

1. 安定計算

1.1 浮上に対する検討

項目	記号	値	単位	備考
安全率 (条件)	F_s	1.200		
地下水位 (右側)	H_{R1}	1.800	m	底版下からの水位
地下水位 (左側)	H_{L1}	1.800	m	底版下からの水位
静水圧	P	17.640	kN/m ²	$\gamma_w \times (H_{R1} + H_{L1}) / 2$
作用幅	L	4.590	m	$B + T_{R2} + T_{L2}$
躯体の自重	ΣV	106.894	kN/m	
土圧の壁面摩擦による鉛直成分	P_v	6.555	kN/m	安全を考慮し50%とする
安全率 (計算結果)	F_s	1.401		$(\Sigma V + P_v) / (P \cdot L)$
浮上に対する判定		OK		

1.2 地盤支持力に対する検討

項目	記号	値	単位	備考
許容支持力	q_a	200.000	kN/m ²	
全鉛直力	ΣV	149.033	kN/m	土圧の壁面摩擦による鉛直成分も含む
全抵抗モーメント	ΣM_x	388.212	kN/m ²	水路左下原点
全転倒モーメント	ΣM_y	19.602	kN/m ²	水路左下原点
基礎面の長さ (作用幅)	L	4.590	m	$B + T_{R2} + T_{L2}$
偏心距離	e	0.178	m	$L / 2 - (\Sigma M_x - \Sigma M_y) / \Sigma V$
底版の地盤反力度 1	q_1	40.024	kN/m ²	$\Sigma V / L \cdot (1 + 6e / L)$
底版の地盤反力度 2	q_2	24.914	kN/m ²	$\Sigma V / L \cdot (1 - 6e / L)$
最大地盤反力度	q_{max}	40.024	kN/m ²	
地盤支持力に対する判定		OK		

1.3 転倒に対する検討

項目	記号	値	単位	備考
基礎面の長さ (作用幅)	L	4.590	m	$B + T_{R2} + T_{L2}$
全鉛直力	ΣV	39.036	kN/m	土圧の壁面摩擦による鉛直成分も含む
全抵抗モーメント	ΣM_x	125.025	kN/m ²	水路左下原点
全転倒モーメント	ΣM_y	18.511	kN/m ²	水路左下原点
偏心距離	e	0.434	m	$ L / 2 - (\Sigma M_x - \Sigma M_y) / \Sigma V $
地盤支持力に対する判定		OK		

1.4 滑動に対する検討

項 目	記号	値	単位	備 考
安全率 (条件)	F_s	1.500		
底面と地盤との摩擦係数	f	0.577		$\tan \phi$
全鉛直力	ΣV	39.036	kN/m	土圧の壁面摩擦による鉛直成分も含む
全水平力	ΣH	16.567	kN/m	
安全率 (計算結果)	F_s	1.360		$\Sigma V \cdot f / \Sigma H$
滑動に対する判定	OUT			反力が生じるものとして再検討
全鉛直力 (反力側土圧を除く)	ΣV	38.528	kN/m	土圧の壁面摩擦による鉛直成分も含む
全水平力 (反力側土圧を除く)	ΣH	17.963	kN/m	
反 力	P_{PH2}	4.714	kN	$F_s \cdot \Sigma H - \Sigma V \cdot f$
反力側で期待できる受働土圧	P_{PH}	28.694	kN	
反力に対する判定	OK			反力を考慮した際の安定計算を行う
滑動に対する安全率 (反力考慮)	F_s	1.500		$(\Sigma V \cdot f + P_{PH2}) / \Sigma H$
滑動に対する判定 (反力考慮)	OK			
基礎面の長さ (作用幅)	L	4.590	m	$B + T_{R2} + T_{L2}$
全抵抗モーメント	ΣM_x	125.025	kN/m ²	水路左下原点
全転倒モーメント	ΣM_y	17.406	kN/m ²	水路左下原点
偏心距離	e	0.498	m	$L/2 - (\Sigma M_x - \Sigma M_y) / \Sigma V$
転倒に対する判定 (反力考慮)	OK			
底版の地盤反力度 1	q_1	13.858	kN/m ²	$\Sigma V / L \cdot (1 + 6e / L)$
底版の地盤反力度 2	q_1	2.930	kN/m ²	$\Sigma V / L \cdot (1 - 6e / L)$
最大地盤反力度	q_{max}	13.858	kN/m ²	
地盤支持力に対する判定 (反力考慮)	OK			

