

表紙

目次

| | |
|----------------------|----|
| 1章 設計条件 | 1 |
| 1.1 適用基準 | 1 |
| 1.2 基本データ | 1 |
| 1.3 構造寸法 | 3 |
| 1.4 杭配置及び杭長 | 3 |
| 1.4.1 杭配置 | 3 |
| 1.4.2 杭長 | 3 |
| 1.5 詳細設定 | 3 |
| 1.6 荷重ケース（許容応力度法） | 6 |
| 1.7 深礎基礎データ | 6 |
| 1.7.1 地盤条件 | 6 |
| 1.7.2 隣接基礎条件 | 8 |
| 1.7.3 その他荷重 | 8 |
| 1.7.4 杭配筋 | 8 |
| 1.7.5 周面摩擦力度 | 9 |
| 1.8 フレームデータ | 10 |
| 1.8.1 格点座標 | 10 |
| 1.8.2 杭頭格点接合 | 11 |
| 1.8.3 材質 | 11 |
| 1.8.4 断面諸値 | 11 |
| 1.8.5 部材 | 11 |
| 1.8.6 荷重データ（許容応力度法） | 12 |
| 1.9 杭頭接合計算 | 13 |
| 2章 地盤の諸条件 | 14 |
| 2.1 地盤反力係数 | 14 |
| 2.2 支点ばね | 18 |
| 2.3 底面の許容鉛直地盤反力度 | 22 |
| 2.4 底面地盤のせん断抵抗力 | 24 |
| 2.5 水平支持力・塑性化抵抗力の上限値 | 26 |
| 2.6 周面摩擦力度の上限値 | 30 |
| 3章 許容応力度法 | 32 |
| 3.1 計算結果一覧 | 32 |
| 3.2 弾塑性解析結果 | 34 |
| 3.2.1 杭体断面力 | 34 |
| 3.2.2 杭体変位 | 38 |
| 3.2.3 地盤反力 | 40 |
| 3.2.4 地盤ばね値 | 42 |
| 3.3 フレーム解析結果 | 44 |
| 3.3.1 支点反力 | 44 |
| 3.3.2 格点変位 | 45 |
| 3.3.3 部材断面力 | 46 |

1章 設計条件

1.1 適用基準

| | |
|------------------------|-------------------------|
| 道路橋示方書IV下部構造編（平成24年3月） | 日本道路協会 |
| 道路橋示方書V耐震設計編（平成24年3月） | 日本道路協会 |
| 設計要領第二集（平成24年7月） | 東日本 / 中日本 / 西日本高速道路株式会社 |
| 杭基礎設計便覧（平成19年1月） | 日本道路協会 |

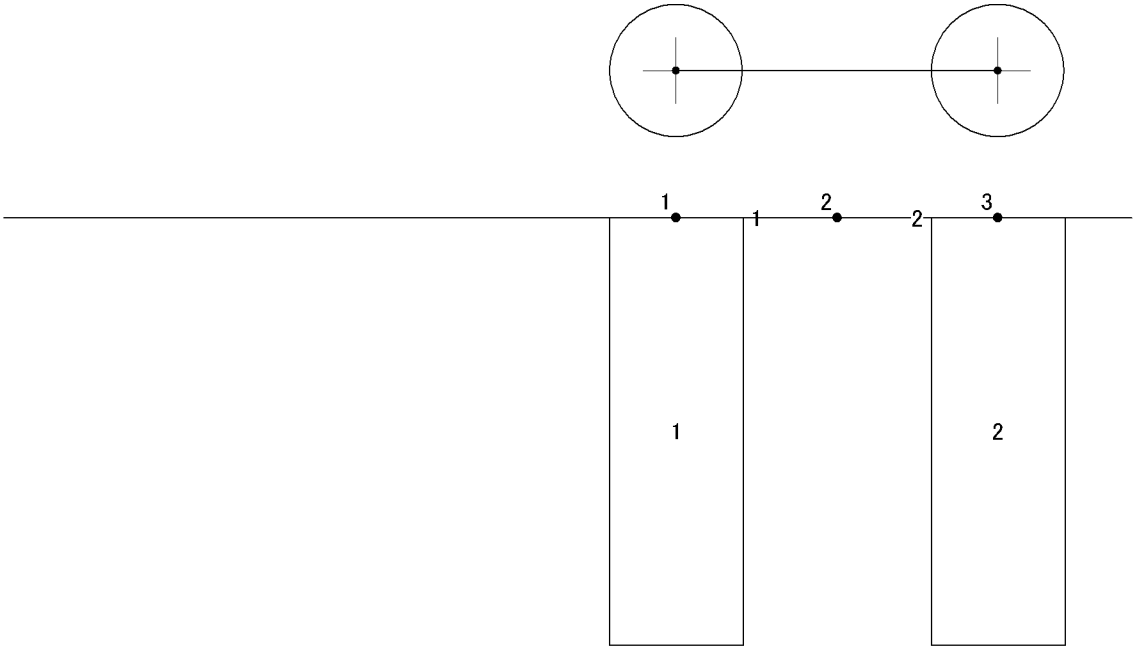
1.2 基本データ

保存ファイル名：Reidai-j

工事名：フーチング式深礎基礎、道路橋の耐震設計に関する資料p8-6より。

| | | | | |
|----------------------|-------------------|-------------------------|--------|-----|
| (1)設計方向1 | 杭列数 | 2 列 | 入力対象杭列 | A 列 |
| (2)設計方向2 | 杭列数 | 1 列 | 入力対象杭列 | 1 列 |
| (3)杭形状 | 円形 | | | |
| (4)適用基準 | NEXCO設計要領 | | | |
| (5)対象構造物 | 橋脚基礎 | | | |
| (6)杭周面摩擦の考慮 | 考慮する (XY) | | | |
| (6)混合土留め | 用いない | | | |
| (7)杭径 (公称径) | D = | 2.500 m | | |
| 杭径 (設計径) | D _s = | 2.500 m | | |
| (8)使用材料 (深礎杭) | | | | |
| コンクリートの設計基準強度 | σ _{ck} = | 24 N/mm ² | | |
| 鉄筋の材質 (軸方向鉄筋) | = | SD345 | | |
| (せん断補強筋) | = | SD345 | | |
| 単位体積重量 | γ = | 24.50 kN/m ³ | | |
| (9)使用材料 (フーチング) | | | | |
| コンクリートの設計基準強度 | σ _{ck} = | 24 N/mm ² | | |
| 鉄筋の材質 (軸方向鉄筋) | = | SD345 | | |
| (せん断補強筋) | = | SD345 | | |
| 単位体積重量 | γ = | 24.50 kN/m ³ | | |
| (10)解析方向 | [設計方向 1] | | | |
| (11)荷重載荷方向 | 面内解析 | | | |
| (12)設計水平震度 (レベル1地震時) | k _H = | 0.20 | | |
| (13)フーチングタイプ | フーチングなし | | | |
| (14)底版荷重の取扱い | 作用格点に載荷 | | | |
| (15)底版荷重を自動生成 | 行わない | | | |

構造図



1.3 構造寸法

柱寸法

形状 : 矩形

断面寸法 L= 2.000 m

B= 2.000 m

中心位置 X= 0.000 m

Y= 0.000 m

1.4 杭配置及び杭長

1.4.1 杭配置

| 列No | X(m) |
|-----|--------|
| 1 | -3.000 |
| 2 | 3.000 |

| 行No | Y(m) |
|-----|-------|
| 1 | 0.000 |

1.4.2 杭長

| | | 1列 | 2列 |
|----|----------|-------|-------|
| 1行 | 杭全長 L(m) | 8.000 | 8.000 |

1.5 詳細設定

[モデル化]

- | | |
|----------------------|-----------|
| (1)水平ばね格点間隔 | 0.50 m |
| (2)周面摩擦力度の取扱い | 内部計算(別入力) |
| (3)底面ばねの取扱い 許容応力度法 | 有効断面 |
| レベル2地震時 | 有効断面 |
| (4)底面に引抜力が生じた場合の底面ばね | 0とする |
| (5)底面せん断ばねの鉛直ばねに対する比 | = 0.3000 |
| (6)大口径深礎における底面の連成ばね | 考慮しない |
| (7)面外解析時の杭軸周りの回転拘束条件 | 固定 |
| (8)許容応力度法照査時の地盤の取扱い | 塑性化させる |

[補正係数]

(9)水平方向地盤反力係数の補正係数

常時、暴風時、レベル1地震時 $k = 1.5$

レベル2地震時 $k = 1.5$

(10)同じ層に水平かぶりがある場合 最も杭前面に近い位置

(11)安全率または補正係数

| | | 常 時 | レベル1 地震時 | レベル2 地震時 |
|-------------------------|------------|-----|-------------|-------------|
| 許容鉛直地盤反力度の安全率n | | 3.0 | 2.0 | 1.0 |
| 底面せん断抵抗力の安全率n | | 1.5 | 1.2 | ---- |
| 水平支持力の上限值決定のための補正係数m | | 3.0 | 2.0 | 1.0 |
| 塑性化領域の抵抗力上限値決定のための補正係数m | | 3.0 | 2.0 | 1.0 |
| 周面摩擦力度の上限值 の補正係数m | 水平方向 | 1.5 | 1.1 | 1.0 |
| | 鉛直方向(押し込み) | 3.0 | 2.0 | 1.0 |
| | 鉛直方向(引抜き) | 6.0 | 4.0 | 1.0 |

[許容応力度法]

- (12)水平支持力 R_q 算出時の杭幅の取扱い 周面摩擦を考慮する場合は杭幅を0.8Dとする
- (13)水平地盤の受働土圧の取扱い 考慮しない
- (14)底面せん断抵抗の取扱い(許容応力度法) 1本単位で判定
常時の浮上り時の判定 NG判定とする
- (15)鉄筋区間ごとの杭体応力度照査、1/2Mmax位置の応力照査 鉄筋区間ごとの応力度を照査しない
- (16)せん断照査時の軸力による割増(許容応力度法) 考慮する
- (17)コンクリートの許容応力度の低減 杭径D<5mの場合のみ許容応力度に0.9を乗じる

[レベル2]

- (18)杭の押し込み支持力算定式 $P_{Nu} = q_a \times A'$ (有効断面)
- (19)押し込み支持力の降伏判定 考慮する(全杭列を対象とする)
- (20)塑性化領域60%,底面浮上り率60%の降伏判定(大口径深礎-単杭) 降伏判定に含めない
- (21)せん断耐力の照査位置 杭頭位置
- (22)せん断耐力計算時の軸力
- (23)終局後の杭体曲げ剛性の取り方 内部計算
- (24)レベル2地震時照査の降伏 許容しない
- (25)レベル2地震時における基礎天端の許容変位
水平変位 = 400 mm
回転変位 = 0.025 rad
- (26)降伏剛性に対する2次剛性 考慮しない(r=0)

[底面地盤反力]

- (27)杭底面の許容鉛直支持力度 q_a の低減係数 β 内部計算
- (28)根入れ比Df/D<1の場合の基礎底面の岩盤上限値 根入れ比<1の場合は道示IV表-解10.3.2を用いる
根入れ比 0.5~1.0間の補正 行う
- (30)岩盤の場合の式(11.4.1)による極限支持力度 q_d との比較 q_d と比較を行う

[地盤の塑性化]

- (31) 塑性化後のせん断定数の取扱い
 硬岩の粘着力 C_{res} $1/3 \times C$
 せん断抵抗角 ϕ' の上限値 制限なし
- (32) 塑性化抵抗力の載荷範囲 全ての範囲
- (33) 塑性化による強度低下地盤が生じた場合の再計算 行わない
- (34) すべり角の検索範囲 45 ~ 135度
- (35) 硬岩の塑性化後抵抗力と比較する受働土圧算定に用いる土質定数
 塑性化前の土質定数を用いる
- (36) R_o の適用方法 R_q と同じ判定を行う
- (37) 抵抗力算定式の土塊分が負値の場合の取扱い 0として算を行う

[M -]

