

表紙

目次

1章 設計条件	1
1.1 一般事項	1
1.2 基本データ	1
1.3 地層データ	3
1.4 基準値	3
1.4.1 設計用設定値	3
1.4.2 鋼材	3
2章 結果一覧	5
2.1 ライナープレート	5
3章 土圧の算定	6
4章 横断面の設計	7
4.1 設計位置 G.L. -4.000 m	7

1章 設計条件

保存ファイル名:Sample-7(Rectangle).f7L

1.1 一般事項

タイトル :
コメント :
業務名 :
構造物名 :
所在地 :
施工箇所 :
事業所名 :
受注者 :
管理技術者 :
作成年月日 :

1.2 基本データ

適用基準

ライナープレート設計・施工マニュアル

形状

立坑形式 : 矩形立坑
立坑寸法
短径 S : 2.421 m
長径 L : 5.404 m
長さ H : 4.000 m
支保工 : 設置しない

土圧

算定式 : 静止土圧の式
偏土圧 : 考慮しない
地すべり土圧 : 考慮しない

上載荷重

上載荷重 q_1 : 10.000 kN/m²

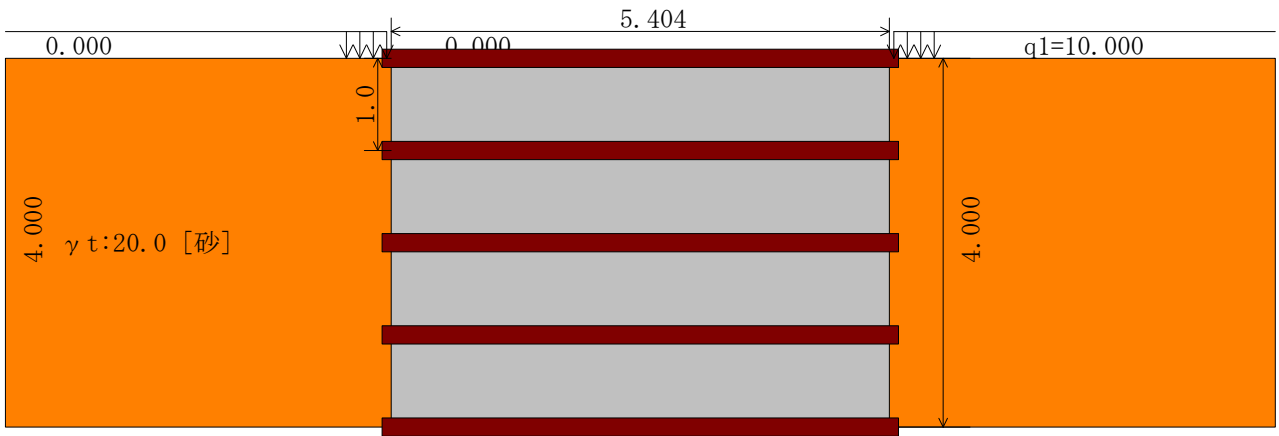
地下水位の影響

地下水位の影響 : 考慮しない

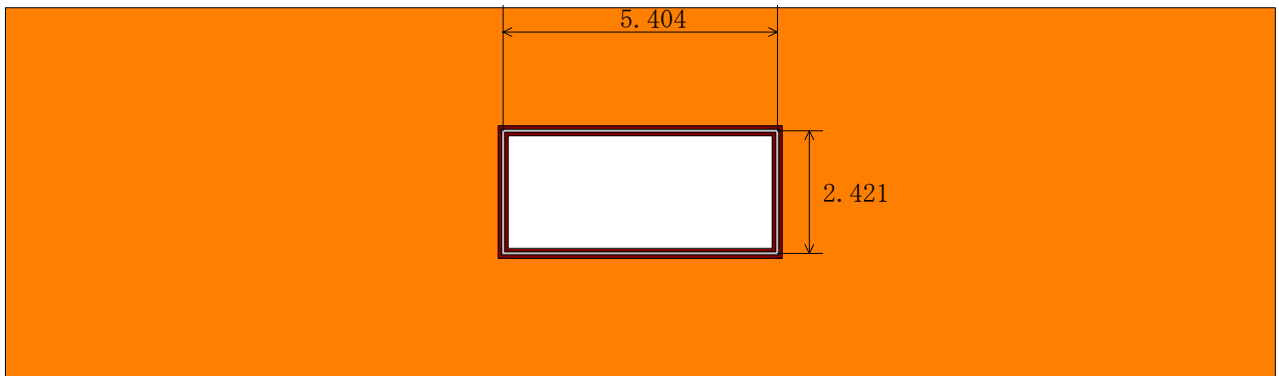
任意の土圧

任意の土圧 : 一定としない

[正面図]



