

# ライナープレートの設計計算 サンプルデータ

出力例

Sample\_1

# 目次

1章 横断面の設計		1
1.1 設計位置	G.L. -8.500 m	1
1.2 設計位置	G.L. -15.000 m	3
1.3 設計位置	G.L. -20.000 m	6

# 1章 横断面の設計

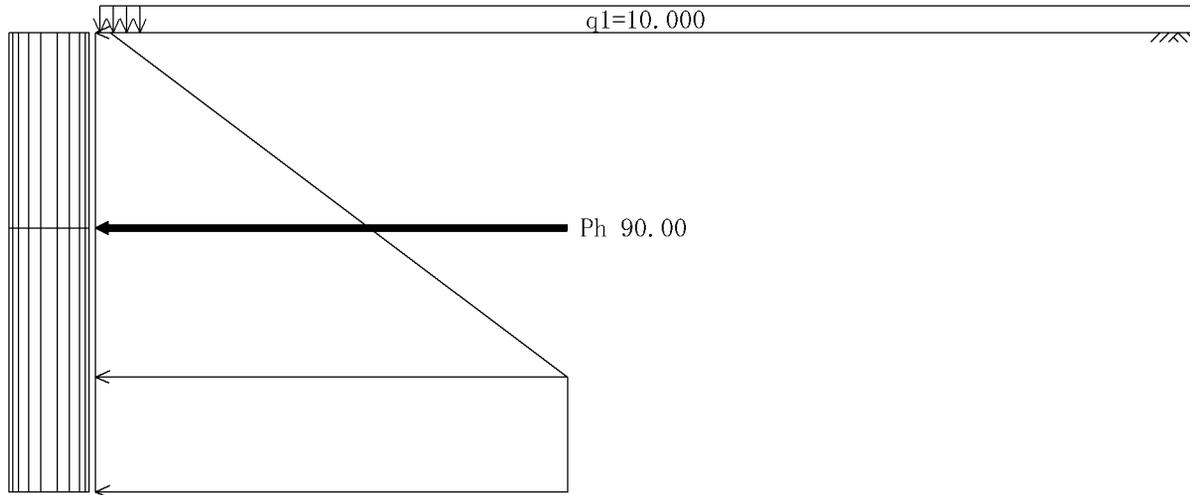
1.1 設計位置 G.L. -8.500 m

## (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. -8.500 m 土圧強度 Ph 90.00 kN/m<sup>2</sup>

設計区間の最大土圧 G.L. -8.500 m 土圧強度 Ph 90.00 kN/m<sup>2</sup>



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. -20.000(m)

## (2)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 <sup>2</sup> /m)
断面係数	ZL	46.00	(cm <sup>3</sup> /m)
断面二次モーメント	IL	141.00	(cm <sup>4</sup> /m)
許容曲げ応力度	La	180.00	(N/mm <sup>2</sup> )

### 補強リング

配置しない

## (3)座屈に対する照査

許容座屈荷重qaは次式によって求める。

$$qa = \frac{2EIL}{r^3} = \frac{2 \times 2.00 \times 10^8 \times 141.00 \times 10^{-8}}{1.750^3} = 105.24 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

ここに、

qa: 許容座屈荷重 (kN/m<sup>2</sup>)

E: ライナープレートの弾性係数 (kN/m<sup>2</sup>)

IL: ライナープレートの断面二次モーメント (m<sup>4</sup>/m)

r: 立坑半径 (m)

座屈に対する照査は次式により行う。

Ph=90.00      qa=105.24 (kN/m<sup>2</sup>)      OK

ここに、

Ph: ライナープレートに作用する土圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)

qa: 許容座屈荷重 (kN/m<sup>2</sup>)

## (4) 応力に対する照査

元たわみ  $\delta$  ( $=0.01 \times r$ ) を考慮した円環に等分布荷重が作用した場合の軸力と最大曲げモーメントは次式で求める。

軸力

$$N = Ph \times r \\ = 90.00 \times 1.750 = 157.50 \quad (\text{kN/m})$$

最大曲げモーメント

$$M_{\max} = Ph \times r \times \frac{\delta}{1 - \frac{Ph}{qk}} \\ = 90.00 \times 1.750 \times \frac{0.018}{1 - \frac{90.00}{157.85}} = 6.41 \quad (\text{kN} \cdot \text{m/m})$$

