

# 第 5 編 資料編

---

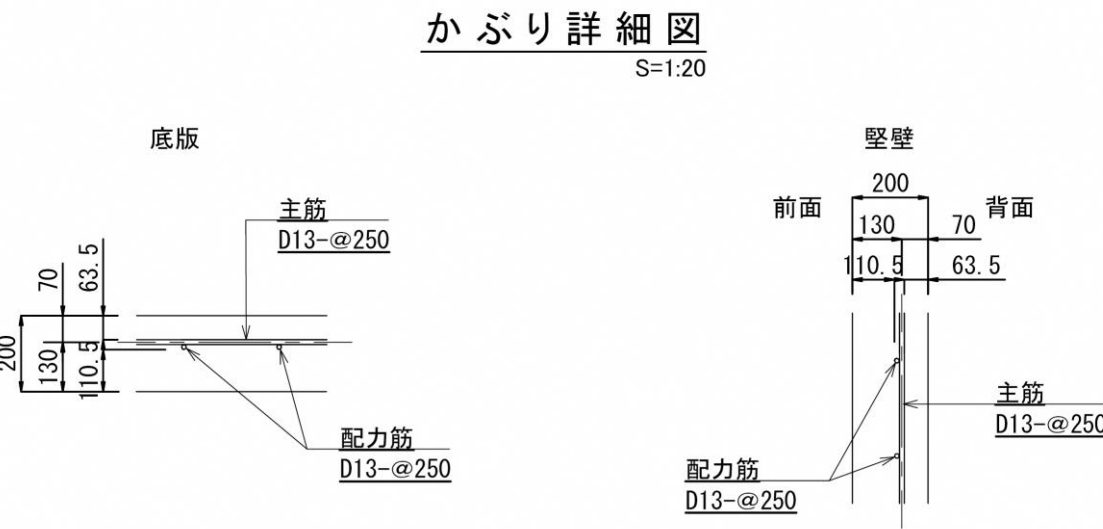
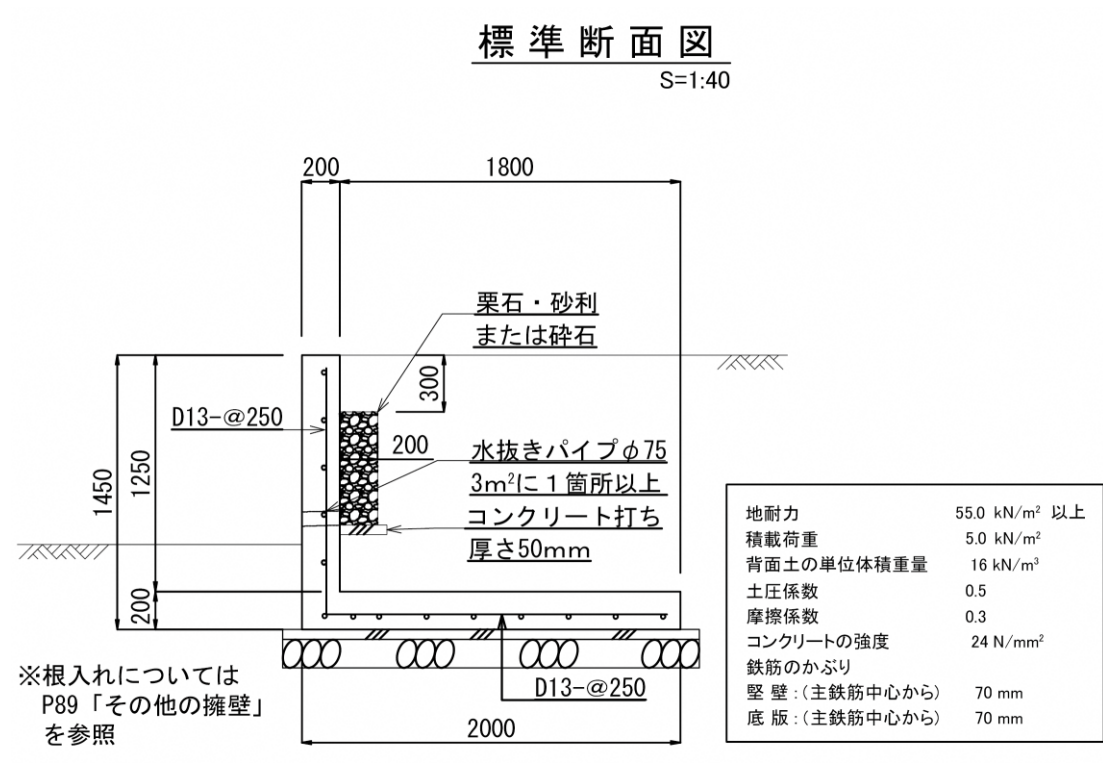


第18章 擁壁の標準断面図

18.1 鉄筋コンクリート造擁壁の標準断面図

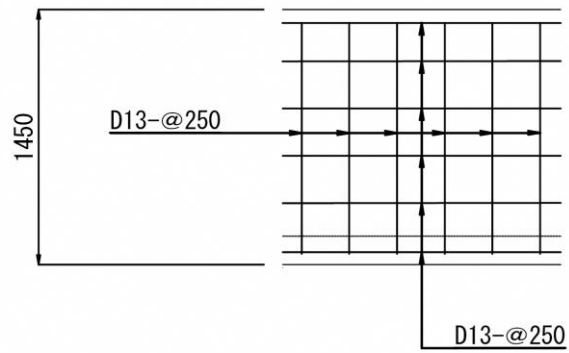
以下の標準断面図を使用する場合は、構造計算を不要とする。

L 型 H=1.45m



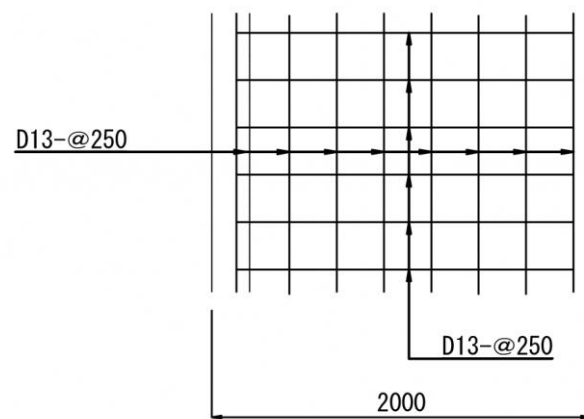
### 堅壁配筋図

S=1:40

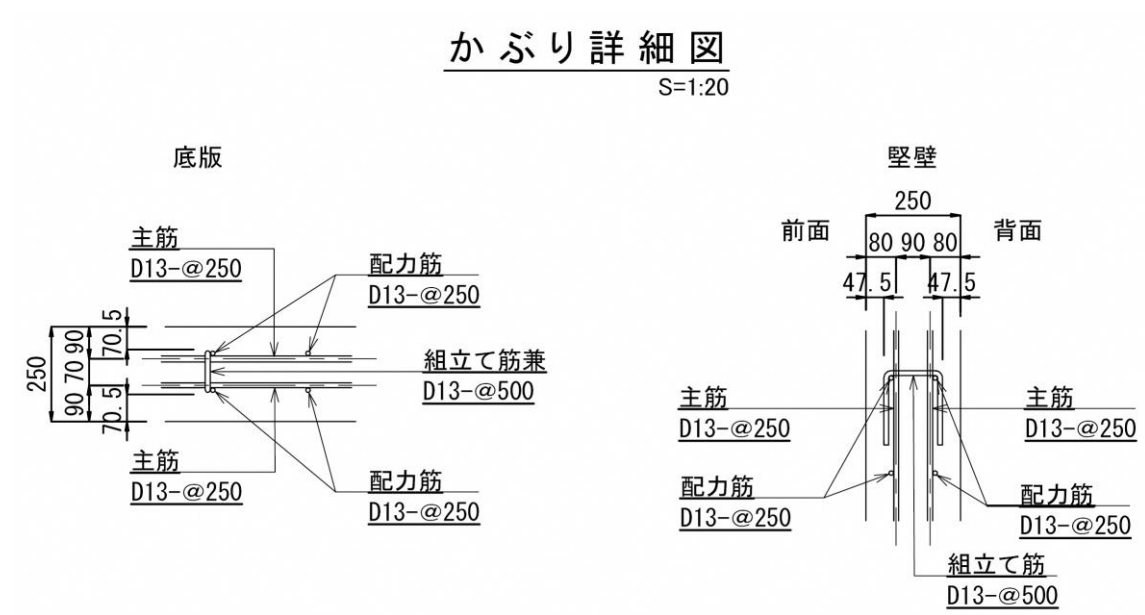
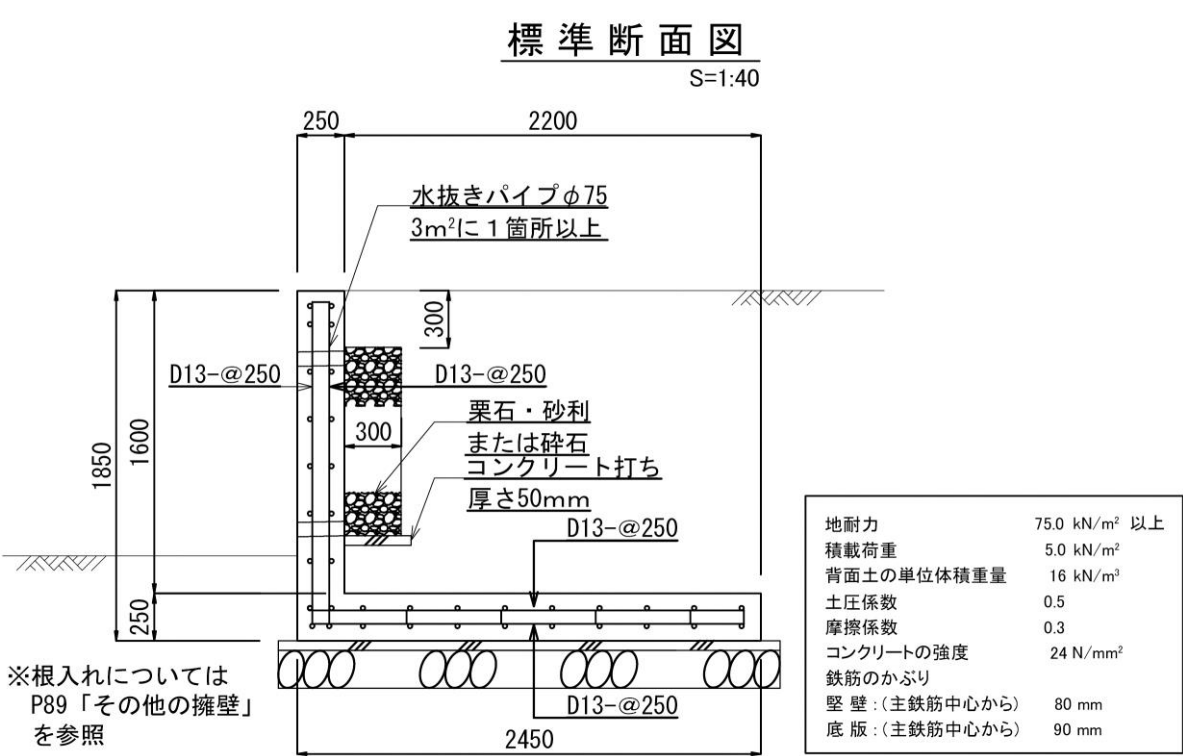


