

M1 0.5 H=7.00

2019 年 10 月

maz6

目 次

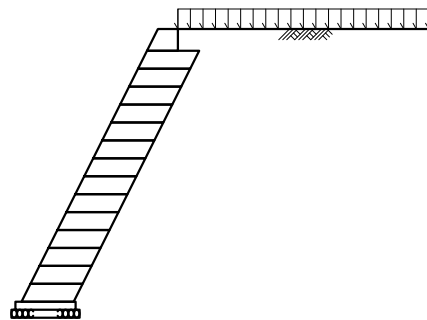
設計概説	1
§ 1 設計条件	4
§ 2 一般形状寸法図	5
§ 3 計算結果	6
§ 4 設計荷重	16
§ 5 安定計算	26
§ 6 ブロック各段の部材断面設計	35

設計概説

本擁壁は、もたれ式擁壁に準じた構造の擁壁として、以下の方法で設計を行った。基本的な考えは『道路土工 擁壁工指針』に準拠した。

(1) 設計断面

- 1) 擁壁形式 もたれ式ハーフプレキャスト擁壁
- 2) 基礎形式 直接基礎
- 3) 擁壁寸法 擁壁高さ $H = 7.000$ (m)
 底版幅 $B = 1.500$ (m)
 勾配 $1 : 0.500$



[設 計 方 針 ・ 方 法]

[計 算 結 果]

(2) 荷重の組合せ

以下の組合せについて設計を行った。

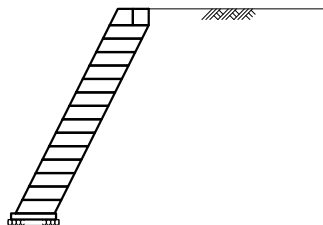
常 時 自重 (+ 載荷重) + 土圧

(3) 設計荷重

設計は、以下の荷重を考慮して行った。

1) 自 重

製品本体、基礎コンクリート、天端コンクリートおよび、製品上の土砂を自重として考慮した。



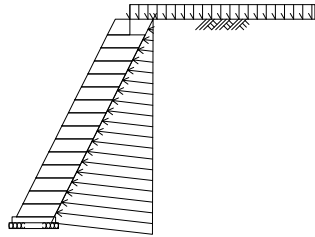
躯体 : $W_c = 201.88$ (kN)
裏込土 : $W_s = 5.45$ (kN)

2) 土 圧

計算は、試行くさび法により行った。また、土圧は下図のように三角形分布するものとして計算を行った。

内部摩擦角： $\phi = 30.00(^{\circ})$

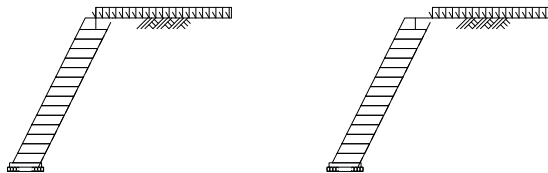
単位体積重量： $\gamma_s = 19.00 (\text{kN/m}^3)$



土圧 : $P_a = 74.55 (\text{kN})$

3) 載 荷 重

擁壁上の載荷重は最も不利な状態を想定し、載荷する場合と、しない場合の2通りのケースを検討した。



自動車荷重

$q = 10.00 (\text{kN/m}^2)$

(4) ブロック各段における安定計算

ブロック各段の安定に対して、以下の検討を行った。

1) 滑 動

ブロック最下段(1段目)において滑動安全率による検討を行った。

〈1段目の結果〉

$F_s = 1.65 \geq 1.50$

製品間の摩擦係数 : 0.600

2) 転 倒

ブロック最下段(1段目)において合力の作用位置による検討を行った。

〈1段目の結果〉

$d = 1.495 > 0.650$

(5) 擁壁全体の安定計算

擁壁全体の安定に対して、以下の検討を行った。

1) 滑 動

滑動安全率による検討を行った。

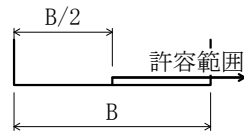
$F_s = 1.61 \geq 1.50$

摩擦係数 : 0.600

2) 転 倒

基礎底版位置での合力の作用位置による検討を行った。

※ ここで、安定条件として合力の作用位置の許容範囲は、下図の通り合力の作用位置が山側に位置している場合は、条件を満足しているものとした。



$$d = 1.541 > 0.750$$

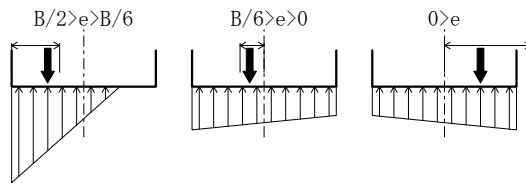
(単位 : m)

3) 支 持 力

支持力の検討は、擁壁底面に作用する最大地盤反力度において照査を行った。

$$q = 180.47 \leq 300$$

(単位 : kN/m²)



(6) 壁体の断面計算

ブロック各段における検討を行った。

1) 壁体の断面計算結果

ブロック各段において、曲げ応力度及び、せん断応力度の検討を行った。

＜ 3段目の結果＞

$$\sigma_c = 0.23 \leq 4.50$$

$$\tau = 0.06 \leq 0.33$$

＜ 2段目の結果＞

$$\sigma_c = 0.24 \leq 4.50$$

$$\tau = 0.07 \leq 0.33$$

(単位 : N/mm²)

§ 1 設計条件

1.1 設計条件

(1) 擁壁形式	もたれ式ハーフプレキャスト擁壁
(2) 基礎形式	直接基礎
(3) 擁壁高さ	$H = 7.000 \text{ (m)}$
(4) 土 圧	試行くさび法による土圧
(5) 地表面載荷重	$q = 10.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
(6) 単位体積重量 コンクリート	$\gamma_c = 23.00 \text{ (kN/m}^3\text{)}$

1.2 土質条件

(1) 擁壁背面の裏込め土	
せん断抵抗角	$\phi = 30.00 \text{ (}^\circ\text{)}$
単位体積重量	$\gamma_s = 19.00 \text{ (kN/m}^3\text{)}$
(2) 支持地盤の定数	
擁壁底面と基礎地盤の間の摩擦係数	$\mu = 0.600$
" の粘着力	$C = 0.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$
許容支持力度	$q_a = 300 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

1.3 安定条件

(1) 滑動に対する検討	滑動安全率	$F_s \geq 1.50$
(2) 転倒に対する検討	合力の作用位置	$d > 1/2 B$
(3) 支持に対する検討	最大地盤反力度	$q \leq q_a \text{ (kN/m}^2\text{)}$

1.4 材料強度及び許容応力度

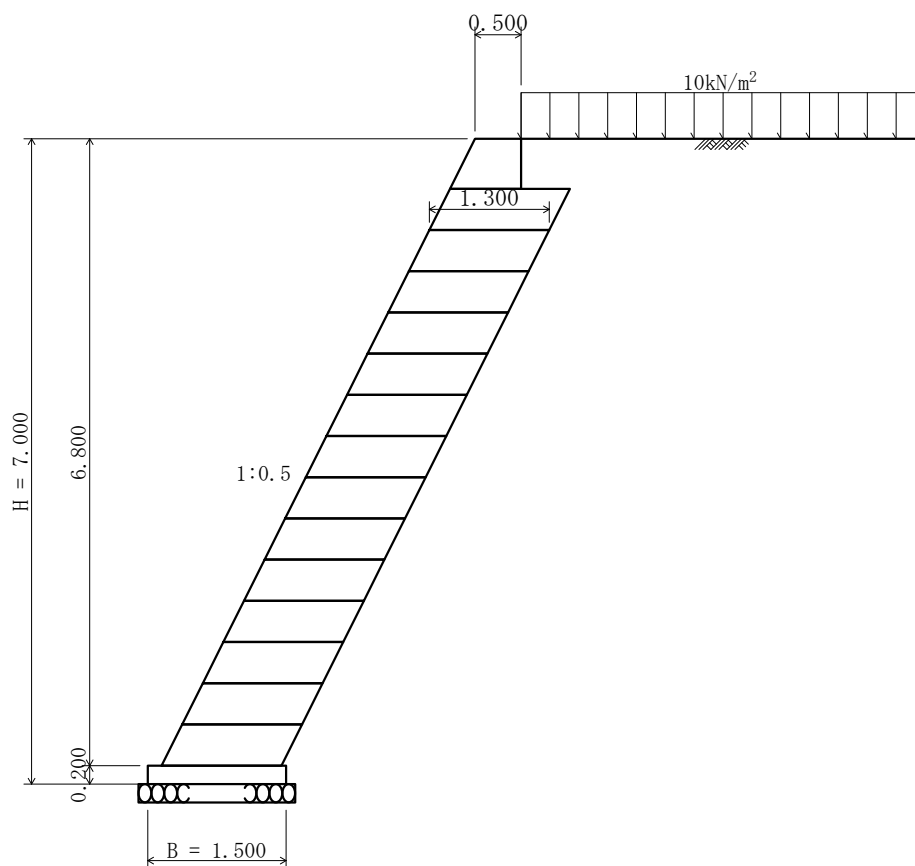
(1) コンクリート	
設計基準強度	$\sigma_{ck} = 18 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
許容圧縮応力度	$\sigma_{ca} = 4.50 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
許容曲げ引張応力度	$\sigma_{ta} = 0.23 \text{ (N/mm}^2\text{)}$
許容せん断応力度	$\tau_a = 0.33 \text{ (N/mm}^2\text{)}$

1.5 参考文献

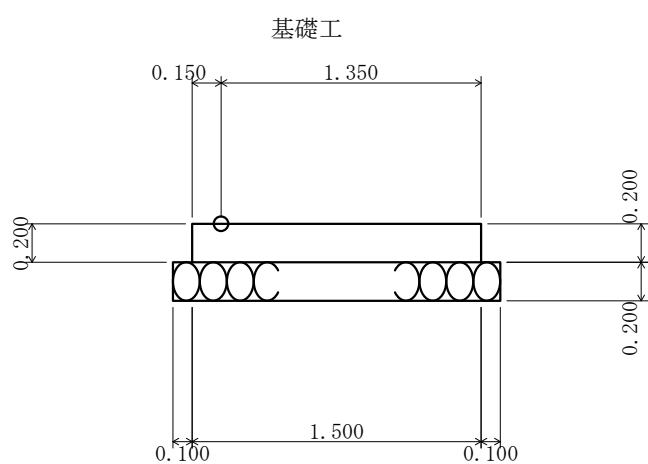
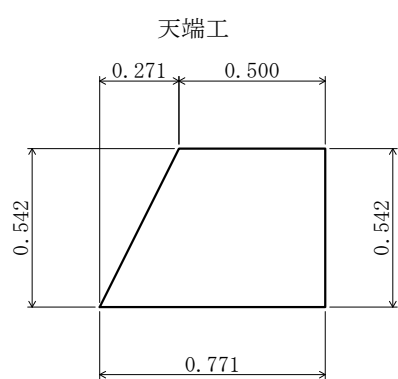
一、道路土工 擁壁工指針（平成24年度版）	（社）日本道路協会
-----------------------	-----------

§ 2 一般形状寸法図

2.1 一般図



2.2 詳細図



§3 計算結果

3.1 安定計算結果

安定計算は、滑動・転倒・支持の安定に対して検討を行った。

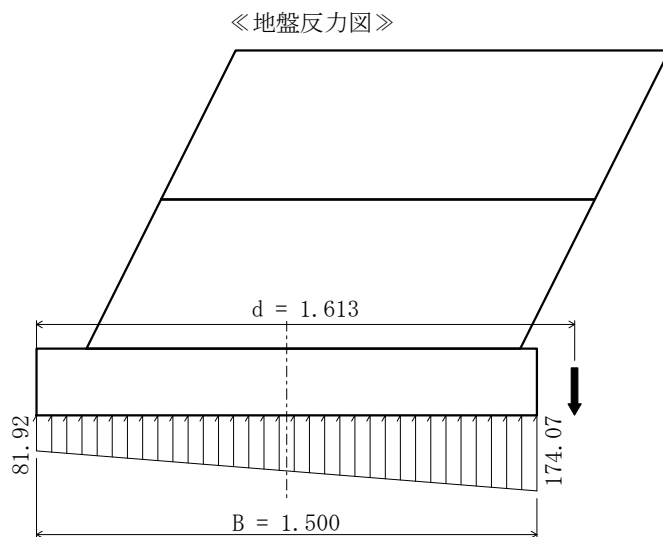
3.1.1 載荷重あり

(1) ブロック各段の安定計算結果

	鉛直荷重 (kN)	水平荷重 (kN)	滑 動 1.50	合力位置 (m) 1/2 B	判定
1段目	197.68	69.82	1.70	1.566 (0.650)	O. K.

