

擁壁の設計 サンプルデータ

詳細出力例

MANUCHO2

「土木構造物標準設計第2巻 擁壁類」
「逆T型擁壁」 03-RCT-133-H12 の計算例

目次

1章 設計条件	1
1.1 一般事項	1
1.2 適用基準	1
1.3 形式	1
1.4 形状寸法	1
1.5 地盤条件	1
1.6 使用材料	1
1.7 土砂	2
1.8 載荷荷重	3
1.9 その他荷重	3
1.10 土圧	3
1.11 基礎の条件	4
1.11.1 許容せん断抵抗算出用データ	4
1.12 安定計算の許容値及び部材の許容応力度	4
1.12.1 安定計算の許容値	4
1.12.2 部材の許容応力度	4
2章 安定計算	6
2.1 水位を考慮しないブロックデータ	6
2.2 躯体自重，土砂重量，その他荷重，浮力（揚圧力）による鉛直力、水平力	7
2.3 土圧・水圧	9
2.4 作用力の集計	11
2.5 安定計算結果	14
2.5.1 転倒に対する安定	14
2.5.2 滑動に対する安定	14
2.5.3 支持に対する照査	14
3章 豎壁の設計	16
3.1 豎壁基部の設計	16
3.1.1 水位を考慮しないブロックデータ	16
3.1.2 躯体自重，その他荷重	16
3.1.3 土圧・水圧	16
3.1.4 断面力の集計	17
3.1.5 断面計算（許容応力度法）	18
4章 つま先版の設計	20
4.1 照査位置[1]の設計	20
4.1.1 水位を考慮しないブロックデータ	20
4.1.2 躯体自重，土砂重量，その他荷重，浮力（揚圧力）による鉛直力	21
4.1.3 地盤反力	21
4.1.4 断面力の集計	22
4.1.5 断面計算（許容応力度法）	22
4.2 照査位置[2]の設計	23
4.2.1 水位を考慮しないブロックデータ	24
4.2.2 躯体自重，土砂重量，その他荷重，浮力（揚圧力）による鉛直力	24
4.2.3 地盤反力	24
4.2.4 断面力の集計	25
4.2.5 断面計算（許容応力度法）	25
5章 かかと版の設計	27
5.1 照査位置[1]の設計	27
5.1.1 水位を考慮しないブロックデータ	27
5.1.2 躯体自重，土砂重量，その他荷重，浮力（揚圧力）による鉛直力	28

5.1.3 地表面の載荷荷重，雪荷重	29
5.1.4 地盤反力	30
5.1.5 断面力の集計	31
5.1.6 断面計算（許容応力度法）	31
5.2 照査位置[2]の設計	33
5.2.1 水位を考慮しないブロックデータ	33
5.2.2 躯体自重，土砂重量，その他荷重，浮力（揚圧力）による鉛直力	34
5.2.3 地盤反力	35
5.2.4 断面力の集計	36
5.2.5 断面計算（許容応力度法）	36

1章 設計条件

1.1 一般事項

データ名：MANUCHO2.f8r (コメント：標準設計 逆T型 RCT-133-H12)

タイトル：逆T型-A サンプルデータ

コメント：標準設計 逆T型 RCT-133-H12

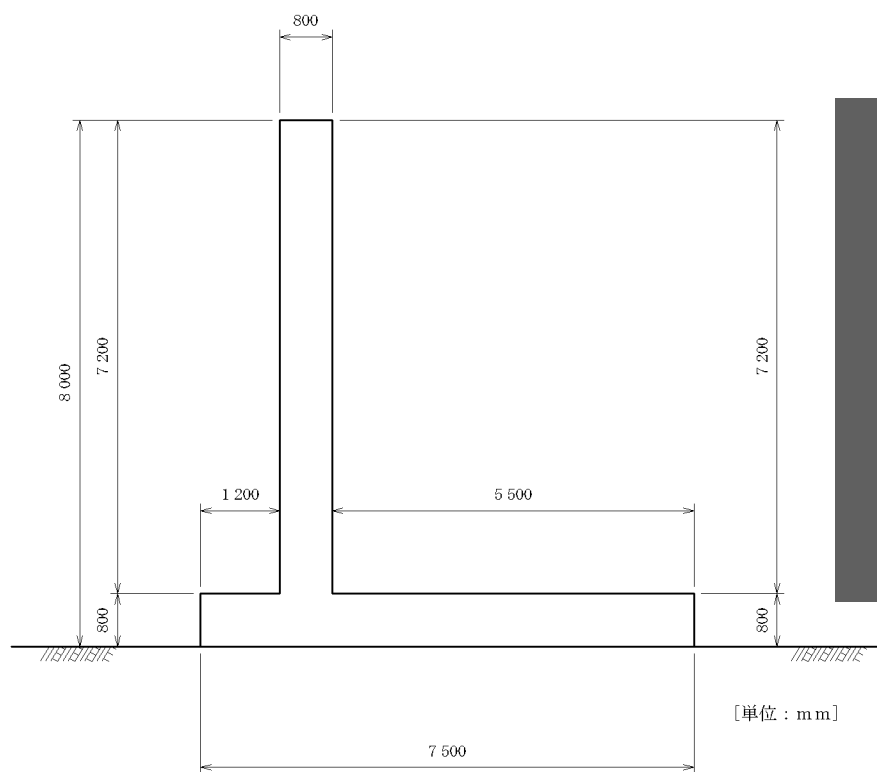
1.2 適用基準

(社)全日本建設技術協会、土木構造物標準設計 第2巻 解説書(擁壁類) 平成12年9月

1.3 形式

『逆T型 - A (直接基礎)』

1.4 形状寸法



奥行方向幅(ブロック長) B = 5000(mm)

1.5 地盤条件

地震規模： 中規模

地域区分： A

地盤種別： I種

1.6 使用材料

【コンクリート】 縦壁(鉄筋コンクリート) : ck = 24 (N/mm²)
底版(鉄筋コンクリート) : ck = 24 (N/mm²)

【鉄筋】種類：SD345

【内部摩擦角】背面土砂：25.00 (度)

【単位体積重量】

(kN/m³)

躯体	鉄筋コンクリート	24.500	
水	浮力算出用	10.000	
	土砂	湿潤重量	飽和重量
	背面	18.000	19.000
	前面	18.000	19.000

【設計水平震度】躯体：Kh = 0.15

土砂(前面)：Kh = 0.15

(背面)：Kh = 0.15

1.7 土砂

(1)背面土砂形状



擁壁天端と地表面始点のレベル差	(m)	0.000
勾配		2.000
盛土高	(m)	2.000
土圧を考慮しない高さHr	(m)	0.000

1.8 載荷荷重

[1]常時1



番号	載荷位置 (m)	載荷幅 (m)	荷重強度 (kN/m ²)		有効な検討		
			始端側	終端側	安定	豎壁	底版
1	4.000		10.000	0.000			

[2]常時2



番号	載荷位置 (m)	載荷幅 (m)	荷重強度 (kN/m ²)		有効な検討		
			始端側	終端側	安定	豎壁	底版
1	5.500		10.000	0.000			

1.9 その他荷重

考慮しない

1.10 土圧

- ・土圧の作用面の壁面摩擦角(度)

荷 重 状 態	主働土圧			受働土圧
	安定計算時	断面計算時	切土	
常 時	0.000	16.667	————	————
地震時	0.000	16.667	————	————

- ・安定計算時の土圧の仮想背面は、かかと端(かかから鉛直に伸ばした線)

- ・安定計算時の土圧作用面が鉛直面となす角度 0.000 (度)

・ 豎壁設計時の土圧作用面が鉛直面となす角度 0.000 (度)

・ 粘着力(kN/m²)

荷 重 状 態	すべり面用	粘着高さ用
常 時	0.000	0.000
地震時	0.000	0.000

1.11 基礎の条件

1.11.1 許容せん断抵抗算出用データ

照査に用いる底板幅	全 幅
基礎底面と地盤との間の付着力 CB (kN/m ²)	0.000
基礎底面と地盤との間の摩擦係数 tan δ	0.600

1.12 安定計算の許容値及び部材の許容応力度

1.12.1 安定計算の許容値

荷 重 状 態	許容偏心量 e_b / B (m)	滑動安全率	許容支持力度 (kN/m ²)
常時1	1/6	1.500	1000.000
常時2	1/6	1.500	1000.000
地震時	1/3	1.200	1500.000

ここに、

B : 基礎幅(m)

e_b : 荷重の偏心量(m) , ただし、 $e_b = M_b / V$

M_b : 基礎底面に作用するモ - メント(kN.m)

