

側壁3辺固定1辺自由版:縦長の版(等変分布荷重)の構造検討

このソフトは、応力グラフより数値を読み取って入力するという手間があります。高額ソフトのように自動読み取りになっていませんのでくれぐれも勘違いしないで下さい。

(前置き)

版の構造計算の手法は至って簡単にできる構造計算です。しかし、作業の流れの中で部材の方向において、勘違いを招きやすく、それに伴う間違いを犯しやすいため、慎重に行う必要があります。できるだけ間違いを少なくするようにソフト化したつもりです。

このファイルが入っていたフォルダー「08-7三辺固定(等変分布荷重)」に2個のエクセルファイルがあります。

- ・版の形状が”横長”としてデータ入力したファイル(別ファイル)
- ・版の形状が”縦長”としてデータ入力したファイル(当ファイル)

両方共同ソフトを使用しています。上記にありますように間違いを犯し易いことから、横長、縦長それぞれの形状でデータを入れてあります。従いまして、それぞれの形状に対応している方を使用されることをお勧めします。

側壁3辺固定1辺自由版(等変分布荷重)の構造検討の使い道は、私の実績で一般的なものは以下のものがあります。集水桝のような小型構造物ではなく、大型構造物の構造検討に使用した例が多いです。

- ・水路妻壁(土圧・活荷重作用)
- ・貯留槽側壁(土圧・活荷重作用)
- ・樋門門柱背面土留壁(土圧・活荷重作用)

3辺固定1辺自由版での構造検討は、側壁を片持ち版や両端固定版による構造計算、あるいは集水桝の設計計算のように、上部を両端固定梁、それより下を三辺固定版と分けて考える方法等があります。また、このソフトのように3辺固定で考える方法もあります。

経験的には、部材の両端や支間中央、端部により違いはありますが、集水桝の構造計算のように両端固定と三辺固定版を組み合わせた応力計算結果と比較してみると、部材の場所により大きく違いますが、約0.9~0.6程度も値が小さくなります。

これだけ大きな誤差が生じる原因ははっきりしています。「近畿地方整備局:設計便覧第3編道路編:第4章排水」の”排水施設的设计例、集水桝的设计計算”では、以下のように書かれています。

「集水桝の設計計算の方法は、底版より45°分布位置より上を両端固定梁とし、それより下を三辺固定版と分けて考える。」これは、一体であるべき部材を2分割してそれぞれ別の計算方法で検討するという事です。

小型構造物であれば、鉄筋径はD13を超えることもないであろうという想定のもとでの簡易的な計算方法です。また、注意として「深さ2mをこえる集水桝については、各々設計計算を行って決定する。」とあります。

その場合の設計計算の一つが、この3辺固定版の計算方法と考えられます。

1. プログラムの内容

- 1) 土圧と活荷重が同時に作用する台形不等分布荷重が作用する3辺固定1辺自由コンクリート側壁構造計算。特に地中に埋設された一般構造物を対象とする。
- 2) 版は水平版ではなく、縦に立っている壁として考えて下さい。水平の版で三角分布荷重が作用する場合は同時に販売している、別のソフトにて検討して下さい。

(このソフトで使用できないケース)

このソフトでは、等変分布荷重の3辺固定版の構造計算であることから、以下の条件の計算はできません。

- 1) 集中荷重、部分荷重のケースはできません。

2. 設計の概略的な条件

- 1) 版は3辺固定1辺自由版の水平等変分布荷重が作用する縦壁を対象。
- 2) 荷重は土圧、活荷重等合成による水平方向に作用する等変分布荷重。
- 3) 荷重の算出が自動的に算出された後、応力は長方形版の**応力グラフより係数を読み取り**、モーメントとせん断力に掛けるための、**係数入力の手間**が必要です。
- 4) 鉄筋が必要か必要でないか判定を行います。
- 5) 鉄筋が必要な場合、版の断面計算を行います。**鉄筋径とピッチを入力する手間があります。**

