

1.基本データ

①基本データ入力

タイトル		プレガードⅡを設置したブロック積み擁壁の安定計算			
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	20.120	
背面土内部摩擦角		ϕ	度	35.250	
壁面摩擦角	常時	δ	度	23.500	
	自動車衝突時	δ_e	度	17.630	
載荷重		q	-	10.00	

②ブロック積擁壁のデータ

入力項目		記号	単位	数値	備考
ブロック積み部の高さ		Hb	m	4.500	
擁壁勾配		1:N	m	0.500	-26.565°
ブロック控長		B	m	0.350	
裏込コンクリート厚		T	m	0.150	
基礎工	天端幅	B1	m	0.100	
	底面幅	B2	m	0.550	
	前面高	T1	m	0.350	
	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	

③ガードレール基礎(プレガードⅡ)のデータ

入力項目		記号	単位	数値	備考
設置位置の天端からの離れ		Lt	m	0.050	
プレガードⅡの製品種別		PG	BC-12 (L=12m)		

④自動車の衝突荷重データ

入力項目		記号	単位	数値	備考
衝突荷重		P	kN	30.00	
衝突荷重の作用高さ		Hp	m	0.600	
前輪荷重		V	kN	25.00	

⑤安定計算データ

転倒に対する安定条件					
入力項目		記号	単位	数値	備考
転倒安全率	常時	F_s	-	1.50	
	自動車衝突時	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	
	自動車衝突時	F_{se}	-	1.20	
根入れ地盤	単位重量	γ_r	kN/m^3	19.00	
	内部摩擦角	ϕ_r	度	30.00	
	粘着力	C_r	kN/m^2	0.00	
	有効根入長	D_f	m	0.500	
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					
許容地盤支持力度の求め方		Case2. 基礎地盤の極限支持力を計算して求める			
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
	自動車衝突時	q_{ae}	"	300	
支持力安全率	常時	F_s	-	3.00	Case2の場合 入力必須
	自動車衝突時	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	0.500	
偏心量が負の場合の基礎有効幅		基礎有効幅は基礎幅とする ($B_e=B$)			

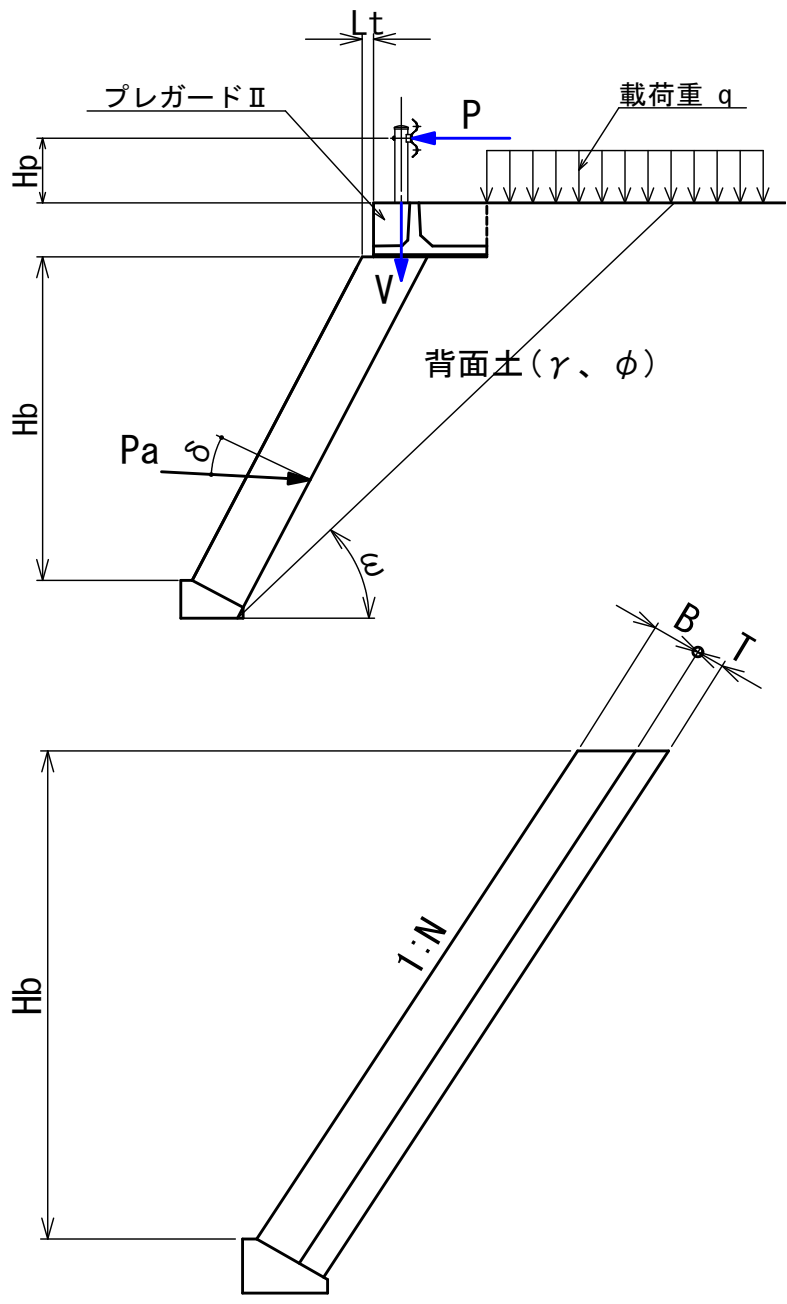
土圧計算用データ

試行くさび初期角度の 指定方法	CaseA. 内部摩擦角とする(標準)		
	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。



2.土圧計算

(1) 土圧算定式

ブロック積み擁壁の天端にプレガードを設置した場合、プレガードとブロック積み擁壁部に作用する土圧は以下の式で求めることができる。

a) プレガードに作用する土圧(クーロン土圧)

$$Pa1 = 1/2 \times Ka \times \gamma \times Hg^2 + Ka \times q \times Hg$$

ここに、Pa1: レガードに作用する土圧 (kN/m)

Ka: 主動土圧係数

$$Ka = \tan^2(\pi/4 - \phi/2) = 0.268$$

$$\gamma: \text{背面土の単位体積重量} = 20.12 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

