



建設ICTマスター養成講座
基礎養成編 選択分野別ソフトウェア実習



建築基礎

2020年11月26日

株式会社 フォーラムエイト



スケジュール

13:30～14:00

建築杭基礎の設計計算概要

14:00～15:00

建築杭基礎の基本操作実習、データ作成実習

15:00～15:10

質疑応答

15:10～15:20

休憩

15:20～15:40

地下車庫製品概要の説明

15:40～16:20

地下車庫の基本操作実習、データ作成実習

16:20～16:30

質疑応答

建築杭基礎の設計概要 I

建築杭基礎の設計概要

適用基準

建築基礎構造設計指針	日本建築学会 2019年／2001年
2007年版 建築物の構造関係技術基準解説書	独立行政法人建築研究所日本建築行政会議 平成19年8月
2015年版 建築物の構造関係技術基準解説書	独立行政法人建築研究所日本建築行政会議 平成27年6月
建築基礎構造設計例集	日本建築学会 2004年
鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説	日本建築学会 1999年／2010年
既製コンクリート杭－基礎構造設計マニュアル 建築編	コンクリートパイル建設技術協会 2009年5月
道路橋示方書 III コンクリート橋編 IV 下部構造編	日本道路協会 平成14年3月

建築杭基礎の設計概要

入力諸元

杭 種

鋼管杭, RC杭, PHC杭, SC杭, 場所打ち杭, SC杭+PHC杭
PRC杭, 場所打ち鋼管コンクリート杭, 既製コンクリート杭(任意)

