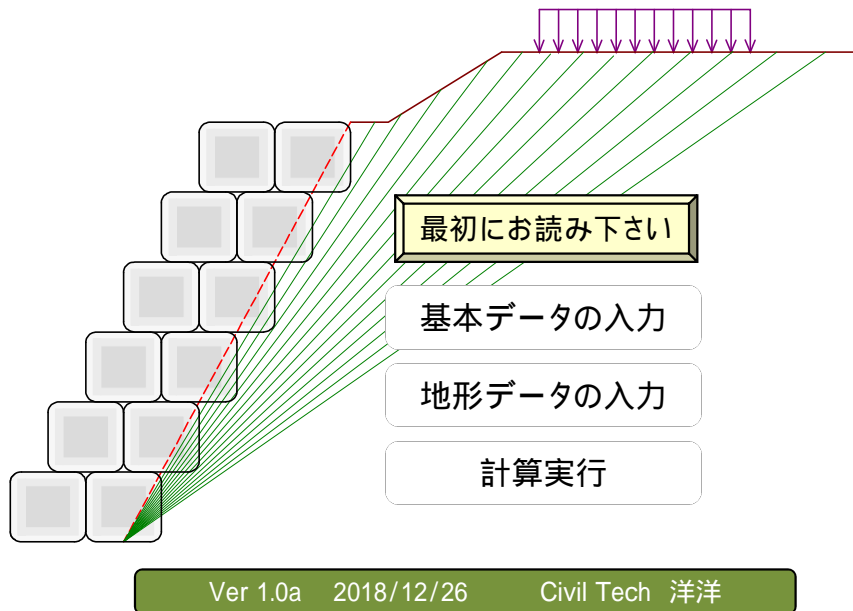


正規版

## 大型土のう積層工法の安定計算



### 本ソフトの概要・機能

- ・本ソフトは、大型土のう積層工法の安定計算を行います。
- ・土圧算定法に試行くさび法を採用しているので任意の地形に対応しています。
- ・滑動、転倒、地盤支持力の安定検討を行うことができます。
- ・背面土に粘着力を考慮することができます。

### 注意事項

入力データを修正した場合、必ずメニュー画面(本画面)に戻って、[計算実行]ボタンを押して、再計算を行って下さい。数値を修正しただけでは計算は行われません。

### 動作環境

- ・当ソフトは、マクロ付きExcelブック形式で配布しています。(拡張子: xlsm)
- ・利用できるエクセルのバージョンは、Excel 2007以降となります。(Excel 2007/2010/2013)

### 参考文献

- ・「耐候性大型土のう積層工法」設計・施工マニュアル[改訂版] 平成29年(財)土木研究センター
- ・「道路土工・擁壁工指針 平成24年度版」(社)日本道路協会
- ・「道路橋示方書・同解説 下部構造編」(社)日本道路協会

### 改訂履歴

- ・2015/07/12 (Ver.1.0) : 弊社の「階段式擁壁安定計算」を大型土のう積層工法用に特化
- ・2018/12/26 (Ver.1.0a) : 鉛直地表面のゼロ除算エラーに対応

## 基本データ

### 計算タイトル

タイトル	大型土のうの安定計算
サブタイトル	SAMPLE DATA

### 背面土等の計算条件

入力項目	記号	単位	数値	備考
背面土の単位体積重量		kN/m <sup>3</sup>	19.00	
背面土の内部摩擦角		度	30.00	
背面土の粘着力	C	kN/m <sup>2</sup>	5.00	
壁面摩擦角		度	30.00	

### 大型土のう計算条件

入力項目	記号	単位	数値	備考
大型土のうの高さ	Hw	m	1.000	
大型土のうの幅	Bw	m	1.000	
積みステップ幅	Sw	m	0.500	
積み段数	Nh	段	7	
積み列数	Nb	列	2	
中詰土の単位体積重量		kN/m <sup>3</sup>	15.000	
擁壁全高	H	m	7.000	
擁壁全幅	B	m	2.000	
擁壁勾配	1:N	-	0.500	

