

樋門翼壁U型水路の検討計算

以前の樋門樋管設計においては、「建設省制定土木構造物標準設計(樋門・樋管):(社)全日本建設技術協会」に基づき行っていました。その標準設計では、翼壁に関する構造計算の設計方法は特に説明が無く、翼壁U型水路についてはごく一般的なU型水路の設計方法にて検討を行っていました。

その後、平成5年に「柔構造樋門・樋管設計マニュアル(案):(財)国土開発技術研究センター」の指針本が出され以来、樋門樋管の設計方法が大きく変わり、次々と参考文献あるいは参考指導書が出てきました。この「翼壁U型部の構造計算」プログラムは、その中の「柔構造樋門設計の手引き:(財)国土開発技術研究センター編 平成10年11月33日発行」に従って作成したものです。

また、近年の構造物は施工性重視により、縦壁の断面変化を行わなくなり、また鉄筋の段落としても行わない。それについては「土木構造物設計マニュアル(案) 建設省土木研究所」に記述されていて、その仕様を基本として作成してあります。

1. プログラムの内容

- 1) 地盤支持力の検討。
- 2) 洪水時の残留水位による水路の浮き上がりの検討。
- 3) 翼壁U型水路の縦壁、底版の構造検討。

2. 設計の概略的な条件

- 1) 常時で洪水時水位あり。
- 2) 土圧は常時静止土圧係数及び地震時静止土圧係数を使用。
- 3) 直接基礎。
- 4) 壁の断面力の算出は、片持ち梁として計算。
- 5) 底版については、壁の下端に発生する曲げモーメントか、または地盤反力によるモーメントのどちらか大きな方の値を採用する。
底版中央部の検討は、地盤反力を考慮し、単純梁の応力計算による底版上面の引っ張り応力にて断面計算を行う。
- 6) 単位はSI単位を使用。
- 7) 準拠示方書は「柔構造樋門設計の手引き:(財)国土開発技術研究センター編、平成10年11月30日発行」です。

3. 設計計算書の内容

翼壁U型水路の検討計算書は以下の項目順序となっています。

- 1) 設計条件
- 2) 地盤支持力の検討。
- 3) 浮き上がりの検討
- 4) 側壁検討のための荷重計算
- 5) 側壁の応力度計算
- 6) 側壁の断面計算
- 7) 底版検討のための地盤反力の算出
- 8) 底版の応力度計算
- 9) 底版の断面計算
- 10) 配筋要領図(CADにて別途作成)

4. 作業手順

- 1) シート「データ入力」にて、設計条件、構造物形状等データの入力。
- 2) シート「断面計算(入力と印刷)」にて、鉄筋径、単位m当たり鉄筋本数のデータ入力。
- 3) 形状寸法図、配筋要領図をCADにて別途作図し、シート「計算書作成」に貼付。
- 4) シート「計算書作成」を印刷。

5. データの入力方法

この翼壁U型水路検討計算のプログラムで入力するデータは以下の通りです。

なお、 着色部の数値は、手で入力します。

(シート「データ入力」)

- 1) 計算書のタイトル。
- 2) 翼壁U型水路の構造寸法。
- 3) 単体積重量、過載荷重等設計の条件。
- 4) 土圧係数算出の設計条件。
- 5) 水位条件。
- 6) 基礎地盤の条件。
- 7) コンクリート、鉄筋の許容値等、また鉄筋の被り。

(シート「断面計算」)

- 8) 鉄筋径、単位m当たり鉄筋本数が、鉄筋材料の許容値内に収まるよう入力。

6. CADによる作図

プログラムに添付してある、形状寸法図、荷重図、配筋要領図はプログラムとリンクしていません。別途CADにて作図し、シート「計算書作成」に貼付して下さい。

プログラムに添付してある図のCADデーターを、プログラムと同じフォルダーに入れています。※したCADは以下のもので、元のCADは「(株)ビッグバン BV-CAD」を使用して作成しました。

・BV - CAD(ver. 3)	(株)ビッグバン
・AutoCAD2000	AutoCAD .CC
・JW CAD	
・SXFファイル(SFC)	

7. シート「計算書作成」の説明

計算書の印刷枠は、表示メニュー「改ページプレビュー」にて表示できます。印刷枠より外に以下のコメントがあります。参考にして下さい。

← 入力データより	: 入力したデータを読み取ります。
← 先計算結果より	: 計算書内で計算された値を読み取ります。
← 自動計算	: 数値の中に計算式が組み込まれてあり、自動計算します。
← 自動条件判定	: 計算書枠外にある変数から、条件判定をし、読み込みます。
条件用変数 →	: 条件判定用の数値です。(文字変数もあります)
CADにて作図	: CADで別途作図して下さい、プログラムとは別に作成します。
着色部で形状が違う場合	: 赤の文字は特に注意してください。

8. 計算書枚数

20枚(目次1枚込み)

別にシート「断面計算(入力と印刷)」に断面計算書が側壁と底版で2枚あります、参考に付けていただいてもよろしいでしょう。

9. その他プログラムの使用法について

- ・画面上で "シート「データ入力」" と "シート「断面計算(入力と印刷)」"をExcelの画面上に並べてデータの入力をすると、計算結果を見て入力値を変えながら検討が出来ます。