3. 設計計算書の内容

3辺固定1辺自由版の構造検討の設計計算書は以下の項目順序となっています。

- 1) 設計条件
- 2) 荷重の計算。
- 3) 版の応力計算。**表より数値を読み取り入力する手間があります。**
- 4) 鉄筋が必要か必要でないか判定を行います。
- 5) 鉄筋が必要な場合、版の断面計算を行います。**鉄筋径とピッチを入力する手間があります。**
- 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。
注 1. 版のサイズは版を支持をする壁の部材中心間となりますので、計算では支持部材中心線位置が**版の計算用サイズ**となります。
- 2) シート「計算書」にて、応力図より'縦横比 L_x/L_y 軸'の値に対応するモーメント(表の左側縦軸)とせん断力(表の右側縦軸)の係数を読み取り、緑色の各セルに入力を行う。
注 2. 壁は、自由辺が上であろうが左右であろうが必ず**縦向き**に置いて考えます。これは、応力図の読み取りにおいて間違いを少しでも無くすためです。従いまして、短辺が水平の辺で L_x 、長辺は縦方向の辺で L_y と表示します。
注 3. 側壁の縦横比は自動計算となっています。
注 4. 応力図のモーメント値の読み取りは表の左軸、せん断力値は表の右軸の数値を読み取って下さい。
注 5. 応力図の縦横比 L_y/L_x が"1"より左側は自由辺が2隣辺より短い場合、すなわち縦長の版。右側は自由辺が2隣辺より長い場合、すなわち横長の版です。表の左上の図にて確認して下さい。
- 3) 上記作業は、活荷重による等分布荷重の表と土圧による等変分布荷重の表の2ケース行う。
- 4) 応力度判定の結果が、無筋構造で構わないのであれば検討作業はそこで終了。
- 5) 上記の結果、鉄筋が必要であれば、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を入力。
注 6. 短辺長は L_x でモーメント値 M_{y1} 、 M_{y2} 、せん断力値 Q_{y1} 、長辺長は L_y でモーメント値 M_{x1} 、 M_{x2} 、せん断力値 Q_{x1} となっています。この関係は、縦長の版、横長の版で変わることはありません。
- 6) 計算結果が確定すれば、形状寸法図、配筋要領図をCADにて別途作成し、シート「計算書作成」に貼付。
注 7. 自由辺の向きや位置によって短辺と長辺に発生するモーメント、せん断力が、底版と側壁で状況により場所が変わることは先に説明した通りです。配筋要領図作成時には注意して下さい。
- 7) シート「計算書」と「断面計算」と「配筋要領図」を印刷。

5. データの入力

この3辺固定1辺自由版(台形分布荷重)の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、(水色部)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) 構造寸法。
- 3) 単位体積重量等設計の条件。
- 4) 上載荷重。
- 5) コンクリート、鉄筋の許容値等、また鉄筋の被り。

(シート「計算書」)

- 6) 応力図より'縦横比 L_x/L_y 'の値に対応するモーメント(表の左側縦軸)とせん断力(表の右側縦軸)の係数を読み取り、緑色の各セルに入力を行う。

(シート「断面計算」)

- 7) 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、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」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図面は以下のもので作成しました。元のCADは「(株)ビッグバン BV-CAD」を使用しています。

- ・BV-CAD(ver. 7.5) (株)ビッグバン
- ・AutoCAD2000 AutoCAD. CC
- ・JW CAD
- ・SXFファイル(SFC)

7. シート「計算書」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。

印刷枠より外のセルは決して削除しないで下さい、計算式、判定条件等、計算上重要なリンク用データが多く含まれています。

- | | |
|----------|-------------------------------|
| ←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。 |

配筋に関する設計条件と赤の文字は特に注意してください。

8. 計算書枚数

12枚(表紙、目次込み)

シート「断面計算」と「配筋要領図」も忘れずに付けて下さい。

9. その他エクセルの使用法について

・データ入力の際、画面上で “シート「データ入力」” と “シート「計算書」” と “シート「断面計算」” の3画面をExcelの画面上に並べてデータの入力をする、計算結果を見ながら検討が出来ます。