- (38) M - 計算時の c_k の低減 杭径によらず c_k を低減しない
- (39) M - 算定時の杭の軸力の取扱い 入力する
- (40) M - 関係の自動調整 行わない

[底板]

- (41) 鉄筋の取扱い(許容応力度法) 単鉄筋
- (42) 鉄筋の取扱い(レベル2地震時) 単鉄筋
- (43) 端部杭の有効幅の広がり取扱い(レベル2地震時) 端部または $1 \cdot D$
- (44) 底板骨組みモデルの底板部材剛性の取扱い 計算直角方向の「底板幅 / 杭列数」で部材幅を算出
- (45) 底板剛性評価に用いる K_v の取扱い 周面摩擦力の鉛直成分を含める
- (46) レベル2地震時の押抜きせん断照査の取扱い 常に照査を行う
- (47) 底板段差部の取扱い 照査位置に追加しない
- (48) 照査位置の曲げモーメントの符号が異なる場合の取扱い(骨組み解析のみ)
 絶対値の最大値で照査を行う

1.6 荷重ケース (許容応力度法)

荷重ケース [1] : 地震時
 荷重状態 : 地震時
 安全率 : 地震時
 応力度 : 地震時
 底面せん断 : 暴風・地震
 許容変位 $a = 25$ (mm)
 許容応力度 $c_a = 10.80$ (N/mm²)
 $s_a = 300.00$ (N/mm²) (軸方向鉄筋)
 $s_a = 300.00$ (N/mm²) (上記以外)
 $s_a' = 300.00$ (N/mm²) (圧縮鉄筋)
 $a_1 = 0.31$ (N/mm²)
 $a_2 = 2.29$ (N/mm²)

| | V(kN) | H(kN) | M(kN・m) |
|---------|-------|-------|---------|
| 底版下面作用力 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

| | 杭列1 |
|---------------|--------|
| 荷重分担率 μV | 1.0000 |
| 荷重分担率 μH | 1.0000 |
| 荷重分担率 μM | 1.0000 |

1.7 深礎基礎データ

1.7.1 地盤条件

杭番号 1

地盤条件

| 層 No | 杭頭からの距離 Z (m) | 層の傾斜角 (度) |
|------|---------------|-----------|
| 1 | 0.000 | 0.0 |

設計地盤面の折れ点：なし

| 層 No | 地盤種別 | 土質 | N値 | 単位重量 (kN/m ³) | 内部摩擦角 (度) | 粘着力 C (kN/m ²) | 変形係数 E _o (kN/m ²) |
|------|------|-----|----|---------------------------|-----------|----------------------------|--|
| 1 | 土砂 | 砂質土 | 45 | 20.00 | 30.0 | 110 | 280000 |

すべり角 : 内部計算
 ひろがり角 : 直接入力 = 40.0度
 杭底面と地盤との間の摩擦係数 $\tan(\delta_s) = 0.6000$
 杭底面と地盤との間の粘着力 $C_s = 0$ kN/m²
 土質 : 砂

杭番号 2

地盤条件

| 層 No | 杭頭からの距離 Z (m) | 層の傾斜角 (度) |
|------|---------------|-----------|
| 1 | 0.000 | 0.0 |

設計地盤面の折れ点：なし

| 層 No | 地盤種別 | 土質 | N値 | 単位重量 (kN/m ³) | 内部摩擦角 (度) | 粘着力 C (kN/m ²) | 変形係数 Eo (kN/m ²) |
|------|------|-----|----|---------------------------|-----------|----------------------------|------------------------------|
| 1 | 土砂 | 砂質土 | 45 | 20.00 | 30.0 | 110 | 280000 |

すべり角 : 内部計算

ひろがり角 : 直接入力 = 40.0度

杭底面と地盤との間の摩擦係数 $\tan(\delta) = 0.6000$

杭底面と地盤との間の粘着力 $C_b = 0 \text{ kN/m}^2$

土質 : 砂

1.7.2 隣接基礎条件

| 杭番号 No | 地盤反力係数の低減用 | | 水平支持力計算用 | | | 横方向隣接杭の 影響 |
|-----------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|---------------|
| | 中心間隔 | | 中心間隔 | | | |
| | P ₁ (m) | P ₂ (m) | P ₁ (m) | P ₂ (m) | | |
| 1 | 6.000 | 6.000 | 0.000 | 6.000 | ---- | 片側が影響する |
| 2 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | 6.000 | ---- | 片側が影響する |

1.7.3 その他荷重

受働土圧の計算に上載荷重を考慮しない

| 杭番号 No | 上載荷重 q(kN/m ²) |
|-----------|-------------------------------|
| 1 | 0.00 |
| 2 | 0.00 |

ここに、

P₁ ; 上側の土圧強度

P₂ ; 下側の土圧強度

d₁ ; 載荷位置 (杭頭から土圧分布始点位置までの距離)

d₂ ; 載荷長 (土圧分布作用高さ)

1.7.4 杭配筋

かぶり、設計径外縁から鉄筋図心までの距離です。

杭番号 1

・ 区間長 L1 = 8.000 m

主鉄筋

| 段 | かぶり d(cm) | 鉄筋径 呼び名D | 本数 n | ctc (mm) | 鉄筋量 A _s (cm ²) |
|---|--------------|-------------|---------|-------------|--|
| 1 | 12.5 | 32 | 48 | 147.3 | 381.216 |

せん断補強鉄筋

| | | |
|----------|-----------------------------------|-------|
| 帯鉄筋の呼び名 | D | 22 |
| 帯鉄筋の本数 | n (本) | 1 |
| 横拘束筋の断面積 | A _n (cm ²) | 3.871 |
| 帯鉄筋の間隔 | s (cm) | 15.0 |
| 横拘束筋の有効長 | d (cm) | 225.0 |

中間帯鉄筋

| | |
|--|-------|
| 中間帯鉄筋の呼び名D | 0 |
| 中間帯鉄筋の本数 n (本) | 0 |
| 中間帯鉄筋の断面積A _s ' (cm ²) | 0.000 |

杭番号 2

・ 区間長 L1 = 8.000 m

主鉄筋

| 段 | かぶり d(cm) | 鉄筋径 呼び名D | 本数 n | ctc (mm) | 鉄筋量 A _s (cm ²) |
|---|--------------|-------------|---------|-------------|--|
| 1 | 12.5 | 32 | 48 | 147.3 | 381.216 |

せん断補強鉄筋

| | | |
|----------|-----------------------------------|-------|
| 帯鉄筋の呼び名 | D | 22 |
| 帯鉄筋の本数 | n (本) | 1 |
| 横拘束筋の断面積 | A _n (cm ²) | 3.871 |
| 帯鉄筋の間隔 | s (cm) | 15.0 |
| 横拘束筋の有効長 | d (cm) | 225.0 |

中間帯鉄筋

| | |
|--|-------|
| 中間帯鉄筋の呼び名D | 0 |
| 中間帯鉄筋の本数 n (本) | 0 |
| 中間帯鉄筋の断面積A _w ' (cm ²) | 0.000 |

1.7.5 周面摩擦力度

杭番号 1

| No | 区間長L(m) | 土質 | N値 | 単位重量 (kN/m ³) | 摩擦角 (度) | 粘着力 C(kN/m ²) |
|----|---------|-----|----|------------------------------|------------|------------------------------|
| 1 | 8.000 | 砂質土 | 45 | 20.00 | 30.0 | 110 |

杭番号 2

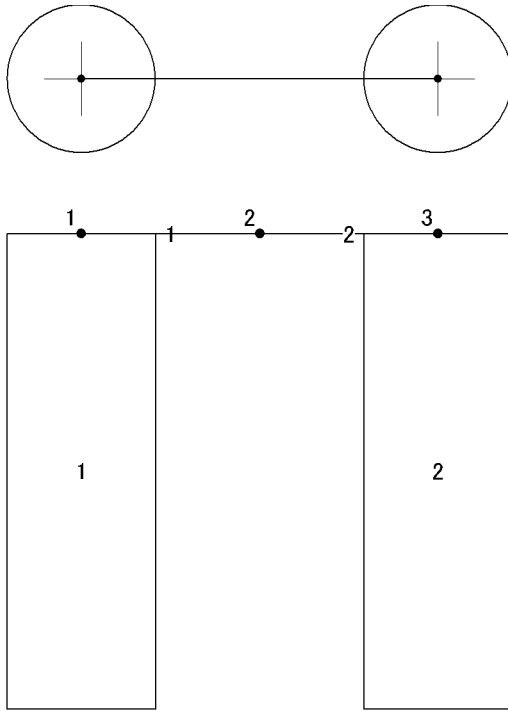
| No | 区間長L(m) | 土質 | N値 | 単位重量 (kN/m ³) | 摩擦角 (度) | 粘着力 C(kN/m ²) |
|----|---------|-----|----|------------------------------|------------|------------------------------|
| 1 | 8.000 | 砂質土 | 45 | 20.00 | 30.0 | 110 |

1.8 フレームデータ

1.8.1 格点座標

- ・ 格 点 数 : 3
- ・ 部 材 数 : 2
- ・ 荷重ケース数 (許容応力度法) : 1
- ・ 荷重組合せケース数 (許容応力度法) : 0

構造図



格点座標

| 格点 番号 | X 座 標 (m) | Y 座 標 (m) |
|----------|--------------|--------------|
| 1 | -3.0000 | 0.0000 |
| 2 | 0.0000 | 0.0000 |
| 3 | 3.0000 | 0.0000 |

- ・作用格点 : 2
- ・柱基部格点 : 2
- ・土圧格点 : 2

1.8.2 杭頭格点接合

| 杭 番 号 | 杭 径 (m) | 杭 長 (m) | 杭頭を接合するフレーム格点 |
|-------|---------|---------|---------------|
| 1 | 2.500 | 8.000 | 1 |
| 2 | 2.500 | 8.000 | 3 |

1.8.3 材質

| 材質 番号 | ヤ ン グ 係 数 E(kN/m ²) | 線 膨 張 係 数 (/) |
|----------|------------------------------------|-------------------|
| 1 | 2.500E+7 | 0.000E+0 |
| 2 | 2.500E+7 | 0.000E+0 |
| 3 | 2.500E+7 | 0.000E+0 |
| 4 | 2.500E+7 | 0.000E+0 |
| 5 | 2.500E+7 | 0.000E+0 |
| 6 | 2.500E+7 | 0.000E+0 |
| 7 | 2.500E+7 | 0.000E+0 |
| 8 | 2.500E+7 | 0.000E+0 |

1.8.4 断面諸値

断面諸値

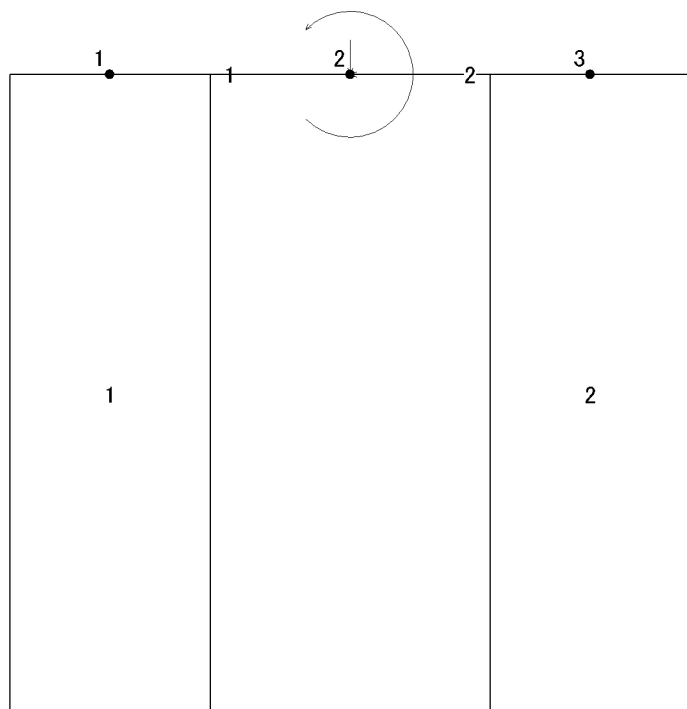
| 断面 番号 | 断 面 積 A(m ²) | 断面2次モーメント I(m ⁴) |
|----------|-----------------------------|---------------------------------|
| 1 | 1.0000000E+5 | 1.0000000E+5 |