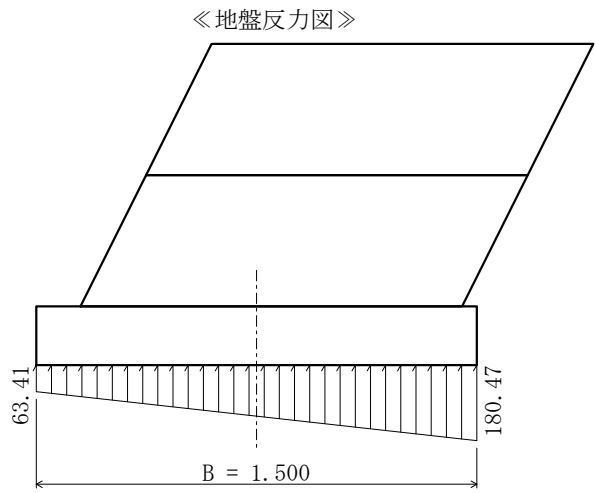
(2) 全体の安定計算結果

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	合力位置 d (m)	滑 動 安全率 F_s	地盤反力度 q_1 q_2 (kN/m ²)	判定
204.09	74.06	1.613	1.65	81.92 174.07	O. K.
許 容 値		0.750	1.50	300	



主働土圧状態が生起しない場合

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	地盤反力度		判定
		q_1 (kN/m ²)	q_2 (kN/m ²)	
212.62	0.00	63.41	180.47	0. K.
許 容 値		300		



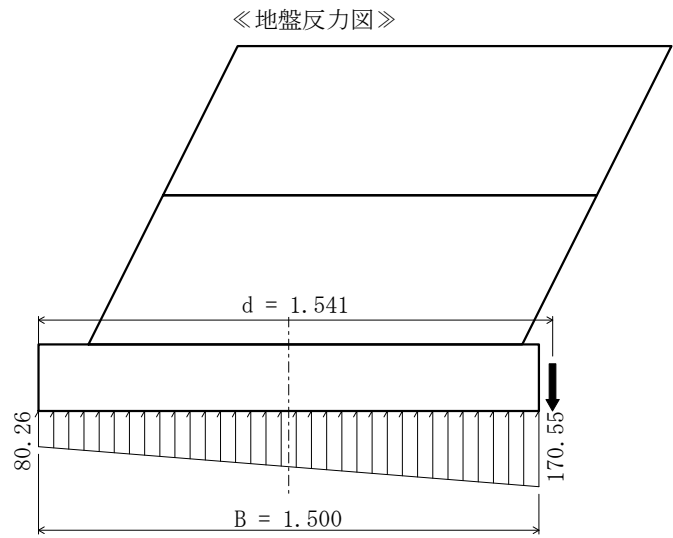
3.1.2 載荷重なし

(1) ブロック各段の安定計算結果

	鉛直荷重 (kN)	水平荷重 (kN)	滑 動 1.50	合力位置 (m) 1/2 B	判定
1段目	192.39	69.82	1.65	1.495 (0.650)	O. K.

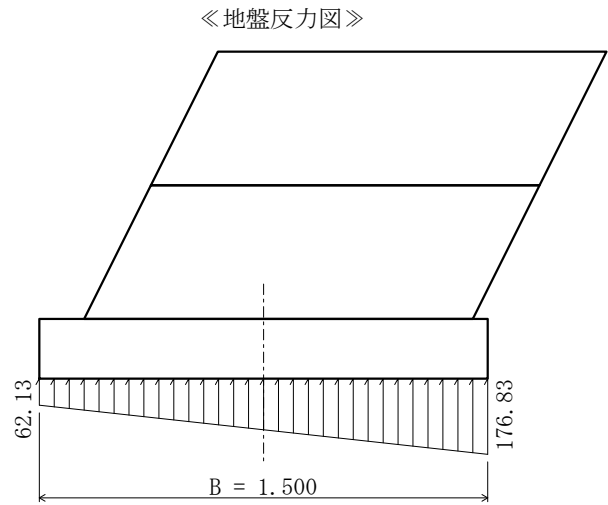
(2) 全体の安定計算結果

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	合力位置 d (m)	滑 動 安全率 F_s	地盤反力度 q_1 q_2 (kN/m ²)	判定
198.80	74.06	1.541	1.61	80.26 170.55	O. K.
許 容 値		0.750	1.50	300	



主働土圧状態が生起しない場合

鉛直荷重 ΣV (kN)	水平荷重 ΣH (kN)	地盤反力度 q_1 q_2 (kN/m ²)	判定
207.33	0.00	62.13 176.83	O. K.
許 容 値		300	



3.2 断面計算結果

3.2.1 ブロック各段の断面計算

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
14段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-4.82×10^6	-1.94×10^6
		軸 力 N (N)	29.59×10^3	24.57×10^3
		せん断力 S (N)	6.03×10^3	5.50×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.04	0.03
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	———	———
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.00	0.00
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
13段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-7.29×10^6	-3.77×10^6
		軸 力 N (N)	40.72×10^3	35.94×10^3
		せん断力 S (N)	11.74×10^3	10.73×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.06	0.04
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	———	———
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.01	0.01
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
12段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-9.73×10^6	-5.88×10^6
		軸 力 N (N)	52.02×10^3	47.45×10^3
		せん断力 S (N)	17.59×10^3	16.15×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.07	0.06
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.01	0.01
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
11段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-12.26×10^6	-8.22×10^6
		軸 力 N (N)	63.50×10^3	59.11×10^3
		せん断力 S (N)	23.57×10^3	21.77×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.09	0.07
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.02	0.02
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
10段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-14.73×10^6	-10.70×10^6
		軸 力 N (N)	75.13×10^3	70.89×10^3
		せん断力 S (N)	29.66×10^3	27.55×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.11	0.09
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.02	0.02
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
9段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-17.13×10^6	-13.33×10^6
		軸 力 N (N)	86.93×10^3	82.82×10^3
		せん断力 S (N)	35.91×10^3	33.54×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.13	0.11
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.03	0.03
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
8段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-19.58×10^6	-15.94×10^6
		軸 力 N (N)	98.90×10^3	94.89×10^3
		せん断力 S (N)	42.26×10^3	39.71×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.15	0.13
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.03	0.03
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
7段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-21.87×10^6	-18.64×10^6
		軸 力 N (N)	111.04×10^3	107.10×10^3
		せん断力 S (N)	48.76×10^3	46.06×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.16	0.15
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
6段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-24.05×10^6	-21.26×10^6
		軸 力 N (N)	123.34×10^3	119.45×10^3
		せん断力 S (N)	55.39×10^3	52.60×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.18	0.17
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
5段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-26.21×10^6	-23.75×10^6
		軸 力 N (N)	135.81×10^3	131.93×10^3
		せん断力 S (N)	62.13×10^3	59.31×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.20	0.19
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
4段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-28.19×10^6	-26.01×10^6
		軸 力 N (N)	148.36×10^3	144.48×10^3
		せん断力 S (N)	69.20×10^3	66.39×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.21	0.20
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
3段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-29.59×10^6	-27.78×10^6
		軸 力 N (N)	160.83×10^3	156.95×10^3
		せん断力 S (N)	76.87×10^3	74.06×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.23	0.22
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.06	0.06
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
2段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-29.97×10^6	-28.62×10^6
		軸 力 N (N)	173.24×10^3	169.36×10^3
		せん断力 S (N)	85.15×10^3	82.34×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.24	0.23
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.07	0.06
		τ_{ca}	0.33	0.33

§4 設計荷重

擁壁に作用する荷重は、以下の荷重を考える。

- ・ 自 重
- ・ 載 荷 重
- ・ 土 圧

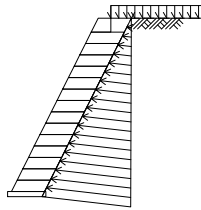
4.1 荷重の組合せ

以下の組合せについて設計を行う。

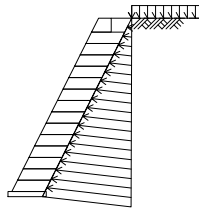
常 時 自重（＋載荷重）＋土圧

4.1.1 荷重の組合せ一覧

1) 載荷重あり



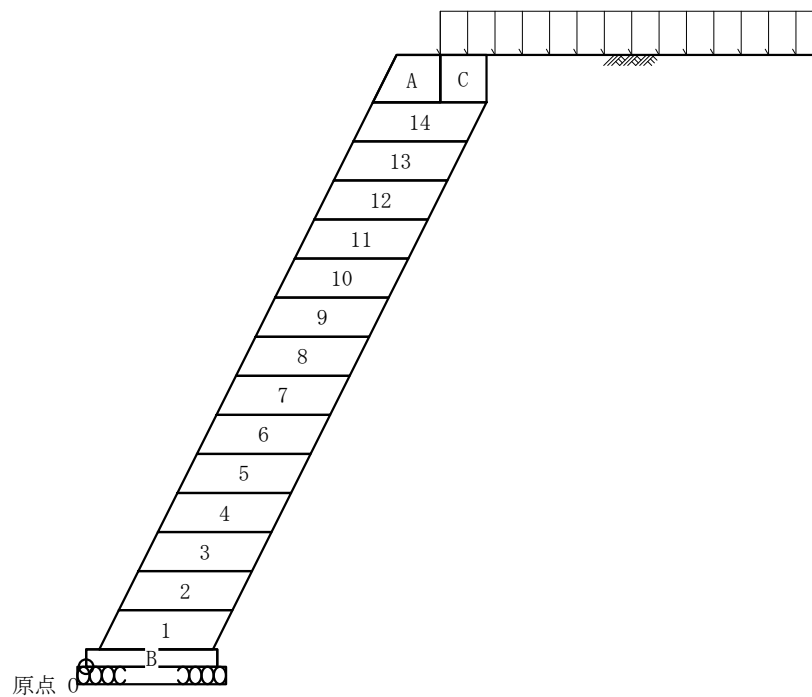
2) 載荷重なし



4.2 荷重の計算

擁壁に作用する荷重と、つま先を原点0とする作用位置の計算を行う。

荷重の計算は、擁壁の延長 1.000 m あたりで行う。



4.2.1 自重

1) ブロック (14段目 ～ 1段目)

勾配 1 : 0.500
高さ 0.447 (m)
控え長 1.300 (m)

体積

$$V_o = 1.300 \times 0.447 \times 1.000 = 0.581 \text{ (m}^3\text{)}$$

作用位置

$$x = \frac{0.447}{2} \times 0.500 + \frac{1.300}{2} = 0.762 \text{ (m)}$$

$$y = \frac{0.447}{2} = 0.224 \text{ (m)}$$

2) 天端コンクリート(A)

記号	幅 (m)	高さ (m)	面積 A (m ²)	重心位置		断面一次モーメント	
				x (m)	y (m)	A・x (m ³)	A・y (m ³)
	0.771	0.542	0.418	0.610	0.718	0.2550	0.3001
a	-1/2	0.271	0.542	-0.073	0.314	-0.0229	-0.0590
合計			0.345			0.2321	0.2411

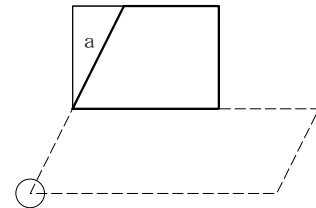
体積

$$V_o = \Sigma A \cdot L = 0.345 \times 1.000 = 0.345 \text{ (m}^3\text{)}$$

作用位置

$$x = \frac{\Sigma A \cdot x}{\Sigma A} = \frac{0.2321}{0.345} = 0.673 \text{ (m)}$$

$$y = \frac{\Sigma A \cdot y}{\Sigma A} = \frac{0.2411}{0.345} = 0.699 \text{ (m)}$$



