

はじめに

このたびは、抑止杭設計計算システム「抑止杭」をお買い上げいただきまして、まことにありがとうございます。

この取り扱い説明書は、「抑止杭」について必要な操作方法から計算に用いた式等の説明をまとめたものです。「抑止杭」が皆さまのお役に立てることを開発スタッフ一同、心より願っております。

五大開発株式会社

使用許諾契約書と著作権保護

1. このソフトウェアの著作権は、五大開発株式会社にあります。
2. このソフトウェアおよび取り扱い説明書の一部または全部を無断で使用、複製することはできません。
3. このソフトウェアはコンピュータ1台につき1セット購入が原則となっております。
4. このソフトウェアおよび取り扱い説明書は、本製品の使用許諾契約書のもとでのみ使用することができます。
5. このソフトウェアおよび取り扱い説明書を運用した結果の損害について、弊社では責任を負いません。出力結果についてはお客様の責任において必ず検査を行った上で運用・提出してください。
6. このソフトウェアの仕様および取り扱い説明書に記載されている事柄は、将来予告なしに変更することがあります。

Windows は米国 Microsoft Corporation の登録商標です。

その他、記載されている会社名、製品名は、各社の商標または登録商標です。

目次

1. 抑止杭の概要	1
1.1. 抑止杭の構成	2
1.2. 機器の構成	3
1.3. 抑止杭の起動	4
2. 基本操作説明	5
2.1. メイン画面の名称	6
2.2. メニューバー	8
2.2.1. [ファイル]メニューのコマンド	9
2.2.2. [表示]メニューのコマンド	10
2.2.3. [画面切替]メニューのコマンド	11
2.2.4. [規格]メニューのコマンド	12
2.2.5. [ウィンドウ]メニューのコマンド	13
2.2.6. [ヘルプ]メニューのコマンド	14
3. 抑止杭の計算	15
3.1. 用語説明	16
3.2. 計算手順	17
3.2.1. 計算の概略フロー	18
3.2.2. 計算式	19
3.3. せん断杭の計算	21
3.3.1. 地盤条件	22
3.3.2. 根入長	23
3.3.3. 許容応力度 (鋼製杭の場合のみ)	25
3.3.4. 標準間隔 (鋼製杭の場合のみ)	27
3.3.5. 降伏破壊 (鋼製杭の場合のみ)	28
3.3.6. 計算範囲 (鋼製杭の場合のみ)	29
3.3.7. 計算結果 (鋼製杭の場合のみ)	32
3.4. くさび杭の計算	34
3.4.1. 地盤条件	35
3.4.2. アンカー	36
3.4.3. 地盤変形係数	38
3.4.4. 根入長	40
3.4.5. 許容応力度 (鋼製杭の場合のみ)	42
3.4.6. 標準間隔 (鋼製杭の場合のみ)	44
3.4.7. 降伏破壊 (鋼製杭の場合のみ)	45
3.4.8. 杭の変位	46
3.4.9. 計算範囲 (鋼製杭の場合のみ)	47
3.4.10. 計算結果 (鋼製杭の場合のみ)	50
3.5. くさび杭(多層系)の計算	52
3.5.1. 地盤条件	53
3.5.2. アンカー	55
3.5.3. 地盤変形係数	57
3.5.4. 根入長	59
3.5.5. 許容応力度 (鋼製杭の場合のみ)	62
3.5.6. 標準間隔 (鋼製杭の場合のみ)	64
3.5.7. 降伏破壊 (鋼製杭の場合のみ)	65
3.5.8. 杭の変位	66
3.5.9. 計算範囲 (鋼製杭の場合のみ)	67
3.5.10. 計算結果 (鋼製杭の場合のみ)	70
3.6. 抑え杭の計算	72
3.6.1. 地盤条件	73
3.6.2. アンカー	75
3.6.3. 地盤変形係数	76
3.6.4. 根入長	78
3.6.5. 許容応力度 (鋼製杭の場合のみ)	80
3.6.6. 標準間隔 (鋼製杭の場合のみ)	82
3.6.7. 降伏破壊 (鋼製杭の場合のみ)	83
3.6.8. 杭の変位	84

3.6.9.	計算範囲 (鋼製杭の場合のみ)	85
3.6.10.	計算結果 (鋼製杭の場合のみ)	88
3.7.	骨組解析自動計算	90
3.7.1.	荷重条件	91
3.7.2.	地震時条件	93
3.7.3.	計算条件	95
3.7.4.	地盤変形係数	96
3.7.5.	根入長	98
3.7.6.	許容応力度 (鋼製杭の場合のみ)	100
3.7.7.	標準間隔 (鋼製杭の場合のみ)	102
3.7.8.	降伏破壊 (鋼製杭の場合のみ)	103
3.7.9.	杭の変位	104
3.7.10.	計算範囲 (鋼製杭の場合のみ)	105
3.7.11.	計算結果 (鋼製杭の場合のみ)	108
3.8.	骨組解析マニュアル	110
3.8.1.	荷重条件	111
3.8.2.	地震時条件	113
3.8.3.	計算条件	115
3.8.4.	地盤変形係数	116
3.8.5.	根入長	118
3.8.6.	許容応力度	120
3.8.7.	標準間隔	121
3.8.8.	断面・変位	122
3.8.9.	計算範囲	124
3.8.10.	計算結果	126
3.9.	鉄筋コンクリート杭の計算	128
3.9.1.	発生応力	129
3.9.2.	地震時発生応力	130
3.9.3.	主鉄筋	131
3.9.4.	帯鉄筋	133
3.10.	参照ダイアログ	135
3.10.1.	地盤の変形係数	136
3.10.2.	変形係数の低減	137
3.10.3.	杭の根入長計算式	138
3.10.4.	杭の許容変位量	139
3.10.5.	許容応力度	140
3.10.6.	変位・応力分布図	141
3.10.7.	変位・応力一覧表	142
4.	抑止杭で使用している記号	143
5.	抑止杭の計算式	146
5.1.	せん断杭	147
5.2.	くさび杭	148
5.2.1.	くさび杭 (一般式)	149
5.2.2.	くさび杭 (有限の杭)	150
5.2.3.	くさび杭 (無限の杭)	152
5.2.4.	アンカー付きくさび杭	154
5.3.	くさび杭 (多層系)	156
5.3.1.	くさび杭 (多層系) の一般式	157
5.3.2.	くさび杭 (多層系) 有限の杭	158
5.3.3.	くさび杭 (多層系) 無限の杭	161
5.3.4.	アンカー付きくさび杭 (多層系)	164
5.4.	抑え杭	168
5.4.1.	抑え杭 (一般式)	169
5.4.2.	抑え杭 (集中荷重)	170
5.4.3.	抑え杭 (三角形分布荷重)	173
5.4.4.	アンカー付き抑え杭 (集中荷重 < アンカー位置)	175
5.4.5.	アンカー付き抑え杭 (集中荷重 > アンカー位置)	178
5.4.6.	アンカー付き抑え杭 (三角形分布荷重)	181
5.5.	骨組構造解析	184
5.6.	断面強度の照査	186

5.6.1.	鋼製杭の応力度	187
5.6.2.	鉄筋コンクリート杭の応力度	188
5.7.	杭間隔の検討	191
5.8.	地盤破壊の式	193
5.9.	根入長の式	195
5.10.	横方向地盤反力係数の式	196
5.11.	地震時の横方向地盤反力係数	200
5.12.	移動層の変形係数の低減法	202
5.13.	設計上の杭形式の区分	203
5.14.	アンカーの参考値	204
5.15.	許容応力度の参考値	205
5.16.	許容変位量の参考値	207
5.17.	腐食しろ	208
5.18.	帯鉄筋の照査	209
5.19.	せん断補強筋の検討	210
5.20.	許容平均せん断応力度の補正	212
6.	規格データについて	213
7.	参考文献	216

1. 抑止杭の概要

この章では、抑止杭の概要について説明します。

- 1.1 抑止杭の構成
- 1.2 機器の構成
- 1.3 抑止杭の起動

1.1. 抑止杭の構成

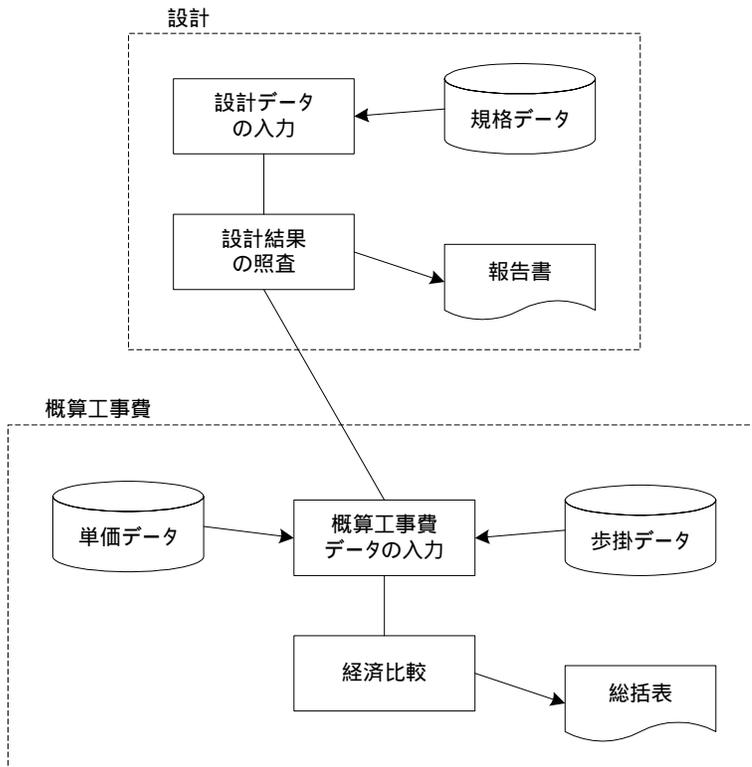
抑止杭は、「地すべり鋼管杭設計要領」をもとに作成された Windows アプリケーションです。
抑止杭では、データを順番に入力していくだけで簡単に結果の検討から報告書の印刷まですることができます。

杭材として、鋼管杭、H形鋼杭、合成杭(鋼管+H形鋼、二重鋼管)、鉄筋コンクリート杭の5つから選択して計算することができます。また、鋼管杭やH形鋼、鉄筋等のデータをあらかじめ登録してありますので、わざわざ調べる必要はありません。

計算結果は報告書形式で印刷でき、結果の妥当性が容易に確認できます。また、Microsoft Word(doc)形式、Adobe Acrobat(pdf)形式にも出力ができ、CALC/ECへの対応も可能となっています。

抑止杭の構成を以下に示します。

抑止杭の構成



概算工事費については、別冊「概算工事費編」を参照してください。

1.2. 機器の構成

抑止杭を使用するためには以下のハードウェア環境が必要です。

コンピュータ本体

WindowsXP/Vista/7 が動作するもの

基本ソフトウェア

Windows Vista/7/8/10

64 ビット OS では WOW64 エミュレーションモードでの動作となります。

メモリ

OS で推奨する容量以上であること

ハードディスク

50MB 以上の空き容量

プリンタ

上記基本ソフトウェアに対応した機種

ディスプレイ解像度

1024 × 768 ドット以上、High Color (16 ビット)表示が可能であること

その他

CD-ROM ドライブ必須、マウス必須

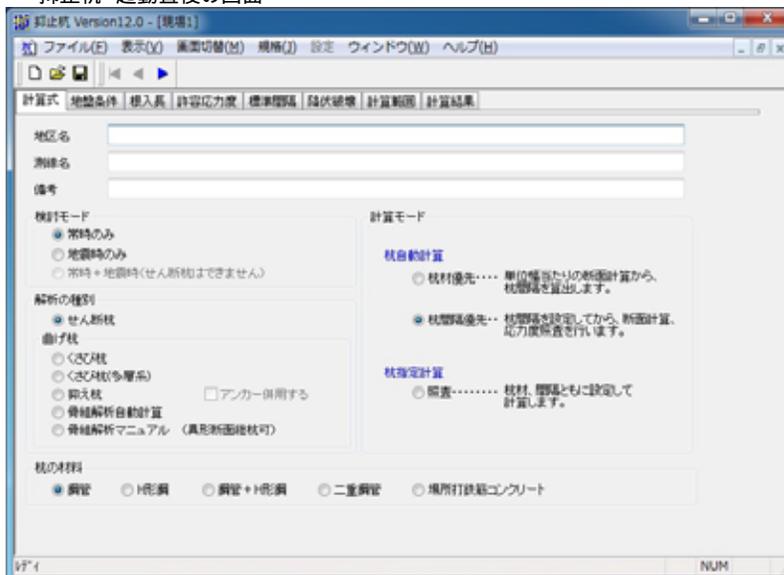
Microsoft Word 2007 以上 (Word 出力機能)

1.3. 抑止杭の起動

抑止杭が正常にセットアップされると、Windowsの[スタート]メニューに、抑止杭が登録されます。抑止杭を起動するには、Windowsの[スタート] - [すべてのプログラム] - [GODAI 土木アプリケーション] - [抑止杭 Version11]をクリックします。すると、下図の画面が表示され抑止杭がスタートします。



抑止杭 起動直後の画面

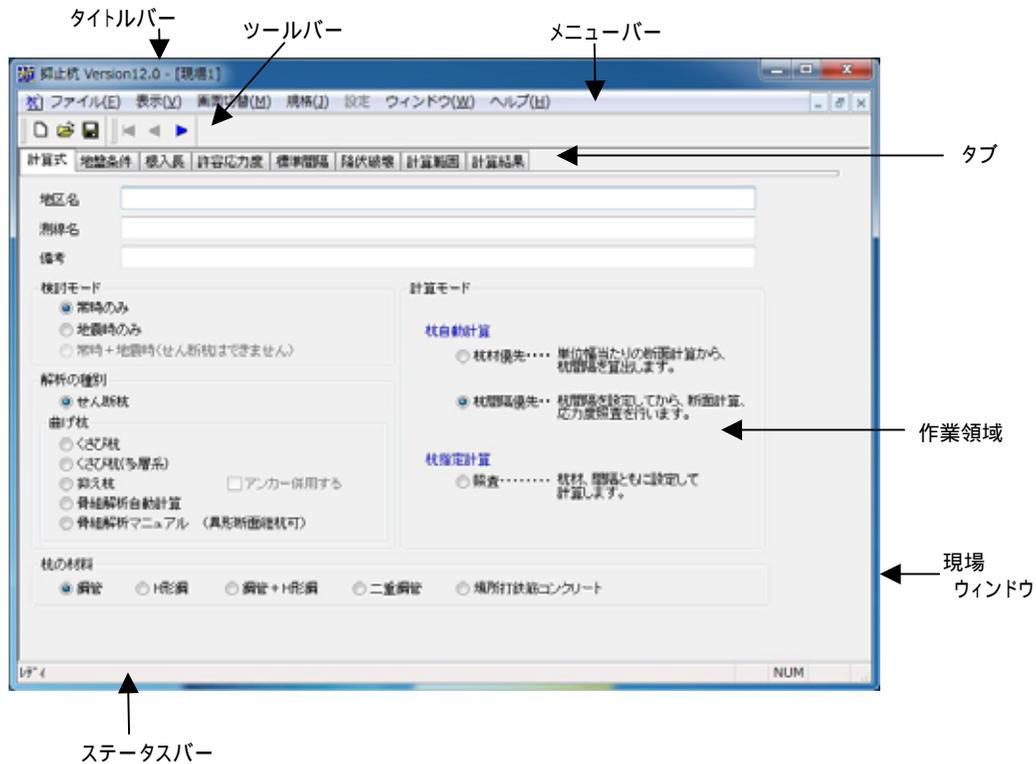


2. 基本操作説明

この章では、抑止杭の基本操作について説明します。

- 2.1 メイン画面の名称
- 2.2 メニューバー

2.1. メイン画面の名称



タイトルバー

ウィンドウ上端のアプリケーション名が表示される部分です。タイトルバーをマウスで押したまま動かすと、ウィンドウを移動できます。また、右端のボタンで以下のウィンドウ操作ができます。

-  [元のサイズに戻す]ボタン
-  [最小化]ボタン
-  [最大化]ボタン
-  [閉じる]ボタン

メニューバー

メニューバーの各項目をクリックするとさまざまなメニューコマンドが表示され、それをクリックすることによってコマンドが実行されます。メニューバーには以下のものがあります。

- | | |
|---------|----------------------|
| [ファイル] | ファイル操作 |
| [表示] | ツールバー等の表示 / 非表示の切り替え |
| [画面切替] | 作業領域画面の切り替え |
| [規格] | 規格データ(鋼管、許容値など)の設定 |
| [ウィンドウ] | 現場ウィンドウの処理 |
| [ヘルプ] | ヘルプ、バージョン情報 |

ツールバー

ツールバーには、[ファイル]メニューの[上書き保存]など、抑止杭でよく使われるコマンドと同じ機能を持ったボタンが表示されています。ツールバーからコマンドを実行するには、ツールバー上の各ボタンをクリックしてください。ツールバーには以下のものがあります。

[スタンダード]ツールバー

- …ファイルを新規に作成します。
- …既存のファイルを開きます。
- …ファイルを上書きして保存します。

[画面切替]ツールバー

- …[計算式]タブの画面に戻ります。
- …現在の画面の1つ左側のタブが示す画面に移ります。
- …現在の画面の1つ右側のタブが示す画面に移ります。

ステータスバー

ステータスバーには、メニューコマンドを選択したときやツールバーをクリックしたときに簡単な説明が表示されます。

タブ

画面の名称を表示しています。これをクリックすることにより名称に対応した画面が表示され、データの入力や結果を見ることができます。

作業領域

データを入力したり、結果を表示したりするエリアです。
タブを切り替えることにより対応した画面が常に表示されます。

現場ウィンドウ

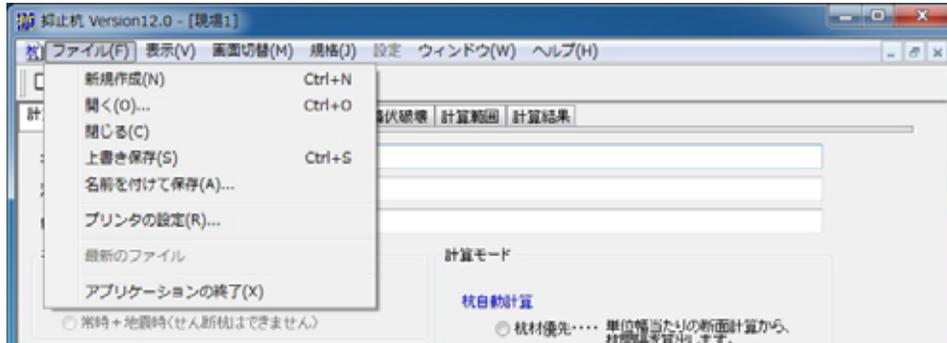
現在開いている抑止杭の現場ファイルを表示するウィンドウです。抑止杭ではアプリケーション内で複数の現場ウィンドウを開くことができます。

2.2. メニューバー

ここでは、メニューバーについて説明します。

- 2.2.1 [ファイル]メニューのコマンド
- 2.2.2 [表示]メニューのコマンド
- 2.2.3 [画面切替]メニューのコマンド
- 2.2.4 [規格]メニューのコマンド
- 2.2.5 [ウィンドウ]メニューのコマンド
- 2.2.6 [ヘルプ]メニューのコマンド

2.2.1. [ファイル]メニューのコマンド



新規作成

ファイルを新規に作成し、現場ウィンドウを開きます。

開く

既存のファイルを開きます。複数のファイルを開けます。

閉じる

作業中のファイルを閉じます。ファイルに変更がある場合は保存の確認メッセージが表示されます。

上書き保存

作業中のファイルを上書きして保存します。ただし、新規ファイルの場合はファイル名を入力する必要があります。

名前を付けて保存

作業中のファイルに新しい名前を付けて保存します。

プリンタの設定

プリンタの接続や設定を保存します。

最新のファイル参照

最近使ったファイルが10まで表示されます。クリックすればファイルが開きます。

アプリケーションの終了

抑止杭を終了します。このとき、ファイルに変更がある場合は保存するかどうかのメッセージを表示します。

2.2.2. [表示]メニューのコマンド



ツールバー > スタANDARD

基本のツールバーの表示または非表示を切り替えます。
スタANDARDには、[新規作成]、[開く]、[上書き保存]があります。

ツールバー > 画面切替

画面切替用のツールバーの表示または非表示を切り替えます。
画面切替には、[最初画面]、[前の画面]、[次の画面]があります。

ステータスバー

ステータスバーの表示または非表示を切り替えます。

チェックマーク(レ)がついている状態の時は、ツールバーが表示されていることを示しています。

2.2.3. [画面切替]メニューのコマンド



最初画面

【計算式】タブの画面に移ります。

前の画面

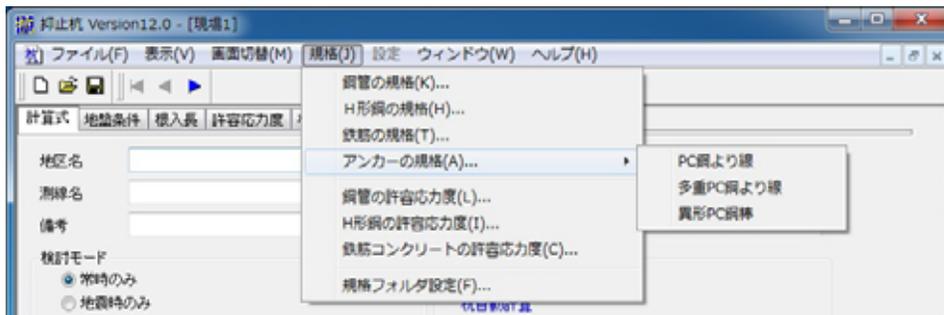
現在の画面の1つ左側のタブが示す画面に移ります。

次の画面

現在の画面の1つ右側のタブが示す画面に移ります。

2.2.4. [規格]メニューのコマンド

ここでは「抑止杭」に登録されている規格データの確認、変更をすることができます。変更した内容は「抑止杭」を終了しても保存されています。



鋼管の規格

鋼管の規格が表示され、登録・変更ができます。

H形鋼の規格

H形鋼の規格が表示され、登録・変更ができます。

鉄筋の規格

鉄筋の規格が表示され、登録・変更ができます。

アンカーの規格

アンカーの規格が表示され、登録・変更ができます。
PC鋼より線、多重PC鋼より線、異形PC鋼棒に分類されています。

鋼管の許容応力度

鋼管の許容応力度が表示され、登録・変更ができます。

H形鋼の許容応力度

H形鋼の許容応力度が表示され、登録・変更ができます。

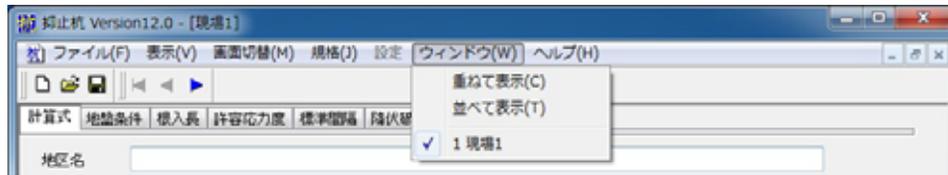
鉄筋コンクリートの許容応力度

鉄筋コンクリートの許容応力度が表示され、登録・変更ができます。

規格フォルダ設定

上記の規格や許容応力度の登録値を保存するフォルダを設定します。
通常は変更する必要はありません。

2.2.5. [ウィンドウ]メニューのコマンド



重ねて表示

複数の現場ウィンドウを重ねて表示します。

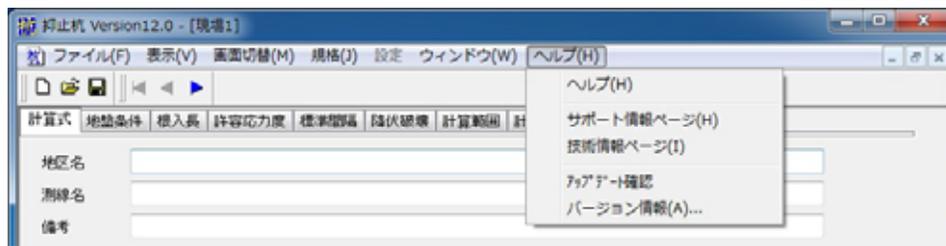
並べて表示

複数の現場ウィンドウを並べて表示します。

開いている現場ウィンドウ名

現在開いている現場ウィンドウ(ファイル)のリストが[ウィンドウ]メニュー内に表示されます。その中でチェックマークがついている現場ウィンドウが現在アクティブ(一番前に表示されている)になっている現場ウィンドウです。このメニューを選択することによりアクティブな現場ウィンドウを切り替えることができます。

2.2.6. [ヘルプ]メニューのコマンド



ヘルプ

ヘルプを表示します。操作手順やリファレンスなど関連情報を見ることができます。

サポート情報ページ

インターネットへの接続が可能な環境であれば、弊社のホームページへアクセスできます。最新情報、FAQ などのサポート情報を掲載していますので、ぜひご覧ください。

技術情報ページ

インターネットへの接続が可能な環境であれば、土木情報サービス「いさぼうネット」へアクセスできます。最新情報、工法カタログなどの技術情報を掲載していますので、ぜひご覧ください。

アップデート確認

インターネットへの接続が可能な環境であれば、当社のサーバーへ「抑止杭」の最新のバージョンがないか調べに行きます。あれば、ダウンロードページを自動的に表示します。

バージョン情報

「抑止杭」のバージョン情報を表示します。



3. 抑止杭の計算

この章では、抑止杭で使用している用語や計算するまでの流れについて説明します。

- 3.1 用語説明
- 3.2 計算手順
- 3.3 せん断杭の計算
- 3.4 くさび杭の計算
- 3.5 くさび杭(多層系)の計算
- 3.6 抑え杭の計算
- 3.7 骨組解析自動計算
- 3.8 骨組解析マニュアル
- 3.9 鉄筋コンクリート杭の計算
- 3.10 参照ダイアログ

3.1. 用語説明

せん断杭

せん断杭は設置することにより、すべり面のせん断抵抗力を増加させ、すべり面がせん断破壊することを妨げることによって、地すべりを抑止する機能を持つ杭です。

くさび杭

くさび杭とは地すべり移動層を不動層につなぎ止める効果を持つ杭で、地すべりの移動に伴って地すべり移動層と一体となり、杭も同時に変形し、杭の変位の増大とともに抵抗力を発揮する杭です。

抑え杭

抑え杭の式は杭谷側(背面)移動層の有効抵抗力が期待できないことを前提に導かれた式です。このため、杭谷側移動層の有効抵抗力が期待できるとして導かれた他の式に比べて、杭に発生する最大曲げモーメントおよび最大せん断力は一般に大きくなります。

骨組構造解析

この解析法は杭を適当な個数に分割し、各節点間ごとに荷重条件、バネ定数を入力して杭の剛性を与えると、杭に発生するせん断力、曲げモーメント及び変位を計算することができます。このため変化にとんだ複雑な地盤に対しても適用が可能となります。

鋼製杭

鋼管、H形鋼、鋼管 + H形鋼、二重鋼管を使用した杭のことです。このプログラムでは、鋼管、H形鋼、鋼管 + H形鋼、二重鋼管のいずれかを選択した場合のことをいいます。

合成杭

鋼管 + H形鋼、二重鋼管のことをいいます。

鉄筋コンクリート杭

掘削した穴の土留材としてライナープレートを使用し、そこに鉄筋を組んでコンクリートを充填した杭のことです。このプログラムでは、場所打鉄筋コンクリートを選択した場合のことをいいます。

杭の有効長

移動層部分における杭の長さをいいます。

杭の根入長

不動層部分における杭の長さをいいます。

腐食しろ

鋼製杭の場合に、鋼管やH形鋼がサビ等によって劣化する厚さのことです。

3.2. 計算手順

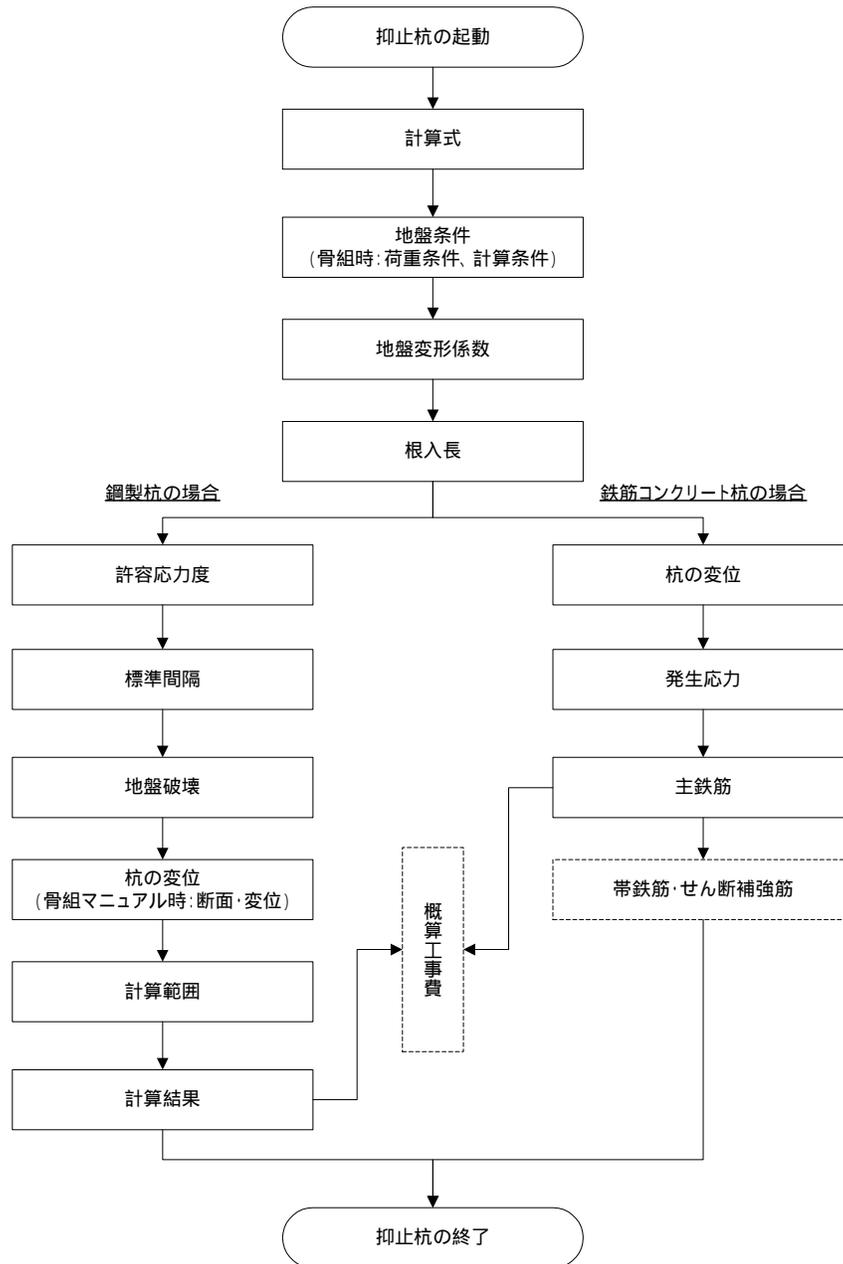
ここでは、抑止杭の計算手順を示します。

3.2.1 計算の概略フロー

3.2.2 計算式

3.2.1. 計算の概略フロー

抑止杭では下図の流れにそってデータを入力すると計算結果が得られます。



3.2.2. 計算式

項目	説明
地区名	地区名を入力します。(省略可) 半角 60 文字
測線名	測線名を入力します。(省略可) 半角 60 文字
備考	備考を入力します。(省略可) 半角 60 文字
検討モード	<p>常時のみ 地震時のみ 常時 + 地震時</p> <p>杭の検討モードを3つの中から選択します。 常時のみ : 常時の検討のみ行います。 地震時のみ : 地震時の検討のみ行います。 常時 + 地震時 : 常時と地震時の両方の検討を行います。</p>
解析の種別	<p>せん断杭 くさび杭 くさび杭(多層系) 抑え杭 骨組解析自動計算 骨組解析マニュアル(異形断面継杭可)</p> <p>杭の解析式を6つの中から選択します。選択した杭の解析式により、以後の画面および入力項目が変化します。</p> <p>アンカー併用する くさび杭、くさび杭(多層系)、抑え杭にアンカーを併用する場合はチェックをつけます。 くさび杭、くさび杭(多層系)、抑え杭を選択した場合に有効になります。</p>

項目

説明

計算モード

杭材優先
杭間隔優先
照査

杭の計算モードを3つの中から選択します。

杭材優先： 単位幅当たりの断面計算から杭間隔を算出。

杭間隔優先： 杭間隔を設定してから断面計算、応力度照査。

照査： 杭材、杭間隔ともに設定して計算。

鉄筋コンクリートを選択している場合は杭間隔優先のみとなります。

照査は鋼管の場合のみ選択することができます。

杭の材料

鋼管
H形鋼
鋼管 + H形鋼
二重鋼管
場所打鉄筋コンクリート

杭の材料を5つの中から選択します。鋼管とH形鋼の規格は追加や変更ができます。

規格の追加や変更は、[規格]メニューの[鋼管の規格]、[H形鋼の規格]で行います。

骨組解析マニュアルを選択している場合は無効となります。

3.3. せん断杭の計算

ここでは、せん断杭の計算手順を示します。

- 3.3.1 地盤条件
- 3.3.2 根入長
- 3.3.3 許容応力度 (鋼製杭の場合のみ)
- 3.3.4 標準間隔 (鋼製杭の場合のみ)
- 3.3.5 降伏破壊 (鋼製杭の場合のみ)
- 3.3.6 計算範囲 (鋼製杭の場合のみ)
- 3.3.7 計算結果 (鋼製杭の場合のみ)

鉄筋コンクリート杭の説明は、「3.9 鉄筋コンクリート杭の計算」を参照してください。

3.3.1. 地盤条件

項目	説明
移動層の厚さ	l_t (m) = 0.01 ~ 99.99 移動層の厚さを入力します。
杭の有効長	l_e (m) = 0.01 ~ 99.99 移動層部分における杭の長さを入力します。杭頭部を埋め込む場合は移動層の厚さから埋め込む長さを引いた値を入力します。 地表面から突出する杭は計算できません。
必要抑止力	P_r (kN/m) = 0.1 ~ 99999.9 単位幅当たりの必要抑止力を入力します。
杭間隔	D (m) = 0.1 ~ 99.9 杭の設置間隔を入力します。 鉄筋コンクリート杭の場合にのみ表示されます。
すべり面傾斜角度を考慮	する しない すべり面傾斜角度を考慮するかしないかを選択します。
すべり面傾斜角度	e (°) = -89.0 ~ 89.0 すべり面傾斜角度を入力します。 すべり面傾斜角度を考慮する場合に有効になります。
[参照...]	すべり面傾斜角度に関する情報を見ることができます。
[説明]	各入力値について図解してます。

3.3.2. 根入長

項目	説明
根入長 l_r の計算式	<p>移動層の厚さ $\times 1/2$ 移動層の厚さ $\times 1/3$ 杭の有効長 $\times 1/2$ (杭の全長 $\times 1/3$) 杭の有効長 $\times 1/3$ (杭の全長 $\times 1/4$) $b/\beta \times a$ 任意の根入長 l_r (m) = 0.01 ~ 900.00</p> <p>根入長を計算から求めるか、任意に入力するかを選択します。 $b/\beta \times a$を選択すると の算出方法および係数 a の設定ができるようになります。 任意の根入長を選択すると根入長 l_r の入力ができるようになります。</p> <p>最低 3m 以上を確保する 根入長を 3m以上確保したい場合にチェックします。 任意の根入長が選択されている場合は無効となります。</p>
$b/\beta \times a$	<p>地盤の変形係数 E_s (kN/m²) = 1 ~ 99999999 横方向地盤反力係数 K_h (kN/m³) = 1 ~ 99999999 係数: $a = 1.0 \sim 2.0$ の算出方法および係数を設定します。 E_s を選択すると地盤の変形係数の設定ができるようになります。 K_h を選択すると横方向地盤反力係数の設定ができるようになります。 係数 a は初期値として 1.5 が設定してあります。</p>
[参照...]	根入長の計算式に関する情報を見ることができます。

項目

説明

丸め方法

根入長
杭の全長
丸めない

計算式によって求めた根入長についてどのように丸めるかを3つの中から選択します。

根入長：根入長を単独で丸めます。

杭の全長：杭の有効長に根入長を加えた後で丸めます。

丸めない：計算で求めた値をそのまま使います。

任意の根入長の場合は「丸めない」が選択されます。

丸め単位

丸め単位(m) = 0.1 ~ 2.0

丸め方法で根入長もしくは杭の全長を選択した場合に、丸める単位を入力します。

丸め単位は初期値として 0.5 が設定してあります。

丸めないを選択している場合は無効となります。

[参照...]

根入長の丸めに関する情報を見ることができます。

3.3.3. 許容応力度（鋼製杭の場合のみ）

鋼材許容応力度

許容応力度
常時における期間

短期 長期

	短期 せん断 τ_{sa} N/mm ²	短期 曲げ σ_{sa} N/mm ²	長期 せん断 τ_{sa} N/mm ²	長期 曲げ σ_{sa} N/mm ²	地震時 せん断 τ_{sa1} N/mm ²	地震時 曲げ σ_{sa1} N/mm ²
400材	118	206	78	137		
490材	162	279	108	186		
520材						
570材						

せん断応力度補正係数

任意入力 $\alpha_e = 2.000$ 計算式から求める $\alpha_e = \frac{2(3d-8d-1+4l^2)}{3(d-2d-1+2l^2)}$

杭の弾性係数

$E = 2.00 \times 10^8$ kN/m²

項目	説明
鋼材許容応力度 期間	短期 長期 鋼材の許容応力度の期間として短期または長期の選択をします。
[参照]	短期、長期の判断についての情報を見ることができます。
許容応力度	せん断許容応力度: τ_{sa} (N/mm ²) = 1 ~ 999 曲げ許容応力度: σ_{sa} (N/mm ²) = 1 ~ 999 鋼材の許容応力度を入力します。短期または長期の選択により入力する部分が白くなります。計算する杭の強度に対する値を入力します。 地震時の入力項目は、せん断杭では使用しません。
[参照(鋼管)]	鋼管の許容応力度を参照し、値を代入できます。
[参照(H形鋼)]	H形鋼の許容応力度を参照し、値を代入できます。
せん断応力補正係数	任意入力 $\alpha_e = 1.000 \sim 3.000$ 計算式から求める 補正係数を指定するか、計算式で求めるかを選択します。 α_e には初期値として2.0が設定されています。 H形鋼の場合は「計算式から求める」は無効になります。
[参照]	せん断応力補正係数について情報を見ることができます。
杭の弾性係数	E (kN/m ²) = $0.1 \sim 9.9 \times 10^8$ 杭の弾性係数を入力します。 杭の弾性係数は初期値として 2.0×10^8 が設定されています。

許容応力度(「平成 15 年治山技術基準 解説 地すべり防止編」を選択した場合)

計算式 | 地盤条件 | 根入長 | 許容応力度 | 標準埋置 | 陸伏破壊 | 計算範囲 | 計算結果

鋼材許容応力度

許容応力度
常時における期間

短期 長期

参照(鋼管) 参照(円形鋼)

	肉厚 t mm	短期せん断 τ sa N/mm ²	短期曲げ σ sa N/mm ²	長期せん断 τ sa N/mm ²	長期曲げ σ sa N/mm ²	地震時せん断 τ sa1 N/mm ²	地震時曲げ σ sa1 N/mm ²
400材	t ≤ 40	117	205	78	137		
	t > 40	109	199	73	127		
490材	t ≤ 40	162	279	108	186		
	t > 40	147	256	98	171		
570材	t ≤ 40			147	254		
	t ≤ 75			142	245		
	t > 75			137	240		

せん断応力度補正係数

任意入力 α_s = 2000 計算式から求める α_s = $\frac{2(3d^2 - 6d \cdot t + 4t^2)}{3(d^2 - 2d \cdot t + 2t^2)}$

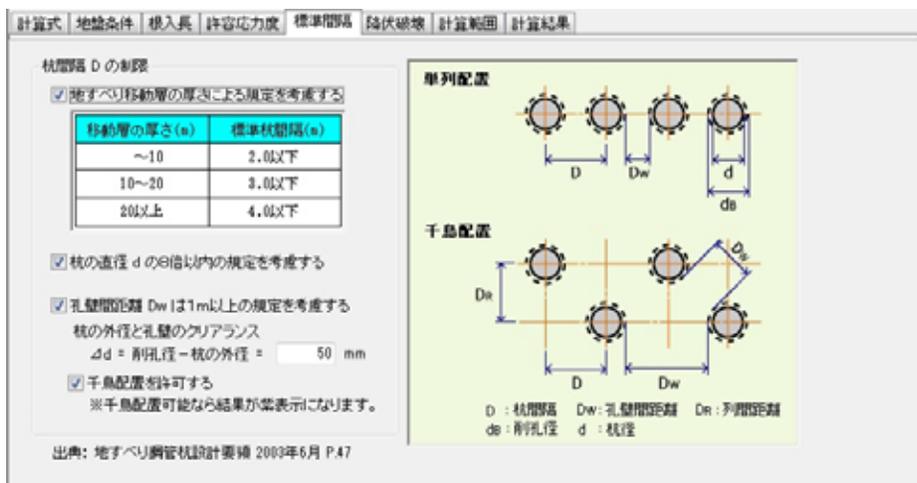
参照

杭の弾性係数

E = 200 × 10⁹ kN/m²

「平成 15 年治山技術基準 解説 地すべり防止編」を選択した時のみ、上記画面となります。
 「平成 15 年治山技術基準 解説 地すべり防止編」では、鋼材規格および肉厚(t)により許容応力度が変化します。

3.3.4. 標準間隔 (鋼製杭の場合のみ)



項目

説明

地すべり移動層の厚さによる規定を考慮する

杭材優先の時：地すべり移動層の厚さによる標準杭間隔の規定を考慮して杭間隔を求める場合にチェックします。
杭間隔優先、照査の時：指定した杭間隔の照査を行う場合にチェックします。

杭の直径の8倍以内の規定を考慮する

杭材優先の時：杭の直径の8倍以内を杭間隔の目安とする規定を考慮して杭間隔を求める場合にチェックします。
杭間隔優先、照査の時：指定した杭間隔の照査を行う場合にチェックします。

孔壁間の距離は1m以上の規定を考慮する

杭材優先の時：孔壁間の距離を1m以上確保する規定を考慮して杭間隔を求める場合にチェックします。
杭間隔優先、照査の時：指定した杭間隔の照査を行う場合にチェックします。
1m以内でも千鳥配置を許可している場合には、千鳥配置にすることにより孔壁間の距離が1m以上確保できている場合は照査OKとしています。このとき計算結果の孔壁間距離の文字が紫色となります。

杭の外径と孔壁のクリアランス

$d \text{ (mm)} = 1 \sim 999$
杭の外径と孔壁とのクリアランス(すきま)を入力します。
削孔径と杭の外径との差を入力してください。
概算工事費の削孔径とは関係ありません。概算工事費の削孔径は「国土交通省土木工事積算基準書(共通編)」で規定されている削孔径を使用します。

千鳥配置を許可する

千鳥配置を許可する場合にチェックします。

3.3.5. 降伏破壊（鋼製杭の場合のみ）

計算式 | 地盤条件 | 根入長 | 許容応力度 | 標準間隔 | 降伏破壊 | 計算範囲 | 計算結果

地盤の降伏・破壊を検討する

解析式の選択

Hennes式 土研式 設計要領式 出典: 地すべり鋼管杭設計要領 2003年6月 P.49

$$Q_{pe} = 3 \cdot d \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \gamma_e \cdot l_e^2 \cdot K_{pe} + 2 \cdot c_e \cdot l_e \cdot \sqrt{K_{pe}} \right) \cdot \frac{1}{F_s}$$

$$Q_{pr} = 3 \cdot d \cdot \left(\left(\frac{1}{2} \cdot \gamma_r \cdot l_r^2 + \gamma_e \cdot l_e \cdot l_r \right) \cdot K_{pr} + 2 \cdot c_r \cdot l_r \cdot \sqrt{K_{pr}} \right) \cdot \frac{1}{F_s}$$

l_e : 杭の有効長
 d : 杭の直径

地すべり鋼管杭設計要領式

移動層 土の粘着力	ce = 10.0 kN/m ²	Kpe = tan ² (45° + φe/2) = 2.664
移動層 土の内部摩擦角	φe = 25.0 °	
移動層 土の単位体積重量	γe = 18.0 kN/m ³	
不動層 土の粘着力	cr = 50.0 kN/m ²	Kpr = tan ² (45° + φr/2) = 3.690
不動層 土の内部摩擦角	φr = 35.0 °	
不動層 土の単位体積重量	γr = 20.0 kN/m ³	
安全率	Fs = 2.0	

項目	説明
地盤の降伏破壊を検討する	地盤の降伏・破壊の検討する場合にチェックします。 チェックをつけると各値を入力することができるようになります。
解析式の選択	Hennes 式 土研式 設計要領式 地盤破壊についての解析式を3つの中から選択します。 選択した式により、入力条件や結果項目が変わります。
土の粘着力	c (kN/m ²) = 0.0 ~ 999.9 土の粘着力を入力します。
土の内部摩擦角	(°) = 0.0 ~ 89.0 土の内部摩擦角を入力します。
土の単位体積重量	(kN/m ³) = 0.1 ~ 999.9 土の単位体積重量を入力します。
安全率	Fs = 0.1 ~ 9.9 安全率を入力します。

3.3.6. 計算範囲 (鋼製杭の場合のみ)

項目	説明
鋼管規格参照	計算対象とする鋼管のパターンを選択します。 杭の材料として鋼管、鋼管 + H 形鋼、二重鋼管のいずれかを選択した場合に有効になります。
H 形鋼規格参照	計算対象とする H 形鋼のパターンを選択します。 杭の材料として H 形鋼、鋼管 + H 形鋼のいずれかを選択した場合に有効になります。
材質	400 材 490 材 520 材 570 材 計算対象とする杭の材質に対してチェックします。
サイズ種類	mm、インチ両方 mm のみ インチのみ 計算に使用する鋼管のサイズを選択します。 杭の材料として H 形鋼を選択した場合には設定できません。
杭の外径	$d(\text{mm}) = 10.0 \sim 9999.9$ 計算対象とする杭の外径の最小値と最大値を入力します。 杭の材料として鋼管が選択されているときに有効となります。また、計算モードが照査の場合は、杭の外径を直接入力するため左側のみ有効となります。

項目	説明
杭の肉厚	<p>$t(\text{mm}) = 0.1 \sim 999.9$ 計算対象とする杭の肉厚の最小値と最大値を入力します。 杭の材料として鋼管が選択されているときに有効となります。また、計算モードが照査の場合は、杭の肉厚を直接入力するため左側のみ有効となります。</p>
杭間隔	<p>$D(\text{m}) = 0.1 \sim 99.9$ 計算対象とする杭間隔の最小値と最大値を入力します。 計算モードが照査の場合は、杭間隔を直接入力するため左側のみ有効となります。</p>
検討ピッチ	<p>検討ピッチ(m) = 0.1 ~ 2.0 計算対象とする杭間隔の検討ピッチを入力します。 計算モードが杭間隔優先の場合のみ有効になります。</p>
対象肉厚	<p>肉厚すべてを検討 最小肉厚のみを検討 杭の材料で鋼管杭を選択した場合に機能します。</p> <p>杭材優先 + 肉厚すべてを検討 杭の断面強度に対する最大杭間隔が、設定した杭間隔の範囲内となる杭を計算により選択しすべて表示します。表示件数は少ないほうで、採用鋼管杭の当たりをつけるときに用います。</p> <p>杭材優先 + 最小肉厚のみを検討 杭材、杭径ごとにその断面強度に対する最大杭間隔が、設定した杭間隔の範囲内となる最小肉厚の杭を計算し表示します。表示件数はもっとも少なくなり、採用鋼管杭の概略的な当たりをつけるときに用います。</p> <p>杭間隔優先 + 肉厚すべてを検討 設定した杭間隔で条件内にある杭を、強度不足や強度過多にかかわらず、すべての肉厚で計算し表示します。強度不足がどんな応力で生じているか知りたい場合や、強度に余裕のある設計をする場合に用います。</p> <p>杭間隔優先 + 最小肉厚のみを検討 設定した杭間隔において、ある杭材、杭径に対し安全となる最小肉厚の杭のみの計算結果を表示します。経済性を追求する設計を行う場合に最適です。</p> <p>~ %の応力度で肉厚を検討 = 1 ~ 200 % 最小肉厚のみを検討を選択した場合に表示されます。 任意に指定した % で許容応力度を低減し、肉厚を検討します。 ただし、本機能は、ユーザー様の判断でご使用下さい。</p>

項目	説明
外側の鋼管	杭の材料として鋼管 + H形鋼または二重鋼管を選択した場合に外側の鋼管を選択します。
内側の鋼管	杭の材料として二重鋼管を選択した場合に内側の鋼管を選択します。 内側鋼管の外径が外側鋼管の内径を上回ることはできません。
内側のH形鋼	杭の材料として鋼管 + H形鋼を選択した場合に内側のH形鋼を選択します。 H形鋼の外径が外側鋼管の内径を上回ることはできません。
腐食しを考慮する	腐食しを考慮する場合にチェックします。 腐食しを考慮すると腐食しが入力できるようになります。
腐食し	腐食し(mm) = 0.0 ~ 9.9 杭の材料に対しての腐食しを入力します。 鋼管の場合は、外側と内側の腐食しを設定します。 H形鋼の場合は外側の腐食しのみ設定します。 腐食しは初期値として0.0が設定されています。
H形鋼の方向	X方向(強軸方向) Y方向(弱軸方向) H形鋼の断面強度としてX方向またはY方向のどちらかを選択します。 杭の材料としてH形鋼、鋼管 + H形鋼のいずれかを選択した場合に有効になります。
杭本数	計算対象となる杭の本数が表示されます。
OUTの計算をする	チェックを付けると、照査がOUTになる杭も計算結果に表示します。

3.3.7. 計算結果（鋼製杭の場合のみ）

計算式	地盤条件	根入長	許容応力度	標準間隔	陸伏破壊	計算範囲	計算結果							
照査	判定	材の材質	杭の外径 d mm	肉厚 t mm	最大せん断力 S _{max} kN	せん断応力度 τ kN/cm ²	標準杭間隔 D _o m	杭径8倍間隔 D _o m	孔壁間隔 D _w m	杭間隔 D _o m	必要有効長さ l _e m	根入長 l _r m		
1	<input type="checkbox"/>	OK	490材	216.3	15.0	724.5	152688	3.0	1.730	1.233	1.5	0.00	3.0	
2	<input type="checkbox"/>	OK	490材	250.0	12.0	724.5	161539	3.0	2.000	1.200	1.5	0.00	3.0	
3	<input type="checkbox"/>	OK	490材	267.4	12.0	724.5	150468	3.0	2.139	1.182	1.5	0.00	3.0	
4	<input type="checkbox"/>	OK	490材	300.0	10.0	724.5	159056	3.0	2.400	1.150	1.5	0.00	3.0	
5	<input type="checkbox"/>	OK	490材	316.5	10.0	724.5	149536	3.0	2.548	1.131	1.5	0.00	3.0	
6	<input type="checkbox"/>	OK	490材	350.0	9.0	724.5	150312	3.0	2.800	1.100	1.5	0.00	3.0	
7	<input type="checkbox"/>	OK	490材	355.6	9.0	724.5	147858	3.0	2.845	1.094	1.5	0.00	3.0	
8	<input type="checkbox"/>	OK	490材	400.0	8.0	724.5	147107	3.0	3.200	1.050	1.5	0.00	3.0	
9	<input type="checkbox"/>	OK	490材	406.4	9.0	724.5	126915	3.0	3.251	1.043	1.5	0.00	3.0	
10	<input type="checkbox"/>	OK	490材	425.0	9.0	724.5	123216	3.0	3.400	1.025	1.5	0.00	3.0	

(注) 照査を選択してください。

項目

説明

計算結果一覧

計算結果の一覧が表示されます。(最大 100 行まで)
 黄色く反転している行が選択行となります。
 赤色表示は照査が OUT となったものです。
 孔壁間距離の紫色表示は千鳥配置で条件を満たすものです。

[報告書印刷...]