画面上での並べ方は、メニューの「ウィンドウ」→「新しいウィンドウを開く」で同じデータが開きますから、その後、メニューの「ウィンドウ」→「整列」→「並べて表示」とします。それからその2画面別々に"シート「データ入力」" と "シート「断面計算(入力と印刷)」"を開きます。

10. 印刷方法について

- ・印刷の際、計算書の順番は、別フォルダー「計算書のPDF & DW」の中に、以下の2つのファイルが入っていますので、参考にしてください。

PDFファイル

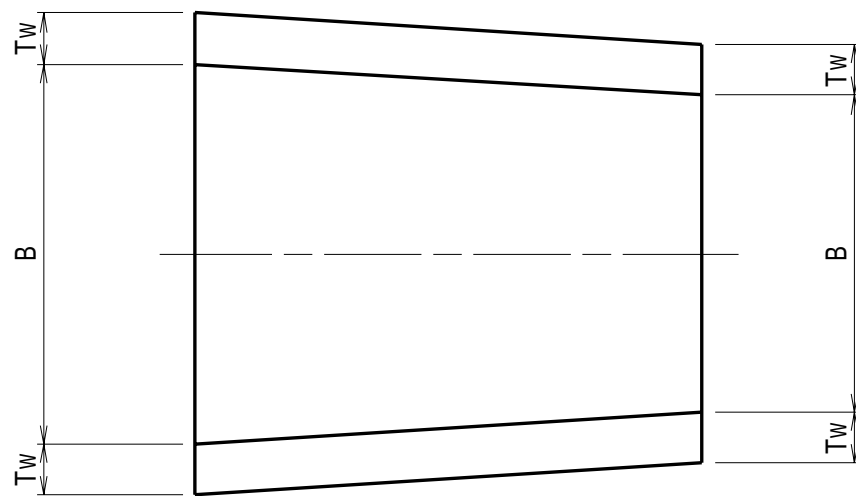
使用説明、データ入力、断面計算、計算書作成の全てのシートが順番に入っています。

DWファイル

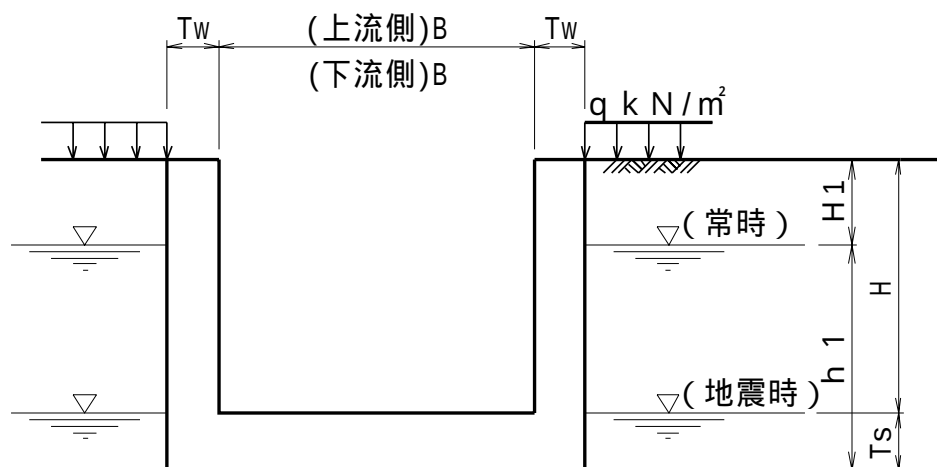
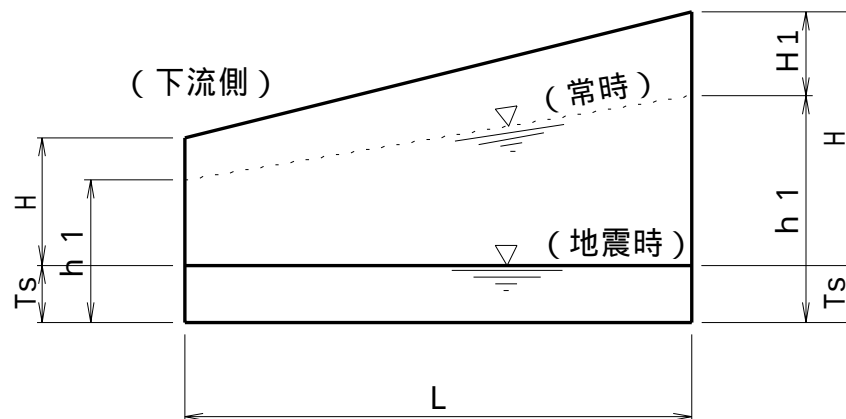
DocuWorks ファイルです。計算書作成と断面計算を、提出できる形に順番に並べていま
成果品提出の際は参考にしてください。

データ入力表

・計算書タイトル	川表翼壁U型部の検討		
・構造寸法			
水路内形	水路内高さ	$H =$	2.000 m
	水路内幅	$B =$	2.500 m
	下流端水路内高さ(浮き上がり検討時)	$H =$	1.000 m
	水路内幅 (浮き上がり検討時)	$B =$	3.000 m
部材厚さ	側壁	$T_w =$	0.400 m
	底板	$T_s =$	0.450 m
奥行き長	(地盤支持と構造計算時)		1.000 m
	(浮き上がり検討時)	$L =$	4.000 m



(上流側)



