

4辺固定版(箱型構造物の頂版に作用する等分布荷重)の構造検討

このソフトは出来るだけ汎用性を持たせ、多岐に応用がきくようシンプルな内容としました。荷重が煩雑となるケースは別に作成しましたので、そちらをご購入いただくか、このソフトの荷重部分をアレンジして荷重の追加を行い、その荷重の合計を「4. 応力計算 2) 応力の算出」の計算式にリンクさせるだけで、後半の応力の算出ができます。

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。高額のソフトのように自動算出になっていませんのでくれぐれも勘違いしないで購入して下さい。

4辺固定版(箱型構造物の頂版に作用する等分布荷重)の構造検討の使い道は、私の実績では以下のものがあります。

- ・特殊マンホールの頂版(土重、アスファルト、活荷重)
- ・廃棄物処分場の埋設管接続柵。

(このソフトで使用できないケース)

このソフトでは、等分布荷重の4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) 土被りが10m以上のケースはできません。
土被りが10mを超えると、鉛直土圧係数が掛かります。別途作成してありますのでそちらをご購入下さい。
- 3) 活荷重が載る場合、土被りが4m未満のケースはできません。
活荷重が載る場合、土被りが4m未満のケースで、荷重分布が全面等分布荷重ではなく、部分荷重となる場合、あるいは4m未満のケースで、全面等分布荷重となっても重量を別途算出する必要が有ることから、ここでは省略しています。

1. プログラムの内容

- 1) 箱型構造物頂版の構造計算で側壁と一体型ですので、頂版サイズは壁の部材中心位置からです。
- 2) 版の4辺を側壁等で固定された水平コンクリート版で、自重、土重、等分布活荷重等の荷重が作用する4辺固定版構造計算。
- 3) 断面計算を行う前に、鉄筋が必要か無筋コンクリートで出来るか判定します。

2. 設計の概略的な条件

- 1) この4辺固定水平版は、集中荷重あるいは部分荷重には対応していません。従いまして、車による活荷重が作用する場合は、土被りが4m以上であること、または4m未満でも車輪から下方に対し活荷重分布の幅が45度分布で版の外を越えて等分布荷重になっていることが条件です。後者の場合は活荷重による等分布荷重の算出が別途必要となります。
- 2) 入力データの条件より、自動的に荷重算出後、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。
- 3) 応力計算算出後、コンクリート版の厚さチェックと、鉄筋量の計算を行う。

3. 設計計算書の内容

4辺固定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) 版の応力度計算。**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、計算ではスケルトン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. 版は、必ず縦方向で考えます。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るためです。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. 版の縦横比は自動判定となっています。

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。

3) 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。

4) 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 5. 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。この関係は変わることはありません。

5) 計算結果が確定すれば、形状寸法図、配筋要領図をCADにて別途作図し、シート「計算書作成」に貼付。

注 6. 配筋要領図作成時には、短辺と長辺に発生するモーメントやせん断力の記号にはよく注意をして、鉄筋配置を間違えないように注意して下さい。

6) シート「計算書」と「断面計算」を印刷。

5. データの入力

この4辺固定版(等分布荷重)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. 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

11枚(表紙、目次込み)

シート「断面計算」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を入力をすると、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、当然のことですがその点も**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「08-1計算書」の中に、以下のファイルが入っていますので、参考にして下さい。

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。

データ入力表

報告書タイトル

接続柵頂版構造計算

版寸法

版平面内寸法

長辺長

L = 5.500 m

短辺長

B = 3.500 m

部材厚さ

Tc = 0.500 m

支持部材厚

側壁

Tw = 0.550 m

荷重

土被り厚さ

Hs = 4.400 m

鉛直土圧係数 α は考慮していませんので、土被り10m以上の場合は別ソフト「08-3四辺固定頂底版(埋設構造物;土被り>4m)」を使用して下さい。

水深

WB = 0.500 m

アスファルト厚さ

Ta = 0.070 m

設計条件

単位体積重量

コンクリート

$\gamma_c = 24.5$ kN/m³

土(湿潤状態)

