

ハンドホールの強度計算

呼び名

M4

1. 設計条件

奥行き(短辺方向)

$X = 1300$ mm

横幅

$Y = 2300$ mm

側壁高

Z1	Z2	Z3	Z4	Z5	計 (mm)
750	750				1500

部材厚

床板

$t1 = 200$ mm

底板

$t2 = 200$ mm

側壁

$t3 = 150$ mm

かさ上げ高

$h = 55$ mm

ふた(開口)の直径

$D = 700$ mm

ふた(コンクリートリング)の外径

$L = 860$ mm

ふたの重量

$W_f = 1.275$ kN

一輪荷重

$P = 50$ kN

衝撃係数

$i = 0.10$

埋戻し土の単位体積重量

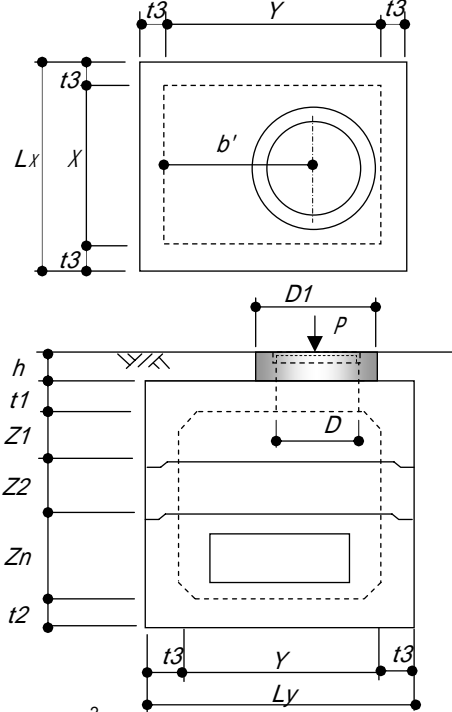
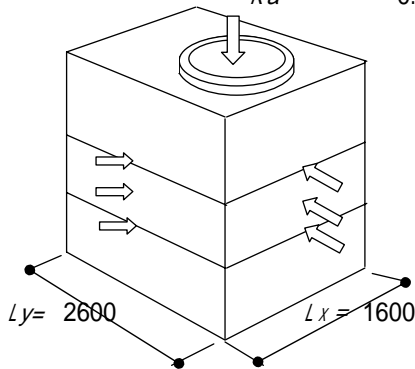
$s = 19.0$ KN/m³

コンクリートの単位体積重量

$c = 25.0$ KN/m³

土圧係数

$Ka = 0.500$



コンクリートの許容圧縮応力度

$ca = 7.0$ N/mm²

鉄筋の許容引張応力度

$sa = 180.0$ N/mm²

コンクリートの許容せん断応力度

$a = 0.7$ N/mm² (端部)

コンクリートと鉄筋の弾性係数比

$n = 15$

床板	Y断面	X断面
有効幅 (cm)	$b' = 115$ cm	$b = 130$ cm
鉄筋の種類	異形棒鋼	異形棒鋼
内側鉄筋被り (cm)	$t = 10$ cm	$t = 10$ cm
鉄筋径 (mm)	$D = 10$ mm	$D = 10$ mm
鉄筋本数	4.5 本	5 本

側壁	断面	Z1	Z2
有効幅(側壁高) (cm)	$b =$	75	75
鉄筋の種類		異形棒鋼	異形棒鋼
外側鉄筋被り (cm)	$t =$	7.5	7.5
鉄筋径 (mm)	$D =$	10	10
鉄筋本数		6	6

側壁縦方向鉄筋径 (mm)	異形棒鋼	10	10
---------------	------	----	----

底板	Y断面	X断面
有効幅 (cm)	$b = 230$ cm	$b = 130$ cm
鉄筋の種類	異形棒鋼	異形棒鋼
内側鉄筋被り (cm)	$t = 10$ cm	$t = 10$ cm
鉄筋径 (mm)	$D = 10$ mm	$D = 10$ mm
鉄筋本数	9 本	5 本

- 1) 後輪1輪荷重 T_w 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5以下」より50kN
- 2) 土圧係数 K_a は、「道路橋示方書・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から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とした。

2. 床板の計算

床板の検討は、床板の開口部の中心を自由端とした等分布荷重をうける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する。(表2-1) なお、この計算は長辺を分割して計算しているため、ふた面(床面)長辺の鉄筋量は表2-2のA、B部の Y/b' 倍となる。

$$\frac{b}{a} = \frac{1.150}{1.300} = 0.885$$

A部(中央部)

$$X = 0 \quad Y = b$$

$$1 = 0.0440$$

B部(端部)

$$X = a/2 \quad Y = b$$

$$3 = 0.0833$$

C部(端部)