V : 基礎底面に作用する鉛直荷重(kN)

1.12.2 部材の許容応力度

(1)鉄筋コンクリート部材

1) 豎壁 (水中部材)

(N/mm²)

荷 重 状 態	割増係数	コンクリートの圧縮応力度	鉄筋の引張応力度	せん断応力度	
		σ_{ca}	σ_{sa}	σ_{a1}	σ_{a2}
常時1	1.00	8.000	160.000	0.390	1.700
常時2	1.00	8.000	160.000	0.390	1.700
地震時	1.50	12.000	300.000	0.585	2.550

2) 底版（水中部材）

(N/mm²)

荷 重 状 態	割 増 係 数	コンクリート の圧縮応力度 <small>ca</small>	鉄筋の 引張応力度 <small>sa</small>	せん断 応力度	
				<small>a1</small>	<small>a2</small>
常時1	1.00	8.000	160.000	0.390	1.700
常時2	1.00	8.000	160.000	0.390	1.700
地震時	1.50	12.000	300.000	0.585	2.550

ここに、

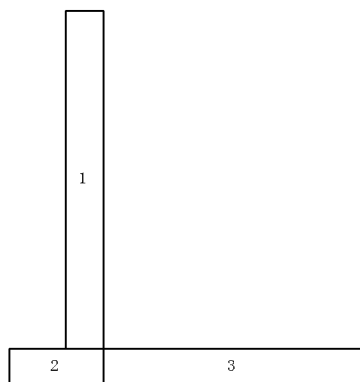
a1 : コンクリートのみでせん断力を負担する場合のせん断応力度a2 : 斜引張鉄筋と協同して負担する場合のせん断応力度

2章 安定計算

2.1 水位を考慮しないブロックデータ

(1) 躯体自重

1) ブロック割り



2) 自重・重心

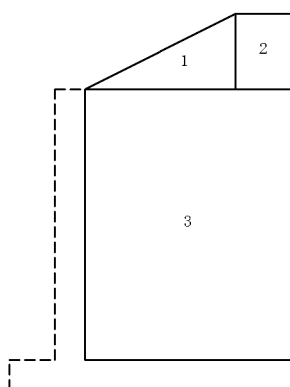
区分	計算式 幅 × 高さ × 奥行	体積 Vi (m³)	重心位置 (m)		Vi · Xi	Vi · Yi	備考
			Xi	Yi			
1	0.800 × 7.200 × 1.000	5.760	1.600	4.400	9.216	25.344	
2	2.000 × 0.800 × 1.000	1.600	1.000	0.400	1.600	0.640	
3	5.500 × 0.800 × 1.000	4.400	4.750	0.400	20.900	1.760	
		11.760	—	—	31.716	27.744	

$$\text{重心位置 } XG = (Vi \cdot Xi) / Vi = 31.716 / 11.760 = 2.697 \text{ (m)}$$

$$YG = (Vi \cdot Yi) / Vi = 27.744 / 11.760 = 2.359 \text{ (m)}$$

(2) 背面土砂

1) ブロック割り



2) 体積・重心

区分	計算式 幅 × 高さ × 奥行	体積 Vi (m³)	重心位置 (m)		Vi · Xi	Vi · Yi	備考
			Xi	Yi			
1	1/2 × 4.000 × 2.000 × 1.000	4.000	4.667	8.667	18.667	34.667	
2	1.500 × 2.000 × 1.000	3.000	6.750	9.000	20.250	27.000	
3	5.500 × 7.200 × 1.000	39.600	4.750	4.400	188.100	174.240	

区分	計算式 幅 × 高さ × 奥行	体積 Vi (m³)	重心位置 (m)		Vi · Xi	Vi · Yi	備考
			Xi	Yi			
		46.600	—	—	227.017	235.907	

$$\begin{aligned} \text{重心位置 } XG &= (Vi \cdot Xi) / Vi = 227.017 / 46.600 = 4.872 \text{ (m)} \\ \text{重心位置 } YG &= (Vi \cdot Yi) / Vi = 235.907 / 46.600 = 5.062 \text{ (m)} \end{aligned}$$

2.2 躯体自重，土砂重量，その他荷重，浮力（揚圧力）による鉛直力、水平力

(1) 自重による作用力

[1] 常時2

位置	鉛直力 $W = \rho \cdot V$ (kN)	作用位置 X (m)
躯体	24.500 × 11.760 = 288.120	2.697

[2] 地震時

位置	鉛直力 $W = \rho \cdot V$ (kN)	作用位置 X (m)
躯体	24.500 × 11.760 = 288.120	2.697

位置	水平力 $H = W \cdot kh$ (kN)	作用位置 Y (m)
躯体	288.120 × 0.15 = 43.218	2.359

(2) 土砂重量，浮力

[1] 常時2

1) 土砂重量による作用力

水位位置による分割

位置	全体積、重心位置			水位より下の体積、重心位置		
	体積 V (m³)	重心位置 (m)		体積 VI (m³)	重心位置 (m)	
		X	Y		XI	YI
土砂(背面)	46.600	4.872	5.062	0.000	0.000	0.000

位置	水位より上の体積、重心位置		
	体積 Vu (m³)	重心位置 (m)	
		Xu	Yu
土砂(背面)	46.600	4.872	5.062

水位より上の体積

$$Vu = V - VI$$

水位より上の重心位置

$$Xu = (V \cdot X - VI \cdot XI) / Vu$$

$$Yu = (V \cdot Y - VI \cdot YI) / Vu$$

土砂による作用力

位置	水位より上の重量 $W_u = V_u \cdot (\text{土の湿潤重量})$ (kN)	水位より下の重量 $W_l = V_l \cdot (\text{土の飽和重量})$ (kN)
土砂(背面)	$46.600 \times 18.000 = 838.800$	$0.000 \times 19.000 = 0.000$

位置	重量 W $W_u + W_l$ (kN)	作用位置 X $(W_u \cdot X_u + W_l \cdot X_l) / W$ (m)
土砂(背面)	838.800	4.872

[2]地震時

1)土砂重量による作用力

水位位置による分割

位置	全体積、重心位置			水位より下の体積、重心位置		
	体積 $V(m^3)$	重心位置(m)		体積 $V_l(m^3)$	重心位置(m)	
		X	Y		X _l	Y _l
土砂(背面)	46.600	4.872	5.062	0.000	0.000	0.000

位置	水位より上の体積、重心位置		
	体積 $V_u(m^3)$	重心位置(m)	
		X _u	Y _u
土砂(背面)	46.600	4.872	5.062

水位より上の体積

$$V_u = V - V_l$$

水位より上の重心位置

$$X_u = (V \cdot X - V_l \cdot X_l) / V_u$$

$$Y_u = (V \cdot Y - V_l \cdot Y_l) / V_u$$

土砂による作用力

位置	水位より上の重量 $W_u = V_u \cdot (\text{土の湿潤重量})$ (kN)	水位より下の重量 $W_l = V_l \cdot (\text{土の飽和重量})$ (kN)
土砂(背面)	$46.600 \times 18.000 = 838.800$	$0.000 \times 19.000 = 0.000$

位置	重量 W $W_u + W_l$ (kN)	作用位置 X $(W_u \cdot X_u + W_l \cdot X_l) / W$ (m)	水平力 H $W \cdot k_h$ (kN)	作用位置 Y (m)
土砂(背面)	838.800	4.872	$838.800 \times 0.15 = 125.820$	5.062

(3)自重集計

[1]常時2

	重 量 Ni (kN)	水平力 Hi (kN)	作用位置(m)		モーメント(kN.m)	
			Xi	Yi	Ni・Xi	Hi・Yi
軀 体	288.120	0.000	2.697	0.000	777.042	0.000
背面土砂	838.800	0.000	4.872	0.000	4086.303	0.000
合 計	1126.920	0.000	———	———	4863.345	0.000

[2]地震時

	重 量 Ni (kN)	水平力 Hi (kN)	作用位置(m)		モーメント(kN.m)	
			Xi	Yi	Ni・Xi	Hi・Yi
軀 体	288.120	43.218	2.697	2.359	777.042	101.959
背面土砂	838.800	125.820	4.872	5.062	4086.303	636.948
合 計	1126.920	169.038	———	———	4863.345	738.907

