

基礎

基礎の設計・3D配筋(部分係数法・H29準拠対応) Ver.2(Advanced版) - Pile_2.PJ (杭基礎) (更新)

ファイル(F) 基準値(K) 計算実行(C) オプション(O) ヘルプ(H)

処理モードの選択 入力 計算書作成 図面作成

基礎選択
地層
杭基礎
計算条件
杭配置
着目杭指定
材料
杭体データ
予備計算・結果確認
フォーミング形状
作用力
杭体
杭頭接合部
フォーミング設計
偶発作用
基本条件
流動荷重
杭本体
地盤データ
フォーミング前面水平抵抗
計算・結果確認
結果総括
安定計算(永続/変動作用)
杭体(永続/変動作用)
杭頭接合部(永続/変動作用)
フォーミング(永続/変動作用)
安定計算(偶発作用)
フォーミング(偶発作用)
基礎ばね
基準値

タイトル:
平面図
12000
12000
杭種:PHC杭
工法:プレボウリング
杭径:1.00 m
杭長:9.50 m

コメント:
橋軸直角方向(X方向)
橋軸方向(Y方向)

圧縮

深さ (m)	圧縮 (kN)	圧縮 (kN)
≤ 1.70	2488.55	≤ 56851.20
≤ 2.60	-2402.00	≤ 82944.00
≤ 1.70	3506.21	≤ 56851.20
≤ 2.60	5679.09	≤ 81216.00
≤ 2.60	5812.61	≤ 81216.00
≤ 2.60	4110.47	≤ 81216.00

水平変位
0.000 0.001 0.002 0.003 0.004 0.005
0.0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0

7/21設定 印刷 閉じる(Q) ? ヘルプ(H)

2020年11月

スケジュール

9:30～11:00

平成29年道路橋示方書改定概要

- ・弊社製品の対応
- ・道示改定概要
- ・基礎の設計概要

11:10～11:50

操作実習(その1)

- ・杭基礎構造を例とした実習

13:00～14:40

操作実習(その2)

- ・杭基礎構造を例とした実習

14:50～15:40

操作実習(その3)

- ・橋脚と杭基礎を連携した実習

15:40～16:20

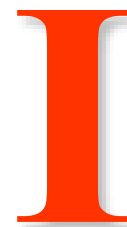
杭基礎における計算データからの図面作成

- ・図面編集出力
- ・図面作成における実習

16:20～16:30

質疑応答

平成29年道路橋示方書 改定概要



平成29年道路橋示方書改定概要

国土交通省発表資料

- ・第8回道路技術小委員会(2017年6月30日)

ホーム>政策・仕事>審議会・委員会等>第8回道路技術小委員会 配付資料

http://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/road01_sg_000360.html



- ・「橋、高架の道路等の技術基準」(道路橋示方書)の改定について(2017年7月21日)

ホーム>報道・広報>報道発表資料>

「橋、高架の道路等の技術基準」(道路橋示方書)の改定について

http://www.mlit.go.jp/report/press/road01_hh_000862.html



- ・道路橋示方書・同解説 I ～ V 編 (2017年11月)

<改定のポイント>

○橋の安全性や性能に対しきめ細やかな設計が可能な設計手法を導入

○橋が良好な状態を維持する期間(設計供用期間)として、100年を標準とすることを規定し、その間適切な維持管理を行うことを規定

スケジュール:平成30年1月1日以降、新たに着手する設計に適用

平成29年道路橋示方書改定概要

道路橋示方書の構成

	適用の範囲
I 共通編	橋の性能など共通的な事項及び <u>支承部</u> 、 <u>伸縮装置</u> 、 <u>付属物等</u>
II 鋼橋・ <u>鋼部材</u> 編	主として鋼上部構造、鋼部材
III コンクリート橋・ <u>コンクリート部材</u> 編	主としてコンクリート上部構造、コンクリート部材
IV 下部構造編	主として下部構造
V 耐震設計編	耐震設計

- ・ II 編及び III 編の規定と重複する IV 編及び V 編の規定については、IV 編又は V 編の規定が当該条の適用範囲において優先する。
- ・ 道路橋示方書は、支間長200m以下の橋を適用範囲とする。

平成29年道路橋示方書概要

橋の設計にあたって

橋の性能

耐荷性能

- 構造物の安全性
- 部分係数設計法

耐久性能

- 耐荷性能の前提

その他の性能

- フェールセーフ機能等

平成29年道路橋示方書概要

橋の重要度と耐荷性能

旧)道路橋示方書

設計地震動		A種の橋	B種の橋
レベル1地震動		損傷が生じない。 (耐震性能1)	
レベル2 地震動	タイプI	地震による損傷が橋として致命的とならない性能 (耐震性能3)	地震による損傷が限定的なものに留まり、橋としての機能の回復が速やかに行い得る性能 (耐震性能2)
	タイプII		



	A種の橋	B種の橋
<u>永続作用</u> や <u>変動作用</u> が支配的な状況	損傷が生じない。 (橋の耐荷性能1)	損傷が生じない。 (橋の耐荷性能2)
<u>偶発作用</u> が支配的な 状況	落橋しない (橋の耐荷性能1)	速やかな機能確保 落橋しない (橋の耐荷性能2)

平成29年道路橋示方書概要

橋の重要度区分

橋の重要度区分	対象となる橋
A種の橋	下記以外の橋
B種の橋	<ul style="list-style-type: none">・高速自動車国道、都市高速道路、指定都市高速道路、本州四国連絡道路、一般国道の橋・都道府県道、市町村道のうち複断面、跨線橋および地域の防災計画上の位置づけや当該道路の利用状況等から特に重要な橋

平成29年道路橋示方書概要

橋の耐荷性能における状況の区分

区分	特性
永続作用支配状況	・大きさが大きく変動することなく継続的に、又は、非常に高い頻度で部材等に影響を及ぼす作用 <u>構造物の自重, プレストレス等</u>
変動作用支配状況	・絶えず大きさが変動し、その作用の最大値又は最小値が部材等に及ぼす影響が無視できない作用 <u>自動車, 風, 雪, 地震動等</u>
偶発作用支配状況	・設計で考慮する期間内に生じる可能性が極めて小さい、又は、その規模や頻度について確率統計的に扱うことが困難であるが、部材等に及ぼす影響が甚大である作用。 <u>衝突, 最大級地震動等</u>

平成29年道路橋示方書概要

荷重の一覧

H29 道路橋示方書		H24 道路橋示方書	
D	死荷重	P	主荷重
L	活荷重	P	主荷重
I	衝撃の影響	P	主荷重
PS	プレストレスカ	P	主荷重
CR	コンクリートのクリープの影響	P	主荷重
SH	コンクリートの乾燥収縮の影響	P	主荷重
E	土圧	P	主荷重
HP	水圧	P	主荷重
U	浮力又は揚圧力	P	主荷重
TH	温度変化の影響	S	従荷重
TF	温度差の影響		
SW	雪荷重	PP	主荷重に相当する特殊荷重
GD	地盤変動の影響	PP	主荷重に相当する特殊荷重
SD	支点移動の影響	PP	主荷重に相当する特殊荷重
CF	遠心荷重	PP	主荷重に相当する特殊荷重
BK	制動荷重	PA	従荷重に相当する特殊荷重
WS	橋桁に作用する風荷重	S	従荷重
WL	活荷重に対する風荷重		
WP	波圧	PP	主荷重に相当する特殊荷重
EQ	地震の影響	S	従荷重
CO	衝突荷重	PA	従荷重に相当する特殊荷重
ER	施工時荷重	PA	従荷重に相当する特殊荷重

平成29年道路橋示方書概要

H24年 荷重の組み合わせ

表-3.2.1 荷重の組合せ

荷重の組合せ
1.主荷重(P)+主荷重に相当する特殊荷重(PP)
2.主荷重(P)+主荷重に相当する特殊荷重(PP)+温度変化の影響(T)
3.主荷重(P)+主荷重に相当する特殊荷重(PP)+風荷重(W)
4.主荷重(P)+主荷重に相当する特殊荷重(PP)+温度変化の影響(T)+風荷重(W)
5.主荷重(P)+主荷重に相当する特殊荷重(PP)+制動荷重(BK)
6.主荷重(P)+主荷重に相当する特殊荷重(PP)+衝突荷重(CO)
7.活荷重及び衝撃以外の主荷重+地震の影響(EQ)
8.施工時荷重(ER)

表-解3.2.1 一般的な荷重の組合せ

橋台の設計	橋脚の設計	荷重状態
①死荷重+活荷重+土圧 ②死荷重+土圧	①死荷重+活荷重 ②死荷重+温度変化の影響 ③死荷重+活荷重+温度変化の影響	常 時
③死荷重+土圧+地震の影響	④死荷重+地震の影響	地震時
—	⑤死荷重+風荷重	暴風時

平成29年道路橋示方書概要

H29年 作用の組合せ検討ケース

1) 永続作用による影響が支配的な状況(永続作用支配状況)

①	D		+PS+CR+SH+E+HP+(U)	+TF	+GD	+SD		+WP			+(ER)
---	---	--	--------------------	-----	-----	-----	--	-----	--	--	-------

2) 変動作用による影響が支配的な状況(変動作用支配状況)

②	D	+L+I	+PS+CR+SH+E+HP+(U)	+TF+SW	+GD	+SD+(CF)+(BK)		+WP			+(ER)
③	D		+PS+CR+SH+E+HP+(U)+TH	+TF	+GD	+SD		+WP			+(ER)
④	D		+PS+CR+SH+E+HP+(U)+TH	+TF	+GD	+SD	+WS	+WP			+(ER)
⑤	D	+L+I	+PS+CR+SH+E+HP+(U)+TH	+TF+SW	+GD	+SD+(CF)+(BK)		+WP			+(ER)
⑥	D	+L+I	+PS+CR+SH+E+HP+(U)	+TF	+GD	+SD+(CF)+(BK)	+WS+WL	+WP			+(ER)
⑦	D	+L+I	+PS+CR+SH+E+HP+(U)+TH	+TF	+GD	+SD+(CF)+(BK)	+WS+WL	+WP			+(ER)
⑧	D		+PS+CR+SH+E+HP+(U)	+TF	+GD	+SD	+WS	+WP			+(ER)
⑨	D		+PS+CR+SH+E+HP+(U)+TH	+TF+SW	+GD	+SD		+WP	+EQ		+(ER)
⑩	D		+PS+CR+SH+E+HP+(U)	+TF	+GD	+SD		+WP	+EQ		+(ER)

3) 偶発作用による影響が支配的な状況(偶発作用支配状況)

⑪	D		+PS+CR+SH+E+HP+(U)			+GD	+SD		+EQ (L2)		
⑫	D		+PS+CR+SH+E+HP+(U)			+GD	+SD			+CO	

平成29年道路橋示方書概要

橋の耐荷性能1（A種）

<div>状態</div> <div>状況</div>	主として機能面からの橋の状態		構造安全面からの橋の状況
	橋としての荷重を支持する能力が損なわれていない状況	部分的に荷重を支持する能力の低下が生じているが、橋としてあらかじめ想定する荷重を支持する能力の範囲である状態	致命的な状況でない
永続作用や変動作用が支配的な状況	橋の <u>限界状態1</u> を超えないことの実現性		橋の <u>限界状態3</u> を超えないことの実現性
偶発作用が支配的な状況			橋の <u>限界状態3</u> を超えないことの実現性

平成29年道路橋示方書概要

橋の耐荷性能2（B種）

<div>状態</div> <div>状況</div>	主として機能面からの橋の状態		構造安全面からの橋の状況
	橋としての荷重を支持する能力が損なわれていない状況	部分的に荷重を支持する能力の低下が生じているが、橋としてあらかじめ想定する荷重を支持する能力の範囲である状態	致命的な状況でない
永続作用や変動作用が支配的な状況	橋の <u>限界状態1</u> を超えないことの実現性		橋の <u>限界状態3</u> を超えないことの実現性
偶発作用が支配的な状況		橋の <u>限界状態2</u> を超えないことの実現性	橋の <u>限界状態3</u> を超えないことの実現性

平成29年道路橋示方書概要

限界状態

橋の限界状態

代表させる

橋の限界状態1	橋としての荷重を支持する能力が損なわれていない限界の状態
橋の限界状態2	部分的に荷重を支持する能力の低下が生じているが、橋としての荷重を支持する能力に及ぼす影響は限定的であり、荷重を支持する能力があらかじめ想定する範囲にある限界の状態
橋の限界状態3	これを超えると構造安全性が失われる限界の状態

上部構造・下部構造、上下部構造接続部の限界状態

代表させる

限界状態1	部分的にも荷重を支持する能力の低下が生じておらず、耐荷力の観点からは特別の注意無く使用できる限界の状態
限界状態2	部分的に荷重を支持する能力の低下が生じているものの限定的であり、耐荷力の観点からはあらかじめ想定する範囲の特別な注意のもとで使用できる限界の状態
限界状態3	これを超えると部材等としての荷重を支持する能力が完全に失われる限界の状態

部材の限界状態

限界状態1	部材等としての荷重を支持する能力が確保されている限界の状態
限界状態2	部材等としての荷重を支持する能力は低下しているもののあらかじめ想定する能力の範囲にある限界の状態
限界状態3	これを超えると部材等としての荷重を支持する能力が完全に失われる限界の状態