1.5 総合判定（常時の安定計算）

- ・浮上に対する検討の結果

浮上に対する検討で計算された安全率=1.401が、設定された安全率=1.200以上となるため。

…………… **OK**

- ・地盤支持力に対する検討の結果

算出された最大地盤反力 40.024(kN/m²)が、設定されている許容支持力 200.000(kN/m²)以下のため。

…………… **OK**

- ・転倒に対する検討の結果

算出された偏心距離 0.434(m)が、基礎面の長さ 4.590(m)の1/6 以下にあるため。

…………… **OK**

- ・滑動に対する検討の結果

滑動に対する検討で計算された安全率=1.360が、設定された安全率=1.500より下回っているため反力が生じるものとして計算する。

滑動の検討時における全水平力の値が、正である事から反力は水路左側に生じるものとして算出する。

同様に反力が生じる側の受働土圧を算出し、反力がその値を超えないことを確認する。

結果、反力=4.714(kN/m)に対し、受働土圧=28.694(kN/m)となり反力が、受働土圧以下のため反力を期待することが出来る。

…………… **OK**

受働側の主働土圧の代わりに反力を作用させ再度安定計算を行う。

- ・滑動に対する検討の結果（反力作用時）

再計算された安全率=1.500が、設定された安全率=1.500以上となるため。

…………… **OK**

- ・転倒に対する検討の結果（反力作用時）

算出された偏心距離 0.498(m)が、基礎面の長さ 4.590(m)の1/6 以下にあるため。

…………… **OK**

- ・地盤支持力に対する検討の結果（反力作用時）

算出された最大地盤反力 13.858(kN/m²)が、設定されている許容支持力 200.000(kN/m²)以下のため。

…………… **OK**

2 部材断面の検討

2.1 荷重の組み合わせ（荷重ケース）

荷重		項目	部材断面の検討			備考
			ケースⅠ	ケースⅡ	ケースⅢ	
自重			○	○	○	
土圧及び 載荷重	埋戻しの状態	湿潤状態	○		○	地下水位より上
		飽和状態	○			地下水位より下
	路面荷重	盛土荷重	○			
		自動車荷重	○			
		群集荷重	○			
		雪荷重	○			
		その他				
	水路上面荷重					
凍上圧						
地下水	側壁に作用する水圧	○				
	揚圧力	○				
フルーム内の充滿水			○	○		

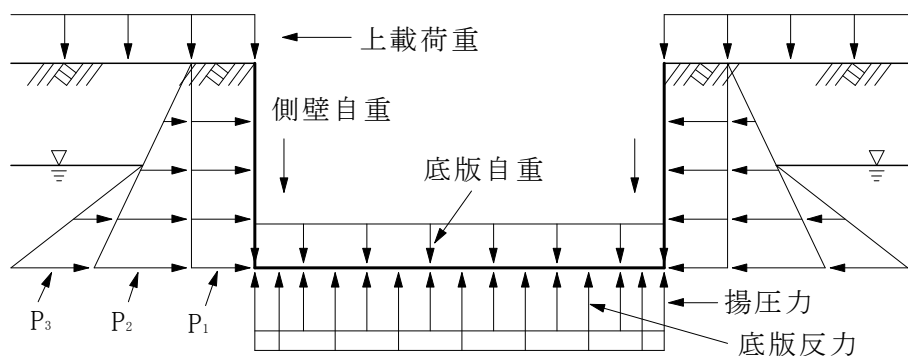
ケースⅠ：側壁、底版の各部材の外側に最大曲げモーメントが生ずる場合。

ケースⅡ：側壁、底版の各部材の内側に最大曲げモーメントが生ずる場合。

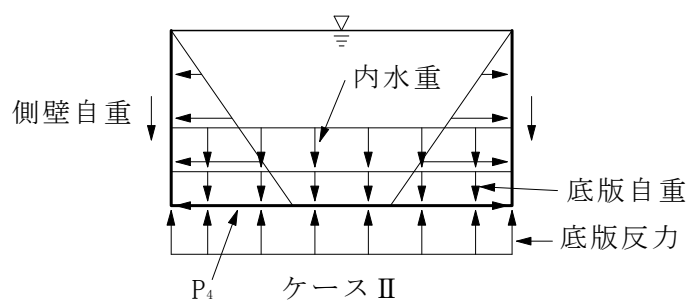
（側壁の埋戻し土の反力が期待できない場合）

ケースⅢ：側壁、底版の各部材の内側に最大曲げモーメントが生ずる場合。

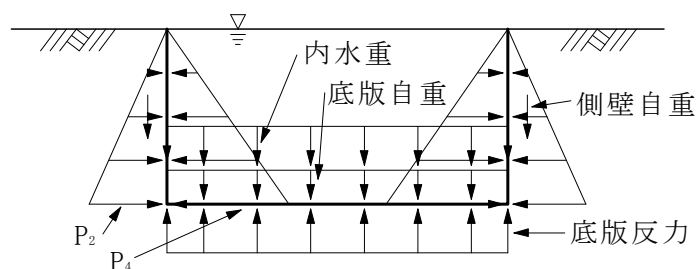
（側壁の埋戻し土の反力が期待できる場合）



ケースⅠ



ケースⅡ



ケースⅢ

【仮想背面との摩擦角 常時】

- ・左右共通

部材計算時の壁面摩擦角 δ の値は $(2/3)\phi$ とする。

$$\delta = 2/3\phi = 20.000$$

【壁背面の傾斜角】

$$\begin{aligned}\theta_R &= \tan^{-1}\{(H_R + T_3) / (T_{R2} - T_{R1})\} \\ &= \tan^{-1}\{(2400 + 500) / (590 - 300)\} \\ &= 84.289^\circ\end{aligned}$$

