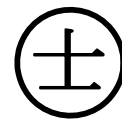


採点番号（事務局記入）

2017年度 建築基礎設計士 一次試験

実技問題（2018.1.21 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）

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

A 1 : 基礎構造の設計計算問題 (計算過程も明記すること)

採点番号 (事務局記入)

1. 図-1 に示す敷地に鉄筋コンクリート造 8 階建ての共同住宅 (X 方向 44m×Y 方向 14.6m、建物重量 128kN/m<sup>2</sup>) を建てる計画がある。図-2 に示す隣接する代表的なボーリング資料を参考にして、基礎の設計に必要な地盤調査計画を行いなさい。その検討に必要な調査項目と調査結果から得られる情報を、下記に示す例にならない一覧表で答えなさい。ただし、複数の近隣ボーリングから不陸がない成層地盤であることが確認されている。 (配点: 20 点)

建物規模から良好な地盤への支持を優先的に考え、杭基礎の設計に必要な地盤調査計画を立てる。直接基礎で検討する項目については、( ) で示す。

調査方法	調査計画	得られる地盤報	設計で検討する項目
〇〇〇〇試験	△か所以上で実施。 深度□m～◇m での層で実施。	●●●値	*****の支持力
標準貫入試験	杭先端より杭径の5倍以上の深さまで実施。ボーリング実施2か所程度。	N 値	杭の支持力 杭の水平抵抗 (地耐力) 基礎の沈下
粒度試験	深度 4.3m～7.8m で実施。	細粒分含有率	液状化判定
圧密試験	深度 7.8m～20.5m の間で1箇所。	圧密降伏応力 初期間隙比	ネガティブフリクション (圧密沈下)
一軸圧縮試験	深度 2.4m～4.3m で1箇所  深度 7.8m～20.5m、深度 24.5m～31.5m で1箇所	変形係数、粘着力  粘着力	杭の水平抵抗、(地耐力)  杭の周面摩擦力、(二層地盤の検討)
三軸圧縮試験	深度 2.4m～4.3m で1箇所  深度 7.8m～20.5m、深度 24.5m～31.5m で1箇所	変形係数、粘着力・ 内部摩擦角  粘着力・内部摩擦角	杭の水平抵抗、(地耐力)  杭の周面摩擦力、(二層地盤の検討)
孔内水平載荷試験	深度 2.4m～4.3m で1箇所	変形係数	杭の水平抵抗



図-1 敷地および共同住宅の配置計画図 (単位 mm)