3) 基礎コンクリート(B)

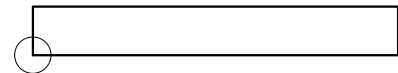
体積

$$V_o = b \cdot h \cdot L = 1.500 \times 0.200 \times 1.000 = 0.300 \text{ (m}^3\text{)}$$

作用位置

$$x = \frac{b}{2} = \frac{1.500}{2} = 0.750 \text{ (m)}$$

$$y = \frac{h}{2} = \frac{0.200}{2} = 0.100 \text{ (m)}$$



4) 自重の集計

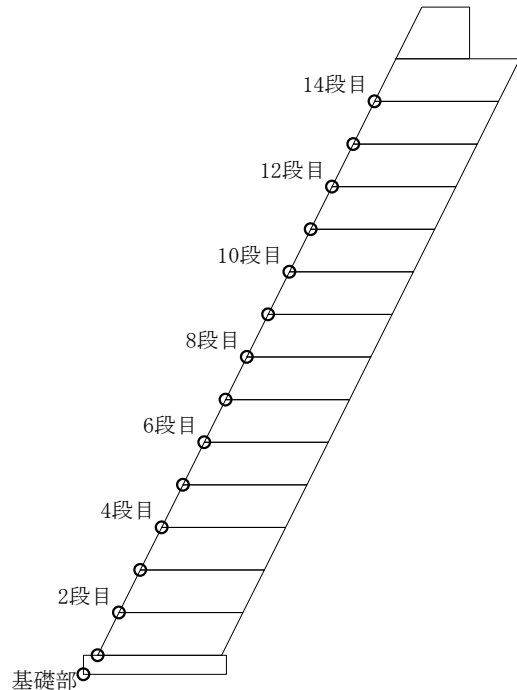
各段毎に自重の集計を行う。

		体積 V _o (m ³)	単位重量 γ (kN/m ³)	鉛直荷重 V (kN)	重心位置	
					x _g (m)	y _g (m)
14段目	天端コンクリート	0.345	23.00	7.94	0.673	0.699
	ブロック	0.581	23.00	13.36	0.762	0.224
	合計 Σ			21.30	0.729	0.401
13段目～1段目	ブロック	0.581	23.00	13.36	0.762	0.224
基礎部	基礎コンクリート	0.300	23.00	6.90	0.750	0.100

5) 荷重の作用位置

以下に各段における基準点(x_N , y_N)を示す。

	番号 N	基準点	
		x_N (m)	y_N (m)
14段目	15	3.056	6.011
13段目	14	2.832	5.564
12段目	13	2.609	5.117
11段目	12	2.385	4.670
10段目	11	2.162	4.223
9段目	10	1.938	3.776
8段目	9	1.715	3.329
7段目	8	1.491	2.882
6段目	7	1.268	2.435
5段目	6	1.044	1.988
4段目	5	0.821	1.541
3段目	4	0.597	1.094
2段目	3	0.374	0.647
1段目	2	0.150	0.200
基礎部	1	0.000	0.000



「荷重の総括」で用いる荷重の作用位置は、算出した重心位置(x_g , y_g)と、上の基準点(x_N , y_N)を用いて、次式により算出する。

$$x = x_g + (x_k - x_m)$$

$$y = y_g + (y_k - y_m)$$

ここに、

(x_k , y_k) : 荷重が属する段の基準点座標 (N=k)

(x_m , y_m) : 荷重を集計する段の原点座標 (N=m)

基礎部の荷重集計(m=1)で用いる、1段目の自重(k=2)の作用位置は

$$x = 0.762 + (0.150 - 0.000) = 0.912 \text{ (m)}$$

$$y = 0.224 + (0.200 - 0.000) = 0.424 \text{ (m) となる。}$$

6) 14段目上の土砂(C)

体積

$$V_o = b \cdot h \cdot L = 0.529 \times 0.542 \times 1.000 = 0.287 \text{ (m}^3\text{)}$$

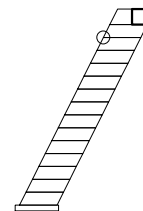
荷重

$$V = V_o \cdot \gamma = 0.287 \times 19.00 = 5.45 \text{ (kN)}$$

作用位置

$$x = x_o + \frac{b}{2} = 0.995 + \frac{0.529}{2} = 1.260 \text{ (m)}$$

$$y = y_o + \frac{h}{2} = 0.447 + \frac{0.542}{2} = 0.718 \text{ (m)}$$

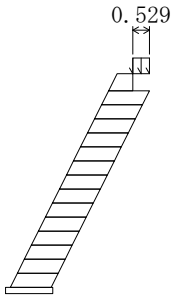


4.2.2 載荷重

地表面載荷重のうち擁壁上に載荷するものを鉛直荷重として考慮する。

(1) 活荷重(常時)

		荷重		作用幅	鉛直荷重	作用位置			
		q	l	L		V	X	Y	
		(kN/m ²)	(m)	(m)	(kN)	(m)	(m)		
1段目	自動車荷重	10.0	×	0.529	×	1.000	5.29	4.165	6.800
基礎部								4.315	7.000



4.2.3 土圧

土圧の計算は、試行くさび法により行う。また、土圧は三角形分布するものとする。

主働土圧合力

$$P_a = \frac{W \cdot \sin(\omega - \phi)}{\cos(\omega - \phi - \delta - \alpha)}$$

主働土圧係数

任意位置の土圧強度を求めるため、算出した土圧力（Pa）が高さ（h）に三角形分布するものとして、主働土圧係数を逆算する。

$$K_a = \frac{2 \cdot P_a}{\gamma_s \cdot h^2}$$

任意位置に作用する土圧強度および土圧合力

$$p_{ai} = K_a \cdot \gamma_s \cdot h_i$$
$$P_a = \frac{(p_{a1} + p_{a2}) \cdot (h_2 - h_1)}{2}$$

鉛直荷重・水平荷重

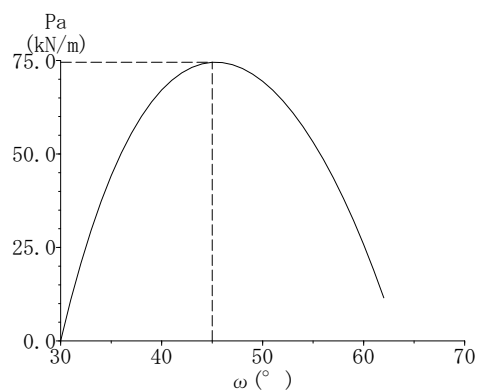
$$V = P_a \cdot \sin(\delta + \alpha) \cdot L$$
$$H = P_a \cdot \cos(\delta + \alpha) \cdot L$$

ここに、

- P_a : 主働土圧合力 (kN/m)
- W : 土くさびの重量 (kN/m)
- ω : すべり角 (°)
- ϕ : 裏込め土のせん断抵抗角 $\phi = 30.00$ (°)
- δ : 壁面摩擦角 $\delta = 20.00$ (°)
- α : 土圧作用面と鉛直面のなす角 $\alpha = -26.57$ (°)
- K_a : 主働土圧係数
- γ_s : 裏込め土の単位体積重量 $\gamma_s = 19.00$ (kN/m³)
- h : 土圧の作用高さ (m)
- p_{ai} : 各高さにおける土圧強度 (kN/m²)
- h_i : 土圧強度算出位置からの地表面までの高さ (m)
- h_1, h_2 : 上, 下部位置 (m)
- p_{a1}, p_{a2} : 上, 下部位置の土圧強度 (kN/m²)
- V, H : 鉛直荷重, 水平荷重 (kN)
- L : 擁壁の奥行き (計算幅) $L = 1.000$ (m)

1) 擁壁全体

$$\begin{aligned}
 h &= 7.000 \text{ (m)} \\
 \alpha &= -26.57 \text{ (}^\circ\text{)} \\
 W &= 262.18 \text{ (kN/m)} \quad [\text{載荷重: } 34.27] \\
 \omega &= 45.30 \text{ (}^\circ\text{)} \\
 \delta &= 20.00 \text{ (}^\circ\text{)} \\
 \phi &= 30.00 \text{ (}^\circ\text{)}
 \end{aligned}$$

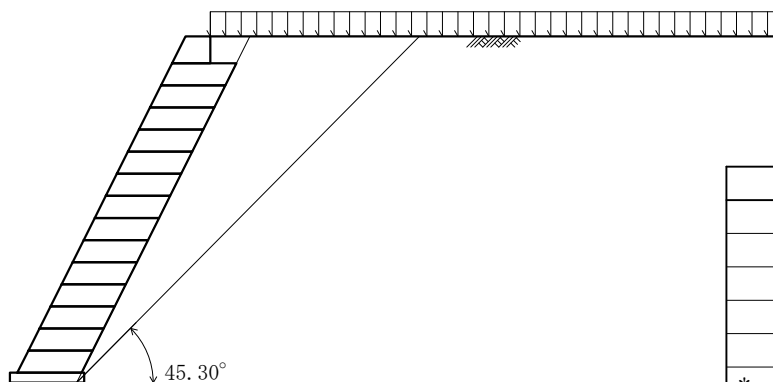


最大主動土圧合力

$$\begin{aligned}
 P_a &= \frac{262.18 \times \sin(45.30 - 30.00)}{\cos(45.30 - 30.00 - 20.00 + 26.57)} \\
 &= 74.55 \text{ (kN/m)}
 \end{aligned}$$

主働土圧係数

$$\begin{aligned}
 K_a &= \frac{2 \times 74.55}{19.00 \times 7.000^2} \\
 &= 0.160
 \end{aligned}$$



ω	P_a	W
50.00	69.441	181.59
49.00	71.375	197.76
48.00	72.856	214.42
47.00	73.883	231.62
46.00	74.437	249.37
* 45.30	74.547	262.18
45.00	74.517	267.75
44.00	74.100	286.77
43.00	73.175	306.50
42.00	71.717	326.98
41.00	69.705	348.27

2) 各高さにおける土圧強度と土圧合力

	高さ h_1, h_2 (m)	土圧係数 K_a	土圧強度 pa_1, pa_2 (kN/m ²)	作用高さ $h_2 - h_1$ (m)	土圧合力 P_a (kN/m)
1段目	0.000 6.800	0.160	0.000 20.672	6.800	70.28
基礎部	0.000 7.000			7.000	74.55

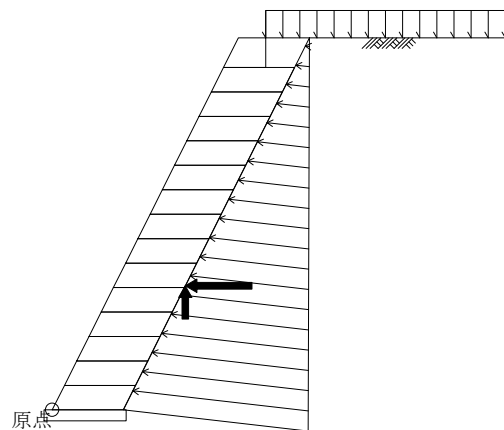
3) 各ブロックに作用する土圧の鉛直荷重・水平荷重

	土圧合力 Pa (kN/m)	摩擦角 δ (°)	傾斜角 α (°)	荷 重		作用位置	
				鉛直 V (kN)	水平 H (kN)	x (m)	y (m)
1段目	70.28	20.00	-26.57	-8.04	69.82	2.433	2.267
基礎部	74.55	20.00	-26.57	-8.53	74.06	2.517	2.333