1.8.5 部材

| 部材 番号 | 格点番号 i - j | 部 材 長 (m) | 断面 番号 | 材質 番号 | 材端条件 i - j |
|----------|---------------|--------------|----------|----------|---------------|
| 1 | 1 - 2 | 3.0000 | 1 | 1 | 剛結 - 剛結 |
| 2 | 2 - 3 | 3.0000 | 1 | 1 | 剛結 - 剛結 |

1.8.6 荷重データ (許容応力度法)

荷重ケース [1] : 地震時



・ 格点集中荷重

| 荷 重 名 称 | 格点番号 | X軸方向集中荷重(kN) | Y軸方向集中荷重(kN) | モーメント荷重(kN・m) |
|---------|------|--------------|--------------|---------------|
| | 2 | -2378.11 | -11522.81 | 20652.31 |

荷重合計 $P_x = -2378.11 \text{ kN}$ $P_y = -11522.81 \text{ kN}$

1.9 杭頭接合計算

| 杭番号 | 垂直有効厚さ h(mm) |
|-----|-----------------|
| 1 | 1000 |
| 2 | 1000 |

仮想鉄筋コンクリート断面直径 $D_o = 2700$

定着長の計算式 $L_o = s_a / (4 \cdot o_a) \cdot$

2章 地盤の諸条件

2.1 地盤反力係数

杭番号 1

- ・地盤反力係数は、常時の場合の基本値です。
- ・地震時は、内部で常時の2倍とします。
- ・水平方向地盤反力係数は、内部で補正係数 k を乗じます。

常時、暴風時、レベル1地震時 $k = 1.5$

レベル2地震時 $k = 1.5$

- ・水平方向地盤反力係数

| 層番号 i | k_{Ho} (kN/m^3) | k_H (kN/m^3) |
|----------|--|-------------------------------------|
| 1 | 933333 | 149475 |

$$k_H = k_{Ho} \cdot (B_H / 0.3)^{(-3/4)}$$

$$k_{Ho} = 1 / 0.3 \cdot \cdot E_o$$

ここに、

k_H ; 水平方向地盤反力係数(kN/m^3)

k_{Ho} ; 直径0.3mの剛体円板による平板載荷試験の値に相当する
水平方向地盤反力係数(kN/m^3)

・ E_o ; 地盤の変形係数(kN/m^2)

B_H ; 基礎の換算載荷幅 (= 3.449m)は、以下のように算出する
 $1 / \beta$ を 4.759mと仮定すると、

$$k_{Ho}' = \frac{\sum k_{Ho i} \cdot l_i}{1 / \beta} = 933333 \text{ kN}/\text{m}^3$$

$$B_H = \sqrt{D / \beta} \leq \sqrt{D \cdot L_e}$$

$$= 3.449\text{m}$$

$$k_H = k_{Ho}' \cdot (B_H / 0.3)^{(-3/4)}$$

$$\beta = 4 \sqrt{\frac{k_H \cdot D}{4 \cdot E \cdot I}} = 0.2101\text{m}^{-1} \rightarrow 1 / \beta = 4.759\text{m}$$

ただし、 $D = 2.500\text{m}$ 、 $E = 2.500 \times 10^7 \text{kN}/\text{m}^2$ 、 $I = \cdot D^4 / 64 = 1.9175\text{m}^4$

・底面の鉛直方向地盤反力係数

$$k_v = 190293 \text{ kN/m}^3$$

$$k_v = k_{v0} (B_v / 0.3)^{-3/4}$$

$$k_{v0} = 1 / 0.3 \cdot \cdot E_0$$

ここに,

k_v ; 鉛直方向地盤反力係数 (kN/m^3)

k_{v0} ; 直径0.3mの剛体円板による平板載荷試験の値に相当する
鉛直方向地盤反力係数 (kN/m^3)

B_v ; 基礎の換算載荷幅 (m)

ただし, ここでは $B_v = D$ (深礎基礎の直径) とした時の値である.

・ E_0 ; 地盤の変形係数 (kN/m^2)

・底面の水平方向せん断ばね定数

$$k_s = 57088 \text{ kN/m}^3$$

$$k_s = \cdot k_v$$

ここに,

k_s ; 水平方向せん断ばね定数 (kN/m^3)

k_v ; 鉛直方向地盤反力係数 (kN/m^3)

; 鉛直地盤反力係数に対する水平方向せん断ばね定数の比 (= 0.3000)

・杭周面の水平方向せん断地盤反力係数

$$k_{SHD} = 0.6 \times k_H$$

ここに,

k_{SHD} ; 杭周面の水平方向せん断地盤反力係数 (kN/m^3)

k_H ; 水平方向地盤反力係数 (kN/m^3)

・杭周面の鉛直方向せん断地盤反力係数

$$k_{SVB} = 0.3 \times k_H$$

$$k_{SVD} = 0.3 \times k_H$$

ここに,

k_{SVB} ; 杭前背面の鉛直方向せん断地盤反力係数 (kN/m^3)

k_{SVD} ; 杭側面の鉛直方向せん断地盤反力係数 (kN/m^3)

杭番号 2

- ・地盤反力係数は、常時の場合の基本値です。
- ・地震時は、内部で常時の2倍とします。
- ・水平方向地盤反力係数は、内部で補正係数 k_k を乗じます。

常時、暴風時、レベル1地震時 $k_k = 1.5$
 レベル2地震時 $k_k = 1.5$

・水平方向地盤反力係数

| 層番号 i | k_{Ho} (kN/m ³) | k_H (kN/m ²) |
|----------|----------------------------------|-------------------------------|
| 1 | 933333 | 149475 |

$$k_H = k_{Ho} \cdot (B_H / 0.3)^{-3/4}$$

$$k_{Ho} = 1 / 0.3 \cdot \cdot E_o$$

ここに、

k_H ; 水平方向地盤反力係数(kN/m²)

k_{Ho} ; 直径0.3mの剛体円板による平板載荷試験の値に相当する
 水平方向地盤反力係数(kN/m³)

E_o ; 地盤の変形係数(kN/m²)

B_H ; 基礎の換算載荷幅 (= 3.449m)は、以下のように算出する
 $1 / \beta$ を 4.759mと仮定すると、

$$k_{Ho}' = \frac{\sum k_{Ho i} \cdot l_i}{1 / \beta} = 933333 \text{ kN/m}^3$$

$$B_H = \sqrt{D / \beta} \leq \sqrt{D \cdot L_o}$$

$$= 3.449\text{m}$$

$$k_H = k_{Ho}' \cdot (B_H / 0.3)^{-3/4}$$

$$\beta = 4 \sqrt{\frac{k_H \cdot D}{4 \cdot E \cdot I}} = 0.2101\text{m}^{-1} \rightarrow 1 / \beta = 4.759\text{m}$$

ただし、 $D = 2.500\text{m}$ 、 $E = 2.500 \times 10^7 \text{kN/m}^2$ 、 $I = \cdot D^4 / 64 = 1.9175\text{m}^4$

・底面の鉛直方向地盤反力係数

$$k_v = 190293 \text{ kN/m}^3$$

$$k_v = k_{v0} (B_v / 0.3)^{-3/4}$$

$$k_{v0} = 1 / 0.3 \cdot \cdot E_0$$

ここに,

k_v ; 鉛直方向地盤反力係数 (kN/m^3)

k_{v0} ; 直径0.3mの剛体円板による平板載荷試験の値に相当する
鉛直方向地盤反力係数 (kN/m^3)

B_v ; 基礎の換算載荷幅 (m)

ただし, ここでは $B_v = D$ (深礎基礎の直径) とした時の値である.

・ E_0 ; 地盤の変形係数 (kN/m^2)

・底面の水平方向せん断ばね定数

$$k_s = 57088 \text{ kN/m}^3$$

$$k_s = \cdot k_v$$

ここに,

k_s ; 水平方向せん断ばね定数 (kN/m^3)

k_v ; 鉛直方向地盤反力係数 (kN/m^3)

; 鉛直地盤反力係数に対する水平方向せん断ばね定数の比 (= 0.3000)

・杭周面の水平方向せん断地盤反力係数

$$k_{SHD} = 0.6 \times k_H$$

ここに,

k_{SHD} ; 杭周面の水平方向せん断地盤反力係数 (kN/m^3)

k_H ; 水平方向地盤反力係数 (kN/m^3)

・杭周面の鉛直方向せん断地盤反力係数

$$k_{SVB} = 0.3 \times k_H$$

$$k_{SVD} = 0.3 \times k_H$$

ここに,

k_{SVB} ; 杭前背面の鉛直方向せん断地盤反力係数 (kN/m^3)

k_{SVD} ; 杭側面の鉛直方向せん断地盤反力係数 (kN/m^3)

2.2 支点ばね

杭番号 1

- ・ばね値は、常時の場合の基本値です。
- ・地震時は、内部で常時の2倍とします。
- ・水平ばね値は、内部で補正係数 k_k を乗じます。
 常時、暴風時、レベル1地震時 $k_k = 1.5$
 レベル2地震時 $k_k = 1.5$

・水平ばね

斜面の水平方向地盤反力係数は、水平地盤での k_H を次式にて補正して求める

$$k_H' = 0 \quad (0 < H < 0.5)$$

$$k_H' = (0.3 \cdot \log_{10} H + 0.7) \cdot k_H \quad (0.5 < H < 10)$$

$$k_H' = k_H \quad (H > 10)$$

ただし、水平地盤での k_H は隣接杭の影響を考慮し、次式にて求める

$$k_H = \mu \cdot k_{H0}$$

ここに、

μ ; 水平方向地盤反力係数の低減係数

$$\mu = 1 / \sqrt{6 \cdot \sqrt{\left\{ \left(\frac{P1}{D1} + 1 \right) \cdot \left(\frac{P2}{D2} + 1 \right) \right\}}} = 0.567$$

D1 ; 深礎基礎の杭幅(計算方向) = 2.500 m

D2 ; 深礎基礎の杭幅(計算直角方向) = 2.500 m

P1 ; 隣接基礎との中心間隔(計算方向) = 6.000 m

P2 ; 隣接基礎との中心間隔(計算直角方向) = 6.000 m

水平ばね値は、次式で求める

$$K_H = k_H' \cdot D_e \cdot L$$

ここに、

K_H ; 水平ばね値

k_H' ; 斜面の水平方向地盤反力係数

D_e ; 深礎杭径(杭周面摩擦を考慮する場合は $0.8 \times D$)

L ; 水平ばね間隔長さ

| 杭前面での深さ Z(m) | 層 No | 水平かぶり l(m) | 水平かぶり係数 $H = l / D$ | 地盤反力係数 k_H' (kN/m ²) | 水平ばね値(基本値) |
|-----------------|---------|---------------|------------------------|---------------------------------------|--------------|
| | | | | | K_H (kN/m) |
| 0.000 | 1 | 2500.000 | 1000.0000 | 84702 | 42351 |
| 0.500 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 1.000 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 1.500 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 2.000 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 2.500 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 3.000 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 3.500 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 4.000 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 4.500 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 5.000 | 1 | | | 84702 | 84702 |

| 杭前面での深さ Z(m) | 層 No | 水平かぶり l(m) | 水平かぶり係数 $\mu = l / D$ | 地盤反力係数 k_H' (kN/m ³) | 水平ばね値(基本値) |
|-----------------|---------|---------------|--------------------------|---------------------------------------|--------------|
| | | | | | K_H (kN/m) |
| 5.500 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 6.000 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 6.500 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 7.000 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 7.500 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 8.000 | 1 | | | 84702 | 42351 |

・底面鉛直ばね

$$K_v = 934098 \text{ kN/m}$$

$$K_v = k_v \cdot A$$

ここに,

K_v ; 鉛直ばね値(kN/m)

k_v ; 鉛直方向地盤反力係数(kN/m³)

A ; 基礎底面の面積(= $\cdot D^2 / 4 = 4.909E+000m^2$)

・底面回転ばね

$$K_R = 364882 \text{ kN} \cdot \text{m/rad}$$

$$K_R = k_v \cdot I$$

ここに,

K_R ; 底面回転ばね値(kN・m/rad)

k_v ; 鉛直方向地盤反力係数(kN/m³)

I ; 基礎底面の断面2次モーメント(= $\cdot D^4 / 64 = 1.917E+000m^4$)

・底面せん断ばね

$$K_s = 280230 \text{ kN/m}$$

$$K_s = k_s \cdot A$$

ここに,

K_s ; せん断ばね値(kN/m)

k_s ; 水平方向せん断地盤反力係数(kN/m³)

A ; 基礎底面の面積(= $\cdot D^2 / 4 = 4.909E+000m^2$)

上記の底面鉛直ばね, 底面回転ばね, 底面せん断ばねは, 全断面有効とした場合の値です.
底面ばねの取り扱い条件を無視, または有効断面としたときのばね値は, 計算結果の底面
ばねを参照して下さい.

