

表紙

目次

| | |
|--------------------|----|
| 1章 結果一覧 | 1 |
| 1.1 水理計算 | 1 |
| 1.1.1 各位置における水深と流速 | 1 |
| 1.1.2 水叩きの検討 | 1 |
| 1.1.3 しゃ水工の根入長 | 1 |
| 1.1.4 護床工の検討 | 1 |
| 1.1.5 護床工のブロック重量 | 1 |
| 1.2 安定計算 | 2 |
| 1.2.1 転倒に対する照査 | 2 |
| 1.2.2 滑動に対する照査 | 2 |
| 1.2.3 地盤支持力に対する照査 | 2 |
| 1.3 本体の設計 | 2 |
| 1.3.1 基部 | 2 |
| 1.4 水叩きの設計 | 3 |
| 1.4.1 基部 | 3 |
| 1.4.2 中間部1 | 3 |
| 2章 検討条件 | 4 |
| 2.1 落差工形状 | 4 |
| 2.1.1 形状図 | 4 |
| 2.1.2 落差工の形式 | 4 |
| 2.1.3 河道条件 | 4 |
| 2.1.4 落差高 | 4 |
| 2.1.5 本体形状 | 5 |
| 3章 水理計算 | 6 |
| 3.1 水叩き長の計算 | 6 |
| 3.1.1 流量条件 | 6 |
| 3.1.2 越流状態の判断 | 6 |
| 3.1.3 越流落下範囲の計算 | 6 |
| 3.2 越流落水深の計算 | 6 |
| 3.2.1 落下点での水深 | 6 |
| 3.2.2 上下流最大水位差 | 7 |
| 3.3 しゃ水工の根入長の計算 | 7 |
| 3.3.1 鉛直方向の浸透路長 | 7 |
| 3.3.2 必要しゃ水工長 | 8 |
| 3.4 水叩きの必要厚さ | 8 |
| 4章 安定計算 | 10 |
| 4.1 設計条件 | 10 |
| 4.2 作用力の集計 | 11 |
| 4.2.1 自重,慣性力 | 11 |
| 4.2.2 土圧力 | 13 |
| 4.2.3 水圧力 | 17 |
| 4.2.4 揚圧力 | 20 |
| 4.2.5 各ケースの作用力 | 23 |
| 4.3 安定計算結果 | 24 |
| 4.3.1 転倒に対する照査 | 24 |
| 4.3.2 滑動に対する照査 | 24 |
| 4.3.3 地盤支持力に対する照査 | 25 |
| 5章 本体の設計 | 25 |

| | |
|----------------------------------|----|
| 5.1 設計条件 | 25 |
| 5.2 基部 | 26 |
| 5.2.1 自重,慣性力 | 26 |
| 5.2.2 土圧力 | 27 |
| 5.2.3 水圧力 | 31 |
| 5.2.4 断面力の集計 | 34 |
| 5.2.5 断面情報 | 35 |
| 5.2.6 曲げモーメントに対する照査 | 35 |
| 5.2.7 せん断力に対する照査 | 35 |
| 6章 水叩きの設計 | 36 |
| 6.1 設計条件 | 36 |
| 6.2 基部 | 37 |
| 6.2.1 自重 | 37 |
| 6.2.2 揚圧力 | 38 |
| 6.2.3 地盤反力 | 40 |
| 6.2.4 断面力の集計 | 42 |
| 6.2.5 断面情報 | 43 |
| 6.2.6 曲げモーメントに対する照査 | 43 |
| 6.3 中間部1 | 44 |
| 6.3.1 自重 | 44 |
| 6.3.2 揚圧力 | 45 |
| 6.3.3 地盤反力 | 47 |
| 6.3.4 断面力の集計 | 49 |
| 6.3.5 断面情報 | 50 |
| 6.3.6 せん断力に対する照査 | 50 |
| 7章 護床工の検討 | 51 |
| 7.1 上流側護床工長 | 51 |
| 7.2 下流側護床工A区間長 | 51 |
| 7.2.1 越流落水深(h1a)の計算 | 51 |
| 7.2.2 跳水開始水深(h1b)の計算 | 51 |
| 7.2.3 越流落水深(h1a)と跳水開始水深(h1b)との比較 | 51 |
| 7.3 下流側護床工B区間長 | 52 |
| 8章 護床工のブロック重量 | 53 |

1章 結果一覧

1.1 水理計算

1.1.1 各位置における水深と流速

| | | |
|-----------------|----------------|-------------|
| 上流部 | 等流水深 h_0 | 2.366 (m) |
| | 流速 V_0 | 2.536 (m/s) |
| 落差工天端 | 限界水深 h_c | 1.543 (m) |
| | 限界流速 V_c | 3.889 (m/s) |
| 越流落下部 | 越流落水深 h_{1a} | 0.763 (m) |
| | 流速 V_{1a} | 7.859 (m/s) |
| 跳水開始水深 h_{1b} | | 0.940 (m) |
| 下流部 | 等流水深 h_2 | 2.366 (m) |
| | 流速 V_2 | 2.536 (m/s) |

1.1.2 水叩きの検討

| | | | |
|--|-----------------------------------|-----------|----|
| 越流状態の判断 ($h_c + D_1 + D_2 > h_2$) | 2.843 > 2.366 (m) 完全越流状態と判断できる | | |
| 越流落下範囲 W | 計算値 | 6.681 (m) | OK |
| | 決定値 | 7.000 (m) | |
| 水叩きの必要厚さ t | 計算値 | 0.946 (m) | OK |
| | 決定値 | 1.500 (m) | |

1.1.3 しゃ水工の根入長

| | | | |
|---------|-----|-----------|----|
| 必要しゃ水工長 | 計算値 | 2.299 (m) | OK |
| | 決定値 | 2.500 (m) | |

1.1.4 護床工の検討

| | |
|---------|--|
| 上流側護床工長 | 2.000 (m) |
| 護床工A区間長 | $h_{1a} < h_{1b}$ より、 $L_1 = 11.929$ (m) $L_2 = 10.645 \sim 14.194$ (m) $L = L_1 + L_2 = 22.574 \sim 26.123$ 25.000 (m) |
| 護床工B区間長 | $LB = 7.097 \sim 11.828$ 10.000 (m) |

1.1.5 護床工のブロック重量

| | | |
|--------|--------------------|------------|
| 上流側護床工 | 0.095 (kN) | |
| 護床工A区間 | 本体直下流～ 跳水発生区間前半 | 6.491 (kN) |
| | 跳水発生区間後半 | 0.543 (kN) |
| 護床工B区間 | 0.007 (kN) | |

1.2 安定計算

1.2.1 転倒に対する照査

| ケース | 水位 | 鉛直力 N(kN) | モーメント M(kN.m) | 作用位置 X(m) | 偏心量(m) | | 判定 |
|-----|-------|--------------|------------------|--------------|--------|-------|----|
| | | | | | e | ea | |
| 常時 | 計画水位 | 150.976 | 791.600 | 5.243 | -0.743 | 1.500 | OK |
| 常時 | 揚圧力無し | 419.672 | 2078.236 | 4.952 | -0.452 | 1.500 | OK |
| 地震時 | 計画水位 | 244.155 | 1212.013 | 4.964 | -0.464 | 3.000 | OK |
| 地震時 | 揚圧力無し | 422.906 | 2068.498 | 4.891 | -0.391 | 3.000 | OK |

1.2.2 滑動に対する照査

| ケース | 水位 | 鉛直力 N(kN) | 水平力 H(kN) | 安全率 | | 判定 |
|-----|-------|--------------|--------------|-------|-------|----|
| | | | | Fs | Fsa | |
| 常時 | 計画水位 | 150.976 | 82.541 | 1.097 | 1.500 | NG |
| 常時 | 揚圧力無し | 419.672 | 82.541 | 3.051 | 1.500 | OK |
| 地震時 | 計画水位 | 244.155 | 145.917 | 1.004 | 1.200 | NG |
| 地震時 | 揚圧力無し | 422.906 | 145.917 | 1.739 | 1.200 | OK |

1.2.3 地盤支持力に対する照査

| ケース | 水位 | 鉛直力 N(kN) | モーメント M(kN.m) | 偏心量 e(m) | 作用幅 x(m) | 地盤支持力(kN/m ²) | | 判定 |
|-----|-------|--------------|------------------|-------------|-------------|---------------------------|---------|----|
| | | | | | | P | Pa | |
| 常時 | 計画水位 | 150.976 | 791.600 | 0.743 | 11.270 | 25.087 | 294.000 | OK |
| 常時 | 揚圧力無し | 419.672 | 2078.236 | 0.452 | 12.144 | 60.683 | 294.000 | OK |
| 地震時 | 計画水位 | 244.155 | 1212.013 | 0.464 | 12.108 | 35.522 | 441.000 | OK |
| 地震時 | 揚圧力無し | 422.906 | 2068.498 | 0.391 | 12.327 | 59.243 | 441.000 | OK |

1.3 本体の設計

1.3.1 基部

| ケース | 水位 | モーメント M(kN.m) | 中立軸 位置 x(mm) | 圧縮応力度(N/mm ²) | | 引張応力度(N/mm ²) | | 判定 |
|-----|-------|------------------|--------------------|---------------------------|-------|---------------------------|--------|----|
| | | | | c | ca | s | sa | |
| 常時 | 計画水位 | 27.076 | 215.801 | 0.12 | 7.00 | 16.25 | 177.00 | OK |
| 常時 | 揚圧力無し | 27.076 | 215.801 | 0.12 | 7.00 | 16.25 | 177.00 | OK |
| 地震時 | 計画水位 | 22.411 | 215.801 | 0.10 | 10.50 | 13.45 | 265.50 | OK |
| 地震時 | 揚圧力無し | 22.411 | 215.801 | 0.10 | 10.50 | 13.45 | 265.50 | OK |

| ケース | 水位 | 有効高 d(mm) | せん断力 S(kN) | せん断応力度(N/mm ²) | | | 斜引張鉄筋(mm ²) | | 判定 |
|-----|-------|--------------|---------------|----------------------------|-------|-------|-------------------------|-------|----|
| | | | | m | a1 | a2 | Aw | Awreq | |
| 常時 | 計画水位 | 2170.0 | 39.092 | 0.018 | 0.220 | 1.600 | 126.70 | — | OK |
| 常時 | 揚圧力無し | 2170.0 | 39.092 | 0.018 | 0.220 | 1.600 | 126.70 | — | OK |
| 地震時 | 計画水位 | 2170.0 | 35.253 | 0.016 | 0.330 | 2.400 | 126.70 | — | OK |
| 地震時 | 揚圧力無し | 2170.0 | 35.253 | 0.016 | 0.330 | 2.400 | 126.70 | — | OK |

1.4 水叩きの設計

1.4.1 基部

| ケース | 水 位 | モーメント M(kN.m) | 中立軸 位 置 x(mm) | 圧縮応力度(N/mm ²) | | 引張応力度(N/mm ²) | | 判定 |
|-----|-------|------------------|---------------------|---------------------------|-------|---------------------------|--------|----|
| | | | | c | ca | s | sa | |
| 常時 | 計画水位 | 61.374 | 167.908 | 0.57 | 7.00 | 59.70 | 177.00 | OK |
| 常時 | 揚圧力無し | 61.374 | 167.908 | 0.57 | 7.00 | 59.70 | 177.00 | OK |
| 地震時 | 計画水位 | 89.674 | 167.908 | 0.83 | 10.50 | 87.23 | 265.50 | OK |
| 地震時 | 揚圧力無し | 89.674 | 167.908 | 0.83 | 10.50 | 87.23 | 265.50 | OK |

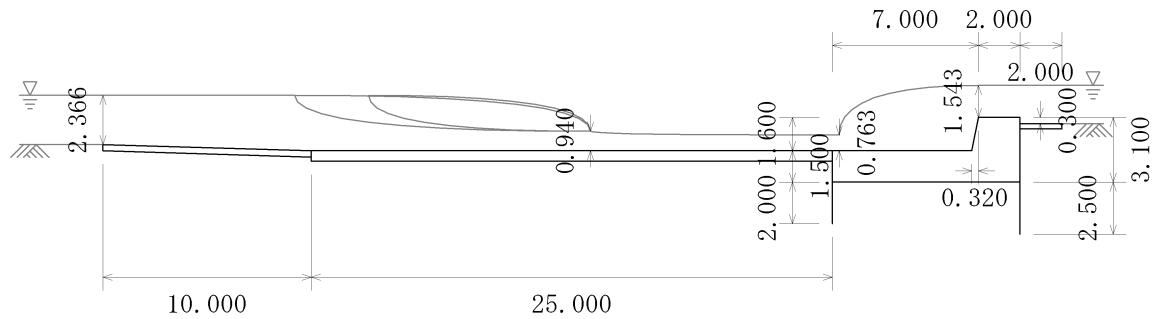
1.4.2 中間部1

| ケース | 水 位 | 有効高 d(mm) | せん断力 S(kN) | せん断応力度(N/mm ²) | | | 斜引張鉄筋(mm ²) | | 判定 |
|-----|-------|--------------|---------------|----------------------------|-------|-------|-------------------------|-------|----|
| | | | | m | a1 | a2 | Aw | Awreq | |
| 常時 | 計画水位 | 1350.0 | 29.985 | 0.022 | 0.220 | 1.600 | 126.70 | — | OK |
| 常時 | 揚圧力無し | 1350.0 | 29.985 | 0.022 | 0.220 | 1.600 | 126.70 | — | OK |
| 地震時 | 計画水位 | 1350.0 | 35.756 | 0.026 | 0.330 | 2.400 | 126.70 | — | OK |
| 地震時 | 揚圧力無し | 1350.0 | 35.756 | 0.026 | 0.330 | 2.400 | 126.70 | — | OK |

2章 検討条件

2.1 落差工形状

2.1.1 形状図



2.1.2 落差工の形式

| | |
|-------------|------------------|
| 検討ケース名称 | 床止めの構造設計手引き計算例 |
| 形式 | 直壁型(本体・水叩き一体式構造) |
| 強制跳水(補助構造物) | 導入しない |
| コンクリート材質 | 鉄筋コンクリート |

2.1.3 河道条件

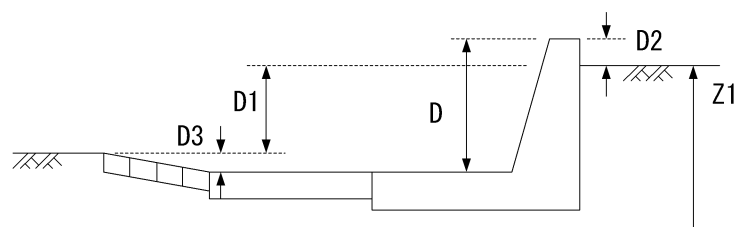
計画流量Q : 600.000 (m³/s)

川幅B : 100.000 (m)

| | 河床勾配l(1/#) | 粗度係数n |
|-----|------------|--------|
| 上流部 | 400.00 | 0.0350 |
| 中流部 | 400.00 | 0.0350 |
| 下流部 | 400.00 | 0.0350 |

2.1.4 落差高

| | |
|----------|-----------|
| 総落差高D | 1.600 (m) |
| 天端突出高D2 | 0.300 (m) |
| 水褥池水深D3 | 0.300 (m) |
| 上流河床標高Z1 | 1.300 (m) |
| 下流河床標高 | 0.300 (m) |
| 上下流河床差D1 | 1.000 (m) |



2.1.5 本体形状

形状寸法

| | |
|-------------|-----------|
| 天端幅Wu | 2.000 (m) |
| のり勾配I1(1:#) | 0.0000 |
| のり勾配I2(1:#) | 0.2000 |
| H1 | 3.100 (m) |
| H2 | 0.000 (m) |
| H3 | 0.000 (m) |
| W1 | 0.000 (m) |
| W2 | 0.320 (m) |
| 水叩き長W | 7.000 (m) |
| 水叩き厚d | 1.500 (m) |