4.3 荷重の総括

4.3.1 荷重の集計方法

ブロック各段前面下端を原点に荷重を集計する。



4.3.2 荷重の集計

算出された荷重を各荷重ケース毎、また、各段毎に集計する。

(1) 載荷重あり

			荷 重		作用位置		モーメント		
			鉛直 V (kN)	水平 H (kN)	x (m)	y (m)	抵抗 V・x (kN・m)	転倒 H・y (kN・m)	
1段目	自重	14段目	21.30		3.635	6.212	77.43		
		13段目	13.36		3.444	5.588	46.01		
		12段目	13.36		3.221	5.141	43.03		
		11段目	13.36		2.997	4.694	40.04		
		10段目	13.36		2.774	4.247	37.06		
		9段目	13.36		2.550	3.800	34.07		
		8段目	13.36		2.327	3.353	31.09		
		7段目	13.36		2.103	2.906	28.10		
		6段目	13.36		1.880	2.459	25.12		
		5段目	13.36		1.656	2.012	22.12		
		4段目	13.36		1.433	1.565	19.14		
		3段目	13.36		1.209	1.118	16.15		
		2段目	13.36		0.986	0.671	13.17		
	1段目	13.36		0.762	0.224	10.18			
	製品上の土砂		5.45		4.165	6.529	22.70		
	載荷重		5.29		4.165	6.800	22.03		
	土圧		-8.04	69.82	2.433	2.267	-19.56	158.28	
合 計 Σ			197.68	69.82			467.88	158.28	
基礎部	自重	14段目	21.30		3.785	6.412	80.62		
		13段目	13.36		3.594	5.788	48.02		
		12段目	13.36		3.371	5.341	45.04		
		11段目	13.36		3.147	4.894	42.04		
		10段目	13.36		2.924	4.447	39.06		
		9段目	13.36		2.700	4.000	36.07		
		8段目	13.36		2.477	3.553	33.09		
		7段目	13.36		2.253	3.106	30.10		
		6段目	13.36		2.030	2.659	27.12		
		5段目	13.36		1.806	2.212	24.13		
		4段目	13.36		1.583	1.765	21.15		
		3段目	13.36		1.359	1.318	18.16		
		2段目	13.36		1.136	0.871	15.18		
		1段目	13.36		0.912	0.424	12.18		
		基礎部	6.90		0.750	0.100	5.18		
		製品上の土砂		5.45		4.315	6.729	23.52	
		載荷重		5.29		4.315	7.000	22.83	
		土圧		-8.53	74.06	2.517	2.333	-21.47	172.78
	合 計 Σ			204.09	74.06			502.02	172.78
自重のみの合計 Σ			212.62	0.00			523.49	0.00	

(2) 載荷重なし

			荷 重		作用位置		モーメント	
			鉛直 V (kN)	水平 H (kN)	x (m)	y (m)	抵抗 V・x (kN・m)	転倒 H・y (kN・m)
1段目	自重	14段目	21.30		3.635	6.212	77.43	
		13段目	13.36		3.444	5.588	46.01	
		12段目	13.36		3.221	5.141	43.03	
		11段目	13.36		2.997	4.694	40.04	
		10段目	13.36		2.774	4.247	37.06	
		9段目	13.36		2.550	3.800	34.07	
		8段目	13.36		2.327	3.353	31.09	
		7段目	13.36		2.103	2.906	28.10	
		6段目	13.36		1.880	2.459	25.12	
		5段目	13.36		1.656	2.012	22.12	
		4段目	13.36		1.433	1.565	19.14	
		3段目	13.36		1.209	1.118	16.15	
		2段目	13.36		0.986	0.671	13.17	
		1段目	13.36		0.762	0.224	10.18	
	製品上の土砂		5.45		4.165	6.529	22.70	
	土圧		-8.04	69.82	2.433	2.267	-19.56	158.28
合 計 Σ			192.39	69.82			445.85	158.28
基礎部	自重	14段目	21.30		3.785	6.412	80.62	
		13段目	13.36		3.594	5.788	48.02	
		12段目	13.36		3.371	5.341	45.04	
		11段目	13.36		3.147	4.894	42.04	
		10段目	13.36		2.924	4.447	39.06	
		9段目	13.36		2.700	4.000	36.07	
		8段目	13.36		2.477	3.553	33.09	
		7段目	13.36		2.253	3.106	30.10	
		6段目	13.36		2.030	2.659	27.12	
		5段目	13.36		1.806	2.212	24.13	
		4段目	13.36		1.583	1.765	21.15	
		3段目	13.36		1.359	1.318	18.16	
		2段目	13.36		1.136	0.871	15.18	
		1段目	13.36		0.912	0.424	12.18	
	基礎部		6.90		0.750	0.100	5.18	
	製品上の土砂		5.45		4.315	6.729	23.52	
	土圧		-8.53	74.06	2.517	2.333	-21.47	172.78
合 計 Σ			198.80	74.06			479.19	172.78
自重のみの合計 Σ			207.33	0.00			500.66	0.00

§5 安定計算

集計した荷重を用いて、安定の検討を行う。

- ・ 滑動に対する検討
- ・ 転倒に対する検討
- ・ 支持に対する検討

5.1 計算方法

(1) ブロック各段の検討

1) 滑動に対する検討

滑動に対する安全率は次式により照査を行う。

$$F_s = \frac{\sum V \cdot \mu}{\sum H} \geq F_{sa}$$

ここに、

F_s : 滑動安全率

F_{sa} : 滑動安全率の許容値 $F_{sa} = 1.50$

$\sum V$: 鉛直荷重 (kN)

$\sum H$: 水平荷重 (kN)

μ : 摩擦係数

2) 転倒に対する検討

「基礎の転倒に対する検討」と同様の検討を行う。

(2) 基礎の検討

1) 滑動に対する検討

滑動に対する安全率は次式により照査を行う。

$$F_s = \frac{\text{滑動に対する抵抗力}}{\text{滑動力}} = \frac{\sum V \cdot \mu + C \cdot B \cdot L}{\sum H} \geq F_{sa}$$

ここに、

F_s : 滑動安全率

F_{sa} : 滑動安全率の許容値 $F_{sa} = 1.50$

$\sum V$: 底版下面における全鉛直荷重 (kN)

$\sum H$: 水平荷重 (kN)

μ : 擁壁底面と基礎地盤の間の摩擦係数

$$\mu = 0.600$$

C : 擁壁底面と基礎地盤の間の付着力 $C = 0.0 \text{ (kN/m}^2\text{)}$

B : 擁壁の底版幅 $B = 1.500 \text{ (m)}$

L : 擁壁の奥行き(計算幅) $L = 1.000 \text{ (m)}$

2) 転倒に対する検討

つま先から合力の作用点までの距離および、合力の作用点の底版中央からの偏心距離は次式により求める。

$$d = \frac{\Sigma Mr - \Sigma Mo}{\Sigma V}$$

$$e = \frac{B}{2} - d$$

ここに、

d : つま先から合力の作用点までの距離 (m)

e : 合力の作用点の底版中央からの偏心距離 (m)

ΣV : 底版下面における全鉛直荷重 (kN)

ΣMr : つま先まわりの抵抗モーメント (kN・m)

ΣMo : つま先まわりの転倒モーメント (kN・m)

B : 擁壁の底版幅 $B = 1.500$ (m)

転倒に対する安定条件として、合力の作用点までの距離 d は次式を満足するものとする。

$$d > \frac{1}{2} B$$

3) 支持に対する検討

地盤反力度は次式により求める。

$B / 6 \geq e \geq 0$ のとき

$$\left. \begin{matrix} q_1 \\ q_2 \end{matrix} \right\} = \frac{\Sigma V}{B \cdot L} \left(1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right)$$

$e > B / 6$ のとき

$$q_1 = \frac{2 \cdot \Sigma V}{3 \cdot d \cdot L}$$

ここに、

- q_1, q_2 : 地盤反力度 (kN/m^2)
- ΣV : 鉛直荷重 (kN)
- B : 擁壁の底版幅 $B = 1.500$ (m)
- L : 擁壁の奥行き (計算幅) $L = 1.000$ (m)
- e : 合力の作用点の底版中央からの偏心距離 (m)
- d : つま先から合力の作用点までの距離 (m)

$e < 0$ のとき

擁壁底面の鉛直地盤反力度は、底面地盤と背面地盤に支持された構造体として、擁壁本体を剛体と仮定し、底面の地盤バネと背面の地盤バネを考慮した弾性バネ上のはりモデル「地盤バネモデルによる計算法」に基づく「簡便法」を用いて求める。

$$Q_t = \frac{\Sigma M - \kappa_d \cdot B \cdot \Sigma V}{B \cdot \sin \theta \cdot (1 - \kappa_d) + 1 \cdot \left(1 - \frac{\kappa_1}{3} \right)}$$

$$Q_v = \Sigma V - Q_t \cdot \sin \theta, \quad Q_H = \Sigma H + Q_t \cdot \cos \theta$$

$$q_1 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (2 - 3 \cdot \kappa_d)}{B \cdot L}, \quad q_2 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (3 \cdot \kappa_d - 1)}{B \cdot L}$$

ここに、

- l : 擁壁壁面長 (m)
- θ : 擁壁壁面傾斜角 $\theta = 26.57$ (°)
- ΣM : 擁壁底面つま先回りのモーメント ($\text{kN} \cdot \text{m}$)
- Q_v : 擁壁底面に発生する鉛直地盤反力 (kN)
- Q_H : 擁壁底面に発生する水平地盤反力 (kN)
- Q_t : 擁壁背面に発生する壁面地盤反力 (kN) $d \leq \kappa_d \cdot B$ の時は $Q_t = 0$ とする
- q_1 : 擁壁底面の前方に発生する鉛直地盤反力度 (kN/m^2)
- q_2 : 擁壁底面の後方に発生する鉛直地盤反力度 (kN/m^2)
- κ_1 : 壁面地盤反力度が発生する区間長 l_2 と擁壁壁面長 l との比 ($\kappa_1 = l_2 / l$)
- κ_d : つま先からの鉛直地盤反力の作用位置 d_q と擁壁底面幅 B との比 ($\kappa_d = d_q / B$)
- κ_1 、 κ_d は下表による。

荷重状態	自重のみの場合	荷重の組合せに土圧や地震時慣性力などを考慮する場合		
背面勾配	——	1:0.3	1:0.4	1:0.5
κ_1	1.00	0.50	0.60	0.70
κ_d	0.58	0.56		

背面勾配 1:0.5 より、荷重の組合せに土圧や地震時慣性力などを考慮する場合は $\kappa_1 = 0.70$ を用いる。

この q_1 および q_2 は次式を満足しなければならない。

$$\left. \begin{matrix} q_1 \\ q_2 \end{matrix} \right\} \leq q_a$$

ここに、

$$q_a : \text{地盤の許容支持力度} \quad q_a = 300 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

5.2 計算結果

5.2.1 載荷重あり

(1) ブロック各段の検討

1) 滑動の検討

$$F_s = \frac{\sum V \cdot \mu}{\sum H} \geq F_{sa}$$

	摩擦係数 μ	鉛直荷重 V (kN)	水平荷重 H (kN)	安全率 Fs 1.50	判定
1段目	0.600	197.68	69.82	1.70	O. K.

2) 転倒の検討

$$d = \frac{\sum Mr - \sum Mo}{\sum V}$$

	モーメント		鉛直荷重 V (kN)	底版幅 B (m)	作用位置(許容値)		判定
	抵抗 Mr (kN・m)	転倒 Mo (kN・m)			d (m)	1/2 B (m)	
1段目	467.88	158.28	197.68	1.300	1.566	0.650	O. K.