### 底版配筋図

S=1:40

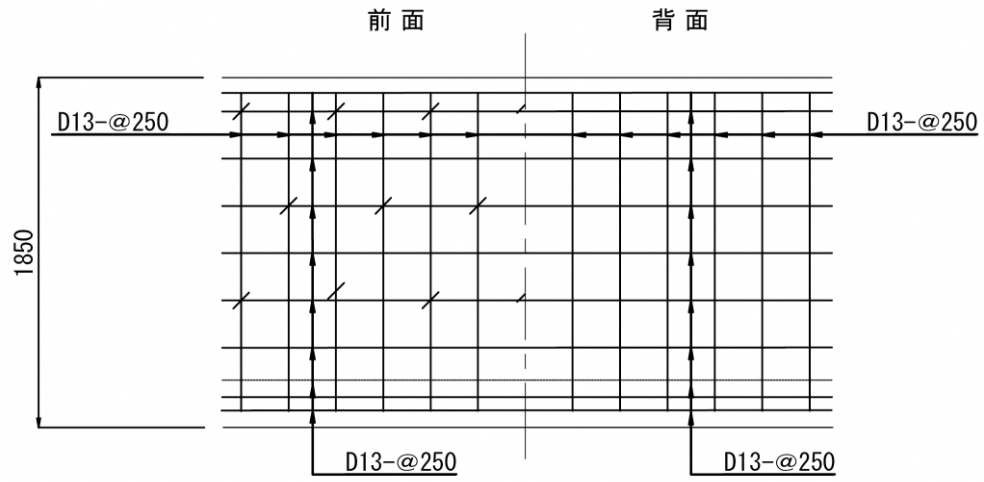


L 型 H=1.85m



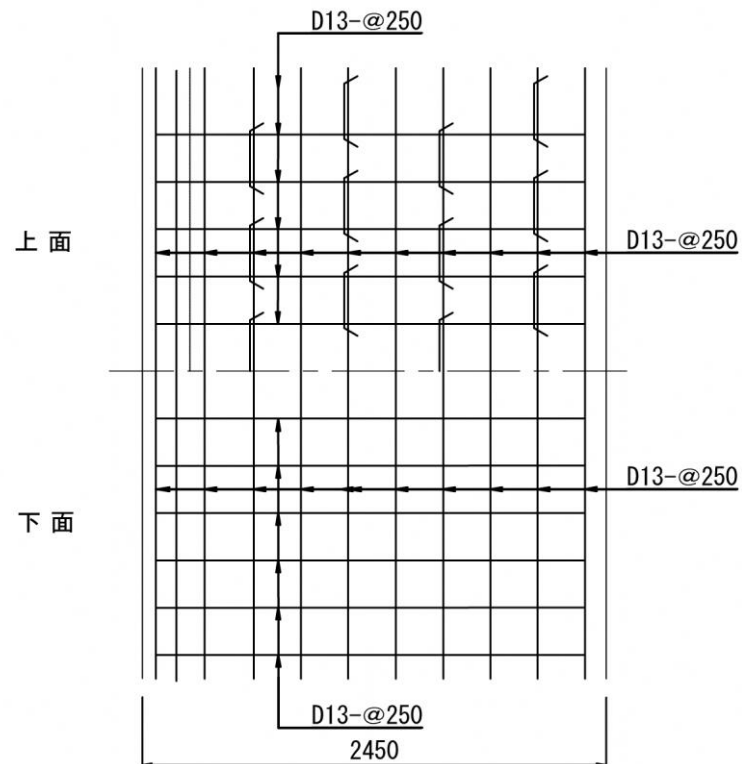
# 堅壁配筋図

S=1:40



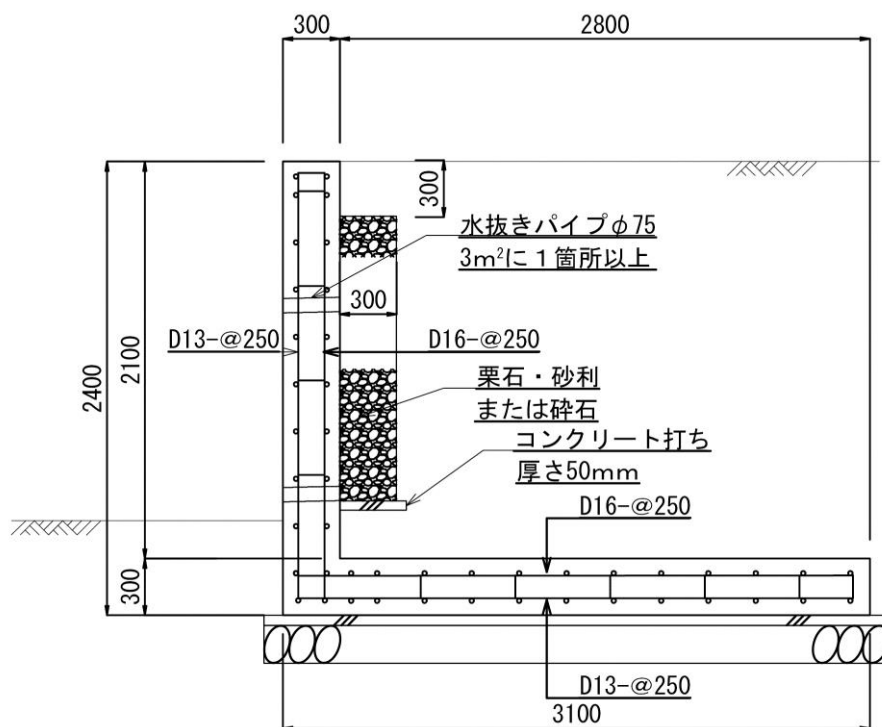
# 底版配筋図

S=1:40



### 標準断面図

S=1:40

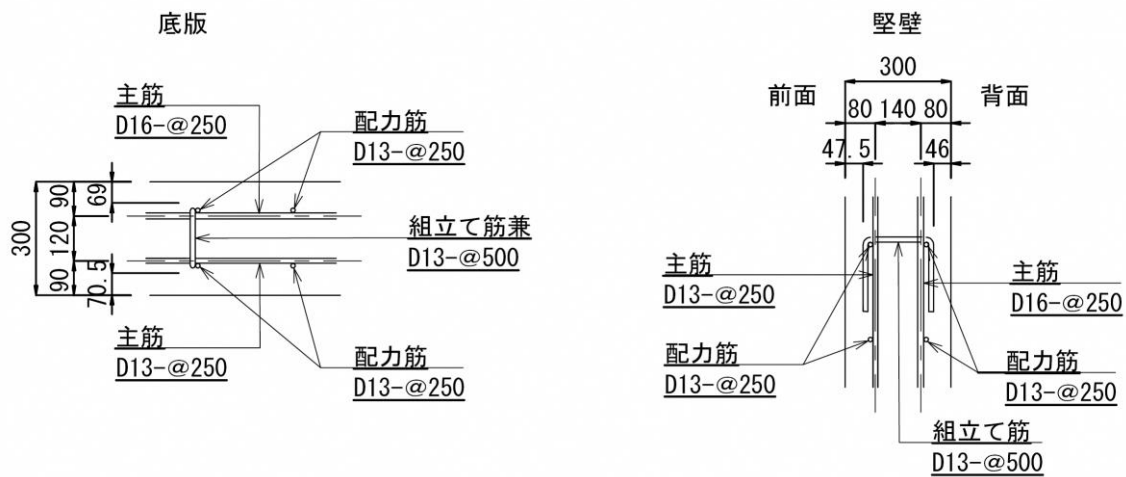


|                 |                           |
|-----------------|---------------------------|
| 地耐力             | 90.0 kN/m <sup>2</sup> 以上 |
| 積載荷重            | 5.0 kN/m <sup>2</sup>     |
| 背面土の単位体積重量      | 16 kN/m <sup>3</sup>      |
| 土圧係数            | 0.5                       |
| 摩擦係数            | 0.3                       |
| コンクリートの強度       | 24 N/mm <sup>2</sup>      |
| 鉄筋のかぶり          |                           |
| 堅 壁 : (主鉄筋中心から) | 80 mm                     |
| 底 版 : (主鉄筋中心から) | 90 mm                     |