ここに、

- N : 軸力 (kN/m)
- M<sub>max</sub>: 最大曲げモーメント (kN・m/m)
- Ph : ライナープレートに作用する土圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)
- r : 立坑半径 (m)
- $\delta$  : 元たわみ ( $\delta = 0.01 \times r$ ) (m)
- qk : 一様円環の限界座屈荷重 ( $qk = 1.5 \times qa$ ) (kN/m<sup>2</sup>)

応力度に対する照査は次式により行う。

$$\sigma_L = \frac{\alpha L \times N}{AL} + \frac{\beta L \times M_{\max}}{ZL} \\ = \frac{1.000 \times 157.50 \times 10^3}{39.76 \times 10^2} + \frac{1.000 \times 6.41 \times 10^6}{46.00 \times 10^3} = 179 \leq \sigma_{La} = 180 \quad (\text{N/mm}^2) \quad \text{OK}$$

ここに、

- L : ライナープレートの応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- La: ライナープレートの許容応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- N : 軸力 (N/m)
- M<sub>max</sub>: 曲げモーメント (N・mm/m)
- AL : ライナープレートの断面積 (mm<sup>2</sup>/m)
- ZL : ライナープレートの断面係数 (mm<sup>3</sup>/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

$$\begin{aligned} \text{ライナープレートの分担率} \quad L &= AL / (AL + AH / LH) \\ &= 39.76 / (39.76 + 0.00 / 0.0) = 1.000 \end{aligned}$$

曲げモーメントに対する

$$\begin{aligned} \text{ライナープレートの分担率} \quad L &= IL / (IL + IH / LH) \\ &= 141.00 / (141.00 + 0.00 / 0.0) = 1.000 \end{aligned}$$

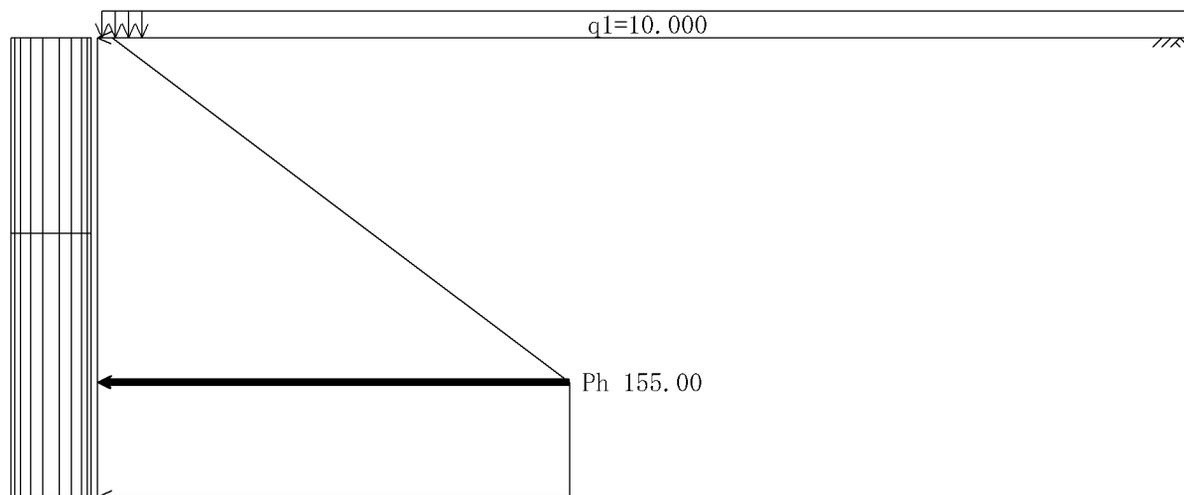
1.2 設計位置 G.L. -15.000 m

(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. -15.000 m 土圧強度 Ph 155.00 kN/m<sup>2</sup>