$$X = 0 \quad Y = 0$$

$$5 = 0.0525$$

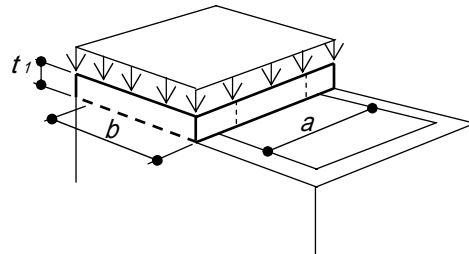
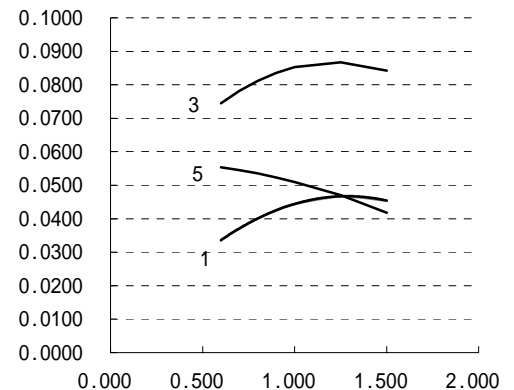


表2-1 分布荷重を受ける3辺固定、1辺自由版のモーメント係数

$\frac{b}{a}$	A部(中央部) 1		B部(中央部) 3		B部(中央部) 5	
	$X = 0$	$Y = b$	$X = a/2$	$Y = b$	$X = 0$	$Y = 0$
0.600		0.0336		0.0745		0.0554
0.700		0.0371		0.0782		0.0545
0.800		0.0401		0.0812		0.0535
0.900		0.0425		0.0836		0.0523
1.000		0.0444		0.0853		0.0510
1.250		0.0467		0.0867		0.0470
1.500		0.0454		0.0842		0.0418



2-1. 荷重の計算

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

$$\text{鉛直荷重 } V_f = T_w \times (1 + i) = 50 \times (1 + 0.1) = 55 \text{ kN}$$

床板にかかる鉛直荷重による等分布荷重

$$W_{uf} = \frac{V_f}{X \times Y} = \frac{55}{1.300 \times 2.300} = 18.395 \text{ kN/m}^2$$

床板にかかる等分布荷重(詳細3-1参照)

$$W_{u2} = \frac{W_0 + W_1 + W_4}{L_x \times L_y} = \frac{3.74 + 18.876 + 1.275}{1.6 \times 2.600} = 5.743 \text{ kN/m}^2$$

ここで、
 W₀:埋戻し土
 W₁:床板の自重
 W₄:ふたの重量

床板にかかる等分布荷重の合計

$$W_u = W_{u1} + W_{u2} = 18.395 + 5.743 = 24.138 \text{ kN/m}^2$$

2-2. 曲げモーメントの計算

A部(中央部)曲げモーメント

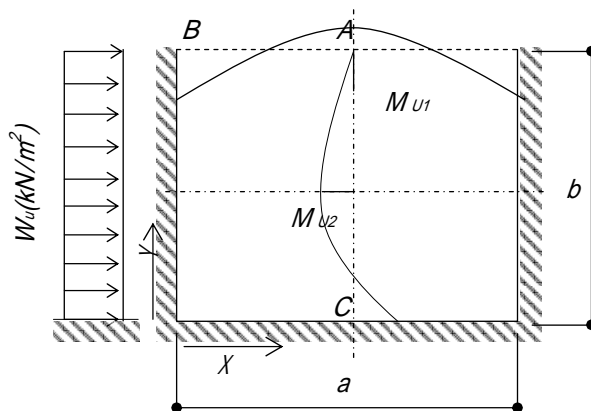
$$M_{u1} = 1 \times W_u \times a^2 = 0.044 \times 24.138 \times 1.32 = 1.795 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

B部(端部)曲げモーメント

$$M_{u2} = 3 \times W_u \times a^2 = 0.0833 \times 24.138 \times 1.32 = 3.398 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

C部(端部)曲げモーメント

$$M_{u2} = 5 \times W_u \times a^2 = 0.0525 \times 24.138 \times 1.32 = 2.142 \text{ kN}\cdot\text{m}$$



2-3. 応力度の計算

$$M_u = M \times b$$

ここで、bはb₁、b₂に示し、Mは上記計算値Mu₁、Mu₂の各種となる。
よってMuはA部、B部の各種となる。

$$\text{床板におけるX方向計算幅 } b_1 = a = 130 \text{ cm}$$

$$\text{床板におけるY方向計算幅 } b_2 = b = 115 \text{ cm}$$

ふたの部分の押し抜きせん断荷重

$$M_u = V_f = 55 \text{ kN}$$

$$\text{各部における鉄筋比 } \rho = \frac{A_s}{b \times d}$$

ここで、bはb₁、b₂に示しA_s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。

$$\text{中立軸比 } k = \sqrt{2 \times n \times \rho + (n \times \rho)^2} - n \times \rho$$