(2) 基礎部の検討

『設計荷重』荷重の総括より、

$$\sum V = 204.09 \quad (\text{kN})$$

$$\sum H = 74.06 \quad (\text{kN})$$

$$\sum Mr = 502.02 \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

$$\sum Mo = 172.78 \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

1) 滑動に対する安定

$$F_s = \frac{\sum V \cdot \mu + c \cdot B \cdot L}{\sum H} = \frac{204.09 \times 0.600 + 0.0 \times 1.500 \times 1.000}{74.06}$$

$$= 1.65 \geq F_{sa} = 1.50$$

よって、滑動安全率は安定条件を満足している。

2) 転倒に対する安定

つま先から合力 R の作用点までの距離

$$d = \frac{\sum Mr - \sum Mo}{\sum V} = \frac{502.02 - 172.78}{204.09} = 1.613 \quad (\text{m})$$

合力 R の作用点の底版中央からの偏心距離

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{1.500}{2} - 1.613 = -0.863 \quad (\text{m})$$

$$d = 1.613 \quad (\text{m}) > 1/2 B = 0.750 \quad (\text{m})$$

よって、合力位置は安定条件を満足している。

3) 支持に対する安定

最大地盤反力度

$e = -0.863 < 0.000$ (m) より、「簡便法」にて計算を行った。

$$Q_t = \frac{\Sigma M - \kappa_d \cdot B \cdot \Sigma V}{B \cdot \sin \theta \cdot (1 - \kappa_d) + 1 \cdot \left(1 - \frac{\kappa_1}{3}\right)}$$

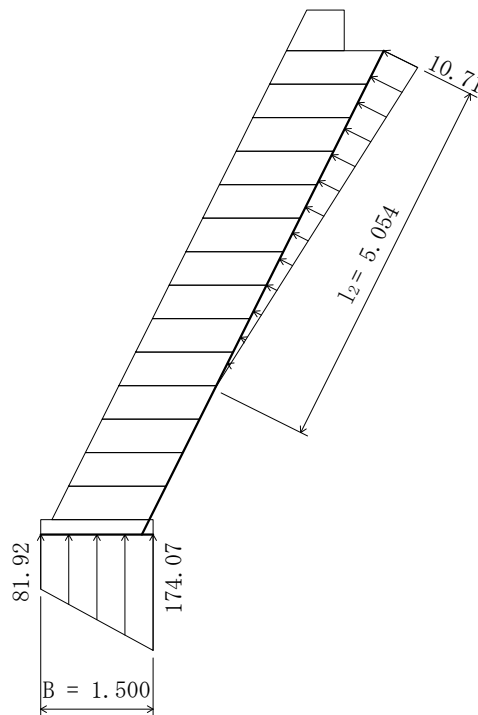
$$= \frac{329.24 - 0.56 \times 1.500 \times 204.09}{1.500 \times \sin 26.57 \times (1 - 0.56) + 7.220 \times \left(1 - \frac{0.70}{3}\right)} = 27.06 \text{ (kN)}$$

$$q_t = \frac{2 \cdot Q_t}{\kappa_1 \cdot 1} = \frac{2 \times 27.06}{0.70 \times 7.220} = 10.71 \text{ (kN/m)}$$

$$Q_v = \Sigma V - Q_t \cdot \sin \theta = 204.09 - 27.06 \times \sin 26.57 = 191.99 \text{ (kN)}$$

$$q_1 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (2 - 3 \cdot \kappa_d)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 191.99 \times (2 - 3 \times 0.56)}{1.500 \times 1.000} = 81.92 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$q_2 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (3 \cdot \kappa_d - 1)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 191.99 \times (3 \times 0.56 - 1)}{1.500 \times 1.000} = 174.07 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$



$$q_2 = 174.07 \leq q_a = 300 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

よって、地盤反力度は安定条件を満足している。

4) 主働土圧が作用しない状態の照査

主働土圧が作用しない状態の支持の検討を行う。

『設計荷重』荷重の総括より、

$$\begin{aligned}\Sigma V &= 212.62 & (\text{kN}) \\ \Sigma H &= 0.00 & (\text{kN}) \\ \Sigma M_r &= 523.49 & (\text{kN} \cdot \text{m}) \\ \Sigma M_o &= 0.00 & (\text{kN} \cdot \text{m})\end{aligned}$$

最大地盤反力度

「簡便法」にて計算を行った。

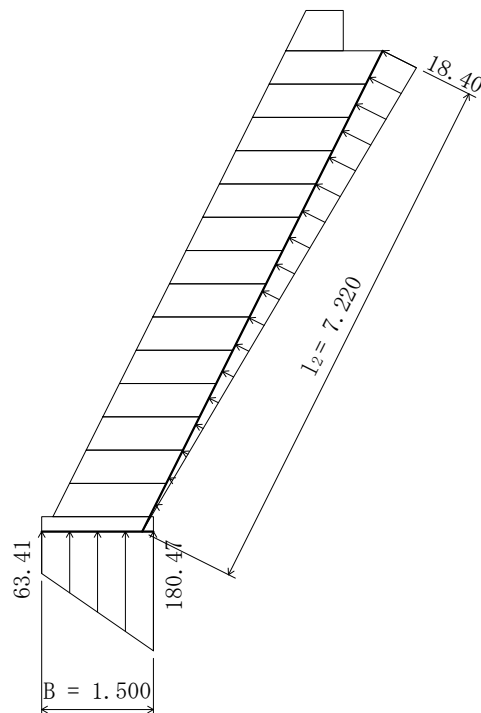
$$\begin{aligned}Q_t &= \frac{\Sigma M - \kappa_d \cdot B \cdot \Sigma V}{B \cdot \sin \theta \cdot (1 - \kappa_d) + l \cdot \left(1 - \frac{\kappa_1}{3}\right)} \\ &= \frac{523.49 - 0.58 \times 1.500 \times 212.62}{1.500 \times \sin 26.57 \times (1 - 0.58) + 7.220 \times \left(1 - \frac{1.00}{3}\right)} = 66.44 \text{ (kN)}\end{aligned}$$

$$q_t = \frac{2 \cdot Q_t}{\kappa_1 \cdot l} = \frac{2 \times 66.44}{1.00 \times 7.220} = 18.40 \text{ (kN/m)}$$

$$Q_v = \Sigma V - Q_t \cdot \sin \theta = 212.62 - 66.44 \times \sin 26.57 = 182.91 \text{ (kN)}$$

$$q_1 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (2 - 3 \cdot \kappa_d)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 182.91 \times (2 - 3 \times 0.58)}{1.500 \times 1.000} = 63.41 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$q_2 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (3 \cdot \kappa_d - 1)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 182.91 \times (3 \times 0.58 - 1)}{1.500 \times 1.000} = 180.47 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$



$$q_2 = 180.47 \leq q_a = 300 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

よって、地盤反力度は安定条件を満足している。

5.2.2 載荷重なし

(1) ブロック各段の検討

1) 滑動の検討

$$F_s = \frac{\sum V \cdot \mu}{\sum H} \geq F_{sa}$$

	摩擦係数 μ	鉛直荷重 V (kN)	水平荷重 H (kN)	安全率 Fs 1.50	判定
1段目	0.600	192.39	69.82	1.65	O. K.

2) 転倒の検討

$$d = \frac{\sum M_r - \sum M_o}{\sum V}$$

	モーメント		鉛直荷重 V (kN)	底版幅 B (m)	作用位置(許容値)		判定
	抵抗 Mr (kN・m)	転倒 Mo (kN・m)			d (m)	1/2 B (m)	
1段目	445.85	158.28	192.39	1.300	1.495	0.650	O. K.

(2) 基礎部の検討

『設計荷重』荷重の総括より、

$$\sum V = 198.80 \quad (\text{kN})$$

$$\sum H = 74.06 \quad (\text{kN})$$

$$\sum M_r = 479.19 \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

$$\sum M_o = 172.78 \quad (\text{kN} \cdot \text{m})$$

1) 滑動に対する安定

$$F_s = \frac{\sum V \cdot \mu + c \cdot B \cdot L}{\sum H} = \frac{198.80 \times 0.600 + 0.0 \times 1.500 \times 1.000}{74.06}$$

$$= 1.61 \geq F_{sa} = 1.50$$

よって、滑動安全率は安定条件を満足している。

2) 転倒に対する安定

つま先から合力 R の作用点までの距離

$$d = \frac{\sum M_r - \sum M_o}{\sum V} = \frac{479.19 - 172.78}{198.80} = 1.541 \quad (\text{m})$$

合力 R の作用点の底版中央からの偏心距離

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{1.500}{2} - 1.541 = -0.791 \quad (\text{m})$$

$$d = 1.541 \quad (\text{m}) > 1/2 B = 0.750 \quad (\text{m})$$

よって、合力位置は安定条件を満足している。

3) 支持に対する安定

最大地盤反力度

$e = -0.791 < 0.000$ (m) より、「簡便法」にて計算を行った。

$$Q_t = \frac{\Sigma M - \kappa_d \cdot B \cdot \Sigma V}{B \cdot \sin \theta \cdot (1 - \kappa_d) + 1 \cdot \left(1 - \frac{\kappa_1}{3}\right)}$$

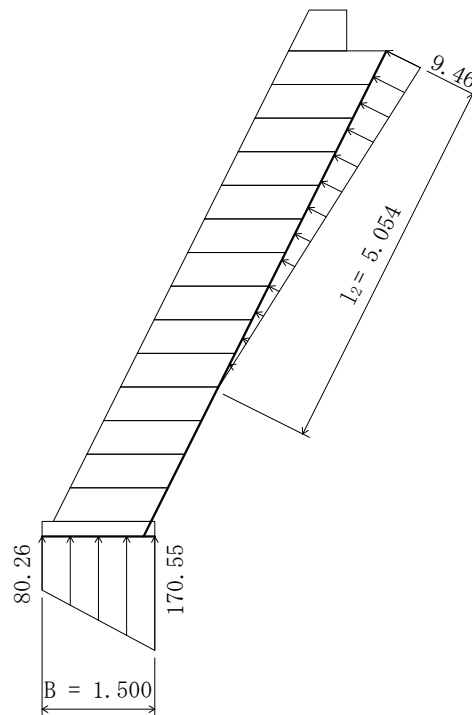
$$= \frac{306.41 - 0.56 \times 1.500 \times 198.80}{1.500 \times \sin 26.57 \times (1 - 0.56) + 7.220 \times \left(1 - \frac{0.70}{3}\right)} = 23.91 \text{ (kN)}$$

$$q_t = \frac{2 \cdot Q_t}{\kappa_1 \cdot 1} = \frac{2 \times 23.91}{0.70 \times 7.220} = 9.46 \text{ (kN/m)}$$

$$Q_v = \Sigma V - Q_t \cdot \sin \theta = 198.80 - 23.91 \times \sin 26.57 = 188.11 \text{ (kN)}$$

$$q_1 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (2 - 3 \cdot \kappa_d)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 188.11 \times (2 - 3 \times 0.56)}{1.500 \times 1.000} = 80.26 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$q_2 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (3 \cdot \kappa_d - 1)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 188.11 \times (3 \times 0.56 - 1)}{1.500 \times 1.000} = 170.55 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$



$$q_2 = 170.55 \leq q_a = 300 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

よって、地盤反力度は安定条件を満足している。

4) 主働土圧が作用しない状態の照査

主働土圧が作用しない状態の支持の検討を行う。

『設計荷重』 荷重の総括より、

$$\begin{aligned}\Sigma V &= 207.33 & (\text{kN}) \\ \Sigma H &= 0.00 & (\text{kN}) \\ \Sigma M_r &= 500.66 & (\text{kN} \cdot \text{m}) \\ \Sigma M_o &= 0.00 & (\text{kN} \cdot \text{m})\end{aligned}$$

最大地盤反力度

「簡便法」にて計算を行った。

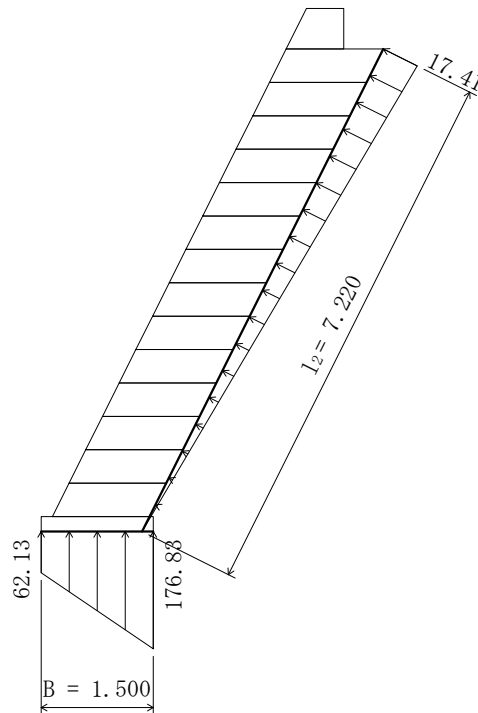
$$\begin{aligned}Q_t &= \frac{\Sigma M - \kappa_d \cdot B \cdot \Sigma V}{B \cdot \sin \theta \cdot (1 - \kappa_d) + l \cdot \left(1 - \frac{\kappa_1}{3}\right)} \\ &= \frac{500.66 - 0.58 \times 1.500 \times 207.33}{1.500 \times \sin 26.57 \times (1 - 0.58) + 7.220 \times \left(1 - \frac{1.00}{3}\right)} = 62.86 \text{ (kN)}\end{aligned}$$

$$q_t = \frac{2 \cdot Q_t}{\kappa_1 \cdot l} = \frac{2 \times 62.86}{1.00 \times 7.220} = 17.41 \text{ (kN/m)}$$

$$Q_v = \Sigma V - Q_t \cdot \sin \theta = 207.33 - 62.86 \times \sin 26.57 = 179.22 \text{ (kN)}$$

$$q_1 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (2 - 3 \cdot \kappa_d)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 179.22 \times (2 - 3 \times 0.58)}{1.500 \times 1.000} = 62.13 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$q_2 = \frac{2 \cdot Q_v \cdot (3 \cdot \kappa_d - 1)}{B \cdot L} = \frac{2 \times 179.22 \times (3 \times 0.58 - 1)}{1.500 \times 1.000} = 176.83 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$



$$q_2 = 176.83 \leq q_a = 300 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