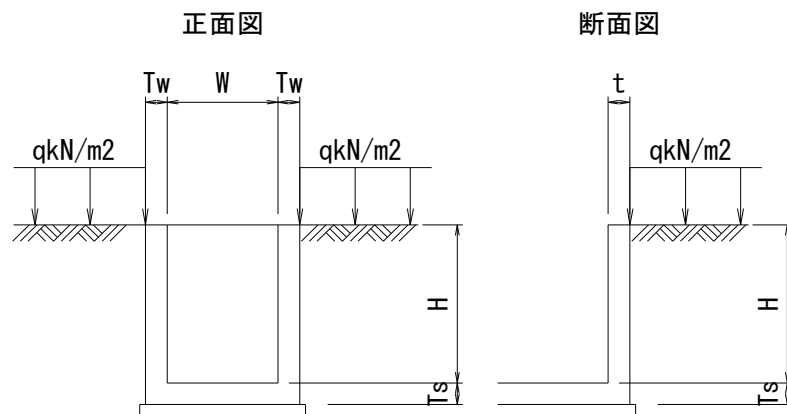
ただし、この版の構造検討は、部材の縦横の寸法が変わると”シート「断面計算」”の中で、縦横比が変わりますので、表の読み取りを改めて行う必要がありますからご**注意下さい**。すなわち、版を支持する壁厚底版厚が変わると版の縦横寸法も変わりますからその点も**要注意**です。

10. 印刷方法について

・印刷の際、計算書の順番は、同じフォルダー「08-7計算書」に入っているPDFを参考にしてください。

データ入力表

報告書タイトル	水路妻面(縦長)構造計算		
本体版	内形寸法	幅	$W = 1.700$ m
縦長のU型		深さ	$H = 2.000$ m
		対象部材の厚さ	$t = 0.200$ m
	支持部材の厚さ	側壁	$T_w = 0.300$ m
		底版	$T_s = 0.300$ m
設計条件	単位体積重量	土(大気中)	$\gamma_s = 19.00$ kN/m ³
		水槽仕切り壁等水圧が作用する場合 γ_s は、10kN/m ³	
	静止土圧係数		$K = 0.50$
		水槽仕切り壁等水圧が作用する場合 K は、1.0	
過載荷重			$q = 10.0$ kN/m ²
		水槽仕切り壁等水圧が作用する場合 q は、0.0kN/m ²	



許容応力度	無筋構造	コンクリート基準強度	$\sigma_{ck} = 18.0$ N/mm ²
		コンクリート許容曲げ引張応力度	$\sigma_{ta} = 0.21$ N/mm ²
	鉄筋構造	コンクリート基準強度	$\sigma_{ck} = 24.0$ N/mm ²
		コンクリート許容曲げ圧縮応力度	$\sigma_{ta} = 8.0$ N/mm ²
		鉄筋許容引張応力度	$\sigma_{sa} = 160$ N/mm ²
		許容せん断応力度	$\tau_a = 0.39$ N/mm ²
		許容せん断応力度(隅角部割増係数 α)	$\tau_a = 0.78$ N/mm ²
		コンクリート許容曲げ引張応力度	$\sigma_{ta} = 0.30$ (コンクリートのセル)
断面計算	断面計算の部材有効幅	$B = 100$ cm	
	鉄筋被り 縦壁	$d' = 10$ cm	

水路妻面(縦長)構造計算

水路妻面(縦長)構造計算

目 次

1. 設計条件	-----
2. 形状寸法図	-----
3. 荷重計算	-----
4. 応力計算	-----
5. 応力度判定	-----
6. 断面計算	-----
7. 配筋要領図	-----

水路妻面(縦長)構造計算

1. 設計条件

1) 構造寸法

版の平面形状	縦長のU型	
内形寸法	幅	$W = 1.700 \text{ m}$
	深さ	$H = 2.000 \text{ m}$
	部材厚さ	$H = 0.200 \text{ m}$
支持部材厚	側壁	$T_w = 0.300 \text{ m}$
	底版	$T_s = 0.300 \text{ m}$

2) 単位体積重量

土(大気中)	$\gamma_s = 19.0 \text{ kN/m}^3$
--------	----------------------------------

3) 静止土圧係数

$$K = 0.5$$

4) 活荷重

$$q = 10.0 \text{ kN/m}^2$$

5) 許容応力度

a. 無筋構造

コンクリート基準強度	$\sigma_{ck} = 18.0 \text{ N/mm}^2$
------------	-------------------------------------

コンクリート許容曲げ引張応力度	$\sigma_{ta} = 0.21 \text{ N/mm}^2$
-----------------	-------------------------------------

($\sigma_{ta} = 0.21 \text{ N/mm}^2$ を越える場合は、鉄筋構造とする。)

b. 鉄筋構造

コンクリート基準強度	$\sigma_{ck} = 24.0 \text{ N/mm}^2$
------------	-------------------------------------