照査を選択した行の報告書を印刷することができます。

[報告書プレビュー]

照査を選択した行のプレビューが表示されます。

[Word 出力]

照査を選択した行の報告書を Microsoft Word に出力できます。

[一覧表プレビュー]

結果一覧をプレビューおよび印刷します。

[一覧表コピー]

結果一覧をクリップボードにコピーします。

[情報...]

計算エラーとなった杭の本数などの情報を見ることができます。

[表示項目...]

計算結果一覧に表示する項目(列)を切り替えることができます。

[概算工事費...]

概算工事費の算出へと移ります。
 詳しくは別冊の取り扱い説明書(概算工事費編)をご覧ください。

計算結果一覧の項目

照査	-	
判定	-	
杭の材質	-	
杭の外径	d (mm)	鋼管、鋼管 + H 形鋼、二重鋼管の場合
肉厚	t (mm)	鋼管、鋼管 + H 形鋼、二重鋼管の場合
H 形鋼の高さ	H (mm)	H 形鋼、鋼管 + H 形鋼の場合
H 形鋼の辺	B (mm)	H 形鋼、鋼管 + H 形鋼の場合
ウェブ	t1 (mm)	H 形鋼、鋼管 + H 形鋼の場合
フランジ	t2 (mm)	H 形鋼、鋼管 + H 形鋼の場合
溶接丸み半径	r (mm)	H 形鋼、鋼管 + H 形鋼の場合
杭の外径(内側)	d (mm)	二重鋼管の場合
肉厚(内側)	t (mm)	二重鋼管の場合
断面積	A (mm ²)	
断面 2 次モーメント	I (mm ⁴)	
断面係数	Z (mm ³)	
最大せん断力	Smax (kN)	杭間隔優先、照査の場合(杭 1 本当たり)
	Smax (kN/m)	杭材優先の場合(単位幅当たり)
Smax 発生位置	Xs (m)	
せん断応力度	s (N/mm ²)	杭間隔優先、照査の場合
せん断応力度杭間隔	Ds (m)	杭材優先の場合
標準杭間隔	Do (m)	地すべり移動層の厚さによる規定を考慮
杭径 8 倍間隔	Dd (m)	杭の直径の 8 倍以内の規定を考慮
孔壁間距離	Dw (m)	孔壁間の距離は 1 m 以上の規定を考慮
杭間隔	D (m)	
根入長	lr (m)	
杭長	lp (m)	
水平負担力	H (kN)	
水平土圧	P (kN)	Hennes 式、土研式の場合
受働土圧(移動層)	Qpe (kN)	設計要領式の場合
受働土圧(不動層)	Qpr (kN)	設計要領式の場合

3.4. くさび杭の計算

ここでは、くさび杭の計算手順を示します。

- 3.4.1 地盤条件
- 3.4.2 アンカー
- 3.4.3 地盤変形係数
- 3.4.4 根入長
- 3.4.5 許容応力度 (鋼製杭の場合のみ)
- 3.4.6 標準間隔 (鋼製杭の場合のみ)
- 3.4.7 降伏破壊 (鋼製杭の場合のみ)
- 3.4.8 杭の変位
- 3.4.9 計算範囲 (鋼製杭の場合のみ)
- 3.4.10 計算結果 (鋼製杭の場合のみ)

鉄筋コンクリート杭の説明は、「3.9 鉄筋コンクリート杭の計算」を参照してください。

3.4.1. 地盤条件

計算式	地盤条件	地盤変形係数	埋入長	杭の単位	発生応力	地震時発生応力	主鉄筋
地盤条件							
移動層の厚さ	lt =	10.00 m	説明				
杭の有効長	le =	10.00 m					
杭にかかる初期軸力 (Nf ₁)							
常時:		0.0 kN					
地震時:		0.0 kN					
必要抑止力 (Pr)							
常時:		500.0 kN/m					
地震時:		600.0 kN/m					
杭間隔							
D =		2.0 m					
すべり面傾斜角度 (θ _e)							
<input checked="" type="radio"/> 考慮する	常時:	15.0 °	参照				
<input type="radio"/> 考慮しない	地震時:	20.0 °					

項目	説明
移動層の厚さ	lt (m) = 0.01 ~ 99.99 移動層の厚さを入力します。
杭の有効長	le (m) = 0.01 ~ 99.99 移動層部分における杭の長さを入力します。杭頭部を埋め込む場合は移動層の厚さから埋め込む長さを引いた値を入力します。 地表面から突出する杭は計算できません。
必要抑止力	Pr (kN/m) = 0.1 ~ 99999.9 単位幅当たりの常時および地震時の必要抑止力を入力します。
杭にかかる初期軸力	Nf ₁ (kN) = 0.0 ~ 999999.9 杭にかかる常時および地震時の初期軸力を入力します。 初期値として 0.0 が設定してあります。また、0.0 の場合は初期軸力は考慮されません。
杭間隔	D (m) = 0.1 ~ 99.9 杭の設置間隔を入力します。 鉄筋コンクリート杭の場合に有効になります。
すべり面傾斜角度を考慮	考慮する 考慮しない すべり面傾斜角度を考慮するかしないかを選択します。
すべり面傾斜角度	e (°) = -89.0 ~ 89.0 常時および地震時のすべり面傾斜角度を入力します。 すべり面傾斜角度を考慮する場合に有効になります。
[説明]	各入力値について図解してます。

3.4.2. アンカー

計算式	地盤条件	アンカー	地盤変形係数	根入長	許容応力度	標準間隔	降伏破壊	杭の変位	計算範囲	計算結果
アンカー条件										
取付位置杭頭固定										
アンカー初期張力	$P_a =$	<input type="text" value="20.0"/>	kN							
アンカー傾角	$\theta_a =$	<input type="text" value="30.0"/>	°							
アンカーの自由長	$l_f =$	<input type="text" value="12.00"/>	m							
アンカーの弾性係数	$E_a =$	<input type="text" value="1.00"/>	$\times 10^8$ kN/m ²							
アンカーのバネ定数	$K_a =$	<input type="text"/>	kN/m							
アンカーの引張荷重	$T_{us} =$	<input type="text"/>	kN							
アンカーの降伏荷重	$T_{ys} =$	<input type="text"/>	kN							
アンカー本数	杭一本当たりのアンカー本数 <input checked="" type="radio"/> 1本 <input type="radio"/> 0.5本									
アンカー分力	アンカー分力を軸力に加算 <input checked="" type="radio"/> する <input type="radio"/> しない									
許容引張力	引張荷重	降伏荷重	<input type="button" value="参照"/>							
常時:	$0.60 \times T_{us}$	$0.75 \times T_{ys}$								
地震時:	$0.80 \times T_{us}$	$0.90 \times T_{ys}$								
アンカー引張材										
鋼材:	<input type="text" value="PC鋼より線"/>									
種別:	<input type="text" value="炭素鋼アンカー〇5"/>									
規格:	<input type="text" value="〇5-1"/>									
アンカーの弾性係数の参考値:	1.98×10^8 kN/m ²									

項目	説明
取付位置杭頭固定	くさび杭の場合はアンカー取り付け位置は杭頭となります。
アンカー初期張力	P_a (kN) = 0.0 ~ 99999.9 アンカーの初期張力を入力します。
アンカー傾角	a (°) = 0.0 ~ 89.0 アンカー傾角を入力してください。
アンカーの自由長	l_f (m) = 0.01 ~ 99.99 アンカーの自由長を入力してください。
アンカーの弾性係数	E_a (kN/m ²) = 0.01 ~ 9.99×10^8 アンカーの弾性係数を入力します。 アンカー引張材の鋼材が「その他」以外の場合に有効になります。
アンカーのバネ定数	K_a (kN/m) = 10 ~ 999999 アンカーのバネ定数を入力します。 アンカー引張材の鋼材が「その他」の場合に有効になります。
アンカーの引張荷重	T_{us} (kN) = 0.001 ~ 9999.999 アンカーの引張荷重を入力します。 アンカー引張材の鋼材が「その他」の場合に有効になります。
アンカーの降伏荷重	T_{ys} (kN) = 0.001 ~ 9999.999 アンカーの降伏荷重を入力します。 アンカー引張材の鋼材が「その他」の場合に有効になります。
アンカー本数	1本 0.5本 杭1本当たりのアンカー本数を選択します。 杭2本につきアンカー1本をつける場合は、0.5本を選択してください。

項目	説明
アンカー分力を軸力に加算	<p>する しない</p> <p>アンカー分力を杭にかかる軸力に加算するかどうかを選択します。</p>
引張荷重	<p>0.01 ~ 1.00</p> <p>常時または地震時のアンカーの引張荷重に対する係数を入力します。</p>
降伏荷重	<p>0.01 ~ 1.00</p> <p>常時または地震時のアンカーの降伏荷重に対する係数を入力します。</p>
[参照...]	アンカーの許容引張力を参照し、引張荷重、降伏荷重を代入できます。
鋼材	アンカーの鋼材を PC 鋼より線、多重 PC 鋼より線、異形 PC 鋼棒、その他から選択します。
種別	アンカーの種別を規格に登録してあるデータから選択します。
規格	アンカーの規格を規格に登録してあるデータから選択します。

[許容引張力] ダイアログ



3.4.3. 地盤変形係数

項目	説明
変形係数の算出方法	<p>E_s K_h</p> <p>移動層および不動層における地盤の変形係数の算出方法として E_s を直接入力するか、または K_h を算出してから求めるかを選択します。地震時を検討する際は、K_h しか選択できません。</p>
K_h の計算式	<ul style="list-style-type: none"> ・等分布荷重方式 ・等変位方式 ・港研式 ・林野庁と長野県の式 ・道示 N 値による方法 ・道示 E_0 による方法 ・直接入力 <p>変形係数の算出方法が K_h の場合、上記の計算式から選択します。地震時を検討する際は、「道示 N 値による方法」または「道示 E_0 による方法」のみ選択可能です。</p>
[参照...]	<p>E_s および K_h の計算式の情報を見ることができます。</p>

項目	説明
各設定値	<p>地盤の変形係数: E_s (kN/m²) = 1 ~ 99999999</p> <p>横方向地盤反力係数: K_h (kN/m³) = 1 ~ 99999999</p> <p>ポアソン比: = 0.01 ~ 1.00</p> <p>載荷試験時の載荷半径: r (m) = 0.01 ~ 99.99</p> <p>等分布荷重方式による K 値: K_I (kN/m³) = 1 ~ 99999999</p> <p>等変位方式による K 値: K_k (kN/m³) = 1 ~ 99999999</p> <p>等変位方式試験における載荷幅: B (m) = 0.01 ~ 99.99</p> <p>標準貫入試験における N 値: N = 1 ~ 9999</p> <p>設計対象となる位置での変形係数: E_0 (kN/m²) = 1 ~ 99999999</p> <p>E_0 に対する係数: 常時の = 1 or 4 地震時の = 2 or 8</p> <p>変形係数の算出方法および K_h の計算式の選択により、画面の入力が切り替わります。</p>
低減係数	<p>μ = 0.01 ~ 1.00</p> <p>移動層の地盤の変形係数を低減する割合です。 [設定]ボタンをクリックすることにより値を入力することができます。</p>
[設定...]	<p>低減係数を入力できます。 また、有効抵抗力を入力することにより参考値を求めることができます。</p>
kh の計算精度向上	<p>チェックをつけた場合、地震時の kh の算出の際に小数点以下全ての桁を用いて算出します。これにより、地震時の kh の値は必ず常時の2倍となります。ただし、報告書の内容で計算すると、表示されている有効桁数の関係上、kh の値とずれる可能性があります。 チェックをつけない場合、地震時の kh の値は必ずしも常時の2倍とはなりません。しかし、報告書の内容は正しく表記されています。</p>

3.4.4. 根入長

項目	説明
すべり面から上の杭の長さ	すべり面から上の杭の長さを照査する (a = 1.0 ~ 2.0) 杭の有効長を照査する場合はチェックします。 チェックをすると係数 a の入力ができるようになります。 係数 a は初期値として 1.5 が設定してあります。
[参照...]	すべり面から上の杭の長さに関する情報を見ることができます。
根入長の計算式	$b/\beta \times a$ (a = 1.0 ~ 2.0) b に α を使用 b を任意入力 (b = 0.0 ~ 9.9) 不動層モーメント第一零点 $\times a$ (a = 1.0 ~ 2.0) 任意の根入長 $lr(m) = 0.01 \sim 900.00$ 根入長の設定を計算式から求めるか、任意入力するかを選択します。 計算式をチェックすると係数 a または b の入力ができるようになります。 計算式の場合は、複数チェックをつけることができます。その時の根入長は計算式から求めた中で一番小さい値となります。 任意の根入長をチェックすると根入長の入力ができるようになります。 係数 a は初期値として 1.5 が設定してあります。 最低 3m 以上を確保する 根入長を 3m 以上確保したい場合にチェックします。 任意の根入長が選択されている場合は無効となります。
[参照...]	根入長の計算式に関する参考文献を見ることができます。

項目	説明
丸め方法	<p>根入長 杭の全長 丸めない</p> <p>計算式によって求めた根入長についてどのように丸めるかを3つの中から選択します。</p> <p>根入長：根入長を単独で丸めます。</p> <p>杭の全長：杭の有効長に根入長を加えた後で丸めます。</p> <p>丸めない：計算で求めた値をそのまま使います。</p> <p>任意の根入長の場合は「丸めない」が選択されます。</p>
丸め単位	<p>丸め単位(m) = 0.1 ~ 2.0</p> <p>丸め方法で根入長もしくは杭の全長を選択した場合に、丸める単位を入力します。</p> <p>丸め単位は初期値として 0.5 が設定してあります。</p> <p>丸めないを選択している場合は無効となります。</p>
[参照...]	<p>根入長の丸めに関する情報を見ることができます。</p>

3.4.5. 許容応力度（鋼製杭の場合のみ）

鋼材許容応力度

許容応力度
常時における期間

短期 長期

	短期せん断 σ _{sa} N/mm ²	短期曲げ σ _{sa} N/mm ²	長期せん断 τ _{sa} N/mm ²	長期曲げ σ _{sa} N/mm ²	地震時せん断 τ _{sa1} N/mm ²	地震時曲げ σ _{sa1} N/mm ²
400mm	118	206	78	197	118	206
450mm	162	279	108	266	162	279
520mm						
570mm						

せん断応力補正係数

任意入力 α₀ = 2.00 計算式から求める α₀ = $\frac{2(3d_2 - 6d_1 + 4t_2)}{3(d_2 - 2d_1 + 2t_2)}$

杭の弾性係数

E = 2.0 × 10⁸ kN/m²

項目

説明

常時における期間

短期

長期

常時の許容応力度の期間として短期又は長期の選択をします。

[参照]

短期、長期の判断についての情報を見ることができます。

許容応力度

せん断許容応力度: σ_a (N/mm²) = 1 ~ 999

曲げ許容応力度: σ_a (N/mm²) = 1 ~ 999

鋼材の常時の短期または長期のせん断許容応力度及び曲げ許容応力度の入力を行います。

「地震のみ」および「常時+地震」の検討モードを選択している場合には、地震時のせん断許容応力度及び曲げ許容応力度の入力を行います。

[参照(鋼管)]

鋼管の許容応力度を参照し、値を代入できます。

[参照(H形鋼)]

H形鋼の許容応力度を参照し、値を代入できます。

せん断応力補正係数

任意入力 $\alpha_0 = 1.000 \sim 3.000$

計算式から求める

補正係数を指定するか、計算式で求めるかを選択します。

α_0 には初期値として2.0が設定されています。

H形鋼の場合は「計算式から求める」は無効になります。

[参照]

せん断応力補正係数について情報を見ることができます。

杭の弾性係数

E (kN/m²) = 0.1 ~ 9.9 × 10⁸

杭の弾性係数を入力します。

杭の弾性係数は初期値として2.0 × 10⁸が設定されています。

許容応力度(「平成 15 年治山技術基準 解説 地すべり防止編」を選択した場合)

鋼材許容応力度							
許容応力度							
常時における期間							
<input checked="" type="radio"/> 短期		参照(鋼管)					
<input type="radio"/> 長期		参照(円形鋼)					
	肉厚 t mm	短期 せん断 σ _s N/mm ²	短期 曲げ σ _s N/mm ²	長期 せん断 σ _s N/mm ²	長期 曲げ σ _s N/mm ²	地震時 せん断 σ _{s1} N/mm ²	地震時 曲げ σ _{s1} N/mm ²
400材	t ≤ 40	117	205	78	137		
	t > 40	109	199	73	127		
490材	t ≤ 40	162	279	108	186		
	t > 40	147	256	98	171		
570材	t ≤ 40			147	254		
	t ≤ 75			142	245		
	t > 75			137	240		

せん断応力度補正係数

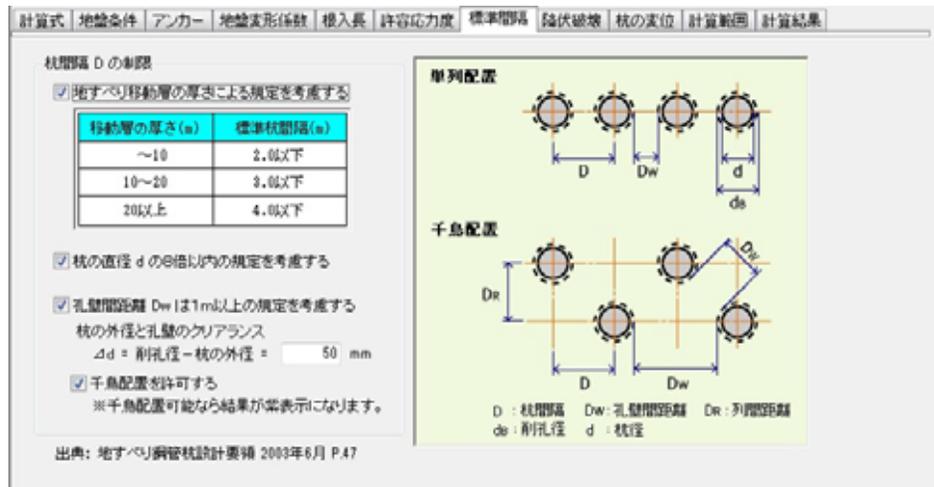
任意入力 α_e= 2.000 計算式から求める α_e= $\frac{2(3d^2 - 8d \cdot t + 4t^2)}{3(d^2 - 2d \cdot t + 2t^2)}$ 参照

杭の弾性係数

E= 2.00 × 10⁹ kN/m²

「平成 15 年治山技術基準 解説 地すべり防止編」を選択した時のみ、上記画面となります。
 「平成 15 年治山技術基準 解説 地すべり防止編」では、鋼材規格および肉厚(t)により許容応力度が変化します。

3.4.6. 標準間隔 (鋼製杭の場合のみ)



項目

説明

地すべり移動層の厚さによる規定を考慮する

杭材優先の時: 地すべり移動層の厚さによる標準杭間隔の規定を考慮して杭間隔を求める場合にチェックします。
杭間隔優先、照査の時: 指定した杭間隔の照査を行う場合にチェックします。

杭の直径の8倍以内の規定を考慮する

杭材優先の時: 杭の直径の8倍以内を杭間隔の目安とする規定を考慮して杭間隔を求める場合にチェックします。
杭間隔優先、照査の時: 指定した杭間隔の照査を行う場合にチェックします。

孔壁間の距離は1m以上の規定を考慮する

杭材優先の時: 孔壁間の距離を1m以上確保する規定を考慮して杭間隔を求める場合にチェックします。
杭間隔優先、照査の時: 指定した杭間隔の照査を行う場合にチェックします。
1m 以内でも千鳥配置を許可している場合には、千鳥配置にすることにより孔壁間の距離が1m 以上確保できている場合は照査 OK としています。このとき計算結果の孔壁間距離の文字が紫色となります。

杭の外径と孔壁のクリアランス

$d \text{ (mm)} = 1 \sim 999$
杭の外径と孔壁とのクリアランス(すきま)を入力します。
削孔径と杭の外径との差を入力してください。
概算工事費の削孔径とは関係ありません。概算工事費の削孔径は「国土交通省土木工事積算基準書(共通編)」で規定されている削孔径を使用します。

千鳥配置を許可する

千鳥配置を許可する場合にチェックします。

3.4.7. 降伏破壊（鋼製杭の場合のみ）

計算式	地盤条件	アンカー	地盤変形係数	根入長	許容応力度	標準間隔	降伏破壊	杭の変位	計算範囲	計算結果
<input checked="" type="checkbox"/> 地盤の降伏・破壊を検討する										
解析式の選択 <input type="radio"/> Hennes式 <input type="radio"/> 土研式 <input checked="" type="radio"/> 設計要領式 出典：地すべり鋼管杭設計要領 2003年6月 P.48										
$Q_{pe} = 3 \cdot d \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \gamma_e \cdot l_e^2 \cdot K_{pe} + 2 \cdot c_e \cdot l_e \cdot \sqrt{K_{pe}} \right) \cdot \frac{1}{F_s}$ $Q_{pr} = 3 \cdot d \cdot \left\{ \left(\frac{1}{2} \cdot \gamma_r \cdot l_r^2 + \gamma_e \cdot l_e \cdot l_r \right) \cdot K_{pr} + 2 \cdot c_r \cdot l_r \cdot \sqrt{K_{pr}} \right\} \cdot \frac{1}{F_s}$ <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> l_e : 杭の有効長 d : 杭の直径 </div>										
地すべり鋼管杭設計要領式										
移動層 土の粘着力	$c_e =$	10.0	kN/m ²	$K_{pe} = \tan^2(45^\circ + \phi_e/2) =$	2.464					
移動層 土の内部摩擦角	$\phi_e =$	25.0	°							
移動層 土の単位体積重量	$\gamma_e =$	18.0	kN/m ³							
不動層 土の粘着力	$c_r =$	50.0	kN/m ²	$K_{pr} = \tan^2(45^\circ + \phi_r/2) =$	3.690					
不動層 土の内部摩擦角	$\phi_r =$	35.0	°							
不動層 土の単位体積重量	$\gamma_r =$	20.0	kN/m ³							
安全率	$F_s =$	2.0								

項目	説明
地盤の降伏破壊を検討する	地盤の降伏・破壊の検討する場合にチェックします。 チェックをつけると各値を入力できるようになります。
解析式の選択	Hennes 式 土研式 設計要領式 地盤破壊についての解析式を3つの中から選択します。 選択した式により、入力条件や結果項目が変わります。
土の粘着力	c (kN/m ²) = 0.0 ~ 999.9 土の粘着力を入力します。
土の内部摩擦角	(°) = 0.0 ~ 89.0 土の内部摩擦角を入力します。
土の単位体積重量	(kN/m ³) = 0.1 ~ 999.9 土の単位体積重量を入力します。
安全率	F_s = 0.1 ~ 9.9 安全率を入力します。

3.4.8. 杭の変位

項目	説明
許容変位量を考慮する	杭の変位に対して照査する場合にチェックします。 許容変位量を考慮するにチェックをすると許容変位量の入力ができるようになります。
[参照...]	許容変位量に関する情報を見ることができます。
許容変位量	許容変位量 (mm) = 0.1 ~ 9999.9 杭の常時及び地震時の許容変位量を入力します。 許容変位量は初期値として 50.0 が設定されています。
変位照査位置	杭頭 最大変位位置 任意 変位を照査する杭の位置を杭頭にするか、最大変位が発生する位置にするか、杭頭からの任意の位置にするかを選択します。

3.4.9. 計算範囲 (鋼製杭の場合のみ)

項目	説明
鋼管規格参照	計算対象とする鋼管のパターンを選択します。 杭の材料として鋼管、鋼管 + H 形鋼、二重鋼管のいずれかを選択した場合に有効になります。
H 形鋼規格参照	計算対象とする H 形鋼のパターンを選択します。 杭の材料として H 形鋼、鋼管 + H 形鋼のいずれかを選択した場合に有効になります。
材質	400 材 490 材 520 材 570 材 計算対象とする杭の材質に対してチェックします。
サイズ種類	mm、インチ両方 mm のみ インチのみ 計算に使用する鋼管のサイズを選択します。 杭の材料として H 形鋼を選択した場合には設定できません。
杭の外径	$d(\text{mm}) = 10.0 \sim 9999.9$ 計算対象とする杭の外径の最小値と最大値を入力します。 杭の材料として鋼管が選択されているときに有効となります。また、計算モードが照査の場合は、杭の外径を直接入力するため左側のみ有効となります。

項目	説明
杭の肉厚	<p>$t(\text{mm}) = 0.1 \sim 999.9$ 計算対象とする杭の肉厚の最小値と最大値を入力します。 杭の材料として鋼管が選択されているときに有効となります。また、計算モードが照査の場合は、杭の肉厚を直接入力するため左側のみ有効となります。</p>
杭間隔	<p>$D(\text{m}) = 0.1 \sim 99.9$ 計算対象とする杭間隔の最小値と最大値を入力します。 計算モードが照査の場合は、杭間隔を直接入力するため左側のみ有効となります。</p>
検討ピッチ	<p>検討ピッチ(m) = 0.1 ~ 2.0 計算対象とする杭間隔の検討ピッチを入力します。 計算モードが杭間隔優先の場合のみ有効になります。</p>
対象肉厚	<p>肉厚すべてを検討 最小肉厚のみを検討 杭の材料で鋼管杭を選択した場合に機能します。</p> <p>杭材優先 + 肉厚すべてを検討 杭の断面強度に対する最大杭間隔が、設定した杭間隔の範囲内となる杭を計算により選択しすべて表示します。表示件数は少ないほうで、採用鋼管杭の当たりをつけるときに用います。</p> <p>杭材優先 + 最小肉厚のみを検討 杭材、杭径ごとにその断面強度に対する最大杭間隔が、設定した杭間隔の範囲内となる最小肉厚の杭を計算し表示します。表示件数はもっとも少なくなり、採用鋼管杭の概略的な当たりをつけるときに用います。</p> <p>杭間隔優先 + 肉厚すべてを検討 設定した杭間隔で条件内にある杭を、強度不足や強度過多にかかわらず、すべての肉厚で計算し表示します。強度不足がどんな応力で生じているか知りたい場合や、強度に余裕のある設計をする場合に用います。</p> <p>杭間隔優先 + 最小肉厚のみを検討 設定した杭間隔において、ある杭材、杭径に対し安全となる最小肉厚の杭のみの計算結果を表示します。経済性を追求する設計を行う場合に最適です。</p> <p>~ %の応力度で肉厚を検討 = 1 ~ 200% 最小肉厚のみを検討を選択した場合に表示されます。 任意に指定した%で許容応力度を低減し、肉厚を検討します。 ただし、本機能は、ユーザー様の判断でご使用下さい。</p>

項目	説明
外側の鋼管	杭の材料として鋼管 + H形鋼または二重鋼管を選択した場合に外側の鋼管を選択します。
内側の鋼管	杭の材料として二重鋼管を選択した場合に内側の鋼管を選択します。 内側鋼管の外径が外側鋼管の内径を上回ることできません。
内側のH形鋼	杭の材料として鋼管 + H形鋼を選択した場合に内側のH形鋼を選択します。 H形鋼の外径が外側鋼管の内径を上回ることできません。
腐食しを考慮する	腐食しを考慮する場合にチェックします。 腐食しを考慮すると腐食しが入力できるようになります。
腐食し	腐食し(mm) = 0.0 ~ 9.9 杭の材料に対しての腐食しを入力します。 鋼管の場合は、外側と内側の腐食しを設定します。 H形鋼の場合は外側の腐食しのみ設定します。 腐食しは初期値として 0.0 が設定されています。
H形鋼の方向	X方向(強軸方向) Y方向(弱軸方向) H形鋼の断面強度としてX方向またはY方向のどちらかを選択します。 杭の材料としてH形鋼、鋼管 + H形鋼のいずれかを選択した場合に有効になります。
杭本数	計算対象となる杭の本数が表示されます。
OUT の計算をする	チェックを付けると、照査が OUT になる杭も計算結果に表示します。

3.4.10. 計算結果（鋼製杭の場合のみ）

計算式	地盤条件	アンカー	地盤変形係数	根入長	許容応力度	標準間隔	陥伏破壊	杭の変位	計算範囲	計算結果	
杭間隔優先、最小肉厚のみ検計											
上段：常時の検計結果 下段：地震時の検計結果											
照査	判定	杭の材質	杭の径径 d mm	肉厚 t mm	最大曲げモーメント MMax kNm	最大せん断力 Smax kN	変位 Y mm	曲げ応力度 σ_b kN/cm ²	せん断応力度 τ_s kN/cm ²	標準杭間隔 D0 m	検定倍率 Dd m
1	OK	490材	267.4	25.0	269.15 279.66	883.4 819.3	37.3 27.7	265964 277506	69605 86061	3.0	2.139
2	OK	490材	300.0	19.0	277.38 267.70	896.7 821.9	34.4 26.4	263458 274717	79612 99021	3.0	2.400
3	OK	490材	318.6	17.0	283.19 293.44	885 823.8	32.8 24.3	260268 271296	83044 102274	3.0	2.548
4	OK	490材	350.0	14.0	289.55 299.70	670.9 625.1	30.7 22.7	256543 269346	90785 111651	3.0	2.800
5	OK	490材	355.6	13.0	287.72 300.16	625.9 674.2	22.5 27.9	275193 252970	117985 100320	3.0	2.845
6	OK	490材	400.0	11.0	310.01 298.28	627.6 674.2	20.5 27.8	268232 264820	123155 108306	3.0	3.200
7	OK	490材	406.4	10.0	308.07 297.65	627.7 675.1	20.5 27.0	276709 266971	182064 114813	3.0	3.400
8	OK	490材	426.0	9.0	307.34 309.98	628.3 676.9	19.9 25.5	277945 247386	140868 108565	3.0	3.600
9	OK	490材	450.0	9.0	319.72 313.45	629.7 677.3	18.8 25.1	257351 242971	133072 106914	3.0	3.658
10	OK	490材	457.2	9.0	323.23 323.23	630.0 630.0	18.5 18.5	252722 252722	131019 131019	3.0	3.658

(注) 照査を選択してください。

項目	説明
計算結果一覧	計算結果の一覧が表示されます。(最大 100 行まで) 黄色く反転している行が選択行となります。 赤色表示は照査が OUT となったものです。 孔壁間距離の紫色表示は千鳥配置で条件を満たすものです。 上段には常時の結果、下段には地震時の結果が表示されます。
[変位・応力分布図]	照査を選択した行の常時または地震時の変位図、モーメント図、せん断力図を見ることができます。
[報告書印刷...]	照査を選択した行の報告書を印刷できます。
[報告書プレビュー]	照査を選択した行のプレビューが表示されます。
[Word 出力]	照査を選択した行の報告書を Microsoft Word に出力できます。
[一覧表プレビュー]	結果一覧をプレビューおよび印刷します。
[一覧表コピー]	結果一覧をクリップボードにコピーします。
[情報...]	計算エラーとなった杭の本数等の情報を見ることができます。
[表示項目...]	計算結果一覧に表示する項目(列)を切り替えることができます。
[概算工事費...]	概算工事費の算出へと移ります。 詳しくは別冊の取り扱い説明書(概算工事費編)をご覧ください。

計算結果一覧の項目

照査	-	
判定	-	
杭の材質	-	
杭の外径	d (mm)	鋼管、鋼管 + H 形鋼、二重鋼管の場合
肉厚	t (mm)	鋼管、鋼管 + H 形鋼、二重鋼管の場合
H 形鋼の高さ	H (mm)	H 形鋼、鋼管 + H 形鋼の場合
H 形鋼の辺	B (mm)	H 形鋼、鋼管 + H 形鋼の場合
ウェブ	t1 (mm)	H 形鋼、鋼管 + H 形鋼の場合
フランジ	t2 (mm)	H 形鋼、鋼管 + H 形鋼の場合
溶接丸み半径	r (mm)	H 形鋼、鋼管 + H 形鋼の場合
杭の外径(内側)	d (mm)	二重鋼管の場合
肉厚(内側)	t (mm)	二重鋼管の場合
断面積	A (mm ²)	
断面 2 次モーメント	I (mm ⁴)	
断面係数	Z (mm ³)	
最大曲げモーメント	Mmax (kN・m)	杭間隔優先、照査の場合(杭 1 本当たり)
	Mmax (kN・m/m)	杭材優先の場合(単位幅当たり)
Mmax 発生位置	Xm (m)	
最大せん断力	Smax (kN)	杭間隔優先、照査の場合(杭 1 本当たり)
	Smax (kN/m)	杭材優先の場合(単位幅当たり)
Smax 発生位置	Xs (m)	
変位	Y (mm)	杭頭、最大または任意
変位発生位置	Xy (m)	杭頭、最大または任意
曲げ応力度	s (N/mm ²)	杭間隔優先、照査の場合
せん断応力度	s (N/mm ²)	杭間隔優先、照査の場合
曲げ応力度杭間隔	Dm (m)	杭材優先の場合
せん断応力度杭間隔	Ds (m)	杭材優先の場合
標準杭間隔	Do (m)	地すべり移動層の厚さによる規定を考慮
杭径 8 倍間隔	Dd (m)	杭の直径の 8 倍以内の規定を考慮
孔壁間距離	Dw (m)	孔壁間の距離は 1 m 以上の規定を考慮
杭間隔	D (m)	
必要有効長	le (m)	杭の有効長を照査する場合
根入長	lr (m)	
杭長	lp (m)	
杭にかかる軸力	Nf (kN)	杭間隔優先、照査の場合
水平支点反力	Th (kN/本)	アンカー併用する場合
必要アンカー力	P0 (kN/本)	アンカー併用する場合
許容引張荷重	(kN/本)	アンカー併用する場合
許容降伏荷重	(kN/本)	アンカー併用する場合
水平負担力	H (kN)	
水平土圧	P (kN)	Hennes 式、土研式の場合
受働土圧(移動層)	Qpe (kN)	設計要領式の場合
受働土圧(不動層)	Qpr (kN)	設計要領式の場合
e・le(移動層)	-	
r・lr(不動層)	-	

3.5. くさび杭(多層系)の計算

ここでは、くさび杭(多層系)の計算手順を示します。

- 3.5.1 地盤条件
- 3.5.2 アンカー
- 3.5.3 地盤変形係数
- 3.5.4 根入長
- 3.5.5 許容応力度 (鋼製杭の場合のみ)
- 3.5.6 標準間隔 (鋼製杭の場合のみ)
- 3.5.7 降伏破壊 (鋼製杭の場合のみ)
- 3.5.8 杭の変位
- 3.5.9 計算範囲 (鋼製杭の場合のみ)
- 3.5.10 計算結果 (鋼製杭の場合のみ)

鉄筋コンクリート杭の説明は、「3.9 鉄筋コンクリート杭の計算」を参照してください。

3.5.1. 地盤条件

計算式	地盤条件	地盤変形係数	根入長	杭の変位	発生応力	地震時発生応力	主鉄筋
地盤条件							
移動層の厚さ	It =	10.00	m	説明			
杭の有効長	le =	10.00	m				
杭上部有効長	le1 =	3.00	m				
杭下部有効長	le2 =	7.00	m				
杭にかかる初期軸力 (Nf ₁)							
常時:		0.0	kN				
地震時:		0.0	kN				
必要抑止力 (Pr)	常時:	500.0	kN/m				
	地震時:	550.0	kN/m				
杭間隔	D =	3.0	m				
すべり面傾斜角度 (θ _e)							
<input checked="" type="radio"/> 考慮する	常時:	15.0	°	参照...			
<input type="radio"/> 考慮しない	地震時:	20.0	°				

項目	説明
移動層の厚さ	It (m) = 0.01 ~ 99.99 移動層の厚さを入力します。
杭の有効長	le (m) = 0.01 ~ 99.99 移動層部分における杭の長さを入力します。杭頭部を埋め込む場合は移動層の厚さから埋め込む長さを引いた値を入力します。 地表面から突出する杭は計算できません。
杭上部有効長	le1 (m) = 0.00 ~ le 移動層上部における杭の長さを入力します。
杭下部有効長	le2 (m) 移動層下部における杭の長さを表示します。 入力の必要はありません。le - le1 の値が表示されます。
杭にかかる初期軸力	Nf ₁ (kN) = 0.0 ~ 999999.9 杭にかかる常時および地震時の初期軸力を入力します。 初期値として 0.0 が設定してあります。また、0.0 の場合は初期軸力は考慮されません。
必要抑止力	Pr (kN/m) = 0.1 ~ 99999.9 単位幅当たりの常時および地震時の必要抑止力を入力します。
杭間隔	D (m) = 0.1 ~ 99.9 杭の設置間隔を入力します。 鉄筋コンクリート杭の場合に有効になります。

項目	説明
すべり面傾斜角度を考慮	考慮する 考慮しない すべり面傾斜角度を考慮するかしないかを選択します。
すべり面傾斜角度	$e (^{\circ}) = -89.0 \sim 89.0$ 常時および地震時のすべり面傾斜角度を入力します。 すべり面傾斜角度を考慮する場合に有効になります。
[説明]	各入力値について図解してます。

3.5.2. アンカー

The screenshot shows a software window titled 'アンカー' (Anchor) with various input fields and a diagram. The input fields include:

- アンカー初期張力 Pa = 20.0 kN
- アンカー傾角 $\theta a = 30.0^\circ$
- アンカーの自由長 lf = 12.00 m
- アンカーの弾性係数 Ea = 1.98×10^8 kN/m²
- アンカーのパネ定数 Ka = kN/m
- アンカーの引張荷重 Tus = kN
- アンカーの降伏荷重 Tys = kN
- アンカー本数: 1本 (selected) or 0.5本
- アンカー分力: アンカー分力を軸力に加算 (selected) or しない
- 許容引張力: 引張荷重 0.60 × Tus, 降伏荷重 0.75 × Tys (常時); 引張荷重 0.80 × Tus, 降伏荷重 0.90 × Tys (地震時)

The diagram on the right shows a vertical pile with an anchor attached at an angle θa . The anchor length is labeled 'lf'. The soil is divided into a '移動層' (moving layer) above and a '不動層' (fixed layer) below.