$\gamma_s = 19.0$ kN/m³

(水中)

$\gamma_{sw} = 10.0$ kN/m³

水

$\gamma_w = 10.0$ kN/m³

アスファルト

$\gamma_a = 23.0$ kN/m³

活荷重
機械荷重

(集中荷重、部分荷重には対応できません。車が載る場合は、土被りが(2h+0.2)m以上または4m以上の場合しか利用できません。)

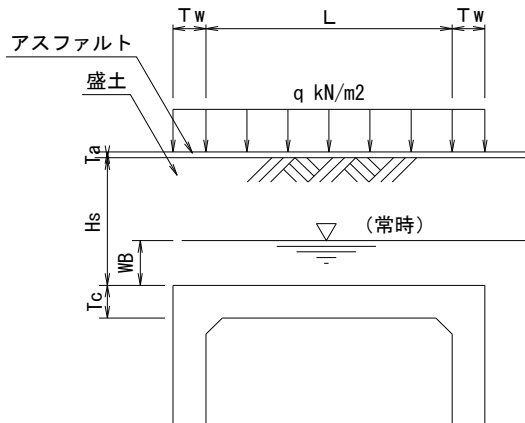
q = 10.0 kN/m²

ポアソン比

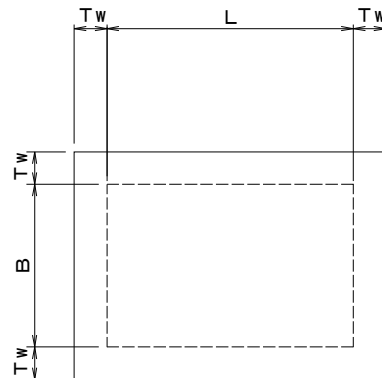
版の中央部に対して考慮する

$\nu_0 = 0.2$

断面図



平面図



許容応力度

無筋構造

コンクリート基準強度

$\sigma_{ck} = 18.0$ N/mm²

コンクリート許容曲げ引張応力度

$\sigma_{ta} = 0.21$ N/mm²

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(隅角部割増係数 $\alpha=2$)

$\tau_a = 0.78$ N/mm²

コンクリート許容曲げ引張応力度

$\sigma_{ta} = 0.30$

コンクリート設計基準考査。計算書にはリン修正して下さい。修正す)

断面計算

断面計算の部材有効幅

B = 100 cm

鉄筋被り

版上面

d' = 10 cm

版下面

d' = 11 cm

接統榘頂版構造計算

接続柵頂版構造計算

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	-----

接続柵頂版構造計算

1. 設計条件

1) 構造寸法

柵内軀平面寸法	長辺長	$L = 5.500 \text{ m}$
	短辺長	$B = 3.500 \text{ m}$
頂版部材厚		$T_c = 0.500 \text{ m}$
支持側壁部材厚		$T_w = 0.550 \text{ m}$

2) 単位体積重量

コンクリート	$\gamma_c = 24.5 \text{ kN/m}^3$
土(湿潤状態)	$\gamma_s = 19.0 \text{ kN/m}^3$
土(水中)	$\gamma_{sw} = 10.0 \text{ kN/m}^3$
水	$\gamma_w = 10.0 \text{ kN/m}^3$
アスファルト	$\gamma_a = 23.0 \text{ kN/m}^3$

3) 荷重

a. 活荷重	$q = 10.0 \text{ kN/m}^2$
b. 土被り厚さ	$H_s = 4.400 \text{ m}$
c. 水位(水深)	$WB = 0.500 \text{ m}$
d. アスファルト厚さ	$T_a = 0.070 \text{ m}$

4) 許容応力度

a. 無筋構造版

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。)

