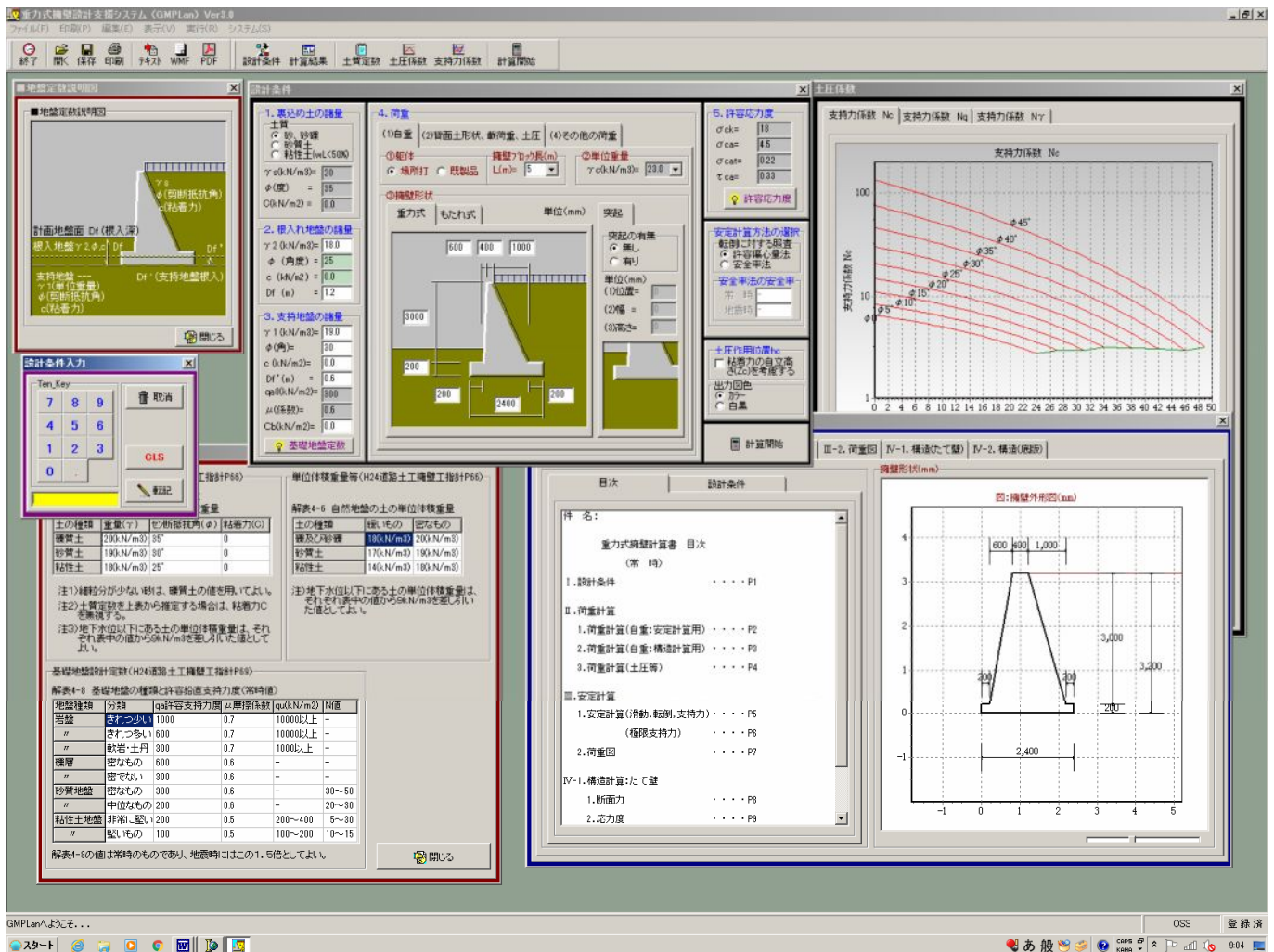


重力式擁壁設計支援システム(GMPlan Ver3.0)説明書



GMPlan の操作は、極めて簡単です。
この説明書を読む前に、操作してみましょう。それが早道です。

目次

- | | |
|-----------------|-----------|
| 1、このソフトの機能概要 | ・・・ P 2 |
| 2、使用方法要旨 | ・・・ P 2 |
| 3、メニューの説明 | ・・・ P 2 |
| 4、設計条件入力画面の説明 | ・・・ P 3 |
| 5、計算結果画面の説明 | ・・・ P 1 1 |
| 6、参考文献 | ・・・ P 1 5 |
| 7、未登録時の機能制限一覧 | ・・・ P 1 5 |
| 8、前バージョンからの変更箇所 | ・・・ P 1 6 |

1、このソフトの機能概要

キーボードでの操作は基本的に行いません。ほとんどの操作は、マウスでの入力です

- 1) SI 単位系に対応しています。
- 2) 重力式、もたれ式擁壁に対応しています。
- 3) 地震時、地下水、浮力等に対応しています。
- 4) 安定計算、構造計算が出来ます。
- 5) 計算結果を図で表示します。
- 6) H24 年版の道路土工一擁壁工指針に準拠しています。

2、使用方法要旨

1. メニュー中の「ファイル(F)」→「1. 設計条件読込」をクリックします。
(データファイルが読み込まれます。)
2. メニュー中の「実行(R)」→「1. 計算開始」をクリックします。
又は、設計条件画面右下の「計算開始ボタン」をクリックします。
3. 計算結果が表示されます。

3、メニューの説明



1) ファイル(F)

- (1) 設計条件読込：設計条件ファイルを読み込みます。(未登録時は不可)
(注) 機能追加により保存項目が増えたため、前バージョンとの互換性はありません。
- (2) 設計条件保存：設計条件ファイルを保存します。(未登録時は不可)
- (3) 終了：システムを終了します。

2) 印刷(P)

- (1) 計算書一括印刷：計算結果を印刷します。
- (2) 計算書プレビュー：計算結果をプレビュー後、印刷します。
- (3) プリンタ設定：使用しているプリンタの設定をします。