項目	説明
取付位置杭頭固定	くさび杭の場合はアンカー取り付け位置は杭頭となります。
アンカー初期張力	Pa (kN) = 0.0 ~ 99999.9 アンカーの初期張力を入力します。
アンカー傾角	$a (^\circ) = 0.0 \sim 89.0$ アンカー傾角を入力してください。
アンカーの自由長	lf (m) = 0.01 ~ 99.99 アンカーの自由長を入力してください。
アンカーの弾性係数	Ea (kN/m ²) = 0.01 ~ 9.99×10^8 アンカーの弾性係数を入力します。 アンカー引張材の鋼材が「その他」以外の場合に有効になります。
アンカーのパネ定数	Ka (kN/m) = 10 ~ 999999 アンカーのパネ定数を入力します。 アンカー引張材の鋼材が「その他」の場合に有効になります。
アンカーの引張荷重	Tus (kN) = 0.001 ~ 9999.999 アンカーの引張荷重を入力します。 アンカー引張材の鋼材が「その他」の場合に有効になります。
アンカーの降伏荷重	Tys (kN) = 0.001 ~ 9999.999 アンカーの降伏荷重を入力します。 アンカー引張材の鋼材が「その他」の場合に有効になります。
アンカー本数	1本 0.5本 杭1本当たりのアンカー本数を選択します。 杭2本につきアンカー1本をつける場合は、0.5本を選択してください。

項目	説明
アンカー分力を軸力に加算	<p>する しない</p> <p>アンカー分力を杭にかかる軸力に加算するかどうかを選択します。</p>
引張荷重	<p>0.01 ~ 1.00</p> <p>常時または地震時のアンカーの引張荷重に対する係数を入力します。</p>
降伏荷重	<p>0.01 ~ 1.00</p> <p>常時または地震時のアンカーの降伏荷重に対する係数を入力します。</p>
[参照...]	アンカーの許容引張力を参照し、引張荷重、降伏荷重を代入できます。
鋼材	アンカーの鋼材を PC 鋼より線、多重 PC 鋼より線、異形 PC 鋼棒、その他から選択します。
種別	アンカーの種別を規格に登録してあるデータから選択します。
規格	アンカーの規格を規格に登録してあるデータから選択します。

[許容引張力]ダイアログ

許容引張力

地盤工学会基準

グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説
平成15年8月 110頁

代入
キャンセル

仮設アンカー
常時: $0.65 \times T_{us}$ 、 $0.80 \times T_{ys}$
地震時: _____、_____

永久アンカー
常時: $0.60 \times T_{us}$ 、 $0.75 \times T_{ys}$
地震時: $0.80 \times T_{us}$ 、 $0.90 \times T_{ys}$

3.5.3. 地盤変形係数

計算式 | 地盤条件 | アンカー | 地盤変形係数 | 根入長 | 許容応力度 | 標準間隔 | 降伏破壊 | 杭の変位 | 計算範囲 | 計算結果

地盤の変形係数

層	EsKh 選択	Es	Kh算出方法	Kh	ν	r	KI	K2	B	N	α	E0
移動層上部	▼		▼								1	72000
移動層下部	▼		▼								1	72000
不動層上部	▼		▼								1	120000
不動層下部	▼		▼								1	120000

Esの低減
低減係数 $\mu = 1.00$ [設定] Khの計算精度向上 [一括入力] [参照] [記号説明]

検討モードが「地震時のみ」「常時+地震時」の場合、「道示N値による方法」「道示E0による方法」のみ選択可能です。

1/β仮定
 1/β仮定する [説明]

入力方法の選択
 道示N値による方法
 道示E0による方法

βの算出方法の選択
 各層のkh値を加重平均
 各層のβ値を加重平均

項目	説明
EsKh 選択	Es Kh 地盤の変形係数の算出方法としてEsを直接入力するか、またはKhを算出してから求めるかを選択します。 地震時を検討する際は、選択できません。
Kh 算出方法	・等分布荷重方式 ・等変位方式 ・港研式 ・林野庁・長野県の式 ・道示N値による方法 ・道示E0による方法 ・直接入力 変形係数の算出方法がKhの場合、上記の計算式から選択します。 地震時を検討する際は、選択できません。
1/β 仮定する	道路橋示方書下部構造編にかかっている1/βを仮定してKhを算出する方法を用いる場合にチェックします。 <入力方法の選択> 道示N値による方法 道示E0による方法 <βの算出方法の選択> 各層のkh値を加重平均 各層のβ値を加重平均 [説明] 「各層のkh値を加重平均」か「各層のβ値を加重平均」かの入力方法の違いを説明します。

項目

説明

[一括入力]	連続する部材に対して同じ値を一度に設定できます。
[参照]	Es および Kh の計算式についての情報を見ることができます。
各設定値	地盤の変形係数: E_s (kN/m ²) = 0 ~ 99999999 横方向地盤反力係数: K_h (kN/m ³) = 1 ~ 99999999 ポアソン比: = 0.01 ~ 1.00 載荷試験時の載荷半径: r (m) = 0.01 ~ 99.99 等分布荷重方式による K 値: K_I (kN/m ³) = 1 ~ 99999999 等変位方式による K 値: K_k (kN/m ³) = 1 ~ 99999999 等変位方式試験における載荷幅: B (m) = 0.01 ~ 99.99 標準貫入試験における N 値: N = 1 ~ 9999 設計対象となる位置での変形係数: E_0 (kN/m ²) = 1 ~ 99999999 E0 に対する係数: 常時の = 1 or 4 地震時の = 2 or 8 EsKh 選択および Kh 算出方法により、画面の入力が切り替わります。
低減係数	μ = 0.01 ~ 1.00 移動層の地盤の変形係数を低減する割合です。 [設定]ボタンをクリックすることにより値を入力することができます。
[設定]	低減係数を入力できます。 また、有効抵抗力を入力することにより参考値を求めることができます。
kh の計算精度向上	チェックをつけた場合、地震時の kh の算出の際に小数点以下全ての桁を用いて算出します。これにより、地震時の kh の値は必ず常時の2倍となります。ただし、報告書の内容で計算すると、表示されている有効桁数の関係上、kh の値とずれる可能性があります。 チェックをつけない場合、地震時の kh の値は必ずしも常時の2倍とはなりません。しかし、報告書の内容は正しく表記されています。
[記号説明]	地盤変形係数の入力時の各記号の説明をします。

3.5.4. 根入長

計算式	地盤条件	アンカー	地盤変形係数	根入長	許容応力度	標準間隔	降伏破壊	杭の変位	計算範囲	計算結果
すべり面から上の杭の長さ l_e (杭の有効長)										
<input type="checkbox"/> すべり面から上の杭の長さを照査する a = <input type="text" value="1.5"/> 参照...										
杭の根入長 l_r										
計算式										
<input type="checkbox"/> $b/\beta \times a$ a = <input type="text" value="1.5"/> <input type="checkbox"/> 任意の根入長 $l_r =$ <input type="text" value=""/> m										
<input checked="" type="radio"/> bに α を使用 b = <input type="text"/>										
<input type="radio"/> bを任意入力 a = <input type="text" value="1.5"/>										
<input checked="" type="checkbox"/> 不動層モーメント第一零点 $\times a$ a = <input type="text" value="1.5"/>										
<input type="checkbox"/> 除外長設定 <input type="text" value="0.00"/> (m) 参照...										
<input checked="" type="checkbox"/> 最低3m以上を確保する 参照...										
上部不動層厚 $l_{r1} =$ <input type="text" value="3.00"/> m										
下部不動層厚 $l_{r2} =$ <input type="text" value=""/> m										
根入部および杭形式の区分に使用する β の算出方法										
<input checked="" type="radio"/> すべり面部の β を使用 <input type="radio"/> 算術平均 <input type="radio"/> 加重平均 <input type="radio"/> 部材番号指定 <input type="radio"/> 各層の β を使用										
※常時の β 値で根入長を求めます。										
部材番号 <input type="text"/>										
丸め方法										
<input type="radio"/> 根入長 丸め単位 = <input type="text" value="0.5"/> m										
<input checked="" type="radio"/> 杭の全長										
<input type="radio"/> 丸めない 参照...										
杭形式の区分値 (β)										
<input type="checkbox"/> 任意入力する										
常時： <input type="text"/> 移動層 <input type="text"/> 不動層 <input type="text"/>										
地震時： <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>										

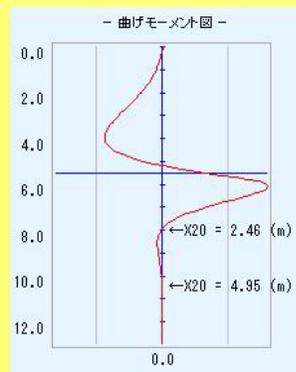
項目	説明
すべり面から上の杭の長さ	<p>すべり面から上の杭の長さを照査する ($a = 1.0 \sim 2.0$) 杭の有効長を照査する場合はチェックします。 チェックをすると係数 a の入力ができるようになります。 係数 a は初期値として 1.5 が設定してあります。 「根入部および杭形式の区分に使用する の算出方法」で 各層の を使用を選択した場合には、本機能は使用できません。</p>
[参照...]	すべり面から上の杭の長さに関する情報を見ることができます。
根入長の計算式	<p>$b/\beta \times a$ ($a = 1.0 \sim 2.0$) bに を使用 bを任意入力 ($b = 0.0 \sim 9.9$) 不動層モーメント第一零点 $\times a$ ($a = 1.0 \sim 2.0$) 本機能を選択した場合には、「根入部および杭形式の区分に使用する の算出方法」で「各層の を使用」が使用できません。</p> <p>任意の根入長 $l_r(m) = 0.01 \sim 900.00$ 根入長の設定を計算式から求めるか、任意入力するかを選択します。 計算式をチェックすると係数 a または b の入力ができるようになります。 計算式の場合は、複数チェックをつけることができます。その時の根入長は計算式から求めた中で一番小さい値となります。 任意の根入長をチェックすると根入長の入力ができるようになります。 係数 a は初期値として 1.5 が設定してあります。</p>

根入長の計算式

除外長設定 (0.00 ~ 99.99)
除外長を設定する場合にチェックをつけます。

[参照...]

除外長について解説をしています。



多層くさび杭において、左図のような曲げモーメントの場合、すべり面を0とした不動層モーメント第一零点は、2.46(m)の位置で算出される。

ここで、意図的に不動層モーメント第二零点を算出したい場合等に除外長を以下のように設定すれば、4.95(m)が算出される。

不動層モーメント第一零点×a
 除外長設定 3.00 (m)

なお、除外長に設定する値は、すべり面を0とした場合の不動層側への距離(m)を入力する。また、除外長は設定した距離から開始する。例えば、0(m)を設定した場合はすべり面から調査を開始する。

最低 3m 以上を確保する
根入長を 3m 以上確保したい場合にチェックします。
任意の根入長が選択されている場合は無効となります。

[参照...]

根入長の計算式に関する参考文献を見ることができます。

上部不動層厚

lr1 (m) = 0.00 ~ 99.99
上部不動層の厚さを入力します。

下部不動層厚

lr2 (m)
下部不動層の厚さを表示します。

根入部および杭形式の区分に使用する の算出方法	<p>根入長の算出時および杭形式を区分するために使用する移動層および不動層の の算出方法を選択します。</p> <p>すべり面部の を使用 移動層には、移動層下部の を使用します。 不動層には、不動層上部の を使用します。 各層の を使用 根入長の計算式に使用する場合は、 根入部の上の部材から順番に と長さの積を求めていき、そこから満足する根入長を求めていきます。</p> <p>杭形式を区分するために使用する場合は、 移動層および不動層の上部下部の と長さの加重平均値により杭形式を判定します。</p> <p>根入長の計算式で不動層モーメント第一零点 x_a をチェックしたとき使用できません。 杭形式の区分値()を任意入力した場合には、本機能により算出した 値は杭形式を区分するためには使用しません。</p>
杭形式の区分値()	<p>任意入力する 0.0001 ~ 99.9999 常時および地震時の杭形式の区分値を任意入力します。</p>
丸め方法	<p>根入長 杭の全長 丸めない</p> <p>計算式によって求めた根入長についてどのように丸めるかを3つの中から選択します。</p> <p>根入長：根入長を単独で丸めます。 杭の全長：杭の有効長に根入長を加えた後で丸めます。 丸めない：計算で求めた値をそのまま使います。 任意の根入長の場合は「丸めない」が選択されます。</p>
丸め単位	<p>丸め単位(m) = 0.1 ~ 2.0 丸め方法で根入長もしくは杭の全長を選択した場合に、丸める単位を入力します。 丸め単位は初期値として 0.5 が設定してあります。 丸めないを選択している場合は無効となります。</p>
[参照...]	<p>根入長の丸めに関する情報を見ることができます。</p>

3.5.5. 許容応力度（鋼製杭の場合のみ）

項目	説明
常時における期間	短期 長期 常時の許容応力度の期間として短期又は長期の選択をします。
[参照]	短期、長期の判断についての情報を見ることができます。
許容応力度	せん断許容応力度: $sa \text{ (N/mm}^2\text{)} = 1 \sim 999$ 曲げ許容応力度: $sa \text{ (N/mm}^2\text{)} = 1 \sim 999$ 鋼材の常時の短期または長期のせん断許容応力度及び曲げ許容応力度の入力を行います。 常時 + 地震の検討モードを選択している場合には、地震時のせん断許容応力度及び曲げ許容応力度の入力を行います。
[参照(鋼管)]	鋼管の許容応力度を参照し、値を代入できます。
[参照(H形鋼)]	H形鋼の許容応力度を参照し、値を代入できます。
せん断応力補正係数	任意入力 $\alpha_0 = 1.000 \sim 3.000$ 計算式から求める 補正係数を指定するか、計算式で求めるかを選択します。 α_0 には初期値として2.0が設定されています。 H形鋼の場合は「計算式から求める」は無効になります。
[参照]	せん断応力補正係数について情報を見ることができます。
杭の弾性係数	$E \text{ (kN/m}^2\text{)} = 0.1 \sim 9.9 \times 10^8$ 杭の弾性係数を入力します。 杭の弾性係数は初期値として 2.0×10^8 が設定されています。

許容応力度(「平成 15 年治山技術基準 解説 地すべり防止編」を選択した場合)

計算式 | 地盤条件 | アンカー | 地盤変形係数 | 埋入長 | 許容応力度 | 標準間隔 | 隆伏破壊 | 杭の位置 | 計算範囲 | 計算結果

鋼材許容応力度

許容応力度
常時における期間

短期 長期

参照(編替)
参照(H形鋼)

	肉厚 t mm	短期 せん断 σ_{sa} N/mm ²	短期 曲げ σ_{sa} N/mm ²	長期 せん断 σ_{sa} N/mm ²	長期 曲げ σ_{sa} N/mm ²	地震時 せん断 σ_{sa1} N/mm ²	地震時 曲げ σ_{sa1} N/mm ²
400材	t ≤ 40	117	205	78	137		
	t > 40	109	199	73	127		
490材	t ≤ 40	162	279	108	188		
	t > 40	147	256	98	171		
570材	t ≤ 40			147	254		
	t ≤ 75			142	245		
	t > 75			137	240		

せん断応力度補正係数

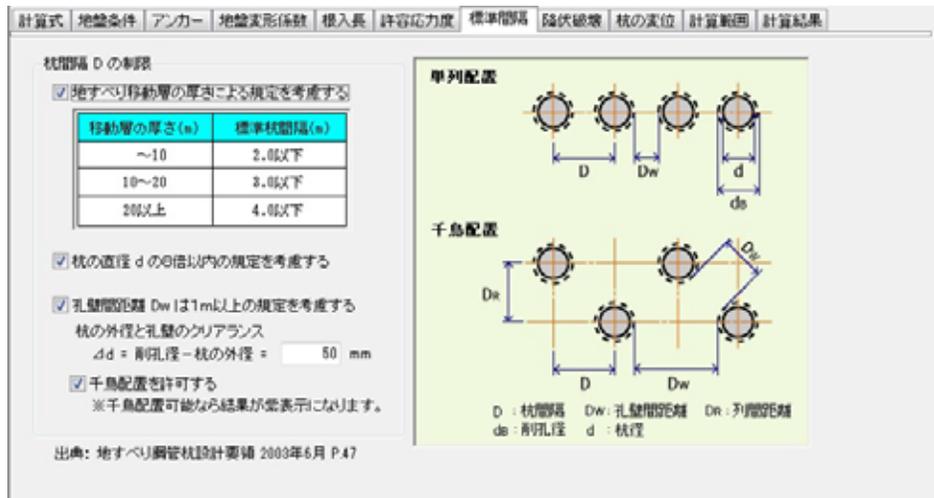
任意入力 $\alpha_s = 2000$ 計算式から求める $\alpha_s = \frac{2(3d^2 - 8d \cdot t + 4t^2)}{3(d^2 - 2d \cdot t + 2t^2)}$

杭の弾性係数

E = 200 × 10⁸ kN/m²

「平成 15 年治山技術基準 解説 地すべり防止編」を選択した時のみ、上記画面となります。
 「平成 15 年治山技術基準 解説 地すべり防止編」では、鋼材規格および肉厚(t)により許容応力度が変化します。

3.5.6. 標準間隔 (鋼製杭の場合のみ)



項目

説明

地すべり移動層の厚さによる規定を考慮する

杭材優先の時: 地すべり移動層の厚さによる標準杭間隔の規定を考慮して杭間隔を求める場合にチェックします。
杭間隔優先、照査の時: 指定した杭間隔の照査を行う場合にチェックします。

杭の直径の8倍以内の規定を考慮する

杭材優先の時: 杭の直径の8倍以内を杭間隔の目安とする規定を考慮して杭間隔を求める場合にチェックします。
杭間隔優先、照査の時: 指定した杭間隔の照査を行う場合にチェックします。

孔壁間の距離は1m以上の規定を考慮する

杭材優先の時: 孔壁間の距離を1m以上確保する規定を考慮して杭間隔を求める場合にチェックします。
杭間隔優先、照査の時: 指定した杭間隔の照査を行う場合にチェックします。
1m以内でも千鳥配置にすることにより孔壁間の距離が1m以上確保できる場合は照査 OKとしています。

杭の外径と孔壁のクリアランス

d (mm) = 1 ~ 999
杭の外径と孔壁とのクリアランス(すきま)を入力します。
削孔径と杭の外径との差を入力してください。

千鳥配置を許可する

千鳥配置を許可する場合にチェックします。

3.5.7. 降伏破壊（鋼製杭の場合のみ）

計算式	地盤条件	アンカー	地盤変形係数	根入長	許容応力度	標準間隔	降伏破壊	杭の変位	計算範囲	計算結果
<input checked="" type="checkbox"/> 地盤の降伏・破壊を検討する										
解析式の選択 <input type="radio"/> Hennes式 <input type="radio"/> 土研式 <input checked="" type="radio"/> 設計要領式 出典: 地すべり鋼管杭設計要領 2003年6月 P.48										
$Q_{pe} = 3 \cdot d \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \gamma_e \cdot l_e^2 \cdot K_{pe} + 2 \cdot c_e \cdot l_e \cdot \sqrt{K_{pe}} \right) \cdot \frac{1}{F_s}$ $Q_{pr} = 3 \cdot d \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \gamma_r \cdot l_r^2 + \gamma_e \cdot l_e \cdot l_r \right) \cdot K_{pr} + 2 \cdot c_r \cdot l_r \cdot \sqrt{K_{pr}} \cdot \frac{1}{F_s}$ <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> l_e: 杭の有効長 d: 杭の直径 </div>										
地すべり鋼管杭設計要領式										
移動層 土の粘着力	$c_e =$	10.0	kN/m ²	$K_{pe} = \tan^2(45^\circ + \phi_e/2) =$	2.464					
移動層 土の内部摩擦角	$\phi_e =$	25.0	°							
移動層 土の単位体積重量	$\gamma_e =$	18.0	kN/m ³							
不動層 土の粘着力	$c_r =$	50.0	kN/m ²	$K_{pr} = \tan^2(45^\circ + \phi_r/2) =$	3.690					
不動層 土の内部摩擦角	$\phi_r =$	35.0	°							
不動層 土の単位体積重量	$\gamma_r =$	20.0	kN/m ³							
安全率	$F_s =$	2.0								

項目	説明
地盤の降伏破壊を検討する	地盤の降伏・破壊の検討する場合にチェックします。 チェックをつけると各値を入力できるようになります。
解析式の選択	Hennes 式 土研式 設計要領式 地盤破壊についての解析式を3つの中から選択します。 選択した式により、入力条件や結果項目が変わります。
土の粘着力	c (kN/m ²) = 0.0 ~ 999.9 土の粘着力を入力します。
土の内部摩擦角	(°) = 0.0 ~ 89.0 土の内部摩擦角を入力します。
土の単位体積重量	(kN/m ³) = 0.1 ~ 999.9 土の単位体積重量を入力します。
安全率	F_s = 0.1 ~ 9.9 安全率を入力します。

3.5.8. 杭の変位

計算式 | 地盤条件 | アンカー | 地盤実形係数 | 掘入長 | 許容応力度 | 標準間隔 | 陸伏破損 | 杭の変位 | 計算範囲 | 計算結果

変位の規制

許容変位量を考慮する(O) 参照...

許容変位量

常時 : 210.0 mm

地震時 : 300.0 mm

変位照査位置

杭頭 説明

最大変位位置

任意 (杭頭から 1.00 m)

項目	説明
許容変位量を考慮する	杭の変位に対して照査する場合にチェックします。 許容変位量を考慮するにチェックをすると許容変位量の入力ができるようになります。
[参照...]	許容変位量に関する情報を見ることができます。
許容変位量	許容変位量 (mm) = 0.1 ~ 9999.9 杭の常時及び地震時の許容変位量を入力します。 許容変位量は初期値として 50.0 が設定されています。
変位照査位置	杭頭 最大変位位置 任意 変位を照査する杭の位置を杭頭にするか、最大変位が発生する位置にするか、杭頭からの任意の位置にするかを選択します。

3.5.9. 計算範囲 (鋼製杭の場合のみ)

項目	説明
鋼管規格参照	計算対象とする鋼管のパターンを選択します。 杭の材料として鋼管、鋼管 + H 形鋼、二重鋼管のいずれかを選択した場合に有効になります。
H 形鋼規格参照	計算対象とする H 形鋼のパターンを選択します。 杭の材料として H 形鋼、鋼管 + H 形鋼のいずれかを選択した場合に有効になります。
材質	400 材 490 材 520 材 570 材 計算対象とする杭の材質に対してチェックします。
サイズ種類	mm、インチ両方 mm のみ インチのみ 計算に使用する鋼管のサイズを選択します。 杭の材料として H 形鋼を選択した場合には設定できません。
杭の外径	$d(\text{mm}) = 10.0 \sim 9999.9$ 計算対象とする杭の外径の最小値と最大値を入力します。 杭の材料として鋼管が選択されているときに有効となります。また、計算モードが照査の場合は、杭の外径を直接入力するため左側のみ有効となります。

項目	説明
杭の肉厚	<p>$t(\text{mm}) = 0.1 \sim 999.9$ 計算対象とする杭の肉厚の最小値と最大値を入力します。 杭の材料として鋼管が選択されているときに有効となります。また、計算モードが照査の場合は、杭の肉厚を直接入力するため左側のみ有効となります。</p>
杭間隔	<p>$D(\text{m}) = 0.1 \sim 99.9$ 計算対象とする杭間隔の最小値と最大値を入力します。 計算モードが照査の場合は、杭間隔を直接入力するため左側のみ有効となります。</p>
検討ピッチ	<p>検討ピッチ(m) = 0.1 ~ 2.0 計算対象とする杭間隔の検討ピッチを入力します。 計算モードが杭間隔優先の場合のみ有効になります。</p>
対象肉厚	<p>肉厚すべてを検討 最小肉厚のみを検討 杭の材料で鋼管杭を選択した場合に機能します。</p> <p>杭材優先 + 肉厚すべてを検討 杭の断面強度に対する最大杭間隔が、設定した杭間隔の範囲内となる杭を計算により選択しすべて表示します。表示件数は少ないほうで、採用鋼管杭の当たりをつけるときに用います。</p> <p>杭材優先 + 最小肉厚のみを検討 杭材、杭径ごとにその断面強度に対する最大杭間隔が、設定した杭間隔の範囲内となる最小肉厚の杭を計算し表示します。表示件数はもっとも少なくなり、採用鋼管杭の概略的な当たりをつけるときに用います。</p> <p>杭間隔優先 + 肉厚すべてを検討 設定した杭間隔で条件内にある杭を、強度不足や強度過多にかかわらず、すべての肉厚で計算し表示します。強度不足がどんな応力で生じているか知りたい場合や、強度に余裕のある設計をする場合に用います。</p> <p>杭間隔優先 + 最小肉厚のみを検討 設定した杭間隔において、ある杭材、杭径に対し安全となる最小肉厚の杭のみの計算結果を表示します。経済性を追求する設計を行う場合に最適です。</p> <p>~ %の応力度で肉厚を検討 = 1 ~ 200% 最小肉厚のみを検討を選択した場合に表示されます。 任意に指定した%で許容応力度を低減し、肉厚を検討します。 ただし、本機能は、ユーザー様の判断でご使用下さい。</p>

項目	説明
外側の鋼管	杭の材料として鋼管 + H形鋼または二重鋼管を選択した場合に外側の鋼管を選択します。
内側の鋼管	杭の材料として二重鋼管を選択した場合に内側の鋼管を選択します。 内側鋼管の外径が外側鋼管の内径を上回ることはできません。
内側のH形鋼	杭の材料として鋼管 + H形鋼を選択した場合に内側のH形鋼を選択します。 H形鋼の外径が外側鋼管の内径を上回ることはできません。
腐食しを考慮する	腐食しを考慮する場合にチェックします。 腐食しを考慮するにチェックすると腐食しが入力できるようになります。
腐食し	腐食し(mm) = 0.0 ~ 9.9 杭の材料に対しての腐食しを入力します。 鋼管の場合は、外側と内側の腐食しを設定します。 H形鋼の場合は外側の腐食しのみ設定します。 腐食しは初期値として 0.0 が設定されています。
H形鋼の方向	X方向(強軸方向) Y方向(弱軸方向) H形鋼の断面強度としてX方向またはY方向のどちらかを選択します。 杭の材料としてH形鋼、鋼管 + H形鋼のいずれかを選択した場合に有効になります。
杭本数	計算対象となる杭の本数が表示されます。
OUT の計算をする	チェックを付けると、照査が OUT になる杭も計算結果に表示します。

3.5.10. 計算結果（鋼製杭の場合のみ）

計算式 地盤条件 アンカー 地盤変形係数 根入長 許容応力度 標準間隔 降伏破壊 杭の変位 計算範囲 計算結果												
杭間隔優先、最小肉厚のみ検討												
上段：常時の検討結果												
下段：地震時の検討結果												
	照査	判定	杭の材質	杭の外径 d mm	肉厚 t mm	最大曲げモーメント MMax kN・m	最大せん断力 Smax kN	変位 Y mm	曲げ応力度 σ_s kN/cm ²	せん断応力度 τ_s kN/cm ²	標準杭間隔 Do m	杭径8倍間隔 Dd m
1	<input type="checkbox"/>	OK	490材	267.4	25.0	278.56 258.25	658.1 725.1	41.9 27.8	274999 259972	69129 76166	3.0	2.139
2	<input type="checkbox"/>	OK	490材	300.0	19.0	287.34 265.77	661.8 727.7	38.6 25.5	272598 257900	78927 86786	3.0	2.400
3	<input type="checkbox"/>	OK	490材	318.5	16.0	288.79 266.91	663.4 728.8	37.3 24.6	277619 262962	87233 95832	3.0	2.548
4	<input type="checkbox"/>	OK	490材	350.0	14.0	300.22 277.00	666.4 730.9	34.5 22.8	267685 253599	90176 98904	3.0	2.800
5	<input type="checkbox"/>	OK	490材	355.6	13.0	298.29 275.19	666.7 731.0	34.4 22.6	273409 259228	95311 104504	3.0	2.845
6	<input type="checkbox"/>	OK	490材	400.0	10.0	303.69 279.74	669.6 733.0	31.8 20.9	277997 264123	109323 119674	3.0	3.200
7	<input type="checkbox"/>	OK	490材	406.4	10.0	307.32 283.03	670.1 733.4	31.3 20.6	274213 260461	107647 117816	3.0	3.251
8	<input type="checkbox"/>	OK	490材	425.0	9.0	308.83 284.23	671.2 734.1	30.4 20.0	276483 262871	114150 124847	3.0	3.400
9	<input type="checkbox"/>	OK	490材	450.0	9.0	321.69 295.71	673.1 735.4	28.8 18.9	256236 243520	107956 117948	3.0	3.600
10	<input type="checkbox"/>	OK	490材	457.2	9.0	325.38 298.96	673.6 735.7	28.3 18.6	251727 239152	106330 116133	3.0	3.658

(注) 照査を選択してください。

項目 説明

計算結果一覧

計算結果の一覧が表示されます。(最大 100 行まで)
 黄色く反転している行が選択行となります。
 赤色表示は照査が OUT となったものです。
 孔壁間距離の紫色表示は千鳥配置で条件を満たすものです。
 上段には常時の結果、下段には地震時の結果が表示されます。

[変位・応力分布図]

照査を選択した行の常時または地震時の変位図、モーメント図、せん断力図を見ることができます。

[報告書印刷...]

照査を選択した行の報告書を印刷できます。

[報告書プレビュー]

照査を選択した行のプレビューが表示されます。

[Word 出力]

照査を選択した行の報告書を Microsoft Word に出力できます。

[一覧表プレビュー]

結果一覧をプレビューおよび印刷します。

[一覧表コピー]

結果一覧をクリップボードにコピーします。

[情報...]

計算エラーとなった杭の本数等の情報を見ることができます。

[表示項目...]

計算結果一覧に表示する項目(列)を切り替えることができます。

[概算工事費...]

概算工事費の算出へと移ります。
 詳しくは別冊の取り扱い説明書(概算工事費編)をご覧ください。

計算結果一覧の項目

照査	-	
判定	-	
杭の材質	-	
杭の外径	d (mm)	鋼管、鋼管 + H 形鋼、二重鋼管の場合
肉厚	t (mm)	鋼管、鋼管 + H 形鋼、二重鋼管の場合
H 形鋼の高さ	H (mm)	H 形鋼、鋼管 + H 形鋼の場合
H 形鋼の辺	B (mm)	H 形鋼、鋼管 + H 形鋼の場合
ウェブ	t1 (mm)	H 形鋼、鋼管 + H 形鋼の場合
フランジ	t2 (mm)	H 形鋼、鋼管 + H 形鋼の場合
溶接丸み半径	r (mm)	H 形鋼、鋼管 + H 形鋼の場合
杭の外径(内側)	d (mm)	二重鋼管の場合
肉厚(内側)	t (mm)	二重鋼管の場合
断面積	A (mm ²)	
断面 2 次モーメント	I (mm ⁴)	
断面係数	Z (mm ³)	
最大曲げモーメント	Mmax (kN・m)	杭間隔優先、照査の場合(杭 1 本当たり)
	Mmax (kN・m/m)	杭材優先の場合(単位幅当たり)
Mmax 発生位置	Xm (m)	
最大せん断力	Smax (kN)	杭間隔優先、照査の場合(杭 1 本当たり)
	Smax (kN/m)	杭材優先の場合(単位幅当たり)
Smax 発生位置	Xs (m)	
変位	Y (mm)	杭頭、最大または任意
変位発生位置	Xy (m)	杭頭、最大または任意
曲げ応力度	s (N/mm ²)	杭間隔優先、照査の場合
せん断応力度	s (N/mm ²)	杭間隔優先、照査の場合
曲げ応力度杭間隔	Dm (m)	杭材優先の場合
せん断応力度杭間隔	Ds (m)	杭材優先の場合
標準杭間隔	Do (m)	地すべり移動層の厚さによる規定を考慮
杭径 8 倍間隔	Dd (m)	杭の直径の 8 倍以内の規定を考慮
孔壁間距離	Dw (m)	孔壁間の距離は 1 m 以上の規定を考慮
杭間隔	D (m)	
必要有効長	le (m)	杭の有効長を照査する場合
根入長	lr (m)	
杭長	lp (m)	
杭にかかる軸力	Nf (kN)	杭間隔優先、照査の場合
水平支点反力	Th (kN/本)	アンカー併用する場合
必要アンカー力	P0 (kN/本)	アンカー併用する場合
許容引張荷重	(kN/本)	アンカー併用する場合
許容降伏荷重	(kN/本)	アンカー併用する場合
水平負担力	H (kN)	
水平土圧	P (kN)	Hennes 式、土研式の場合
受働土圧(移動層)	Qpe (kN)	設計要領式の場合
受働土圧(不動層)	Qpr (kN)	設計要領式の場合
e・le(移動層)	-	
r・lr(不動層)	-	

3.6. 抑え杭の計算

ここでは、抑え杭の計算手順を示します。

- 3.6.1 地盤条件
- 3.6.2 アンカー
- 3.6.3 地盤変形係数
- 3.6.4 根入長
- 3.6.5 許容応力度 (鋼製杭の場合のみ)
- 3.6.6 標準間隔 (鋼製杭の場合のみ)
- 3.6.7 降伏破壊 (鋼製杭の場合のみ)
- 3.6.8 杭の変位
- 3.6.9 計算範囲 (鋼製杭の場合のみ)
- 3.6.10 計算結果 (鋼製杭の場合のみ)

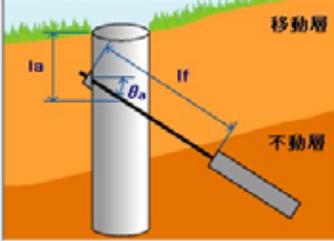
鉄筋コンクリート杭の説明は、「3.9 鉄筋コンクリート杭の計算」を参照してください。

3.6.1. 地盤条件

項目	説明
移動層の厚さ	l_t (m) = 0.01 ~ 99.99 移動層の厚さを入力します。
杭の有効長	l_e (m) = 0.01 ~ 99.99 移動層部分における杭の長さを入力します。杭頭部を埋め込む場合は移動層の厚さから埋め込む長さを引いた値を入力します。 地表面から突出する杭は計算できません。
必要抑止力	P_r (kN/m) = 0.1 ~ 99999.9 常時および地震時の単位幅当たりの必要抑止力を入力します。
杭にかかる初期軸力	N_{f1} (kN) = 0.0 ~ 999999.9 杭にかかる常時および地震時の初期軸力を入力します。 初期値として 0.0 が設定してあります。また、0.0 の場合は初期軸力は考慮されません。
杭間隔	D (m) = 0.1 ~ 99.9 杭の設置間隔を入力します。 鉄筋コンクリート杭の場合のみ、表示されます。
すべり面傾斜角度を考慮	考慮する 考慮しない すべり面傾斜角度を考慮するかしないかを選択します。
すべり面傾斜角度	e (°) = -89.0 ~ 89.0 常時および地震時のすべり面傾斜角度を入力します。 すべり面傾斜角度を考慮する場に有効になります。

荷重形態	<p>集中荷重 三角形分布荷重 杭にかかる荷重の形態を選択します。</p>
荷重位置	<p>杭の有効長の 1/2 杭の有効長の 1/3 任意 集中荷重の作用位置を選択します。 集中荷重を選択した場合に有効になります。</p>
すべり面から 力の作用点までの高さ	<p>IH (m) = 0.01 ~ 99.99 集中荷重の作用位置を入力します。 荷重位置で任意を選択した場合に有効になります。</p>
地震時慣性力	<p>なし 慣性力1のみ 慣性力1と慣性力2 地震時の慣性力の入力方法を選択します。</p>
上深度	<p>慣性力がかかる上側の深度を選択します。</p>
下深度	<p>慣性力がかかる下側の深度を選択します。</p>
計算する値	<p>Pr1 Pr Pr2 計算で求める値を選択します。</p> <p>Pr1 (kN/m²) = 0.00 ~ 9999.99 上側の慣性力を入力します。 計算する値で「Pr1」を選択した場合は、他の2つの値から計算するため入力できなくなります。</p> <p>Pr (kN/m) = 0.1 ~ 99999.9 慣性力の水平成分を入力します。 計算する値で「Pr」を選択した場合は、他の2つの値から計算するため入力できなくなります。</p> <p>Pr2 (kN/m²) = 0.00 ~ 9999.99 下側の慣性力を入力します。 計算する値で「Pr2」を選択した場合は、他の2つの値から計算するため入力できなくなります。</p> <p>抑え杭の常時 + 地震時を検討する場合、慣性力があると、骨組解析で計算します。</p>

3.6.2. アンカー

計算式	地盤条件	アンカー	地盤変形係数	根入長	許容応力度	標準間隔	降伏破壊	杭の変位	計算範囲	計算結果
アンカー条件										
アンカー取付位置	アンカー初期張力	アンカー傾角	アンカーの自由長	アンカーの弾性係数	アンカーのn係数	アンカーの引張荷重	アンカーの降伏荷重			
la = 1.00 m	Pa = kN	$\theta_a = 30.0^\circ$	lf = m	Ea = $\times 10^6$ kN/m ²	Ka = kN/m	Tus = kN	Tys = kN			
アンカー引張材										
鋼材: PC鋼上引線										
種別: 仮設アンカー-O5										
規格: O5-1										
アンカーの弾性係数の参考値: 1.98×10^6 kN/m ²										
										
アンカー本数										
杭一本当たりのアンカー本数 <input checked="" type="radio"/> 1本 <input type="radio"/> 0.5本										
アンカー分力										
アンカー分力を軸力に加算 <input checked="" type="radio"/> する <input type="radio"/> しない										
許容引張力										
引張荷重 降伏荷重 <input type="button" value="参照..."/>										
常時: <input type="text"/> \times Tus, <input type="text"/> \times Tys										
地震時: <input type="text"/> \times Tus, <input type="text"/> \times Tys										

項目

説明

アンカー取付位置

la (m) = 0.01 ~ 99.99
アンカーの取付位置を入力します。

アンカー傾角

a (°) = 0.0 ~ 89.0
アンカー傾角を入力してください。

アンカー分力を軸力に加算

する
しない
アンカー分力を杭にかかる軸力に加算するかどうかを選択します。

3.6.3. 地盤変形係数

項目	説明
変形係数の算出方法	<p>Es</p> <p>Kh</p> <p>不動層における地盤の変形係数の算出方法として Es を直接入力するか、または Kh を算出してから求めるかを選択します。 地震時を検討する際は、Kh しか選択できません。</p>
Kh の計算式	<ul style="list-style-type: none"> ・等分布荷重方式 ・等変位方式 ・港研式 ・林野庁・長野県の式 ・道示 N 値による方法 ・道示 E0 による方法 ・直接入力 <p>変形係数の算出方法が Kh の場合、上記の計算式から選択します。 地震時を検討する際は、「道示 E0 による方法」または「道示 N 値による方法」しか選択できません。</p>
[参照...]	Es および Kh の計算式の情報を見ることができます。

項目

説明

各設定値

地盤の変形係数: E_s (kN/m²) = 1 ~ 99999999
横方向地盤反力係数: K_h (kN/m³) = 1 ~ 99999999
ポアソン比: = 0.01 ~ 1.00
載荷試験時の載荷半径: r (m) = 0.01 ~ 99.99
等分布荷重方式による K 値: K_I (kN/m³) = 1 ~ 99999999
等変位方式による K 値: K_k (kN/m³) = 1 ~ 99999999
等変位方式試験における載荷幅: B (m) = 0.01 ~ 99.99
標準貫入試験における N 値: N = 1 ~ 9999
設計対象となる位置での変形係数: E_0 (kN/m²) = 1 ~ 99999999
E0 に対する係数: 常時の = 1 or 4
地震時の = 2 or 8
変形係数の算出方法および K_h の計算式の選択により、画面の入力が切り替わります。

kh の計算精度向上

チェックをつけた場合、地震時の kh の算出の際に小数点以下全ての桁を用いて算出します。これにより、地震時の kh の値は必ず常時の 2 倍となります。ただし、報告書の内容で計算すると、表示されている有効桁数の関係上、 kh の値とずれる可能性があります。
チェックをつけない場合、地震時の kh の値は必ずしも常時の 2 倍とはなりません。しかし、報告書の内容は正しく表記されています。

3.6.4. 根入長

項目	説明
根入長の計算式	$b / \rho \times a \quad (a = 1.0 \sim 2.0)$ <p>b / ρ を使用 b を任意入力 ($b = 0.0 \sim 9.9$) 不動層モーメント第一零点 $\times a$ ($a = 1.0 \sim 2.0$) 任意の根入長 $lr(m) = 0.01 \sim 900.00$</p> <p>根入長の設定を計算式から求めるか、任意入力するかを選択します。計算式をチェックすると係数 a または b の入力できるようになります。計算式の場合は、複数チェックをつけることができます。その時の根入長は計算式から求めた中で一番小さい値となります。任意の根入長をチェックすると根入長の入力できるようになります。係数 a は初期値として 1.5 が設定してあります。</p> <p>最低 3m 以上を確保する 根入長を 3m 以上確保したい場合にチェックします。 任意の根入長が選択されている場合は無効となります。</p>
[参照...]	このボタンをクリックすると根入長の計算式に関する参考文献を見れます。
丸め方法	<p>根入長 杭の全長 丸めない</p> <p>計算式によって求めた根入長についてどのように丸めるかを3つの中から選択します。</p> <p>根入長：根入長を単独で丸めます。 杭の全長：杭の有効長に根入長を加えた後で丸めます。 丸めない：計算で求めた値をそのまま使います。 任意の根入長の場合は「丸めない」が選択されます。</p>

項目	説明
丸め単位	丸め単位(m) = 0.1 ~ 2.0 丸め方法で根入長もしくは杭の全長を選択した場合に、丸める単位を入力します。 丸め単位は初期値として 0.5 が設定してあります。 丸めないを選択している場合は無効となります。
[参照...]	根入長の丸めに関する情報を見ることができます。

3.6.5. 許容応力度（鋼製杭の場合のみ）

	短期せん断 σ _{sa} N/mm ²	短期曲げ σ _{sa} N/mm ²	長期せん断 σ _{sa} N/mm ²	長期曲げ σ _{sa} N/mm ²	地震時せん断 σ _{sa1} N/mm ²	地震時曲げ σ _{sa1} N/mm ²
400材	118	206	78	137	118	206
490材	162	279	108	186	162	279
520材						
570材						

せん断応力補正係数
 任意入力 α₀= 2.000 計算式から求める α₀= $\frac{2(2d-6d-t+4t)}{3(d-2d-t+2t)}$

杭の弾性係数
 E= 2.00 × 10⁸ kN/m²

項目

説明

鋼材許容応力度 期間

短期
長期

鋼材の許容応力度の期間として短期または長期の選択をします。

[参照]

短期、長期の判断についての情報を見ることができます。

許容応力度

せん断許容応力度: σ_a (N/mm²) = 1 ~ 999

曲げ許容応力度: σ_a (N/mm²) = 1 ~ 999

鋼材の常時の短期または長期のせん断許容応力度及び曲げ許容応力度の入力を行います。

常時 + 地震の検討モードを選択している場合には、地震時のせん断許容応力度及び曲げ許容応力度の入力を行います。

[参照(鋼管)]

鋼管の許容応力度を参照し、値を代入できます。

[参照(H形鋼)]

H形鋼の許容応力度を参照し、値を代入できます。

せん断応力補正係数

任意入力 α₀ = 1.000 ~ 3.000

計算式から求める

補正係数を指定するか、計算式で求めるかを選択します。

α₀には初期値として2.0が設定されています。

H形鋼の場合は「計算式から求める」は無効になります。

[参照]

せん断応力補正係数について情報を見ることができます。

杭の弾性係数

E (kN/m²) = 0.1 ~ 9.9 × 10⁸

杭の弾性係数を入力します。

杭の弾性係数は初期値として2.0 × 10⁸が設定されています。

許容応力度(「平成 15 年治山技術基準 解説 地すべり防止編」を選択した場合)

鋼材許容応力度		短期せん断		長期せん断		地震時せん断	
肉厚 t mm	σ _{sa} N/mm ²						
400材	t ≤ 40	117	206	78	137		
	t > 40	109	199	78	127		
490材	t ≤ 40	162	279	100	166		
	t > 40	147	256	98	171		
570材	t ≤ 40			147	254		
	t ≤ 75			142	245		
	t > 75			137	240		

せん断応力度補正係数

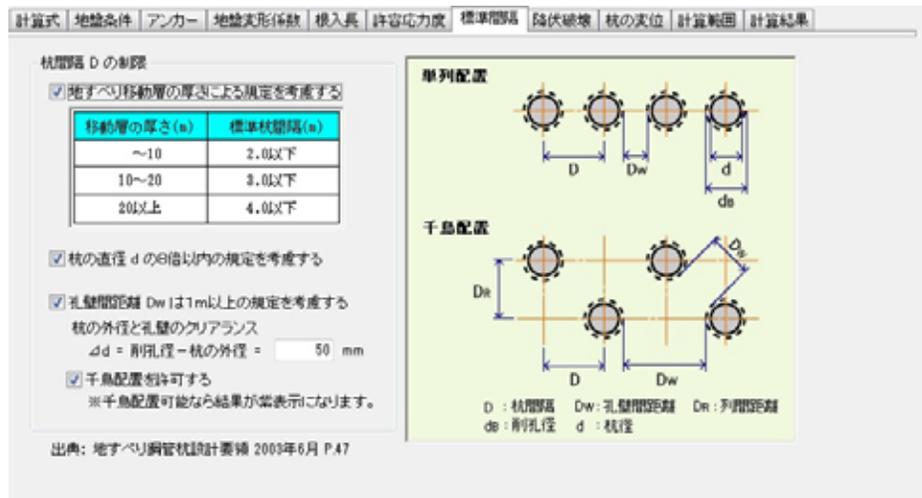
任意入力 α_e = 2.000 計算式から求める α_e = $\frac{2(3d^2 - 8d \cdot t + 4t^2)}{3(d^2 - 2d \cdot t + 2t^2)}$

杭の弾性係数

E = 2.00 × 10¹⁰ kN/m²

「平成 15 年治山技術基準 解説 地すべり防止編」を選択した時のみ、上記画面となります。
 「平成 15 年治山技術基準 解説 地すべり防止編」では、鋼材規格および肉厚(t)により許容応力度が変化します。

3.6.6. 標準間隔（鋼製杭の場合のみ）



項目

説明

地すべり移動層の厚さによる規定を考慮する

杭材優先の時：地すべり移動層の厚さによる標準杭間隔の規定を考慮して杭間隔を求める場合にチェックします。
杭間隔優先、照査の時：指定した杭間隔の照査を行う場合にチェックします。

杭の直径の8倍以内の規定を考慮する

杭材優先の時：杭の直径の8倍以内を杭間隔の目安とする規定を考慮して杭間隔を求める場合にチェックします。
杭間隔優先、照査の時：指定した杭間隔の照査を行う場合にチェックします。

孔壁間の距離は1m以上の規定を考慮する

杭材優先の時：孔壁間の距離を1m以上確保する規定を考慮して杭間隔を求める場合にチェックします。
杭間隔優先、照査の時：指定した杭間隔の照査を行う場合にチェックします。
1m以内でも千鳥配置にすることにより孔壁間の距離が1m以上確保できる場合は照査OKとしています。

杭の外径と孔壁のクリアランス

$d \text{ (mm)} = 1 \sim 999$
杭の外径と孔壁とのクリアランス(すきま)を入力します。
削孔径と杭の外径との差を入力してください。

千鳥配置を許可する

千鳥配置を許可する場合にチェックします。

3.6.7. 降伏破壊（鋼製杭の場合のみ）

計算式 | 地盤条件 | アンカー | 地盤変形係数 | 根入長 | 許容応力度 | 標準値 | 降伏破壊 | 杭の変位 | 計算範囲 | 計算結果

地盤の降伏・破壊を検討する

解析式の選択

Hennes式 土研式 設計要領式 出典: 地すべり鋼管杭設計要領 2009年6月 P.48

$$Q_{pe} = 3 \cdot d \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \gamma_e \cdot l_e^2 \cdot K_{pe} + 2 \cdot c_e \cdot l_e \cdot \sqrt{K_{pe}} \right) \cdot \frac{1}{F_s}$$

$$Q_{pr} = 3 \cdot d \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \gamma_r \cdot l_r^2 + \gamma_e \cdot l_e \cdot l_r \right) \cdot K_{pr} + 2 \cdot c_r \cdot l_r \cdot \sqrt{K_{pr}} \cdot \frac{1}{F_s}$$

l_e : 杭の有効長
 d : 杭の直径

地すべり鋼管杭設計要領式

移動層土の粘着力	$c_e =$ <input type="text" value="10.0"/> kN/m ²	$K_{pe} = \tan^2(45^\circ + \phi_e/2) =$ <input type="text" value="2.454"/>
移動層土の内部摩擦角	$\phi_e =$ <input type="text" value="25.0"/> °	
移動層土の単位体積重量	$\gamma_e =$ <input type="text" value="18.0"/> kN/m ³	
不動層土の粘着力	$c_r =$ <input type="text" value="50.0"/> kN/m ²	$K_{pr} = \tan^2(45^\circ + \phi_r/2) =$ <input type="text" value="3.690"/>
不動層土の内部摩擦角	$\phi_r =$ <input type="text" value="35.0"/> °	
不動層土の単位体積重量	$\gamma_r =$ <input type="text" value="20.0"/> kN/m ³	
安全率	$F_s =$ <input type="text" value="2.0"/>	

項目	説明
地盤の降伏破壊を検討する	地盤の降伏・破壊の検討する場合にチェックします。 チェックをつけるると各値を入力できるようになります。
解析式の選択	Hennes 式 土研式 設計要領式 地盤破壊についての解析式を3つの中から選択します。 選択した式により、入力条件や結果項目が変わります。
土の粘着力	c (kN/m ²) = 0.0 ~ 999.9 土の粘着力を入力します。
土の内部摩擦角	(°) = 0.0 ~ 89.0 土の内部摩擦角を入力します。
土の単位体積重量	(kN/m ³) = 0.1 ~ 999.9 土の単位体積重量を入力します。
安全率	$F_s = 0.1 \sim 9.9$ 安全率を入力します。

