提出番号　Ｎｏ．NDNK1212

提出先　　御中

ＮＥＷ　デカノック

1200×1200×1200

－強度計算書－

国土交通省大臣官房官庁営繕部監修

平成２８年度版『電気設備工事監理指針』より

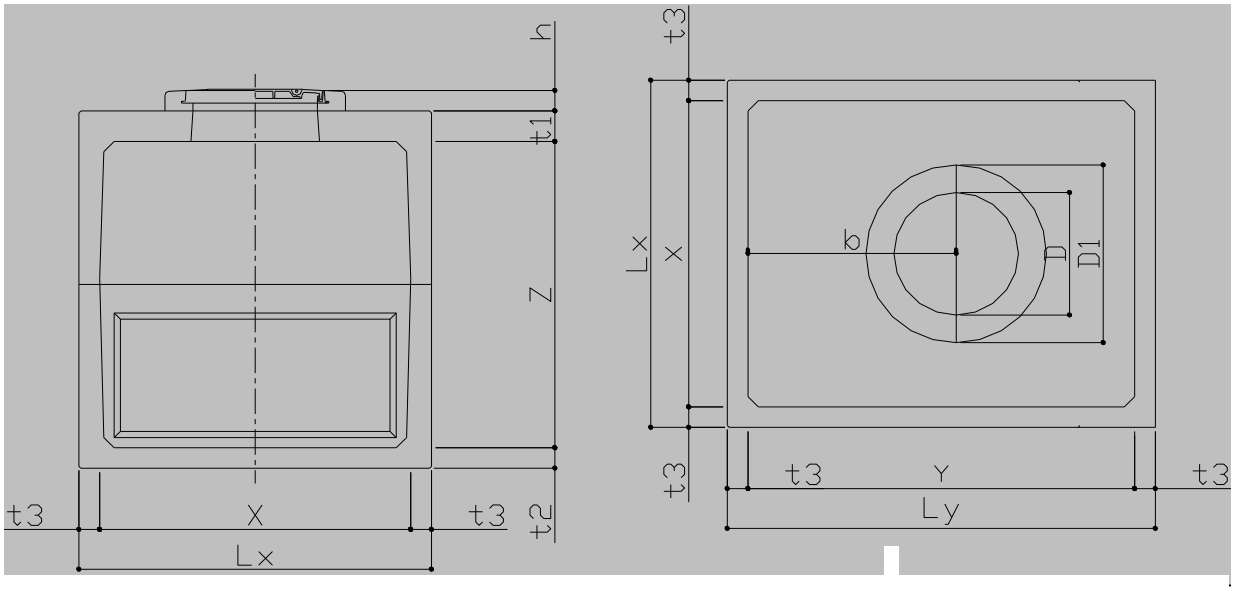
受領印欄

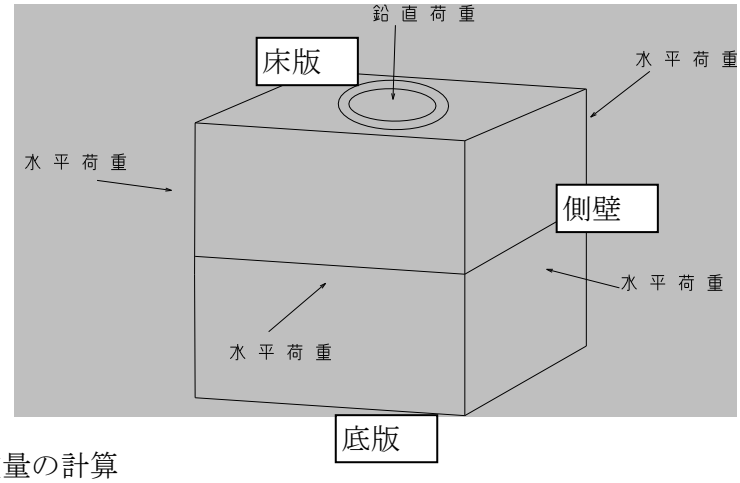
提出　令和　　年　　月　　日

カナフレックスコーポレーション株式会社

１．設計条件

奥行き(短辺方向)		X=	1200 mm	
横幅		Y=	1200 mm	
側壁高		Z=	1200 mm	
部材厚	床版	t1=	120 mm	
	底版	t2=	90 mm	
	側壁	t3=	80 mm	
嵩上げ高		h=	100 mm	
蓋(開口部)の直径		D=	600 mm	
蓋(ｺﾝｸﾘｰﾄﾘﾝｸﾞ)の外径		D1=	860 mm	
蓋の重量		W4=	1.275 kN	
一輪荷重		P=	50 kN	
衝撃係数		i =	0.4	
埋戻土の単位体積重量		γs=	19 kN/m3	
鉄筋コンクリートの単位体積重量		γc=	15 kN/m3	
土圧係数		Ka=	0.5	
コンクリートの設計基準強度		Fc=	24 N/mm2	
コンクリートの許容圧縮応力度		σca=	8 N/mm2	(1/3Fc)
鉄筋の許容引張応力度		σsa=	180 N/mm2	
コンクリートの許容せん断応力度		τa=	1 N/mm2	
鉄筋とコンクリートの弾性係数比		n=	15	鋼材弾性係数(Es=2.1×10^5N/mm²) ｺﾝｸﾘｰﾄ弾性係数(Ec=1.4×10^4N/mm²)





１-２　本体重量の計算

床版：W1

Lx×Ly×t1×γc＝	3.329
－（πD²/4×t1×γc）＝	0.509
	2.820　kN

埋戻し土：Wo

Lx×Ly×h×γs＝	3.514
－（πD1²/4×h×γs）＝	1.103
	2.411　kN

底版：W2

Lx×Ly×t2×γc＝	2.497　kN

側壁：W3

(Lx*Ly-X*Y）×Z×γc＝	7.373　kN

蓋重量：W4　　1.275 kN