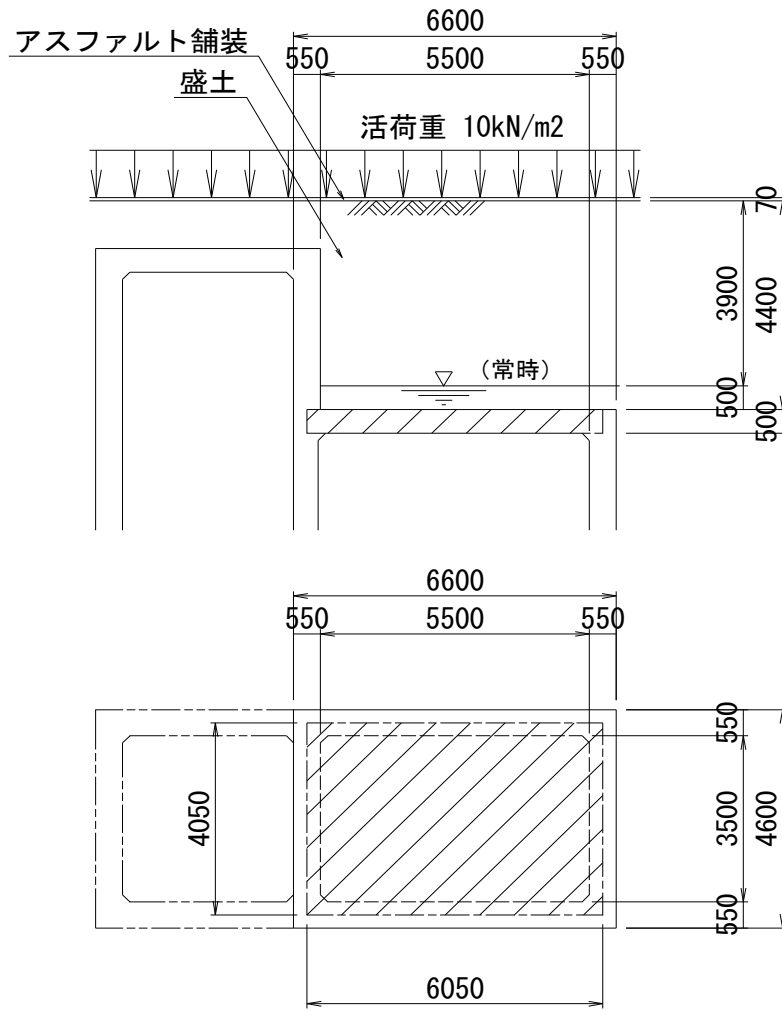
b. 鉄筋構造版

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	$\sigma_{ca} = 8.0 \text{ N/mm}^2$
鉄筋許容引張応力度	$\sigma_{sa} = 160 \text{ N/mm}^2$
許容せん断応力度	$\tau_a = 0.39 \text{ N/mm}^2$

5) 配筋要領

鉄筋被り	10.0 cm
------	---------

2. 形状寸法図



3. 荷重計算

(1) 荷重の組合せ

荷重組合せ	部材自重
	活荷重
	土重
	水重

(2) 荷重計算

・自重

$$w_1 = \gamma_c * T_w$$

γ_c : コンクリート単位体積重量

T_w : 版の厚さ

$$w_1 = 24.5 * 0.500$$

$$= 12.250 \text{ kN/m}^2$$

・活荷重

土被り4m以上の場合の活荷重は、鉛直方向活荷重として頂版上面に一様に

$$w_2 = 10.0 \text{ kN/m}^2$$

q : 上載荷重

の荷重を考える。(道路土工 カルバート工指針 P.49 (ii)土かぶり4m以上の場合)