・設計条件				
単位体積重量	コンクリート(鉄筋)	$\gamma_c =$	24.50 kN/m3	
	土(湿潤状態)	$\gamma_s =$	18.60 kN/m3	
	(飽和状態)	$\gamma_{sat} =$	19.60 kN/m3	
	(水中)	$\gamma_{sw} =$	9.80 kN/m3	
	水	$\gamma_w =$	9.80 kN/m3	
・活荷重				
	自動車荷重(常時)	$P_{vl} =$	9.80 kN/m2	
	群集荷重(常時)	$q =$	3.43 kN/m2	
	自動車荷重(地震時)	$P_{v2} =$	4.90 kN/m2	
・静止土圧係数		$K_0 =$	0.5	
・設計水平震度 K_h		$K_H =$	0.20	
・土圧係数の算出条件				
裏込土	勾配(水平:999999)	(1 :	99999999)	
内部摩擦角(度)		$\varphi =$	30.000 °	
地表面と水平面のなす角(度)		($\alpha =$	0.000 °)	
壁背面と鉛直面とのなす角(度)		$\theta =$	0.00 °	
仮想背面と土との間の壁面摩擦角(度)				
常時 (土とコンクリート)		$\delta =$	10.00 °	
地震時(土とコンクリート)		$\delta_e =$	0.00 °	
・水位条件				
水路外残留水位	常時(底版下面より: 2 / 3 × 最大水位)	$h_1 =$	1.780 m	
		$H_1 = ($	0.670 m)	
	地震時(底版下面より)	$h_1 =$	0.450 m	
		$H_1 = ($	2.000 m)	
下流端水路外残留水位(浮き上がり検討時)				
水路内水位	常時(底版下面より: 2 / 3 × 最大水位)	$h_1 =$	1.120 m	
		$WB_2 =$	0.000 m	
	常時(底版上面より) 構造計算時	$H =$	1.330 m	
	常時(底版上面より) 地盤支持計算時	$WB_2' =$	0.000 m	
地震時(底版上面より)				
・浮き上がりの安全率			4/3	
・基礎地盤				
最大地盤反力度				
	土質	砂礫地盤		
	(常時)	600.00 kN/m2		
	(地震時)	900.00 kN/m2		
・断面計算				
被り	縦壁	$d =$	12.00 cm	
	底版(上面)	$d =$	12.00 cm	
	底版(下面)	$d =$	15.00 cm	
・コンクリート設計基準強度		$\sigma_{ck} =$	23.5 N/mm2	
・鉄筋材質			SD345	
許容応力度				
常 時 (圧縮)	(引張)	$\sigma_{ca} =$	8.00 N/mm2	
		$\sigma_{sa} =$	160.00 N/mm2	
		$\tau_a =$	0.39 N/mm2	
	(剪断)	$\sigma_{ca} =$	12.00 N/mm2	
		$\sigma_{sa} =$	300.00 N/mm2	
		$\tau_a =$	0.59 N/mm2	
地震時 (圧縮)	(引張)			
地震時 (圧縮)	(引張)			
(地震時 σ_{sa}) / (常時 σ_{sa})		$= ($	1.88)	
浮き上がりの安全率			4/3	

7.80
7.80
手入力
0.38
0.38
手入力

紫色は自動計算になっていますが、修正可能です。
網掛けは修正の必要はありません。

川表翼壁U型部の検討

目 次

1.設計条件 - - - - -

2.形状寸法図 - - - - -

3.荷重の組み合わせ - - - - -

4.安定計算 - - - - -

4.1 地盤支持力の検討 - - - - -

4.2 浮き上がりの検討 - - - - -

5.側壁の検討 - - - - -

5.1 荷重 - - - - -

1)縦壁部材の荷重 - - - - -

2)土圧係数 - - - - -

3)活荷重 - - - - -

4)土圧 - - - - -

5)水圧 - - - - -

5.2 荷重の集計と応力度 - - - - -

5.3 断面計算 - - - - -

6.底版の検討 - - - - -

6.1 地盤反力 - - - - -

6.2 部材応力 - - - - -

6.3 断面計算 - - - - -

7.配筋要領図 - - - - -

1. 設計条件

当設計に使用する設計条件は、以下のとおりである。

1) 材料の単位体積重量

コンクリート	(鉄筋)	γ_c	=	24.5	kN/m ³
裏込土	(湿潤状態)	γ_s	=	18.6	kN/m ³
	(飽和状態)	γ_{sat}	=	19.6	kN/m ³
	(水中)	γ_{sw}	=	9.8	kN/m ³
水		γ_w	=	9.8	kN/m ³

2) 設計水平震度

$$K_H = 0.20$$

3) 水位(底版下面より)

水路外水位

常時	WB1	=	1.780	m
地震時	WB2	=	0.450	m

水路内水位

常時	WF1	=	0.000	m
地震時	WF2	=	0.000	m

4) 土圧係数

常時	静止土圧係数	K_0	=	0.50
地震時	地震時静止土圧係数	K_{ea}	=	(計算による)

5) 活荷重

常時	自動車荷重	P_{vl}	=	9.80	kN/m ²
	群集荷重	q	=	3.43	kN/m ²
地震時	自動車荷重	P_{v2}	=	4.90	kN/m ²