[平面図]



ライナープレートの配置

天端 G.L. 0.000 m

No	区間長 m	ライナープレート 鋼材No	ライナープレート 鋼材名称	補強材ピッチ m	補強材 鋼材No	補強材鋼材名称
1	4.000	1	LinerPlate t2.7 mm	1.0	5	H-200×200× 8×12

No	区間長 m	ボルトNo	ボルト名称
1	4.000	3	M20

1.3 地層データ

地表面天端 G.L. 0.000 m

No	層厚 (m)	土質種類	湿潤単位重量 γ_t (kN/m ³)	水中単位重量 γ' (kN/m ³)	内部摩擦角 ϕ (度)	粘着力 C_0 (kN/m ²)	静止土圧係数 K_0
1	4.000	砂質土	20.0	11.0	30.00	0.0	0.50

※土圧係数: 静止土圧係数 K_0 を用いる。

※土圧強度: 深度15mまでは直線変化とし、15m以深で一定の土圧分布とする。

1.4 基準値

1.4.1 設計用設定値

- (1) 土圧合力Pの作用深さ割合 m 0.55
- (2) 土圧の照査ピッチ 0.5 m
- (3) 水の単位体積重量 γ_w 10.0 kN/m³
- (4) 弾性係数 E 2.000×10⁵ N/mm²
- (5) クリープ係数 Fd 1.5
- (6) 据付角係数 Fk 0.1
- (7) 地盤反力係数 Kh 10000 kN/m³
- (8) ライナープレートの許容曲げ応力度 σ_{La} 180.0 N/mm²
- (9) 補強リングの許容曲げ応力度 σ_{Ha} 210.0 N/mm²
- (10) 継手板の許容曲げ応力度 σ_{Ha} 210.0 N/mm²
- (11) 縦梁の許容曲げ応力度 σ_{Sa} 210.0 N/mm²
- (12) 継手板厚 t 12 mm
- (13) 継手ボルトの本数 n 6 本
- (14) ボルト孔の直径 d 25 mm
- (15) ボルトの許容せん断応力度 τ_a 300.0 N/mm²

1.4.2 鋼材

(1)H形鋼

No	鋼材名称	H (mm)	B (mm)	tw (mm)	tf (mm)	A (cm ²)	w (kg/m)
1	H-100×100× 6× 8	100	100	6.0	8	21.59	16.9
2	H-125×125× 6× 9	125	125	6.5	9	30.00	23.6
3	H-150×150× 7×10	150	150	7.0	10	39.65	31.1
4	H-175×175× 7×11	175	175	7.5	11	51.42	40.4
5	H-200×200× 8×12	200	200	8.0	12	63.53	49.9
6	H-250×250× 9×14	250	250	9.0	14	91.43	71.8
7	H-300×300×10×15	300	300	10.0	15	118.40	93.0

No	鋼材名称	I_x (cm^4)	I_y (cm^4)	Z_x (cm^3)	Z_y (cm^3)	i_x (cm)	i_y (cm)	i (cm)
1	H-100×100×6×8	378	134	76	27	4.18	2.49	2.75
2	H-125×125×6×9	839	293	134	47	5.29	3.13	3.45
3	H-150×150×7×10	1620	563	216	75	6.40	3.77	4.15
4	H-175×175×7×11	2900	984	331	112	7.50	4.37	4.80
5	H-200×200×8×12	4720	1600	472	160	8.62	5.02	5.50
6	H-250×250×9×14	10700	3650	860	292	10.80	6.32	6.91
7	H-300×300×10×15	20200	6750	1350	450	13.10	7.55	8.28