2.3 土圧・水圧

[1]常時2

土圧は試行くさび法により求める。

仮想背面の位置(つま先からの距離) xp = 7.500 m
 yp = 0.000 m
 仮想背面の高さ H = 10.000 m
 仮想背面が鉛直面となす角度 = 0.000 °
 背面土砂の単位体積重量 s = 18.000 kN/m³
 背面土砂の内部摩擦角 = 25.00 °
 壁面摩擦角 = 0.000 °
 すべり角の変化範囲 i = 10.00 ° ~ 80.00 °

すべり角()に対する土砂重量(W) , 土圧力(P)

水位 hw = 0.000 m

すべり角 (°)	土砂重量 W(kN)				土圧力 P (kN)
	水位以上	水位以下	上載荷重	合計	
56.00	607.058	0.000	67.451	674.509	405.286
57.00	584.467	0.000	64.941	649.408	405.795
58.00	562.382	0.000	62.487	624.869	405.795

土圧力が最大となるのは、
 = 57.00° のとき P = 405.795 kN
 である。
 土圧力

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{W \cdot \sin(\omega - \phi)}{\cos(\omega - \phi - \alpha - \delta)} \\
 &= \frac{649.408 \times \sin(57.00^\circ - 25.00^\circ)}{\cos(57.00^\circ - 25.00^\circ - 0.000^\circ - 0.000^\circ)} \\
 &= 405.795 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

このときの土圧力の水平成分、鉛直成分、作用位置は次のようになる。

水平成分

$$P_h = P \cdot \cos(\theta) = 405.795 \times \cos(0.000^\circ + 0.000^\circ) = 405.795 \text{ kN}$$

鉛直成分

$$P_v = P \cdot \sin(\theta) = 405.795 \times \sin(0.000^\circ + 0.000^\circ) = 0.000 \text{ kN}$$

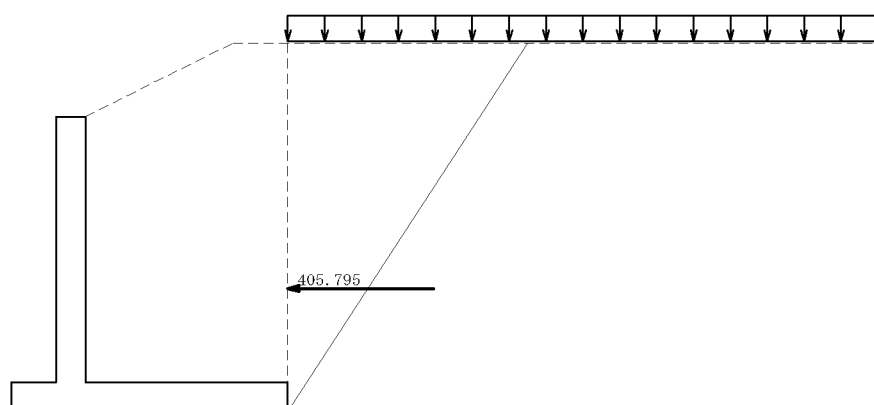
作用位置

$$H_o = \frac{H}{3} = \frac{10.000}{3} = 3.333 \text{ m}$$

$$x = x_p - H_o \cdot \tan \theta = 7.500 - 3.333 \times \tan 0.000^\circ = 7.500 \text{ m}$$

$$y = y_p + H_o = 0.000 + 3.333 = 3.333 \text{ m}$$

・土圧図



[2]地震時

土圧は試行くさび法により求める。

仮想背面の位置（つま先からの距離）

$$x_p = 7.500 \text{ m}$$

$$y_p = 0.000 \text{ m}$$

仮想背面の高さ

$$H = 10.000 \text{ m}$$

仮想背面が鉛直面となす角度

$$= 0.000^\circ$$

背面土砂の単位体積重量

$$s = 18.000 \text{ kN/m}^3$$

背面土砂の内部摩擦角

$$= 25.00^\circ$$

壁面摩擦角

$$= 0.000^\circ$$

すべり角の変化範囲

$$i = 10.00^\circ \sim 80.00^\circ$$

すべり角()に対する土砂重量(W) , 土圧力(P)

水位 $h_w = 0.000 \text{ m}$

すべり角 (°)	土砂重量 W(kN)				土圧力 P (kN)
	水位以上	水位以下	上載荷重	合計	
56.00	607.058	0.000	0.000	607.058	364.757
57.00	584.467	0.000	0.000	584.467	365.216
58.00	562.382	0.000	0.000	562.382	365.215

土圧力が最大となるのは、

$$= 57.00^\circ \text{ のとき } P = 365.216 \text{ kN}$$

である。

土圧力

$$\begin{aligned}
 P &= \frac{W \cdot \sin(\omega - \phi)}{\cos(\omega - \phi - \alpha - \delta)} \\
 &= \frac{584.467 \times \sin(57.00^\circ - 25.00^\circ)}{\cos(57.00^\circ - 25.00^\circ - 0.000^\circ - 0.000^\circ)} \\
 &= 365.216 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

このときの土圧力の水平成分、鉛直成分、作用位置は次のようになる。

水平成分

$$P_h = P \cdot \cos(\quad) = 365.216 \times \cos(0.000^\circ + 0.000^\circ) = 365.216 \text{ kN}$$

鉛直成分

$$P_v = P \cdot \sin(\quad) = 365.216 \times \sin(0.000^\circ + 0.000^\circ) = 0.000 \text{ kN}$$

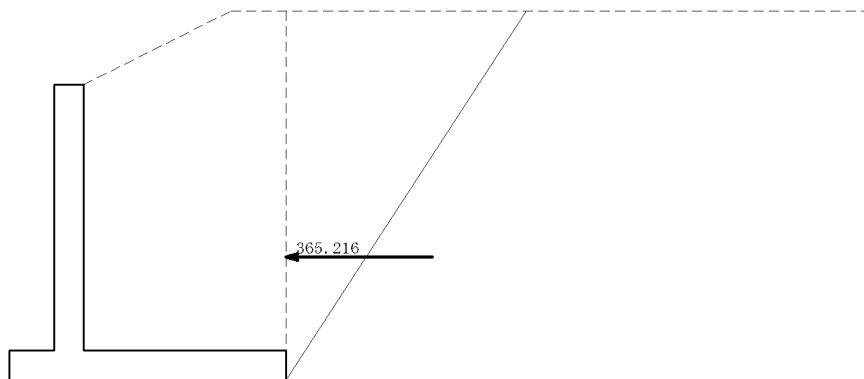
作用位置

$$H_o = \frac{H}{3} = \frac{10.000}{3} = 3.333 \text{ m}$$

$$x = x_p - H_o \cdot \tan \quad = 7.500 - 3.333 \times \tan 0.000^\circ = 7.500 \text{ m}$$

$$y = y_p + H_o = 0.000 + 3.333 = 3.333 \text{ m}$$

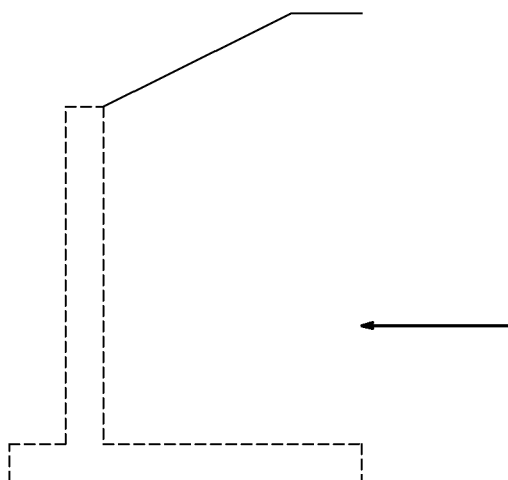
・土圧図



2.4 作用力の集計

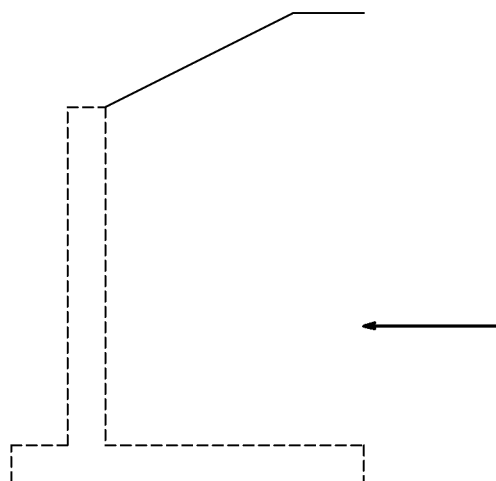
(1)フーチング前面での作用力の集計

[1]常時2



項目	鉛直力 N_i (kN)	水平力 H_i (kN)	アーム長		回転モーメント(kN.m)	
			X_i (m)	Y_i (m)	$M_{xi} = N_i \cdot X_i$	$M_{yi} = H_i \cdot Y_i$
自重	1126.920	0.000	4.316	0.000	4863.345	0.000
土圧	0.000	405.795	7.500	3.333	0.000	1352.515
合計	1126.920	405.795	—————	—————	4863.345	1352.515