※根入れについては  
P89「その他の擁壁」  
を参照

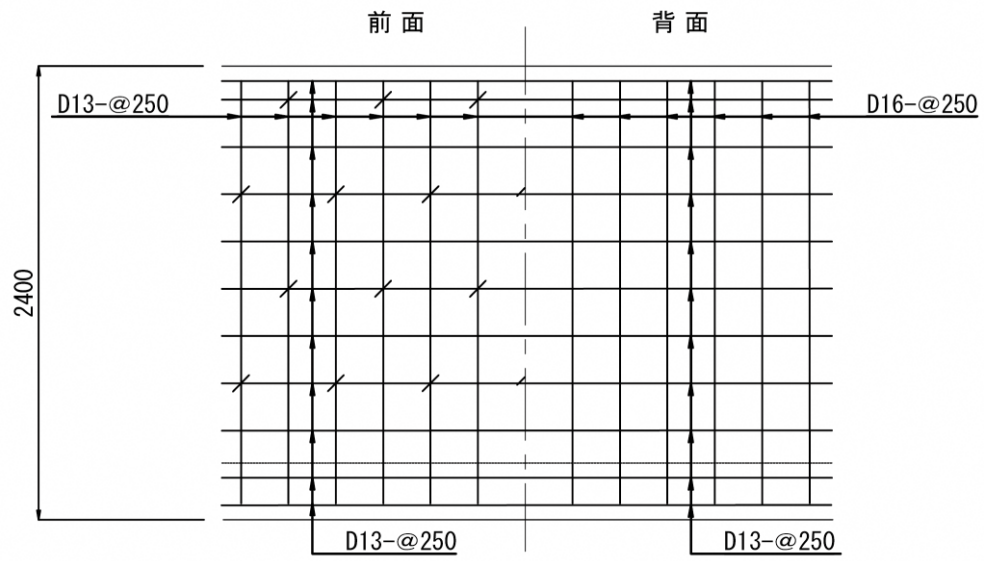
## かぶり詳細図

S=1:20



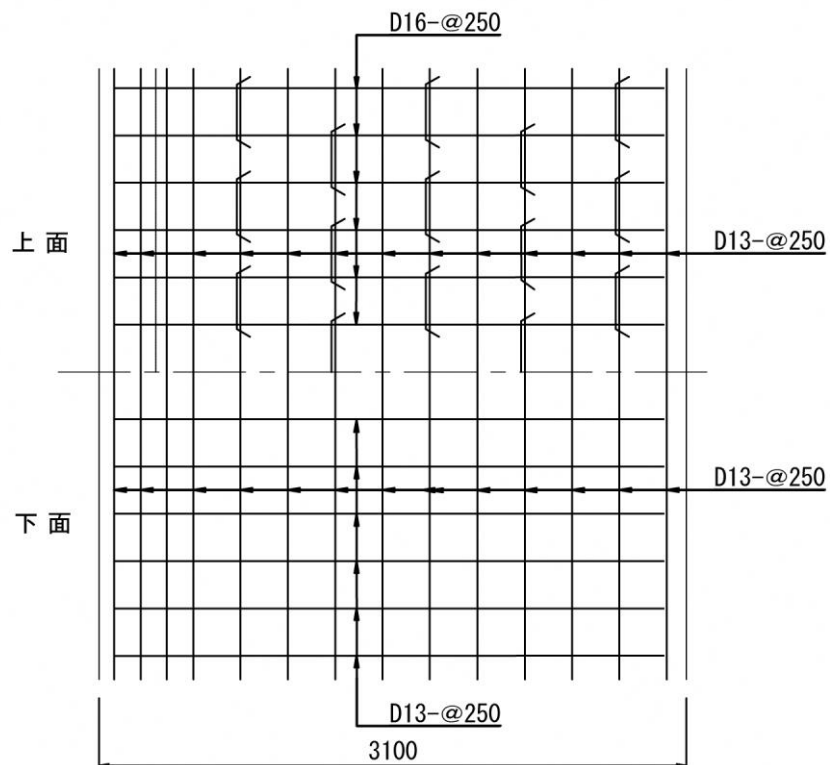
## 堅壁配筋図

S=1:40



## 底版配筋図

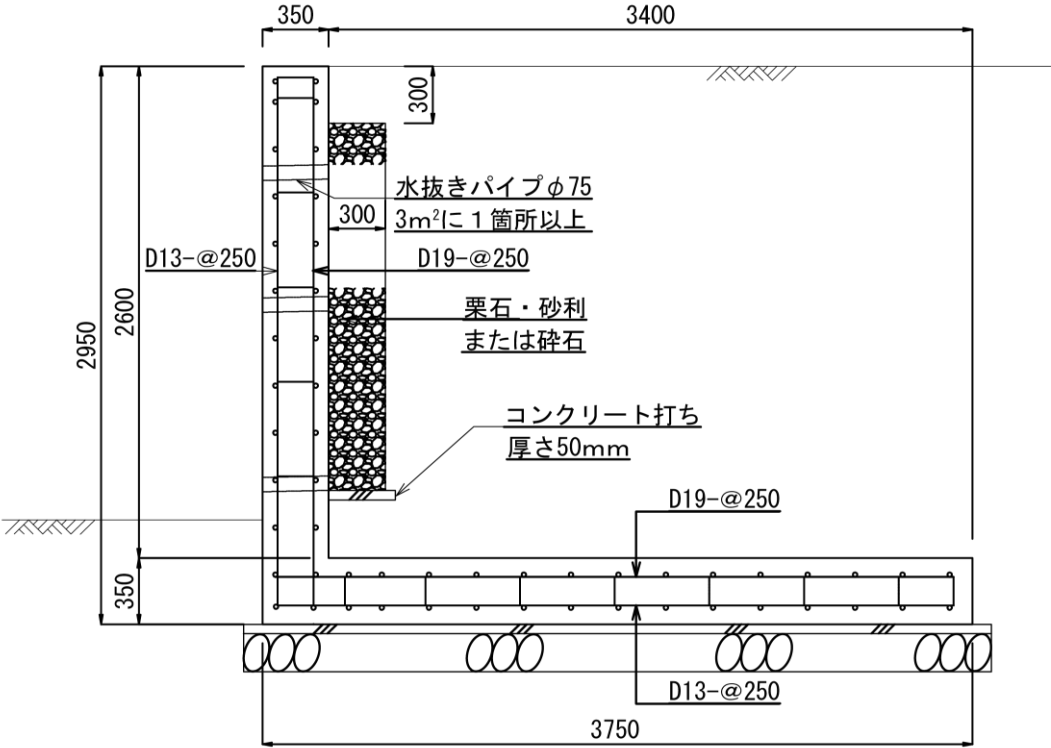
S=1:40



L 型 H=2.95m

標準断面図

S=1:40

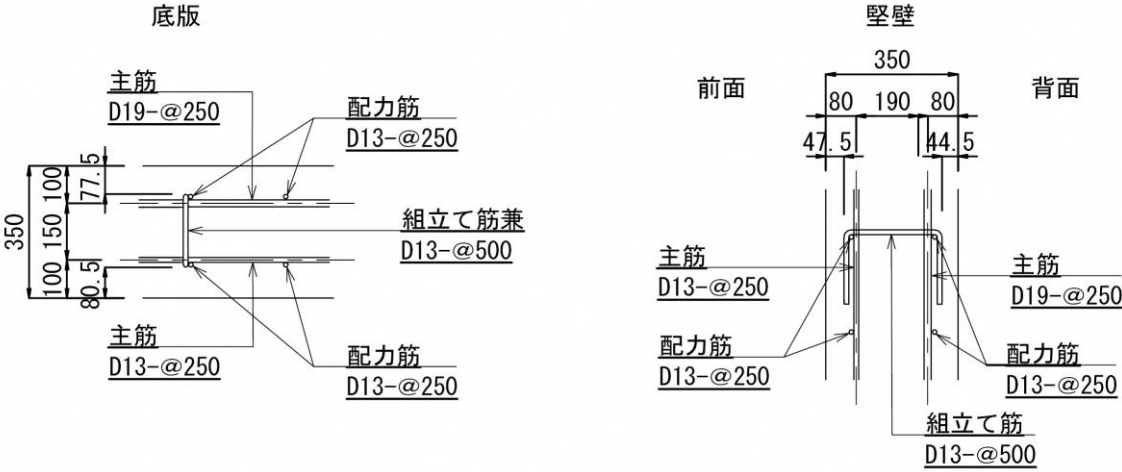


※根入れについては  
P89「その他の擁壁」  
を参照

|                 |                            |
|-----------------|----------------------------|
| 地耐力             | 110.0 kN/m <sup>2</sup> 以上 |
| 積載荷重            | 5.0 kN/m <sup>2</sup>      |
| 背面土の単位体積重量      | 16 kN/m <sup>3</sup>       |
| 土圧係数            | 0.5                        |
| 摩擦係数            | 0.3                        |
| コンクリートの強度       | 24 N/mm <sup>2</sup>       |
| 鉄筋のかぶり          |                            |
| 堅 壁 : (主鉄筋中心から) | 80 mm                      |
| 底 版 : (主鉄筋中心から) | 100 mm                     |

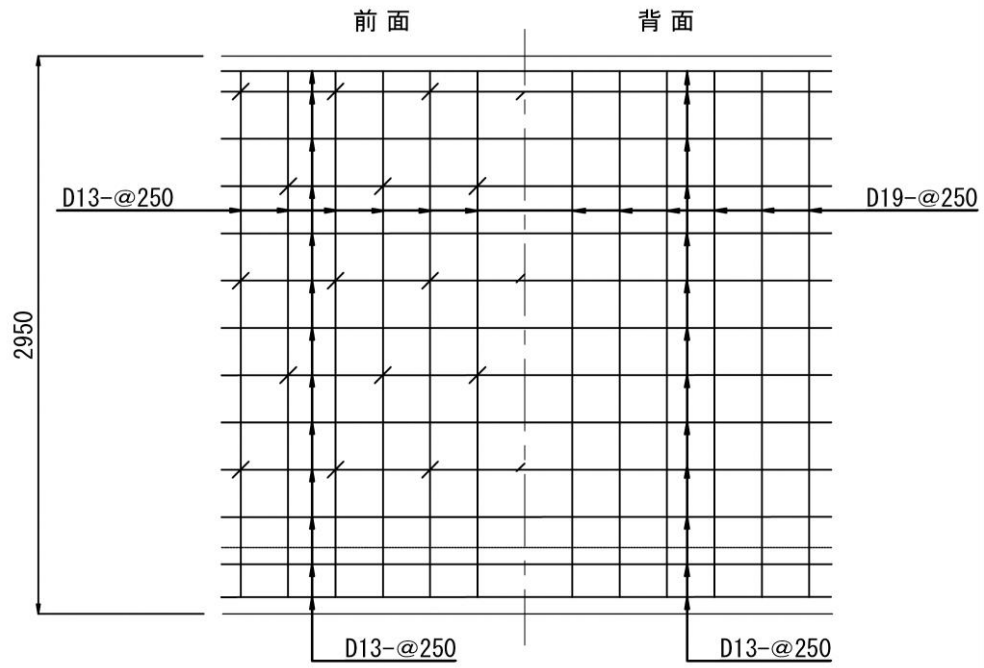
かぶり詳細図

S=1:20



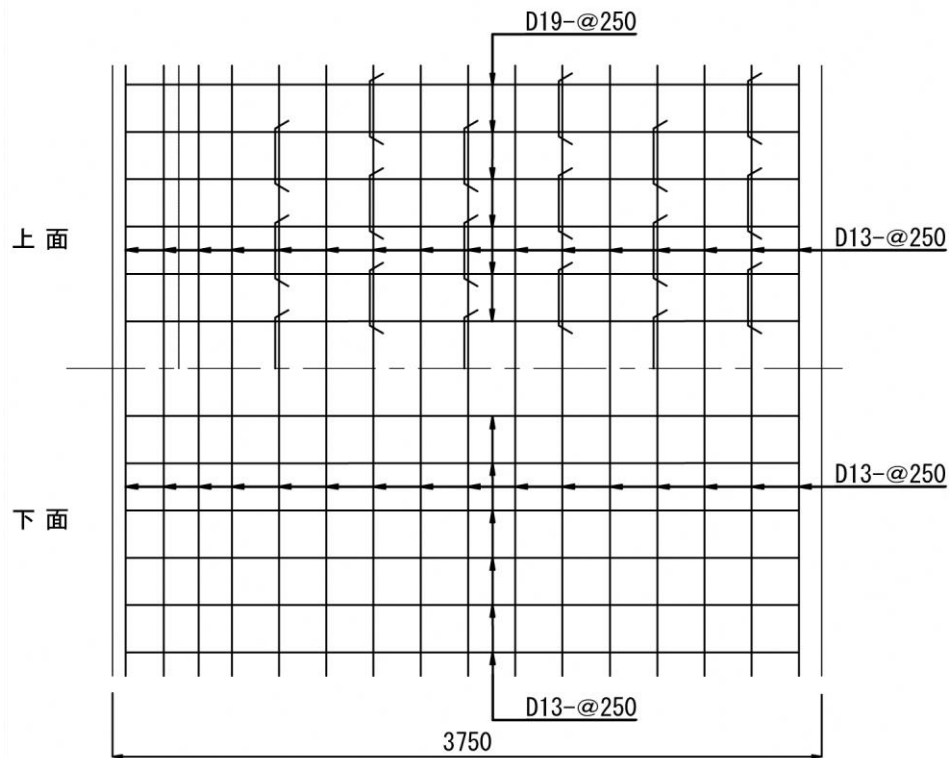
# 堅壁配筋図

S=1:40



# 底版配筋図

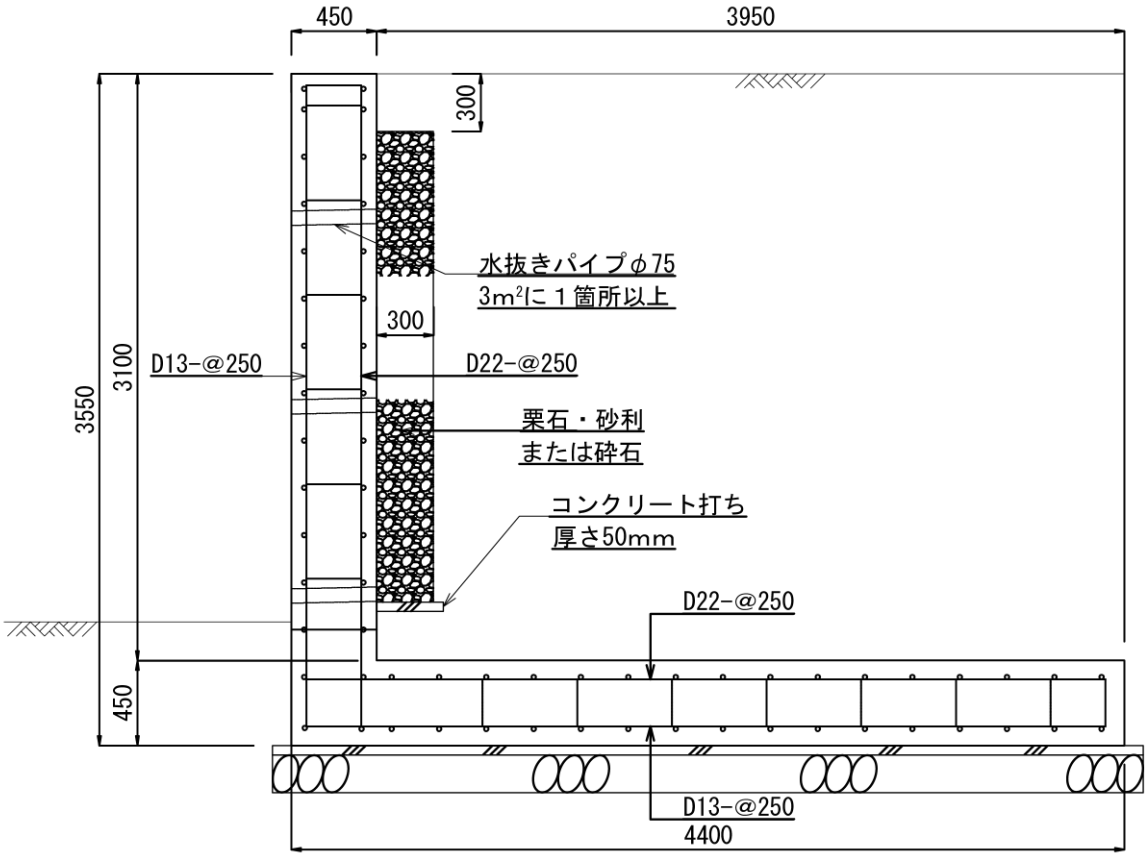
S=1:40



L 型 H=3.55m

標準断面図

S=1:40



※根入れについては  
P89「その他の擁壁」  
を参照

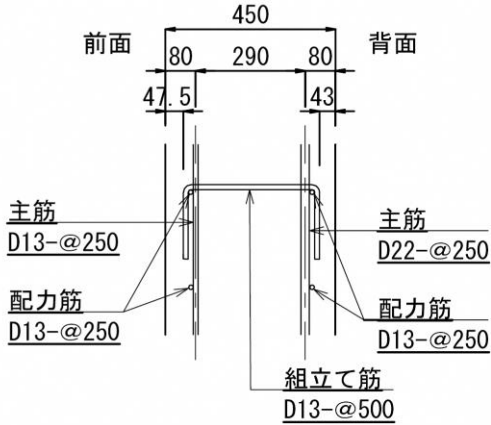
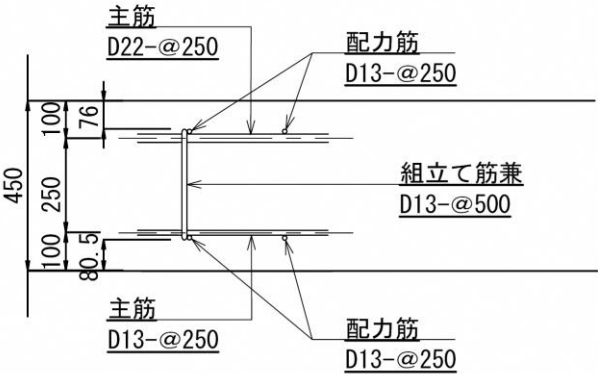
|               |                            |
|---------------|----------------------------|
| 地耐力           | 125.0 kN/m <sup>2</sup> 以上 |
| 積載荷重          | 5.0 kN/m <sup>2</sup>      |
| 背面土の単位体積重量    | 16 kN/m <sup>3</sup>       |
| 土圧係数          | 0.5                        |
| 摩擦係数          | 0.3                        |
| コンクリートの強度     | 24 N/mm <sup>2</sup>       |
| 鉄筋のかぶり        |                            |
| 壁 壁:(主鉄筋中心から) | 80 mm                      |
| 底 版:(主鉄筋中心から) | 100 mm                     |

