

柵の構造計算

柵と言っても、ボックスカルバートを縦にした接合柵です。樋函や管渠が2方向～3方向に取り付いてくる形状で、柵の下の方に穴が開く場合、上の部分は壁に穴もなくボックスを縦置きにした形状です。今までは任意形の平面解析プログラムを使用していました。エクセルだけで出来る方法はないものかと考えていたのですが、ふとした機会から「土木工学ポケットブック」：オーム社の本を見ているときに、この計算式を見つけて計算してみると、任意形平面解析で計算した結果と同じ値になり、それを使用したソフトの案を練っていました。それが今回やっと出来上がりましたので公開しました。

1. プログラムの内容

- 1) 柵形状で、底版頂版と応力の伝達がないボックス形状の構造計算。
- 2) ボックスを縦に立てた形状で、1連の構造物。
- 3) 荷重は、4辺水平方向全て等分布荷重で、4辺とも同じ荷重です。

2. 設計の概略的な条件

- 1) 常時にて、土圧、水圧、活荷重ありです。
- 2) 土圧は静止土圧係数を使用。
- 3) 単位はSI単位を使用。
- 4) 準拠示方書は「土木工学ポケットブック」：オーム社。

3. 設計計算書の内容

柵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) 部材の断面性能
- 3) 荷重の算出
- 4) 断面力
- 5) 応力度計算
- 6) 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) 鉄筋については、シート「断面計算」にて、鉄筋径、配筋ピッチのデータ入力。
- 3) 形状寸法図、軸組図、荷重図、配筋要領図をCADにて別途作図し、シート「計算書」に貼付。
- 4) シート「計算書作成」を印刷。

5. データの入力方法

この柵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) 柵の構造寸法、水位条件。
- 3) 単体積重量、活荷重等設計の条件。
- 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、配筋ピッチを、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、軸組図、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データを一、プログラムと同じフォルダーに入れています。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. 6) (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。印刷枠以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。

8. 計算書枚数

8枚 (目次1枚込み)

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」”をExcelの画面上に並べてデータの

データ入力表

報告書タイトル

柵上部の構造計算

柵寸法

内形寸法

幅 部材<1>

L1 = 3.000 m

幅 部材<2>

L2 = 2.500 m

部材厚

部材<1>

t1 = 0.400 m

部材<2>

t2 = 0.400 m

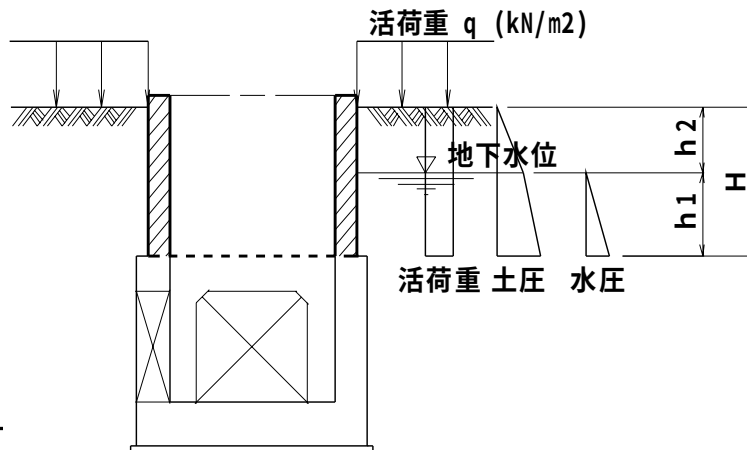
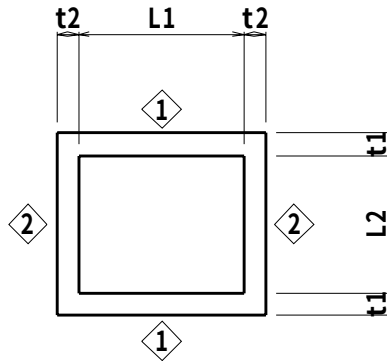
検討位置

(ボックス下端位置) 柵の深さ

H = 2.700 m

構造計算時の奥行き長

B = 1.000 m



水位条件 (G.L. ~ 地

(地下水位~ボックス下端位置)

1.200 m

h1= 1.500 m

設計条件

単位体積重量 土 (湿潤)

$\gamma_s = 18.0$ kN/m³

(水中)