(2) ライナープレート

No	鋼材名称	t (mm)	A (cm^2/m)	Z (cm^3/m)	I (cm^4/m)	B (mm)
1	LinerPlate t2.7 mm	2.7	39.76	45.98	141.00	62
2	LinerPlate t3.2 mm	3.2	47.12	54.30	167.60	62
3	LinerPlate t4.0 mm	4.0	58.86	67.50	210.40	63
4	LinerPlate t4.5 mm	4.5	66.22	75.70	237.40	63
5	LinerPlate t5.3 mm	5.3	77.90	88.70	280.80	66
6	LinerPlate t6.0 mm	6.0	88.20	100.10	319.40	66
7	LinerPlate t7.0 mm	7.0	102.90	116.20	375.20	66

(3) ボルト

No	ボルト呼称	A (cm^2/m)
1	M16	157.00
2	M18	192.00
3	M20	245.00
4	M22	303.00
5	M24	353.00

2章 結果一覧

2.1 ライナープレート

断面 番号	設計位置 G. L. (m)	設計土圧 (kN/m ²)	ライナープレート応力度				判定
			短辺		長辺		
1	-4.000	45.00	0.38 ≤	1.00	0.38 ≤	1.00	○

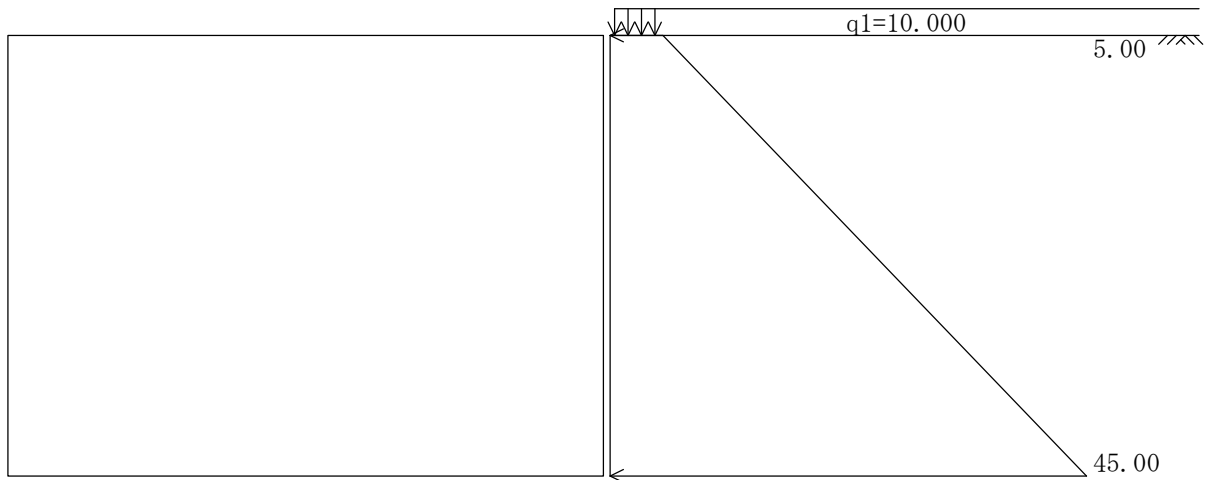
断面 番号	補強材応力度				補強材 たわみ量 (mm)	
	短辺		長辺			
1	0.86 ≤	1.00	0.83 ≤	1.00	21.98 ≤	27.02

断面 番号	ボルトに発生するせん断力度 (N/mm ²)		継手板の曲げ応力度 (N/mm ²)	
	(A-B間)	(B-C間)	(B-A間)	(B-C間)
1	18 ≤ 300	189 ≤ 300	15 ≤ 210	154 ≤ 210

使用材料

断面 番号	ライナー プレート t (mm)	補強材名称	補強材 ピッチ (m)	ボルト名称
1	2.7	H-200×200× 8×12	1.0	M20

3章 土圧の算定



ライナープレート天端 G.L. 0.000(m) 地表面天端 G.L. 0.000(m)
 ライナープレート下端 G.L. -4.000(m)

土圧は次式により求める。

$$P_h = K_0 (\sum \gamma t \times h + q)$$

ただし、

$h \leq 15.0\text{m}$: 15m点の $(\sum \gamma t \times h + q)$ に対して土圧係数を掛けた三角形分布とする。