ここで、コンクリートと鉄筋の弾性係数比 $n = 15$

$$\text{応力中心距離 } j = 1 - \frac{k}{3}$$

$$\text{コンクリートの圧縮応力度 } c = \frac{2 \times M_u}{k \times j \times b \times d^2}$$

$$\text{鉄筋の引張応力度 } s = \frac{M_u}{A_s \times j \times d}$$

$$\text{コンクリートのせん断応力度 } c = \frac{S}{x D_1 \times d}$$

床板の応力度計算結果を表2-3に示す。

表2-3 床板の応力度計算結果

項 目	A部	B部	C部
b ₁ 又はb ₂ cm	115	115	130
d cm	10	10	10
鉄筋径 D	10	10	10
断面積 cm ²	0.7133	0.7133	0.7133
本数	4.5	4.5	5
A _s cm ²	3.20985	3.20985	3.5665
Mu ₁₋₃ kN・cm	179.5	339.8	214.2
Mu kN・cm	206.4	390.8	278.5
Su kN	55		
P = A _s /(b・d)	0.002791	0.002791	0.002743
K	0.251	0.251	0.249
j = 1 - K/3	0.916	0.916	0.917
c N/mm ²	1.56	2.96	1.88
s N/mm ²	70.20	132.92	85.16
N/mm ²	0.02	0.00	0.00
判 定	OK	OK	OK

3. 底板の計算

底板の検討は、等分布荷重を受ける周辺固定として計算を行う。

3-1. 荷重の計算

底板にかかる荷重は、自重及び床板上の埋戻し土及び垂直荷重を考える。

本体重量による荷重

床板 W_1	$Lx \times Ly \times t_1 \times c =$	$1.60 \times 2.60 \times 0.200 \times 25.0 =$	20.800
	$\frac{D^2}{4} \times t_1 \times c =$	$\times 0.700^2 / 4 \times 0.200 \times 25.0 =$	1.924
			18.876 kN
埋戻し土 W_0	$Lx \times Ly \times h \times s =$	$1.60 \times 2.60 \times 0.055 \times 19.0 =$	4.347
	$\frac{D_1^2}{4} \times h \times s =$	$\times 0.860^2 / 4 \times 0.055 \times 19.0 =$	0.607
			3.740 kN
底板 W_2	$Lx \times Ly \times t_3 \times c =$	$1.60 \times 2.60 \times 0.200 \times 25.0 =$	20.800 kN
側壁 W_3	$(Lx \times Ly - X \times Y) \times Z \times c =$	$(1.60 \times 2.60 - 1.30 \times 2.30) \times 1.500 \times 25.0 =$	43.875 kN
ふたの重量 W_4			1.275 kN
		$W =$	88.566 kN

鉛直荷重

$$V_f = T_w \times (1 + i) = 50 \times (1 + 0.1) = 55 \text{ kN}$$

底板にかかる等分布荷重

$$W_L = \frac{W + V_f}{Lx \times Ly} = \frac{88.566 + 55}{1.600 \times 2.600} = 34.511 \text{ kN/m}^2$$

3-2. 曲げモーメントの計算

矩形底板の短辺分担荷重

$$W_x = \frac{W_L \times Y^4}{X^4 + Y^4} = \frac{34.511 \times 2.300^4}{1.300^4 + 2.300^4} = 31.315 \text{ kN/m}^2$$

短辺側端部曲げモーメント

$$M_{es} = \frac{W_x \times Lx^2}{12} = \frac{31.315 \times 1.300^2}{12} = 4.410 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

短辺側中央部曲げモーメント

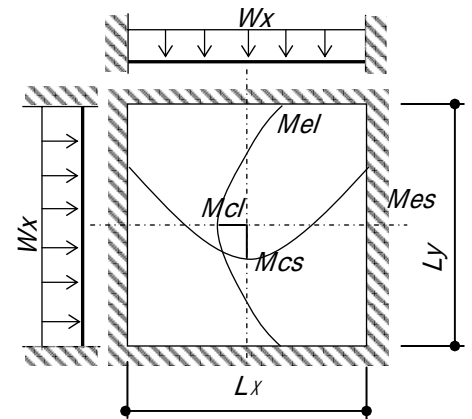
$$M_{cs} = \frac{W_x \times Lx^2}{18} = \frac{31.315 \times 1.300^2}{18} = 2.940 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

長辺側端部曲げモーメント

$$M_{el} = \frac{W_x \times Lx^2}{24} = \frac{34.511 \times 1.300^2}{24} = 2.430 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

長辺側中央部曲げモーメント

$$M_{cl} = \frac{W_x \times Lx^2}{36} = \frac{34.511 \times 1.300^2}{36} = 1.620 \text{ kN}\cdot\text{m}$$



3-3. 応力度の計算

$$M_h = M \times b$$

ここで、bはb₃、b₄に示しMは上記計算値Mes、Mcs、Mel、Mcl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。
 底板の計算幅長辺(短辺方向)側 b₃ = 230 cm
 底板の計算幅短辺(長辺方向)側 b₄ = 130 cm