$$\theta_L = 90.000^\circ \quad (\text{左側壁背面が直のため})$$

【クーロン土圧公式】

- ・主動土圧係数

$$K_A = \frac{\sin^2(\theta - \theta_0 + \phi)}{\sin^2\theta \cdot \cos\theta_0 \cdot \sin(\theta - \theta_0 - \delta) \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - i - \theta_0)}{\sin(\theta - \theta_0 - \delta) \cdot \sin(\theta + i)}} \right\}^2}$$

上記式に対し、左右それぞれの値を代入し左右の主動土圧係数 (K_{AR} 、 K_{AL}) を求める。

ただし、 $\phi - i - \theta_0 < 0$ の場合は、 $\sin(\phi - i - \theta_0) = 0$ とする。

常時の計算においては、地震時合成角度 $\theta_0 = 0$ とする。

構造計算時における主動土圧係数を次に記す。

$$K_{AR} = 0.341$$

$$K_{AL} = 0.297$$

また、荷重ケースⅢにおいては、内部摩擦角 30° におけるの主動土圧の値を上限としているため、その時の値を次に記す。

- ・左右共通

$$\phi = 30.000$$

- ・右側

$$\delta = 20.000$$

$$K_{AR30} = 0.341$$

- ・左側

$$\delta = 20.000$$

$$K_{AL30} = 0.297$$

3 部材断面力計算

3.1 荷重組み合わせパターン（常時：ケース I）

1) 検討位置

右側壁	記号	位置	h (m)	hd (m)	ho (m)	hi (m)	ha (m)
	①	側壁高の 1 / 3	1.767	1.767	0.667	—	—
	②	底版の上面	2.400	2.400	1.300	—	—
③	側壁付根	2.650	2.650	1.550	—	—	
左側壁	記号	位置	h (m)	hd (m)	ho (m)	hi (m)	ha (m)
	④	側壁高の 1 / 3	0.833	0.333	1.133	—	—
	⑤	底版の上面	1.000	0.500	1.300	—	—
⑥	側壁付根	1.250	0.750	1.550	—	—	
底板	記号	位置	LL (m)		LR (m)		
	⑦	左側壁付け根	0.000				
	⑧	左側壁内面	0.750				
	⑨	最大モーメント	1.479				
	⑩	右側壁内面	3.250				
	⑪	右側壁付け根	3.545				

h : 天端からの距離

hd : 土圧作用高さ $hd = h - \text{天端から地盤までの落差}$

ho : 影響地下水位 $ho = h + \text{地下水位} - \text{側壁高} - \text{底版厚}$

hi : 影響内水位 $hi = h + \text{内水位} - \text{側壁高}$

ha : 内水位照査深さ $ha = hi + h - \text{側壁高 (又は hi)}$

LL : 左端からの距離

LR : 右端からの距離

2) 上載荷重

項目名	値 (kN/m ²)	水路左側		水路右側	
		計上	採用値 (kN/m ²)	計上	採用値 (kN/m ²)
盛土荷重	—		—		—
自動車荷重	—		—		—
群集荷重	3.000		—	○	3.000
積雪荷重	—		—		—
任意荷重	—		—		—
合計		—		3.000	

