

ボックスカルバートの設計

データファイル : D:\VC\BOX123()\3\Release\data\sample1.bxs

データタイトル : サンプル1

作成日 : 2003/10/11

目次

1	入力データ	2
1-1	設定値・基準値	2
1-1-1	適用基準	2
1-1-2	土圧係数	2
1-1-3	土かぶり	2
1-1-4	材料の基準値	2
1-1-5	材料の単位体積重量	2
1-1-6	断面力計算条件	2
1-2	荷重データ	3
1-2-1	組み合わせケース	3
1-2-2	上載荷重	3
1-2-3	水位データ	3
1-2-4	頂版温度	3
1-2-5	任意死荷重	4
1-2-6	任意活荷重	5
1-3	鉄筋データ	6
1-3-1	鉄筋かぶり	6
1-3-2	定着長・最小曲げ半径	6
1-3-3	使用鉄筋	7
1-4	断面力照査方法	8
1-4-1	曲げ応力度	8
1-4-2	せん断応力度	8
1-5	基礎データ	9
1-5-1	基礎形式	9
1-6	形状データ	10
1-6-1	BOX形状	10
1-6-2	モーメントシフト量	10
2	設計条件	11
2-1	土圧係数	11
2-2	土かぶり	11
2-3	材料の基準値	11
2-4	材料の単位体積重量	11
2-5	上載荷重	11
2-6	水位	12
2-7	鉄筋かぶり	12
2-8	曲げ応力度の軸力の考え方	12
2-9	計算条件	13
2-10	BOX形状	14
3	ラーメン寸法図・形状データ	15
3-1	ラーメン寸法図	15
3-2	座標データ	15
3-3	部材データ	16
4	死荷重(浮力無し)の荷重計算	17
4-1	鉛直土圧	18
4-2	躯体自重	19
4-3	水平土圧	20
5	任意活荷重の荷重計算	21
5-1	荷重ケース番号1	21
5-1-1	荷重データ	22
5-1-2	頂版に作用する荷重	23
5-1-3	左側壁に作用する荷重	24
5-1-4	右側壁に作用する荷重	25
5-2	荷重ケース番号2	26
5-2-1	荷重データ	27
5-2-2	頂版に作用する荷重	28
5-2-3	左側壁に作用する荷重	29
5-2-4	右側壁に作用する荷重	30

5-3 荷重ケース番号3	31
5-3-1 荷重データ	32
5-3-2 頂版に作用する荷重	32
5-3-3 側壁に作用する荷重	32
6 荷重の組み合わせ	33
6-1 単体荷重番号・名称	33
6-2 組み合わせ荷重番号・荷重状態	33
6-3 荷重ケース番号1	34
6-4 荷重ケース番号2	34
6-5 荷重ケース番号3	35
7 使用鉄筋	36
7-1 使用鉄筋の位置	36
7-2 隅角部	37
7-3 支間部	37
8 底版反力度	38
8-1 荷重ケース番号1	38
8-2 荷重ケース番号2	39
8-3 荷重ケース番号3	40
9 地盤反力度	41
9-1 荷重ケース番号1	41
9-2 荷重ケース番号2	42
9-3 荷重ケース番号3	43
10 設計断面力の集計	44
10-1 曲げモーメント	44
10-2 せん断応力度照査位置での断面力	46
11 設計断面の照査	48
11-1 曲げ応力度	48
11-2 せん断応力度	49
12 主鉄筋の定着位置の計算	50
12-1 隅角部	50
12-2 支間部	51
12-3 定着位置	52
13 断面力の出力	54
13-1 荷重ケース番号1	54
13-2 荷重ケース番号2	55
13-3 荷重ケース番号3	56
14 左口-左ウイングの設計	57
14-1 設計条件	57
14-2 形状寸法	57
14-3 断面力計算	58
14-3-1 土圧による断面力	58
14-4 設計断面力	60
14-4-1 常時	60
14-5 応力度計算	61
14-5-1 常時	61
14-6 主鉄筋定着位置	62
14-6-1 抵抗曲げモーメント	62
14-6-2 抵抗曲げモーメントと設計曲げモーメントとの交点	62
14-6-3 定着位置	62

1 入力データ

1-1 設定値・基準値

1-1-1 適用基準

適用基準

土工指針

1-1-2 土圧係数

= 1.000

鉛直土圧係数

$K_{ol} = 0.500$

左側壁用水平土圧係数

$K_{or} = 0.500$

右側壁用水平土圧係数

1-1-3 土かぶり

$h_1 = 2.070$ (m)

土かぶり厚さ

$h_p = 0.070$ (m)

舗装部厚さ

$h_s = 2.000$ (m)

盛土部厚さ

1-1-4 材料の基準値

1) コンクリート

$\sigma_{ck} = 21.00$ (N/mm²)

設計基準強度

$\sigma_{ca} = 7.00$ (N/mm²)

許容曲げ圧縮応力度 (一般部)

$\sigma_{ca} = 7.00$ (N/mm²)

許容曲げ圧縮応力度 (ハンチ有り隅角部)

$\sigma_{ca} = 5.25$ (N/mm²)

許容曲げ圧縮応力度 (ハンチ無し隅角部)

$\sigma_a = 0.36$ (N/mm²)

許容せん断応力度 (コンクリートのみで負担)

$\sigma_a = 1.60$ (N/mm²)

許容せん断応力度 (斜鉄筋と協同で負担)

$E_c = 23.50$ (kN/mm²)

ヤング係数

$n = 15.0$

ヤング係数比

$\alpha_c = 10.0 \times 10^{-6}$

熱膨張係数

2) 鉄筋

$\sigma_{sa} = 180.00$ (N/mm²)

許容曲げ引張応力度

$\sigma_{sa} = 200.00$ (N/mm²)

許容曲げ引張応力度 (重ね継手・定着用)

1-1-5 材料の単位体積重量

$\rho_p = 22.50$ (kN/m³)

舗装

$\rho_s = 18.00$ (kN/m³)

土 (地下水位以上)

$\rho'_s = 9.00$ (kN/m³)

土 (地下水位以下)

$\rho_c = 24.50$ (kN/m³)

鉄筋コンクリート

$\rho_w = 9.80$ (kN/m³)

水

1-1-6 断面力計算条件

剛域

考慮しない

頂版・底版自重の考え方

ハンチ部を含める

鉛直土圧

軸線間幅で考慮

浮力

ボックス全幅で考慮

底版反力

ボックス全幅で考慮

軸線外に作用する分布荷重

節点集中荷重として考慮しない

隅角部に対する鉄筋量比

1 / 3

輪荷重

T 荷重

前輪荷重

考慮する

軸間距離

6 m

後輪荷重の低減

する

$P_v = 1$ となる土かぶり厚

4.0 (m) 以上

$i = 0$ となる土かぶり厚

4.0 (m) 以上

1-2 荷重データ

1-2-1 組み合わせケース

$$n = 3$$

組み合わせケース数

番号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	割増し係数
1		x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	1.00
2		x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x	1.00
3		x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x	1.00

1-2-2 上載荷重

$$Q_s = 0.000 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

雪による荷重

$$Q_q = 0.000 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

群集による荷重

$$Q_x = 0.000 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

その他の上載荷重

1-2-3 水位データ

	ケース1 (m)	ケース2 (m)	ケース3 (m)
1 連目内水位	0.000	0.000	0.000
外水位	0.000		

1-2-4 頂版温度

1-2-5 任意死荷重

ケース	部材	方向	L_a (m)	L_b (m)	W_a (kN/m^2)	W_b (kN/m)
-----	----	----	--------------	--------------	-------------------------------------	-----------------------------------

1-2-6 任意活荷重

$i = 0.30$

活荷重分布作用位置

衝撃係数

頂版上面位置

1) 載荷重

ケース	鉛直荷重 (kN/m ²)	水平荷重 (kN/m ²)
1	0.0	0.0
2	0.0	0.0
3	0.0	10.0
4	0.0	0.0
5	0.0	0.0
6	0.0	0.0
7	0.0	0.0

2) 輪荷重

ケース	作用位置 (m)	荷重名称	軸輪名	荷重強度 (kN/m)	接地幅 (m)	分布角 (°)	水平土圧 考慮
1	2.350	T荷重	後輪	65.455	0.200	45.0	する
1	8.350	T荷重	前輪	18.182	0.200	45.0	する
2	2.350	T荷重	後輪	65.455	0.200	45.0	する
2	-3.650	T荷重	前輪	18.182	0.200	45.0	する

1-3 鉄筋データ

1-3-1 鉄筋かぶり

	外側 (mm)	内側 (mm)
頂 版	70	70
底 版	100	70
左側壁	70	70
右側壁	70	70
ハチ筋		70

1-3-2 定着長・最小曲げ半径

鉄筋径	定着長	最小曲げ半径
(mm)	(mm)	(mm)

D 6	210	63.0
D10	350	105.0
D13	460	137.0
D16	560	168.0
D19	670	200.0
D22	770	231.0
D25	880	263.0
D29	1020	305.0
D32	1120	336.0
D35	1225	367.0
D38	1330	399.0
D41	1435	431.0
D51	1785	536.0

1-3-3 使用鉄筋

1) 隅角部

部 材	位置	外側 1 (mm)	外側 2 (mm)	内側 1 (mm)	内側 2 (mm)
頂 版	1	D16-ctc125	D -ctc	D -ctc	D -ctc
	2	D16-ctc125	D -ctc	D -ctc	D -ctc
底 版	3	D13-ctc125	D -ctc	D -ctc	D -ctc
	4	D13-ctc125	D -ctc	D -ctc	D -ctc
左側壁	1	D16-ctc125	D -ctc	D -ctc	D -ctc
	3	D13-ctc125	D -ctc	D -ctc	D -ctc
右側壁	2	D16-ctc125	D -ctc	D -ctc	D -ctc
	4	D13-ctc125	D -ctc	D -ctc	D -ctc

2) 支間部

部 材	位置	外側 1 (mm)	外側 2 (mm)	内側 1 (mm)	内側 2 (mm)
頂 版	1	D -ctc	D -ctc	D19-ctc125	D -ctc
底 版	2	D -ctc	D -ctc	D16-ctc125	D -ctc
左側壁	3	D -ctc	D -ctc	D13-ctc250	D -ctc
右側壁	4	D -ctc	D -ctc	D13-ctc250	D -ctc

1-4 断面力照査方法

1-4-1 曲げ応力度

照査位置

全断面圧縮

部材端の有効高

部材端

図心に鉄筋断面積考慮しない

ハンチの影響を考慮しない

部材	軸力考慮	鉄筋比
----	------	-----

頂版	する	0.00
----	----	------

底版	する	0.00
----	----	------

左側壁	する	0.00
-----	----	------

右側壁	する	0.00
-----	----	------

1-4-2 せん断応力度

照査位置

設計法

隅角部節点、2 d 位置

コンクリートのみでせん断力を負担する

1-5 基礎データ

1-5-1 基礎形式

直接基礎

1-6 形状データ

1-6-1 BOX形状

1連ボックス

L ₁ = 0.400 (m)	頂版厚
L ₂ = 3.000 (m)	内空高さ
L ₃ = 0.450 (m)	底版厚
L ₄ = 0.350 (m)	左側壁厚
L ₅ = 4.000 (m)	1連目内空幅
L ₆ = 0.350 (m)	右側壁厚
L ₇ = 0.300 (m)	上ハンチ高 - 側壁
L ₈ = 0.300 (m)	上ハンチ幅 - 側壁
L ₉ = 0.300 (m)	下ハンチ高 - 側壁
L ₁₀ = 0.300 (m)	下ハンチ幅 - 側壁

1-6-2 モーメントシフト量

L ₁ = 0.175 (m)	頂 版 - 左側壁
L ₂ = 0.175 (m)	頂 版 - 右側壁
L ₃ = 0.175 (m)	底 版 - 左側壁
L ₄ = 0.175 (m)	底 版 - 右側壁
L ₅ = 0.200 (m)	左側壁 - 頂 版
L ₆ = 0.225 (m)	左側壁 - 底 版
L ₇ = 0.200 (m)	右側壁 - 頂 版
L ₈ = 0.225 (m)	右側壁 - 底 版

2 設計条件

2-1 土圧係数

$$\begin{aligned} &= 1.000 \\ K_{ol} &= 0.500 \\ K_{or} &= 0.500 \end{aligned}$$

鉛直土圧係数
左側壁用水平土圧係数
右側壁用水平土圧係数

2-2 土かぶり

$$\begin{aligned} h_1 &= 2.070 \text{ (m)} \\ h_p &= 0.070 \text{ (m)} \\ h_s &= 2.000 \text{ (m)} \end{aligned}$$