よって、地盤反力度は安定条件を満足している。

§6 ブロック各段の部材断面設計

6.1 荷重の計算

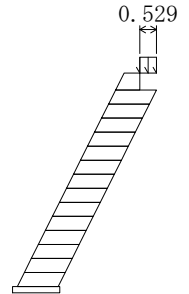
たて壁に作用する荷重は、以下の荷重を考慮する。

6.1.1 載荷重

地表面載荷重のうち擁壁上に載荷するものを鉛直荷重として考慮する。

(1) 活荷重(常時)

		荷重 q (kN/m ²)	作用幅 l (m)	L (m)	鉛直荷重 V (kN)	作用位置	
						X (m)	Y (m)
14段目	自動車荷重	10.0	0.529	1.000	5.29	1.259	0.989
13段目						1.483	1.436
12段目						1.706	1.883
11段目						1.930	2.330
10段目						2.153	2.777
9段目						2.377	3.224
8段目						2.600	3.671
7段目						2.824	4.118
6段目						3.047	4.565
5段目						3.271	5.012
4段目						3.494	5.459
3段目						3.718	5.906
2段目						3.941	6.353



6.1.2 土圧

『設計荷重』の土圧にて算出した土圧係数より土圧力を求める。
任意位置に作用する土圧強度および土圧合力

$$pa_i = Ka \cdot \gamma s \cdot h_i$$

$$Pa = \frac{(pa_1 + pa_2) \cdot (h_2 - h_1)}{2}$$

鉛直荷重・水平荷重

$$V = Pa \cdot \sin(\delta + \alpha) \cdot L$$

$$H = Pa \cdot \cos(\delta + \alpha) \cdot L$$

ここに、

- pa_i : 各高さにおける土圧強度 (kN/m²)
- Ka : 土圧係数
- γs : 裏込め土の単位体積重量 $\gamma s = 19.00$ (kN/m³)
- h_i : 土圧強度算出位置からの地表面までの高さ (m)
- Pa : 主働土圧合力 (kN/m)
- h_1, h_2 : 上, 下部位置 (m)
- pa_1, pa_2 : 上, 下部位置の土圧強度 (kN/m²)
- V, H : 鉛直荷重, 水平荷重 (kN)
- δ : 壁面摩擦角 $\delta = 20.00(^{\circ})$
- α : 土圧作用面と鉛直面のなす角 $\alpha = -26.57(^{\circ})$
- L : 擁壁の奥行き (計算幅) $L = 1.000$ (m)

1) 各高さにおける土圧強度と土圧合力

	高さ h_1, h_2 (m)	土圧係数 K_a	土圧強度 pa_1, pa_2 (kN/m ²)	作用高さ $h_2 - h_1$ (m)	土圧合力 P_a (kN/m)
14段目	0.000 0.989	0.160	0.000 3.007	0.989	1.49
13段目	0.000 1.436	0.160	0.000 4.365	1.436	3.13
12段目	0.000 1.883	0.160	0.000 5.724	1.883	5.39
11段目	0.000 2.330	0.160	0.000 7.083	2.330	8.25
10段目	0.000 2.777	0.160	0.000 8.442	2.777	11.72
9段目	0.000 3.224	0.160	0.000 9.801	3.224	15.80
8段目	0.000 3.671	0.160	0.000 11.160	3.671	20.48
7段目	0.000 4.118	0.160	0.000 12.519	4.118	25.78
6段目	0.000 4.565	0.160	0.000 13.878	4.565	31.68
5段目	0.000 5.012	0.160	0.000 15.236	5.012	38.18
4段目	0.000 5.459	0.160	0.000 16.595	5.459	45.30
3段目	0.000 5.906	0.160	0.000 17.954	5.906	53.02
2段目	0.000 6.353	0.160	0.000 19.313	6.353	61.35

2) 各ブロックに作用する土圧の鉛直荷重・水平荷重

	土圧合力 P_a (kN/m)	摩擦角 δ (°)	傾斜角 α (°)	荷 重		作用位置	
				鉛直 V (kN)	水平 H (kN)	x (m)	y (m)
14段目	1.49	20.00	-26.57	-0.17	1.48	1.465	0.330
13段目	3.13	20.00	-26.57	-0.36	3.11	1.539	0.479
12段目	5.39	20.00	-26.57	-0.62	5.35	1.614	0.628
11段目	8.25	20.00	-26.57	-0.94	8.20	1.688	0.777
10段目	11.72	20.00	-26.57	-1.34	11.64	1.763	0.926
9段目	15.80	20.00	-26.57	-1.81	15.70	1.837	1.075
8段目	20.48	20.00	-26.57	-2.34	20.35	1.912	1.224
7段目	25.78	20.00	-26.57	-2.95	25.61	1.986	1.373
6段目	31.68	20.00	-26.57	-3.62	31.47	2.061	1.522
5段目	38.18	20.00	-26.57	-4.37	37.93	2.135	1.671
4段目	45.30	20.00	-26.57	-5.18	45.00	2.210	1.820
3段目	53.02	20.00	-26.57	-6.07	52.67	2.284	1.969
2段目	61.35	20.00	-26.57	-7.02	60.95	2.359	2.118

6.1.3 壁背面の地盤反力

壁背面に作用する地盤反力を考慮した。「安定計算」より、各段に作用する地盤反力は以下の通りとなる。

壁背面地盤反力は次式より求められる。

$$Q_{tz} = \frac{2 \cdot l_2 - z'}{l_2^2} \cdot Q_t \cdot z'$$

鉛直水平荷重は次式より求められる。

$$H = Q_{tz} \cdot \cos \theta$$

$$V = -Q_{tz} \cdot \sin \theta$$

ここに、

z : 擁壁天端から照査断面位置又は反力分布下端までの長さ (m)

Q_{tz} : 高さ z の位置における壁面地盤反力 (kN)

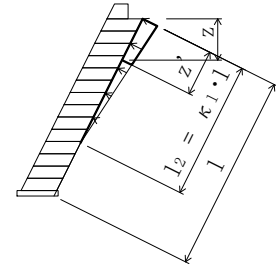
Q_t : 擁壁背面に発生する壁面地盤反力 (kN)

l_2 : 壁面地盤反力度が発生する区間長 $l_2 = 5.054$ (m)

z' : 高さ z の位置における壁面長 $z' = z / \cos \theta$ (m)

V, H : 壁面地盤反力の鉛直、水平成分 (kN)

θ : 壁背面傾斜角 $\theta = 26.57$ (°)



(1) 載荷重あり

$$Q_t = 27.06 \text{ (kN)}$$

	z (m)	z' (m)	Q _{tz} (kN)	荷 重		作用位置	
				V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)
14段目	0.447	0.500	5.09	-2.28	4.55	1.414	0.227
13段目	0.894	1.000	9.65	-4.32	8.63	1.532	0.463
12段目	1.341	1.499	13.68	-6.12	12.24	1.655	0.709
11段目	1.788	1.999	17.18	-7.68	15.37	1.784	0.967
10段目	2.235	2.499	20.15	-9.01	18.02	1.920	1.240
9段目	2.682	2.999	22.59	-10.10	20.21	2.065	1.530
8段目	3.129	3.498	24.50	-10.96	21.91	2.221	1.841
7段目	3.576	3.998	25.88	-11.57	23.15	2.389	2.178
6段目	4.023	4.498	26.74	-11.96	23.92	2.575	2.549
5段目	4.470	4.998	27.06	-12.10	24.20	2.782	2.964
4段目	4.520	5.054	27.06	-12.10	24.20	3.006	3.410
3段目	4.520	5.054	27.06	-12.10	24.20	3.229	3.857
2段目	4.520	5.054	27.06	-12.10	24.20	3.453	4.304

(2) 載荷重なし

$$Q_t = 23.91 \text{ (kN)}$$

	z (m)	z' (m)	Q _{tz} (kN)	荷 重		作用位置	
				V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)
14段目	0.447	0.500	4.49	-2.01	4.02	1.414	0.227
13段目	0.894	1.000	8.52	-3.81	7.62	1.532	0.463
12段目	1.341	1.499	12.08	-5.40	10.80	1.655	0.709
11段目	1.788	1.999	15.17	-6.78	13.57	1.784	0.967
10段目	2.235	2.499	17.79	-7.96	15.91	1.920	1.240
9段目	2.682	2.999	19.95	-8.92	17.84	2.065	1.530
8段目	3.129	3.498	21.64	-9.68	19.36	2.221	1.841
7段目	3.576	3.998	22.86	-10.22	20.45	2.389	2.178
6段目	4.023	4.498	23.62	-10.56	21.13	2.575	2.549
5段目	4.470	4.998	23.90	-10.69	21.38	2.782	2.964
4段目	4.520	5.054	23.91	-10.69	21.39	3.006	3.410
3段目	4.520	5.054	23.91	-10.69	21.39	3.229	3.857
2段目	4.520	5.054	23.91	-10.69	21.39	3.453	4.304

6.2 設計荷重の集計

原点0における荷重の集計を行う。

(1) 載荷重あり

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
14段目	自重	14段目	21.30		0.729	0.401	15.53	
	製品上の土砂		5.45		1.260	0.718	6.87	
	載荷重		5.29		1.259	0.989	6.66	
	土圧		-0.17	1.48	1.465	0.330	-0.25	0.49
	地盤反力		-2.28	4.55	1.414	0.227	-3.22	1.03
合 計 Σ			29.59	6.03			25.59	1.52
13段目	自重	14段目	21.30		0.953	0.848	20.30	
		13段目	13.36		0.762	0.224	10.18	
	製品上の土砂		5.45		1.483	1.165	8.08	
	載荷重		5.29		1.483	1.436	7.85	
	土圧		-0.36	3.11	1.539	0.479	-0.55	1.49
	地盤反力		-4.32	8.63	1.532	0.463	-6.62	4.00
合 計 Σ			40.72	11.74			39.24	5.49
12段目	自重	14段目	21.30		1.176	1.295	25.05	
		13段目	13.36		0.986	0.671	13.17	
		12段目	13.36		0.762	0.224	10.18	
	製品上の土砂		5.45		1.707	1.612	9.30	
	載荷重		5.29		1.706	1.883	9.02	
	土圧		-0.62	5.35	1.614	0.628	-1.00	3.36
	地盤反力		-6.12	12.24	1.655	0.709	-10.13	8.68
合 計 Σ			52.02	17.59			55.59	12.04
11段目	自重	14段目	21.30		1.400	1.742	29.82	
		13段目	13.36		1.209	1.118	16.15	
		12段目	13.36		0.986	0.671	13.17	
		11段目	13.36		0.762	0.224	10.18	
	製品上の土砂		5.45		1.930	2.059	10.52	
	載荷重		5.29		1.930	2.330	10.21	
	土圧		-0.94	8.20	1.688	0.777	-1.59	6.37
	地盤反力		-7.68	15.37	1.784	0.967	-13.70	14.86
合 計 Σ			63.50	23.57			74.76	21.23
10段目	自重	14段目	21.30		1.623	2.189	34.57	
		13段目	13.36		1.433	1.565	19.14	
		12段目	13.36		1.209	1.118	16.15	
		11段目	13.36		0.986	0.671	13.17	
		10段目	13.36		0.762	0.224	10.18	
	製品上の土砂		5.45		2.154	2.506	11.74	
	載荷重		5.29		2.153	2.777	11.39	
	土圧		-1.34	11.64	1.763	0.926	-2.36	10.78
	地盤反力		-9.01	18.02	1.920	1.240	-17.30	22.34
合 計 Σ			75.13	29.66			96.68	33.12