かぶり詳細図

S=1:20

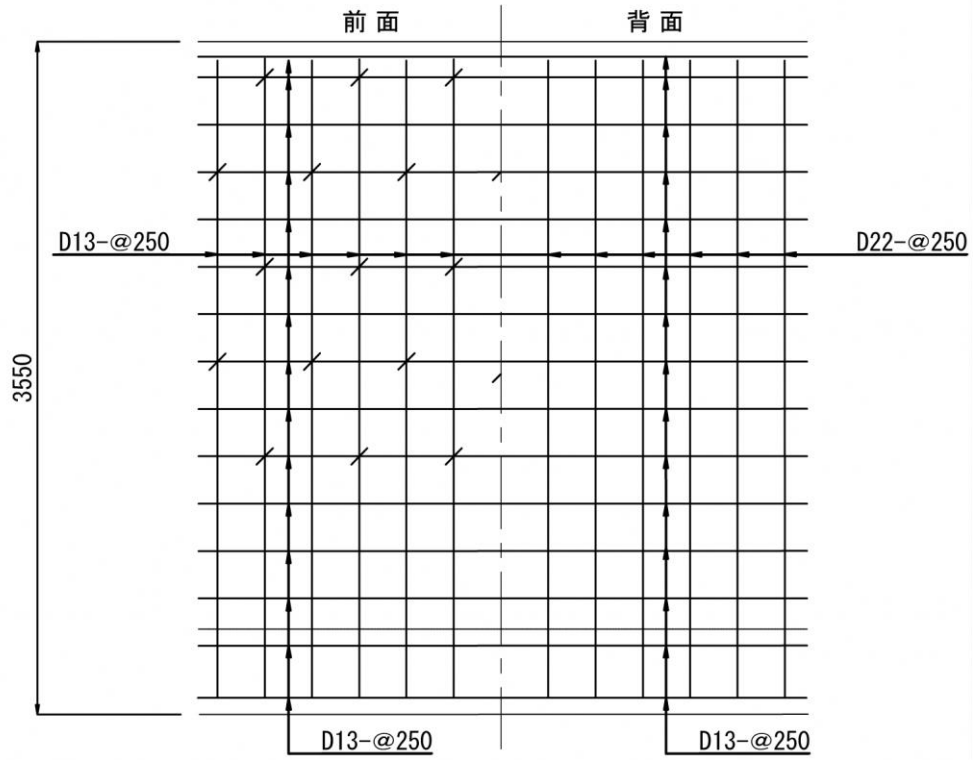
底板

堅壁



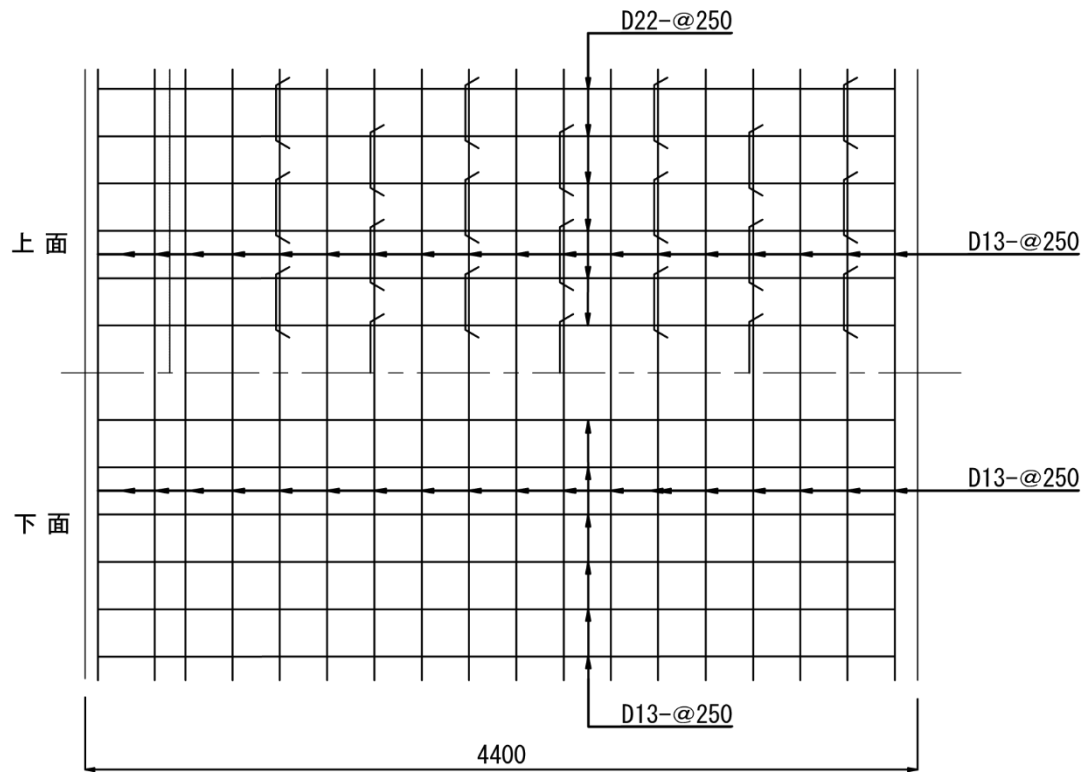
# 堅壁配筋図

S=1:40

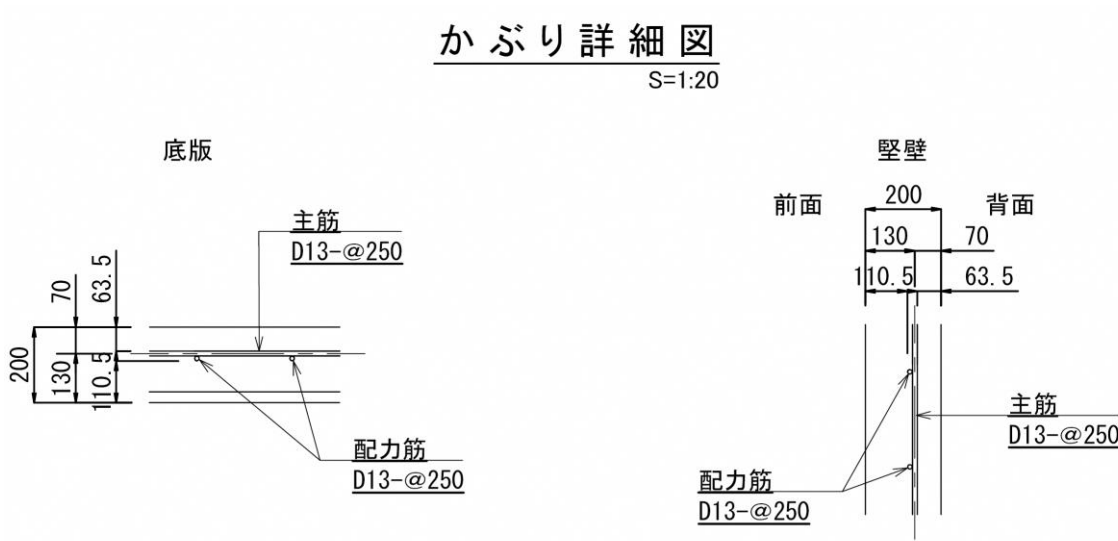
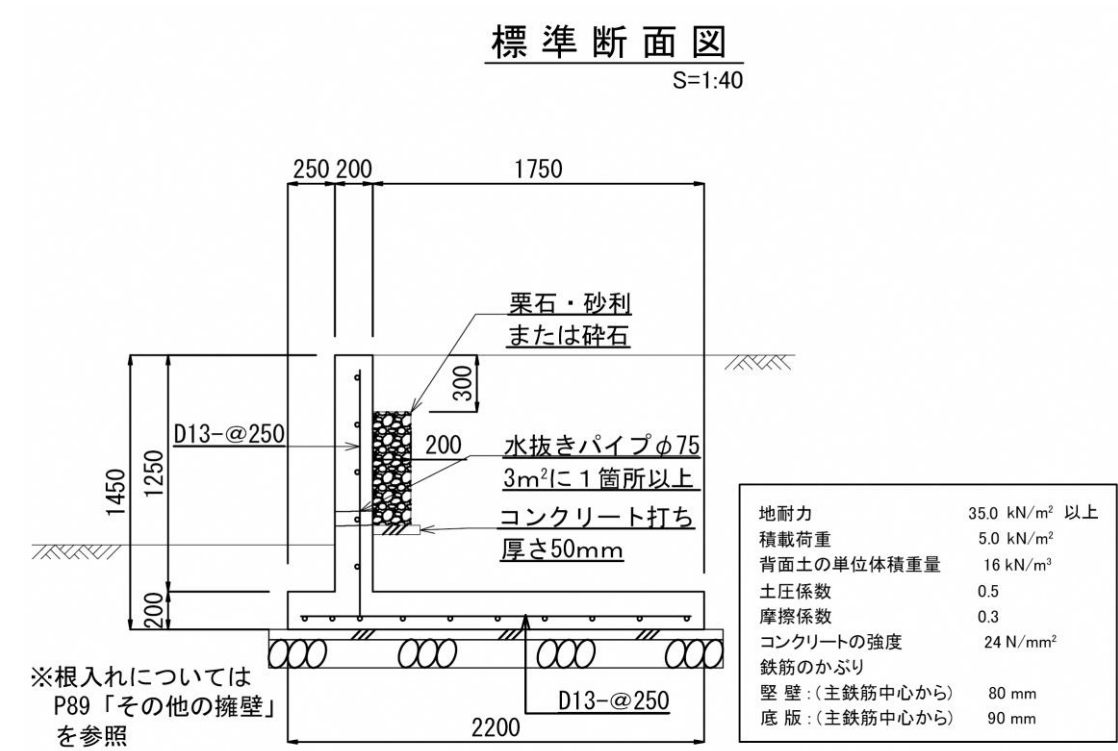