1) 後輪１輪荷重Twは、「道路橋示方書・同解説」2.2荷重2.2.2活荷重に「道路構造令第35条の規定を受け、設計自動車荷重をT-25とし、これに大型の自動車の交通状況を勘案して活荷重を定めたものである。」とあり、また、「道路構造令の解説と運用」の表1-8車両の諸元に関する基準（「車両制限令」(昭和36年7月17日政令第265号最終改正　平成16年12月8日政令第387号)）より「重量　輪荷重は5t以下」より、50kNとします。

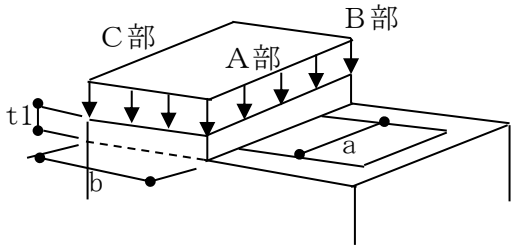
2) 土圧係数Kaは、「道路示方書・同解説」2.2荷重2.2.6土圧に「静止土圧係数は土質や締固めの方法によって異なり0.4～0.7程度であると言われているが、通常の砂質土や粘性土(LL<50)に対しては、0.5程度と考えておくのが望ましい。」より0.5としました。

２．床版の計算

床版の検討は、床版の開口部の中心を自由端とした等分布荷重を受ける３辺固定、１辺自由版として曲げ強度の検討を行う。モーメントの算出は「土木学会構造力学公式集10.6(n)の等分布荷重を受ける３辺固定、１辺自由版のたわみ及びモーメントを使用します。（表2-1）

b=　0.828

a=　1.2



$$係数=\frac{b}{a}=0.69$$

0.7を採用

A部（中央部）β_1=　0.0371　(x=0, y=b)（ｘ方向曲げﾓｰﾒﾝﾄ係数）

B部（端部）β_3=　0.0782　(x=a/2, y=（ｘ方向曲げﾓｰﾒﾝﾄ係数）

C部（端部）β_5=　0.0545　(x=0, y=b)（ｙ方向曲げﾓｰﾒﾝﾄ係数）

表２－１　等分布荷重を受ける３辺固定、１辺自由板の曲げﾓｰﾒﾝﾄの係数

b/a	A部（中央部）(x=0, y=b)	B部（端部）(x=a/2, y=b)	C部（端部）(x=0, y=0)
	係数β_1	係数β_3	係数β_5
0.60	0.0336	-0.0745	-0.0554
0.70	0.0371	-0.0782	-0.0545
0.80	0.0401	-0.0812	-0.0535
0.90	0.0425	-0.0836	-0.0523
1.00	0.0444	-0.0853	-0.0510
1.25	0.0467	-0.0867	-0.0470
1.50	0.0454	-0.0842	-0.0418