各部における鉄筋比
$$p = \frac{A_s}{b \times d}$$

ここで、bはb₃、b₄を示し、A_s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なる。

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
$$j = 1 - \frac{k}{3}$$

コンクリートの圧縮応力度
$$c = \frac{2 \times M_h}{k \times j \times b \times d^2}$$

鉄筋の引張応力度
$$s = \frac{M_h}{A_s \times j \times d}$$

表3-1 底板の応力度計算結果

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 ₁ 又はb ₂ cm	230	230	130	130
d cm	10	10	10	10
鉄筋径 D	10	10	10	10
断面積 cm ²	0.7133	0.7133	0.7133	0.7133
本数	9	9	5	5
A _s cm ²	6.4197	6.4197	3.5665	3.5665
M _{u1-3} kN・cm	441.0	294.0	243.0	162.0
M _h kN・cm	1014.3	676.2	315.9	210.6
P = A _s /(b・d)	0.002791	0.002791	0.002743	0.002743
K	0.251	0.251	0.249	0.249
j = 1 - K/3	0.916	0.916	0.917	0.917
c N/mm ²	3.84	2.56	2.13	1.42
s N/mm ²	172.49	114.99	96.59	64.39
判 定	OK	OK	OK	OK

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う。

4-1. 荷重の計算

水平荷重 H_f は、次の計算によった。

$$H_f = H_1 + H_2$$

ここで、 H_1 : 土による水平土圧

$$H_1 = K_a \times s \times h' = 0.5 \times 19 \times h'$$

H_2 : 後輪荷重による水平土圧

$$H_2 = \frac{K_a \times Tw \times (1+i)}{(a+2 \times h') \times (b+2 \times h')} = \frac{0.5 \times 50 \times (1+0.1)}{(0.2+2 \times h') \times (0.5+2 \times h')}$$

水平荷重は下図のように深さ h' によって検討する。

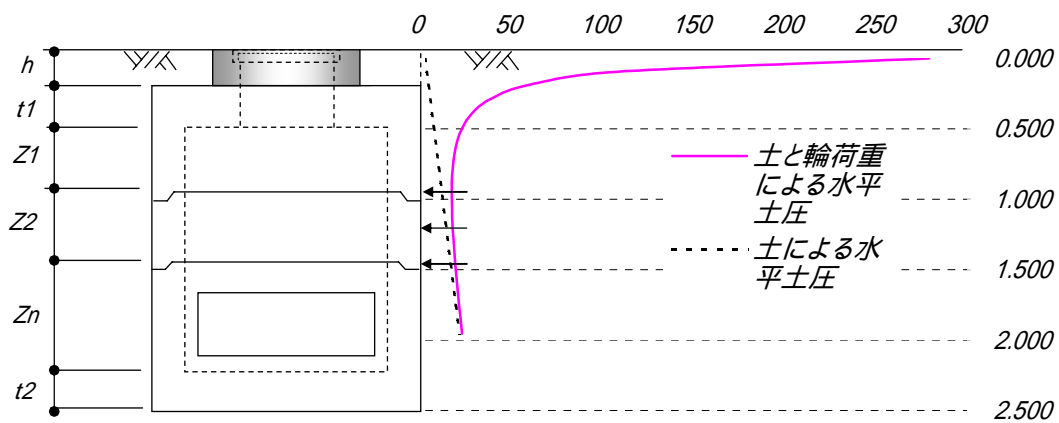


表4-1 各部材における水平荷重

n	Z_n	h'	H_1	H_2	H_f
1	0.750	1.005	9.548	4.958	14.506
2	0.750	1.005	9.548	4.958	14.506
3					
4					
5					

最大水平荷重 $H_f = 14.506 \text{ kN/mm}^2$

4-2. 水平ボックスラーメンの計算

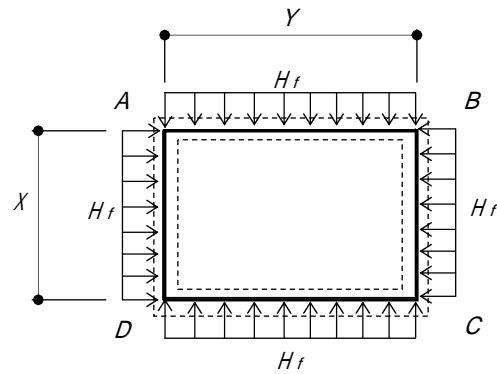
4-2-1 側壁Z1の計算

(1) 形状寸法

$$X = 1.450 \text{ m}$$

$$Y = 2.450 \text{ m}$$

$$H_f = 15 \text{ kN/mm}^2$$



(2) 係数及び荷重項の計算

断面二次モーメント

$$BC \text{ 断面 } I_1 = \frac{b_0 \times t_3^3}{12} = \frac{100.000 \times 15.000^3}{12} = 28125 \text{ kN/m}^2$$