$\gamma_{sw} = 10.0$ kN/m³

水

$\gamma_w = 10.0$ kN/m³

静止土圧係数

Ka = 0.50

活荷重

自動車荷重 or 群集荷重

q = 10.0 kN/m²

鉄筋構造

コンクリート基準強度

$\sigma_{ck} = 24.0$ N/mm²

コンクリート許容曲げ圧縮応力度

$\sigma_{ta} = 8.0$ N/mm²

鉄筋許容引張応力度

$\sigma_{sa} = 160$ N/mm²

許容せん断応力度

$\tau_a = 0.39$ N/mm²

許容せん断応力度 (隅角部) α の割り増し係数 1

$\tau_a = 0.39$ N/mm²

($1 \leq \alpha \leq 2$)

断面計算 断面計算の部材有効幅
鉄筋被り 縦壁

b = 100 cm
d = 12 cm

データの入力をするんやで。
網掛けは修正したらあかんで。

桁上部の構造計算

1. 設計条件	-----
2. 形状寸法図	-----
3. 部材断面性能	-----
4. 軸組図	-----
5. 荷重の計算	-----
6. 荷重図	-----
7. 断面力	-----
8. 部材力図	-----
9. 応力度の計算	-----
10. 配筋要領図	-----

樹上部の構造計算

1. 設計条件

1) 材料の単位体積重量

土	(湿潤)	$\gamma_s =$	18.0 kN/m ³
	(水中)	$\gamma_{sw} =$	10.0 kN/m ³
水		$\gamma_w =$	10.0 kN/m ³

2) 水位

集水樹外水位(樹下端～地下水位)	$h_2 =$	1.500 m
------------------	---------	---------

3) 土圧係数

静止土圧係数	$K =$	0.50
--------	-------	------

4) 活荷重

集水樹周囲 活荷重	$q =$	10.0 kN/m ²
-----------	-------	------------------------

5) 鉄筋の被り

縦壁	$d =$	12.0 cm
----	-------	---------

6) コンクリート設計基準強度

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

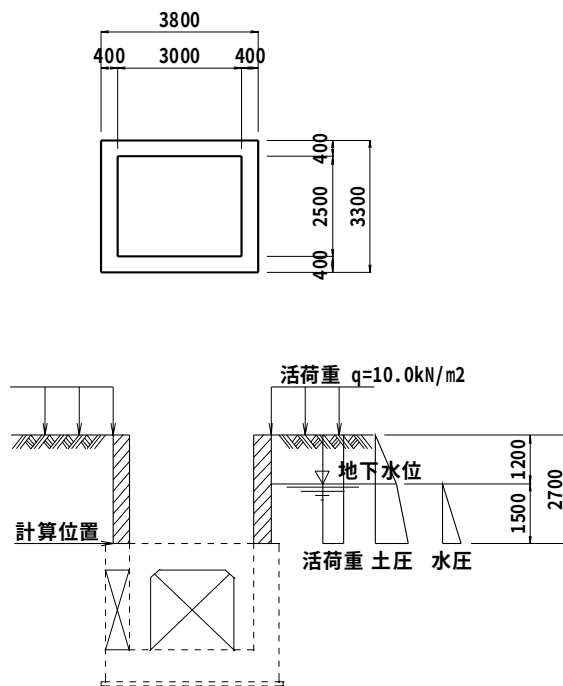
7) 許容応力度

圧縮	$\sigma_{ca} =$	18.0 N/mm ²
引張り	$\sigma_{sa} =$	160 N/mm ²
剪断	$\tau_a =$	0.39 N/mm ²

準拠示方書及び参考文献

- 1) 「道路土工カルバート工指針」(平成11年3月): 社団法人 日本道路協会
- 2) 「設計便覧(案) 第1～3編」(平成14年4月): 国土交通省近畿地方整備局
- 3) 「土木構造物設計マニュアル(案)」(平成11年11月): 建設省土木研究所
- 4) 「土木工学ポケットブック」: オーム社