・土重

土被り10m以下の場合、鉛直土圧係数は1.0であり、以下の計算にて土重を算出する。

(湿潤土)

$$w_3 = \gamma_s * T_s$$

γ_s : 湿潤土の単位体積重量

T_s : 湿潤土の厚さ

$$w_3 = 19.0 * (4.400 - 0.500) = 74.100 \text{ kN/m}^2$$

(水中土)

$$w_4 = \gamma_{sw} * W_B$$

γ_{sw} : 水中土の単位体積重量

W_B : 水中土の厚さ

$$w_4 = 10.0 * 0.500 = 5.000 \text{ kN/m}^2$$

・水重

$$w_5 = \gamma_w * W_B$$

γ_w : 水の単位体積重量

W_B : 水深

$$w_5 = 10.0 * 0.500 = 5.000 \text{ kN/m}^2$$

・アスファルト

$$w_6 = \gamma_a * T_a$$

γ_a : アスファルトの単位体積重量

T_a : アスファルトの厚さ

$$w_6 = 23.0 * 0.070 = 1.610 \text{ kN/m}^2$$

・荷重合計

$$W = \sum (w_1 \sim w_6)$$

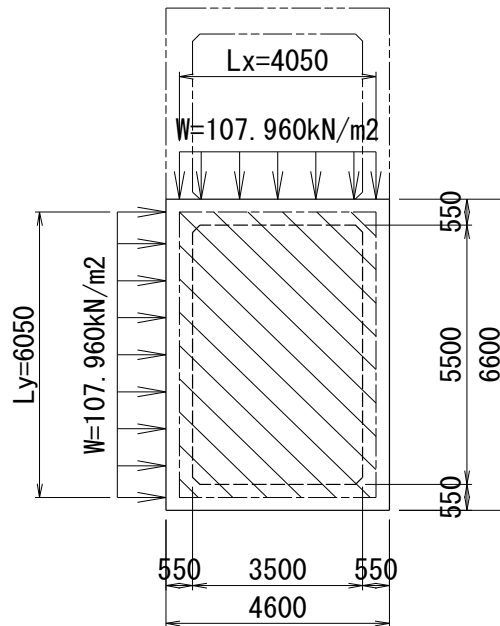
$$= 12.250 + 10.000 + 74.100 + 5.000 + 5.000 + 1.610$$

$$= 107.960 \text{ kN/m}^2$$

4. 応力計算

1) 計算条件

側壁に拘束された、等分布荷重4辺固定スラブと考え、応力図を使用して行う。



・辺の長さ算出

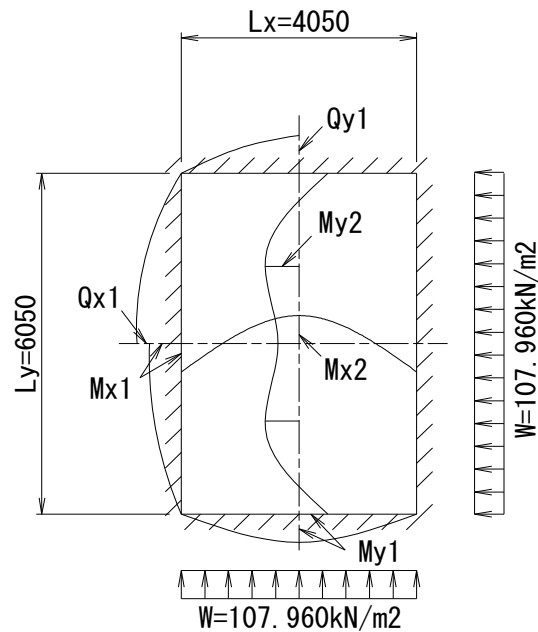
$$\text{長辺長 } L_y = 5.500 + 0.550 = 6.050 \text{ m}$$