$$AD \text{ 断面 } I_2 = \frac{b_0 \times t_3^3}{12} = \frac{100.000 \times 15.000^3}{12} = 28125 \text{ kN/m}^2$$

$$AB \text{ 断面 } I_3 = \frac{b_0 \times t_3^3}{12} = \frac{100.000 \times 15.000^3}{12} = 28125 \text{ kN/m}^2$$

$$= \frac{I_1 \times Y}{I_3 \times X} = \frac{28125 \times 2.450}{28125 \times 1.450} = 1.7$$

$$= \frac{I_2 \times Y}{I_3 \times X} = \frac{28125 \times 2.450}{28125 \times 1.450} = 1.7$$

$$N_1 = 2 + \quad = 2 + \quad 1.7 = 3.7$$

$$N_2 = 2 + \quad = 2 + \quad 1.7 = 3.7$$

荷重項の計算

$$C_{AD} = \frac{H_f \times X^2}{12} = \frac{15.000 \times 1.450^2}{12} = 2.628 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$C_{BC} = \frac{H_f \times X^2}{12} = \frac{15.000 \times 1.450^2}{12} = 2.628 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$C_{AB} = \frac{H_f \times Y^2}{12} = \frac{15.000 \times 2.450^2}{12} = 7.503 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$C_{BA} = \frac{H_f \times Y^2}{12} = \frac{15.000 \times 2.450^2}{12} = 7.503 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

未知数の計算

$$A = \frac{N_1 \times (C_{AB} - C_{AD}) - (C_{BC} - C_{BA})}{N_1 \times N_2 - 1}$$

$$= \frac{3.7 \times (7.503 - 2.628) - (2.628 - 7.503)}{3.7 \times 3.7 - 1} = 1.806 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$B = \frac{N_1 \times (C_{BC} - C_{BA}) - (C_{AB} - C_{AD})}{N_1 \times N_2 - 1}$$

$$= \frac{3.7 \times (2.628 - 7.503) - (7.503 - 2.628)}{3.7 \times 3.7 - 1} = -1.806 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

(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

$$M_{AB} = 2 \times A + B - C_{AB} = 2 \times 1.806 + (-1.806) - 7.503 = -5.697 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

部材ADのA点端モーメント

$$M_{AD} = X \times A + C_{AD} = 1.7 \times 1.806 + 2.628 = 5.698 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

部材BAのB点端モーメント

$$M_{BA} = 2 \times B + A + C_{BA} = 2 \times (-1.806) + 1.806 + 7.503 = 5.697 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

部材BCのB点端モーメント

$$M_{BC} = X \times B - C_{BC} = 1.7 \times (-1.806) + 2.628 = -5.698 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$S_A = R_A = \frac{Hf \cdot Y}{2} = \frac{15 \times 2.450}{2} = 18.375 \text{ kN}$$

$$S_B = -R_B = \frac{-Hf \cdot Y}{2} = \frac{-15 \times 2.450}{2} = -18.375 \text{ kN}$$

中央部曲げモーメントの計算

$$M_{ABmax} = \frac{Hf \cdot Y^2}{8} - |M_{AB}| = \frac{-15 \times 2.450^2}{8} - |-5.697| = 5.558 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

部材BCの計算

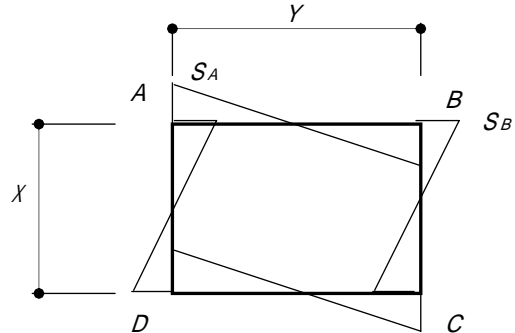
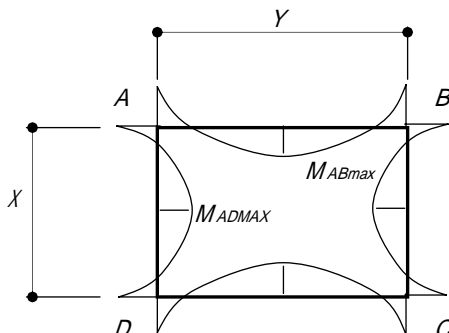
両端部のせん断力S及び反力Rの計算

$$S_B = R_B = \frac{Hf \cdot X}{2} = \frac{15 \times 1.450}{2} = 10.875 \text{ kN}$$

$$S_C = -R_C = \frac{-Hf \cdot X}{2} = \frac{-15 \times 1.450}{2} = -10.875 \text{ kN}$$

中央部曲げモーメントの計算

$$M_{max} = \frac{Hf \cdot X^2}{8} - |M_{BC}| = \frac{-15 \times 1.450^2}{8} - |-5.698| = -1.756 \text{ kN}\cdot\text{m}$$