しゃ水工

しゃ水工を設置する

下流側に水抜き穴を設置する

クリープ比C : 5.000

| | しゃ水工長lc(m) | 端部からの設置距離X(m) |
|-----|------------|---------------|
| 上流側 | 2.500 | 0.000 |
| 下流側 | 2.000 | 0.000 |

3章 水理計算

3.1 水叩き長の計算

3.1.1 流量条件

計画流量: $Q = 600.000 \text{ (m}^3/\text{s)}$

単位幅流量: $q = Q/B = 600.000/100.000 = 6.000 \text{ (m}^3/\text{s)}$

限界流速: $V_c = \sqrt{g \cdot hc} = 3.889 \text{ (m/s)}$

限界水深: $hc = \frac{q}{V_c} = \frac{q}{\sqrt{g \cdot hc}}$

$$\therefore hc = \left(\frac{q}{\sqrt{g}} \right)^{2/3} = \left(\frac{6.000}{\sqrt{9.800}} \right)^{2/3} = 1.543 \text{ (m)}$$

下流部等流水深: $h_2 = \frac{q}{V_2} = \frac{q}{1/n \cdot h_2^{2/3} \cdot I^{1/2}}$

$$\therefore h_2 = \left(\frac{q}{1/n \cdot I^{1/2}} \right)^{3/5} = \left(\frac{6.000}{1/0.0350 \cdot (1/400.00)^{1/2}} \right)^{3/5} = 2.366 \text{ (m)}$$

3.1.2 越流状態の判断

$hc + D_1 + D_2 = 1.543 + 1.000 + 0.300 = 2.843 \quad h_2 = 2.366 \text{ (m)}$

よって、計画高水流量時でも完全越流状態になっていると判断できる。

したがって、水叩きの計算は計画高水流量を対象流量として行う。

ここに、

D_1 : 上下流河床差 (m)

D_2 : 天端突出高 (m)

3.1.3 越流落下範囲の計算

越流水の落下距離の計算には、簡易的に求めることができるRandの公式を用いる。

$$W / D = 4.3 \times (hc / D)^{0.81}$$

$$W = 4.3 \times (hc / D)^{0.81} \times D$$

$$= 4.3 \times (1.543 / 1.600)^{0.81} \times 1.600 = 6.681 \text{ (m)}$$

$$\text{必要水叩き長} = 6.681 \quad 7.000 \text{ (m)} \cdots (\text{OK})$$

ここに、

W : 水叩き長 (m)

D : 総落差高 (m)

3.2 越流落水水深の計算

3.2.1 落下点での水深

越流落水水深は以下のエネルギー保存の式により求めることができる。

$$\frac{V_c^2}{2g} + \Delta Z + hc = \frac{V1a^2}{2g} + h1a$$

$$V1a = q/h1a$$

$$\therefore \frac{Vc^2}{2g} + \Delta Z + hc = \frac{1}{2g} \cdot \frac{q^2}{h1a^2} + h1a$$

$$h1a^3 - \left(\frac{Vc^2}{2g} + \Delta Z + hc \right) h1a^2 + \frac{q^2}{2g} = 0$$

$$h1a^3 - \left(\frac{3.889^2}{2 \times 9.800} + 1.600 + 1.543 \right) h1a^2 + \frac{6.000^2}{2 \times 9.800} = 0$$

$$h1a = 0.763 \text{ (m)}$$

$$V1a = 7.859 \text{ (m/s)}$$

ここに、

Vc : 限界水深時の流速 (m/s)

hc : 落差工天端での限界水深 (m)

h1a : 越流落水水深 (m)

V1a : 本体直下流部の流速 (m/s)

Z : 水叩きから落差工天端までの高さ (m)

g : 重力加速度 (m/s²)

3.2.2 上下流最大水位差

$$H = hc + D - h1a = 1.543 + 1.600 - 0.763 = 2.379 \text{ (m)}$$

3.3 しゃ水工の根入長の計算

3.3.1 鉛直方向の浸透路長

しゃ水工の根入長は従来より使用されているレインの式により算出する。

$$C \leq \frac{\frac{L}{3} + \sum ly}{\Delta H}$$

$$C \times \Delta H \leq \frac{L}{3} + \sum ly$$

$$5.000 \times 2.379 \leq \frac{9.000}{3} + \sum ly$$

$$ly = 8.897 \text{ (m)}$$

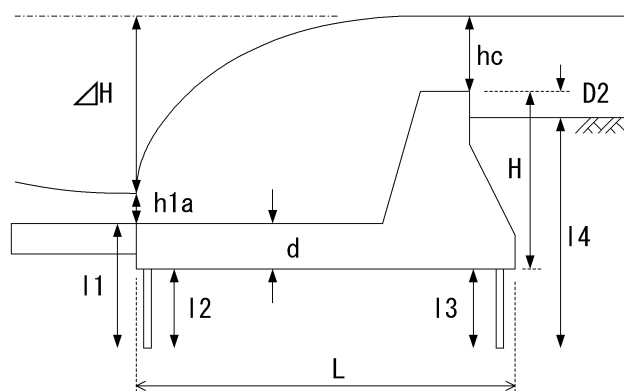
ここに、

C : クリープ比

L : 水平方向の浸透路長 (m)

ly : 鉛直方向の浸透路長 (m) (=l1+l2+l3+l4)

H : 上下流最大水位差 (m)



3.3.2 必要しゃ水工長

$$l = \frac{\sum l y - (H - D2 + d)}{2}$$

$$= \frac{8.897 - (3.100 - 0.300 + 1.500)}{2}$$

$$= 2.299 \text{ (m)}$$

以上から、しゃ水工は以下のように設けるものとした。

$$\text{上流側しゃ水工長 } l_{c1} = 2.500 \text{ (m)}$$

$$\text{下流側しゃ水工長 } l_{c2} = 2.000 \text{ (m)}$$

なお、下流側のしゃ水工は水抜き穴を設けることで浸透路長としてはみなさないこととした。

$$\text{必要しゃ水工長} = 2.299 + 2.500 \text{ (m)} \cdots \text{(OK)}$$

ここに、

H : 上流側本体内高 (m)

D2 : 天端突出高 (m)

d : 水叩き厚 (m)

3.4 水叩きの必要厚さ

$$t = F_s \cdot \frac{u_{pm} - h_{1a} \cdot W_0}{\gamma_c - W_0}$$

$$= (4/3) \cdot \frac{17.924 - 0.763 \cdot 9.810}{24.520 - 9.810}$$

$$= 0.946 \text{ (m)}$$

$$\text{水叩きの必要厚さ } t = 0.946 + 1.500 \text{ (m)} \cdots \text{(OK)}$$

ここに、

Fs : 安全率 (=4/3)

W0 : 水の単位体積重量 (kN/m³)

c : コンクリートの単位体積重量 (kN/m³)

h1a : 越流落水深 (m)

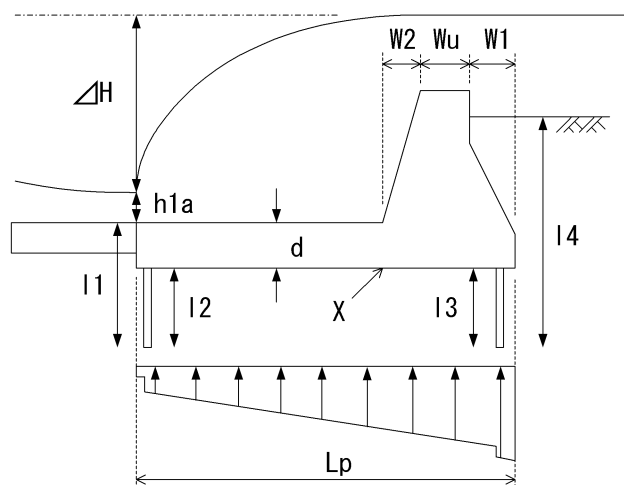
upm : 水叩きに作用する揚圧力のうち最大の値 (kN/m²)

ここで、任意の点の揚圧力upmは、

$$u_{pm} = \left(h_{1a} + \Delta H \cdot \frac{\sum l - l_x}{\sum l} \right) \cdot W_0$$

$$= \left(0.763 + 2.379 \cdot \frac{18.300 - 10.120}{18.300} \right) \cdot 9.810$$

$$= 17.924 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$



ここに、

H : 上下流最大水位差 (m)

l : 全浸透路長(= $L_p+l_1+l_2+l_3+l_4$) (m)

$$\begin{aligned}
 l &= L_p + l_1 + l_2 + l_3 + l_4 \\
 &= 9.000 + 1.500 + 0.000 + 2.500 + 5.300 \\
 &= 18.300 \text{ (m)}
 \end{aligned}$$

l_x : 任意の点までの浸透路長 (m)

$$\begin{aligned}
 l_x &= l_4 + l_3 + W_1 + W_u + W_2 \\
 &= 5.300 + 2.500 + 0.000 + 2.000 + 0.320 \\
 &= 10.120 \text{ (m)}
 \end{aligned}$$

4章 安定計算

4.1 設計条件

(1) 単位重量

| | |
|-------------------------------|--------|
| 鉄筋コンクリート (kN/m ³) | 24.520 |
| 水 (kN/m ³) | 9.810 |
| 土(湿潤) (kN/m ³) | 18.000 |
| 土(飽和) (kN/m ³) | 19.620 |
| 土(水中) (kN/m ³) | 9.810 |

(2) 基礎地盤

| | |
|---------|------------|
| 基礎地盤の種類 | 砂質地盤(密なもの) |
| 摩擦係数 | 0.60 |

(3) 荷重条件

- ・ 設計水平震度 $K_h = 0.20$
- ・ 揚圧力の算定方法は、簡易モデルとする。
- ・ 壁面摩擦角は内部計算とする。
- ・ 水位以下に見かけの震度を適用する。

| 荷重状態 | 常時 | 地震時 |
|----------------------------|-------|-------|
| 合力作用点の範囲 | 1/3以内 | 2/3以内 |
| 滑動安全率 | 1.50 | 1.20 |
| 許容支持力度(kN/m ²) | 294.0 | 441.0 |

(4) 荷重ケース

以下のケースについて、底面下流側先端における作用力を求め、安定計算を行う。

[常時ケース(常時)]

- ・ 水の重量は考慮しない。

[計画水位]

- ・ 上流部と中流部の水位線を連続とする。
- ・ 計算時の水位は水理計算の結果を用いる。

| | |
|-------------------|-------|
| 上流部水位 $h_{wb}(m)$ | 1.543 |
| 中流部水位 $h_{wm}(m)$ | 3.029 |
| 下流部水位 $h_{wf}(m)$ | 0.763 |
| 越流長 $l_{bf}(m)$ | 6.681 |

[揚圧力無し]

- ・ 揚圧力無しケースとして検討する。
- ・ 計算時の水位は水理計算の結果を用いる。

| | |
|-------------------|-------|
| 上流部水位 $h_{wb}(m)$ | 1.543 |
| 中流部水位 $h_{wm}(m)$ | 3.029 |
| 下流部水位 $h_{wf}(m)$ | 0.763 |
| 越流長 $l_{bf}(m)$ | 6.681 |

[地震時ケース(地震時)]

・水の重量は考慮しない。

[計画水位]

・計算時の水位は直接指定値を用いる。

| | |
|-------------|-------|
| 上流部水位hwb(m) | 0.000 |
| 中流部水位hwm(m) | 0.000 |
| 下流部水位hwf(m) | 0.000 |
| 越流長 lbf(m) | 0.320 |

[揚圧力無し]

- ・揚圧力無しケースとして検討する。
- ・上流部と中流部の水位線を連続とする。
- ・計算時の水位は直接指定値を用いる。

| | |
|-------------|-------|
| 上流部水位hwb(m) | 0.000 |
| 中流部水位hwm(m) | 0.000 |
| 下流部水位hwf(m) | 0.000 |
| 越流長 lbf(m) | 0.320 |

4.2 作用力の集計

4.2.1 自重,慣性力

(1) 躯体ブロックデータ



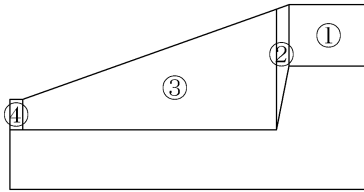
| 区分 | 幅(m) | 左高(m) | 右高(m) | 奥行(m) | 体積 Vi (m³) | 重心位置(m) | | Vi · Xi | Vi · Yi |
|----|-------|-------|-------|-------|------------|---------|-------|---------|---------|
| | | | | | | Xi | Yi | | |
| 1 | 2.000 | 3.100 | 3.100 | 1.000 | 6.200 | 8.000 | 1.550 | 49.600 | 9.610 |
| 2 | 0.320 | 0.000 | 1.600 | 1.000 | 0.256 | 6.893 | 2.033 | 1.765 | 0.521 |
| 3 | 0.320 | 1.500 | 1.500 | 1.000 | 0.480 | 6.840 | 0.750 | 3.283 | 0.360 |
| 4 | 6.680 | 1.500 | 1.500 | 1.000 | 10.020 | 3.340 | 0.750 | 33.467 | 7.515 |
| | — | — | — | — | 16.956 | — | — | 88.115 | 18.006 |

重心 XG = (Vi · Xi) / Vi = 88.115 / 16.956 = 5.197 (m)

YG = (Vi · Yi) / Vi = 18.006 / 16.956 = 1.062 (m)

(2)水ブロックデータ

常時(計画水位)

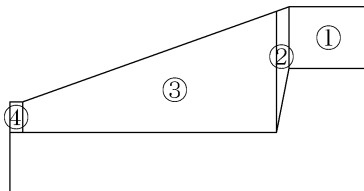


| 区分 | 幅 (m) | 左高 (m) | 右高 (m) | 奥行 (m) | 体積 V_i (m ³) | 重心位置(m) | | $V_i \cdot X_i$ | $V_i \cdot Y_i$ |
|----|-------|--------|--------|--------|----------------------------|---------|-------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | X_i | Y_i | | |
| 1 | 2.000 | 1.543 | 1.543 | 1.000 | 3.086 | 8.000 | 3.872 | 24.688 | 11.947 |
| 2 | 0.320 | 3.029 | 1.543 | 1.000 | 0.732 | 6.823 | 3.397 | 4.991 | 2.485 |
| 3 | 6.361 | 0.763 | 3.029 | 1.000 | 12.060 | 4.133 | 2.561 | 49.846 | 30.885 |
| 4 | 0.319 | 0.763 | 0.763 | 1.000 | 0.243 | 0.159 | 1.881 | 0.039 | 0.458 |
| | — | — | — | — | 16.121 | — | — | 79.564 | 45.775 |

重心 $XG = (V_i \cdot X_i) / V_i = 79.564 / 16.121 = 4.935$ (m)

$YG = (V_i \cdot Y_i) / V_i = 45.775 / 16.121 = 2.839$ (m)

常時(揚圧力無し)



| 区分 | 幅 (m) | 左高 (m) | 右高 (m) | 奥行 (m) | 体積 V_i (m ³) | 重心位置(m) | | $V_i \cdot X_i$ | $V_i \cdot Y_i$ |
|----|-------|--------|--------|--------|----------------------------|---------|-------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | X_i | Y_i | | |
| 1 | 2.000 | 1.543 | 1.543 | 1.000 | 3.086 | 8.000 | 3.872 | 24.688 | 11.947 |
| 2 | 0.320 | 3.029 | 1.543 | 1.000 | 0.732 | 6.823 | 3.397 | 4.991 | 2.485 |
| 3 | 6.361 | 0.763 | 3.029 | 1.000 | 12.060 | 4.133 | 2.561 | 49.846 | 30.885 |
| 4 | 0.319 | 0.763 | 0.763 | 1.000 | 0.243 | 0.159 | 1.881 | 0.039 | 0.458 |
| | — | — | — | — | 16.121 | — | — | 79.564 | 45.775 |

重心 $XG = (V_i \cdot X_i) / V_i = 79.564 / 16.121 = 4.935$ (m)

$YG = (V_i \cdot Y_i) / V_i = 45.775 / 16.121 = 2.839$ (m)