杭断面

杭体断面数は5断面まで入力可能
断面ごとに杭径変化が可能

地 層

一様地盤／多層地盤の入力が可能

1
断面

2
断面

3
断面

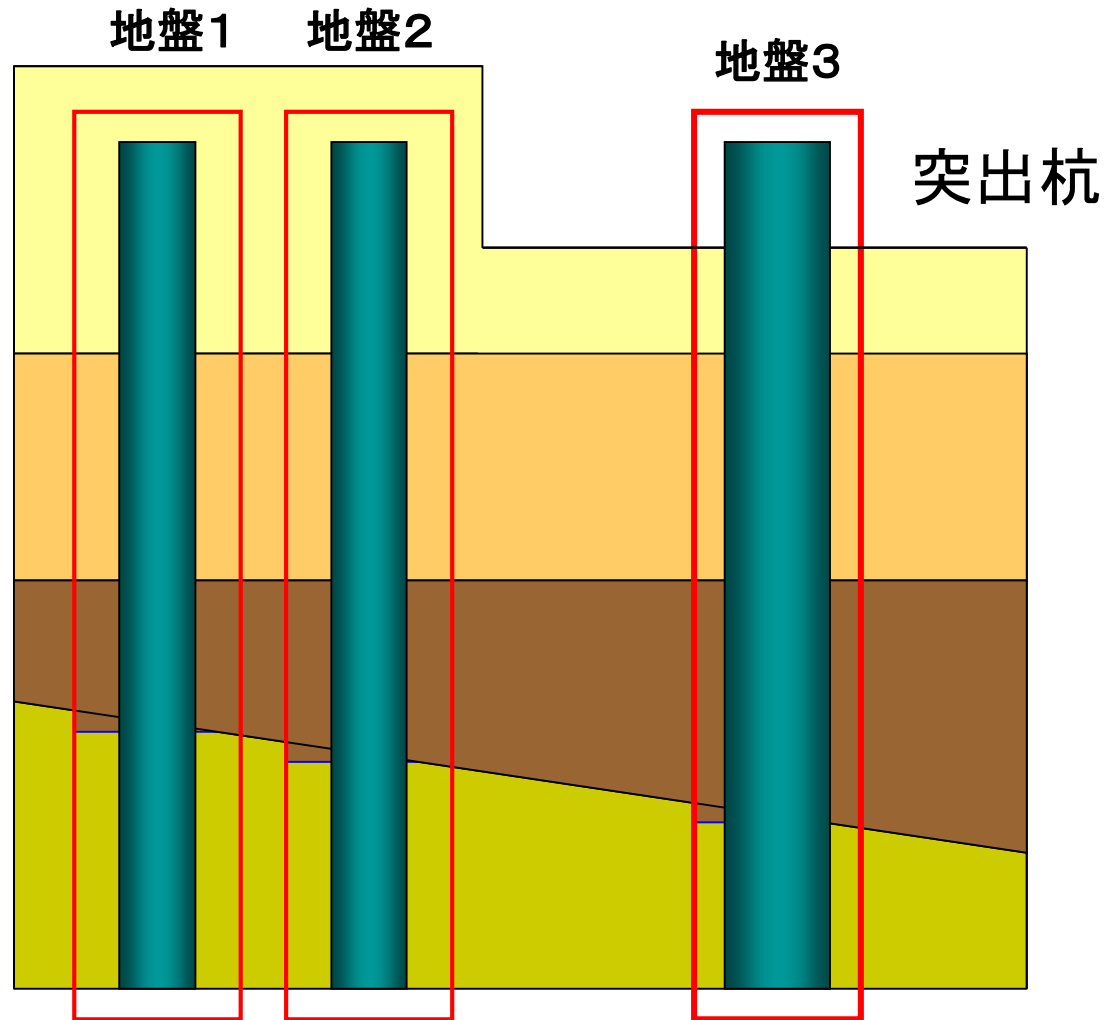
4
断面

5
断面

※ 杭データ, 地層データともに複数のデータを登録可能

建築杭基礎の設計概要

入力諸元



建築杭基礎の設計概要

計算機能および特徴(1／13)

支持力の検討	指定された軸力に対して、杭体耐力または地盤の許容支持力以下であるかを検討する 引き抜き力／負の摩擦力検討
水平力の検討	指定された水平力に対して、各断面の変位および断面力を算定し、その値が許容値以下であるかを検討する
液状化の判定	液状化の判定を行い、地盤の低減係数を算定する
基礎スラブの設計 (単体機能)	基礎スラブの断面照査およびパンチングの検討、杭頭接合部の照査を行う

建築杭基礎の設計概要

計算機能および特徴(2/13)

(1)杭体の許容耐力

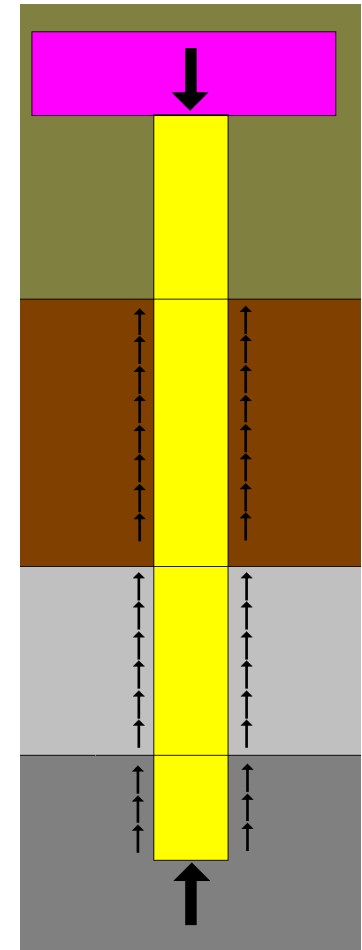
- ・低減が考慮可能(長さ径比, 継ぎ手)

(2)地盤の許容支持力

基礎指針準拠	打ち込み杭 場所打ちコンクリート杭 埋め込み杭 回転貫入杭(2019年)
告示1113号準拠	打ち込み杭 セメントミルク工法による埋め込み杭 アースドリル工法等による場所打ち杭
告示1113号準拠 (係数任意指定)	係数を指定する事により、その他の工法による許容支持力を算定する事が可能
直接入力	載荷試験による結果を採用する場合等は地盤の許容支持力を直接入力する事が可能

係数任意指定時

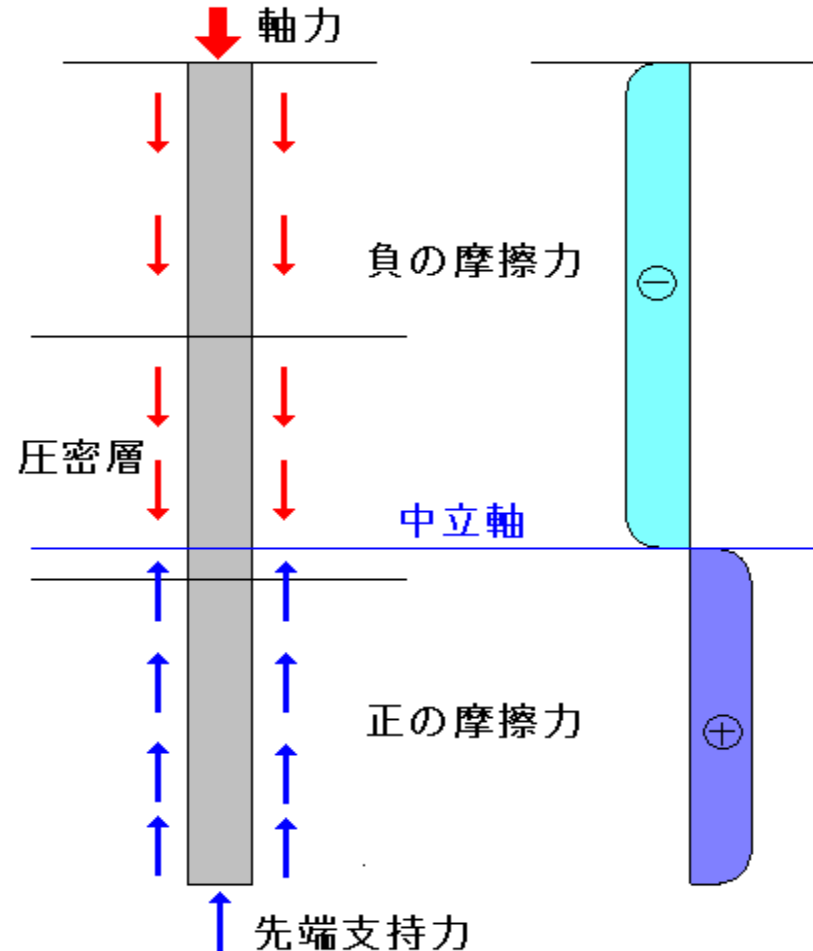
$$\text{極限支持力} = \alpha \cdot N \cdot A_p + (\beta \cdot N_s \cdot L_s + \gamma \cdot q_u \cdot L_c) \cdot \phi$$