杭番号 2

- ・ばね値は、常時の場合の基本値です。
- ・地震時は、内部で常時の2倍とします。
- ・水平ばね値は、内部で補正係数 k_k を乗じます。

常時、暴風時、レベル1地震時 $k_k = 1.5$
 レベル2地震時 $k_k = 1.5$

・水平ばね

斜面の水平方向地盤反力係数は、水平地盤での k_H を次式にて補正して求める

$$k_H' = 0 \quad (0 \leq H < 0.5)$$

$$k_H' = (0.3 \cdot \log_{10} H + 0.7) \cdot k_H \quad (0.5 \leq H < 10)$$

$$k_H' = k_H \quad (H \geq 10)$$

ただし、水平地盤での k_H は隣接杭の影響を考慮し、次式にて求める

$$k_H = \mu \cdot k_{H0}$$

ここに、

μ ; 水平方向地盤反力係数の低減係数

$$\mu = 1 / \sqrt{6} \cdot \sqrt{\left\{ \left(\frac{P1}{D1} + 1 \right) \cdot \left(\frac{P2}{D2} + 1 \right) \right\}} = 0.567$$

D1 ; 深礎基礎の杭幅(計算方向) = 2.500 m

D2 ; 深礎基礎の杭幅(計算直角方向) = 2.500 m

P1 ; 隣接基礎との中心間隔(計算方向) = 6.000 m

P2 ; 隣接基礎との中心間隔(計算直角方向) = 6.000 m

水平ばね値は、次式で求める

$$K_H = k_H' \cdot D_e \cdot L$$

ここに、

K_H ; 水平ばね値

k_H' ; 斜面の水平方向地盤反力係数

D_e ; 深礎杭径(杭周面摩擦を考慮する場合は $0.8 \times D$)

L ; 水平ばね間隔長さ

| 杭前面での深さ Z(m) | 層 No | 水平かぶり l(m) | 水平かぶり係数 $\mu = l / D$ | 地盤反力係数 k_H' (kN/m ³) | 水平ばね値(基本値) |
|-----------------|---------|---------------|--------------------------|---------------------------------------|--------------|
| | | | | | K_H (kN/m) |
| 0.000 | 1 | 2500.000 | 1000.0000 | 84702 | 42351 |
| 0.500 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 1.000 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 1.500 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 2.000 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 2.500 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 3.000 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 3.500 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 4.000 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 4.500 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 5.000 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 5.500 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 6.000 | 1 | | | 84702 | 84702 |

| 杭前面での深さ Z(m) | 層 No | 水平かぶり l (m) | 水平かぶり係数 $\mu = l / D$ | 地盤反力係数 k_H' (kN/m ³) | 水平ばね値(基本値) |
|-----------------|---------|----------------|--------------------------|---------------------------------------|--------------|
| | | | | | K_H (kN/m) |
| 6.500 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 7.000 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 7.500 | 1 | | | 84702 | 84702 |
| 8.000 | 1 | | | 84702 | 42351 |

・底面鉛直ばね

$$K_v = 934098 \text{ kN/m}$$

$$K_v = k_v \cdot A$$

ここに,

K_v ; 鉛直ばね値(kN/m)

k_v ; 鉛直方向地盤反力係数(kN/m³)

A ; 基礎底面の面積(= $\cdot D^2 / 4 = 4.909E+000m^2$)

・底面回転ばね

$$K_R = 364882 \text{ kN} \cdot \text{m/rad}$$

$$K_R = k_v \cdot I$$

ここに,

K_R ; 底面回転ばね値(kN・m/rad)

k_v ; 鉛直方向地盤反力係数(kN/m³)

I ; 基礎底面の断面2次モーメント(= $\cdot D^4 / 64 = 1.917E+000m^4$)

・底面せん断ばね

$$K_s = 280230 \text{ kN/m}$$

$$K_s = k_s \cdot A$$

ここに,

K_s ; せん断ばね値(kN/m)

k_s ; 水平方向せん断地盤反力係数(kN/m³)

A ; 基礎底面の面積(= $\cdot D^2 / 4 = 4.909E+000m^2$)

上記の底面鉛直ばね, 底面回転ばね, 底面せん断ばねは, 全断面有効とした場合の値です.
底面ばねの取り扱い条件を無視, または有効断面としたときのばね値は, 計算結果の底面
ばねを参照して下さい.

2.3 底面の許容鉛直地盤反力度

杭番号 1

・底面の許容鉛直地盤反力度

$$q_a = q_{a0} \cdot \min(c_a, q_{max})$$

$$q_{a0} = 1/n \cdot (c_B \cdot q_d - c_2 \cdot D_f) + c_2 \cdot D_f$$

ここに,

q_a ; 許容鉛直支持力度(kN/m²)

q_{a0} ; 仮想水平地盤面での許容鉛直支持力度(kN/m²)

c_B ; 斜面の影響による低減係数(= 1.000)

n ; 安全率(常時= 3.0, 地震時= 2.0)

q_d ; 極限支持力度(= 7479.2kN/m²)

$$q_d = 1.3 \cdot C \cdot N_c + 0.3 \cdot c_1 \cdot D \cdot N + c_2 \cdot D_f \cdot N_q$$

C ; 深礎底面より下にある地盤の粘着力(= 110.0kN/m²)

c_1 ; 深礎底面より下にある地盤の単位重量(= 20.00kN/m³)

c_2 ; 深礎底面より上にある地盤の単位重量(= 20.00kN/m³)

D ; 深礎底面の直径(= 2.500m)

D_f ; 仮想水平地盤から深礎の有効根入れ深さ(= 8.000m)

N_c ; 支持力係数(= 30.1)

N ; 支持力係数(= 15.0)

N_q ; 支持力係数(= 18.4)

c_a ; 深礎本体のコンクリートの許容圧縮応力度(kN/m²)

q_{max} ; 許容鉛直支持力度の上限値(kN/m²)

ニューマチックケーソンの式を適用

$$q_{max} = 48 \cdot D_f + 400 \text{ (砂)}$$

[常時・レベル1地震時]

| 荷重ケース | n | q_d (kN/m ²) | q_{a0} (kN/m ²) | c_a (kN/m ²) | q_{max} (kN/m ²) | q_a 採用値 (kN/m ²) |
|-------|-----|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 地震時 | 2.0 | 7479 | 3820 | 8775 | 1176 | 1176 |

q_a は深礎本体のコンクリートの許容圧縮応力度(または設計基準強度)及び許容鉛直支持力度の上限値を超えないものとします。

杭番号 2

・底面の許容鉛直地盤反力度

$$q_a = q_{ao} \min(q_{ca}, q_{max})$$

$$q_{ao} = 1/n \cdot (B \cdot q_d - \gamma_2 \cdot D_f) + \gamma_2 \cdot D_f$$

ここに、

q_a ; 許容鉛直支持力度(kN/m²)

q_{ao} ; 仮想水平地盤面での許容鉛直支持力度(kN/m²)

B ; 斜面の影響による低減係数(= 1.000)

n ; 安全率(常時= 3.0, 地震時= 2.0)

q_d ; 極限支持力度(= 7479.2kN/m²)

$$q_d = 1.3 \cdot C \cdot N_c + 0.3 \cdot \gamma_1 \cdot D \cdot N + \gamma_2 \cdot D_f \cdot N_q$$

C ; 深礎底面より下にある地盤の粘着力(= 110.0kN/m²)

γ_1 ; 深礎底面より下にある地盤の単位重量(= 20.00kN/m³)

γ_2 ; 深礎底面より上にある地盤の単位重量(= 20.00kN/m³)

D ; 深礎底面の直径(= 2.500m)

D_f ; 仮想水平地盤から深礎の有効根入れ深さ(= 8.000m)

N_c ; 支持力係数(= 30.1)

N ; 支持力係数(= 15.0)

N_q ; 支持力係数(= 18.4)

q_{ca} ; 深礎本体のコンクリートの許容圧縮応力度(kN/m²)

q_{max} ; 許容鉛直支持力度の上限値(kN/m²)

ニューマチックケーソンの式を適用

$$q_{max} = 48 \cdot D_f + 400 \text{ (砂)}$$

[常時・レベル1地震時]

| 荷重ケース | n | q_d (kN/m ²) | q_{ao} (kN/m ²) | q_{ca} (kN/m ²) | q_{max} (kN/m ²) | q_a 採用値 (kN/m ²) |
|-------|-----|-------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 地震時 | 2.0 | 7479 | 3820 | 8775 | 1176 | 1176 |

q_a は深礎本体のコンクリートの許容圧縮応力度(または設計基準強度)及び許容鉛直支持力度の上限値を超えないものとします。

2.4 底面地盤のせん断抵抗力

杭番号 1

$$H_a = H_u / n$$

$$H_u = c_b \cdot A_e + V \cdot \tan \delta$$

ここに,

H_a ; 安全率を考慮した基礎底面と地盤との間に働くせん断抵抗力(kN)

n ; 安全率

H_u ; 基礎底面と地盤との間に働くせん断抵抗力(kN)

c_b ; 基礎底面と地盤との間の付着力(kN/m²)

A_e ; 基礎底面の有効載荷面積(m²)

V ; 基礎底面に作用する鉛直力(kN)

δ ; 基礎底面と地盤との間の摩擦角(°)

| 荷重ケース | n | c_b (kN/m ²) | A_e (m ²) | V (kN) | $\tan \delta$ | H_u (kN) | H_a (kN) |
|-------|-----|-------------------------------|----------------------------|-------------|---------------|---------------|---------------|
| 1 地震時 | 1.2 | 0 | 4.9087 | 5044.37 | 0.6000 | 3026.62 | 2522.19 |

杭番号 2

| 荷重ケース | n | C_s (kN/m ²) | A_s (m ²) | V (kN) | tan δ | H_u (kN) | H_a (kN) |
|-------|-----|-------------------------------|----------------------------|-----------|--------------|---------------|---------------|
| 1 地震時 | 1.2 | 0 | 4.9087 | 1071.47 | 0.6000 | 642.88 | 535.74 |

2.5 水平支持力・塑性化抵抗力の上限値

杭番号 1

・許容水平支持力

$$R_{qa} = R_q / n$$

$$R_q = \frac{W \cdot (\cos \alpha + \sin \alpha \cdot \tan \phi) + C \cdot A}{\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \tan \phi}$$

ここに、

R_{qa} ; 許容水平支持力(kN)

R_q ; 極限水平支持力(kN)

n ; 安全率

W ; すべり面より上の地盤の重量(kN)

A ; すべり面の面積(m²)

; 極限水平支持力を与えるすべり角(度)

; 地盤の内部摩擦角(度)

C ; 地盤の粘着力(kN/m²)