積雪荷重に於いて自動車荷重と組み合わせる場合は、1.0kN/m²を見込む

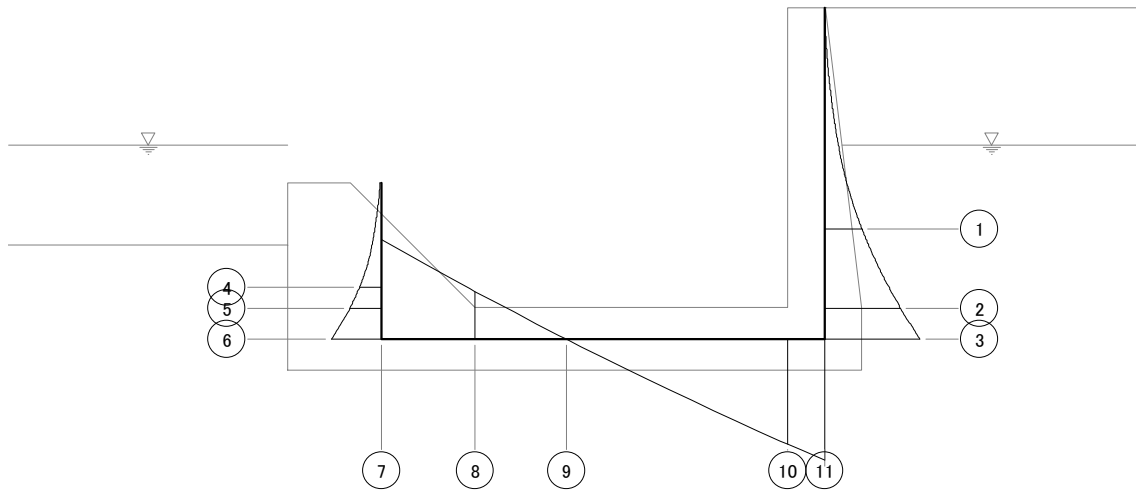
3) 断面力一覧

右側壁	記号	位置	h (m)	せん断力 S (kN)	曲げモーメント M (kN・m)
	①	側壁高の 1 / 3	1.767	12.313	7.162
	②	底版の上面	2.400	25.033	18.707
③	側壁付根	2.650	31.493	25.756	
左側壁	記号	位置	h (m)	せん断力 S (kN)	曲げモーメント M (kN・m)
	④	側壁高の 1 / 3	0.833	7.219	2.479
	⑤	底版の上面	1.000	10.376	3.938
⑥	側壁付根	1.250	16.486	7.261	
底板	記号	位置	χ (m)	せん断力 S (kN)	曲げモーメント M (kN・m)
	⑦	左側壁付け根	0.000	-32.981	7.261
	⑧	左側壁内面	0.750	-15.797	-10.972
	⑨	最大モーメント	1.479	0.000	-16.677
	⑩	右側壁内面	3.250	34.627	14.763
⑪	右側壁付け根	3.545	39.881	25.756	

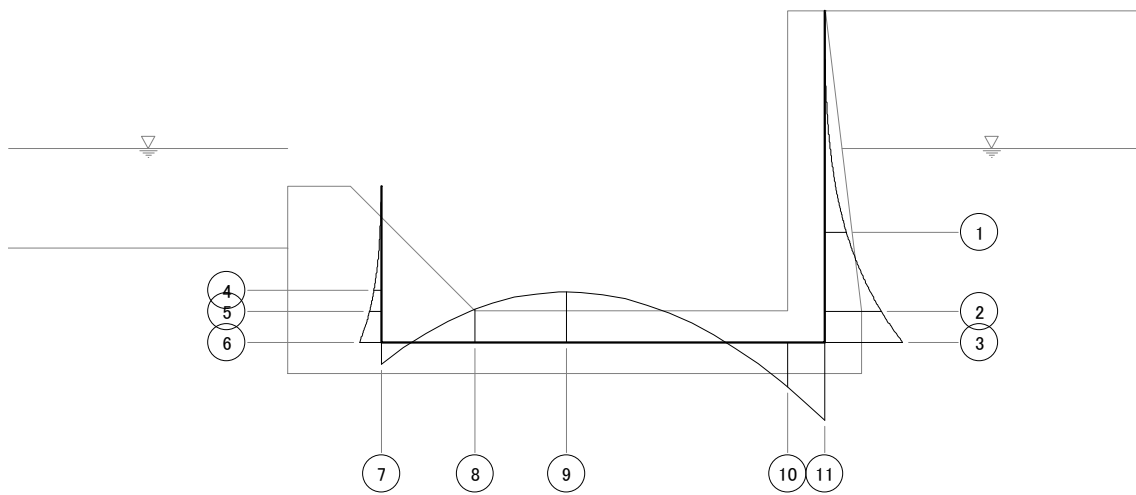
断面力は荷重方向により以下のように表示する。

外側：プラス / 内側：マイナス

4) せん断力図



5) 曲げモーメント図



3.2 荷重組み合わせパターン（常時：ケースⅡ）

1) 検討位置

右側壁	記号	位置	h(m)	hd(m)	ho(m)	hi(m)	ha(m)
	①	側壁高の1/3	1.767	—	—	0.267	0.267
	②	底版の上面	2.400	—	—	0.900	0.900
	③	側壁付根	2.650	—	—	0.900	1.150
左側壁	記号	位置	h(m)	hd(m)	ho(m)	hi(m)	ha(m)
	④	側壁高の1/3	0.833	—	—	0.733	0.733
	⑤	底版の上面	1.000	—	—	0.900	0.900
	⑥	側壁付根	1.250	—	—	0.900	1.150
底板	記号	位置	LL(m)		LR(m)		
	⑦	左側壁付け根	0.000				
	⑧	左側壁内面	0.750				
	⑨	最大モーメント	1.722				
	⑩	右側壁内面	3.250				
	⑪	右側壁付け根	3.545				

h：天端からの距離

hd：土圧作用高さ $hd = h - \text{天端から地盤までの落差}$

ho：影響地下水位 $ho = h + \text{地下水位} - \text{側壁高} - \text{底板厚}$

hi：影響内水位 $hi = h + \text{内水位} - \text{側壁高}$

ha：内水位照査深さ $ha = hi + h - \text{側壁高} \text{ (又は } hi)$

LL：左端からの距離

LR：右端からの距離

2) 上載荷重

項目名	値 (kN/m ²)	水路左側		水路右側	
		計上	採用値 (kN/m ²)	計上	採用値 (kN/m ²)
盛土荷重	—		—		—
自動車荷重	—		—		—
群集荷重	3.000		—		—
積雪荷重	—		—		—
任意荷重	—		—		—
合計			—		—