建築杭基礎の設計概要

計算機能および特徴(3/13)

- 支持力に対する検討
 - 負の周面摩擦力



建築杭基礎の設計概要

計算機能および特徴(4/13)

- 支持力に対する検討
 - 負の周面摩擦力

極限支持力度および正の周面摩擦力度の算定方法

2007年 建築物の構造関係技術基準解説書準拠	打込み杭 場所打ちコンクリート杭 埋込み杭(杭周固定液を使用する場合に限る)
基礎指針準拠	打込み杭 セメントミルク工法による埋込み杭 アースドリル工法等による場所打ち杭
摩擦力度係数任意指定	係数を指定する事により、その他の工法による算定が可能

負の周面摩擦力度

砂質土: $T = 30 + 2N$

粘性土: $T = q_u / 2$

建築杭基礎の設計概要

計算機能および特徴(5／13)

• 水平力に対する検討

水平抵抗算定式により、杭の変位、曲げモーメント、せん断力を算定し、曲げモーメント、せん断力の許容値による照査を行います。

【水平力】

地震時水平力の指定は、ブロック毎に分割することができます。一つの水平力を全ての支点で支持させることも各支点毎に異なる水平力を設定することも可能です。同じブロックに指定された支点の杭頭変位が同じ値になるように水平力を分担します。