・塑性化領域の抵抗力

$$R_{ou} = R_o / n$$

$$R_o = \frac{W_o \cdot (\cos \alpha_o + \sin \alpha_o \cdot \tan \phi_{res}) + C_{res} \cdot A}{\sin \alpha_o - \cos \alpha_o \cdot \tan \phi_{res}}$$

ここに、

R_{ou} ; 塑性化領域の抵抗力の上限値(kN)

R_o ; 塑性化領域の極限抵抗力(kN)

W_o ; 塑性化領域の岩盤重量(kN) = W

ϕ_{res} ; 塑性化領域と弾性領域のすべり摩擦角(度)

C_{res} ; 塑性化領域と弾性領域の粘着力(kN/m²)

α_o ; 極限水平支持力を与えるすべり角(度) =

塑性化後のせん断定数

| | 土砂～軟岩 (CL) | 硬岩 (CM以上) |
|------------------|----------------|--------------------------|
| 粘着力 C_{res} | $C_{res} = C$ | 0 C_{res} 1/3C |
| 摩擦角 ϕ_{res} | $\phi_{res} =$ | $\phi_{res} = 2/3 \cdot$ |

硬岩の粘着力 C_{res} 1/3×C

レベル2地震時で用いる R_{qa} , R_{ou} は、レベル2地震時の安全率nを用いて内部算定します。

・水平支持力、塑性化抵抗力一覧表

基本値は、安全率を考慮しない値です。

R_q と R_o は、常時、レベル1地震時、レベル2地震時に応じて、内部で安全率 n で除します。

| | 常時 | レベル1 地震時 | レベル2 地震時 |
|----------------------|-----|-------------|-------------|
| 水平支持力 R_q の安全率 | 3.0 | 2.0 | 1.0 |
| 塑性化領域の抵抗力 R_o の安全率 | 3.0 | 2.0 | 1.0 |

すべり土塊から算出される極限水平支持力

| 前面 深さZ (m) | すべり 角 (度) | ひろが り角 (度) | 地盤重量 W (kN) | すべり面の 面積A (m^2) | R_q 基本値 (kN) | R_o 基本値 (kN) |
|------------------|-----------------|------------------|-------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|
| 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 0.500 | 57.0 | 40.0 | 9.68 | 2.543 | 552.66 | 552.66 |
| 1.000 | 56.0 | 40.0 | 44.48 | 6.260 | 1451.57 | 1451.57 |
| 1.500 | 55.0 | 40.0 | 111.26 | 10.947 | 2706.06 | 2706.06 |
| 2.000 | 55.0 | 40.0 | 223.91 | 16.665 | 4236.69 | 4236.69 |
| 2.500 | 55.0 | 40.0 | 386.03 | 23.021 | 6017.11 | 6017.11 |
| 3.000 | 55.0 | 40.0 | 602.82 | 30.015 | 8058.51 | 8058.51 |
| 3.500 | 55.0 | 40.0 | 879.51 | 37.647 | 10372.10 | 10372.10 |
| 4.000 | 55.0 | 40.0 | 1221.33 | 45.916 | 12969.09 | 12969.09 |
| 4.500 | 55.0 | 40.0 | 1633.49 | 54.823 | 15860.67 | 15860.67 |
| 5.000 | 55.0 | 40.0 | 2121.23 | 64.367 | 19058.04 | 19058.04 |
| 5.500 | 54.0 | 40.0 | 2561.00 | 71.779 | 22563.74 | 22563.74 |
| 6.000 | 54.0 | 40.0 | 3183.31 | 82.165 | 26393.80 | 26393.80 |
| 6.500 | 54.0 | 40.0 | 3892.09 | 93.157 | 30560.29 | 30560.29 |
| 7.000 | 54.0 | 40.0 | 4692.26 | 104.756 | 35074.24 | 35074.24 |
| 7.500 | 54.0 | 40.0 | 5588.72 | 116.963 | 39946.69 | 39946.69 |
| 8.000 | 54.0 | 40.0 | 6586.40 | 129.777 | 45188.67 | 45188.67 |

杭番号 2

・許容水平支持力

$$R_{qa} = R_q / n$$

$$R_q = \frac{W \cdot (\cos \alpha + \sin \alpha \cdot \tan \phi) + C \cdot A}{\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \tan \phi}$$

ここに,

- R_{qa} ; 許容水平支持力(kN)
- R_q ; 極限水平支持力(kN)
- n ; 安全率
- W ; すべり面より上の地盤の重量(kN)
- A ; すべり面の面積(m²)
- ϕ ; 極限水平支持力を与えるすべり角(度)
- ϕ ; 地盤の内部摩擦角(度)
- C ; 地盤の粘着力(kN/m²)

・塑性化領域の抵抗力

$$R_{ou} = R_o / n$$

$$R_o = \frac{W_o \cdot (\cos \alpha_o + \sin \alpha_o \cdot \tan \phi_{res}) + C_{res} \cdot A}{\sin \alpha_o - \cos \alpha_o \cdot \tan \phi_{res}}$$

ここに,

- R_{ou} ; 塑性化領域の抵抗力の上限値(kN)
- R_o ; 塑性化領域の極限抵抗力(kN)
- W_o ; 塑性化領域の岩盤重量(kN) = W
- ϕ_{res} ; 塑性化領域と弾性領域のすべり摩擦角(度)
- C_{res} ; 塑性化領域と弾性領域の粘着力(kN/m²)
- α_o ; 極限水平支持力を与えるすべり角(度) = 塑性化後のせん断定数

| | 土砂～軟岩 (CL) | 硬岩 (CM以上) |
|------------------|----------------|--------------------------|
| 粘着力 C_{res} | $C_{res} = C$ | 0 C_{res} 1/3C |
| 摩擦角 ϕ_{res} | $\phi_{res} =$ | $\phi_{res} = 2/3 \cdot$ |

硬岩の粘着力 C_{res} 1/3×C

レベル2地震時で用いる R_{qa} , R_{ou} は、レベル2地震時の安全率 n を用いて内部算定します。

・水平支持力、塑性化抵抗力一覧表

基本値は、安全率を考慮しない値です。

R_q と R_o は、常時、レベル1地震時、レベル2地震時に応じて、内部で安全率 n で除します。

| | 常時 | レベル1 地震時 | レベル2 地震時 |
|----------------------|-----|-------------|-------------|
| 水平支持力 R_q の安全率 | 3.0 | 2.0 | 1.0 |
| 塑性化領域の抵抗力 R_o の安全率 | 3.0 | 2.0 | 1.0 |

すべり土塊から算出される極限水平支持力

| 前面 深さZ (m) | すべり 角 (度) | ひろが り角 (度) | 地盤重量 W (kN) | すべり面の 面積A (m^2) | R_q 基本値 (kN) | R_o 基本値 (kN) |
|------------------|-----------------|------------------|-------------------|---------------------------|----------------------|----------------------|
| 0.000 | 0.0 | 0.0 | 0.00 | 0.000 | 0.00 | 0.00 |
| 0.500 | 57.0 | 40.0 | 9.68 | 2.543 | 552.66 | 552.66 |
| 1.000 | 56.0 | 40.0 | 44.48 | 6.260 | 1451.57 | 1451.57 |
| 1.500 | 55.0 | 40.0 | 111.26 | 10.947 | 2706.06 | 2706.06 |
| 2.000 | 55.0 | 40.0 | 223.91 | 16.665 | 4236.69 | 4236.69 |
| 2.500 | 60.0 | 40.0 | 487.65 | 25.709 | 5742.83 | 5742.83 |
| 3.000 | 59.0 | 40.0 | 703.83 | 30.796 | 7321.09 | 7321.09 |
| 3.500 | 58.0 | 40.0 | 952.88 | 36.144 | 9126.17 | 9126.17 |
| 4.000 | 60.0 | 40.0 | 1407.26 | 45.607 | 11126.83 | 11126.83 |
| 4.500 | 62.0 | 40.0 | 1993.33 | 54.129 | 12920.61 | 12920.61 |
| 5.000 | 63.0 | 40.0 | 2603.92 | 61.499 | 14766.45 | 14766.45 |
| 5.500 | 63.0 | 40.0 | 3178.38 | 67.447 | 16691.36 | 16691.36 |
| 6.000 | 63.0 | 40.0 | 3805.83 | 73.394 | 18697.87 | 18697.87 |
| 6.500 | 63.0 | 40.0 | 4486.27 | 79.342 | 20785.99 | 20785.99 |
| 7.000 | 63.0 | 40.0 | 5219.72 | 85.290 | 22955.72 | 22955.72 |
| 7.500 | 63.0 | 40.0 | 6006.15 | 91.238 | 25207.05 | 25207.05 |
| 8.000 | 63.0 | 40.0 | 6845.58 | 97.185 | 27539.98 | 27539.98 |

2.6 周面摩擦力度の上限値

杭番号 1

・杭周面摩擦力度の上限値

$$f_u = f / m$$

ここに、

f_u ; 杭周面摩擦力度の上限値 (kN/m²)

f ; 砂質土 $f = \min[5N_s, (C+p_o \cdot \tan \phi)]$ 200 (kN/m²)

; 粘性土 $f = (C+p_o \cdot \tan \phi)$ 150 (kN/m²)

; 軟岩 $f = (C+p_o \cdot \tan \phi)$ 300 (kN/m²)

; 硬岩

弾性領域 $f = C+p_o \cdot \tan \phi$ 1500 (kN/m²)

塑性化領域 $f = C_{res}+p_o \cdot \tan \phi_{res}$ 150 (kN/m²)

ただし、 $0 < C_{res} \leq 1/3C$ 、 $\phi_{res} = 2/3\phi$

m ; 上限値決定のための補正係数

| | 常 時 | レベル1 地震時 | レベル2 地震時 |
|---------------|-----|-------------|-------------|
| 水平方向 | 1.5 | 1.1 | 1.0 |
| 鉛直方向 (押し込み) | 3.0 | 2.0 | 1.0 |
| 鉛直方向 (引抜き) | 6.0 | 4.0 | 1.0 |

基本値f一覧表

| 深さ (m) | 周面摩擦力度の基本値 f (kN/m ²) | |
|-----------|--------------------------------------|--------------|
| | 砂質土 粘性土 軟岩 硬岩 (弾性領域) | 硬岩 (塑性化領域) |
| 0.000 | 110.00 | ----- |
| 0.500 | 112.89 | ----- |
| 1.000 | 115.77 | ----- |
| 1.500 | 118.66 | ----- |
| 2.000 | 121.55 | ----- |
| 2.500 | 124.43 | ----- |
| 3.000 | 127.32 | ----- |
| 3.500 | 130.21 | ----- |
| 4.000 | 133.09 | ----- |
| 4.500 | 135.98 | ----- |
| 5.000 | 138.87 | ----- |
| 5.500 | 141.75 | ----- |
| 6.000 | 144.64 | ----- |
| 6.500 | 147.53 | ----- |
| 7.000 | 150.41 | ----- |
| 7.500 | 153.30 | ----- |
| 8.000 | 156.19 | ----- |

杭番号 2

・杭周面摩擦力度の上限値

$$f_u = f / m$$

ここに、

f_u ; 杭周面摩擦力度の上限値 (kN/m²)

f ; 砂質土 $f = \min[5N_s, (C+p_o \cdot \tan \phi)]$ 200 (kN/m²)

; 粘性土 $f = (C+p_o \cdot \tan \phi)$ 150 (kN/m²)

; 軟岩 $f = (C+p_o \cdot \tan \phi)$ 300 (kN/m²)

; 硬岩

弾性領域 $f = C+p_o \cdot \tan \phi$ 1500 (kN/m²)

塑性化領域 $f = C_{res}+p_o \cdot \tan \phi_{res}$ 150 (kN/m²)

ただし、 $0 < C_{res} < 1/3C$ 、 $\phi_{res} = 2/3\phi$

m ; 上限値決定のための補正係数

| | 常時 | レベル1 地震時 | レベル2 地震時 |
|-------------|-----|-------------|-------------|
| 水平方向 | 1.5 | 1.1 | 1.0 |
| 鉛直方向 (押し込み) | 3.0 | 2.0 | 1.0 |
| 鉛直方向 (引抜き) | 6.0 | 4.0 | 1.0 |