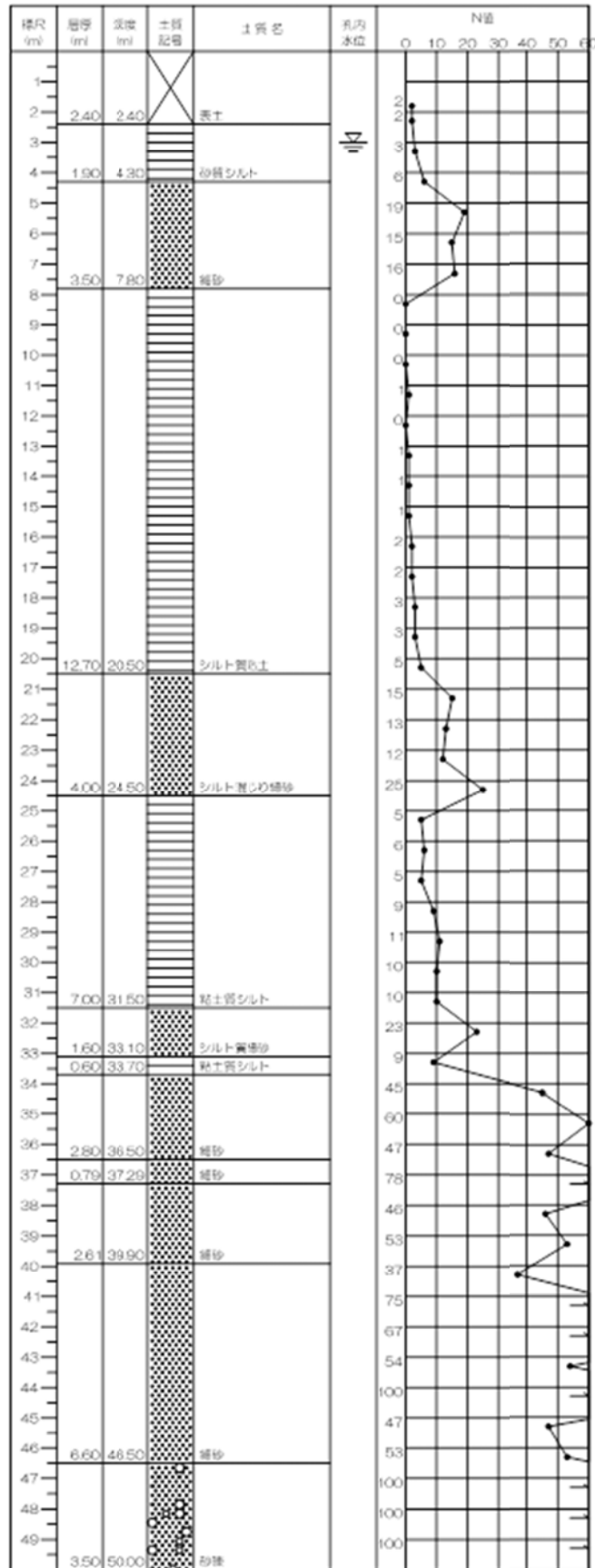


図-2 隣接ボーリング

2. 図-3 に示すボーリング柱状図の均質な地盤の敷地に建設する図-4 の建物（鉄筋コンクリート造、地上7階建て、地下室無し）の基礎を設計する際に、べた基礎による設計が可能かどうかを述べなさい。ただし、基礎底はGL-2.0m、設計GLはボーリング孔口標高、地下水位はGL-2.0mとする。  
 (配点：5点)