【解析方法】 ※2019年基礎指針

レベル1荷重

群杭フレームモデルを用いるのが望ましい。※レベル1荷重では、弾性支承梁理論の解析や梁ばねモデル(単杭)などを用いてもよい。

地震時には地盤変位が作用するため応答変位法を用いることを原則とする。

※地盤変位が大きな影響を与えないと判断される場合は地盤変位を無視した方法用いることも可能。

レベル2荷重

杭体の非線形性を考慮するため群杭フレームモデル用いて慣性力と地盤変位を与える手法を標準とする。地震時地盤変位の考慮は原則として必要。

建築杭基礎の設計概要

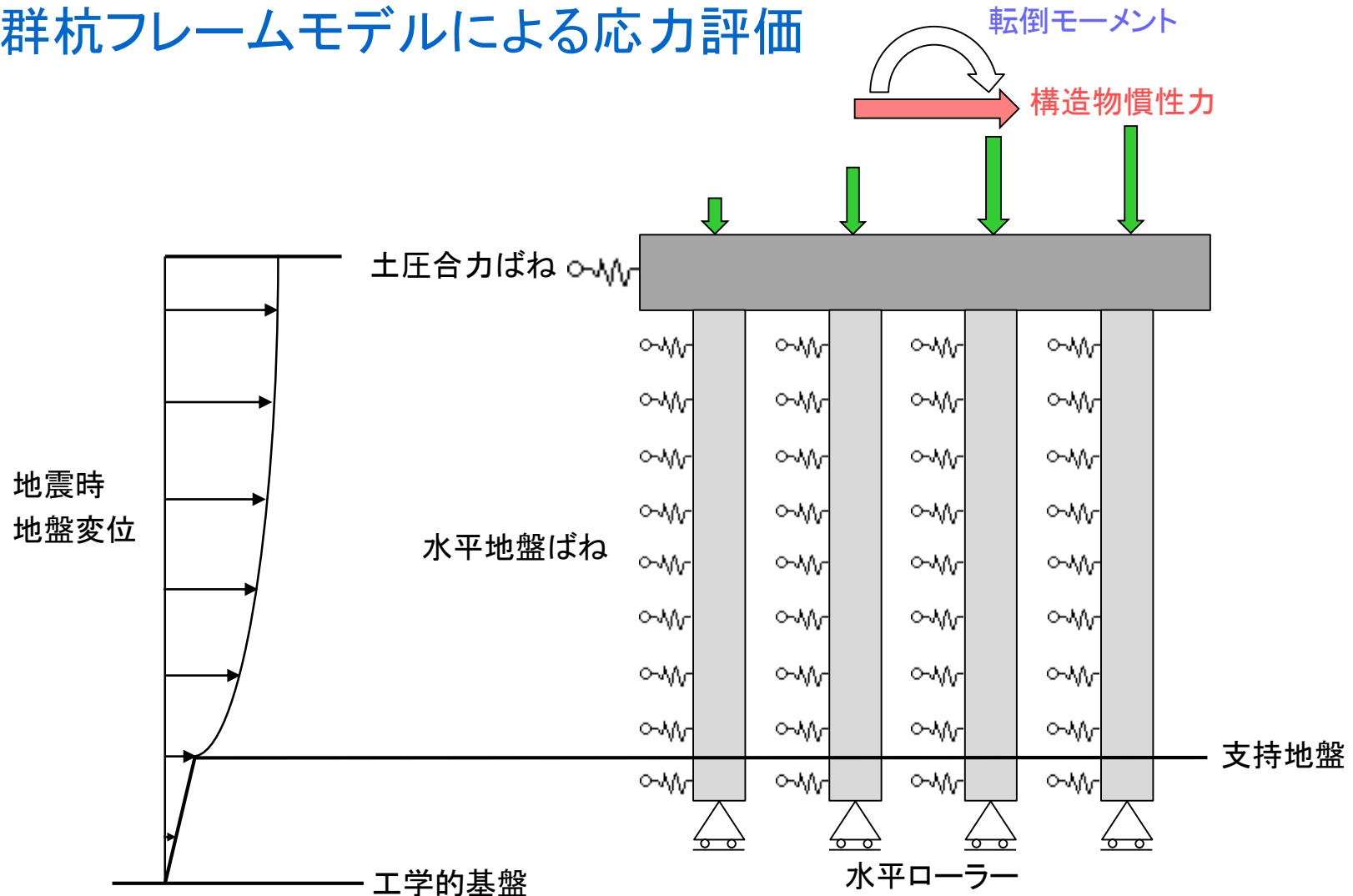
計算機能および特徴(6／13)

状態	解析方法	地盤の変位	杭体モデル	地盤モデル
長期	<ul style="list-style-type: none"> ・群杭フレームモデル ・Y.L.Changの式 ・単杭梁ばねモデル 	×	線形	線形／非線形
短期		○		
終局	<ul style="list-style-type: none"> ・群杭フレームモデル ・Y.L.Changの式 ・単杭梁ばねモデル ・Bromsの式 	○	線形／非線形	非線形

建築杭基礎の設計概要

計算機能および特徴(7/13)

■ 群杭フレームモデルによる応力評価



建築杭基礎の設計概要

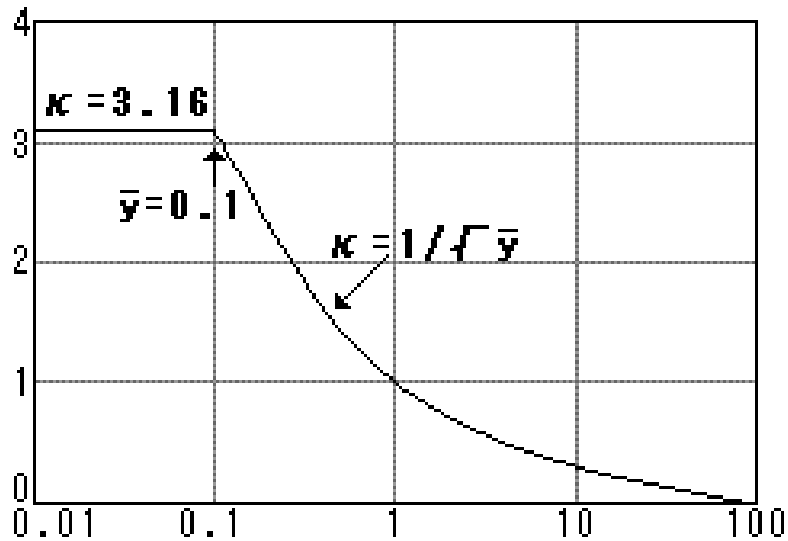
計算機能および特徴(8/13)