# 底版配筋図

S=1:40

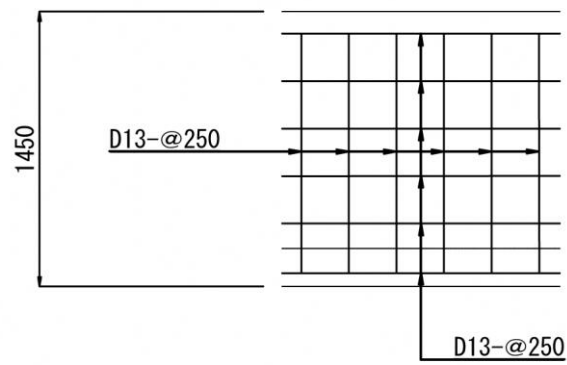


逆 T 型 H=1.45m



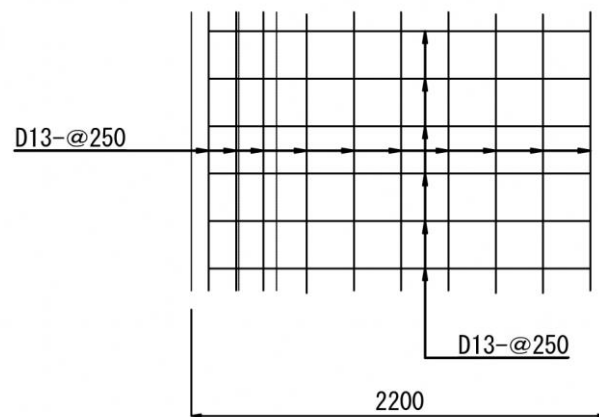
### 堅壁配筋図

S=1:40



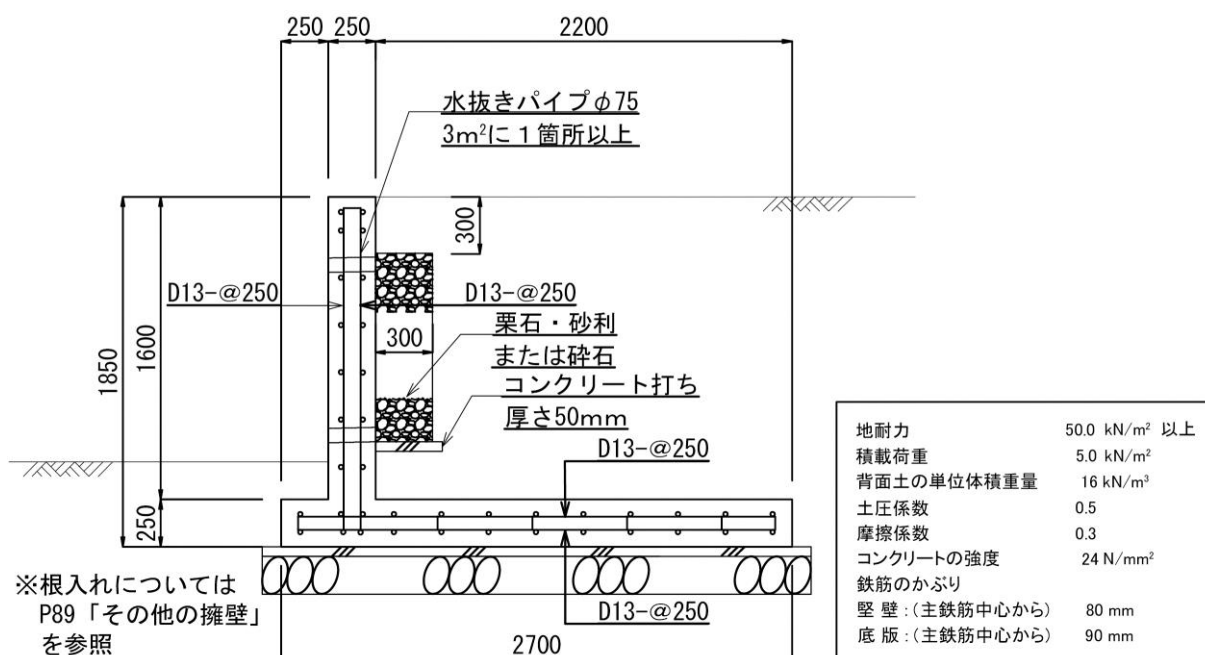
### 底版配筋図

S=1:40



### 標準断面図

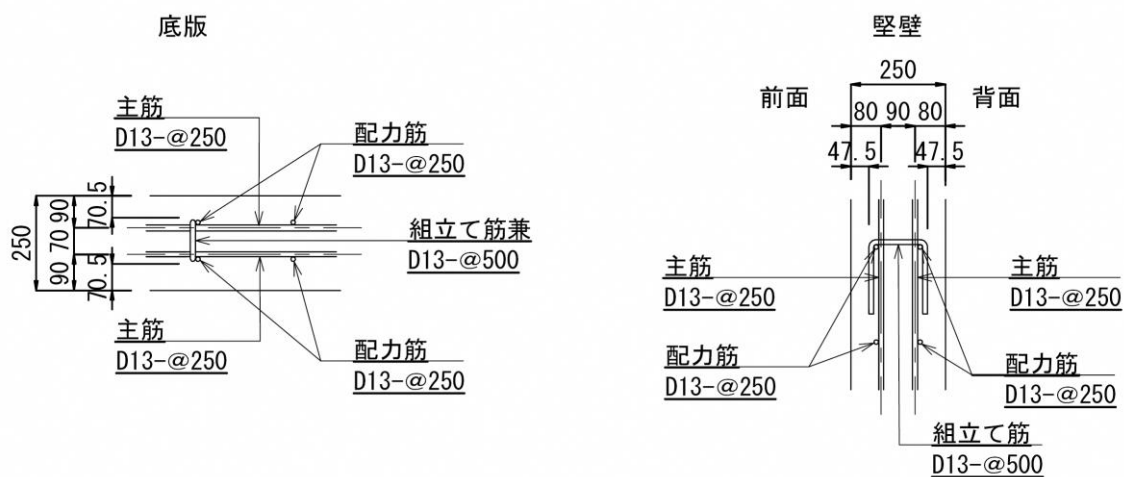
S=1:40



## かぶり詳細図

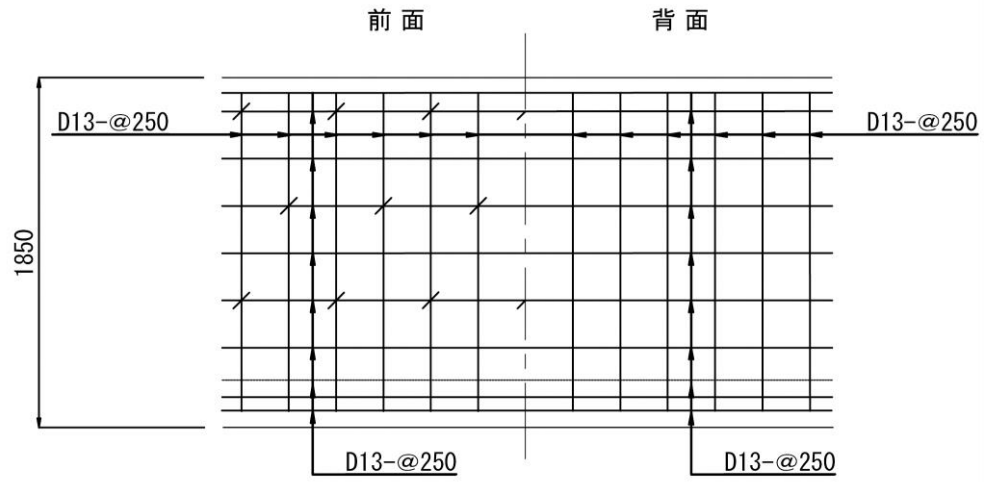
---

S=1:20



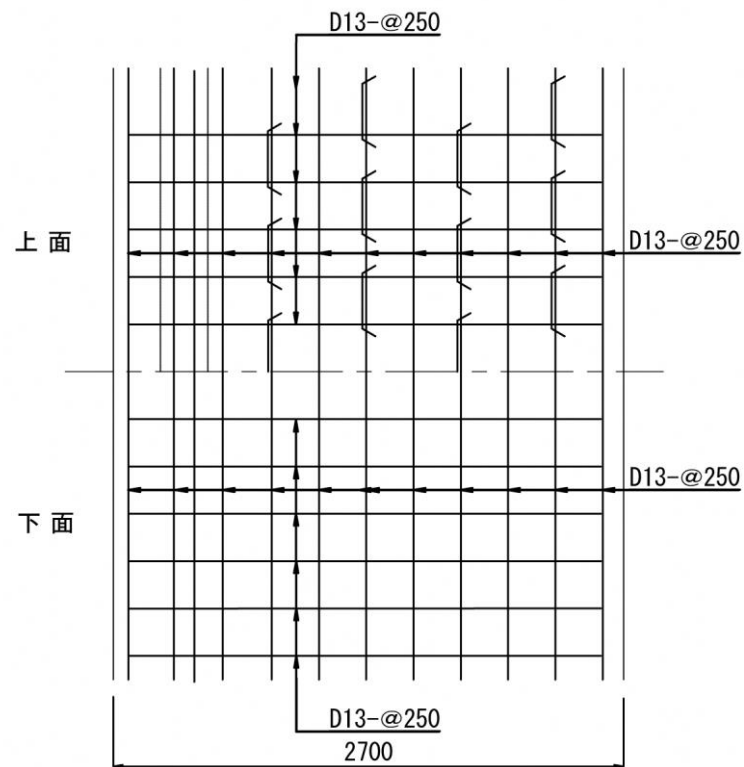
# 堅壁配筋図

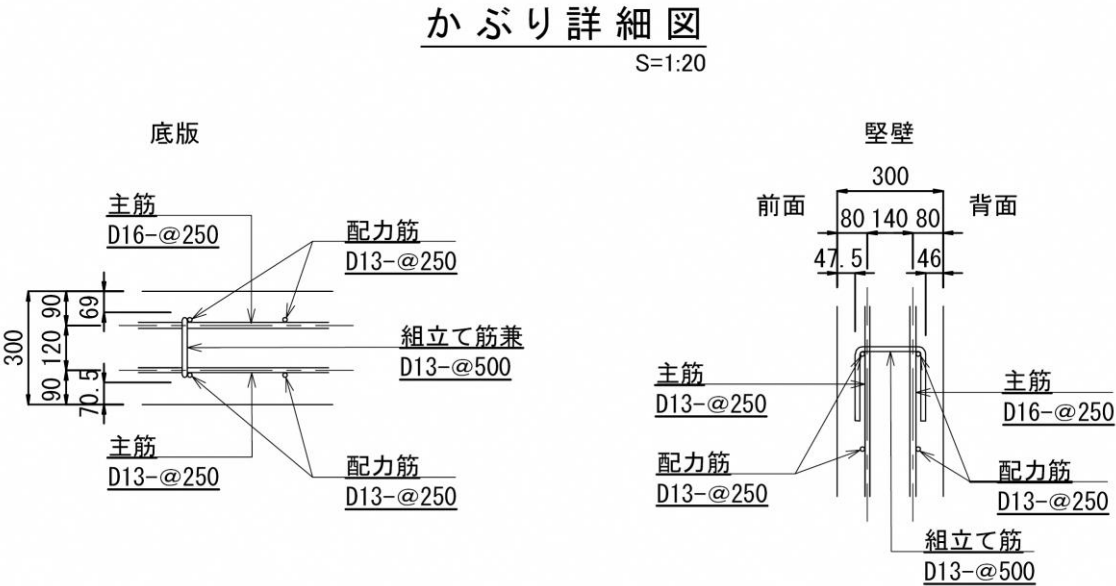
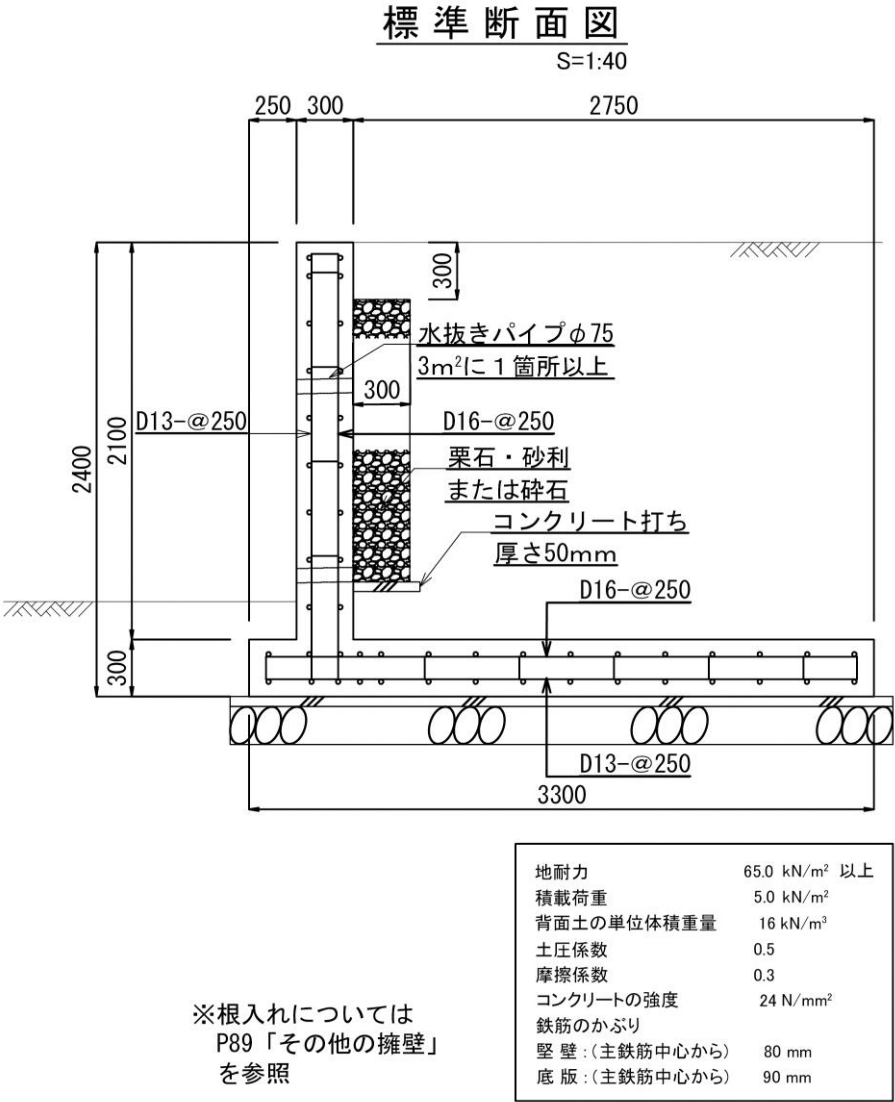
S=1:40