3.6.8. 杭の変位

項目	説明
許容変位量を考慮する	杭の変位に対して照査する場合にチェックします。 許容変位量を考慮するにチェックをすると許容変位量の入力ができるようになります。
[参照...]	許容変位量に関する情報を見ることができます。
許容変位量	許容変位量 (mm) = 0.1 ~ 9999.9 杭の常時及び地震時の許容変位量を入力します。 許容変位量は初期値として 50.0 が設定されています。
変位照査位置	杭頭 最大変位位置 任意 変位を照査する杭の位置を杭頭にするか、最大変位が発生する位置にするか、杭頭からの任意の位置にするかを選択します。

3.6.9. 計算範囲 (鋼製杭の場合のみ)

項目	説明
鋼管規格参照	計算対象とする鋼管のパターンを選択します。 杭の材料として鋼管、鋼管 + H 形鋼、二重鋼管のいずれかを選択した場合に有効になります。
H 形鋼規格参照	計算対象とする H 形鋼のパターンを選択します。 杭の材料として H 形鋼、鋼管 + H 形鋼のいずれかを選択した場合に有効になります。
材質	400 材 490 材 520 材 570 材 計算対象とする杭の材質に対してチェックします。
サイズ種類	mm、インチ両方 mm のみ インチのみ 計算に使用する鋼管のサイズを選択します。 杭の材料として H 形鋼を選択した場合には設定できません。
杭の外径	$d(\text{mm}) = 10.0 \sim 9999.9$ 計算対象とする杭の外径の最小値と最大値を入力します。 杭の材料として鋼管が選択されているときに有効となります。また、計算モードが照査の場合は、杭の外径を直接入力するため左側のみ有効となります。

項目	説明
杭の肉厚	<p>$t(\text{mm}) = 0.1 \sim 999.9$ 計算対象とする杭の肉厚の最小値と最大値を入力します。 杭の材料として鋼管が選択されているときに有効となります。また、計算モードが照査の場合は、杭の肉厚を直接入力するため左側のみ有効となります。</p>
杭間隔	<p>$D(\text{m}) = 0.1 \sim 99.9$ 計算対象とする杭間隔の最小値と最大値を入力します。 計算モードが照査の場合は、杭間隔を直接入力するため左側のみ有効となります。</p>
検討ピッチ	<p>検討ピッチ(m) = 0.1 ~ 2.0 計算対象とする杭間隔の検討ピッチを入力します。 計算モードが杭間隔優先の場合のみ有効になります。</p>
対象肉厚	<p>肉厚すべてを検討 最小肉厚のみを検討 杭の材料で鋼管杭を選択した場合に機能します。</p> <p>杭材優先 + 肉厚すべてを検討 杭の断面強度に対する最大杭間隔が、設定した杭間隔の範囲内となる杭を計算により選択しすべて表示します。表示件数は少ないほうで、採用鋼管杭の当たりをつけるときに用います。</p> <p>杭材優先 + 最小肉厚のみを検討 杭材、杭径ごとにその断面強度に対する最大杭間隔が、設定した杭間隔の範囲内となる最小肉厚の杭を計算し表示します。表示件数はもっとも少なくなり、採用鋼管杭の概略的な当たりをつけるときに用います。</p> <p>杭間隔優先 + 肉厚すべてを検討 設定した杭間隔で条件内にある杭を、強度不足や強度過多にかかわらず、すべての肉厚で計算し表示します。強度不足がどんな応力で生じているか知りたい場合や、強度に余裕のある設計をする場合に用います。</p> <p>杭間隔優先 + 最小肉厚のみを検討 設定した杭間隔において、ある杭材、杭径に対し安全となる最小肉厚の杭のみの計算結果を表示します。経済性を追求する設計を行う場合に最適です。</p> <p>~ %の応力度で肉厚を検討 = 1 ~ 200% 最小肉厚のみを検討を選択した場合に表示されます。 任意に指定した%で許容応力度を低減し、肉厚を検討します。 ただし、本機能は、ユーザー様の判断でご使用下さい。</p>

項目 説明

外側の鋼管	杭の材料として鋼管 + H形鋼または二重鋼管を選択した場合に外側の鋼管を選択します。
内側の鋼管	杭の材料として二重鋼管を選択した場合に内側の鋼管を選択します。 内側鋼管の外径が外側鋼管の内径を上回ることはできません。
内側のH形鋼	杭の材料として鋼管 + H形鋼を選択した場合に内側のH形鋼を選択します。 H形鋼の外径が外側鋼管の内径を上回ることはできません。
腐食しるを考慮する	腐食しるを考慮する場合にチェックします。 腐食しるを考慮するにチェックすると腐食しるが入力できるようになります。
腐食しる	腐食しる(mm) = 0.0 ~ 9.9 杭の材料に対しての腐食しるを入力します。 鋼管の場合は、外側と内側の腐食しるを設定します。 H形鋼の場合は外側の腐食しるのみ設定します。 腐食しるは初期値として 0.0 が設定されています。
H形鋼の方向	X方向(強軸方向) Y方向(弱軸方向) H形鋼の断面強度としてX方向またはY方向のどちらかを選択します。 杭の材料としてH形鋼、鋼管 + H形鋼のいずれかを選択した場合に有効になります。
杭本数	計算対象となる杭の本数が表示されます。
OUTの計算をする	チェックを付けると、照査がOUTになる杭も計算結果に表示します。

3.6.10. 計算結果（鋼製杭の場合のみ）

照査	判定	杭の材質	杭の外径 d mm	肉厚 t mm	最大曲げモーメント MMax kN・m	最大せん断力 Smax kN	変位 Y mm	変位応力度 σ_y kN/cm ²	せん断応力度 τ_s kN/cm ²	標準杭間隔 Do m	杭径倍率 Dd m
1	OK	490材	267.4	29.0	310.61 311.66	96.2 157.9	0.0	269696 274203	6659 14540	3.0	2.139
2	OK	490材	300.0	20.0	310.92 311.93	95.1 158.0	0.0	273242 278570	10927 17865	3.0	2.400
3	OK	490材	318.5	18.0	311.74 312.67	95.9 159.2	0.0	263034 268429	11289 18629	3.0	2.548
4	OK	490材	350.0	14.0	312.06 312.96	95.8 159.2	0.0	268440 274508	12984 21408	3.0	2.800
5	OK	490材	355.6	14.0	312.59 313.43	95.7 158.4	0.0	269242 266160	12744 21092	3.0	2.845
6	OK	490材	400.0	11.0	313.47 314.29	95.5 158.6	0.0	253679 260104	14212 22602	3.0	3.200
7	OK	490材	408.4	10.0	312.09 313.70	95.6 158.4	0.0	268107 275096	15350 25446	3.0	3.251
8	OK	490材	425.0	9.0	313.04 313.84	95.6 159.5	0.0	268682 276015	16259 26956	3.0	3.400
9	OK	490材	450.0	9.0	314.00 315.43	95.2 158.9	0.0	240571 247393	15269 25486	3.0	3.600
10	OK	490材	457.2	9.0	315.30 315.89	95.0 159.0	0.0	234112 240724	14997 25099	3.0	3.650

(注) 照査を選択してください。

項目

説明

計算結果一覧

計算結果の一覧が表示されます。(最大 100 行まで)
 黄色く反転している行が選択行となります。
 赤色表示は照査が OUT となったものです。
 孔壁間距離の紫色表示は千鳥配置で条件を満たすものです。
 上段には常時の結果、下段には地震時の結果が表示されます。

[変位・応力分布図]

照査を選択した行の常時または地震時の変位図、モーメント図、せん断力図を見ることができます。

[報告書印刷...]

照査を選択した行の報告書を印刷できます。

[報告書プレビュー]

照査を選択した行のプレビューが表示されます。

[Word 出力]

照査を選択した行の報告書を Microsoft Word に出力できます。

[一覧表プレビュー]

結果一覧をプレビューおよび印刷します。

[一覧表コピー]

結果一覧をクリップボードにコピーします。

[情報...]

計算エラーとなった杭の本数等の情報を見ることができます。

[表示項目...]

計算結果一覧に表示する項目(列)を切り替えることができます。

[概算工事費...]

概算工事費の算出へと移ります。
 詳しくは別冊の取り扱い説明書(概算工事費編)をご覧ください。

計算結果一覧の項目

照査	-	
判定	-	
杭の材質	-	
杭の外径	d (mm)	鋼管、鋼管 + H 形鋼、二重鋼管の場合
肉厚	t (mm)	鋼管、鋼管 + H 形鋼、二重鋼管の場合
H 形鋼の高さ	H (mm)	H 形鋼、鋼管 + H 形鋼の場合
H 形鋼の辺	B (mm)	H 形鋼、鋼管 + H 形鋼の場合
ウェブ	t1 (mm)	H 形鋼、鋼管 + H 形鋼の場合
フランジ	t2 (mm)	H 形鋼、鋼管 + H 形鋼の場合
溶接丸み半径	r (mm)	H 形鋼、鋼管 + H 形鋼の場合
杭の外径(内側)	d (mm)	二重鋼管の場合
肉厚(内側)	t (mm)	二重鋼管の場合
断面積	A (mm ²)	
断面 2 次モーメント	I (mm ⁴)	
断面係数	Z (mm ³)	
最大曲げモーメント	Mmax (kN・m)	杭間隔優先、照査の場合(杭 1 本当たり)
	Mmax (kN・m/m)	杭材優先の場合(単位幅当たり)
Mmax 発生位置	Xm (m)	
最大せん断力	Smax (kN)	杭間隔優先、照査の場合(杭 1 本当たり)
	Smax (kN/m)	杭材優先の場合(単位幅当たり)
Smax 発生位置	Xs (m)	
変位	Y (mm)	杭頭、最大または任意
変位位置	Xy (m)	杭頭、最大または任意
曲げ応力度	s (N/mm ²)	杭間隔優先、照査の場合
せん断応力度	s (N/mm ²)	杭間隔優先、照査の場合
曲げ応力度杭間隔	Dm (m)	杭材優先の場合
せん断応力度杭間隔	Ds (m)	杭材優先の場合
標準杭間隔	Do (m)	地すべり移動層の厚さによる規定を考慮
杭径 8 倍間隔	Dd (m)	杭の直径の 8 倍以内の規定を考慮
孔壁間距離	Dw (m)	孔壁間の距離は 1 m 以上の規定を考慮
杭間隔	D (m)	
根入長	lr (m)	
杭長	lp (m)	
杭にかかる軸力	Nf (kN)	杭間隔優先、照査の場合
水平支点反力	Th (kN/本)	アンカー併用する場合
必要アンカー力	P0 (kN/本)	アンカー併用する場合
水平負担力	H (kN)	
水平土圧	P (kN)	Hennes 式、土研式の場合
受働土圧(移動層)	Qpe (kN)	設計要領式の場合
受働土圧(不動層)	Qpr (kN)	設計要領式の場合
r・lr(不動層)	-	

3.7. 骨組解析自動計算

ここでは、骨組構造解析の自動計算手順を示します。

- 3.7.1 荷重条件
- 3.7.2 地震時条件
- 3.7.3 計算条件
- 3.7.4 地盤変形係数
- 3.7.5 根入長
- 3.7.6 許容応力度 (鋼製杭の場合のみ)
- 3.7.7 標準間隔 (鋼製杭の場合のみ)
- 3.7.8 降伏破壊 (鋼製杭の場合のみ)
- 3.7.9 杭の変位
- 3.7.10 計算範囲 (鋼製杭の場合のみ)
- 3.7.11 計算結果 (鋼製杭の場合のみ)

鉄筋コンクリート杭の説明は、「3.9 鉄筋コンクリート杭の計算」を参照してください。

3.7.1. 荷重条件

The screenshot shows the 'Load Conditions' (荷重条件) window. It features a table with columns for Node (節点), Depth (深度), Displacement Restriction (変位拘束), Rotation Restriction (回転拘束), Moment Load (モーメント荷重), Axial Load (常時せん断荷重), and Earthquake Axial Load (地震時せん断荷重). Below the table are input fields for 'Number of Members' (部材数), 'Slip Surface Depth' (すべり面深度), and 'Embedment Depth' (根入れ地盤深度). On the right, there are settings for 'Normal Distribution Load (Horizontal)' (常時の分布荷重(水平力)) and 'Normal Load on Pile' (常時の杭にかかる軸力(鉛直力)).

項目	説明
節点	節点を昇順に表示します。杭頭を節点=1とします。
深度	深度 (m) = 0.01 ~ 99.99 杭頭を基準(0.00)とする場合の各節点までの長さを入力します。深度は必ず昇順で入力してください。 節点1の深度は杭頭により0.00mで固定となります。
変位拘束	節点をアンカー等で変位拘束する場合にチェックします。
回転拘束	節点をアンカー等で回転拘束する場合にチェックします。
モーメント荷重	モーメント荷重 (kN・m/m) = 0.1 ~ 99999.9 節点にモーメント荷重をかける場合に入力します。
せん断荷重	せん断荷重 (kN/m) = 0.1 ~ 99999.9 節点にせん断荷重をかける場合に入力します。
部材数	部材数 (数) = 2 ~ 99 部材数を増減する場合に入力します。 節点数 = 部材数 + 1 となります。
根入れ地盤深度	根入部の始まる位置(杭頭からの距離)を選択します。
すべり面深度	すべり面部の始まる位置(杭頭からの距離)を選択します。 杭間隔の照査において、「地すべり移動層の厚さによる規定を考慮する」場合、指定されたすべり面深度により移動層の厚さを算出します。
[一括入力...]	部材数と部材長を一括入力できます。

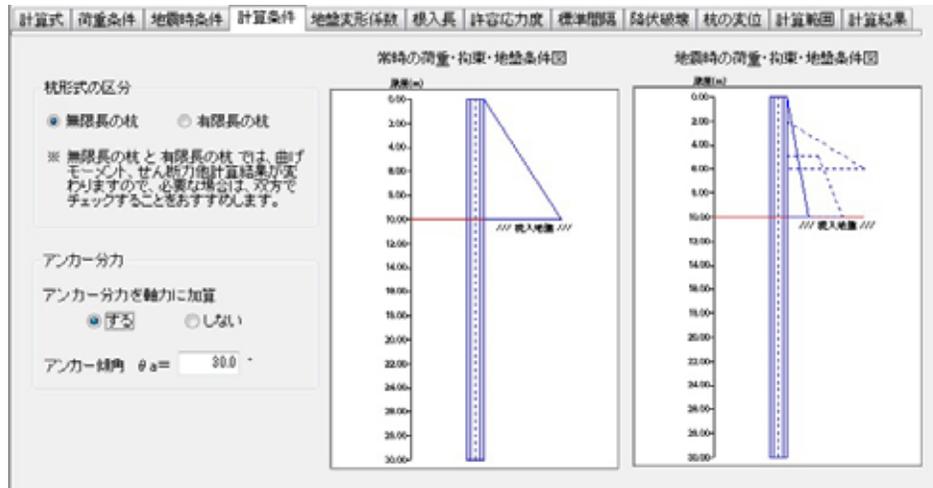
項目	説明
[深度挿入...]	現在のカーソル位置の下に行を1つ挿入します。部材が1つ追加されます。
[深度削除...]	現在のカーソル位置の行を削除します。部材が1つ削除されます。
分布荷重	なし 分布荷重1のみ 分布荷重1と分布荷重2 杭に作用する分布荷重を選択します。 ここでの選択により、分布荷重1、分布荷重2の有効/無効が切り替わります。
上深度	分布荷重がかかる上側の深度を選択します。
下深度	分布荷重がかかる下側の深度を選択します。
計算する値	Pr1 Pr Pr2 計算で求める値を選択します。 Pr1 (kN/m ²) = 0.00 ~ 9999.99 分布荷重の上側の荷重強度を入力します。 計算する値で「Pr1」を選択した場合は、他の2つの値から計算するため入力できなくなります。 Pr (kN/m) = 0.1 ~ 99999.9 必要抑止力の水平成分を入力します。 計算する値で「Pr」を選択した場合は、他の2つの値から計算するため入力できなくなります。 Pr2 (kN/m ²) = 0.00 ~ 9999.99 分布荷重の下側の荷重強度を入力します。 計算する値で「Pr2」を選択した場合は、他の2つの値から計算するため入力できなくなります。
杭1本にかかる初期軸力	Nf ₁ (kN) = 0.0 ~ 999999.9 杭1本当たりにかかる初期軸力を入力します。 初期値として 0.0 が設定してあります。また、0.0 の場合は初期軸力は考慮されません。
地すべり力の鉛直成分 (単位幅)	Vu (kN/m) = 0.0 ~ 9999.9 単位幅当たりの地すべり力の鉛直成分を入力します。 初期値として 0.0 が設定してあります。また、0.0 の場合は単位幅当たりの地すべり力の鉛直成分は考慮されません。

3.7.2. 地震時条件

項目	説明
分布荷重	なし 分布荷重1のみ 分布荷重1と分布荷重2 杭に作用する分布荷重を選択します。 ここでの選択により、分布荷重1、分布荷重2が切り替わります。
上深度	分布荷重がかかる上側の深度を選択します。
下深度	分布荷重がかかる下側の深度を選択します。
計算する値	Pr1 Pr Pr2 計算で求める値を選択します。 Pr1 (kN/m ²) = 0.00 ~ 9999.99 分布荷重の上側の荷重強度を入力します。 計算する値で「Pr1」を選択した場合は、他の2つの値から計算するため入力できなくなります。 Pr (kN/m) = 0.1 ~ 99999.9 必要抑止力の水平成分を入力します。 計算する値で「Pr」を選択した場合は、他の2つの値から計算するため入力できなくなります。 Pr2 (kN/m ²) = 0.00 ~ 9999.99 分布荷重の下側の荷重強度を入力します。 計算する値で「Pr2」を選択した場合は、他の2つの値から計算するため入力できなくなります。

項目	説明
杭1本にかかる初期軸力	Nf_1 (kN) = 0.0 ~ 999999.9 杭1本当たりにかかる初期軸力を入力します。 初期値として 0.0 が設定してあります。また、0.0 の場合は初期軸力は考慮されません。
地すべり力の鉛直成分 (単位幅)	Vu (kN/m) = 0.0 ~ 9999.9 単位幅当たりの地すべり力の鉛直成分を入力します。 初期値として 0.0 が設定してあります。また、0.0 の場合は単位幅当たりの地すべり力の鉛直成分は考慮されません。
地震時慣性力	なし 慣性力1のみ 慣性力1と慣性力2 地震時の慣性力の入力方法を選択します。
上深度	慣性力がかかる上側の深度を選択します。
下深度	慣性力がかかる下側の深度を選択します。
計算する値	Pr1 Pr Pr2 計算で求める値を選択します。 $Pr1$ (kN/m ²) = 0.00 ~ 9999.99 上側の慣性力を入力します。 計算する値で「Pr1」を選択した場合は、他の2つの値から計算するため入力できなくなります。 Pr (kN/m) = 0.1 ~ 99999.9 慣性力の水平成分を入力します。 計算する値で「Pr」を選択した場合は、他の2つの値から計算するため入力できなくなります。 $Pr2$ (kN/m ²) = 0.00 ~ 9999.99 下側の慣性力を入力します。 計算する値で「Pr2」を選択した場合は、他の2つの値から計算するため入力できなくなります。

3.7.3. 計算条件



項目	説明
杭形式の区分	有限長の杭 無限長の杭 杭の解析を有限長とするか、無限長とするかを選択します。
アンカー分力を軸力に加算	する しない アンカー分力を軸力に加算するかどうかを選択します。 骨組解析の場合、拘束した節点にアンカーがあると判断しますので、複数の節点を拘束した場合はアンカーが多段となりそれぞれ軸力に加算します。
アンカー傾角	$a (^{\circ}) = 0.0 \sim 89.0$ アンカー傾角を入力します。
杭間隔	$D (m) = 0.1 \sim 99.9$ 杭の設置間隔を入力します。 鉄筋コンクリート杭の場合のみ、表示されます。

3.7.4. 地盤変形係数

計算式 | 荷重条件 | 地震時条件 | 計算条件 | 地盤変形係数 | 根入長 | 許容応力度 | 標準間隔 | 降伏破壊 | 枕の実位 | 計算範囲 | 計算結果

地盤の変形係数

部材	深度 m	Eskh 選択	Es	Kh算出方法	Kh	ν	r	K1	K2	B	N	α	E0	α_s
8	8.00													
9	9.00													
10	10.00											1	101000	0.800
11	11.00											1	101000	1.200
12	12.00											1	101000	2.400
13	13.00											1	101000	3.600
14	14.00											1	101000	4.800
15	15.00											1	101000	6.000

— 挿入力 | 参照 | 記号説明

1/β 仮定

1/β 仮定する 説明

入力方法の選択

道示N値による方法

道示E0による方法

β の算出方法の選択

各層のkh値を加重平均

各層のβ 値を加重平均

地盤反力係数値の補正(枕基礎設計便覧平成10年度改訂版P.206,207)

斜面上の枕を補正する KNについて

α_s : 斜面までの水平土盛り (m)

1層も2地震時で補正する

水平方向地盤反力係数の補正係数 α_k : 1.5

*地震時条件で1'は地震時の荷重を設定してください。

項目 説明

EsKh 選択

Es
Kh
地盤の変形係数の算出方法として Es を直接入力するか、または Kh を算出してから求めるかを選択します。
地震時を検討する際は、Kh しか選択できません。

Kh 算出方法

・等分布荷重方式
・等変位方式
・港研式
・林野庁・長野県の式
・道示 N 値による方法
・道示 E0 による方法
・直接入力
変形係数の算出方法が Kh の場合、上記の計算式から選択します。
地震時を検討する際は、「道示 N 値による方法」または「道示 E0 による方法」しか選択できません。

1/β 仮定する

道路橋示方書下部構造編にかかれている $1/\beta$ を仮定して Kh を算出する方法を用いる場合にチェックします。

< 入力方法の選択 >

道示 N 値による方法
道示 E0 による方法

< β の算出方法の選択 >

各層の kh 値を加重平均
各層の β 値を加重平均

[説明]

「各層の kh 値か加重平均」か「各層の β 値を加重平均」かの入力方法の違いを説明します。

項目	説明
[一括入力]	連続する部材に対して同じ値を一度に設定できます。
[参照]	Es および Kh の計算式についての情報を見ることができます。
各設定値	<p>地盤の変形係数: E_s (kN/m²) = 0 ~ 99999999</p> <p>横方向地盤反力係数: K_h (kN/m³) = 1 ~ 99999999</p> <p>ポアソン比: = 0.01 ~ 1.00</p> <p>載荷試験時の載荷半径: r (m) = 0.01 ~ 99.99</p> <p>等分布荷重方式による K 値: K_I (kN/m³) = 1 ~ 99999999</p> <p>等変位方式による K 値: K_k (kN/m³) = 1 ~ 99999999</p> <p>等変位方式試験における載荷幅: B (m) = 0.01 ~ 99.99</p> <p>標準貫入試験における N 値: N = 1 ~ 9999</p> <p>設計対象となる位置での変形係数: E_0 (kN/m²) = 1 ~ 99999999</p> <p>E0 に対する係数: 常時の = 1 or 4 地震時の = 2 or 8</p> <p>EsKh 選択および Kh 算出方法により、画面の入力が切り替わります。</p>
地盤反力係数 K 値の補正 斜面上の杭を補正する	杭基礎設計便覧 平成 19 年 1 月版 にかかれていている斜面傾斜の影響を考慮した地盤反力係数 (K) の補正を行う場合にチェックします。
斜面までの水平土被り	<p>s(m) = 0.000 ~ 99.999</p> <p>斜面上の杭の K 値の補正をした場合に入力可能となります。 各部材において杭側面から斜面までの水平土被りを入力します。</p>
地盤反力係数 K 値の補正 レベル 2 地震時で 補正する	杭基礎設計便覧 平成 19 年 1 月版 にかかれていているレベル 2 地震時を考慮した地盤反力係数 (K) の補正を行う場合にチェックします。 地震時を検討する場合で斜面上の杭の K 値の補正を行う場合にチェック可能となります。
水平方向地盤反力係数 の補正係数	<p>k = 0.0 ~ 9.9</p> <p>レベル 2 地震時で補正するをチェックした場合に入力可能となります。 補正係数を入力します。初期値は杭基礎設計便覧 平成 19 年 1 月版 に記述されている 1.5 になります。</p> <p>レベル 2 地震時を照査する場合は、荷重の値もレベル 2 地震時相当の値を入力してください。</p>
[kh について]	このボタンをクリックすると、【斜面上の杭の K 値の補正】ダイアログが表示されます。杭基礎設計便覧 平成 19 年 1 月版 P.386,387 に記述されている補正係数の説明を見ることができます。
[記号説明]	地盤変形係数の入力時の各記号の説明をします。

3.7.5. 根入長

項目	説明
根入長の計算式	$b/\beta \times a$ ($a = 1.0 \sim 2.0$) b に α を使用 b を任意入力 ($b = 0.0 \sim 9.9$) 不動層モーメント第一零点 $\times a$ ($a = 1.0 \sim 2.0$) 任意の根入長 $l_r(m) = 0.01 \sim 900.00$ 根入長の設定を計算式から求めるか、任意入力するかを選択します。 計算式をチェックすると係数 a または b の入力ができるようになります。 計算式の場合は、複数チェックをつけることができます。その時の根入長は計算式から求めた中で一番小さい値となります。 任意の根入長をチェックすると根入長の入力ができるようになります。 係数 a は初期値として 1.5 が設定してあります。
	最低 3m 以上を確保する 根入長を 3m 以上確保したい場合にチェックします。 任意の根入長が選択されている場合は無効となります。
丸め方法	根入長 杭の全長 丸めない 計算式によって求めた根入長についてどのように丸めるかを3つの中から選択します。 根入長：根入長を単独で丸めます。 杭の全長：杭の有効長に根入長を加えた後で丸めます。 丸めない：計算で求めた値をそのまま使います。 任意の根入長の場合は「丸めない」が選択されます。

項目	説明
丸め単位	<p>丸め単位(m) = 0.1 ~ 2.0</p> <p>丸め方法で根入長もしくは杭の全長を選択した場合に、丸める単位を入力します。</p> <p>丸め単位は初期値として0.5が設定してあります。</p> <p>丸めないを選択している場合は無効となります。</p>
根入部	<p>根入部最上層 算術平均 加重平均 部材番号指定 各層の を使用</p> <p>根入長の計算式に使用する を選択します。</p> <p>根入部最上層は、根入部の一番上の部材の です。</p> <p>算術平均は各部材の の合計を部材数で割ったものです。</p> <p>加重平均は各部材の と長さの積の合計を根入部全長で割ったものです。</p> <p>部材番号を指定したときは使用する部材の番号を選択します。</p> <p>各層の を使用は根入部の上の部材から順番に と長さの積を求めていき、そこから満足する根入長を求めていくものです。</p> <p>根入長の計算式で $\sqrt{\sum a^2}$ をチェックしたときに有効となります。</p>

3.7.6. 許容応力度（鋼製杭の場合のみ）

計算式 荷重条件 地震時条件 計算条件 地盤変形係数 樁入長 許容応力度 標準値編 隠伏破壊 杭の変位 計算範囲 計算結果

鋼材許容応力度

許容応力度
米時における期間

短期 長期

参照(鋼管) 参照(H形鋼)

	短期 せん断 σsa N/mm ²	短期 曲げ σsa N/mm ²	長期 せん断 σsa N/mm ²	長期 曲げ σsa N/mm ²	地震時 せん断 σsa1 N/mm ²	地震時 曲げ σsa1 N/mm ²
400材	118	206	78	137	118	206
490材	162	279	108	186	162	279
520材						
570材						

せん断応力補正係数

任意入力 α₀= 2.000 計算式から求める α₀= $\frac{2(3d^2 - 8d - 1) + 4(2)}{3(d^2 - 2d - 1) + 2(2)}$

参照

杭の弾性係数

E= 2.00 × 10⁸ kN/m²

項目

説明

鋼材許容応力度 期間

短期
長期

鋼材の許容応力度の期間として短期または長期の選択をします。

[参照]

短期、長期の判断についての情報を見ることができます。

許容応力度

せん断許容応力度: $\sigma_a \text{ (N/mm}^2\text{)} = 1 \sim 999$

曲げ許容応力度: $\sigma_a \text{ (N/mm}^2\text{)} = 1 \sim 999$

鋼材の常時の短期または長期のせん断許容応力度及び曲げ許容応力度の入力を行います。

常時 + 地震の検討モードを選択している場合には、地震時のせん断許容応力度及び曲げ許容応力度の入力を行います。

[参照(鋼管)]

鋼管の許容応力度を参照し、値を代入できます。

[参照(H形鋼)]

H形鋼の許容応力度を参照し、値を代入できます。

せん断応力補正係数

任意入力 α₀ = 1.000 ~ 3.000

計算式から求める

補正係数を指定するか、計算式で求めるかを選択します。

α₀には初期値として2.0が設定されています。

H形鋼の場合は「計算式から求める」は無効になります。

[参照]

せん断応力補正係数について情報を見ることができます。

杭の弾性係数

E (kN/m²) = 0.1 ~ 9.9 × 10⁸

杭の弾性係数を入力します。

杭の弾性係数は初期値として2.0 × 10⁸が設定されています。

許容応力度(「平成 15 年治山技術基準 解説 地すべり防止編」を選択した場合)

計算式 | 荷重条件 | 地震時条件 | 計算条件 | 地盤変形係数 | 根入長 | 許容応力度 | 標準階高 | 陸伏破壊 | 杭の実位 | 計算範囲 | 計算結果

鋼材許容応力度

許容応力度
常時における期間

短期 長期

参照(鋼管)

	肉厚 t mm	短期 せん断 σsa N/mm ²	短期 曲げ σsa N/mm ²	長期 せん断 σsa N/mm ²	長期 曲げ σsa N/mm ²	地震時 せん断 σsa1 N/mm ²	地震時 曲げ σsa1 N/mm ²
400材	t ≤ 40	117	205	78	137		
	t > 40	109	199	73	127		
490材	t ≤ 40	162	279	108	188		
	t > 40	147	256	98	171		
570材	t ≤ 40			147	254		
	t ≤ 75			142	245		
	t > 75			137	240		

せん断応力度補正係数

任意入力 α_v= 2.000 計算式から求める α_v= $\frac{2(2d^2 - 8d \cdot t + 4t^2)}{3(d^2 - 2d \cdot t + 2t^2)}$

杭の弾性係数

E= 2.00 × 10⁸ kN/m²

「平成 15 年治山技術基準 解説 地すべり防止編」を選択した時のみ、上記画面となります。
 「平成 15 年治山技術基準 解説 地すべり防止編」では、鋼材規格および肉厚(t)により許容応力度が変化します。

3.7.7. 標準間隔 (鋼製杭の場合のみ)

計算式 | 荷重条件 | 地盤時条件 | 計算条件 | 地盤変形係数 | 埋入長 | 許容応力度 | **標準間隔** | 隣伏破断 | 杭の歪位 | 計算範囲 | 計算結果

杭間隔 D の制限

地すべり移動層の厚さによる規定を考慮する

移動層の厚さ(m)	標準杭間隔(m)
～10	2.0以下
10～20	3.0以下
20以上	4.0以下

杭の直径 d の8倍以内の規定を考慮する

孔壁間距離 Dw は1m以上の規定を考慮する
杭の外径と孔壁のクリアランス
 $\Delta d = \text{削孔径} - \text{杭の外径} = \text{ } 50 \text{ mm}$

千鳥配置を許可する
※千鳥配置可能な結果が常表示になります。

出典: 地すべり鋼管杭設計要領 2002年6月 P.47

項目

説明

地すべり移動層の厚さによる規定を考慮する

杭材優先の時: 地すべり移動層の厚さによる標準杭間隔の規定を考慮して杭間隔を求める場合にチェックします。
杭間隔優先、照査の時: 指定した杭間隔の照査を行う場合にチェックします。

杭の直径の8倍以内の規定を考慮する

杭材優先の時: 杭の直径の8倍以内を杭間隔の目安とする規定を考慮して杭間隔を求める場合にチェックします。
杭間隔優先、照査の時: 指定した杭間隔の照査を行う場合にチェックします。

孔壁間の距離は1m以上の規定を考慮する

杭材優先の時: 孔壁間の距離を1m以上確保する規定を考慮して杭間隔を求める場合にチェックします。
杭間隔優先、照査の時: 指定した杭間隔の照査を行う場合にチェックします。
1m 以内でも千鳥配置にすることにより孔壁間の距離が1m 以上確保できる場合は照査 OK としています。

杭の外径と孔壁のクリアランス

$d \text{ (mm)} = 1 \sim 999$
杭の外径と孔壁とのクリアランス(すきま)を入力します。
削孔径と杭の外径との差を入力してください。

千鳥配置を許可する

千鳥配置を許可する場合にチェックします。

3.7.8. 降伏破壊（鋼製杭の場合のみ）

計算式 | 荷重条件 | 地震時条件 | 計算条件 | 地盤実形係数 | 根入長 | 許容応力度 | 標準層区 | 降伏破壊 | 杭の実位 | 計算範囲 | 計算結果

地盤の降伏・破壊を検討する

解析式の選択
 Hennes式 土研式 設計要領式 出典: 地すべり鋼管杭設計要領 2003年6月 P.48

$$Q_{pe} = 3 \cdot d \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \gamma_e \cdot l_e^2 \cdot K_{pe} + 2 \cdot c_e \cdot l_e \cdot \sqrt{K_{pe}} \right) \cdot \frac{1}{F_s}$$

$$Q_{pr} = 3 \cdot d \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \gamma_r \cdot l_r^2 + \gamma_e \cdot l_e \cdot l_r \right) \cdot K_{pr} + 2 \cdot c_r \cdot l_r \cdot \sqrt{K_{pr}} \cdot \frac{1}{F_s}$$

l_e : 杭の有効長
 d : 杭の直径

地すべり鋼管杭設計要領式

移動層 土の粘着力	$c_e =$ <input type="text" value="10.0"/> kN/m ²	$K_{pe} = \tan^2(45^\circ + \phi_e/2) =$ <input type="text" value="2.454"/>
移動層 土の内部摩擦角	$\phi_e =$ <input type="text" value="25.0"/> °	
移動層 土の単位体積重量	$\gamma_e =$ <input type="text" value="18.0"/> kN/m ³	
不動層 土の粘着力	$c_r =$ <input type="text" value="50.0"/> kN/m ²	$K_{pr} = \tan^2(45^\circ + \phi_r/2) =$ <input type="text" value="3.690"/>
不動層 土の内部摩擦角	$\phi_r =$ <input type="text" value="35.0"/> °	
不動層 土の単位体積重量	$\gamma_r =$ <input type="text" value="20.0"/> kN/m ³	
安全率	$F_s =$ <input type="text" value="2.0"/>	

項目

説明

地盤の降伏破壊を
検討する

地盤の降伏・破壊の検討する場合にチェックします。
チェックをつけるると各値を入力できるようになります。

解析式の選択

Hennes 式
土研式
設計要領式
地盤破壊についての解析式を3つの中から選択します。
選択した式により、入力条件や結果項目が変わります。

土の粘着力

c (kN/m²) = 0.0 ~ 999.9
土の粘着力を入力します。

土の内部摩擦角

(°) = 0.0 ~ 89.0
土の内部摩擦角を入力します。

土の単位体積重量

(kN/m³) = 0.1 ~ 999.9
土の単位体積重量を入力します。

安全率

F_s = 0.1 ~ 9.9
安全率を入力します。

3.7.9. 杭の変位

項目	説明
許容変位量を考慮する	杭の変位に対して照査する場合にチェックします。 許容変位量を考慮するにチェックをすると許容変位量の入力ができるようになります。
[参照...]	許容変位量に関する情報を見ることができます。
許容変位量	許容変位量 (mm) = 0.1 ~ 9999.9 杭の常時及び地震時の許容変位量を入力します。 許容変位量は初期値として 50.0 が設定されています。
変位照査位置	杭頭 最大変位位置 任意 変位を照査する杭の位置を杭頭にするか、最大変位が発生する位置にするか、杭頭からの任意の位置にするかを選択します。

3.7.10. 計算範囲 (鋼製杭の場合のみ)

項目	説明
鋼管規格参照	計算対象とする鋼管のパターンを選択します。 杭の材料として鋼管、鋼管 + H 形鋼、二重鋼管のいずれかを選択した場合に有効になります。
H 形鋼規格参照	計算対象とする H 形鋼のパターンを選択します。 杭の材料として H 形鋼、鋼管 + H 形鋼のいずれかを選択した場合に有効になります。
材質	400 材 490 材 520 材 570 材 計算対象とする杭の材質に対してチェックします。
サイズ種類	mm、インチ両方 mm のみ インチのみ 計算に使用する鋼管のサイズを選択します。 杭の材料として H 形鋼を選択した場合には設定できません。
杭の外径	$d(\text{mm}) = 10.0 \sim 9999.9$ 計算対象とする杭の外径の最小値と最大値を入力します。 杭の材料として鋼管が選択されているときに有効となります。また、計算モードが照査の場合は、杭の外径を直接入力するため左側のみ有効となります。

項目	説明
杭の肉厚	<p>$t(\text{mm}) = 0.1 \sim 999.9$ 計算対象とする杭の肉厚の最小値と最大値を入力します。 杭の材料として鋼管が選択されているときに有効となります。また、計算モードが照査の場合は、杭の肉厚を直接入力するため左側のみ有効となります。</p>
杭間隔	<p>$D(\text{m}) = 0.1 \sim 99.9$ 計算対象とする杭間隔の最小値と最大値を入力します。 計算モードが照査の場合は、杭間隔を直接入力するため左側のみ有効となります。</p>
検討ピッチ	<p>検討ピッチ(m) = 0.1 ~ 2.0 計算対象とする杭間隔の検討ピッチを入力します。 計算モードが杭間隔優先の場合のみ有効になります。</p>
対象肉厚	<p>肉厚すべてを検討 最小肉厚のみを検討 杭の材料で鋼管杭を選択した場合に機能します。</p> <p>杭材優先 + 肉厚すべてを検討 杭の断面強度に対する最大杭間隔が、設定した杭間隔の範囲内となる杭を計算により選択しすべて表示します。表示件数は少ないほうで、採用鋼管杭の当たりをつけるときに用います。</p> <p>杭材優先 + 最小肉厚のみを検討 杭材、杭径ごとにその断面強度に対する最大杭間隔が、設定した杭間隔の範囲内となる最小肉厚の杭を計算し表示します。表示件数はもっとも少なくなり、採用鋼管杭の概略的な当たりをつけるときに用います。</p> <p>杭間隔優先 + 肉厚すべてを検討 設定した杭間隔で条件内にある杭を、強度不足や強度過多にかかわらず、すべての肉厚で計算し表示します。強度不足がどんな応力で生じているか知りたい場合や、強度に余裕のある設計をする場合に用います。</p> <p>杭間隔優先 + 最小肉厚のみを検討 設定した杭間隔において、ある杭材、杭径に対し安全となる最小肉厚の杭のみの計算結果を表示します。経済性を追求する設計を行う場合に最適です。</p> <p>~ %の応力度で肉厚を検討 = 1 ~ 200% 最小肉厚のみを検討を選択した場合に表示されます。 任意に指定した%で許容応力度を低減し、肉厚を検討します。 ただし、本機能は、ユーザー様の判断でご使用下さい。</p>

項目	説明
外側の鋼管	杭の材料として鋼管 + H形鋼または二重鋼管を選択した場合に外側の鋼管を選択します。
内側の鋼管	杭の材料として二重鋼管を選択した場合に内側の鋼管を選択します。 内側鋼管の外径が外側鋼管の内径を上回ることはできません。
内側のH形鋼	杭の材料として鋼管 + H形鋼を選択した場合に内側のH形鋼を選択します。 H形鋼の外径が外側鋼管の内径を上回ることはできません。
腐食しを考慮する	腐食しを考慮する場合にチェックします。 腐食しを考慮するにチェックすると腐食しが入力できるようになります。
腐食し	腐食し(mm) = 0.0 ~ 9.9 杭の材料に対しての腐食しを入力します。 鋼管の場合は、外側と内側の腐食しを設定します。 H形鋼の場合は外側の腐食しのみ設定します。 腐食しは初期値として 0.0 が設定されています。
H形鋼の方向	X方向(強軸方向) Y方向(弱軸方向) H形鋼の断面強度としてX方向またはY方向のどちらかを選択します。 杭の材料としてH形鋼、鋼管 + H形鋼のいずれかを選択した場合に有効になります。
杭本数	計算対象となる杭の本数が表示されます。
OUT の計算をする	チェックを付けると、照査が OUT になる杭も計算結果に表示します。

3.7.11. 計算結果（鋼製杭の場合のみ）

計算式	荷重条件	地震時条件	計算条件	地盤変形係数	根入長	許容応力度	標準間隔	陥伏破壊	杭の変位	計算範囲	計算結果	
杭間隔優先、最小肉厚のみ検討												
						上段：常時の検討結果 下段：地震時の検討結果						
照査	判定	杭の材質	杭の外径 d mm	肉厚 t mm	最大曲げモーメント MMax kN・m	最大せん断力 Smax kN	変位 Y mm	曲げ応力度 σs kN/cm ²	せん断応力度 τs kN/cm ²	標準杭間隔 Do m	杭径倍率 Dd m	
1	<input type="checkbox"/>	OK	490材	350.0	28.0	415.91 348.67	179.4 196.6	205.2 136.2	213624 180004	13561 14861	3.0	2.800
2	<input type="checkbox"/>	OK	490材	355.6	24.0	415.72 348.53	180.4 197.7	207.3 137.6	220289 185655	14432 15816	3.0	2.845
3	<input type="checkbox"/>	OK	490材	400.0	15.0	415.12 348.05	184.1 201.8	209.1 139.0	255265 215442	20298 22250	3.0	3.200
4	<input type="checkbox"/>	OK	490材	406.4	15.0	415.42 348.29	182.3 199.8	200.5 139.2	246882 208202	19773 21671	3.0	3.251
5	<input type="checkbox"/>	OK	490材	425.0	13.0	415.35 348.24	182.8 200.3	198.4 131.9	256145 216199	21724 23803	3.0	3.400
6	<input type="checkbox"/>	OK	490材	450.0	11.0	415.30 348.20	183.0 200.6	193.4 128.5	284674 223508	24127 26447	3.0	3.600
7	<input type="checkbox"/>	OK	490材	457.2	11.0	415.63 348.46	181.2 198.4	185.2 128.4	257127 217145	23502 25733	3.0	3.658
8	<input type="checkbox"/>	OK	490材	475.0	10.0	415.71 348.51	180.8 198.0	180.9 120.1	260695 220213	24751 27105	3.0	3.800
9	<input type="checkbox"/>	OK	490材	500.0	9.0	415.95 348.70	179.4 196.4	171.9 114.1	259879 219610	25851 28300	3.0	4.000
10	<input type="checkbox"/>	OK	490材	508.0	9.0	416.25 348.95	177.6 194.5	164.8 109.3	251238 212936	25174 27570	3.0	4.064

(注) 照査を選択してください。

項目

説明

計算結果一覧

計算結果の一覧が表示されます。(最大 100 行まで)
黄色く反転している行が選択行となります。
赤色表示は照査が OUT となったものです。
孔壁間距離の紫色表示は千鳥配置で条件を満たすものです。
上段には常時の結果、下段には地震時の結果が表示されます。

[変位・応力分布図]

照査を選択した行の常時または地震時の変位図、モーメント図、せん断力図を見ることができます。

[報告書印刷...]

照査を選択した行の報告書を印刷することができます。

[報告書プレビュー]

照査を選択した行のプレビューが表示されます。

[Word 出力]

照査を選択した行の報告書を Microsoft Word に出力できます。

[一覧表プレビュー]

結果一覧をプレビューおよび印刷します。

[一覧表コピー]

結果一覧をクリップボードにコピーします。

[情報...]

計算エラーとなった杭の本数などの情報を見ることができます。

[表示項目...]

計算結果一覧に表示する項目(列)を切り替えることができます。

[概算工事費...]