3) 編集(E)

計算結果をテキストとしてファイルに出力するメニューです。

計算結果を印刷したい場合には、このファイルを他のワープロソフト利用して印刷して下さい。

- (1) テキスト出力：出力テキストは

1) 設計条件 2) 荷重計算結果 3) 安定計算結果 4) 構造計算結果 です。

- (2) メタファイル出力：MSWord 等に挿入して利用出来ます。

テキストファイルを編集して利用したい場合に図を利用することが可能になります。

- (3) PDF 出力：計算結果をファイルで出力したい場合に利用できます。

4) 表示(V)

各種ウィンドウを表示します。

1. 設計条件：設計条件入力画面です。

2. 計算結果：計算結果画面です。

3. 土質定数表：せん断抵抗角、単位体積重量等を表示します。

該当する土質(地盤種類)をクリックすれば、当該データを設計条件に転記します。

表示項目は、土質の種類、重量、内部摩擦角、粘着力、地盤種類、地盤の分類、許容支持力等です。

4. 土圧係数：各種擁壁タイプの土圧係数を表示します。

表示する種類は、H11 擁壁工指針に示されているグラフです。

5) 実行(R)

1. 計算開始：計算を実行します。

6) システム(S)

(1) ユーザ登録 : ユーザ登録画面が表示されます。

登録方法は「ソフト紹介.txt」をご覧ください。

(2) このシステムは：版權の所在を表示します。

4、設計条件入力画面の説明

設計条件入力画面：設計条件を入力します。

設計条件入力画面のスクリーンショット。画面には、土質定数、擁壁形状、設計条件などの入力欄と、計算結果の表示領域が含まれています。右下には「計算開始」ボタンがあり、そのボタンに「クリック」という注釈が付けられています。

設計条件入力画面には、

■地盤定数説明図

1. 裏込め土の諸量、2. 根入れ地盤の諸量、3. 支持地盤の諸量
4. 荷重、5. 許容応力度、6. 鉄筋かぶりの入力欄があります。

■地盤定数説明図：各種土質定数の説明図です。

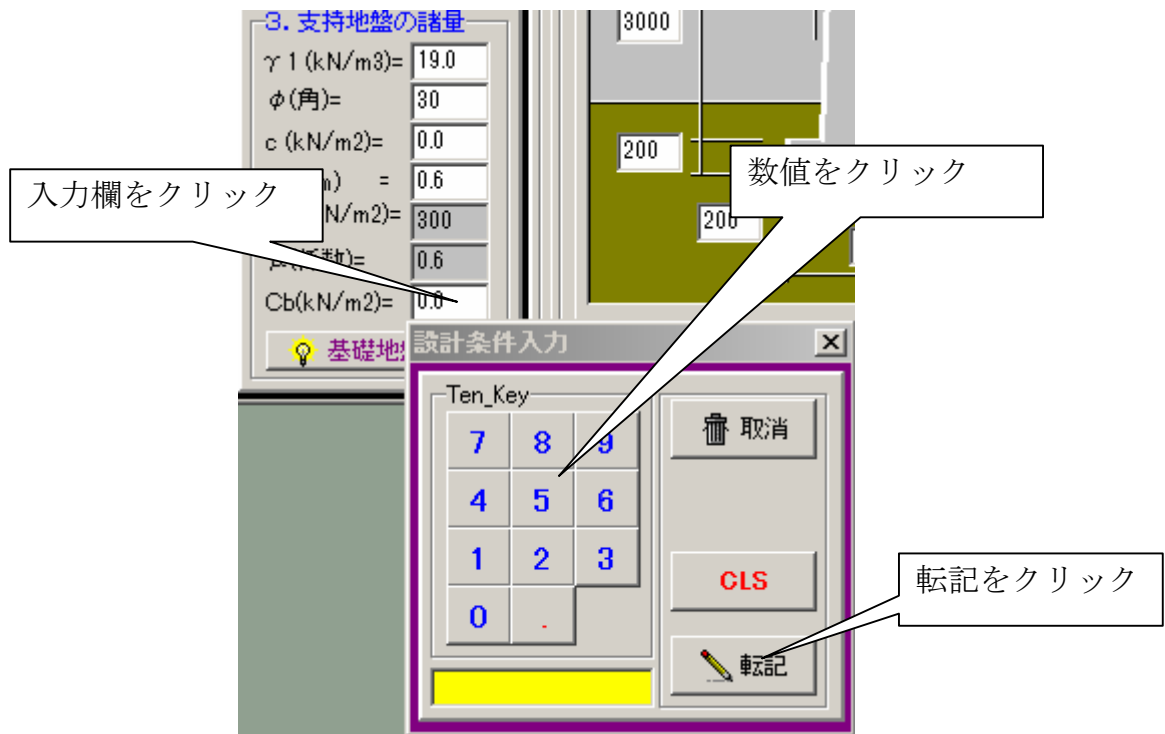
1. 裏込め土の諸量：主働土圧の計算に使用

- ・土質を選定します。

選定すれば、H24 土工指針(P66)に表示されている単位重量、せん断抵抗角粘着力を入力欄に自動設定します。

- ・ γ_s (土の単位重量)：自動設定値以外の数値を設定したい場合に入力します。
- ・ ϕ (剪断抵抗角)：自動設定値以外の数値を設定したい場合に入力します。
- ・ c (粘着力)：自動設定値以外の数値を設定したい場合に入力します。

メモ：入力欄をクリック→テンキーパッドが表示される→数値入力→
転記ボタンをクリック



2. 根入れ地盤の諸量

根入れ地盤とは、設計地盤面から擁壁底版下面までを指します。

下記定数を入力します。

- ・ γ_2 (根入地盤の土の単位重量) : 極限支持力の計算に使用
- ・ ϕ (根入れ地盤の剪断抵抗角) : 受働土圧の計算に使用
- ・ c (粘着力) : 受働土圧の計算に使用
- ・ D_f (根入地盤への根入れ深さ) : 極限支持力の計算に使用