# 底版配筋図

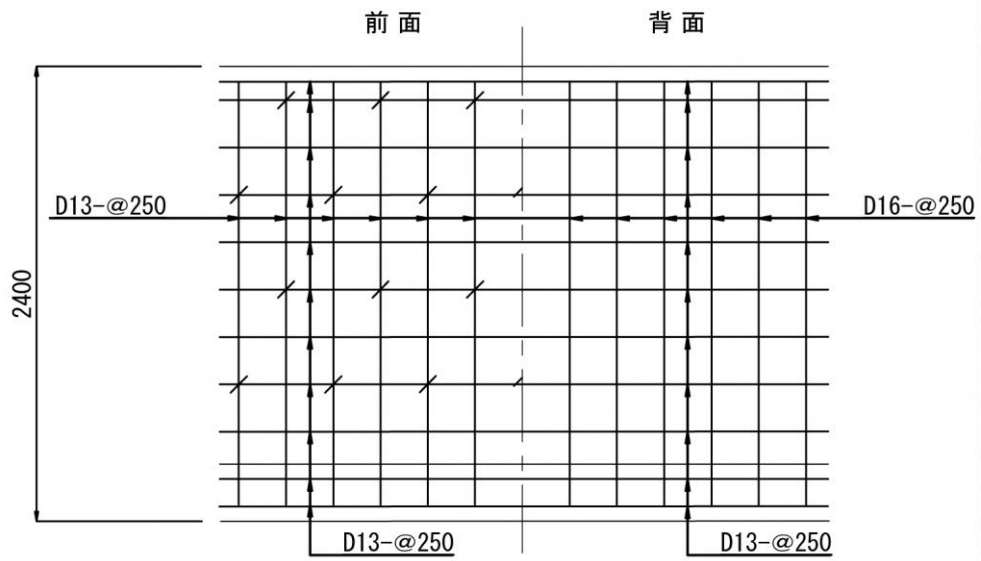
S=1:40





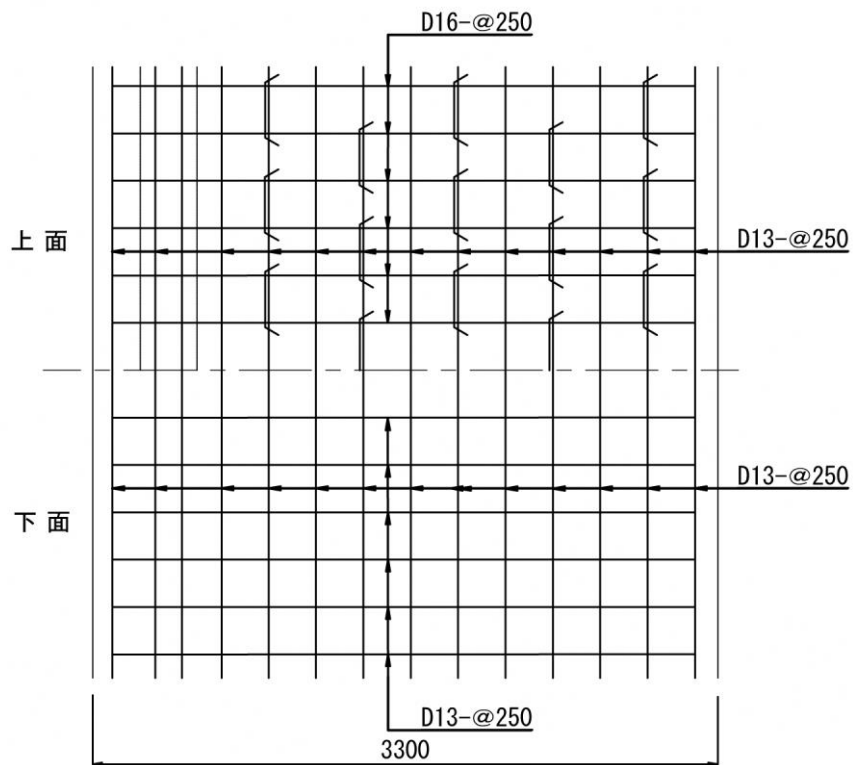
# 堅壁配筋図

S=1:40



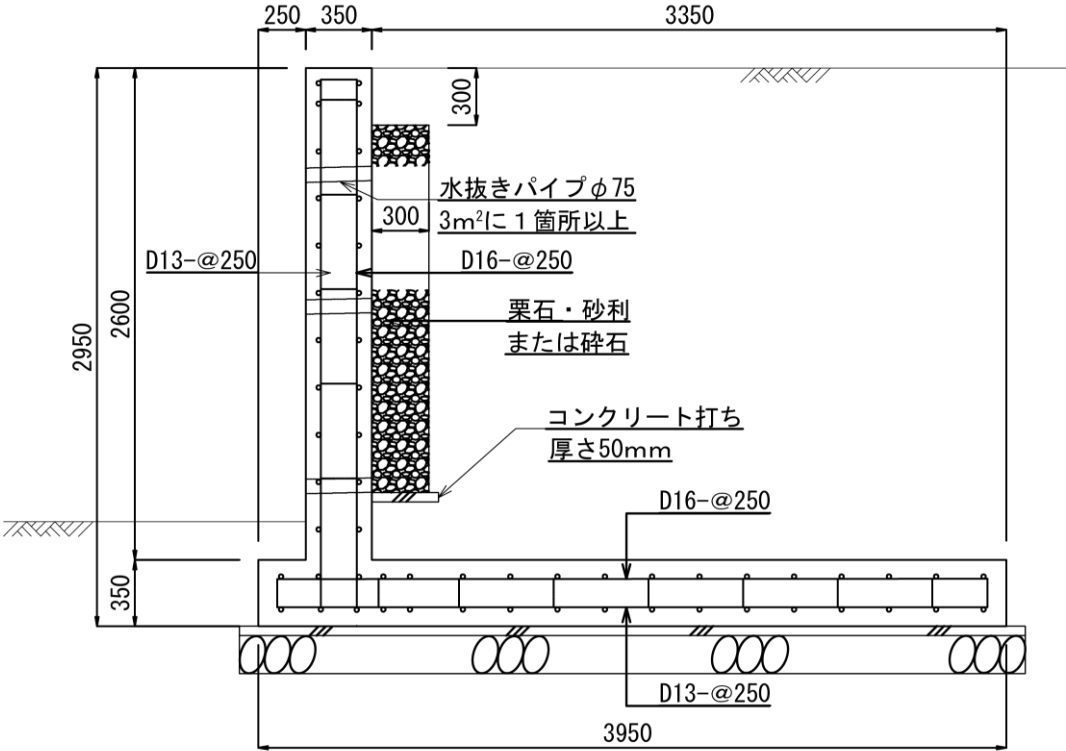
# 底版配筋図

S=1:40



標準断面図

S=1:40

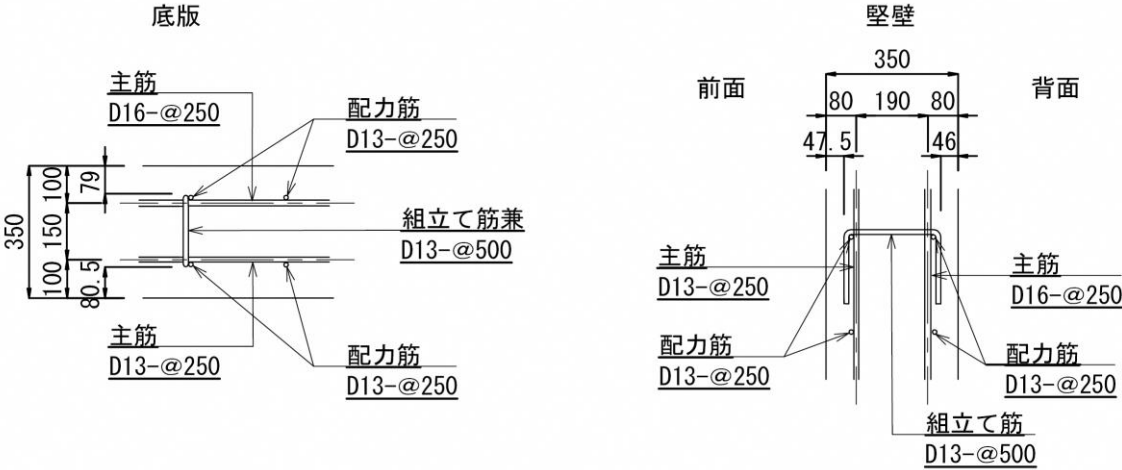


※根入れについては  
P89「その他の擁壁」  
を参照

|                 |                           |
|-----------------|---------------------------|
| 地耐力             | 85.0 kN/m <sup>2</sup> 以上 |
| 積載荷重            | 5.0 kN/m <sup>2</sup>     |
| 背面土の単位体積重量      | 16 kN/m <sup>3</sup>      |
| 土圧係数            | 0.5                       |
| 摩擦係数            | 0.3                       |
| コンクリートの強度       | 24 N/mm <sup>2</sup>      |
| 鉄筋のかぶり          |                           |
| 堅 壁 : (主鉄筋中心から) | 80 mm                     |
| 底 版 : (主鉄筋中心から) | 100 mm                    |