平成29年道路橋示方書概要

上部構造、下部構造、上下接続部の限界状態

橋の限界状態を、上部構造，下部構造又は上下部接続部で代表させる場合

橋の限界状態

上部構造，下部構造又は上下部接続部の状態

橋の限界状態1

上部構造，下部構造及び上下部接続部の限界状態1に達した状態

橋の限界状態2

上部構造，下部構造又は上下部接続部の中から塑性化を考慮するものを適切に定める。

・塑性化を考慮するものが上部構造，下部構造又は上下部接続部の限界状態2 に達した状態
又は

・塑性化を考慮しないものが上部構造，下部構造又は上下部接続部の限界状態1 に達した状態

橋の限界状態3

上部構造，下部構造及び上下部接続部の限界状態3 に達した状態

平成29年道路橋示方書概要

部材等の限界状態

上部構造、下部構造又は上下部接続部の限界状態を部材等の限界状態で代表させる場合

上部構造、下部構造又は上下部接続部の限界状態

限界状態1

上部構造、下部構造又は上下部接続部を構成する部材等の状態が、部材等の限界状態1に達した状態

限界状態2

上部構造

二次部材を除く上部構造を構成する主要な部材等に着目し、それらが部材等の限界状態1を超えない限界の状態

下部構造 又は上下部接続部

下部構造又は上下部接続部を構成する部材等が部材等の限界状態2に達した状態

限界状態3

上部構造、下部構造又は上下部接続部を構成する部材等が、部材等の限界状態3に達した状態

部材等の限界状態

平成29年道路橋示方書概要

部分係数

荷重係数 γ_q 、荷重組合せ係数 γ_p

荷重係数 γ_q

作用の特性値に対するばらつきに応じて、設計で考慮する作用の規模の補正を行う。

荷重組合せ係数 γ_p

異なる作用の同時載荷状況に応じて、設計で考慮する作用の規模の補正を行う。

(例) 道示 I 表-3.3.1の①Dの組合せ時
体積×単位体積重量より求めた橋脚重量を W_p とすると
設計に用いる橋脚重量 W_p' は下記のようになる。

$$\begin{aligned} W_p' &= \gamma_{qi} \cdot \gamma_{pi} \cdot W_p \\ &= 1.05 \cdot 1.00 \cdot W_p \end{aligned}$$

平成29年道路橋示方書概要

部分係数

調査・解析係数 ξ_1 、部材・構造係数 ξ_2
部材等の抵抗に係る係数 Φ_{RS} 、 Φ_{RU}

調査・解析係数 ξ_1

作用効果を算出する過程に含まれる不確実性を考慮し抵抗係数を補正する。

部材・構造係数 ξ_2

部材等の非弾性域における特性の違いに応じて抵抗係数を補正する。

抵抗係数 Φ_{RS}

部材等の限界状態1 又は限界状態2 に対応する部材等の抵抗に係る係数。

抵抗係数 Φ_{RU}

部材等の限界状態3 に対応する部材等の抵抗に係る係数。

(例) 道示Ⅲ 式(5.5.1)の部材降伏に対する曲げモーメントの
制限値 M_{yd} (⑩D+E Qの組合せ時)

$$\begin{aligned} M_{yd} &= \xi_1 \cdot \Phi_y \cdot M_{yc} \\ &= 0.90 \cdot 1.00 \cdot M_{yc} \end{aligned}$$

※ M_{yc} : 降伏曲げモーメントの特性値

平成29年道路橋示方書概要

下部工に関する改定

部材設計の基本

耐荷性能の照査

橋の耐荷性能の設計においては、以下の3種類の設計状況を考慮する。

1) 永続作用による影響が支配的な状況(永続作用支配状況)

組合せ例: ① $D+PS+CR+SH+E+HP+(U)+(TF)+GD+SD+WP+(ER)$

2) 変動作用による影響が支配的な状況(変動作用支配状況)

組合せ例: ② $D+L+I+PS+CR+SH+E+HP+(U)+(TF)+(SW)+GD+SD+(CF)+(BK)+WP$

⑩ $D+PS+CR+SH+E+HP+(U)+(TF)+GD+SD+WP+EQ+(ER)$

3) 偶発作用による影響が支配的な状況(偶発作用支配状況)

組合せ例: ⑪ $D+PS+CR+SH+E+HP+(U)+GD+SD+EQ$

耐久性能の照査

コンクリート部材は、設計耐久期間内において、耐久性能が低下しないようにする。

1) 内部鋼材の腐食による部材の耐荷性能低下

気中部材(橋脚のはり等)かつ永続作用支配状況に対して照査を行う。

2) 応力の繰返しによる影響の累積による部材の耐荷性能低下

1.00($D+L+PS+CR+SH+E+HP+U$)の組合せに対して照査を行う。

平成29年道路橋示方書概要

作用の組合せ検討ケース

作用組み合わせ		係数値																											
状況		D		L		PS, CR, SH		E, HP, U		TH		TF		SW		GD SD		CF BK		WS		WL		WP		EQ		CO	
		YP	Yq	YP	Yq	YP	Yq	YP	Yq	YP	Yq	YP	Yq	YP	Yq	YP	Yq	YP	Yq	YP	Yq	YP	Yq	YP	Yq	YP	Yq	YP	Yq
永続作用 支配状況	①D	1.00	1.05	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05	-	-	1.00	1.00	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-
	②D+L	1.00	1.05	1.00	1.25	1.00	1.05	1.00	1.05	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-
	③D+TH	1.00	1.05	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-
	④D+TH+WS	1.00	1.05	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05	0.75	1.00	1.00	1.00	-	-	1.00	1.00	-	-	0.75	1.25	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-
	⑤D+L+TH	1.00	1.05	0.95	1.25	1.00	1.05	1.00	1.05	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-
変動作用 支配状況	⑥D+L+WS+WL	1.00	1.05	0.95	1.25	1.00	1.05	1.00	1.05	-	-	1.00	1.00	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	1.25	0.50	1.25	1.00	1.00	-	-	-	-
	⑦D+L+TH+ WS+WL	1.00	1.05	0.95	1.25	1.00	1.05	1.00	1.05	0.50	1.00	1.00	1.00	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	1.25	0.50	1.25	1.00	1.00	-	-	-	-
	⑧D+WS	1.00	1.05	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05	-	-	1.00	1.00	-	-	1.00	1.00	-	-	1.00	1.25	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-
	⑨D+TH+EQ	1.00	1.05	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05	0.50	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	0.50	1.00	-	-
	⑩D+EQ	1.00	1.05	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05	-	-	1.00	1.00	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-
偶発作用 支配状況	⑪D+EQ	1.00	1.05	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-
	⑫D+CO	1.00	1.05	-	-	1.00	1.05	1.00	1.05	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.00	1.00
	※1.0(D+L)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

平成29年道路橋示方書概要

耐荷性能の照査

$$\sum S_i(\gamma_{qi} \cdot \gamma_{pi} \cdot P_i) \leq \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \phi R \cdot R(f_c, \Delta c)$$

P_i : 作用の特性値

S_i : 作用効果であり、作用の組合せに対する橋の状態

R : 部材等の抵抗に係る特性値で、材料の特性値 f_c や寸法の特性値 Δc を用いて算出される値

f_c : 材料の特性値

Δc : 寸法の特性値

γ_{pi} : 荷重組合せ係数

γ_{qi} : 荷重係数

ξ_1 : 調査・解析係数

ξ_2 : 部材・構造係数

ϕR : 抵抗係数

平成29年道路橋示方書概要

部材設計における断面力と設計断面力

せん断力の例

$$Sd = \sum (\gamma_{qi} \cdot \gamma_{pi} \cdot S_i)$$

例えば、 $D + EQ$ において

$$Sd = \underbrace{1.00}_{\gamma_{pD}} \times \underbrace{1.05}_{\gamma_{qD}} \times S_D + \{ \underbrace{1.00}_{\gamma_{pEQ}} \times \underbrace{1.00}_{\gamma_{qEQ}} \times \underbrace{1.00}_{\gamma_{pD}} \times \underbrace{1.05}_{\gamma_{qD}} \times S_{EQ} \}$$

死荷重による水平力

上部構造、躯体の慣性力

平成29年道路橋示方書概要

鉄筋コンクリート部材の照査

曲げモーメント又は軸力を受ける部材の照査
道路橋示方書 III 5.5.1(3)

$$M_{yd} = \xi_1 \cdot \Phi_y \cdot M_{yc} \cdots (5.5.1)$$

ここに、

M_{yd} : 部材降伏に対する曲げモーメントの制限値(N・mm)

ξ_1 : 調査・解析係数で表-5.5.1に示す値とする。

Φ_y : 抵抗係数で表-5.5.1に示す値とする。

M_{yc} : 降伏曲げモーメントの特性値(N・mm)

※コンクリートの応力-ひずみ曲線は、圧縮応力度が2/3の範囲となる範囲を用いる

表-5.5.1 調査・解析係数, 抵抗係数

	ξ_1	Φ_y
i) ii) 及び iii) 以外の作用の組合せを考慮する場合	0.90	0.85
ii) ⑩を考慮する場合		1.00
iii) ⑪を考慮する場合	1.00	

平成29年道路橋示方書概要

鉄筋コンクリート部材の照査

曲げモーメント又は軸力を受ける部材の照査

道路橋示方書 III 5.7.1, 5.8.1

$$M_{ud} = \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \Phi_u \cdot M_{uc} \cdots (5.8.1)$$

ここに、

M_{ud} : 部材破壊に対する曲げモーメントの制限値 (N・mm)

ξ_1 : 調査・解析係数で表-5.8.1に示す値とする。

ξ_2 : 部材・構造係数で表-5.8.1に示す値とする。

Φ_u : 抵抗係数で表-5.8.1に示す値とする。

M_{uc} : 破壊抵抗曲げモーメントの特性値 (N・mm)

表-5.8.1 調査・解析係数, 抵抗係数

	ξ_1	ξ_2	Φ_u
i) ii) 及び iii) 以外の作用の組合せを考慮する場合	0.90	0.90	0.80
ii) ⑩を考慮する場合			1.00
iii) ⑪を考慮する場合	1.00		

平成29年道路橋示方書概要

鉄筋コンクリート部材の照査

耐荷性能

せん断力を受ける部材の設計

道路橋示方書 Ⅲ5.7.2 5.8.2

$$S_{usd} = \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot (\Phi_{uc} \cdot S_c + \Phi_{us} \cdot S_s) \cdots (5.8.2)$$

ここに、

S_{usd} : 斜引張破壊に対するせん断力の制限値(N)

ξ_1 : 調査・解析係数で表-5.8.3に示す値とする。

ξ_2 : 部材・構造係数で表-5.8.3に示す値とする。

Φ_{uc} : コンクリートが負担できるせん断力に関する抵抗係数で
表-5.8.1に示す値とする。

Φ_{us} : せん断補強鉄筋が負担できるせん断力に関する抵抗係数で
表-5.8.1に示す値とする。

S_c : コンクリートの負担できるせん断力の合計の特性値(N)

S_s : せん断補強鉄筋が負担できるせん断力の合計の特性値(N)

平成29年道路橋示方書概要

鉄筋コンクリート部材の照査

耐荷性能

せん断力を受ける部材の設計
道路橋示方書 Ⅲ5.8.2

$$S_{usd} = \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot (\Phi_{uc} \cdot Sc + \Phi_{us} \cdot Ss) \cdots (5.8.2)$$

表-5.8.3 調査・解析係数, 部材・構造係数及び抵抗係数

	ξ_1	ξ_2	Φ_{uc}, Φ_{us}
i) ii) 及び iii) 以外の作用の組合せを 考慮する場合	0.90	0.85	0.65
ii) ⑩を考慮する場合			0.95
iii) ⑪を考慮する場合	1.00		

平成29年道路橋示方書概要

鉄筋コンクリート部材の照査

耐荷性能

せん断力を受ける部材の設計(コンクリート部分)
道路橋示方書 Ⅲ5.8.2

$$S_c = k \cdot \tau_r \cdot b_w \cdot d + S_d \cdot \frac{M_0}{M_d} \quad \dots (5.8.3)$$

ここに、

S_c : コンクリートの負担できるせん断力の特性値(N)

k : 補正係数で1.30とする。

b_w : 部材断面のウェブ厚(mm)

d : 部材断面の有効高(mm)

M_d : 部材断面に発生する曲げモーメント(N・mm)

M_0 : プレストレス力及び軸方向力によるコンクリートの応力度が
部材縁で0となる曲げモーメント(N・mm)

S_d : 部材断面に発生するせん断力(N)

τ_r : コンクリートが負担できる平均せん断応力度(N/mm²)で、有効高、
軸方向に配置された引張側の鉄筋等の鋼材比、繰返し作用、せん断
スパン比の影響を考慮し、式(5.8.4)より算出する。

平成29年道路橋示方書概要

鉄筋コンクリート部材の照査

耐荷性能

せん断力を受ける部材の設計
道路橋示方書 Ⅲ5.8.2

$$\tau_r = \tau_c \cdot C_e \cdot C_{pt} \cdot C_{dc} \cdot C_c \quad \dots (5.8.4)$$

ここに、

τ_c : コンクリートの負担できる平均せん断応力度の基本値 (N/mm²)

τ_{cmax} : コンクリートが負担できる最大のせん断力と等価なせん断応力度 (N/mm²) で、部材の全高を h としたときの $h/2$ の位置における有効プレストレスによる軸方向圧縮応力度と設計基準強度によって、表-5.8.6 に従い定める。