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

$$Hg: \text{プレガードの高さ} = 0.500 \text{ (m)}$$

b) ブロック積み擁壁に作用する土圧(試行くさび法土圧)

$$Pa2 = \frac{W \cdot \sin(\omega - \phi) - Pa1 \cdot \cos(\omega - \phi)}{\cos(\omega - \phi - \delta - \alpha)}$$

ここに、Pa2: ブロック積み擁壁に作用する土圧 (kN/m)

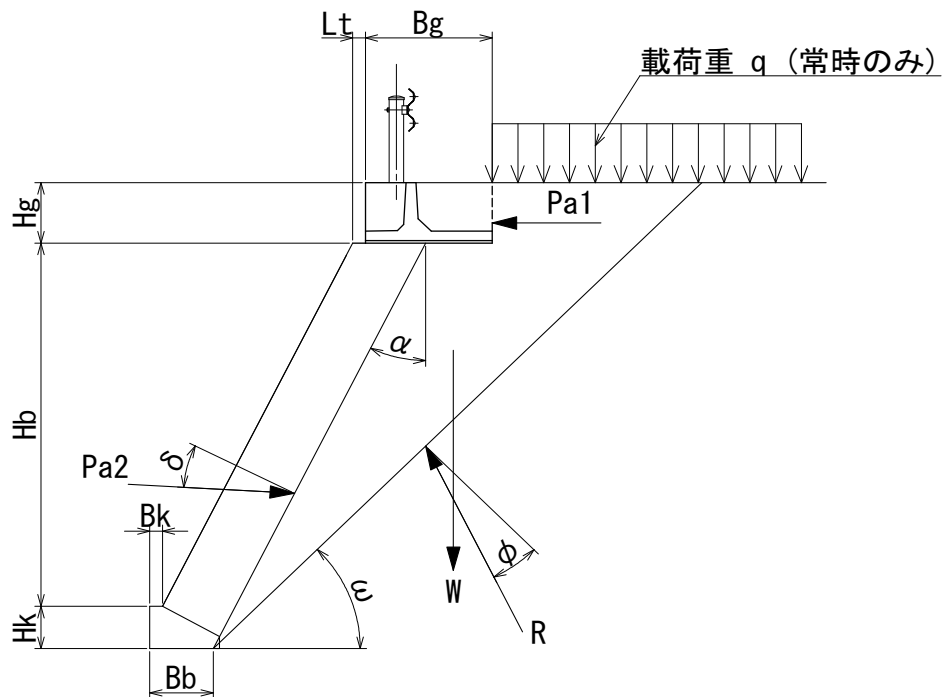
W: すべり土塊荷重 (kN/m)

ω : すべり面角度 (°)

ϕ : 背面土の内部摩擦角 (°)

δ : 壁面摩擦角 (°)

α : 壁背面と鉛直面の成す角度 (°) ※反時計回りを正とする。



土圧算定図

(2) 土圧合力の作用位置算定式

土圧合力の分布形状は、「道路土工－擁壁工指針」に準じて三角形とする。
土圧分布を三角形とした場合の土圧合力の作用位置は以下の式で算定する。

$$Ya1 = Hk + Hb + 1/3 \cdot Hg = 5.017 \text{ (m)}$$

$$Xa1 = Bk + N \cdot Hb + Lt + Bg = 3.400 \text{ (m)}$$

$$Ya2 = \frac{Hk + Hb}{3} \times \frac{2 \cdot Hg + H}{Hg + H} = 1.755 \text{ (m)}$$

$$Xa2 = Bb + N \cdot Ya2 = 1.362 \text{ (m)}$$

ここに、Ya1: プレガードに作用する土圧合力の作用高さ(m)

Xa1: 同上のつま先からの水平距離(m)

Ya2: ブロック積み擁壁部に作用する土圧合力の作用高さ(m)

Xa2: 同上のつま先からの水平距離(m)

Hk: 基礎コンクリートの高さ = 0.350 (m)

Hb: ブロック積み擁壁部の高さ = 4.500 (m)

Hg: プレガードの高さ = 0.500 (m)

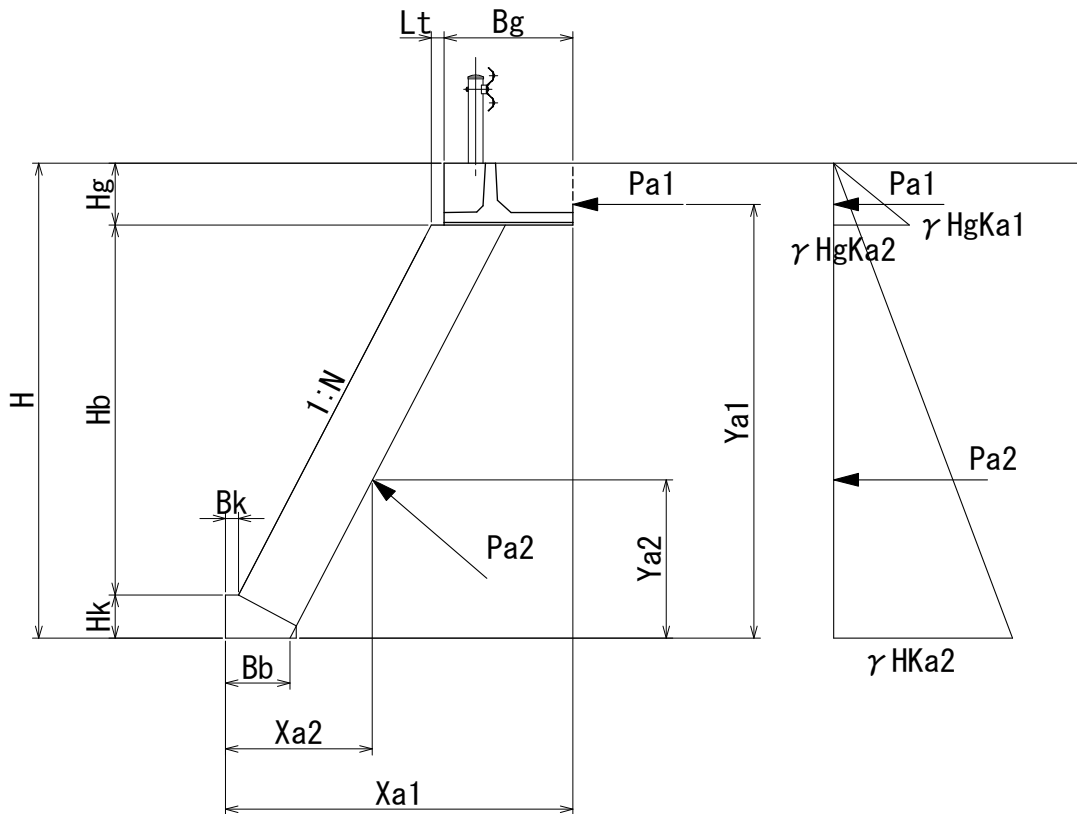
Bk: 基礎コンクリート天端幅 = 0.100 (m)