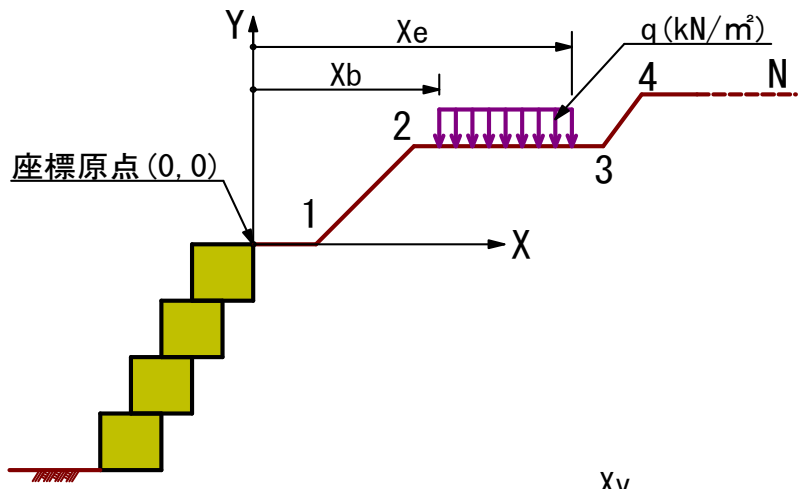
### 安定計算データ

滑動に対する安定条件					
入力項目	記号	単位	数値	備考	
滑動安全率	Fs	-	1.20		
袋体底面と地盤の粘着力	Cs	-	0.00		
袋体底面と地盤の摩擦係数	$\mu$ s	-	0.600		
袋体と袋体の摩擦係数	$\mu$ 1	-	0.500		
袋体と背面土の摩擦係数	$\mu$ 2	-	0.500		
地盤の支持力に対する安定条件					
許容地盤支持力度の求め方	Case1. 許容地盤支持力度を直接入力する(右表参考)				
入力項目	記号	単位	数値	備考	
許容地盤支持力度	qa	kN/m <sup>2</sup>	300	Case1の場合に入力	
支持力安全率	Fsp	kN/m <sup>2</sup>	2.00	Case2の場合に入力する	
支持地盤	単位重量	s	kN/m <sup>3</sup>		19.00
	内部摩擦角	s	度		30.00
	粘着力	Cs	kN/m <sup>2</sup>	5.00	

### 地形・載荷重データ

地形座標入力表(10点まで)

NO.	X座標	Y座標
0	0.000	0.000
1	0.500	0.000
2	2.000	1.000
3	15.000	1.000
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
入力した座標数 =		3

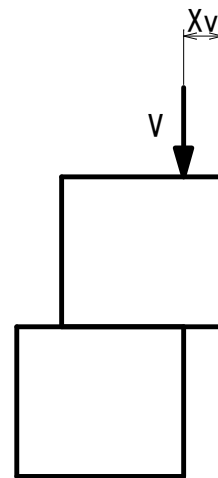


擁壁背面に作用する上載荷重入力表(2種類まで)

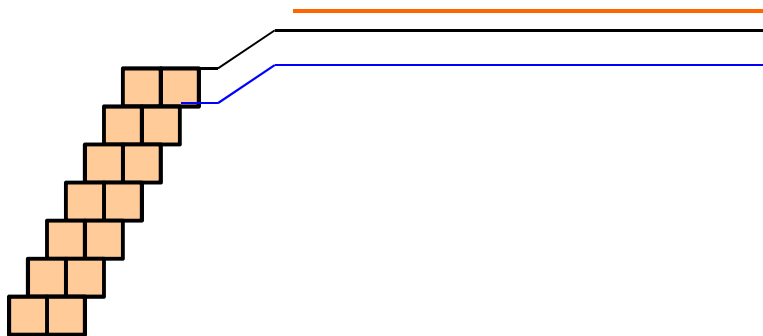
NO.	荷重	作用範囲	
	q(kN/m²)	Xb(m)	Xe(m)
1	10.000	2.500	15.000
2			

擁壁天端に乗る鉛直荷重入力表

荷重名称	荷重	作用位置	備考
	V (kN/m)	Xv (m)	