２-１　荷重の計算

床版にかかる荷重は、鉛直荷重が床版上に等分布荷重としてかかるとして計算する。

鉛直荷重 Vf＝Tw×（１＋i）

Vf＝　50　×（１＋　0.4）＝　70　kN

床版にかかる鉛直荷重による等分布荷重

$$Wu_1 = \frac{Vf}{X * Y}$$

$$= \frac{70}{1.200 \times 1.200} = 48.611 \ kN/m^2$$

床版にかかる等分布荷重

$$Wu_2 = \frac{Wo+W1+W4}{Lx \times Ly}$$

$$= \frac{6.506}{1.360 \times 1.360} = 3.518 \ kN/m^2$$

ここで　埋戻し土：Wo
　　床版：W1
　　蓋重量：W4

床版にかかる等分布荷重の合計

$Wu = Wu_1 + Wu_2 =$　52.129 kN/㎡

2－2　曲げモーメントの計算

A部（中央部）曲げモーメント

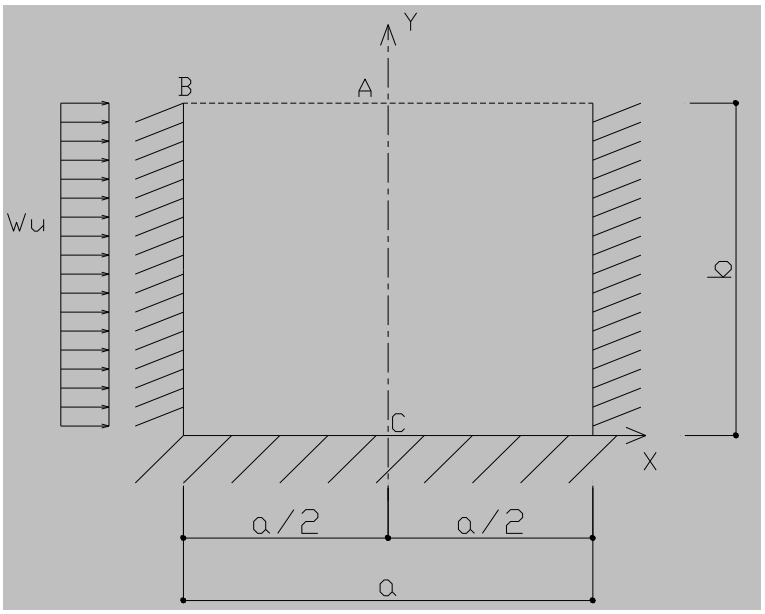
$Mu_1 = \beta_1 \times Wu \times a^2 = 2.785$ kN・m

