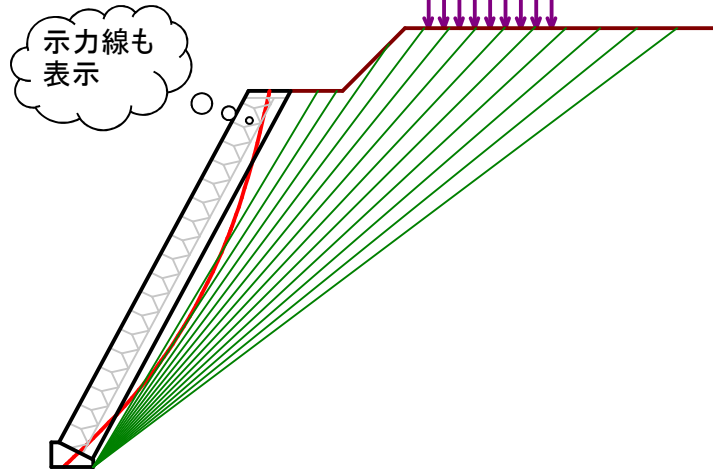


試行くさび法による Ver.2.2a

ブロック積み擁壁の安定計算



Ver 2.2a 2018/12/26 Civil Tech 洋洋

ブロック積み擁壁の設計法について

「道路土工・擁壁工指針」において、「通常のブロック積み擁壁は、背面の地山が締まっている切土部や比較的良好な裏込材で十分に締固めがされる盛土部等、背面地盤からの土圧が小さい場合に適用できる。」と規定しています。

この条件を満たす通常のブロック積み擁壁の設計は、従来から用いられている「経験に基づく設計法」によるものとされています。つまり、設計計算を行なう必要はありません。

しかし、前記の条件を満たすことが不明確な場合、通常的设计条件(土質、背面地形、壁高、壁面勾配等)と異なる場合、或いは発注者より設計計算を求められる場合等には、安定計算を実施する必要があります。

本ソフトの概要・機能

- ・「道路土工・擁壁工指針」に準じて、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。
- ・地震時の計算を行うことができます。
- ・示力線を表示することができます。
- ・大型ブロック積み(等厚タイプ)の計算ができます。

本ソフトの制限事項・仕様

- ・切土部擁壁には対応していません。
(背面土が盛土等の単一地盤の場合には適用可能)
- ・断面変化(控え厚が変化)するブロック積み擁壁には対応していません。

本ソフト作成に当たって参考とした文献、示方書

- ・「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
- ・「大型ブロック積み擁壁設計・施工マニュアル(改訂版)」(社)土木工学会四国支部
- ・その他

改訂履歴

2004/11/05 : Ver.1.0 :初期バージョン

2004/11/24 : Ver.1.1 :表示に関する軽微な修正(計算に影響無し)

2006/06/12 : Ver.1.2 :土圧ゼロ時(粘着力大)の表示不具合に対応

2007/01/10 : Ver.1.3 :表示に関する軽微な修正(計算に影響無し)

2007/12/18 : Ver.1.4 :滑動計算において土圧ゼロ時(粘着力大)の除算エラー修正

2012/04/07 : Ver.1.4a :地形座標変化点が15の場合に計算できない不具合を修正

2013/06/14 : Ver.2.0 :「道路土工 擁壁工指針 H24年度版」に対応

- ・ブロック積み擁壁の地盤反力度算定式に対応。
- ・もたれ式擁壁の設計で採用された地盤反力度算定法の簡便法に対応。
- ・根入れ効果による補正係数を考慮可能とした

2013/12/19 : Ver.2.1 β : ・示力線の作図修正(壁高が小さい場合の表示不具合修正)

- ・すべり面の初期角度を指定可能とした。

2013/12/22 : Ver.2.1: 荷重偏心量 e が負の場合の有効幅の算定法を選択可能とした

2016/07/17 : Ver.2.2: ファイル型式をマクロ付きExcelブック形式(xlsm)に変更

2018/12/26 : Ver.2.2a: 鉛直地形でゼロ除算エラーが生じる不具合を修正

基本データ

基本データ入力

タイトル		TEST-DATA			
入力項目		記号	単位	数値	備考
背面土単位体積重量		γ	kN/m ³	20.00	
背面土内部摩擦角		ϕ	度	35.00	
背面土の粘着力		C	kN/m ²	5.00	
壁面摩擦角	常時	δ	度	23.33	
	地震時	δ_e	度	17.50	
設計水平震度		Kh	-	0.12	
計算ケース		常時			
粘着力の扱い		地震時のみ考慮			
載荷重の扱い		常時のみ考慮			