(4) 応力計算

偏心距離
$$e = \frac{M}{N}$$

ここで、Mは上記計算値の各種となる。

有効幅
$$C = \frac{t_3}{2} - (t_3 - d)$$

計算幅当りのモーメント

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

$$M_h = M_s \times b$$

ここで、bは下記bsとなる。

側壁の計算幅(部材高) $b_s = 75 \text{ cm}$

各部における鉄筋比
$$\rho = \frac{A_s}{b \times d}$$

ここで、各部における鉄筋量となり、dは各部における鉄筋かぶりとする。

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

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
$$j = 1 - \frac{k}{3}$$

コンクリートの圧縮応力度
$$c = \frac{2 \times M_h}{k \times j \times b \times d^2}$$

鉄筋の引張応力度
$$s = \frac{M_h}{A_s \times j \times d}$$

表4-1 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
b_s cm	75	75	75	75
d cm	7.5	7.5	7.5	7.5
鉄筋径 D	10	10	10	10
断面積 cm^2	0.7133	0.7133	0.7133	0.7133
本数	6	6	6	6
A_s cm^2	4.2798	4.2798	4.2798	4.2798
M $\text{kN} \cdot \text{cm}$	569.7	555.8	569.8	175.6
S Kn	18.4	0.0	10.9	0.0
N kN	10.9	10.9	18.4	18.4
e cm	52.4	51.1	31.0	9.6
C cm	0.0	0.0	0.0	0.0
M_s $\text{kN} \cdot \text{cm}$	569.9	555.7	569.6	176.4
M_h $\text{kN} \cdot \text{cm}$	427.4	416.8	427.2	132.3
$P = A_s / (b \cdot d)$	0.007609	0.007609	0.007609	0.007609
K	0.377	0.377	0.377	0.377
$j = 1 - K / 3$	0.874	0.874	0.874	0.874
c N / mm^2	6.15	6.00	6.15	1.90
s N / mm^2	152.35	148.57	152.28	47.16
判定	OK	OK	OK	OK

側面の縦方向鉄筋は量 A_s' は横方向の1/5以上の配筋とする。

$A_s/5$ cm^2	0.856	0.856	0.856	0.856
鉄筋径 D	10	10	10	10
断面積 cm^2	0.7133	0.7133	0.7133	0.7133
本数	2	2	2	2
A_s' cm^2	1.4266	1.4266	1.4266	1.4266

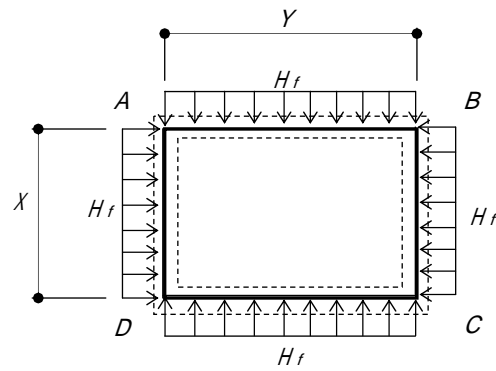
4-2-2 側壁Z2の計算

(1) 形状寸法

$$X = 1.450 \text{ m}$$

$$Y = 2.450 \text{ m}$$

$$H_f = 15 \text{ kN/mm}^2$$



(2) 係数及び荷重項の計算

断面二次モーメント

$$\text{BC断面} \quad I_1 = \frac{b_0 \times t_3^3}{12} = \frac{100.000 \times 15.000^3}{12} = 28125 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{AD断面} \quad I_2 = \frac{b_0 \times t_3^3}{12} = \frac{100.000 \times 15.000^3}{12} = 28125 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{AB断面} \quad I_3 = \frac{b_0 \times t_3^3}{12} = \frac{100.000 \times 15.000^3}{12} = 28125 \text{ kN/m}^2$$

$$= \frac{I_1 \times Y}{I_3 \times X} = \frac{28125 \times 2.450}{28125 \times 1.450} = 1.7$$

$$= \frac{I_2 \times Y}{I_3 \times X} = \frac{28125 \times 2.450}{28125 \times 1.450} = 1.7$$

$$N_1 = 2 + \quad = 2 + \quad 1.7 = 3.7$$

$$N_2 = 2 + \quad = 2 + \quad 1.7 = 3.7$$

荷重項の計算

$$C_{AD} = \frac{H_1 \times X^2}{12} = \frac{15.000 \times 1.450^2}{12} = 2.628 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$C_{BC} = \frac{H_1 \times X^2}{12} = \frac{15.000 \times 1.450^2}{12} = 2.628 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$C_{AB} = \frac{H_1 \times Y^2}{12} = \frac{15.000 \times 2.450^2}{12} = 7.503 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$C_{BA} = \frac{H_1 \times Y^2}{12} = \frac{15.000 \times 2.450^2}{12} = 7.503 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