[2]地震時



項目	鉛直力 N_i (kN)	水平力 H_i (kN)	アーム長		回転モーメント(kN.m)	
			X_i (m)	Y_i (m)	$M_{xi} = N_i \cdot X_i$	$M_{yi} = H_i \cdot Y_i$
自重	1126.920	169.038	4.316	4.371	4863.345	738.907
土圧	0.000	365.216	7.500	3.333	0.000	1217.265
合計	1126.920	534.254	—————	—————	4863.345	1956.172

荷重状態(水位)	N_o (kN)	H_o (kN)	M_o (kN.m)
常時2	1126.920	405.795	3510.830
地震時	1126.920	534.254	2907.173

(2)フーチング中心での作用力の集計

鉛直力 : $N_c = N_o$ (kN)
 水平力 : $H_c = H_o$ (kN)
 回転モーメント : $M_c = N_o \cdot B_j / 2.0 - M_o$ (kN.m)

ここに、

フーチング土圧方向幅 : $B_j = 7.500$ (m)

単位幅当り

荷重状態(水位)	N_c (kN)	H_c (kN)	M_c (kN.m)
常時2	1126.920	405.795	715.120
地震時	1126.920	534.254	1318.777

全幅(5.000m)当り

荷重状態(水位)	N_c (kN)	H_c (kN)	M_c (kN.m)
常時2	5634.600	2028.975	3575.598
地震時	5634.600	2671.270	6593.885

2.5 安定計算結果

2.5.1 転倒に対する安定

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

ここに、

d : 底版つま先から合力の作用点までの距離(m)

Mr : 底版つま先回りの抵抗モーメント(kN.m)

Mt : 底版つま先回りの転倒モーメント(kN.m)

V : 底版下面における全鉛直荷重(kN)

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

ここに、

e : 合力の作用点の底版中央からの偏心距離(m)

B : 底版幅(m), B = 7.500

$$e_a = B / n$$

ここに、

e_a : 許容偏心距離(m)

n : 安全率

荷重状態(水位)	Mr (kN.m)	Mt (kN.m)	V (kN)	d (m)	e (m)	e _a (m)
常時2	4863.345	1352.515	1126.920	3.115	0.635	1.250

2.5.2 滑動に対する安定

$$F_s = \frac{\sum V \cdot \mu + C_b \cdot B}{\sum H}$$

ここに、

V : 底版下面における全鉛直荷重(kN)

H : 底版下面における全水平荷重(kN)

μ : 底版と支持地盤の間の摩擦係数, μ = 0.600

C_b : 底版と支持地盤の間の付着力(kN/m²), C_b = 0.000

B : 底版幅(m), B = 7.500

荷重状態(水位)	鉛直荷重 V(kN)	水平荷重 H(kN)	安全率 F _s	必要安全率 F _{sa}
地震時	1126.920	534.254	1.266	1.200

2.5.3 支持に対する照査

1) 合力作用点が底版中央の底版幅1/3(ミドルサード)の中にある場合

$$q_1 = \frac{\sum V}{B} \cdot \left(1 + \frac{6e}{B}\right)$$

$$q_2 = \frac{\sum V}{B} \cdot \left(1 - \frac{6e}{B}\right)$$

2)合力作用点が底版中央の底版幅2/3の中にある場合

$$q_1 = \frac{2 \Sigma V}{3 \cdot (B/2 - e)}$$

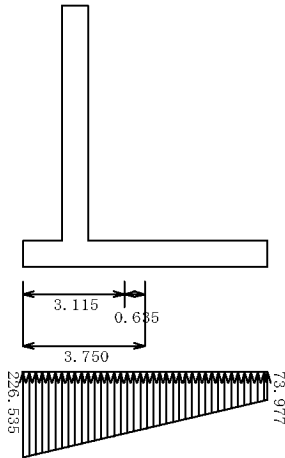
ここに、

V : 底版下面に作用する全鉛直荷重(kN)

B : 底版幅(m), B = 7.500

e : 偏心量(m)

[1]常時2



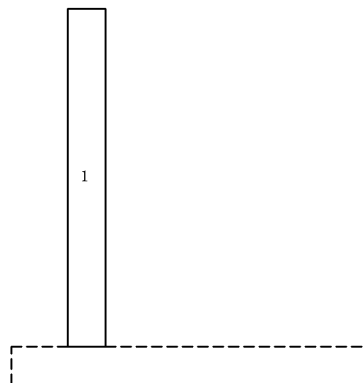
地盤反力の作用幅(m) x及びB	地盤反力の形状	地盤反力度 (kN/m ²)		
		qmin	qmax	許容値
7.500	台形	73.977	226.535	1000.000

3章 豎壁の設計

3.1 豎壁基部の設計

3.1.1 水位を考慮しないブロックデータ

(1) ブロック割り



(2) 体積・重心

区分	計算式 幅 × 高さ × 奥行	体積 Vi (m³)	重心位置 (m)		Vi · Xi	Vi · Yi	備考
			Xi	Yi			
1	0.800 × 7.200 × 1.000	5.760	0.400	3.600	2.304	20.736	
		5.760	—	—	2.304	20.736	

$$\begin{aligned} \text{重心 } XG &= (Vi \cdot Xi) / Vi = 2.304 / 5.760 = 0.400 \text{ (m)} \\ YG &= (Vi \cdot Yi) / Vi = 20.736 / 5.760 = 3.600 \text{ (m)} \end{aligned}$$

3.1.2 躯体自重, その他荷重

(1) 躯体自重

[1] 常時1

位置	$W = \quad \cdot V$ (kN)	作用位置 X (m)
躯体(鉄筋)	$24.500 \times 5.760 = 141.120$	0.000

3.1.3 土圧・水圧

[1] 常時1

土圧は試行くさび法により求める。

仮想背面の位置 (断面中心からの距離) $x_p = 0.400 \text{ m}$

$y_p = 0.000 \text{ m}$

仮想背面の高さ $H = 7.200 \text{ m}$

仮想背面が鉛直面となす角度 $= 0.000^\circ$

背面土砂の単位体積重量 $s = 18.000 \text{ kN/m}^3$

背面土砂の内部摩擦角 $= 25.000^\circ$

壁面摩擦角 $= 2/3 = 16.667^\circ$

すべり角の変化範囲 $i = 10.00^\circ \sim 80.00^\circ$

すべり角()に対する土砂重量(W) , 土圧力(P)

水位 hw = 0.000 m

すべり角 (°)	土砂重量 W(kN)				土圧力 P (kN)
	水位以上	水位以下	上載荷重	合計	
48.00	613.892	0.000	42.837	656.729	258.180
49.00	590.188	0.000	39.974	630.162	258.424
50.00	567.192	0.000	37.197	604.389	258.151

土圧力が最大となるのは、

$$= 49.00^\circ \text{ のとき } P = 258.424 \text{ kN}$$

である。

土圧力

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

$$= \frac{630.162 \times \sin(49.00^\circ - 25.00^\circ)}{\cos(49.00^\circ - 25.00^\circ - 0.000^\circ - 16.667^\circ)}$$

$$= 258.424 \text{ kN}$$

このときの土圧力の水平成分、鉛直成分、作用位置は次のようになる。

水平成分

$$P_h = P \cdot \cos(+) = 258.424 \times \cos(0.000^\circ + 16.667^\circ) = 247.567 \text{ kN}$$

鉛直成分

$$P_v = P \cdot \sin(+) = 258.424 \times \sin(0.000^\circ + 16.667^\circ) = 74.117 \text{ kN}$$