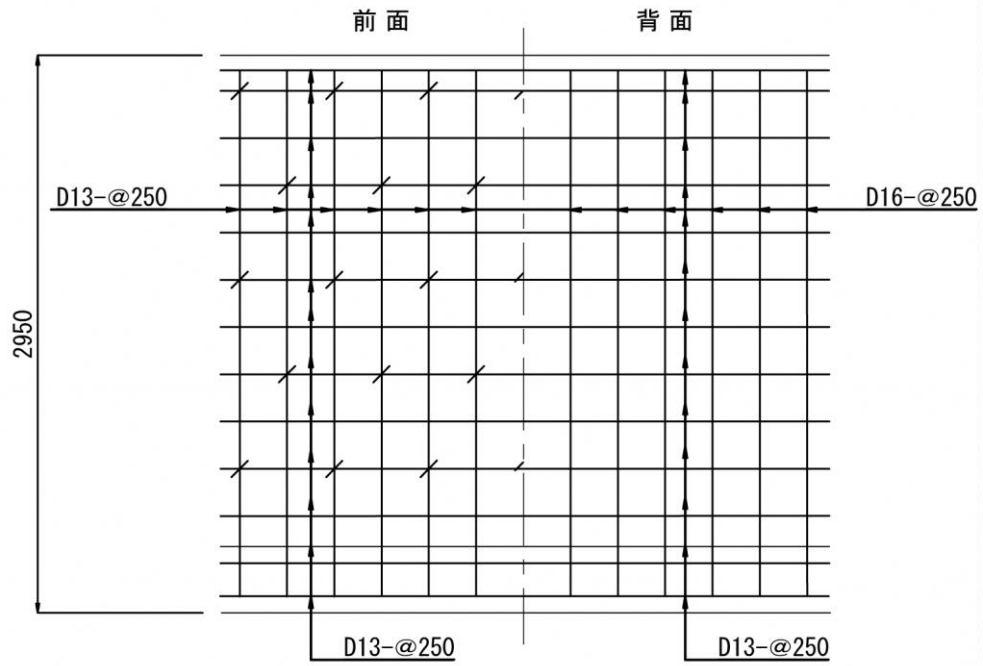
かぶり詳細図

S=1:20



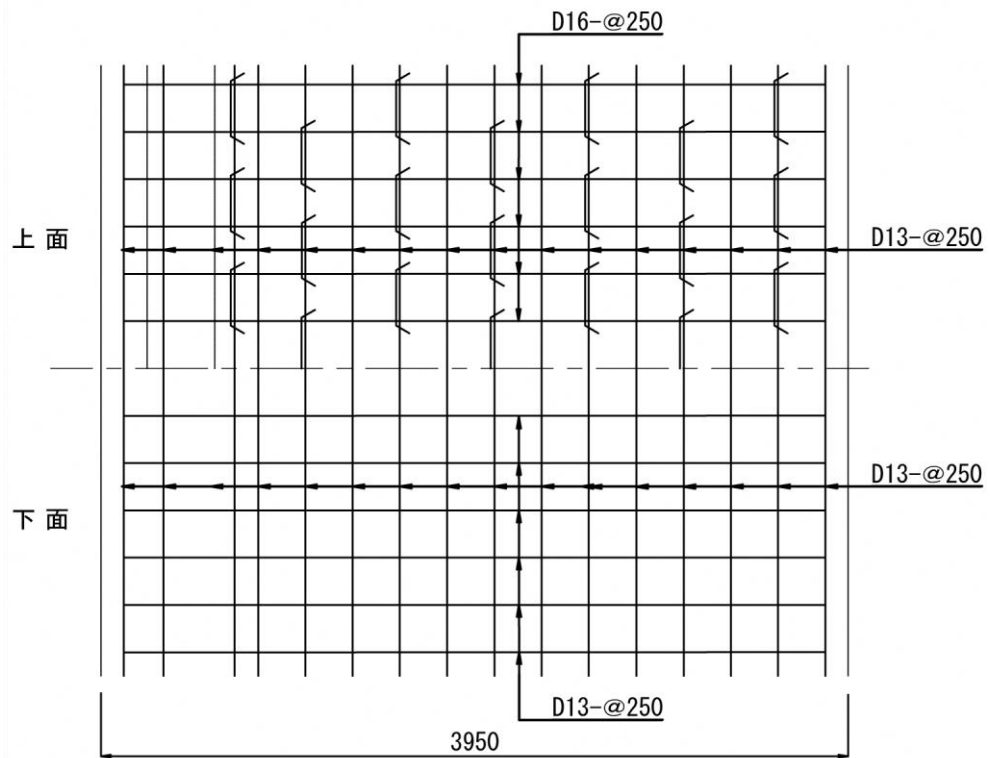
# 堅壁配筋図

S=1:40



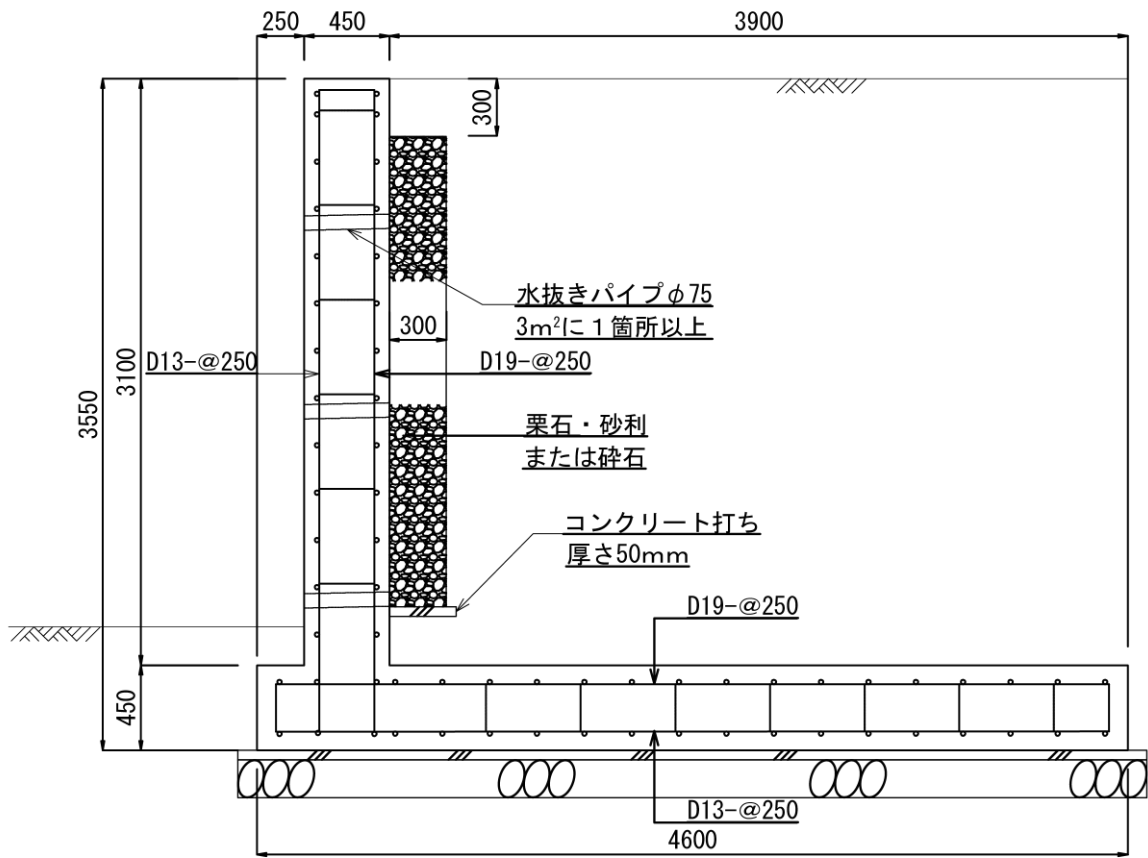
# 底版配筋図

S=1:40



標準断面図

S=1:40

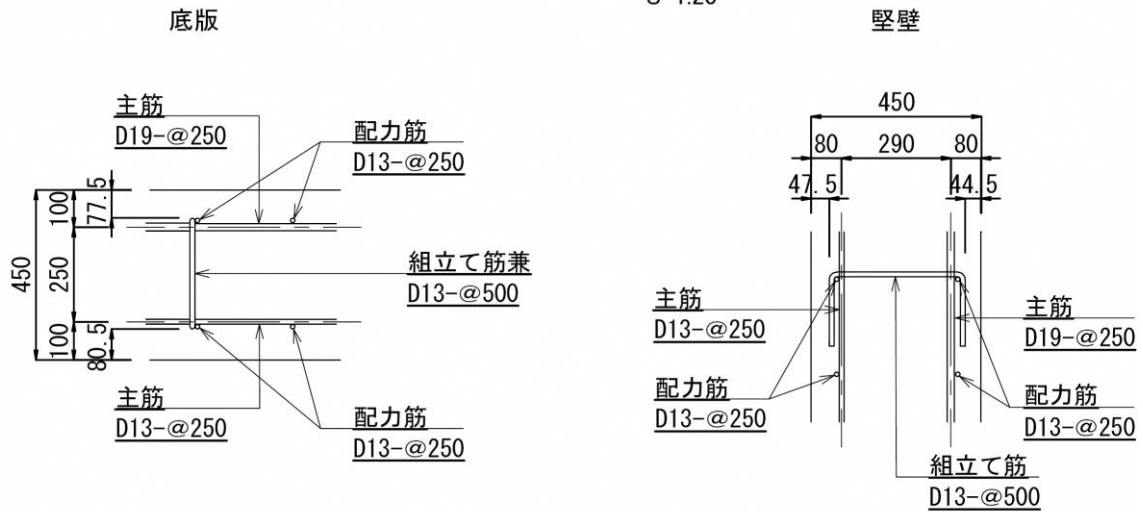


※根入れについては  
P89「その他の擁壁」  
を参照

|                 |                            |
|-----------------|----------------------------|
| 地耐力             | 100.0 kN/m <sup>2</sup> 以上 |
| 積載荷重            | 5.0 kN/m <sup>2</sup>      |
| 背面土の単位体積重量      | 16 kN/m <sup>3</sup>       |
| 土圧係数            | 0.5                        |
| 摩擦係数            | 0.3                        |
| コンクリートの強度       | 24 N/mm <sup>2</sup>       |
| 鉄筋のかぶり          |                            |
| 堅 壁 : (主鉄筋中心から) | 80 mm                      |
| 底 版 : (主鉄筋中心から) | 100 mm                     |

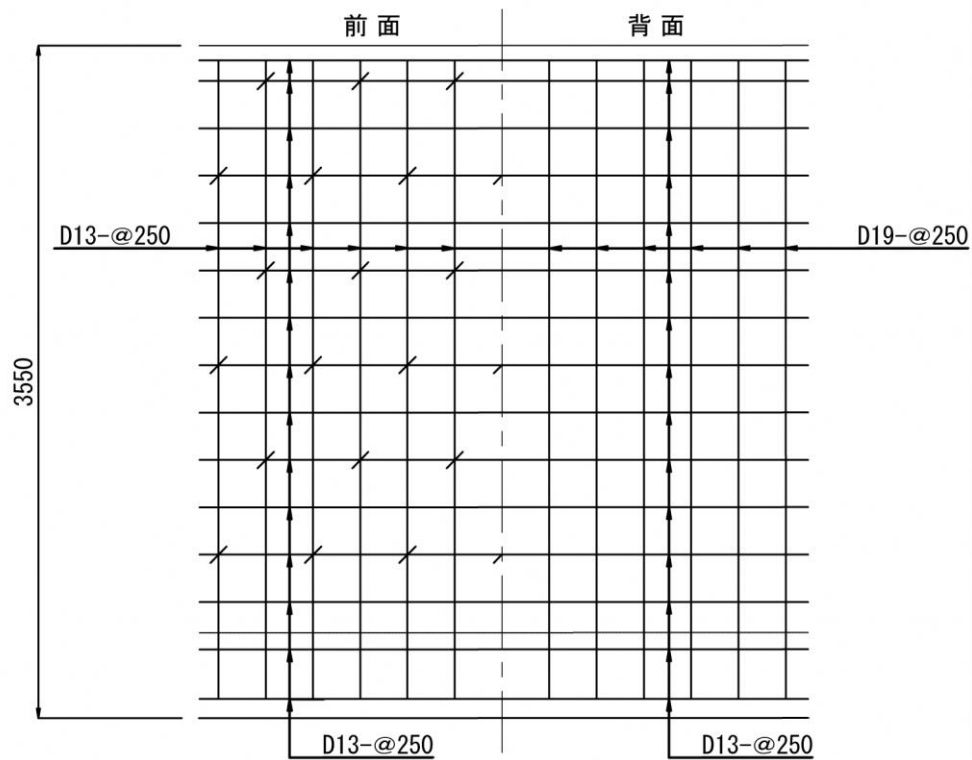
かぶり詳細図

S=1:20



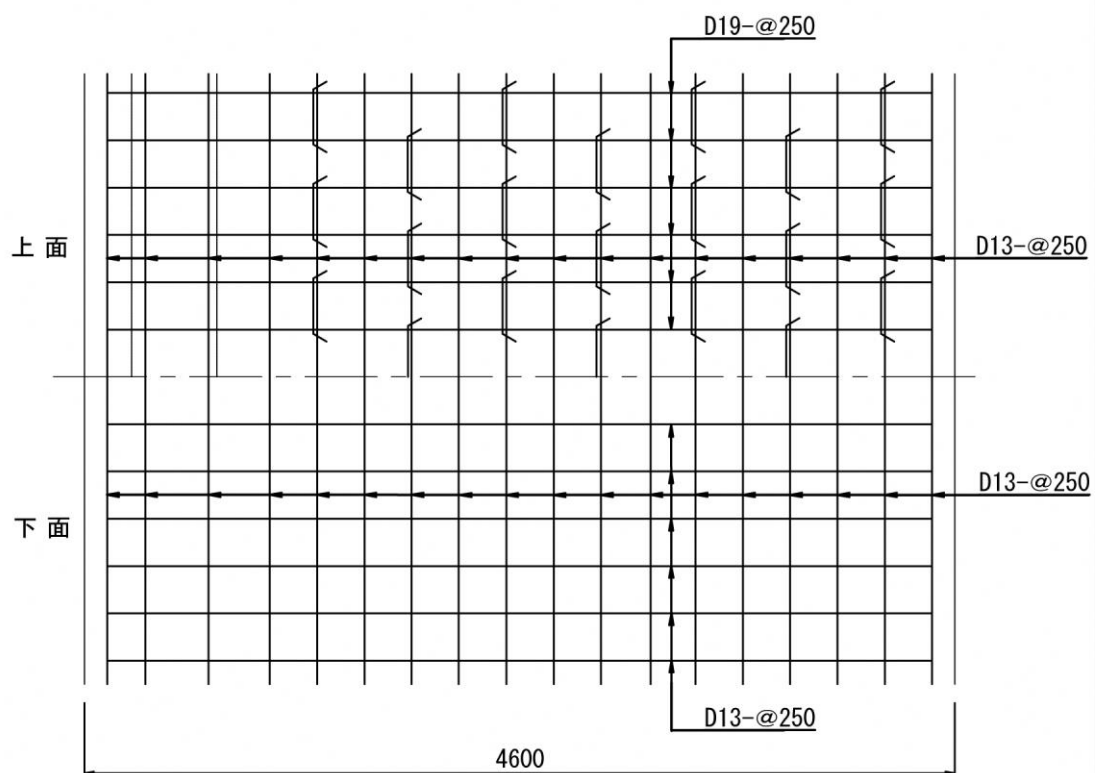
# 堅壁配筋図

S=1:40



# 底版配筋図

S=1:40



## 18.2 参考 鉄筋コンクリート造擁壁の標準断面図の構造計算書

L 型 H=1.45m

### 1. 設計条件

#### (1) 擁壁の形式および高さ

形式 : L 型擁壁  
全高さ : H=1.45 m

#### (2) 表面載荷重

上載荷重 :  $q=5.0 \text{ kN/m}^2$

#### (3) 背面土

土の種類 : シルト、粘土、またはそれらを多く含む土（政令別表第二に準拠）  
単位体積重量 :  $\gamma = 16.0 \text{ kN/m}^3$  土の種類に準ずる  
内部摩擦角 :  $\phi = 0^\circ$   
粘着力 :  $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
壁面摩擦角（安定性） :  $\delta = 0^\circ$   
壁面摩擦角（部材応力） :  $\delta = 2\phi/3 = 13.3^\circ$  として設定  
壁背面と鉛直面とのなす角 :  $\alpha = 0^\circ$   
地表面と水平面とのなす角 :  $\beta = 0^\circ$