C_e : 部材断面の有効高 d に関する補正係数

C_{pt} : 軸方向に配置された引張側の鉄筋に関する補正係数

C_{dc} : せん断スパンによるコンクリートの負担できるせん断力の割増係数

C_c : 荷重の正負交番繰返し作用の影響に関する補正係数で、塑性化を期待しない部材では 1.0 を標準とする。

平成29年道路橋示方書概要

鉄筋コンクリート部材の照査

耐荷性能

せん断力を受ける部材の設計
道路橋示方書 Ⅲ5.8.2

$$\tau_r = \tau_c \cdot C_e \cdot C_{pt} \cdot C_{dc} \cdot C_c \quad \dots (5.8.4)$$

表-5.8.5 コンクリートが負担できる平均せん断応力度の基本値 τ_c

σ_{ck}	21	24	27	30	40	50	60	70	80
τ_c	0.33	0.35	0.36	0.37	0.41	0.44	0.47	0.47	0.47

表-5.8.6 コンクリートが負担できる最大せん断力に等価なせん断応力度 τ_{cmax}

σ_{ck}	21	24	27	30	40	50	60	70	80
τ_{cmax}	1.1	1.2	1.3	1.4	1.7	2.0	2.3	2.3	2.3

※上記の τ_{cmax} は、部材全高の1/2における有効プレストレスによる軸方向圧縮応力度(N/mm²)が0.0の時の値

平成29年道路橋示方書概要

鉄筋コンクリート部材の照査

耐荷性能

せん断力を受ける部材の設計(せん断補強鉄筋部分)
道路橋示方書 Ⅲ5.8.2

$$S_s = C_{ds} \cdot k \cdot \left(\sum \frac{A_w \cdot \sigma_{sy} \cdot d (\sin\theta + \cos\theta)}{1.15a} \right) \quad \dots (5.8.5)$$

ここに、

- S_s : せん断補強鉄筋が負担できるせん断力の合計の特性値(N)
- C_{ds} : せん断スパンによるせん断補強鉄筋が負担するせん断力の低減係数
- k : 補正係数で1.30とする。
- A_w : 間隔 a 及び角度 θ で配筋されるせん断補強鉄筋の断面積(mm²)
- σ_{sy} : せん断補強鉄筋が負担できるせん断力の計算で見込むせん断補強鉄筋の
降伏強度の特性値(N/mm²)。ただし345N/mm²を超える場合は345N/mm²
- d : 部材断面の有効高(mm)
- a : せん断補強鉄筋の部材軸方向の間隔(mm)
- θ : せん断補強鉄筋が部材軸となす角度

平成29年道路橋示方書概要

鉄筋コンクリート部材の照査

耐荷性能

ウェブコンクリートの圧壊

道路橋示方書 IV5.2.7(3), III5.8.2 (4)

$$S_{ucd} = \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \Phi_{ucw} \cdot S_{ucw} \cdots (5.8.7)$$

$$S_{ucw} = \tau_{rmax} \cdot b_w \cdot d \cdots (5.8.8)$$

ここに、

S_{ucd} : ウェブコンクリートの圧壊に対するせん断力の制限値(N)

S_{ucw} : ウェブコンクリートの圧壊に対するせん断耐力の特性値(N)

ξ_1 : 調査・解析係数部材・構造係数で表-5.8.3に示す値とする。

$\xi_2 \cdot \Phi_{ucw}$: ウェブコンクリートが負担できる平均せん断応力度に関する部材・構造係数と抵抗係数の積で表-5.8.9に示す値とする。

表-5.8.9 調査・解析係数, 部材・構造係数及び抵抗係数

	ξ_1	$\xi_2 \cdot \Phi_{ucw}$
i) ii) 及び iii) 以外の作用の組合せを考慮する場合	0.90	0.70
ii) ⑩を考慮する場合		1.00
iii) ⑪を考慮する場合	1.00	

平成29年道路橋示方書概要

鉄筋コンクリート部材の照査

耐荷性能

せん断力を受ける部材の設計
道路橋示方書 IV5.2.7

$$\tau_m = Sh/bd \quad \cdots (5.2.1)$$

ここに、

- τ_m : 部材断面に生じるコンクリートの平均せん断応力度(N/mm²)
- S_h : 部材の有効高の変化の影響を考慮した部材断面に生じるせん断力(N)
- b : 部材断面幅(mm)
- d : 部材断面の有効高(mm)

$$Sh = S_d - \frac{M_d}{d} (\tan\beta + \tan\gamma) \quad \cdots (5.8.9)$$

- S_d : 部材断面に生じるせん断力(N)
- M_d : 部材断面に生じる曲げモーメント(N・mm)
- β : 部材圧縮縁が部材軸となす角度
- γ : 引張側に配置された鉄筋が部材軸となす角度

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

基礎の安定に関する設計

基礎の安定に関する設計の基本

- ・鉛直荷重、水平荷重及び転倒モーメントに対して耐荷性能を満足する。
 - ・基礎の変位が橋の機能に影響を与えないとみなせる範囲に留まるようにする。
- I 編 3.3に規定される作用の組み合わせに加え、永続支配状況として、以下の作用組み合わせを考慮する。

1.00(D+L+PS+CR+SH+E+HP+(U))

表-解8.2.1 永続作用支配状況及び変動作用支配状況における各基礎形式の標準的な安定照査

基礎形式	変位の制限の照査			耐荷性能の照査		
	永続作用①の作用組合せ 1.00(D+L+PS+CR+SH+E+HP+(U))			永続変動作用の①から⑩の作用組合せ		
基礎形式	鉛直荷重	水平荷重	転倒モーメント	鉛直荷重	水平荷重	転倒モーメント
直接基礎	○	○	○	○	○	○
杭基礎	○※	○	—	○※	○	—
ケーソン基礎	○	○	—	○	○	—
鋼管矢板基礎	○※	○	—	○※	○	—
地中連続壁基礎	○	○	—	○	○	—
深礎基礎	○	○	—	○	○	—

※杭基礎及び鋼管矢板基礎については、押込み力及び引抜き力に対して照査を行う

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

基礎の安定に関する設計

地盤反力係数

$$k = \lambda \cdot k_o \cdot (B' / 0.3)^{-3/4} \quad \dots (8.5.2)$$

$$k_o = \alpha \cdot E_o / 0.3 \quad \dots (8.5.3)$$

ここに、

- k : 地盤反力係数(kN/m³)
- λ : 基礎の施工工法の影響を考慮する係数
- k_o : 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地盤反力係数(kN/m³)
で、各種試験により求めた変形係数から推定する場合は、式(8.5.3)により求める。
- B' : 地盤反力係数の推定に用いる基礎の換算載荷幅(m) (※現行のBHと同じ)
- E_o : 表-8.5.1 に示す方法で推定した設計の対象とする位置での地盤の変形係数
(kN/m²)
- α : 表-8.5.1 に示す地盤反力係数の換算係数

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

基礎の安定に関する設計

地盤反力係数

表-8.5.1変形係数 E_0 と地盤反力係数の換算係数 α

変形係数 E_0 の推定方法	地盤反力係数の換算係数 α	
	作用の組合せに地震の影響を含まない場合	作用の組合せに地震の影響を含む場合
直径0.3mの剛体円板による平板載荷試験の繰返し曲線から求めた変形係数の1/2	1	2
孔内水平載荷試験から求めた変形係数	4	8
供試体の一軸圧縮試験又は三軸圧縮試験から求めた変形係数	4	8
標準貫入試験の N 値より $E_0 = 2,800N$ で推定した変形係数	1	2

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

基礎の安定に関する設計

地盤反力係数

表-9.6.1 直接基礎の施工方法の影響を考慮する係数 λ 及び換算載荷幅 B'

地盤反力係数の種類	λ	B'
水平方向地盤反力係数 k_H	1.0	$\sqrt{(A_V)}$
鉛直方向地盤反力係数 k_V	1.0	$\sqrt{(A_H)}$

表-10.6.1 杭基礎の施工方法の影響を考慮する係数 λ 及び換算載荷幅 B

地盤反力係数の種類	λ	B'
水平方向地盤反力係数 k_H	1.0	$\sqrt{(D/\beta)}$
鉛直方向地盤反力係数 k_V	1.0	D

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

基礎の安定に関する設計

地盤反力係数

表-11.6.1 ケーソン基礎の施工方法の影響を考慮する係数 λ

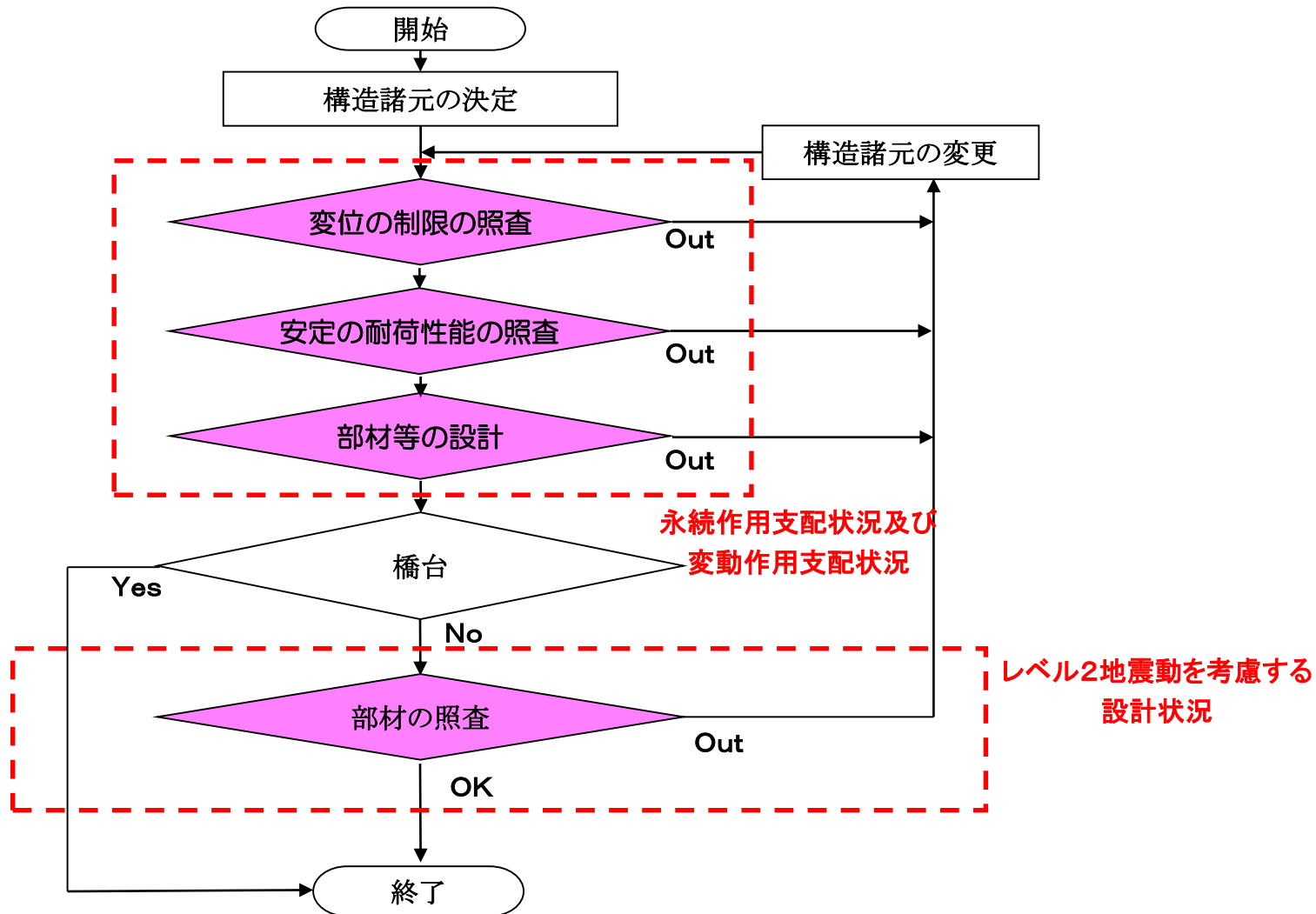
基礎の施工方法	地盤反力係数の種類	
	基礎底面の鉛直方向 地盤反力係数 k_v	基礎底面の水平方向地盤反力係数 k_H 及び基礎側面の水平方向地盤反力係数 k_{HD}
コンタクトグラウトを施す場合	1.0	1.5
上記以外	1.0	1.0

表-11.6.2 有効載荷幅

		地盤反力係数の種類	
		k_H	k_{HD}
換算載荷幅 B'		基礎前面の換算載荷幅	基礎側面の換算載荷幅
有効載荷幅 B_e, D_e	長方形断面	$B_e = B$	$D_e = D$
	円形断面	$B_e = 0.8B$	$D_e = 0.8D$
	小判型(1)	$B_e = 0.8B$	$D_e = D - 0.2B$
	小判型(2)	$B_e = B - 0.2D$	$D_e = 0.8D$

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

直接基礎の設計



平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

直接基礎の変位制限照査

照査項目 作用	基礎の変位の制限に対する照査
	永続作用支配状況
鉛直荷重	基礎底面の鉛直地盤反力度
水平荷重	基礎底面地盤のせん断力
転倒モーメント	偏心した鉛直力の作用位置