メモ : 「 γ_2 、 D_f 」は、「静力学公式による地盤の極限支持力」の計算に必要。

「 ϕ 、 c 」(薄いグリーンで表示)は、安定計算に受働土圧を考慮する場合に必要。

3. 支持地盤の諸量

支持地盤とは、擁壁底版下面より下部を指します。

下記定数を入力します。

- ・ γ_1 (支持地盤の土の単位重量)
- ・ ϕ (支持地盤の剪断抵抗角)
- ・ c (支持地盤の粘着力)
- ・ D_f' (支持地盤への根入れ深さ)
- ・ q_{a0} (許容鉛直支持力度) : グレーで表示
- ・ μ (擁壁底面と地盤の間の摩擦係数) : グレーで表示
- ・ C_b (擁壁底面と地盤との間の付着力)

メモ : 「 γ_1 、 ϕ 、 c 、 D_f' 」: 静力学公式による地盤の極限支持力の計算に必要。

「 q_{a0} 」 : 支持に対する安定の照査の計算に必要。

「 ϕ 」 : 滑動計算に突起を考慮する場合に必要。

「 μ 、 C_b 」 : 滑動計算に対する安定の照査の計算に必要。

メモ : 入力欄をクリック→テンキーパッドが表示される→数値入力→

転記ボタンをクリック

メモ : 「地盤定数一覧表」 ボタンをクリック→表が表示される→数値をクリック→

「 q_{a0} 、 μ 」が転記される

4. 荷重欄

(1) 自重欄

4. 荷重

(1)自重 (2)背面土形状、載荷重、土圧 (4)その他の荷重

①躯体 擁壁ブロック長(m) ②単位重量

☒ 場所打 ☐ 既製品 L(m)= 5 $\gamma_c(\text{kN/m}^3)= 23.0$

③擁壁形状

重力式 もたれ式 単位(mm) 突起

突起の有無

☒ 無し ☐ 有り

単位(mm)

(1)位置= 0

(2)幅 = 0

(3)高さ= 0

Diagram dimensions: 600, 400, 1000, 3000, 200, 200, 2400, 200.

①躯体：場所打ち、既製品の別を選択します。

ここの設定は、滑動計算に突起を考慮する場合に使用します。

場所打ち： ϕb (擁壁底面の摩擦角) $=\phi$ として計算しています。

既製品： ϕb (擁壁底面の摩擦角) $=\phi \times 2/3$ として計算しています。

擁壁ブロック長(m)：伸縮目地間隔です。

極限支持力の計算及び衝突荷重の計算に必要です。

②単位重量：23.0 kN 又は 23.5 kN を選択します。初期値は、23.0 です。

③擁壁の形状

- ・タイプは重力式擁壁、もたれ式擁壁の2種類です。
- ・全ての入力欄に、数値を入力して下さい。
(未登録時は、擁壁形状の設定は不可)
- ・単位は(mm)です。
- ・突起形状：安定計算の結果、「滑動に対する安定」で安全率が不足し、突起を設置する場合に形状を入力します。

(2) 背面土形状、載荷重、土圧欄

The screenshot shows a software window with four tabs: (1)自重, (2)背面土形状、載荷重、土圧, and (4)その他の荷重. The (2) tab is active. It contains four main sections: ①背面土形状, ②載荷重, ③雪荷重, and ④土圧. Section ① has a dropdown for '法勾配' (1.0) and a text box for '盛土高(mm)' (2000). Below are buttons for '平坦', '法面', and '盛土'. A diagram shows a cross-section of a retaining wall with a sloped backfill. Section ② has a checked box for '載荷重の有無', a text box for 'q (kN/m2)' (10.0), and radio buttons for '平坦部' and '全面'. Section ③ has an unchecked box for '雪荷重の有無' and text boxes for 'SW(kN/m2)' on '平坦部' and '法面部', both set to 0.0. Section ④ has radio buttons for '土塊に含み計算' and '別途計算し加算'. A '地震設定' section at the bottom left has radio buttons for '常時' and '地震時', and a list of options for '地震時荷重(常時は無効)'.

①背面土形状：平坦、法面、盛土を選択します。

法勾配、盛土高を入力します。

②載荷重

載荷重強度は、載荷重の有無にチェックが入っていれば、入力可能です。

載荷位置：法面、盛土の場合に有効です。

③雪荷重

雪荷重の有無にチェックが入っていれば、入力可能です。

④土圧

1) 載荷重、雪荷重の土圧計算時の扱い

地盤面（すべり土塊）が平坦な場合に有効です。

- ・土塊に含み計算：土塊重量に含んで土圧計算します。
- ・別計算し加算：土塊は、試行くさび法で算定し、土圧係数を算出後、その係数にて載荷重の土圧を算定。土圧作用点は、 $H=1/3$ と $H=1/2$ で合力計算し、作用点を算出。

2) 地震設定：地震時土圧を計算する場合の計算法を指定します。

- ・載荷重無しの「常時土圧」+「躯体慣性力」
地震時の計算法として、載荷重が無い状態の常時の土圧を地震時土圧に躯体慣性力を加味して計算します。
- ・地震時土圧+躯体慣性力：慣性力を作用させて計算します。

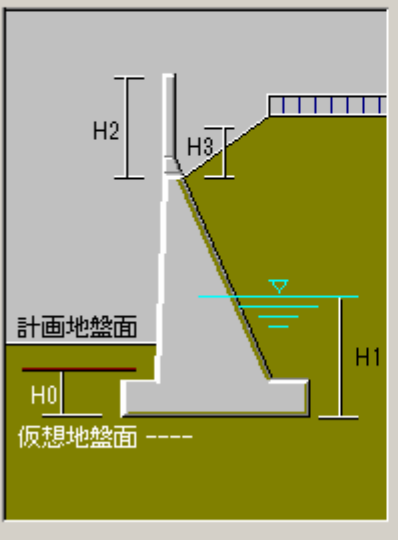
- ・地震時土圧のみ：躯体の「地震時慣性力」を無視します。

(3) その他の荷重

(1)自重
(2)背面土形状、載荷重、土圧
(4)その他の荷重

その他の荷重

☒ ①受働土圧
☒ ②水圧
☒ ③風荷重
☒ ④衝突荷重



①受働土圧

H0(有効根入長m)=

②水圧(浮力)