土かぶり厚さ
舗装部厚さ
盛土部厚さ

2-3 材料の基準値

1) コンクリート

$$\begin{aligned} \sigma_{ck} &= 21.00 \text{ (N/mm}^2\text{)} \\ \sigma_{ca} &= 7.00 \text{ (N/mm}^2\text{)} \\ \sigma_{ca} &= 7.00 \text{ (N/mm}^2\text{)} \\ \sigma_{ca} &= 5.25 \text{ (N/mm}^2\text{)} \\ \sigma_a &= 0.36 \text{ (N/mm}^2\text{)} \\ \sigma_a &= 1.60 \text{ (N/mm}^2\text{)} \\ E_c &= 23.50 \text{ (kN/mm}^2\text{)} \\ n &= 15.0 \end{aligned}$$

設計基準強度
許容曲げ圧縮応力度 (一般部)
許容曲げ圧縮応力度 (ハンチ有り隅角部)
許容曲げ圧縮応力度 (ハンチ無し隅角部)
許容せん断応力度 (コンクリートのみで負担)
許容せん断応力度 (斜鉄筋と協同で負担)
ヤング係数
ヤング係数比

2) 鉄筋

$$\begin{aligned} \sigma_{sa} &= 180.00 \text{ (N/mm}^2\text{)} \\ \sigma_{sa} &= 200.00 \text{ (N/mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

許容曲げ引張応力度
許容曲げ引張応力度 (重ね継手・定着用)

2-4 材料の単位体積重量

$$\begin{aligned} \rho_p &= 22.50 \text{ (kN/m}^3\text{)} \\ \rho_s &= 18.00 \text{ (kN/m}^3\text{)} \\ \rho'_s &= 9.00 \text{ (kN/m}^3\text{)} \\ \rho_c &= 24.50 \text{ (kN/m}^3\text{)} \\ \rho_w &= 9.80 \text{ (kN/m}^3\text{)} \end{aligned}$$

舗装
土 (地下水位以上)
土 (地下水位以下)
鉄筋コンクリート
水

2-5 上載荷重

$$\begin{aligned} Q_s &= 0.000 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ Q_q &= 0.000 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ Q_x &= 0.000 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

雪による荷重
群集による荷重
その他の上載荷重

2-6 水位

1) 外水位 (底版下面からの高さ)

$$W_h = 0.000 \text{ (m)}$$

2) 内水位 (底版上面からの高さ)

	内水位高さ (m)		
	Case 1	Case 2	Case 3
1 連目			

2-7 鉄筋かぶり

	外側 (mm)	内側 (mm)
頂 版	70	70
底 版	100	70
左側壁	70	70
右側壁	70	70
ハズ筋		70

2-8 曲げ応力度の軸力の考え方

	軸力考慮
頂 版	する
底 版	する
左側壁	する
右側壁	する

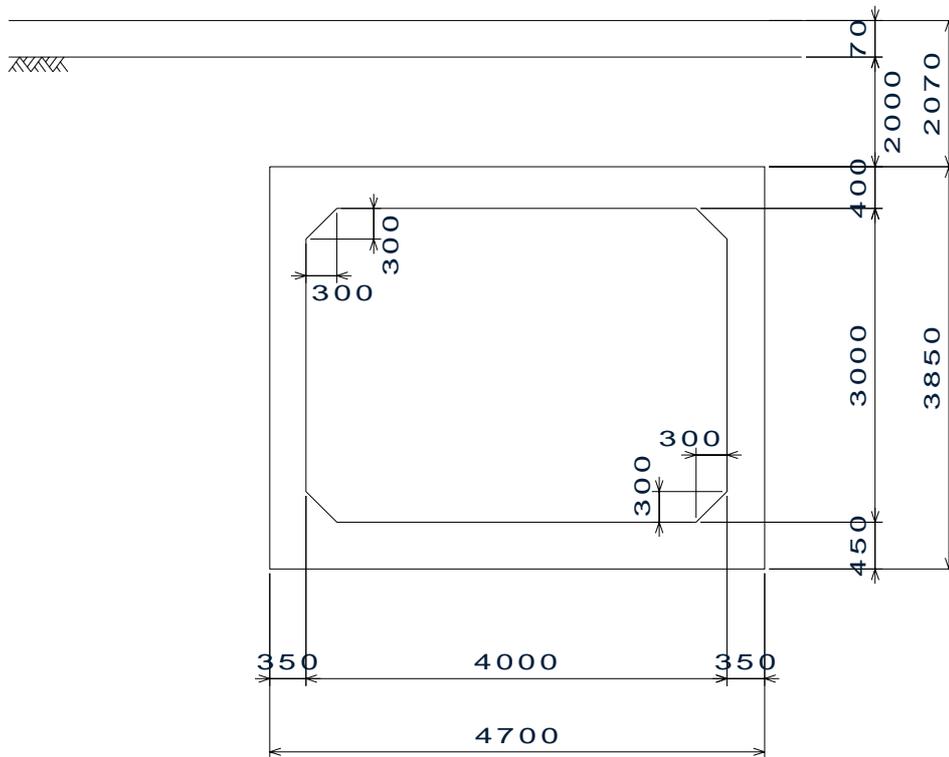
2-9 計算条件

剛域	考慮しない
頂版・底版自重の考え方	ハンチ部を含める
鉛直土圧	軸線間幅で考慮
浮力	ボックス全幅で考慮
底版反力	ボックス全幅で考慮
軸線外に作用する分布荷重	節点集中荷重として考慮しない
隅角部に対する鉄筋量比	1 / 3
活荷重分布作用位置	頂版上面位置
曲げ応力度	
照査位置	部材端
全断面圧縮	図心に鉄筋断面積考慮しない
部材端の有効高	ハンチの影響を考慮しない
せん断応力度	
照査位置	隅角部節点、2 d 位置
設計法	コンクリートのみでせん断力を負担する
基礎形式	直接基礎

2-10 BOX形状
1連ボックス

内空幅 4.000 (m)
内空高さ 3.000 (m)

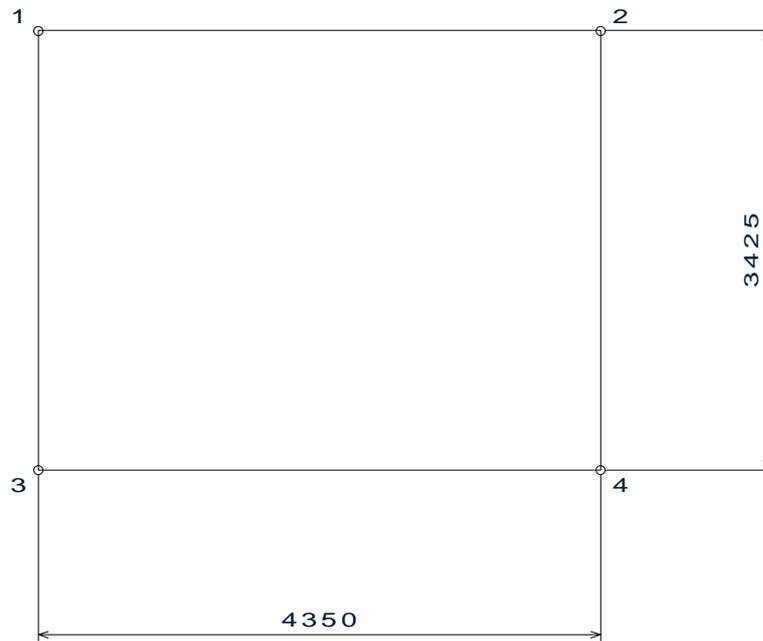
(mm)



3 ラーメン寸法図・形状データ

3-1 ラーメン寸法図

水平方向拘束点： 底板左節点



3-2 座標データ

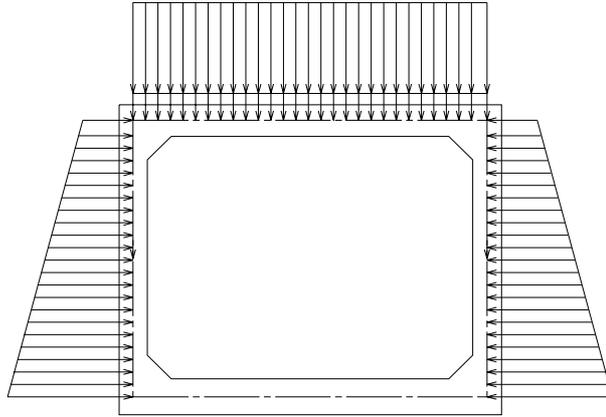
節点 番号	X座標 (m)	Y座標 (m)
1	0.000	3.425
2	4.350	3.425
3	0.000	0.000
4	4.350	0.000

3-3 部材データ

部材 番号	節点番号		断面積 A (m^2)	断面2次モーメント I (m^4)
	始点	終点		
1	3	1	0.3500	0.003573
2	1	2	0.4000	0.005333
3	4	2	0.3500	0.003573
4	3	4	0.4500	0.007594

4 死荷重(浮力無し)の荷重計算

荷重作用図



4-1 鉛直土圧

- ：鉛直土圧係数
W : 頂版軸線に作用する等分布荷重 (kN/m²)
W₁ : 土かぶりによる荷重強度 (kN/m²)
W₂ : 路面上載荷重による荷重強度 (kN/m²)
p : 舗装部単位体積当たり重量 (kN/m³)
s : 盛土部単位体積当たり重量 (kN/m³)
h_p : 舗装部厚 (m)
h_s : 盛土部厚 (m)

1) 舗装・盛土

$$\begin{aligned}W_{11} &= \cdot p \cdot h_p = 1.000 \times 22.500 \times 0.070 \\ &= 1.575 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ W_{12} &= \cdot s \cdot h_s = 1.000 \times 18.000 \times 2.000 \\ &= 36.000 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ W_1 &= W_{11} + W_{12} = 1.575 + 36.000 \\ &= 37.575 \text{ (kN/m}^2\text{)}\end{aligned}$$

2) 路面上載荷重

$$\begin{aligned}W_2 &= \cdot (Q_s + Q_q + Q_x) = 1.000 \times (0.000 + 0.000 + 0.000) \\ &= 0.000 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ Q_s &: \text{雪による荷重 (kN/m}^2\text{)} \\ Q_q &: \text{群集による荷重 (kN/m}^2\text{)} \\ Q_x &: \text{その他の上載荷重 (kN/m}^2\text{)}\end{aligned}$$

3) 頂版に作用する荷重

$$\begin{aligned}W &= W_1 + W_2 = 37.575 + 0.000 \\ &= 37.575 \text{ (kN/m}^2\text{)}\end{aligned}$$

4-2 躯体自重

- ρ : コンクリートの単位体積当たり重量 (kN/m³)
- W : 部材自重による荷重強度 (kN/m²)
- L₀ : ボックス全幅 (m)
- L : 頂版・底版軸線間距離 (m)
- h : 各部材厚さ (m)

1) 頂版自重

$$\begin{aligned} W &= \rho (S_1 + S_2) / L = 24.500 \times (1.880 + 0.090) / 4.350 \\ &= 11.095 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ S_1 &= L_0 \cdot h = 4.700 \times 0.400 \\ &= 1.880 \text{ (m}^2\text{)} \\ S_2 &= h_s \cdot w_s = 0.300 \times 0.300 \\ &= 0.090 \text{ (m}^2\text{)} \\ S_1 & : \text{頂版部面積 (m}^2\text{)} \\ S_2 & : \text{頂版側ハンチ部面積 (m}^2\text{)} \\ h_s, w_s & : \text{頂版と側壁にかかるハンチ部寸法 (m)} \end{aligned}$$

2) 底版自重

$$\begin{aligned} W &= \rho (S_1 + S_2) / L = 24.500 \times (2.115 + 0.090) / 4.350 \\ &= 12.419 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ S_1 &= L_0 \cdot h = 4.700 \times 0.450 \\ &= 2.115 \text{ (m}^2\text{)} \\ S_2 &= h_s \cdot w_s = 0.300 \times 0.300 \\ &= 0.090 \text{ (m}^2\text{)} \\ S_1 & : \text{底版部面積 (m}^2\text{)} \\ S_2 & : \text{底版側ハンチ部面積 (m}^2\text{)} \\ h_s, w_s & : \text{底版と側壁にかかるハンチ部寸法 (m)} \end{aligned}$$

3) 左側壁自重

$$\begin{aligned} W &= \rho \cdot h = 24.500 \times 0.350 \\ &= 8.575 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

4) 右側壁自重

$$\begin{aligned} W &= \rho \cdot h = 24.500 \times 0.350 \\ &= 8.575 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