概算工事費の算出へと移ります。
詳しくは別冊の取り扱い説明書(概算工事費編)をご覧ください。

計算結果一覧の項目

照査	-	
判定	-	
杭の材質	-	
杭の外径	d (mm)	鋼管、鋼管 + H 形鋼、二重鋼管の場合
肉厚	t (mm)	鋼管、鋼管 + H 形鋼、二重鋼管の場合
H 形鋼の高さ	H (mm)	H 形鋼、鋼管 + H 形鋼の場合
H 形鋼の辺	B (mm)	H 形鋼、鋼管 + H 形鋼の場合
ウェブ	t1 (mm)	H 形鋼、鋼管 + H 形鋼の場合
フランジ	t2 (mm)	H 形鋼、鋼管 + H 形鋼の場合
溶接丸み半径	r (mm)	H 形鋼、鋼管 + H 形鋼の場合
杭の外径 (内側)	d (mm)	二重鋼管の場合
肉厚 (内側)	t (mm)	二重鋼管の場合
断面積	A (mm ²)	
断面 2 次モーメント	I (mm ⁴)	
断面係数	Z (mm ³)	
最大曲げモーメント	Mmax (kN・m)	杭間隔優先、照査の場合 (杭 1 本当たり)
	Mmax (kN・m/m)	杭材優先の場合 (単位幅当たり)
Mmax 発生位置	Xm (m)	
最大せん断力	Smax (kN)	杭間隔優先、照査の場合 (杭 1 本当たり)
	Smax (kN/m)	杭材優先の場合 (単位幅当たり)
Smax 発生位置	Xs (m)	
変位	Y (mm)	杭頭、最大または任意
変位位置	Xy(m)	杭頭、最大または任意
曲げ応力度	s (N/mm ²)	杭間隔優先、照査の場合
せん断応力度	s (N/mm ²)	杭間隔優先、照査の場合
曲げ応力度杭間隔	Dm (m)	杭材優先の場合
せん断応力度杭間隔	Ds (m)	杭材優先の場合
標準杭間隔	Do (m)	地すべり移動層の厚さによる規定を考慮
杭径 8 倍間隔	Dd (m)	杭の直径の 8 倍以内の規定を考慮
孔壁間距離	Dw (m)	孔壁間の距離は 1 m 以上の規定を考慮
杭間隔	D (m)	
根入長	lr (m)	
杭長	lp (m)	
杭にかかる軸力	Nf (kN)	杭間隔優先、照査の場合
水平負担力	H (kN)	
水平土圧	P (kN)	Hennes 式、土研式の場合
受働土圧(移動層)	Qpe (kN)	設計要領式の場合
受働土圧(不動層)	Qpr (kN)	設計要領式の場合

3.8. 骨組解析マニュアル

ここでは、骨組構造解析のマニュアル計算手順を示します。

- 3.8.1 荷重条件
- 3.8.2 地震時条件
- 3.8.3 計算条件
- 3.8.4 地盤変形係数
- 3.8.5 根入長
- 3.8.6 許容応力度
- 3.8.7 標準間隔
- 3.8.8 断面・変位
- 3.8.9 計算範囲
- 3.8.10 計算結果

この解析では杭の材料は鋼管に固定となります。
各部材単位で鋼管の種類を変更することができます。

3.8.1. 荷重条件

節点	深度 (m)	変位拘束	回転拘束	モーメント荷重 (kN・m/m)	せん断荷重 (kN/m)	地震時せん断荷重 (kN/m)
1	0.00					
2	1.00	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
3	2.00					
4	3.00					
5	4.00					
6	5.00					
7	6.00					
8	7.00					
9	8.00					
10	9.00					
11	10.00					
12	11.00					
13	12.00					

(主) 節点間隔は10m程度までを上限としてください。
 部材数 : 30 [一括入力]
 すべり面深度 : 10.00 m [深度挿入]
 根入れ地盤深度 : 10.00 m [深度削除]

常時の分布荷重(水平力)
 なし 分布荷重1のみ 分布荷重1と分布荷重2
 分布荷重1
 上深度(m) 0.00 計算する値
 Pr1 = 0.00 kN/m²
 Pr = 173.2 kN/m
 Pr2 = 34.64 kN/m²
 下深度(m) 10.00
 分布荷重2
 上深度(m) 0.00 計算する値
 Pr1 = kN/m²
 Pr = kN/m
 Pr2 = kN/m²
 下深度(m) 1.00
 荷重無し
 常時の杭にかかる軸力(鉛直力)
 杭1本にかかる分断軸力 N_{v1} = 0.0 kN
 地すべり力の鉛直成分(単位幅) V_u = 100.0 kN/m [参照]

項目	説明
節点	節点を昇順に表示します。杭頭を節点=1とします。
深度	深度 (m) = 0.01 ~ 99.99 杭頭を基準(0.00)とする場合の各節点までの長さを入力します。深度は必ず昇順で入力してください。 節点1の深度は杭頭により0.00mで固定となります。
変位拘束	節点をアンカー等で変位拘束する場合にチェックします。
回転拘束	節点をアンカー等で回転拘束する場合にチェックします。
モーメント荷重	モーメント荷重 (kN・m/m) = 0.1 ~ 99999.9 節点にモーメント荷重をかける場合に入力します。
せん断荷重	せん断荷重 (kN/m) = 0.1 ~ 99999.9 節点にせん断荷重をかける場合に入力します。
部材数	部材数 (数) = 2 ~ 99 部材数を増減する場合に入力します。 節点数 = 部材数 + 1 となります。
根入れ地盤深度	根入部の始まる位置(杭頭からの距離)を選択します。
すべり面深度	すべり面部の始まる位置(杭頭からの距離)を選択します。 杭間隔の照査において、「地すべり移動層の厚さによる規定を考慮する」場合、指定されたすべり面深度により移動層の厚さを算出します。
[一括入力...]	部材数と部材長を一括入力できます。

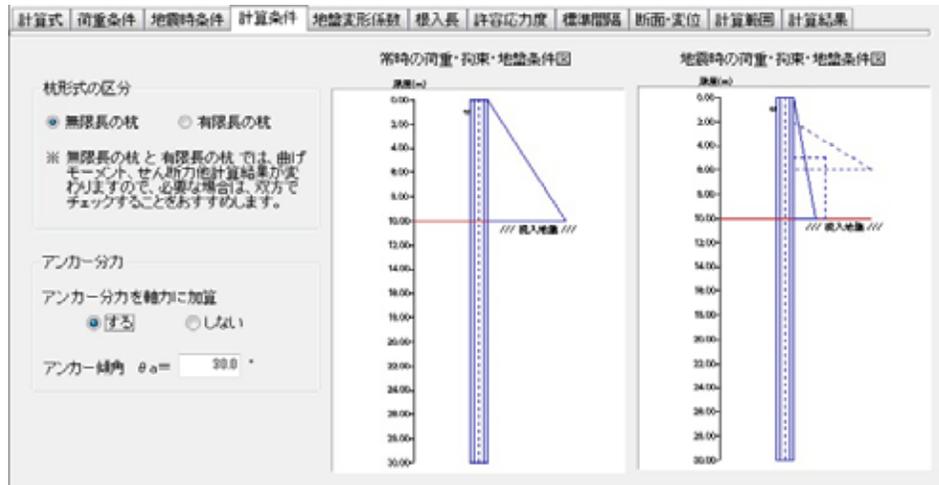
項目	説明
[深度挿入...]	現在のカーソル位置の下に行を1つ挿入します。部材が1つ追加されます。
[深度削除...]	現在のカーソル位置の行を削除します。部材が1つ削除されます。
分布荷重	なし 分布荷重1のみ 分布荷重1と分布荷重2 杭に作用する分布荷重を選択します。 ここでの選択により、分布荷重1、分布荷重2の有効/無効が切り替わります。
上深度	分布荷重がかかる上側の深度を選択します。
下深度	分布荷重がかかる下側の深度を選択します。
計算する値	Pr1 Pr Pr2 計算で求める値を選択します。 Pr1 (kN/m ²) = 0.00 ~ 9999.99 分布荷重の上側の荷重強度を入力します。 計算する値で「Pr1」を選択した場合は、他の2つの値から計算するため入力できなくなります。 Pr (kN/m) = 0.1 ~ 99999.9 必要抑止力の水平成分を入力します。 計算する値で「Pr」を選択した場合は、他の2つの値から計算するため入力できなくなります。 Pr2 (kN/m ²) = 0.00 ~ 9999.99 分布荷重の下側の荷重強度を入力します。 計算する値で「Pr2」を選択した場合は、他の2つの値から計算するため入力できなくなります。
杭1本にかかる初期軸力	Nf ₁ (kN) = 0.0 ~ 999999.9 杭1本当たりにかかる初期軸力を入力します。 初期値として0.0が設定してあります。また、0.0の場合は初期軸力は考慮されません。
地すべり力の鉛直成分 (単位幅)	Vu (kN/m) = 0.0 ~ 9999.9 単位幅当たりの地すべり力の鉛直成分を入力します。 初期値として0.0が設定してあります。また、0.0の場合は単位幅当たりの地すべり力の鉛直成分は考慮されません。

3.8.2. 地震時条件

項目	説明
分布荷重	<p>なし 分布荷重1のみ 分布荷重1と分布荷重2 杭に作用する分布荷重を選択します。 ここでの選択により、分布荷重1、分布荷重2が切り替わります。</p>
上深度	分布荷重がかかる上側の深度を選択します。
下深度	分布荷重がかかる下側の深度を選択します。
計算する値	<p>Pr1 Pr Pr2 計算で求める値を選択します。</p> <p>Pr1 (kN/m²) = 0.00 ~ 9999.99 分布荷重の上側の荷重強度を入力します。 計算する値で「Pr1」を選択した場合は、他の2つの値から計算するため入力できなくなります。</p> <p>Pr (kN/m) = 0.1 ~ 99999.9 必要抑止力の水平成分を入力します。 計算する値で「Pr」を選択した場合は、他の2つの値から計算するため入力できなくなります。</p> <p>Pr2 (kN/m²) = 0.00 ~ 9999.99 分布荷重の下側の荷重強度を入力します。 計算する値で「Pr2」を選択した場合は、他の2つの値から計算するため入力できなくなります。</p>

項目	説明
杭1本にかかる初期軸力	Nf_1 (kN) = 0.0 ~ 999999.9 杭1本当たりにかかる初期軸力を入力します。 初期値として 0.0 が設定してあります。また、0.0 の場合は初期軸力は考慮されません。
地すべり力の鉛直成分 (単位幅)	Vu (kN/m) = 0.0 ~ 9999.9 単位幅当たりの地すべり力の鉛直成分を入力します。 初期値として 0.0 が設定してあります。また、0.0 の場合は単位幅当たりの地すべり力の鉛直成分は考慮されません。
地震時慣性力	なし 慣性力1のみ 慣性力1と慣性力2 地震時の慣性力の入力方法を選択します。
上深度	慣性力がかかる上側の深度を選択します。
下深度	慣性力がかかる下側の深度を選択します。
計算する値	Pr1 Pr Pr2 計算で求める値を選択します。 $Pr1$ (kN/m ²) = 0.00 ~ 9999.99 上側の慣性力を入力します。 計算する値で「Pr1」を選択した場合は、他の2つの値から計算するため入力できなくなります。 Pr (kN/m) = 0.1 ~ 99999.9 慣性力の水平成分を入力します。 計算する値で「Pr」を選択した場合は、他の2つの値から計算するため入力できなくなります。 $Pr2$ (kN/m ²) = 0.00 ~ 9999.99 下側の慣性力を入力します。 計算する値で「Pr2」を選択した場合は、他の2つの値から計算するため入力できなくなります。

3.8.3. 計算条件



項目	説明
杭形式の区分	有限長の杭 無限長の杭 杭の解析を有限長とするか、無限長とするかを選択します。
アンカー分力を軸力に加算	する しない アンカー分力を軸力に加算するかどうかを選択します。 骨組解析の場合、拘束した節点にアンカーがあると判断しますので、複数の節点を拘束した場合はアンカーが多段となりそれぞれ軸力に加算します。
アンカー傾角	$a (^{\circ}) = 0.0 \sim 89.0$ アンカー傾角を入力します。

3.8.4. 地盤変形係数

部材	深さ m	EsKh 選択	Es	Kh算出方法	Kh	ν	r	Kl	Kk	B	N	α	E0	αs
8	8.00													
9	9.00													
10	10.00											1	100000	0.000
11	11.00											1	100000	1.200
12	12.00											1	100000	2.400
13	13.00											1	100000	3.600
14	14.00											1	100000	4.800
15	15.00											1	100000	6.000

一括入力 参照 記号説明

1/ β 仮定
 1/ β 仮定する 説明
 入力方法の選択
 道示N値による方法
 道示E0による方法
 β の算出方法の選択
 各層のkh値を加重平均
 各層の β 値を加重平均

地盤反力係数kh値の補正(杭基礎設計便覧平成18年度改訂版P.386,387)
 斜面上の杖を補正する
 αs : 斜面までの水平土壌リ (m)
 レベル地震時に補正する
 水平方向地盤反力係数の補正係数
 αk : 1.5
 ※地震時条件で「1」は地震時の荷重を決定してください

項目

説明

EsKh 選択

Es

Kh

地盤の変形係数の算出方法として Es を直接入力するか、または Kh を算出してから求めるかを選択します。

地震時を検討する際は、Kh しか選択できません。

Kh 算出方法

- ・等分布荷重方式
- ・等変位方式
- ・港研式
- ・林野庁・長野県による方法
- ・道示 N 値による方法
- ・道示 E0 による方法
- ・直接入力

変形係数の算出方法が Kh の場合、上記の計算式から選択します。

地震時を検討する際は、「道示 N 値による方法」または「道示 E0 による方法」しか選択できません。

[一括入力...]

連続する部材に対して同じ値を一度に設定することができます。

[参照...]

Es および Kh の計算式についての情報を見ることができます。

項目	説明
各設定値	<p>地盤の変形係数: E_s (kN/m²) = 0 ~ 99999999</p> <p>横方向地盤反力係数: K_h (kN/m³) = 1 ~ 99999999</p> <p>ポアソン比: = 0.01 ~ 1.00</p> <p>載荷試験時の載荷半径: r (m) = 0.01 ~ 99.99</p> <p>等分布荷重方式による K 値: K_I (kN/m³) = 1 ~ 99999999</p> <p>等変位方式による K 値: K_k (kN/m³) = 1 ~ 99999999</p> <p>等変位方式試験における載荷幅: B (m) = 0.01 ~ 99.99</p> <p>標準貫入試験における N 値: N = 1 ~ 9999</p> <p>設計対象となる位置での変形係数: E_0 (kN/m²) = 1 ~ 99999999</p> <p>E_0 に対する係数: 常時の = 1 or 4 地震時の = 2 or 8</p> <p>$E_s K_h$ 選択および K_h 算出方法により、画面の入力が切り替わります。</p>
地盤反力係数 K 値の補正 斜面上の杭を補正する	<p>杭基礎設計便覧 平成 19 年 1 月版 にかかっている斜面傾斜の影響を考慮した地盤反力係数 (K) の補正を行う場合にチェックします。</p>
斜面までの水平土被り	<p>s(m) = 0.000 ~ 99.999</p> <p>斜面上の杭の K 値の補正をした場合に入力可能となります。 各部材において杭側面から斜面までの水平土被りを入力します。</p>
地盤反力係数 K 値の補正 レベル2地震時で 補正する	<p>杭基礎設計便覧 平成 19 年 1 月版 にかかっているレベル2地震時を考慮した地盤反力係数 (K) の補正を行う場合にチェックします。 地震時を検討する場合で斜面上の杭の K 値の補正を行う場合にチェック可能となります。</p>
水平方向地盤反力係数 の補正係数	<p>k = 0.0 ~ 9.9</p> <p>レベル2地震時で補正するをチェックした場合に入力可能となります。 補正係数を入力します。初期値は杭基礎設計便覧 平成 19 年 1 月版 に記述されている 1.5 になります。</p> <p>レベル2地震時を照査する場合は、荷重の値もレベル2地震時相当の値を入力してください。</p>
[kh について]	<p>このボタンをクリックすると、【斜面上の杭の K 値の補正】ダイアログが表示されます。杭基礎設計便覧 平成 19 年 1 月版 P.386,387 に記述されている補正係数の説明を見ることができます。</p>

3.8.5. 根入長

項目	説明
----	----

根入長の計算式

$b / \delta \times a$ ($a = 1.0 \sim 2.0$)
 b に δ を使用
 b を任意入力 ($b = 0.0 \sim 9.9$)
 不動層モーメント第一零点 $\times a$ ($a = 1.0 \sim 2.0$)
 任意の根入長 $lr(m) = 0.01 \sim 900.00$

根入長の設定を計算式から求めるか、任意入力するかを選択します。
 計算式をチェックすると係数 a または b の入力ができるようになります。
 計算式の場合は、複数チェックをつけることができます。その時の根入長は計算式から求めた中で一番小さい値となります。
 任意の根入長をチェックすると根入長の入力ができるようになります。
 係数 a は初期値として 1.5 が設定してあります。

最低 3m 以上を確保する
 根入長を 3m 以上確保したい場合にチェックします。
 任意の根入長が選択されている場合は無効となります。

丸め方法

根入長
 杭の全長
 丸めない

計算式によって求めた根入長についてどのように丸めるかを3つの中から選択します。
 根入長：根入長を単独で丸めます。
 杭の全長：杭の有効長に根入長を加えた後で丸めます。
 丸めない：計算で求めた値をそのまま使います。
 任意の根入長の場合は「丸めない」が選択されます。

項目	説明
丸め単位	<p>丸め単位(m) = 0.1 ~ 2.0</p> <p>丸め方法で根入長もしくは杭の全長を選択した場合に、丸める単位を入力します。</p> <p>丸め単位は初期値として0.5が設定してあります。</p> <p>丸めないを選択している場合は無効となります。</p>
根入部	<p>根入部最上層</p> <p>算術平均</p> <p>加重平均</p> <p>部材番号指定</p> <p>各層の を使用</p> <p>根入長の計算式に使用する を選択します。</p> <p>根入部最上層は、根入部の一番上の部材の です。</p> <p>算術平均は各部材の の合計を部材数で割ったものです。</p> <p>加重平均は各部材の と長さの積の合計を根入部全長で割ったものです。</p> <p>部材番号を指定したときは使用する部材の番号を選択します。</p> <p>各層の を使用は根入部の上の部材から順番に と長さの積を求めていき、そこから満足する根入長を求めていくものです。</p> <p>根入長の計算式で $\sqrt[n]{\sum a}$ をチェックしたときに有効となります。</p>

3.8.6. 許容応力度

鋼材許容応力度

許容応力度
常時における期間

短期 長期

参照(鋼管) 参照(H形鋼)

	短期 せん断 σsa N/mm ²	短期 曲げ σsa N/mm ²	長期 せん断 σsa N/mm ²	長期 曲げ σsa N/mm ²	地震時 せん断 σsa1 N/mm ²	地震時 曲げ σsa1 N/mm ²
400材	118	206	78	137	118	206
490材	162	279	108	186	162	279
520材						
570材						

せん断応力補正係数

任意入力 α_s = 2.000 計算式から求める α_s = $\frac{2(3d^2 - 6d \cdot t + 4t^2)}{3(d^2 - 2d \cdot t + 2t^2)}$

参照

杭の弾性係数

E = 2.00 × 10⁵ kN/m²

項目 説明

鋼材許容応力度 期間

短期

長期

鋼材の許容応力度の期間として短期または長期の選択をします。

[参照]

短期、長期の判断についての情報を見ることができます。

許容応力度

せん断許容応力度: σ_{sa} (N/mm²) = 1 ~ 999

曲げ許容応力度: σ_{sa} (N/mm²) = 1 ~ 999

鋼材の常時の短期または長期のせん断許容応力度及び曲げ許容応力度の入力を行います。

常時 + 地震の検討モードを選択している場合には、地震時のせん断許容応力度及び曲げ許容応力度の入力を行います。

[参照(鋼管)]

鋼管の許容応力度を参照し、値を代入できます。

骨組解析マニュアルの場合は、肉厚が途中で変化する可能性がありますので「平成 15 年治山技術基準 解説 地すべり防止編」は使用できません。

[参照(H形鋼)]

H形鋼の許容応力度を参照し、値を代入できます。

せん断応力補正係数

任意入力 $\alpha_s = 1.000 \sim 3.000$

計算式から求める

補正係数を指定するか、計算式で求めるかを選択します。

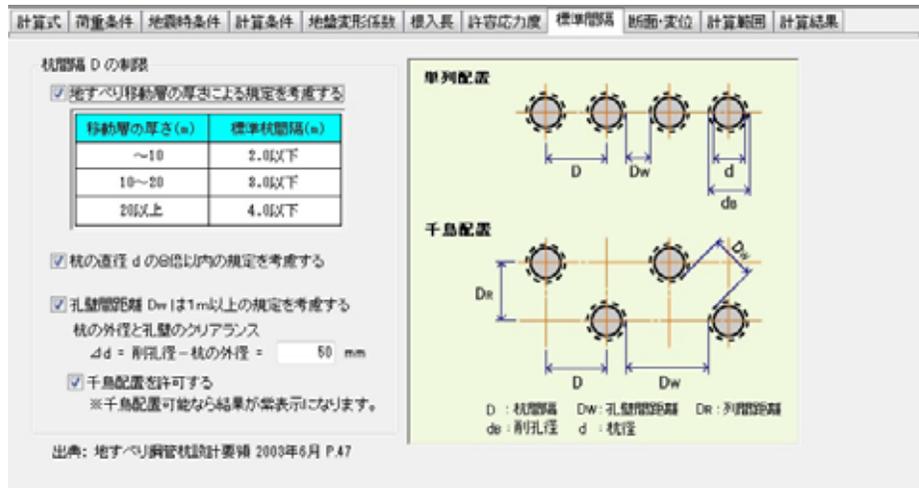
α_s には初期値として 2.0 が設定されています。

H形鋼の場合は「計算式から求める」は無効になります。

[参照]

せん断応力補正係数について情報を見ることができます。

3.8.7. 標準間隔



項目	説明
地すべり移動層の厚さによる規定を考慮する	杭材優先の時：地すべり移動層の厚さによる標準杭間隔の規定を考慮して杭間隔を求める場合にチェックします。 杭間隔優先、照査の時：指定した杭間隔の照査を行う場合にチェックします。
杭の直径の8倍以内の規定を考慮する	杭材優先の時：杭の直径の8倍以内を杭間隔の目安とする規定を考慮して杭間隔を求める場合にチェックします。 杭間隔優先、照査の時：指定した杭間隔の照査を行う場合にチェックします。
孔壁間の距離は1m以上の規定を考慮する	杭材優先の時：孔壁間の距離を1m以上確保する規定を考慮して杭間隔を求める場合にチェックします。 杭間隔優先、照査の時：指定した杭間隔の照査を行う場合にチェックします。 1m 以内でも千鳥配置にすることにより孔壁間の距離が1m 以上確保できる場合は照査 OK としています。
杭の外径と孔壁のクリアランス	$d \text{ (mm)} = 1 \sim 999$ 杭の外径と孔壁とのクリアランス(すきま)を入力します。 削孔径と杭の外径との差を入力してください。
千鳥配置を許可する	千鳥配置を許可する場合にチェックします。

3.8.8. 断面・変位

計算式 荷重条件 地震時条件 計算条件 地盤変形係数 根入長 許容応力度 標準問題 断面・変位 計算範囲 計算結果												
杭の断面性能										変位の規制		
部材番号	深度 m	杭の弾性係数 E	杭の外径 mm	肉厚 mm	断面二次モーメント m ⁴	断面積 m ²	断面係数 m ³	400材	490材	520材	570材	
1	1.00	2.00	500.0	30.0	1.230 E-3	4.430 E-2	4.910 E-3	●	●	●	●	
2	2.00	2.00	500.0	30.0	1.230 E-3	4.430 E-2	4.910 E-3	●	●	●	●	
3	3.00	2.00	500.0	30.0	1.230 E-3	4.430 E-2	4.910 E-3	●	●	●	●	
4	4.00	2.00	500.0	30.0	1.230 E-3	4.430 E-2	4.910 E-3	●	●	●	●	
5	5.00	2.00	500.0	30.0	1.230 E-3	4.430 E-2	4.910 E-3	●	●	●	●	
6	6.00	2.00	500.0	30.0	1.230 E-3	4.430 E-2	4.910 E-3	●	●	●	●	
7	7.00	2.00	500.0	30.0	1.230 E-3	4.430 E-2	4.910 E-3	●	●	●	●	
8	8.00	2.00	500.0	30.0	1.230 E-3	4.430 E-2	4.910 E-3	●	●	●	●	
9	9.00	2.00	500.0	30.0	1.230 E-3	4.430 E-2	4.910 E-3	●	●	●	●	
10	10.00	2.00	500.0	30.0	1.230 E-3	4.430 E-2	4.910 E-3	●	●	●	●	
11	11.00	2.00	500.0	30.0	1.230 E-3	4.430 E-2	4.910 E-3	●	●	●	●	
12	12.00	2.00	500.0	30.0	1.230 E-3	4.430 E-2	4.910 E-3	●	●	●	●	
13	13.00	2.00	500.0	30.0	1.230 E-3	4.430 E-2	4.910 E-3	●	●	●	●	

杭の弾性係数 E (×10⁸ kN/m²)
(*)上記値は、腐食しを考慮しない値を入力してください

変位の規制
 許容変位量を考慮する
 参照...
 許容変位量
 常時 : 210.0 mm
 地震時: 300.0 mm
 変位照査位置
 杭頭
 最大変位位置
 任意
 (杭頭から 0.50 m)

一括入力...

項目	説明
部材番号	部材番号を昇順に表示します。
深度	杭頭から各節点までの長さを表示します。
杭の弾性係数	E (kN/m ²) = 0.1 ~ 9.9 × 10 ⁸ 杭の弾性係数を入力します。 初期値は 2.0 × 10 ⁸ (kN/m ²)です。
杭の外径	d (mm) = 10.0 ~ 9999.9 鋼管の外径を入力します。
肉厚	t (mm) = 1.0 ~ 99.9 鋼管の肉厚を入力します。
杭材の断面二次モーメント	杭材の断面二次モーメントを表示します。
断面積	杭材の断面積を表示します。
断面係数	杭材の断面係数を表示します。
400 材	400 材の杭質がある場合に 印が付きます。
490 材	490 材の杭質がある場合に 印が付きます。
520 材	520 材の杭質がある場合に 印が付きます。
570 材	570 材の杭質がある場合に 印が付きます。
[一括入力...]	連続する部材の外形、肉厚に対して、同じ値を一度に設定することができます。

項目	説明
許容変位量を考慮する	杭の変位に対して照査する場合にチェックします。 許容変位量を考慮するにチェックをすると常時および地震時の許容変位量の入力ができるようになります。
[参照...]	許容変位量に関する情報を見ることができます。
許容変位量	許容変位量 (mm) = 0.1 ~ 9999.9 杭の許容変位量を入力します。 許容変位量は初期値として 50.0 が設定されています。
変位照査位置	杭頭 最大変位位置 任意 変位を照査する杭の位置を杭頭にするか、最大変位が発生する位置にするか、杭頭からの任意の位置にするかを選択します。

3.8.9. 計算範囲

項目	説明
鋼管規格参照	計算対象とする鋼管のパターンを選択します。 杭の材料として鋼管、鋼管 + H形鋼、二重鋼管のいずれかを選択した場合に有効になります。
材質	400 材 490 材 520 材 570 材 計算対象とする杭の材質に対してチェックします。
サイズ種類	mm、インチ両方 mmのみ インチのみ 計算に使用する鋼管のサイズを選択します。 杭の材料として H形鋼を選択した場合には設定できません。
杭間隔	$D(m) = 0.1 \sim 99.9$ 計算対象とする杭間隔の最小値と最大値を入力します。
検討ピッチ	検討ピッチ(m) = 0.1 ~ 2.0 計算対象とする杭間隔の検討ピッチを入力します。 計算モードが杭間隔優先の場合のみ有効になります。
腐食しろを考慮する	腐食しろを考慮する場合にチェックします。 腐食しろを考慮するにチェックすると腐食しろが入力できるようになります。

項目	説明
腐食しろ	腐食しろ(mm) = 0.0 ~ 9.9 杭の材料に対しての腐食しろを入力します。 鋼管の場合は、外側と内側の腐食しろを設定します。 H形鋼の場合は外側の腐食しろのみ設定します。 腐食しろは初期値として 0.0 が設定されています。
杭本数	計算対象となる杭の本数が表示されます。
OUT の計算をする	チェックを付けると、照査が OUT になる杭も計算結果に表示します。

3.8.10. 計算結果

計算結果												
計算式	荷重条件	地震時条件	計算条件	地盤変形係数	根入長	許容応力度	標準間隔	断面-変位	計算範囲	計算結果		
杭間隔優先、最小肉厚のみ検討				上段：常時の検討結果 下段：地震時の検討結果								
照査	判定	杭の材質	最大曲げモーメント MMax kN・m	最大せん断力 Smax kN	変位 Y mm	曲げ応力度 の kN/cm ²	せん断応力度 の kN/cm ²	標準 杭間隔 Dc m	杭径間 距離 Dd m	孔壁間 距離 Dw m	杭間隔 D m	
1	<input type="checkbox"/>	OK	490材	49.06 444.89	234 278.5	0.1 0.1	13661 96189	1057 12874	3.0	4.000	0.950	1.5
2	<input type="checkbox"/>	OK	490材	65.42 592.91	312 371.3	0.1 0.1	18214 128250	1409 16763	3.0	4.000	1.450	2.0

(注) 照査を選択してください。

項目 説明

[計算結果一覧](#)

計算結果の一覧が表示されます。(最大 100 行まで)
黄色く反転している行が選択行となります。
赤色表示は照査が OUT となったものです。
孔壁間距離の紫色表示は千鳥配置で条件を満たすものです。
上段には常時の結果、下段には地震時の結果が表示されます。

[\[変位・応力分布図\]](#)

照査を選択した行の常時または地震時の変位図、モーメント図、せん断力図を見ることができます。

[\[報告書印刷...\]](#)

照査を選択した行の報告書を印刷することができます。

[\[報告書プレビュー\]](#)

照査を選択した行のプレビューが表示されます。

[\[Word 出力\]](#)

照査を選択した行の報告書を Microsoft Word に出力できます

[\[一覧表プレビュー\]](#)

結果一覧をプレビューおよび印刷します。

[\[一覧表コピー\]](#)

結果一覧をクリップボードにコピーします。

[\[情報...\]](#)

計算エラーとなった杭の本数などの情報を見ることができます。

[\[表示項目...\]](#)

計算結果一覧に表示する項目(列)を切り替えることができます。

計算結果一覧の項目

照査	-	
判定	-	
杭の材質	-	
最大曲げモーメント	Mmax (kN・m)	杭間隔優先の場合 (杭1本当たり)
	Mmax (kN・m/m)	杭材優先の場合 (単位幅当たり)
Mmax 発生位置	Xm (m)	
最大せん断力	Smax (kN)	杭間隔優先の場合 (杭1本当たり)
	Smax (kN/m)	杭材優先の場合 (単位幅当たり)
Smax 発生位置	Xs (m)	
変位	Y (mm)	杭頭、最大または任意
変位位置	Xy(m)	杭頭、最大または任意
曲げ応力度	s (N/mm ²)	杭間隔優先の場合
せん断応力度	s (N/mm ²)	杭間隔優先の場合
曲げ応力度杭間隔	Dm (m)	杭材優先の場合
せん断応力度杭間隔	Ds (m)	杭材優先の場合
標準杭間隔	Do (m)	地すべり移動層の厚さによる規定を考慮
杭径8倍間隔	Dd (m)	杭の直径の8倍以内の規定を考慮
孔壁間距離	Dw (m)	孔壁間の距離は1m以上の規定を考慮
杭間隔	D (m)	
根入長	lr (m)	
杭長	lp (m)	
杭にかかる軸力	Nf (kN)	杭間隔優先の場合

3.9. 鉄筋コンクリート杭の計算

ここでは、鉄筋コンクリート杭の計算手順を示します。

- 3.9.1 発生応力
- 3.9.2 地震時発生応力
- 3.9.3 主鉄筋
- 3.9.4 帯鉄筋
- 3.9.5 式の選択

この解析では計算モードは杭間隔優先に固定となります。

3.9.1. 発生応力

計算式	地盤条件	地盤実用係数	根入長	杭の変位	発生応力	地震時発生応力	主鉄筋	
設計杭径 d = 1000.0 mm								
鉄筋コンクリート許容応力度								
設計基準強度 σ_{ck} N/mm ²	曲げ圧縮応力度 σ_{ca} N/mm ²	せん断応力度 τ_{ca} N/mm ²	引張応力度 σ_{sa} N/mm ²	ヤング係数 $E_c \times 10^{-4}$ N/mm ²	参照 説明			
24	8.0	0.200	100	2.50	<input checked="" type="checkbox"/> せん断応力度を補正する			
発生応力								
最大曲げモーメント	Mmax =	643.89	kN·m	実位・応力分布図				
最大せん断力	Smax =	347.7	kN					
最大変位	Ymax =	18.5	mm	Be-le =	2.0680	杭長・杭間隔		
最大曲げモーメント発生位置	Xm =	0.84	m	Be-lv =	4.7250	根入長 =	10.00 m	
最大せん断力発生位置	Xs =	0.00	m	杭長 =				20.00 m
最大変位発生位置	Xy =	10.00	m	杭間隔 =				3.0 m
※ 杭が重なります								
アンカー								
種別:								
規格:								
照査:								

項目	説明
設計杭径	d (mm) = 10.0 ~ 9999.9 設計杭径を入力します。
鉄筋コンクリートの許容応力度	コンクリートの設計基準強度: $ck(N/mm^2) = 15 \sim 80$ コンクリートの許容曲げ圧縮応力度: $ca(N/mm^2) = 0.1 \sim 99.9$ コンクリートの許容せん断応力度: $ca(N/mm^2) = 0.001 \sim 0.999$ 鉄筋の許容引張応力度: $sa(N/mm^2) = 1 \sim 999$ コンクリートのヤング係数: $Ec(N/mm^2) = 1.00 \sim 99.99 \times 10^4$ 鉄筋コンクリートの許容応力度、ヤング係数を入力します。
[参照]	鉄筋コンクリートの許容応力度を参照し、値を代入できます。
[変位・応力分布図]	常時の変位図、モーメント図、せん断力図を見ることができます。
せん断応力度を補正する	チェックを付けると、平成 24 年道路橋示方書(共通編・ 下部構造編)・同解説 157 頁に準じて、許容せん断応力度を補正します。
[説明]	せん断応力度の補正についての説明を見ることができます。

3.9.2. 地震時発生応力

計算式	地盤条件	地盤実形係数	根入長	杭の実位	発生応力	地震時発生応力	主鉄筋
地震時鉄筋コンクリート許容応力度							
設計基準強度 σ_{ck} N/mm ²	曲げ圧縮応力度 σ_{ca} N/mm ²	せん断応力度 τ_{ca} N/mm ²	引張応力度 σ_{sa} N/mm ²	ヤング係数 $E_c \times 10^{-4}$ N/mm ²	参照		
24	8.0	0.250	180	2.50	<input checked="" type="checkbox"/> せん断応力度を補正する		
地震時発生応力							
最大曲げモーメント	Mmax =	504.29	kN·m	実位・応力 分布図		アノ-	
最大せん断力	Smax =	398.4	kN	Be-le =		種類:	
最大変位	Ymax =	10.0	mm	Br-lr =		規格:	
最大曲げモーメント発生位置	Xm =	0.73	m	照査:			
最大せん断力発生位置	Xs =	0.00	m				
最大変位発生位置	Xy =	10.00	m				

項目	説明
----	----

鉄筋コンクリートの許容応力度

コンクリートの設計基準強度: σ_{ck} (N/mm²) = 15 ~ 80 (入力不可)
 コンクリートの許容曲げ圧縮応力度: σ_{ca} (N/mm²) = 0.1 ~ 99.9
 コンクリートの許容せん断応力度: τ_{ca} (N/mm²) = 0.001 ~ 0.999
 鉄筋の許容引張応力度: σ_{sa} (N/mm²) = 1 ~ 999
 コンクリートのヤング係数: E_c (N/mm²) = 1.00 ~ 99.99 × 10⁴
 (入力不可)

[参照...]

鉄筋コンクリートの許容応力度を参照し、値を代入できます。

[変位・応力分布図...]

地震時の変位図、モーメント図、せん断力図を見ることができます。

せん断応力度を補正する

平成 24 年道路橋示方書(共通編・ 下部構造編)・同解説 157 頁に準じて、許容せん断応力度の補正を確認できます。
 補正のチェックするしないは、発生応力画面にて行います。

3.9.3. 主鉄筋

計算式 | 地盤条件 | 地盤変形係数 | 埋入長 | 杭の位置 | 発生応力 | 地震時発生応力 | 主鉄筋

選択している主鉄筋
D10 × 80 本

上段：常時の検討結果
下段：地震時の検討結果

(注) 照査を選択してください。

照査	鉄筋 径×本数	鉄筋量 mm ²	曲げ圧縮 N/mm ²	せん断 N/mm ²	曲げ引張 N/mm ²
<input type="checkbox"/>	D10	5706.4	14.645 11.996	0.551 0.536	526.950 400.20
<input type="checkbox"/>	D13	10136.0	11.242 8.778	0.551 0.536	326.214 248.66
<input type="checkbox"/>	D16	15080.0	9.077 7.105	0.551 0.536	225.262 172.22
<input type="checkbox"/>	D19	22920.0	7.550 5.921	0.551 0.536	166.748 127.75
<input type="checkbox"/>	D22	30960.0	6.425 5.045	0.551 0.536	130.075 99.82
<input type="checkbox"/>	D25	40536.0	5.509 4.332	0.551 0.536	103.960 79.89
<input type="checkbox"/>	D29	51392.0	4.760 3.753	0.551 0.536	85.107 65.48
<input type="checkbox"/>	D32	63536.0	4.160 3.277	0.551 0.536	71.015 54.89
<input type="checkbox"/>	D35	76528.0	3.669 2.892	0.551 0.536	60.469 46.60
<input type="checkbox"/>	D38	91200.0	3.242 2.557	0.551 0.536	51.862 40.00
<input type="checkbox"/>	D41	107200.0	2.881 2.272	0.551 0.536	44.962 34.67
<input type="checkbox"/>	D51	162160.0	2.009 1.649	0.550 0.536	30.945 23.89

段数 本数 鉄筋位置(mm)

1段 20 450.0

2段 20 950.0

3段 20 250.0

4段 20 150.0

杭の半径 b
500.0 mm

鉄筋のかぶり
50 mm

鉄筋の縦間隔
100 mm

帯鉄筋
傾斜工事費...
報告書印刷...
報告書プレビュー...
Word出力

項目

説明

鉄筋段数

- 1段
- 2段
- 3段
- 4段

配筋する鉄筋の段数を1～4段の中から選択します。

本数

主鉄筋本数) = 1～999 本
各段の主鉄筋本数を入力します。

鉄筋のかぶり

鉄筋のかぶり(mm) = 10～9999
鉄筋のかぶりを入力します。
入力範囲は杭の半径によって変化します。

鉄筋の縦間隔

鉄筋の縦間隔(mm) = 10～9999
鉄筋の縦間隔を入力します。
入力範囲は杭の半径によって変化します。

計算結果一覧

鉄筋ごとに鉄筋量と応力度を算出します。
表示された応力度の文字が青の場合は許容応力度に対して OK、赤の場合は OUT となります。
黄色く反転している行が選択行となります。
上段には常時の結果、下段には地震時の結果が表示されます。

[帯鉄筋]	照査を選択した行の帯鉄筋に関する以下の照査が行えます。 ・せん断力に耐える場合($m \leq ca$ または $m \leq ca$) 帯鉄筋の横方向鉄筋比を照査できます。 ・せん断力に耐えることができない場合 ($m > ca$ または $m > ca$) 帯鉄筋の横方向鉄筋比を照査し、帯鉄筋を検討します。 せん断補強筋が必要な場合は、せん断補強筋の検討を行います。
[概算工事費...]	概算工事費の算出へと移ります。 詳しくは別冊の取り扱い説明書(概算工事費編)をご覧ください。
[報告書印刷...]	照査を選択した行の報告書を印刷することができます。
[報告書プレビュー]	照査を選択した行のプレビューが表示されます。
[Word 出力]	照査を選択した行の報告書を Microsoft Word に出力できます。

3.9.4. 帯鉄筋

帯鉄筋の照査

せん断応力度を補正する

鉄筋径数: 4 段
 杭径: d = 1000.0 mm
 換算有効高: do = 718.2 mm
 換算部材高: bw = 886.2 mm
 横方向鉄筋比: Ps = 0.0015
 帯鉄筋間隔: ab = 100 mm

対象せん断力

最大せん断力(Smax) 常時: 1449.0 kN
 地震時: 1409.4 kN
 任意 常時: [] kN
 地震時: [] kN

せん断補強筋の照査

せん断補強筋の間隔: aw = 20 mm
 必要鉄筋量: Aw = 108.04 mm²
 設計鉄筋量 D10 × 12 本 = 855.96 mm²

鉄筋	帯鉄筋量 mm ²	横方向鉄筋比	せん断補強筋
D10	570.840	0.0057	必要
D13	1013.600	0.0101	必要
D16	1588.800	0.0159	不要
D19	2292.000	0.0229	不要
D22	3096.000	0.0310	不要
D25	4053.600	0.0405	不要
D29	5139.200	0.0514	不要
D32	6353.600	0.0635	不要
D35	7682.800	0.0768	不要
D38	9120.000	0.0912	不要
D41	10728.000	0.1072	不要
D51	16216.000	0.1622	不要

鉄筋	鉄筋断面積 mm ²	最小本数 本	鉄筋量 mm ²
D10	71.88	2	143.76
D13	126.70	1	126.70
D16	198.60	1	198.60
D19	266.50	1	266.50
D22	387.10	1	387.10
D25	506.70	1	506.70
D29	642.40	1	642.40
D32	794.20	1	794.20
D35	956.60	1	956.60
D38	1140.00	1	1140.00
D41	1340.00	1	1340.00
D51	2027.00	1	2027.00

項目

説明

せん断応力度を補正する

平成 24 年道路橋示方書(共通編・ 下部構造編)・同解説 157 頁に準じて、許容せん断応力度の補正を確認できます。補正のチェックするしないは、発生応力画面にて行います。

横方向鉄筋比

Ps = 0.0001 ~ 1.0000
 基準となる横方向鉄筋比を入力します。
 この値は、帯鉄筋間隔を入力することによって算出される各鉄筋の横方向鉄筋比と比較するための基準値になります。
 横方向鉄筋比は初期値として 0.0020 が設定されています。

帯鉄筋間隔

ab (mm) = 10 ~ 990
 帯鉄筋の間隔を入力します。

対象せん断力

最大せん断力
 任意 0.1 ~ 99999.9 (kN)
 せん断力の照査対象として最大せん断力を使うか、または任意の値を入力するかを選択します。
 任意を選択した場合は、対象せん断力を入力できるようになります。

帯鉄筋一覧

鉄筋ごとに計算結果を表示します。
 <横方向鉄筋比>列は基準となる値以上ならば青色表示(OK)、未満ならば赤色表示(OUT)になります。
 <せん断補強筋>列は補強筋の必要、不要を表示します。
 黒く反転している行が選択行となります。

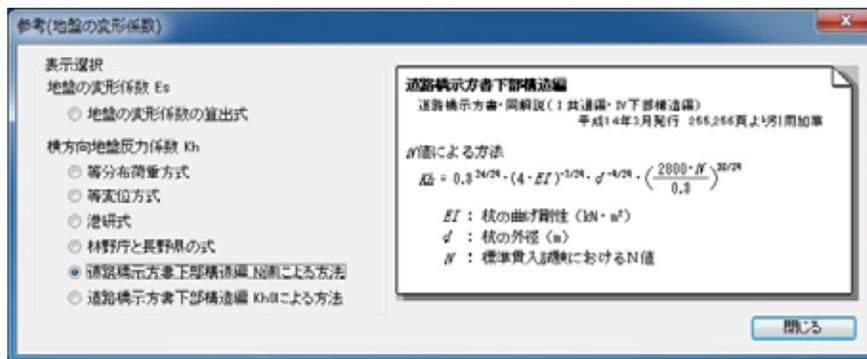
項目	説明
せん断補強筋の間隔	<p>aw (mm) = 10 ~ 990</p> <p>せん断補強筋を配置する間隔を入力します。</p> <p>帯鉄筋一覧で<せん断補強筋>列が必要となっている行を選択している場合に有効になります。</p>
設計鉄筋量 本数	<p>本数(本) = 1 ~ 999</p> <p>使用する鉄筋の本数を入力します。</p> <p>この本数と計算結果一覧で選択している鉄筋により設計鉄筋量が算出されます。設計鉄筋量が必要鉄筋量よりも小さい場合は赤く表示されます。必要鉄筋量を満たすには計算結果一覧の<最小本数>列を参考にしてください。</p> <p>帯鉄筋一覧で<せん断補強筋>列が必要となっている行を選択している場合に有効になります。</p>
せん断補強筋一覧	<p>鉄筋ごとに計算結果を表示します。</p> <p><最小本数>列は必要鉄筋量を満たすのに必要な最小の本数を表示しています。</p> <p><鉄筋量>列は最小本数の時の鉄筋量を表示しています。</p> <p>黒く反転している行が選択行となります。</p> <p>帯鉄筋一覧で<せん断補強筋>列が必要となっている行を選択している場合に有効になります。</p>
[プレビュー...]	選択行の報告書をプレビューすることができます。
[印刷...]	選択行の報告書を印刷することができます。
[Word 出力]	選択行の報告書を Microsoft Word に出力できます。
[閉じる]	[主鉄筋] タブ画面に戻ります。

3.10. 参照ダイアログ

ここでは、データを参照するダイアログについて説明します。

- 3.10.1 地盤の変形係数
- 3.10.2 変形係数の低減
- 3.10.3 杭の根入長計算式
- 3.10.4 杭の許容変位量
- 3.10.5 許容応力度
- 3.10.6 変位・応力分布図
- 3.10.7 変位・応力一覧表

3.10.1. 地盤の変形係数



項目	説明
算定式の選択	<p>地盤の変形係数 等分布荷重方式 等変位方式 港研式 林野庁・長野県による方法 道路橋示方書 下部構造編 N 値による方法 道路橋示方書 下部構造編 E0 による方法</p> <p>参照したい式を選択します。 右側の白い部分に現在選択している式が表示されます。</p>
[閉じる]	ダイアログを閉じます。

3.10.2. 変形係数の低減

変形係数の低減

必要抑止力 Pr = 500.0 kN/m

有効抵抗力 Ru = 300.0 kN/m

グラフによる低減係数(参考値)
 (Ese'/Ese) 0.18

計算値の丸め精度
 0.01 0.1

低減係数 (決定値) μ = 0.18

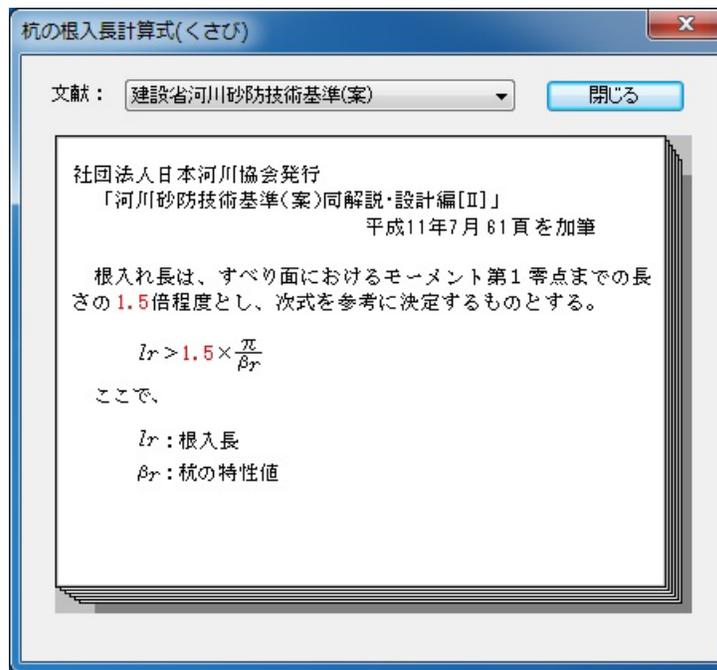
(注) 低減係数 (決定値) が1のときは低減されません。

移動層の変形係数の低減法
地すべり鋼管杭設計要領 66頁より引用加筆

OK キャンセル

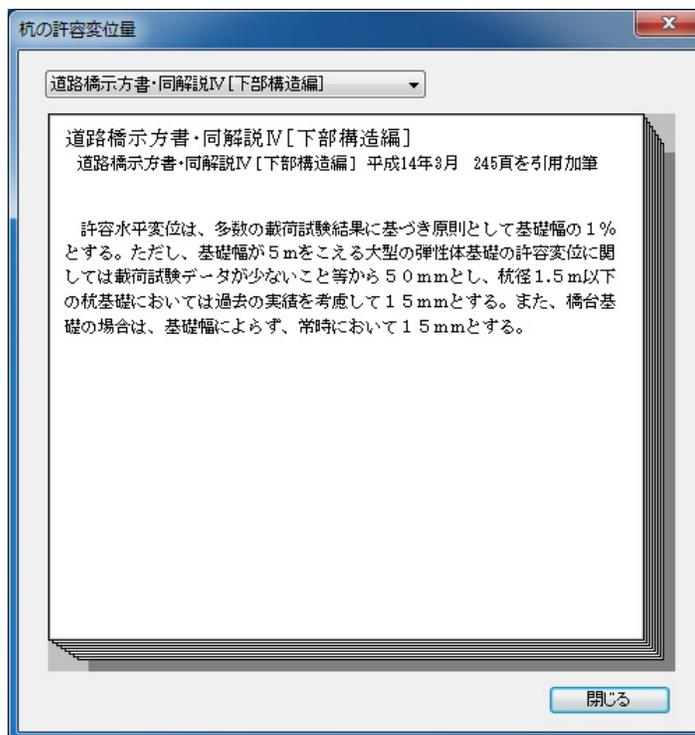
項目	説明
必要抑止力	地盤条件画面で入力した値が表示されます。
有効抵抗力	Ru (kN/m) = 10.0 ~ 99999.9 杭の谷側移動層の有効抵抗力を入力します。 必要抑止力より大きな値は入力できません。
グラフによる低減係数	グラフから値を読み取った低減係数(参考値)を表示します。
計算値の丸め精度	0.01 0.1 グラフによる低減係数で表示する値の丸め精度を入力します。
低減係数	μ = 0.01 ~ 1.00 低減係数を入力します。 1.00 を設定すると低減されません。