Lt: プレガード設置位置の離れ = 0.050 (m)

Bg: プレガードの幅 = 1.000 (m)

Bb: 仮想背面下端までの離れ = 0.484 (m)

H: 擁壁全高 (H=Hk+Hb+Hg) = 5.350 (m)



土圧合力の作用位置図

(3) プレガードに作用する土圧計算

常時の計算では載荷重を考慮するが自動車衝突時には考慮しないものとする。
(道路土工—擁壁工指針 p.51)

a) 常時土圧

$$Pa1 = 1/2 \times Ka \times \gamma \times Hg^2 + Ka \times q \times Hg = 2.015 \text{ (kN/m)}$$

b) 自動車衝突時の土圧

$$Pa1 = 1/2 \times Ka \times \gamma \times Hg^2 = 0.674 \text{ (kN/m)}$$

ここに、Pa1: レガードに作用する土圧 (kN/m)

Ka: 主動土圧係数

$$Ka = \tan^2(\pi/4 - \phi/2) = 0.268$$

$$\gamma: \text{背面土の単位体積重量} = 20.12 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

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

$$Hg: \text{プレガードの高さ} = 0.500 \text{ (m)}$$

(4) ブロック積み擁壁部に作用する土圧計算

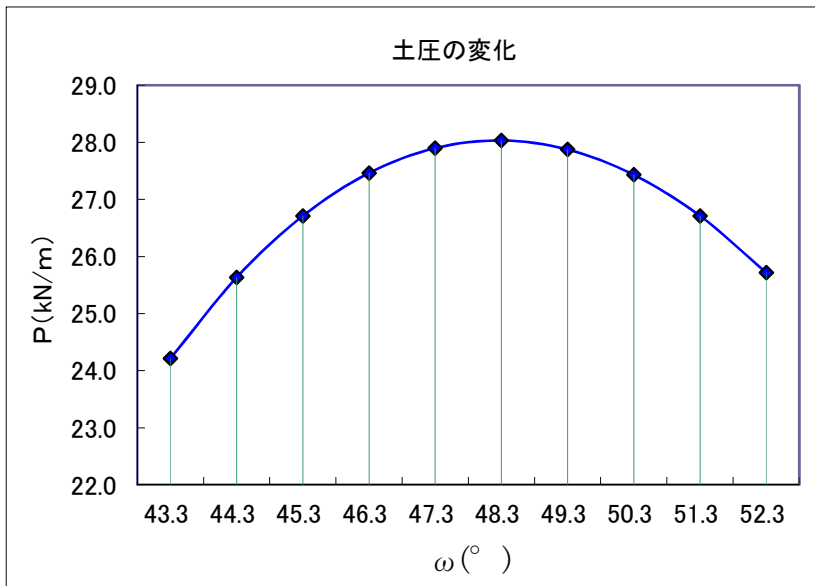
a) 常時の土圧

計算条件

・ 計算ケース	常時の土圧計算
・ 擁壁高さ(基礎高を含む)	H = 5.350 (m)
・ 擁壁背面傾斜角	$\alpha = -26.565$ (°)
・ 背面土単位体積重量	$\gamma = 20.120$ (kN/m ³)
・ 背面土内部摩擦角	$\phi = 35.250$ (°)
・ 壁面摩擦角	$\delta = 23.500$ (°)

計算結果

・ 最大土圧を生じるすべり角	$\omega = 48.3$ (°)
・ 土塊面積	A = 5.435 (m ² /m)
・ 土塊重量	W = 109.349 (kN/m)
・ 載荷重	Q = 19.128 (kN/m)
・ 最大土圧	Pa2 = 28.032 (kN/m)
・ 水平土圧	Ph2 = Pa2 × cos($\alpha + \delta$) = 27.992 (kN/m)
・ 鉛直土圧	Pv2 = Pa2 × sin($\alpha + \delta$) = -1.499 (kN/m)



ω (度)	Pa1 (kN/m)
43.3	24.213
44.3	25.633
45.3	26.711
46.3	27.462
47.3	27.899
48.3	28.032
49.3	27.874
50.3	27.430
51.3	26.710
52.3	25.720
ω max(度)	Pmax(kN/m)
48.3	28.032

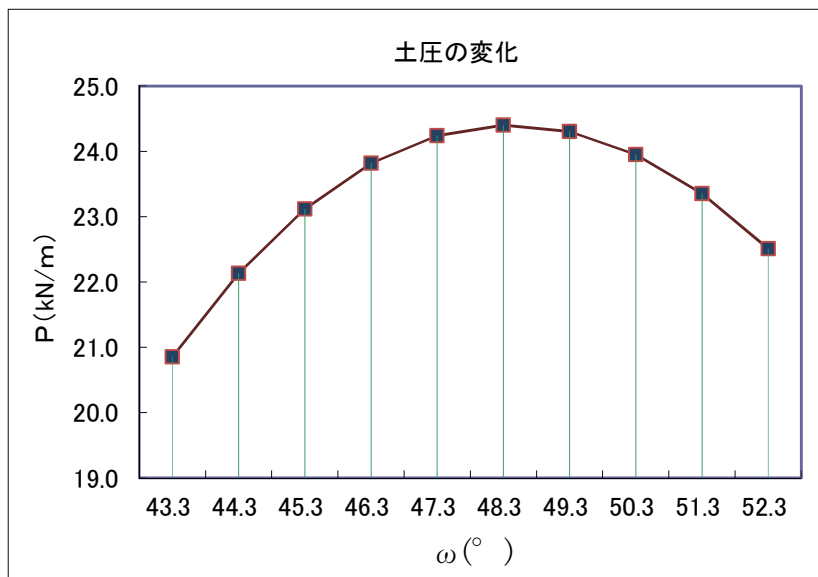
b) 自動車衝突時の土圧

計算条件

・ 計算ケース	自動車衝突時の土圧計算	
・ 擁壁高さ(基礎高を含む)	H=	5.350 (m)
・ 擁壁背面傾斜角	$\alpha =$	-26.565 (°)
・ 背面土単位体積重量	$\gamma =$	20.120 (kN/m ³)
・ 背面土内部摩擦角	$\phi =$	35.250 (°)
・ 壁面摩擦角	$\delta =$	17.630 (°)