H1(水深m)=

γ_w (重量kN/m³)=

☒ 底版の計算に浮力を考慮

③風荷重

H2(遮音壁高m)=

P(荷重強度kN/m²)=

④衝突荷重

H3(作用高さm)=

P(衝突荷重kN)=

L(擁壁長m)=

①受働土圧：チェックが入っていれば、入力可能です。

H_o（有効根入れ深さ）とD_f（根入れ地盤への根入れ深さ）の設定が矛盾しないように入力して下さい。

②水圧：チェックが入っていれば、入力可能です。

③風荷重：チェックが入っていれば、入力可能です。

④衝突荷重：チェックが入っていれば、入力可能です。

(4) 設計震度

(1)自重 (2)背面土形状、載荷重、土圧 (3)その他の荷重 (4)設計震度

設計水平震度

標準値 × 補正係数 = 設計震度

標準値(Kho)設定 補正係数(Cz)設定

参考表1-2:標準値(Kho)

地震規模	I種	II種	III種
中規模地震	0.12	0.15	0.18
大規模地震	0.16	0.20	0.24

地盤種別判定

地層区分

層No	層厚(m)	N値	土質
1	0	0	-
2	0	0	-
3	0	0	-
4	0	0	-
5	0	0	-

表1-9:地盤種別

地盤種別	地盤特性値
I種	$T_g < 0.2$
II種	$0.2 \leq T_g < 0.6$
III種	$0.6 \leq T_g$

特性値(T_g)計算

地震時ボタンが選択されていれば、入力可能です。

数値をコンボボックス内から選択すれば、設計震度は自動計算します。

- 標準値 (Kho) 設定ページ

標準値：数値をマウスで選択すれば、設計震度は自動計算します。

地層区分：地盤種別を計算する場合にのみ、入力します。

層厚：マウスを該当個所でクリックし、数字を入力します。

N値：マウスを該当個所でクリックし、数字を入力します。

土質：マウスを該当個所でクリックすれば、土質が表示されます。

(粘性土と砂質土のいずれかの選択)

特性値 (T_g) 計算ボタン

地層区分に入力した値により、 T_g を計算します。

*詳しくは、擁壁工指針をご覧ください。

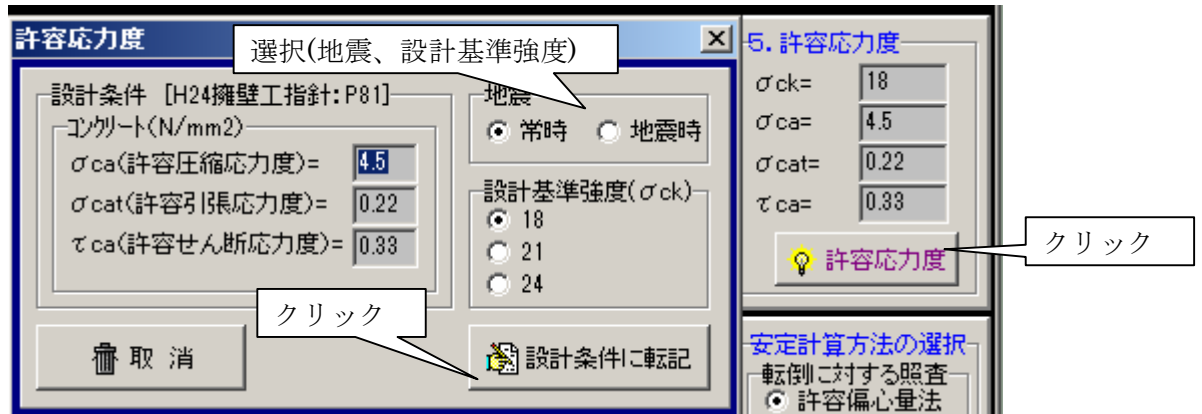
- 補正係数設定 (C_z) ページ

擁壁を設置する県名の頭文字をクリックします。

対象地域欄に、該当地域が表示されますので、マウスでクリックします。

設計震度が自動計算されます。

5. 許容応力度



許容圧縮応力度、許容引張応力度、許容せん断応力度を入力します。

メモ：「許容応力度ボタン」をクリックすれば、一覧表が表示されます。

該当欄をクリックすれば、土工指針に表示されている許容応力度を設計条件に自動設定します。

土圧作用位置(hc)

粘着力がある場合の Z_c (粘着高) を土圧作用位置(hc)の計算に考慮する場合に使用します。 $hc = \cos \alpha \cdot \cos \beta / \cos(\alpha + \beta) \cdot Z_c$