3.10.3. 杭の根入長計算式



項目	説明
文献	<ul style="list-style-type: none">・地すべり鋼管杭設計要領・河川砂防技術基準(案)・工事ポケットブック・のり面及び斜面災害復旧工法・のり面工・斜面安定工指針 (せん断杭の場合は表示されません)・砂防・地すべり設計実例 参照したい文献を選択します。 下側の白い部分に現在選択している文献の式が表示されます。
[閉じる]	ダイアログを閉じます。

3.10.4. 杭の許容変位量



項目

説明

文献

・道路橋示方書・同解説 [下部構造編]
・北陸地方整備局
・九州地方整備局
・中国地方整備局
・近畿地方整備局
・中部地方整備局
・日本道路公団
・鋼管杭-その設計と施工-
参照したい文献を選択します。
下側の白い部分に現在選択している文献が表示されます。

[閉じる]

ダイアログを閉じます。

3.10.5. 許容応力度

鋼管の許容応力度

建設省河川砂防技術基準(案) 設計編[II]

代入
キャンセル

	短期せん断 τ_{sa} N/mm ²	短期曲げ σ_{sa} N/mm ²	長期せん断 τ_{sa} N/mm ²	長期曲げ σ_{sa} N/mm ²
400材	118	206	78	137
490材	162	279	108	186
520材				
570材				

鉄筋コンクリートの許容応力度

道路橋示方書・同解説 I 共通・IV 下部構造編

代入
キャンセル

	設計基準強度 σ_{ck} N/mm ²	圧縮応力度 σ_{ca} N/mm ²	せん断応力 τ_{ca} N/mm ²	引張応力度 σ_{sa} N/mm ²	ヤング係数 $E_c \times 10^{-4}$ N/mm ²
1	15				
2	18				
3	21	7.0	0.220	180.0	2.35
4	24	8.0	0.230	180.0	2.50
5	27	9.0	0.240	180.0	2.65
6	30	10.0	0.250	180.0	2.80
7	40				
8	50				
9	60				
10	70				

項目 説明

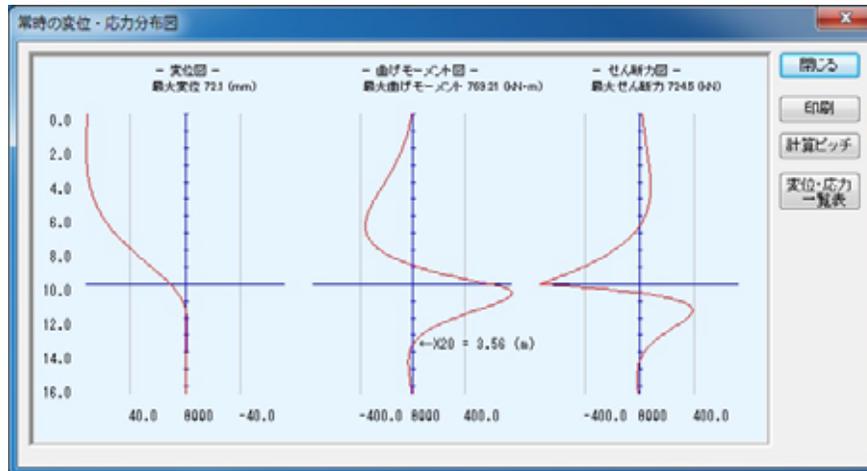
文献

参照したい文献を選択します。
 下側の表に選択した文献のデータが表示されます。
 黒く反転している行が選択行となります。
 このリストは[規格]メニューで登録してあるパターン名が表示されま
 す。

[代入]

選択行のデータが[許容応力度]タブ、[発生応力]タブの容応力度に
 代入されます。

3.10.6. 変位・応力分布図



項目

説明

[印刷]

変位・応力分布図を印刷します。

[変位・応力一覧表]

[変位・応力一覧表] ダイアログを開きます。

[閉じる]

ダイアログを閉じます。

3.10.7. 変位・応力一覧表

変位・応力一覧表

杭頭からの 深度 m	変位 Y mm	モーメント M kN・m	せん断力 S kN
0.00	71.3	-6.082	20.6
0.10	71.4	-8.202	21.8
0.20	71.4	-10.451	23.2
0.30	71.5	-12.834	24.5
0.40	71.5	-15.354	25.9
0.50	71.6	-18.014	27.3
0.60	71.7	-20.819	28.8
0.70	71.7	-23.771	30.3
0.80	71.8	-26.874	31.8
0.90	71.8	-30.132	33.4
1.00	71.9	-33.546	34.9
1.10	71.9	-37.121	36.6
1.20	71.9	-40.858	38.2
1.30	72.0	-44.761	39.9
1.40	72.0	-48.832	41.5
1.50	72.0	-53.072	43.3
1.60	72.1	-57.483	45.0
1.70	72.1	-62.068	46.7
1.80	72.1	-66.826	48.5
1.90	72.1	-71.760	50.2

閉じる
印刷
表をコピー
計算ピッチ

項目

説明

データ一覧表

深度に対する変位、モーメント、せん断力の値を一覧表で表示します。

[印刷]

変位・応力一覧表を印刷します。

[表をコピー]

変位・応力データをクリップボードにコピーします。
データを表計算ソフトなどに貼り付けるときに便利です。

[計算ピッチ]

杭頭からの深度のピッチを変更します。

[閉じる]

ダイアログを閉じます。

4. 抑止杭で使用している記号

この章では、抑止杭で使用している記号の一覧を示します。
 積分定数には、すべり面から上はサフィックス1、下はサフィックス2をつけています。
 そのほかについては、すべり面から上はサフィックス e、下はサフィックス r をつけています。

項目	記号	単位	最小値	最大値
有効長の係数	a	-	1.0	2.0
根入長計算式の係数	a	-	1.0	2.0
帯鉄筋間隔	ab	mm	10.00	990.00
せん断補強筋の間隔	aw	mm	10.00	990.00
杭材の断面積	A	mm ²	1	9999999
アンカーの断面積	Aa	mm ²	0.1	99999.9
コンクリート杭に使用する鉄筋量	As	mm ²	0.01	9999999.99
帯鉄筋量	Ab	mm ²	0.01	9999999.99
せん断補強の鉄筋量	Aw	mm ²	0.01	9999999.99
杭の半径	b	mm	0.1	9999.9
換算部材高	bw	mm	0.1	9999.9
等変位方式試験における載荷幅	B	m	0.01	99.99
H形鋼の辺長	B, Bx	mm	3	999
土の粘着力	c	kN/m ²	0.0	999.9
杭の外径	d	mm	10.0	9999.9
換算有効高	do	mm	0.1	9999.9
杭間隔	D	m	0.1	99.9
杭径の8倍による杭間隔	Dd	m	0.001	99.999
曲げ応力度に対する杭間隔	Dm	m	0.01	99.99
移動層厚による標準杭間隔	Do	m	2.0	4.0
せん断応力度に対する杭間隔	Ds	m	0.01	99.99
孔壁間の距離	Dw	m	0.001	99.999
杭の弾性係数	E	$\times 10^8$ kN/m ²	0.1	9.9
設計の対象位置での地盤の変形係数	E0	kN/m ²	1	99999999
アンカーの弾性係数	Ea	$\times 10^8$ kN/m ²	0.01	9.99
コンクリートのヤング係数	Ec	$\times 10^4$ N/mm ²	1.00	99.99
杭の曲げ剛性	EI	kN \cdot m ²	0.1	9999999.9
地盤の変形係数	Es	kN/m ²	1	99999999
地盤破壊計算用の安全率	Fs	-	0.1	9.9
杭1本当たりの水平負担力	H	kN/本	0.1	99999.9
H形鋼の高さ	H, Hy	mm	3	999
単位幅当たりの水平負担力	Hu	kN/m	0.1	99999.9
鉄筋平均位置と外側鉄筋位置との差	i	mm	0.1	999.9
杭材の断面2次モーメント	I	mm ⁴	1.00000×10^4	9.99999×10^{12}
コンクリートのせん断力算出用の係数	j	-	0.001	9.999
アンカーのバネ係数	Ka	kN/m	10	999999
横方向地盤反力係数	Kh	kN/m ³	1	99999999
アンカーのバネ係数の水平成分	Kha	kN/m	10	999999

等変位方式による K 値	Kk	kN/m ³	1	99999999
等分布荷重方式による K 値	Kl	kN/m ³	1	99999999
受働土圧係数	Kp	-	0.001	99.999
杭頭からのアンカー取付位置	la	m	0.01	99.99
杭の有効長	le	m	0.01	99.99
アンカー自由長	lf	m	0.01	99.99
すべり面からの地すべり力の作用位置	lh	m	0.01	99.99
杭の全長	lp	m	0.01	999.99
杭の根入長	lr	m	0.01	900.00
移動層の厚さ	lt	m	0.01	99.99
杭1本当たりの最大曲げモーメント	Mmax	kN・m	0.01	9999999.99
単位幅当たりの最大曲げモーメント	Mmax	kN・m/m	0.01	9999999.99
鉄筋とコンクリートのヤング係数比	n	-	-	15
標準貫入試験における N 値	N	-	1	9999
杭にかかる軸力	Nf	kN	0.0	99999.9
杭にかかる初期軸力	Nf ₁	kN	0.0	999999.9
地盤破壊の係数	N	-	0.00001	999.99999
杭の存在によって生ずる抵抗力	P	kN	0.1	99999.9
杭にかかる全水平土圧	P	kN	0.1	99999.9
杭1本当たりの必要アンカー力	P0	kN/本	0.001	99999.999
アンカー軸方向の初期張力	Pa	kN	0.0	99999.9
杭1本当たりのアンカー初期張力の水平成分	Pha	kN/m	0.0	99999.9
必要抑止力	Pr	kN/m	0.1	99999.9
荷重強度	Pr ₁ , Pr ₂	kN/m ²	0.00	9999.99
横方向鉄筋比	Ps	-	0.0001	1.0000
杭に作用する受働土圧	Qp	kN	0.1	99999.9
H形鋼の丸み半径	r	mm	1	99
載荷試験時の載荷半径	r	m	0.01	99.99
鉄筋コンクリート杭の有効高	rs	mm	0.1	9999.9
単位幅あたりの許容水平推力	r _s	kN/m	0.1	999999.9
杭の谷側移動層の有効抵抗力	Ru	kN/m	10.0	99999.9
腐食しろ	s1, s2	mm	0.0	9.9
コンクリートが負担するせん断力	S _c	kN	0.1	99999.9
帯鉄筋が負担するせん断力	S _{hr}	kN	0.1	99999.9
杭1本当たりの最大せん断力	Smax	kN	0.1	9999999.9
単位幅当たりの最大せん断力	Smax	kN/m	0.1	9999999.9
許容せん断力	S _r	kN	0.1	99999.9
杭の肉厚	t	mm	0.1	999.9
H形鋼のウェブ	t1	mm	0.1	99.9
H形鋼のフランジ	t2	mm	0.1	99.9
アンカー軸方向の支点反力	T	kN/本	0.001	99999.999
アンカー一点水平支点反力	Th	kN/本	0.001	99999.999
回転支点反力	Tm	kN・m	0.01	9999.99
水平支点反力	Tn	kN	0.01	9999.99

アンカー引張材の引張荷重	Tus	kN	0.001	9999.999
アンカー引張材の降伏荷重	Tys	kN	0.001	9999.999
杭1本当たりの地すべり力の鉛直成分	V	kN	0.0	99999.9
単位幅当たりの地すべり力の鉛直成分	Vu	kN/m	0.0	9999.9
不動層モーメント第一零点	X ₂₀	m	0.01	99.99
最大曲げモーメント発生位置	Xm	m	0.01	99.99
最大せん断力発生位置	Xs	m	0.01	99.99
最大変位発生位置	Xy	m	0.01	99.99
杭に発生する変位	Y	mm	0.1	99999.9
杭に発生する最大変位	Ymax	mm	0.1	99999.9
杭材の断面係数	Z	mm ³	1000	9999999000
横方向地盤反力係数に使用する係数		-	1 or 4	
鉄筋コンクリート杭のせん断力の補正係数		-	0.01	9.99
せん断応力度補正係数	0	-	1.000	3.000
杭の特性値		m ⁻¹	0.0001	999.9999
土塊の単位体積重量		kN/m ³	0.1	999.9
アンカー傾角	a	°	0.0	89.0
すべり面傾斜角度	e	°	-89.0	89.0
低減係数	μ	-	0.01	1.00
ポアソン比		-	0.01	1.00
コンクリートの曲げ圧縮応力度	c	N/mm ²	0.001	99999.999
コンクリートの許容曲げ圧縮応力度	ca	N/mm ²	0.1	99.9
コンクリートの設計基準強度	ck	N/mm ²	15	80
鋼材の曲げ引張応力度	s	N/mm ²	0.01	99999.99
鋼材の許容曲げ引張応力度	sa	N/mm ²	1	999
コンクリートのせん断応力度	c	N/mm ²	0.001	99.999
コンクリートの許容せん断応力度	ca	N/mm ²	0.001	0.999
鋼材のせん断応力度	s	N/mm ²	0.01	9999.99
鋼材の許容せん断応力度	sa	N/mm ²	1	999
土塊の内部摩擦角		°	0.0	89.0
杭の外径と孔壁とのクリアランス	d	mm	1	999
積分定数	A ₁ , A ₂	× 10 ⁰	-9.9999	9.9999
積分定数	B ₁ , B ₂	× 10 ⁰	-9.9999	9.9999
積分定数	C _{1 - 14}	× 10 ⁰	-9.9999	9.9999
積分定数	D ₁ , D ₂	× 10 ⁰	-9.9999	9.9999

5. 抑止杭の計算式

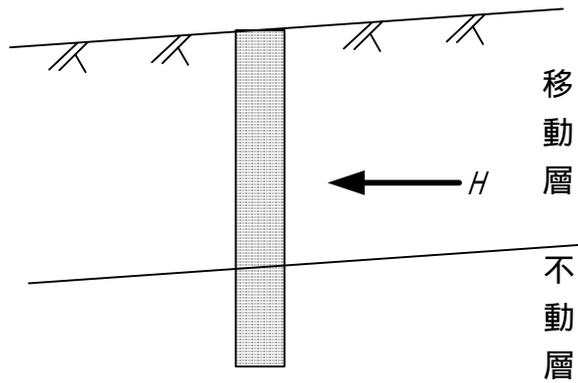
この章では、抑止杭で使用している式について示します。

- 5.1 せん断杭
- 5.2 くさび杭
- 5.3 くさび杭(多層系)
- 5.4 抑え杭
- 5.5 骨組構造解析
- 5.6 断面強度の照査
- 5.7 杭間隔の検討
- 5.8 地盤破壊の式
- 5.9 根入長の式
- 5.10 横方向地盤反力係数の式
- 5.11 地震時の横方向地盤反力係数
- 5.12 移動層の変形係数の低減法
- 5.13 設計上の杭形式の区分
- 5.14 アンカーの参考値
- 5.15 許容応力度の参考値
- 5.16 許容変位量の参考値
- 5.17 腐食しろ
- 5.18 帯鉄筋の照査
- 5.19 せん断補強筋の検討

5.1. せん断杭

地すべり鋼管杭設計要領

2003年6月発行 99頁より引用加筆



杭に発生する応力をせん断力のみとして解析します。

最大せん断力

$$S_{\max} = H$$

ここで、

S_{\max} : 杭1本当たりの最大せん断力 (kN)
 H : 杭1本当たりの水平負担力 (kN)

5.2. くさび杭

設計上の杭形式の区分として、有限の杭、無限の杭とがありそれによって式が異なります。また、アンカー位置をバネ支点としたアンカー付きくさび杭もあります。

- 5.2.1 くさび杭(一般式)
- 5.2.2 くさび杭(有限の杭)
- 5.2.3 くさび杭(無限の杭)
- 5.2.4 アンカー付きくさび杭

5.2.1. くさび杭(一般式)

地すべり鋼管杭設計要領

2003年6月発行 62,104頁より引用加筆

弾性床上の梁の一般式は次の式で表されます。

$$EI \cdot \frac{d^4 y}{dx^4} + Es \cdot y = 0$$

ここで、

x :	任意の深さ	(m)
y :	深さ x における杭の変位	(m)
EI :	杭の曲げ剛性	(kN・m ²)
Es :	地盤の変形係数	(kN/m ²)

上式の微分方程式を解いて一般解を得ます。また、変位も求めます。

$$y = e^{\beta x} (A \cos \beta x + B \sin \beta x) + e^{-\beta x} (C \cos \beta x + D \sin \beta x)$$

ここで、

$$\beta = \sqrt[4]{Es / 4EI} \quad (\text{m}^{-1})$$

A, B, C, D : 積分定数

変位: Y (mm)

$$Y = y_1(0) + y_2(0) + y(x)$$

ここで、

x : 変位の位置 (m)

一般解を逐次微分して杭1本当たりのたわみ角、曲げモーメント、せん断力を求めます。

たわみ角: i (rad)

$$i = \frac{dy}{dx} = \beta \left\{ e^{\beta x} [A(\cos \beta x - \sin \beta x) + B(\cos \beta x + \sin \beta x)] + e^{-\beta x} [-C(\cos \beta x + \sin \beta x) + D(\cos \beta x - \sin \beta x)] \right\}$$

曲げモーメント: M (kN・m)

$$M = -EI \frac{d^2 y}{dx^2} = -2\beta^2 EI \left[e^{\beta x} (-A \sin \beta x + B \cos \beta x) + e^{-\beta x} (C \sin \beta x - D \cos \beta x) \right]$$

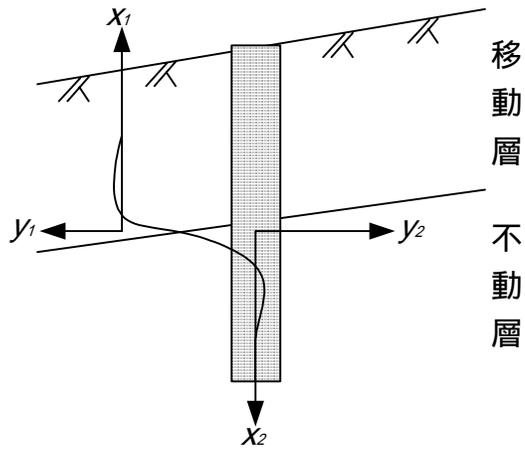
せん断力: S (kN)

$$S = -EI \frac{d^3 y}{dx^3} = -2\beta^3 EI \left\{ e^{\beta x} [-A(\cos \beta x + \sin \beta x) + B(\cos \beta x - \sin \beta x)] + e^{-\beta x} [C(\cos \beta x - \sin \beta x) + D(\cos \beta x + \sin \beta x)] \right\}$$

5.2.2. くさび杭(有限の杭)

地すべり鋼管杭設計要領

2003年6月発行 62,63頁より引用加筆



上下に有限な杭と考えると、境界条件は次のように表されます。

$x_1 = x_2 = 0$ のとき (すべり面位置)

$$i_1 = i_2$$

$$M_1 + M_2 = 0$$

$$S_1 = -H$$

$$S_2 = -H$$

$x_1 = le$ のとき (杭頭)

$$M_1 = 0$$

$$S_1 = 0$$

$x_1 = lr$ のとき (杭下端)

$$M_2 = 0$$

$$S_2 = 0$$

前述の一般式と境界条件により、次の8元連立方程式が得られます。

$$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ H \\ \frac{2EI\beta e^3}{H} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \beta e & \beta e & -\beta e & \beta e & -\beta r & -\beta r & \beta r & -\beta r \\ 0 & \beta e^2 & 0 & -\beta e^2 & 0 & \beta r^2 & 0 & -\beta r^2 \\ -1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 1 & 1 \\ -Z_1 & \Theta_1 & \zeta_1 & \theta_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\Phi_1 & \Psi_1 & \psi_1 & \phi_1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -Z_2 & \Theta_2 & \zeta_2 & \theta_2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -\Phi_2 & \Psi_2 & \psi_2 & \phi_2 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A_1 \\ B_1 \\ C_1 \\ D_1 \\ A_2 \\ B_2 \\ C_2 \\ D_2 \end{pmatrix}$$

ここで、

$$\Theta = e^{\beta x} \cos \beta x$$

$$\theta = e^{-\beta x} \cos \beta x$$

$$Z = e^{\beta x} \sin \beta x$$

$$\zeta = e^{-\beta x} \sin \beta x$$

$$\Phi = e^{\beta x} (\cos \beta x + \sin \beta x)$$

$$\phi = e^{-\beta x} (\cos \beta x + \sin \beta x)$$

$$\Psi = e^{\beta x} (\cos \beta x - \sin \beta x)$$

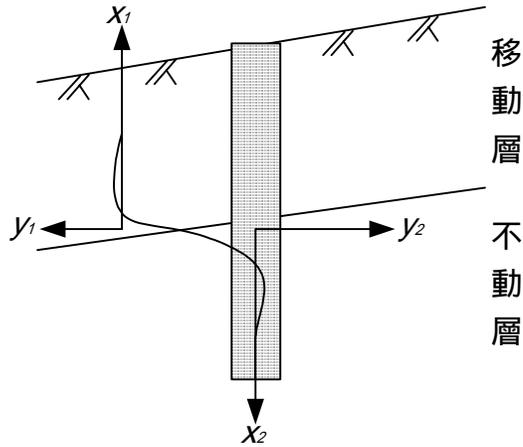
$$\psi = e^{-\beta x} (\cos \beta x - \sin \beta x)$$

H : 杭1本当たりの水平負担力 (kN)

5.2.3. くさび杭(無限の杭)

地すべり鋼管杭設計要領

2003年6月発行 63,64頁より引用加筆



上下に無限な杭と考えると、境界条件は次のように表されます。

$x_1 = x_2 = 0$ のとき (すべり面位置)

$$i_1 = i_2$$

$$M_1 + M_2 = 0$$

$$S_1 = -H$$

$$S_2 = -H$$

$x_1 =$ のとき

$$y_1 = 0$$

$x_2 =$ のとき

$$y_2 = 0$$

前述の一般式と境界条件により、次の4元連立方程式が得られます。

$$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ H \\ \frac{2EI\beta e^3}{2EI\beta r^3} \\ H \\ \frac{H}{2EI\beta r^3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -\beta e & \beta e & \beta r & -\beta r \\ 0 & -\beta e^2 & 0 & -\beta r^2 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_1 \\ D_1 \\ C_2 \\ D_2 \end{pmatrix}$$

ここで、

H : 杭1本当たりの水平負担力 (kN)

また、次の式を用いて無限な杭の断面力を求めることができます。

すべり面上部について

$$y_1 = \frac{-H}{4EI\beta_1^2} e^{-\beta_1 x_1} \left\{ \left(\frac{1}{\beta_1} + \frac{1}{\beta_2} \right) \cos \beta_1 x_1 + \left(\frac{1}{\beta_1} - \frac{1}{\beta_2} \right) \sin \beta_1 x_1 \right\}$$
$$M_1 = \frac{H}{2} e^{-\beta_1 x_1} \left\{ \left(\frac{1}{\beta_1} - \frac{1}{\beta_2} \right) \cos \beta_1 x_1 - \left(\frac{1}{\beta_1} + \frac{1}{\beta_2} \right) \sin \beta_1 x_1 \right\}$$
$$S_1 = H\beta_1 e^{-\beta_1 x_1} \left(\frac{1}{\beta_1} \cos \beta_1 x_1 - \frac{1}{\beta_2} \sin \beta_1 x_1 \right)$$

最大曲げモーメント発生位置

$$x_{M1} = \frac{1}{\beta_1} \tan^{-1} \frac{\beta_2}{\beta_1}$$

最大せん断力発生位置

$$x_{S1} = 0$$

すべり面下部について

$$y_2 = \frac{H}{4EI\beta_2^2} e^{-\beta_2 x_2} \left\{ \left(\frac{1}{\beta_1} + \frac{1}{\beta_2} \right) \cos \beta_2 x_2 + \left(\frac{1}{\beta_1} - \frac{1}{\beta_2} \right) \sin \beta_2 x_2 \right\}$$
$$M_2 = \frac{-H}{2} e^{-\beta_2 x_2} \left\{ \left(\frac{1}{\beta_1} - \frac{1}{\beta_2} \right) \cos \beta_2 x_2 - \left(\frac{1}{\beta_1} + \frac{1}{\beta_2} \right) \sin \beta_2 x_2 \right\}$$
$$S_2 = -H\beta_2 e^{-\beta_2 x_2} \left(\frac{1}{\beta_2} \cos \beta_2 x_2 - \frac{1}{\beta_1} \sin \beta_2 x_2 \right)$$

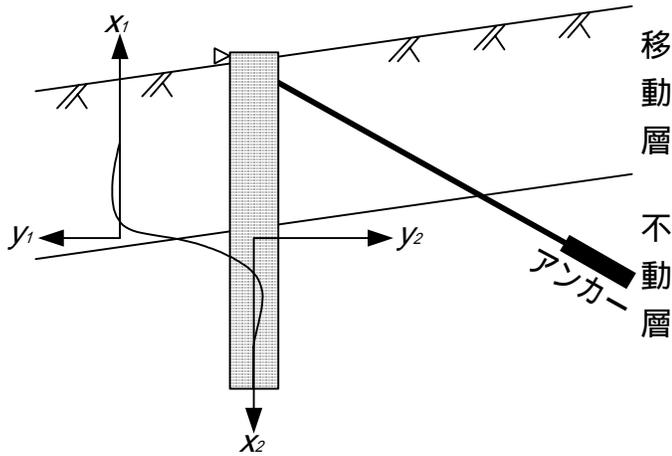
最大曲げモーメント発生位置

$$x_{M2} = \frac{1}{\beta_2} \tan^{-1} \frac{\beta_1}{\beta_2}$$

最大せん断力発生位置

$$x_{S2} = 0$$

5.2.4. アンカー付きくさび杭
 地すべり鋼管杭設計要領
 2003年6月発行 71頁より引用加筆



アンカー付きくさび杭は、上下に有限な杭としての境界条件を以下のように変更します。

$x_1 = x_2 = 0$ のとき (すべり面位置)

$$\begin{aligned} i_1 &= i_2 \\ M_1 + M_2 &= 0 \\ S_1 &= -H + (Pha' + Th') \\ S_2 &= -H + (Pha' + Th') \end{aligned}$$

$x_1 = le$ のとき (杭頭)

$$\begin{aligned} M_1 &= 0 \\ S_1 &= (Pha' + Th') \end{aligned}$$

$x_1 = lr$ のとき (杭下端)

$$\begin{aligned} M_2 &= 0 \\ S_2 &= 0 \end{aligned}$$

前述の一般式と境界条件により、次の9元連立方程式が得られる。

$$\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ \frac{-H + Pha'}{2EI\beta e^3} \\ \frac{-H + Pha'}{2EI\beta r^3} \\ 0 \\ \frac{Pha'}{2EI\beta e^3} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \beta e & \beta e & -\beta e & \beta e & -\beta r & -\beta r & \beta r & -\beta r & 0 \\ 0 & \beta e^2 & 0 & -\beta e^2 & 0 & \beta r^2 & 0 & -\beta r^2 & 0 \\ -1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{-1}{2EI\beta e^3} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 1 & 1 & \frac{-1}{2EI\beta r^3} \\ -Z_1 & \Theta_1 & \zeta_1 & -\theta_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\Phi_1 & \Psi_1 & \psi_1 & \phi_1 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{-1}{2EI\beta e^3} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -Z_2 & \Theta_2 & \zeta_2 & -\theta_2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -\Phi_2 & \Psi_2 & \psi_2 & \phi_2 & 0 \\ 1 - \Theta_1 & -Z_1 & 1 - \theta_1 & -\zeta_1 & 1 & 0 & 1 & 0 & \frac{1}{Kha'} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} A_1 \\ B_1 \\ C_1 \\ D_1 \\ A_2 \\ B_2 \\ C_2 \\ D_2 \\ Th' \end{pmatrix}$$

ここで、

$$\Theta = e^{\beta x} \cos \beta x \qquad \theta = e^{-\beta x} \cos \beta x$$

$$Z = e^{\beta x} \sin \beta x \qquad \zeta = e^{-\beta x} \sin \beta x$$

$$\Phi = e^{\beta x} (\cos \beta x + \sin \beta x) \qquad \phi = e^{-\beta x} (\cos \beta x + \sin \beta x)$$

$$\Psi = e^{\beta x} (\cos \beta x - \sin \beta x) \qquad \psi = e^{-\beta x} (\cos \beta x - \sin \beta x)$$

H : 杭1本当たりの水平負担力 (kN)
Th : 杭1本当たりの杭変位によるアンカー一点水平支点反力 (kN)
Pha : 杭1本に作用するアンカー初期張力の水平成分 (kN)
Kha : 杭1本当たりの杭変位に対するアンカーの水平係数 (kN/m)

$$Pha' = \frac{1}{n} Pha$$

$$Pha = Pa \cdot \cos \theta a$$

$$Kha' = \frac{1}{n} Kha$$

$$Kha = Ka \cdot \cos^2 \theta a$$

$$Ka = \frac{Ea \cdot Aa}{lf}$$

ここで

n : アンカー1本に対する杭の本数 (本)
Pha : アンカー初期張力の水平成分 (kN)
a : アンカー傾角 (°)
Kha : 杭変位に対するアンカーの水平係数 (kN/m)
Ka : アンカーのバネ定数 (kN/m)
Ea : アンカーの弾性係数 (kN/m²)
Aa : アンカーの断面積 (mm²)
lf : アンカーの自由長 (m)

5.3. くさび杭(多層系)

設計上の杭形式の区分として、有限の杭、無限の杭とがありそれによって式が異なります。また、アンカー位置をバネ支点としたアンカー付きくさび杭(多層系)もあります。

- 5.3.1 くさび杭(多層系)の一般式
- 5.3.2 くさび杭(多層系)有限の杭
- 5.3.3 くさび杭(多層系)無限の杭
- 5.3.4 アンカー付きくさび杭(多層系)

5.3.1. くさび杭(多層系)の一般式

地すべり鋼管杭設計要領

2003年6月発行 62,104頁より引用加筆

弾性床上の梁の一般式は次の式で表されます。

$$EI \cdot \frac{d^4 y}{dx^4} + Es \cdot y = 0$$

ここで、

x :	任意の深さ	(m)
y :	深さ x における杭の変位	(m)
EI :	杭の曲げ剛性	(kN・m ²)
Es :	地盤の変形係数	(kN/m ²)

上式の微分方程式を解いて一般解を得ます。また、変位も求めます。

$$y = e^{\beta x} (A \cos \beta x + B \sin \beta x) + e^{-\beta x} (C \cos \beta x + D \sin \beta x)$$

ここで、

$$\beta = \sqrt[4]{Es / 4EI} \quad (\text{m}^{-1})$$

A, B, C, D : 積分定数

変位: Y (mm)

$$Y = y_2(0) + y_3(0) + y(x)$$

ここで、

x : 変位の位置 (m)

一般解を逐次微分して杭1本当たりのたわみ角、曲げモーメント、せん断力を求めます。

たわみ角: i (rad)

$$i = \frac{dy}{dx} = \beta \left\{ e^{\beta x} [A(\cos \beta x - \sin \beta x) + B(\cos \beta x + \sin \beta x)] + e^{-\beta x} [-C(\cos \beta x + \sin \beta x) + D(\cos \beta x - \sin \beta x)] \right\}$$

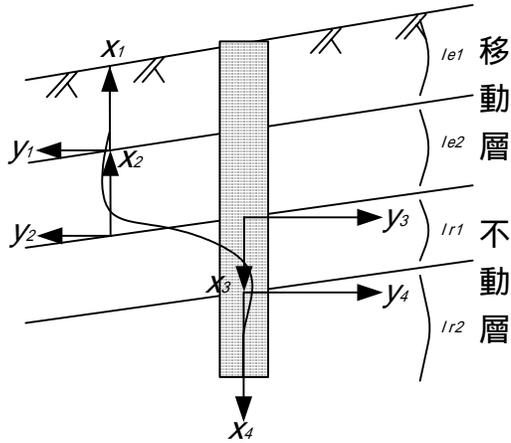
曲げモーメント: M (kN・m)

$$M = -EI \frac{d^2 y}{dx^2} = -2\beta^2 EI \left[e^{\beta x} (-A \sin \beta x + B \cos \beta x) + e^{-\beta x} (C \sin \beta x - D \cos \beta x) \right]$$

せん断力: S (kN)

$$S = -EI \frac{d^3 y}{dx^3} = -2\beta^3 EI \left\{ e^{\beta x} [-A(\cos \beta x + \sin \beta x) + B(\cos \beta x - \sin \beta x)] + e^{-\beta x} [C(\cos \beta x - \sin \beta x) + D(\cos \beta x + \sin \beta x)] \right\}$$

5.3.2. くさび杭(多層系)有限の杭
 地すべり鋼管杭設計要領
 2003年6月発行 104,105頁より引用加筆



上下に有限な杭と考えると、境界条件は次のように表されます。

$$\begin{aligned}
 &x_1 = l_{e1} \text{ のとき (杭頭)} \\
 &M_1 = 0 \\
 &S_1 = 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &x_1 = 0 \text{ (} x_2 = l_{e2} \text{) のとき (移動層境界面)} \\
 &y_1 = y_2 \\
 &i_1 = i_2 \\
 &M_1 = M_2 \\
 &S_1 = S_2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &x_2 = x_3 = 0 \text{ のとき (すべり面位置)} \\
 &i_2 = i_3 \\
 &M_2 + M_3 = 0 \\
 &S_2 = -H \\
 &S_3 = -H
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &x_4 = 0 \text{ (} x_3 = l_{r1} \text{) のとき (不動層境界面)} \\
 &y_3 = y_4 \\
 &i_3 = i_4 \\
 &M_3 = M_4 \\
 &S_3 = S_4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &x_4 = l_{r2} \text{ のとき (杭下端)} \\
 &M_4 = 0 \\
 &S_4 = 0
 \end{aligned}$$

前述の一般式と境界条件により、次の 16 元連立方程式が得られます。

$$\begin{pmatrix} q_1 \\ q_2 \\ q_3 \\ q_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} & A_{14} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} & A_{24} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} & A_{34} \\ A_{41} & A_{42} & A_{43} & A_{44} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ p_4 \end{pmatrix}$$

$$q_1 = 0(1,4)$$

$$q_2 = 0(1,4)$$

$$q_3 = \begin{pmatrix} -H \\ \frac{2EI\beta_{e2}^3}{2EI\beta_{r2}^3} \\ -H \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$q_4 = 0(1,4)$$

$$A_{11} = \begin{pmatrix} -Z_1 & \Theta_1 & \zeta_1 & -\theta_1 \\ -\Phi_1 & \Psi_1 & \psi_1 & \phi_1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ n_1 & n_1 & -n_1 & n_1 \end{pmatrix}$$

$$A_{12} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\Theta_2 & -Z_2 & -\theta_2 & -\zeta_2 \\ -\Psi_2 & -\Phi_2 & \phi_2 & -\psi_2 \end{pmatrix}$$

$$A_{13} = 0(4,4)$$

$$A_{14} = 0(4,4)$$

$$A_{21} = \begin{pmatrix} 0 & n_1^2 & 0 & -n_1^2 \\ -n_1^3 & n_1^3 & n_1^3 & n_1^3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$A_{22} = \begin{pmatrix} Z_2 & -\Theta_2 & -\zeta_2 & \theta_2 \\ \Phi_2 & -\Psi_2 & -\psi_2 & -\phi_2 \\ n_2 & n_2 & -n_2 & n_2 \\ 0 & n_2^2 & 0 & -n_2^2 \end{pmatrix}$$

$$A_{23} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

$$A_{24} = 0(4,4)$$

$$A_{31} = 0(4,4)$$

$$A_{32} = \begin{pmatrix} -1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$A_{33} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 1 & 1 \\ \Theta_3 & Z_3 & \theta_3 & \zeta_3 \\ n_3 \Psi_3 & n_3 \Phi_3 & -n_3 \phi_3 & n_3 \psi_3 \end{pmatrix} \quad A_{34} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & -1 & 0 \\ -1 & -1 & 1 & -1 \end{pmatrix}$$

$$A_{41} = 0(4,4)$$

$$A_{42} = 0(4,4)$$

$$A_{43} = \begin{pmatrix} -n_3^2 Z_3 & n_3^2 \Theta_3 & n_3^2 \zeta_3 & -n_3^2 \theta_3 \\ -n_3^3 \Phi_3 & n_3^3 \Psi_3 & n_3^3 \psi_3 & n_3^3 \phi_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad A_{44} = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & -1 & -1 \\ -Z_4 & \Theta_4 & \zeta_4 & -\theta_4 \\ -\Phi_4 & \Psi_4 & \psi_4 & \phi_4 \end{pmatrix}$$

$$P_i = \begin{pmatrix} A_i \\ B_i \\ C_i \\ D_i \end{pmatrix}$$

ここで、

$$\Theta = e^{\beta x} \cos \beta x$$

$$\theta = e^{-\beta x} \cos \beta x$$

$$Z = e^{\beta x} \sin \beta x$$

$$\zeta = e^{-\beta x} \sin \beta x$$

$$\Phi = e^{\beta x} (\cos \beta x + \sin \beta x)$$

$$\phi = e^{-\beta x} (\cos \beta x + \sin \beta x)$$

$$\Psi = e^{\beta x} (\cos \beta x - \sin \beta x)$$

$$\psi = e^{-\beta x} (\cos \beta x - \sin \beta x)$$

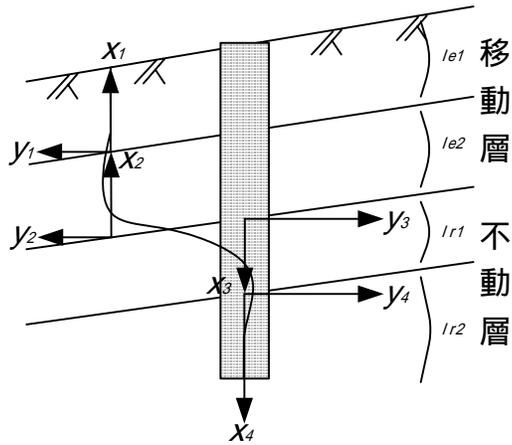
$$n_1 = \beta_{e1} / \beta_{e2}$$

$$n_2 = \beta_{e2} / \beta_{r1}$$

$$n_3 = \beta_{r1} / \beta_{r2}$$

H : 杭1本当たりの水平負担力 (kN)

5.3.3. くさび杭(多層系)無限の杭
 地すべり鋼管杭設計要領
 2003年6月発行 104,105頁より引用加筆



上下に無限な杭と考えると、境界条件は次のように表されます。

$x_2 = x_3 = 0$ のとき(すべり面位置)

$$i_2 = i_3$$

$$M_2 + M_3 = 0$$

$$S_2 = -H$$

$$S_3 = -H$$

$x_1 = 0$ ($x_2 = le1$) のとき(移動層境界面)

$$y_1 = y_2$$

$$i_1 = i_2$$

$$M_1 = M_2$$

$$S_1 = S_2$$

$x_1 =$ のとき

$$y_1 = 0$$

$x_4 =$ のとき

$$y_4 = 0$$

$x_4 = 0$ ($x_3 = lr1$) のとき(不動層境界面)

$$y_3 = y_4$$

$$i_3 = i_4$$

$$M_3 = M_4$$

$$S_3 = S_4$$

前述の一般式と境界条件により、次の12元連立方程式が得られます。

$$\begin{pmatrix} q_1 \\ q_2 \\ q_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{pmatrix}$$

$$q_1 = 0(1,4)$$

$$q_3 = 0(1,4)$$

$$q_2 = \begin{pmatrix} \frac{-H}{2EI\beta_{e2}^3} \\ \frac{-H}{2EI\beta_{r1}^3} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$A_{11} = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -\Theta_2 & -Z_2 \\ -n_1 & n_1 & -\Psi_2 & -\Phi_2 \\ 0 & -n_1^2 & Z_2 & -\Theta_2 \\ n_1^3 & n_1^3 & \Phi_2 & -\Psi_2 \end{pmatrix} \quad A_{12} = \begin{pmatrix} -\theta_2 & -\zeta_2 & 0 & 0 \\ \phi_2 & -\psi_2 & 0 & 0 \\ -\zeta_2 & \theta_2 & 0 & 0 \\ -\psi_2 & -\phi_2 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$A_{13} = 0(4,4)$$

$$A_{21} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & n_2 & n_2 \\ 0 & 0 & 0 & n_2^2 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad A_{22} = \begin{pmatrix} -n_2 & n_2 & -1 & -1 \\ 0 & -n_2^2 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$A_{23} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

$$A_{31} = 0(4,4)$$

$$A_{32} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & \Theta_3 & Z_3 \\ 0 & 0 & n_3 \Psi_3 & n_3 \Phi_3 \\ 0 & 0 & -n_3^2 Z_3 & n_3^2 \Theta_3 \\ 0 & 0 & -n_3^3 \Phi_3 & n_3^3 \Psi_3 \end{pmatrix}$$

$$A_{33} = \begin{pmatrix} \theta_3 & \zeta_3 & -1 & 0 \\ -n_3 \phi_3 & n_3 \psi_3 & 1 & -1 \\ n_3^2 \zeta_3 & -n_3^2 \theta_3 & 0 & 1 \\ n_3^3 \psi_3 & n_3^3 \phi_3 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

$$p_1 = \begin{pmatrix} C_1 \\ D_1 \\ A_2 \\ B_2 \end{pmatrix}$$

$$p_2 = \begin{pmatrix} C_2 \\ D_2 \\ A_3 \\ B_3 \end{pmatrix}$$

$$p_3 = \begin{pmatrix} C_3 \\ D_3 \\ C_4 \\ D_4 \end{pmatrix}$$

ここで、

$$\Theta = e^{\beta x} \cos \beta x$$

$$\theta = e^{-\beta x} \cos \beta x$$

$$Z = e^{\beta x} \sin \beta x$$

$$\zeta = e^{-\beta x} \sin \beta x$$

$$\Phi = e^{\beta x} (\cos \beta x + \sin \beta x)$$

$$\phi = e^{-\beta x} (\cos \beta x + \sin \beta x)$$

$$\Psi = e^{\beta x} (\cos \beta x - \sin \beta x)$$

$$\psi = e^{-\beta x} (\cos \beta x - \sin \beta x)$$

$$n_1 = \beta_{e1} / \beta_{e2}$$

$$n_2 = \beta_{e2} / \beta_{r1}$$

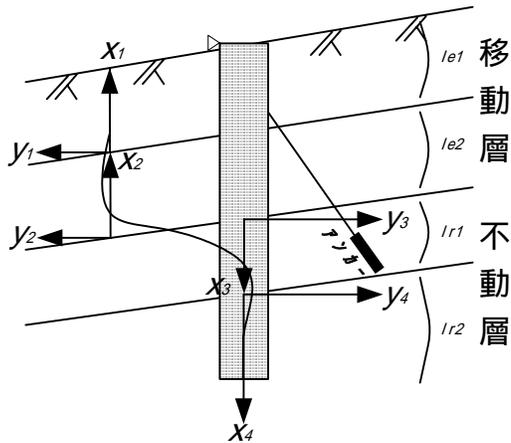
$$n_3 = \beta_{r1} / \beta_{r2}$$

H : 杭1本当たりの水平負担力 (kN)

5.3.4. アンカー付きくさび杭(多層系)

地すべり鋼管杭設計要領

2003年6月発行 71,104,105頁より引用加筆



アンカー付きくさび杭(多層系)は、上下に有限な杭としての境界条件を以下のように変更します。

$$\begin{aligned}
 &x_1 = l_{e1} \text{ のとき (杭頭)} \\
 &M_1 = 0 \\
 &S_1 = (Pha' + Th')
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &x_1 = 0 \ (x_2 = l_{e2}) \text{ のとき (移動層境界面)} \\
 &y_1 = y_2 \\
 &i_1 = i_2 \\
 &M_1 = M_2 \\
 &S_1 = S_2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &x_2 = x_3 = 0 \text{ のとき (すべり面位置)} \\
 &i_2 = i_3 \\
 &M_2 + M_3 = 0 \\
 &S_2 = -H + (Pha' + Th') \\
 &S_3 = -H + (Pha' + Th')
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &x_4 = 0 \ (x_3 = l_{r1}) \text{ のとき (不動層境界面)} \\
 &y_3 = y_4 \\
 &i_3 = i_4 \\
 &M_3 = M_4 \\
 &S_3 = S_4
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &x_4 = l_{r2} \text{ のとき (杭下端)} \\
 &M_4 = 0 \\
 &S_4 = 0
 \end{aligned}$$

