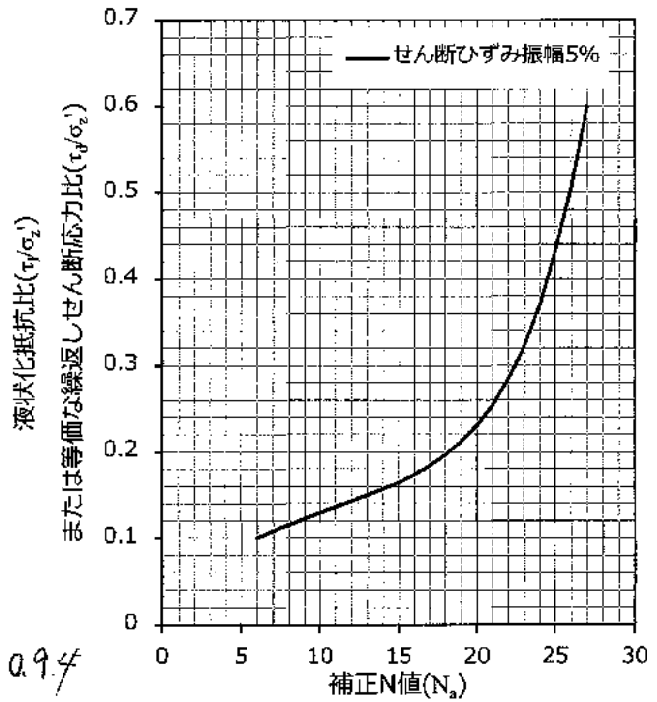
$$\rightarrow 1 \text{ 点}$$

$$r_d = 1 - 0.015 \times 4 \rightarrow 1 \text{ 点}$$

$$= 0.94$$

$$L_a / \sigma_z' = 0.65 \times \frac{200}{980} \times \frac{70}{45} \times 0.94$$