(3)自重,慣性力

常時(計画水位)

| 区分 | 体積 (m ³) | 単位重量 (kN/m ³) | 自重 (kN) | 重心位置 (m) | モーメント (kN.m) |
|----|----------------------|---------------------------|---------|----------|--------------|
| 躯体 | 16.956 | 24.520 | 415.761 | 5.197 | 2160.572 |
| 土砂 | 0.000 | 19.620 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 水 | 16.121 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

常時(揚圧力無し)

| 区分 | 体積 (m ³) | 単位重量 (kN/m ³) | 自重 (kN) | 重心位置 (m) | モーメント (kN.m) |
|----|-------------------------|------------------------------|------------|-------------|-----------------|
| 躯体 | 16.956 | 24.520 | 415.761 | 5.197 | 2160.572 |
| 土砂 | 0.000 | 19.620 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 水 | 16.121 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

地震時(計画水位)

| 区分 | 体積 (m ³) | 単位重量 (kN/m ³) | 自重 (kN) | 重心位置 (m) | モーメント (kN.m) |
|----|-------------------------|------------------------------|------------|-------------|-----------------|
| 躯体 | 16.956 | 24.520 | 415.761 | 5.197 | 2160.572 |
| 土砂 | 0.000 | 19.620 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 水 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 区分 | 自重 (m ³) | 設計水平 震度 Kh | 慣性力 (kN) | 重心位置 (m) | モーメント (kN.m) |
|----|-------------------------|---------------|-------------|-------------|-----------------|
| 躯体 | 415.761 | 0.20 | 83.152 | 1.062 | 88.299 |
| 土砂 | 0.000 | 0.20 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

地震時(揚圧力無し)

| 区分 | 体積 (m ³) | 単位重量 (kN/m ³) | 自重 (kN) | 重心位置 (m) | モーメント (kN.m) |
|----|-------------------------|------------------------------|------------|-------------|-----------------|
| 躯体 | 16.956 | 24.520 | 415.761 | 5.197 | 2160.572 |
| 土砂 | 0.000 | 19.620 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 水 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

| 区分 | 自重 (m ³) | 設計水平 震度 Kh | 慣性力 (kN) | 重心位置 (m) | モーメント (kN.m) |
|----|-------------------------|---------------|-------------|-------------|-----------------|
| 躯体 | 415.761 | 0.20 | 83.152 | 1.062 | 88.299 |
| 土砂 | 0.000 | 0.20 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

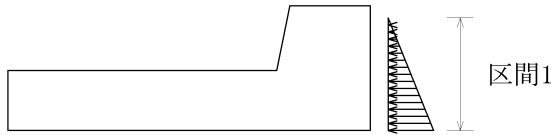
4.2.2 土圧力

(1)土圧データ(共通)

| | |
|-----------------------------------|--------|
| 土の湿潤単位体積重量 t(kN/m ³) | 18.000 |
| 土の飽和単位体積重量 b(kN/m ³) | 19.620 |
| 土の水中単位体積重量 bw(kN/m ³) | 9.810 |
| 水の単位体積重量 w(kN/m ³) | 9.810 |
| 地表面と水平面とのなす角 (度) | 0.000 |
| 土のせん断抵抗角 (度) | 30.000 |
| 常時の壁面摩擦角 (度) | 20.000 |
| 地震時の壁面摩擦角 (度) | 15.000 |
| 設計水平震度Kh | 0.20 |

(2)土圧データ(算出区間)

常時(計画水位)

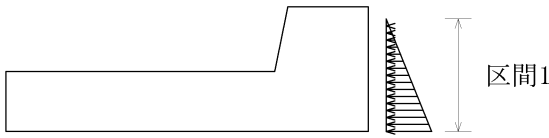


| 区間データ | 区間1 鉛直上側 | 区間2 傾斜部 | 区間3 鉛直下側 | 合計 |
|---------------------------------------|-------------|------------|-------------|--------|
| 土圧の作用高さ(m) | 2.800 | 0.000 | 0.000 | 2.800 |
| 土圧作用面上端から算出区間上端までの高さ(m) | 0.000 | 2.800 | 2.800 | —— |
| 土圧作用面上端から算出区間下端までの高さ(m) | 2.800 | 2.800 | 2.800 | —— |
| 壁背面と鉛直面とのなす角 (度) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 土圧係数Ka | 0.2973 | 0.2973 | 0.2973 | —— |
| 土圧強度算定用の土の単位体積重量 (kN/m ³) | 9.810 | 9.810 | 9.810 | —— |
| 上側土圧強度Pu(kN/m ²) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 下側土圧強度Pl(kN/m ²) | 8.167 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 土圧力P(kN) | 11.433 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 土圧力の鉛直成分PV(kN) | 3.910 | 0.000 | 0.000 | 3.910 |
| 土圧力の鉛直成分の作用位置XG(m) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 土圧力の水平成分PH(kN) | 10.744 | 0.000 | 0.000 | 10.744 |
| 土圧力の水平成分の作用位置YG(m) | 0.933 | 0.000 | 0.000 | 0.933 |

なお、土圧係数はクーロン式により求めた。

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \cdot \cos(\theta + \delta) \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \alpha)}{\cos(\theta + \delta) \cdot \cos(\theta - \alpha)}} \right)^2}$$

常時(揚圧力無し)

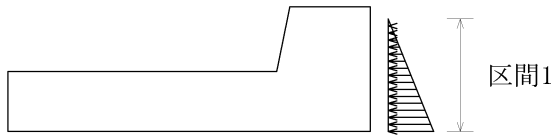


| 区間データ | 区間1 鉛直上側 | 区間2 傾斜部 | 区間3 鉛直下側 | 合計 |
|---------------------------------------|-------------|------------|-------------|--------|
| 土圧の作用高さ(m) | 2.800 | 0.000 | 0.000 | 2.800 |
| 土圧作用面上端から算出区間上端までの高さ(m) | 0.000 | 2.800 | 2.800 | —— |
| 土圧作用面上端から算出区間下端までの高さ(m) | 2.800 | 2.800 | 2.800 | —— |
| 壁背面と鉛直面とのなす角 (度) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 土圧係数Ka | 0.2973 | 0.2973 | 0.2973 | —— |
| 土圧強度算定用の土の単位体積重量 (kN/m ³) | 9.810 | 9.810 | 9.810 | —— |
| 上側土圧強度Pu(kN/m ²) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 下側土圧強度Pl(kN/m ²) | 8.167 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 土圧力P(kN) | 11.433 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 土圧力の鉛直成分PV(kN) | 3.910 | 0.000 | 0.000 | 3.910 |
| 土圧力の鉛直成分の作用位置XG(m) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 土圧力の水平成分PH(kN) | 10.744 | 0.000 | 0.000 | 10.744 |
| 土圧力の水平成分の作用位置YG(m) | 0.933 | 0.000 | 0.000 | 0.933 |

なお、土圧係数はクーロン式により求めた。

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \cdot \cos(\theta + \delta) \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \alpha)}{\cos(\theta + \delta) \cdot \cos(\theta - \alpha)}} \right)^2}$$

地震時(計画水位)

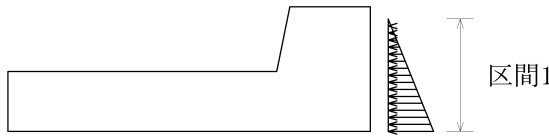


| 区間データ | 区間1 鉛直上側 | 区間2 傾斜部 | 区間3 鉛直下側 | 合計 |
|---------------------------------------|-------------|------------|-------------|--------|
| 土圧の作用高さ(m) | 2.800 | 0.000 | 0.000 | 2.800 |
| 土圧作用面上端から算出区間上端までの高さ(m) | 0.000 | 2.800 | 2.800 | —— |
| 土圧作用面上端から算出区間下端までの高さ(m) | 2.800 | 2.800 | 2.800 | —— |
| 壁背面と鉛直面とのなす角 (度) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 地震時合成角 $\theta = \tan^{-1}(Kh')$ (度) | 21.801 | 21.801 | 21.801 | —— |
| 見かけの震度 $Kh' = b / (b - w) \cdot Kh$ | 0.400 | 0.400 | 0.400 | —— |
| 土圧係数 Kea | 0.7178 | 0.7178 | 0.7178 | —— |
| 土圧強度算定用の土の単位体積重量 (kN/m ³) | 9.810 | 9.810 | 9.810 | —— |
| 上側土圧強度 P_u (kN/m ²) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 下側土圧強度 P_l (kN/m ²) | 19.718 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 土圧力 P (kN) | 27.605 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 土圧力の鉛直成分 P_V (kN) | 7.145 | 0.000 | 0.000 | 7.145 |
| 土圧力の鉛直成分の作用位置 X_G (m) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 土圧力の水平成分 P_H (kN) | 26.664 | 0.000 | 0.000 | 26.664 |
| 土圧力の水平成分の作用位置 Y_G (m) | 0.933 | 0.000 | 0.000 | 0.933 |

なお、土圧係数は物部・岡部の式により求めた。

$$Kea = \frac{\cos^2(\phi - \theta - \theta_0)}{\cos \theta_0 \cdot \cos^2 \theta \cdot \cos(\theta + \delta + \theta_0) \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \alpha - \theta_0)}{\cos(\theta + \delta + \theta_0) \cdot \cos(\theta - \alpha)}} \right)^2}$$

地震時(揚圧力無し)



| 区間データ | 区間1 鉛直上側 | 区間2 傾斜部 | 区間3 鉛直下側 | 合計 |
|---------------------------------------|-------------|------------|-------------|--------|
| 土圧の作用高さ(m) | 2.800 | 0.000 | 0.000 | 2.800 |
| 土圧作用面上端から算出区間上端までの高さ(m) | 0.000 | 2.800 | 2.800 | —— |
| 土圧作用面上端から算出区間下端までの高さ(m) | 2.800 | 2.800 | 2.800 | —— |
| 壁背面と鉛直面とのなす角 (度) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 地震時合成角 $\theta = \tan^{-1}(Kh')$ (度) | 21.801 | 21.801 | 21.801 | —— |
| 見かけの震度 $Kh' = b / (b - w) \cdot Kh$ | 0.400 | 0.400 | 0.400 | —— |
| 土圧係数 Kea | 0.7178 | 0.7178 | 0.7178 | —— |
| 土圧強度算定用の土の単位体積重量 (kN/m ³) | 9.810 | 9.810 | 9.810 | —— |
| 上側土圧強度 P_u (kN/m ²) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 下側土圧強度 P_l (kN/m ²) | 19.718 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 土圧力 P (kN) | 27.605 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 土圧力の鉛直成分 P_V (kN) | 7.145 | 0.000 | 0.000 | 7.145 |
| 土圧力の鉛直成分の作用位置 X_G (m) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 土圧力の水平成分 P_H (kN) | 26.664 | 0.000 | 0.000 | 26.664 |
| 土圧力の水平成分の作用位置 Y_G (m) | 0.933 | 0.000 | 0.000 | 0.933 |

なお、土圧係数は物部・岡部の式により求めた。

$$Kea = \frac{\cos^2(\phi - \theta - \theta_0)}{\cos \theta_0 \cdot \cos^2 \theta \cdot \cos(\theta + \delta + \theta_0) \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \alpha - \theta_0)}{\cos(\theta + \delta + \theta_0) \cdot \cos(\theta - \alpha)}} \right)^2}$$

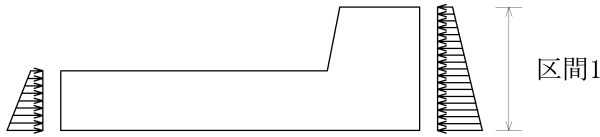
4.2.3 水圧力

(1)水圧データ(共通)

| | |
|-------------------------------------|-------|
| 水の単位体積重量 W_0 (kN/m ³) | 9.810 |
|-------------------------------------|-------|

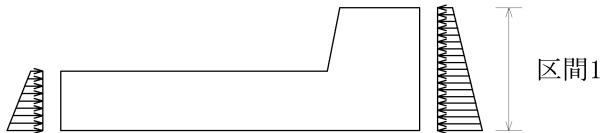
(2)水圧データ(算出区間)

常時(計画水位)



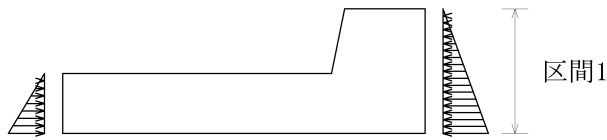
| 区間データ | 背面 | | | | 前面 |
|----------------------------------|-------------|------------|-------------|--------|--------|
| | 区間1 鉛直上側 | 区間2 傾斜部 | 区間3 鉛直下側 | 合計 | |
| 水圧の作用高さ(m) | 3.100 | 0.000 | 0.000 | 3.100 | 1.500 |
| 水圧作用面上端から算出区間上端までの高さ(m) | 1.543 | 4.643 | 4.643 | —— | 0.763 |
| 水圧作用面上端から算出区間下端までの高さ(m) | 4.643 | 4.643 | 4.643 | —— | 2.263 |
| 上側水圧強度 P_u (kN/m^2) | 15.137 | 0.000 | 0.000 | —— | 7.485 |
| 下側水圧強度 P_l (kN/m^2) | 45.548 | 0.000 | 0.000 | —— | 22.200 |
| 水圧力 P (kN) | 94.061 | 0.000 | 0.000 | —— | 22.264 |
| 水圧力の鉛直成分 P_V (kN) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 水圧力の鉛直成分の作用位置 X_G (m) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 水圧力の水平成分 P_H (kN) | 94.061 | 0.000 | 0.000 | 94.061 | 22.264 |
| 水圧力の水平成分の作用位置 Y_G (m) | 1.291 | 0.000 | 0.000 | 1.291 | 0.626 |

常時(揚圧力無し)



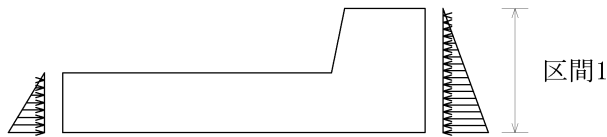
| 区間データ | 背面 | | | | 前面 |
|----------------------------------|-------------|------------|-------------|--------|--------|
| | 区間1 鉛直上側 | 区間2 傾斜部 | 区間3 鉛直下側 | 合計 | |
| 水圧の作用高さ(m) | 3.100 | 0.000 | 0.000 | 3.100 | 1.500 |
| 水圧作用面上端から算出区間上端までの高さ(m) | 1.543 | 4.643 | 4.643 | —— | 0.763 |
| 水圧作用面上端から算出区間下端までの高さ(m) | 4.643 | 4.643 | 4.643 | —— | 2.263 |
| 上側水圧強度 P_u (kN/m^2) | 15.137 | 0.000 | 0.000 | —— | 7.485 |
| 下側水圧強度 P_l (kN/m^2) | 45.548 | 0.000 | 0.000 | —— | 22.200 |
| 水圧力 P (kN) | 94.061 | 0.000 | 0.000 | —— | 22.264 |
| 水圧力の鉛直成分 P_V (kN) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 水圧力の鉛直成分の作用位置 X_G (m) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 水圧力の水平成分 P_H (kN) | 94.061 | 0.000 | 0.000 | 94.061 | 22.264 |
| 水圧力の水平成分の作用位置 Y_G (m) | 1.291 | 0.000 | 0.000 | 1.291 | 0.626 |