この場合は、 $h = (H - hc) / 3$ として土圧作用位置を計算します。

初期設定は、「考慮しない」になっています。

この場合は、 $h = H / 3$ として土圧作用位置を計算します。

出力図色：カラー又は白黒を選択します。

印刷にカラープリンタを使用する場合は、カラーを選択します。

印刷に白黒のプリンタを使用する場合は、白黒を選択します。

計算開始ボタン：安定計算、構造計算、荷重図の計算をします。



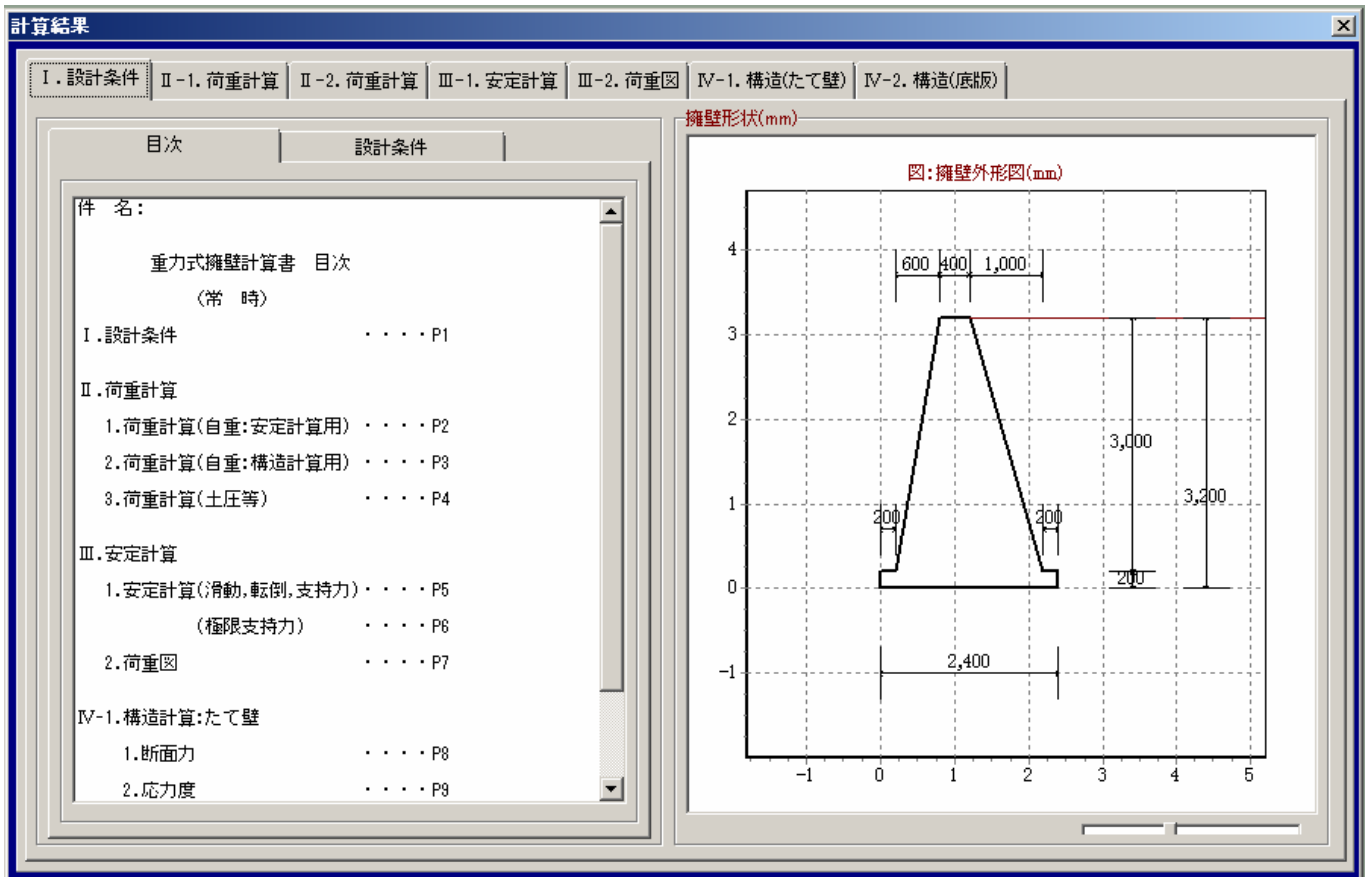
(注意事項)

- ・荷重の組み合わせは設計者の判断に委ねています。
- ・地震時に載荷重、風荷重、衝突荷重を組み合わせる事も自由です。(通常はしませんが...)
- ・擁壁工指針を参照され、荷重組み合わせは、適切に行ってください。

5. 計算結果画面の説明

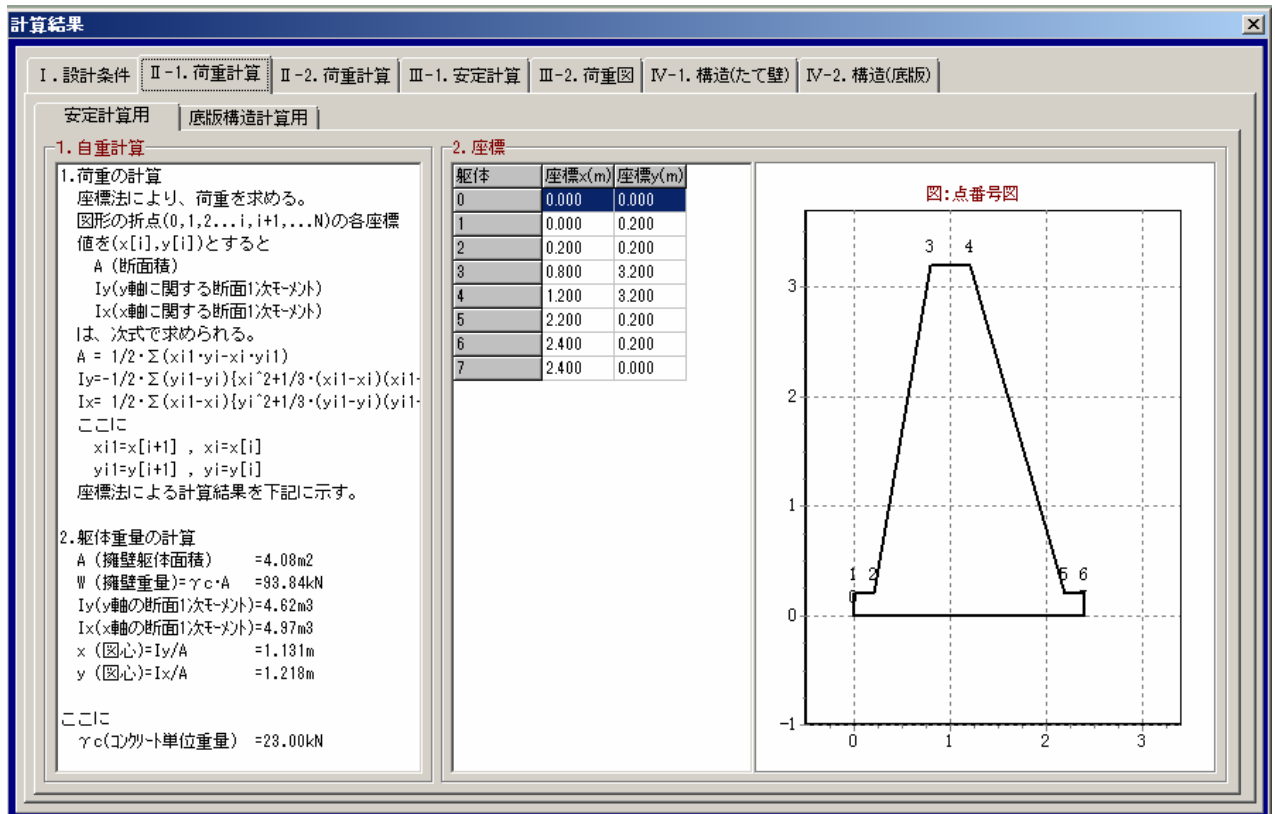
計算結果画面は、Ⅰ 設計条件、Ⅱ 荷重計算、Ⅲ 安定計算、Ⅳ 構造計算結果があります。