コンクリート許容曲げ圧縮応力度	$\sigma_{ta} = 8.0 \text{ N/mm}^2$
-----------------	------------------------------------

鉄筋許容引張応力度	$\sigma_{sa} = 160 \text{ N/mm}^2$
-----------	------------------------------------

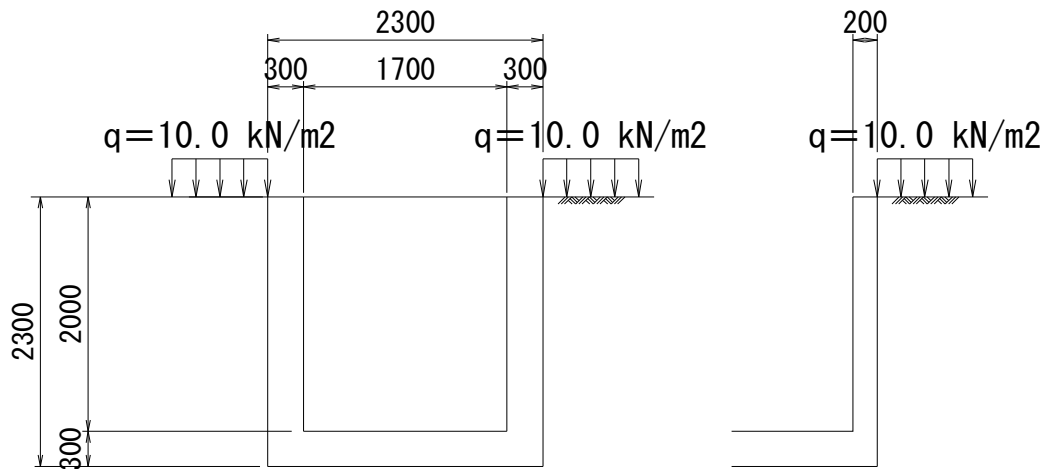
許容せん断応力度	$\tau_a = 0.39 \text{ N/mm}^2$
----------	--------------------------------

6) 配筋要領

鉄筋被り (縦壁外面)	10.0 cm
-------------	---------

2. 形状寸法図

(縦長のU型)