4-3 水平土圧

- K_o : 水平土圧係数
 K_{ol} : 左側壁用水平土圧係数 = 0.500
 K_{or} : 右側壁用水平土圧係数 = 0.500
 P_h : 水平土圧強度 (kN/m²)
 h : 着目点の地表面からの深さ (m)
 Q_b : 路面上載荷重 (kN/m²)
 ρ_p : 舗装部単位体積当たり重量 (kN/m³)
 ρ_s : 盛土部単位体積当たり重量 (kN/m³)
 h_p : 舗装部厚 (m)

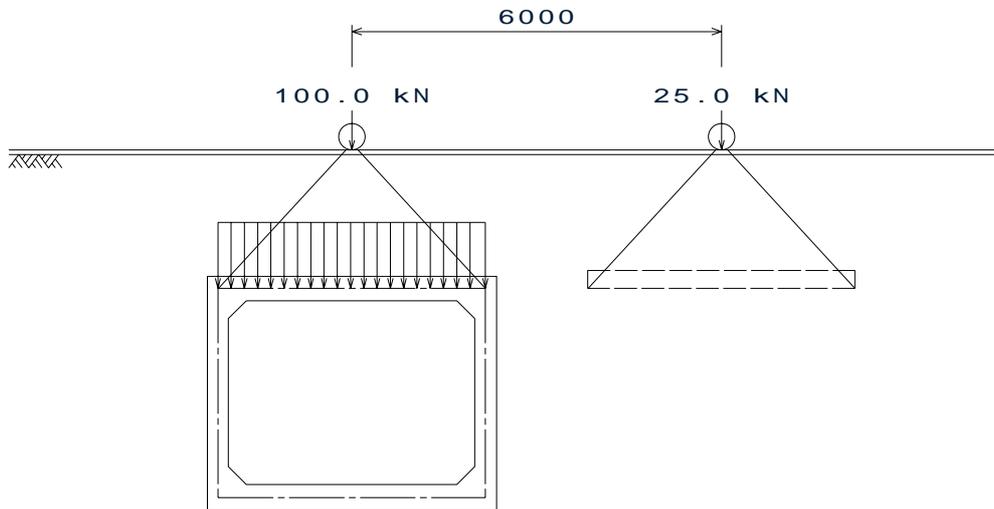
$$P_h = K_o \cdot \{Q_b + \rho_p \cdot h_p + \rho_s \cdot (h - h_p)\}$$

	水平土圧		
	位置 h (m)	水平土圧強度 P_h (kN/m ²)	
		左側壁	右側壁
頂版	上面	2.070	18.788
	軸線	2.270	20.588
底版	軸線	5.695	51.413
	下面	5.920	53.438

5 任意活荷重の荷重計算

5-1 荷重ケース番号 1

荷重ケース名称 :



5-1-1 荷重データ

1) 載荷重

$$Q_v : \text{頂版に作用する載荷重} \\ = 0.000 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$Q_h : \text{側壁に作用する載荷重} \\ = 0.000 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

2) 輪荷重

$$P = \frac{2 \cdot T}{2.75}$$

$$P_{vi} = \frac{P \cdot (1 + i)}{W_d}$$

$$W_d = W + 2 \cdot \frac{h}{\tan(\quad)}$$

L : 輪荷重作用位置 (m)

P : 輪荷重強度 (kN/m)

W : 輪荷重接地幅 (m)

P_{vi} : 輪荷重による鉛直荷重 (kN/m²)

i : 衝撃係数
= 0.30

W_d : 載荷幅 (m)

h : 地表面から頂版上面までの距離 (m)
= 2.070 (m)

T : 輪荷重 (kN)

: 低減係数

No	作用位置 L (m)	荷重名称	輪荷重 T (kN)	低減係数	荷重強度 P (kN/m)	接地幅 W (m)	分布角度 (°)	載荷幅 W_d (m)	鉛直荷重 P_{vi} (kN/m ²)
1	2.350	T荷重 後輪	100.0	0.9	65.455	0.200	45.0	4.340	19.606
2	8.350	T荷重 前輪	25.0		18.182	0.200	45.0	4.340	5.446

5-1-2 頂版に作用する荷重

1) 載荷重

$$\begin{aligned} W &= Q_v \\ &= 0.000 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ W &: \text{荷重強度 (kN/m}^2\text{)} \\ Q_v &: \text{頂版に作用する鉛直荷重 (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

2) 輪荷重

$$\begin{aligned} W &= P_{vl} \\ L_a &: \text{荷重載荷開始位置の左節点からの距離 (m)} \\ L_b &: \text{載荷幅 (m)} \\ W &: \text{荷重強度 (kN/m}^2\text{)} \\ P_{vl} &: \text{輪荷重による鉛直荷重 (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

No	軸線内荷重		
	作用位置		荷重強度 W (kN/m ²)
	L _a (m)	L _b (m)	
1	0.005	4.340	19.606
2	0.000	4.350	0.000

5-1-3 左側壁に作用する荷重

$$K_o : \text{水平土圧係数} \\ = 0.500$$

1) 載荷重

$$W = K_o \cdot Q_h = 0.500 \times 0.000 \\ = 0.000 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ W : \text{荷重強度 (kN/m}^2\text{)} \\ Q_h : \text{載荷重 (kN/m}^2\text{)}$$

2) 輪荷重

$$W = K_o \cdot P_{vi} \\ L_a : \text{荷重載荷開始位置の下節点からの距離 (m)} \\ L_b : \text{載荷幅 (m)} \\ W : \text{荷重強度 (kN/m}^2\text{)} \\ P_{vi} : \text{輪荷重による鉛直荷重 (kN/m}^2\text{)}$$

No	軸線内荷重		
	作用位置		荷重強度 W (kN/m ²)
	L _a (m)	L _b (m)	
1	0.000	3.425	0.000
2	0.000	3.425	0.000

5-1-4 右側壁に作用する荷重

$$K_o : \text{水平土圧係数} \\ = 0.500$$

1) 載荷重

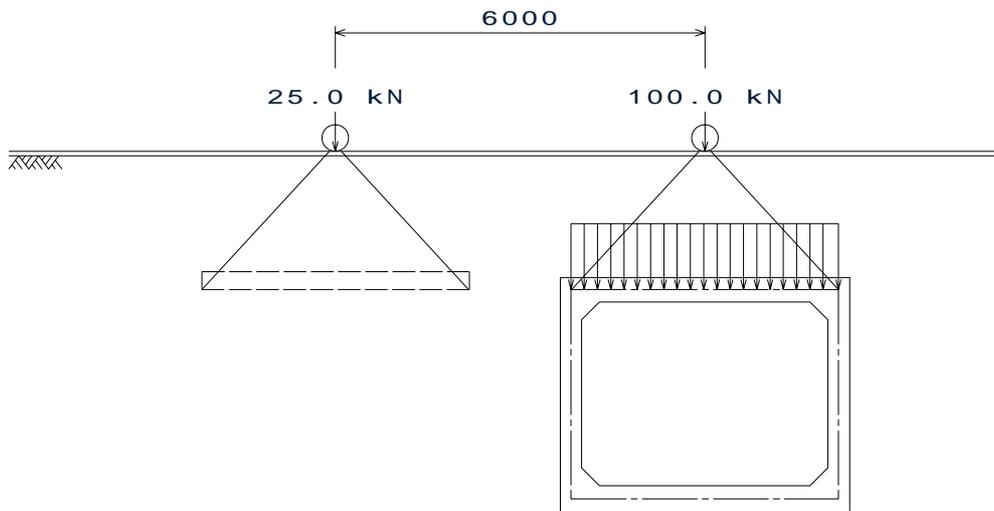
$$W = K_o \cdot Q_h = 0.500 \times 0.000 \\ = 0.000 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ W : \text{荷重強度 (kN/m}^2\text{)} \\ Q_h : \text{載荷重 (kN/m}^2\text{)}$$

2) 輪荷重

$$W = K_o \cdot P_{vi} \\ L_a : \text{荷重載荷開始位置の下節点からの距離 (m)} \\ L_b : \text{載荷幅 (m)} \\ W : \text{荷重強度 (kN/m}^2\text{)} \\ P_{vi} : \text{輪荷重による鉛直荷重 (kN/m}^2\text{)}$$

No	軸線内荷重		
	作用位置		荷重強度 W (kN/m ²)
	L _a (m)	L _b (m)	
1	0.000	3.425	0.000
2	0.000	3.425	0.000

5-2 荷重ケース番号2
荷重ケース名称 :



5-2-1 荷重データ

1) 載荷重

$$Q_v : \text{頂版に作用する載荷重} \\ = 0.000 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$Q_h : \text{側壁に作用する載荷重} \\ = 0.000 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

2) 輪荷重

$$P = \frac{2 \cdot T}{2.75}$$

$$P_{vi} = \frac{P \cdot (1 + i)}{W_d}$$

$$W_d = W + 2 \cdot \frac{h}{\tan(\quad)}$$

L : 輪荷重作用位置 (m)

P : 輪荷重強度 (kN/m)

W : 輪荷重接地幅 (m)

P_{vi} : 輪荷重による鉛直荷重 (kN/m²)

i : 衝撃係数
= 0.30

W_d : 載荷幅 (m)

h : 地表面から頂版上面までの距離 (m)
= 2.070 (m)

T : 輪荷重 (kN)

: 低減係数

No	作用位置 L (m)	荷重名称	輪荷重 T (kN)	低減係数	荷重強度 P (kN/m)	接地幅 W (m)	分布角度 (°)	載荷幅 W_d (m)	鉛直荷重 P_{vi} (kN/m ²)
1	2.350	T荷重 後輪	100.0	0.9	65.455	0.200	45.0	4.340	19.606
2	-3.650	T荷重 前輪	25.0		18.182	0.200	45.0	4.340	5.446

5-2-2 頂版に作用する荷重

1) 載荷重

$$\begin{aligned} W &= Q_v \\ &= 0.000 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ W &: \text{荷重強度 (kN/m}^2\text{)} \\ Q_v &: \text{頂版に作用する鉛直荷重 (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

2) 輪荷重

$$\begin{aligned} W &= P_{vl} \\ L_a &: \text{荷重載荷開始位置の左節点からの距離 (m)} \\ L_b &: \text{載荷幅 (m)} \\ W &: \text{荷重強度 (kN/m}^2\text{)} \\ P_{vl} &: \text{輪荷重による鉛直荷重 (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

No	軸線内荷重		
	作用位置		荷重強度 W (kN/m ²)
	L _a (m)	L _b (m)	
1	0.005	4.340	19.606
2	0.000	4.350	0.000

5-2-3 左側壁に作用する荷重

$$K_o : \text{水平土圧係数} \\ = 0.500$$

1) 載荷重

$$W = K_o \cdot Q_h = 0.500 \times 0.000 \\ = 0.000 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ W : \text{荷重強度 (kN/m}^2\text{)} \\ Q_h : \text{載荷重 (kN/m}^2\text{)}$$

2) 輪荷重

$$W = K_o \cdot P_{vi} \\ L_a : \text{荷重載荷開始位置の下節点からの距離 (m)} \\ L_b : \text{載荷幅 (m)} \\ W : \text{荷重強度 (kN/m}^2\text{)} \\ P_{vi} : \text{輪荷重による鉛直荷重 (kN/m}^2\text{)}$$

No	軸線内荷重		
	作用位置		荷重強度 W (kN/m ²)
	L _a (m)	L _b (m)	
1	0.000	3.425	0.000
2	0.000	3.425	0.000

5-2-4 右側壁に作用する荷重

$$K_o : \text{水平土圧係数} \\ = 0.500$$

1) 載荷重

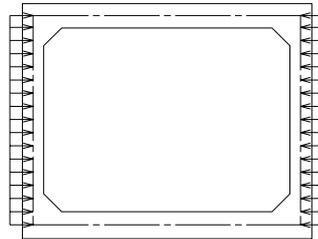
$$W = K_o \cdot Q_h = 0.500 \times 0.000 \\ = 0.000 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ W : \text{荷重強度 (kN/m}^2\text{)} \\ Q_h : \text{載荷重 (kN/m}^2\text{)}$$

2) 輪荷重

$$W = K_o \cdot P_{vi} \\ L_a : \text{荷重載荷開始位置の下節点からの距離 (m)} \\ L_b : \text{載荷幅 (m)} \\ W : \text{荷重強度 (kN/m}^2\text{)} \\ P_{vi} : \text{輪荷重による鉛直荷重 (kN/m}^2\text{)}$$

No	軸線内荷重		
	作用位置		荷重強度 W (kN/m ²)
	L _a (m)	L _b (m)	
1	0.000	3.425	0.000
2	0.000	3.425	0.000

5-3 荷重ケース番号3
荷重ケース名称 :



5-3-1 荷重データ

$$\begin{aligned} Q_v &: \text{頂版に作用する載荷重} \\ &= 0.000 \text{ (kN/m}^2\text{)} \\ Q_h &: \text{側壁に作用する載荷重} \\ &= 10.000 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