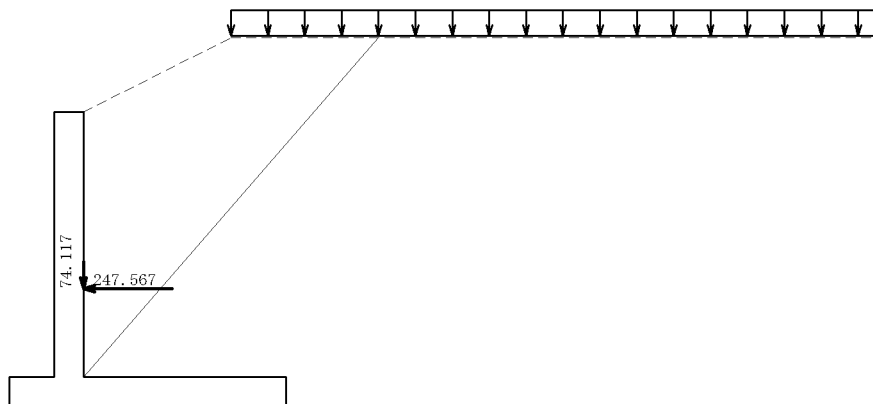
作用位置

$$H_o = \frac{H}{3} = \frac{7.200}{3} = 2.400 \text{ m}$$

$$x = H_o \cdot \tan - x_p = 2.400 \times \tan 0.000^\circ - 0.400 = -0.400 \text{ m}$$

$$y = y_p + H_o = 0.000 + 2.400 = 2.400 \text{ m}$$

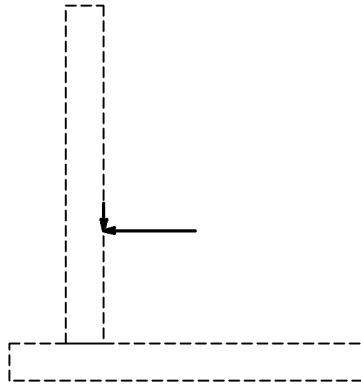
・土圧図



3.1.4 断面力の集計

(偏心モーメント及び軸力を無視するため鉛直力は集計されません)

[1]常時1

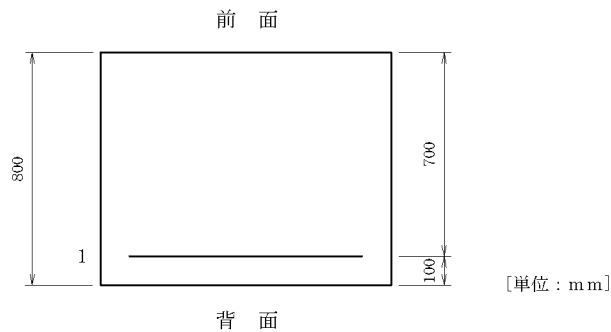


項目	N _i (kN)	H _i (kN)	X _i (m)	Y _i (m)	M = M _x +M _y (kN.m)
自重	141.120	0.000	0.000	0.000	0.000
土圧	74.117	247.567	-0.400	2.400	594.161
合計	0.000	247.567	—————	—————	594.161

X_i は設計断面中心からの距離（前面側に向かって+）、Y_i は設計断面からの高さ

3.1.5 断面計算（許容応力度法）

(1)鉄筋配置



位置	かぶり (cm)	鉄筋径	鉄筋面積 (cm ² /本)	本数	鉄筋量 (cm ²)
前面	1'	—	—	—	—
	2'	—	—	—	—
背面	1	10.0	D32	7.942	8.00
	2	—	—	—	—

引張側必要鉄筋量 61.162 (cm²)

(2)曲げ応力度の照査

(参考)

中立軸の算出

$$x^2 + \frac{2 \cdot n}{b} \{A_s \cdot (x-d)\} = 0.0$$

よりxを求める。

応力度の算出

$$\sigma_c = \frac{M}{\frac{b \cdot x}{2} \cdot \left(\frac{h}{2} - \frac{x}{3}\right) + n \cdot A_s \cdot \frac{(x-d) \cdot (h/2-d)}{x}}$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{d-x}{x}$$

ここに、

- x : コンクリートの圧縮縁から中立軸までの距離(mm)
- h : 部材断面の高さ(mm) , h = 800.000
- b : 部材断面幅(mm) , b = 1000.000
- d : 部材の有効高(mm)
- As : 引張側鉄筋の全断面積(mm²)
- n : 鉄筋とコンクリートのヤング係数比 , n = 15.00
- e : 部材断面の図心軸から軸方向力の作用点までの距離(mm)
- c : コンクリートの曲げ圧縮応力度(N/mm²)
- s : 鉄筋の引張応力度(N/mm²)
- M : 曲げモーメント(N.mm)

荷重状態(水位)	M (kN.m)	N (kN)	x (cm)	圧縮応力度(N/mm ²)		引張応力度(N/mm ²)	
				計算値	許容値	計算値	許容値
常時1	594.161	0.000	28.223	6.950	8.000	154.323	160.000

(3)せん断応力度の照査

$$\tau_u = \frac{S_h}{b \cdot d} \leq \tau_{a1}$$

ここに、

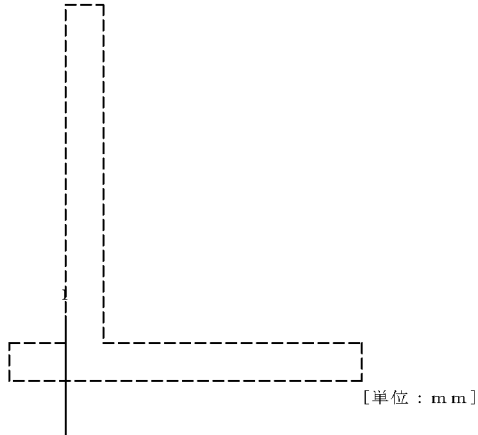
- τ_m : コンクリートのせん断応力度(N/mm²)
- S_h : 作用せん断力(N)
- d : 部材断面の有効高(mm)
- b : 部材断面幅(mm)

荷重状態(水位)	せん断力 S _h (kN)	有効高 d(cm)	せん断応力度(N/mm ²)		
			計算値	許容値 _{a1}	許容値 _{a2}
常時1	247.567	70.000	0.354	0.390	1.700

4章 つま先版の設計

4.1 照査位置[1]の設計

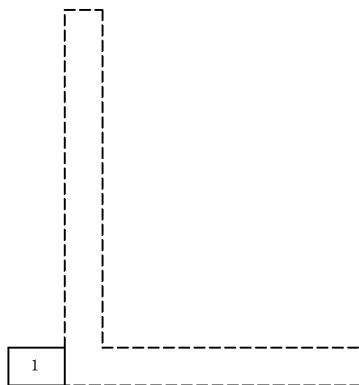
付け根からの距離 = 0.000 m



4.1.1 水位を考慮しないブロックデータ

(1) 躯体自重

1) ブロック割り



2) 自重・重心

区分	計算式 幅 × 高さ × 奥行	体積 V_i (m^3)	重心位置 X_i (m)	$V_i \cdot X_i$	備考
1	$1.200 \times 0.800 \times 1.000$	0.960	0.600	0.576	
		0.960	—	0.576	

$$\text{重心位置 } XG = (V_i \cdot X_i) / V_i = 0.576 / 0.960 = 0.600 \text{ (m)}$$

4.1.2 躯体自重，土砂重量，その他荷重，浮力（揚圧力）による鉛直力

(1)自重による作用力

[1]常時2

位置	鉛直力 $W = \text{ } \cdot V$ (kN)	作用位置 X (m)
躯体	$24.500 \times 0.960 = 23.520$	0.600

4.1.3 地盤反力

鉛直力

$$N = \frac{1}{2}(q1+q2) \cdot L$$

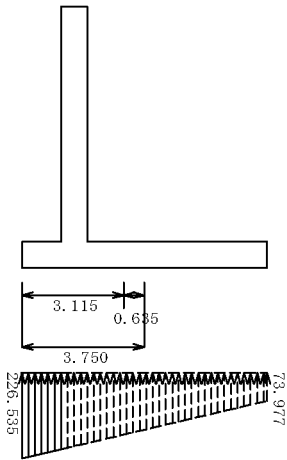
作用位置

$$X = \frac{2 \cdot q1+q2}{3 \cdot (q1+q2)} \cdot L$$

ここに、

- q1 : つま先版前面位置の地盤反力度
- q2 : つま先版設計位置の地盤反力度
- L : 地盤反力作用幅 L = 1.200 (m)