ブロック積擁壁のデータ

入力項目		記号	単位	数値	備考
擁壁高		H	m	5.000	
擁壁勾配		1:N	m	0.500	
ブロック控長		B	m	0.350	
裏込コンクリート厚		T	m	0.200	
基礎工	天端幅	B1	m	0.100	
	底面幅	B2	m	0.600	
	前面高	T1	m	0.400	
	背部高	T2	m	0.100	
コンクリート単位体積重量		γ_c	kN/m ³	23.00	

安定計算データ

転倒に対する安定条件					
転倒安定の 判定基準	<input type="radio"/> ①合力位置が中1/3(地震時2/3)に入ること				
	<input checked="" type="radio"/> ②合力位置がB/2(地震時B/3)より後方にあること				
	<input type="radio"/> ③合力位置が基礎前面に出ないこと				
	<input type="radio"/> ④下の転倒安全率 ($F_s=Mr/M_o$)を満たすこと				
入力項目		記号	単位	数値	備考
転倒安全率	常時	F_s	-	1.50	判定基準が④の 場合、入力必須
	地震時	F_{se}	-	1.20	
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	常時	F_s	-	1.50	
	地震時	F_{se}	-	1.20	
根入れ地盤	単位重量	γ_r	kN/m^3	18.00	
	内部摩擦角	ϕ_r	度	30.00	
	粘着力	C_r	kN/m^2	10.00	
	有効根入長	D_f	m	0.700	
基礎底面摩擦係数		μ	-	0.600	
基礎前面の 受働土圧	考慮の有無	受働土圧抵抗を考慮する			
	低減係数	α_p	-	0.50	
地盤の支持力に対する安定条件					
地盤反力度の求め方		擁壁工指針のブロック積擁壁の算定法を用いる			
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			
入力項目		記号	単位	数値	備考
許容地盤 支持力度	常時	q_a	kN/m^2	200	Case1の場合 入力必須
	地震時	q_{ae}	"	300	
支持力安全率	常時	F_s	-	3.00	Case2の場合 入力必須
	地震時	F_{se}	-	2.00	
支持地盤	単位重量	γ_s	kN/m^3	20.00	
	内部摩擦角	ϕ_s	度	35.00	
	粘着力	C_s	kN/m^2	20.00	
根入れ効果を見込む深さ		D_f'	m	0.700	
偏心量が負の場合の基礎有効幅		0			

土圧計算用データ

試行くさび初期角度の 指定方法	CaseB. 任意の角度を入力する(下に入力)	
	初期角度 $\omega_0 =$	45 (°)

※ : CaseBを選んだ場合、初期角度を入力して下さい。

・ 初期角度は内部摩擦角より大きい整数で指定して下さい。

※ : CaseAを選んだ場合、入力した初期角度は無視されます。

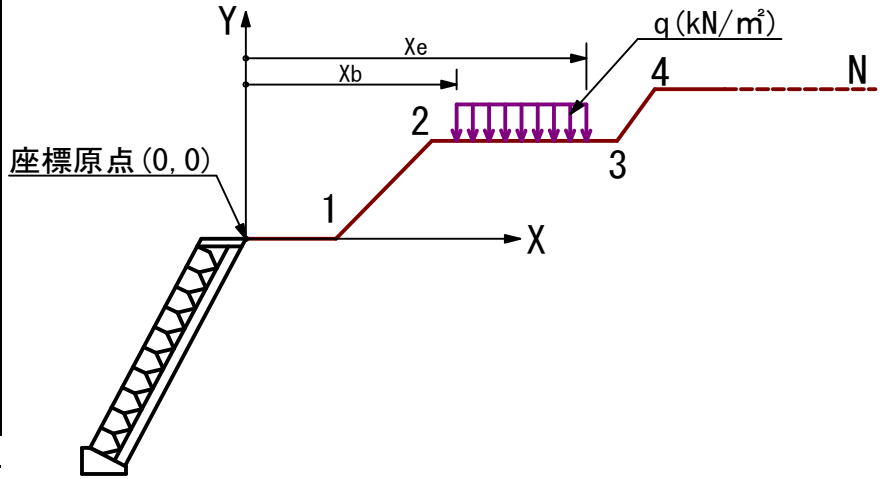
地形・載荷重データ

地形座標入力表(15点まで)