2. 形状寸法図



3. 部材断面性能

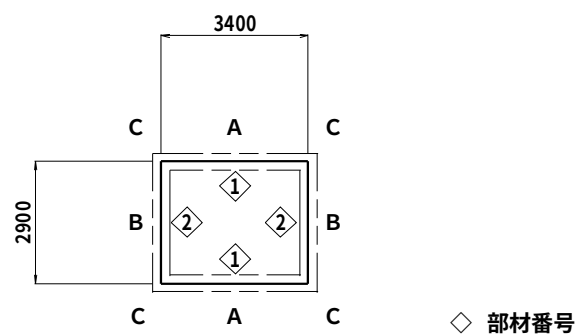
a. 断面性能

$$I = 1 / 12 * b * h^3$$

$$<1> \text{ 部材 } I_1 = 1 / 12 * 1.000 * 0.400^3 = 0.00533 \text{ m}^4$$

$$<2> \text{ 部材 } I_2 = 1 / 12 * 1.000 * 0.400^3 = 0.00533 \text{ m}^4$$

4. 軸組図



部材長

$$L_1 = 3.000 + 0.400 = 3.400 \text{ m}$$

$$L_2 = 2.500 + 0.400 = 2.900 \text{ m}$$

5. 荷重の計算

(1) 土圧

- 上部壁下端位置における土圧強度

$$p1 = (\gamma s * Ka * h2 + \gamma sw * ka * h1) * B$$

γs : 土の単位重量(大気中) 18.0 kN/m³

γsw : 土の単位重量(水中) 10.0 kN/m³

Ka : 静止土圧係数 0.50

$h2$: G.L. ~ 地下水位 1.200 m

$h1$: 地下水位~ボックス下端位置 1.500 m

B : 構造計算時の奥行き長 1.000 m

$$p1 = (18.0 * 0.50 * 1.200 + 10.000 * 0.500 * 1.500) * 1.000 = 18.300 \text{ kN/m}^2$$

(2) 活荷重

- 上部壁下端位置における活荷重強度

$$p2 = q * Ka * B$$

q : 活荷重 10.0 kN/m²

$$p2 = 10.0 * 0.50 * 1.000 = 5.000 \text{ kN/m}^2$$

(3) 水圧

- 上部壁下端位置における水圧強度

$$p1 = \gamma w * h1 * B$$

γw : 水の単位重量 10.0 kN/m³

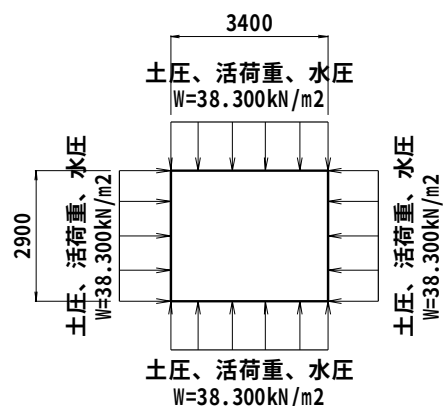
$$p3 = 10.0 * 1.50 * 1.000 = 15.000 \text{ kN/m}^2$$

(4) 外部水平荷重の集計

以上より、柵下端位置における水平荷重は以下になる。

$$w = 18.300 + 5.000 + 15.000 = 38.300 \text{ kN/m}^2$$

6. 荷重図



7. 断面力

$$k = I_2 / I_1 * L_2 / L_1 \\ = 0.00533 / 0.00533 * 2.900 / 3.400 = 0.853$$

・ モーメント

隅角部(C)モーメント

$$M_c = -w / 12 * (L_1^2 + L_2^2 * k) / (1 + k) \\ = -38.300 * 1 / 12 * ##### + 2.900^2 * 0.853 / (1 + 0.853) = -32.268 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

部材<1>

中央(A)モーメント

$$M_a = w * L_1^2 / 8 + M_c \\ = 38.300 * 3.400^2 * 1 / 8 + -32.268 = 23.076 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

部材<2>

中央(B)モーメント

$$M_b = w * L_2^2 / 8 + M_c \\ = 38.300 * 2.900^2 * 1 / 8 + -32.268 = 7.995 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