前述の一般式と境界条件により、次の 17 元連立方程式が得られます。

$$\begin{pmatrix} q_1 \\ q_2 \\ q_3 \\ q_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} & A_{14} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} & A_{24} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} & A_{34} \\ A_{41} & A_{42} & A_{43} & A_{44} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ p_4 \end{pmatrix}$$

$$q_1 = \begin{pmatrix} 0 \\ Pha' \\ \frac{2EI\beta_{e1}^3}{0} \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$q_3 = \begin{pmatrix} \frac{-(H - Pha')}{2EI\beta_{e2}^3} \\ \frac{-(H - Pha')}{2EI\beta_{r1}^3} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad \begin{matrix} q_2 = 0(1,4) \\ q_4 = 0(1,5) \end{matrix}$$

$$A_{11} = \begin{pmatrix} -Z_1 & \Theta_1 & \zeta_1 & -\theta_1 \\ -\Phi_1 & \Psi_1 & \psi_1 & \phi_1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \\ n_1 & n_1 & -n_1 & n_1 \end{pmatrix}$$

$$A_{12} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\Theta_2 & -Z_2 & -\theta_2 & -\zeta_2 \\ -\Psi_2 & -\Phi_2 & \phi_2 & -\psi_2 \end{pmatrix}$$

$$A_{13} = 0(4,4)$$

$$A_{14} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0(4,4) & \frac{-1}{2EI\beta_{e1}^3} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

$$A_{21} = \begin{pmatrix} 0 & n_1^2 & 0 & -n_1^2 \\ -n_1^3 & n_1^3 & n_1^3 & n_1^3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$A_{22} = \begin{pmatrix} Z_2 & -\Theta_2 & -\zeta_2 & \theta_2 \\ \Phi_2 & -\Psi_2 & -\psi_2 & -\phi_2 \\ n_2 & n_2 & -n_2 & n_2 \\ 0 & n_2^2 & 0 & -n_2^2 \end{pmatrix}$$

$$A_{23} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 1 & -1 \\ 0 & 1 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

$$A_{24} = 0(4,5)$$

$$A_{31} = 0(4,4)$$

$$A_{32} = \begin{pmatrix} -1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$A_{33} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 1 & 1 \\ \Theta_3 & Z_3 & \theta_3 & \zeta_3 \\ n_3 \Psi_3 & n_3 \Phi_3 & -n_3 \phi_3 & n_3 \psi_3 \end{pmatrix}$$

$$A_{34} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{-1}{2EI\beta_{e_2}^3} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{-1}{2EI\beta_{r_1}^3} \\ -1 & 0 & -1 & 0 & 0 \\ -1 & -1 & 1 & -1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$A_{41} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\Theta_1 & -Z_1 & -\theta_1 & -\zeta_1 \end{pmatrix}$$

$$A_{42} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$A_{43} = \begin{pmatrix} -n_3^2 Z_3 & n_3^2 \Theta_3 & n_3^2 \zeta_3 & -n_3^2 \theta_3 \\ -n_3^3 \Phi_3 & n_3^3 \Psi_3 & n_3^3 \psi_3 & n_3^3 \phi_3 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$A_{44} = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & -1 & -1 & 0 \\ -Z_4 & \Theta_4 & \zeta_4 & -\theta_4 & 0 \\ -\Phi_4 & \Psi_4 & \psi_4 & \phi_4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{1}{Kha'} \end{pmatrix}$$

$$p_1 = \begin{pmatrix} A_1 \\ B_1 \\ C_1 \\ D_1 \end{pmatrix}$$

$$p_2 = \begin{pmatrix} A_2 \\ B_2 \\ C_2 \\ D_2 \end{pmatrix}$$

$$p_3 = \begin{pmatrix} A_3 \\ B_3 \\ C_3 \\ D_3 \end{pmatrix}$$

$$p_4 = \begin{pmatrix} A_4 \\ B_4 \\ C_4 \\ D_4 \\ Th' \end{pmatrix}$$

ここで、

$$\Theta = e^{\beta x} \cos \beta x$$

$$Z = e^{\beta x} \sin \beta x$$

$$\Phi = e^{\beta x} (\cos \beta x + \sin \beta x)$$

$$\Psi = e^{\beta x} (\cos \beta x - \sin \beta x)$$

$$\theta = e^{-\beta x} \cos \beta x$$

$$\zeta = e^{-\beta x} \sin \beta x$$

$$\phi = e^{-\beta x} (\cos \beta x + \sin \beta x)$$

$$\psi = e^{-\beta x} (\cos \beta x - \sin \beta x)$$

$$n_1 = \beta_{e_1} / \beta_{e_2}$$

$$n_2 = \beta_{e_2} / \beta_{r_1}$$

$$n_3 = \beta_{r_1} / \beta_{r_2}$$

H :	杭1本当たりの水平負担力	(kN)
Th :	杭1本当たりの杭変位によるアンカー点水平支点反力	(kN)
Pha :	杭1本に作用するアンカー初期張力の水平成分	(kN)
Kha :	杭1本当たりの杭変位に対するアンカーの水平係数	(kN/m)

$$Pha' = \frac{1}{n} Pha$$

$$Pha = Pa \cdot \cos \theta a$$

$$Kha' = \frac{1}{n} Kha$$

$$Kha = Ka \cdot \cos^2 \theta a$$

$$Ka = \frac{Ea \cdot Aa}{lf}$$

ここで

n :	アンカー1本に対する杭の本数	(本)
Pha :	アンカー初期張力の水平成分	(kN)
a :	アンカー傾角	($^{\circ}$)
Kha :	杭変位に対するアンカーの水平係数	(kN/m)
Ka :	アンカーのバネ定数	(kN/m)
Ea :	アンカーの弾性係数	(kN/m ²)
Aa :	アンカーの断面積	(mm ²)
lf :	アンカーの自由長	(m)

5.4. 抑え杭

抑え杭の式は杭背面(谷側)移動層の有効抵抗力が期待できないことを前提に導かれた式である。杭にかかる荷重を三角形分布荷重とするか、集中荷重とするかで式が変わります。また、アンカー付き抑え杭もあります。

- 5.4.1 抑え杭(一般式)
- 5.4.2 抑え杭(集中荷重)
- 5.4.3 抑え杭(三角形分布荷重)
- 5.4.4 アンカー付き抑え杭(集中荷重 < アンカー位置)
- 5.4.5 アンカー付き抑え杭(集中荷重 > アンカー位置)
- 5.4.6 アンカー付き抑え杭(三角形分布荷重)

5.4.1. 抑え杭 (一般式)

地すべり鋼管杭設計要領

2003年6月発行 86頁より引用加筆

抑え杭での式は次の通りとなります。

$$EI \cdot \frac{d^4 y}{dx^4} = f(x) \quad \text{すべり面より上の場合}$$

$$EI \cdot \frac{d^4 y}{dx^4} + Es \cdot y = 0 \quad \text{すべり面より下の場合}$$

ここで、

x :	任意の深さ	(m)
y :	深さ x における杭の変位	(m)
EI :	杭の曲げ剛性	($\text{kN} \cdot \text{m}^2$)
Es :	地盤の変形係数	(kN/m^2)
$f(x)$:	杭に作用する横方向分布荷重	(kN/m)
	(集中荷重の場合は0)	

上の微分方程式を解いて一般解を得ます。

移動層

$$y_1 = C_1 + C_2 x + C_3 x^2 + C_4 x^3 + \frac{1}{6EI} \int_0^x (x-\xi)^3 f(\xi) d\xi$$

$$i_1 = -C_2 - 2C_3 x - 3C_4 x^2 - \frac{1}{2EI} \int_0^x (x-\xi)^2 f(\xi) d\xi$$

$$M_1 = -EI(2C_3 + 6C_4 x) - \int_0^x (x-\xi) f(\xi) d\xi$$

$$S_1 = -6EIC_4 - \int_0^x f(\xi) d\xi$$

不動層

$$y_2 = e^{-\beta \zeta} (C_5 \cos \beta \zeta + C_6 \sin \beta \zeta)$$

$$i_2 = -\beta e^{-\beta \zeta} [C_5 (\cos \beta \zeta + \sin \beta \zeta) - C_6 (\cos \beta \zeta - \sin \beta \zeta)]$$

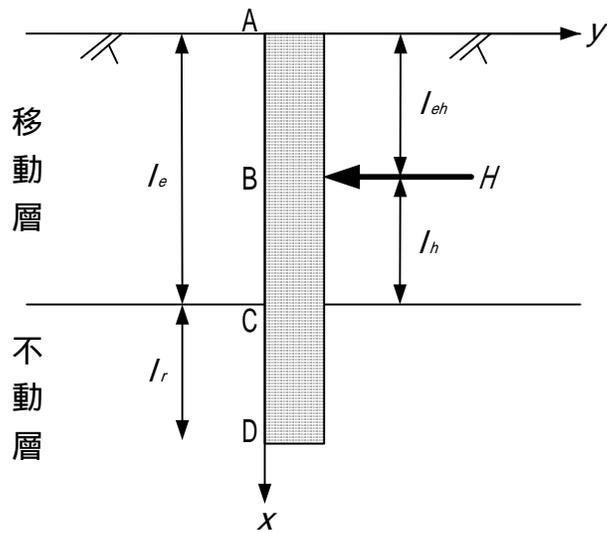
$$M_2 = -e^{-\beta \zeta} \frac{Es}{2\beta^2} (C_5 \sin \beta \zeta - C_6 \cos \beta \zeta)$$

$$S_2 = -\frac{Es}{2\beta} e^{-\beta \zeta} [C_5 (\cos \beta \zeta - \sin \beta \zeta) + C_6 (\cos \beta \zeta + \sin \beta \zeta)]$$

ここで、

i :	杭のたわみ角	(rad)
M :	曲げモーメント	($\text{kN} \cdot \text{m}$)
S :	せん断力	(kN)
β :	杭の特性値 $\beta = \sqrt[4]{Es/4EI}$	(m^{-1})
C :	積分定数	
l_e :	杭の有効長	(m)

5.4.2. 抑え杭(集中荷重)



杭の移動層部分に集中荷重がかかると考えると、境界条件は次のように表されます。

$x = 0$ のとき(杭頭)

$$(M_1)_{AB} = 0$$

$$(S_1)_{AB} = 0$$

$x = leh$ のとき(荷重位置 $leh = lh - le$)

$$(y_1)_{AB} = (y_1)_{BC}$$

$$(i_1)_{AB} = (i_1)_{BC}$$

$$(M_1)_{AB} = (M_1)_{BC}$$

$$(S_1)_{AB} = (S_1)_{BC} + H$$

$x = le$ のとき(すべり面)

$$(y_1)_{BC} = y_2$$

$$(i_1)_{BC} = i_2$$

$$(M_1)_{BC} = M_2$$

$$(S_1)_{BC} = S_2$$

前述の一般式と境界条件により、次の式が得られます。

移動層(杭頭～荷重位置)

$$Y_1 = C_1 + C_2 x$$

$$\text{最大変位発生位置 } x_Y = 0$$

$$M_1 = 0$$

$$\text{最大曲げモーメント発生位置 } x_M = leh$$

$$S_1 = 0$$

$$\text{最大せん断力発生位置 } x_S = leh$$

移動層(荷重位置～すべり面)

$$Y_1 = C_5 + C_6(x-leh) + C_8(x-leh)^3$$

$$\text{最大変位発生位置 } x_Y = leh + \sqrt{\frac{-C_6}{3C_8}}$$

$$M_1 = -6EIC_8(x-leh)$$

$$\text{最大曲げモーメント発生位置 } x_M = le$$

$$S_1 = -6EIC_8$$

$$\text{最大せん断力発生位置 } x_S = le$$

不動層

$$Y_2 = e^{-\beta\zeta}(C_9 \cos \beta\zeta + C_{10} \sin \beta\zeta)$$

$$\text{最大変位発生位置 } x_Y = le + \frac{1}{\beta} \tan^{-1} \left(\frac{C_9 - C_{10}}{C_9 + C_{10}} \right)$$

$$M_2 = -e^{-\beta\zeta} \frac{Es}{2\beta^2} (C_9 \sin \beta\zeta - C_{10} \cos \beta\zeta)$$

$$\text{最大曲げモーメント発生位置 } x_M = le + \frac{1}{\beta} \tan^{-1} \left(\frac{C_9 + C_{10}}{C_9 - C_{10}} \right)$$

$$S_2 = -\frac{Es}{2\beta} e^{-\beta\zeta} [C_9(\cos \beta\zeta - \sin \beta\zeta) + C_{10}(\cos \beta\zeta + \sin \beta\zeta)]$$

$$\text{最大せん断力発生位置 } x_S = le + \frac{1}{\beta} \tan^{-1} \left(-\frac{C_9}{C_{10}} \right)$$

前述の積分定数 C は次のように求めることができます。

$$C_8 = \frac{H}{6EI}$$

$$C_{10} = \frac{-3C_8lh}{\beta^2}$$

$$C_9 = \frac{3C_8}{\beta^3} - C_{10}$$

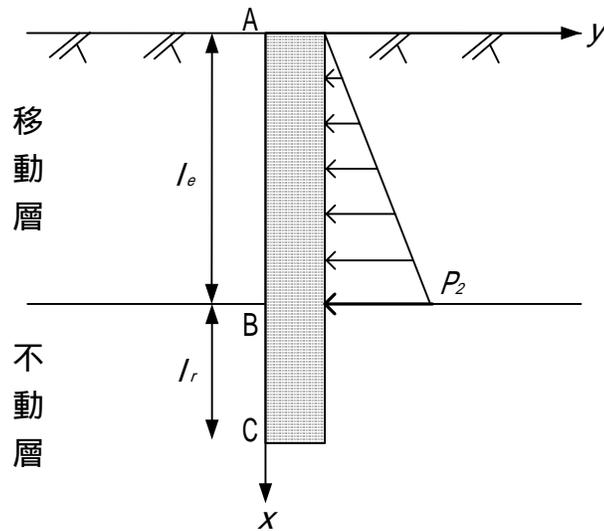
$$C_6 = \beta(C_{10} - C_9) - 3C_8lh^2$$

$$C_5 = C_9 - C_6lh - C_8lh^3$$

$$C_2 = C_6$$

$$C_1 = C_5 - C_2lh$$

5.4.3. 抑え杭 (三角形分布荷重)



杭の移動層部分に三角形分布荷重がかかると考えると、境界条件は次のように表されます。

$x = 0$ のとき (杭頭)

$$M_1 = 0$$

$$S_1 = 0$$

$x = l_e$ のとき (すべり面)

$$y_1 = y_2$$

$$i_1 = i_2$$

$$M_1 = M_2$$

$$S_1 = S_2$$

三角形分布荷重の最大強度 P_2 は、次のようになります。

$$P_2 = \frac{2H}{l_e}$$

ここで、

H : 杭1本当たりの水平負担力 (kN)

前述の一般式と境界条件により、次の式が得られます。

移動層

$$Y_1 = C_1 + C_2 x + \frac{P_2}{120EI \cdot le} x^5$$

最大変位発生位置 $x_Y = 0$

$$M_1 = -\frac{P_2}{6le} x^3$$

最大曲げモーメント発生位置 $x_M = le$

$$S_1 = -\frac{P_2}{2le} x^2$$

最大せん断力発生位置 $x_S = le$

不動層

$$Y_2 = e^{-\beta\zeta} (C_5 \cos \beta\zeta + C_6 \sin \beta\zeta)$$

最大変位発生位置 $x_Y = le + \frac{1}{\beta} \tan^{-1} \left(\frac{C_5 - C_6}{C_5 + C_6} \right)$

$$M_2 = -e^{-\beta\zeta} \frac{Es}{2\beta^2} (C_5 \sin \beta\zeta - C_6 \cos \beta\zeta)$$

最大曲げモーメント発生位置 $x_M = le + \frac{1}{\beta} \tan^{-1} \left(\frac{C_5 + C_6}{C_5 - C_6} \right)$

$$S_2 = -\frac{Es}{2\beta} e^{-\beta\zeta} [C_5 (\cos \beta\zeta - \sin \beta\zeta) + C_6 (\cos \beta\zeta + \sin \beta\zeta)]$$

最大せん断力発生位置 $x_S = le + \frac{1}{\beta} \tan^{-1} \left(-\frac{C_5}{C_6} \right)$

前述の積分定数 C は次のように求めることができます。

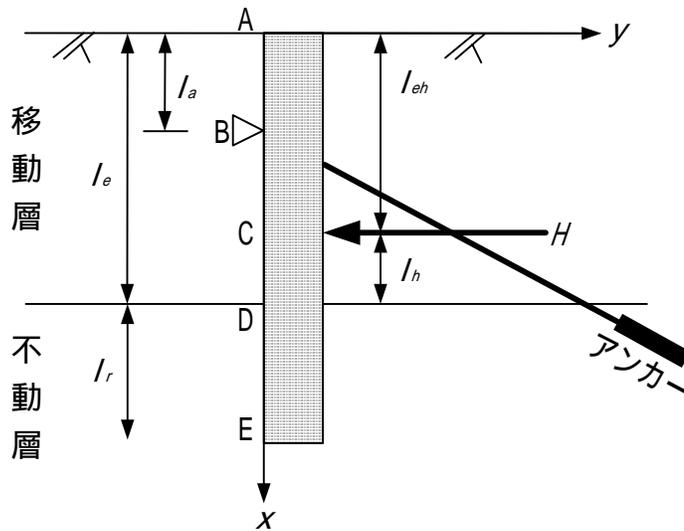
$$C_6 = -\frac{P_2 le^2}{12EI\beta^2}$$

$$C_5 = -C_6 + \frac{P_2 le^3}{4EI\beta^3}$$

$$C_2 = \beta(C_6 - C_5) - \frac{P_2 le^3}{24EI}$$

$$C_1 = C_5 - C_2 le - \frac{P_2}{120EI} le^4$$

5.4.4. アンカー付き抑え杭 (集中荷重 < アンカー位置)



杭の移動層部分に集中荷重がかかると考えると、境界条件は次のように表されます。

$x = 0$ のとき (杭頭)

$$(M_1)_{AB} = 0$$

$$(S_1)_{AB} = 0$$

$x = la$ のとき (アンカー位置)

$$(y_1)_{AB} = 0$$

$$(y_1)_{BC} = 0$$

$$(i_1)_{AB} = (i_1)_{BC}$$

$$(M_1)_{AB} = (M_1)_{BC}$$

$x = leh$ のとき (荷重位置 $leh = lh - le$)

$$(y_1)_{BC} = (y_1)_{CD}$$

$$(i_1)_{BC} = (i_1)_{CD}$$

$$(M_1)_{BC} = (M_1)_{CD}$$

$$(S_1)_{BC} = (S_1)_{CD} + H$$

$x = le$ のとき (すべり面)

$$(y_1)_{CD} = y_2$$

$$(i_1)_{CD} = i_2$$

$$(M_1)_{CD} = M_2$$

$$(S_1)_{CD} = S_2$$

前述の一般式と境界条件により、次の式が得られます。

移動層(杭頭～アンカー位置)

$$Y_1 = C_1 + C_2 x$$

$$\text{最大変位発生位置 } x_Y = 0$$

$$M_1 = 0$$

$$\text{最大曲げモーメント発生位置 } x_M = la$$

$$S_1 = 0$$

$$\text{最大せん断力発生位置 } x_S = la$$

移動層(アンカー位置～荷重位置)

$$Y_1 = C_6(x-la) + C_8(x-la)^3$$

$$\text{最大変位発生位置 } x_Y = leh + \sqrt{\frac{-C_6}{3C_8}}$$

$$M_1 = -6EIC_8(x-la)$$

$$\text{最大曲げモーメント発生位置 } x_M = leh$$

$$S_1 = -6EIC_8$$

$$\text{最大せん断力発生位置 } x_S = leh$$

移動層(荷重位置～すべり面)

$$Y_1 = C_9 + C_{10}(x-leh) + C_{11}(x-leh)^2 + C_{12}(x-leh)^3$$

$$\text{最大変位発生位置 } C_{10} + 2C_{11}(x-leh) + 3C_{12}(x-leh)^2 = 0 \text{ を満たす解}$$

$$M_1 = -EI(2C_{11} + 6C_{12}(x-leh))$$

$$\text{最大曲げモーメント発生位置 } x_M = leh (-C_{12} < 0), x_M = le (-C_{12} < 0)$$

$$S_1 = -6EIC_{12}$$

$$\text{最大せん断力発生位置 } x_S = le$$

不動層

$$Y_2 = e^{-\beta\zeta} (C_{13} \cos \beta\zeta + C_{14} \sin \beta\zeta)$$

$$\text{最大変位発生位置 } x_Y = le + \frac{1}{\beta} \tan^{-1} \left(\frac{C_{13} - C_{14}}{C_{13} + C_{14}} \right)$$

$$M_2 = -e^{-\beta\zeta} \frac{Es}{2\beta^2} (C_{13} \sin \beta\zeta - C_{14} \cos \beta\zeta)$$

$$\text{最大曲げモーメント発生位置 } x_M = le + \frac{1}{\beta} \tan^{-1} \left(\frac{C_{13} + C_{14}}{C_{13} - C_{14}} \right)$$

$$S_2 = -\frac{Es}{2\beta} e^{-\beta\zeta} [C_{13}(\cos \beta\zeta - \sin \beta\zeta) + C_{14}(\cos \beta\zeta + \sin \beta\zeta)]$$

$$\text{最大せん断力発生位置 } x_S = le + \frac{1}{\beta} \tan^{-1} \left(-\frac{C_{13}}{C_{14}} \right)$$

前述の積分定数 C は次のように求めることができます。

$$\begin{pmatrix} \frac{H}{EI \cdot leha} \\ \frac{H}{3EI} leha^3 - \frac{H \cdot lh^2 \cdot leha}{2EI} \\ 0 \\ -\frac{H \cdot lh \cdot leha}{EI} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2\beta^2 & 0 & 6lea & 0 \\ 0 & 1 & 2leha^3 - 3leha \cdot lh^2 - lh^3 & -lea \\ 2\beta^3 & 2\beta^3 & -6 & 0 \\ \beta & -\beta & -3(lh^2 + 2lh \cdot leha) & -3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_{14} \\ C_{13} \\ C_{12} \\ C_{10} \end{pmatrix}$$

$$C_{11} = 3leha \cdot C_{12} - \frac{H}{2EI} leha$$

$$C_9 = \frac{H}{3EI} leha^3 - 2C_{12} \cdot leha^3 + C_{10} \cdot leha$$

$$C_8 = -\frac{H}{6EI} + C_{12}$$

$$C_6 = C_{10} - 3C_8 \cdot leha^2$$

$$C_2 = C_6$$

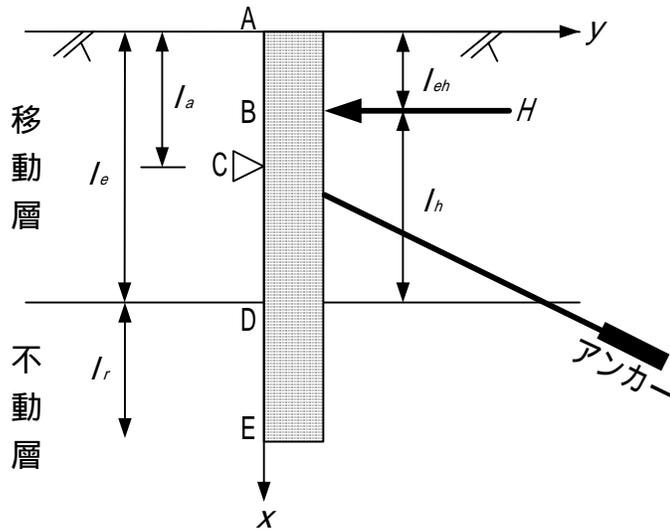
$$C_1 = -C_2 \cdot la$$

ここで、

$$leha = le - lh - la$$

$$lea = le - la$$

5.4.5. アンカー付き抑え杭(集中荷重 > アンカー位置)



杭の移動層部分に集中荷重がかかると考えると、境界条件は次のように表されます。

$x = 0$ のとき(杭頭)

$$(M_1)_{AB} = 0$$

$$(S_1)_{AB} = 0$$

$x = leh$ のとき(荷重位置 $leh = lh - le$)

$$(y_1)_{AB} = (y_1)_{BC}$$

$$(i_1)_{AB} = (i_1)_{BC}$$

$$(M_1)_{AB} = (M_1)_{BC}$$

$$(S_1)_{AB} = (S_1)_{BC} + H$$

$x = la$ のとき(アンカー位置)

$$(y_1)_{BC} = 0$$

$$(y_1)_{CD} = 0$$

$$(M_1)_{BC} = (M_1)_{CD}$$

$$(i_1)_{BC} = (i_1)_{CD}$$

$x = le$ のとき(すべり面)

$$(y_1)_{CD} = y_2$$

$$(i_1)_{CD} = i_2$$

$$(M_1)_{CD} = M_2$$

$$(S_1)_{CD} = S_2$$

前述の一般式と境界条件により、次の式が得られます。

移動層(杭頭～荷重位置)

$$Y_1 = C_1 + C_2 x$$

$$\text{最大変位発生位置 } x_Y = 0$$

$$M_1 = 0$$

$$\text{最大曲げモーメント発生位置 } x_M = leh$$

$$S_1 = 0$$

$$\text{最大せん断力発生位置 } x_S = leh$$

移動層(荷重位置～アンカー位置)

$$Y_1 = C_6(x-leh) + C_8(x-leh)^3$$

$$\text{最大変位発生位置 } x_Y = leh + \sqrt{\frac{-C_6}{3C_8}}$$

$$M_1 = -6EIC_8(x-leh)$$

$$\text{最大曲げモーメント発生位置 } x_M = la$$

$$S_1 = -6EIC_8$$

$$\text{最大せん断力発生位置 } x_S = la$$

移動層(アンカー位置～すべり面)

$$Y_1 = C_{10}(x-la) + C_{11}(x-la)^2 + C_{12}(x-la)^3$$

$$\text{最大変位発生位置 } C_{10} + 2C_{11}(x-la) + 3C_{12}(x-la)^2 = 0 \text{ を満たす解}$$

$$M_1 = -EI(2C_{11} + 6C_{12}(x-la))$$

$$\text{最大曲げモーメント発生位置 } x_M = la \text{ } (-C_{12} \text{ } 0), x_M = le \text{ } (-C_{12} \text{ } 0)$$

$$S_1 = -6EIC_{12}$$

$$\text{最大せん断力発生位置 } x_S = le$$

不動層

$$Y_2 = e^{-\beta\zeta}(C_{13} \cos \beta\zeta + C_{14} \sin \beta\zeta)$$

$$\text{最大変位発生位置 } x_Y = le + \frac{1}{\beta} \tan^{-1} \left(\frac{C_{13} - C_{14}}{C_{13} + C_{14}} \right)$$

$$M_2 = -e^{-\beta\zeta} \frac{Es}{2\beta^2} (C_{13} \sin \beta\zeta - C_{14} \cos \beta\zeta)$$

$$\text{最大曲げモーメント発生位置 } x_M = le + \frac{1}{\beta} \tan^{-1} \left(\frac{C_{13} + C_{14}}{C_{13} - C_{14}} \right)$$

$$S_2 = -\frac{Es}{2\beta} e^{-\beta\zeta} [C_{13}(\cos \beta\zeta - \sin \beta\zeta) + C_{14}(\cos \beta\zeta + \sin \beta\zeta)]$$

$$\text{最大せん断力発生位置 } x_S = le + \frac{1}{\beta} \tan^{-1} \left(-\frac{C_{13}}{C_{14}} \right)$$

前述の積分定数 C は次のように求めることができます。

$$C_8 = \frac{H}{6EI}$$

$$C_{11} = 3C_8 \cdot laeh$$

$$\begin{pmatrix} 2C_{11} \\ C_{11} \cdot lea^2 \\ 0 \\ 2C_{11} \cdot lea \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -2\beta^2 & 0 & -6lea & 0 \\ 0 & 1 & -lea^3 & -lea \\ 2\beta^3 & 2\beta^3 & -6 & 0 \\ \beta & -\beta & -3lea^2 & -1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_{14} \\ C_{13} \\ C_{12} \\ C_{10} \end{pmatrix}$$

$$C_6 = C_{10} - 3C_8 \cdot laeh^2$$

$$C_5 = -C_6 \cdot laeh - C_8 \cdot laeh^3$$

$$C_2 = C_6$$

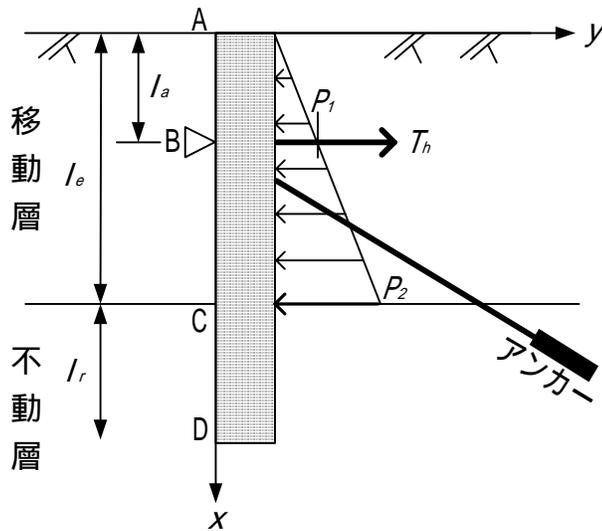
$$C_1 = C_5 - C_2 \cdot leh$$

ここで、

$$laeh = la - leh$$

$$lea = le - la$$

5.4.6. アンカー付き抑え杭(三角形分布荷重)



杭の移動層部分に三角形分布荷重がかかると考えると、境界条件は次のように表されます。

$x = 0$ のとき(杭頭)

$$(M_1)_{AB} = 0$$

$$(S_1)_{AB} = 0$$

$x = l_a$ のとき(アンカー位置)

$$(y_1)_{AB} = 0$$

$$(y_1)_{BC} = 0$$

$$(M_1)_{AB} = (M_1)_{BC}$$

$$(i_1)_{AB} = (i_1)_{BC}$$

$x = l_e$ のとき(すべり面)

$$(y_1)_{BC} = y_2$$

$$(i_1)_{BC} = i_2$$

$$(M_1)_{BC} = M_2$$

$$(S_1)_{BC} = S_2$$

前述の一般式と境界条件により、次の式が得られます。

移動層(杭頭～アンカー位置)

$$Y_1 = C_1 + C_2 x + \frac{P_1}{120EI \cdot la} x^5$$

最大変位発生位置 $x_Y = 0$

$$M_1 = -\frac{P_1}{6la} x^3$$

最大曲げモーメント発生位置 $x_M = la$

$$S_1 = -\frac{P_1}{2la} x^2$$

最大せん断力発生位置 $x_S = la$

移動層(アンカー位置～すべり面)

$$Y_1 = C_6(x-la) + C_7(x-la)^2 + C_8(x-la)^3 + \frac{P_1}{24EI}(x-la)^4 + \frac{P_2 - P_1}{120EI(le-la)}(x-la)^5$$

最大変位発生位置

$$C_6 + C_7(x-la) + C_8(x-la)^2 + \frac{P_1}{6EI}(x-la)^3 + \frac{P_2 - P_1}{24EI(le-la)}(x-la)^4 = 0 \text{ を満たす解}$$

$$M_1 = -EI(2C_7 + 6C_8(x-la)) - \frac{P_1}{2}(x-la)^2 - \frac{P_2 - P_1}{6(le-la)}(x-la)^3$$

$$\text{最大曲げモーメント発生位置 } 6EIC_8 + P_1(x-la) + \frac{P_2 - P_1}{2(le-la)}(x-la)^2 = 0$$

$$S_1 = -6EIC_8 - P_1(x-la) - \frac{1}{2} \cdot \frac{P_2 - P_1}{le-la}(x-la)^2$$

$$\text{最大せん断力発生位置 } x_S = la \text{ または } x_S = le$$

不動層

$$Y_2 = e^{-\beta\zeta} (C_9 \cos \beta\zeta + C_{10} \sin \beta\zeta)$$

$$\text{最大変位発生位置 } x_Y = le + \frac{1}{\beta} \tan^{-1} \left(\frac{C_9 - C_{10}}{C_9 + C_{10}} \right)$$

$$M_2 = -e^{-\beta\zeta} \frac{Es}{2\beta^2} (C_9 \sin \beta\zeta - C_{10} \cos \beta\zeta)$$

$$\text{最大曲げモーメント発生位置 } x_M = le + \frac{1}{\beta} \tan^{-1} \left(\frac{C_9 + C_{10}}{C_9 - C_{10}} \right)$$

$$S_2 = -\frac{Es}{2\beta} e^{-\beta\zeta} [C_{13}(\cos \beta\zeta - \sin \beta\zeta) + C_{14}(\cos \beta\zeta + \sin \beta\zeta)]$$

$$\text{最大せん断力発生位置 } x_S = le + \frac{1}{\beta} \tan^{-1} \left(-\frac{C_9}{C_{10}} \right)$$

前述の積分定数 C は次のように求めることができます。

$$C_7 = \frac{P_1}{12EI} la^2$$

$$\begin{pmatrix} 2C_7lea + \frac{P_2 + 3P_1}{24EI}lea^3 \\ C_7 \cdot lea^2 + \frac{P_2 + 4P_1}{120EI}lea^4 \\ \frac{P_2 + P_1}{2EI}lea \\ 2C_7 + \frac{P_2 + 2P_1}{6EI}lea^2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \beta & -\beta & -3lea^2 & -1 \\ 0 & 1 & -lea^3 & -lea \\ 2\beta^3 & 2\beta^3 & -6 & 0 \\ -2\beta^2 & 0 & -6lea & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} C_{10} \\ C_9 \\ C_8 \\ C_6 \end{pmatrix}$$

$$C_2 = C_6 - \frac{P_1 la^3}{24EI}$$

$$C_1 = -laC_2 - \frac{P_1}{120EI} la^4$$

ここで、

$$lea = le - la$$

5.5. 骨組構造解析

この解析法は杭を適当な個数に分割し、各節点ごとに荷重条件、バネ定数を入力して杭の剛性を与えると、杭に発生するせん断力、曲げモーメント及び変位を計算することができます。このため変化にとんだ複雑な地盤に対しても適用が可能となります。

骨組構造解析での式は次の通りとなります。

$$EI \cdot \frac{d^4 y}{dx^4} + Es \cdot y = f(x)$$

ここで、

x :	任意の深さ	(m)
y :	深さ x における杭の変位	(m)
EI :	杭の曲げ剛性	(kN・m ²)
Es :	地盤の変形係数	(kN/m ²)
$f(x)$:	杭に作用する分布荷重	(kN/m)

微分方程式を解くと、次の一般解が得られます。

$Es=0$ (地盤反力を期待しない)の場合

$$y = \frac{a}{120EI} x^5 + \frac{b}{24EI} x^4 + Ax^3 + Bx^2 + Cx + D$$

$$i = \frac{a}{24EI} x^4 + \frac{b}{6EI} x^3 + 3Ax^2 + 2Bx + C$$

$$M = -\frac{a}{6} x^3 - \frac{b}{2} x^2 - 6EI \cdot Ax - 2EI \cdot B$$

$$S = -\frac{a}{2} x^2 - bx - 6EI \cdot A$$

$Es \neq 0$ (地盤反力を期待する)の場合

$$y = e^{\beta x} (A \cos \beta x + B \sin \beta x) + e^{-\beta x} (C \cos \beta x + D \sin \beta x) + \frac{ax+b}{Es}$$

$$i = \beta \left\{ e^{\beta x} [A(\cos \beta x - \sin \beta x) + B(\cos \beta x + \sin \beta x)] + e^{-\beta x} [-C(\cos \beta x + \sin \beta x) + D(\cos \beta x - \sin \beta x)] \right\} + \frac{a}{Es}$$

$$M = -2\beta^2 EI \left[e^{\beta x} (-A \sin \beta x + B \cos \beta x) + e^{-\beta x} (C \sin \beta x - D \cos \beta x) \right]$$

$$S = -2\beta^3 EI \left\{ e^{\beta x} [-A(\cos \beta x + \sin \beta x) + B(\cos \beta x - \sin \beta x)] + e^{-\beta x} [C(\cos \beta x - \sin \beta x) + D(\cos \beta x + \sin \beta x)] \right\}$$

ここで、

i :	杭のたわみ角	(rad)
M :	曲げモーメント	(kN・m)
S :	せん断力	(kN)
β :	杭の特性値 $\beta = \sqrt[4]{Es / 4EI}$	(m ⁻¹)
a :	分布荷重の勾配	
b :	$x=0$ における荷重強度	
A, B, C, D :	積分定数	

前述の一般解に境界条件を与えて連立方程式を解き、積分定数 A, B, C, D を得ます。

各節点に外部から作用するモーメント荷重を Mz 、せん断荷重を Sz とします。
また、 h は各部材の部材長です。

杭頭 (節点 0 = 部材 1 の上端)

変位	自由	自由	拘束	拘束
回転	自由	拘束	自由	拘束
境界条件	$M_f(0) = -Mz_0$ $S_f(0) = -Sz_0$	$i_f(0) = 0$ $S_f(0) = -Sz_0$	$y_f(0) = 0$ $M_f(0) = -Mz_0$	$y_f(0) = 0$ $i_f(0) = 0$

部材間 (節点 n = 部材 $n+1$ の間)

状態	集中荷重位置	アンカー位置	回転拘束	変位・回転拘束
境界条件	$y_n(h_n) = y_{n+1}(0)$ $i_n(h_n) = i_{n+1}(0)$ $M_n(h_n) - Mz_n = M_{n+1}(0)$ $S_n(h_n) - Sz_n = S_{n+1}(0)$	$y_n(h_n) = 0$ $y_{n+1}(0) = 0$ $i_n(h_n) = i_{n+1}(0)$ $M_n(h_n) = M_{n+1}(0)$	$y_n(h_n) = y_{n+1}(0)$ $i_n(h_n) = 0$ $i_{n+1}(0) = 0$ $S_n(h_n) = S_{n+1}(0)$	$y_n(h_n) = 0$ $y_{n+1}(0) = 0$ $i_n(h_n) = 0$ $i_{n+1}(0) = 0$

杭末端 (節点 n = 部材 n の下端)

・根入れ有限長の場合

変位	自由	自由	拘束	拘束
回転	自由	拘束	自由	拘束
境界条件	$M_n(h_n) = Mz_n$ $S_n(h_n) = Sz_n$	$i_n(h_n) = 0$ $S_n(h_n) = Sz_n$	$y_n(h_n) = 0$ $M_n(h_n) = Mz_n$	$y_n(h_n) = 0$ $i_n(h_n) = 0$

・根入れ無限長の場合

$$A_n = 0$$

$$B_n = 0$$

5.6. 断面強度の照査

ここでは、鋼製杭および鉄筋コンクリート杭の応力度について示します。
「抑止杭」では、杭間隔優先または照査を選択した時に計算されます。

5.6.1 鋼製杭の応力度

5.6.2 鉄筋コンクリート杭の応力度

5.6.1. 鋼製杭の応力度

地すべり鋼管杭設計要領

2003年6月発行 40,41頁より引用加筆

曲げ応力度: σ_s (N/mm²)

$$\sigma_s = \frac{M \max}{Z} + \frac{Nf}{A}$$

せん断応力度: σ_s (N/mm²)

$$\sigma_s = \alpha_0 \frac{S \max}{A}$$

ここで、

M_{max} :	最大曲げモーメント	(N・mm)
S_{max} :	最大せん断力	(N)
Nf :	杭にかかる軸力	(N)
A :	鋼製杭の断面積	(mm ²)
	合成杭の場合はそれぞれの断面積の和	
Z :	鋼製杭の断面係数	(mm ³)
	合成杭の場合は次の式より算出	
	$z = \frac{I}{b}$	
I :	それぞれの断面2次モーメントの和	(mm ⁴)
b :	外側鋼管の半径	(mm)
α_0 :	せん断応力補正係数	
	$\alpha_0 = \frac{2(3d^2 - 6d \cdot t + 4t^2)}{3(d^2 - 2d \cdot t + 2t^2)}$ (一般には $\alpha_0 = 2.0$)	
d :	杭の外径	(mm)
t :	杭の肉厚	(mm)

5.6.2. 鉄筋コンクリート杭の応力度

大学課程 鉄筋コンクリート工学

1979年3月発行 32,50,60 頁より引用加筆

鉄筋の曲げ引張応力度: σ_s (N/mm²)

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{y_s}{X_N}$$

コンクリートの曲げ圧縮応力度: σ_c (N/mm²)

$Nf \neq 0$ でない場合

$$\sigma_c = \frac{Nf}{I_1} \cdot X_N$$

$Nf = 0$ の場合

$$\sigma_c = \frac{M_{max}}{I_2} \cdot X_N$$

コンクリートの平均せん断応力度: τ_m (N/mm²)

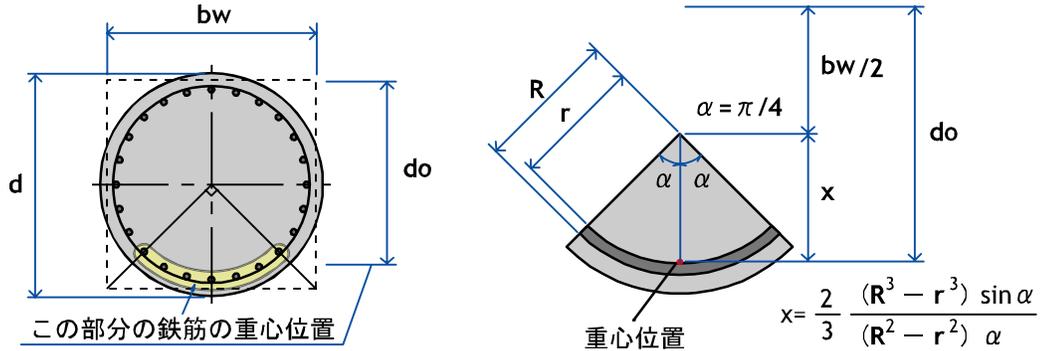
$$\tau_m = \frac{S_{max}}{b_w \cdot d_o}$$

ここで、

M_{max} :	最大曲げモーメント	(N・mm)
S_{max} :	最大せん断力	(N)
Nf :	杭にかかる軸力	(N)
n :	鉄筋とコンクリートとのヤング係数比 = 15	
X_N :	杭圧縮縁から中立軸までの距離	(mm)
y_s :	中立軸から外側引張鉄筋までの距離	(mm)
I_1 :	中立軸に関する圧縮コンクリートと全鉄筋の 断面一次モーメント	(mm ³)
I_2 :	中立軸に関する圧縮コンクリートと全鉄筋の 断面二次モーメント	(mm ⁴)
b_w :	換算部材高	(mm)
	$b_w = \sqrt{\frac{\pi \cdot d^2}{4}}$	
d :	杭の外径	(mm)

ただし、

d_o : 換算有効高 (mm)
 有効高 d_o は、下図に示すように円形断面を同じ面積の正方形断面に換算し、下側 1/4 鉄筋図心と換算断面の圧縮縁までの距離。



中立軸位置における杭外円の中心角: (rad)
 次式より繰り返し計算にて算出する。

$Nf=0$ でない場合

$$I_{1\phi} \cdot (e + X_{N\phi}) - I_{2\phi} = 0$$

$Nf=0$ の場合

$$I_{1\phi} = I_{1c\phi} + n \cdot I_{1s\phi} = 0$$

$$\frac{b^3}{3} \cdot \{ \sin \phi \cdot (2 + \cos^2 \phi) - 3 \cdot \phi \cdot \cos \phi \} + n \cdot \sum_i (A_{s_i} \cdot d'_i) = 0$$

ここで、

$$e = \frac{M_{max}}{Nf} - b$$

b : 杭の半径 (mm)

I_1 : 位置に関する圧縮コンクリートと全鉄筋の断面一次モーメント (mm³)

I_{1c} : 位置に関する圧縮コンクリートの断面一次モーメント (mm³)

I_{1s} : 位置に関する全鉄筋の断面一次モーメント (mm³)

A_{s_i} : 該当鉄筋 1 本の断面積 (mm²)

d'_i : 位置から該当鉄筋までの距離 (正負あり) (mm)

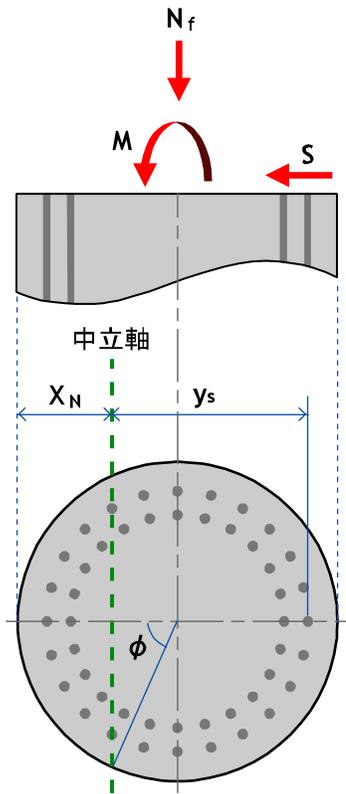
$$d'_i = y_{si} - b \cdot \cos \phi$$

y_{si} : 該当鉄筋位置 (正負あり) (mm)

I_2 : 位置に関する圧縮コンクリートと全鉄筋の断面二次モーメント (mm⁴)

X_N : 杭圧縮縁から 位置までの距離 (mm)

$$X_{N\phi} = b - b \cdot \cos \phi$$



5.7. 杭間隔の検討

地すべり鋼管杭設計要領

2003年6月発行 40,41,47頁より引用加筆

杭間隔 D (m)を求める式を以下に示します。

曲げ応力度に関する杭間隔

$$D_m = \frac{\sigma_{sa} - \frac{Nf_1}{A}}{\frac{Vu + Th \cdot \tan \theta_a}{A} + \frac{M \max}{Z}}$$

せん断応力度に関する杭間隔

$$D_s = \frac{1}{\alpha_0} \cdot \frac{\tau_{sa} \cdot A}{S \max}$$

ここで、

M_{max} :	最大曲げモーメント	(N・mm)
S_{max} :	最大せん断力	(N)
σ_{sa} :	鋼材の許容曲げ引張応力度	(N)
σ_{sa} :	鋼材の許容せん断応力度	(N)
Nf_1 :	杭にかかる軸力	(N)
Vu :	単位幅当たりの地すべり力の鉛直成分	(N/mm)
Th :	アンカー一点水平支点反力	(N)
a :	アンカー傾角	(°)
A :	鋼製杭の断面積	(mm ²)
Z :	合成杭の場合はそれぞれの断面積の和 鋼製杭の断面係数 合成杭の場合は次の式より算出	(mm ³)
	$z = \frac{I}{b}$	
I :	それぞれの断面2次モーメントの和	(mm ⁴)
α_0 :	せん断応力補正係数	
	$\alpha_0 = \frac{2(3d^2 - 6d \cdot t + 4t^2)}{3(d^2 - 2d \cdot t + 2t^2)}$ (一般には $\alpha_0 = 2.0$)	
d :	杭の外径	(mm)
t :	杭の肉厚	(mm)

規定による杭間隔

・標準杭間隔

移動層の厚さ(m)	標準杭間隔(m)
～ 10	2.0 以下
10 ～ 20	3.0 以下
20 以上	4.0 以下

・杭の直径による杭間隔

杭の直径の8倍以内を杭間隔の一応の目安とすることができます。

・孔壁間の距離

杭の施工上、孔壁間の距離は1m以上確保する必要があります。

また、設計計算上、孔壁間の距離が1m未満となる場合には、杭の配列を千鳥配置にします。

道路橋示方書・同解説 (共通編・ 下部構造編)