3. 荷重計算

・活荷重

$$w1 = q * K$$

q : 上載荷重

K : 静止土圧係数

$$w1 = 10.0 * 0.5 = 5.000 \text{ kN/m}^2$$

・土圧

$$w2 = \gamma_s * K * h$$

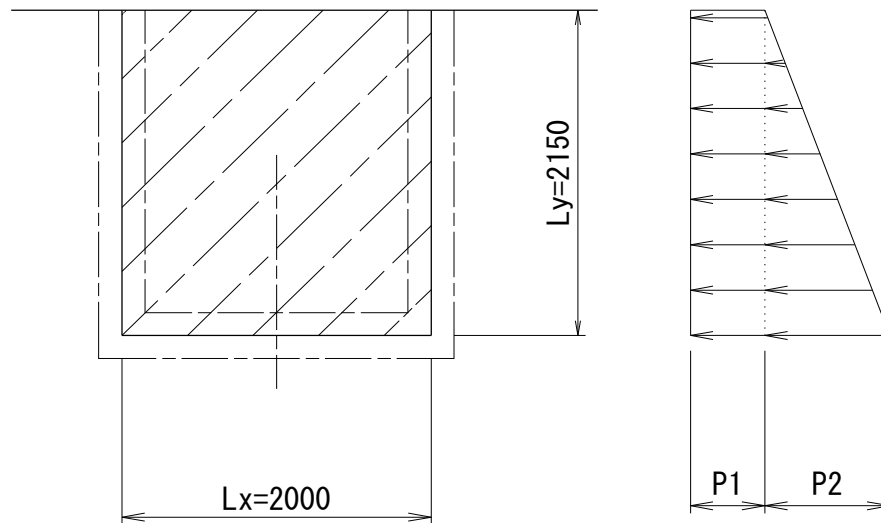
γ_s : 土の単位重量

K : 静止土圧係数

$$w2 = 19.0 * 0.5 * (2.000 + 1/2 * 0.300) = 20.425 \text{ kN/m}^2$$

4. 応力計算

側壁と底版に拘束された、3辺固定1辺自由縦壁と考える。



・辺の長さ算出

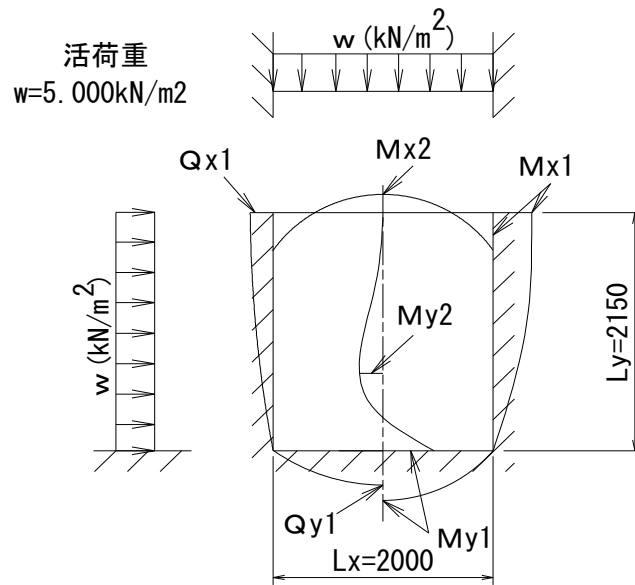
$$\text{短辺長 } L_x = 1.700 + 0.300 = 2.000 \text{ m}$$

$$\text{長辺長 } L_y = 2.000 + 1/2 * 0.300 = 2.150 \text{ m}$$

・縦横比

$$L_y/L_x = 2.150 / 2.000 = 1.075$$

1) 活荷重による応力



・基本応力値

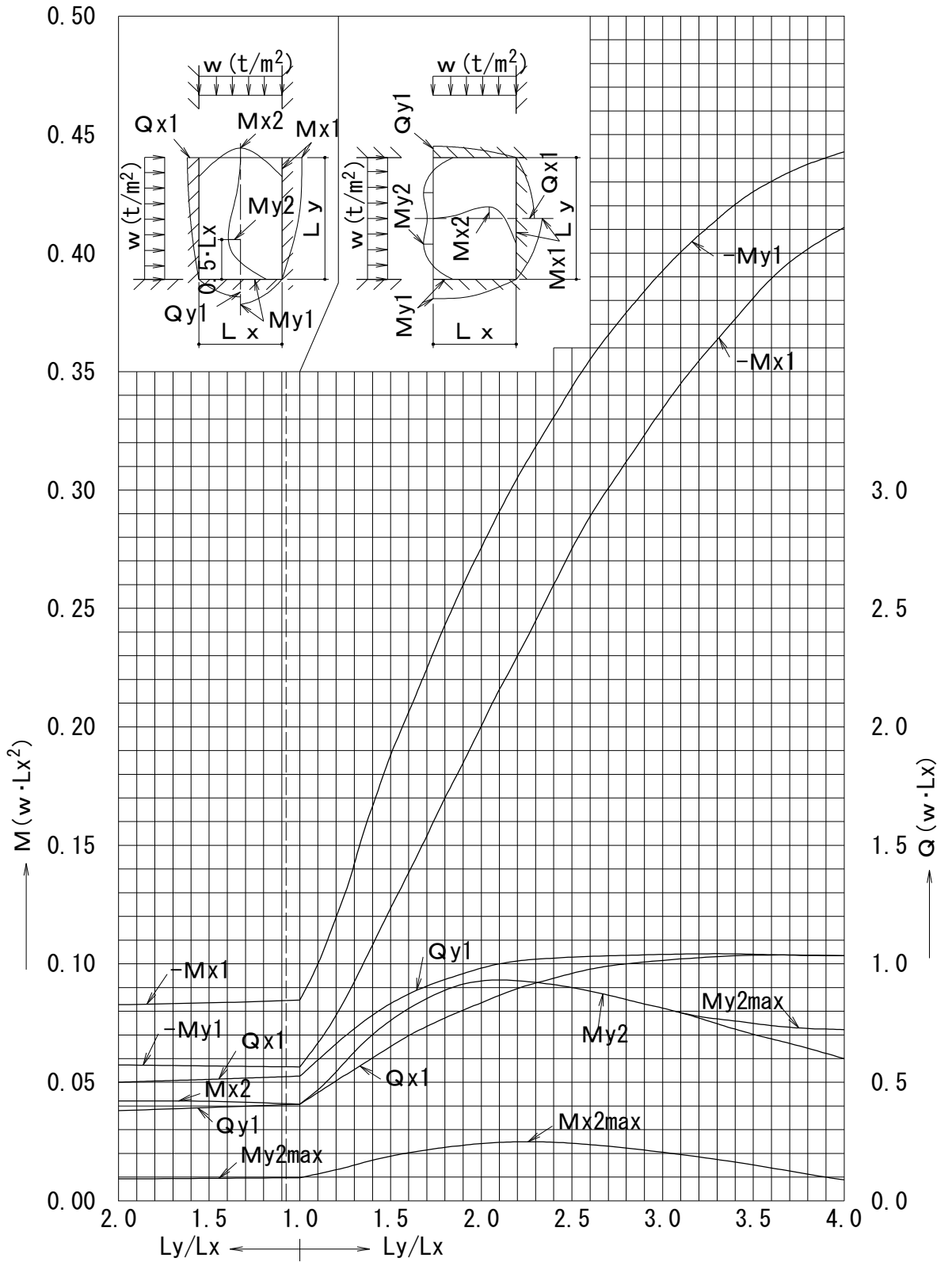
$$\begin{aligned}
 M(\text{基本値}) &= w * Lx^2 \\
 &= 5.000 * 2.000^2 &= 20.000 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 Q(\text{基本値}) &= w * Lx \\
 &= 5.000 * 2.000 &= 10.000 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