$h > 15.0\text{m}$: 15m点までは上記の三角形分布、それ以深は15m点における土圧とする。

ここに、

P_h : 深さh位置での土圧 (kN/m²)

K_0 : 静止土圧係数

γt : 土の湿潤単位体積重量 (kN/m³)

ただし、地下水位以下は水中重量 γ' を用いる。

h : 層厚 (m)

q : 上載荷重 (kN/m²)

No	深さ G.L. (m)	層厚 h (m)	単位重量 γt (kN/m ³)	水中重量 γ' (kN/m ³)	静止 土圧係数 K_0	$\sum \gamma t \times h + q$ (kN/m ²)	土圧強度 P_h (kN/m ²)
1	0.000 -4.000	4.000	20.0	11.0	0.5	10.00 90.00	5.00 45.00

4章 横断面の設計

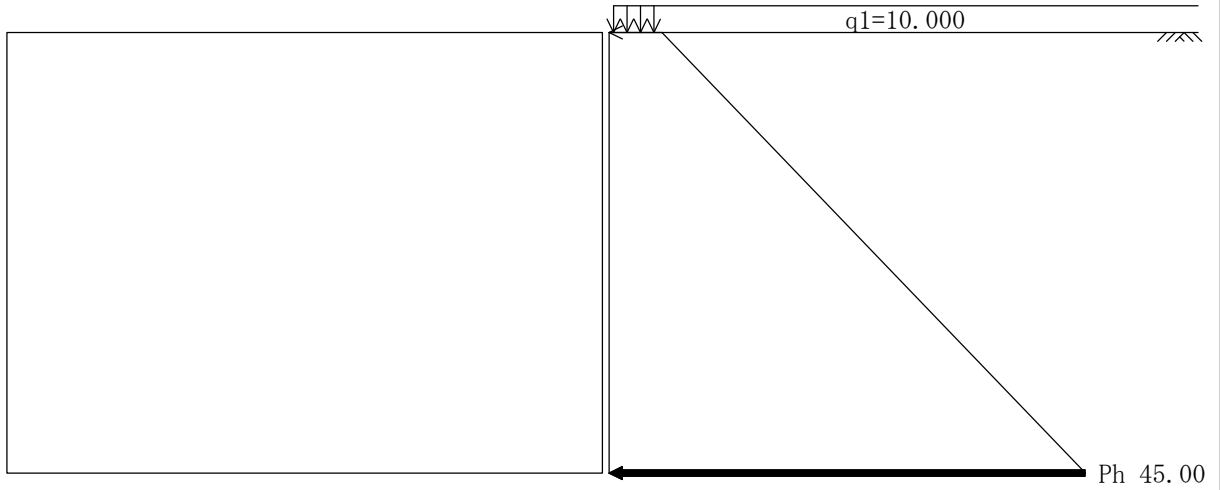
4.1 設計位置 G.L. -4.000 m

(1) 土圧強度

設計用土圧は次の大きな方を用いる。

設計区間下端の土圧 G.L. -4.000 m 土圧強度 Ph 45.00 kN/m²

設計区間の最大土圧 G.L. -4.000 m 土圧強度 Ph 45.00 kN/m²



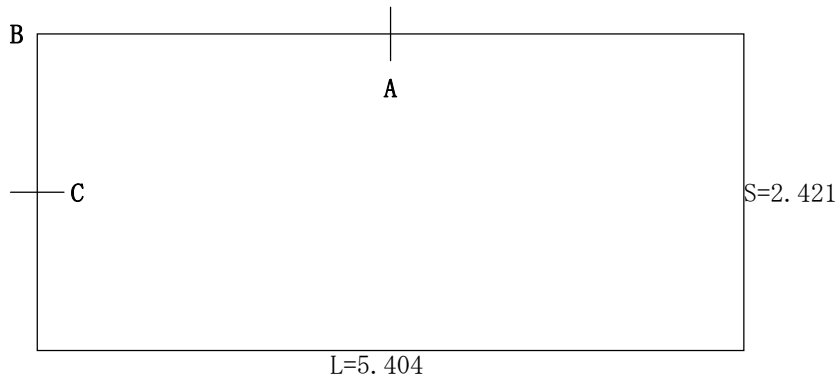
ライナープレート天端 G.L. 0.000(m) 地表面天端 G.L. 0.000(m)