未知数の計算

$$\begin{aligned} A &= \frac{N_1 \times (C_{AB} - C_{AD}) - (C_{BC} - C_{BA})}{N_1 \times N_2 - 1} \\ &= \frac{3.7 \times (7.503 - 2.628) - (2.628 - 7.503)}{3.7 \times 3.7 - 1} = 1.806 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B &= \frac{N_1 \times (C_{BC} - C_{BA}) - (C_{AB} - C_{AD})}{N_1 \times N_2 - 1} \\ &= \frac{3.7 \times (2.628 - 7.503) - (7.503 - 2.628)}{3.7 \times 3.7 - 1} = -1.806 \text{ kN}\cdot\text{m} \end{aligned}$$

(2) 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

$$M_{AB} = 2 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times (A + B) - C_{AB} = 2 \times 1.806 + (-1.806) - 7.503 = -5.697 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

部材ADのA点端モーメント

$$M_{AD} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times (A + C_{AD}) = 1.7 \times 1.806 + 2.628 = 5.698 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

部材BAのB点端モーメント

$$M_{BA} = 2 \times \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times (B + A) + C_{BA} = 2 \times (-1.806) + 1.806 + 7.503 = 5.697 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

部材BCのB点端モーメント

$$M_{BC} = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} \times (B - C_{BC}) = 1.7 \times (-1.806) + 2.628 = -5.698 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

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

$$S_A = R_A = \frac{Hf \cdot Y}{2} = \frac{15 \times 2.450}{2} = 18.375 \text{ kN}$$

$$S_B = -R_B = \frac{-Hf \cdot Y}{2} = \frac{-15 \times 2.450}{2} = -18.375 \text{ kN}$$

中央部曲げモーメントの計算

$$M_{ABmax} = \frac{Hf \cdot Y^2}{8} - |M_{AB}| = \frac{-15 \times 2.450^2}{8} - |-5.697| = 5.558 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

部材BCの計算

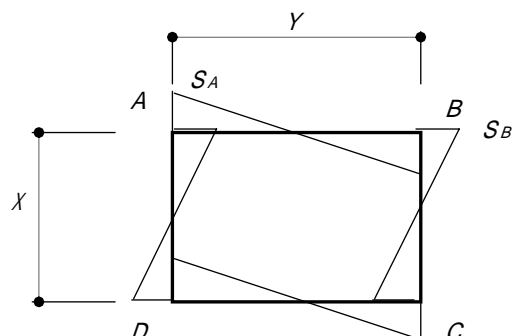
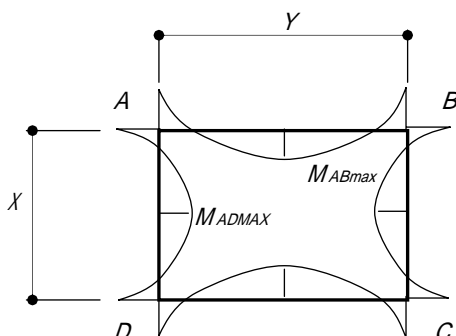
両端部のせん断力S及び反力Rの計算

$$S_B = R_B = \frac{Hf \cdot X}{2} = \frac{15 \times 1.450}{2} = 10.875 \text{ kN}$$

$$S_C = -R_C = \frac{-Hf \cdot X}{2} = \frac{-15 \times 1.450}{2} = -10.875 \text{ kN}$$

中央部曲げモーメントの計算

$$M_{max} = \frac{Hf \cdot X^2}{8} - |M_{BC}| = \frac{-15 \times 1.450^2}{8} - |-5.698| = -1.756 \text{ kN}\cdot\text{m}$$



(4) 応力計算

偏心距離
$$e = \frac{M}{N}$$

ここで、Mは上記計算値の各種となる。

有効幅
$$C = \frac{t_3}{2} - (t_3 - d)$$

計算幅当りのモーメント

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

$$M_h = M_s \times b$$

ここで、bは下記bsとなる。

側壁の計算幅(部材高) $b_s = 75 \text{ cm}$

各部における鉄筋比
$$\rho = \frac{A_s}{b \times d}$$

ここで、各部における鉄筋量となり、dは各部における鉄筋かぶりとする。

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

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
$$j = 1 - \frac{k}{3}$$

コンクリートの圧縮応力度
$$c = \frac{2 \times M_h}{k \times j \times b \times d^2}$$

鉄筋の引張応力度
$$s = \frac{M_h}{A_s \times j \times d}$$

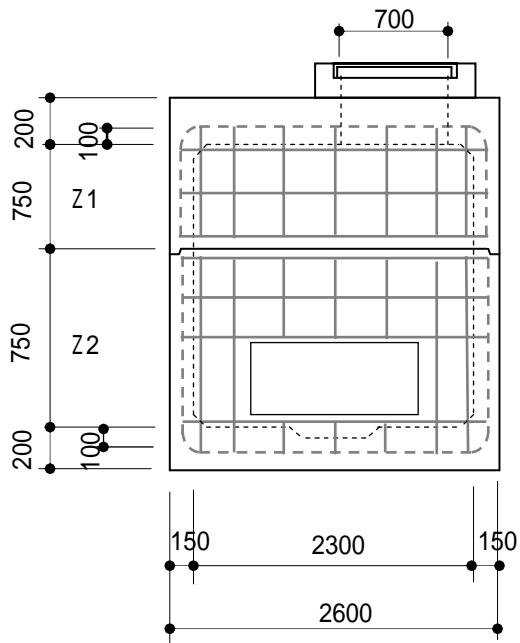
表4-2 側壁の応力度計算結果(m当り)