設計区間の最大土圧 G.L. -15.000 m 土圧強度 Ph 155.00 kN/m<sup>2</sup>



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. -20.000(m)

(2)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 <sup>2</sup> /m)
断面係数	ZL	46.00 (cm <sup>3</sup> /m)
断面二次モーメント	IL	141.00 (cm <sup>4</sup> /m)
許容曲げ応力度	La	180.00 (N/mm <sup>2</sup> )

補強リング

H形鋼 H - 125 × 125 × 6 × 9

断面積	AH	30.00 (cm <sup>2</sup> )
断面係数	ZH	134 (cm <sup>3</sup> )
断面二次モーメント	IH	839.00 (cm <sup>4</sup> )
許容曲げ応力度	Ha	180.00 (N/mm <sup>2</sup> )

(3)座屈に対する照査

許容座屈荷重qaは次式によって求める。

$$q_a = \frac{2E \left( IL + \frac{IH}{LH} \right)}{r^3} = \frac{2 \times 2.00 \times 10^8 \times \left( 141.00 + \frac{839.00}{2.0} \right) \times 10^{-8}}{1.750^3} = 418.33 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

ここに、

- qa: 許容座屈荷重 (kN/m<sup>2</sup>)
- E : ライナープレートの弾性係数 (kN/m<sup>2</sup>)
- IL: ライナープレートの断面二次モーメント (m<sup>4</sup>/m)
- IH: 補強リングの断面二次モーメント (m<sup>4</sup>)
- LH: 補強リングの間隔 (m)
- r : 立坑半径 (m)

座屈に対する照査は次式により行う。

Ph=155.00      qa=418.33 (kN/m<sup>2</sup>)      OK

ここに、

- Ph: ライナープレートに作用する土圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)
- qa: 許容座屈荷重 (kN/m<sup>2</sup>)

(4)応力に対する照査

元たわみ o (=0.01 × r) を考慮した円環に等分布荷重が作用した場合の軸力と最大曲げモーメントは次式で求める。

軸力

$$N = Ph \times r$$

$$= 155.00 \times 1.750 = 271.25 \text{ (kN/m)}$$

最大曲げモーメント

$$M_{max} = Ph \times r \times \frac{\delta o}{1 - \frac{Ph}{qk}}$$

$$= 155.00 \times 1.750 \times \frac{0.018}{1 - \frac{155.00}{627.50}} = 6.30 \text{ (kN.m/m)}$$

ここに、

- N : 軸力 (kN/m)
- Mmax: 最大曲げモーメント (kN.m/m)
- Ph : ライナープレートに作用する土圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)
- r : 立坑半径 (m)
- o : 元たわみ( o =0.01 × r) (m)
- qk : 一様円環の限界座屈荷重(qk=1.5 × qa) (kN/m<sup>2</sup>)

応力度に対する照査は次式により行う。

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

$$= \frac{0.726 \times 271.25 \times 10^3}{39.76 \times 10^2} + \frac{0.252 \times 6.30 \times 10^6}{46.00 \times 10^3} = 84 \leq \sigma_{La} = 180 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \text{OK}$$

$$\sigma H = \frac{\alpha H \times N}{\frac{AH}{LH}} + \frac{\beta H \times M_{max}}{\frac{ZH}{LH}}$$

$$= \frac{0.274 \times 271.25 \times 10^3}{\frac{30.00 \times 10^2}{2.0}} + \frac{0.748 \times 6.30 \times 10^8}{\frac{134.00 \times 10^3}{2.0}} = 120 \leq \sigma_{Ha} = 210 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \text{OK}$$

ここに、

L :ライナープレートの応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

H :補強リングの応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

La:ライナープレートの許容応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

Ha:補強リングの許容応力度 (N/mm<sup>2</sup>)

N :軸力 (N/m)

Mmax:曲げモーメント (N.mm/m)

AL :ライナープレートの断面積 (mm<sup>2</sup>/m)

AH :補強リングの断面積 (mm<sup>2</sup>)

ZL :ライナープレートの断面係数 (mm<sup>3</sup>/m)

ZH :補強リングの断面係数 (mm<sup>3</sup>)