計算結果

・ 最大土圧を生じるすべり角	$\omega =$	48.3 (°)
・ 土塊面積	A=	5.435 (m ² /m)
・ 土塊重量	W=	109.349 (kN/m)
・ 載荷重	Q=	0.000 (kN/m)
・ 最大土圧	Pa2=	24.401 (kN/m)
・ 水平土圧	$Ph2 = Pa2 \times \cos(\alpha + \delta) =$	24.366 (kN/m)
・ 鉛直土圧	$Pv2 = Pa2 \times \sin(\alpha + \delta) =$	-1.305 (kN/m)



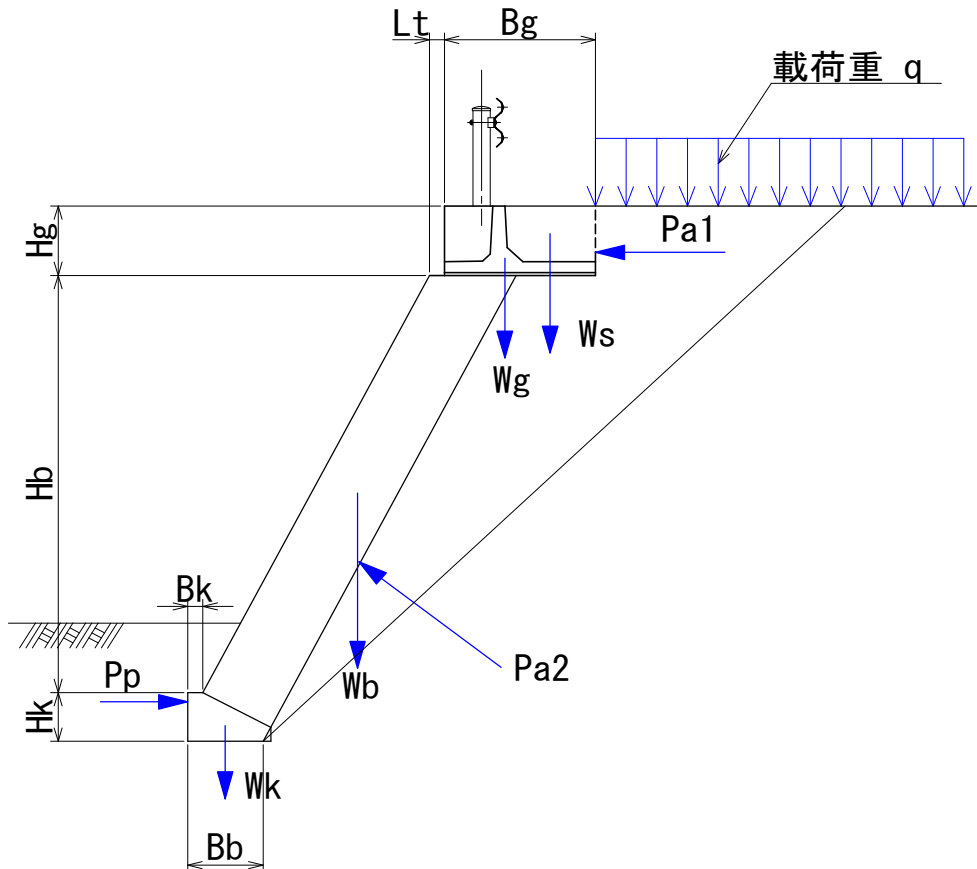
ω (度)	Pa2 (kN/m)
43.3	20.854
44.3	22.133
45.3	23.117
46.3	23.817
47.3	24.242
48.3	24.401
49.3	24.302
50.3	23.951
51.3	23.352
52.3	22.510
ω max(度)	Pmax(kN/m)
48.3	24.401

3.常時の安定計算

タイトル:	プレガードⅡを設置したブロック積み擁壁の安定計算
計算ケース:	常時

(1) ブロック積み擁壁に作用する荷重

上部にプレガードを設置したブロック積み擁壁の安定計算において考慮する荷重を下図に示す。



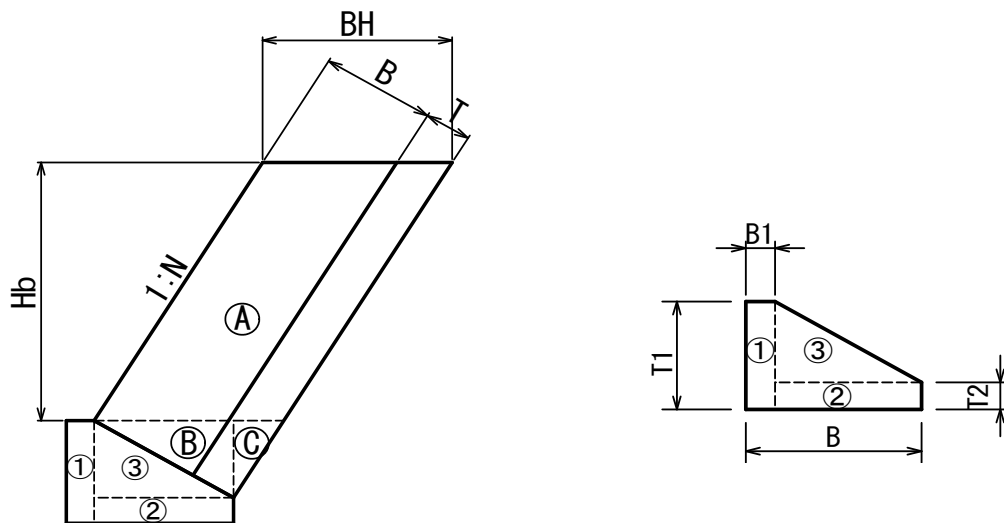
- W_g : プレガードの自重
- W_s : プレガード上載土砂の重量
- W_b : ブロック積み擁壁の自重
- W_k : 基礎コンクリートの自重
- W_g : プレガードの自重
- Pa_1 : プレガードの仮想背面に作用する主働土圧
- Pa_2 : ブロック積み擁壁の壁面に作用する主働土圧
- P_p : ブロック積み擁壁前面に作用する受働土圧
- q : 活荷重による載荷重(常時のみ考慮)