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

直接基礎の耐荷性能照査

照査項目 作用	耐荷性能	
	限界状態1	限界状態3
鉛直荷重	基礎底面地盤の支持力	限界状態1を満足する場合は、限界状態3を超えないとみなしてよい。
水平荷重	限界状態3を満足する場合は、限界状態1を超えないとみなしてよい。	基礎底面地盤のせん断力
転倒モーメント	偏心した鉛直力の作用位置	限界状態1を満足する場合は、限界状態3を超えないとみなしてよい。

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

直接基礎の変位制限

永続作用に加え、 $1.00(D+L+PS+CR+SH+E+HP+(U))$ の作用ケースに対して照査を行う。

1.鉛直地盤反力度の照査

地盤の種類		鉛直地盤反力度の制限値
粘性土		200
砂		400
砂れき		700
硬岩	亀裂少	2,500
	亀裂多	1,000
軟岩		600

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

直接基礎の変位制限

永続作用に加え、 $1.00(D+L+PS+CR+SH+E+HP+(U))$ の作用ケースに対して照査を行う。

2.基礎底面に作用する水平荷重

$$H_{dp} = \lambda b \cdot H_u$$

$$H_u = c_B \cdot A_e + V \cdot \tan \theta_B$$

ここに、

H_{dp} : 基礎の変位を抑制するための基礎底面のせん断地盤反力の制限値(kN)

λb : 水平変位を抑制するための係数で、0.65とする

H_u : 基礎底面と地盤との間に働くせん断抵抗力の特性値(kN)

c_B : 基礎底面と地盤との間の付着力(kN/m²)

A_e : 有効載荷面積(m²)

V : 基礎底面に作用する鉛直力(kN)

3.転倒モーメントにより偏心した鉛直力の作用位置

基礎底面の中心から底面幅の1/6を超えない。

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

直接基礎の限界状態

鉛直荷重に対する支持の限界状態1（支持層が岩盤以外）

永続荷重、変動荷重の作用ケースに対して照査を行う。

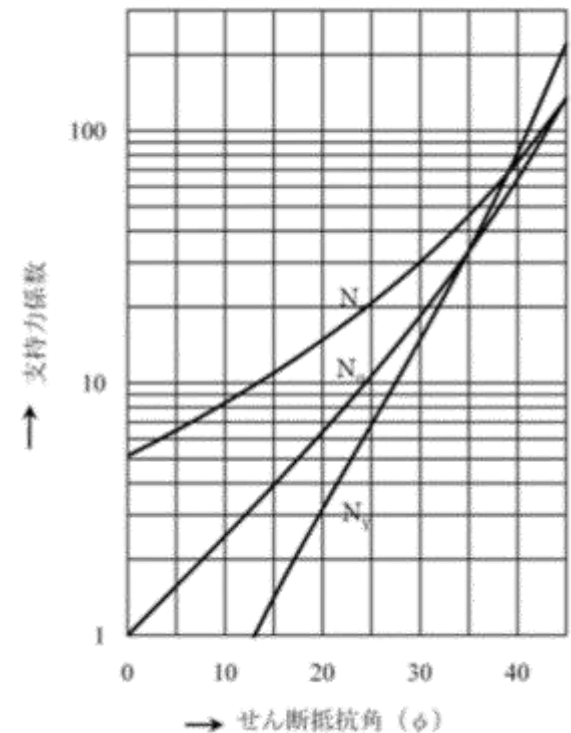
・基礎底面に作用する合力 Fr が支持力の制限値を超えない。

$$Fr = \frac{V}{1 - \left(\frac{h^2 + m^2}{v^2} \right)^{1/2}}$$
$$v = \frac{v}{Qu}, h = \frac{H}{(Hu/V)Qu}, m = \frac{M}{0.48BQu}$$

支持力の特性値 Qu

$$Qu = A\{\alpha\kappa cN_cA_c\zeta_c + \kappa qN_qS_q + (1/2)\gamma_1\beta N_\gamma S_\gamma\}$$

支持力係数に偏心を考慮しなくなった。 $(\tan(HB/V)=0)$



平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

直接基礎の限界状態

鉛直荷重に対する支持の限界状態1（支持層が岩盤）

永続荷重、変動荷重の作用ケースに対して照査を行う。

・基礎底面に生じる鉛直地盤反力度が制限値を超えない

地盤の種類		鉛直地盤反力度の制限値
硬岩	亀裂少ない	3750
	亀裂多い	1500
軟岩		900

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

直接基礎の限界状態

水平荷重に対する抵抗の限界状態 3

永続荷重、変動荷重の作用ケースに対して照査を行う。

1.基礎底面に作用する水平荷重がせん断の制限値を超えない。

$$Hd = \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \phi_u \cdot Hu$$

$$Hu = c_B \cdot Ae + V \cdot \tan \theta_B$$

ここに、

Hd : 基礎底面のせん断地盤反力の制限値

Hu : 基礎底面と地盤との間に働くせん断抵抗力の特性値

2.基礎の根入れ部分に作用する水平荷重が水平荷重の制限値を超えない。

$$Pd = \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \phi_u \cdot Pp$$

ここに、

Pd : 根入れ部分の地盤の水平反力の制限値(kN)

Pp : 根入れ部分の地盤の極限水平支持力の特性値(kN) ※受働土圧

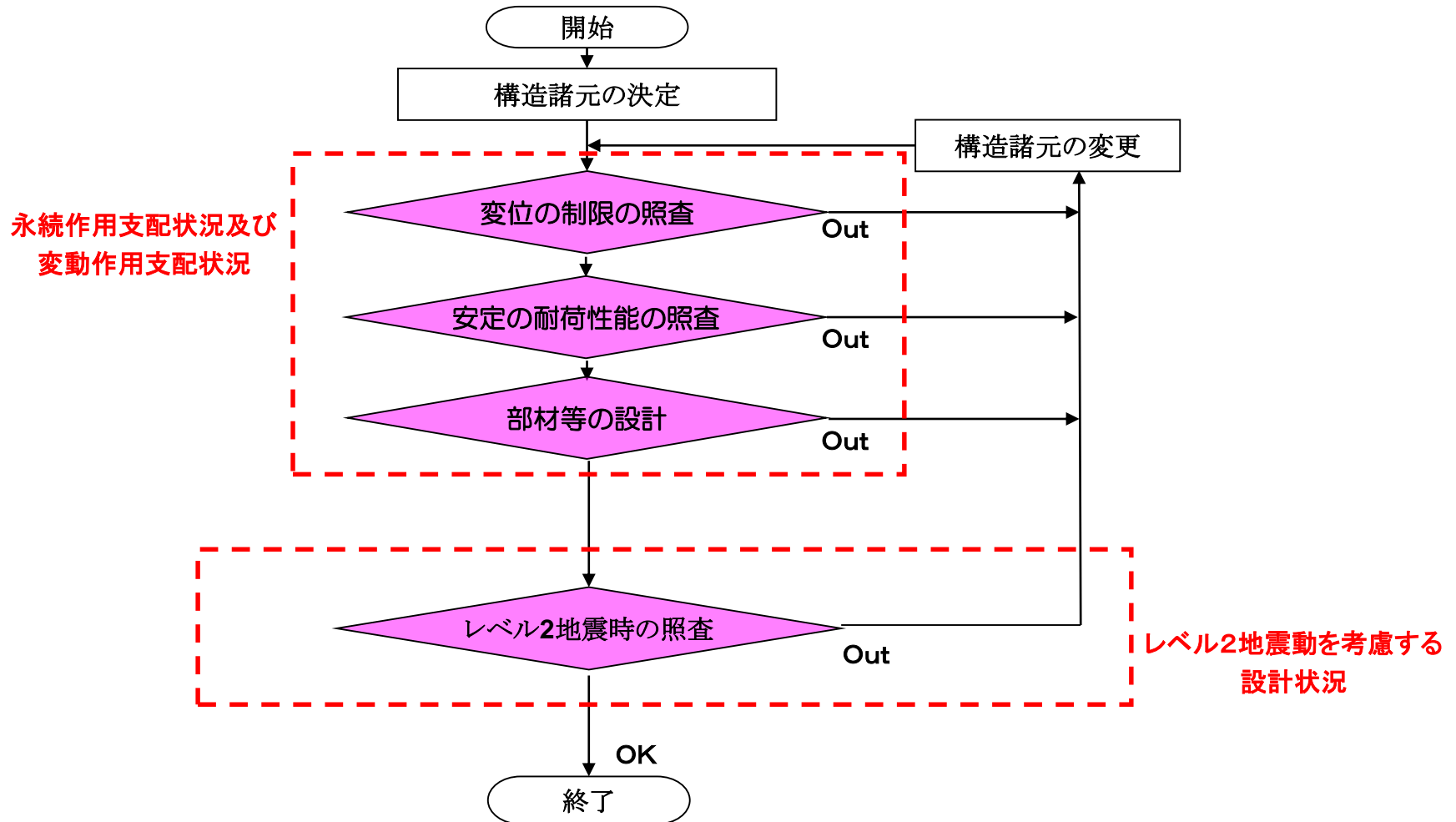
転倒モーメントに対する抵抗の限界状態1

永続荷重、変動荷重の作用ケースに対して照査を行う。

1.作用位置が基礎底面の中心から底面幅の1/3を超えない。

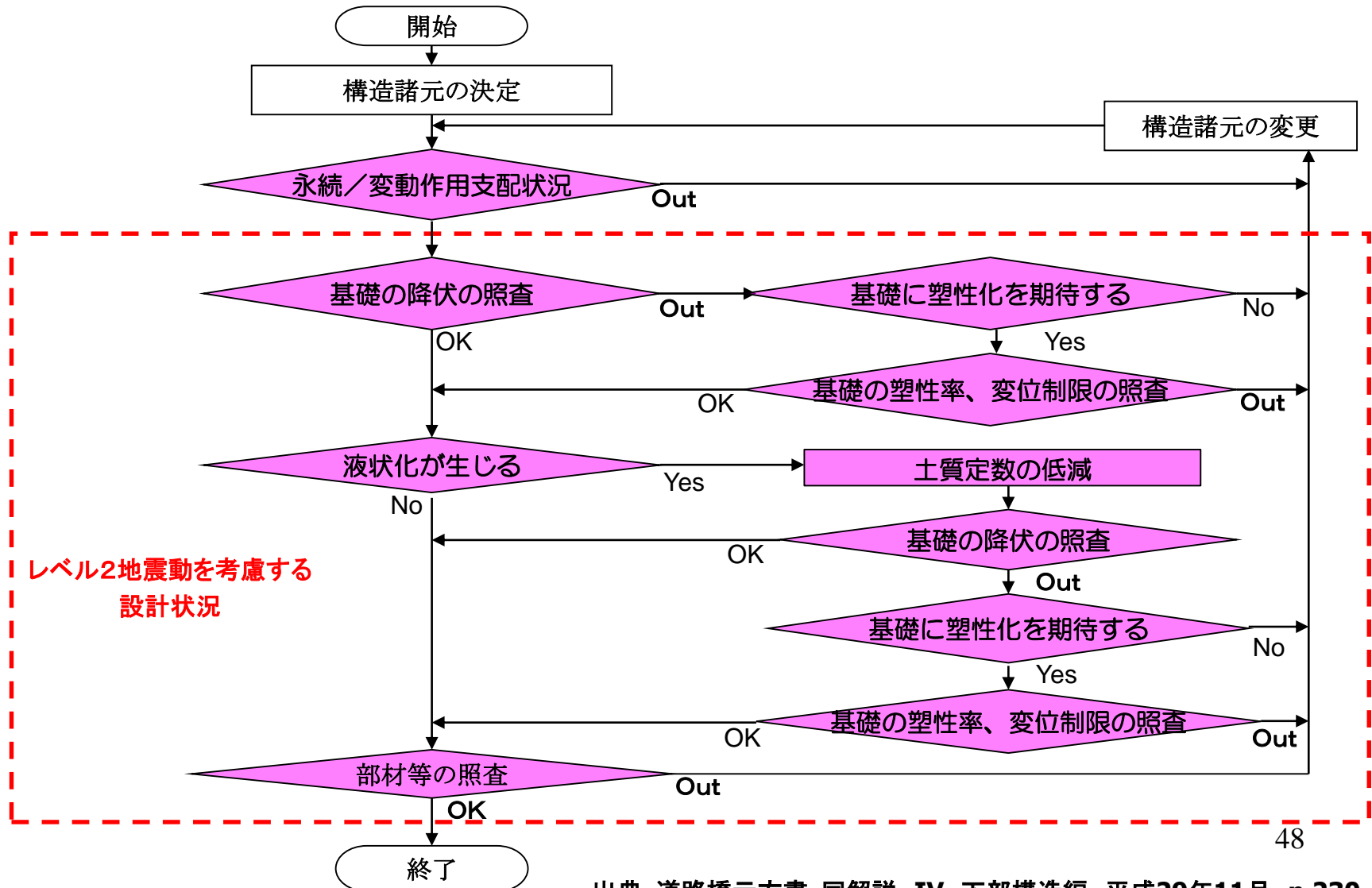
平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