$$\text{短辺長 } L_x = 3.500 + 0.550 = 4.050 \text{ m}$$

・縦横比

$$L_y/L_x = 6.050 / 4.050 = 1.494$$

2) 応力の算出



・基本応力値

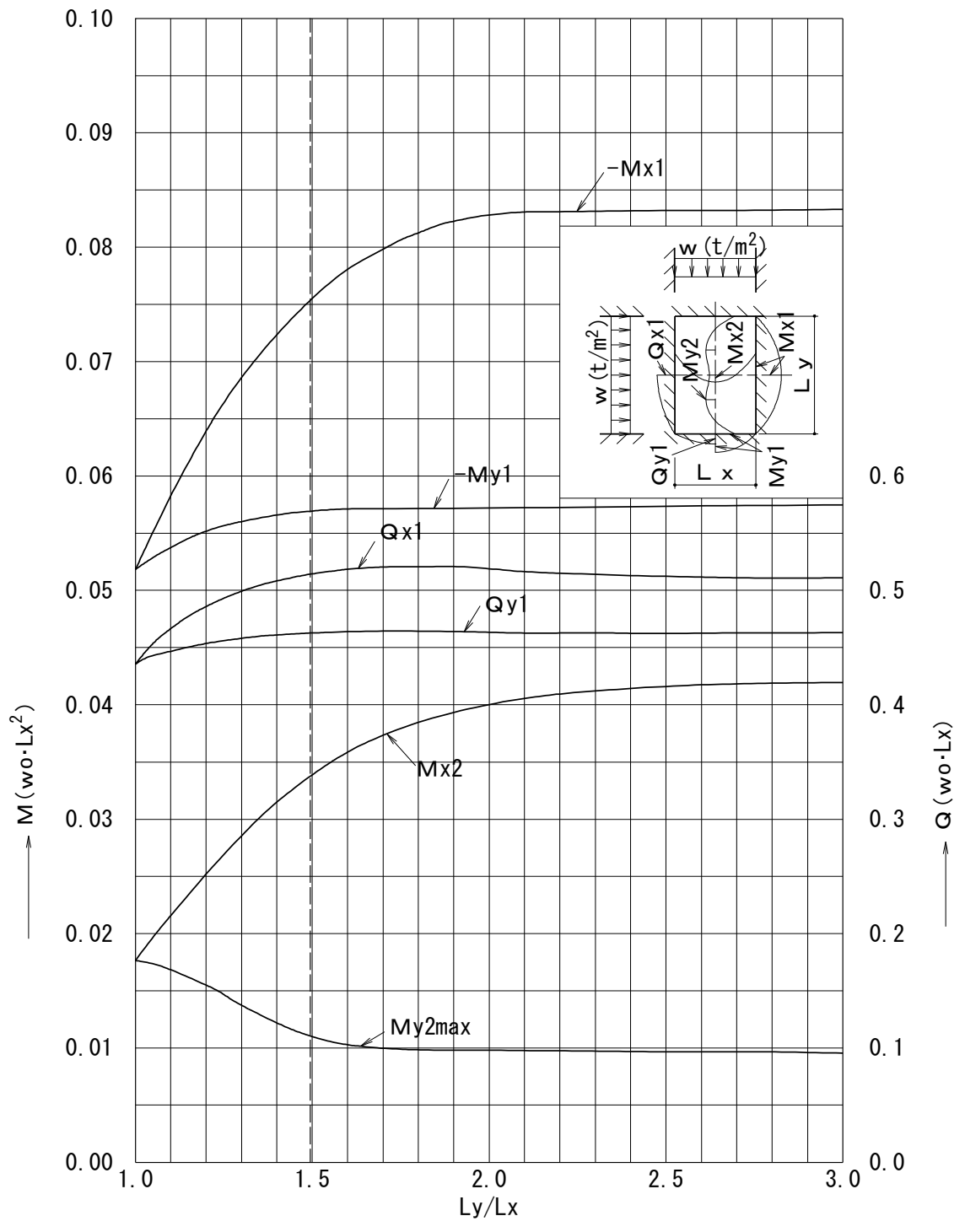
$$\begin{aligned}
 M(\text{基本値}) &= W * L_x^2 \\
 &= 107.960 * 4.050^2 &= 1770.814 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 Q(\text{基本値}) &= W * L_x \\
 &= 107.960 * 4.050 &= 437.238 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