6) 鉄筋の被り

縦壁	12.0	cm
底版(上面)	12.0	cm
底版(下面)	15.0	cm

7) 使用材料

・コンクリート設計基準強度	σ_{ck}	=	23.50	N/mm ²
・鉄筋の種類	SD345			

8) 許容応力度

・浮き上がりに対する安全率

$$F_s = 4/3$$

・鉄筋コンクリート部材

			常 時	地震時
圧縮	$\sigma_{ca} =$	8.00	N/mm ²	12.00 N/mm ²
引張り	$\sigma_{sa} =$	160.0	N/mm ²	300.00 N/mm ²
剪断	$\tau_a =$	0.39	N/mm ²	0.59 N/mm ²

9) 基礎地盤

最大地盤反力度	常時	600	kN/m ²
	地震時	900	kN/m ²

準拠示方書及び参考文献

柔構造樋門設計の手引き

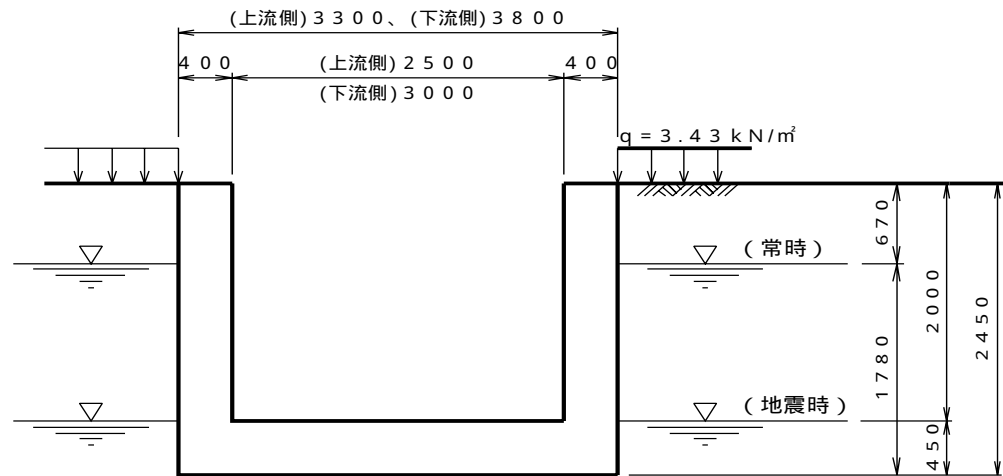
(財)国土開発技術研究センター

土木構造物設計マニュアル(案)

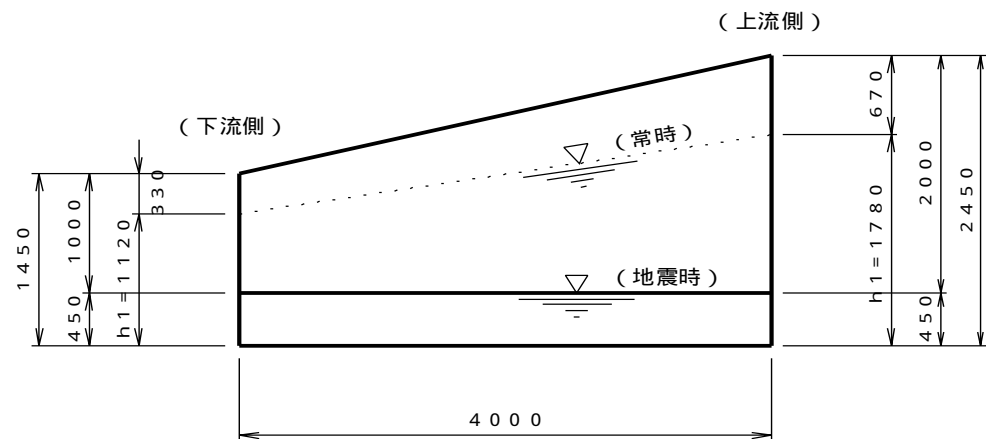
建設省土木研究所

2. 形状寸法図

・断面図



・縦断面図



·残留水位(上流端)

$$h_1 = \frac{2}{3} * 2.000 + 0.450$$
$$= 1.780 \text{ m}$$

3. 荷重の組合せ

1) 安定計算時

・地盤支持力の検討

(最大地盤支持力度により検討する。)