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

$$\begin{aligned} \text{ライナープレートの分担率} & L = AL / (AL + AH/LH) \\ & = 39.76 / (39.76 + 30.00/2.0) = 0.726 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{補強リングの分担率} & H = (AH/LH) / (AL + AH/LH) \\ & = (30.00/2.0) / (39.76 + 30.00/2.0) = 0.274 \end{aligned}$$

曲げモーメントに対する

$$\begin{aligned} \text{ライナープレートの分担率} & L = IL / (IL + IH/LH) \\ & = 141.00 / (141.00 + 839.00/2.0) = 0.252 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{補強リングの分担率} & H = (IH/LH) / (IL + IH/LH) \\ & = (839.00/2.0) / (141.00 + 839.00/2.0) = 0.748 \end{aligned}$$

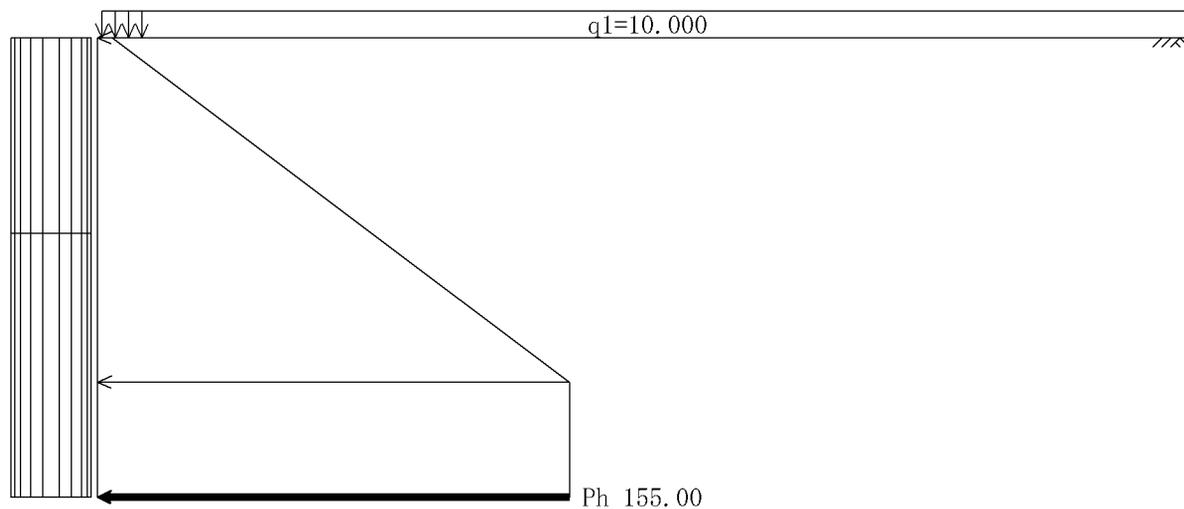
### 1.3 設計位置 G.L. -20.000 m

#### (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. -20.000 m 土圧強度 Ph 155.00 kN/m<sup>2</sup>

設計区間の最大土圧 G.L. -20.000 m 土圧強度 Ph 155.00 kN/m<sup>2</sup>



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. -20.000(m)

#### (2)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 <sup>2</sup> /m)
断面係数	ZL	46.00 (cm <sup>3</sup> /m)
断面二次モーメント	IL	141.00 (cm <sup>4</sup> /m)
許容曲げ応力度	La	180.00 (N/mm <sup>2</sup> )

##### 補強リング

H形鋼 H - 125 × 125 × 6 × 9

断面積	AH	30.00 (cm <sup>2</sup> )
断面係数	ZH	134 (cm <sup>3</sup> )
断面二次モーメント	IH	839.00 (cm <sup>4</sup> )
許容曲げ応力度	Ha	180.00 (N/mm <sup>2</sup> )

## (3)座屈に対する照査

許容座屈荷重 $q_a$ は次式によって求める。

$$q_a = \frac{2E \left( IL + \frac{IH}{LH} \right)}{r^3} = \frac{2 \times 2.00 \times 10^8 \times \left( 141.00 + \frac{839.00}{2.0} \right) \times 10^{-8}}{1.750^3} = 418.33 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