地震時(計画水位)



| 区間データ | 背面 | | | | 前面 |
|---|-------------|------------|-------------|--------|--------|
| | 区間1 鉛直上側 | 区間2 傾斜部 | 区間3 鉛直下側 | 合計 | |
| 水圧の作用高さ(m) | 3.100 | 0.000 | 0.000 | 3.100 | 1.500 |
| 水圧作用面上端から算出区間上端までの高さ(m) | 0.000 | 3.100 | 3.100 | ——— | 0.000 |
| 水圧作用面上端から算出区間下端までの高さ(m) | 3.100 | 3.100 | 3.100 | ——— | 1.500 |
| 上側水圧強度 P_u (kN/m^2) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | ——— | 0.000 |
| 下側水圧強度 P_l (kN/m^2) | 30.411 | 0.000 | 0.000 | ——— | 14.715 |
| 水圧力 P (kN) | 47.137 | 0.000 | 0.000 | ——— | 11.036 |
| 水圧力の鉛直成分 P_V (kN) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | ——— |
| 水圧力の鉛直成分の作用位置 X_G (m) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | ——— |
| 水圧力の水平成分 P_H (kN) | 47.137 | 0.000 | 0.000 | 47.137 | 11.036 |
| 水圧力の水平成分の作用位置 Y_G (m) | 1.033 | 0.000 | 0.000 | 1.033 | 0.500 |

地震時(揚圧力無し)



| 区間データ | 背面 | | | | 前面 |
|---|-------------|------------|-------------|--------|--------|
| | 区間1 鉛直上側 | 区間2 傾斜部 | 区間3 鉛直下側 | 合計 | |
| 水圧の作用高さ(m) | 3.100 | 0.000 | 0.000 | 3.100 | 1.500 |
| 水圧作用面上端から算出区間上端までの高さ(m) | 0.000 | 3.100 | 3.100 | ——— | 0.000 |
| 水圧作用面上端から算出区間下端までの高さ(m) | 3.100 | 3.100 | 3.100 | ——— | 1.500 |
| 上側水圧強度 P_u (kN/m^2) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | ——— | 0.000 |
| 下側水圧強度 P_l (kN/m^2) | 30.411 | 0.000 | 0.000 | ——— | 14.715 |
| 水圧力 P (kN) | 47.137 | 0.000 | 0.000 | ——— | 11.036 |
| 水圧力の鉛直成分 P_V (kN) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | ——— |
| 水圧力の鉛直成分の作用位置 X_G (m) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | ——— |
| 水圧力の水平成分 P_H (kN) | 47.137 | 0.000 | 0.000 | 47.137 | 11.036 |
| 水圧力の水平成分の作用位置 Y_G (m) | 1.033 | 0.000 | 0.000 | 1.033 | 0.500 |

4.2.4 揚圧力

(1)揚圧力(共通)

| | |
|-------------------------------------|--------|
| 水の単位体積重量 W_0 (kN/m ³) | 9.810 |
| 水叩き天端高と本体底面高の差 d (m) | 1.500 |
| 全浸透路長 l (m) | 18.300 |

各算定区間の揚圧力は、次式により求める。

$$U_{px} = \left(h_{1a} + \Delta h \cdot \frac{\Sigma l - l_x}{\Sigma l} + d \right) \cdot W_0$$

ここに、

U_{px} : 任意の点 x での揚圧力(kN/m²)

Δh : 上流側水位と下流側越流落水位との水位差(m)

l_x : 任意の点までの浸透路長(m)

Σl : 全浸透路長(m)

※下流側のしゃ水工は水抜き穴を設けることで浸透路長としてはみなさない。

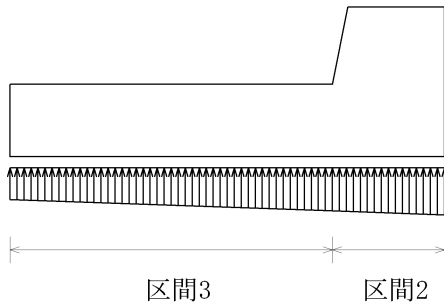
h_{1a} : 越流落水深(m)

W_0 : 水の単位体積重量(kN/m³)

d : 水叩き天端高と本体底面高の差(m)

(2)揚圧力(算出区間)

常時(計画水位)



上流側水位と下流側越流落水位との水位差 $h(m) = 2.380(m)$

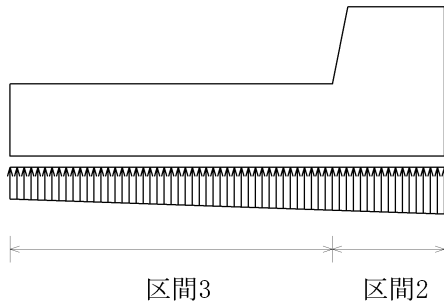
越流落水深 $h1a(m) = 0.763(m)$

| 区間データ | 区間1 背面しゃ 水工より 上流側 | 区間2 背面しゃ 水工から 中流部 | 区間3 中流部 から前面 しゃ水工 | 区間4 前面しゃ 水工より 下流側 | 合計 |
|------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------|
| 揚圧力の作用幅L(m) | 0.000 | 2.320 | 6.680 | 0.000 | —— |
| 算出区間始端までの浸透路長Lb(m) | 2.800 | 7.800 | 10.120 | 16.800 | —— |
| 算出区間終端までの浸透路長Lf(m) | 2.800 | 10.120 | 16.800 | 16.800 | —— |
| 底面と水平面とのなす角 (度) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 背面側揚圧力Pb(kN/m ²) | 41.975 | 35.596 | 32.636 | 24.114 | 0.000 |
| 前面側揚圧力Pf(kN/m ²) | 41.975 | 32.636 | 24.114 | 24.114 | 0.000 |
| 揚圧力P(kN) | 0.000 | 79.150 | 189.546 | 0.000 | 0.000 |
| 揚圧力の鉛直成分PV(kN) | 0.000 | 79.150 | 189.546 | 0.000 | 268.695 |
| 揚圧力の鉛直成分の作用位置XG(m) | 9.000 | 7.857 | 3.507 | 0.000 | 4.788 |
| 揚圧力の水平成分PH(kN) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 揚圧力の水平成分の作用位置YG(m) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

常時(揚圧力無し)

揚圧力は作用しない。

地震時(計画水位)



上流側水位と下流側越流落水位との水位差 $h(m) = 1.600(m)$

越流落水深 $h1a(m) = 0.000(m)$

| 区間データ | 区間1 背面しゃ 水工より 上流側 | 区間2 背面しゃ 水工から 中流部 | 区間3 中流部 から前面 しゃ水工 | 区間4 前面しゃ 水工より 下流側 | 合計 |
|------------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------|
| 揚圧力の作用幅L(m) | 0.000 | 2.320 | 6.680 | 0.000 | —— |
| 算出区間始端までの浸透路長Lb(m) | 2.800 | 7.800 | 10.120 | 16.800 | —— |
| 算出区間終端までの浸透路長Lf(m) | 2.800 | 10.120 | 16.800 | 16.800 | —— |
| 底面と水平面とのなす角 (度) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 背面側揚圧力Pb(kN/m ²) | 28.009 | 23.721 | 21.731 | 16.002 | 0.000 |
| 前面側揚圧力Pf(kN/m ²) | 28.009 | 21.731 | 16.002 | 16.002 | 0.000 |
| 揚圧力P(kN) | 0.000 | 52.724 | 126.027 | 0.000 | 0.000 |
| 揚圧力の鉛直成分PV(kN) | 0.000 | 52.724 | 126.027 | 0.000 | 178.751 |
| 揚圧力の鉛直成分の作用位置XG(m) | 9.000 | 7.857 | 3.509 | 0.000 | 4.791 |
| 揚圧力の水平成分PH(kN) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 揚圧力の水平成分の作用位置YG(m) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

地震時(揚圧力無し)

揚圧力は作用しない。

4.2.5 各ケースの作用力

常時(計画水位)

| 区分 | 鉛直力 (kN) | 水平力 (kN) | 作用位置 | | モーメント | | |
|------|-------------|-------------|-------|-------|-----------|----------|-----------|
| | | | X(m) | Y(m) | Mx(kN.m) | My(kN.m) | M(kN.m) |
| 躯体 | 415.761 | 0.000 | 5.197 | 0.000 | 2160.572 | 0.000 | 2160.572 |
| 土砂 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 水 | 0.000 | ————— | 0.000 | — | 0.000 | ————— | 0.000 |
| 土圧 | 3.910 | -10.744 | 9.000 | 0.933 | 35.194 | -10.028 | 25.166 |
| 背面水圧 | 0.000 | -94.061 | 9.000 | 1.291 | 0.000 | -121.441 | -121.441 |
| 前面水圧 | ————— | 22.264 | 0.000 | 0.626 | ————— | 13.939 | 13.939 |
| 揚圧力 | -268.695 | 0.000 | 4.788 | 0.000 | -1286.636 | 0.000 | -1286.636 |
| 任意荷重 | ————— | 0.000 | — | 0.000 | ————— | 0.000 | 0.000 |
| 合計 | 150.976 | -82.541 | 6.022 | 1.424 | 909.130 | -117.529 | 791.600 |

常時(揚圧力無し)

| 区分 | 鉛直力 (kN) | 水平力 (kN) | 作用位置 | | モーメント | | |
|------|-------------|-------------|-------|-------|----------|----------|----------|
| | | | X(m) | Y(m) | Mx(kN.m) | My(kN.m) | M(kN.m) |
| 躯体 | 415.761 | 0.000 | 5.197 | 0.000 | 2160.572 | 0.000 | 2160.572 |
| 土砂 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 水 | 0.000 | ————— | 0.000 | — | 0.000 | ————— | 0.000 |
| 土圧 | 3.910 | -10.744 | 9.000 | 0.933 | 35.194 | -10.028 | 25.166 |
| 背面水圧 | 0.000 | -94.061 | 9.000 | 1.291 | 0.000 | -121.441 | -121.441 |
| 前面水圧 | ————— | 22.264 | 0.000 | 0.626 | ————— | 13.939 | 13.939 |
| 揚圧力 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 任意荷重 | ————— | 0.000 | — | 0.000 | ————— | 0.000 | 0.000 |
| 合計 | 419.672 | -82.541 | 5.232 | 1.424 | 2195.766 | -117.529 | 2078.236 |

地震時(計画水位)

| 区分 | 鉛直力 (kN) | 水平力 (kN) | 作用位置 | | モーメント | | |
|------|-------------|-------------|-------|-------|----------|----------|----------|
| | | | X(m) | Y(m) | Mx(kN.m) | My(kN.m) | M(kN.m) |
| 躯体 | 415.761 | -83.152 | 5.197 | 1.062 | 2160.572 | -88.299 | 2072.273 |
| 土砂 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 水 | 0.000 | ————— | 0.000 | — | 0.000 | ————— | 0.000 |
| 土圧 | 7.145 | -26.664 | 9.000 | 0.933 | 64.302 | -24.887 | 39.415 |
| 背面水圧 | 0.000 | -47.137 | 9.000 | 1.033 | 0.000 | -48.708 | -48.708 |
| 前面水圧 | ————— | 11.036 | 0.000 | 0.500 | ————— | 5.518 | 5.518 |
| 揚圧力 | -178.751 | 0.000 | 4.791 | 0.000 | -856.485 | 0.000 | -856.485 |
| 任意荷重 | ————— | 0.000 | — | 0.000 | ————— | 0.000 | 0.000 |
| 合計 | 244.155 | -145.917 | 5.605 | 1.072 | 1368.389 | -156.376 | 1212.013 |

地震時(揚圧力無し)

| 区分 | 鉛直力 (kN) | 水平力 (kN) | 作用位置 | | モーメント | | |
|------|-------------|-------------|-------|-------|----------|----------|----------|
| | | | X(m) | Y(m) | Mx(kN.m) | My(kN.m) | M(kN.m) |
| 躯体 | 415.761 | -83.152 | 5.197 | 1.062 | 2160.572 | -88.299 | 2072.273 |
| 土砂 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 水 | 0.000 | ———— | 0.000 | —— | 0.000 | ———— | 0.000 |
| 土圧 | 7.145 | -26.664 | 9.000 | 0.933 | 64.302 | -24.887 | 39.415 |
| 背面水圧 | 0.000 | -47.137 | 9.000 | 1.033 | 0.000 | -48.708 | -48.708 |
| 前面水圧 | ———— | 11.036 | 0.000 | 0.500 | ———— | 5.518 | 5.518 |
| 揚圧力 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 任意荷重 | ———— | 0.000 | —— | 0.000 | ———— | 0.000 | 0.000 |
| 合計 | 422.906 | -145.917 | 5.261 | 1.072 | 2224.874 | -156.376 | 2068.498 |

4.3 安定計算結果

4.3.1 転倒に対する照査

$$X = \frac{M}{N}$$

$$e = \frac{B}{2} - X$$

ここに、

- X : 底面下流端から合力作用点までの距離(m)
- M : 底面下流端におけるモーメントの和(kN.m)
- N : 底面に作用する鉛直荷重の和(kN)
- e : 偏心距離(m)
- B : 底面幅 = 9.000(m)

| ケース | 水位 | 鉛直力 N(kN) | モーメント M(kN.m) | 作用位置 X(m) | 偏心量(m) | | 判定 |
|-----|-------|--------------|------------------|--------------|--------|-------|----|
| | | | | | e | ea | |
| 常時 | 計画水位 | 150.976 | 791.600 | 5.243 | -0.743 | 1.500 | OK |
| 常時 | 揚圧力無し | 419.672 | 2078.236 | 4.952 | -0.452 | 1.500 | OK |
| 地震時 | 計画水位 | 244.155 | 1212.013 | 4.964 | -0.464 | 3.000 | OK |
| 地震時 | 揚圧力無し | 422.906 | 2068.498 | 4.891 | -0.391 | 3.000 | OK |

4.3.2 滑動に対する照査

$$F_s = \frac{N \cdot f}{H}$$

ここに、

- F_s : 滑動に対する安全率
- N : 底面に作用する鉛直荷重の和(kN)
- f : コンクリートと地盤の摩擦係数 = 0.60
- H : 底面に作用する水平荷重の和(kN)

| ケース | 水位 | 鉛直力 N(kN) | 水平力 H(kN) | 安全率 | | 判定 |
|-----|-------|--------------|--------------|-------|-------|----|
| | | | | Fs | Fsa | |
| 常時 | 計画水位 | 150.976 | 82.541 | 1.097 | 1.500 | NG |
| 常時 | 揚圧力無し | 419.672 | 82.541 | 3.051 | 1.500 | OK |
| 地震時 | 計画水位 | 244.155 | 145.917 | 1.004 | 1.200 | NG |
| 地震時 | 揚圧力無し | 422.906 | 145.917 | 1.739 | 1.200 | OK |

4.3.3 地盤支持力に対する照査

荷重の作用位置が底面の核内にある場合(台形分布 $e < B/6$)

$$P = \frac{N}{B} \left(1 + \frac{6 \cdot e}{B} \right)$$

荷重の作用位置が底面の核外にある場合(三角形分布 $e \geq B/6$)

$$P = \frac{2 \cdot N}{x}, \quad x = 3 \cdot \left(\frac{B}{2} - e \right)$$

ここに、

P : 鉛直最大反力(kN/m²)

B : 底面幅 = 9.000(m)

x : 底面に作用する鉛直反力の作用幅(m)

N : 底面に作用する鉛直荷重の和(kN)

e : 偏心距離(m)

| ケース | 水位 | 鉛直力 N(kN) | モーメント M(kN.m) | 偏心量 e(m) | 作用幅 x(m) | 地盤支持力(kN/m ²) | | 判定 |
|-----|-------|--------------|------------------|-------------|-------------|---------------------------|---------|----|
| | | | | | | P | Pa | |
| 常時 | 計画水位 | 150.976 | 791.600 | 0.743 | 11.270 | 25.087 | 294.000 | OK |
| 常時 | 揚圧力無し | 419.672 | 2078.236 | 0.452 | 12.144 | 60.683 | 294.000 | OK |
| 地震時 | 計画水位 | 244.155 | 1212.013 | 0.464 | 12.108 | 35.522 | 441.000 | OK |
| 地震時 | 揚圧力無し | 422.906 | 2068.498 | 0.391 | 12.327 | 59.243 | 441.000 | OK |

5章 本体の設計

5.1 設計条件

(1) コンクリート

| | | |
|-----------|---|-------|
| 設計基準強度 | ck(N/mm ²) | 21.00 |
| 許容曲げ圧縮応力度 | ca(N/mm ²) | 7.00 |
| 許容せん断応力度 | a1(N/mm ²) | 0.220 |
| 許容せん断応力度 | a2(N/mm ²) | 1.600 |
| ヤング係数 | E _c × 10 ⁴ (N/mm ²) | 2.35 |