B部（端部）曲げモーメント

$Mu_2 = \beta_3 \times Wu \times a^2 = 5.87$ kN・m

C部（端部）曲げモーメント

$Mu_3 = \beta_5 \times Wu \times a^2 = 4.091$ kN・m



2－3　せん断力の計算

B部（端部）せん断力

$$Su_1 = \frac{Wu \times a}{2} = 31.2774 \quad \text{kN/m}$$

C部（端部）せん断力

$$Su_2 = \frac{Wu \times b}{2} = 21.581 \quad \text{kN/m}$$

２-４　応力度の計算

Mu＝　　Ｍ×ｂ

ここで、bはb_1、b_2に示し、Mは上記計算値Mu_1、Mu_2の各種となる。

よってMuはA部、B部の各種となる。

床版におけるX方向計算幅　b_1=a=　　120 cm

床版におけるY方向計算幅　b_2=b=　　82.8 cm

蓋の部分の押し抜きせん断荷重

Mu＝　　Vf＝　　70 kN

各部における鉄筋比

$$Mu = \frac{As}{b \times d}$$

ここで、bはb_1、b_2に示し、Ａｓは各部における鉄筋量となり、ｄは各部における有効高とする。

中立軸比　　$K = \sqrt{2 \times n \times p + (n \times p)^2} - n \times p$

ここで、コンクリートと鉄筋の弾性係数比　n=15

応力中心距離：　　$j = 1 - k/3$

コンクリート圧縮応力度：

$$\sigma c = \frac{2 \times Mu}{k \times j \times b \times d^2}$$

鉄筋の引張応力度：

$$\sigma s = \frac{Mu}{As \times j \times d}$$

コンクリートせん断応力度：

$$\tau = \frac{Su}{\pi \times D1 \times d}$$

押し抜きせん断応力

表２－３　床版の応力度計算結果

項目	A部	B部	C部
b_1又はb_2　cm	82.8	82.8	120
d　cm	6	6	6
鉄筋径　D	16	16	16
断面積　cm²	1.986	1.986	1.986
本数	4	4	6
As　cm²	7.944	7.944	11.916
$Mu_{1\sim3}$　kN・cm	278.5	587	409.1
Mu　kN・cm	230.6	486	490.9
$Su_{1\sim3}$　kN		31.2774	21.581
Su　kN	70	25.898	25.897
P=As/(b・d)	0.01599	0.01599	0.01655
K	0.493	0.493	0.499
j=1-K/3	0.836	0.836	0.834
σc　N/mm²	3.75	7.91	5.46
判定：σca=8N/mm²	○	○	○
σs　N/mm²	57.87	121.97	82.33
判定：σsa=180N/mm²	○	○	○
τ　N/mm²	0.04	—	—
判定：τa=1N/mm²	○	—	—

※押し抜きせん断応力

３．底版の計算

底版の検討は、等分布荷重を受ける周辺固定として計算を行います。

３－１　荷重の計算

底版にかかる荷重は、自重及び床版上の埋戻し土及び垂直荷重を考える。

本体による自重

$\Sigma W = W_o + W1 + W2 + W3 + W4$

$= 16.376$ kN

ここで 埋戻し土：Wo
床版：W1
底版：W2
側壁：W3
蓋重量：W4

鉛直荷重 $Vf = Tw \times (1 + i)$

$= 70.00$ kN

底版にかかる等分布荷重

$$W_L = \frac{\Sigma W + Vf}{Lx \times Ly}$$

$$= \frac{16.376 + 70.00}{1.360 \times 1.360} = 46.7 \quad kN/m^2$$

３－２　曲げモーメントの計算

矩形底版の短辺長さ　Ｌｘ＝　1.2 m
矩形底版の長辺長さ　Ｌｙ＝　1.2 m

矩形底版の短辺分担荷重

$$Wx = \frac{WL \times Ly^4}{Lx^4 + Ly^4} = 23.35 \quad kN/m^2$$

短辺側端部曲げモーメント

$$Mes = \frac{Wx \times Lx^2}{12} = 2.802 \quad kN/m^2$$

短辺側中央部曲げモーメント

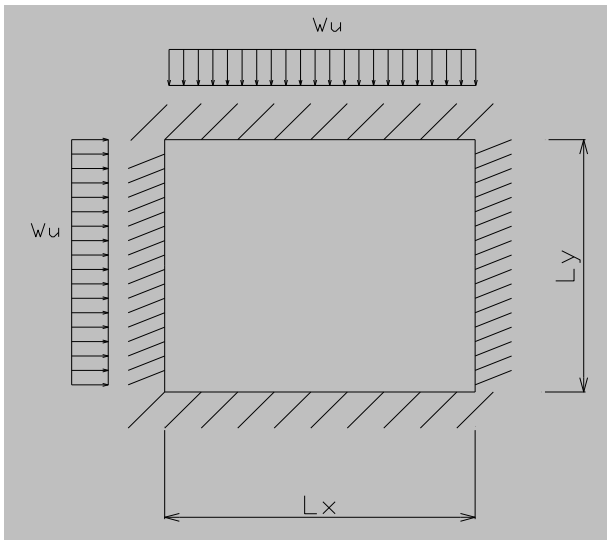
$$Mcs = \frac{Wx \times Lx^2}{18} = 1.868 \quad kN/m^2$$