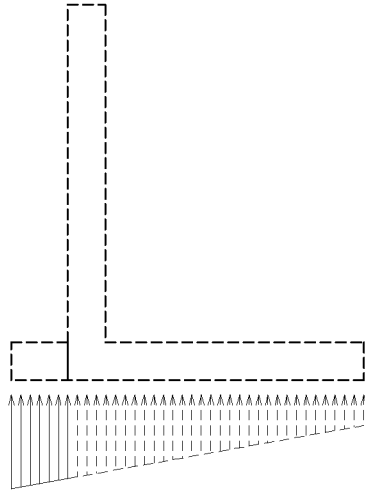
[1]常時2



地盤反力度(kN/m ²)		鉛直力 N (kN)	作用位置 X (m)
q1	q2		
226.535	202.126	-257.196	0.611

4.1.4 断面力の集計

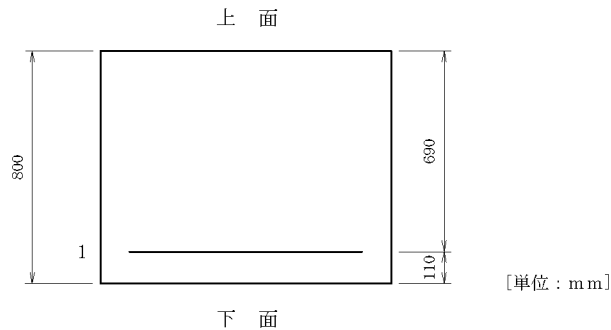
[1]常時2



項目	N_i (kN)	X_i (m)	$M = N_i \cdot X_i$ (kN.m)
自重	-23.520	0.600	-14.112
地盤反力	257.196	0.611	157.247
合計	233.676	—	143.135

4.1.5 断面計算（許容応力度法）

(1)鉄筋配置



位置	かぶり (cm)	鉄筋径	鉄筋面積 (cm ² /本)	本数	鉄筋量 (cm ²)
上面	1'	—	—	—	—
	2'	—	—	—	—
下面	1	11.0	D22	3.871	4.00
	2	—	—	—	—

引張側必要鉄筋量 13.983 (cm²)

(2) 曲げ応力度の照査

(参考)

中立軸の算出

$$x^2 + \frac{2 \cdot n}{b} \{A_s \cdot (x-d)\} = 0.0$$

より x を求める。

応力度の算出

$$\sigma_c = \frac{M}{\frac{b \cdot x}{2} \cdot \left(\frac{h}{2} - \frac{x}{3}\right) + n \cdot A_s \cdot \frac{(x-d) \cdot (h/2-d)}{x}}$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{d-x}{x}$$

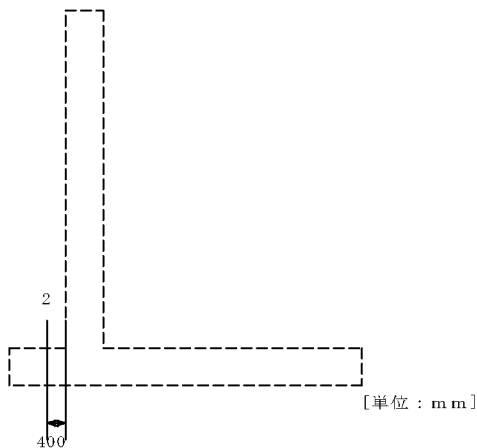
ここに、

- x : コンクリートの圧縮縁から中立軸までの距離 (mm)
- h : 部材断面の高さ (mm) , h = 800.000
- b : 部材断面幅 (mm) , b = 1000.000
- d : 部材の有効高 (mm)
- A_s : 引張側鉄筋の全断面積 (mm²)
- n : 鉄筋とコンクリートのヤング係数比 , n = 15.00
- e : 部材断面の図心軸から軸方向力の作用点までの距離 (mm)
- c : コンクリートの曲げ圧縮応力度 (N/mm²)
- s : 鉄筋の引張応力度 (N/mm²)
- M : 曲げモーメント (N.mm)

荷重状態 (水 位)	M (kN.m)	x (cm)	圧縮応力度 (N/mm ²)		引張応力度 (N/mm ²)	
			計算値	許容値	計算値	許容値
常時2	143.135	15.732	2.855	8.000	144.985	160.000

4.2 照査位置[2]の設計

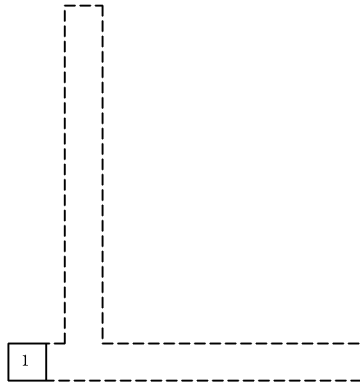
付け根からの距離 = 0.400 m



4.2.1 水位を考慮しないブロックデータ

(1) 躯体自重

1) ブロック割り



2) 自重・重心

区分	幅 × 高さ × 奥行 計算式	体積 Vi (m³)	重心位置 Xi (m)	Vi・Xi	備考
1	0.800 × 0.800 × 1.000	0.640	0.400	0.256	
		0.640	——	0.256	

$$\text{重心位置 } XG = (Vi \cdot Xi) / Vi = 0.256 / 0.640 = 0.400 \text{ (m)}$$

4.2.2 躯体自重，土砂重量，その他荷重，浮力（揚圧力）による鉛直力

(1) 自重による作用力

[1] 常時1、常時2

位置	鉛直力 $W = \quad \cdot V$ (kN)	作用位置 X (m)
躯体	$24.500 \times 0.640 = 15.680$	0.400

4.2.3 地盤反力

鉛直力

$$N = \frac{1}{2} (q1 + q2) \cdot L$$

作用位置

$$X = \frac{2 \cdot q1 + q2}{3 \cdot (q1 + q2)} \cdot L$$

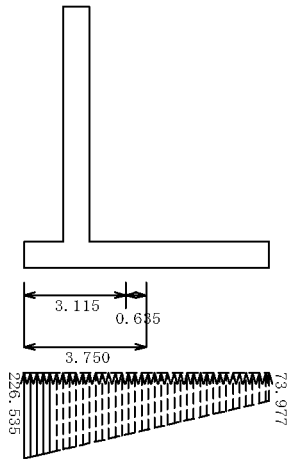
ここに、

q1 : つま先版前面位置の地盤反力度

q2 : つま先版設計位置の地盤反力度

L : 地盤反力作用幅 L = 0.800 (m)

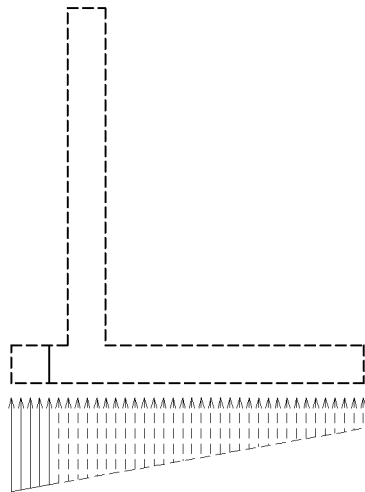
[1]常時2



地盤反力度(kN/m ²)		鉛直力 N (kN)	作用位置 X (m)
q1	q2		
226.535	210.262	-174.719	0.405

4.2.4 断面力の集計

[1]常時2



項目	N _i (kN)	X _i (m)	M = N _i · X _i (kN.m)
自重	-15.680	0.400	-6.272
地盤反力	174.719	0.405	70.755
合計	159.039	—	64.483

4.2.5 断面計算（許容応力度法）

(1)せん断応力度の照査

$$\tau_n = \frac{S_h}{b \cdot d} \leq \tau_{a1}$$

ここに、

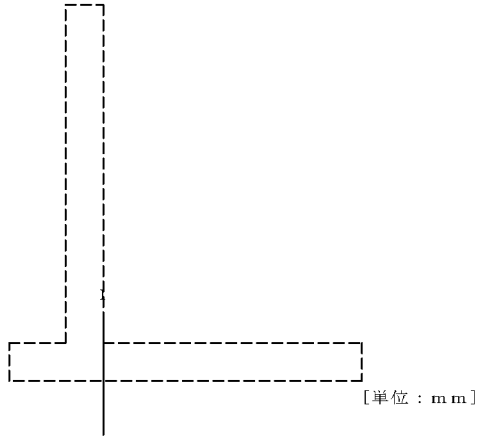
- n : コンクリートの平均せん断応力度(N/mm²)
- S_h : 作用せん断力(N)
- d : 部材の有効高(mm)
- b : 部材断面幅(mm)
- a₁ : コンクリートのみでせん断力を負担する場合の許容せん断応力度(N/mm²)

荷重状態 (水位)	せん断力 S_v (kN)	有効高 d (mm)	せん断応力度 (N/mm ²)	
			計算値	許容値 σ_t
常時2	159.039	690.000	0.230	0.390