$$= 0.1939 \approx 0.194 \rightarrow 1 \text{ 点}$$



$$C_N = \sqrt{98/45}$$

$$= 1.476$$

$$N_1 = 1.476 \times 15$$

$$= 22.14 \rightarrow 1 \text{ 点}$$

$$\Delta N_f = 8 \text{ ... 表判} \rightarrow 1 \text{ 点}$$

$$N_a = 22.14 + 8$$

$$= 30.14$$

$$L_1 / \sigma_z' = 0.6 \text{ 以上} \rightarrow 1 \text{ 点}$$

$$L_a / \sigma_z' < L_1 / \sigma_z' \text{ 判}$$

液状化の可能性が低い  
→ 1 点

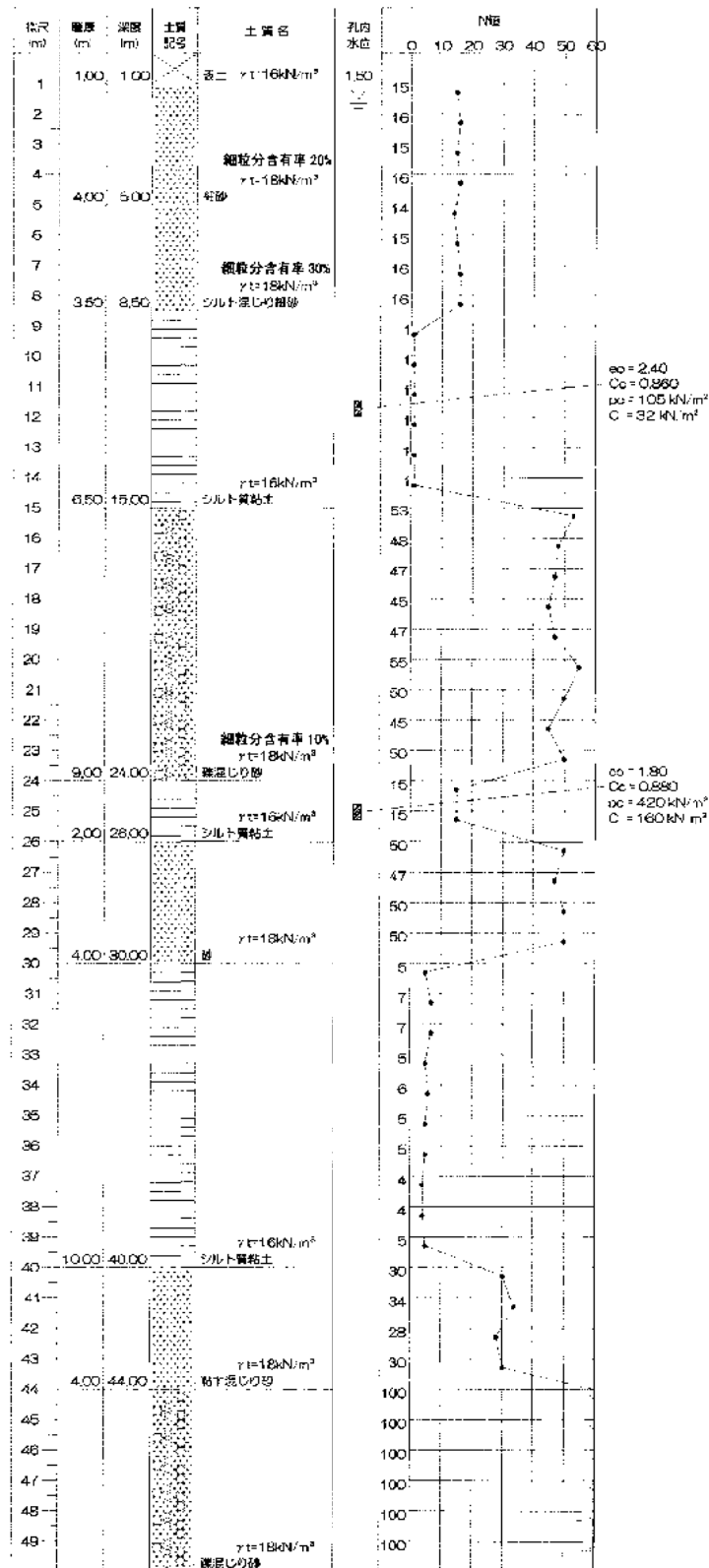


図-1 ボーリング柱状図

2. 直接基礎

図-1 に示すボーリング柱状図の均質な地盤の敷地に、図-2 に示す建物（鉄骨造、地上3階建て、地下室無しの倉庫、スパン10.0m、X方向4スパン、Y方向3スパン、建物重量50kN/m<sup>2</sup>（基礎重量を含む）の基礎をべた基礎で計画する場合、以下の設問に答えなさい。ただし、基礎底はGL-1.5m、設計GLはボーリング孔口標高、地下水位はGL-1.5mとする。

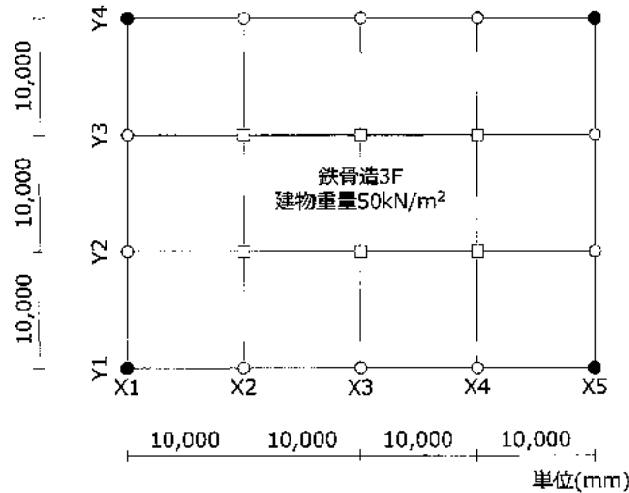


図-2 建物概要

(I) 地盤から決まる長期許容支持力度を求めなさい。

(配点：15点)

上部砂層（8点）

N値		15		
内部摩擦角	$\phi = \sqrt{20N+15}$	32.3	°	→ 1点
		0.56	rad	
Nc		36.5		
N $\gamma$		23.3		→ 1点
Nq		24.1		
$\eta$	$\eta = (B/B_0)^{-1/3}$	0.322		→ 1点
$\alpha$	$\alpha = 1.0 + 0.2 * (B/L)$	1.150		→ 1点
$\beta$	$\beta = 0.5 - 0.2 * (B/L)$	0.350		→ 1点
粘着力c		0		
$\gamma_1$	浮力考慮	8.0		
$\gamma_{2Df}$	$1 * 16 + 0.5 * 18$	25		→ 1点
qd	$\beta \gamma_1 B \eta N \gamma + \gamma_{2Df} N q$	1231		→ 2点
qd/3	表層部の地耐力	410	kN/m <sup>2</sup>	

下部粘性層（7点）

下部層深度	H	8.5		
下部層荷重面積	$(B+H-Df) * (L+H-Df)$	1739.0		
短辺長さ	B'	37	m	→ 1点
長辺長さ	L'	47	m	→ 1点
	$(1+(H-Df)/B) * (1+(H-Df)/L)$	1.45		
粘着力	C	32	kN/m <sup>2</sup>	
$\gamma H$		81		→ 1点
$\alpha$		1.157		→ 1点
支持力度	$5.14 \alpha C + \gamma H$	271.4	kN/m <sup>2</sup>	
下部層の地耐力	長期	131.1	kN/m <sup>2</sup>	→ 2点