長辺側端部曲げモーメント

$$Me_1 = \frac{W_L \times Lx^2}{24} = 2.802 \quad kN/m^2$$

長辺側中央部曲げモーメント

$$Mc_1 = \frac{W_L \times Lx^2}{36} = 1.868 \quad kN/m^2$$



３－３　せん断力の計算

短辺側端部せん断力

$$S_{L1} = \frac{W_L \times Ly}{2} = 28.02 \quad kN/m$$

長辺側端部せん断力

$$S_{L2} = \frac{W_L \times Lx}{2} = 28.02 \quad kN/m$$

3-4　応力度の計算

$$Mh = M \times b$$

ここで、bはb_3、b_4に示し、Mは上記計算値Mes、Mcs、Me_1、Mc_1の各種となる。

よってMhは長辺（短辺方向）端部、中央部、短辺（長辺方向）端部、中央部の各種となる。

底版の計算幅長辺（短辺方向）側　b_3=　120　cm

底版の計算幅短辺（長辺方向）側　b_4=　120　cm

各部における鉄筋比

$$P = \frac{As}{b \times d}$$

ここで、bはb3、b4に示し、Ａｓは各部における鉄筋量となり、ｄは各部における有効高とする。

中立軸比　$K = \sqrt{2 \times n \times p + (n \times p)^2} - n \times p$

ここで、コンクリートと鉄筋の弾性係数比　n=15

応力中心距離：　$j = 1 - k/3$

コンクリート圧縮応力度：　$\sigma c = \frac{2 \times Mh}{k \times j \times b \times d^2}$

鉄筋の引張応力度：　$\sigma s = \frac{Mh}{As \times j \times d}$

コンクリートせん断応力度：　$\tau a = \frac{S}{b \times j \times d}$

表３-３　底版の応力度計算結果

項目	長辺（短辺方向）		短辺（長辺方向）	
	端部	中央部	端部	中央部
b_3又はb_4　cm	120	120	120	120
d　cm	5	5	5	5
鉄筋径　D	13	13	13	13
断面積　cm²	1.267	1.267	1.267	1.267
本数	4	4	4	4
As　cm²	5.0680	5.0680	5.068	5.068
Mes～c_1　kN・cm	280.2	186.8	280.2	186.8
Mh　kN・cm	336.2	224.2	336.2	224.2
S_{L1}, S_{L2}　kN	28.02	－	28.02	－
S　kN	33.624	－	33.624	－
P=As/(b・d)	0.008447	0.008447	0.008447	0.008447
K	0.392	0.392	0.392	0.392
j＝1-K/3	0.869	0.869	0.869	0.869333
σc　N/mm²	6.58	4.39	6.58	4.39
判定：σca=8N/mm²	○	○	○	○
σs　N/mm²	152.68	101.81	152.68	101.78
判定：σsa=180N/mm²	○	○	○	○

４．側壁の計算

側壁の検討は、水平荷重を受けるボックスラーメンとして計算を行います。

４－１　荷重の計算

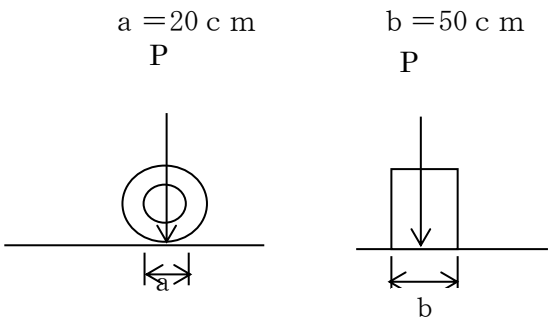
水平荷重Hfは、次の計算になります。

Hf＝H1＋H2　　ここで、H1：土による水平土圧

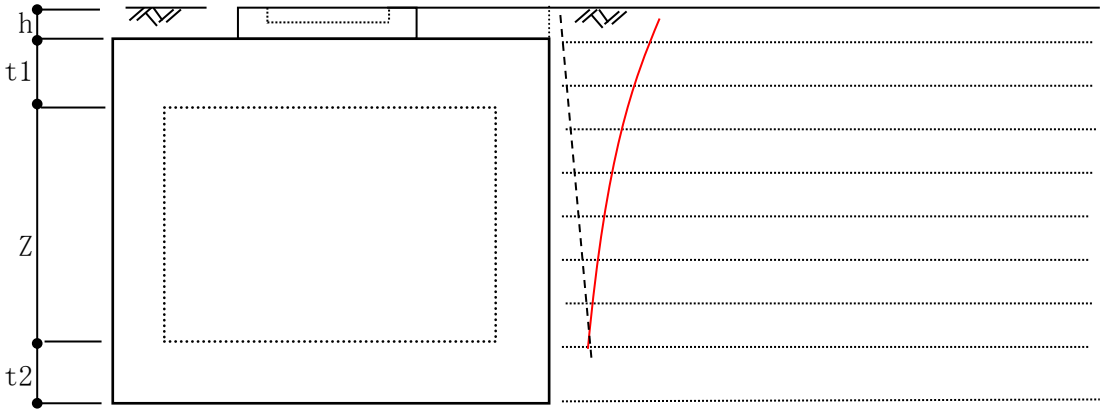
H2：後輪荷重による水平土圧

H1＝ Ka×γs×h’