5章 かかと版の設計

5.1 照査位置[1]の設計

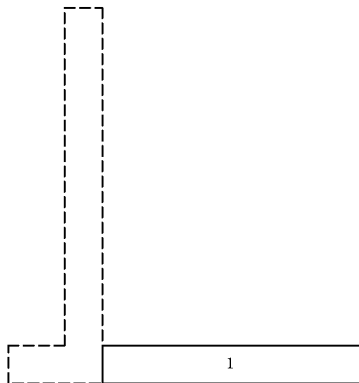
付け根からの距離 = 0.000 m



5.1.1 水位を考慮しないブロックデータ

(1) 躯体自重

1) ブロック割り



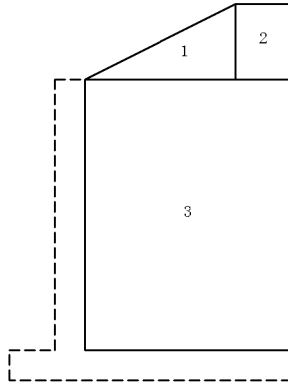
2) 自重・重心

区分	計算式 幅 × 高さ × 奥行	体積 V_i (m^3)	重心位置 X_i (m)	$V_i \cdot X_i$	備考
1	$5.500 \times 0.800 \times 1.000$	4.400	2.750	12.100	
		4.400	—	12.100	

$$\text{重心位置 } XG = (V_i \cdot X_i) / V_i = 12.100 / 4.400 = 2.750 \text{ (m)}$$

(2)背面土砂

1)ブロック割り



2)体積・重心

区分	計算式 幅 × 高さ × 奥行	体積 Vi (m³)	重心位置 Xi (m)	Vi · Xi	備考
1	1/2 × 4.000 × 2.000 × 1.000	4.000	2.667	10.667	
2	1.500 × 2.000 × 1.000	3.000	4.750	14.250	
3	5.500 × 7.200 × 1.000	39.600	2.750	108.900	
		46.600	—	133.817	

$$\text{重心位置 } XG = (Vi \cdot Xi) / Vi = 133.817 / 46.600 = 2.872 \text{ (m)}$$

5.1.2 躯体自重，土砂重量，その他荷重，浮力（揚圧力）による鉛直力

(1)自重による作用力

[1]常時1

位置	鉛直力 $W = \cdot V$ (kN)	作用位置 X (m)
躯体	24.500 × 4.400 = 107.800	2.750

(2)土砂重量，浮力

[1]常時1

1)土砂重量による作用力

水位位置による分割

位置	全体積、重心位置		水位より下の体積、重心位置	
	体積 V (m³)	重心位置 X (m)	体積 VI (m³)	重心位置 XI (m)
土砂(背面)	46.600	2.872	0.000	0.000

位置	水位より上の体積、重心位置	
	体積 Vu (m³)	重心位置 Xu (m)
土砂(背面)	46.600	2.872

水位より上の体積

$$Vu = V - VI$$

水位より上の重心位置

$$X_u = (V \cdot X - V_I \cdot X_I) / V_u$$

土砂による作用力

位 置	水位より上の重量 $W_u = V_u \cdot (\text{土の湿潤重量})$ (kN)	水位より下の重量 $W_I = V_I \cdot (\text{土の飽和重量})$ (kN)
土砂(背面)	$46.600 \times 18.000 = 838.800$	$0.000 \times 19.000 = 0.000$

位 置	重量 W $W_u + W_I$ (kN)	作用位置 X $(W_u \cdot X_u + W_I \cdot X_I) / W$ (m)
土砂(背面)	838.800	2.872

(3)自重集計

[1]常時1

	重 量 N_i (kN)	作用位置 X_i (m)	モーメント $N_i \cdot X_i$ (kN.m)
軀 体	107.800	2.750	296.450
背面土砂	838.800	2.872	2409.034
合 計	946.600	—	2705.483

5.1.3 地表面の載荷荷重，雪荷重

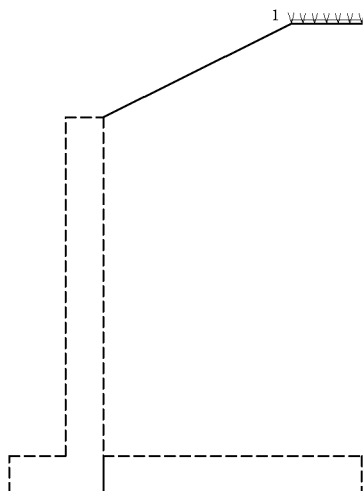
鉛直力

$$N = \frac{1}{2} \cdot (q_1 + q_2) \cdot L$$

ここに、

- q : 地表面載荷荷重強度
- L : 地表面載荷荷重長さ
- X : 設計断面位置から合力作用点までの距離

[1]常時1



番号	q1 (kN/m ²)	q2 (kN/m ²)	L (m)	鉛直力 N (kN)	作用位置 X (m)
1	10.000	10.000	1.500	15.000	4.750

5.1.4 地盤反力

鉛直力

$$N = \frac{1}{2}(q1+q2) \cdot L$$

作用位置

$$X = \frac{2 \cdot q1 + q2}{3 \cdot (q1 + q2)} \cdot L$$

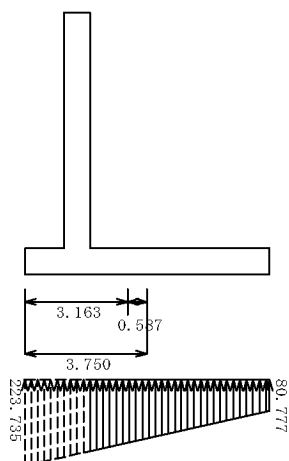
ここに、

q1 : かかと版前面位置の地盤反力度

q2 : かかと版設計位置の地盤反力度

L : 地盤反力作用幅 L = 5.500 (m)

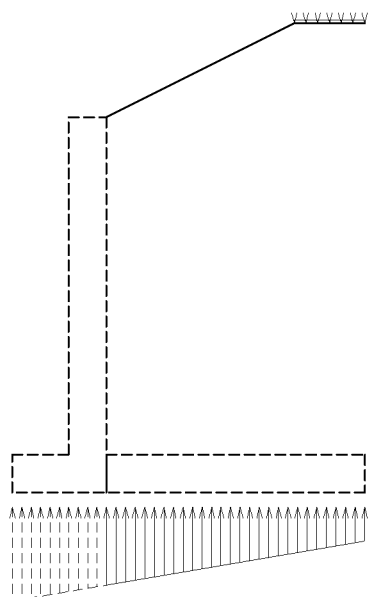
[1]常時1



地盤反力度(kN/m ²)		鉛直力 N (kN)	作用位置 X (m)
q1	q2		
80.777	185.613	732.572	2.389

5.1.5 断面力の集計

[1]常時1



項目	N_i (kN)	X_i (m)	$M = N_i \cdot X_i$ (kN.m)
自重	946.600	2.858	2705.483
載荷、雪	15.000	4.750	71.250
地盤反力	-732.572	2.389	-1750.300
合計	229.028	—	1026.433

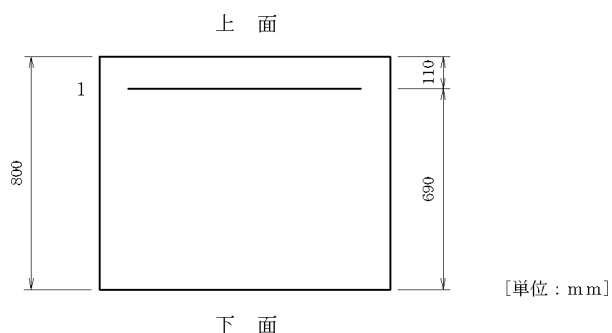
豎壁基部の断面力 $M1 = 594.161 \text{ kN.m}$

かかと版付け根の断面力 $M3 = 1026.433 \text{ kN.m}$

$M3 > M1$ となったので、付け根の断面力として $M1$ を適用します。

5.1.6 断面計算（許容応力度法）

(1)鉄筋配置



位置	かぶり (cm)	鉄筋径	鉄筋面積 (cm ² /本)	本数	鉄筋量 (cm ²)	
上面	1	11.0	D32	7.942	8.00	63.536
	2	—	—	—	—	—
下面	1'	—	—	—	—	—
	2'	—	—	—	—	—

引張側必要鉄筋量 62.151 (cm²)

(2) 曲げ応力度の照査

(参考)