ここに、

- $q_a$ : 許容座屈荷重 (kN/m<sup>2</sup>)
- $E$ : ライナープレートの弾性係数 (kN/m<sup>2</sup>)
- $IL$ : ライナープレートの断面二次モーメント (m<sup>4</sup>/m)
- $IH$ : 補強リングの断面二次モーメント (m<sup>4</sup>)
- $LH$ : 補強リングの間隔 (m)
- $r$ : 立坑半径 (m)

座屈に対する照査は次式により行う。

$$Ph = 155.00 \quad q_a = 418.33 \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad \text{OK}$$

ここに、

- $Ph$ : ライナープレートに作用する土圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)
- $q_a$ : 許容座屈荷重 (kN/m<sup>2</sup>)

## (4)応力に対する照査

元たわみ  $o$  ( $=0.01 \times r$ ) を考慮した円環に等分布荷重が作用した場合の軸力と最大曲げモーメントは次式で求める。

軸力

$$N = Ph \times r \\ = 155.00 \times 1.750 = 271.25 \text{ (kN/m)}$$

最大曲げモーメント

$$M_{\max} = Ph \times r \times \frac{\delta o}{1 - \frac{Ph}{qk}} \\ = 155.00 \times 1.750 \times \frac{0.018}{1 - \frac{155.00}{627.50}} = 6.30 \text{ (kN.m/m)}$$

ここに、

- $N$ : 軸力 (kN/m)
- $M_{\max}$ : 最大曲げモーメント (kN.m/m)
- $Ph$ : ライナープレートに作用する土圧強度 (kN/m<sup>2</sup>)
- $r$ : 立坑半径 (m)
- $o$ : 元たわみ ( $o = 0.01 \times r$ ) (m)
- $qk$ : 一様円環の限界座屈荷重 ( $qk = 1.5 \times q_a$ ) (kN/m<sup>2</sup>)

応力度に対する照査は次式により行う。

$$\sigma_L = \frac{\alpha L \times N}{AL} + \frac{\beta L \times M_{\max}}{ZL} \\ = \frac{0.726 \times 271.25 \times 10^3}{39.76 \times 10^2} + \frac{0.252 \times 6.30 \times 10^6}{46.00 \times 10^3} = 84 \leq \sigma_{La} = 180 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \text{OK}$$

$$\sigma H = \frac{\alpha H \times N}{\frac{AH}{LH}} + \frac{\beta H \times M_{max}}{\frac{ZH}{LH}}$$

$$= \frac{0.274 \times 271.25 \times 10^3}{\frac{30.00 \times 10^2}{2.0}} + \frac{0.748 \times 6.30 \times 10^8}{\frac{134.00 \times 10^3}{2.0}} = 120 \leq \sigma H_a = 210 \text{ (N/mm}^2\text{)} \quad \text{OK}$$

ここに、

- L :ライナープレートの応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- H :補強リングの応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- La:ライナープレートの許容応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- Ha:補強リングの許容応力度 (N/mm<sup>2</sup>)
- N :軸力 (N/m)
- Mmax:曲げモーメント (N.mm/m)
- AL :ライナープレートの断面積 (mm<sup>2</sup>/m)
- AH :補強リングの断面積 (mm<sup>2</sup>)
- ZL :ライナープレートの断面係数 (mm<sup>3</sup>/m)
- ZH :補強リングの断面係数 (mm<sup>3</sup>)
- 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

ライナープレートの分担率	$L = AL / (AL + AH / LH)$ $= 39.76 / (39.76 + 30.00 / 2.0) = 0.726$
補強リングの分担率	$H = (AH / LH) / (AL + AH / LH)$ $= (30.00 / 2.0) / (39.76 + 30.00 / 2.0) = 0.274$

曲げモーメントに対する

ライナープレートの分担率	$L = IL / (IL + IH / LH)$ $= 141.00 / (141.00 + 839.00 / 2.0) = 0.252$
補強リングの分担率	$H = (IH / LH) / (IL + IH / LH)$ $= (839.00 / 2.0) / (141.00 + 839.00 / 2.0) = 0.748$