積雪荷重に於いて自動車荷重と組み合わせる場合は、1.0kN/m²を見込む

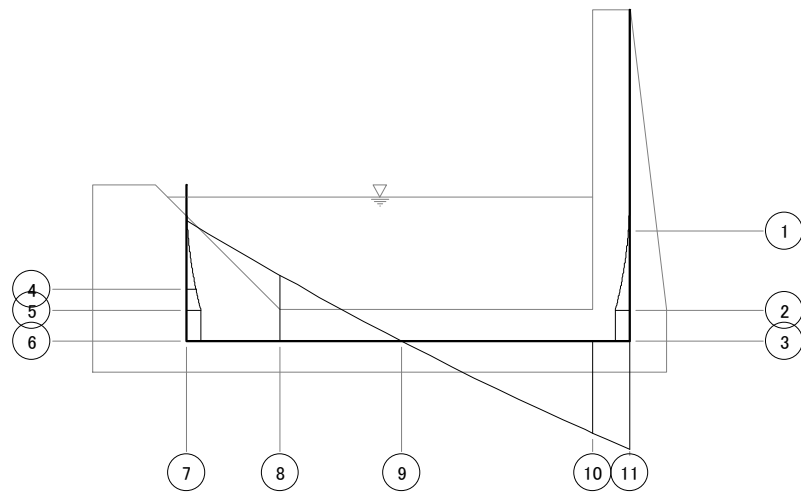
3) 断面力一覧

右側壁	記号	位置	h(m)	せん断力 S (kN)	曲げモーメント M (kN・m)
	①	側壁高の1/3	1.767	-0.349	-0.031
	②	底版の上面	2.400	-3.969	-1.191
	③	側壁付根	2.650	-3.969	-2.183
左側壁	記号	位置	h(m)	せん断力 S (kN)	曲げモーメント M (kN・m)
	④	側壁高の1/3	0.833	-2.633	-0.643
	⑤	底版の上面	1.000	-3.969	-1.191
	⑥	側壁付根	1.250	-3.969	-2.183
底板	記号	位置	ℓ (m)	せん断力 S (kN)	曲げモーメント M (kN・m)
	⑦	左側壁付け根	0.000	-33.542	-2.183
	⑧	左側壁内面	0.750	-18.305	-21.565
	⑨	最大モーメント	1.722	0.000	-30.330
	⑩	右側壁内面	3.250	25.472	-10.358
	⑪	右側壁付け根	3.545	29.926	-2.183

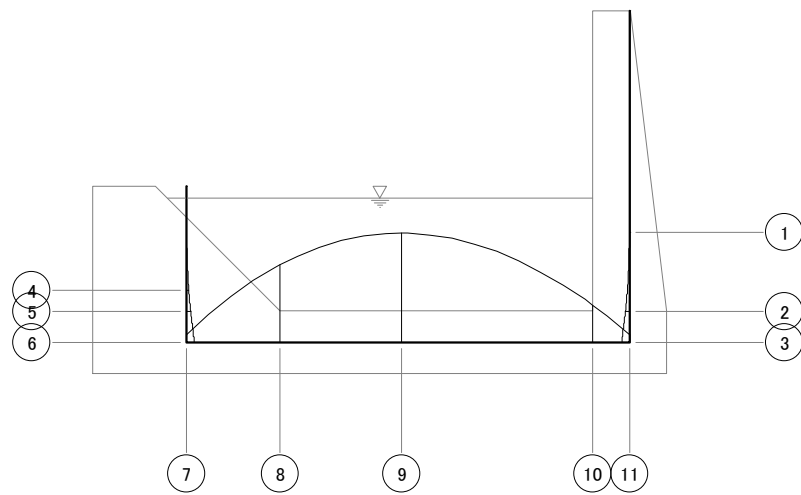
断面力は荷重方向により以下のように表示する。

外側：プラス / 内側：マイナス

4) せん断力図



5) 曲げモーメント図



3.3 荷重組み合わせパターン（常時：ケースⅢ）

1) 検討位置

右側壁	記号	位置	h(m)	hd(m)	ho(m)	hi(m)	ha(m)
	①	側壁高の1/3	1.767	1.767	—	0.267	0.267
	②	底版の上面	2.400	2.400	—	0.900	0.900
③	側壁付根	2.650	2.650	—	0.900	1.150	
左側壁	記号	位置	h(m)	hd(m)	ho(m)	hi(m)	ha(m)
	④	側壁高の1/3	0.833	0.333	—	0.733	0.733
	⑤	底版の上面	1.000	0.500	—	0.900	0.900
⑥	側壁付根	1.250	0.750	—	0.900	1.150	
底板	記号	位置	LL(m)		LR(m)		
	⑦	左側壁付け根	0.000				
	⑧	左側壁内面	0.750				
	⑨	最大モーメント	1.504				
	⑩	右側壁内面	3.250				
⑪	右側壁付け根	3.545					