・部材各方向の曲げモーメント

$$\begin{aligned}
 M_{x1} &= 0.076 * 1770.814 &= 134.582 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 M_{x2} &= 0.034 * 1770.814 &= 60.208 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 M_{y1} &= 0.057 * 1770.814 &= 100.936 \text{ kN}\cdot\text{m} \\
 M_{y2} &= 0.011 * 1770.814 &= 19.479 \text{ kN}\cdot\text{m}
 \end{aligned}$$

・部材各方向のせん断力

$$\begin{aligned}
 Q_{x1} &= 0.515 * 437.238 &= 225.178 \text{ kN} \\
 Q_{y1} &= 0.462 * 437.238 &= 202.004 \text{ kN}
 \end{aligned}$$



等分布荷重時4辺固定スラブの応力図

3) ポアソン比による曲げモーメント応力の補正

前項 2) で算定した曲げモーメントは、ポアソン比 $\nu = 0$ に対する算定値であるので、ポアソン比に対する曲げモーメントの補正を行う。補正は、スラブ中央部で直行する曲げモーメント x 方向と y 方向に対し行う。

$$M_{x2} = \{ (1 - \nu * \nu_0) * M_{x1} + (\nu_0 - \nu) * M_{y1} \} / (1 - \nu^2)$$

$$M_{y2} = \{ (1 - \nu * \nu_0) * M_{y1} + (\nu_0 - \nu) * M_{x1} \} / (1 - \nu^2)$$

ν : 修正前のポアソン比 = 0.0

ν_0 : 修正後のポアソン比 = 0.2

$$M_{x2} = \{ (1 - 0.0 * 0.2) * 60.208 + (0.2 - 0.0) * 19.479 \} / (1 - 0.0^2) = 64.104 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y2} = \{ (1 - 0.0 * 0.2) * 19.479 + (0.2 - 0.0) * 60.208 \} / (1 - 0.0^2) = 31.521 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

4) 曲げモーメントの集計

$$M_{x1} = 134.582 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{x2} = 64.104 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y1} = 100.936 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{y2} = 31.521 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