杭基礎の設計



平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

杭基礎の設計



平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

杭基礎の解析方法

H29道路橋示方書Ⅳの参考資料

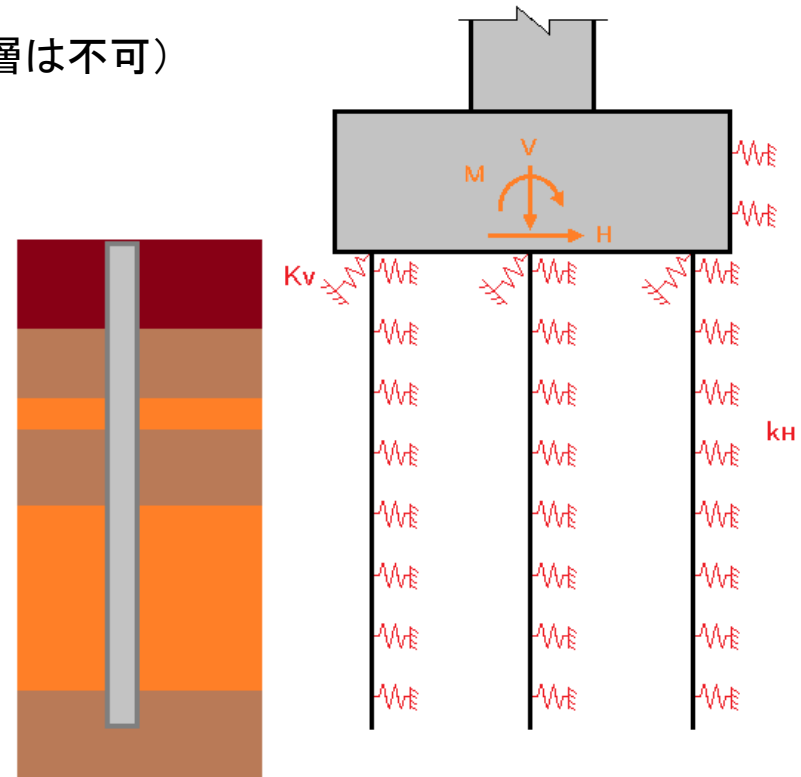
「6. 変位法」の「2.1半無限長の杭の場合」「2.2有限長の杭の場合」は、単一層の場合の簡易式。

※多層地盤には対応していない。（下図のような地層は不可）

多層地盤に対応するには各層をきちんとモデル化（ラーメンモデル）して計算する必要がある。

弊社「杭基礎の設計」プログラムでは、杭基礎設計便覧（平成27年度改訂版）の「弾性床土上の梁部材の剛性マトリクスを用いた計算法」によって解析を行っている。

$$F^i = \begin{Bmatrix} Q_i^i \\ M_i^i \\ Q_j^i \\ M_j^i \end{Bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11}^i & A_{12}^i & A_{13}^i & A_{14}^i \\ A_{21}^i & A_{22}^i & A_{23}^i & A_{24}^i \\ A_{31}^i & A_{32}^i & A_{33}^i & A_{34}^i \\ A_{41}^i & A_{42}^i & A_{43}^i & A_{44}^i \end{bmatrix} \times \begin{Bmatrix} u_i^i \\ \alpha_i^i \\ u_j^i \\ \alpha_j^i \end{Bmatrix}$$



杭基礎の解析方法

利点

- ・ 地盤ばねを厳密に考慮したラーメンモデル解析と同等である。
- ・ 多層地盤で解析が行える。
- ・ βL_e による区別がない（半無限長、有限長の区別がない）。
- ・ 「図-参6.2 有限長杭の軸直角方向ばね定数の補正係数」を考慮しなくてよい。

解析上の仮定（＝変位法における計算上の仮定）

- ・ 杭基礎は2次元構造物とする。
- ・ 杭は、押込み、引抜き、曲げともに線形弾性的であるとし、杭頭における軸方向及び軸直角方向のばね定数は、それぞれ荷重によらず一定とする。また、押込み及び引抜きとも、同じばね定数を用いる。
- ・ フーチングは剛体とし、杭群の図心を中心として回転する。

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

杭基礎の安定照査

基礎の変位の制限

永続作用に加え、 $1.00(D+L+PS+CR+SH+E+HP+(U))$ の作用ケースに対して照査を行う。

1. 軸方向押込み力の制限値

全ての杭において、杭頭部に作用する軸方向押込み力が式(10.5.1)により算出される杭の軸方向押込み力の制限値を超えない。

$$R_{dp} = \lambda_s \cdot \lambda_f \cdot (R_y - W_s) + W_s - W \quad \dots \quad (10.5.1)$$

2. 軸方向引抜き力の制限値

全ての杭において、杭頭部に作用する軸方向引抜き力が、式(10.5.2)により算出される杭の軸方向引抜き力の制限値を超えない。

$$P_{dp} = \lambda_p \cdot P_y + W \quad \dots \quad (10.5.2)$$

3. 杭の水平変位

全ての杭において、杭の水平変位が1)又は2)の制限値を超えない。

1) 橋脚基礎の場合

杭の水平変位の制限値は、杭径の1%。最小値15mm, 最大値50mm

2) 橋台基礎の場合

杭の水平変位の制限値は、15mm

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

杭基礎の安定照査

杭の軸方向押込み力に対する支持の限界状態1

永続作用支配状況及び変動作用支配状況

1.軸方向押込み力の制限値

全ての杭において、杭頭部に作用する軸方向押込み力が、式(10.5.3)により算出される杭の軸方向押込み力の制限値 R_d を超えない。

$$R_d = \xi_1 \cdot \Phi_Y \cdot \lambda_f \cdot \lambda_n \cdot (R_y - W_s) + W_s - W \quad \dots (10.5.3)$$

ここに、

λ_f : 支持形式の違いを考慮する係数

λ_n : 杭本数に応じた抵抗特性の差を考慮する係数で、1.00 を標準とする。

R_y : 地盤から決まる杭の降伏支持力の特性値(kN)

W_s : 杭で置き換えられる部分の土の有効重量(kN)

W : 杭および杭内部の土の有効重量(kN)

地盤から決まる降伏支持力の特性値の推定方法	ξ_1	Φ_y	
		打込み杭工法 場所打ち杭工法 中掘り杭工法	プレボーリング杭工法 鋼管ソイルセメント杭工法 回転杭工法
推定式から求める場合	0.90	0.80	0.90 (摩擦杭0.80)
載荷試験から求める場合	0.95	1.00	

杭基礎の安定照査

杭の軸方向押込み力に対する支持の限界状態1

2.地盤から決まる杭の降伏支持力の特性値 R_y

$$R_y = 0.65R_u$$

3. 極限支持力の特性値

$$R_u = q_d \cdot A + U \cdot \sum L_i \cdot f_i \quad \cdots (10.5.4)$$

ここに、

- R_u : 地盤から決まる杭の極限支持力の特性値 (kN)
- q_d : 杭先端の極限支持力度の特性値 (kN/m²) で、表-10.5.2 による。
- A : 杭先端面積 (m²)
- U : 杭の周長 (m)。ただし、鋼管ソイルセメント杭の場合にはソイルセメント柱の周長とする。
- L_i : 周面摩擦力を考慮する i 層の層厚 (m)
- f_i : 周面摩擦力を考慮する i 層の最大周面摩擦力度の特性値 (kN/m²)で、表-10.5.3 による。

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

杭基礎の安定照査

杭の軸方向押込み力に対する支持の限界状態1

表-10.5.2杭先端の極限支持力度の特性値(kN/m²)

杭工法	地盤の種類	杭先端の極限支持力度の特性値 qd	※右は旧道示
打込み杭工法	粘性土	90 N (≦ 4,500)	図-解12.4.2算定図より
	砂	130 N (≦ 6,500)	図-解12.4.2算定図より
	砂れき	130 N (≦ 6,500)	図-解12.4.2算定図より
場所打ち杭工法	粘性土	110 N (≦ 3,300)	3qu
	砂	110 N (≦ 3,300)	3000(N≧30)
	砂れき	160 N (≦ 8,000)	5000(N≧50)
中掘り杭工法*	砂	220 N (≦ 11,000)	150N(≦7500)
	砂れき	250 N (≦ 12,500)	200N(≦10000)
プレボーリング杭工法	砂	240 N (≦ 12,000)	150N(≦7500)
	砂れき	300 N (≦ 15,000)	200N(≦10000)
鋼管ソイルセメント杭工法	砂	190 N (≦ 9,500)	150N(≦7500)
	砂れき	240 N (≦ 12,000)	200N(≦10000)
回転杭工法 (1.5 倍径)	砂	120 N (≦ 6,000)	←
	砂れき	130 N (≦ 6,500)	←
回転杭工法 (2.0 倍径)	砂	100 N (≦ 5,000)	←
	砂れき	115 N (≦ 5,750)	←

*セメントミルク噴出攪拌方式における特性値

出典：道路橋示方書・同解説、IV下部構造編 P.239、平成29年11月

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

杭基礎の安定照査

杭の軸方向押込み力に対する支持の限界状態1

表-10.5.3最大周面摩擦力度の特性値(kN/m²)

杭工法	地盤の種類	最大周面摩擦力度の特性値 f_i ※右は旧道示	
打込み杭工法	粘性土	c 又は $6 N(\leq 70)$	c 又は $10 N(\leq 150)$
	砂質土	$5 N(\leq 100)$	$2 N(\leq 100)$
場所打ち杭工法	粘性土	c 又は $5 N(\leq 100)$	c 又は $10 N(\leq 150)$
	砂質土	$5 N(\leq 120)$	$5 N(\leq 200)$
中掘り杭工法	粘性土	$0.8c$ 又は $4 N(\leq 70)$	$0.8c$ 又は $8 N(\leq 100)$
	砂質土	$2 N(\leq 100)$	←
プレボーリング杭工法	粘性土	c 又は $7 N(\leq 100)$	c 又は $10 N(\leq 100)$
	砂質土	$5 N(\leq 120)$	$5 N(\leq 150)$
鋼管ソイルセメント杭工法	粘性土	c 又は $10 N(\leq 200)$	←
	砂質土	$9 N(\leq 300)$	$10 N(\leq 200)$
回転杭工法	粘性土	c 又は $10 N(\leq 100)$	←
	砂質土	$3 N(\leq 150)$	←

杭基礎の安定照査

杭の軸方向引抜き力に対する抵抗の限界状態1

永続作用支配状況及び変動作用支配状況

1.軸方向引抜き力の制限値

全ての杭において、杭頭部に作用する軸方向引抜き力が、式(10.5.5)により算出される杭の軸方向引抜き力の制限値を超えない。

$$P_d = \xi_1 \cdot \Phi_y \cdot \lambda_n \cdot P_y + W \quad \cdots (10.5.5)$$

ここに、

λ_n : 杭本数に応じた抵抗特性の差を考慮する係数で、1.00 を標準とする。

P_y : 地盤から決まる杭の降伏引抜き抵抗力の特性値 (kN)

極限引抜き抵抗力の特性値の0.65倍とする。

W : 杭の有効重量 (kN)

地盤から決まる降伏引抜き抵抗力の特性値の推定方法	ξ_1	Φ_y
推定式から求める場合	0.90	0.55
載荷試験から求める場合	0.95	0.65

杭基礎の安定照査

杭の軸方向引抜き力に対する抵抗の限界状態1

2.地盤から決まる杭の降伏引抜き抵抗力の特性値 P_y

$$P_y = 0.65P_u$$

3.極限引抜き抵抗力の特性値 P_u

$$P_u = U \cdot \sum L_i \cdot f_i \quad \dots (10.5.6)$$

ここに、

U : 杭の周長 (m)。ただし、鋼管ソイルセメント杭の場合にはソイルセメント柱の周長とする。

L_i : 周面摩擦力を考慮する i 層の層厚 (m)

f_i : 周面摩擦力を考慮する i 層の最大周面摩擦力度の特性値 (kN/m^2)で、表-10.5.3 による。

4.回転杭工法における地盤から決まる杭の極限引抜き抵抗力の特性値

$$P_u = U \sum L_i f_i + \pi D_w \left(\sum \gamma_i L_i + \gamma \frac{H}{2} \right) H \frac{3N}{L/D}$$

ただし、 $\frac{3N}{L/D} \leq 5.0$ とする。

γ : 支持層の土の有効単位体積重量 (kN/m^3)

H : 支持層への根入れ長 (m)。ただし、 $H \leq 2.5D_w$ とする。

N : 支持層の N 値

L : 杭長 (m)

D : 杭径 (m)

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

杭基礎の安定照査

水平荷重に対する抵抗の限界状態1

永続作用支配状況及び変動作用支配状況

10.5.6 杭の水平変位の制限値

全ての杭において、杭の水平変位が1)又は2)の制限値を越えない。

1)橋脚基礎の場合

$$d_d = \xi_1 \cdot \Phi_Y \cdot d_y \quad \dots (10.5.8)$$

ここに、

d_d : 橋脚基礎の杭の水平変位の制限値 (mm) で、 $15 \leq d_d \leq 50$ とする。

d_y : 地盤から決まる杭の降伏水平変位の特性値 (mm) で、3)により求める。

表-10.5.5 (a)調査・解析係数及び抵抗係数

ξ_1	Φ_Y
表-10.5.5(b)	0.80

表-10.5.5(b) 調査・解析係数

地盤の変形係数の推定方法		ξ_1
杭の水平載荷試験により求める場合		0.95
標準貫入試験に加えて室内試験又は孔内水平載荷試験を行って求める場合		0.90
標準貫入試験のみから求める場合	N値が5以上の砂質土	0.85
	N値が5以上の粘性土	0.80
	N値が5未満	0.75