・部材各方向のモーメント

$$\begin{aligned}
 Mx1 &= 0.085 * 20.000 &= 1.700 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 Mx2 &= 0.041 * 20.000 &= 0.820 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 My1 &= 0.057 * 20.000 &= 1.140 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 My2 &= 0.010 * 20.000 &= 0.200 \text{ kN}\cdot\text{m}
 \end{aligned}$$

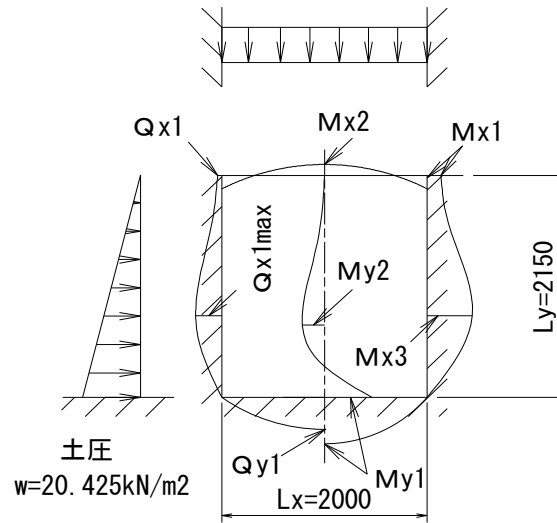
・部材各方向のせん断力

$$\begin{aligned}
 Qx1 &= 0.520 * 10.000 &= 5.200 \text{ kN} \\
 Qy1 &= 0.400 * 10.000 &= 4.000 \text{ kN}
 \end{aligned}$$



等分布荷重時3辺固定1辺自由スラブの応力図

2) 土圧による応力



・基本応力値

$$M(\text{基本値}) = w * L_x^2$$

$$= 20.425 * 2.000^2 = 81.700 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$Q(\text{基本値}) = w * L_x$$

$$= 20.425 * 2.000 = 40.850 \text{ kN}$$

・部材各方向のモーメント

$$M_{x1} = 0.014 * 81.700 = 1.144 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{x2} = 0.008 * 81.700 = 0.654 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{x3} = 0.033 * 81.700 = 2.696 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