5. 応力度判定

部材断面力 Z

$$Z = 1 / 6 * b * t^2 \\ = 1 / 6 * 1000 * 500^2 = 41666667 \text{ mm}^2$$

$$\sigma_t = M / Z$$

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

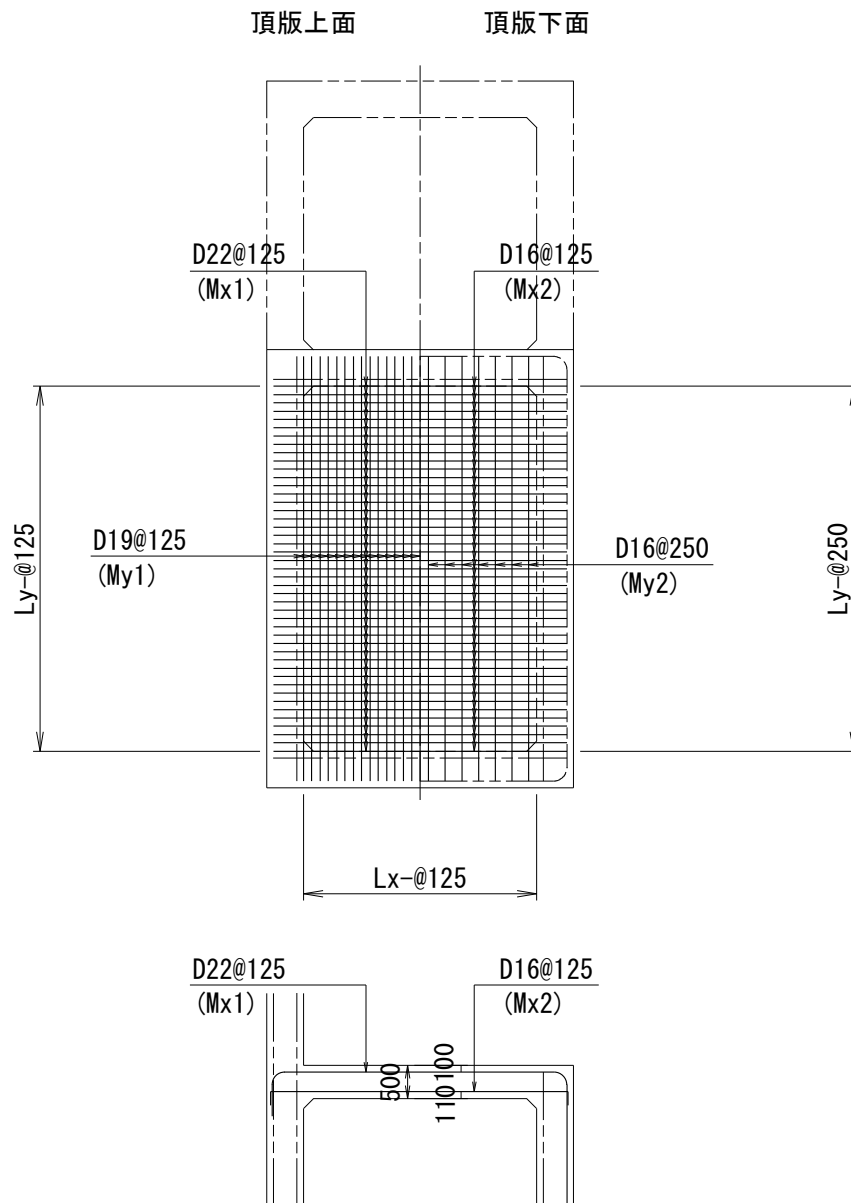
$$= 134.582 * 10^6 / 41666667 = 3.2300 \text{ N/mm}^2 \\ > 0.21 \text{ N/mm}^2$$

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	短辺 Lx 平行方向				長辺 Ly 平行方向			
			支点部付根Mx1		中間部Mx2		支点部付根 My1		支間部 My2	
			版上面		版下面		版上面		版下面	
曲げモーメント	M	kN・m	134.582		64.104		100.936		31.521	
せん断力	S	kN	225.178				202.004			
有効幅	B	cm	100		100		100		100	
全高	H	cm	50.0		50.0		50.0		50.0	
引張鉄筋被り	d'	cm	10.0		11.0		10.0		11.0	
鉄筋径 * 本数	As	mm・本	D 22	8.00	D 16	8.00	D 19	8.00	D 16	4.00
鉄筋断面積		cm ²	30.97		15.89		22.92		7.94	
鉄筋比	P		0.0077		0.0041		0.0057		0.0020	
実応力度 (圧縮)	σ_c	N/mm ²	OK	5.07	OK	3.18	OK	4.21	OK	2.05
(引張)	σ_s	N/mm ²	OK	124.38	OK	114.69	OK	124.05	OK	109.73
(剪断)	τ	N/mm ²	OK	0.56			OK	0.51		
許容応力度(圧縮)	σ_{ca}	N/mm ²	8.0		8.0		8.0		8.0	
(引張)	σ_{sa}	N/mm ²	160		160		160		160	
(剪断)	τ_a	N/mm ²	0.78		0.39		0.78		0.39	

7. 配筋要領図



・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。

- ・短辺Lxに平行方向Mx1の下面主鉄筋は、 D 22 @ 125 とする。
- ・短辺Lxに平行方向Mx2の上面主鉄筋は、 D 16 @ 125 とする。
- ・長辺Lyに平行方向My1の下面主鉄筋は、 D 19 @ 125 とする。
- ・長辺Lyに平行方向My2の上面主鉄筋は、 D 16 @ 250 とする。
- ・版上面の鉄筋被りは、 100 mmとする。
- ・版下面の鉄筋被りは、 110 mmとする。