平成 14 年 3 月発行 352 頁より引用加筆

杭の最小中心間隔が小さくなると群杭としての影響が著しくなり、杭の軸方向支持力、水平方向地盤反力係数等を単杭の場合より低減して考える必要があるが、杭径の 2.5 倍以上であると群杭の影響は比較的小さく、また、施工性についても一般には大きな問題はないと考えてよい。しかし、杭の中心間隔が群杭の影響におよぼす効果は、地盤の種類をはじめ各種要因が複雑に関連しており、まだ十分に解明されているものではないことに注意しなければならない。

5.8. 地盤破壊の式

Hennes 式

地すべり斜面崩壊の実態と対策

昭和 47 年 2 月発行 170,171 頁より引用加筆

地すべり土塊を塑性体と考える。すなわち大部分が粘性土によって構成されていると考えると、土の強度の大部分はその粘着力によって代表されるであろう。このような粘性土が杭の間をすり抜ける場合に杭の両側面と土塊の間に摩擦抵抗が働くので、これを考慮すると杭の存在によって生ずる抵抗力 P (kN) は次式で表される。

$$P = 2 \cdot c \cdot le \cdot d$$

土研式

地すべり斜面崩壊の実態と対策

昭和 47 年 2 月発行 171 ~ 173 頁より引用加筆

杭前面に生ずる土塊の挙動を受働ランキン状態と考へて、その極限では、土塊内に受働破壊が生ずることを考慮した式である。杭にかかる全水平土圧 P (kN) は次式となる。

$$P = 2 \cdot le^2 \cdot \cot \delta \cdot \sin \alpha \cdot \frac{\pi \cdot \alpha}{180} \cdot \left(\frac{1}{3} \cdot N_\phi \cdot \gamma \cdot le + \sqrt{N_\phi} \cdot c \right) + d \cdot le \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot N_\phi \cdot \gamma \cdot le + 2 \cdot \sqrt{N_\phi} \cdot c \right)$$

$$\alpha = 45^\circ + \frac{\phi}{2}, \quad \delta = 45^\circ - \frac{\phi}{2}, \quad N_\phi = \frac{1 + \sin \phi}{1 - \sin \phi}$$

設計要領式

地すべり鋼管杭設計要領

2003 年 6 月発行 48 頁より引用加筆

杭周辺地盤が降伏・破壊してはならない。

くさび杭などの地すべり防止杭に作用する受働土圧 Qp (kN) は次式となります。

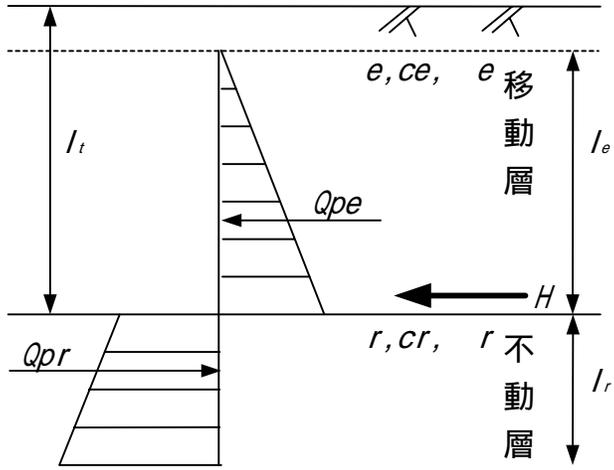
$$Qp_e = 3 \cdot d \cdot \left(\frac{1}{2} \cdot \gamma_e \cdot le^2 \cdot Kp_e + 2 \cdot ce \cdot le \cdot \sqrt{Kp_e} \right) \cdot \frac{1}{Fs}$$

$$Qp_r = 3 \cdot d \cdot \left\{ \left(\frac{1}{2} \cdot \gamma_r \cdot lr^2 + \gamma_r \cdot le \cdot lr \right) \cdot Kp_e + 2 \cdot cr \cdot lr \cdot \sqrt{Kp_r} \right\} \cdot \frac{1}{Fs}$$

$$Kp_e = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi_e}{2} \right), \quad Kp_r = \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi_r}{2} \right)$$

ここで

c :	土の粘着力	(kN/m ²)
:	土塊の内部摩擦角	(°)
:	土塊の単位体積重量	(kN/m ³)
Fs :	安全率	
le :	移動層の杭長	(m)
lr :	杭の根入長	(m)
d :	杭の外径	(m)



5.9. 根入長の式

地すべり鋼管杭設計要領

2003年6月発行 49頁より引用加筆

根入長 lr (m) を求める式を以下に示します。

ただし、いずれの設計式を用いる場合も最低 3m 程度を確保する必要があります。
最終的な根入長は、杭の全長を通常 50cm 単位で括約したものと決定します。

せん断杭： 堅硬な硬岩の場合は、 lr は杭全長の 1/4 程度
または、 l より

$$lr = \frac{\pi}{\beta r} \times (1.0 \sim 1.5)$$

くさび杭： 不動層モーメント第一零点より

$$lr = \frac{1}{\beta r} \left(\tan^{-1} \left(\frac{\beta e - \beta r}{\beta e - \beta r} \right) + n \cdot \pi \right) \times (1.0 \sim 1.5)$$

抑え杭： l より

$$lr = \frac{\pi}{\beta r} \times (1.0 \sim 1.5)$$

ここで、

β : 杭の特性値 (m⁻¹)
 n : 0 または 1

建設省河川砂防技術基準(案)同解説・設計編[]

平成 11 年 7 月発行 61,62 頁より引用加筆

せん断杭：

せん断破壊に対する検討だけでよい杭の場合、基礎地盤の強度により根入れ長さは、原則として杭の全長の 1/4 ~ 1/3 とする。基礎地盤の N 値が 50 以下のときは杭の全長の 1/3 以上を根入れする。ただし、すべり面以下の地盤が特に柔らかい場合は、打設位置および工法を含め、別途検討する。

くさび杭、抑え杭： すべり面におけるモーメント第一零点までの 1.5 倍程度

$$lr = \frac{\pi}{\beta r} \times 1.5$$

5.10. 横方向地盤反力係数の式

地すべり鋼管杭設計要領

2003年6月発行 24,25頁より引用加筆

横方向地盤反力係数 Kh (kN/m^3)を求める式を以下に示します。

等分布荷重方式

$$Kh = \frac{(1 + \nu) \cdot r \cdot Kl}{d}$$

等変位方式

$$Kh = Kk \cdot B^{-3/4}$$

港研式

$$Kh = 2000 \cdot N$$

林野庁・長野県の式

$$Kh = 1550 \cdot N^{1.441}$$

ここで、

	:	ポアソン比	
Kl	:	等分布荷重方式におけるK値	(kN/m^3)
Kk	:	等変位方式におけるK値	(kN/m^3)
B	:	等変位方式試験における載荷幅(m)	
d	:	杭の外径	(m)
N	:	標準貫入試験によるN値	

道路橋示方書下部構造編

道路橋示方書・同解説 (共通編・下部構造編)

平成14年3月発行 255,256頁より引用加筆

EO による方法

$$Kh = 0.3^{24/29} \cdot (4 \cdot EI)^{-3/29} \cdot d^{-9/29} \cdot \left(\frac{\alpha \cdot E_0}{0.3} \right)^{32/29}$$

N値による方法

$$Kh = 0.3^{24/29} \cdot (4 \cdot EI)^{-3/29} \cdot d^{-9/29} \cdot \left(\frac{2800 \cdot N}{0.3} \right)^{32/29}$$

ここで、

EI	:	杭の曲げ剛性	($\text{kN} \cdot \text{m}^2$)
d	:	杭の外径	(m)
EO	:	地盤の変形係数	(kN/m^2)
	:	地盤反力係数の推定に用いる係数	
N	:	標準貫入試験によるN値	

変形係数 E_0 の推定方法	地盤反力係数の推定に用いる係数	
	常時	地震時
孔内水平載荷試験で測定した変形係数	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 $E_0=2800N$ で推定した変形係数	1	2

前述の式の算出方法を以下に示します。

$$Kh = Kh_0 \cdot \left(\frac{Bh}{0.3} \right)^{-3/4} \quad \dots (5.1)$$

$$Kh_0 = \frac{1}{0.3} \cdot \alpha \cdot E_0 \quad \dots (5.2)$$

$$Bh = \sqrt{\frac{d}{\beta}} \quad \dots (5.3)$$

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{Kh \cdot d}{4 \cdot EI}} \quad \dots (5.4)$$

式(5.4)より

$$\beta^4 = \frac{Kh \cdot d}{4 \cdot EI} \quad \dots (5.5)$$

よって

$$Kh = \frac{4 \cdot EI \cdot \beta^4}{d} \quad \dots (5.6)$$

式(5.1),(5.6)より

$$Kh_0 \cdot \left(\frac{Bh}{0.3} \right)^{-3/4} = \frac{4 \cdot EI \cdot \beta^4}{d} \quad \dots (5.7)$$

式(5.3)より式(5.7)の左辺は

$$\begin{aligned} Kh_0 \cdot \left(\frac{\sqrt{d/\beta}}{0.3} \right)^{-3/4} &= Kh_0 \cdot \left(\frac{1}{0.3} \right)^{-3/4} \cdot d^{(1/2) \cdot (-3/4)} \cdot \beta^{(-1/2) \cdot (-3/4)} \quad \dots (5.8) \\ &= Kh_0 \cdot \left(\frac{1}{0.3} \right)^{-3/4} \cdot d^{-3/8} \cdot \beta^{3/8} \end{aligned}$$

よって

$$Kh_0 \cdot \left(\frac{1}{0.3} \right)^{-3/4} \cdot d^{-3/8} \cdot \beta^{3/8} = \frac{4 \cdot EI \cdot \beta^4}{d} \quad \dots (5.9)$$

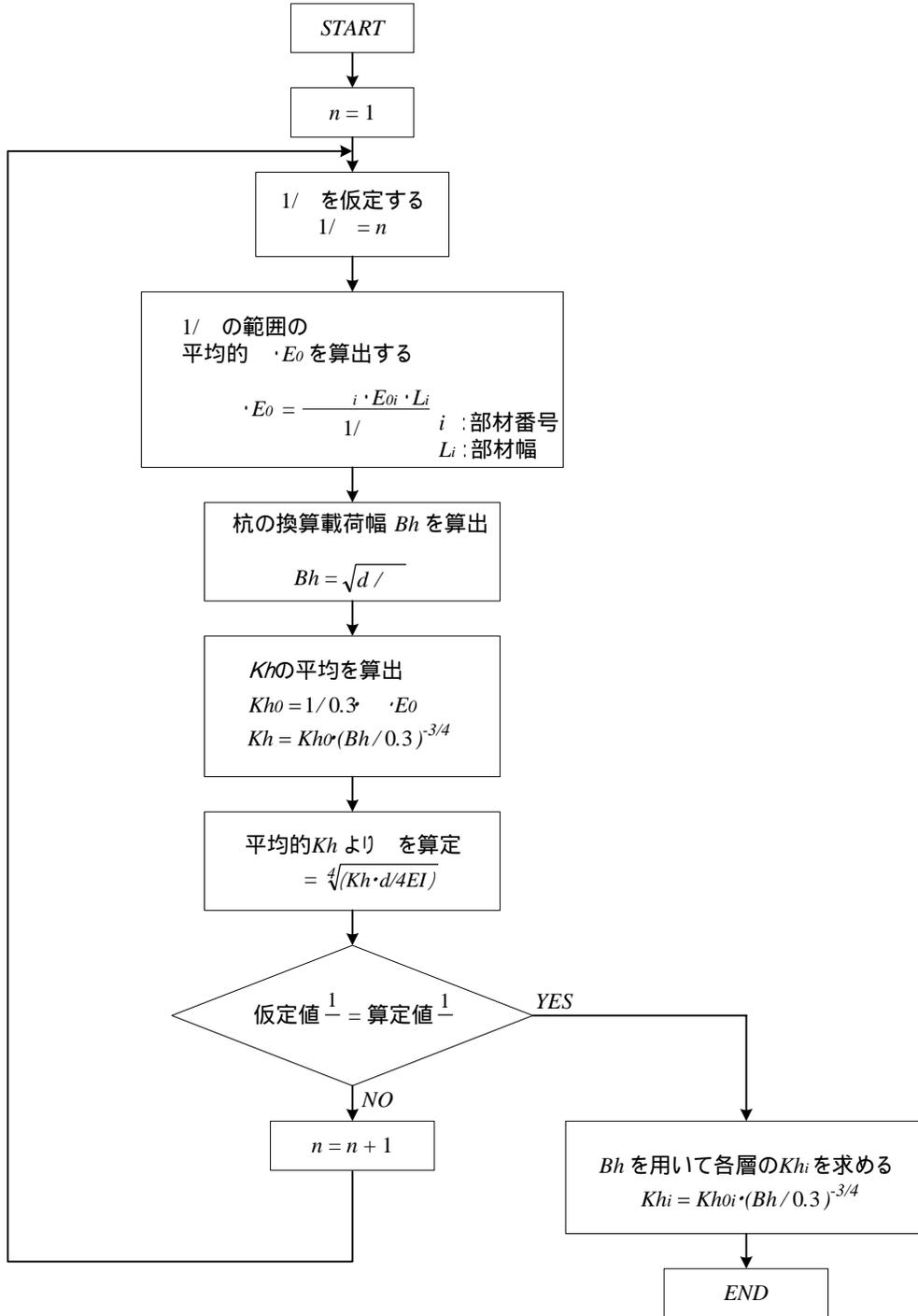
これより を求めると

$$\beta = \left(\frac{0.3^{3/4} \cdot d^{5/8} \cdot Kh_0}{4 \cdot EI} \right)^{8/29} \quad \dots (5.10)$$

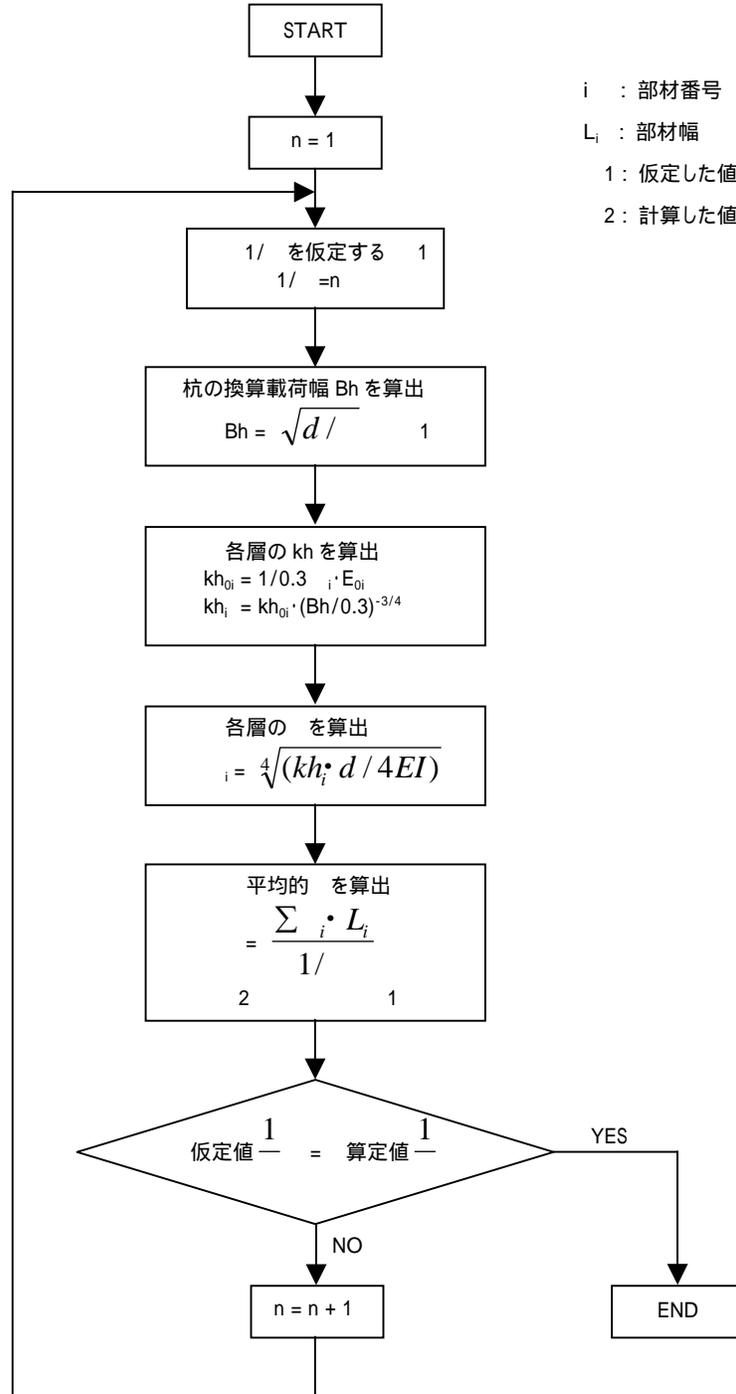
式(5.10)を式(5.6)に代入すると

$$Kh = 0.3^{24/29} \cdot (4 \cdot EI)^{-3/29} \cdot d^{-9/29} \cdot Kh_0^{32/29}$$

1/ を仮定する方法 (各層の kh 値を加重平均)



1/ を仮定する方法 (各層の 値を加重平均)



5.11. 地震時の横方向地盤反力係数

地震時の横方向地盤反力係数を算出する場合、現在、道路橋示方書下部構造編にのみ、その算出方法が明記されている。

そのため、地震時の横方向地盤反力係数を算出するには、他の方式を選択できないように地盤変形係数の設定画面にて、算出方法を「 K_h からの算出」(2)、 K_h の計算式を「道示 N 値による方法」または「道示 E0 による方法」(1)というふうに設定を固定にしている。

また、骨組解析では、 $1/\beta$ 仮定(3)の設定もチェックを付けた状態で固定にしている。

例1) 抑え杭の地震時検討の場合



例2) 骨組解析自動の地震時検討の場合



これにより、地震時の横方向地盤反力係数(Kh)の算出式は以下のようになります。

< 道示 N 値による方法 >

$$Kh = \frac{1}{0.3} \cdot \alpha \cdot 2800 \cdot N \cdot \left(\frac{Bh}{0.3} \right)^{-3/4}$$

< 道示 E0 による方法 >

$$Kh = \frac{1}{0.3} \cdot \alpha \cdot E_0 \cdot \left(\frac{Bh}{0.3} \right)^{-3/4}$$

$$Bh = \sqrt{\frac{d}{\beta}}$$

ただし、

d : 杭の外径 (m)

α : 地盤反力係数の推定に用いる係数
(常時の 値の 2 倍 2 or 8)

E_0 : 設計対象の位置での変形係数

N : 標準貫入試験におけるN値

β : 常時の杭の特性値

ここで、抑え杭の (常時の杭の特性値) の算出方法について説明します。

抑え杭の地震時で慣性力がない場合には、従来通り下記の式にて (常時の杭の特性値) を算出します。

E0による方法

$$Kh = 0.3^{24/29} \cdot (4 \cdot EI)^{-3/29} \cdot d^{-9/29} \cdot \left(\frac{\alpha \cdot E_0}{0.3} \right)^{32/29}$$

N 値による方法

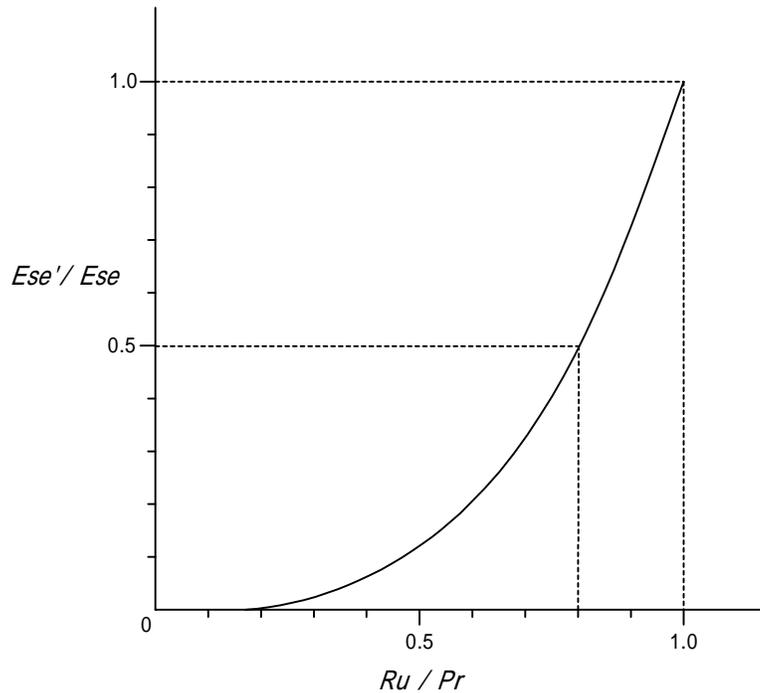
$$Kh = 0.3^{24/29} \cdot (4 \cdot EI)^{-3/29} \cdot d^{-9/29} \cdot \left(\frac{2800 \cdot N}{0.3} \right)^{32/29}$$

しかし、抑え杭の地震時で慣性力がある場合には、上記の式では は算出できません。
そのため、骨組解析自動の「1 /」を仮定する方法にて を算出します。

5.12. 移動層の変形係数の低減法

地すべり鋼管杭設計要領

2003年6月発行 66頁より引用加筆



Pr :	杭の単位幅当たりの必要抑止力	(kN/m)
Ru :	杭の谷側移動層の単位幅当たりの有効抵抗力	(kN/m)
Ese :	移動層の変形係数	(kN/m ²)
Ese' :	低減した移動層の変形係数	(kN/m ²)

上図は、杭の剛性、移動層の厚さや変形係数、不動層の変形係数、杭の谷側移動層の有効抵抗力等を変化させ、くさび杭の計算により Ese' / Ese と Ru / Pr の関係を求めたものである。

この図で例えば杭の抑止力 Pr の8割しか谷側の移動層の有効抵抗力 Ru が期待できない場合には $Ru / Pr = 0.8$ となり、上図より $Ese' / Ese = 0.5$ である。したがって移動層の変形係数 Ese は $0.5 \cdot Ese$ となり、当初設定された変形係数を5割に低減して計算する。

ここに杭の谷側の移動層の有効抵抗力とは杭の谷側の移動層のみの推力とすべり面におけるせん断抵抗力との差である。また必要抵抗力とはある杭が移動層の移動に伴って変形し、杭に許容応力(曲げモーメントあるいはせん断力のいずれか一方の小さいもの)が発生するときにすべり面において作用するせん断力に等しい杭の谷側の移動層の有効抵抗力をいう。

5.13. 設計上の杭形式の区分

地すべり鋼管杭設計要領

2003年6月発行 61頁より引用加筆

杭形式		$\beta \cdot l_e$ あるいは $\beta \cdot l_r$				
		0	1	2	3	4
杭	短い杭(有限の杭)		←→			
	長い杭(無限の杭)				←	

l_e :	杭の有効長	(m)
l_r :	杭の根入長	(m)
	杭の特性値 $\beta = \sqrt[3]{Kh \cdot d / 4EI}$	(m^{-1})
EI :	杭の曲げ剛性	($kN \cdot m^2$)
d :	杭の直径	(m)
Kh :	杭の水平方向地盤反力係数	(kN/m^3)

一般的に用いられている各杭の設計上の区分について規定したがこれらは必ずしも明確に区分されるものではないため、その境界値近傍の杭形式によっては他の杭形式の検討が必要となる場合がある。

地すべり防止対策杭の設計において長い杭とはすべり面より上、下それぞれで $e \cdot l_e$ または $r \cdot l_r$ 3 となるものをいい、短い杭とはすべり面の上下でいずれか一方があるいは両方が 1 $e \cdot l_e$ または $r \cdot l_r < 3$ となるものをいう。

5.14. アンカーの参考値

ここに説明するアンカーはアンカー付きくさび杭にのみ適用する。アンカー付き抑え杭についての適用事項は特にな
い。

弾性係数(ヤング係数)

グラウンドアンカー 技術ガイドブック

平成 22 年度版 73,94 頁より引用加筆

ゲビンデスターブ PC 鋼棒 $2.0 \sim 2.2 \times 10^5$ (N/mm²)
NM グラウンドアンカー 1.27×10^5 (N/mm²)

SEEE 永久グラウンドアンカー工法 設計・施工マニュアル

平成 16 年 8 月版 18 頁より引用加筆

SEEE 永久グラウンドアンカー工法 1.86×10^5 (N/mm²)

道路橋示方書・同解説 (共通編・ 下部構造編)

平成 14 年 3 月発行 82 頁より引用加筆

PC 鋼線、PC 鋼より線、PC 鋼棒 2.0×10^5 (N/mm²)

JIS にない、多くの本数の PC 鋼線を束ねたり、あるいはより線にして用いる場合のケーブルのヤング係数は
 2.0×10^5 N/mm² 以下となることもあるので、試験により別途定めるものとする。

引張材の許容引張力

グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説

平成 13 年 1 月発行 110 頁より引用加筆

		テンドン極限引張り力 (Tus)に対して	テンドン降伏引張り力 (Tys)に対して
仮設アンカー		0.65	0.80
永久アンカー	常時	0.60	0.75
	地震時	0.80	0.90

5.15. 許容応力度の参考値

鋼管杭
建設省河川砂防技術基準(案)同解説・設計編[]
平成 11 年 7 月発行 61 頁より引用加筆

杭の強度	短期許容応力度(N/mm ²)		長期許容応力度(N/mm ²)	
	せん断力(sa)	曲げ(sa)	せん断力(sa)	曲げ(sa)
400 材	118	206	78	137
490 材	162	279	108	186
520 材	-	-	-	-
570 材	-	-	-	-

道路橋示方書・同解説 (共通編・ 下部構造編)
平成 14 年 3 月発行 157 頁より引用加筆

杭の強度	短期許容応力度(N/mm ²)		長期許容応力度(N/mm ²)	
	せん断力(sa)	曲げ(sa)	せん断力(sa)	曲げ(sa)
400 材	-	-	80	140
490 材	-	-	105	185
520 材	-	-	120	210
570 材	-	-	145	255

平成 15 年治山技術基準 解説 地すべり防止編

杭の強度	肉厚	短期許容応力度(N/mm ²)		長期許容応力度(N/mm ²)	
		せん断力(sa)	曲げ(sa)	せん断力(sa)	曲げ(sa)
400 材	t 40	117	205	78	137
	t > 40	109	199	73	127
490 材	t 40	162	279	108	186
	t > 40	147	256	98	171
520 材	-	-	-	-	-
570 材	t 40	-	-	147	254
	t 75	-	-	142	245
	t > 75	-	-	137	240

地すべり鋼管杭設計要領
2003 年 6 月発行 12 頁より引用加筆

杭の強度	短期許容応力度(N/mm ²)		長期許容応力度(N/mm ²)	
	せん断力(sa)	曲げ(sa)	せん断力(sa)	曲げ(sa)
400 材	120	210	80	140
490 材	160	280	105	185
520 材	-	-	-	-
570 材	-	-	-	-

日本道路公団 設計要領 第1集 土工編
平成 11 年 6 月発行 3-40 頁より引用加筆

杭の強度	短期許容応力度(N/mm ²)		長期許容応力度(N/mm ²)	
	せん断力(sa)	曲げ(sa)	せん断力(sa)	曲げ(sa)
400 材	120	210	80	140
490 材	160	280	105	185
520 材	-	-	-	-
570 材	-	-	-	-

土地改良事業計画設計基準 農地地すべり防止対策
平成元年 10 月発行 平成 10 年 11 月 27 日一部訂正 より引用加筆

杭の強度	短期許容応力度(N/mm ²)		長期許容応力度(N/mm ²)	
	せん断力(sa)	曲げ(sa)	せん断力(sa)	曲げ(sa)
400 材	120	210	80	140
490 材	160	280	105	185
520 材	-	-	-	-
570 材	-	-	-	-

H形鋼杭
道路橋示方書・同解説 (共通編・ 下部構造編)
平成 14 年 3 月発行 157 頁より引用加筆

杭の強度	短期許容応力度(N/mm ²)		長期許容応力度(N/mm ²)	
	せん断力(sa)	曲げ(sa)	せん断力(sa)	曲げ(sa)
400 材	-	-	80	140
490 材	-	-	105	185
520 材	-	-	120	210
570 材	-	-	145	255

鉄筋コンクリート杭
道路橋示方書・同解説 (共通編・ 下部構造編)
平成 24 年 3 月発行 87,157,165 頁より引用加筆

設計基準 強度 (ck)	コンクリート			ヤング係数 × 10 ⁴ (Ec)	鉄筋
	許容応力度				引張(sa)
	圧縮(ca)	せん断(ca)	付着(oa)		
21	7	0.22	1.4	2.35	180
24	8	0.23	1.6	2.5	180
27	9	0.24	1.7	2.65	180
30	10	0.25	1.8	2.8	180

(N/mm²)

5.16. 許容変位量の参考値

地すべり鋼管杭設計要領

2003年6月発行 49頁より引用加筆

杭が構造物に近接して打設される場合には、構造物の許容変位量から杭の変位が規制される。この場合は、杭の最大変位が許容変位以下となるよう、杭種、杭間隔を設定する必要がある。

道路橋示方書・同解説（共通編・下部構造編）

平成14年3月発行 245頁より引用加筆

許容水平変位は、多数の載荷試験結果に基づき原則として基礎幅の1%とする。ただし、基礎幅5mをこえる大型の弾性体基礎の許容変位に関しては載荷試験データが少ないこと等から50mmとし、杭径1.5m以下の杭基礎においては過去の実績を考慮して15mmとする。また、橋台基礎の場合は、基礎幅によらず、常時において15mmとする。

5.17. 腐食しろ

地すべり鋼管杭設計要領

2003年6月発行 27頁より引用加筆

杭工においては杭の外周充填および中詰めのためにセメント、モルタルなどを使用するので、その強アルカリ性に保護されることから一般には腐食の心配はない。しかし、外周のセメントのひび割れや腐食が進むとセメントが中性化し防錆能力が減退するので、やはり鉄の腐食に関する成分の多寡を調べるのが望ましい。

道路橋示方書・同解説（共通編・下部構造編）

平成14年3月発行 425頁より引用加筆

鋼管杭の腐食減厚は、海水や鋼の腐食を促進させる工場排水等の影響を受けない場合で、腐食調査も行わず、また、防食処理も施さないときは、常時水中及び土中にある部分（地下水中にある部分も含む）について、一般に1mmの腐食しろを考慮するのがよい。

5.18. 帯鉄筋の照査

道路橋示方書・同解説 (共通編・下部構造編)
平成 24 年 3 月発行 446 頁より引用加筆

帯鉄筋量: Ab (mm²)

$$Ab = as \cdot n \times 2$$

ここで、

as : 鉄筋の断面積 (mm²)

n : 鉄筋の段数 (段)

横方向鉄筋比: Ps

$$Ps = \frac{Ab}{d \cdot ab}$$

ここで、

ab : 帯鉄筋間隔 (mm)

d : 杭の外径 (mm)

5.19. せん断補強筋の検討

道路橋示方書・同解説 (共通編・下部構造編)

平成 24 年 3 月発行 172 頁より引用加筆

梁の公式集

昭和 43 年 11 月発行 177 頁より引用加筆

コンクリートの負担するせん断力: S_c (kN)

$$S_c = \tau_{ca} \cdot bw \cdot d_0 \times 10^3$$

帯鉄筋が負担するせん断力: Shr (kN)

$$Shr = \frac{\sigma_{sa} \cdot d_0 \cdot Ab}{\frac{1}{j} \cdot ab} \times 10^3$$

杭の許容せん断力: S_r (kN)

この値が杭 1 本当たりの水平負担力 H_s (kN) に満たない場合は、せん断補強筋を補う必要があります。

$$S_r = Shr + S_c$$

せん断補強筋の必要鉄筋量: Aw (kN)

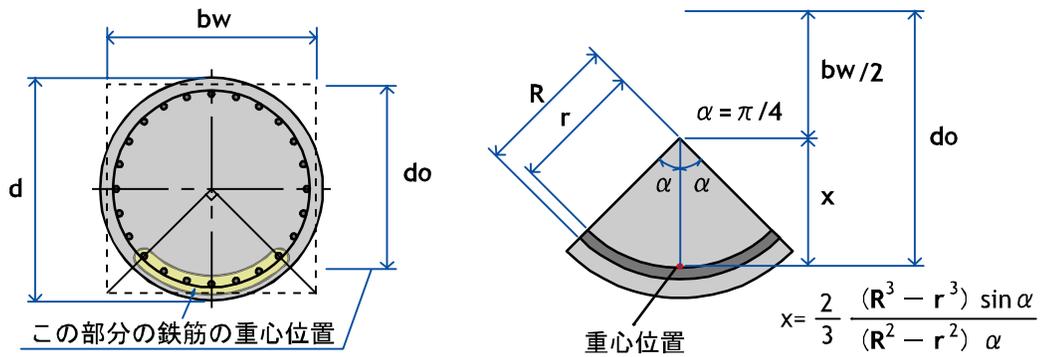
$$Aw = \frac{(S - S_r) \cdot aw}{\sigma_{sa} \cdot j \cdot d_0}$$

ここで、

τ_{ca}	:	せん断力の補正係数	
σ_{ca}	:	コンクリートの許容せん断応力度	(N/mm ²)
j	:	係数	
		$j = 1 - \frac{k}{3}$	
		$k = \sqrt{np^2 + 2 \cdot np} - np$	
		$np = n \cdot \frac{As}{\pi \cdot b^2}$	
As	:	主鉄筋量	(mm ²)
b	:	杭の半径	(mm)
n	:	鉄筋とコンクリートとのヤング係数比 = 15	
σ_{sa}	:	せん断補強筋の許容引張応力度	(N/mm ²)
aw	:	せん断補強筋間隔	(mm)

ただし、

d_o : 換算有効高 (mm)
有効高 d_o は、下図に示すように円形断面を同じ面積の正方形断面に換算し、下側 1/4 鉄筋圆心と換算断面の圧縮縁までの距離。



5.20. 許容平均せん断応力度の補正

道路橋示方書・同解説 (共通編・下部構造編)

平成 24 年 3 月発行 157,158,161,162 頁より引用加筆

コンクリートの許容平均せん断応力度に、係数 c_e , c_{pt} , c_N を乗じた補正を行う。

部材有効高 d_o に関する補正係数: c_e

以下の表に準じた係数を使用する。 d_o が表記載の中間値の場合は線形補完する。

有効高 d_o (mm)	300 以下	1,000	3,000	5,000	10,000 以上
c_e	1.4	1.0	0.7	0.6	0.5

軸方向引張鉄筋比に関する補正係数: c_{pt}

以下の表に準じた係数を使用する。 ρ_t が表記載の中間値の場合は線形補完する。

また、 ρ_t が 0.1% 未満の場合は、0.1%~0.2% 間での c_{pt} の傾きを使用し線形補完する。

軸方向引張鉄筋比 ρ_t (%)	0.1	0.2	0.3	0.5	1.0 以上
c_{pt}	0.7	0.9	1.0	1.2	1.5

ρ_t : 軸方向引張鉄筋比 (%)

$$\rho_t = \frac{0.5 \cdot A_s}{b_w \cdot d_o} \times 100$$

A_s : 主鉄筋量 (mm²)

軸方向圧縮力の影響に関する補正係数: c_N (ただし、1 c_N 2)

$$c_N = 1 + \frac{M_0}{M_{max}}$$

M_{max} : 最大曲げモーメント (N・mm)

M_0 : 軸方向圧縮力によりコンクリートの応力度が部材引張縁でゼロとなる曲げモーメント (N・mm)

$$M_0 = \frac{Nf}{A_c} \cdot \frac{I_c}{y}$$

Nf : 杭にかかる軸力 (N)

A_c : 杭断面積 (mm²)

I_c : 杭断面の図心軸に関する断面二次モーメント (mm⁴)

y : 杭断面の図心より部材引張縁までの距離 (mm)

6. 規格データについて

番号	製法	仕様名称	材質	外径 d(mm)	肉厚 t(mm)	断面積 A(cm ²)	単位質量 W(kg/m)	断面二次 モーメント I(cm ⁴)	断面係数 Z(cm ³)	サイズ 種類 mm/インチ	ユーザ
1	SKK(SM)	SKK(SM)相当	400材	216.3	6	39.6	31.1	2190	203	インチ	
2	SKK(SM)	SKK(SM)相当	490材	216.3	6	39.6	31.1	2190	203	インチ	
3	SKK(SM)	SKK(SM)相当	400材	216.3	7	46.0	36.1	2520	233	インチ	
4	SKK(SM)	SKK(SM)相当	490材	216.3	7	46.0	36.1	2520	233	インチ	
5	SKK(SM)	SKK(SM)相当	400材	216.3	8	52.4	41.1	2840	263	インチ	
6	SKK(SM)	SKK(SM)相当	490材	216.3	8	52.4	41.1	2840	263	インチ	
7	SKK(SM)	SKK(SM)相当	400材	216.3	9	58.8	46	3150	292	インチ	
8	SKK(SM)	SKK(SM)相当	490材	216.3	9	58.8	46	3150	292	インチ	
9	SKK(SM)	SKK(SM)相当	400材	216.3	10	64.8	50.9	3460	320	インチ	
10	SKK(SM)	SKK(SM)相当	490材	216.3	10	64.8	50.9	3460	320	インチ	
11	SKK(SM)	SKK(SM)相当	400材	216.3	11	70.9	55.7	3750	347	インチ	
12	SKK(SM)	SKK(SM)相当	490材	216.3	11	70.9	55.7	3750	347	インチ	
13	規格のみ	SKK(SM)相当	570材	216.3	11	70.9	55.7	3750	347	インチ	
14	SKK(SM)	SKK(SM)相当	400材	216.3	12	77.0	60.5	4030	373	インチ	
15	SKK(SM)	SKK(SM)相当	490材	216.3	12	77.0	60.5	4030	373	インチ	
16	規格のみ	SKK(SM)相当	570材	216.3	12	77.0	60.5	4030	373	インチ	
17	規格のみ	SKK(SM)相当	570材	216.3	12.7	81.2	63.8	4230	391	インチ	
18	SKK(SM)	SKK(SM)相当	400材	216.3	13	83.0	65.2	4310	398	インチ	
19	SKK(SM)	SKK(SM)相当	490材	216.3	13	83.0	65.2	4310	398	インチ	
20	規格のみ	SKK(SM)相当	570材	216.3	13	83.0	65.2	4310	398	インチ	
21	SKK(SM)	SKK(SM)相当	400材	216.3	14	89.0	69.8	4570	423	インチ	

規格メニューを開くとそれぞれに対応した「規格データ」ダイアログが表示されます。このダイアログ上で、規格データの追加、変更などが行なえます。

また、テキストファイルに書込み、取込みが出来るのでテキストエディタ等で作成した規格データを反映させることもできます。

以下に鋼管データをテキスト書込した場合の形式を示します。最初の1行目はヘッダとなりますので、2行目からデータを入力してください。

規格データの構成 (例: 鋼管データ)

外径, 肉厚, 製法, 材質, サイズ
216.3, 6.0, 1, 1, 0

ヘッダ
データ
以下データを入力

データの入力形式

外径 : 0.1 ~ 9999.9 mm

肉厚 : 0.1 ~ 999.9 mm

製法 : 0: SKK(SM) 1: SKK(SM)メーカー確認

3: SKK(SM)規格のみ 4: SCW-CF

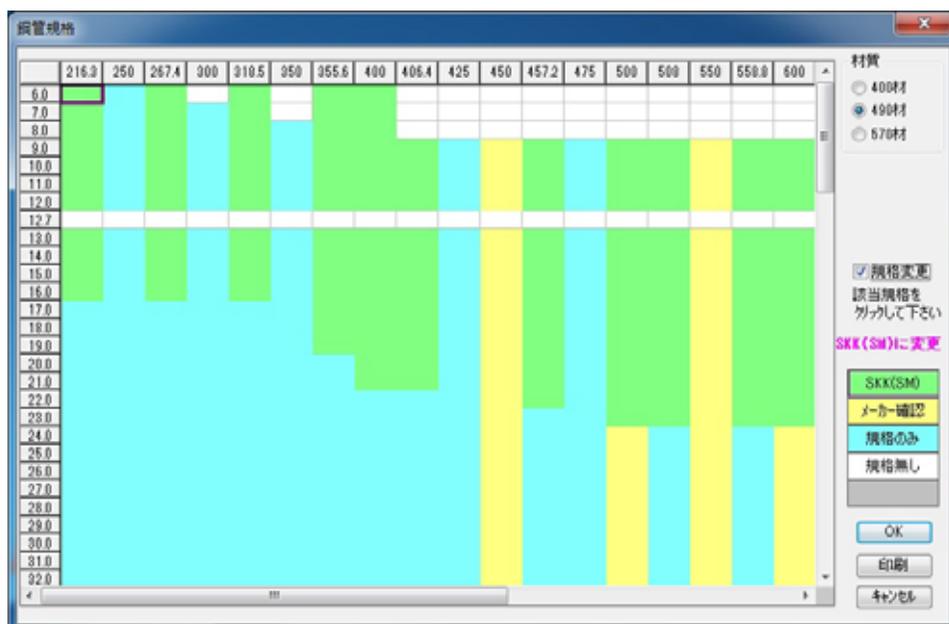
材質 : 0: 400材 1: 490材 2: 520材 3: 570材

サイズ: 0: mmサイズ 1: インチサイズ

その他の規格についても同様に設定できます。

【MAP表示】

このボタンをクリックすると【MAP表示】ダイアログが表示されます。【MAP表示】ダイアログでは、規格の登録状況を確認できます。また、MAP上で規格の登録、変更、削除の操作をマウスのクリックのみで行うことが可能です。



項目

説明

鋼管規格

外径・肉厚ごとに規格の種類を色分けして MAP に表示しています。

- ・緑色は SKK(SM)材となります。
- ・黄色は SKK(SM)材のメーカー確認となります。
(単価はメーカーにお問い合わせください。)
- ・水色は SKK(SM)材の規格のみとなります。
(メーカーからの単価提示はありません。)

材質

400 材
490 材
570 材

MAP に表示する材質を選択します。

項目	説明
規格変更	<p>チェックを付けると、既存の規格の変更ができます。</p> <p>変更方法は、「規格変更」メニュー下部にある規格種類から変更する規格を選択します。選択した規格は紫色で「SKK(SM)に変更」など文字が表示されます。</p> <p>その後、MAP 中の規格をマウスでクリックすれば選択中の規格に変更できます。</p> <p>ただし、パターン名が「SKK(SM)材 全サイズ」については、オリジナルのデータのため「規格変更」は表示されません。「パターン B」以降にデータを取込後、変更してください。</p>
[OK]	変更した内容を現在選択中のパターンに反映して、MAP 表示を終了します。
[印刷]	MAP を印刷します。
[キャンセル]	変更した内容をキャンセルして MAP 表示を終了します。

7. 参考文献

ここでは抑止杭を作成するにあたり使用した参考文献を示します。

地すべり鋼管杭設計要領

2003年6月発行 (社)地すべり対策技術協会

杭基礎設計便覧 平成18年度改訂版

平成19年1月発行 (社)日本道路協会

道路橋示方書・同解説 (共通編・ 下部構造編)

平成14年3月発行 (社)日本道路協会

道路橋示方書・同解説 (共通編・ 下部構造編)

平成24年3月発行 (社)日本道路協会

地すべり斜面崩壊の実態と対策

昭和47年2月発行 (株)山海堂

建設省河川砂防技術基準(案)同解説・設計編[]

平成11年7月発行 (社)日本河川協会

グラウンドアンカー 技術ガイドブック

平成22年度版 (社)日本アンカー協会

SEEE 永久グラウンドアンカー工法 設計・施工マニュアル

平成16年8月版 SEEE グラウンドアンカー研究会

グラウンドアンカー設計・施工基準、同解説

平成13年1月発行 (社)地盤工学会

大学課程 鉄筋コンクリート工学

昭和54年3月発行 (株)オーム社

梁の公式集

昭和43年11月発行 理工図書(株)

くい構造物の計算法と計算例

1977年11月発行 (株)山海堂

サポート情報

製品サポート情報

当社では独自のユーザーサポートシステムを設け、オフィシャルユーザーとしてご登録いただいたユーザーの方々に、きめ細かなサポートサービスを行っております。当社のアプリケーションについてのお問い合わせは、「問い合わせシート」をご利用ください。

オフィシャルユーザー登録につきましては、製品のご購入の時点でオフィシャルユーザーとして登録させていただきます。製品発送時に「ユーザー登録完了のお知らせ」を同封いたします。製品の問い合わせには「ユーザー登録完了のお知らせ」をご用意の上、ご連絡下さい。また、担当者変更の際には FAX または郵送にてお知らせ下さい。バージョンアップの情報提供などをご案内させていただきます。

ユーザーサポート連絡先

〒921-8051 石川県金沢市黒田1丁目35番地

五大開発株式会社

ユーザーサポート係

TEL 050-3385-2996

{ 祝祭日と年末年始を除く月～金曜 9:00～12:00 13:00～17:00 }

FAX 076-240-9585

ホームページアドレス <http://www.godai.co.jp/>

E-Mail アドレス pp-info@godai.co.jp

お問い合わせ
 当社のアプリケーションについてのお問い合わせは、このお問い合わせシートをコピーし、下記の事項をご記入いただいたうえで、ユーザーサポート係までご連絡ください。

		年	月	日	この紙を含めて()枚
五大開発株式会社 ユーザーサポート係 FAX (076) 240-9585 電話(直通) (050)3385-2996	御社名				
	御担当課				
	御担当者				
	御住所				
	電話				
	F A X				
プログラム名	: 抑止杭				
プログラムの Serial No.* ¹	:				
プログラムのバージョン* ²	:				
Windows のバージョン* ³	:				
コンピュータの機種	:メーカー名	機種名	CPU 名		
全メモリ容量	:				
プリンタの機種	:メーカー名	機種名			
その他の周辺機器	:				
[お問い合わせ内容]					
1 プログラムのシリアル No.は、製品 CD のケースに記載されています。 2 プログラムのバージョンは、[ヘルプ] - [バージョン情報]で確認できます。 3 Windows のバージョンは、[マイコンピュータ]の[プロパティ] - [全般]のシステムの項目で確認できます。					

抑止杭 取り扱い説明書

操作編

2017年 5月 1日 12版 2刷

編著者 五大開発株式会社 ©1997-2017

発行者 五大開発株式会社

〒921-8051 石川県金沢市黒田1丁目35番地

TEL 050-3385-3063 FAX 076-240-9585