基本値f一覧表

| 深さ (m) | 周面摩擦力度の基本値 f (kN/m ²) | |
|-----------|--------------------------------------|------------|
| | 砂質土 粘性土 軟岩 硬岩 (弾性領域) | 硬岩 (塑性化領域) |
| 0.000 | 110.00 | ----- |
| 0.500 | 112.89 | ----- |
| 1.000 | 115.77 | ----- |
| 1.500 | 118.66 | ----- |
| 2.000 | 121.55 | ----- |
| 2.500 | 124.43 | ----- |
| 3.000 | 127.32 | ----- |
| 3.500 | 130.21 | ----- |
| 4.000 | 133.09 | ----- |
| 4.500 | 135.98 | ----- |
| 5.000 | 138.87 | ----- |
| 5.500 | 141.75 | ----- |
| 6.000 | 144.64 | ----- |
| 6.500 | 147.53 | ----- |
| 7.000 | 150.41 | ----- |
| 7.500 | 153.30 | ----- |
| 8.000 | 156.19 | ----- |

3章 許容応力度法

3.1 計算結果一覧

杭番号 1

| | | | | |
|--------|-----------------|-------------------|-------------------|-------|
| | | 荷重ケース | 1 | |
| 水平変位 | | mm | -1.1 | |
| | a | mm | 25.0 | |
| | 判定 | | OK | |
| 地盤反力度 | qmax | kN/m ² | 1056 | |
| | qa | kN/m ² | 1176 | |
| | 判定 | | OK | |
| せん断抵抗力 | H | kN | 154.9 | |
| | Ha | kN | 2522.2 | |
| | 判定 | | OK | |
| 杭体応力度 | 曲げ照査 | c | N/mm ² | 3.4 |
| | | ca | N/mm ² | 10.8 |
| | | 判定 | | OK |
| | | s | N/mm ² | 6.3 |
| | | sa | N/mm ² | 300.0 |
| | | 判定 | | OK |
| | せん断照査 | s' | N/mm ² | -48.5 |
| | | sa' | N/mm ² | 300.0 |
| | | 判定 | | OK |
| | | m | N/mm ² | 0.23 |
| | | ac | N/mm ² | 0.57 |
| | | a2 | N/mm ² | 2.29 |
| Aw | cm ² | 7.742 | | |
| Awreq | cm ² | 0.000 | | |
| 判定 | | OK | | |
| 判定 | | | OK | |

杭番号 2

| 荷重ケース | | | 1 | |
|--------|-------|-------------------|-------------------|-------|
| 水平変位 | | mm | -1.1 | |
| | a | mm | 25.0 | |
| | 判定 | | OK | |
| 地盤反力度 | qmax | kN/m ² | 246 | |
| | qa | kN/m ² | 1176 | |
| | 判定 | | OK | |
| せん断抵抗力 | H | kN | 154.9 | |
| | Ha | kN | 535.7 | |
| | 判定 | | OK | |
| 杭体応力度 | 曲げ照査 | c | N/mm ² | 3.5 |
| | | ca | N/mm ² | 10.8 |
| | | 判定 | | OK |
| | | s | N/mm ² | 61.7 |
| | | sa | N/mm ² | 300.0 |
| | | 判定 | | OK |
| | せん断照査 | s' | N/mm ² | -46.4 |
| | | sa' | N/mm ² | 300.0 |
| | | 判定 | | OK |
| | | m | N/mm ² | 0.23 |
| | | ac | N/mm ² | 0.39 |
| | | a2 | N/mm ² | 2.29 |
| せん断照査 | Aw | cm ² | 7.742 | |
| | Awreq | cm ² | 0.000 | |
| | 判定 | | OK | |
| 判定 | | | OK | |

3.2 弾塑性解析結果

3.2.1 杭体断面力

荷重ケース 1 : 地震時

杭番号 1

| 格点 | 杭前面での 深さ Z(m) | 曲げモーメント M(kN.m) | せん断力 S(kN) | 軸力 N(kN) |
|-----|------------------|--------------------|---------------|-------------|
| 1 | 0.000 | -2586.29 | -1089.12 | -8231.27 |
| 101 | 0.500 | -3130.86 | -866.51 | -8178.51 |
| 102 | 1.000 | -3452.81 | -441.49 | -8009.99 |
| 103 | 1.500 | -3572.34 | -70.54 | -7835.68 |
| 104 | 2.000 | -3523.34 | 226.47 | -7655.61 |
| 105 | 2.500 | -3345.87 | 448.47 | -7469.76 |
| 106 | 3.000 | -3074.87 | 605.40 | -7278.14 |
| 107 | 3.500 | -2740.46 | 706.60 | -7080.74 |
| 108 | 4.000 | -2368.27 | 760.52 | -6877.57 |
| 109 | 4.500 | -1979.95 | 774.58 | -6668.63 |
| 110 | 5.000 | -1593.69 | 755.13 | -6453.91 |
| 111 | 5.500 | -1224.81 | 707.38 | -6233.43 |
| 112 | 6.000 | -886.31 | 635.46 | -6007.16 |
| 113 | 6.500 | -589.36 | 542.44 | -5775.13 |
| 114 | 7.000 | -343.86 | 430.52 | -5537.31 |
| 115 | 7.500 | -158.84 | 301.07 | -5293.73 |
| 116 | 8.000 | -42.80 | 232.09 | -5200.56 |

水平変位

$$= -1.1 \quad 25.0 \text{ mm}$$

底面鉛直地盤反力度

浮き上がりを生じない基礎底面幅 $d = 2.500 \text{ m}$

$$q_{\max} = N/A' + (M'/I') \cdot (D/2 - e)$$

$$= 5044.37 / 4.909 + (42.80 / 1.9175) \cdot (2.500/2 - 0.000)$$

$$= 1056 \quad 1176 \text{ kN/m}^2$$

底面せん断力

$$S_B = K_s \times B$$

$$= 560459 \times 0.276 \times 10^{-3}$$

$$= 154.86 \text{ kN}$$

杭体応力度

$$M_{\max} = 3572.34 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (Z=1.500 \text{ m})$$

$$N = 7835.68 \text{ kN}$$

$$c = 3.4 \quad 10.8 \text{ N/mm}^2$$

$$s = 6.3 \quad 300.0 \text{ N/mm}^2$$

$$s' = -48.5 \quad 300.0 \text{ N/mm}^2$$

$$S_{\max} = 1089.12 \text{ kN} \quad (Z=0.000 \text{ m}) \quad N = 8231.27 \text{ kN} \quad M = 2586.29 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

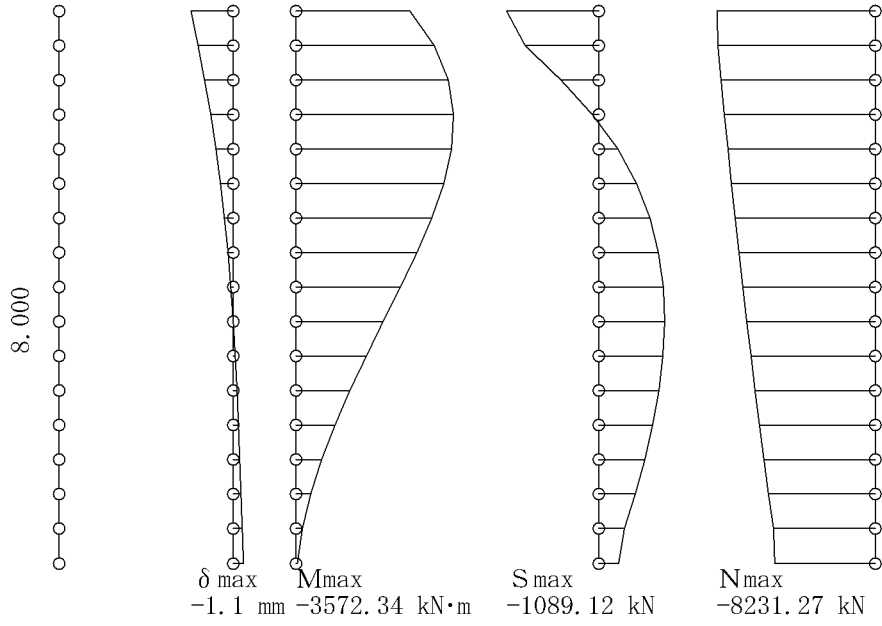
$$m = 0.23 \quad 0.57 \text{ N/mm}^2 = a_c$$

$$m = 0.23 \quad 2.29 \text{ N/mm}^2 = a_2$$

$$b = 2215.6 \text{ mm}, \quad d = 2120.6 \text{ mm}, \quad p_t = 0.406 \%$$

$$C_e = 0.832, \quad C_{pt} = 1.106, \quad C_N = 1.995, \quad a_1 = 0.31, \quad a_c = 0.57, \quad a_2 = 2.29$$

荷重ケース 1 杭番号 1



杭番号 2

| 格点 | 杭前面での 深さ Z(m) | 曲げモーメント M(kN.m) | せん断力 S(kN) | 軸力 N(kN) |
|-----|------------------|--------------------|---------------|-------------|
| 3 | 0.000 | -2586.83 | -1088.99 | -3073.51 |
| 201 | 0.500 | -3131.32 | -866.37 | -3027.54 |
| 202 | 1.000 | -3453.20 | -441.35 | -2877.30 |
| 203 | 1.500 | -3572.67 | -70.41 | -2730.63 |
| 204 | 2.000 | -3523.61 | 226.59 | -2587.36 |
| 205 | 2.500 | -3346.08 | 448.57 | -2447.30 |
| 206 | 3.000 | -3075.04 | 605.49 | -2310.28 |
| 207 | 3.500 | -2740.59 | 706.68 | -2176.13 |
| 208 | 4.000 | -2368.37 | 760.58 | -2044.69 |
| 209 | 4.500 | -1980.01 | 774.63 | -1915.78 |
| 210 | 5.000 | -1593.73 | 755.17 | -1789.26 |
| 211 | 5.500 | -1224.84 | 707.41 | -1664.95 |
| 212 | 6.000 | -886.32 | 635.48 | -1542.72 |
| 213 | 6.500 | -589.36 | 542.46 | -1422.40 |
| 214 | 7.000 | -343.87 | 430.52 | -1303.86 |
| 215 | 7.500 | -158.84 | 301.07 | -1186.93 |
| 216 | 8.000 | -42.79 | 232.09 | -1158.91 |

水平変位

$$= -1.1 \quad 25.0 \text{ mm}$$

底面鉛直地盤反力度

浮き上がりを生じない基礎底面幅 $d = 2.500 \text{ m}$

$$q_{\max} = N/A' + (M'/I') \cdot (D/2 - e)$$

$$= 1071.47/4.909 + (42.79/1.9175) \cdot (2.500/2 - 0.000)$$

$$= 246 \quad 1176 \text{ kN/m}^2$$

底面せん断力

$$S_B = K_s \times B$$

$$= 560459 \times 0.276 \times 10^{-3}$$

$$= 154.86 \text{ kN}$$

杭体応力度

$$M_{\max} = 3572.67 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad (Z=1.500 \text{ m})$$

$$N = 2730.63 \text{ kN}$$

$$c = 3.5 \quad 10.8 \text{ N/mm}^2$$

$$s = 61.7 \quad 300.0 \text{ N/mm}^2$$

$$s' = -46.4 \quad 300.0 \text{ N/mm}^2$$

$$S_{\max} = 1088.99 \text{ kN} \quad (Z=0.000 \text{ m}) \quad N = 3073.51 \text{ kN} \quad M = 2586.83 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

