

## U型側溝(底版検討有り)の構造計算

ここでのU型側溝の構造計算は、側壁と底版の検討を行う。一般的に底版中央部上面に引張り応力が作用することは考えにくいことから。底版の検討は両端部しか行わない。

底版両端部の応力は側壁下端部の応力と同じと考えれば、底版の部材厚と鉄筋の被りが側壁と同じであれば、断面計算の結果も同じとなる。その場合は底版の検討は必要ない。しかし、底版の厚さが側壁より薄い場合、あるいは鉄筋の被りが厚く部材の有効高さが薄くなる場合は、検討しておかなければならない。

底版中央部の応力は、側壁の荷重や側壁に車輪荷重、上屋等の荷重を底版幅で除して等分布の地盤反力が作用すると仮定して算出する。単純梁のモーメントは  $M = 1 / 8 * w * L^2$  より求まり、その値から側壁下端部のモーメントを控除することから、底版幅が大きいこと、側壁からの荷重が大きく、モーメントが小さい等の条件が重なると、底版中央部上面にモーメントが発生する。

以上より、このプログラムでは側壁下端、底版両端部、中央部の検討を行う。中央部に応力が発生しないことが分かっているにもかかわらず確認の意味で利用されることをお勧めします。

### 1. プログラムの概略的な内容

- 1) U型側溝の縦壁、底版の構造計算。
- 2) 縦壁下端、底版隅角部下面と中央部上面の鉄筋量の計算。

### 2. 設計の概略的な条件

- 1) 常時、水位無し。
- 2) 土圧は静止土圧係数を使用。
- 3) 直接基礎。
- 4) 壁の断面力の算出は、底版に固定された片持ち梁として解く。
- 5) 底版については、壁の下端に発生する曲げモーメントにて底版両端部下面の断面計算を行う。  
底版中央部上面についての曲げモーメント算出は、側壁の荷重を底版幅で除して等分布荷重の地盤反力が作用するとして、単純梁計算の計算値より、側壁からのモーメントを控除したモーメント値を用いて算出する。
- 6) 単位はSI単位を使用。

### 3. 設計計算書の内容

U型側溝(底版検討有り)の構造計算書は以下の項目順序となっています。

- 1) 設計条件
- 2) 側壁検討のための荷重計算
- 3) 側壁の応力度計算
- 4) 側壁の断面計算
- 5) 底版検討のための地盤反力の算出
- 6) 底版の応力度計算
- 7) 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」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、荷重図、配筋要領図をCADにて別途に作図し、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U型側溝構造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) U型側溝の構造寸法。
- 3) 単体積重量、過載荷重等設計の条件。
- 4) 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」)

- 5) 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データを、プログラムと同じフォルダーに入れてあります。添付した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。(構造図等の図面は、データとリンクはしていません。)
- ←無筋構造であれば削除 : 赤の文字は特に注意してください。

## 8. 計算書枚数

10枚(目次1枚込み)

別にシート「断面計算」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、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。