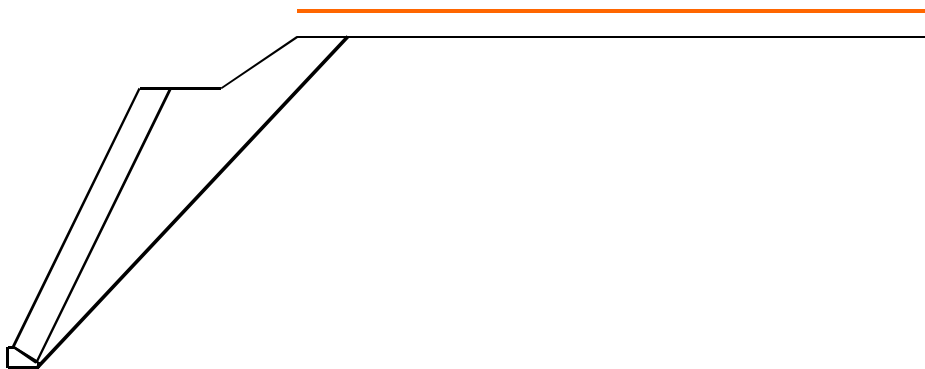
NO.	X座標	Y座標
1	1.000	0.000
2	2.500	1.000
3	15.000	1.000
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
入力した座標数 =		3

上載荷重入力表(2種類まで)

NO.	q(kN/m ²)	Xb	Xe
1	10.000	2.500	15.000
2			



作図縮尺 S = 1: 150



土圧計算書

試行くさび法による最大土圧の計算

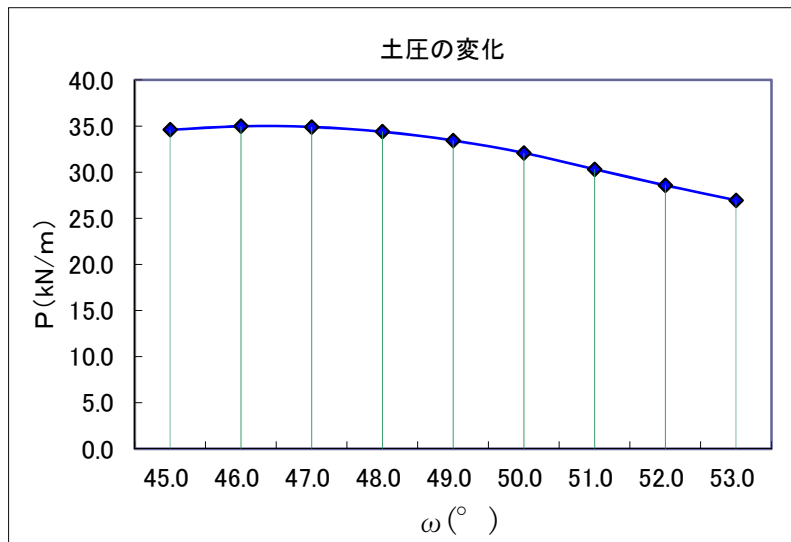
TEST-DATA

1. 計算条件

・ 計算ケース	常時土圧の計算
・ 擁壁高さ(基礎高を含む)	H = 5.400 (m)
・ 擁壁背面傾斜角	$\alpha = -26.565$ (°)
・ 背面土単位体積重量	$\gamma = 20.000$ (kN/m ³)
・ 背面土内部摩擦角	$\phi = 35.000$ (°)
・ 背面土粘着力	C = 0.000 (kN/m ²)
・ 粘着力による自立高さ	Zc = 0.000 (m)
・ 壁面摩擦角	$\delta = 23.330$ (°)