(2)ブロック積擁壁寸法表

項目	記号	単位	数値	備考
ブロック積み部高さ	Hb	m	4.500	
ブロック控長	B	m	0.350	
裏コン厚	T	m	0.150	
擁壁勾配	1 : N	-	0.500	
躯体水平幅	BH	m	0.559	

(3)基礎工寸法表

項目	記号	単位	数値	備考
上部幅	B1(Bk)	m	0.100	
底面幅	B2(Bb)	m	0.550	
前面高	T1(Hk)	m	0.350	
背部高	T2	m	0.100	



(4)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 A(m ²)	重量 W(kN/m)	重心位置およびモーメント			
			水平距離 X(m)	モーメント M(kN・m)	鉛直距離 Y(m)	モーメント M(kN・m)
A	2.516	57.868	1.505	87.091	2.600	150.457
B	0.056	1.288	0.400	0.515	0.267	0.344
C	0.014	0.322	0.586	0.189	0.267	0.086
合計	2.586	59.478	1.476	87.795	2.537	150.887

(5)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 A(m ²)	重量 W(kN/m)	重心位置およびモーメント			
			水平距離 X(m)	モーメント M(kN・m)	鉛直距離 Y(m)	モーメント M(kN・m)
①	0.035	0.805	0.050	0.040	0.175	0.141
②	0.045	1.035	0.325	0.336	0.050	0.052
③	0.056	1.288	0.250	0.322	0.183	0.236
合計	0.136	3.128	0.223	0.698	0.137	0.429

(6)プレガードⅡの荷重計算

・プレガードの製品種別

BC-12 (L=12m)

・プレガード本体の重量(1m当り)

$$W_g = W_n / 2.0m = 6.914 / 2.0 = 3.457 \text{ (kN/m)}$$

ここに、 W_n : プレガード1基(2m当り)の重量

・プレガードの上載土の重量(1m当り)

$$W_s = V_s \cdot \gamma / 2.0m = 0.467 \times 20.12 / 2.0 = 4.698 \text{ (kN/m)}$$

ここに、 V_s : プレガード1基(2m当り)の上載土砂体積

γ : 上載土(=背面土)の単位体積重量 (kN/m³)

プレガードⅡの荷重計算表

(距離およびモーメントは基礎つま先を中心とする)

箇所	重量 W(kN/m)	重心位置およびモーメント			
		水平距離 X(m)	モーメント M(kN・m)	鉛直距離 Y(m)	モーメント M(kN・m)
		プレガード本体 (W _g)	3.457	2.804	9.693
プレガード上載土(W _s)	4.698	3.100	14.564	-	-
合計	8.155	2.974	24.257	0.000	0.000

(7)基礎つま先における荷重集計表

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	Mr	Mo
躯体自重	59.478	0.000	1.476	2.537	87.790	0.000
基礎自重	3.128	0.000	0.223	0.137	0.698	0.000
プレガード荷重	8.155	0.000	2.974	-	24.253	-
プレガード部土圧	0.000	2.015	3.400	5.017	0.000	10.109
ブロック積部土圧	-1.499	27.992	1.362	1.755	-2.042	49.126
合計	69.262	30.007	1.598	1.974	110.698	59.235

(8) 安定照査

a) 転倒に対する検討

荷重合力の作用位置(d)がつま先より基礎底面幅(B)の1/2より後方($d \geq B/2$)にあり、かつ、転倒に対する安全率が所定の安全率を満足することを照査する。

・合力作用位置のつま先からの距離 d

$$\begin{aligned} d &= \frac{\sum Mr - \sum m_o}{\sum V} \\ &= \frac{110.698 - 59.235}{69.262} \\ &= 0.743 \text{ (m)} \geq B/2 = 0.275 \quad (\text{常時}) \quad \text{-- OK --} \end{aligned}$$

・合力作用位置の基礎中心からの偏心距離 e

$$\begin{aligned} e &= \frac{B}{2} - d \\ &= \frac{0.550}{2} - 0.743 \\ &= -0.468 \end{aligned}$$

・転倒に対する安全率 F_s

$$\begin{aligned} F_s &= \frac{\sum Mr}{\sum M_o} \\ &= \frac{110.698}{59.235} \\ &= 1.869 \geq 1.500 \quad (\text{常時}) \quad \text{-- OK --} \end{aligned}$$

b) 滑動に対する検討(基礎コンクリートと地盤の滑動)

$$\begin{aligned}\Sigma H &= 30.007 \text{ (kN/m)} \\ \Sigma V &= 69.262 \text{ (kN/m)}\end{aligned}$$

受働土圧を考慮する

・受働土圧係数(受働土圧は基礎前面に水平に作用させる)

$$\begin{aligned}K_p &= \tan^2(45 + \phi r/2) \\ &= \tan^2(45 + 30.000/2) = 3.000\end{aligned}$$

・受働土圧

$$\begin{aligned}P_p &= 1/2 \times \gamma r \times D_f^2 \times K_p + 2 \times C_r \times \sqrt{K_p} \times D_f \\ &= 1/2 \times 19.00 \times 0.500 \times 0.500 \times 3.000 + 2 \times 0.000 \times 1.732 \times 0.500 \\ &= 7.125\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F_s &= \frac{\mu \cdot \Sigma V + C_r \cdot B + \alpha_p \cdot P_p}{\Sigma H} \\ &= \frac{0.600 \times 69.262 + 0.000 \times 0.550 + 0.500 \times 7.125}{30.007} \\ &= \frac{45.120}{30.007} \\ &= 1.504 \geq 1.500 \quad (\text{常時}) \quad \text{--- OK ---}\end{aligned}$$

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」

$$q = \frac{1.2 \sum V}{B} = \frac{83.114}{0.550} = 151.116 \quad (\text{kN/m}^2)$$