ライナープレート下端 G.L. -4.000(m)

(2) 断面力

矩形立坑の断面力は、矩形ラーメン構造にモデル化して断面力を求める。

A、B、C点における曲げモーメント



$$MA = \frac{1}{24} (-2k^2 + 2k + 1) Ph \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{24} \times (-2 \times 0.448^2 + 2 \times 0.448 + 1) Ph \cdot 5.404^2 = 1.819 \cdot Ph \quad (\text{kN} \cdot \text{m}/\text{m})$$

$$MB = -\frac{1}{12} (k^2 - k + 1) Ph \cdot L^2$$

$$= -\frac{1}{12} \times (0.448^2 - 0.448 + 1) Ph \cdot 5.404^2 = -1.832 \cdot Ph \quad (\text{kN} \cdot \text{m}/\text{m})$$

$$MC = \frac{1}{24} (k^2 + 2k - 2) Ph \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{24} \times (0.448^2 + 2 \times 0.448 - 2) Ph \cdot 5.404^2 = -1.099 \cdot Ph \quad (\text{kN} \cdot \text{m}/\text{m})$$

ここに、

$$k = S/L$$

$$= \frac{2.421}{5.404} = 0.448$$

(A-B)間および(B-C)間の軸力

$$NBA = \frac{1}{2} Ph \cdot S$$

$$= \frac{1}{2} \times Ph \times 2.421 = 1.210 \cdot Ph \quad (\text{kN}/\text{m})$$

$$NBC = \frac{1}{2} Ph \cdot L$$

$$= \frac{1}{2} \times Ph \times 5.404 = 2.702 \cdot Ph \quad (\text{kN}/\text{m})$$

(3)使用材料

ライナープレート

板厚	t	2.7 (mm)
断面積	AL	39.76 (cm ² /m)
断面係数	ZL	45.98 (cm ³ /m)
断面二次モーメント	IL	141.00 (cm ⁴ /m)
弾性係数	E	2.000 × 10 ⁵ (N/mm ²)
許容曲げ応力度	σ La	180.0 (N/mm ²)

補強リング

H形鋼 H-200×200× 8×12		
断面積	AH	63.53 (cm ²)
断面係数	ZH	472 (cm ³)
断面二次モーメント	IH	4720.00 (cm ⁴)
許容曲げ応力度	σ Ha	210.0 (N/mm ²)

(4) 応力に対する照査

軸力と最大曲げモーメントは次式で求める。

短辺側

軸力

$$N = NBC = 2.702 \times Ph$$

$$= 2.702 \times 45.00 = 121.59 \text{ (kN/m)}$$

最大曲げモーメント

$$M_{\text{Max}} = |MB| = |-1.832 \times Ph|$$

$$= 1.832 \times 45.00 = 82.43 \text{ (kN.m/m)}$$

ライナープレートの許容圧縮応力度 σ_{LNa}

$$\sigma_{LNa} = \left\{ 210 - 1.23(\lambda - 18) \right\} \times \frac{\sigma_{La}}{\sigma_{Ha}}$$

$$= \left\{ 210 - 1.23(64.3 - 18) \right\} \times \frac{180}{210} = 131.2 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

補強リングの許容圧縮応力度 σ_{HNa}

$$\sigma_{HNa} = 210 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\sigma_L = \frac{\alpha L \times N}{AL \times \sigma_{LNa}} + \frac{\beta L \times M_{\text{max}}}{ZL \times \sigma_{La}}$$

$$= \frac{0.385 \times 121.59 \times 10^3}{39.76 \times 10^2 \times 131.2} + \frac{0.029 \times 82.43 \times 10^6}{45.98 \times 10^3 \times 180} = 0.38 \leq 1.00 \quad \text{OK}$$

$$\sigma_H = \frac{\alpha H \times N}{\left(\frac{AH}{LH}\right) \times \sigma_{HNa}} + \frac{\beta H \times M_{\text{max}}}{\left(\frac{ZH}{LH}\right) \times \sigma_{Ha}}$$

$$= \frac{0.615 \times 121.59 \times 10^3}{\left(\frac{63.53 \times 10^2}{1.0}\right) \times 210.0} + \frac{0.971 \times 82.43 \times 10^6}{\left(\frac{472.00 \times 10^3}{1.0}\right) \times 210} = 0.86 \leq 1.00 \quad \text{OK}$$