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V・x (kN・m)	Mo = H・y (kN・m)
9段目	自重	14段目	21.30		1.847	2.636	39.34	
		13段目	13.36		1.656	2.012	22.12	
		12段目	13.36		1.433	1.565	19.14	
		11段目	13.36		1.209	1.118	16.15	
		10段目	13.36		0.986	0.671	13.17	
		9段目	13.36		0.762	0.224	10.18	
	製品上の土砂		5.45		2.377	2.953	12.95	
	載荷重		5.29		2.377	3.224	12.57	
	土圧		-1.81	15.70	1.837	1.075	-3.32	16.88
地盤反力		-10.10	20.21	2.065	1.530	-20.86	30.92	
合 計 Σ			86.93	35.91			121.44	47.80
8段目	自重	14段目	21.30		2.070	3.083	44.09	
		13段目	13.36		1.880	2.459	25.12	
		12段目	13.36		1.656	2.012	22.12	
		11段目	13.36		1.433	1.565	19.14	
		10段目	13.36		1.209	1.118	16.15	
		9段目	13.36		0.986	0.671	13.17	
		8段目	13.36		0.762	0.224	10.18	
	製品上の土砂		5.45		2.601	3.400	14.18	
	載荷重		5.29		2.600	3.671	13.75	
	土圧		-2.34	20.35	1.912	1.224	-4.47	24.91
地盤反力		-10.96	21.91	2.221	1.841	-24.34	40.34	
合 計 Σ			98.90	42.26			149.09	65.25
7段目	自重	14段目	21.30		2.294	3.530	48.86	
		13段目	13.36		2.103	2.906	28.10	
		12段目	13.36		1.880	2.459	25.12	
		11段目	13.36		1.656	2.012	22.12	
		10段目	13.36		1.433	1.565	19.14	
		9段目	13.36		1.209	1.118	16.15	
		8段目	13.36		0.986	0.671	13.17	
		7段目	13.36		0.762	0.224	10.18	
	製品上の土砂		5.45		2.824	3.847	15.39	
	載荷重		5.29		2.824	4.118	14.94	
	土圧		-2.95	25.61	1.986	1.373	-5.86	35.16
	地盤反力		-11.57	23.15	2.389	2.178	-27.64	50.42
合 計 Σ			111.04	48.76			179.67	85.58

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V・x (kN・m)	Mo = H・y (kN・m)
6段目	自重	14段目	21.30		2.517	3.977	53.61	
		13段目	13.36		2.327	3.353	31.09	
		12段目	13.36		2.103	2.906	28.10	
		11段目	13.36		1.880	2.459	25.12	
		10段目	13.36		1.656	2.012	22.12	
		9段目	13.36		1.433	1.565	19.14	
		8段目	13.36		1.209	1.118	16.15	
		7段目	13.36		0.986	0.671	13.17	
		6段目	13.36		0.762	0.224	10.18	
	製品上の土砂		5.45		3.048	4.294	16.61	
	載荷重		5.29		3.047	4.565	16.12	
	土圧		-3.62	31.47	2.061	1.522	-7.46	47.90
	地盤反力		-11.96	23.92	2.575	2.549	-30.80	60.97
合 計 Σ			123.34	55.39			213.15	108.87
5段目	自重	14段目	21.30		2.741	4.424	58.38	
		13段目	13.36		2.550	3.800	34.07	
		12段目	13.36		2.327	3.353	31.09	
		11段目	13.36		2.103	2.906	28.10	
		10段目	13.36		1.880	2.459	25.12	
		9段目	13.36		1.656	2.012	22.12	
		8段目	13.36		1.433	1.565	19.14	
		7段目	13.36		1.209	1.118	16.15	
		6段目	13.36		0.986	0.671	13.17	
		5段目	13.36		0.762	0.224	10.18	
	製品上の土砂		5.45		3.271	4.741	17.83	
	載荷重		5.29		3.271	5.012	17.30	
	土圧		-4.37	37.93	2.135	1.671	-9.33	63.38
	地盤反力		-12.10	24.20	2.782	2.964	-33.66	71.73
合 計 Σ			135.81	62.13			249.66	135.11
4段目	自重	14段目	21.30		2.964	4.871	63.13	
		13段目	13.36		2.774	4.247	37.06	
		12段目	13.36		2.550	3.800	34.07	
		11段目	13.36		2.327	3.353	31.09	
		10段目	13.36		2.103	2.906	28.10	
		9段目	13.36		1.880	2.459	25.12	
		8段目	13.36		1.656	2.012	22.12	
		7段目	13.36		1.433	1.565	19.14	
		6段目	13.36		1.209	1.118	16.15	
		5段目	13.36		0.986	0.671	13.17	
		4段目	13.36		0.762	0.224	10.18	
	製品上の土砂		5.45		3.495	5.188	19.05	
	載荷重		5.29		3.494	5.459	18.48	
	土圧		-5.18	45.00	2.210	1.820	-11.45	81.90
	地盤反力		-12.10	24.20	3.006	3.410	-36.37	82.52
合 計 Σ			148.36	69.20			289.04	164.42

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V・x (kN・m)	Mo = H・y (kN・m)
3段目	自重	14段目	21.30		3.188	5.318	67.90	
		13段目	13.36		2.997	4.694	40.04	
		12段目	13.36		2.774	4.247	37.06	
		11段目	13.36		2.550	3.800	34.07	
		10段目	13.36		2.327	3.353	31.09	
		9段目	13.36		2.103	2.906	28.10	
		8段目	13.36		1.880	2.459	25.12	
		7段目	13.36		1.656	2.012	22.12	
		6段目	13.36		1.433	1.565	19.14	
		5段目	13.36		1.209	1.118	16.15	
		4段目	13.36		0.986	0.671	13.17	
		3段目	13.36		0.762	0.224	10.18	
		製品上の土砂		5.45		3.718	5.635	20.26
載荷重		5.29		3.718	5.906	19.67		
土圧		-6.07	52.67	2.284	1.969	-13.86	103.71	
地盤反力		-12.10	24.20	3.229	3.857	-39.07	93.34	
合 計 Σ			160.83	76.87			331.14	197.05
2段目	自重	14段目	21.30		3.411	5.765	72.65	
		13段目	13.36		3.221	5.141	43.03	
		12段目	13.36		2.997	4.694	40.04	
		11段目	13.36		2.774	4.247	37.06	
		10段目	13.36		2.550	3.800	34.07	
		9段目	13.36		2.327	3.353	31.09	
		8段目	13.36		2.103	2.906	28.10	
		7段目	13.36		1.880	2.459	25.12	
		6段目	13.36		1.656	2.012	22.12	
		5段目	13.36		1.433	1.565	19.14	
		4段目	13.36		1.209	1.118	16.15	
		3段目	13.36		0.986	0.671	13.17	
		2段目	13.36		0.762	0.224	10.18	
製品上の土砂		5.45		3.942	6.082	21.48		
載荷重		5.29		3.941	6.353	20.85		
土圧		-7.02	60.95	2.359	2.118	-16.56	129.09	
地盤反力		-12.10	24.20	3.453	4.304	-41.78	104.16	
合 計 Σ			173.24	85.15			375.91	233.25

(2) 載荷重なし

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V・x (kN・m)	Mo = H・y (kN・m)
14段目	自重	14段目	21.30		0.729	0.401	15.53	
	製品上の土砂		5.45		1.260	0.718	6.87	
	土圧		-0.17	1.48	1.465	0.330	-0.25	0.49
	地盤反力		-2.01	4.02	1.414	0.227	-2.84	0.91
合 計 Σ			24.57	5.50			19.31	1.40
13段目	自重	14段目	21.30		0.953	0.848	20.30	
		13段目	13.36		0.762	0.224	10.18	
	製品上の土砂		5.45		1.483	1.165	8.08	
	土圧		-0.36	3.11	1.539	0.479	-0.55	1.49
	地盤反力		-3.81	7.62	1.532	0.463	-5.84	3.53
合 計 Σ			35.94	10.73			32.17	5.02
12段目	自重	14段目	21.30		1.176	1.295	25.05	
		13段目	13.36		0.986	0.671	13.17	
		12段目	13.36		0.762	0.224	10.18	
	製品上の土砂		5.45		1.707	1.612	9.30	
	土圧		-0.62	5.35	1.614	0.628	-1.00	3.36
	地盤反力		-5.40	10.80	1.655	0.709	-8.94	7.66
	合 計 Σ		47.45	16.15			47.76	11.02
11段目	自重	14段目	21.30		1.400	1.742	29.82	
		13段目	13.36		1.209	1.118	16.15	
		12段目	13.36		0.986	0.671	13.17	
		11段目	13.36		0.762	0.224	10.18	
	製品上の土砂		5.45		1.930	2.059	10.52	
	土圧		-0.94	8.20	1.688	0.777	-1.59	6.37
	地盤反力		-6.78	13.57	1.784	0.967	-12.10	13.12
	合 計 Σ		59.11	21.77			66.15	19.49
10段目	自重	14段目	21.30		1.623	2.189	34.57	
		13段目	13.36		1.433	1.565	19.14	
		12段目	13.36		1.209	1.118	16.15	
		11段目	13.36		0.986	0.671	13.17	
		10段目	13.36		0.762	0.224	10.18	
	製品上の土砂		5.45		2.154	2.506	11.74	
	土圧		-1.34	11.64	1.763	0.926	-2.36	10.78
	地盤反力		-7.96	15.91	1.920	1.240	-15.28	19.73
合 計 Σ			70.89	27.55			87.31	30.51
9段目	自重	14段目	21.30		1.847	2.636	39.34	
		13段目	13.36		1.656	2.012	22.12	
		12段目	13.36		1.433	1.565	19.14	
		11段目	13.36		1.209	1.118	16.15	
		10段目	13.36		0.986	0.671	13.17	
		9段目	13.36		0.762	0.224	10.18	
	製品上の土砂		5.45		2.377	2.953	12.95	
	土圧		-1.81	15.70	1.837	1.075	-3.32	16.88
	地盤反力		-8.92	17.84	2.065	1.530	-18.42	27.30
合 計 Σ			82.82	33.54			111.31	44.18

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V・x (kN・m)	Mo = H・y (kN・m)
8段目	自重	14段目	21.30		2.070	3.083	44.09	
		13段目	13.36		1.880	2.459	25.12	
		12段目	13.36		1.656	2.012	22.12	
		11段目	13.36		1.433	1.565	19.14	
		10段目	13.36		1.209	1.118	16.15	
		9段目	13.36		0.986	0.671	13.17	
		8段目	13.36		0.762	0.224	10.18	
	製品上の土砂		5.45		2.601	3.400	14.18	
	土圧		-2.34	20.35	1.912	1.224	-4.47	24.91
地盤反力		-9.68	19.36	2.221	1.841	-21.50	35.64	
合 計 Σ			94.89	39.71			138.18	60.55
7段目	自重	14段目	21.30		2.294	3.530	48.86	
		13段目	13.36		2.103	2.906	28.10	
		12段目	13.36		1.880	2.459	25.12	
		11段目	13.36		1.656	2.012	22.12	
		10段目	13.36		1.433	1.565	19.14	
		9段目	13.36		1.209	1.118	16.15	
		8段目	13.36		0.986	0.671	13.17	
	7段目	13.36		0.762	0.224	10.18		
	製品上の土砂		5.45		2.824	3.847	15.39	
土圧		-2.95	25.61	1.986	1.373	-5.86	35.16	
地盤反力		-10.22	20.45	2.389	2.178	-24.42	44.54	
合 計 Σ			107.10	46.06			167.95	79.70
6段目	自重	14段目	21.30		2.517	3.977	53.61	
		13段目	13.36		2.327	3.353	31.09	
		12段目	13.36		2.103	2.906	28.10	
		11段目	13.36		1.880	2.459	25.12	
		10段目	13.36		1.656	2.012	22.12	
		9段目	13.36		1.433	1.565	19.14	
		8段目	13.36		1.209	1.118	16.15	
	7段目	13.36		0.986	0.671	13.17		
	6段目	13.36		0.762	0.224	10.18		
製品上の土砂		5.45		3.048	4.294	16.61		
土圧		-3.62	31.47	2.061	1.522	-7.46	47.90	
地盤反力		-10.56	21.13	2.575	2.549	-27.19	53.86	
合 計 Σ			119.45	52.60			200.64	101.76