作図縮尺 S = 1: 200



# 土圧計算書

試行くさび法による最大土圧の計算

大型土のうの安定計算

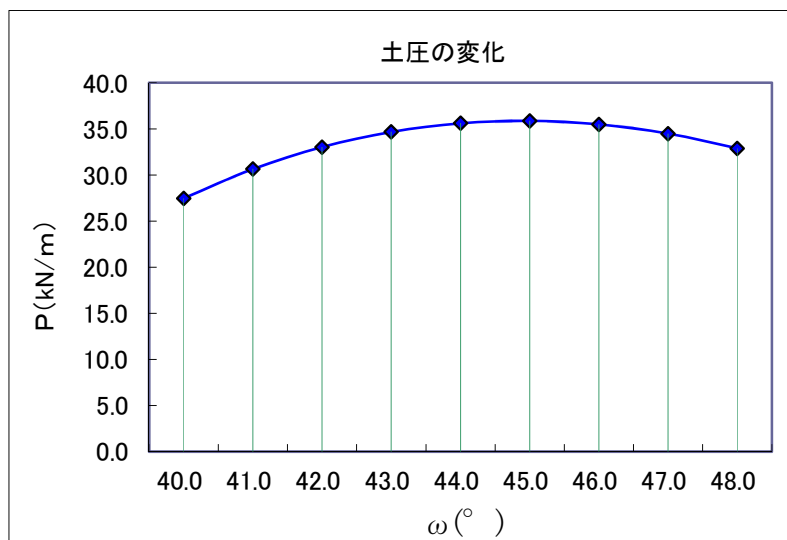
SAMPLE DATA

## 1. 計算条件

- ・ 大型土のう積み高  $H = 7.000$  (m)
- ・ 大型土のう積み幅  $B = 2.000$  (m)
- ・ 大型土のう積み勾配  $1:n = 0.500$
- ・ 背面傾斜角  $\alpha = -26.565$  (°)
- ・ 背面土の単位体積重量  $\gamma = 19.000$  (kN/m<sup>3</sup>)
- ・ 背面土の内部摩擦角  $\phi = 30.000$  (°)
- ・ 背面土の粘着力  $C = 5.000$  (kN/m<sup>2</sup>)
- ・ 粘着力による自立高さ  $Z_c = 0.912$  (m)
- ・ 壁面摩擦角  $\delta = 30.000$  (°)

## 2. 計算結果

- ・ 最大土圧を生じるすべり角  $\omega = 44.9$  (°)
- ・ 土塊面積  $A = 15.445$  (m<sup>2</sup>/m)
- ・ 土塊重量  $W = 293.454$  (kN/m)
- ・ すべり面長  $L = 10.042$  (m)
- ・ 載荷重  $Q = 12.382$  (kN/m)
- ・ 最大土圧  $PA = 35.873$  (kN/m)
- ・ 水平土圧  $Ph = PA \times \cos(\alpha + \delta) = 35.808$  (kN/m)
- ・ 鉛直土圧  $Pv = PA \times \sin(\alpha + \delta) = 2.149$  (kN/m)

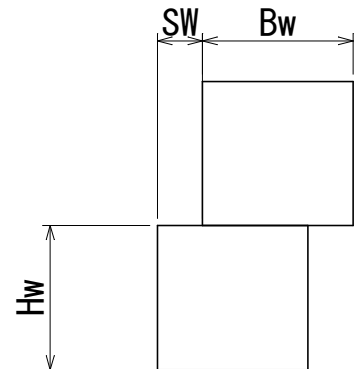


$\omega$ (度)	$P$ (kN/m)
40.0	27.472
41.0	30.642
42.0	33.028
43.0	34.670
44.0	35.607
45.0	35.870
46.0	35.488
47.0	34.486
48.0	32.887
$\omega_{max}$ (度)	$P_{max}$ (kN/m)
<b>44.9</b>	<b>35.873</b>

タイトル	大型土のうの安定計算
サブタイトル	SAMPLE DATA

擁壁寸法表

項目	記号	単位	数値
大型土のう1個の高さ	Hw	m	1.000
大型土のう1個の幅	Bw	m	1.000
積みステップ幅	Sw	m	0.500
積み段数	Nh	段	7
積み列数	Nb	列	2
擁壁高	H	m	7.000
擁壁幅	B	m	2.000
擁壁勾配	1:N	-	0.500
土のう単位体積重量	$\gamma$	kN/m <sup>3</sup>	15.000
土のう1個の重量	Wu	kN/個	15.000
土のう1段の重量	Wd	kN/段	30.000
土のうの全段重量	Wd	kN/m	210.000