5-3-2 頂版に作用する荷重

$$\begin{aligned} W &: \text{荷重強度 (kN/m}^2\text{)} \\ W &= Q_v \\ &= 0.000 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

5-3-3 側壁に作用する荷重

$$W : \text{荷重強度 (kN/m}^2\text{)}$$

1) 左側壁に作用する荷重

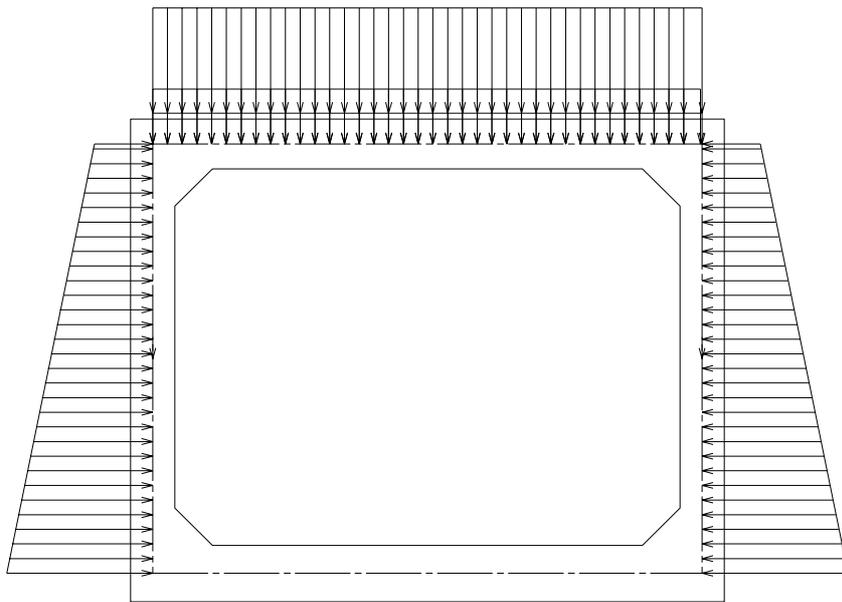
$$\begin{aligned} K_o &: \text{水平土圧係数} \\ &= 0.500 \\ W &= K_o \cdot Q_h = 0.500 \times 10.000 \\ &= 5.000 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

2) 右側壁に作用する荷重

$$\begin{aligned} K_o &: \text{水平土圧係数} \\ &= 0.500 \\ W &= K_o \cdot Q_h = 0.500 \times 10.000 \\ &= 5.000 \text{ (kN/m}^2\text{)} \end{aligned}$$

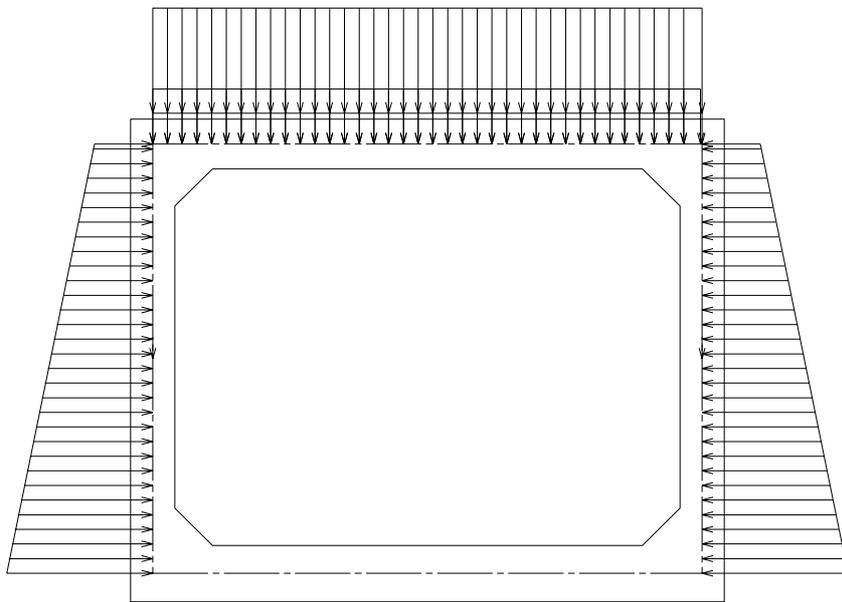
6-3 荷重ケース番号 1

荷重ケース名称 : 死無+活1



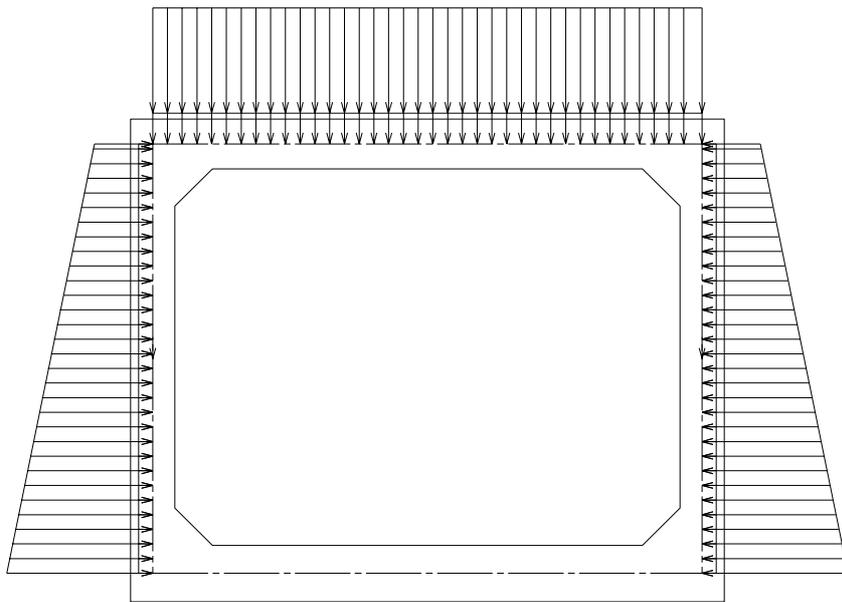
6-4 荷重ケース番号 2

荷重ケース名称 : 死無+活2



6-5 荷重ケース番号3

荷重ケース名称 : 死無+活3



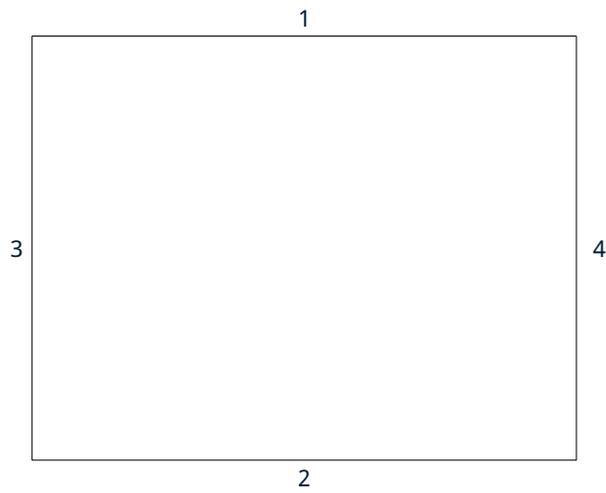
7 使用鉄筋

7-1 使用鉄筋の位置

1) 隅角部



2) 支間部



7-2 隅角部

部材名称	位置	外側			内側		
		必要鉄筋量 (cm ²)	実鉄筋量 (cm ²)	鉄筋径 - 間隔 (mm)	必要鉄筋量 (cm ²)	実鉄筋量 (cm ²)	鉄筋径 - 間隔 (mm)
頂版	1	11.13	15.89	D16-ctc125 D -ctc	0.00	0.00	D -ctc D -ctc
	2	11.13	15.89	D16-ctc125 D -ctc	0.00	0.00	D -ctc D -ctc
底版	3	9.19	10.14	D13-ctc125 D -ctc	0.00	0.00	D -ctc D -ctc
	4	9.19	10.14	D13-ctc125 D -ctc	0.00	0.00	D -ctc D -ctc
左側壁	1	10.71	15.89	D16-ctc125 D -ctc	0.00	0.00	D -ctc D -ctc
	3	9.28	10.14	D13-ctc125 D -ctc	0.00	0.00	D -ctc D -ctc
右側壁	2	10.71	15.89	D16-ctc125 D -ctc	0.00	0.00	D -ctc D -ctc
	4	9.28	10.14	D13-ctc125 D -ctc	0.00	0.00	D -ctc D -ctc

7-3 支間部

部材名称	位置	外側			内側		
		必要鉄筋量 (cm ²)	実鉄筋量 (cm ²)	鉄筋径 - 間隔 (mm)	必要鉄筋量 (cm ²)	実鉄筋量 (cm ²)	鉄筋径 - 間隔 (mm)
頂版	1	0.00	0.00	D -ctc D -ctc	15.99	22.92	D19-ctc125 D -ctc
底版	2	0.00	0.00	D -ctc D -ctc	15.84	15.89	D16-ctc125 D -ctc
左側壁	3	0.00	0.00	D -ctc D -ctc	0.00	5.07	D13-ctc250 D -ctc
右側壁	4	0.00	0.00	D -ctc D -ctc	0.00	5.07	D13-ctc250 D -ctc

8 底版反力度

8-1 荷重ケース番号 1

荷重ケース名称 : 死無+活1

$$Q'_{1} = \frac{2 \cdot N}{L} \cdot \left(2 - \frac{3 \cdot x_e}{L}\right) = \frac{2 \times 348.26}{4.700} \times \left(2 - \frac{3 \times 2.350}{4.700}\right) = 74.10 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$Q'_{2} = \frac{2 \cdot N}{L} \cdot \left(\frac{3 \cdot x_e}{L} - 1\right) = \frac{2 \times 348.26}{4.700} \times \left(\frac{3 \times 2.350}{4.700} - 1\right) = 74.10 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$x_e = M / N = 818.40 / 348.26 = 2.350 \text{ (m)}$$

$$Q_1 = Q'_{1} + \frac{Q'_{2} - Q'_{1}}{L} \cdot \frac{T_1}{2} = 74.10 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$Q_2 = Q'_{2} + \frac{Q'_{1} - Q'_{2}}{L} \cdot \frac{T_2}{2} = 74.10 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- Q'₁ : 底版左端位置での底版反力度 (kN/m²)
- Q'₂ : 底版右端位置での底版反力度 (kN/m²)
- Q₁ : 底版左側軸線位置での底版反力度 (kN/m²)
- Q₂ : 底版右側軸線位置での底版反力度 (kN/m²)
- x : 鉛直力の作用位置 (底版左端からの距離) (m)
- y : 水平力の作用位置 (底版下面からの距離) (m)
- M : 底版左下端に関する時計回りのモーメント (kN・m)
- xₑ : 底版反力の合力作用位置 (底版左端からの距離) (m)
- N : 底版に作用する鉛直力 (kN)
- L : 底版全幅 (m)
- T₁ : 左側壁厚 (m)
- T₂ : 右側壁厚 (m)

部材名称	荷重名称	鉛直力 V (kN)	水平力 H (kN)	作用位置		モーメント M (kN・m)
				x (m)	y (m)	
頂版	土圧	163.45		2.35		384.11
	自重	48.27		2.35		113.42
	活荷重 1	85.09		2.35		199.96
左側壁	土圧		123.30		1.47	181.02
	自重	25.73		0.18		4.50
右側壁	土圧		-123.30		1.47	-181.02
	自重	25.73		4.53		116.41
合計		348.26	0.00			818.40

8-2 荷重ケース番号2

荷重ケース名称 : 死無+活2

$$Q'_{1} = \frac{2 \cdot N}{L} \cdot \left(2 - \frac{3 \cdot x_e}{L}\right) = \frac{2 \times 348.26}{4.700} \times \left(2 - \frac{3 \times 2.350}{4.700}\right) = 74.10 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$Q'_{2} = \frac{2 \cdot N}{L} \cdot \left(\frac{3 \cdot x_e}{L} - 1\right) = \frac{2 \times 348.26}{4.700} \times \left(\frac{3 \times 2.350}{4.700} - 1\right) = 74.10 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$x_e = M / N = 818.40 / 348.26 = 2.350 \text{ (m)}$$

$$Q_1 = Q'_{1} + \frac{Q'_{2} - Q'_{1}}{L} \cdot \frac{T_1}{2} = 74.10 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$Q_2 = Q'_{2} + \frac{Q'_{1} - Q'_{2}}{L} \cdot \frac{T_2}{2} = 74.10 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- Q'1 : 底版左端位置での底版反力度 (kN/m²)
- Q'2 : 底版右端位置での底版反力度 (kN/m²)
- Q1 : 底版左側軸線位置での底版反力度 (kN/m²)
- Q2 : 底版右側軸線位置での底版反力度 (kN/m²)
- x : 鉛直力の作用位置 (底版左端からの距離) (m)
- y : 水平力の作用位置 (底版下面からの距離) (m)
- M : 底版左下端に関する時計回りのモーメント (kN・m)
- x_e : 底版反力の合力作用位置 (底版左端からの距離) (m)
- N : 底版に作用する鉛直力 (kN)
- L : 底版全幅 (m)
- T₁ : 左側壁厚 (m)
- T₂ : 右側壁厚 (m)