### ① 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。

### ② 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す、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

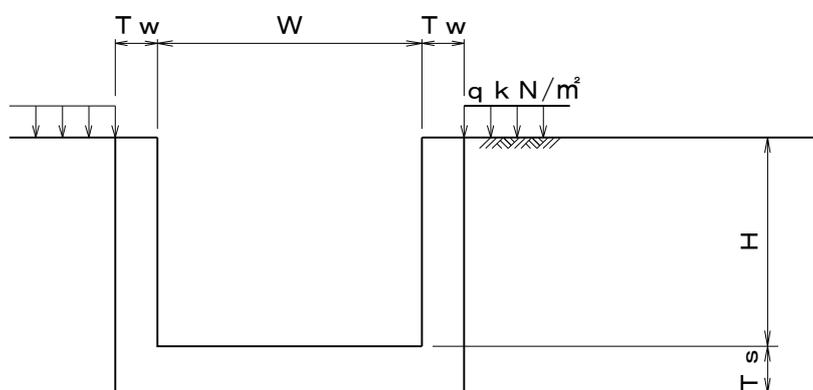
U型水路の検討

・構造寸法

水路内形 水路内高さ  $H = 2.000$  m  
 水路内幅  $W = 5.000$  m

部材厚さ 側壁  $T_w = 0.400$  m  
 底版  $T_s = 0.400$  m

奥行き長  $B = 1.000$  m



・設計条件

単位体積重量 コンクリート(鉄筋)  $\gamma_c = 24.50$  kN/m<sup>3</sup>  
 土(湿潤状態)  $\gamma_s = 19.00$  kN/m<sup>3</sup>

・活荷重

自動車荷重  $P_{vl} = 10.00$  kN/m<sup>2</sup>  
 群集荷重  $q = 3.50$  kN/m<sup>2</sup>

・静止土圧係数

$K_0 = 0.5$

・断面計算

被り 縦壁  $d' = 10.00$  cm  
 底版(上面)  $d' = 11.00$  cm  
 底版(下面)  $d' = 11.00$  cm

・コンクリート設計基準強度

$\sigma_{ck} = 24$  N/mm<sup>2</sup>

許容応力度

常時(圧縮)  $\sigma_{ca} = 8.0$  N/mm<sup>2</sup>  
 (引張)  $\sigma_{sa} = 160$  N/mm<sup>2</sup>  
 (剪断)  $\tau_a = 0.39$  N/mm<sup>2</sup>

# U型水路の検討

## 目 次

1. 設計条件	-----
2. 形状寸法図	-----
3. 荷重の組み合わせ	-----
4. 側壁の検討	-----
4.1 荷重	-----
1)土圧係数	-----
2)活荷重	-----
3)土圧	-----
4.2 荷重の集計と応力度	-----
4.3 断面計算	-----
5. 底版の検討	-----
5.1 地盤反力	-----
5.2 部材応力	-----
5.3 断面計算	-----
6. 配筋要領図	-----

## 1. 設計条件

U型水路の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)	$\gamma_c$	=	24.50	kN/m <sup>3</sup>
裏込土	(湿潤状態)	$\gamma_s$	=	19.00	kN/m <sup>3</sup>

### 3) 静止土圧係数

常時	静止土圧係数	$K_0$	=	0.50
----	--------	-------	---	------

### 4) 活荷重

常時	自動車荷重	$P_{vl}$	=	10.00	kN/m <sup>2</sup>
	群集荷重	$q$	=	3.50	kN/m <sup>2</sup>

### 5) 鉄筋の被り

縦壁	10.0	cm
底版(上面)	11.0	cm
底版(下面)	11.0	cm

### 6) コンクリート設計基準強度

$\sigma_{ck}$	=	24.0	N/mm <sup>2</sup>
---------------	---	------	-------------------