2. 計算結果

・ 最大土圧を生じるすべり角	$\omega = 46.3$ (°)
・ 土塊面積	A = 8.146 (m ² /m)
・ 土塊重量	W = 162.918 (kN/m)
・ 載荷重	Q = 10.011 (kN/m)
・ 最大土圧	PA = 35.005 (kN/m)
・ 水平土圧	$P_h = PA \times \cos(\alpha + \delta) = 34.949$ (kN/m)
・ 鉛直土圧	$P_v = PA \times \sin(\alpha + \delta) = -1.975$ (kN/m)

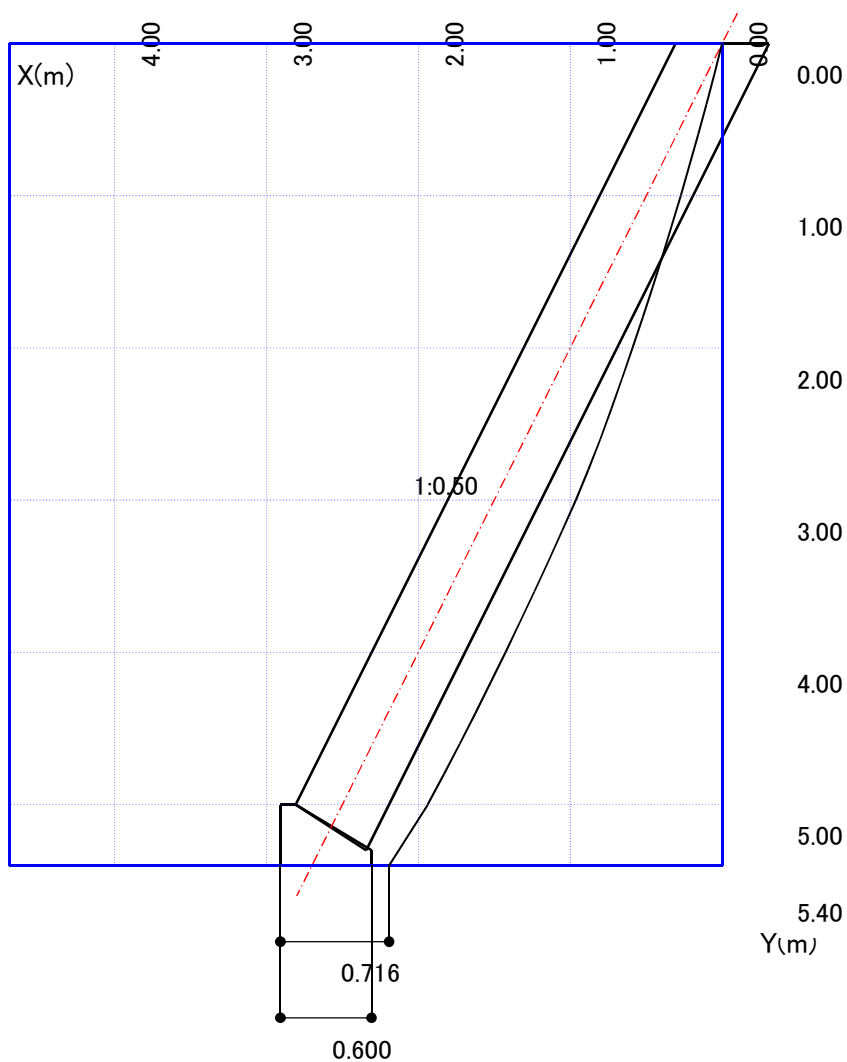


ω(度)	P(kN/m)
45.0	34.597
46.0	34.980
47.0	34.906
48.0	34.389
49.0	33.445
50.0	32.086
51.0	30.320
52.0	28.572
53.0	26.952
ωmax(度)	Pmax(kN/m)
46.3	35.005

示力線図

TEST-DATA

Sca=1: 50



- ・ 計算ケース
- ・ 擁壁高さ(基礎高を含む)
- ・ 擁壁背面傾斜角
- ・ 背面土単位体積重量
- ・ 背面土内部摩擦角
- ・ 背面土粘着力
- ・ 粘着力による自立高さ
- ・ 壁面摩擦角
- ・

常時土圧の計算

H = 5.400 (m)
 $\alpha = -26.57$ (°)
 $\gamma = 20.00$ (kN/m³)
 $\phi = 35.00$ (°)
 C = 0.00 (kN/m²)
 Zc = 0.000 (m)
 $\delta = 23.33$ (°)