h : 天端からの距離

hd : 土圧作用高さ $hd = h - \text{天端から地盤までの落差}$

ho : 影響地下水位 $ho = h + \text{地下水位} - \text{側壁高} - \text{底板厚}$

hi : 影響内水位 $hi = h + \text{内水位} - \text{側壁高}$

ha : 内水位照査深さ $ha = hi + h - \text{側壁高 (又は hi)}$

LL : 左端からの距離

LR : 右端からの距離

2) 上載荷重

項目名	値 (kN/m ²)	水路左側		水路右側	
		計上	採用値 (kN/m ²)	計上	採用値 (kN/m ²)
盛土荷重	—		—		—
自動車荷重	—		—		—
群集荷重	3.000		—		—
積雪荷重	—		—		—
任意荷重	—		—		—
合計			—		—

積雪荷重に於いて自動車荷重と組み合わせる場合は、1.0kN/m²を見込む

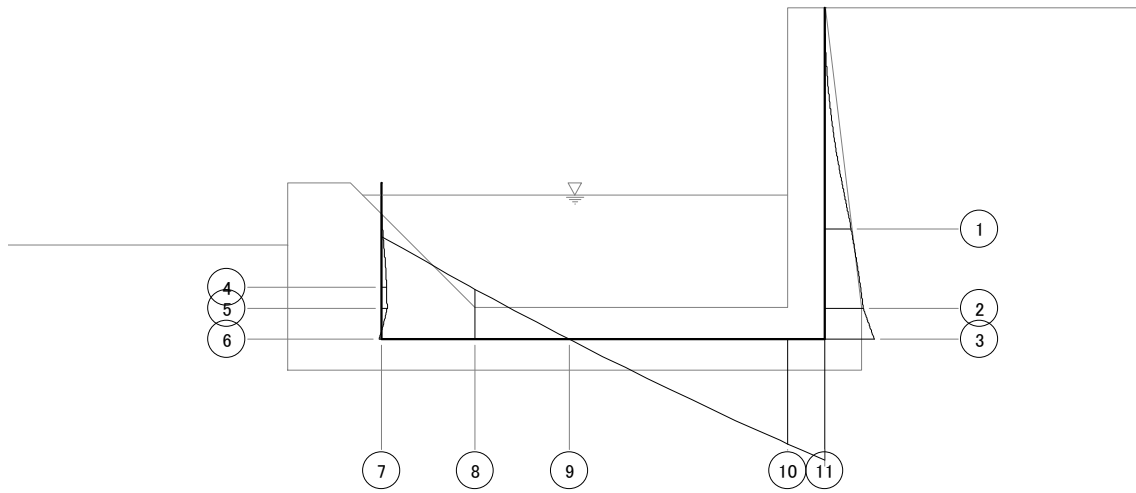
3) 断面力一覧

右側壁	記号	位置	h(m)	せん断力 S (kN)	曲げモーメント M (kN・m)
	①	側壁高の1/3	1.767	8.655	5.273
	②	底版の上面	2.400	12.642	12.098
③	側壁付根	2.650	16.283	15.707	
左側壁	記号	位置	h(m)	せん断力 S (kN)	曲げモーメント M (kN・m)
	④	側壁高の1/3	0.833	-1.703	-0.540
	⑤	底版の上面	1.000	-1.874	-0.842
⑥	側壁付根	1.250	0.745	-1.004	
底板	記号	位置	x(m)	せん断力 S (kN)	曲げモーメント M (kN・m)
	⑦	左側壁付け根	0.000	-33.753	-1.004
	⑧	左側壁内面	0.750	-16.437	-19.765
	⑨	最大モーメント	1.504	0.000	-25.901
	⑩	右側壁内面	3.250	34.303	4.805
⑪	右側壁付け根	3.545	39.582	15.707	