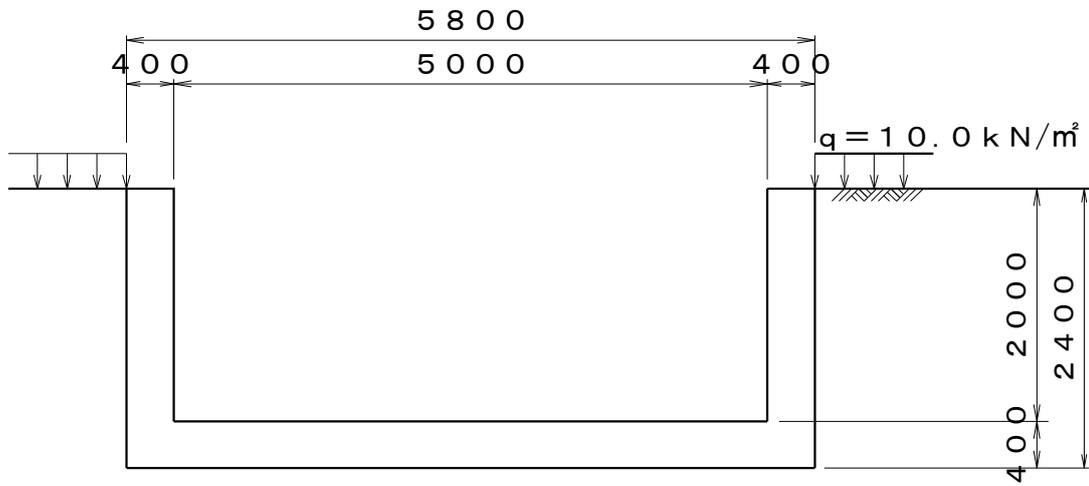
### 7) 許容応力度

圧縮	$\sigma_{ca}$	=	8.0	N/mm <sup>2</sup>
引張り	$\sigma_{sa}$	=	160	N/mm <sup>2</sup>
剪断	$\tau_a$	=	0.39	N/mm <sup>2</sup>

### 準拠示方書及び参考文献

土木構造物標準設計第2巻の手引き(擁壁類)	全日本建設技術協会
道路土工 擁壁工指針	日本道路協会
道路橋示方書・同解説(下部構造編)	日本道路協会

## 2. 形状寸法図



## 3. 荷重の組合せ

### 1) 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

### 2) 底版の計算時

・常時

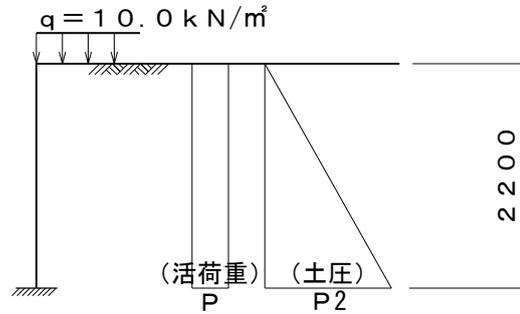
荷重組合せ

縦壁自重による鉛直荷重

#### 4. 側壁の検討

底版で固定された片持梁として解く。

・常時



##### 4.1 荷重

###### 1) 土圧係数

・常時

$$\text{静止土圧係数} \quad K_0 = 0.50$$

###### 2) 活荷重

・常時

自動車荷重	$q_1 =$	10.00	kN/m <sup>2</sup>
群集荷重	$q_2 =$	3.50	kN/m <sup>2</sup>
土圧作用深さ	$H =$	2.000	m

###### 活荷重の合計

$$q = 10.00 + 3.50 = 13.50 \text{ kN/m}^2$$

###### 活荷重水平力

$$\begin{aligned} q_h &= q * H * K_0 * B \\ &= 13.5 * 2.000 * 0.50 * 1.000 = 13.500 \text{ kN} \end{aligned}$$

###### 作用点(鉛直距離)

$$Y = 1 / 2 * 2.000 = 1.000 \text{ m}$$

### 3)土圧

裏込土の単位体積重量(湿潤)  $\gamma_s = 19.0 \text{ kN/m}^3$   
 大気中土層厚  $H_1 = 2.000 \text{ m}$

縦壁下端位置における土圧強度

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

$$= 19.00 * 0.50 * 2.000 * 1.000 = 19.000 \text{ kN/m}$$

	p(kN/m)	H(m)	H(kN)	y(m)	Hy(kN·m)
大気中	19.000 * 2.000 / 2		19.000	0.667	12.673
$\Sigma$			19.000		12.673

土圧水平力  $H = 19.000 \text{ kN}$

作用点鉛直距離  $y = \Sigma Hy / \Sigma H = 0.667 \text{ m}$

### 4.2 荷重の集計と応力度

(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	13.500	1.000	13.500
裏込土による土圧	19.000	0.667	12.673
合計	32.500		26.173

曲げモーメント  $M = 26.173 \text{ kN}\cdot\text{m}$

### 4.3 断面計算

#### ・応力

$$\text{曲げモーメント} \quad M = 26.173 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{せん断力} \quad S = 32.500 \text{ kN}$$