ここに、

σ_L : ライナープレートの応力度

σ_H : 補強リングの応力度

σ_{La} : ライナープレートの許容応力度 (N/mm²)

σ_{LNa} : ライナープレートの許容圧縮応力度 (N/mm²)

σ_{Ha} : 補強リングの許容応力度 (N/mm²)

σ_{HNa} : 補強リングの許容圧縮応力度 (N/mm²)

N : 軸力 (N/m)

M_{max} : 曲げモーメント (N.m/m)

AL : ライナープレートの断面積 (mm²/m)

AH : 補強リングの断面積 (mm²)

ZL : ライナープレートの断面係数 (mm³/m)

ZH : 補強リングの断面係数 (mm³)

LH : 補強リングの間隔 (m)

長辺側

軸力

$$N = NBA = 1.210 \times Ph$$

$$= 1.210 \times 45.00 = 54.47 \text{ (kN/m)}$$

最大曲げモーメント

$$M_{\text{Max}} = |MB| = |-1.832 \times Ph|$$

$$= 1.832 \times 45.00 = 82.43 \text{ (kN.m/m)}$$

ライナープレートの許容圧縮応力度 σ_{LNa}

$$\sigma_{LNa} = \frac{1800000}{6700 + \lambda^2} \times \frac{\sigma_{La}}{\sigma_{Ha}}$$

$$= \frac{1800000}{6700 + 143.5^2} \times \frac{180}{210} = 56.5 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

補強リングの許容圧縮応力度 σ_{HNa}

$$\sigma_{HNa} = 210 - 1.23(\lambda - 18)$$

$$= 210 - 1.23(31.3 - 18) = 193.6 \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

$$\sigma_L = \frac{\alpha L \times N}{AL \times \sigma_{LNa}} + \frac{\beta L \times M_{\text{max}}}{ZL \times \sigma_{La}}$$

$$= \frac{0.385 \times 54.47 \times 10^3}{39.76 \times 10^2 \times 56.5} + \frac{0.029 \times 82.43 \times 10^6}{45.98 \times 10^3 \times 180} = 0.38 \leq 1.00 \quad \text{OK}$$

$$\sigma_H = \frac{\alpha H \times N}{\left(\frac{AH}{LH}\right) \times \sigma_{HNa}} + \frac{\beta H \times M_{\text{max}}}{\left(\frac{ZH}{LH}\right) \times \sigma_{Ha}}$$

$$= \frac{0.615 \times 54.47 \times 10^3}{\left(\frac{63.53 \times 10^2}{1.0}\right) \times 193.6} + \frac{0.971 \times 82.43 \times 10^6}{\left(\frac{472.00 \times 10^3}{1.0}\right) \times 210} = 0.83 \leq 1.00 \quad \text{OK}$$

ここに、

- σ_L : ライナープレートの応力度
- σ_H : 補強リングの応力度
- σ_{La} : ライナープレートの許容応力度 (N/mm²)
- σ_{LNa} : ライナープレートの許容圧縮応力度 (N/mm²)
- σ_{Ha} : 補強リングの許容応力度 (N/mm²)
- σ_{HNa} : 補強リングの許容圧縮応力度 (N/mm²)
- N : 軸力 (N/m)
- M_{max} : 曲げモーメント (N.m/m)
- AL : ライナープレートの断面積 (mm²/m)
- AH : 補強リングの断面積 (mm²)
- ZL : ライナープレートの断面係数 (mm³/m)
- ZH : 補強リングの断面係数 (mm³)
- LH : 補強リングの間隔 (m)

ライナープレートと補強リングとの断面力の分担率

軸力は断面積の比、曲げモーメントは断面二次モーメントの比で求める。

軸力に対する

$$\begin{aligned} \alpha L &= AL / (AL + AH / LH) \\ &= 39.76 / (39.76 + 63.53 / 1.0) = 0.385 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha H &= (AH / LH) / (AL + AH / LH) \\ &= (63.53 / 1.0) / (39.76 + 63.53 / 1.0) = 0.615 \end{aligned}$$

曲げモーメントに対する

$$\begin{aligned} \beta L &= IL / (IL + IH / LH) \\ &= 141.00 / (141.00 + 4720.00 / 1.0) = 0.029 \end{aligned}$$