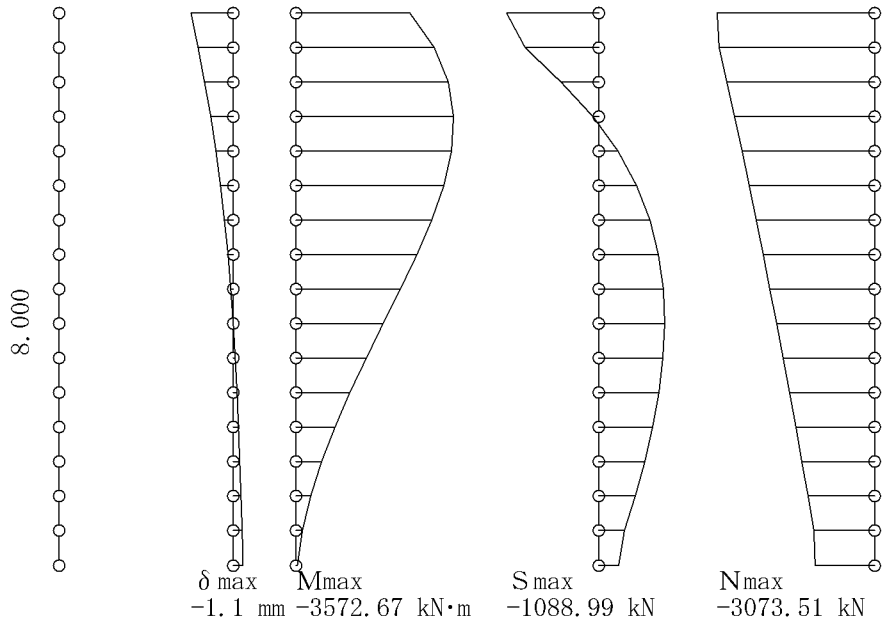
$$m = 0.23 \quad 0.39 \text{ N/mm}^2 = ac$$

$$m = 0.23 \quad 2.29 \text{ N/mm}^2 = a2$$

$$b = 2215.6 \text{ mm}, \quad d = 2120.6 \text{ mm}, \quad pt = 0.406 \%$$

$$Ce = 0.832, \quad Cpt = 1.106, \quad CN = 1.371, \quad a1 = 0.31, \quad ac = 0.39, \quad a2 = 2.29$$

荷重ケース 1 杭番号 2



3.2.2 杭体変位

荷重ケース 1 : 地震時

杭番号 1

| 格点 | 杭前面での 深さ Z(m) | 水 平 変 位 x(mm) | 鉛 直 変 位 y(mm) | 回 転 変 位 (mrad) |
|-----|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| 1 | 0.000 | -1.140 | -3.145 | 0.406 |
| 101 | 0.500 | -0.944 | -3.111 | 0.376 |
| 102 | 1.000 | -0.765 | -3.078 | 0.342 |
| 103 | 1.500 | -0.603 | -3.046 | 0.305 |
| 104 | 2.000 | -0.460 | -3.014 | 0.268 |
| 105 | 2.500 | -0.335 | -2.983 | 0.232 |
| 106 | 3.000 | -0.227 | -2.953 | 0.199 |
| 107 | 3.500 | -0.135 | -2.924 | 0.169 |
| 108 | 4.000 | -0.058 | -2.895 | 0.142 |
| 109 | 4.500 | 0.007 | -2.868 | 0.119 |
| 110 | 5.000 | 0.062 | -2.841 | 0.101 |
| 111 | 5.500 | 0.109 | -2.815 | 0.086 |
| 112 | 6.000 | 0.149 | -2.790 | 0.075 |
| 113 | 6.500 | 0.184 | -2.766 | 0.067 |
| 114 | 7.000 | 0.216 | -2.743 | 0.062 |
| 115 | 7.500 | 0.247 | -2.721 | 0.060 |
| 116 | 8.000 | 0.276 | -2.700 | 0.059 |

杭番号 2

| 格点 | 杭前面での 深さ Z(m) | 水平変位 x (mm) | 鉛直変位 y (mm) | 回転変位 (mrad) |
|-----|------------------|------------------|------------------|----------------|
| 3 | 0.000 | -1.140 | -0.709 | 0.406 |
| 201 | 0.500 | -0.944 | -0.696 | 0.376 |
| 202 | 1.000 | -0.765 | -0.684 | 0.342 |
| 203 | 1.500 | -0.603 | -0.672 | 0.305 |
| 204 | 2.000 | -0.460 | -0.662 | 0.268 |
| 205 | 2.500 | -0.335 | -0.651 | 0.232 |
| 206 | 3.000 | -0.227 | -0.642 | 0.199 |
| 207 | 3.500 | -0.135 | -0.633 | 0.169 |
| 208 | 4.000 | -0.058 | -0.624 | 0.142 |
| 209 | 4.500 | 0.007 | -0.616 | 0.119 |
| 210 | 5.000 | 0.062 | -0.608 | 0.101 |
| 211 | 5.500 | 0.109 | -0.601 | 0.086 |
| 212 | 6.000 | 0.149 | -0.595 | 0.075 |
| 213 | 6.500 | 0.184 | -0.589 | 0.067 |
| 214 | 7.000 | 0.216 | -0.583 | 0.062 |
| 215 | 7.500 | 0.247 | -0.578 | 0.060 |
| 216 | 8.000 | 0.276 | -0.574 | 0.059 |

3.2.3 地盤反力

荷重ケース 1 : 地震時

杭番号 1

| 格点 | 杭前面での 深さ Z(m) | 水平反力 RH(kN) | 水平せん断地盤反力度 (kN/m ²) | | 鉛直せん断地盤反力度 (kN/m ²) | |
|-----|------------------|----------------|------------------------------------|-----------------|------------------------------------|-----------------|
| | | | q _x | q _{xu} | q _y | q _{yu} |
| 1 | 0.000 | 0.00 | 100.00* | 100.00 | 55.00* | 55.00 |
| 101 | 0.500 | 239.98 | 102.62* | 102.62 | 56.44* | 56.44 |
| 102 | 1.000 | 194.33 | 105.25* | 105.25 | 57.89* | 57.89 |
| 103 | 1.500 | 153.21 | 91.93 | 107.87 | 59.33* | 59.33 |
| 104 | 2.000 | 116.80 | 70.08 | 110.50 | 60.77* | 60.77 |
| 105 | 2.500 | 85.02 | 51.01 | 113.12 | 62.22* | 62.22 |
| 106 | 3.000 | 57.65 | 34.59 | 115.75 | 63.66* | 63.66 |
| 107 | 3.500 | 34.35 | 20.61 | 118.37 | 65.10* | 65.10 |
| 108 | 4.000 | 14.67 | 8.80 | 120.99 | 66.55* | 66.55 |
| 109 | 4.500 | -1.88 | -1.13 | 123.62 | 67.99* | 67.99 |
| 110 | 5.000 | -15.80 | -9.48 | 126.24 | 69.43* | 69.43 |
| 111 | 5.500 | -27.61 | -16.56 | 128.87 | 70.88* | 70.88 |
| 112 | 6.000 | -37.78 | -22.67 | 131.49 | 72.32* | 72.32 |
| 113 | 6.500 | -46.78 | -28.07 | 134.12 | 73.76* | 73.76 |
| 114 | 7.000 | -54.98 | -32.99 | 136.74 | 75.21* | 75.21 |
| 115 | 7.500 | -62.71 | -37.62 | 139.36 | 76.65* | 76.65 |
| 116 | 8.000 | -35.11 | -42.13 | 141.99 | 78.09* | 78.09 |

底面反力

R_x : -154.86 kNR_y : 5044.37 kNR_M : -42.80 kN・m

底面せん断抵抗力

H : 154.86 kN

H_a : 2522.19 kNH = 154.86 kN ≤ H_a = 2522.19 kN OK

* : せん断地盤反力度が上限値に達したことを示す

杭番号 2

| 格点 | 杭前面での 深さ Z(m) | 水平反力 RH(kN) | 水平せん断地盤反力度 (kN/m ²) | | 鉛直せん断地盤反力度 (kN/m ²) | |
|-----|------------------|----------------|------------------------------------|-----------------|------------------------------------|-----------------|
| | | | q _x | q _{xu} | q _y | q _{yu} |
| 3 | 0.000 | 0.00 | 100.00* | 100.00 | 54.02 | 55.00 |
| 201 | 0.500 | 239.97 | 102.62* | 102.62 | 53.05 | 56.44 |
| 202 | 1.000 | 194.33 | 105.25* | 105.25 | 52.13 | 57.89 |
| 203 | 1.500 | 153.21 | 91.93 | 107.87 | 51.26 | 59.33 |
| 204 | 2.000 | 116.79 | 70.07 | 110.50 | 50.44 | 60.77 |
| 205 | 2.500 | 85.01 | 51.01 | 113.12 | 49.66 | 62.22 |
| 206 | 3.000 | 57.65 | 34.59 | 115.75 | 48.92 | 63.66 |
| 207 | 3.500 | 34.34 | 20.60 | 118.37 | 48.22 | 65.10 |
| 208 | 4.000 | 14.66 | 8.80 | 120.99 | 47.57 | 66.55 |
| 209 | 4.500 | -1.88 | -1.13 | 123.62 | 46.95 | 67.99 |
| 210 | 5.000 | -15.81 | -9.48 | 126.24 | 46.38 | 69.43 |
| 211 | 5.500 | -27.61 | -16.57 | 128.87 | 45.84 | 70.88 |
| 212 | 6.000 | -37.79 | -22.67 | 131.49 | 45.34 | 72.32 |
| 213 | 6.500 | -46.78 | -28.07 | 134.12 | 44.88 | 73.76 |
| 214 | 7.000 | -54.98 | -32.99 | 136.74 | 44.46 | 75.21 |
| 215 | 7.500 | -62.71 | -37.62 | 139.36 | 44.07 | 76.65 |
| 216 | 8.000 | -35.11 | -42.13 | 141.99 | 43.72 | 78.09 |

底面反力

R_x : -154.86 kN
 R_y : 1071.47 kN
 R_M : -42.79 kN・m

底面せん断抵抗力

H : 154.86 kN
 H_a : 535.74 kN
 H = 154.86 kN ≤ H_a = 535.74 kN OK

* : せん断地盤反力度が上限値に達したことを示す

3.2.4 地盤ばね値

荷重ケース 1 : 地震時

杭番号 1

| 格点 | 杭前面での 深さ Z(m) | 水 平 バ ネ K _h (kN/m) | 水平せん断ばね K _{sh} (kN/m) | 鉛直せん断ばね K _{sv} (kN/m) |
|-----|------------------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| 1 | 0.000 | 0 | 0 | 0 |
| 101 | 0.500 | 254106 | 0 | 0 |
| 102 | 1.000 | 254106 | 0 | 0 |
| 103 | 1.500 | 254106 | 304927 | 0 |
| 104 | 2.000 | 254106 | 304927 | 0 |
| 105 | 2.500 | 254106 | 304927 | 0 |
| 106 | 3.000 | 254106 | 304927 | 0 |
| 107 | 3.500 | 254106 | 304927 | 0 |
| 108 | 4.000 | 254106 | 304927 | 0 |
| 109 | 4.500 | 254106 | 304927 | 0 |
| 110 | 5.000 | 254106 | 304927 | 0 |
| 111 | 5.500 | 254106 | 304927 | 0 |
| 112 | 6.000 | 254106 | 304927 | 0 |
| 113 | 6.500 | 254106 | 304927 | 0 |
| 114 | 7.000 | 254106 | 304927 | 0 |
| 115 | 7.500 | 254106 | 304927 | 0 |
| 116 | 8.000 | 127053 | 152464 | 0 |