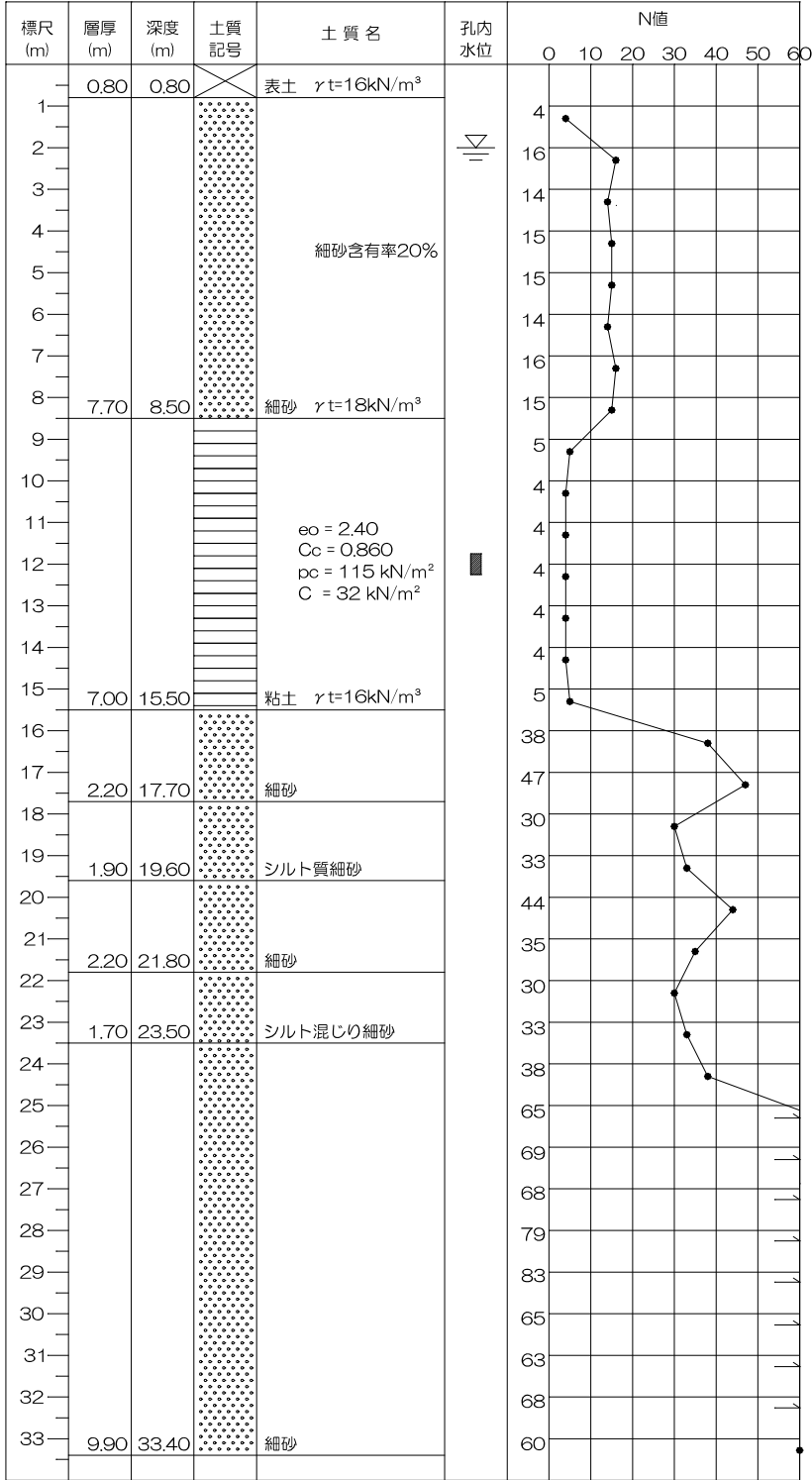


図-3 ボーリング柱状図

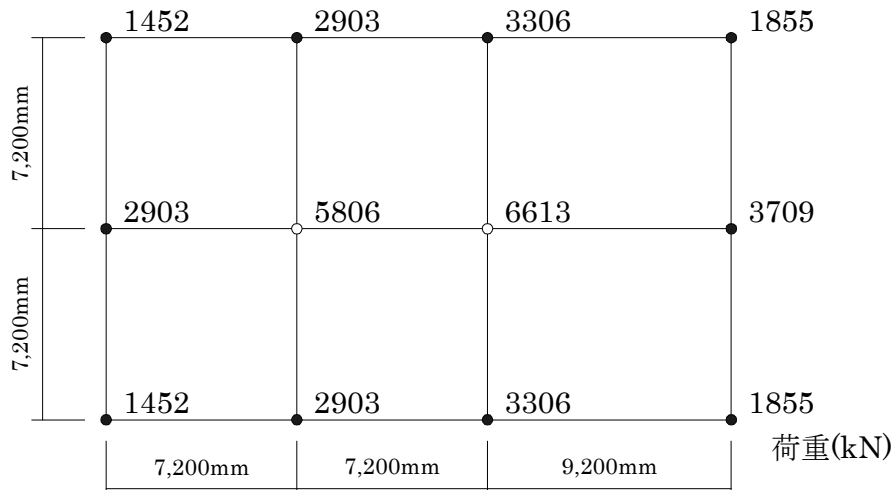


図-4 基礎設計用長期軸力

べた基礎が設計可能かどうかは、以下の項目を検討する必要がある。

検討①深度 0.8m～8.5m までの砂層が液状化するかどうか

検討②地耐力（砂地盤および下部粘土層）が確保できるかどうか

検討③深度 8.5m～15.5m の粘土層の圧密沈下

( ) の検討結果は、土補実技試験の解答を参照。

検討①：平均 N 値 15 以上の良好な地盤であり、液状化の危険性は少ないと判断できる。

(参考までに、計算で求めると FL 値=3.23 となり 1.0 以上。)