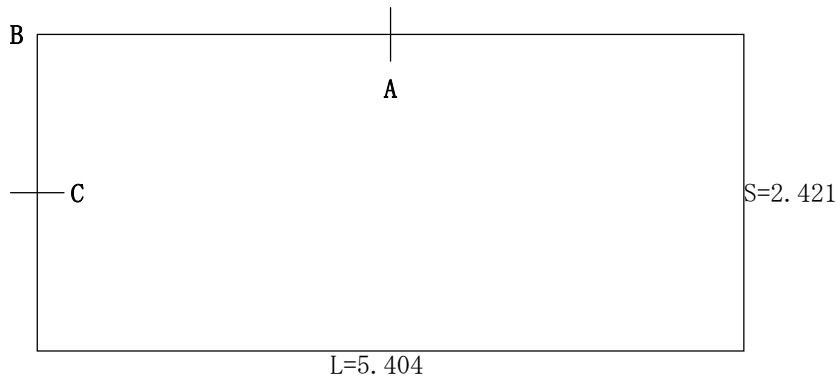
$$\begin{aligned} \beta H &= (IH / LH) / (IL + IH / LH) \\ &= (4720.00 / 1.0) / (141.00 + 4720.00 / 1.0) = 0.971 \end{aligned}$$

(5) 補強リングの設計

たわみ量の計算

$$\begin{aligned} \delta H &= -\frac{\beta H \cdot M_{max} \cdot L^2}{8 \cdot E \cdot \frac{IH}{LH}} + \frac{5 \cdot Ph \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot \frac{IH}{LH}} \\ &= -\frac{0.971 \times 82.430 \times 10^3 \times 5404^2}{8 \times 2.00 \times 10^5 \times \frac{4720.00 \times 10^4}{1000}} + \frac{5 \times 45.00 \times 10^{-3} \times 5404^4}{384 \times 2.00 \times 10^5 \times \frac{4720.00 \times 10^4}{1000}} \\ &= 21.98 \leq \delta a = 27.02 \text{ (mm)} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

継手部の設計



i) 継手部の設計

曲げモーメントが0となる位置は

(A-B)間

$$X1 = 0.795 \text{ (m)} \quad X2 = 4.609 \text{ (m)}$$

これにライナープレートのボルト孔位置を考慮して継手位置を決定する。

ボルト孔のピッチ数

$$n1 = (X1 - 33) / 157 = (795 - 33) / 157 = 4.853$$

$$n2 = (X2 - 33) / 157 = (4609 - 33) / 157 = 29.147$$

したがって、 $n1 = 5.0$ 、 $n2 = 29.0$ とすると

$$X1' = (n1 \times 157) + 33 = (5.0 \times 157) + 33 = 818 \text{ (mm)}$$

$$X2' = (n2 \times 157) + 33 = (29.0 \times 157) + 33 = 4586 \text{ (mm)}$$

(B-C)間

$$X = 2.421 / 2 = 1.210 \text{ (m)}$$

ii) 継手ボルトの検討

せん断力

(A-B)間

$$Q_{tB} = \left\{ \frac{\alpha H \cdot NBA}{2} + \frac{\beta H \cdot |MT|}{H} \right\} \cdot LH$$

$$= \left\{ \frac{0.615 \times 54.472}{2} + \frac{0.971 \times 1.975}{0.200} \right\} \times 1.000 = 26.34 \text{ (kN)}$$

ここに、

QtB:せん断力 (kN)

αH :補強リングの軸力の分担率

βH :補強リングの曲げモーメントの分担率

NBA:軸力 (kN/m)

H :補強リングの高さ (m)

MT : $X' = 0.818\text{m}$ の位置における曲げモーメント

$$MT = MB + \frac{Ph \cdot L}{2} \cdot X' - \frac{Ph}{2} \cdot X'^2$$

$$= -82.43 + \frac{45.00 \times 5.404}{2} \times 0.818 - \frac{45.00}{2} \times 0.818^2$$

$$= 1.975 \text{ (kN} \cdot \text{m/m)}$$

LH :補強リングの間隔(m)