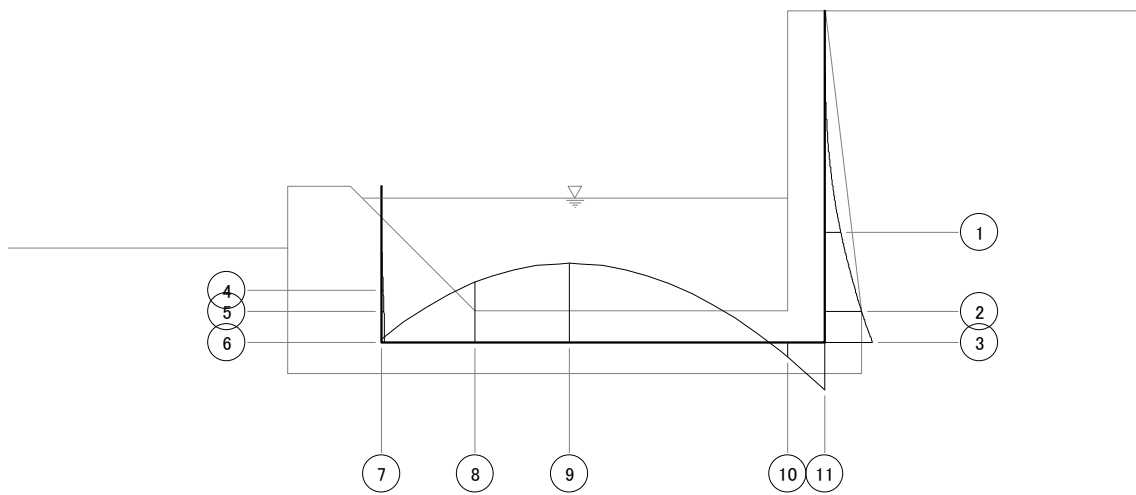
断面力は荷重方向により以下のように表示する。

外側：プラス / 内側：マイナス

4) せん断力図



5) 曲げモーメント図



4 応力度計算

4.1 荷重組み合わせパターン（常時：ケースⅠ）

番号	検討位置 H (m)	引張側 鉄筋・ピッチ	圧縮側 鉄筋・ピッチ	曲げ圧縮 応力度 σ_c (N/mm ²)	引張 応力度 σ_s (N/mm ²)	圧縮 応力度 σ_s' (N/mm ²)	せん断 応力度 τ (N/mm ²)	付着 応力度 τ_o (N/mm ²)	判定
	許容値			8.000	176.000	176.000	0.420	1.500	
①	1.410	D16@1000		0.388	45.810	-0.372	0.018	0.184	OK
②	1.767	D16@500		0.472	40.901	1.933	0.028	0.279	OK
③	2.380	D16@500		0.954	89.389	4.694	0.048	0.478	OK
④	2.400	D16@500		0.973	91.478	4.824	0.049	0.486	OK
⑤	2.650	D16@500		1.339	125.948	6.639	0.061	0.611	OK
⑥	0.500	D10@1000		0.049	14.077	-1.979	0.004	0.062	OK
⑦	0.833	D10@500		0.062	14.944	-1.095	0.006	0.104	OK
⑧	1.000	D10@500		0.079	20.786	-1.174	0.008	0.131	OK
⑨	1.250	D10@500		0.145	38.325	-2.154	0.012	0.207	OK
⑩	0.000	D22@250		0.434	14.912	-2.673	0.105	0.374	OK
⑪	0.750	D22@250		2.685	55.003	-182.018	0.123	0.438	OK
⑫	1.479	D22@250		4.082	83.603	-276.721	0.000	0.000	OK
⑬	3.250	D22@250		0.883	30.319	-5.438	0.110	0.393	OK
⑭	3.545	D22@250		1.540	52.895	-9.484	0.127	0.453	OK

4.2 荷重組み合わせパターン（常時：ケースⅡ）

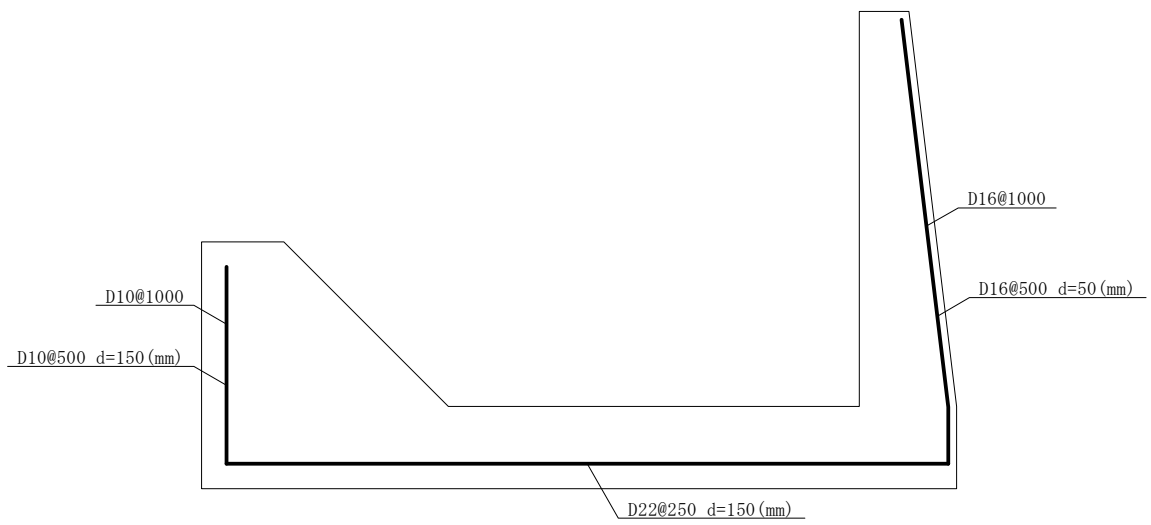
番号	検討位置 H (m)	引張側 鉄筋・ピッチ	圧縮側 鉄筋・ピッチ	曲げ圧縮 応力度 σ_c (N/mm ²)	引張 応力度 σ_s (N/mm ²)	圧縮 応力度 σ_s' (N/mm ²)	せん断 応力度 τ (N/mm ²)	付着 応力度 τ_o (N/mm ²)	判定
	許容値			8.000	176.000	176.000	0.420	1.500	
①	1.410	D16@1000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	OK
②	1.767	D16@500		0.074	1.790	-25.765	0.008	0.080	OK
③	2.380	D16@500		2.663	64.283	-1081.450	0.087	0.870	OK
④	2.400	D16@500		2.850	68.788	-1161.852	0.091	0.910	OK
⑤	2.650	D16@500		5.224	126.083	-2129.655	0.091	0.910	OK
⑥	0.500	D10@1000		0.087	10.241	-64.781	0.005	0.090	OK
⑦	0.833	D10@500		0.388	31.612	-289.981	0.019	0.309	OK
⑧	1.000	D10@500		0.719	58.553	-614.741	0.028	0.465	OK
⑨	1.250	D10@500		1.319	107.322	-1127.738	0.028	0.465	OK
⑩	0.000	D22@250		0.534	10.944	-36.200	0.260	0.930	OK
⑪	0.750	D22@250		5.278	108.107	-357.799	0.142	0.507	OK
⑫	1.722	D22@250		7.423	152.047	-503.210	0.000	0.000	OK
⑬	3.250	D22@250		2.535	51.925	-171.849	0.198	0.706	OK
⑭	3.545	D22@250		0.534	10.944	-36.200	0.232	0.829	OK