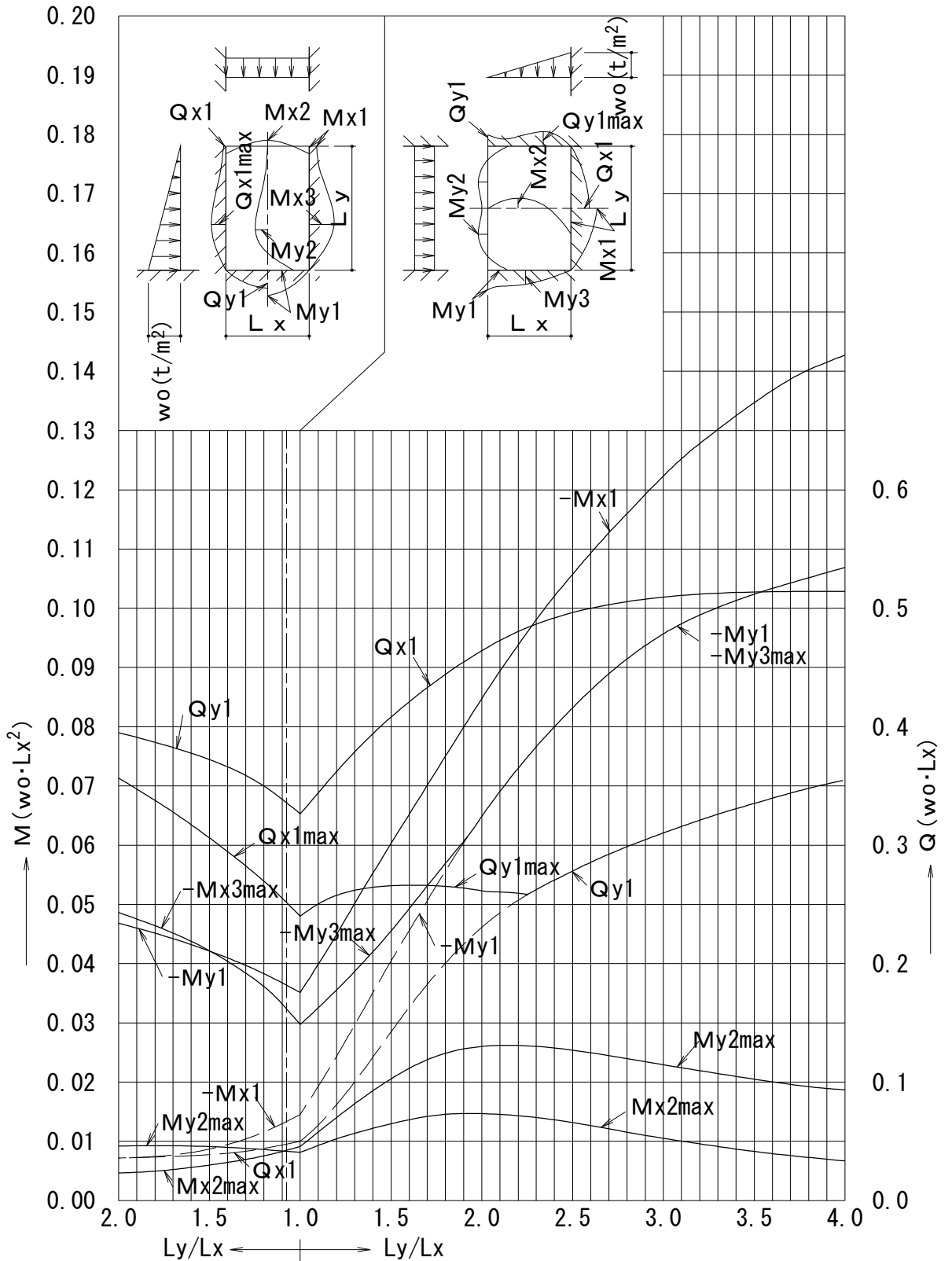
$$M_{y1} = 0.036 * 81.700 = 2.941 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y2} = 0.008 * 81.700 = 0.654 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

・部材各方向のせん断力

$$Q_{x1\text{max}} = 0.255 * 40.850 = 10.417 \text{ kN}$$

$$Q_{y1} = 0.340 * 40.850 = 13.889 \text{ kN}$$



等変分布荷重時3辺固定1辺自由スラブの応力図

3) 応力の集計

・部材各方向のモーメント

$$M_{x1} = 1.700 + 1.144 = 2.844 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{x2} = 0.820 + 0.654 = 1.474 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{x3} = 1.700 + 2.696 = 4.396 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y1} = 1.140 + 2.941 = 4.081 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y2} = 0.200 + 0.654 = 0.854 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