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)

$$\sum V = 69.262 \quad (\text{kN/m})$$

$$B: \text{基礎底面幅 (m)} = 0.550 \quad (\text{m})$$

・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 θ)

$$\begin{aligned} \tan \theta &= \sum H / \sum V \\ &= 30.007 / 69.262 \\ &= 0.43 \end{aligned}$$

荷重の偏心傾斜を考慮した極限支持力度算定式

$$q_d = \alpha \cdot \kappa \cdot C \cdot N_c \cdot S_c + \kappa \cdot q \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma_s \cdot \beta \cdot B_e \cdot N_r \cdot S_r$$

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)

$$\begin{aligned} B_e &= B \text{ (偏心量 } e \text{ が負なので基礎幅とする)} \\ &= 0.550 \quad (\text{m}) \end{aligned}$$

e: 基礎中心から合力作用位置までの偏心量(m)

$$e = B/2 - d = -0.468 \quad (\text{m})$$

α、β: 基礎の形状係数(帯状)

$$\alpha = 1.000$$

$$\beta = 1.000$$

C: 支持地盤の粘着力 = 20.000 (kN/m²)

q: 上載荷重 (= γ_r · D_f) (kN/m²)

$$\begin{aligned} q &= \gamma_r \times D_f = 19.00 \times 0.500 \\ &= 9.500 \quad (\text{kN/m}^2) \end{aligned}$$

γ_r: 根入れ地盤の単位体積重量 (kN/m³)

γ_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

$$\begin{aligned} S_c &= (C^*)^\lambda = (C/10)^{-1/3} \\ &= 0.794 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_q &= (q^*)^\nu = (q/10)^{-1/3} \\ &= 1.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_r &= (B^*)^\mu = (B_e/1.0)^{-1/3} \\ &= 1.000 \end{aligned}$$

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)

$$N_c = 16.71$$

$$N_q = 11.46$$

$$N_r = 4.90$$

κ: 根入れ効果に対する割り増し係数

$$\begin{aligned} \kappa &= 1 + 0.3 \cdot D_f / B_e \\ &= 1.27 \end{aligned}$$

極限支持力度

$$\begin{aligned} q_d &= \alpha \cdot \kappa \cdot C \cdot N_c \cdot S_c + \kappa \cdot q \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma_s \cdot \beta \cdot B_e \cdot N_r \cdot S_r \\ &= 1.000 \times 1.27 \times 20.00 \times 16.71 \times 0.794 \\ &\quad + 1.270 \times 9.500 \times 11.46 \times 1.000 \\ &\quad + 1/2 \times 20.00 \times 1.000 \times 0.550 \times 4.90 \times 1.000 \\ &= 337.001 \quad + 138.265 \quad + 26.950 \\ &= 502.216 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

・地盤支持力に対する安定照査

最大地盤反力度	$q_{\max} =$	151.116 (kN/m ²)
極限支持力度	$q_d =$	502.216 (kN/m ²)

支持力度の安全率	$F_s = q_d / q_{\max} =$	3.323
支持力安全率	$F_{sp} =$	3.00

判定	$F_s \geq F_{sp}$ OK	-- OK --
----	----------------------	----------

安定計算結果のまとめ(常時)

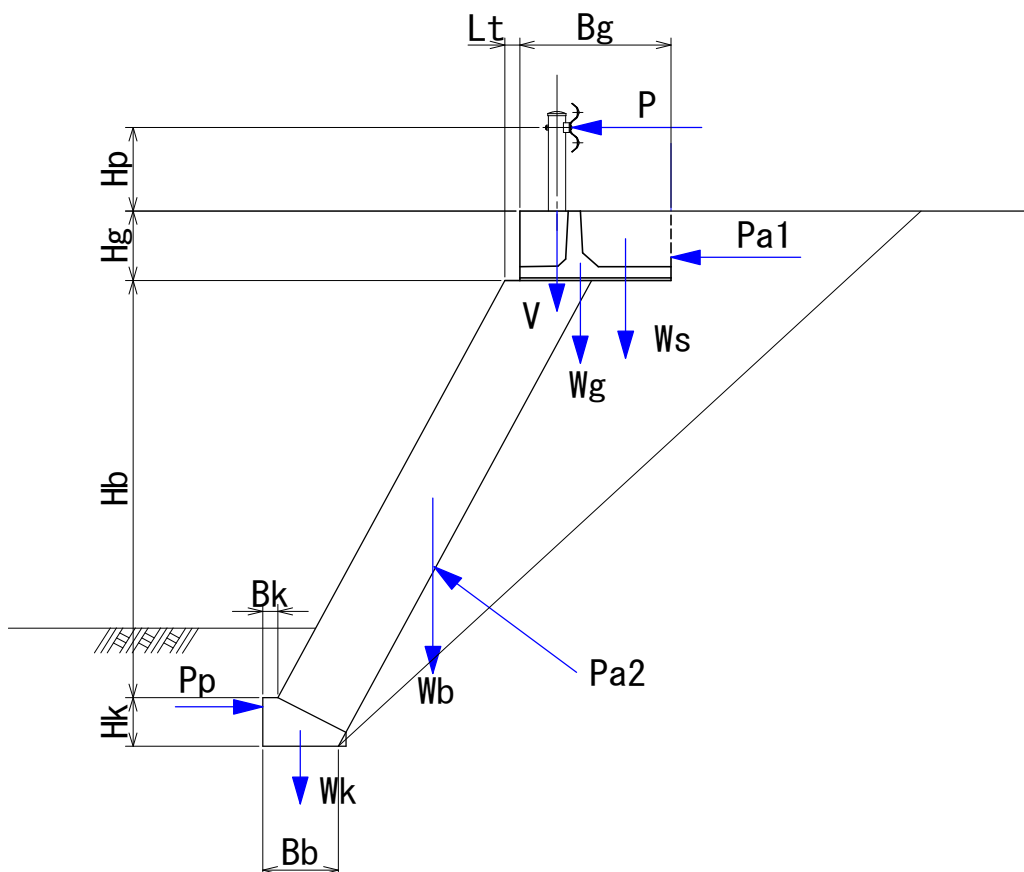
検討項目	安定条件	判定	備考
転 倒	$d \geq B/2$ を満たすこと	-- OK --	-- OK --
	転倒に対する安全率を満たすこと	-- OK --	
滑 動	滑動に対する安全率を満たすこと	-- OK --	
地 盤 支 持 力	極限支持力度に対する安全率を満たすこと	-- OK --	