(2) 鉄筋

| | | |
|-----------------|---|--------|
| 鉄筋材質(材質名称) | | SD295 |
| 鉄筋(一般)の許容引張応力度 | sa(N/mm ²) | 177.00 |
| 鉄筋(水中)の許容引張応力度 | sa(N/mm ²) | 157.00 |
| 鉄筋(地震時)の許容引張応力度 | sa(N/mm ²) | 265.50 |
| ヤング係数 | Ec × 10 ⁵ (N/mm ²) | 2.00 |

(3)荷重状態

| | | |
|-------------|------|------|
| 荷重状態 | 常時 | 地震時 |
| 許容応力度の割増し係数 | 1.00 | 1.50 |

(4)検討条件

- ・単鉄筋として計算する。
- ・ヤング係数比は15とする。
- ・主鉄筋はピッチにより入力する。

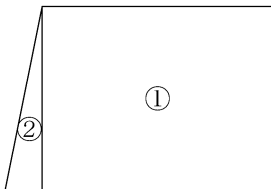
以下の照査位置より上側に作用する水平力及びモーメントを集計し、RC断面計算を行う。

| | | |
|------------|------|-------|
| 基部からの距離(m) | 曲げ照査 | せん断照査 |
| 0.000 | 行う | 行う |

5.2 基部

5.2.1 自重, 慣性力

(1)躯体ブロックデータ



| 区分 | 幅(m) | 左高(m) | 右高(m) | 奥行(m) | 体積Vi(m ³) | 重心位置(m) | | Vi・Xi | Vi・Yi |
|----|-------|-------|-------|-------|-----------------------|---------|-------|-------|-------|
| | | | | | | Xi | Yi | | |
| 1 | 2.000 | 1.600 | 1.600 | 1.000 | 3.200 | 1.320 | 0.800 | 4.224 | 2.560 |
| 2 | 0.320 | 0.000 | 1.600 | 1.000 | 0.256 | 0.213 | 0.533 | 0.055 | 0.137 |
| | — | — | — | — | 3.456 | — | — | 4.279 | 2.697 |

重心 XG = (Vi・Xi) / Vi = 4.279 / 3.456 = 1.238 (m)

YG = (Vi・Yi) / Vi = 2.697 / 3.456 = 0.780 (m)

(2)自重, 慣性力

常時(計画水位)

| 区分 | 体積(m ³) | 単位重量(kN/m ³) | 自重(kN) | 重心位置(m) | モーメント(kN.m) |
|----|---------------------|--------------------------|--------|---------|-------------|
| 躯体 | 3.456 | 24.520 | 84.741 | 1.238 | 104.912 |

常時(揚圧力無し)

| 区分 | 体積 (m ³) | 単位重量 (kN/m ³) | 自重 (kN) | 重心位置 (m) | モーメント (kN.m) |
|----|-------------------------|------------------------------|------------|-------------|-----------------|
| 躯体 | 3.456 | 24.520 | 84.741 | 1.238 | 104.912 |

地震時(計画水位)

| 区分 | 体積 (m ³) | 単位重量 (kN/m ³) | 自重 (kN) | 重心位置 (m) | モーメント (kN.m) |
|----|-------------------------|------------------------------|------------|-------------|-----------------|
| 躯体 | 3.456 | 24.520 | 84.741 | 1.238 | 104.912 |

| 区分 | 自重 (m ³) | 設計水平 震度 Kh | 慣性力 (kN) | 重心位置 (m) | モーメント (kN.m) |
|----|-------------------------|---------------|-------------|-------------|-----------------|
| 躯体 | 84.741 | 0.20 | 16.948 | 0.780 | 13.224 |

地震時(揚圧力無し)

| 区分 | 体積 (m ³) | 単位重量 (kN/m ³) | 自重 (kN) | 重心位置 (m) | モーメント (kN.m) |
|----|-------------------------|------------------------------|------------|-------------|-----------------|
| 躯体 | 3.456 | 24.520 | 84.741 | 1.238 | 104.912 |

| 区分 | 自重 (m ³) | 設計水平 震度 Kh | 慣性力 (kN) | 重心位置 (m) | モーメント (kN.m) |
|----|-------------------------|---------------|-------------|-------------|-----------------|
| 躯体 | 84.741 | 0.20 | 16.948 | 0.780 | 13.224 |

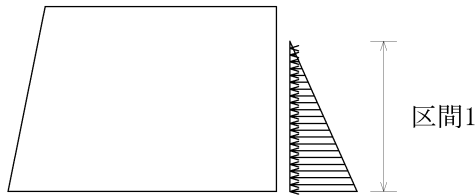
5.2.2 土圧力

(1)土圧データ(共通)

| | |
|-----------------------------------|--------|
| 土の湿潤単位体積重量 t(kN/m ³) | 18.000 |
| 土の飽和単位体積重量 b(kN/m ³) | 19.620 |
| 土の水中単位体積重量 bw(kN/m ³) | 9.810 |
| 水の単位体積重量 w(kN/m ³) | 9.810 |
| 地表面と水平面とのなす角 (度) | 0.000 |
| 土のせん断抵抗角 (度) | 30.000 |
| 常時の壁面摩擦角 (度) | 20.000 |
| 地震時の壁面摩擦角 (度) | 15.000 |
| 設計水平震度Kh | 0.20 |

(2)土圧データ(算出区間)

常時(計画水位)

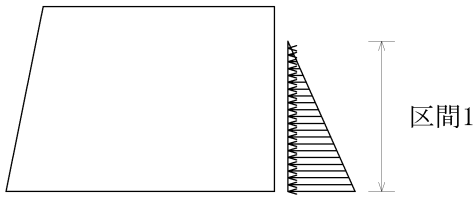


| 区間データ | 区間1 鉛直上側 | 区間2 傾斜部 | 区間3 鉛直下側 | 合計 |
|---------------------------------------|-------------|------------|-------------|-------|
| 土圧の作用高さ(m) | 1.300 | 0.000 | 0.000 | 1.300 |
| 土圧作用面上端から算出区間上端までの高さ(m) | 0.000 | 1.300 | 1.300 | —— |
| 土圧作用面上端から算出区間下端までの高さ(m) | 1.300 | 1.300 | 1.300 | —— |
| 壁背面と鉛直面とのなす角 (度) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 土圧係数Ka | 0.2973 | 0.2973 | 0.2973 | —— |
| 土圧強度算定用の土の単位体積重量 (kN/m ³) | 9.810 | 9.810 | 9.810 | —— |
| 上側土圧強度Pu(kN/m ²) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 下側土圧強度Pl(kN/m ²) | 3.792 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 土圧力P(kN) | 2.465 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 土圧力の鉛直成分PV(kN) | 0.843 | 0.000 | 0.000 | 0.843 |
| 土圧力の鉛直成分の作用位置XG(m) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 土圧力の水平成分PH(kN) | 2.316 | 0.000 | 0.000 | 2.316 |
| 土圧力の水平成分の作用位置YG(m) | 0.433 | 0.000 | 0.000 | 0.433 |

なお、土圧係数はクーロン式により求めた。

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \cdot \cos(\theta + \delta) \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \alpha)}{\cos(\theta + \delta) \cdot \cos(\theta - \alpha)}} \right)^2}$$

常時(揚圧力無し)

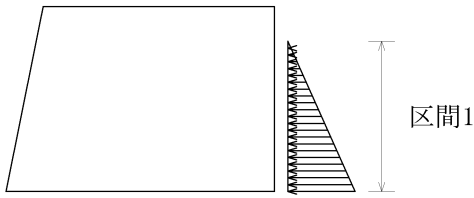


| 区間データ | 区間1 鉛直上側 | 区間2 傾斜部 | 区間3 鉛直下側 | 合計 |
|---------------------------------------|-------------|------------|-------------|-------|
| 土圧の作用高さ(m) | 1.300 | 0.000 | 0.000 | 1.300 |
| 土圧作用面上端から算出区間上端までの高さ(m) | 0.000 | 1.300 | 1.300 | —— |
| 土圧作用面上端から算出区間下端までの高さ(m) | 1.300 | 1.300 | 1.300 | —— |
| 壁背面と鉛直面とのなす角 (度) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 土圧係数Ka | 0.2973 | 0.2973 | 0.2973 | —— |
| 土圧強度算定用の土の単位体積重量 (kN/m ³) | 9.810 | 9.810 | 9.810 | —— |
| 上側土圧強度Pu(kN/m ²) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 下側土圧強度Pl(kN/m ²) | 3.792 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 土圧力P(kN) | 2.465 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 土圧力の鉛直成分PV(kN) | 0.843 | 0.000 | 0.000 | 0.843 |
| 土圧力の鉛直成分の作用位置XG(m) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 土圧力の水平成分PH(kN) | 2.316 | 0.000 | 0.000 | 2.316 |
| 土圧力の水平成分の作用位置YG(m) | 0.433 | 0.000 | 0.000 | 0.433 |

なお、土圧係数はクーロン式により求めた。

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \theta)}{\cos^2 \theta \cdot \cos(\theta + \delta) \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \alpha)}{\cos(\theta + \delta) \cdot \cos(\theta - \alpha)}} \right)^2}$$

地震時(計画水位)

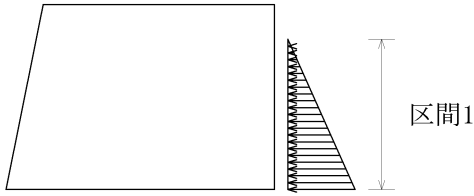


| 区間データ | 区間1 鉛直上側 | 区間2 傾斜部 | 区間3 鉛直下側 | 合計 |
|---------------------------------------|-------------|------------|-------------|-------|
| 土圧の作用高さ(m) | 1.300 | 0.000 | 0.000 | 1.300 |
| 土圧作用面上端から算出区間上端までの高さ(m) | 0.000 | 1.300 | 1.300 | —— |
| 土圧作用面上端から算出区間下端までの高さ(m) | 1.300 | 1.300 | 1.300 | —— |
| 壁背面と鉛直面とのなす角 (度) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 地震時合成角 $\theta = \tan^{-1}(Kh')$ (度) | 21.801 | 21.801 | 21.801 | —— |
| 見かけの震度 $Kh' = b / (b - w) \cdot Kh$ | 0.400 | 0.400 | 0.400 | —— |
| 土圧係数 Kea | 0.7178 | 0.7178 | 0.7178 | —— |
| 土圧強度算定用の土の単位体積重量 (kN/m ³) | 9.810 | 9.810 | 9.810 | —— |
| 上側土圧強度 P_u (kN/m ²) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 下側土圧強度 P_l (kN/m ²) | 9.155 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 土圧力 P (kN) | 5.951 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 土圧力の鉛直成分 P_V (kN) | 1.540 | 0.000 | 0.000 | 1.540 |
| 土圧力の鉛直成分の作用位置 X_G (m) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 土圧力の水平成分 P_H (kN) | 5.748 | 0.000 | 0.000 | 5.748 |
| 土圧力の水平成分の作用位置 Y_G (m) | 0.433 | 0.000 | 0.000 | 0.433 |

なお、土圧係数は物部・岡部の式により求めた。

$$Kea = \frac{\cos^2(\phi - \theta - \theta_0)}{\cos \theta_0 \cdot \cos^2 \theta \cdot \cos(\theta + \delta + \theta_0) \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \alpha - \theta_0)}{\cos(\theta + \delta + \theta_0) \cdot \cos(\theta - \alpha)}} \right)^2}$$

地震時(揚圧力無し)



| 区間データ | 区間1 鉛直上側 | 区間2 傾斜部 | 区間3 鉛直下側 | 合計 |
|---------------------------------------|-------------|------------|-------------|-------|
| 土圧の作用高さ(m) | 1.300 | 0.000 | 0.000 | 1.300 |
| 土圧作用面上端から算出区間上端までの高さ(m) | 0.000 | 1.300 | 1.300 | —— |
| 土圧作用面上端から算出区間下端までの高さ(m) | 1.300 | 1.300 | 1.300 | —— |
| 壁背面と鉛直面とのなす角 (度) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 地震時合成角 $\theta = \tan^{-1}(Kh')$ (度) | 21.801 | 21.801 | 21.801 | —— |
| 見かけの震度 $Kh' = b / (b - w) \cdot Kh$ | 0.400 | 0.400 | 0.400 | —— |
| 土圧係数 Kea | 0.7178 | 0.7178 | 0.7178 | —— |
| 土圧強度算定用の土の単位体積重量 (kN/m ³) | 9.810 | 9.810 | 9.810 | —— |
| 上側土圧強度 P_u (kN/m ²) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 下側土圧強度 P_l (kN/m ²) | 9.155 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 土圧力 P (kN) | 5.951 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 土圧力の鉛直成分 P_V (kN) | 1.540 | 0.000 | 0.000 | 1.540 |
| 土圧力の鉛直成分の作用位置 X_G (m) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 土圧力の水平成分 P_H (kN) | 5.748 | 0.000 | 0.000 | 5.748 |
| 土圧力の水平成分の作用位置 Y_G (m) | 0.433 | 0.000 | 0.000 | 0.433 |

なお、土圧係数は物部・岡部の式により求めた。

$$Kea = \frac{\cos^2(\phi - \theta - \theta_0)}{\cos \theta_0 \cdot \cos^2 \theta \cdot \cos(\theta + \delta + \theta_0) \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \alpha - \theta_0)}{\cos(\theta + \delta + \theta_0) \cdot \cos(\theta - \alpha)}} \right)^2}$$

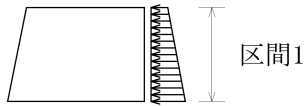
5.2.3 水圧力

(1)水圧データ(共通)

| | |
|-------------------------------------|-------|
| 水の単位体積重量 W_0 (kN/m ³) | 9.810 |
|-------------------------------------|-------|

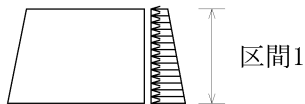
(2)水圧データ(算出区間)

常時(計画水位)



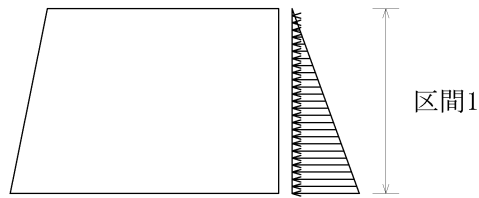
| 区間データ | 区間1 鉛直上側 | 区間2 傾斜部 | 区間3 鉛直下側 | 合計 |
|----------------------------------|-------------|------------|-------------|--------|
| 水圧の作用高さ(m) | 1.600 | 0.000 | 0.000 | 1.600 |
| 水圧作用面上端から算出区間上端までの高さ(m) | 1.543 | 3.143 | 3.143 | —— |
| 水圧作用面上端から算出区間下端までの高さ(m) | 3.143 | 3.143 | 3.143 | —— |
| 上側水圧強度 P_u (kN/m^2) | 15.137 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 下側水圧強度 P_l (kN/m^2) | 30.833 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 水圧力 P (kN) | 36.776 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 水圧力の鉛直成分 P_V (kN) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 水圧力の鉛直成分の作用位置 X_G (m) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 水圧力の水平成分 P_H (kN) | 36.776 | 0.000 | 0.000 | 36.776 |
| 水圧力の水平成分の作用位置 Y_G (m) | 0.709 | 0.000 | 0.000 | 0.709 |

常時(揚圧力無し)