・ セン断力

部材<1>

$$S_1 = 1 / 2 * w * L_1 \\ = 1 / 2 * 38.300 * 3.400 = 65.110 \text{ kN}$$

部材<2>

$$S_2 = 1 / 2 * w * L_2 \\ = 1 / 2 * 38.300 * 2.900 = 55.535 \text{ kN}$$

・ 軸力

部材<1>

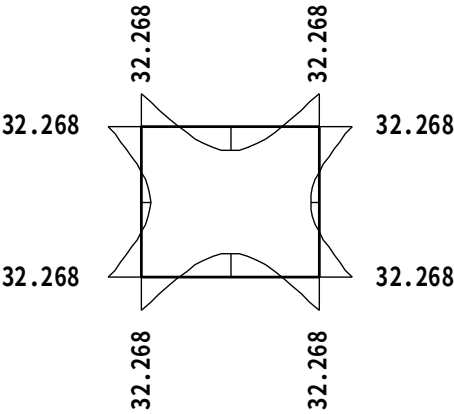
$$N_1 = 1 / 2 * w * L_2 \\ = 1 / 2 * 38.300 * 2.900 = 55.535 \text{ kN}$$

部材<2>

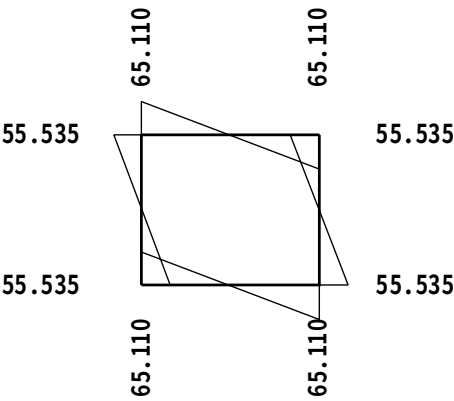
$$N_2 = 1 / 2 * w * L_1 \\ = 1 / 2 * 38.300 * 3.400 = 65.110 \text{ kN}$$

8. 部材力図

モーメント図



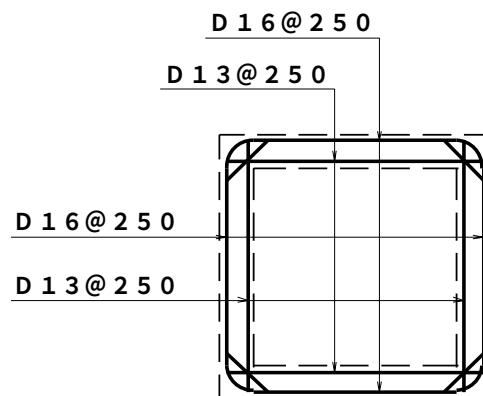
せん断力図



9. 応力度の計算

項 目		計 算 式	単 位	部材<1> 隅角部	部材<2> 隅角部	部材<1> 中央部	部材<2> 中央部
設計断面力	曲 げ モ ー メ ン ト	M	kN・m	32.268	32.268	23.076	7.995
	せ ん 断 力	S	kN	65.110	55.535		
	軸 力	N	kN	55.535	65.110	55.535	65.110
断面諸元	有 効 幅	b	mm	1000	1000	1000	1000
	高 さ	h	mm	400	400	400	400
	か ぶ り	d'	mm	120	120	120	120
	有 効 高 さ	d=h-d'	mm	280	280	280	280
応力度計算	必 要 鉄 筋 量	(A _s)	mm ²	534	491	299	-120
	配 筋 間 隔			D16@250	D16@250	D13@250	D13@250
	鉄 筋 量	A _s	mm ²	794	794	507	507
	鉄 筋 周 長	U	mm	200	200	160	160
	偏 心 量	e = M/N	mm	581	496	416	123
	中 立 軸 の 位 置	x	mm	86	90	79	238
応力度	σ _c		N/mm ²	3.4	3.3	2.8	0.6
	σ _s		N/mm ²	116	104	105	1
	τ _c	S/(b*d)	N/mm ²	0.23	0.20		
許容応力度	曲げ圧縮応力度	σ _{ca}	N/mm ²	8.0	8.0	8.0	8.0
	鉄筋引張応力度	σ _{sa}	N/mm ²	160	160	160	160
	せん断応力度	τ _{ca}	N/mm ²	0.39	0.39	0.39	0.39

10. 配筋要領図



- ・鉄筋被りは、 120 mm。
- ・部材<1>外側の鉄筋径に D16 ピッチは 250 mm。
- ・部材<1>内側の鉄筋径に D13 ピッチは 250 mm。
- ・部材<2>外側の鉄筋径に D16 ピッチは 250 mm。
- ・部材<2>内側の鉄筋径に D13 ピッチは 250 mm。