判定（1点）

kN/m<sup>2</sup>

(2) べた基礎の中央部について粘性土層 GL-8.5~15m の中央部の圧密沈下量を求めなさい。ただし、上部構造と基礎梁等の剛性は無視できるものとし、基礎自重や排土重量は考慮しなくてもよい。

(配点：15点)

短辺長さ	B	30	m	
長辺長さ	L	40	m	
$m=(B/2)/Z$	4分割用	1.463		→ 1点
$n=(L/2)/Z$	4分割用	1.951		→ 1点
GL-11.75m	$\sigma$	100.5	kN/m <sup>2</sup>	→ 2点
$mn/\sqrt{m^2+n^2+1}$		1.083		→ 2点
$(m^2+n^2+2)/(m^2+1)(n^2+1)$		0.526		→ 2点
$\sin^{-1}(mn/\sqrt{(m^2+1)(n^2+1)})$		0.825		→ 2点
中央部	$4\Delta\sigma$	44.4	kN/m <sup>2</sup>	→ 2点
$\sigma z'/Pc$		1.38		
中央部 $\delta 1$		230.1	mm	
				→ 圧密沈下
				・ 算定式 1点
				・ 解答 2点

mm



3. 杭の設計問題

図-1の地盤で、セメントミルク工法による杭径  $\phi 800\text{mm}$ 、C種、杭長  $15\text{m}$  のPHC杭を用いた杭基礎を設計する場合、以下の設問に答えなさい。ただし、杭の諸元は、問題A1：杭の断面算定問題 2.の数値を用いてよい。

別紙 修正

- (1) 地盤より決まる鉛直支持力を求めなさい。また、求めた鉛直支持力をもとに、図-2に示す建物に必要な杭の本数を求めなさい。ただし、算定式は国土交通省告示第1113号第5の式とし、設計GLはボーリング孔口標高、杭先端位置は設計GL-1.4m、パイルキャップ下端位置はGL-1.5m、パイルキャップの単位体積重量は  $20\text{kN/m}^3$  とする。

$$A_p = 0.8^2 \times \pi \times \frac{1}{4} = 0.503 \text{ m}^2 \quad \phi = 0.8 \times \pi = 2.513 \text{ m} \quad (\text{配点: 8点})$$

先端支持力:  $150 \times 45 \times 0.503 = 3395.25 \rightarrow 3 \text{ 点}$   $452.6$

腐蝕:  $\frac{10}{3} \times 15 \times 2.513 \times 7.0 = 879.55$

粘:  $32 \times 2.513 \times 6.5 = 522.70 \rightarrow 2 \text{ 点}$

$2\theta = -2\pi \approx 0.2$

$W_f = 16 \times 16 \times 15 \times 24 = 92.16 \text{ kN}$

$$R_a = (3395.25 + 879.55 + 522.70) \times \frac{1}{3} = 1599.17 = 1599$$

鉛直支持力	1599	kN
隅柱●	1	本 $\rightarrow 1 \text{ 点}$
側柱○	2	本 $\rightarrow 1 \text{ 点}$
中柱□	4	本 $\rightarrow 1 \text{ 点}$

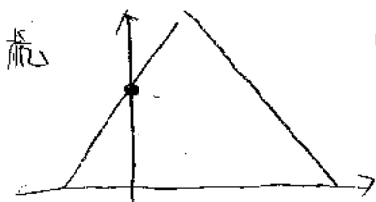
- 隅 5×5×50 = 1250 kN
- 側 5×10×50 = 2500 kN
- 中 10×10×50 = 5000 kN

- (2) 水平力  $H$  として、 $Q=11,000\text{kN}$ (基礎梁重量を含む)+ $W_f \times 0.1$ ( $W_f$ : パイルキャップの重量)が杭に作用するとき、隅柱の杭の水平力に対する検討を行いなさい。なお、地震時の最小軸力を  $0.0\text{kN}$  とし、水平力の検討はChang式(杭頭固定)による。ただし、地盤の変形係数は  $E_0=10,500\text{kN/m}^2$  とする。

杭の本数 =  $1 \times 4 \text{ 柱} + 2 \times 10 \text{ 柱} + 4 \times 6 \text{ 柱} = 48$  (配点: 8点)

杭一本あたりの水平力 =  $\frac{11000}{48} + 92.16 \times 0.1 = 238.38 \text{ (kN)} \rightarrow 1 \text{ 点}$