- 地盤反力係数

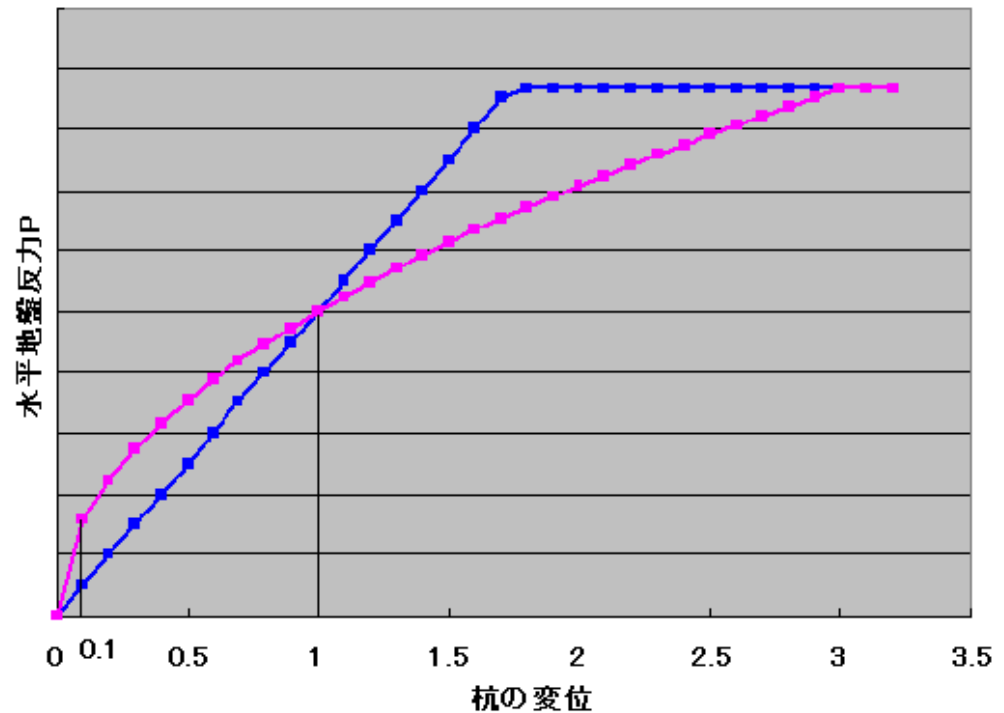
$$K_{ho} = \alpha \cdot \xi \cdot E_o \cdot B^{-3/4}$$

$$\begin{aligned} 0.0 \leq y \leq 0.1 & \quad kh = 3.16 \cdot K_{ho} \\ 0.1 < y & \quad kh = K_{ho} \cdot y^{-1/2} \end{aligned}$$