杭基礎の安定照査

水平荷重に対する抵抗の限界状態1

2) 橋台基礎の場合

杭径の1%で、 $15 \leq d_d \leq 50\text{mm}$ とする。

3) 地盤から決まる杭の降伏水平変位の特性値 d_y は、構造条件及び施工方法等を考慮したうえで、杭の応答の可逆性が担保される範囲で設定しなければならない。

4) 打込み杭工法、場所打ち杭工法、中掘り杭工法、プレボーリング杭工法、鋼管ソイルセメント杭工法(ソイルセメント柱径)又は回転杭工法において、杭径の5%とする場合には、3)を満足するとみなしてよい。

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

杭基礎の安定照査

水平方向地盤反力係数

(3)杭の水平変位が杭径の1%を超え、かつ15mm よりも大きくなる場合には、杭前面の水平方向地盤反力係数は式(10.6.2)に従って水平変位に応じた補正を行う。

$$kH' = kH \cdot (y_{eq} / y_1)^{-1/2} \quad \dots \quad (10.6.2)$$

ここに、

kH' : 杭の水平変位が杭径の1%を超え、かつ15mm よりも大きくなる場合に、水平変位に応じて補正された杭前面の地盤反力係数(kN/m³)

※ kH は、式(8.5.2)により求められる杭前面の地盤反力係数(kN/m³)

y_{eq} : 杭の水平変位 (mm)

y_1 : 基準変位で、杭径の1%に相当する値(mm)とする。ただし、鋼管ソイルセメント杭の場合はソイルセメント柱径の1%に相当する値(mm)とする。

ただし、地盤の非線形性を考慮するレベル2地震動を考慮する設計状況における水平方向地盤反力係数を算出する場合は(3)は適用しない。

杭基礎の安定照査

軸方向ばね定数(1)

(1)支持杭の場合

$$K_v = \frac{1}{\frac{L}{2AE}(1 + \gamma_y - \zeta_d) + \zeta_e \frac{4\gamma_y}{\pi D_p^2 k_v}}$$

ここに、

K_v : 杭の軸方向ばね定数(kN/m)

A : 杭の断面積(m²)

E : 杭のヤング係数(kN/m²)

L : 杭長(m)

D_p : 杭先端の径 (m)で、鋼管ソイルセメント杭の場合にはソイルセメント柱径、回転杭の場合には羽根径とする。

k_v : 鉛直方向地盤反力係数(kN/m³)で、10.6.2 の規定に従って算出する。

杭基礎の安定照査

軸方向ばね定数(2)

SC杭の場合

$$A \cdot E = A_{sp1} \cdot E_{sp1} + A_{sc1} \cdot E_{sc1} \quad \dots (10.6.4)$$

A_{sp1} : 鋼管の断面積(m^2)

E_{sp1} : 鋼管のヤング係数(kN/m^2)

A_{sc1} : SC杭のコンクリートの断面積(m^2)

E_{sc1} : SC杭のコンクリートのヤング係数(kN/m^2)

鋼管ソイルセメント杭の場合

$$A \cdot E = A_{sp2} \cdot E_{sp2} + A_{sc2} \cdot E_{sc2} \quad \dots (10.6.5)$$

A_{sp2} : 鋼管の断面積(m^2)

E_{sp2} : 鋼管のヤング係数(kN/m^2)

A_{sc2} : ソイルセメントの断面積(m^2)

E_{sc2} : ソイルセメントのヤング係数(kN/m^2)

杭基礎の安定照査

軸方向ばね定数(3)

γ_y : 杭の降伏支持力に達したときの杭頭部に作用する軸方向押込み力の杭先端への伝達率の推定値で、

$$\gamma_y = \lambda_{yu} \cdot \gamma_u \quad (0 \leq \gamma_y \leq 1)$$

として求める。

λ_{yu} : 先端伝達率算出のための補正係数で、表-10.6.2による。

γ_u : 杭の極限支持力に達したときの杭頭部に作用する軸方向押込み力の杭先端への伝達率の推定値で、

$$\gamma_u = R_{up} / R_u$$

として求める。

R_{up} : 10.5.2(4)に従って算出される地盤から決まる杭の極限支持力の特性値のうち、杭先端の極限支持力の特性値 (kN)

$$R_{up} = q_d \cdot A$$

R_u : 10.5.2(4)に従って算出される地盤から決まる杭の極限支持力の特性値 (kN)

ζ_e : 杭体収縮量に関する補正係数で、表-10.6.2 による。

ζ_d : 杭の先端変位量に関する補正係数で、表-10.6.2 による。

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

杭基礎の安定照査

軸方向ばね定数(4)

表-10.6.2先端伝達率算出のための補正係数 λ_{yu} , 杭体収縮量に関する補正係数 ζ_e 及び杭の先端変位量に関する補正係数 ζ_d

杭工法	λ_{yu}	ζ_e	ζ_d
打込み杭工法	0.76	0.22	0.25
場所打ち杭工法	0.48	0.30	0.99
中掘り杭工法	0.66	0.07	0.42
プレボーリング杭工法	0.58	0.04	0.16
鋼管ソイルセメント杭工法	0.71	0.42	0.48
回転杭工法	0.84	0.25	0.58

杭基礎の安定照査

軸方向ばね定数(5)

(2)摩擦杭の場合

$$kv = a \frac{AE}{L}$$

ここに、

a: 杭の根入れ比(L/D)から決まる補正係数

打込み杭工法 $a = 0.014 \cdot (L/D) + 0.72$

場所打ち杭工法 $a = 0.031 \cdot (L/D) - 0.15$

鋼管ソイルセメント杭工法 $a = 0.040 \cdot (L/D) + 0.15$

D: 杭径 (m)で、鋼管ソイルセメント杭の場合にはソイルセメント柱径とする。

A,Eは支持杭と同様

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

杭基礎の部材照査

杭体の照査項目

	耐荷性能の照査の前提 (永続作用のみ)			耐荷性能 (永続作用／変動作用)			耐久性能(疲労) 1.0(D+L+PS+CR+SH+E+HP+(U))		
	曲げ 圧縮	曲げ 引張	せん断	曲げ圧縮	曲げ引張	せん断	曲げ圧縮	曲げ引張	せん断
鋼管杭	応力度 比較	応力度 比較	応力度 比較	応力度比較 限界1 (=限界3)	応力度比較 限界1 (=限界3)	応力度比較 限界3 (=限界1)	—	—	—
SC杭				鋼管、コンクリート 応力度比較 限界1 (=限界3)	鋼管 応力度比較 限界1 (=限界3)	鋼管 応力度比較 限界3 (=限界1)	コンクリート 応力度 比較	—	—
PHC杭	—	—	—	応力度比較 限界1	応力度比較 限界1	せん断応力度比較 限界1	コンクリート 応力度 比較	コンクリート 応力度 比較	斜引張 応力度 比較
				曲げM比較 限界3		せん断力比較 限界3			
場所打ち杭	—	—	—	曲げM比較 限界1	応力度比較 斜引張破壊, ウェブ圧壊 限界3(=限界1)		コンクリート 応力度 比較	鉄筋 応力度 比較	鉄筋 応力度 比較
				曲げM比較 限界3					

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

杭基礎の部材照査

耐荷性能の照査の前提

永続作用支配状況

鋼管に生じる応力が、表-10.8.1 に示す制限値を超えない
(鋼管杭、鋼管ソイルセメント杭、SC杭)

表-10.8.1 部材等の強度に関する耐荷性能の照査の前提となる応力度の制限値(N/mm²)

応力度	SKK400	SKK490
引張応力度及び圧縮応力度の制限値	140	185
せん断応力度の制限値	80	105

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

杭基礎の部材照査

耐荷性能の照査

永続作用／変動作用支配状況

- ・軸力及び曲げモーメントに対する部材等の強度に関する限界状態1
(鋼管杭、鋼管ソイルセメント杭、SC杭)

鋼管に生じる引張応力度及び圧縮応力度が、式(10.8.1)により求められる引張応力度及び圧縮応力度の制限値を超えない

$$\sigma_d = \xi_1 \cdot \Phi_Y \cdot \sigma_y \quad \cdots (10.8.1)$$

ここに、

σ_d : 引張応力度及び圧縮応力度の制限値(N/mm²)

σ_y : 鋼管の降伏強度の特性値 (N/mm²) 表-10.8.3

表-10.8.3 鋼管の降伏強度の特性値 (N/mm²)

SKK400	SKK490
235	315

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

杭基礎の部材照査

耐荷性能の照査

永続作用／変動作用支配状況

表-10.8.2調査・解析係数及び抵抗係数

	ξ_1	Φ_y
i) ii)の作用の組合せ及び3.5(2)3)で⑪を考慮する場合以外	表-10.8.2(b)に示す値	0.85
ii) 3.5(2)3)で⑩を考慮する場合		1.00

表-10.8.2(b)

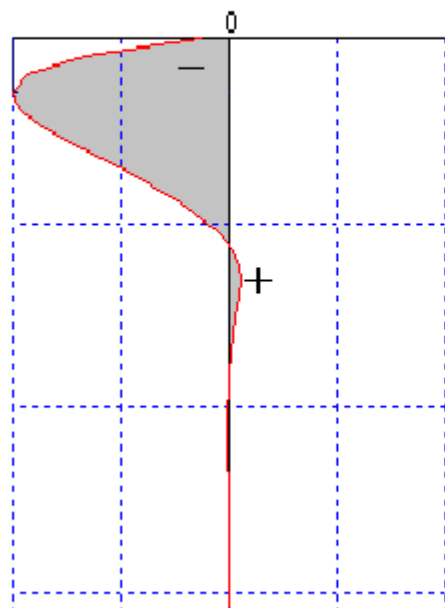
		正曲げ	負曲げ
杭の水平載荷試験により求める場		0.95	0.90
標準貫入試験に加えて室内試験又は孔内水平載荷試験を行って求める場合		0.90	
標準貫入試験のみから求める場合	N値が5以上の砂質土	0.85	
	N値が5以上の粘性土	0.80	
	N値が5未満	0.75	

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

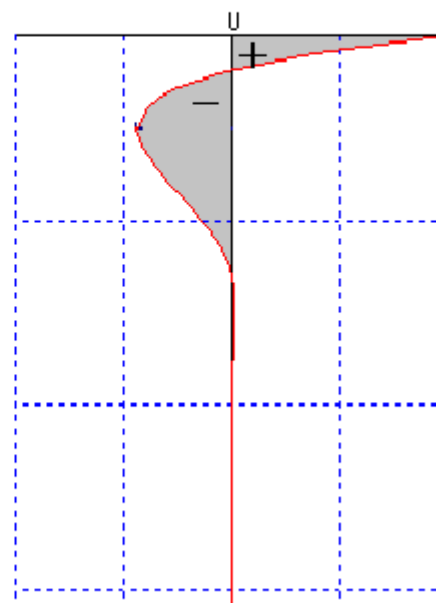
杭基礎の部材照査

耐荷性能の照査

作用モーメント
作用水平力



杭頭モーメントが負



杭頭モーメントが正

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

杭基礎の部材照査

耐荷性能の照査

永続作用／変動作用支配状況

- ・軸力及び曲げモーメントに対する部材等の強度に関する限界状態1 (SC杭)

コンクリートに生じる圧縮応力度が、表-10.8.8の制限値を超えない

表-10.8.8 SC杭のコンクリート部分の圧縮応力度の制限値(N/mm²)

コンクリートの設計基準強度	80
曲げ圧縮応力度の制限値	40
軸圧縮応力度の制限値	33

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

杭基礎の部材照査

耐荷性能の照査

永続作用／変動作用支配状況

- ・軸力及び曲げモーメントに対する部材等の強度に関する限界状態1 (PHC杭)

III編5.6.1の規定を満足する。ただし、曲げ応力度の制限値は表-10.8.6による

表-10.8.6 PHC杭に対する曲げ引張応力度の制限値(N/mm²)

有効プレストレス	$3.9 \leq \sigma_{ce} < 7.8$	$7.8 \leq \sigma_{ce}$
曲げ引張応力度の制限値	3.0	5.0

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

杭基礎の部材照査

耐荷性能の照査

永続作用／変動作用支配状況

- ・軸力及び曲げモーメントに対する部材等の強度に関する限界状態3 (PHC杭)

III編5.8.1の規定を満足する。ただし、調査・解析係数は表-10.8.2(b)による

$$Mud = \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \Phi_u \cdot Muc \quad (\text{III 式5.8.1})$$

ここに、

Mud : 部材破壊に対する曲げモーメントの制限値 (N・mm)

Muc : 破壊抵抗曲げモーメントの特性値 (N・mm)

杭基礎の部材照査

耐荷性能の照査

永続作用／変動作用支配状況

- ・せん断力に対する部材等の強度に関する限界状態3
(鋼管杭、鋼管ソイルセメント杭、SC杭)

鋼管に生じるせん断応力度が、表(10.8.4)により求められるせん断応力の制限値を超えない

表-10.8.4 せん断応力度の制限値 (N/mm²)

SKK400	SKK490
120	160

杭基礎の部材照査

耐荷性能の照査

永続作用／変動作用支配状況

- ・せん断力に対する部材等の強度に関する限界状態3
(PHC杭)

せん断応力度が、式(10.8.2)により算出するせん断応力の制限値を超えない

$$S_d = \xi_1 \cdot \xi_2 \cdot \Phi_u \cdot (\tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3) \cdot b_e \cdot j \quad \cdots (10.8.2)$$