#### ・断面寸法

$$\text{部材幅} \quad B = 100 \text{ cm}$$

$$\text{部材高} \quad H = 40 \text{ cm}$$

$$\text{有効高} \quad D = 30 \text{ cm}$$

$$\text{かぶり} \quad D' = 10 \text{ cm}$$

#### ・鉄筋量

$$D 16 \quad 4.00 \text{ 本} \quad = \quad 7.94 \text{ cm}^2$$

#### ・断面計算

$$\text{圧縮応力度} \quad \sigma_c = 2.6 \text{ N/mm}^2 \quad (\sigma_{ca} = 8.0 \text{ N/mm}^2)$$

$$\text{引張応力度} \quad \sigma_s = 119.6 \text{ N/mm}^2 \quad (\sigma_{sa} = 160 \text{ N/mm}^2)$$

$$\text{せん断力応力度} \quad \tau = 0.11 \text{ N/mm}^2 \quad (\tau_a = 0.39 \text{ N/mm}^2)$$

#### 4.4 断面計算

項目	記号	単位	縦 壁	
曲げモーメント	M	kN・m	26.173	
せん断力	S	t	32.500	
有効幅	B	cm	100.0	
全高	H	cm	40.0	
引張鉄筋被り	d'	cm	10.0	
鉄筋径 * 本数	As	mm・本	D 16	4
鉄筋断面積		cm <sup>2</sup>	7.944	
鉄筋比	P		0.00	
実応力度 (圧縮)	$\sigma_c$	N/mm <sup>2</sup>	OK	2.6
(引張)	$\sigma_s$	N/mm <sup>2</sup>	OK	119.6
(剪断)	$\tau$	N/mm <sup>2</sup>	OK	0.11
許容応力度 (圧縮)	$\sigma_{ca}$	N/mm <sup>2</sup>	8.0	
(引張)	$\sigma_{sa}$	N/mm <sup>2</sup>	160.0	
(剪断)	$\tau_a$	N/mm <sup>2</sup>	0.39	

## 5. 底版の検討

### ・底版両端

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、側壁下端に発生したモーメントにより、底版両端部下面の断面計算を行う。

### ・底版中央部

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により等分布荷重が作用すると考える。その荷重により両端単純梁と考えて底版中央部のモーメントを算出。そのモーメントより、側壁下端のモーメントを差し引き、その値にて底版中央部上面の断面計算を行う。

## 5.1 地盤反力

$$\text{側壁を軸線に置き換えた高さ} \quad H = 2.000 \text{ m}$$

$$\text{底版を軸線に置き換えた幅} \quad B = 5.400 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{側壁 } w &= 2.000 * 0.400 * 24.5 * 1.000 * 2 = 39.2 \text{ kN} \\ &\qquad \qquad \qquad \text{荷重合計} = 39.2 \text{ kN} \end{aligned}$$

従って、底版に作用する反力度は、

$$w = 39.2 / 5.400 = 7.259 \text{ kN/m}^2$$

## 5.2 部材応力

### 1) モーメント

#### ・端部

$$\text{側壁によるモーメント} \quad M = 26.173 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

#### ・中央部

$$M = 1/8 * 7.259 * 5.400^2 - 26.173 = 0.286 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

中央部モーメントが、正の値であることより、引張りが底版上面に作用する。

従って、底版中央部上面の断面計算を行う。

### 2) せん断力

$$S = 1/2 * 7.259 * 5.400 = 19.599 \text{ kN}$$

### 5.3 断面計算

#### 1) 底版両端

##### ・応力

$$\text{曲げモーメント} \quad M = 26.173 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$\text{せん断力} \quad S = 19.599 \text{ kN}$$