杭変位と地盤反力係数の関係



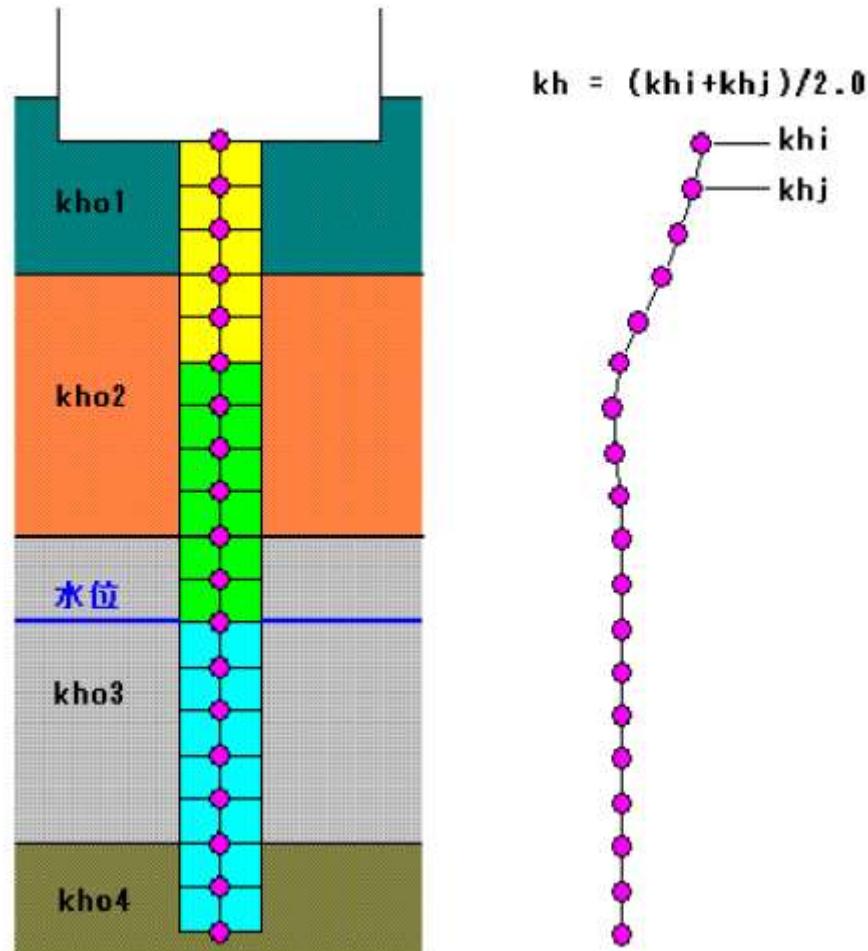
杭変位と水平地盤反力との関係



建築杭基礎の設計概要

計算機能および特徴(9/13)

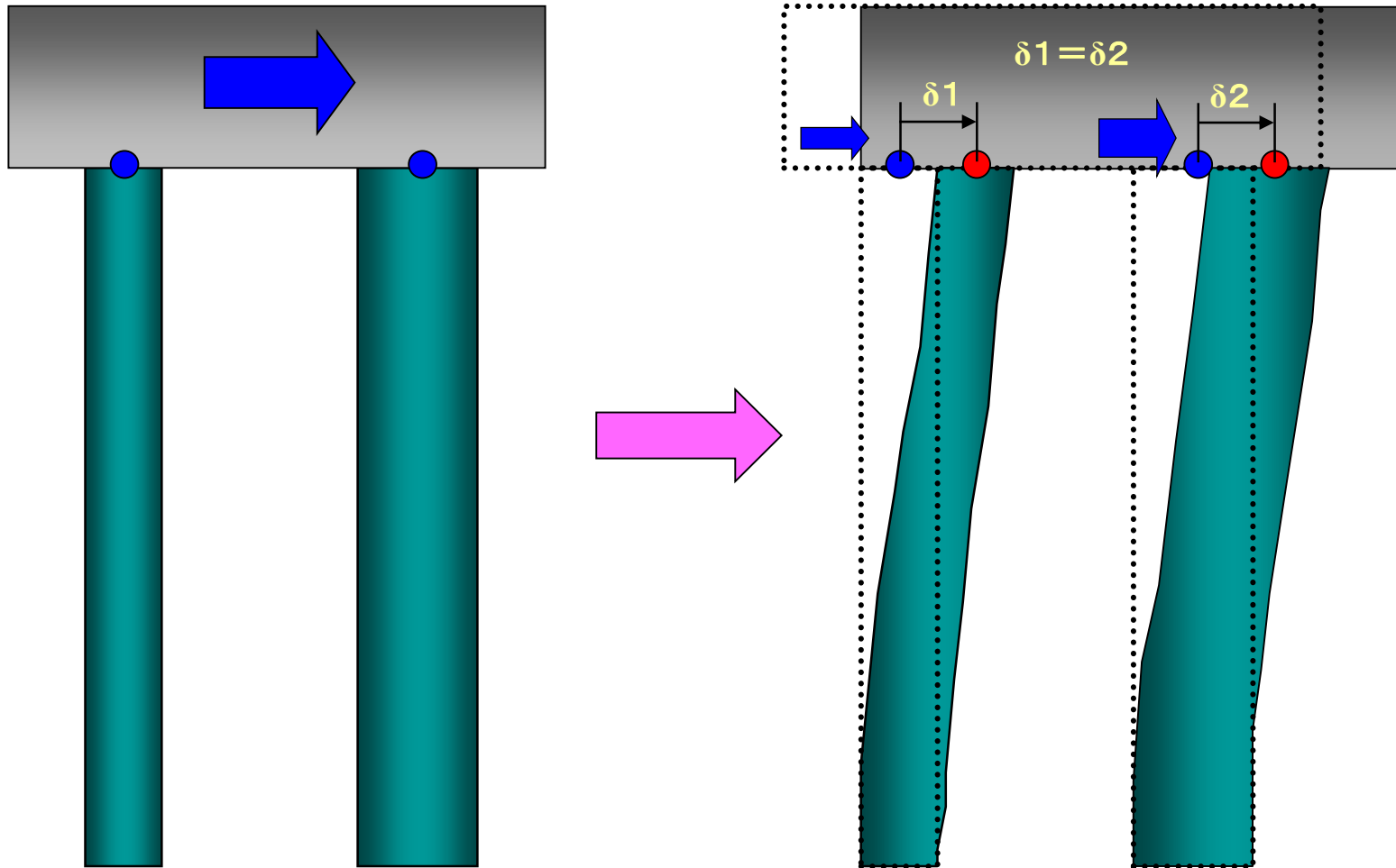
- 解析モデル



建築杭基礎の設計概要

計算機能および特徴(10/13)