検討②：平均 N 値 15 以上の良好な地盤であり、直下の砂地盤の地耐力は問題ないと判断できる。

砂層の層厚が 7.7m であり、下部粘性土へ与える影響は少ないと思われる。

(参考までに、検討を行うと下部粘性土で地耐力(=169kN/m<sup>2</sup>)が決定し、建物重量 112kN/m<sup>2</sup> を満足する。)

検討③：深度 12m 位置の粘土は、ほぼ正規圧密状態である。建物重量が 112kN/m<sup>2</sup> と大きく、粘土層に発生する増加応力も大きい値となることが想定され、圧密沈下も増大すると判断できる。

建物形状として、隅と中央とで軸力差も大きく、圧密による相対沈下も大きくなると判断できる。

(参考までに、最大変形角は  $20 \times 10^{-3}$  となり、限界変形角  $2.0 \times 10^{-3}$  を大きく上回っている。)

以上より、圧密による相対沈下が大きくなることが予想され、べた基礎の設計は難しいと判断する。

もしくは、

建築基準法政令第 38 条 3 項で、高さ 13m 以上、建物荷重 100kN/m<sup>2</sup> 以上の基礎底部は、良好な地盤に支持される必要があるとされているため、建物荷重 112kN/m<sup>2</sup> の本建物をべた基礎で設計することは難しいと判断する。

3. 図-3 に示すボーリング柱状図の均質な地盤の敷地に建設する図-4 に示した軸力を持つ建物の基礎を杭基礎で計画する場合、最適（コストも含む）と考えられる杭基礎を設計しなさい。ただし、杭の鉛直支持力は国土交通省告示 1113 号第 5 または第 6 の算定式により、水平力の検討は Chang の方法によるものとし、地盤の変形係数は  $E_0=10,500\text{kN/m}^2$  とする。地震時荷重の組合せは概算軸力の $\pm 100\%$ （外柱●）、 $\pm 50\%$ （中柱○）、検討用水平力は、 $Q=7,232\text{kN}$ （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）、杭天端位置は設計 GL-1.9m、パイルキャップの下端位置は GL-2.0m とし、杭の軸力  $N$  ~ 曲げモーメント  $M$  関係等は、別紙の参考資料によるものとする。  
(配点： 40 点)

(1) 設計方針の概要を示しなさい。

施工法、杭種類、杭長、杭径などの設定と、その設定理由。(特に杭長に関しては、摩擦杭、中間支持杭、支持杭のうち、その杭長を設定した理由を述べること。)

.... 【解答例】

○SC 杭を用いて設計を行った場合

建物荷重が  $100\text{kN/m}^2$  以上であるため、G.L.-25m 以深さの良好な地盤で支持させる方針とする。

GL-25m の Dsg 層(十分な層厚を有しているため)に支持させる杭とし、1 柱 1 本の設計を採用する。

施工法：高支持力杭工法 ( $\alpha=400$  以上)

杭種：SC(80N)SKK490+PHC 杭(105N)

$\phi 800$  L=25.00m (上杭 SC 杭 6m t=9.0mm+PHC-B 種 杭長 9m+A 種 10 m)  
 $\phi 600$  L=25.00m (上杭 SC 杭 6m t=9.0mm+PHC-B 種 杭長 9m+A 種 10 m)

(2) 杭基礎を設計しなさい。(配布した用紙(白紙)に解答する。)

【解答例】

SC 杭を用いて設計を行った場合の解答例

○支持力：杭頭 GL-1.90m 杭先端は支持層に十分な根入れ(1.9m)をしており、 $N_p=60$  で評価する。  
 先端支持力のみ考慮すると、

$\phi 800$  :  $R_a=1/3 \times 400 \times 60 \times 0.5026=4,020$  kN/本  
 $W_f=2.0 \times 2.0 \times 2.0 \times 20=160$  kN/本 (1 本打ち)  
 $\phi 600$  :  $R_a=1/3 \times 400 \times 60 \times 0.2827=2,260$  kN/本  
 $W_f=1.5 \times 1.5 \times 2.0 \times 20=90$  kN/本 (1 本打ち)