$$H2=\frac{Ka\times Tw\times(1+i)}{(a+2\times h')\times(b+2\times h')}$$



水平荷重は下図の様に深さh’によって検討します。



輪荷重による水平土圧

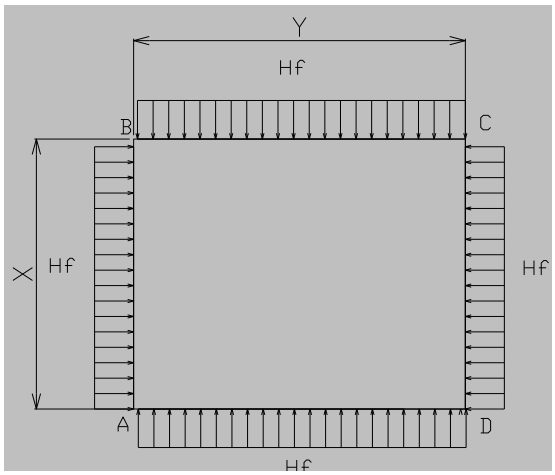
土による水平土圧

表４－１　水平荷重

Z	h’	H1	H2	Hf
1.2	0.82	7.79	8.889	16.679

最大水平荷重　Ｈｆ＝　　16.679 kN/㎡

４-２　水平ボックスラーメンの計算



４-２-１　側壁Ｚの計算

(1)形状寸法

Ｘ＝　　1.28 m
Y＝　　1.28 m
Hf＝　　16.679 kN/㎡

(2)係数及び荷重項の計算

断面２次モーメント　　b_0 ：板の単位幅

BC断面　$I_1 = \dfrac{b_0 \times t3^3}{12}$ ＝ 4266.667 kN/㎡

AD断面　$I_2 = \dfrac{b_0 \times t3^3}{12}$ ＝ 4266.667 kN/㎡

AB断面　$I_3 = \dfrac{b_0 \times t3^3}{12}$ ＝ 4266.667 kN/㎡

$$\alpha = \frac{I_1 \times Y}{I_3 \times X} = 1$$

$$\beta = \frac{I_2 \times Y}{I_3 \times X} = 1$$

N1＝２＋α＝　3

N2＝２＋β＝　3

荷重項の計算

$$C_{AD} = \frac{Hf \times X^2}{12} = 2.277 \quad kN・m$$

$$C_{BC} = \frac{Hf \times X^2}{12} = 2.277 \quad kN・m$$

$$C_{AB}=\frac{Hf\times Y^2}{12}=2.277\quad kN\cdot m$$

$$C_{BA}=\frac{Hf\times Y^2}{12}=2.277\quad kN\cdot m$$

未知数の計算

$$\theta_A=\frac{N1\times(C_{AB}-C_{AD})-(C_{BC}-C_{BA})}{N1\times N2-1}=0.00\quad kN\cdot m$$

$$\theta_B=\frac{N1\times(C_{BC}-C_{BA})-(C_{AB}-C_{AD})}{N1\times N2-1}=0.00\quad kN\cdot m$$