項目	長辺(短辺方向)		短辺(長辺方向)	
	端部	中央部	端部	中央部
b_s cm	75	75	75	75
d cm	7.5	7.5	7.5	7.5
鉄筋径 D	10	10	10	10
断面積 cm^2	0.7133	0.7133	0.7133	0.7133
本数	6	6	6	6
A_s cm^2	4.2798	4.2798	4.2798	4.2798
M $\text{kN} \cdot \text{cm}$	569.7	555.8	569.8	175.6
S Kn	18.4	0.0	10.9	0.0
N kN	10.9	10.9	18.4	18.4
e cm	52.4	51.1	31.0	9.6
C cm	0.0	0.0	0.0	0.0
M_s $\text{kN} \cdot \text{cm}$	569.9	555.7	569.6	176.4
M_h $\text{kN} \cdot \text{cm}$	427.4	416.8	427.2	132.3
$P = A_s / (b \cdot d)$	0.007609	0.007609	0.007609	0.007609
K	0.377	0.377	0.377	0.377
$j = 1 - K/3$	0.874	0.874	0.874	0.874
c N/mm^2	6.15	6.00	6.15	1.90
s N/mm^2	152.35	148.57	152.28	47.16
判定	OK	OK	OK	OK

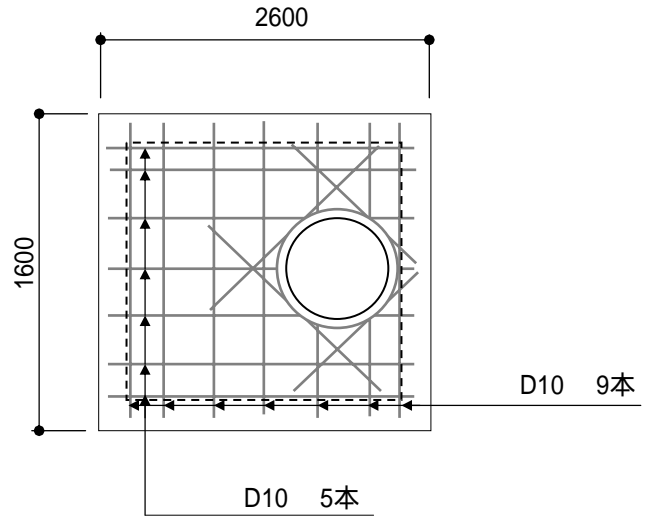
側面の縦方向鉄筋は量 A_s' は横方向の1/5以上の配筋とする。

$A_s/5$ cm^2	0.856	0.856	0.856	0.856
鉄筋径 D	10	10	10	10
断面積 cm^2	0.7133	0.7133	0.7133	0.7133
本数	2	2	2	2
A_s' cm^2	1.4266	1.4266	1.4266	1.4266

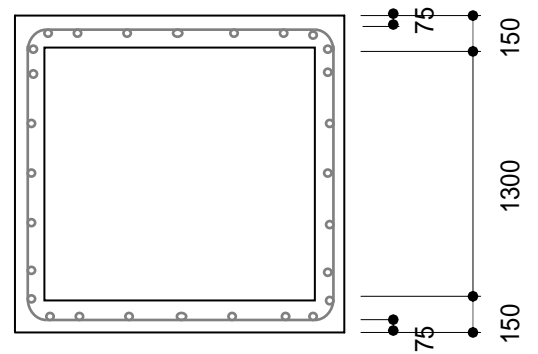
M4



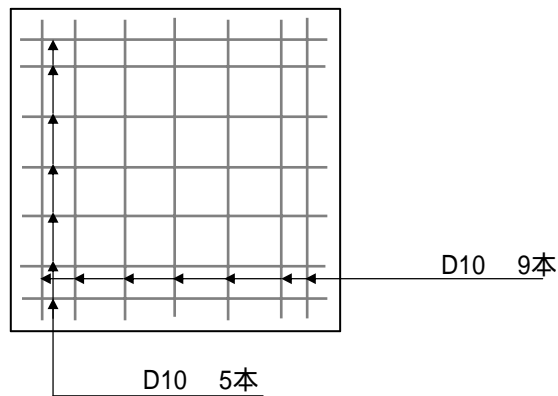
床 版



側 壁



底 版



	横方向	縦方向
Z1	D10 6本	D10 2本以上
Z2	D10 6本	D10 2本以上

注) 上図は模式図で実際の配筋を示すものではありません。