材料強度の確認(下杭として用いる PHC 105N-B 種杭で確認する。材料強度 PHC 105N -B 種 < SC 杭より)

$\phi 800$  :  $2,434 \times 10^2 \times (30-8)=5355$  kN/本 > 4,020 kN → OK  
 $\phi 600$  :  $1,470 \times 10^2 \times (30-8)=3234$  kN/本 > 2,260 kN → OK

従って、支持力は、地盤で決定される。地震時は、引き抜きを生じないことより、短期の設計時力を超えることはない。

○杭の配置：

中柱 1 : $N=6613+160 \times 2 = 6933$ kN	<	$R_a=8040$ kN ( $\phi 800 \cdot 2$ 本)	@ 1 柱 = 2 本
中柱 2 : $N=5806+160 \times 2 = 6126$ kN	<	$R_a=8040$ kN ( $\phi 800 \cdot 2$ 本)	@ 1 柱 = 2 本
周柱 1 : $N=3709+160 = 3869$ kN	<	$R_a=4020$ kN ( $\phi 800$ )	@ 1 柱 = 1 本
周柱 2 : $N=3306+160 = 3466$ kN	<	$R_a=4020$ kN ( $\phi 800$ )	@ 2 柱 = 2 本
周柱 3 : $N=2903+160 = 3063$ kN	<	$R_a=4020$ kN ( $\phi 800$ )	@ 3 柱 = 3 本
隅角柱 1 : $N=1855+90 = 1945$ kN	<	$R_a=2260$ kN ( $\phi 600$ )	@ 2 柱 = 2 本
隅角柱 2 : $N=1452+90 = 1542$ kN	<	$R_a=2260$ kN ( $\phi 600$ )	@ 2 柱 = 2 本

合計  $\phi 800$  10本  
 $\phi 600$  4本

○水平力の検討：

$$\begin{aligned} \text{基礎自重による水平力} : Q_F &= (160 \times 10 + 90 \times 2) \times 0.1 = 196 \text{ kN} \\ \Sigma Q &= 7232 + 196 = 7428 \text{ kN} \end{aligned}$$

平均N値15以上の砂地盤であるため、液状化の発生の危険性は少ないと判断する。

参考までに、液状化判定を実施すると、  
 GL-5m地点の諸計算数値  
 $r_n = 0.1(M-1) = 0.1(7.5-1) = 0.65$   
 $\sigma_z = 16 \times 0.8 + 18 \times 1.2 + 18 \times 3.0 = 88.4 \text{ kN/m}^2$   
 $\sigma'_z = \sigma_z - 10(5.0-2.0) = 58.4 \text{ kN/m}^2$   
 $r_d = 1 - 0.015 \times Z = 1 - 0.015 \times 5.0 = 0.925$   
 $\tau_d / \sigma'_z = r_n \times \alpha / g \times \sigma_z / \sigma'_z \times r_d =$   
 $= 0.65 \times 200 / 980 \times 88.4 / 58.4 \times 0.925$   
 $= 0.1857$   
 $C_N = \sqrt{98 / \sigma'_z} = \sqrt{98 / 58.4} = 1.295$   
 $N_1 = C_N \times N = 1.295 \times 15 = 19.43$   
 $N_a = N_1 + \Delta N_f = 19.43 + 8 = 27.4$   
 $\tau_f / \sigma'_z = 0.6$   
 $F_1 = (\tau_f / \sigma'_z) / (\tau_d / \sigma'_z) = 0.6 / 0.186 = 3.23 > 1.0$   
 従って、液状化の可能性は、低い。