常時

躯体自重

水路内水重

地震時

地震時は、翼壁内水位が低いことから検討は行わない。

・浮き上がりの検討

常時

躯体自重

浮力

地震時

地震時の外水位は低いことから検討は行わない。

2) 縦壁の計算時

・常時

荷重組合せ

活荷重による水平力

土圧による水平力

水圧による水平力

・地震時

荷重組合せ

躯体自重による水平力

活荷重による水平力

土圧による水平力

水圧による水平力

3) 底版の計算時

・常時

荷重組合せ

縦壁自重による鉛直荷重

・地震時

荷重組合せ

縦壁自重による鉛直荷重

4. 安定計算

4.1 地盤支持力の検討

1) 荷重の計算

・躯体自重

$$w1(\text{側壁}) = 0.400 * 2.000 * 1.000 * 24.50 * 2 = 39.200 \text{ kN/m}$$

$$w2(\text{底版}) = 3.300 * 0.450 * 1.000 * 24.50 = 36.383 \text{ kN/m}$$

$$Wc = 75.583 \text{ kN/m}$$

・水路内水重

$$\text{水路内水位高} \quad H = 1.330 \text{ m}$$

$$\text{水路内幅} \quad B = 2.500 \text{ m}$$

$$Ww = 1.330 * 2.500 * 1.000 * 9.80 = 32.585 \text{ kN/m}$$

・荷重の合計

$$\text{躯体自重} \quad Wc = 75.583 \text{ kN/m}$$

$$\text{水路内水重} \quad Ww = 32.585 \text{ kN/m}$$

$$\text{荷重合計} \quad W = 108.168 \text{ kN/m}$$

単位面積当たりの荷重

$$w = 108.168 * 1 / (3.300 * 1.000) = 32.778 \text{ kN/m}^2$$

2) 地盤支持力の判定

最大地盤反力度

$$\cdot \text{常時 (砂礫地盤)} \quad 600 \text{ kN/m}^2$$

従って、地盤支持力は OK

4.2 浮き上がりの検討

浮き上がりの検討に当たっては、全体形状で検討し水位の高い常時で行う。

1) 荷重の計算

・躯体自重

$$\begin{aligned} w1(\text{側壁}) &= \frac{1}{2} * (1.000 + 2.000) * 2 * 4.000 * 0.400 \\ &= 117.600 \text{ kN} \\ w2(\text{底版}) &= \frac{1}{2} * (3.300 + 3.800) * 0.450 * 4.000 \\ &= 156.555 \text{ kN} \\ Wc &= 274.155 \text{ kN} \end{aligned}$$

・水路内水重

(水路内水重は考慮しない。)

2) 浮力

水位は、上流側と下流側の残留水位とする。

水路外水位高(上流残留水位)	H = 1.780 m
(下流残留水位)	H = 1.120 m
水路外幅 上流側	B = 3.300 m
下流側	B = 3.800 m
水の単位体積重量	$\gamma_w = 9.80 \text{ kN/m}^3$

・浮力

$$U = \frac{1}{2} * (1.780 + 1.120) * \frac{1}{2} * (3.300 + 3.800) * 4.000 * 9.80 = 201.782 \text{ kN}$$

3) 浮き上がりの判定

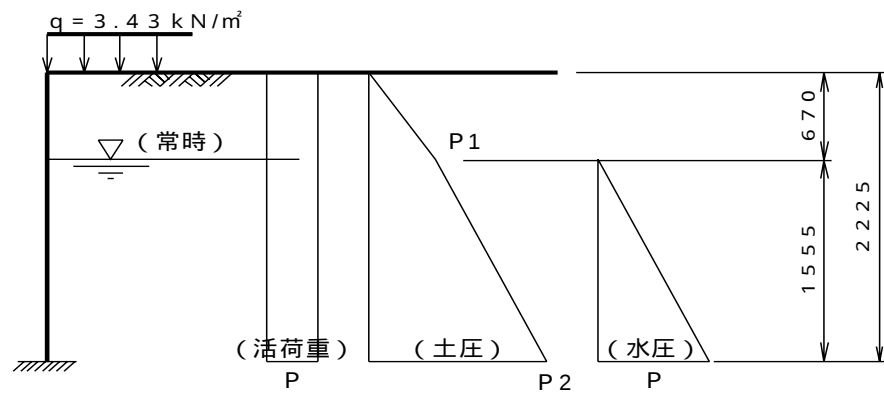
$$\begin{aligned} \text{浮き上がりの安全率} \quad Fsa &= \frac{4}{3} * (1.33) \\ F_s &= \frac{274.16}{201.78} = 1.359 \end{aligned}$$

従って、浮き上がりの判定は OK

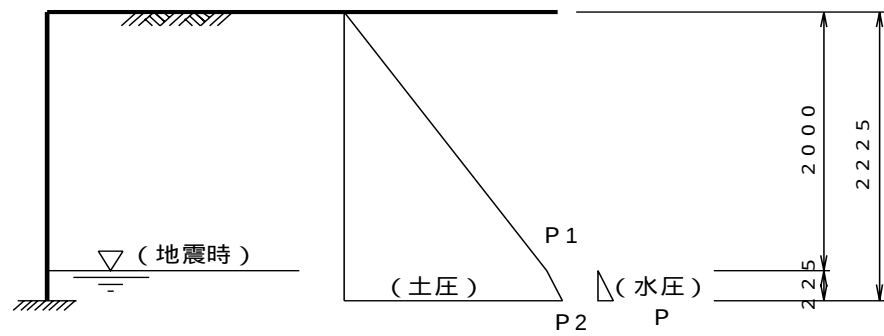
5. 側壁の検討

底板で固定された片持梁として解く。

・ 常時



・ 地震時



5.1 荷重

1) 縦壁部材の荷重

壁荷重

$$W = 0.400 * 2.225 * 1.000 * 24.50 = 21.805 \text{ kN}$$

・地震時

$$\text{壁の高さ} \quad H = 2.225 \text{ m}$$

$$\text{設計水平震度} \quad K_h = 0.20$$

壁の地震時水平力

$$H = 21.805 * 0.20 = 4.361 \text{ kN}$$

作用点(鉛直距離)