部材名称	荷重名称	鉛直力 V (kN)	水平力 H (kN)	作用位置		モーメント M (kN・m)
				x (m)	y (m)	
頂版	土圧	163.45		2.35		384.11
	自重	48.27		2.35		113.42
	活荷重2	85.09		2.35		199.96
左側壁	土圧		123.30		1.47	181.02
	自重	25.73		0.18		4.50
右側壁	土圧		-123.30		1.47	-181.02
	自重	25.73		4.53		116.41
合計		348.26	0.00			818.40

8-3 荷重ケース番号3

荷重ケース名称 : 死無+活3

$$Q'_{1} = \frac{2 \cdot N}{L} \cdot \left(2 - \frac{3 \cdot x_e}{L}\right) = \frac{2 \times 263.17}{4.700} \times \left(2 - \frac{3 \times 2.350}{4.700}\right) = 55.99 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$Q'_{2} = \frac{2 \cdot N}{L} \cdot \left(\frac{3 \cdot x_e}{L} - 1\right) = \frac{2 \times 263.17}{4.700} \times \left(\frac{3 \times 2.350}{4.700} - 1\right) = 55.99 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$x_e = M / N = 618.44 / 263.17 = 2.350 \text{ (m)}$$

$$Q_1 = Q'_{1} + \frac{Q'_{2} - Q'_{1}}{L} \cdot \frac{T_1}{2} = 55.99 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$Q_2 = Q'_{2} + \frac{Q'_{1} - Q'_{2}}{L} \cdot \frac{T_2}{2} = 55.99 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

- Q'₁ : 底版左端位置での底版反力度 (kN/m²)
- Q'₂ : 底版右端位置での底版反力度 (kN/m²)
- Q₁ : 底版左側軸線位置での底版反力度 (kN/m²)
- Q₂ : 底版右側軸線位置での底版反力度 (kN/m²)
- x : 鉛直力の作用位置 (底版左端からの距離) (m)
- y : 水平力の作用位置 (底版下面からの距離) (m)
- M : 底版左下端に関する時計回りのモーメント (kN・m)
- xₑ : 底版反力の合力作用位置 (底版左端からの距離) (m)
- N : 底版に作用する鉛直力 (kN)
- L : 底版全幅 (m)
- T₁ : 左側壁厚 (m)
- T₂ : 右側壁厚 (m)

部材名称	荷重名称	鉛直力 V (kN)	水平力 H (kN)	作用位置		モーメント M (kN・m)
				x (m)	y (m)	
頂版	土圧	163.45		2.35		384.11
	自重	48.27		2.35		113.42
左側壁	土圧		123.30		1.47	181.02
	自重	25.73		0.18		4.50
	活荷重3		19.25		1.93	37.06
右側壁	土圧		-123.30		1.47	-181.02
	自重	25.73		4.53		116.41
	活荷重3		-19.25		1.93	-37.06
合計		263.17	0.00			618.44

9 地盤反力度

9-1 荷重ケース番号 1

荷重ケース名称 : 死無+活1

$$Q_1 = \frac{2 \cdot N}{L} \cdot \left(2 - \frac{3 \cdot x_e}{L}\right) = \frac{2 \times 415.43}{4.700} \times \left(2 - \frac{3 \times 2.350}{4.700}\right)$$

$$= 88.39 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$Q_2 = \frac{2 \cdot N}{L} \cdot \left(\frac{3 \cdot x_e}{L} - 1\right) = \frac{2 \times 415.43}{4.700} \times \left(\frac{3 \times 2.350}{4.700} - 1\right)$$

$$= 88.39 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$x_e = M / N = 976.26 / 415.43$$

$$= 2.350 \text{ (m)}$$

Q_1 : 底版左端位置での地盤反力度 (kN/m²)

Q_2 : 底版右端位置での地盤反力度 (kN/m²)

x : 鉛直力の作用位置 (底版左端からの距離) (m)

y : 水平力の作用位置 (底版下面からの距離) (m)

M : 底版左下端に関する時計回りのモーメント (kN・m)

x_e : 地盤反力の合力作用位置 (底版左端からの距離) (m)

N : 底版に作用する鉛直力 (kN)

L : 底版全幅 (m)

部材名称	荷重名称	鉛直力 N (kN)	水平力 H (kN)	作用位置		モーメント M (kN・m)
				x (m)	y (m)	
頂版	土圧	176.60		2.35		415.02
	自重	48.27		2.35		113.42
	活荷重 1	85.09		2.35		199.96
底版	自重	54.02		2.35		126.95
左側壁	土圧		139.03		1.62	224.84
	自重	25.73		0.18		4.50
右側壁	土圧		-139.03		1.62	-224.84
	自重	25.73		4.53		116.41
合計		415.43	0.00			976.26

9-2 荷重ケース番号2

荷重ケース名称 : 死無+活2

$$Q_1 = \frac{2 \cdot N}{L} \cdot \left(2 - \frac{3 \cdot x_e}{L}\right) = \frac{2 \times 415.43}{4.700} \times \left(2 - \frac{3 \times 2.350}{4.700}\right)$$

$$= 88.39 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$Q_2 = \frac{2 \cdot N}{L} \cdot \left(\frac{3 \cdot x_e}{L} - 1\right) = \frac{2 \times 415.43}{4.700} \times \left(\frac{3 \times 2.350}{4.700} - 1\right)$$

$$= 88.39 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$x_e = M / N = 976.26 / 415.43$$

$$= 2.350 \text{ (m)}$$

- Q₁ : 底版左端位置での地盤反力度 (kN/m²)
- Q₂ : 底版右端位置での地盤反力度 (kN/m²)
- x : 鉛直力の作用位置 (底版左端からの距離) (m)
- y : 水平力の作用位置 (底版下面からの距離) (m)
- M : 底版左下端に関する時計回りのモーメント (kN・m)
- x_e : 地盤反力の合力作用位置 (底版左端からの距離) (m)
- N : 底版に作用する鉛直力 (kN)
- L : 底版全幅 (m)

部材名称	荷重名称	鉛直力 N (kN)	水平力 H (kN)	作用位置		モーメント M (kN・m)
				x (m)	y (m)	
頂版	土圧	176.60		2.35		415.02
	自重	48.27		2.35		113.42
	活荷重2	85.09		2.35		199.96
底版	自重	54.02		2.35		126.95
左側壁	土圧		139.03		1.62	224.84
	自重	25.73		0.18		4.50
右側壁	土圧		-139.03		1.62	-224.84
	自重	25.73		4.53		116.41
合計		415.43	0.00			976.26

9-3 荷重ケース番号3

荷重ケース名称 : 死無+活3

$$Q_1 = \frac{2 \cdot N}{L} \cdot \left(2 - \frac{3 \cdot x_e}{L}\right) = \frac{2 \times 330.34}{4.700} \times \left(2 - \frac{3 \times 2.350}{4.700}\right)$$

$$= 70.29 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$Q_2 = \frac{2 \cdot N}{L} \cdot \left(\frac{3 \cdot x_e}{L} - 1\right) = \frac{2 \times 330.34}{4.700} \times \left(\frac{3 \times 2.350}{4.700} - 1\right)$$

$$= 70.29 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$x_e = M / N = 776.30 / 330.34$$

$$= 2.350 \text{ (m)}$$

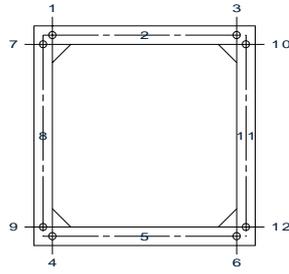
- Q₁ : 底版左端位置での地盤反力度 (kN/m²)
- Q₂ : 底版右端位置での地盤反力度 (kN/m²)
- x : 鉛直力の作用位置 (底版左端からの距離) (m)
- y : 水平力の作用位置 (底版下面からの距離) (m)
- M : 底版左下端に関する時計回りのモーメント (kN・m)
- x_e : 地盤反力の合力作用位置 (底版左端からの距離) (m)
- N : 底版に作用する鉛直力 (kN)
- L : 底版全幅 (m)

部材名称	荷重名称	鉛直力 N (kN)	水平力 H (kN)	作用位置		モーメント M (kN・m)
				x (m)	y (m)	
頂版	土圧	176.60		2.35		415.02
	自重	48.27		2.35		113.42
底版	自重	54.02		2.35		126.95
左側壁	土圧		139.03		1.62	224.84
	自重	25.73		0.18		4.50
	活荷重3		19.25		1.93	37.06
右側壁	土圧		-139.03		1.62	-224.84
	自重	25.73		4.53		116.41
	活荷重3		-19.25		1.93	-37.06
合計		330.34	0.00			776.30

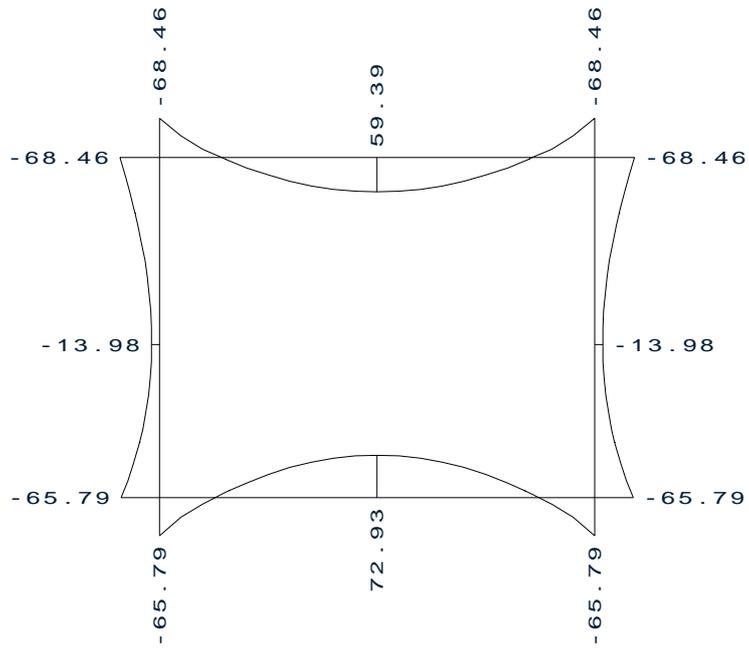
10 設計断面力の集計

10-1 曲げモーメント

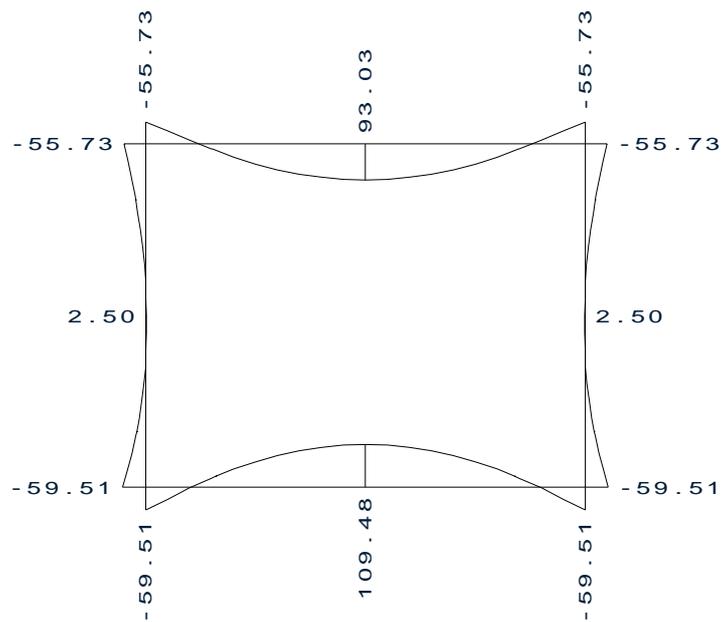
1) 照査位置



2) 外側引張



3) 内側引張



4) 外側引張発生時断面力

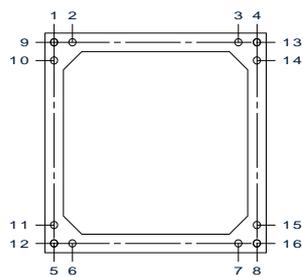
部材名称	照査位置	断面力		組合せ ケース 番号
		M (kN・m)	N (kN)	
頂版	1	-68.46	53.63	1
	2	0.00	0.00	
	3	-68.46	53.63	1
底版	4	-65.79	69.67	1
	5	0.00	0.00	
	6	-65.79	69.67	1
左側壁	7	-68.46	148.40	1
	8	-13.98	162.55	1
	9	-65.79	174.13	1
右側壁	10	-68.46	148.40	1
	11	-13.98	162.55	1
	12	-65.79	174.13	1