$n \cdot I \cdot \beta^3$  の計算

$\phi 800$

$$\begin{aligned} kh &= 80 \times 10500 \times 80^{-3/4} = 31402 \text{ kN/m}^3 \\ \beta &= \{31402 \times 800 \times 10^{-6} / (4 \times 4.0 \times 10^4 \times 2.074 \times 10^{10})\}^{1/4} \times 1000 = 0.295 \text{ m}^{-1} \\ n \cdot I \cdot \beta^3 &= 10 \times 2.074 \times 10^{-2} \times 0.295^3 = 5.32 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

$\phi 600$

$$\begin{aligned} kh &= 80 \times 10500 \times 60^{-3/4} = 38964 \text{ kN/m}^3 \\ \beta &= \{38964 \times 600 \times 10^{-6} / (4 \times 4.0 \times 10^4 \times 7.412 \times 10^9)\}^{1/4} \times 1000 = 0.375 \text{ m}^{-1} \\ n \cdot I \cdot \beta^3 &= 4 \times 7.412 \times 10^{-3} \times 0.375^3 = 1.56 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

$$\Sigma n \cdot I \cdot \beta^3 = 5.32 \times 10^{-3} + 1.56 \times 10^{-3} = 6.88 \times 10^{-3}$$

従って、各杭の負担する水平力は、

$$\begin{aligned} \phi 800 : \Sigma Q \times 5.32 / 6.88 / 10 &= 574.4 \text{ kN} \\ \phi 600 : \Sigma Q \times 1.56 / 6.88 / 4 &= 421.1 \text{ kN} \end{aligned}$$

杭頭変位は

$$y_o = Q / (4EI\beta^3) = 574.4 \times 10^3 / \{4 \times 4 \times 10^4 \times 2.074 \times 10^{10} \times (0.295 \times 10^{-3})^3\} = 6.74 \text{ mm}$$

より、khの低減はおこなわない。

杭頭曲げモーメント  $M_o$  は、

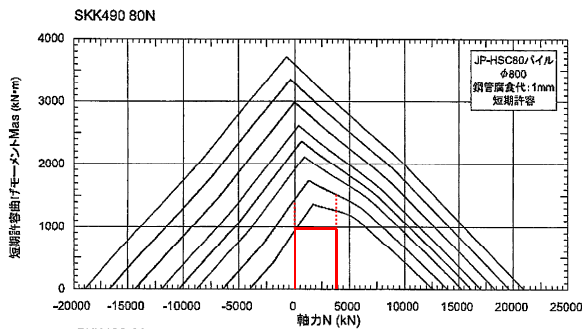
$$\begin{aligned} M_o &= Q/2/\beta = 574.4/2/0.295 = 973.6 \text{ kN}\cdot\text{m} \\ M_o &= Q/2/\beta = 421.1/2/0.375 = 561.5 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

最大軸力及び最少軸力は1±60%より、

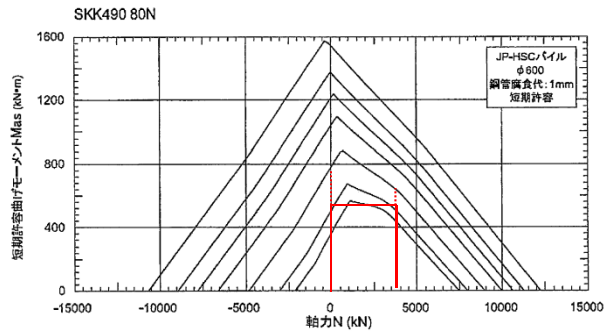
$$\begin{aligned} \phi 800 : M_{\max} &= 3869 \times (1.0 + 1.0) = 7738 \text{ kN} \\ M_{\min} &= 3869 \times (1.0 - 1.0) = 0 \text{ kN} \\ \phi 600 : M_{\max} &= 1945 \times (1.0 + 1.0) = 3890 \text{ kN} \\ M_{\min} &= 1945 \times (1.0 - 1.0) = 0 \text{ kN} \end{aligned}$$