$$y = 1 / 2 * 2.225 = 1.113 \text{ m}$$

2)土圧係数

・常時

$$\text{静止土圧係数} \quad K_0 = 0.50$$

・地震時

地震時静止土圧係数

$$K_e = K_0 + (K_{ea} - K_a)$$

K_e :地震時静止土圧係数

K_0 :常時の静止土圧係数

K_{ea} :地震時の主働土圧係数

K_a :常時の主働土圧係数

主働土圧係数算出の条件

$$\text{土のせん断抵抗角(度)} \quad \varphi = 30.00^\circ$$

$$\text{地表面と水平面とのなす角(度)} \quad \alpha = 0.000^\circ$$

$$\text{壁背面と鉛直面とのなす角(度)} \quad \theta = 0.00^\circ$$

壁背面と土との間の壁面摩擦角(度)

$$\text{常時 (土とコンクリート)} \quad \delta = 10.00^\circ$$

$$\text{地震時(土とコンクリート)} \quad \delta_e = 0.00^\circ$$

$$\begin{aligned} \theta_0 &= \tan^{-1} K_h \quad (K_h = 0.20) \\ &= 11.310^\circ \end{aligned}$$

ただし、常時において $\varphi - \alpha < 0$ のときは、

$$\sin(\varphi - \alpha) = 0$$

地震時において $\varphi - \alpha - \theta_0 < 0$ のときは、

$$\sin(\varphi - \alpha - \theta_0) = 0$$

とする、

$$\varphi - \alpha = 30.000 > 0$$

$$\varphi - \alpha - \theta_0 = 18.690 > 0$$

(常時主働土圧係数)

$$\text{(土とコンクリート)} \quad K_a = 0.308$$

(地震時主働土圧係数)

・大気中部分

$$\text{(土とコンクリート)} \quad K_{ea} = 0.473$$

・水中部分

単位体積重量 (湿潤状態)	$\gamma_s =$	18.60	kN/m ³
(飽和状態)	$\gamma_{sat} =$	19.60	kN/m ³
(水 中)	$\gamma_{sw} =$	9.80	kN/m ³

みかけの水平震度 KH'

$$KH' = (\gamma_s \cdot h + \gamma_{sat} \cdot h_w + q') / (\gamma_s \cdot h + \gamma_{sw} \cdot h_w + q') \cdot KH$$

ここに、

h (大気中の層厚)	=	2.000	m
h_w (水中の層厚)	=	0.225	m
q' (地震時の活荷重)	=	4.90	kN/m ²

$$KH' = 0.210$$

$$\theta_0 = \tan^{-1} KH'$$

$$= 11.860^\circ$$

$$\varphi - \alpha - \theta_0 = 18.140 > 0$$

(土とコンクリート)	$Keaw =$	0.482
------------	----------	-------

(地震時静止土圧係数)

・大気中部分

$$\begin{aligned} Ke &= K_0 + (Kea - Ka) \\ &= 0.50 + (0.473 - 0.308) \\ &= 0.665 \end{aligned}$$

・水中部分

$$\begin{aligned} Kew &= K_0 + (Keaw - Ka) \\ &= 0.50 + (0.482 - 0.308) \\ &= 0.674 \end{aligned}$$

3)活荷重

・常時

自動車荷重	q1 =	9.80	kN/m2
群集荷重	q2 =	3.43	kN/m2
土圧作用深さ	H =	2.225	m

活荷重の合計

$$q = 9.80 + 3.43 = 13.23 \text{ kN/m}^2$$

活荷重水平力

$$q_h = q * H * K_0 * B$$

$$= 13.23 * 2.225 * 0.50 = 14.718 \text{ kN}$$

作用点(鉛直距離)

$$Y = 1 / 2 * 2.225 = 1.113 \text{ m}$$

・地震時

自動車荷重	q1 =	4.90	kN/m2
土圧作用深さ	(大気中) h =	2.000	m
	(水中) hw =	0.225	m
地震時静止土圧係数	(大気中) Ke =	0.665	
	(水中) Kew =	0.674	

活荷重水平力

$$q_h = q_1 * h * K_{ea} * B$$

	q1(kN/m2)	h(m)	Kea	H(kN)	y(m)	H y (kN・m)
大気中	4.900	* 2.000	* 0.665	6.517	1.225	7.983
水 中	4.900	* 0.225	* 0.674	0.743	0.113	0.084
Σ		2.225		7.260		8.067

4)土圧

・常時

裏込土の単位体積重量(湿潤) $\gamma_s = 18.60 \text{ kN/m}^3$

裏込土の単位体積重量(水中) $\gamma_{sw} = 9.80 \text{ kN/m}^3$

大気中土層厚 $H_1 = 0.670 \text{ m}$

水中土層厚 $H_2 = 1.555 \text{ m}$

地下水位位置における土圧強度

$$p_1 = \gamma_s * K_a * H_1 * B$$

$$= 18.60 * 0.50 * 0.670 * 1.000 = 6.231 \text{ kN/m}$$

縦壁下端位置における土圧強度(増加分)

$$p_2' = \gamma_{sw} * K_a * H_2 * B$$

$$= 9.80 * 0.50 * 1.555 * 1.000 = 7.620 \text{ kN/m}$$

	p(kN/m)	H(m)	H(kN)	y(m)	H y(kN・m)
大気中	6.231	* 0.670 / 2	2.087	1.778	3.711
水 中	6.231	* 1.555	9.689	0.778	7.538
水 中	7.620	* 1.555 / 2	5.925	0.518	3.069
Σ			17.701		14.318