底面ばね

K_v : 1868196 kN/mK_R : 729764 kN・m/radK_s : 560459 kN/m

底面ばね条件

有効断面

d_v : 2.500 mA_v : 4.909 m²

杭番号 2

| 格点 | 杭前面での 深さ Z(m) | 水 平 バ ネ K _h (kN/m) | 水 平 せん断ばね K _{sh} (kN/m) | 鉛直せん断ばね K _{sv} (kN/m) |
|-----|------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 3 | 0.000 | 0 | 0 | 152464 |
| 201 | 0.500 | 254106 | 0 | 304927 |
| 202 | 1.000 | 254106 | 0 | 304927 |
| 203 | 1.500 | 254106 | 304927 | 304927 |
| 204 | 2.000 | 254106 | 304927 | 304927 |
| 205 | 2.500 | 254106 | 304927 | 304927 |
| 206 | 3.000 | 254106 | 304927 | 304927 |
| 207 | 3.500 | 254106 | 304927 | 304927 |
| 208 | 4.000 | 254106 | 304927 | 304927 |
| 209 | 4.500 | 254106 | 304927 | 304927 |
| 210 | 5.000 | 254106 | 304927 | 304927 |
| 211 | 5.500 | 254106 | 304927 | 304927 |
| 212 | 6.000 | 254106 | 304927 | 304927 |
| 213 | 6.500 | 254106 | 304927 | 304927 |
| 214 | 7.000 | 254106 | 304927 | 304927 |
| 215 | 7.500 | 254106 | 304927 | 304927 |
| 216 | 8.000 | 127053 | 152464 | 152464 |

底面ばね

K_v : 1868196 kN/m

K_R : 729764 kN・m/rad

K_s : 560459 kN/m

底面ばね条件

有効断面

d_v : 2.500 m

A_v : 4.909 m²

3.3 フレーム解析結果

3.3.1 支点反力

荷重ケース 1 : 地震時

| 支点 番号 | 水平反力 R_x (kN) | 鉛直反力 R_y (kN) | 回転反力 R_u (kN.m) |
|----------|--------------------|--------------------|----------------------|
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 101 | 445.23 | 225.77 | 0.00 |
| 102 | 404.83 | 231.55 | 0.00 |
| 103 | 337.07 | 237.32 | 0.00 |
| 104 | 256.95 | 243.09 | 0.00 |
| 105 | 187.04 | 248.87 | 0.00 |
| 106 | 126.83 | 254.64 | 0.00 |
| 107 | 75.56 | 260.41 | 0.00 |
| 108 | 32.27 | 266.19 | 0.00 |
| 109 | -4.13 | 271.96 | 0.00 |
| 110 | -34.76 | 277.73 | 0.00 |
| 111 | -60.74 | 283.51 | 0.00 |
| 112 | -83.12 | 289.28 | 0.00 |
| 113 | -102.91 | 295.06 | 0.00 |
| 114 | -120.95 | 300.83 | 0.00 |
| 115 | -137.95 | 306.60 | 0.00 |
| 116 | -232.09 | 5200.56 | -42.80 |
| 3 | 100.00 | 108.03 | 0.00 |
| 201 | 445.22 | 212.21 | 0.00 |
| 202 | 404.82 | 208.54 | 0.00 |
| 203 | 337.06 | 205.06 | 0.00 |
| 204 | 256.94 | 201.75 | 0.00 |
| 205 | 187.02 | 198.63 | 0.00 |
| 206 | 126.82 | 195.67 | 0.00 |
| 207 | 75.55 | 192.89 | 0.00 |
| 208 | 32.25 | 190.27 | 0.00 |
| 209 | -4.15 | 187.81 | 0.00 |
| 210 | -34.77 | 185.51 | 0.00 |
| 211 | -60.74 | 183.36 | 0.00 |
| 212 | -83.13 | 181.37 | 0.00 |
| 213 | -102.91 | 179.53 | 0.00 |
| 214 | -120.95 | 177.83 | 0.00 |
| 215 | -137.96 | 176.29 | 0.00 |
| 216 | -232.09 | 1158.91 | -42.79 |

$R_x = 2278.11$ (kN) 、 $R_y = 13337.04$ (kN)

3.3.2 格点变位

荷重ケース 1 : 地震時

| 格点 番号 | 水平变位 x (mm) | 鉛直变位 y (mm) | 回转变位 (mrad) |
|----------|------------------|------------------|----------------|
| 1 | -1.14017 | -3.14453 | 0.40598 |
| 2 | -1.14017 | -1.92657 | 0.40600 |
| 3 | -1.14017 | -0.70857 | 0.40600 |
| 101 | -0.94440 | -3.11087 | 0.37616 |
| 102 | -0.76476 | -3.07788 | 0.34183 |
| 103 | -0.60295 | -3.04560 | 0.30519 |
| 104 | -0.45963 | -3.01403 | 0.26819 |
| 105 | -0.33457 | -2.98321 | 0.23236 |
| 106 | -0.22688 | -2.95316 | 0.19888 |
| 107 | -0.13517 | -2.92391 | 0.16855 |
| 108 | -0.05772 | -2.89546 | 0.14190 |
| 109 | 0.00740 | -2.86786 | 0.11923 |
| 110 | 0.06218 | -2.84112 | 0.10059 |
| 111 | 0.10864 | -2.81527 | 0.08589 |
| 112 | 0.14869 | -2.79033 | 0.07488 |
| 113 | 0.18408 | -2.76632 | 0.06719 |
| 114 | 0.21635 | -2.74327 | 0.06232 |
| 115 | 0.24677 | -2.72120 | 0.05970 |
| 116 | 0.27631 | -2.70013 | 0.05865 |
| 201 | -0.94439 | -0.69593 | 0.37618 |
| 202 | -0.76474 | -0.68390 | 0.34184 |
| 203 | -0.60293 | -0.67248 | 0.30520 |
| 204 | -0.45961 | -0.66165 | 0.26819 |
| 205 | -0.33455 | -0.65140 | 0.23236 |
| 206 | -0.22686 | -0.64171 | 0.19888 |
| 207 | -0.13515 | -0.63257 | 0.16855 |
| 208 | -0.05770 | -0.62397 | 0.14190 |
| 209 | 0.00742 | -0.61591 | 0.11922 |
| 210 | 0.06220 | -0.60836 | 0.10059 |
| 211 | 0.10866 | -0.60133 | 0.08589 |
| 212 | 0.14870 | -0.59480 | 0.07488 |
| 213 | 0.18409 | -0.58876 | 0.06718 |
| 214 | 0.21636 | -0.58320 | 0.06231 |
| 215 | 0.24678 | -0.57813 | 0.05969 |
| 216 | 0.27631 | -0.57353 | 0.05864 |

3.3.3 部材断面力

荷重ケース 1 : 地震時

| 部材 | 着目 | i端からの 距離 (m) | 曲げモーメント M(kN.m) | せん断力 S(kN) | 軸力 N(kN) |
|--------------|----|-----------------|--------------------|---------------|-------------|
| 1(1- 2) | i | 0.000 | 2586.29 | 8341.27 | -1189.12 |
| | | 3.000 | 27610.10 | 8341.27 | -1189.12 |
| 2(2- 3) | j | 0.000 | 6957.79 | -3181.54 | 1188.99 |
| | | 3.000 | -2586.83 | -3181.54 | 1188.99 |
| 100(1-101) | j | 0.000 | -2586.29 | -1089.12 | -8231.27 |
| | | 0.500 | -3130.86 | -1089.12 | -8291.40 |
| 101(101-102) | j | 0.000 | -3130.86 | -643.90 | -8065.63 |
| | | 0.500 | -3452.81 | -643.90 | -8125.76 |
| 102(102-103) | j | 0.000 | -3452.81 | -239.07 | -7894.21 |
| | | 0.500 | -3572.34 | -239.07 | -7954.34 |
| 103(103-104) | j | 0.000 | -3572.34 | 98.00 | -7717.02 |
| | | 0.500 | -3523.34 | 98.00 | -7777.16 |
| 104(104-105) | j | 0.000 | -3523.34 | 354.95 | -7534.06 |
| | | 0.500 | -3345.87 | 354.95 | -7594.19 |
| 105(105-106) | j | 0.000 | -3345.87 | 541.99 | -7345.33 |
| | | 0.500 | -3074.87 | 541.99 | -7405.46 |
| 106(106-107) | j | 0.000 | -3074.87 | 668.82 | -7150.82 |
| | | 0.500 | -2740.46 | 668.82 | -7210.95 |
| 107(107-108) | j | 0.000 | -2740.46 | 744.38 | -6950.54 |
| | | 0.500 | -2368.27 | 744.38 | -7010.67 |
| 108(108-109) | j | 0.000 | -2368.27 | 776.65 | -6744.48 |
| | | 0.500 | -1979.95 | 776.65 | -6804.61 |
| 109(109-110) | j | 0.000 | -1979.95 | 772.51 | -6532.65 |
| | | 0.500 | -1593.69 | 772.51 | -6592.78 |
| 110(110-111) | j | 0.000 | -1593.69 | 737.75 | -6315.05 |
| | | 0.500 | -1224.81 | 737.75 | -6375.18 |
| 111(111-112) | j | 0.000 | -1224.81 | 677.02 | -6091.67 |
| | | 0.500 | -886.31 | 677.02 | -6151.80 |
| 112(112-113) | j | 0.000 | -886.31 | 593.89 | -5862.52 |
| | | 0.500 | -589.36 | 593.89 | -5922.65 |
| 113(113-114) | j | 0.000 | -589.36 | 490.99 | -5627.60 |
| | | 0.500 | -343.86 | 490.99 | -5687.73 |
| 114(114-115) | j | 0.000 | -343.86 | 370.04 | -5386.90 |
| | | 0.500 | -158.84 | 370.04 | -5447.03 |
| 115(115-116) | j | 0.000 | -158.84 | 232.09 | -5140.43 |
| | | 0.500 | -42.80 | 232.09 | -5200.56 |
| 200(3-201) | j | 0.000 | -2586.83 | -1088.99 | -3073.51 |
| | | 0.500 | -3131.32 | -1088.99 | -3133.64 |
| 201(201-202) | j | 0.000 | -3131.32 | -643.76 | -2921.43 |
| | | 0.500 | -3453.20 | -643.76 | -2981.57 |
| 202(202-203) | j | 0.000 | -3453.20 | -238.94 | -2773.03 |
| | | 0.500 | -3572.67 | -238.94 | -2833.16 |
| 203(203-204) | j | 0.000 | -3572.67 | 98.12 | -2628.10 |
| | | 0.500 | -3523.61 | 98.12 | -2688.23 |
| 204(204-205) | j | 0.000 | -3523.61 | 355.06 | -2486.48 |
| | | 0.500 | -3346.08 | 355.06 | -2546.61 |
| 205(205-206) | j | 0.000 | -3346.08 | 542.08 | -2347.98 |
| | | 0.500 | -3075.04 | 542.08 | -2408.12 |
| 206(206-207) | j | 0.000 | -3075.04 | 668.90 | -2212.44 |
| | | 0.500 | -2740.59 | 668.90 | -2272.57 |
| 207(207-208) | j | 0.000 | -2740.59 | 744.45 | -2079.69 |
| | | 0.500 | -2368.37 | 744.45 | -2139.82 |
| 208(208-209) | j | 0.000 | -2368.37 | 776.71 | -1949.55 |
| | | 0.500 | -1980.01 | 776.71 | -2009.68 |
| 209(209-210) | j | 0.000 | -1980.01 | 772.56 | -1821.88 |
| | | 0.500 | -1593.73 | 772.56 | -1882.01 |
| 210(210-211) | j | 0.000 | -1593.73 | 737.79 | -1696.50 |
| | | 0.500 | -1224.84 | 737.79 | -1756.63 |
| 211(211-212) | j | 0.000 | -1224.84 | 677.04 | -1573.27 |
| | | 0.500 | -886.32 | 677.04 | -1633.41 |
| 212(212-213) | j | 0.000 | -886.32 | 593.91 | -1452.04 |
| | | 0.500 | -589.36 | 593.91 | -1512.17 |
| 213(213-214) | j | 0.000 | -589.36 | 491.00 | -1332.64 |
| | | 0.500 | -343.87 | 491.00 | -1392.77 |
| 214(214-215) | j | 0.000 | -343.87 | 370.05 | -1214.94 |
| | | 0.500 | -158.84 | 370.05 | -1275.07 |
| 215(215-216) | j | 0.000 | -158.84 | 232.09 | -1098.78 |
| | | 0.500 | -42.79 | 232.09 | -1158.91 |