- 水平力に対する検討



計算機能および特徴(11／13)

- 水平力分配の基本式

$$K_i = H_{oi} / \delta_{oi}$$

K_i : 杭頭水平バネ (kN/m)

H_{oi} : 単位水平荷重 (kN)

δ_{oi} : H_{oi} を杭頭に載荷したときに生じる杭頭水平変位 (m)

$$H_i = H \cdot K_i / \sum (K_i)$$

H_i : 分配水平力 (kN)

H : 水平力 (kN)

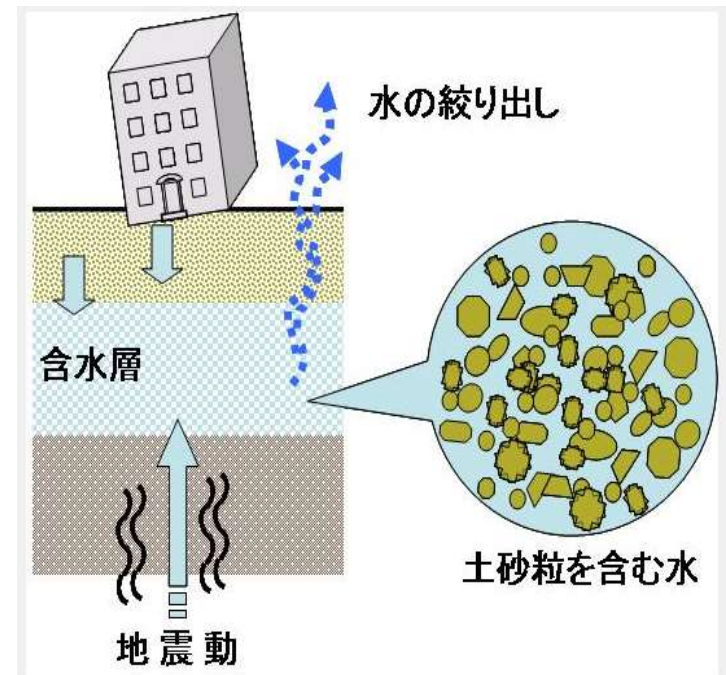
建築杭基礎の設計概要

計算機能および特徴(12/13)

- 液状化の判定

「建築基礎構造設計指針 2001年 日本建築学会」の4.5節に準拠して、液状化の判定を行います。また、水平地盤反力係数 k_h および塑性水平地盤反力の低減係数 β を算出します。

液状化のメカニズム



建築杭基礎の設計概要

計算機能および特徴(13／13)

・ 液状化をおこす条件

- ・ 飽和地盤の細粒土(0.075mm以下の粒径をもつ土粒子)含有率の低いほど液状化が起こりやすい
- ・ 飽和地盤のN値が小さいほど液状化が起こりやすい
- ・ 地下水位面が地表面に近いほど液状化が起こりやすい
- ・ 地震力が大きいほど液状化がおこりやすい

液状化の判定を行う土層

下記を全て満たす場合に液状化の判定を行う

- ・ 飽和土層(地下水位より以深)
- ・ 地表面から20(m)程度以浅の沖積層
- ・ 細粒分含有率 $F_c \leq 35(\%)$

または、

$F_c > 35(\%)$ で、粘土分含有率 $C_c \leq 10(\%)$ または塑性指数 $I_p \leq 15$

建築杭基礎の設計概要

建築基礎構造設計指針2019改定概要(1／3)

杭基礎に関する改定のポイント

■ 要求性能

2001基礎指針

想定荷重 (最低レベル)	要求性能レベル
日常的に作用する荷重	使用限界状態
1回～数回遭遇 する荷重	損傷限界状態
最大級の荷重	終局限界状態

2019基礎指針

荷重のレベル	性能グレード	要求性能レベル
常時荷重	—	使用限界状態
レベル1荷重	—	損傷限界状態
レベル2荷重	S	
	A	終局限界状態

建築杭基礎の設計概要

建築基礎構造設計指針2019改定概要(2/3)

■鉛直支持力

2001基礎指針

施工工法	極限先端支持力度	極限周面摩擦力度
打込み杭	[砂質土] $q_p=300N$ または $q_p=0.7q_c(\leq 18000)$ [粘性土] $q_p=6c_u$ または $q_p=0.7q_c(\leq 18000)$	[砂質土] $\tau_s=2.0N(N\leq 50)$ [粘性土] $\tau_c=\beta \cdot c_u(c_u\leq 100)$ $\beta=\alpha p \cdot LF$
場所打ち コンクリート 杭	[砂質土] $q_p=100N(\leq 7500)$ [粘性土] $q_p=6c_u(\leq 7500)$	[砂質土] $\tau_s=3.3N(N\leq 50)$ [粘性土] $\tau_c=c_u(c_u\leq 100)$
埋込み杭	[砂質土] $q_p=200N(\leq 12000)$ [粘性土] $q_p=6c_u(\leq 12000)$	[砂質土] $\tau_s=2.5N(N\leq 50)$ [粘性土] $\tau_c=0.8c_u(c_u\leq 125)$