- ・ 最大土圧
- ・ 合力の作用位置

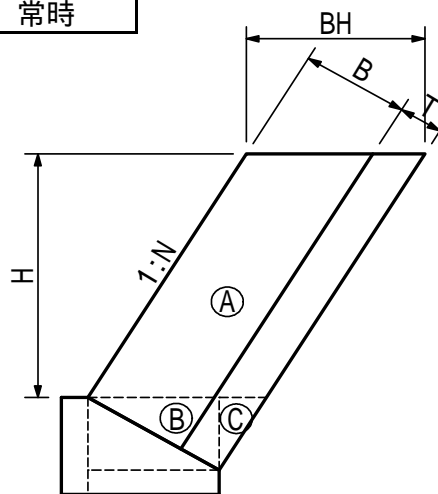
PA = 35.01 (kN/m)
 d = 0.716 (m)

ブロック積擁壁の安定計算

タイトル:	TEST-DATA
計算ケース:	常時

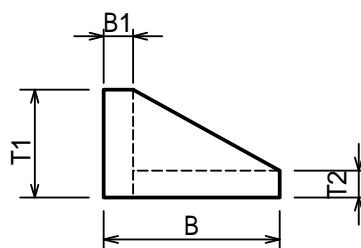
ブロック積擁壁寸法表

項目	記号	単位	数値
擁壁高さ	H	m	5.000
ブロック控長	B	m	0.350
裏コン厚	T	m	0.200
擁壁勾配	1:N	-	0.500
躯体水平幅	BH	m	0.615



基礎工寸法表

項目	記号	単位	数値
上部幅	B1	m	0.100
底面幅	B2(B)	m	0.600
前面高	T1	m	0.400
背部高	T2	m	0.100



躯体の荷重計算

(距離およびモーメントは基礎つま先を中心とする)

記号	断面積	重量	重心位置およびモーメント			
			水平距離	モーメント	鉛直距離	モーメント
	A (m ²)	W (kN/m)	X (m)	M (kN・m)	Y (m)	M (kN・m)
A	3.075	70.725	1.658	117.262	2.900	205.103
B	0.075	1.725	0.433	0.747	0.300	0.518
C	0.017	0.391	0.638	0.249	0.300	0.117
合計	3.167	72.841	1.624	118.258	2.824	205.738

基礎コンクリートの荷重計算

(距離およびモーメントは基礎つま先を中心とする)

番号	断面積	重量	重心位置およびモーメント			
			水平距離	モーメント	鉛直距離	モーメント
	A (m ²)	W (kN/m)	X (m)	M (kN・m)	Y (m)	M (kN・m)
	0.040	0.920	0.050	0.046	0.200	0.184
	0.050	1.150	0.350	0.403	0.050	0.058
	0.075	1.725	0.267	0.461	0.200	0.345
合計	0.165	3.795	0.240	0.910	0.155	0.587

基礎つま先における安定計算

種別	荷重 (kN/m)		距離 (m)		モーメント(kN・m)	
	鉛直	水平	水平	鉛直	抵抗	転倒
	V	H	X	Y	M _r	M _o
躯体	72.841	0.000	1.624	2.824	118.294	0.000
基礎	3.795	0.000	0.240	0.155	0.911	0.000
土圧	-1.975	34.949	1.450	1.800	-2.864	62.908
合計	74.661	34.949	1.558	1.800	116.341	62.908

a) 転倒に対する検討

・合力作用位置のつま先からの距離 d

$$d = \frac{Mr - mo}{V}$$

$$= \frac{116.341 - 62.908}{74.661}$$

$$= 0.716 \text{ (m)}$$

(常時)

B/2 = 0.300 -- OK --
合力位置が基礎幅Bの1/2より前に出ない。

b) 滑動に対する検討(基礎コンクリートと地盤の滑動)

$$H = 34.949 \text{ (kN/m)}$$

$$V = 74.661 \text{ (kN/m)}$$

・受働土圧係数(受働土圧は基礎前面に水平に作用させる)

$$Kp = \tan^2(45 + r/2)$$

$$= \tan^2(45 + 30.000/2) = 3.000$$

・受働土圧

$$Pp = 1/2 \times r \times Df^2 \times Kp + 2 \times Cr \times (Kp) \times Df$$

$$= 1/2 \times 18.00 \times 0.700 \times 0.700 \times 3.000 + 2 \times 10.000 \times 1.732 \times 0.700$$