(3)曲げモーメント、せん断力の計算

端部曲げモーメントの計算

部材ABのA点端モーメント

$M_{AB}=2\times\theta_A+\theta_B-C_{AB}=$ -2.28 kN・m

部材ADのA点端モーメント

$M_{AD}=\beta\times\theta_A+C_{AD}=$ 2.28 kN・m

部材BAのB点端モーメント

$M_{BA}=2\times\theta_B+\theta_{A+}C_{BA}=$ 2.28 kN・m

部材ADのA点端モーメント

$M_{BC}=\alpha\times\theta_B-C_{BC}=$ -2.28 kN・m

各部材の曲げモーメント及びせん断力

部材ABの計算

両端部のせん断力Ｓ及び反力Ｒの計算

$$S_A = R_A = \frac{Hf \times Y}{2} = 10.67 \quad kN$$

$$S_B = -R_B = \frac{-Hf \times Y}{2} = -10.67 \quad kN$$

中央部曲げモーメントの計算

$$M_{ABmax} = \frac{Hf \times Y^2}{2} - \left| M_{AB} \right| = 1.14 \quad kN$$

部材BCの計算

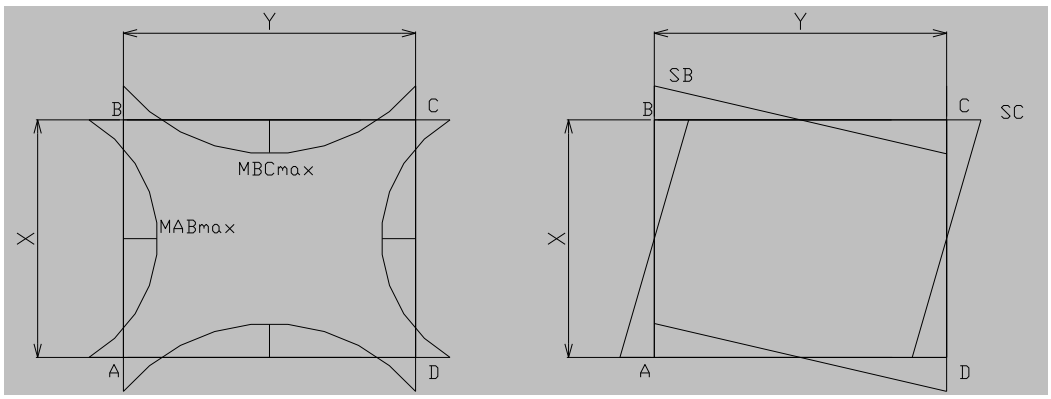
両端部のせん断力Ｓ及び反力Ｒの計算

$$S_B = R_B = \frac{Hf \ x \ X}{2} = 10.67 \quad kN$$

$$Sc = -Rc = \frac{-Hf \ x \ X}{2} = -10.67 \quad kN$$

中央部曲げモーメントの計算

$$M_{Bcmax} = \frac{Hf \ x \ X^2}{8} - \left| M_{BC} \right| = 1.14 \quad kN$$



（4）　応力計算

偏心距離　$e=\dfrac{M}{N}$　　ここで、Mは上記計算値の各種となる

有効幅　$C=\dfrac{t_3}{2}-(t_3-d)$

計算幅当りのモーメント

$Ms=N\times(e+C)$

$M_h=Ms\times b$　　ここで、bは下記bsとなる。

側壁の計算幅（部材高）　bs＝　120 cm

各部における鉄筋比

$$P=\frac{As}{b\times d}$$

ここで、bはb_1、b_2に示し、Ａｓは各部における鉄筋量となり、ｄは各部における有効高とする。

中立軸比　$K=\sqrt{2\times n\times p+(n\times p)^2}-n\times p$

ここで、コンクリートと鉄筋の弾性係数比　n=15

応力中心距離：　$j=1-k/3$

コンクリート圧縮応力度：　$\sigma c=\dfrac{2\times Mu}{k\times j\times b\times d^2}$

鉄筋の引張応力度：　$\sigma s=\dfrac{Mu}{As\times j\times d}$

表４-２　側壁の応力度計算結果（m当り）

項目	長辺（短辺方向）		短辺（長辺方向）	
	端部	中央部	端部	中央部
bs　cm	120	120	120	120
d　cm	4	4	4	4
鉄筋径　D	16	16	16	16
断面積　cm²	1.986	1.986	1.986	1.986
本数	4	4	4	4
As　cm²	7.944	7.944	7.944	7.944
M　kN・cm	228.0	114.0	228.0	114.0
S　kN	10.67	0	10.67	0
N　kN	10.67	10.67	10.67	10.67
e　cm	21.4	10.7	21.4	10.7
C　cm	0	0	0	0
Ms　kN・cm	228.3	114.2	228.3	114.2
Mh　kN・cm	273.6	136.8	273.6	136.8
P=As/(b・d)	0.01655	0.01655	0.01655	0.01655
K	0.499	0.499	0.499	0.499
j＝1-K/3	0.834	0.834	0.834	0.834
σc　N/mm²	6.85	3.42	6.85	3.42
判定：σca=8N/mm²	○	○	○	○
σs　N/mm²	103.24	51.62	103.24	51.62
判定：σsa=180N/mm²	○	○	○	○

5．結論

以上の計算結果より、床版、底版、側壁ともにコンクリートの許容圧縮応力度、許容せん断応力度、鉄筋の許容引張り応力度に対して満足している。（安全である。）

参考文献　※一部抜粋

道路橋示方書・同解説　【（社）日本道路協会】
共同溝設計指針　【（社）日本道路協会】
構造力学公式集　【（社）土木学会】
コンクリート標準示方書　【（社）土木学会】