躯体の荷重計算 (距離およびモーメントは最下段のつま先を中心とする)

荷重種別	土のうの全段重量	重心位置およびモーメント				備考
		水平距離	モーメント	鉛直距離	モーメント	
	Wd(kN)	X(m)	M(kN・m)	Y(m)	M(kN・m)	
躯体自重	210.000	2.750	577.500	3.500	735.000	

天端上の作用死荷重

荷重名称	重量	重心位置およびモーメント		備考
		水平距離	モーメント	
	W(kN)	X(m)	M(kN・m)	
	0.000	0.000	0.000	

擁壁の外的安定計算(最下段つま先における安定計算)

種別	荷重 (kN)		距離 (m)		モーメント(kN・m)	
	鉛直	水平	水平	鉛直	抵抗	転倒
	W	H	X	Y	Mr	Mo
躯体自重	210.000	0.000	2.750	3.500	577.500	0.000
天端上荷重	0.000	-	0.000	-	0.000	-
土圧	2.149	35.808	3.015	2.029	6.479	72.654
合計	212.149	35.808	2.753	2.029	583.979	72.654

a) 転倒に対する検討

合力位置が底面幅2/3の範囲内あるいは後方に位置することを確認する。

・合力作用位置のつま先からの距離 d

$$\begin{aligned} d &= \frac{\sum Mr - \sum Mo}{\sum W} \\ &= \frac{583.979 - 72.654}{212.149} \\ &= 2.410 \text{ (m)} \end{aligned}$$

・合力作用位置の基礎中心からの偏心距離 e

$$\begin{aligned} e &= \frac{B}{2} - d \\ &= \frac{2.000}{2} - 2.410 \\ &= -1.410 \leq B/3 = 0.667 \quad \text{-- OK --} \end{aligned}$$

※ 合力位置が底面幅2/3の範囲内あるいは後方に位置する。

・転倒に対する安全率計算(参考計算)

$$\begin{aligned} F_s &= \frac{\sum Mr}{\sum Mo} \\ &= \frac{583.979}{72.654} \\ &= 8.038 \end{aligned}$$

b) 滑動に対する検討(底面と地盤の滑動)

滑動に対して所定の安全率を満足することを確認する。

$$\begin{aligned} \sum H &= 35.808 \text{ (kN)} \\ \sum W &= 212.149 \text{ (kN)} \\ F_s &= \frac{\mu \cdot \sum W + Cr \cdot B}{\sum H} \\ &= \frac{0.600 \times 212.149 + 0.000 \times 2.000}{35.808} \\ &= \frac{127.289}{35.808} \\ &= 3.555 \geq F_{sp} = 1.200 \quad \text{-- OK --} \end{aligned}$$

c) 地盤の支持力に対する検討

・地盤反力度は底面全幅に作用する等分布とする。

$$q = \frac{\Sigma W}{B} = \frac{212.149}{2.000} = 106.075 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

ここに、  
 $q$ : 底面に発生する鉛直地盤反力度(kN/m<sup>2</sup>)  
 $\Sigma W$ : 底面における全鉛直荷重 (kN/m)  
 $\Sigma W = 212.149$  (kN/m)  
 $B$ : 底面幅 = 2.000 (m)

・地盤支持力に対する安定照査

最大地盤反力度  $q_{\max} = q = 106.075$  (kN/m<sup>2</sup>)  
 許容地盤支持力度  $q_a = 300.0$  (kN/m<sup>2</sup>)  
 判定  $q_{\max} \leq q_a$  OK -- OK --

外的安定計算結果

検討項目	安定条件	判定
転倒	合力位置が底面幅2/3の範囲内あるいは後方に位置すること	-- OK --
滑動	滑動に対する安全率を満たすこと	-- OK --
地盤支持力	地盤反力度が許容支持力度以下となること	-- OK --