2019基礎指針

施工工法	極限先端支持力度	極限周面摩擦力度
打込み杭	[砂質土] $q_p=300\eta N$ または $q_p=0.7q_c(\leq 18000)$ [粘性土] $q_p=6c_u$ または $q_p=0.7q_c(\leq 18000)$	[砂質土] $\tau_s=2.0Ns(\leq 100)$ [粘性土] $\tau_c=0.8 \cdot c_u(\leq 100)$
場所打ち コンクリート杭	[砂質土] $q_p=120N(\leq 7500)$ [粘性土] $q_p=6c_u(\leq 7500)$	[砂質土] $\tau_s=3.3Ns(\leq 165)$ [粘性土] $\tau_c=c_u(\leq 100)$
埋込み杭	[砂質土・プレボーリング] $q_p=150N(\leq 9000)$ [砂質土・中掘り] $q_p=150N(\leq 9000)$ [粘性土・プレボーリング] $q_p=150N(\leq 9000)$ [粘性土・中掘り] $q_p=6c_u(\leq 9000)$	[砂質土・プレボーリング] $\tau_s=2.5Ns(\leq 125)$ [砂質土・中掘り] $\tau_s=1.5Ns(\leq 75)$ [粘性土・プレボーリング] $\tau_c=c_u(\leq 125)$ [粘性土・中掘り] $\tau_c=0.4c_u(\leq 50)$
回転 貫入杭	[砂質土] $q_p=150\eta N(\leq 9000\eta)$ [粘性土] $q_p=150\eta N(\leq 9000\eta)$	[砂質土] $\tau_s=2.0Ns(\leq 100)$ [粘性土] $\tau_c=0.5c_u(\leq 62.5)$

η : 杭先端の閉塞効率

建築杭基礎の設計概要

建築基礎構造設計指針2019改定概要(3/3)

■ 水平抵抗

項目	2001基礎指針	2019基礎指針
レベル1荷重に対する杭基礎の応力評価法	地震力と等価な静的水平荷重を杭頭に作用させる検討方が基本となる。 (1)杭を曲げ剛性を有する線材、地盤をばねと仮定した解析モデルを用いた算定法 ①一様地盤かつ杭と地盤を弾性と仮定 ②多層地盤かつ杭と地盤を弾性と仮定 ③多層地盤かつ杭と地盤の非線形性を考慮	群杭フレームモデル を用いるのが望ましい。 ※レベル1荷重では、 弾性支承梁理論の解析 や 梁ばねモデル(単杭) などを用いてもよい。 地震時には地盤変位が作用するため 応答変位法 を用いることを原則とする。 ※地盤変位が大きな影響を与えないと判断される場合は地盤変位を無視した方法用いることも可能。
レベル2荷重に対する杭基礎の応力評価法	(2)極限平衡法によるBromsの算定式 ※地震時に地盤の変形による杭体への影響が無視できない場合はその影響を考慮する。 ※動的相互作用解析を取り入れることが望ましいが現状では重要または特殊建築物の除き設計に取り入れられていない。	杭体の非線形性を考慮するため 群杭フレームモデル 用いて慣性力と地盤変位を与える手法を標準とする。 地震時地盤変位の考慮は原則として必要。
群杭の影響	基準水平地盤反力係数 k_{ho} 算定時に杭中心間隔比 R/B で決まる ξ を乗じる。	基準水平地盤反力係数 k_{ho} 算定時に 杭中心間隔比R/Bと杭本数N_p を考慮した群杭効率評価式で決まる ξ を乗じる。
杭体及び杭頭接合部	[断面性能]下記を上回る ①軸力と曲げモーメントによる組合せ応力 ②軸力とせん断力による組合せ応力 [設計用限界値] 低減係数は規定なし	[断面性能]下記を上回る ①軸力と曲げモーメントによる組合せ応力 ②軸力とせん断力による組合せ応力 [設計用限界値] $R_d = \beta \cdot R_n$ R_d : 杭体および杭頭接合部の設計用限界値 β : 低減係数(杭種,曲げ,せん断,変形性能ごとに規定) R_n : 杭体および杭頭接合部の限界値(強度あるいは変形性能)