Ⅰ. 設計条件：目次及び設計条件を示します。

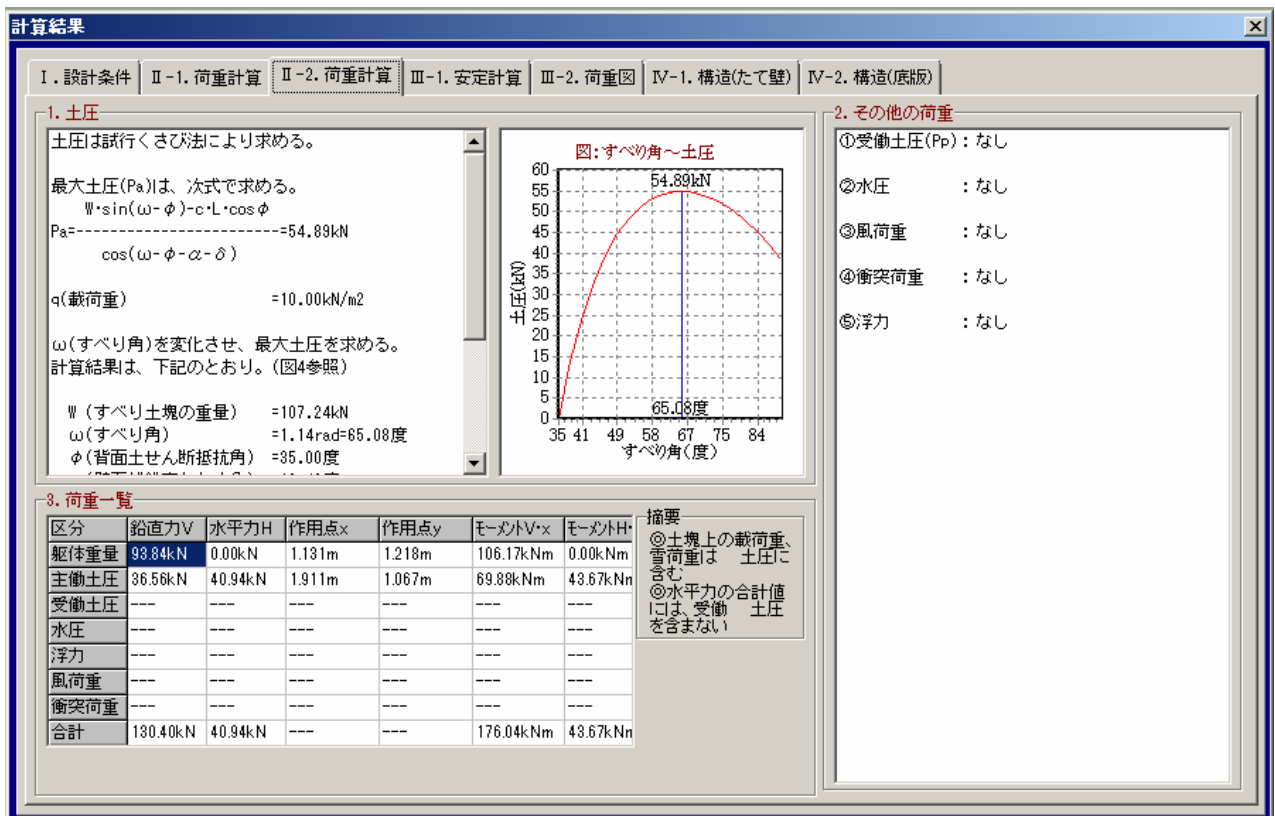


Ⅱ 荷重計算：荷重計算結果を表示します。

自重、擁壁の面積、重心を座標法で計算し表示します。



Ⅲ 安定計算



1. 土圧

試行くさび法にて、土圧を計算します。

表示項目は、主動土圧、水平土圧、鉛直土圧、作用点すべり角等です。

「すべり角」と「土圧」の関係を図示します。

2. その他の荷重

受動土圧、水圧、風荷重、衝突荷重を表示します。

(注意)