4.自動車衝突時の安定計算

タイトル:	プレガードⅡを設置したブロック積み擁壁の安定計算
計算ケース:	自動車衝突時

(1) ブロック積み擁壁に作用する荷重

上部にプレガードを設置したブロック積み擁壁の安定計算において考慮する荷重を下図に示す。



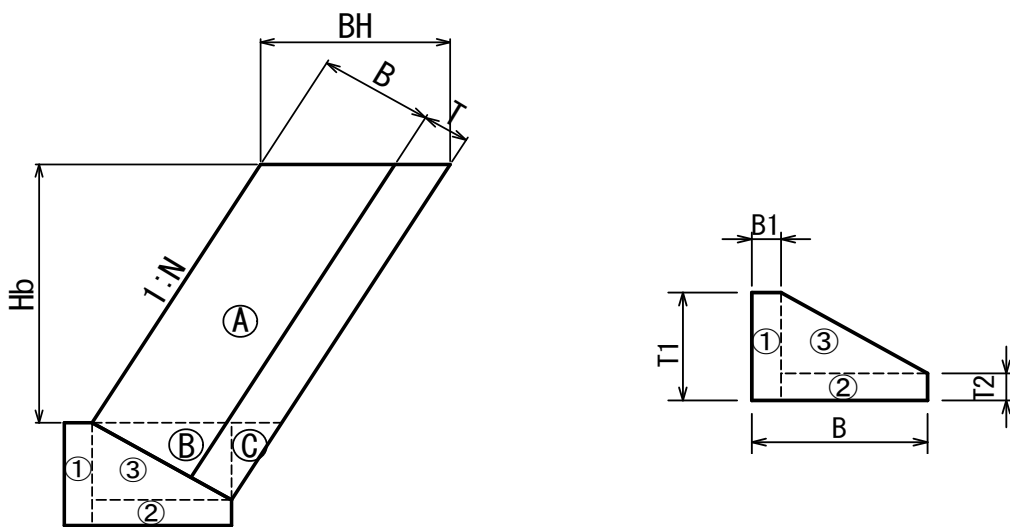
- W_g : プレガードの自重
- W_s : プレガード上載土砂の重量
- W_b : ブロック積み擁壁の自重
- W_k : 基礎コンクリートの自重
- W_g : プレガードの自重
- Pa_1 : プレガードの仮想背面に作用する主働土圧
- Pa_2 : ブロック積み擁壁の壁面に作用する主働土圧
- P_p : ブロック積み擁壁前面に作用する受働土圧
- P : 自動車の衝突荷重
- V : 自動車の前輪荷重

(2)ブロック積擁壁寸法表

項目	記号	単位	数値	備考
ブロック積み部高さ	H	m	4.500	
ブロック控長	B	m	0.350	
裏コン厚	T	m	0.150	
擁壁勾配	1:N	-	0.500	
躯体水平幅	BH	m	0.559	

(3)基礎工寸法表

項目	記号	単位	数値	備考
上部幅	B1(Bk)	m	0.100	
底面幅	B2(Bb)	m	0.550	
前面高	T1(Hk)	m	0.350	
背部高	T2	m	0.100	



(4)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 A(m ²)	重量 W(kN/m)	重心位置およびモーメント			
			水平距離 X(m)	モーメント M(kN・m)	鉛直距離 Y(m)	モーメント M(kN・m)
A	2.516	57.868	1.505	87.091	2.600	150.457
B	0.056	1.288	0.400	0.515	0.267	0.344
C	0.014	0.322	0.586	0.189	0.267	0.086
合計	2.586	59.478	1.476	87.795	2.537	150.887

(5)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 A(m ²)	重量 W(kN/m)	重心位置およびモーメント			
			水平距離 X(m)	モーメント M(kN・m)	鉛直距離 Y(m)	モーメント M(kN・m)
①	0.035	0.805	0.050	0.040	0.175	0.141
②	0.045	1.035	0.325	0.336	0.050	0.052
③	0.056	1.288	0.250	0.322	0.183	0.236
合計	0.136	3.128	0.223	0.698	0.137	0.429

(6)プレガードⅡの荷重計算

・プレガードの製品種別

BC-12 (L=12m)

・プレガード本体の重量(1m当り)

$$W_g = W_n / 2.0m = 6.914 / 2.0 = 3.457 \text{ (kN/m)}$$

ここに、 W_n : プレガード1基(2m当り)の重量

・プレガードの上載土の重量(1m当り)

$$W_s = V_s \cdot \gamma / 2.0m = 0.467 \times 20.12 / 2.0 = 4.698 \text{ (kN/m)}$$

ここに、 V_s : プレガード1基(2m当り)の上載土砂体積

γ : 上載土(=背面土)の単位体積重量 (kN/m³)

・自動車衝突荷重(1m当り)

$$P_m = P / L = 30.0 / 12.000 = 2.500 \text{ (kN/m)}$$

ここに、 P : 自動車衝突荷重 = 30.0 (kN)

L : プレガードの連結延長 = 12.000 (m)

・衝突自動車の前輪荷重(1m当り)

$$V_m = V / L = 25.0 / 12.000 = 2.083 \text{ (kN/m)}$$

ここに、 V : 自動車の前輪荷重 = 25.0 (kN)

L : プレガードの連結延長 = 12.000 (m)

プレガードⅡの荷重計算表

(距離およびモーメントは基礎つま先を中心とする)

箇所	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
		W(kN/m)	X(m)	M(kN・m)	Y(m)
プレガード本体 (W _g)	3.457	2.804	9.693	-	-
プレガード上載土(W _s)	4.698	3.100	14.564	-	-
合計	8.155	2.974	24.257	0.000	0.000

(7)基礎つま先における荷重集計表

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	Mr	Mo
躯体自重	59.478	0.000	1.476	2.537	87.790	0.000
基礎自重	3.128	0.000	0.223	0.137	0.698	0.000
プレガード荷重	8.155	0.000	2.974	-	24.253	-
衝突荷重	0.000	2.500	2.645	5.950	0.000	14.875
前輪荷重	2.083	0.000	2.645	5.350	5.510	0.000
プレガード部土圧	0.000	0.674	3.400	5.017	0.000	3.381
ブロック積部土圧	-1.499	27.992	1.362	1.755	-2.042	49.126
合計	71.345	31.166	1.629	2.162	116.208	67.382