土圧水平力 $H = 17.701 \text{ kN}$

作用点鉛直距離 $y = \Sigma H y / \Sigma H = 0.809 \text{ m}$

・地震時

裏込土の単位体積重量(湿潤) $\gamma_s = 18.60 \text{ kN/m}^3$

裏込土の単位体積重量(水中) $\gamma_{sw} = 9.80 \text{ kN/m}^3$

大気中土層厚 $H_1 = 2.000 \text{ m}$

水中土層厚 $H_2 = 0.225 \text{ m}$

地下水位位置における土圧強度

$$p_1 = \gamma_s * K_e * H_1 * B$$

$$= 18.60 * 0.665 * 2.000 * 1.000 = 24.738 \text{ kN/m}$$

縦壁下端位置における土圧強度(増加分)

$$p_2' = \gamma_{sw} * K_a * H_2 * B$$

$$= 9.80 * 0.674 * 0.225 * 1.000 = 1.486 \text{ kN/m}$$

	p(kN/m)	H(m)	H(kN)	y(m)	H y(kN・m)
大気中	24.738	* 2.000 / 2	24.738	0.892	22.066
水 中	24.738	* 0.225	5.566	0.113	0.629
水 中	1.486	* 0.225 / 2	0.167	0.075	0.013
Σ			30.471		22.708

土圧水平力 $H = 30.471 \text{ kN}$

作用点鉛直距離 $y = \Sigma H y / \Sigma H = 0.745 \text{ m}$

5) 水圧

・常時

壁背面の水位高 WB1 = 1.555 m

水路内の水位高 WB2 = 0.000 m

	γ_w	WB(m)	H(kN)	γ (m)	H γ (kN・m)
壁背面	9.80	* 1.555 ² / 2	11.848	0.518	6.137
水路内	9.80	* 0.000 ² / 2	0.000	0.000	0.000
Σ			11.848		6.137

水圧水平力 H = 11.848 kN

作用点鉛直距離 $y = \Sigma H y / \Sigma H =$ 0.518 m

・地震時

壁背面の水位高 WB2 = 0.225 m

水路内の水位高 WB2' = 0.000 m

	γ_w	WB(m)	H(kN)	γ (m)	H γ (kN・m)
壁背面	9.80	* 0.225 ² / 2	0.248	0.075	0.019
水路内	9.80	* 0.000 ² / 2	0.000	0.000	0.000
Σ			0.248		0.019

水圧水平力 H = 0.248 kN

作用点鉛直距離 $y = \Sigma H y / \Sigma H =$ 0.077 m

5.2 荷重の集計と応力度

・常時

(水平方向)

	水平力 H(kN)	作用高 Y(m)	モーメント HY(kN・m)
活荷重による水平力	14.718	1.113	16.381
裏込土による土圧	17.701	0.809	14.320
水圧力	11.848	0.518	6.137
合計	44.267		36.838

曲げモーメント $M = 36.838 \text{ kN} \cdot \text{m}$

・地震時

(水平方向)

	水平力 H(kN)	作用高 Y(m)	モーメント HY(kN・m)
躯体自重による水平力	4.361	1.113	4.854
活荷重による水平力	7.260	-	8.067
裏込土による土圧	30.471	0.745	22.701
水圧力	0.248	0.077	0.019
合計	42.340		35.641

曲げモーメント $M = 35.641 \text{ kN} \cdot \text{m}$

5.3 断面計算

・応力

曲げモーメント	M =	36.838	kN・m	(常 時 より)
せん断力	S =	44.267	kN	(常 時 より)

・断面寸法

部材幅	B =	100.00	cm
部材高	H =	40.00	cm
有効高	D =	28.00	cm
かぶり	D' =	12.00	cm

・鉄筋量

$$D \quad 19 \quad * \quad 4.00 \quad \text{本} \quad = \quad 11.46 \quad \text{cm}^2$$

・断面計算

圧縮応力度	$\sigma_c =$	3.54	N/mm ²	($\sigma_{ca} =$ 8.00 N/mm ²)
引張応力度	$\sigma_s =$	127.3	N/mm ²	($\sigma_{sa} =$ 160.0 N/mm ²)
せん断力応力度	$\tau =$	0.16	N/mm ²	($\tau_a =$ 0.39 N/mm ²)

5.3 断面計算

項 目	記号	単位	縦 壁	
曲げモーメント	M	kN・m		36.838
せん断力	S	t		44.267
有効幅	B	cm		100.0
全高	H	cm		40.0
引張鉄筋被り	d	cm		12.0
鉄筋径 * 本数	A s	mm・本	D 19	4.00
鉄筋断面積		cm ²		11.46
鉄筋比	P			0.0041
実応力度 (圧縮)	σ_c	N/mm ²	OK	3.54
(引張)	σ_s	N/mm ²	OK	127.3
(剪断)	τ	N/mm ²	OK	0.16
許容応力度 (圧縮)	σ_{ca}	N/mm ²		8.0
(引張)	σ_{sa}	N/mm ²		160.0
(剪断)	τ_a	N/mm ²		0.39

6. 底版の検討

底版の両端の検討を行う際は、両端が側壁に固定された梁として解き、底版に作用する荷重は側壁の荷重を底版幅で除した値(等分布の地盤反力)とする。応力については地盤反力から底版両端に発生するモーメントが、側壁下端に発生したモーメントより小さい場合は側壁下端のモーメントを採用する。