N-M図より、最少軸力0kN時及び最大軸力時ともに、許容範囲内。→ OK





鋼管厚 (mm)  
ts=25  
ts=22  
ts=19  
ts=16  
ts=14  
ts=12  
ts=9  
ts=6



鋼管厚 (mm)  
ts=19  
ts=16  
ts=14  
ts=9  
ts=8  
ts=4.5

せん断耐力  $Q_a$  は、

$$Q_a = 0.5 \times A_s \times f_s = 0.5 \times 198.55 \times 10^2 \times 187.6 / 1,000 = 1862 \text{ kN} > 574.4 \text{ kN} \rightarrow \text{OK}$$

$$Q_a = 0.5 \times A_s \times f_s = 0.5 \times 148.23 \times 10^2 \times 187.6 / 1,000 = 1391 \text{ kN} > 421.1 \text{ kN} \rightarrow \text{OK}$$

$$\text{但し、} f_s = 325 / 1.5 / \sqrt{3} = 187.6 \text{ kN/m}^2$$

地中部最大曲げモーメントは、それぞれ

$$R_{lm} = \pi / 2 = 1.571 \quad R_{Mmax} = e^{-\pi/2} = 0.208$$

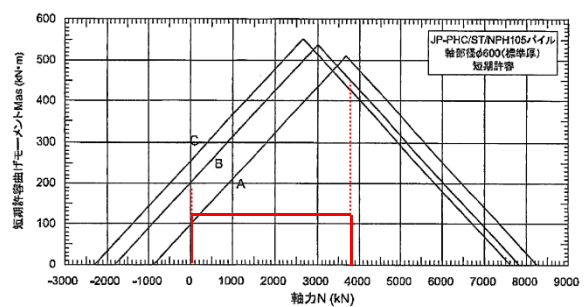
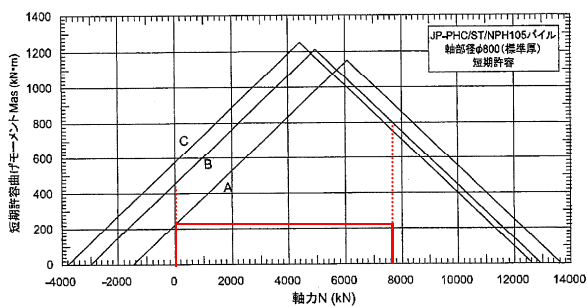
$$M_{max} = Q/2 \cdot \beta \cdot R_{Mmax} = 973.6 \times 0.208 = 202.5 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$l_m = 1/\beta \cdot R_{lm} = 1/0.295 \times 1.571 = 5.33 \text{ m}$$

$$M_{max} = Q/2 \cdot \beta \cdot R_{Mmax} = 561.5 \times 0.208 = 116.8 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$l_m = 1/\beta \cdot R_{lm} = 1/0.375 \times 1.571 = 4.19 \text{ m}$$

N-M 図より、地中部最大モーメントが中杭の許容 M に収まるよう、杭種を上記の様設定。



4. 設計を行った杭基礎を顧客に提案するために準備すべき資料をあげなさい。

(配点：5点)

・地盤調査報告書

・液状化判定の検討書

・杭支持力・水平力の検討書

・杭伏図(配置図)

・杭明細書

・杭基礎の見積書

・杭頭接合の検討書

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) 「異種基礎」と「併用基礎」の違いを説明しなさい。

併用基礎は、直接基礎と杭基礎を併用するものであり、異種基礎とパイルド・ラフト基礎とがある。

異種基礎は、直接基礎と支持杭基礎、摩擦杭基礎と支持杭基礎などの組合せによる基礎である。

(2) 杭の引抜き抵抗力の算定式の概要や根拠について、押し込み方向の周面摩擦力の算定式と比較して述べなさい。

告示式では、引抜き方向の周面摩擦力は、押し込み方向に対して低減( $\times 8/15$ )がなされている。低減を見込む理由として、①上載圧の効果および②杭材のポアソン比の影響によるものが考えられる。また、告示式では、地盤種別に応じた低減は行っていないが、基礎指針等では、粘性土地盤では低減を見込まず、砂質土地盤でのみ低減を行う場合もある。