各検討段における滑動安定照査表

検討段 (上から)	鉛直荷重 合計	水平荷重 合計	摩擦係数 (※)	滑動 安全率	判定 F <sub>sp</sub> = 1.20	備考
	ΣV(kN)	ΣH(kN)	μ	F <sub>s</sub>	F <sub>s</sub> ≥ F <sub>sp</sub>	
1段目	30.000	0.000	0.500	∞	O.K	
2段目	60.000	0.000	0.500	∞	O.K	
3段目	90.000	0.000	0.500	∞	O.K	
4段目	120.152	2.530	0.500	23.749	O.K	
5段目	150.638	10.624	0.500	7.090	O.K	
6段目	181.318	21.953	0.500	4.130	O.K	
7段目	212.149	35.808	0.600	3.555	O.K	

- ※ 摩擦係数は以下のように設定する。
- ・最下段：袋体底面と地盤の摩擦係数(μ<sub>s</sub>)を用いる。
  - ・構造体積層間：次式で算出する等価摩擦係数(μ<sub>eq</sub>)を用いる。

$$\begin{aligned} \mu_{eq} &= \frac{\mu_1 \cdot L_1 + \mu_2 \cdot L_2}{L_1 + L_2} \\ &= \frac{0.500 \times 1.500 + 0.500 \times 0.500}{1.500 + 0.500} \\ &= 0.500 \end{aligned}$$

ここに、μ<sub>eq</sub>：構造体積層間の等価摩擦係数  
 μ<sub>1</sub>：袋体と袋体の摩擦係数 = 0.500  
 μ<sub>2</sub>：袋体と背面土の摩擦係数 = 0.500  
 L<sub>1</sub>：袋体と袋体が接する長さ = 1.500 (m)  
 L<sub>2</sub>：袋体と背面土が接する長さ = 0.500 (m)

## 内的安定計算書

タイトル	大型土のうの安定計算
サブタイトル	SAMPLE DATA

### (1) 内的安定の算定式

大型土のう積工に対する内的安定検討は、袋体の極限圧縮強さに対して所定の安全率を満足することを確認する。

$$F_s = \frac{P_o}{P_m} \geq F_{sp} = 1.500$$

ここに、 $F_s$ ：袋体の圧縮強さに対する安全率

$F_{sp}$ ：袋体の圧縮強さに対する計画安全率 =

1.500

$P_o$ ：袋体の極限圧縮強さ =

200.000 (kN/m<sup>2</sup>)

$P_m$ ：袋体に作用する最大鉛直応力

### (2) 袋体に作用する最大鉛直応力の計算

袋体に作用する最大鉛直応力 $P_m$ は、最下段上面に作用する鉛直荷重合計を底面幅で除して求める。

$$\begin{aligned} P_m &= \frac{\sum V_{i=2}}{B} \\ &= \frac{181.318}{2.000} \\ &= 90.659 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

ここに、 $\sum V_{i=2}$ ：最下段上面に作用する鉛直荷重合計  
(各段ごとの安定計算で算定)

$B$ ：擁壁底面幅

### (3) 内的安定の判定計算

$$\begin{aligned} F_s &= \frac{P_o}{P_m} \\ &= \frac{200.000}{90.659} \\ &= 2.206 \geq F_{sp} = 1.500 \quad \text{O.K} \end{aligned}$$

## 「大型土のう積層工法の安定計算」について

### 1.本計算ソフトの計算手法

本計算ソフトは、「大型土のう積層工法 設計・施工マニュアル」に準拠して、大型土のう積み擁壁の安定計算を行うものです。  
計算方法の詳細については、上記のマニュアルを参照ください。

・積み上げられた壁体全体が一体となって挙動するものとみなし、通常の擁壁と同様に、転倒・滑動・地盤支持力の安定照査を行います。(外的安定検討)

・積み上げられた壁体は結合されていないので、各段毎に転倒と滑動の安定照査を行います。(各段ごとの安定検討)