・部材各方向のせん断力

$$Q_{x1} = 5.200 + 10.417 = 15.617 \text{ kN}$$

$$Q_{y1} = 4.000 + 13.889 = 17.889 \text{ kN}$$

5. 応力度判定

部材断面力 Z

$$\begin{aligned} Z &= 1/6 * b * t^2 \\ &= 1/6 * 1000 * 300^2 = 15000000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\sigma_t = M / Z$$

(モーメント値は $M_{x1} \sim M_{y2}$ の内の最大値を採用する。)

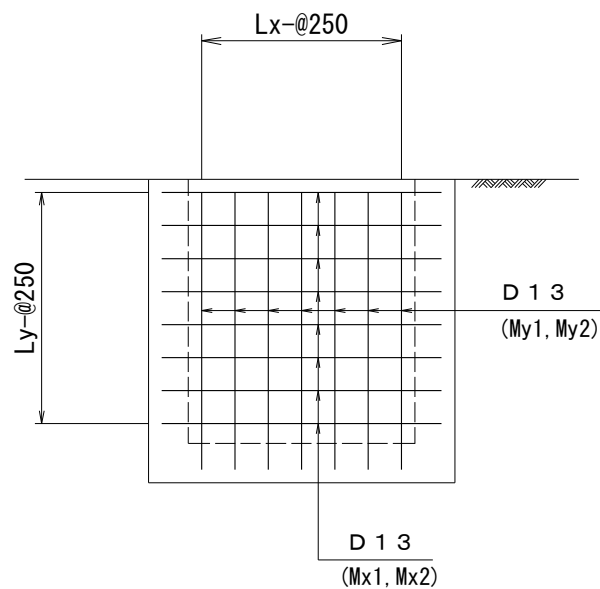
$$\begin{aligned} &= 4.396 * 10^6 / 15000000 = 0.293 \text{ N/mm}^2 \\ &> 0.21 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

従って、有筋構造とし以下に応力度計算を行う。

6. 断面計算

項目	記号	単位	長辺(Ly)に直角方向構造検討				短辺(Lx)に直角方向構造検討				底版	
			支点部付根 Mx3		中間部Mx2		支点部付根 My1		中間部 My2			
			両辺付根荷重面		両辺付根非荷重面		片持ち辺荷重面		片持ち辺非荷重面			
曲げモーメント	M	kN・m	Mx3	4.396	Mx2	1.474	My1	4.081	My2	0.854	4.081	
せん断力	S	kN	Qx1max	15.617			Qy1	17.889				
有効幅	B	cm		100		100		100		100	100	
全高	H	cm		20.0		20.0		20.0		20.0	30.0	
引張鉄筋被り	d'	cm		10.0		10.0		10.0		10.0	10.0	
鉄筋径 * 本数	As	mm・本	D 13	4.00	D 13	4.00	D 13	4.00	D 13	4.00	D 13	4.00
鉄筋断面積		cm ²		5.07		5.07		5.07		5.07		5.07
鉄筋比	P			0.0051		0.0051		0.0051		0.0051		0.0025
実応力度 (圧縮)	σ_c	N/mm ²	OK	3.07	OK	1.03	OK	2.85	OK	0.60	OK	0.92
(引張)	σ_s	N/mm ²	OK	97.14	OK	32.57	OK	90.18	OK	18.87	OK	43.77
(剪断)	τ	N/mm ²	OK	0.16			OK	0.18				
許容応力度(圧縮)	σ_{ca}	N/mm ²		8.0		8.0		8.0		8.0		8.0
(引張)	σ_{sa}	N/mm ²		160		160		160		160		160
(剪断)	τ_a	N/mm ²		0.39		0.39		0.39		0.39		0.39

7. 配筋要領図



- ・単鉄筋配置。
- ・フック、継手はここでは考慮していません、配筋図作成時に検討のこと。

- ・長辺 L_y に直角方向荷重作用面 M_{x1} に対する主鉄筋は、D 13 @ 250 とする。
- ・長辺 L_y に直角方向荷重作用反対面 M_{x2} に対する主鉄筋は、D 13 @ 250 とする。
- ・短辺 L_x に直角方向荷重作用面 M_{y1} に対する主鉄筋は、D 13 @ 250 とする。
- ・短辺 L_x に直角方向荷重作用反対面 M_{y2} に対する主鉄筋は、D 13 @ 250 とする。
- ・鉄筋被りは、縦壁 100 mmとする。