(B-C)間

$$Q_{tB} = \left\{ \frac{\alpha H \cdot NBC}{2} + \frac{\beta H \cdot |MT|}{H} \right\} \cdot LH$$

$$= \left\{ \frac{0.615 \times 121.590}{2} + \frac{0.971 \times 49.461}{0.200} \right\} \times 1.000 = 277.52 \text{ (kN)}$$

ここに、

QtB:せん断力 (kN)

αH :補強リングの軸力の分担率

βH :補強リングの曲げモーメントの分担率

NBC:軸力 (kN/m)

H :補強リングの高さ (m)

MT : $X' = 1.210\text{m}$ の位置における曲げモーメント

$$MT = MB + \frac{Ph \cdot S}{2} \cdot X' - \frac{Ph}{2} \cdot X'^2$$

$$= -82.43 + \frac{45.00 \times 2.421}{2} \times 1.210 - \frac{45.00}{2} \times 1.210^2$$

$$= -49.461 \text{ (kN} \cdot \text{m/m)}$$

LH :補強リングの間隔(m)

せん断力応力度

(A-B)間

$$\tau_b = \frac{Q_{tB}}{n \times Ab}$$

$$= \frac{26.34 \times 10^3}{6 \times 245}$$

$$= 18 \leq \tau_{ab} = 300 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \text{OK}$$

(B-C)間

$$\begin{aligned} \tau_b &= \frac{QtB}{n \times Ab} \\ &= \frac{277.52 \times 10^3}{6 \times 245} \\ &= 189 \leq \tau_{ab} = 300 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

iii) 継手板の検討

継手板PL-12の断面積AP

$$\begin{aligned} AP &= 2 \times (B - 2 \times d) \cdot t \\ &= 2 \times (200 - 2 \times 25) \times 12 = 3600 \text{ (mm}^2\text{)} \end{aligned}$$

中立軸に関する断面係数ZP

$$\begin{aligned} ZP &= 2 \times \frac{\frac{(B-2 \times d) \cdot t^3}{12} + (B-2 \times d) \cdot t \cdot \left(\frac{H}{2} + \frac{t}{2}\right)^2}{\frac{H}{2} + t} \\ &= 2 \times \frac{\frac{(200-2 \times 25) \cdot 12^3}{12} + (200-2 \times 25) \cdot 12 \cdot \left(\frac{200}{2} + \frac{12}{2}\right)^2}{\frac{200}{2} + 12} = 361542.9 \text{ (mm}^3\text{)} \end{aligned}$$

曲げ応力度

(B-A)間

$$\begin{aligned} \sigma_P &= \frac{\alpha H \cdot NBA}{\frac{AP}{LH}} + \frac{\beta H \cdot |M|}{\frac{ZP}{LH}} \\ &= \frac{0.615 \times 54.472 \times 10^3}{\frac{3600}{1.0}} + \frac{0.971 \cdot 1.98 \times 10^6}{\frac{361542.9}{1.0}} \\ &= 15 \leq \sigma_{Ha} = 210 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \text{OK} \end{aligned}$$

ここに、

- σP: 継手板の応力度 (N/mm²)
- αH: 補強リングの軸力の分担率
- βH: 補強リングの曲げモーメントの分担率
- AP: 継手板の断面積 (mm²)
- ZP: 中立軸に関する断面係数
- M: 曲げモーメント (N・mm/m)
- LH: 補強リングの間隔 (m)
- d: ボルト孔の直径 (mm)

(B-C)間

$$\begin{aligned}\sigma P &= \frac{\alpha H \cdot NBC}{\frac{AP}{LH}} + \frac{\beta H \cdot |M|}{\frac{ZP}{LH}} \\ &= \frac{0.615 \times 121.590 \times 10^3}{\frac{3600}{1.0}} + \frac{0.971 \cdot 49.46 \times 10^6}{\frac{361542.9}{1.0}} \\ &= 154 \leq \sigma Ha = 210 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \text{OK}\end{aligned}$$

ここに、

- σP: 継手板の応力度 (N/mm²)
- αH: 補強リングの軸力の分担率
- βH: 補強リングの曲げモーメントの分担率
- AP: 継手板の断面積 (mm²)
- ZP: 中立軸に関する断面係数
- M: 曲げモーメント (N・mm/m)
- LH: 補強リングの間隔 (m)