5) 内側引張発生時断面力

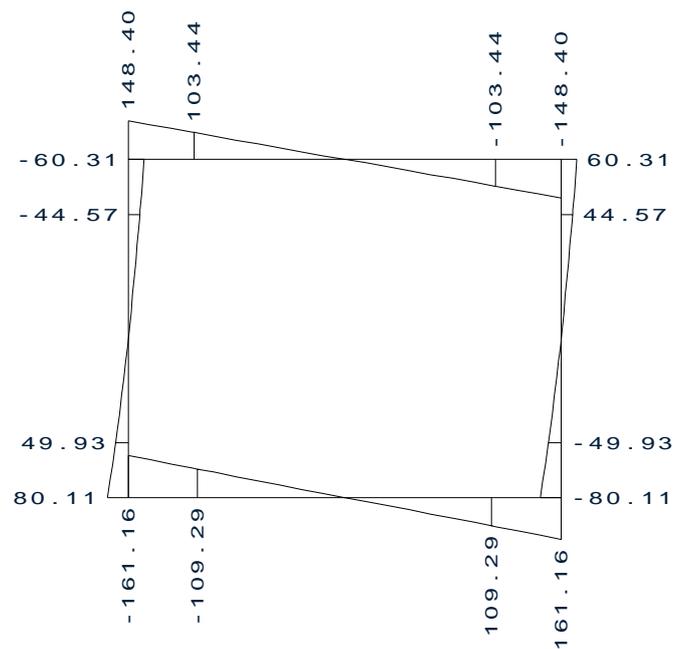
部材名称	照査位置	断面力		組合せ ケース 番号
		M (kN・m)	N (kN)	
頂版	1	0.00	0.00	
	2	93.03	53.63	1
	3	0.00	0.00	
底版	4	0.00	0.00	
	5	109.48	69.67	1
	6	0.00	0.00	
左側壁	7	0.00	0.00	
	8	2.50	118.72	3
	9	0.00	0.00	
右側壁	10	0.00	0.00	
	11	2.50	118.72	3
	12	0.00	0.00	

10-2 せん断応力度照査位置での断面力

1) 照査位置



2) せん断力図



3) 断面力

部材名称	照査位置	断面力			組合せ ケース 番号
		M (kN・m)	N (kN)	S (kN)	
頂版	1	-68.46	53.63	148.40	2
	2	14.68	53.63	103.44	2
	3	14.68	53.63	-103.44	2
	4	-68.46	53.63	-148.40	2
底版	5	-65.79	69.67	-161.16	2
	6	28.87	69.67	-109.29	2
	7	28.87	69.67	109.29	2
	8	-65.79	69.67	161.16	2
左側壁	9	-55.73	105.86	-60.31	3
	10	-26.23	110.06	-44.57	3
	11	-23.23	127.38	49.93	3
	12	-59.51	131.58	80.11	3
右側壁	13	-55.73	105.86	60.31	3
	14	-26.23	110.06	44.57	3
	15	-23.23	127.38	-49.93	3
	16	-59.51	131.58	-80.11	3

11 設計断面の照査

11-1 曲げ応力度

上段：外側引張，鉄筋 - 相互配筋 1

下段：内側引張，鉄筋 - 相互配筋 2

部材名称	照査位置	モーメント M (kN・m)	軸力 N (kN)	必要鉄筋量 (cm ²)	外側鉄筋 径と間隔 鉄筋量 (cm ²)	内側鉄筋 径と間隔 鉄筋量 (cm ²)	中立軸 x (cm)	実応力度		許容応力度	
								c (N/mm ²)	s (N/mm ²)	ca (N/mm ²)	sa (N/mm ²)
頂版	左隅角部	-68.46	53.63	11.13	D16@125 D 0@ 0	D 0@ 0 D 0@ 0	11.40	4.53	128.8	7.00	180.0
		0.00	0.00	0.00	15.89	0.00	0.00	0.00	0.0	7.00	180.0
	支間	0.00	0.00	0.00	D 0@ 0 D 0@ 0	D19@125 D 0@ 0	0.00	0.00	0.0	7.00	180.0
		93.03	53.63	15.99	0.00	22.92	12.81	5.43	128.5	7.00	180.0
	右隅角部	-68.46	53.63	11.13	D16@125 D 0@ 0	D 0@ 0 D 0@ 0	11.40	4.53	128.8	7.00	180.0
		0.00	0.00	0.00	15.89	0.00	0.00	0.00	0.0	7.00	180.0
底版	左隅角部	-65.79	69.67	9.19	D13@125 D 0@ 0	D 0@ 0 D 0@ 0	10.32	4.57	164.1	7.00	180.0
		0.00	0.00	0.00	10.14	0.00	0.00	0.00	0.0	7.00	180.0
	支間	0.00	0.00	0.00	D 0@ 0 D 0@ 0	D16@125 D 0@ 0	0.00	0.00	0.0	7.00	180.0
		109.48	69.67	15.84	0.00	15.89	12.34	5.75	179.5	7.00	180.0
	右隅角部	-65.79	69.67	9.19	D13@125 D 0@ 0	D 0@ 0 D 0@ 0	10.32	4.57	164.1	7.00	180.0
		0.00	0.00	0.00	10.14	0.00	0.00	0.00	0.0	7.00	180.0
左側壁	上隅角部	-68.46	148.40	10.71	D16@125 D 0@ 0	D 0@ 0 D 0@ 0	11.65	5.98	125.9	7.00	180.0
		0.00	0.00	0.00	15.89	0.00	0.00	0.00	0.0	7.00	180.0
	支間	-13.98	162.55	0.00	D 0@ 0 D 0@ 0	D13@250 D 0@ 0	0.00	0.00	0.0	7.00	180.0
		2.50	118.72	0.00	0.00	5.07	0.00	0.45	-3.9	7.00	180.0
	下隅角部	-65.79	174.13	9.28	D13@125 D 0@ 0	D 0@ 0 D 0@ 0	10.42	6.58	166.4	7.00	180.0
		0.00	0.00	0.00	10.14	0.00	0.00	0.00	0.0	7.00	180.0
右側壁	上隅角部	-68.46	148.40	10.71	D16@125 D 0@ 0	D 0@ 0 D 0@ 0	11.65	5.98	125.9	7.00	180.0
		0.00	0.00	0.00	15.89	0.00	0.00	0.00	0.0	7.00	180.0
	支間	-13.98	162.55	0.00	D 0@ 0 D 0@ 0	D13@250 D 0@ 0	0.00	0.00	0.0	7.00	180.0
		2.50	118.72	0.00	0.00	5.07	0.00	0.45	-3.9	7.00	180.0
	下隅角部	-65.79	174.13	9.28	D13@125 D 0@ 0	D 0@ 0 D 0@ 0	10.42	6.58	166.4	7.00	180.0
		0.00	0.00	0.00	10.14	0.00	0.00	0.00	0.0	7.00	180.0

11-2 せん断応力度

$$= \frac{|S|}{b \cdot d} \cdot 10^{-3} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

b : 部材幅 (1.000 m)

部材名称	照査位置	せん断力 S (kN)	有効高さ d (m)	せん断応力度 (N/mm ²)	許容応力度 ^a (N/mm ²)
頂版	左節点	148.4	0.330	0.450	0.720
	左節点2d	103.4	0.330	0.313	0.360
	右節点2d	-103.4	0.330	0.313	0.360
	右節点	-148.4	0.330	0.450	0.720
底版	左節点	-161.2	0.350	0.460	0.720
	左節点2d	-109.3	0.350	0.312	0.360
	右節点2d	109.3	0.350	0.312	0.360
	右節点	161.2	0.350	0.460	0.720
左側壁	上節点	-60.3	0.280	0.215	0.720
	上節点2d	-44.6	0.280	0.159	0.360
	下節点2d	49.9	0.280	0.178	0.360
	下節点	80.1	0.280	0.286	0.720
右側壁	上節点	60.3	0.280	0.215	0.720
	上節点2d	44.6	0.280	0.159	0.360
	下節点2d	-49.9	0.280	0.178	0.360
	下節点	-80.1	0.280	0.286	0.720

12 主鉄筋の定着位置の計算

12-1 隅角部

隅角部の主鉄筋の定着長位置は、主鉄筋の配筋量が計算上必要とならない位置から定着長を加えた長さとする。

1) 主鉄筋の配筋量が計算上必要とならない位置から定着長を加えた長さ

$$L = L_1 + L_2 \text{ (cm)}$$

$$L_2 = L_s + d_1 + L_x \text{ (cm)}$$

L : 定着位置 (cm)

L_1 : 抵抗曲げモーメントと設計曲げモーメントが等しくなる交点 (cm)

L_2 : 定着長 (cm)

L_s : モーメントシフト量 (cm)

L_x : 鉄筋径から決まる定着長 (cm)

位置	部材名称	L_1 (cm)	L_2 (cm)	L_s (cm)	L_x (cm)	L (cm)
1	頂版	19.1	106.5	17.5	56.0	125.6
	左側壁	40.2	104.0	20.0	56.0	144.2
2	頂版	19.1	106.5	17.5	56.0	125.6
	右側壁	40.2	104.0	20.0	56.0	144.2
3	底版	19.5	98.5	17.5	46.0	118.0
	左側壁	39.8	96.5	22.5	46.0	136.3
4	底版	19.5	98.5	17.5	46.0	118.0
	右側壁	39.8	96.5	22.5	46.0	136.3

12-2 支間部

1) 主鉄筋の配筋量が計算上必要とならない位置から定着長を加えた長さ

$$L_i = L_1 - L_2 \text{ (cm)}$$

$$L_2 = d_2 + L_x \text{ (cm)}$$

L_i : 定着位置 (cm)

L_1 : 抵抗曲げモーメントと設計曲げモーメントが等しくなる交点 (cm)

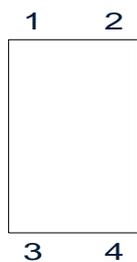
L_2 : 定着長 (cm)

L_x : 鉄筋径から決まる定着長 (cm)

d_2 : 有効高 (cm)

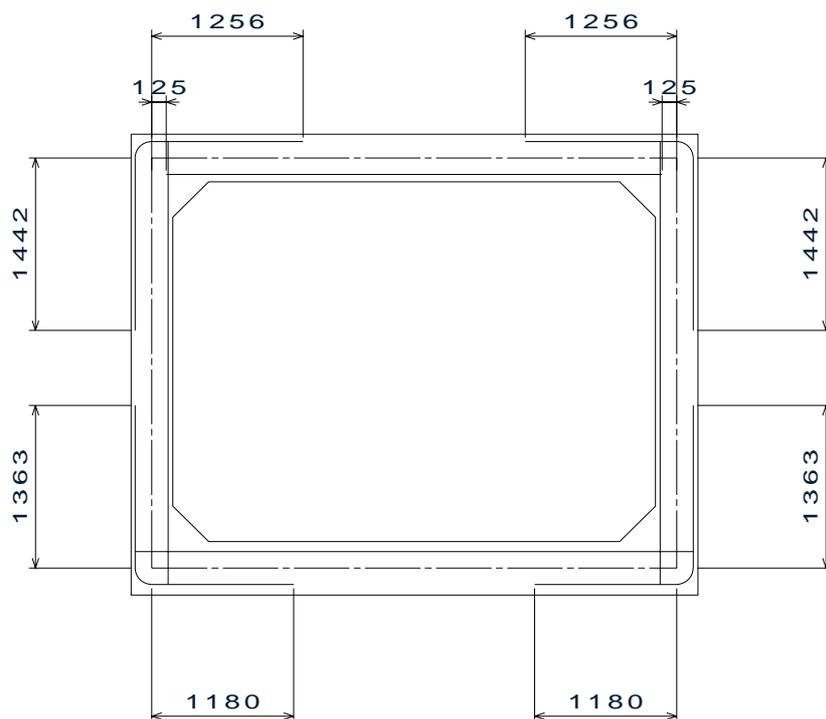
位置	部材名称	L_1 (cm)	L_2 (cm)	L_x (cm)	L_i (cm)
1	頂版	112.5	100.0	67.0	12.5
	左側壁	0.0	74.0	46.0	0.0
2	頂版	112.5	100.0	67.0	12.5
	右側壁	0.0	74.0	46.0	0.0
3	底版	92.0	94.0	56.0	0.0
	左側壁	0.0	74.0	46.0	0.0
4	底版	92.0	94.0	56.0	0.0
	右側壁	0.0	74.0	46.0	0.0