底版中央部の検討は、側壁の荷重を底版幅で除した地盤反力のみを考慮し、単純梁の応力計算による底版上面の引っ張り応力の断面計算を行う。

6.1 地盤反力

$$\begin{aligned} \text{側壁を軸線に置き換えた高さ} & H = 2.225 \text{ m} \\ \text{底版を軸線に置き換えた幅} & B = 2.900 \text{ m} \\ \text{側壁 } w = & 2.225 * 0.400 * 24.50 * 1.000 * 2 = 43.610 \text{ kN} \\ & \text{荷重合計} = 43.610 \text{ kN} \\ \text{従って、底版に作用する地盤反力度は、} \\ w = & 43.610 / 2.900 = 15.038 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

6.2 部材応力

1) モーメント

・端部

$$M = 1 / 12 * 15.038 * 2.900^2 = 10.539 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

以上より、端部のモーメントについては、側壁による下端のモーメントが、底版両端のモーメントの値を越えていることから、側壁によるモーメントにて応力度計算を行う。

$$\text{側壁によるモーメント } M = 36.838 \text{ kN}\cdot\text{m} \quad (\text{常時より})$$

・中央部

$$M = 1 / 8 * 15.038 * 2.900^2 = 15.809 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

2) せん断力

$$S = 1 / 2 * 15.038 * 2.900 = 21.805 \text{ kN}$$

6.3 断面計算

1) 底版両端

・応力

曲げモーメント	M =	36.838	kN・m	(常 時 より)
せん断力	S =	21.805	kN	

・断面寸法

部材幅	B =	100.00	cm
部材高	H =	45.00	cm
有効高	D =	30.00	cm
かぶり	D' =	15.00	cm

・鉄筋量

$$D \quad 19 \quad * \quad 4.00 \quad \text{本} = 11.46 \text{ cm}^2$$

・断面計算

圧縮応力度	$\sigma_c =$	3.16	N/mm ²	($\sigma_{ca} =$	8.00 N/mm ²)
引張応力度	$\sigma_s =$	118.4	N/mm ²	($\sigma_{sa} =$	160.0 N/mm ²)
せん断力応力度	$\tau =$	0.07	N/mm ²	($\tau_a =$	0.39 N/mm ²)

2) 底版中央部

・応力

曲げモーメント	M =	15.809	kN・m
---------	-----	--------	------

・断面寸法

部材幅	B =	100.00	cm
部材高	H =	45.00	cm
有効高	D =	33.00	cm
かぶり	D' =	12.00	cm

・鉄筋量

$$D \quad 13 \quad * \quad 4.00 \quad \text{本} = 5.07 \text{ cm}^2$$

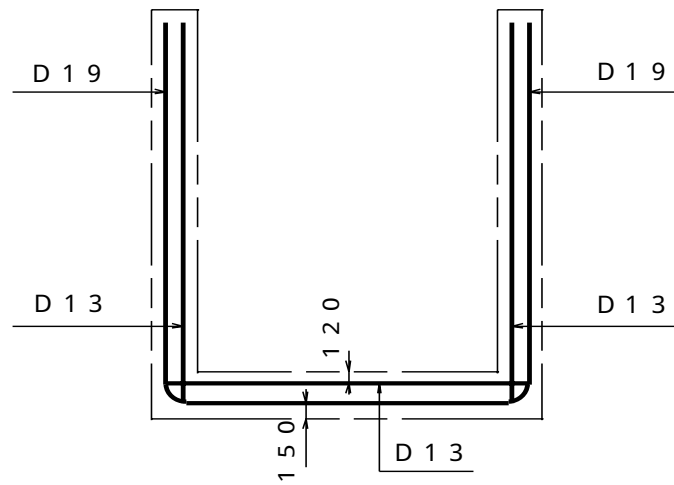
・断面計算

圧縮応力度	$\sigma_c =$	1.61	N/mm ²	($\sigma_{ca} =$	8.00 N/mm ²)
引張応力度	$\sigma_s =$	101.0	N/mm ²	($\sigma_{sa} =$	160.0 N/mm ²)

6.3 断面計算

項 目	記号	単位	底版両端		底版中央	
曲げモーメント	M	kN・m	36.838		15.809	
せん断力	S	t	21.805			
有効幅	B	cm	100.0		100.0	
全高	H	cm	45.0		45.0	
引張鉄筋被り	d	cm	15.0		12.0	
鉄筋径 * 本数	A s	mm・本	D 19	4.00	D 13	4.00
鉄筋断面積		cm ²	11.46		5.07	
鉄筋比	P		0.0038		0.0015	
実応力度 (圧縮)	σ_c	N/mm ²	OK	3.16	OK	1.61
(引張)	σ_s	N/mm ²	OK	118.4	OK	101.0
(剪断)	τ	N/mm ²	OK	0.07	OK	0.00
許容応力度 (圧縮)	σ_{ca}	N/mm ²	8.0		8.0	
(引張)	σ_{sa}	N/mm ²	160.0		160.0	
(剪断)	τ_a	N/mm ²	0.39		0.39	

7. 配筋要領図



- ・側壁の外側主鉄筋径は、 D 19 ピッチは @ 250 とする。
- ・底版下面の主鉄筋径は、 D 19 ピッチは @ 250 とする。
- ・底版上面の主鉄筋径は、 D 13 ピッチは @ 250 とする。
- ・鉄筋被りは、底版下面を 150 mm とし、その他については、 120 mm とする。