ここに、

- S_d : PHC杭におけるせん断力の制限値(N)
- τ_1 : コンクリートが負担できるせん断応力度の特性値 (N/mm²)
- τ_2 : せん断補強鉄筋が負担できるせん断応力度の特性値 (N/mm²)
- τ_3 : 軸力によって増加するせん断応力度の特性値 (N/mm²)
- b_e : 部材断面の有効幅(mm)
- j : 応力中心間隔(mm)で、 $7/8d$ として求める。(d=D-t/2)

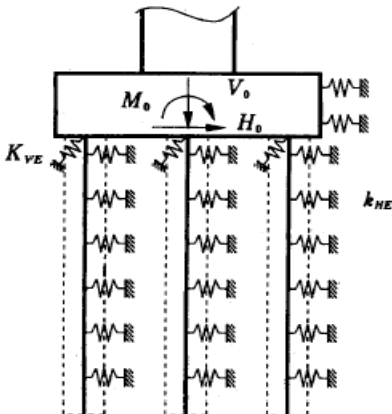
平成29年道路橋示方書改定概要

杭基礎の主な変更点

H29道路橋示方書	H24道路橋示方書
基礎の変位の制限	該当なし
地盤反力係数の補正 $kH' = kH \cdot (y_{eq} / y_1)^{-1/2}$ (10.6.2)	補正なし kH
極限引き抜き抵抗(回転杭) $P_u = U \sum L_i f_i + \pi D w \left(\sum \gamma_i L_i + \gamma \frac{H}{2} \right) H \frac{3N}{L/D}$ ただし、 $\frac{3N}{L/D} \leq 5.0$ とする。	極限引き抜き抵抗(回転杭) $P_u = U \sum L_i f_i + \pi D w \left(\sum \gamma_i L_i + \gamma \frac{H}{2} \right) H \beta \tan \phi$
軸方向鉛直バネ係数 (1)支持杭の場合 $k_v = \frac{1}{\frac{L}{2AE} (1 + \gamma_y - \zeta_d) + \zeta_e \frac{4\gamma_y}{\pi D p^2 k_v}}$	軸方向鉛直バネ係数 支持杭, 摩擦杭共通 $k_v = a \frac{AE}{L}$
杭頭条件 杭合剛結のみ (正曲げ、負曲げ)	杭頭条件 杭頭剛結＋杭頭ヒンジ

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

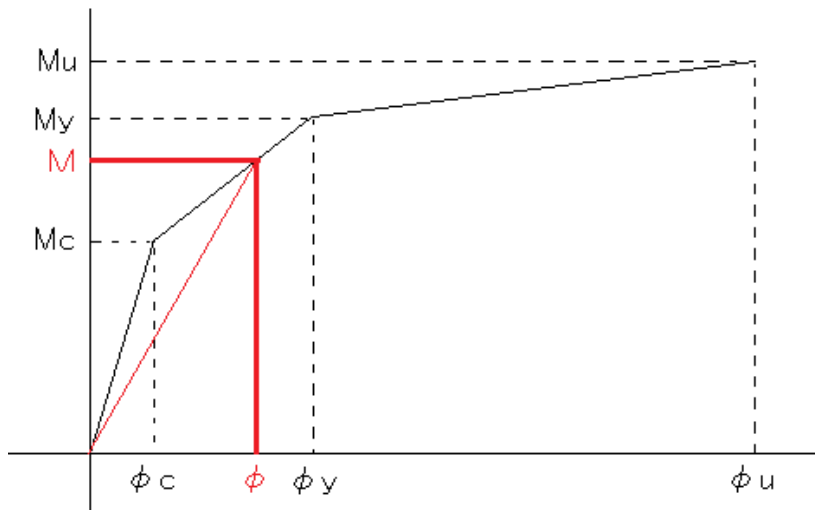
レベル2地震動を考慮する杭基礎

		設計計算モデル	降伏及びその目安	塑性率の制限値	変位の制限値
基本方針 (性能規定)		地盤抵抗及び基礎本体の塑性化、必要に応じて基礎の浮上りを考慮する。	基礎全体系として、可逆性を確保する。	橋としての機能の回復が容易に行い得る程度の損傷に留める。	
基礎形式	杭基礎	 <ul style="list-style-type: none"> 杭頭がフーチングに剛結されたラーメン構造 杭の軸方向及び軸直角方向の抵抗特性はバイリニア型 杭体のM-ϕ関係はバイリニア型又はトリリニア 	<p>上部構造の慣性力作用位置で水平変位が急増し始める。</p> <p>[目安]</p> <ul style="list-style-type: none"> 全ての杭で杭体が塑性化する 一列の杭の杭頭反力が押込み支持力の上限値に達する 	<p>橋脚基礎の場合：</p> <p>一般的な場合 4</p> <p>斜杭を用いた場合 3</p> <p>場所打ち杭の軸方向鉄筋にSD390又はSD490を用いた場合は 2</p> <p>橋台基礎の場合：</p> <p>橋脚基礎の塑性率の制限値から 1 減じた値</p>	<p>橋脚基礎において塑性化を考慮する場合には、基礎天端において、回転角 0.02(rad) 程度を目安としてよい。</p>

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

レベル2地震動を考慮する杭基礎

杭体の断面力に応じて、杭体の曲げ剛性（EI）を低減させる



※場所打ち杭の場合のM-φ関係

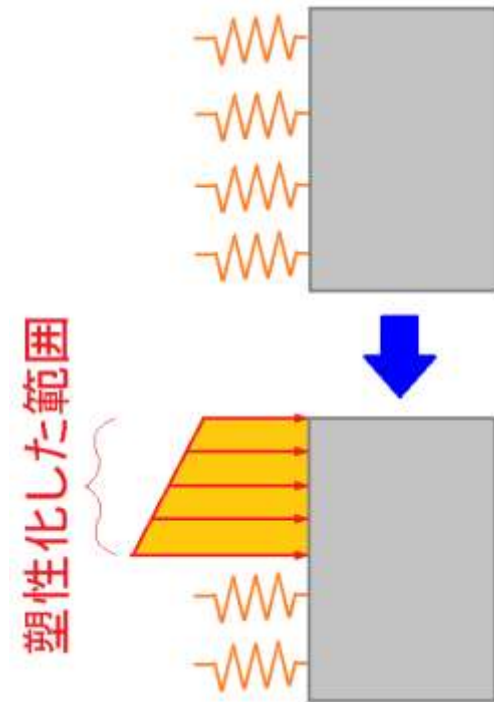
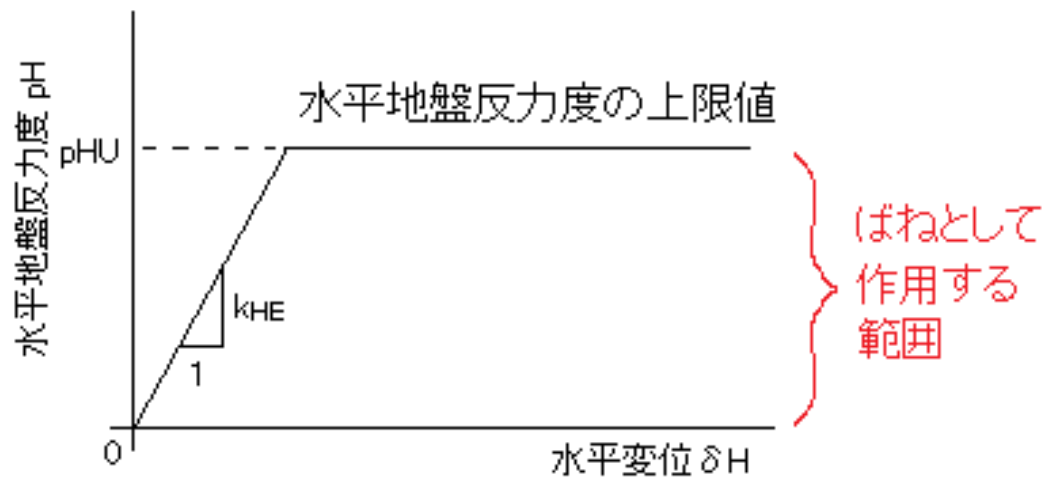
M-φ関係より、杭体に発生した曲げモーメントMが分かると、曲率φを得ることができる。
M、φから、曲げ剛性EIを求めることができる。

$$\frac{M}{EI} = \phi$$
$$\therefore EI = \frac{M}{\phi}$$

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

レベル2地震動を考慮する杭基礎

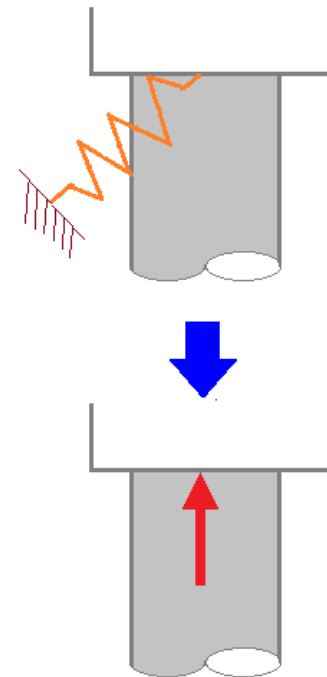
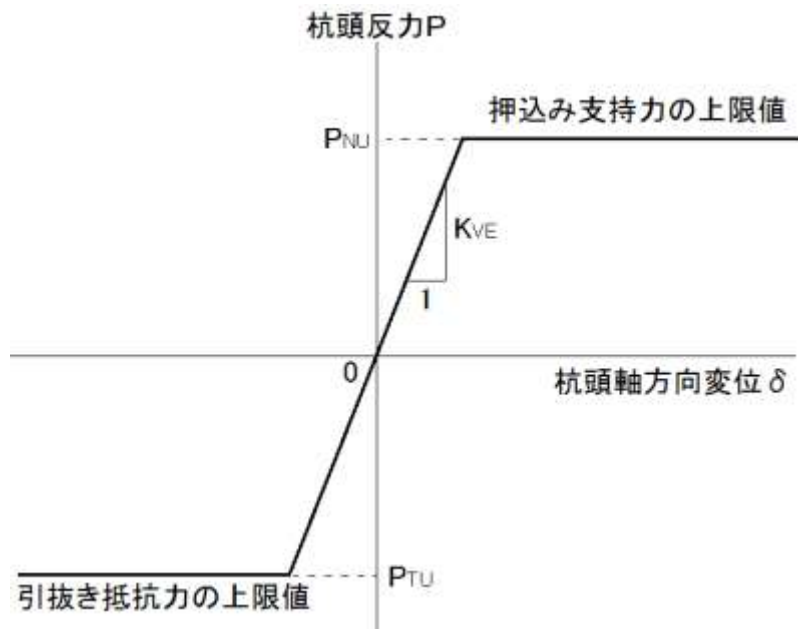
前面地盤の地盤反力度が地盤反力度の上限値に達したら、以降は、上限値を地盤反力度とする（バイリニア型）