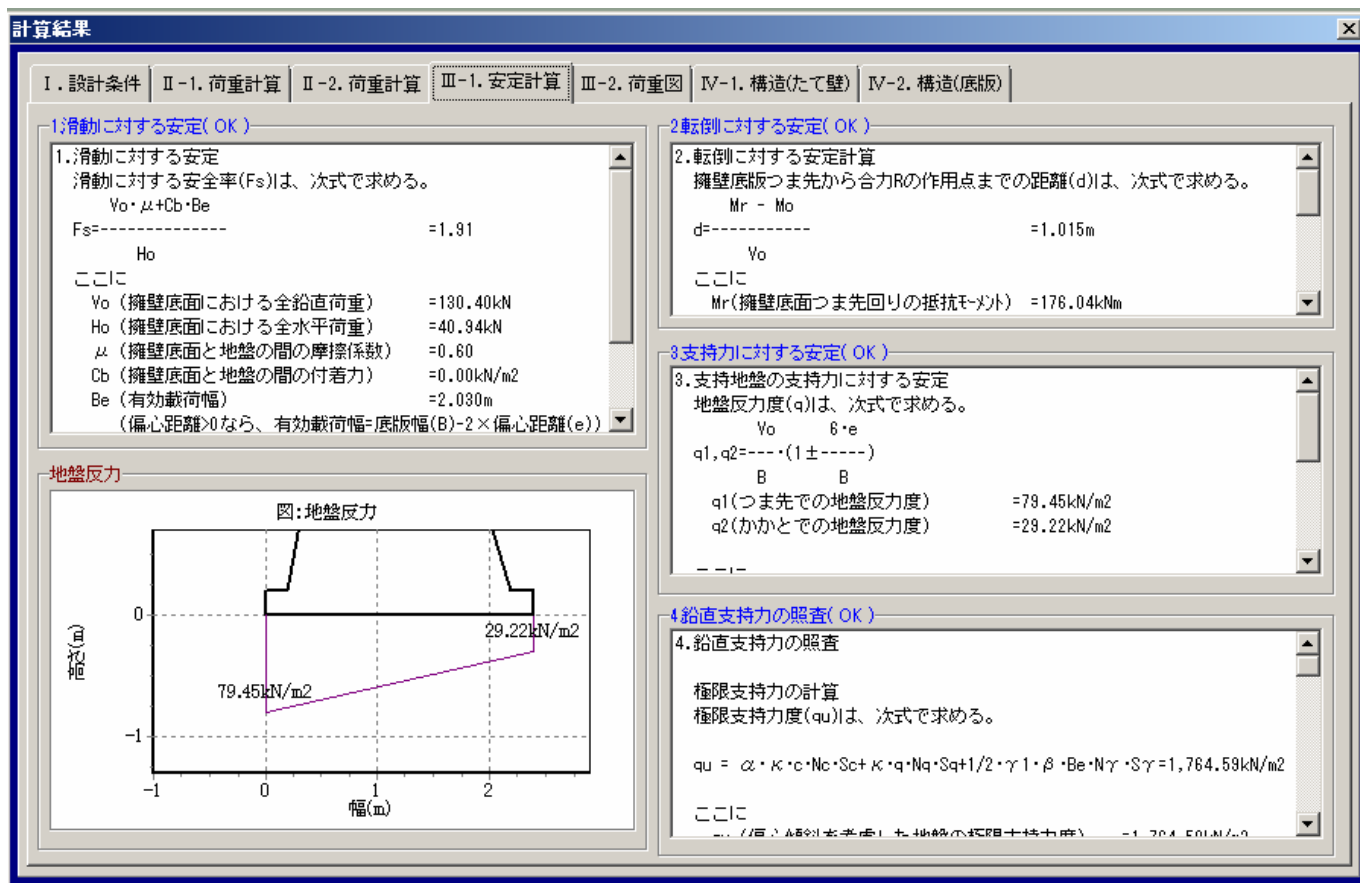
風荷重、衝突荷重は安定計算時に使用します。

構造計算には考慮していませんので、設計者で別途検討が必要です。

3. 荷重一覧：荷重計算結果の一覧表を表示します。

表示項目は、擁壁本体の自重、背面土重量、載荷重、鉛直土圧、水平土圧、受動土圧、水圧、風荷重、衝突荷重とそれぞれの図心距離及びモーメントです。

Ⅲ安定計算：安定計算結果を表示します。



1. 滑動に対する安定欄：安全率と判定結果が表示されます。

2. 転倒に対する安定欄：合力の作用点と偏心距離、判定結果を表示します。

3. 支持力に対する検討欄：地盤反力と判定結果を表示します。

4. 静力学公式による地盤の極限支持力、判定結果を表示します。

支持力係数(N_c , N_q , N_γ)は、擁壁の設計法と計算例(理工図書)

2014年1月6日発行の式及び既資料の計算結果を回帰分析した回帰式を元に特異点(0除算とか定義域の境界値)を考慮して計算してあります。

荷重図を表示します。

表示項目は

図：擁壁本体の形状、地盤線、載荷重、すべり線位置、土圧（概念図）、地盤反力
荷重概要：①角度 ②土圧 ③地盤反力 ④水圧など

IV. 構造計算：構造計算結果を表示します。

当該ページには、下記の2ページがあります。

たて壁：曲げモーメント、せん断力、鉄筋量、応力度等を表示します。

底版：曲げモーメント、せん断力、鉄筋量、応力度等を表示します。

計算結果

I. 設計条件 II-1. 荷重計算 II-2. 荷重計算 III-1. 安定計算 III-2. 荷重図 IV-1. 構造(たて壁) IV-2. 構造(底版)

断面力 応力度

断面力の計算

1. たて壁の計算

躯体の各水平断面においてその断面より上部に作用する土圧と自重によって生じる応力度が許容応力度以下になるように設計する。

部材設計において考慮する荷重は、常時土圧、自重とする。

(a) 土圧の計算

たて壁の固定端(H=3.000m)における土圧を求める
主動土圧は、試行くさび法により求める。
尚、土圧合力(Pa)は、壁面に直接作用させる。

$$P_a = \frac{W \cdot \sin(\omega - \phi) - c \cdot L \cdot \cos \phi}{\dots} = 49.01 \text{ kN}$$

(c) 断面力(地震慣性力)の計算

常時であり、地震慣性力はない。

(d) 断面力(水圧)の計算

水圧はない。

以下、同様に各高さの土圧、断面力を求める。

計算結果を[表]に示す。

断面力

H=1.50m	鉛直力V	水平力H	作用点x	作用点y	モーメントV・x	モーメントH・y
自重	27.60kN	0.00kN	0.558m	0.625m	15.41kNm	0.00kNm
土圧	10.20kN	11.42kN	1.093m	0.500m	10.54kNm	5.71kNm
水圧	---	---	---	---	---	---
浮力	---	---	---	---	---	---
合計	37.80kN	11.42kN	---	---	25.95kNm	5.71kNm