①上載圧の効果

杭から地盤に伝達する鉛直力が、押し込み時には上載圧を増加させるように作用するのに対して、引抜き時には、逆に減少させるように作用する。このため、杭周面に作用する側圧も小さくなる。

②杭のポアソン比効果

杭は引き抜くと伸びるため、杭周面に作用する側圧も小さくなる。

2. 次の①～⑥の設問のうち、4問を選択して答えなさい。 (配点：20点 各5点)

- ① オランダ式二重管コーン貫入試験の試験概要を説明するとともに、調査目的を2つ以上簡単に述べなさい。
- ② 建築における基礎の2次設計について、あなたの考えを述べなさい。
- ③ 直接基礎の設計において、作用荷重と即時沈下との関係に弾性ばねを用いて解析する場合、その解析値がもつ特性について簡単に解説しなさい。
- ④ 限界間隙比の定義、および液状化との関係について簡単に記述しなさい。
- ⑤ 施工重機および資材の運搬に関して、現地踏査でポイントとなる項目を3つ挙げ、運搬に用いる車両の選定目安との関係を述べなさい。
- ⑥ 支持杭で支持された建物において、建設後に地盤変状が想定される場合、設計上考慮しなければならない事項について、簡単に解説しなさい。

解答1：設問番号 (①)

試験概要：オランダ式二重管コーン貫入試験は、貫入先端（マントコーン）をつけたロッドを静的に貫入し、地盤のコーン貫入抵抗を深さ方向に連続的に求める試験である。試験機は、先端部、ロッド、圧入・計測装置等から構成され、先端部は外管接続部とマントコーンから成り、ロッドは内管と外管から成る。

調査目的：①土の力学的な性質（粘性土のせん断強さ、砂質土のせん断抵抗角）の把握  
②地盤の地層区分（土質の判定、ボーリング調査の補完）  
③杭の施工性と支持力の把握  
④建設機械のトラフィカビリティの把握

解答2：設問番号 (②)

解答 3 : 設問番号 (③)

- ・同一荷重度であっても基礎幅に比例して即時沈下が増加
- ・地盤ばね係数が基礎幅に反比例
- ・粘性土地盤では、上記の関係が成立
- ・砂質土地盤では、上記の関係が不成立
- ・ただし、砂質土地盤でも実測結果に対して安全側の設計値を得る。

解答 4 : 設問番号 (④)

限界間隙比の定義

: 緩い砂および密な砂が十分なせん断変形を受けた後に、ほぼ一定値に漸近していく、終局的な  $e$  の値を限界間隙比。

液状化との関係

: 限界間隙比以上の間隙比をもつ緩い飽和した砂地盤は、地震動などの急激なせん断変形を受けると、間隙が減少して過剰間隙水圧を発生し、液状化現象が生ずる。一方、限界間隙比以下の締まった砂地盤では、液状化現象は原理的に発生しない。

解答5：設問番号(⑤)

①曲がり角の確認：曲がり角（および出入り部の幅員長さ合計）を確認する。曲がりによって、角車角の曲がり易さがことなるため、車両選定の目安となる。

②すみ切り長さの確認：すみ切り長さによって、車両の曲がり易さがことなるため、車両選定の目安となる。

③障害物の確認：荷台から積荷が突出する場合、積荷が通過する範囲に障害物がないことを確認する。障害物がある場合は、突出長さを加味した車両選定が必要になる。

解答6：設問番号(⑥)

- ・杭基礎を想定する場合、地盤の圧密沈下によって発生する負の摩擦力
- ・圧密沈下などにより杭頭が突出される場合、杭体へ入力される地震時水平力
- ・地盤沈下後に建物と地表面との高低差に対応するライフライン