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V・x (kN・m)	Mo = H・y (kN・m)
5段目	自重	14段目	21.30		2.741	4.424	58.38	
		13段目	13.36		2.550	3.800	34.07	
		12段目	13.36		2.327	3.353	31.09	
		11段目	13.36		2.103	2.906	28.10	
		10段目	13.36		1.880	2.459	25.12	
		9段目	13.36		1.656	2.012	22.12	
		8段目	13.36		1.433	1.565	19.14	
		7段目	13.36		1.209	1.118	16.15	
		6段目	13.36		0.986	0.671	13.17	
		5段目	13.36		0.762	0.224	10.18	
	製品上の土砂		5.45		3.271	4.741	17.83	
	土圧		-4.37	37.93	2.135	1.671	-9.33	63.38
	地盤反力		-10.69	21.38	2.782	2.964	-29.74	63.37
合 計 Σ			131.93	59.31			236.28	126.75
4段目	自重	14段目	21.30		2.964	4.871	63.13	
		13段目	13.36		2.774	4.247	37.06	
		12段目	13.36		2.550	3.800	34.07	
		11段目	13.36		2.327	3.353	31.09	
		10段目	13.36		2.103	2.906	28.10	
		9段目	13.36		1.880	2.459	25.12	
		8段目	13.36		1.656	2.012	22.12	
		7段目	13.36		1.433	1.565	19.14	
		6段目	13.36		1.209	1.118	16.15	
		5段目	13.36		0.986	0.671	13.17	
		4段目	13.36		0.762	0.224	10.18	
	製品上の土砂		5.45		3.495	5.188	19.05	
	土圧		-5.18	45.00	2.210	1.820	-11.45	81.90
	地盤反力		-10.69	21.39	3.006	3.410	-32.13	72.94
合 計 Σ			144.48	66.39			274.80	154.84
3段目	自重	14段目	21.30		3.188	5.318	67.90	
		13段目	13.36		2.997	4.694	40.04	
		12段目	13.36		2.774	4.247	37.06	
		11段目	13.36		2.550	3.800	34.07	
		10段目	13.36		2.327	3.353	31.09	
		9段目	13.36		2.103	2.906	28.10	
		8段目	13.36		1.880	2.459	25.12	
		7段目	13.36		1.656	2.012	22.12	
		6段目	13.36		1.433	1.565	19.14	
		5段目	13.36		1.209	1.118	16.15	
		4段目	13.36		0.986	0.671	13.17	
		3段目	13.36		0.762	0.224	10.18	
	製品上の土砂		5.45		3.718	5.635	20.26	
	土圧		-6.07	52.67	2.284	1.969	-13.86	103.71
	地盤反力		-10.69	21.39	3.229	3.857	-34.52	82.50
合 計 Σ			156.95	74.06			316.02	186.21

			荷 重		作用位置		モーメント	
			V (kN)	H (kN)	x (m)	y (m)	Mr = V · x (kN · m)	Mo = H · y (kN · m)
2段目	自重	14段目	21.30		3.411	5.765	72.65	
		13段目	13.36		3.221	5.141	43.03	
		12段目	13.36		2.997	4.694	40.04	
		11段目	13.36		2.774	4.247	37.06	
		10段目	13.36		2.550	3.800	34.07	
		9段目	13.36		2.327	3.353	31.09	
		8段目	13.36		2.103	2.906	28.10	
		7段目	13.36		1.880	2.459	25.12	
		6段目	13.36		1.656	2.012	22.12	
		5段目	13.36		1.433	1.565	19.14	
		4段目	13.36		1.209	1.118	16.15	
		3段目	13.36		0.986	0.671	13.17	
		2段目	13.36		0.762	0.224	10.18	
	製品上の土砂		5.45		3.942	6.082	21.48	
	土圧		-7.02	60.95	2.359	2.118	-16.56	129.09
	地盤反力		-10.69	21.39	3.453	4.304	-36.91	92.06
合 計 Σ			169.36	82.34			359.93	221.15

6.3 設計断面力一覧

原点0における設計荷重の集計から、設計断面力を求める。

軸 力

$$N = \Sigma V \text{ (kN)}$$

せん断力

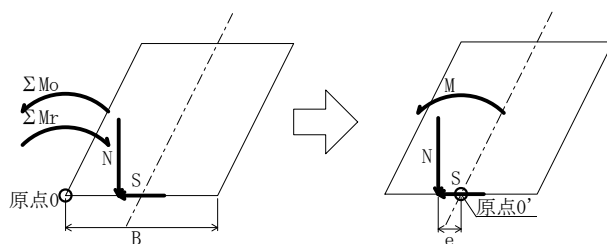
$$S = \Sigma H \text{ (kN)}$$

偏心距離

$$e = \frac{B}{2} - \frac{\Sigma Mr - \Sigma Mo}{N} \text{ (m)}$$

曲げモーメント

$$M = N \cdot e \text{ (kN} \cdot \text{m)}$$



(1) 載荷重あり

	底 面 幅 B (m)	軸 力 N (kN)	せん断力 S (kN)	原点0における モーメント		偏 心 距 e (m)	曲 げ モーメント M (kN・m)
				ΣMr (kN・m)	ΣMo (kN・m)		
14段目	1.300	29.59	6.03	25.59	1.52	-0.163	-4.82
13段目	1.300	40.72	11.74	39.24	5.49	-0.179	-7.29
12段目	1.300	52.02	17.59	55.59	12.04	-0.187	-9.73
11段目	1.300	63.50	23.57	74.76	21.23	-0.193	-12.26
10段目	1.300	75.13	29.66	96.68	33.12	-0.196	-14.73
9段目	1.300	86.93	35.91	121.44	47.80	-0.197	-17.13
8段目	1.300	98.90	42.26	149.09	65.25	-0.198	-19.58
7段目	1.300	111.04	48.76	179.67	85.58	-0.197	-21.87
6段目	1.300	123.34	55.39	213.15	108.87	-0.195	-24.05
5段目	1.300	135.81	62.13	249.66	135.11	-0.193	-26.21
4段目	1.300	148.36	69.20	289.04	164.42	-0.190	-28.19
3段目	1.300	160.83	76.87	331.14	197.05	-0.184	-29.59
2段目	1.300	173.24	85.15	375.91	233.25	-0.173	-29.97

(2) 載荷重なし

	底 面 幅 B (m)	軸 力 N (kN)	せん断力 S (kN)	原点0における モーメント		偏 心 距 e (m)	曲 げ モーメント M (kN・m)
				ΣMr (kN・m)	ΣMo (kN・m)		
14段目	1.300	24.57	5.50	19.31	1.40	-0.079	-1.94
13段目	1.300	35.94	10.73	32.17	5.02	-0.105	-3.77
12段目	1.300	47.45	16.15	47.76	11.02	-0.124	-5.88
11段目	1.300	59.11	21.77	66.15	19.49	-0.139	-8.22
10段目	1.300	70.89	27.55	87.31	30.51	-0.151	-10.70
9段目	1.300	82.82	33.54	111.31	44.18	-0.161	-13.33
8段目	1.300	94.89	39.71	138.18	60.55	-0.168	-15.94
7段目	1.300	107.10	46.06	167.95	79.70	-0.174	-18.64
6段目	1.300	119.45	52.60	200.64	101.76	-0.178	-21.26
5段目	1.300	131.93	59.31	236.28	126.75	-0.180	-23.75
4段目	1.300	144.48	66.39	274.80	154.84	-0.180	-26.01
3段目	1.300	156.95	74.06	316.02	186.21	-0.177	-27.78
2段目	1.300	169.36	82.34	359.93	221.15	-0.169	-28.62

6.4 実応力度の計算

6.4.1 無筋コンクリート長方形断面の応力度

無筋コンクリート長方形断面の応力度は以下の式で算出する。

縁応力度

$$\begin{matrix} \sigma_1 \\ \sigma_2 \end{matrix} = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{Z}$$

せん断応力度

$$\tau = \frac{S}{b \cdot h}$$

ここに、

- N : 断面に作用する軸力 (N) $N = \Sigma V$
 M : 断面に作用する曲げモーメント (N・mm) $M = \Sigma V \cdot e$
 A : 断面積 (mm²) $A = b \cdot h$
 Z : 断面係数 (mm³) $Z = \frac{b \cdot h^2}{6}$
 h : 部材厚 (mm)
 b : 有効計算幅 (mm)
 σ_1 : 前面側縁応力度 (N/mm²)
 σ_2 : 背面側縁応力度 (N/mm²)
 τ : せん断応力度 (N/mm²)

6.4.2 計算結果

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
14段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-4.82×10^6	-1.94×10^6
		軸 力 N (N)	29.59×10^3	24.57×10^3
		せん断力 S (N)	6.03×10^3	5.50×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.04	0.03
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.00	0.00
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
13段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-7.29×10^6	-3.77×10^6
		軸 力 N (N)	40.72×10^3	35.94×10^3
		せん断力 S (N)	11.74×10^3	10.73×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.06	0.04
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.01	0.01
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
12段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-9.73×10^6	-5.88×10^6
		軸 力 N (N)	52.02×10^3	47.45×10^3
		せん断力 S (N)	17.59×10^3	16.15×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.07	0.06
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.01	0.01
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
11段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-12.26×10^6	-8.22×10^6
		軸 力 N (N)	63.50×10^3	59.11×10^3
		せん断力 S (N)	23.57×10^3	21.77×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.09	0.07
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.02	0.02
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
10段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-14.73×10^6	-10.70×10^6
		軸 力 N (N)	75.13×10^3	70.89×10^3
		せん断力 S (N)	29.66×10^3	27.55×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.11	0.09
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.02	0.02
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
9段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-17.13×10^6	-13.33×10^6
		軸 力 N (N)	86.93×10^3	82.82×10^3
		せん断力 S (N)	35.91×10^3	33.54×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.13	0.11
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.03	0.03
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
8段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-19.58×10^6	-15.94×10^6
		軸 力 N (N)	98.90×10^3	94.89×10^3
		せん断力 S (N)	42.26×10^3	39.71×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.15	0.13
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.03	0.03
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
7段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-21.87×10^6	-18.64×10^6
		軸 力 N (N)	111.04×10^3	107.10×10^3
		せん断力 S (N)	48.76×10^3	46.06×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.16	0.15
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
6段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-24.05×10^6	-21.26×10^6
		軸 力 N (N)	123.34×10^3	119.45×10^3
		せん断力 S (N)	55.39×10^3	52.60×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.18	0.17
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.04	0.04
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
5段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-26.21×10^6	-23.75×10^6
		軸 力 N (N)	135.81×10^3	131.93×10^3
		せん断力 S (N)	62.13×10^3	59.31×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.20	0.19
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
4段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-28.19×10^6	-26.01×10^6
		軸 力 N (N)	148.36×10^3	144.48×10^3
		せん断力 S (N)	69.20×10^3	66.39×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.21	0.20
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.05	0.05
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
3段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-29.59×10^6	-27.78×10^6
		軸 力 N (N)	160.83×10^3	156.95×10^3
		せん断力 S (N)	76.87×10^3	74.06×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.23	0.22
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.06	0.06
		τ_{ca}	0.33	0.33

部 材	項 目		載荷重あり	載荷重なし
2段目	部 材 断 面	b (mm)	1000	
		h (mm)	1300	
	断 面 力	曲げモーメント M (N・mm)	-29.97×10^6	-28.62×10^6
		軸 力 N (N)	173.24×10^3	169.36×10^3
		せん断力 S (N)	85.15×10^3	82.34×10^3
	コンクリートの 曲げ圧縮応力度 (N/mm ²)	σ_c	0.24	0.23
		σ_{ca}	4.50	4.50
	コンクリートの 曲げ引張応力度 (N/mm ²)	σ_t	————	————
		σ_{ta}	0.23	0.23
	コンクリートの せん断応力度 (N/mm ²)	τ	0.07	0.06
		τ_{ca}	0.33	0.33