中立軸の算出

$$x^2 + \frac{2 \cdot n}{b} \{A_s \cdot (x-d)\} = 0.0$$

より x を求める。

応力度の算出

$$\sigma_c = \frac{M}{\frac{b \cdot x}{2} \cdot \left(\frac{h}{2} - \frac{x}{3}\right) + n \cdot A_s \cdot \frac{(x-d) \cdot (h/2-d)}{x}}$$

$$\sigma_s = n \cdot \sigma_c \cdot \frac{d-x}{x}$$

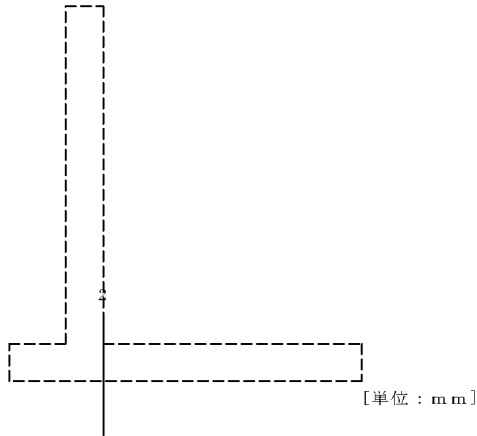
ここに、

- x : コンクリートの圧縮縁から中立軸までの距離 (mm)
- h : 部材断面の高さ (mm), h = 800.000
- b : 部材断面幅 (mm), b = 1000.000
- d : 部材の有効高 (mm)
- A_s : 引張側鉄筋の全断面積 (mm²)
- n : 鉄筋とコンクリートのヤング係数比, n = 15.00
- e : 部材断面の図心軸から軸方向力の作用点までの距離 (mm)
- c : コンクリートの曲げ圧縮応力度 (N/mm²)
- s : 鉄筋の引張応力度 (N/mm²)
- M : 曲げモーメント (N.mm)

荷重状態 (水位)	M (kN.m)	x (cm)	圧縮応力度 (N/mm ²)		引張応力度 (N/mm ²)	
			計算値	許容値	計算値	許容値
常時1	594.161	27.969	7.121	8.000	156.693	160.000

5.2 照査位置[2]の設計

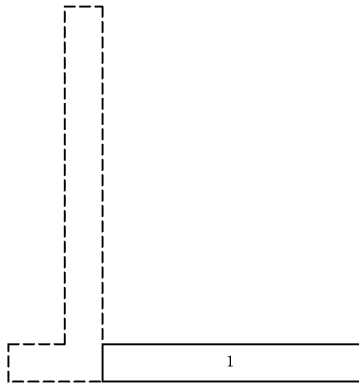
付け根からの距離 = 0.000 m



5.2.1 水位を考慮しないブロックデータ

(1) 躯体自重

1) ブロック割り



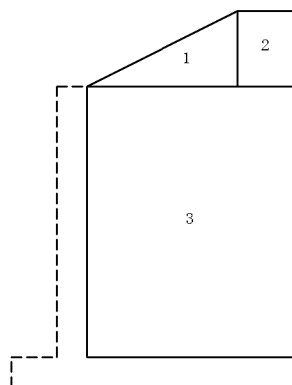
2) 自重・重心

区分	計算式 幅 × 高さ × 奥行	体積 V_i (m^3)	重心位置 X_i (m)	$V_i \cdot X_i$	備考
1	5.500 × 0.800 × 1.000	4.400	2.750	12.100	
		4.400	—	12.100	

$$\text{重心位置 } XG = (V_i \cdot X_i) / V_i = 12.100 / 4.400 = 2.750 \text{ (m)}$$

(2)背面土砂

1)ブロック割り



2)体積・重心

区分	計算式 幅 × 高さ × 奥行	体積 Vi (m³)	重心位置 Xi (m)	Vi・Xi	備考
1	1/2 × 4.000 × 2.000 × 1.000	4.000	2.667	10.667	
2	1.500 × 2.000 × 1.000	3.000	4.750	14.250	
3	5.500 × 7.200 × 1.000	39.600	2.750	108.900	
		46.600	—	133.817	

重心位置 $XG = (Vi \cdot Xi) / Vi = 133.817 / 46.600 = 2.872 (m)$

5.2.2 躯体自重，土砂重量，その他荷重，浮力（揚圧力）による鉛直力

(1)自重による作用力

[1]常時1、常時2

位置	鉛直力 $W = \cdot V$ (kN)	作用位置 X (m)
躯体	24.500 × 4.400 = 107.800	2.750

(2)土砂重量，浮力

[1]常時1、常時2

1)土砂重量による作用力

水位位置による分割

位置	全体積、重心位置		水位より下の体積、重心位置	
	体積 V (m³)	重心位置 X (m)	体積 VI (m³)	重心位置 XI (m)
土砂(背面)	46.600	2.872	0.000	0.000

位置	水位より上の体積、重心位置	
	体積 Vu (m³)	重心位置 Xu (m)
土砂(背面)	46.600	2.872

水位より上の体積

$Vu = V - VI$

水位より上の重心位置

$$X_u = (V \cdot X - W_I \cdot X_I) / W_u$$

土砂による作用力

位置	水位より上の重量 $W_u = V_u \cdot (\text{土の湿潤重量})$ (kN)	水位より下の重量 $W_I = V_I \cdot (\text{土の飽和重量})$ (kN)
土砂(背面)	$46.600 \times 18.000 = 838.800$	$0.000 \times 19.000 = 0.000$

位置	重量 W $W_u + W_I$ (kN)	作用位置 X $(W_u \cdot X_u + W_I \cdot X_I) / W$ (m)
土砂(背面)	838.800	2.872

(3)自重集計

[1]常時2

	重量 N_i (kN)	作用位置 X_i (m)	モーメント $N_i \cdot X_i$ (kN.m)
躯体	107.800	2.750	296.450
背面土砂	838.800	2.872	2409.034
合計	946.600	—	2705.483

5.2.3 地盤反力

鉛直力

$$N = \frac{1}{2} (q_1 + q_2) \cdot L$$

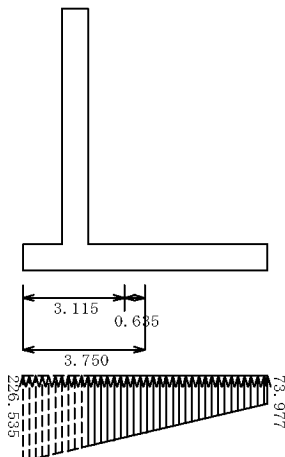
作用位置

$$X = \frac{2 \cdot q_1 + q_2}{3 \cdot (q_1 + q_2)} \cdot L$$

ここに、

- q_1 : かかと版前面位置の地盤反力度
- q_2 : かかと版設計位置の地盤反力度
- L : 地盤反力作用幅 $L = 5.500$ (m)

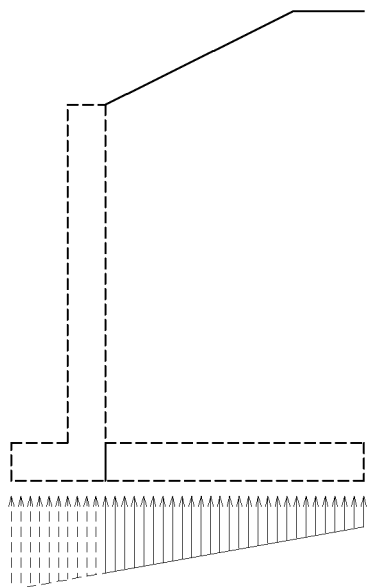
[1]常時2



地盤反力度(kN/m ²)		鉛直力 N (kN)	作用位置 X (m)
q_1	q_2		
73.977	185.853	714.532	2.355

5.2.4 断面力の集計

[1]常時2



項目	N _i (kN)	X _i (m)	M = N _i · X _i (kN·m)
自重	946.600	2.858	2705.483
地盤反力	-714.532	2.355	-1682.943
合計	232.068	—	1022.540

5.2.5 断面計算（許容応力度法）

(1)せん断応力度の照査

$$\tau_n = \frac{S_h}{b \cdot d} \leq \tau_{a1}$$

ここに、

- τ_n : コンクリートの平均せん断応力度(N/mm²)
- S_h : 作用せん断力(N)
- d : 部材の有効高(mm)
- b : 部材断面幅(mm)
- τ_{a1} : コンクリートのみでせん断力を負担する場合の許容せん断応力度(N/mm²)

荷重状態（水位）	せん断力 S _n (kN)	有効高 d(mm)	せん断応力度(N/mm ²)	
			計算値	許容値 τ_{a1}
常時2	232.068	690.000	0.336	0.390