12-3 定着位置



位置	部材名称	L _o (cm)	L _i (cm)
1	頂版	125.6	12.5
	左側壁	144.2	0.0
2	頂版	125.6	12.5
	右側壁	144.2	0.0
3	底版	118.0	0.0
	左側壁	136.3	0.0
4	底版	118.0	0.0
	右側壁	136.3	0.0

定着位置 (mm)



3) 主鉄筋の配筋量が計算上必要とならない位置から定着長を加えた長さ

主鉄筋が計算上必要とならない位置とは、主鉄筋の量の1/3の鉄筋量を配筋した断面がもつ抵抗曲げモーメントと設計曲げモーメントが等しくなる交点を表す。

抵抗曲げモーメントは、コンクリートの曲げ圧縮応力度が許容値に達する場合と、鉄筋の曲げ引張応力度が許容値に達する場合の両者について求め、そのうちの小さい方とする。

M_{rc} : コンクリートが許容値に達する場合の抵抗曲げモーメント (kN・m)

M_{rs} : 鉄筋が許容値に達する場合の抵抗曲げモーメント (kN・m)

c : コンクリートの曲げ圧縮応力度 (N/mm²)

c_a : コンクリートの許容曲げ圧縮応力度 (N/mm²)

s : 鉄筋の曲げ引張応力度 (N/mm²)

s_a : 鉄筋の許容曲げ引張応力度 (N/mm²)

n : ヤング係数比

N : 軸力 (kN)

A_s : 鉄筋量 (cm²)

h : 部材高 (cm)

b : 部材幅 (cm)

$$c = h / 2 - d'$$

d' : 鉄筋かぶり (cm)

・コンクリートの曲げ圧縮応力度が許容値に達する場合の抵抗曲げモーメント

$$M_{rc} = \frac{b \cdot x \cdot c_a}{12} \cdot (3h - 2x) + s \cdot A_s \cdot c$$

$$x = \frac{\frac{N}{c_a} - n \cdot A_s + \sqrt{\left(\frac{N}{c_a} - n \cdot A_s\right)^2 + b \cdot n \cdot A_s \cdot (2c + h)}}{b}$$

$$s = \frac{n \cdot c_a \cdot (2c + h - 2x)}{2x}$$

・鉄筋の曲げ引張応力度が許容値に達する場合の抵抗曲げモーメント

$$M_{rs} = \frac{b \cdot x \cdot c}{12} \cdot (3h - 2x) + s_a \cdot A_s \cdot c$$

$$x = \frac{-n \cdot (A_s \cdot s_a + N) \cdot \left(1 - \sqrt{1 + \frac{2b \cdot s_a \cdot (c + h/2)}{(A_s \cdot s_a + N) \cdot n}}\right)}{b \cdot s_a}$$

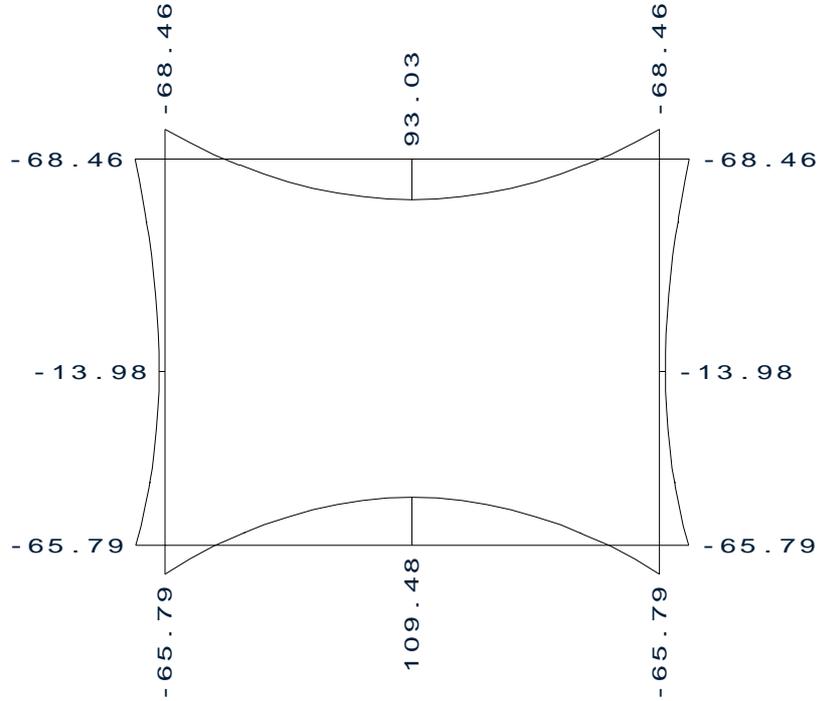
$$c = \frac{2x \cdot s_a}{(2c + h - 2x) \cdot n}$$