H=3.00m	鉛直力V	水平力H	作用点x	作用点y	モーメントV・x	モーメントH・y
自重	82.80kN	0.00kN	0.922m	1.167m	76.36kNm	0.00kNm
土圧	32.65kN	36.55kN	1.667m	1.000m	54.41kNm	36.55kNm
水圧	---	---	---	---	---	---
浮力	---	---	---	---	---	---
合計	115.45kN	36.55kN	---	---	130.77kNm	36.55kNm

計算結果

I. 設計条件 II-1. 荷重計算 II-2. 荷重計算 III-1. 安定計算 III-2. 荷重図 IV-1. 構造(たて壁) IV-2. 構造(底版)

つま先版 かかと版

断面力、応力度

つま先版の設計

つま先版は、たて壁との結合部を固定端とする片持梁として設計する。
部材設計の照査位置は、固定部とする。

(a) 断面力

①せん断力(S)は、次式で求める。

$$S = -W_c + Q_s = 14.55 \text{ kN}$$

②曲げモーメント(M)は、次式で求める。

$$M = -W_c \cdot x_1 + Q_s \cdot x_2 = 1.47 \text{ kNm}$$

ここに

Wc(つま先版自重) = 0.92kN
Qs(地盤反力) = Lo・(q1+q4)/2 = 15.47kN
Lo(q1~q4間距離) = 0.200m
q1(先端部地盤反力度) = 79.45kN/m2
q4(付根部地盤反力度) = 75.26kN/m2
x1(Wcのアーム長) = 0.100m
x2(Qsのアーム長) = 0.101m

(b) 応力度計算

応力度は、次式で求める

M

一覧表

断面力	先端部	付根部	鉛直力V	作用点x	モーメントV・x
自重	-4.60kN/m2	-4.60kN/m2	-0.92kN	0.100m	-0.09kNm
地盤反力	79.45kN/m2	75.26kN/m2	15.47kN	0.101m	1.56kNm
合計	74.85kN/m2	70.66kN/m2	14.55kN	---	1.47kNm

区分	応力度
曲げモーメント	1.47kNm
せん断力	14.55kN
断面係数	6.667cm3
断面積	2.000cm2
引張り応力	0.22N/mm2
せん断応力	0.07N/mm2
判定	不可

図：つま先版地盤反力

その他

図面の操作方法

- ・図面の縦横の縮尺は、擁壁のサイズが収まる大きさに縮尺を適宜変更していますので、同一縮尺ではありません。縦横の目盛りの単位は（m）です。
- ・荷重強度の描画サイズは、適宜縮小して表示しています。
- ・図面はマウス操作により、拡大・縮小・移動ができます。
拡大：マウス左ボタンで拡大区域を右下へドラッグします。
縮小：マウス左ボタンで左上へドラッグします。
移動：マウス右ボタンを押したまま移動します。

6. 参考文献

このシステムを作成するにあたり、下記の解説書を参考にしました。

- 1) 道路土工―擁壁工指針（H24 年 3 月）社団法人 日本道路協会
- 2) 道路土工―擁壁工指針（H11 年 3 月）社団法人 日本道路協会
- 3) 土木構造物設計マニュアル（案）に係わる設計・施工の手引き（案）
[ボックスカルバート・擁壁編] 平成 11 年 11 月 建設省
計算結果のチェックに、上記資料の他以下の資料を参考にしました
- 4) 新・擁壁の設計法と計算例（理工図書）1998 年 12 月 20 日発行
- 5) 続・擁壁の設計法と計算例（理工図書）2001 年 4 月 30 日発行
- 6) 擁壁の設計法と計算例（理工図書）2014 年 1 月 6 日発行
- 7) 建設省制定土木構造物標準設計手引き（S 6 2 全日本建設技術協会）
- 8) プログラミングは、Delphi6 マニュアル一式を参考にしました。

7. 未登録時の機能制限一覧

- (1) 「設計条件読込」が出来ません。
- (2) 「設計条件保存」が出来ません。
- (3) 擁壁の形状を初期設定値から変更出来ません。（書き込み不可になっています）
（盛土勾配及び盛土高等その他の項目は、変更出来ます。）
- (4) 土質定数の入力が出来ません。（書き込み不可になっています）
- (5) 地震時の設計震度が編集出来ません。
（ユーザ入力値は無視され、 $K_h=0.08$ に設定されます。）

登録後は、パスワードの入力により、これらの機能制限は解除されます。

8. 前バージョンからの変更箇所

「平成 24 指針」用にシステムを変更した。主な変更内容は下記のとおり。

- ・もたれ式擁壁の転倒に対する安定条件を変更した。
- ・もたれ式擁壁の地盤反力の計算式を簡便法に変更した。
- ・滑動に対する照査の式で、擁壁底版幅(B)を有効載荷幅(B')へ変更した。

- ・突起を設けた場合の計算式を変更した。
- ・静力学公式による地盤の極限支持力(道路橋示方書：下部構造編)の計算項目を追加した。
- ・支持力係数 (N_c , N_q , N_γ) のグラフを追加した。

支持力係数(N_c , N_q , N_γ)は、擁壁の設計法と計算例(理工図書)2014年1月6日発行の式及び既資料の計算結果を回帰分析した回帰式を元に特異点(0除算とか定義域の境界値)を考慮して計算してあります。

支持力係数は、 $N_c, N_q, N_\gamma = F(\phi, \theta)$ の3次元空間の曲面で表示されますので、各全微分式 $dN_c = F(\phi)' d\phi + F(\theta)' d\theta \dots$ で計算できそうですが、実際にはうまく計算出来ません。

(微分式の計算では、計算誤差が大きくなる)

当システムでは、各 N_c, N_q, N_γ の計算に、単純に6次の回帰式を併用しました。

N_c, N_q, N_γ の表示は、小数点以下1桁で表示(実際の計算時桁数は16桁)ですが、小数点以下は、意味がないと思われます。(本来は、図から目視読み取りですので・・・) 公開されている資料もこの N_c, N_q, N_γ の計算には、かなりバラつきがあります。

- ・入力項目の説明図の追加、及び画面レイアウトを変更した。

以上