・土圧算定法には、「道路土工・擁壁工指針」の試行くさび法を用います。

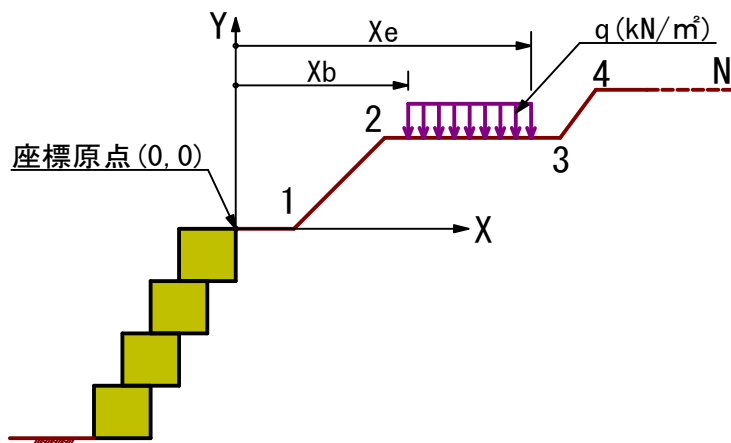
### 2.本計算ソフトの制限事項

- ・大型土のう積層工法以外には対応していません。
- ・使用する袋体は全て同一形状・寸法とします。
- ・積み上げる幅(ステップ幅)は一定とします。
- ・積み上げる壁体の最大段数は20段までとします。
- ・壁体全体を円弧すべりに対する安定検討には対応していません。
- ・水位がある場合には対応していません。

### 3.入力に当たっての注意事項

(1)地形変化点座標および載荷重範囲の入力について

地形変化点の座標(X,Y) および、載荷重範囲( $X_b$ ,  $X_e$ )は擁壁天端背面を座標原点(0,0)として入力して下さい。



## (2)擁壁天端上に鉛直荷重が乗る場合

擁壁天端上に盛土等の荷重が乗る場合は、集中荷重に置き換えて入力して下さい。  
荷重の載荷位置( $X_v$ )は天端背面位置(座標原点)からの離れで入力して下さい。  
( $X$ の符号は+とする。)

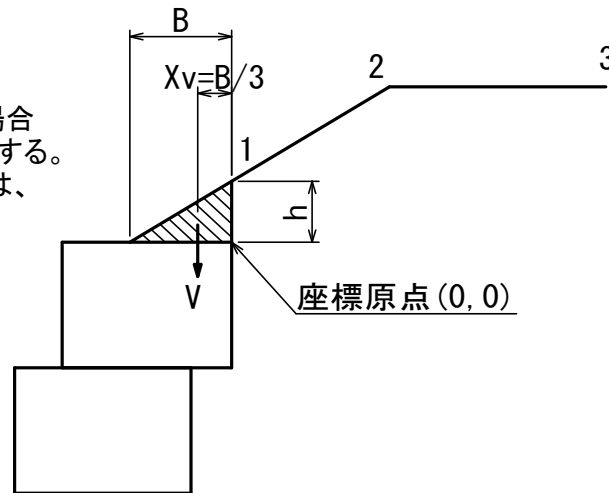
(入力例)

右図のように天端に盛土が乗る場合  
 $V$ と $X_v$ は次の式で計算して入力する。  
このとき、背面地形の最初の点1は、  
右図のように $X=0$ とする。

- ・  $V=1/2 \times B \times h \times \gamma$
- ・  $X_v=B/3$

ここに、

- $B$ : 天端上の盛土幅
- $h$ : 天端背面での盛土高
- $\gamma$ : 盛土の単位体積重量



## 4.計算に当たっての注意事項

入力データを修正した場合、必ずメニュー画面に戻って、[計算実行]ボタンを押して、再計算を行って下さい。数値を修正しただけでは計算は行われません。

## 5.本ソフトのサポートについて

当ソフトはユーザー様からのバグ報告や要望および基準書の改定などに伴い、不定期に修正を行うことがあります。改定履歴はホームページに表示しますので、ときどきご確認ください。

最新版をご希望の方は、メールにてお申し込みください。下記の有効期間内の場合は無償にて最新版をお送りいたします。

なお、基準の改訂などに伴う大幅な修正を行なった場合等にはサポート期間に関わらず有償となる事もあります。

- ・サポート期間 : 購入日から3年以内

## 6.本ソフト作成に当たって参考とした文献

- ・「耐候性大型土のう積層工法 設計・施工マニュアル」(財)土木研究センター
- ・「道路土工・擁壁工指針 平成24年度版」(社)日本道路協会
- ・「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編」(社)日本道路協会
- ・災害復旧事業等における「耐候性大型土のう」設置ガイドライン (社)全国防災協会
- ・災害復旧事業等における「耐候性大型土のう」設置ガイドライン準拠  
「耐候性大型土のう」施工事例集 (社)全国防災協会