(8) 安定照査

a) 転倒に対する検討

荷重合力の作用位置(d)がつま先より基礎底面幅(B)の1/3より後方($d \geq B/3$)にあり、かつ、転倒に対する安全率が所定の安全率を満足することを照査する。

・合力作用位置のつま先からの距離 d

$$\begin{aligned} d &= \frac{\sum Mr - \sum m_o}{\sum V} \\ &= \frac{116.208 - 67.382}{71.345} \\ &= 0.684 \text{ (m)} \geq B/3 = 0.183 \quad (\text{自動車衝突時}) \quad \text{-- OK --} \end{aligned}$$

・合力作用位置の基礎中心からの偏心距離 e

$$\begin{aligned} e &= \frac{B}{2} - d \\ &= \frac{0.550}{2} - 0.684 \\ &= -0.409 \end{aligned}$$

・転倒に対する安全率 F_s

$$\begin{aligned} F_s &= \frac{\sum Mr}{\sum M_o} \\ &= \frac{116.208}{67.382} \\ &= 1.725 \geq 1.200 \quad (\text{自動車衝突時}) \quad \text{-- OK --} \end{aligned}$$

b) 滑動に対する検討(基礎コンクリートと地盤の滑動)

$$\begin{aligned}\Sigma H &= 31.166 \text{ (kN/m)} \\ \Sigma V &= 71.345 \text{ (kN/m)}\end{aligned}$$

受働土圧を考慮する場合

・受働土圧係数(受働土圧は基礎前面に水平に作用させる)

$$\begin{aligned}K_p &= \tan^2(45 + \phi_r/2) \\ &= \tan^2(45 + 30.000/2) = 3.000\end{aligned}$$

・受働土圧

$$\begin{aligned}P_p &= 1/2 \times \gamma_r \times D_f^2 \times K_p + 2 \times C_r \times \sqrt{K_p} \times D_f \\ &= 1/2 \times 19.00 \times 0.500 \times 0.500 \times 3.000 + 2 \times 0.000 \times 1.732 \times 0.500 \\ &= 7.125\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}F_s &= \frac{\mu \cdot \Sigma V + C_r \cdot B + \alpha_p \cdot P_p}{\Sigma H} \\ &= \frac{0.600 \times 71.345 + 0.000 \times 0.550 + 0.500 \times 7.125}{31.166} \\ &= \frac{46.370}{31.166} \\ &= 1.488 \geq 1.200 \quad (\text{自動車衝突時}) \quad \text{-- OK --}\end{aligned}$$

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」

$$q = \frac{1.2 \sum V}{B} = \frac{85.614}{0.550} = 155.662 \quad (\text{kN/m}^2)$$

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)
- ΣV: 基礎底面における全鉛直荷重 (kN/m)
- ΣV = 71.345 (kN/m)
- B: 基礎底面幅 (m) = 0.550 (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 θ)

$$\begin{aligned} \tan \theta &= \sum H / \sum V \\ &= 31.166 / 71.345 \\ &= 0.44 \end{aligned}$$

荷重の偏心傾斜を考慮した極限支持力度算定式

$$q_d = \alpha \cdot \kappa \cdot C \cdot N_c \cdot S_c + \kappa \cdot q \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma_s \cdot \beta \cdot B_e \cdot N_r \cdot S_r$$

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)

$$\begin{aligned} B_e &= B \text{ (偏心量 } e \text{ が負なので基礎幅とする)} \\ &= 0.550 \text{ (m)} \end{aligned}$$

e: 基礎中心から合力作用位置までの偏心量(m)

$$e = B/2 - d = -0.409 \text{ (m)}$$

α、β: 基礎の形状係数(帯状)

$$\begin{aligned} \alpha &= 1.000 \\ \beta &= 1.000 \end{aligned}$$

C: 支持地盤の粘着力 = 20.000 (kN/m²)

q: 上載荷重 (= γ_r · D_f) (kN/m²)

$$\begin{aligned} q &= \gamma_r \times D_f = 19.00 \times 0.500 \\ &= 9.500 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

γ_r: 根入れ地盤の単位体積重量 (kN/m³)

γ_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

$$\begin{aligned} S_c &= (C^*)^\lambda = (C/10)^{-1/3} \\ &= 0.794 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_q &= (q^*)^\nu = (q/10)^{-1/3} \\ &= 1.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_r &= (B^*)^\mu = (B_e/1.0)^{-1/3} \\ &= 1.000 \end{aligned}$$

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)

$$N_c = 16.26$$

$$N_q = 11.12$$

$$N_r = 4.62$$

κ: 根入れ効果に対する割り増し係数

$$\begin{aligned} \kappa &= 1 + 0.3 \cdot D_f / B_e \\ &= 1.27 \end{aligned}$$

極限支持力度

$$q_d = \alpha \cdot \kappa \cdot C \cdot N_c \cdot S_c + \kappa \cdot q \cdot N_q \cdot S_q + 1/2 \cdot \gamma_s \cdot \beta \cdot B_e \cdot N_r \cdot S_r$$

$$= 1.000 \times 1.27 \times 20.00 \times 16.26 \times 0.794 \\ + 1.270 \times 9.500 \times 11.12 \times 1.000 \\ + 1/2 \times 20.00 \times 1.000 \times 0.550 \times 4.62 \times 1.000$$

$$= 327.925 \quad + 134.163 \quad + 25.410$$

$$= 487.498 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

・地盤支持力に対する安定照査

最大地盤反力度	$q_{\max} =$	155.662 (kN/m ²)
極限支持力度	$q_d =$	487.498 (kN/m ²)

支持力度の安全率	$F_s = q_d / q_{\max} =$	3.132
支持力安全率	$F_{sp} =$	2.00

判定 $F_s \geq F_{sp}$ OK

-- OK --

安定計算結果(自動車衝突時)

検討項目	安定条件	判定	備考
転 倒	$d \geq B/3$ を満たすこと	-- OK --	-- OK --
	転倒に対する安全率を満たすこと	-- 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 --	