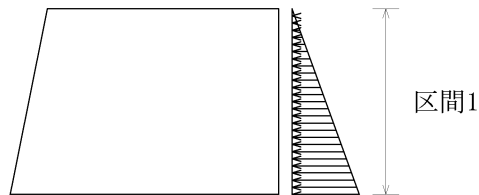
| 区間データ | 区間1 鉛直上側 | 区間2 傾斜部 | 区間3 鉛直下側 | 合計 |
|----------------------------------|-------------|------------|-------------|--------|
| 水圧の作用高さ(m) | 1.600 | 0.000 | 0.000 | 1.600 |
| 水圧作用面上端から算出区間上端までの高さ(m) | 1.543 | 3.143 | 3.143 | —— |
| 水圧作用面上端から算出区間下端までの高さ(m) | 3.143 | 3.143 | 3.143 | —— |
| 上側水圧強度 P_u (kN/m^2) | 15.137 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 下側水圧強度 P_l (kN/m^2) | 30.833 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 水圧力 P (kN) | 36.776 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 水圧力の鉛直成分 P_V (kN) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 水圧力の鉛直成分の作用位置 X_G (m) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 水圧力の水平成分 P_H (kN) | 36.776 | 0.000 | 0.000 | 36.776 |
| 水圧力の水平成分の作用位置 Y_G (m) | 0.709 | 0.000 | 0.000 | 0.709 |

地震時(計画水位)



| 区間データ | 区間1 鉛直上側 | 区間2 傾斜部 | 区間3 鉛直下側 | 合計 |
|---|-------------|------------|-------------|--------|
| 水圧の作用高さ(m) | 1.600 | 0.000 | 0.000 | 1.600 |
| 水圧作用面上端から算出区間上端までの高さ(m) | 0.000 | 1.600 | 1.600 | —— |
| 水圧作用面上端から算出区間下端までの高さ(m) | 1.600 | 1.600 | 1.600 | —— |
| 上側水圧強度 P_u (kN/m^2) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 下側水圧強度 P_l (kN/m^2) | 15.696 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 水圧力 P (kN) | 12.557 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 水圧力の鉛直成分 P_V (kN) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 水圧力の鉛直成分の作用位置 X_G (m) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 水圧力の水平成分 P_H (kN) | 12.557 | 0.000 | 0.000 | 12.557 |
| 水圧力の水平成分の作用位置 Y_G (m) | 0.533 | 0.000 | 0.000 | 0.533 |

地震時(揚圧力無し)



| 区間データ | 区間1 鉛直上側 | 区間2 傾斜部 | 区間3 鉛直下側 | 合計 |
|---|-------------|------------|-------------|--------|
| 水圧の作用高さ(m) | 1.600 | 0.000 | 0.000 | 1.600 |
| 水圧作用面上端から算出区間上端までの高さ(m) | 0.000 | 1.600 | 1.600 | —— |
| 水圧作用面上端から算出区間下端までの高さ(m) | 1.600 | 1.600 | 1.600 | —— |
| 上側水圧強度 P_u (kN/m^2) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 下側水圧強度 P_l (kN/m^2) | 15.696 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 水圧力 P (kN) | 12.557 | 0.000 | 0.000 | —— |
| 水圧力の鉛直成分 P_V (kN) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 水圧力の鉛直成分の作用位置 X_G (m) | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 水圧力の水平成分 P_H (kN) | 12.557 | 0.000 | 0.000 | 12.557 |
| 水圧力の水平成分の作用位置 Y_G (m) | 0.533 | 0.000 | 0.000 | 0.533 |

5.2.4 断面力の集計

常時(計画水位)

| 区分 | 水平力 (kN) | 作用位置 Y(m) | モーメント M(kN.m) |
|------|-------------|--------------|------------------|
| 躯体 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 土圧 | 2.316 | 0.433 | 1.004 |
| 背面水圧 | 36.776 | 0.709 | 26.072 |
| 任意荷重 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 合計 | 39.092 | 0.693 | 27.076 |

常時(揚圧力無し)

| 区分 | 水平力 (kN) | 作用位置 Y(m) | モーメント M(kN.m) |
|------|-------------|--------------|------------------|
| 躯体 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 土圧 | 2.316 | 0.433 | 1.004 |
| 背面水圧 | 36.776 | 0.709 | 26.072 |
| 任意荷重 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 合計 | 39.092 | 0.693 | 27.076 |

地震時(計画水位)

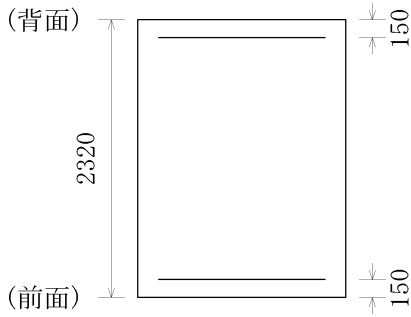
| 区分 | 水平力 (kN) | 作用位置 Y(m) | モーメント M(kN.m) |
|------|-------------|--------------|------------------|
| 躯体 | 16.948 | 0.780 | 13.224 |
| 土圧 | 5.748 | 0.433 | 2.491 |
| 背面水圧 | 12.557 | 0.533 | 6.697 |
| 任意荷重 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 合計 | 35.253 | 0.636 | 22.411 |

地震時(揚圧力無し)

| 区分 | 水平力 (kN) | 作用位置 Y(m) | モーメント M(kN.m) |
|------|-------------|--------------|------------------|
| 躯体 | 16.948 | 0.780 | 13.224 |
| 土圧 | 5.748 | 0.433 | 2.491 |
| 背面水圧 | 12.557 | 0.533 | 6.697 |
| 任意荷重 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 合計 | 35.253 | 0.636 | 22.411 |

5.2.5 断面情報

単鉄筋矩形断面としてRC断面計算を行う。



本体背面

| No. | かぶり (mm) | 径 | ピッチ (mm) | 鉄筋量 (mm ²) |
|-----|----------|-----|----------|------------------------|
| 1 | 150 | D16 | 250.000 | 794.40 |

本体前面

| No. | かぶり (mm) | 径 | ピッチ (mm) | 鉄筋量 (mm ²) |
|-----|----------|-----|----------|------------------------|
| 1 | 150 | D16 | 250.000 | 794.40 |

5.2.6 曲げモーメントに対する照査

| ケース | 水 位 | モーメント M(kN.m) | 中立軸位置 x(mm) | 圧縮応力度(N/mm ²) | | 引張応力度(N/mm ²) | | 判定 |
|-----|-------|---------------|-------------|---------------------------|-------|---------------------------|--------|----|
| | | | | c | ca | s | sa | |
| 常時 | 計画水位 | 27.076 | 215.801 | 0.12 | 7.00 | 16.25 | 177.00 | OK |
| 常時 | 揚圧力無し | 27.076 | 215.801 | 0.12 | 7.00 | 16.25 | 177.00 | OK |
| 地震時 | 計画水位 | 22.411 | 215.801 | 0.10 | 10.50 | 13.45 | 265.50 | OK |
| 地震時 | 揚圧力無し | 22.411 | 215.801 | 0.10 | 10.50 | 13.45 | 265.50 | OK |

5.2.7 せん断力に対する照査

せん断応力度は、次式により求める。

$$\tau_m = \frac{S}{b \cdot d}$$

ここに、

- S : 部材断面のせん断力 (kN)
- b : 部材の断面幅 = 1000 (mm)
- d : 部材の有効高 (mm)

| ケース | 水 位 | 有効高 d(mm) | せん断力 S(kN) | せん断応力度(N/mm ²) | | | 斜引張鉄筋(mm ²) | | 判定 |
|-----|-------|-----------|------------|----------------------------|-------|-------|-------------------------|-------|----|
| | | | | m | a1 | a2 | Aw | Awreq | |
| 常時 | 計画水位 | 2170.0 | 39.092 | 0.018 | 0.220 | 1.600 | 126.70 | — | OK |
| 常時 | 揚圧力無し | 2170.0 | 39.092 | 0.018 | 0.220 | 1.600 | 126.70 | — | OK |
| 地震時 | 計画水位 | 2170.0 | 35.253 | 0.016 | 0.330 | 2.400 | 126.70 | — | OK |
| 地震時 | 揚圧力無し | 2170.0 | 35.253 | 0.016 | 0.330 | 2.400 | 126.70 | — | OK |

6章 水叩きの設計

6.1 設計条件

(1) コンクリート

| | | |
|-----------|--------------------------|-------|
| 設計基準強度 | $ck(N/mm^2)$ | 21.00 |
| 許容曲げ圧縮応力度 | $ca(N/mm^2)$ | 7.00 |
| 許容せん断応力度 | $a1(N/mm^2)$ | 0.220 |
| 許容せん断応力度 | $a2(N/mm^2)$ | 1.600 |
| ヤング係数 | $Ec \times 10^4(N/mm^2)$ | 2.35 |

(2) 鉄筋

| | | |
|-----------------|--------------------------|--------|
| 鉄筋材質(材質名称) | | SD295 |
| 鉄筋(一般)の許容引張応力度 | $sa(N/mm^2)$ | 177.00 |
| 鉄筋(水中)の許容引張応力度 | $sa(N/mm^2)$ | 157.00 |
| 鉄筋(地震時)の許容引張応力度 | $sa(N/mm^2)$ | 265.50 |
| ヤング係数 | $Ec \times 10^5(N/mm^2)$ | 2.00 |

(3) 荷重状態

| 荷重状態 | 常時 | 地震時 |
|-------------|------|------|
| 許容応力度の割増し係数 | 1.00 | 1.50 |

(4) 検討条件

- ・単鉄筋として計算する。
- ・ヤング係数比は15とする。
- ・主鉄筋はピッチにより入力する。

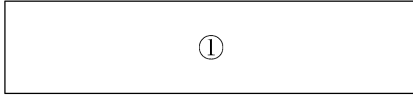
以下の照査位置より先端側に作用する鉛直力及びモーメントを集計し、RC断面計算を行う。

| 基部からの距離(m) | 曲げ照査 | せん断照査 |
|------------|------|-------|
| 0.000 | 行う | 行わない |
| 0.750 | 行わない | 行う |

6.2 基部

6.2.1 自重

(1) 躯体ブロックデータ



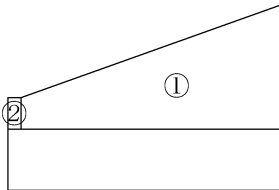
| 区分 | 幅 (m) | 左高 (m) | 右高 (m) | 奥行 (m) | 体積 V_i (m ³) | 重心位置 (m) | | $V_i \cdot X_i$ | $V_i \cdot Y_i$ |
|----|-------|--------|--------|--------|----------------------------|----------|-------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | X_i | Y_i | | |
| 1 | 6.680 | 1.500 | 1.500 | 1.000 | 10.020 | 3.340 | 0.750 | 33.467 | 7.515 |
| | — | — | — | — | 10.020 | — | — | 33.467 | 7.515 |

重心 $XG = (V_i \cdot X_i) / V_i = 33.467 / 10.020 = 3.340$ (m)

$YG = (V_i \cdot Y_i) / V_i = 7.515 / 10.020 = 0.750$ (m)

(2) 水ブロックデータ

常時(計画水位)

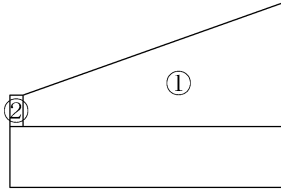


| 区分 | 幅 (m) | 左高 (m) | 右高 (m) | 奥行 (m) | 体積 V_i (m ³) | 重心位置 (m) | | $V_i \cdot X_i$ | $V_i \cdot Y_i$ |
|----|-------|--------|--------|--------|----------------------------|----------|-------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | X_i | Y_i | | |
| 1 | 6.361 | 0.763 | 3.029 | 1.000 | 12.060 | 4.133 | 2.561 | 49.846 | 30.885 |
| 2 | 0.319 | 0.763 | 0.763 | 1.000 | 0.243 | 0.159 | 1.881 | 0.039 | 0.458 |
| | — | — | — | — | 12.304 | — | — | 49.885 | 31.343 |

重心 $XG = (V_i \cdot X_i) / V_i = 49.885 / 12.304 = 4.054$ (m)

$YG = (V_i \cdot Y_i) / V_i = 31.343 / 12.304 = 2.547$ (m)

常時(揚圧力無し)



| 区分 | 幅 (m) | 左高 (m) | 右高 (m) | 奥行 (m) | 体積 V_i (m ³) | 重心位置 (m) | | $V_i \cdot X_i$ | $V_i \cdot Y_i$ |
|----|-------|--------|--------|--------|----------------------------|----------|-------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | X_i | Y_i | | |
| 1 | 6.361 | 0.763 | 3.029 | 1.000 | 12.060 | 4.133 | 2.561 | 49.846 | 30.885 |
| 2 | 0.319 | 0.763 | 0.763 | 1.000 | 0.243 | 0.159 | 1.881 | 0.039 | 0.458 |
| | — | — | — | — | 12.304 | — | — | 49.885 | 31.343 |

重心 $X_G = (V_i \cdot X_i) / V_i = 49.885 / 12.304 = 4.054$ (m)
 $Y_G = (V_i \cdot Y_i) / V_i = 31.343 / 12.304 = 2.547$ (m)

(3)自重,慣性力

常時(計画水位)

| 区分 | 体積 (m ³) | 単位重量 (kN/m ³) | 自重 (kN) | 重心位置 (m) | モーメント (kN.m) |
|----|----------------------|---------------------------|---------|----------|--------------|
| 躯体 | 10.020 | 24.520 | 245.690 | 3.340 | 820.606 |
| 水 | 12.304 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

常時(揚圧力無し)

| 区分 | 体積 (m ³) | 単位重量 (kN/m ³) | 自重 (kN) | 重心位置 (m) | モーメント (kN.m) |
|----|----------------------|---------------------------|---------|----------|--------------|
| 躯体 | 10.020 | 24.520 | 245.690 | 3.340 | 820.606 |
| 水 | 12.304 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

地震時(計画水位)

| 区分 | 体積 (m ³) | 単位重量 (kN/m ³) | 自重 (kN) | 重心位置 (m) | モーメント (kN.m) |
|----|----------------------|---------------------------|---------|----------|--------------|
| 躯体 | 10.020 | 24.520 | 245.690 | 3.340 | 820.606 |
| 水 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

地震時(揚圧力無し)

| 区分 | 体積 (m ³) | 単位重量 (kN/m ³) | 自重 (kN) | 重心位置 (m) | モーメント (kN.m) |
|----|----------------------|---------------------------|---------|----------|--------------|
| 躯体 | 10.020 | 24.520 | 245.690 | 3.340 | 820.606 |
| 水 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

6.2.2 揚圧力

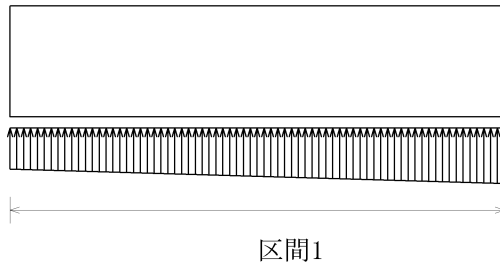
安定計算の結果より照査位置から水叩き先端までに作用する揚圧力を用いる。

(1)揚圧力(共通)

| | |
|-------------------------------------|-------|
| 水の単位体積重量 W_0 (kN/m ³) | 9.810 |
|-------------------------------------|-------|

(2)揚圧力(算出区間)

常時(計画水位)

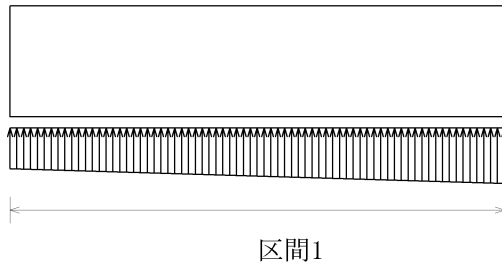


| 区間データ | 区間1 照査位置 から前面 しゃ土工 | 区間2 前面しゃ 土工より 下流側 | 合計 |
|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------|
| 揚圧力の作用幅L(m) | 6.680 | 0.000 | —— |
| 算出区間始端までの浸透路長Lb(m) | 10.120 | 16.800 | —— |
| 算出区間終端までの浸透路長Lf(m) | 16.800 | 16.800 | —— |
| 底面と水平面とのなす角 (度) | 0.000 | 0.000 | —— |
| 背面側揚圧力Pb(kN/m ²) | 32.636 | 24.114 | 0.000 |
| 前面側揚圧力Pf(kN/m ²) | 24.114 | 24.114 | 0.000 |
| 揚圧力P(kN) | 189.546 | 0.000 | 0.000 |
| 揚圧力の鉛直成分PV(kN) | 189.546 | 0.000 | 189.546 |
| 揚圧力の鉛直成分の作用位置XG(m) | 3.173 | 6.680 | 3.173 |
| 揚圧力の水平成分PH(kN) | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 揚圧力の水平成分の作用位置YG(m) | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