##### ・断面寸法

$$\text{部材幅} \quad B = 100.00 \text{ cm}$$

$$\text{部材高} \quad H = 40.00 \text{ cm}$$

$$\text{有効高} \quad D = 29.00 \text{ cm}$$

$$\text{かぶり} \quad D' = 11.00 \text{ cm}$$

##### ・鉄筋量

$$D \ 16 \quad 4.00 \text{ 本} \quad = \quad 7.94 \text{ cm}^2$$

##### ・断面計算

$$\text{圧縮応力度} \quad \sigma_c = 2.7 \text{ N/mm}^2 \quad (\sigma_{ca} = 8.0 \text{ N/mm}^2)$$

$$\text{引張応力度} \quad \sigma_s = 123.9 \text{ N/mm}^2 \quad (\sigma_{sa} = 160 \text{ N/mm}^2)$$

$$\text{せん断力応力度} \quad \tau = 0.07 \text{ N/mm}^2 \quad (\tau_a = 0.39 \text{ N/mm}^2)$$

## 2) 底版中央部

### ・応力

$$\text{曲げモーメント} \quad M = 0.286 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

中央部モーメントが、正の値であることより、引張りが底版上面に作用する。

### ・断面寸法

$$\text{部材幅} \quad B = 100.00 \text{ cm}$$

$$\text{部材高} \quad H = 40.00 \text{ cm}$$

$$\text{有効高} \quad D = 29.00 \text{ cm}$$

$$\text{かぶり} \quad D' = 11.00 \text{ cm}$$

### ・鉄筋量

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

### ・断面計算

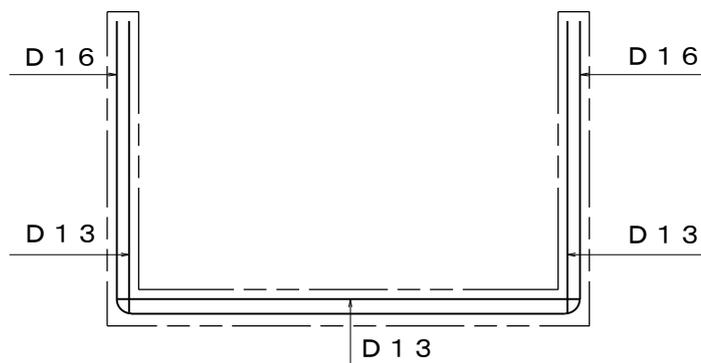
$$\text{圧縮応力度} \quad \sigma_c = 0.04 \text{ N/mm}^2 \quad (\sigma_{ca} = 8.0 \text{ N/mm}^2)$$

$$\text{引張応力度} \quad \sigma_s = 2.09 \text{ N/mm}^2 \quad (\sigma_{sa} = 160 \text{ N/mm}^2)$$

#### 5.4 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	26.173		0.286	
せん断力	S	t	19.599			
有効幅	B	cm	100.0		100.0	
全高	H	cm	40.0		40.0	
引張鉄筋被り	d'	cm	11.0		11.0	
鉄筋径 * 本数	As	mm・本	D 16	4	D 13	4
鉄筋断面積		cm <sup>2</sup>	7.944		5.068	
鉄筋比	P		0.00		0.00	
実応力度 (圧縮)	$\sigma_c$	N/mm <sup>2</sup>	OK	2.7	OK	0.0
(引張)	$\sigma_s$	N/mm <sup>2</sup>	OK	123.9	OK	2.1
(剪断)	$\tau$	N/mm <sup>2</sup>	OK	0.07		
許容応力度(圧縮)	$\sigma_{ca}$	N/mm <sup>2</sup>	8.0		8.0	
(引張)	$\sigma_{sa}$	N/mm <sup>2</sup>	160.0		160.0	
(剪断)	$\tau_a$	N/mm <sup>2</sup>	0.39			

## 6. 配筋要領図



- ・側壁の外側主鉄筋径は、 D 16      ピッチは      @ 250      とする。
- ・底版下面の主鉄筋径は、 D 16      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 110 mm      底版上面を 110 mm  
とし、その他については、100 mm とする。