平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

レベル2地震動を考慮する杭基礎

鉛直方向地盤反力度が地盤反力度の上限値に達したら、以降は、上限値を地盤反力度とする（バイリニア型）

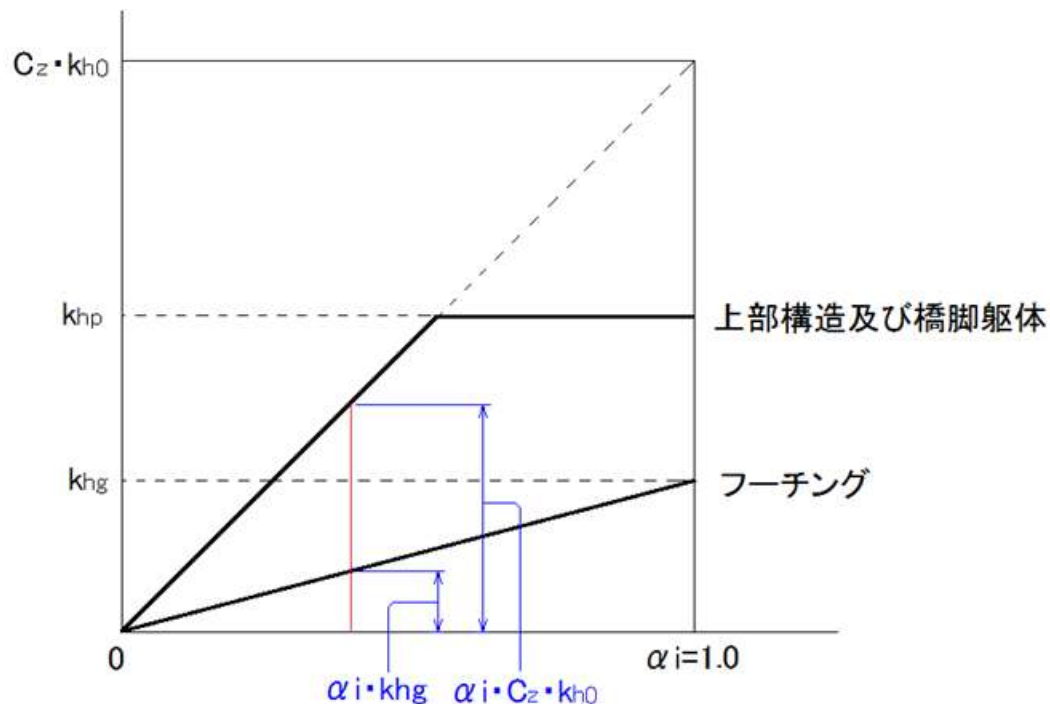


平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

レベル2地震動を考慮する杭基礎

杭体及び地盤の非線形性を考慮するために、荷重増分法により計算

下図の α_i を0、0.01、0.02・・・と徐々に大きくしていく。



荷重の増加は、水平震度の増加で表現する。

水平力＝重量×水平震度
モーメント＝水平力×作用位置

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

レベル2地震動を考慮する杭基礎

橋脚基礎の応答塑性率及び応答変位

応答塑性率 μ_{FR}

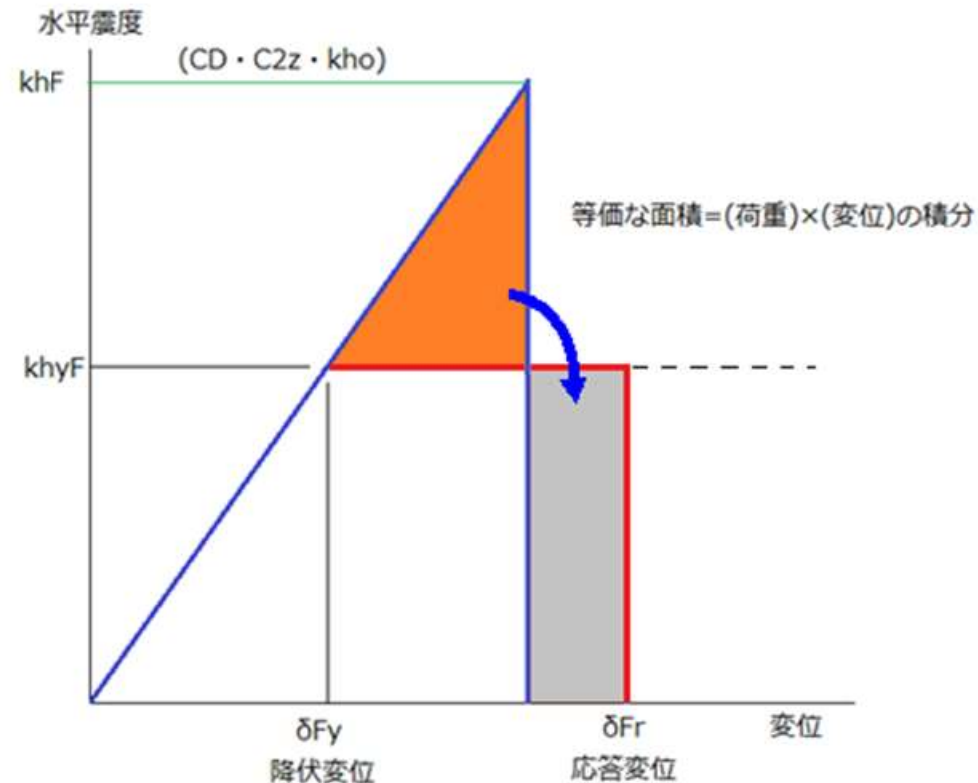
$$\mu_{Fr} = \frac{1}{2} \left\{ 1 + \left(\frac{k_{hF}}{k_{hyF}} \right)^2 \right\} \quad (r = 0)$$

応答変位 δ_{FR}

$$\delta_{Fr} = \mu_{Fr} \cdot \delta_{Fy}$$

ここに、

- k_{hF} : 橋脚基礎の塑性化を期待する場合の橋脚基礎の設計水平震度 ($k_{hF} = C_D C_{2z} k_{h0}$)
- k_{hyF} : 基礎の降伏に達するときの水平震度
- r : 橋脚基礎の降伏剛性に対する二次剛性の比
- δ_{Fy} : 橋脚基礎の降伏変位(m)



平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

基礎の塑性率の照査

	基礎の塑性率の照査を行う条件
H24道示	・橋脚が十分大きな地震時保有水平耐力を有している ・液状化が生じる
H29道示	・経済性だけでなく、地震後の橋の状態を適切に評価するための調査、損傷時の機能回復のための復旧も含めた一連の地震後対応の観点も含め、総合的に判断。 (具体的な条件の規定は無し)

橋脚が十分大きな地震時保有水平耐力を保有している目安

$$P \geq 1.5khcW$$

ここに、

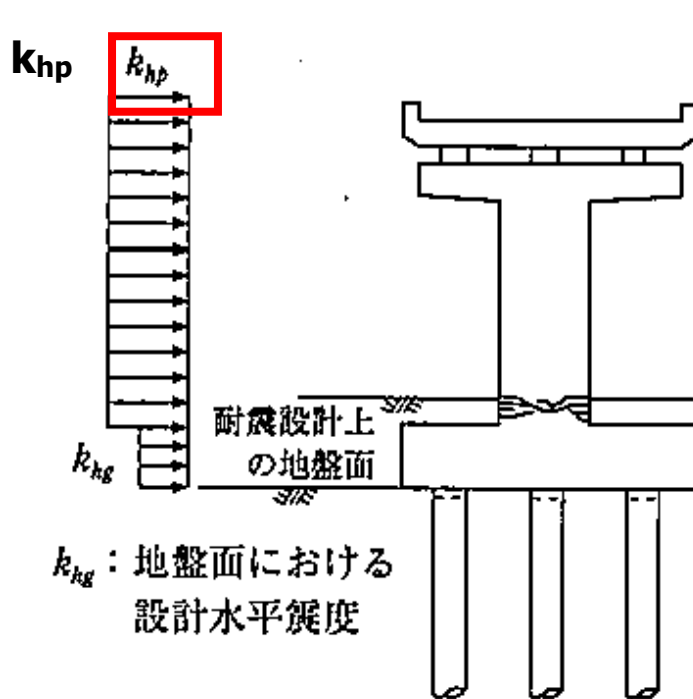
P : 基礎が支持する橋脚の水平耐力(kN)

khc : 設計上必要とされる最低限の地震時保有水平耐力に相当する水平震度($\geq 0.4C2z$)

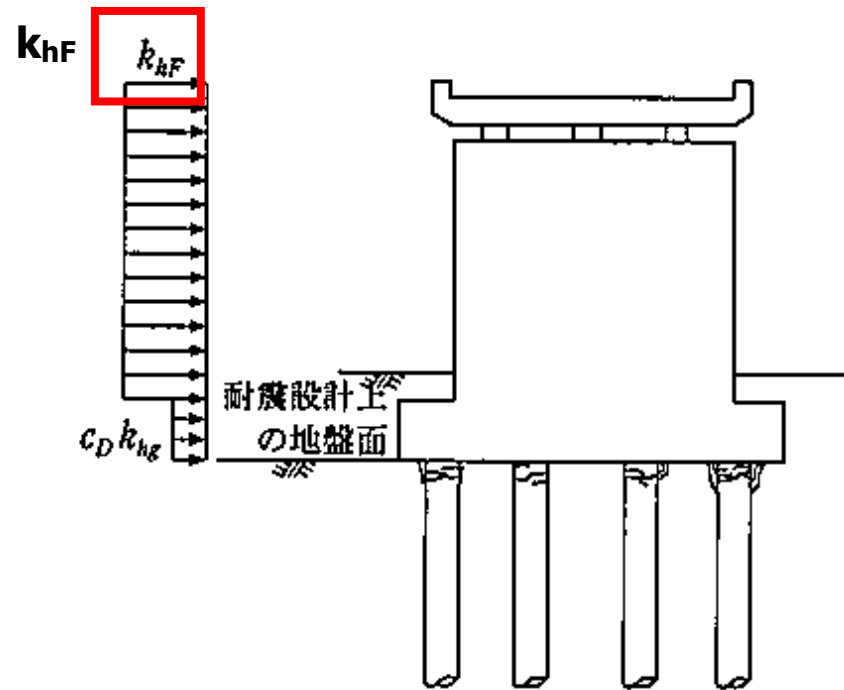
W : 等価重量(kN)

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

橋脚基礎の照査に用いる荷重(レベル2)



(a)橋脚の塑性化を期待する場合



(b)橋脚基礎の塑性化を期待する場合

ここに、

- k_{hp} : 橋脚基礎の設計水平震度
- k_{hF} : 橋脚基礎の塑性化を期待する場合の橋脚基礎の設計水平震度 ($k_{hF} = C_D C_{2z} k_{h0}$)
- k_{hg} : 地盤面における水平震度
- C_D : 減衰別補正係数

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

橋脚基礎の照査に用いる荷重(レベル2)

橋脚の塑性化を期待する場合には、構造物の慣性力として以下を使用する

$$k_{hp} = C_{dF} \cdot k_{hN}$$

ここに、

k_{hp} : 橋脚基礎の設計水平震度

C_{dF} : 橋脚基礎の設計水平震度の算出のための補正係数(=1.10)

k_{hN} : 地震時に橋脚基部の生じる断面力を設計水平震度に換算したもので、橋脚に塑性化を考慮する場合には以下で算出する

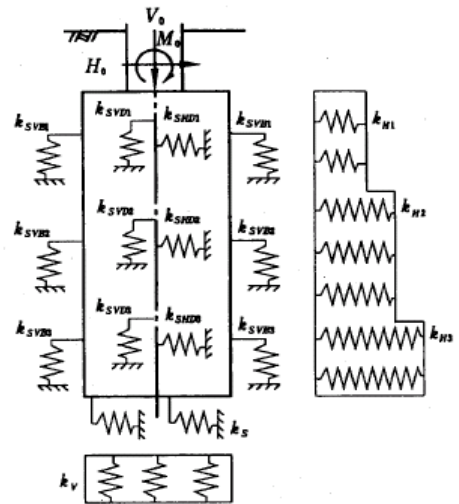
$$k_{hN} = Pu / W$$

Pu : 橋脚の水平耐力

W : 等価重量

平成29年道路橋示方書 基礎の設計概要

レベル2地震動を考慮するその他の基礎

		解析モデル	降伏及びその目安	許容塑性率	許容変位
基本方針 (性能規定)		地盤抵抗及び基礎本体の塑性化、必要に応じて基礎の浮上りを考慮する。	基礎全体系として、可逆性を確保する。	橋としての機能の回復が容易に行い得る程度の損傷にとどめる。	
基礎形式	ケーソン基礎		[目安] ・基礎本体が塑性化する。 ・基礎前面地盤の60%が塑性化する。 ・基礎底面の60%が浮上する。	橋脚基礎の場合は、式(解11.9.3)による。 橋台基礎の場合は3。	橋脚基礎において塑性化を考慮する場合には、基礎天端において、回転角0.02(rad)程度を目安としてよい。
	鋼管矢板基礎		・1/4の鋼管矢板が塑性化する。 ・1/4の鋼管矢板の先端地盤反力が極限支持力に達する。 ・鋼管矢板の先端地盤反力が極限支持力に達したものと浮上りを生じたものの合計が60%に達する。	橋脚基礎の場合は4， 橋台基礎の場合は3。	
	地中連続壁基礎		・上部構造の慣性力作用位置での水平変位が急増し始める。	橋脚基礎の場合は、式(解11.9.3)による。 橋台基礎の場合は3。	
	深礎基礎		・上部構造の慣性力作用位置での水平変位が急増し始める。	(基礎が降伏しない範囲にとどめる。)	

液状化の判定

動的せん断強度比 R は、レベル1地震動及びレベル2地震動のそれぞれに対して式(7.2.2)によることを標準とする。

$$R = c_w R_L$$

(レベル1地震動及びレベル2地震動(タイプⅠ)の場合)

$$c_w = 1.0$$

(レベル2地震動(タイプⅡ)の場合)

$$c_w = \begin{cases} 1.0 (RL \leq 0.1) \\ 3.3RL + 0.67 (0.1 < RL \leq 0.4) \\ 2.0 (0.4 < RL) \end{cases}$$

$$R_L = \begin{cases} \frac{0.0882\sqrt{(0.85Na + 2.1)/1.7}}{1.7} (Na < 14) \\ \frac{0.0882\sqrt{Na/1.7} + 1.6 \times 10^{-6} \cdot (Na - 14)^{4.5}}{1.7} (14 \leq Na) \end{cases}$$

$$N_a = \begin{cases} \frac{c_{FC}(N_1 + 2.47) - 2.47}{1} (D_{50} < 2\text{mm}) \\ \left\{ 1 - 0.36 \log_{10} \left(\frac{D_{50}}{2} \right) \right\} N_1 (D_{50} \geq 2\text{mm}) \end{cases}$$

$$N_1 = \frac{170N}{(\sigma v b' + 70)}$$

$$c_{FC} = \begin{cases} 1 & (0\% \leq FC < 10\%) \\ (FC + 20)/30 & (10\% \leq FC < 40\%) \\ (FC - 16)/12 & (40\% \leq FC) \end{cases}$$

杭基礎設計便覧(令和2年9月)

- SC杭の断面諸元の変更
 - 鋼管断面積、換算断面積、換算断面二次モーメント、換算断面係数
- プレボーリング杭工法の押込み支持力
 - 杭頭から $1/\beta$ 程度の範囲の摩擦抵抗は無視する
- PHC杭の杭頭カットオフの影響
 - カットオフの影響を考慮しない場合と考慮する場合の検討
- 群杭の影響
 - 軸方向押込み支持力の検討方法の明確化
- 杭頭接合部の照査
 - フーチングの水平押抜きせん断に対する照査方法の明確化

平成29年道路橋示方書改定概要