4.3 荷重組み合わせパターン（常時：ケースⅢ）

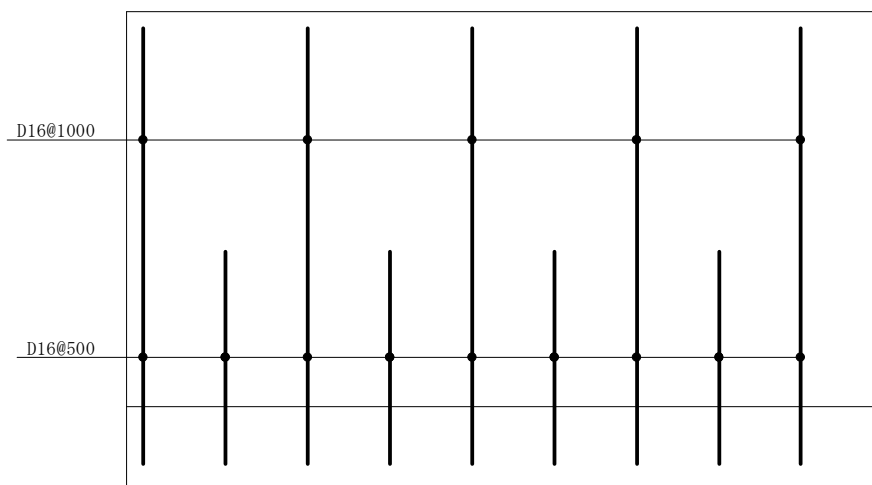
番号	検討位置 H (m)	引張側 鉄筋・ピッチ	圧縮側 鉄筋・ピッチ	曲げ圧縮 応力度 σ_c (N/mm ²)	引張 応力度 σ_s (N/mm ²)	圧縮 応力度 σ_s' (N/mm ²)	せん断 応力度 τ (N/mm ²)	付着 応力度 τ_o (N/mm ²)	判定
	許容値			8.000	176.000	176.000	0.420	1.500	
①	1.410	D16@1000		0.284	33.494	-0.272	0.014	0.142	OK
②	1.767	D16@500		0.348	30.113	1.425	0.020	0.196	OK
③	2.380	D16@500		0.620	58.148	3.051	0.024	0.244	OK
④	2.400	D16@500		0.629	59.160	3.119	0.025	0.245	OK
⑤	2.650	D16@500		0.817	76.808	4.051	0.032	0.316	OK
⑥	0.500	D10@1000		0.087	10.241	-64.781	0.005	0.090	OK
⑦	0.833	D10@500		0.326	26.548	-243.644	0.012	0.200	OK
⑧	1.000	D10@500		0.509	41.395	-435.192	0.013	0.220	OK
⑨	1.250	D10@500		0.607	49.359	-518.982	0.005	0.087	OK
⑩	0.000	D22@250		0.246	5.033	-16.676	0.262	0.935	OK
⑪	0.750	D22@250		4.838	99.083	-327.971	0.128	0.456	OK
⑫	1.504	D22@250		6.339	129.844	-429.725	0.000	0.000	OK
⑬	3.250	D22@250		0.287	9.868	-1.767	0.109	0.389	OK
⑭	3.545	D22@250		0.939	32.257	-5.783	0.126	0.449	OK

5. 配筋图

1) 正面图



2) 右侧壁图



3) 左侧壁图