$$= 37.479$$

$$Fs = \frac{\mu \cdot V + Cr \cdot B + p \cdot Pp}{H}$$

$$= \frac{0.600 \times 74.661 + 10.000 \times 0.600 + 0.500 \times 37.479}{34.949}$$

$$= \frac{69.536}{34.949}$$

$$= 1.990$$

1.500 (常時) -- OK --

c) 地盤の支持力に対する検討

- 基礎コンクリート底面の鉛直地盤反力度は、次式により求める。
「道路土工 擁壁工指針 p.171」

$$q = \frac{1.2 \cdot V}{B} = \frac{89.593}{0.600} = 149.322 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

ここに、
 q : 基礎底面の後方に発生する鉛直地盤反力度(kN/m²)
 V : 基礎底面における全鉛直荷重 (kN/m)
 $V = 74.661 \text{ (kN/m)}$
 B : 基礎底面幅 (m) = 0.600 (m)

- 荷重の偏心傾斜を考慮した極限支持力度

基礎に作用する荷重の傾斜角 (tan)
 $\tan = H / V$
 $= 34.949 / 74.661$
 $= 0.47$

荷重の偏心傾斜を考慮した極限支持力度算定式

$$q_d = \cdot \cdot C \cdot N_c \cdot S_c + \cdot q \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot s \cdot \cdot B_e \cdot N_r \cdot S_r$$

ここに、 q_d : 荷重の偏心傾斜を考慮した極限支持力度
 B_e : 荷重の偏心傾斜を考慮した基礎有効幅 (m)
 $B_e = B$ (偏心量 e が負なので基礎幅とする)
 $= 0.600 \text{ (m)}$
 e : 基礎中心から合力作用位置までの偏心量(m)
 $e = B/2 - d = -0.416 \text{ (m)}$
 \cdot : 基礎の形状係数(帯状)
 $= 1.000$
 $= 1.000$
 C : 支持地盤の粘着力 =20.000 (kN/m²)
 q : 上載荷重(= $r \cdot D_f$) (kN/m²)
 $q = r \times D_f = 18.00 \times 0.700$
 $= 12.600 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
 r : 根入れ地盤の単位体積重量 (kN/m³)
 s : 支持地盤の単位体積重量 (kN/m³)
 S_c, S_q, S_r : 支持力係数の寸法効果に対する補正係数
 $S_c = (C^*) = (C/10)^{-1/3}$
 $= 0.794$
 $S_q = (q^*) = (q/10)^{-1/3}$
 $= 0.926$
 $S_r = (B^*)^\mu = (B_e/1.0)^{-1/3}$
 $= 1.000$
 N_c, N_q, N_r : 支持力係数 (道路橋示方書、支持力係数グラフより)
 $N_c = 14.98$
 $N_q = 10.13$
 $N_r = 3.83$
 \cdot : 根入れ効果に対する割り増し係数
 $= 1 + 0.3 \cdot D_f / B_e$
 $= 1.35$

極限支持力度

$$\begin{aligned} q_d &= \gamma \cdot C \cdot N_c \cdot S_c + \gamma \cdot q \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma \cdot s \cdot B_e \cdot N_r \cdot S_r \\ &= 1.000 \times 1.35 \times 20.00 \times 14.98 \times 0.794 \\ &\quad + 1.350 \times 12.600 \times 10.13 \times 0.926 \\ &\quad + 1/2 \times 20.00 \times 1.000 \times 0.600 \times 3.83 \times 1.000 \\ &= 321.141 + 159.560 + 22.980 \\ &= 503.681 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

・地盤支持力に対する安定照査

最大地盤反力度	$q_{\max} =$	149.32 (kN/m ²)
極限支持力度	$q_d =$	503.68 (kN/m ²)
支持力度の安全率	$F_s = q_d / q_{\max} =$	3.373
支持力安全率	$F_{sp} =$	3.00

判定 F_s F_{sp} OK

-- OK --

安定計算結果

検討項目	安定条件	判定	備考
転 倒	合力位置がB/2(地震時B/3)より後方にあること	-- OK --	
滑 動	滑動に対する安全率を満たすこと	-- OK --	
地盤支持力	極限支持力度に対する安全率を満たすこと	-- OK --	