13 断面力の出力

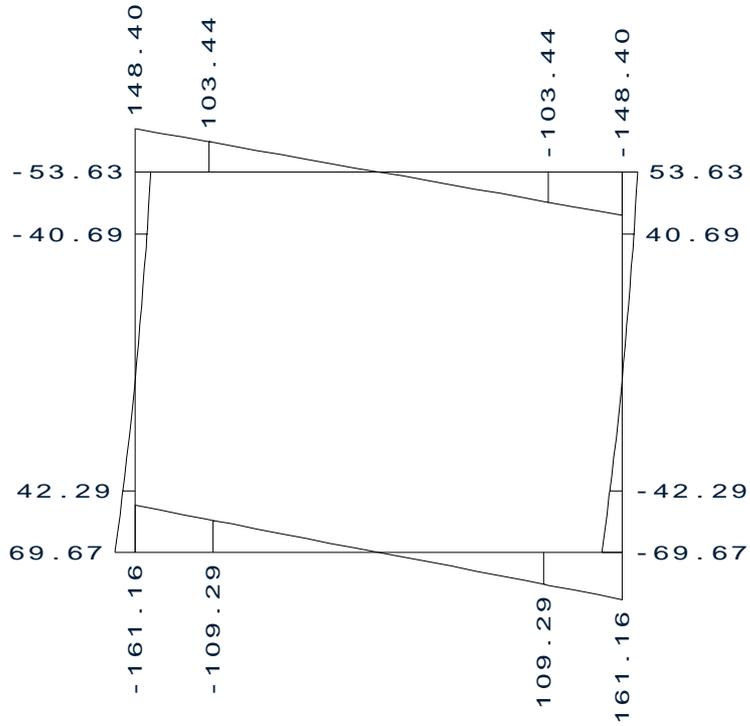
13-1 荷重ケース番号 1

荷重ケース名称 : 死無+活1

1) 曲げモーメント



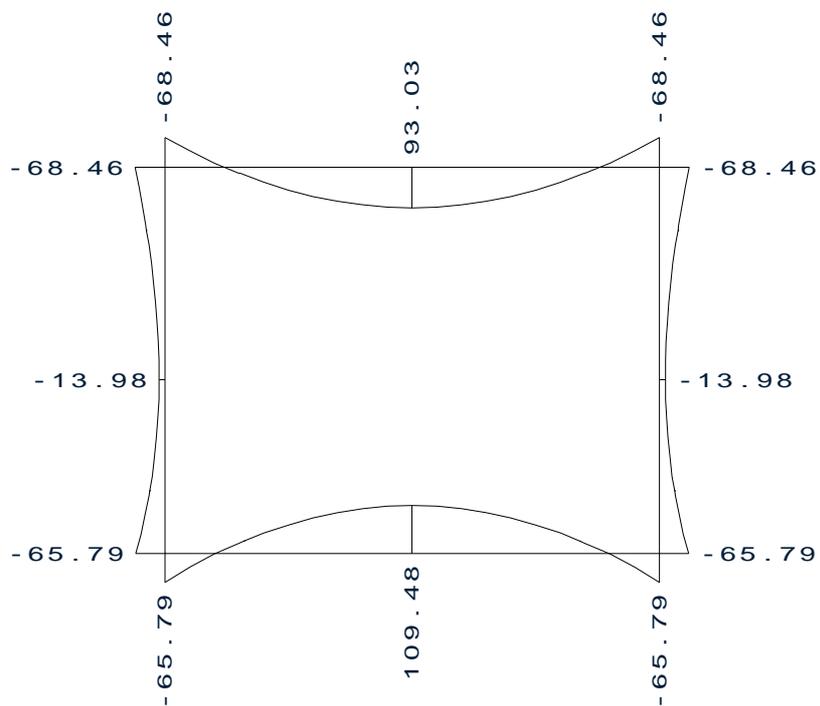
2) せん断力



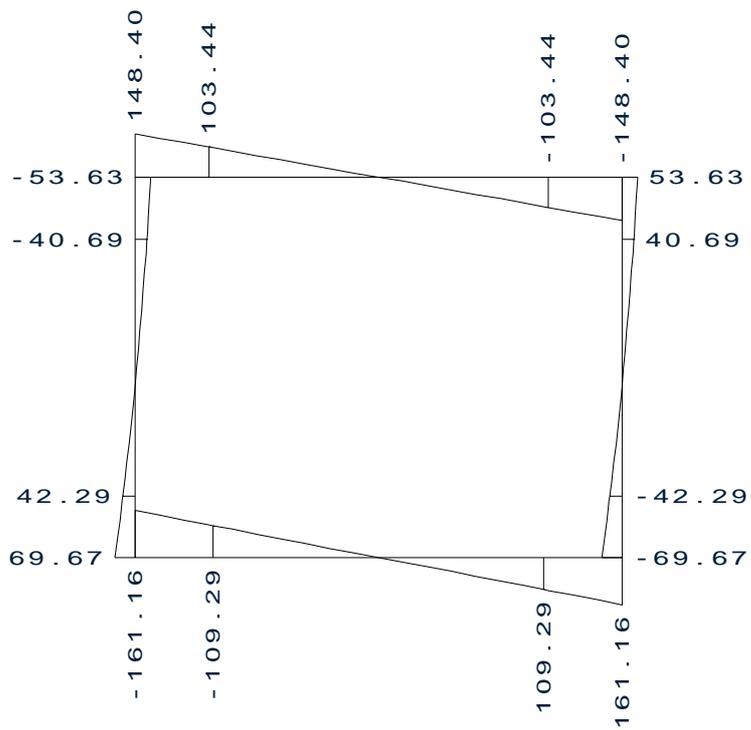
13-2 荷重ケース番号2

荷重ケース名称 : 死無+活2

1) 曲げモーメント



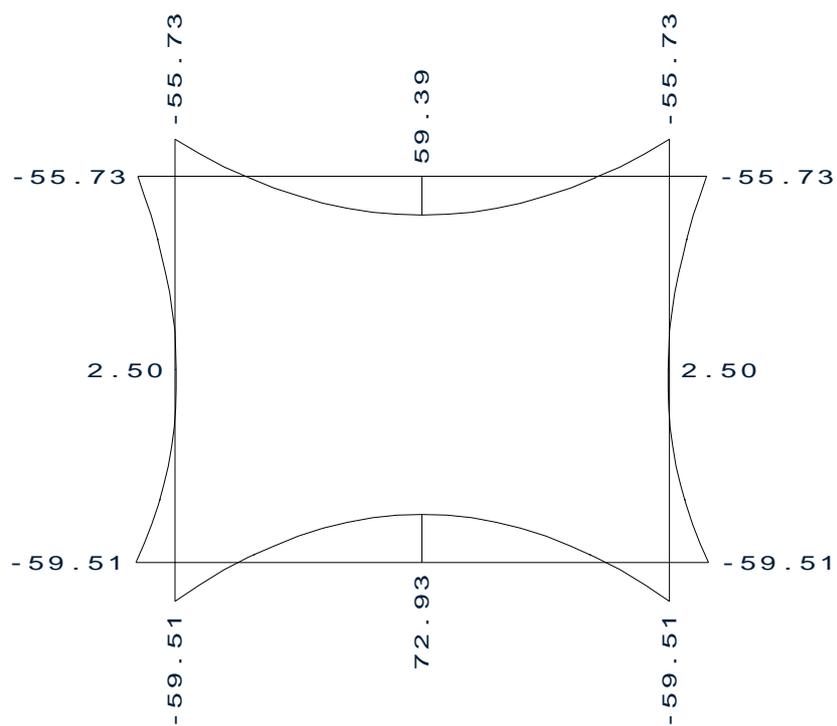
2) せん断力



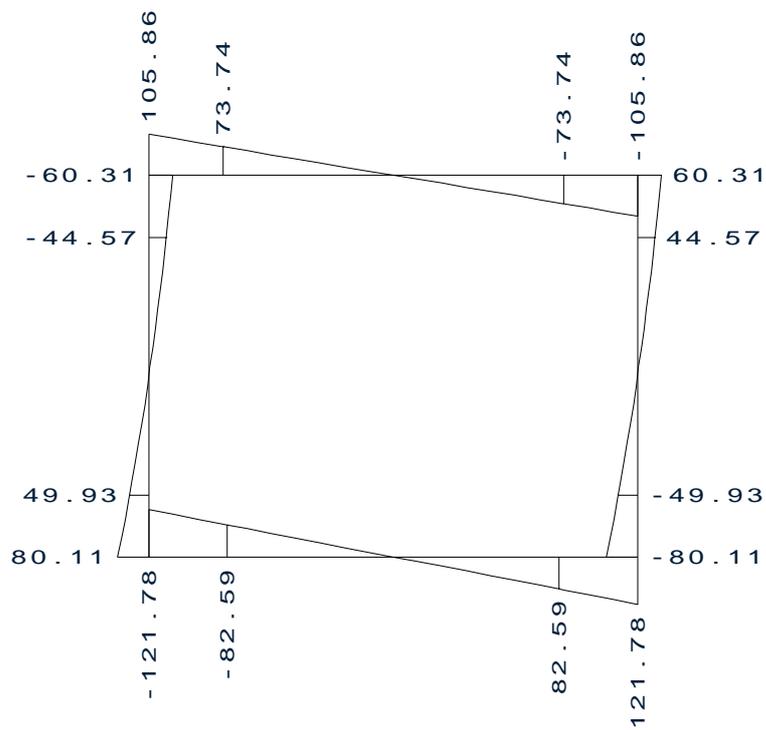
13-3 荷重ケース番号3

荷重ケース名称 : 死無+活3

1) 曲げモーメント



2) せん断力



14 左口-左ウイング の設計

データタイトル：

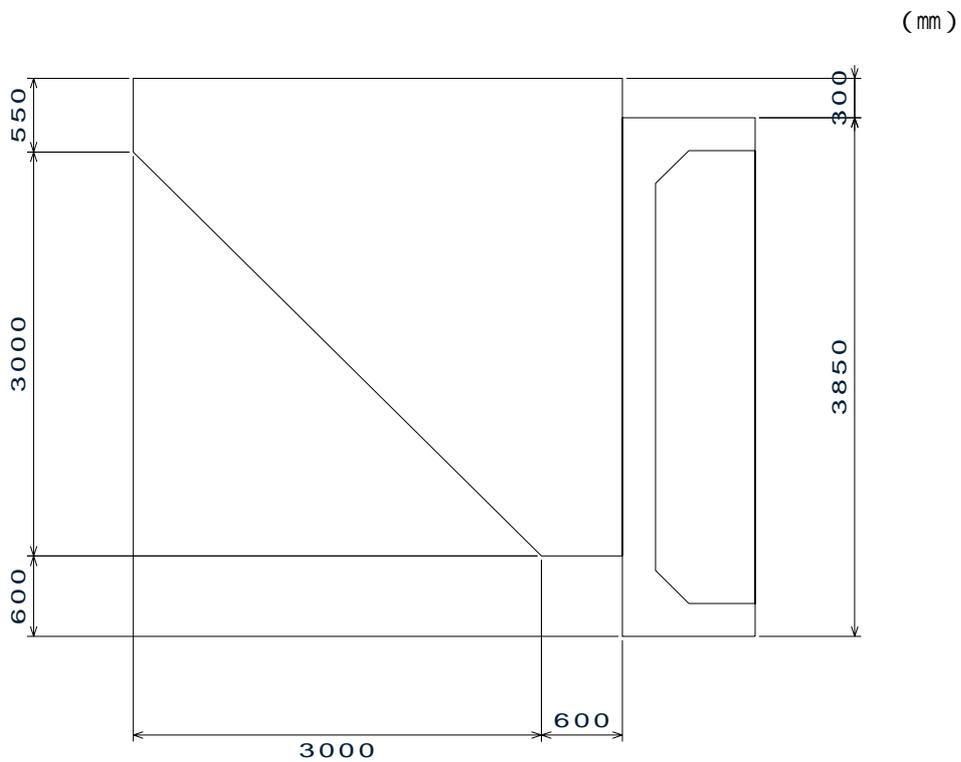
14-1 設計条件

K	= 0.500	静止土圧係数
	= 18.000 (kN/m ³)	土の単位重量
q	= 10.000 (kN/m ²)	載荷重
h ₀	= q /	載荷重換算高さ
	= 0.556 (m)	
σ _k	= 21.00 (N/mm ²)	コンクリートの設計基準強度
σ _{ca}	= 7.00 (N/mm ²)	コンクリートの許容曲げ圧縮応力度
σ _{sa}	= 180.00 (N/mm ²)	鉄筋の許容曲げ引張応力度
σ _{sa}	= 200.00 (N/mm ²)	鉄筋の許容曲げ引張応力度(定着)
α	= 0.36 (N/mm ²)	コンクリートの許容せん断応力度
β ₁	= 1.000	曲げモーメントの割増し係数
β ₂	= 1.000	せん断力の割増し係数
β	= 1.200	任意荷重作用時の許容応力度の割増し係数

任意荷重

項目	単位	付け根	1 断面
位置	m	0.000	2.500
曲げモーメント	M _f	kN・m/m	0.000
せん断力	S _f	kN	0.000

14-2 形状寸法



14-3 断面力計算

14-3-1 土圧による断面力

位置：付け根

1) 台形部の断面力

$$\begin{aligned}M_a &= \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot K \cdot \left[\frac{a^2 \cdot L_a^4}{12} + \frac{a \cdot (h_1 + h_0) \cdot L_a^3}{3} + \frac{h_0 \cdot (h_1 + 2h_0) \cdot L_a^2}{2} \right] \\&= \frac{1}{2} \times 18.000 \times 0.500 \times \left(\frac{1.000^2 \times 3.000^4}{12} + \frac{1.000 \times (0.550 + 0.556) \times 3.000^3}{3} \right. \\&\quad \left. + \frac{0.550 \times (0.550 + 2 \times 0.556) \times 3.000^2}{2} \right) \\&= 93.651 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \\S_a &= \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot K \cdot \left[\frac{a^2 \cdot L_a^3}{3} + a \cdot (h_1 + h_0) \cdot L_a^2 + h_0 \cdot (h_1 + 2h_0) \cdot L_a \right] \\&= \frac{1}{2} \times 18.000 \times 0.500 \times \left(\frac{1.000^2 \times 3.000^3}{3} + 1.000 \times (0.550 + 0.556) \times 3.000 \right. \\&\quad \left. + 0.550 \times (0.550 + 2 \times 0.556) \times 3.000 \right) \\&= 97.609 \text{ (kN)}\end{aligned}$$

2) 矩形部の断面力

$$\begin{aligned}M_b &= \frac{1}{4} \cdot \gamma \cdot K \cdot h_2^2 \cdot (h_2 + 2h_0) \cdot L_b^2 \\&= \frac{1}{4} \times 18.000 \times 0.500 \times 3.550 \times (3.550 + 2 \times 0.556) \times 0.600^2 \\&= 13.403 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \\S_b &= \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot K \cdot h_2^2 \cdot (h_2 + 2h_0) \cdot L_b \\&= \frac{1}{2} \times 18.000 \times 0.500 \times 3.550 \times (3.550 + 2 \times 0.556) \times 0.600 \\&= 44.677 \text{ (kN)}\end{aligned}$$

3) 合成断面力

$$\begin{aligned}M_d &= M_a + S_a \cdot L_b + M_b = 93.651 + 97.609 \times 0.600 + 13.403 \\&= 165.619 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \\S_d &= S_a + S_b = 97.609 + 44.677 \\&= 142.286 \text{ (kN)}\end{aligned}$$

位置：1断面

1) 台形部の断面力

$$\begin{aligned} M_a &= \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot K \cdot \left[\frac{a^2 \cdot L_a^4}{12} + \frac{a \cdot (h_1 + h_0) \cdot L_a^3}{3} + \frac{h_1 \cdot (h_1 + 2h_0) \cdot L_a^2}{2} \right] \\ &= \frac{1}{2} \times 18.000 \times 0.500 \times \left(\frac{1.000^2 \times 1.100^4}{12} + \frac{1.000 \times (0.550 + 0.556) \times 1.100^3}{3} \right. \\ &\quad \left. + \frac{0.550 \times (0.550 + 2 \times 0.556) \times 1.100^2}{2} \right) \\ &= 5.244 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_a &= \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot K \cdot \left[\frac{a^2 \cdot L_a^3}{3} + a \cdot (h_1 + h_0) \cdot L_a^2 + h_1 \cdot (h_1 + 2h_0) \cdot L_a \right] \\ &= \frac{1}{2} \times 18.000 \times 0.500 \times \left(\frac{1.000^2 \times 1.100^3}{3} + 1.000 \times (0.550 + 0.556) \times 1.100^2 \right. \\ &\quad \left. + 0.550 \times (0.550 + 2 \times 0.556) \times 1.100 \right) \\ &= 12.539 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

2) 合成断面力

$$\begin{aligned} M_d &= M_a + S_a \cdot L_b + M_b = 5.244 + 12.539 \times 0.000 + 0.000 \\ &= 5.244 \text{ (kN}\cdot\text{m)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_d &= S_a + S_b = 12.539 + 0.000 \\ &= 12.539 \text{ (kN)} \end{aligned}$$

L_a : 台形部ウイング長 (m)

a : $1/n - 1/m$

L_b : 矩形部ウイング長 (m)

n : 下端テーパ部の勾配

h_1 : 台形部ウイング先端高 (m)

m : 天端部の勾配比

h_2 : 矩形部ウイング高 (m)

M_a : 台形部の曲げモーメント (kN·m)

S_a : 台形部のせん断力 (kN)

M_b : 矩形部の曲げモーメント (kN·m)

S_b : 矩形部のせん断力 (kN)

M_d : 合成曲げモーメント (kN·m)

S_d : 合成せん断力 (kN)

14-4 設計断面力

$$M = \frac{1}{h} \cdot M_d \cdot \gamma_1 + M_f$$

$$S = \frac{1}{h} \cdot (S_d + S_f) \cdot \gamma_2$$

M : ウィング付け根から x 位置における曲げモーメント (kN・m/m)

S : ウィング付け根から x 位置におけるせん断力 (kN/m)

h : ウィング付け根から x 位置におけるウィング高 (m)

γ_1 : 曲げモーメントの割増し係数

γ_2 : せん断力の割増し係数

14-4-1 常時

項目		単位	付け根	1 断面
付け根からの距離	x	m	0.000	2.500
ウィング高	h	m	3.550	1.650
曲げモーメント				
土圧	M_d	kN・m	165.619	5.244
単位幅当たり	M	kN・m/m	46.653	3.178
せん断力				
土圧	S_d	kN	142.286	12.539
単位幅当たり	S	kN/m	40.080	7.599

14-5 応力度計算

14-5-1 常時

項目		単位	付け根	1断面
付け根からの距離	x	m	0.000	2.500
曲げモーメント	M	kN・m/m	46.653	3.178
せん断力	S	kN/m	40.080	7.599
部材幅	b	m	1.000	1.000
部材高	h	m	0.450	0.450
有効高	D	m	0.380	0.380
かぶり	d'	m	0.070	0.070
使用鉄筋	径	mm	D13	D13
	間隔	mm	@125	@125
	鉄筋量 A_s	cm ²	10.136	10.136
実応力度	c	N/mm ²	2.865	0.195
	s	N/mm ²	131.929	8.987
		N/mm ²	0.105	0.020
許容応力度	ca	N/mm ²	7.000	7.000
	sa	N/mm ²	180.000	180.000
	a	N/mm ²	0.360	0.360

14-6 主鉄筋定着位置

主鉄筋の定着位置は、抵抗曲げモーメントと設計曲げモーメントとの交点から定着長を加えた長さとする。

14-6-1 抵抗曲げモーメント

項目	単位	計算値
部材幅 b	m	1.000
部材高 h	m	0.450
有効高 D	m	0.380
ヤング係数比 n		15.000
使用鉄筋 径	mm	D13
使用鉄筋 間隔	mm	@250
使用鉄筋 鉄筋量 A_s	cm ²	5.068
許容応力度 ca	N/mm ²	7.000
sa	N/mm ²	200.000
抵抗曲げモーメント M_R	kN・m	36.193

14-6-2 抵抗曲げモーメントと設計曲げモーメントとの交点

項目	単位	計算値
付け根からの距離 x	m	0.000
有効幅 h	m	3.550
曲げモーメント M	kN・m	165.619
単位幅当たり M_U	kN・m/m	46.653
せん断力 S	kN	142.286
単位幅当たり S_U	kN/m	40.080

14-6-3 定着位置

定着鉄筋 D13

定着長 $L_o = 0.460$ (m)

定着位置 $L = x + L_o = 0.460$ (m)