常時(揚圧力無し)

揚圧力は作用しない。

地震時(計画水位)



| 区間データ | 区間1 照査位置 から前面 しゃ水工 | 区間2 前面しゃ 水工より 下流側 | 合計 |
|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------|
| 揚圧力の作用幅L(m) | 6.680 | 0.000 | —— |
| 算出区間始端までの浸透路長Lb(m) | 10.120 | 16.800 | —— |
| 算出区間終端までの浸透路長Lf(m) | 16.800 | 16.800 | —— |
| 底面と水平面とのなす角 (度) | 0.000 | 0.000 | —— |
| 背面側揚圧力Pb(kN/m ²) | 21.731 | 16.002 | 0.000 |
| 前面側揚圧力Pf(kN/m ²) | 16.002 | 16.002 | 0.000 |
| 揚圧力P(kN) | 126.027 | 0.000 | 0.000 |
| 揚圧力の鉛直成分PV(kN) | 126.027 | 0.000 | 126.027 |
| 揚圧力の鉛直成分の作用位置XG(m) | 3.171 | 6.680 | 3.171 |
| 揚圧力の水平成分PH(kN) | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 揚圧力の水平成分の作用位置YG(m) | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

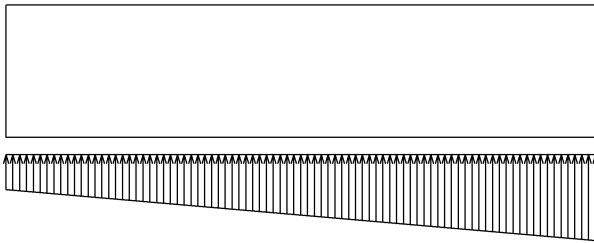
地震時(揚圧力無し)

揚圧力は作用しない。

6.2.3 地盤反力

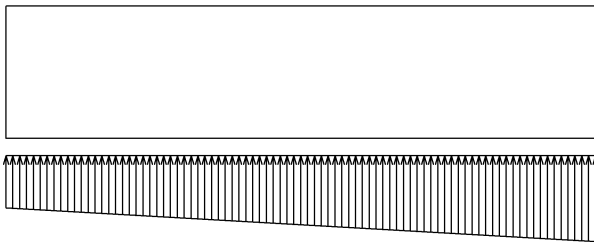
安定計算の結果より照査位置から水叩き先端までに作用する地盤反力を用いる。

常時(計画水位)



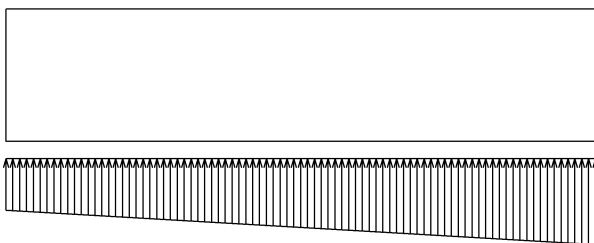
| 地盤反力度 (kN/m ²) | | | 張出長 L(m) | 作用幅 Lx(m) | 地盤反力 V(kN) | 作用位置 x(m) |
|----------------------------|--------|--------|-------------|--------------|---------------|--------------|
| 前面側Pf | 背面側Pb | 照査位置Pm | | | | |
| 8.463 | 25.087 | 20.802 | 6.680 | 6.680 | 97.745 | 2.871 |

常時(揚圧力無し)



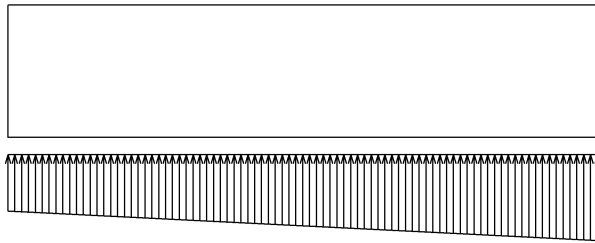
| 地盤反力度 (kN/m ²) | | | 張出長 L(m) | 作用幅 Lx(m) | 地盤反力 V(kN) | 作用位置 x(m) |
|----------------------------|--------|--------|-------------|--------------|---------------|--------------|
| 前面側Pf | 背面側Pb | 照査位置Pm | | | | |
| 32.577 | 60.683 | 53.438 | 6.680 | 6.680 | 287.291 | 3.070 |

地震時(計画水位)



| 地盤反力度 (kN/m ²) | | | 張出長 L(m) | 作用幅 Lx(m) | 地盤反力 V(kN) | 作用位置 x(m) |
|----------------------------|--------|--------|-------------|--------------|---------------|--------------|
| 前面側Pf | 背面側Pb | 照査位置Pm | | | | |
| 18.734 | 35.522 | 31.195 | 6.680 | 6.680 | 166.763 | 3.062 |

地震時(揚圧力無し)



| 地盤反力度 (kN/m ²) | | | 張出長 L(m) | 作用幅 Lx(m) | 地盤反力 V(kN) | 作用位置 x(m) |
|----------------------------|--------|--------|-------------|--------------|---------------|--------------|
| 前面側Pf | 背面側Pb | 照査位置Pm | | | | |
| 34.736 | 59.243 | 52.926 | 6.680 | 6.680 | 292.790 | 3.109 |

6.2.4 断面力の集計

常時(計画水位)

| 区分 | 鉛直力 (kN) | 作用位置 X(m) | モーメント M(kN.m) |
|------|-------------|--------------|------------------|
| 躯体 | -245.690 | 3.340 | -820.606 |
| 水 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 揚圧力 | 189.546 | 3.173 | 601.390 |
| 地盤反力 | 97.745 | 2.871 | 280.590 |
| 合計 | 41.601 | 1.475 | 61.374 |

常時(揚圧力無し)

| 区分 | 鉛直力 (kN) | 作用位置 X(m) | モーメント M(kN.m) |
|------|-------------|--------------|------------------|
| 躯体 | -245.690 | 3.340 | -820.606 |
| 水 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 揚圧力 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 地盤反力 | 287.291 | 3.070 | 881.980 |
| 合計 | 41.601 | 1.475 | 61.374 |

地震時(計画水位)

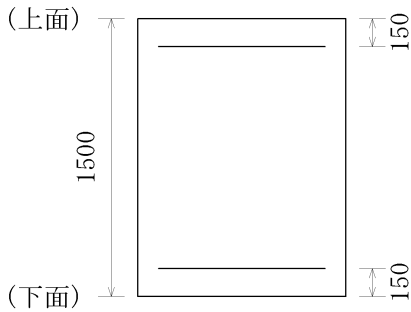
| 区分 | 鉛直力 (kN) | 作用位置 X(m) | モーメント M(kN.m) |
|------|-------------|--------------|------------------|
| 躯体 | -245.690 | 3.340 | -820.606 |
| 水 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 揚圧力 | 126.027 | 3.171 | 399.624 |
| 地盤反力 | 166.763 | 3.062 | 510.656 |
| 合計 | 47.100 | 1.904 | 89.674 |

地震時(揚圧力無し)

| 区分 | 鉛直力 (kN) | 作用位置 X(m) | モーメント M(kN.m) |
|------|-------------|--------------|------------------|
| 躯体 | -245.690 | 3.340 | -820.606 |
| 水 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 揚圧力 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 地盤反力 | 292.790 | 3.109 | 910.280 |
| 合計 | 47.100 | 1.904 | 89.674 |

6.2.5 断面情報

単鉄筋矩形断面としてRC断面計算を行う。



水叩き上面

| No. | かぶり (mm) | 径 | ピッチ (mm) | 鉄筋量 (mm ²) |
|-----|-------------|-----|-------------|---------------------------|
| 1 | 150 | D16 | 250.000 | 794.40 |

水叩き下面

| No. | かぶり (mm) | 径 | ピッチ (mm) | 鉄筋量 (mm ²) |
|-----|-------------|-----|-------------|---------------------------|
| 1 | 150 | D16 | 250.000 | 794.40 |

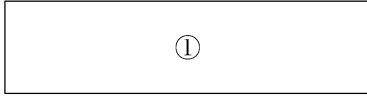
6.2.6 曲げモーメントに対する照査

| ケース | 水位 | モーメント M(kN.m) | 中立軸 位置 x(mm) | 圧縮応力度(N/mm ²) | | 引張応力度(N/mm ²) | | 判定 |
|-----|-------|------------------|--------------------|---------------------------|-------|---------------------------|--------|----|
| | | | | c | ca | s | sa | |
| 常時 | 計画水位 | 61.374 | 167.908 | 0.57 | 7.00 | 59.70 | 177.00 | OK |
| 常時 | 揚圧力無し | 61.374 | 167.908 | 0.57 | 7.00 | 59.70 | 177.00 | OK |
| 地震時 | 計画水位 | 89.674 | 167.908 | 0.83 | 10.50 | 87.23 | 265.50 | OK |
| 地震時 | 揚圧力無し | 89.674 | 167.908 | 0.83 | 10.50 | 87.23 | 265.50 | OK |

6.3 中間部1

6.3.1 自重

(1) 躯体ブロックデータ



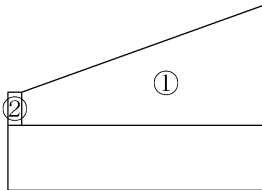
| 区分 | 幅 (m) | 左高 (m) | 右高 (m) | 奥行 (m) | 体積 V_i (m ³) | 重心位置 (m) | | $V_i \cdot X_i$ | $V_i \cdot Y_i$ |
|----|-------|--------|--------|--------|----------------------------|----------|-------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | X_i | Y_i | | |
| 1 | 5.930 | 1.500 | 1.500 | 1.000 | 8.895 | 2.965 | 0.750 | 26.374 | 6.671 |
| | — | — | — | — | 8.895 | — | — | 26.374 | 6.671 |

重心 $XG = (V_i \cdot X_i) / V_i = 26.374 / 8.895 = 2.965$ (m)

$YG = (V_i \cdot Y_i) / V_i = 6.671 / 8.895 = 0.750$ (m)

(2) 水ブロックデータ

常時(計画水位)

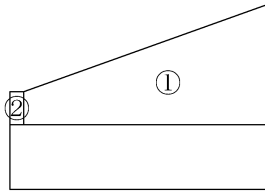


| 区分 | 幅 (m) | 左高 (m) | 右高 (m) | 奥行 (m) | 体積 V_i (m ³) | 重心位置 (m) | | $V_i \cdot X_i$ | $V_i \cdot Y_i$ |
|----|-------|--------|--------|--------|----------------------------|----------|-------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | X_i | Y_i | | |
| 1 | 5.611 | 0.763 | 2.775 | 1.000 | 9.925 | 3.656 | 2.480 | 36.288 | 24.611 |
| 2 | 0.319 | 0.763 | 0.763 | 1.000 | 0.243 | 0.159 | 1.881 | 0.039 | 0.458 |
| | — | — | — | — | 10.168 | — | — | 36.327 | 25.069 |

重心 $XG = (V_i \cdot X_i) / V_i = 36.327 / 10.168 = 3.573$ (m)

$YG = (V_i \cdot Y_i) / V_i = 25.069 / 10.168 = 2.465$ (m)

常時(揚圧力無し)



| 区分 | 幅 (m) | 左高 (m) | 右高 (m) | 奥行 (m) | 体積 V_i (m ³) | 重心位置 (m) | | $V_i \cdot X_i$ | $V_i \cdot Y_i$ |
|----|-------|--------|--------|--------|----------------------------|----------|-------|-----------------|-----------------|
| | | | | | | X_i | Y_i | | |
| 1 | 5.611 | 0.763 | 2.775 | 1.000 | 9.925 | 3.656 | 2.480 | 36.288 | 24.611 |
| 2 | 0.319 | 0.763 | 0.763 | 1.000 | 0.243 | 0.159 | 1.881 | 0.039 | 0.458 |
| | — | — | — | — | 10.168 | — | — | 36.327 | 25.069 |

重心 $X_G = (V_i \cdot X_i) / V_i = 36.327 / 10.168 = 3.573$ (m)

$Y_G = (V_i \cdot Y_i) / V_i = 25.069 / 10.168 = 2.465$ (m)

(3)自重,慣性力

常時(計画水位)

| 区分 | 体積 (m ³) | 単位重量 (kN/m ³) | 自重 (kN) | 重心位置 (m) | モーメント (kN.m) |
|----|----------------------|---------------------------|---------|----------|--------------|
| 躯体 | 8.895 | 24.520 | 218.105 | 2.965 | 646.683 |
| 水 | 10.168 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

常時(揚圧力無し)

| 区分 | 体積 (m ³) | 単位重量 (kN/m ³) | 自重 (kN) | 重心位置 (m) | モーメント (kN.m) |
|----|----------------------|---------------------------|---------|----------|--------------|
| 躯体 | 8.895 | 24.520 | 218.105 | 2.965 | 646.683 |
| 水 | 10.168 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

地震時(計画水位)

| 区分 | 体積 (m ³) | 単位重量 (kN/m ³) | 自重 (kN) | 重心位置 (m) | モーメント (kN.m) |
|----|----------------------|---------------------------|---------|----------|--------------|
| 躯体 | 8.895 | 24.520 | 218.105 | 2.965 | 646.683 |
| 水 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

地震時(揚圧力無し)

| 区分 | 体積 (m ³) | 単位重量 (kN/m ³) | 自重 (kN) | 重心位置 (m) | モーメント (kN.m) |
|----|----------------------|---------------------------|---------|----------|--------------|
| 躯体 | 8.895 | 24.520 | 218.105 | 2.965 | 646.683 |
| 水 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

6.3.2 揚圧力

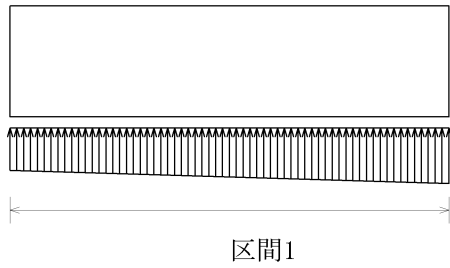
安定計算の結果より照査位置から水叩き先端までに作用する揚圧力を用いる。

(1)揚圧力(共通)

| | |
|-------------------------------------|-------|
| 水の単位体積重量 W_0 (kN/m ³) | 9.810 |
|-------------------------------------|-------|

(2)揚圧力(算出区間)

常時(計画水位)

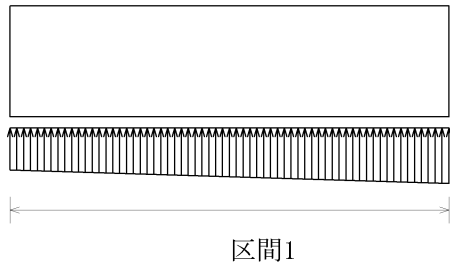


| 区間データ | 区間1 照査位置 から前面 しゃ土工 | 区間2 前面しゃ 土工より 下流側 | 合計 |
|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------|
| 揚圧力の作用幅L(m) | 5.930 | 0.000 | —— |
| 算出区間始端までの浸透路長Lb(m) | 10.870 | 16.800 | —— |
| 算出区間終端までの浸透路長Lf(m) | 16.800 | 16.800 | —— |
| 底面と水平面とのなす角 (度) | 0.000 | 0.000 | —— |
| 背面側揚圧力Pb(kN/m ²) | 31.679 | 24.114 | 0.000 |
| 前面側揚圧力Pf(kN/m ²) | 24.114 | 24.114 | 0.000 |
| 揚圧力P(kN) | 165.427 | 0.000 | 0.000 |
| 揚圧力の鉛直成分PV(kN) | 165.427 | 0.000 | 165.427 |
| 揚圧力の鉛直成分の作用位置XG(m) | 2.831 | 5.930 | 2.831 |
| 揚圧力の水平成分PH(kN) | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 揚圧力の水平成分の作用位置YG(m) | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