$B = 0.312 \text{ m}^{-1}$   $\rightarrow 2 \text{ 点}$   $M_0 = \frac{Q}{2B} = 382.2$   $\rightarrow 1 \text{ 点}$   $\delta = \frac{Q}{4EIB} = 3.04 \text{ mm}$   $\rightarrow 1 \text{ 点}$



$N=0$  時の  $M$

$$M = (-fb - 10) \times \frac{1e}{\gamma} = (-5 - 10) \times \frac{1.54 \times 10^4}{(-400)} = 377.5 \text{ kNm} \rightarrow 2 \text{ 点}$$

杭頭寸法内  
おさまる  $\rightarrow 1 \text{ 点}$

B : 記述問題

1. 次の2つの設問に答えなさい。

(配点 : 10点 各5点)

(1) 杭の水平抵抗の検討に用いられてきた Chang の解の問題点と、それを改良した解析方法について、300字以内で述べなさい。

	し	h	a	n	g	の	解	は	計	算	が	簡	易	で	あ	る	こ	の
の	製	作	細	い	い	と	き	た	が	、	施	工	を	無	限	大	、	地
は	一	様	々	し	た	条	件	下	が	の	式	で	あ	る	た	め	、	実
の	単	地	盤	の	条	件	と	は	大	き	く	異	な	る	。			
	を	の	筋	、	近	年	で	は	よ	り	単	地	盤	の	条	件	を	再
し	た	、	明	層	地	盤	解	析	が	用	い	ら	れ	て	い	る	。	こ
は	し	h	a	n	g	が	解	析	の	に	対	し	、	非	線	形	解	
析	の	短	さ	で	線	の	さ	い	、	明	層	に	対	し	た	解	析	
が	い	は	ら	ず	い	ら	ず	い	ら	ず	い	ら	ず	い	ら	ず	い	ら
を	も	考	へ	る	。													

(2) Rankine と Coulum の土圧理論の違いを述べなさい。

Coulomb 楔型の土塊が平面のすり線に沿って固体的に移動する  
 仮定力のつり合いから壁と作用する圧合力を求めた。

Rankine 無限の土中において塑性平衡の状態にある土の応力から土圧  
 の解を求めた。

Rankine理論は壁背面と地盤向の上下向の相対的な変位によるマサツ抵抗  
 を考慮している。マサツ抵抗を考慮しない場合 Rankineの土圧より主働土圧は  
 減少し受働土圧は増大する。Rankine式は擁壁を設けずには安全側になる。  
 壁背面のマサツ抵抗考慮する場合は Coulombの土圧が参考となる。

2. 次の①～④の設問のうち、2問を選択して答えなさい。(配点：10点 各5点)

- ① ボーリング孔を利用して地盤の密度 $\rho_s$ を精度良く求める試験を1つ挙げ、試験方法を簡単に述べなさい。
- ② 基礎に引抜き力が発生する場合の設計上の対処方法について述べなさい。
- ③ 直接基礎の支持力算定式の根拠や係数の決め方について、杭の支持力算定式と対比して述べなさい。
- ④ 支持杭を設計するとき、支持層の不陸に対処する方法を2種類あげなさい。

解答1：設問番号（①）

ボーリング孔を利用した原位置試験として、密度検層が挙げられる。本検層は、地盤に放射した放射性物質の減衰を測定する放射能検層である。試験方法としては、放射性同位元素から放射されるガンマ線のコンプトン散乱を利用して、ボーリング孔壁周辺の密度分布を測定するものである。

- ・試験名称 2点
- ・試験方法説明 3点
- ・最大5点満点

解答2：設問番号（③）

杭基礎：地盤の引抜き力抵抗および杭材の引抜き耐力を検討し、引抜き力に抵抗できる杭を設定する。  
直接基礎：カウンターウェイトを設置する。地盤アンカーを設置する。

- ・各1点  
杭基礎：地盤,材料  
直接基礎：地盤アンカー(地盤,材料)  
カウンターウェイト
- ・最大5点満点

以上

解答 3 : 設問番号 ( ③ )

直接基礎の支持力算定式は、理論的に求められた式で、係数も理論計算により求められている。それに対して、杭の支持力算定式は、載荷試験等の実験データに基づいて求められ経験式で、係数もデータの相関関係より求められている。

- 各2点  
直接基礎(理論的な式および係数)  
杭基礎(経験的な式および係数)
- 最大5点満点

解答 4 : 設問番号 ( ④ )

- ボーリングデータを増やし、杭長の設定(ゾーニング)を行う。
- 杭長を長めに設定し、杭頭カットオフに対応できる杭(SC杭, 鋼管杭, など)とする。
- 耐力に余裕を持った杭仕様とする。
- 支持層の確認が容易な工法、杭長変更が容易な杭工法にて設計を行う。

- 対処法1点
- 対処法の理由2点
- 最大5点満点

以上