常時(揚圧力無し)

揚圧力は作用しない。

地震時(計画水位)



| 区間データ | 区間1 照査位置 から前面 しゃ水工 | 区間2 前面しゃ 水工より 下流側 | 合計 |
|------------------------------|-----------------------------|----------------------------|---------|
| 揚圧力の作用幅L(m) | 5.930 | 0.000 | —— |
| 算出区間始端までの浸透路長Lb(m) | 10.870 | 16.800 | —— |
| 算出区間終端までの浸透路長Lf(m) | 16.800 | 16.800 | —— |
| 底面と水平面とのなす角 (度) | 0.000 | 0.000 | —— |
| 背面側揚圧力Pb(kN/m ²) | 21.088 | 16.002 | 0.000 |
| 前面側揚圧力Pf(kN/m ²) | 16.002 | 16.002 | 0.000 |
| 揚圧力P(kN) | 109.970 | 0.000 | 0.000 |
| 揚圧力の鉛直成分PV(kN) | 109.970 | 0.000 | 109.970 |
| 揚圧力の鉛直成分の作用位置XG(m) | 2.829 | 5.930 | 2.829 |
| 揚圧力の水平成分PH(kN) | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 揚圧力の水平成分の作用位置YG(m) | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

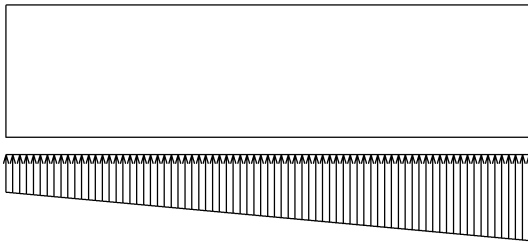
地震時(揚圧力無し)

揚圧力は作用しない。

6.3.3 地盤反力

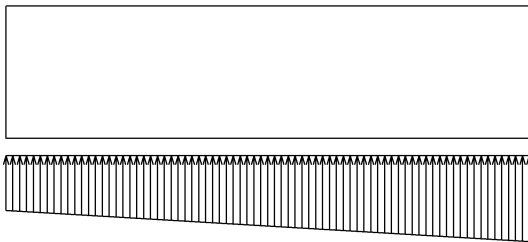
安定計算の結果より照査位置から水叩き先端までに作用する地盤反力を用いる。

常時(計画水位)



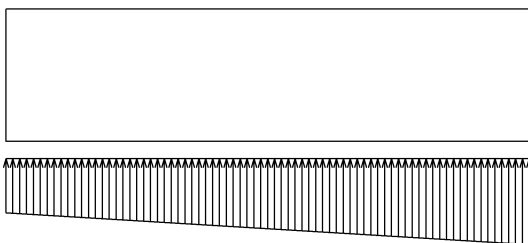
| 地盤反力度 (kN/m ²) | | | 張出長 L(m) | 作用幅 Lx(m) | 地盤反力 V(kN) | 作用位置 x(m) |
|----------------------------|--------|--------|-------------|--------------|---------------|--------------|
| 前面側Pf | 背面側Pb | 照査位置Pm | | | | |
| 8.463 | 25.087 | 19.416 | 5.930 | 5.930 | 82.664 | 2.577 |

常時(揚圧力無し)



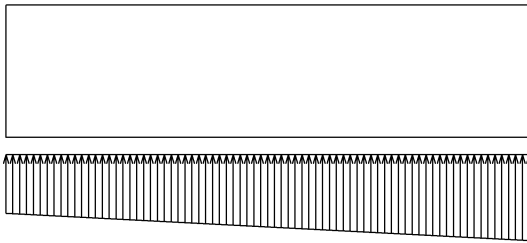
| 地盤反力度 (kN/m ²) | | | 張出長 L(m) | 作用幅 Lx(m) | 地盤反力 V(kN) | 作用位置 x(m) |
|----------------------------|--------|--------|-------------|--------------|---------------|--------------|
| 前面側Pf | 背面側Pb | 照査位置Pm | | | | |
| 32.577 | 60.683 | 51.096 | 5.930 | 5.930 | 248.091 | 2.746 |

地震時(計画水位)



| 地盤反力度 (kN/m ²) | | | 張出長 L(m) | 作用幅 Lx(m) | 地盤反力 V(kN) | 作用位置 x(m) |
|----------------------------|--------|--------|-------------|--------------|---------------|--------------|
| 前面側Pf | 背面側Pb | 照査位置Pm | | | | |
| 18.734 | 35.522 | 29.796 | 5.930 | 5.930 | 143.892 | 2.740 |

地震時(揚圧力無し)



| 地盤反力度 (kN/m ²) | | | 張出長 L(m) | 作用幅 Lx(m) | 地盤反力 V(kN) | 作用位置 x(m) |
|----------------------------|--------|--------|-------------|--------------|---------------|--------------|
| 前面側Pf | 背面側Pb | 照査位置Pm | | | | |
| 34.736 | 59.243 | 50.883 | 5.930 | 5.930 | 253.862 | 2.779 |

6.3.4 断面力の集計

常時(計画水位)

| 区分 | 鉛直力 (kN) | 作用位置 X(m) | モーメント M(kN.m) |
|------|-------------|--------------|------------------|
| 躯体 | -218.105 | 2.965 | -646.683 |
| 水 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 揚圧力 | 165.427 | 2.831 | 468.321 |
| 地盤反力 | 82.664 | 2.577 | 213.001 |
| 合計 | 29.985 | 1.155 | 34.639 |

常時(揚圧力無し)

| 区分 | 鉛直力 (kN) | 作用位置 X(m) | モーメント M(kN.m) |
|------|-------------|--------------|------------------|
| 躯体 | -218.105 | 2.965 | -646.683 |
| 水 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 揚圧力 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 地盤反力 | 248.091 | 2.746 | 681.322 |
| 合計 | 29.985 | 1.155 | 34.639 |

地震時(計画水位)

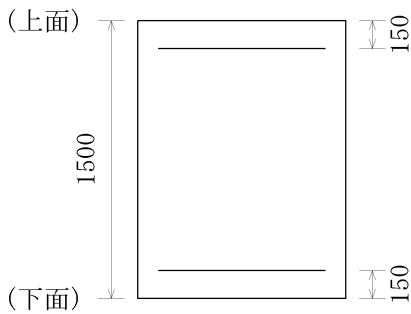
| 区分 | 鉛直力 (kN) | 作用位置 X(m) | モーメント M(kN.m) |
|------|-------------|--------------|------------------|
| 躯体 | -218.105 | 2.965 | -646.683 |
| 水 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 揚圧力 | 109.970 | 2.829 | 311.156 |
| 地盤反力 | 143.892 | 2.740 | 394.226 |
| 合計 | 35.756 | 1.642 | 58.699 |

地震時(揚圧力無し)

| 区分 | 鉛直力 (kN) | 作用位置 X(m) | モーメント M(kN.m) |
|------|-------------|--------------|------------------|
| 躯体 | -218.105 | 2.965 | -646.683 |
| 水 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 揚圧力 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 地盤反力 | 253.862 | 2.779 | 705.381 |
| 合計 | 35.756 | 1.642 | 58.699 |

6.3.5 断面情報

単鉄筋矩形断面としてRC断面計算を行う。



水叩き上面

| No. | かぶり (mm) | 径 | ピッチ (mm) | 鉄筋量 (mm ²) |
|-----|-------------|-----|-------------|---------------------------|
| 1 | 150 | D16 | 250.000 | 794.40 |

水叩き下面

| No. | かぶり (mm) | 径 | ピッチ (mm) | 鉄筋量 (mm ²) |
|-----|-------------|-----|-------------|---------------------------|
| 1 | 150 | D16 | 250.000 | 794.40 |

6.3.6 せん断力に対する照査

せん断応力度は、次式により求める。

$$\tau_m = \frac{S}{b \cdot d}$$

ここに、

- S : 部材断面のせん断力 (kN)
- b : 部材の断面幅 = 1000 (mm)
- d : 部材の有効高 (mm)

| ケース | 水位 | 有効高 d(mm) | せん断力 S(kN) | せん断応力度(N/mm ²) | | | 斜引張鉄筋(mm ²) | | 判定 |
|-----|-------|--------------|---------------|----------------------------|-------|-------|-------------------------|-------|----|
| | | | | m | a1 | a2 | Aw | Awreq | |
| 常時 | 計画水位 | 1350.0 | 29.985 | 0.022 | 0.220 | 1.600 | 126.70 | — | OK |
| 常時 | 揚圧力無し | 1350.0 | 29.985 | 0.022 | 0.220 | 1.600 | 126.70 | — | OK |
| 地震時 | 計画水位 | 1350.0 | 35.756 | 0.026 | 0.330 | 2.400 | 126.70 | — | OK |
| 地震時 | 揚圧力無し | 1350.0 | 35.756 | 0.026 | 0.330 | 2.400 | 126.70 | — | OK |

7章 護床工の検討

7.1 上流側護床工長

上流側護床工は2.000 (m)設けるものとする。

7.2 下流側護床工A区間長

7.2.1 越流落水水深(h1a)の計算

越流落水水深h1a = 0.763 (m)

7.2.2 跳水開始水深(h1b)の計算

$$\frac{h1b}{h2} = \frac{1}{2} (\sqrt{1 + 8 \cdot F2^2} - 1)$$

$$h1b = \frac{1}{2} (\sqrt{1 + 8 \cdot 0.527^2} - 1) \cdot 2.366 = 0.940 \text{ (m)}$$

ここに、

- h1b : 跳水開始水深 (m)
- h2 : 床止め下流部の水深 (m)
- F2 : 床止め下流部のフルード数

7.2.3 越流落水水深(h1a)と跳水開始水深(h1b)との比較

h1a(=0.763) < h1b(=0.940)より、護床工A区間長は次式により算出される。

$$L = L1 + L2$$

ここに、

- L1 : 落下後から跳水発生までの射流で流下する区間 (m)
- L2 : 跳水発生区間 (m)

・L1の計算

L1は、h1aがh1bの水位まで上昇する間の長さであるから、下記の水面形を求める式により求められる。

$$-\frac{q^2}{C^2}x + a = \frac{1}{4}h^4 - hc^3 \cdot h$$

ここに、

- q : 単位幅流量 (m³/s)
- C : シェジエーの定数(=h^{1/6}/n)
- n : 護床工Aの粗度係数
- x : 区間長 (m)
- a : 定数
- hc : 中流部断面での限界水深 (m)

この式に初期水深h1a(x=0)を代入して定数aを求めた後、hにh1bを代入すると区間長x=L1が求まる。

x=0のとき、

$$a = \frac{1}{4} \cdot h1a^4 - hc^3 \cdot h1a = \frac{1}{4} \cdot 0.763^4 - 1.543^3 \cdot 0.763 = -2.720$$

跳水発生前の水深(h1b)は、0.940 (m)であるから、L1となるxは、

$$-\frac{q^2}{C^2}x + a = \frac{1}{4}h1b^4 - hc^3 \cdot h1b$$

で求められる。

h1bとなる水深でのシェジの定数は、

$$C = h1b^{1/6}/n = 0.940^{1/6} / 0.0350 = 28.276$$

ゆえに、

$$\begin{aligned} L1 = x &= - \left(\frac{1}{4} \cdot h1b^4 - hc^3 \cdot h1b - a \right) \cdot \frac{C^2}{q^2} \\ &= - \left(\frac{1}{4} \cdot 0.940^4 - 1.543^3 \cdot 0.940 - (-2.720) \right) \cdot \frac{28.276^2}{6.000^2} = 11.929 \text{ (m)} \end{aligned}$$

中流部断面の単位幅流量qと限界水深hc

計画流量: $Q = 600.000 \text{ (m}^3/\text{s)}$

単位幅流量: $q = Q/B = 600.000/100.000 = 6.000 \text{ (m}^3/\text{s)}$

限界流速: $Vc = \sqrt{g \cdot hc} = 3.889 \text{ (m/s)}$

限界水深: $hc = \frac{q}{Vc} = \frac{q}{\sqrt{g \cdot hc}}$

$$\therefore hc = \left(\frac{q}{\sqrt{g}} \right)^{2/3} = \left(\frac{6.000}{\sqrt{9.800}} \right)^{2/3} = 1.543 \text{ (m)}$$

・跳水発生長(L2)の計算

$$L = L2 = (4.5 \sim 6) \times h2 = (4.5 \sim 6) \times 2.366 = 10.645 \sim 14.194 \text{ (m)}$$

・護床工A区間長

$$L = L1 + L2 = 11.929 + 10.645 \sim 14.194 = 22.574 \sim 26.123 \quad 25.000 \text{ (m)}$$

7.3 下流側護床工B区間長

$$LB = (3 \sim 5) \times h2 = (3 \sim 5) \times 2.366 = 7.097 \sim 11.828 \quad 10.000 \text{ (m)}$$

8章 護床工のブロック重量

水の密度 $w = 1000.000 \text{ (kg/m}^3\text{)}$

| | 護床工B | 跳水発生区 間後半 | 本体直下流～跳 水発生区 間前半 | 上流側護床工 |
|-------------------------|--------|--------------|------------------------|--------|
| ブロック種別 | E: 長方形 | E: 長方形 | E: 長方形 | E: 長方形 |
| ブロックの比重 b/w | 2.090 | 2.090 | 2.090 | 2.090 |
| 係数 $a(\times 10^{-3})$ | 0.790 | 0.790 | 0.790 | 0.790 |
| 割り引き係数 | 2.800 | 2.800 | 2.800 | 2.800 |
| 近傍流速 $Vd \text{ (m/s)}$ | 2.536 | 5.198 | 7.859 | 3.889 |
| ブロック重量 $W \text{ (kN)}$ | 0.007 | 0.543 | 6.491 | 0.095 |

・護床工ブロック重量算定式

$$W = a \left(\frac{\rho w}{\rho b - \rho w} \right)^3 \cdot \frac{\rho b}{g^2} \left(\frac{Vd}{\beta} \right)^6$$

$$= a \left(\frac{1}{\rho b / \rho w - 1} \right)^3 \cdot \frac{\rho b / \rho w \times \rho w}{g^2} \left(\frac{Vd}{\beta} \right)^6$$

ここに、

- W : 移動しないための最小ブロック重量 (kN)
- Vd : ブロック近傍流速 (m/s)
- a : ブロック形状によって定まる係数
- w : 水の密度 (kg/m³)
- b : ブロックの密度 (kg/m³)
- : ブロックを層積みした場合の割り引き係数

・上流側護床工

$$W = 0.790 \times 10^{-3} \left(\frac{1}{2.090 - 1} \right)^3 \cdot \frac{2.090 \times 1000.000}{9.800^2} \left(\frac{3.889}{2.800} \right)^6 = 0.095 \text{ (kN)}$$

・本体直下流～跳水発生区間前半(護床工A区間)

$$W = 0.790 \times 10^{-3} \left(\frac{1}{2.090 - 1} \right)^3 \cdot \frac{2.090 \times 1000.000}{9.800^2} \left(\frac{7.859}{2.800} \right)^6 = 6.491 \text{ (kN)}$$

・跳水発生区間後半(護床工A区間)

$$W = 0.790 \times 10^{-3} \left(\frac{1}{2.090 - 1} \right)^3 \cdot \frac{2.090 \times 1000.000}{9.800^2} \left(\frac{5.198}{2.800} \right)^6 = 0.543 \text{ (kN)}$$

・護床工B区間

$$W = 0.790 \times 10^{-3} \left(\frac{1}{2.090 - 1} \right)^3 \cdot \frac{2.090 \times 1000.000}{9.800^2} \left(\frac{2.536}{2.800} \right)^6 = 0.007 \text{ (kN)}$$