#### (4) 土圧

土圧係数 :  $K_A = 0.5$  土の種類に準ずる

#### (5) 基礎地盤

土の種類 : 関東ローム  
内部摩擦角 :  $\phi = 0^\circ$   
粘着力 :  $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
許容地耐力 :  $55.0 \text{ kN/m}^2$   
底面の摩擦係数 :  $\mu = 0.3$  土の種類に準ずる

#### (6) 材料の許容応力度(常時)

コンクリートの設計基準強度 :  $\sigma_{28} = 24.0 \text{ N/mm}^2$   
コンクリートの圧縮応力度 :  $\sigma_{ca} = 8.0 \text{ N/mm}^2$   
コンクリートのせん断応力度 :  $\tau_a = 0.7 \text{ N/mm}^2$   
鉄筋(SD295)の引張応力度 :  $\sigma_{sa} = 196 \text{ N/mm}^2$

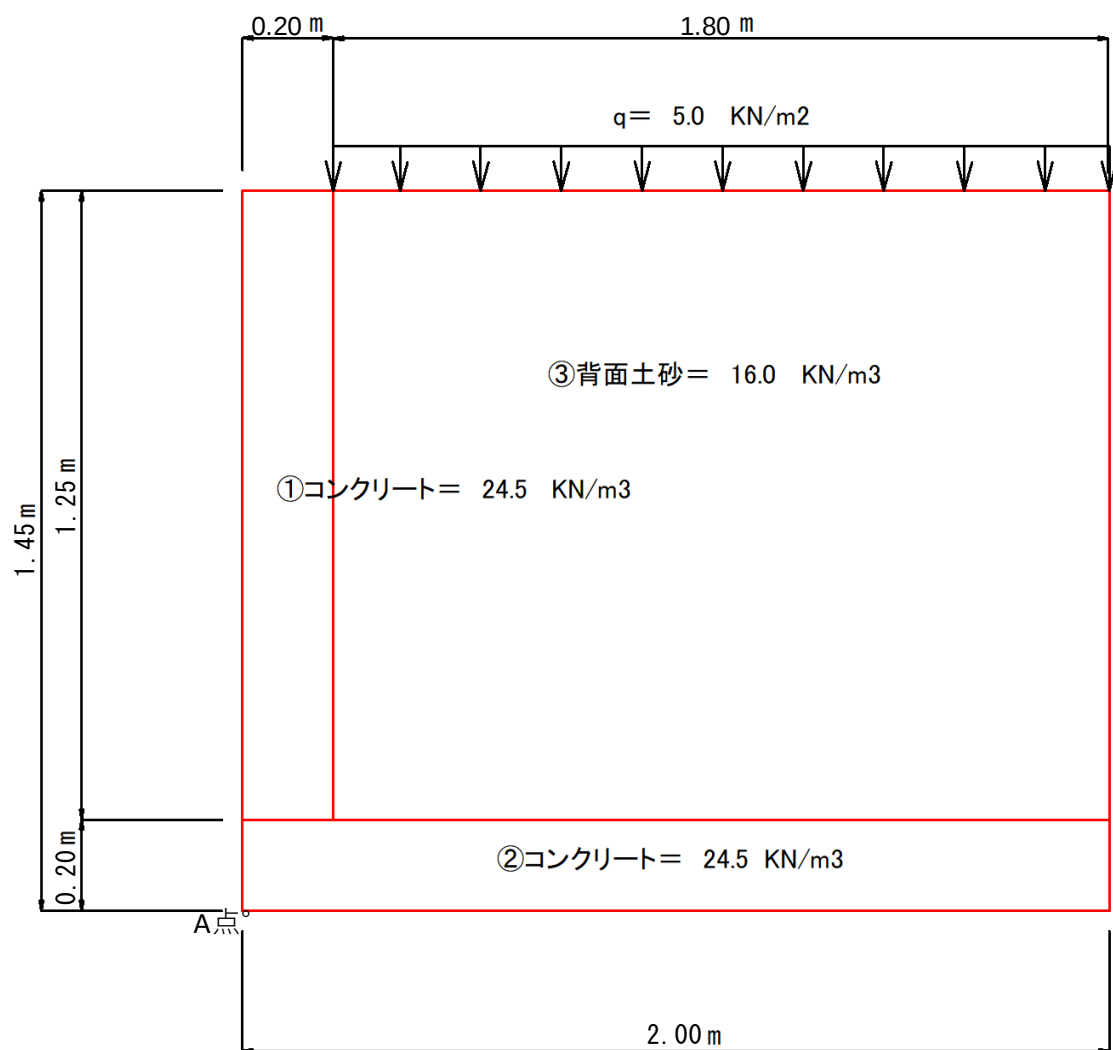
#### (7) 単位重量

鉄筋コンクリート :  $\gamma_c = 24.5 \text{ kN/m}^3$

#### (8) 擁壁形状

|      |          |                            |                            |
|------|----------|----------------------------|----------------------------|
| 全高   | : 1.45 m |                            |                            |
| 堅壁高  | : 1.25 m | 断面係数                       | 断面二次モーメント                  |
| 堅壁厚  | : 0.20 m | 堅壁 $z = 6667 \text{ cm}^3$ | 堅壁 $I = 6667 \text{ cm}^4$ |
| 底版厚  | : 0.20 m | 底版 $z = 6667 \text{ cm}^3$ | 底版 $I = 6667 \text{ cm}^4$ |
| 底版幅  | : 2.00 m |                            |                            |
| かかと幅 | : 1.80 m |                            |                            |

## 2. 擁壁断面の形状および寸法



3. 荷重およびモーメント（以下単位幅（1m）当りで計算を行う）

（1）土圧

○主働土圧係数（ $K_A=0.5$ ）とする。

○主働土圧（ $P_A$ ）

$$P_A = \text{表面載荷重による土圧 } (P_{A1}) + \text{背面土による土圧 } (P_{A2})$$

$$P_{A1} = K_A \cdot q \cdot H = 0.5 \times 5.0 \times 1.45 = 3.625 \text{ kN}$$

$$P_{A2} = \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot H^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 16.0 \times 1.45^2 = 8.410 \text{ kN}$$

$$P_A = 8.410 + 3.625 = 12.035 \text{ kN}$$

○表面載荷重および背面土による土圧の水平分力

$$P_{A1H} = P_{A1} \cdot \cos(\alpha + \delta) = 3.625 \times \cos(0 + 0) = 3.625$$

$$P_{A2H} = P_{A2} \cdot \cos(\alpha + \delta) = 8.410 \times \cos(0 + 0) = 8.410$$

| 重量 (kN)            |                                                   | アーム長 (m)                   | モーメント (kN/m) |
|--------------------|---------------------------------------------------|----------------------------|--------------|
| 鉛直力<br>安定<br>モーメント | ① 堅壁重量<br>$0.2 \times 1.25 \times 24.5 = 6.125$   | $0.2 \div 2 = 0.100$       | 0.612        |
|                    | ② 底版重量<br>$2.0 \times 0.2 \times 24.5 = 9.800$    | $2.0 \div 2 = 1.000$       | 9.800        |
|                    | ③ 背面土重量<br>$1.8 \times 1.25 \times 16.0 = 36.000$ | $1.8 \div 2 + 0.2 = 1.100$ | 39.600       |
|                    | q 上載荷重<br>$1.8 \times 5.0 = 9.000$                | $1.8 \div 2 + 0.2 = 1.100$ | 9.900        |
|                    | 計 $\Sigma V = 60.925$                             | 計 $\Sigma M_r = 59.912$    |              |
| 水平力<br>転倒<br>モーメント | $P_{A1H}$ 3.625                                   | $1.45 \div 2 = 0.725$      | 2.628        |
|                    | $P_{A2H}$ 8.410                                   | $1.45 \div 3 = 0.483$      | 4.062        |
|                    | 計 $\Sigma P_{AH} = 12.035$                        | 計 $\Sigma M_o = 6.690$     |              |
| $\Sigma M$         | 合計                                                |                            | 53.222       |

#### 4. 安定に対する検討

##### (1) 転倒に対する検討

A点より合力作用位置までの距離 (d)

$$d = \frac{\sum M_r - \sum M_o}{\sum V} = \frac{\sum M}{\sum V} = \frac{53.22}{60.93} = 0.874 \text{ m}$$

偏心距離 (e)

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{2.00}{2} - 0.874 = 0.126 < \frac{B}{6} = 0.333 \quad \text{OK}$$

安全率 (F)

$$F = \frac{\sum M_r}{\sum M_o} = \frac{59.912}{6.690} = 8.96 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

##### (2) 滑動に対する検討

滑動に対する抵抗力  $= R_v \times \mu + C_b \times B$

$$= 60.9 \times 0.300 + 0.0 \times 2.00 = 18.2775$$

$$\text{滑動力} = \sum P_{AH} = 12.035$$

安全率 ( $F_s$ )

$$F_s = \frac{\text{活動に対する抵抗力}}{\text{活動力}} = \frac{18.2775}{12.035} = 1.52 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

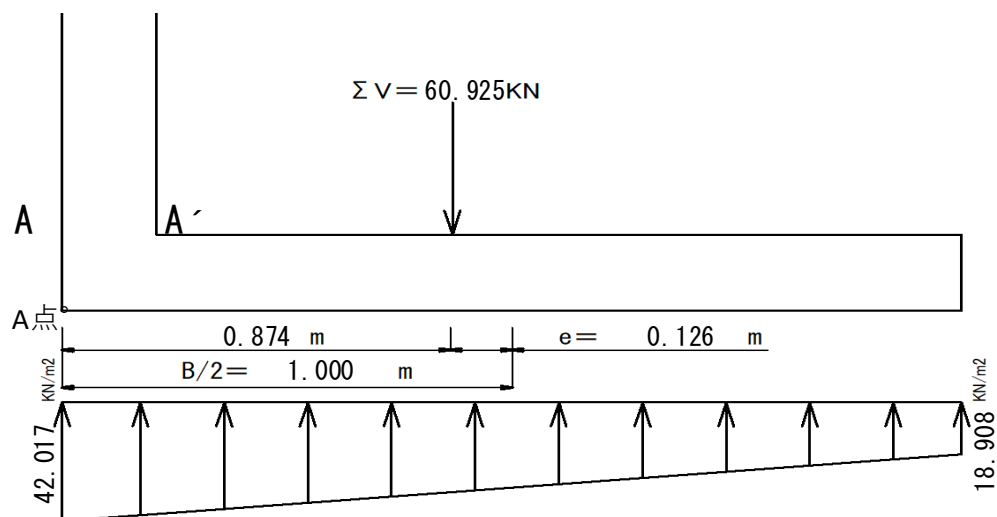
##### (3) 地盤反力に対する検討

地盤反力 ( $\sigma$ )

$$q = \frac{\sum V}{B} \left[ 1 \pm \frac{6e}{B} \right] = \frac{60.93}{2.00} \left[ 1 \pm \frac{0.759}{2.00} \right]$$

$$= 42.017 (q_{max}) < 55 \text{ kN/m}^2 \quad \text{OK}$$

$$= 18.908 (q_{min})$$



## 5. 部材応力度の検討

### (1) 堅壁の検討

#### 1) A-A'断面の検討

○土圧

$$\begin{aligned} P_{H1} &= \left( K_A \cdot q \cdot H + \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot H^2 \right) \times \cos(0 + 13.3) \\ &= \left( 0.5 \times 5.0 \times 1.25 + \frac{1}{2} \times 0.5 \times 16 \times 1.25^2 \right) \times 0.973 \\ &= (3.13 + 6.25) \times 0.973 = 9.12 \text{ kN} \end{aligned}$$

○曲げモーメント

$$\begin{aligned} M_1 &= K_A \cdot q \cdot H \cdot \cos(0.0 + 13.3) \frac{H}{2} + \frac{1}{2} K_A \cdot q \cdot H^2 \cdot \cos(0.0 + 13.3) \cdot \frac{H}{3} \\ &= 3.13 \times 0.973 \times \frac{1.25}{2} + 1.953 \times 0.973 \times \frac{1.25}{3} \\ &= 2.693 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

○鉄筋応力の計算

$$A_s = \text{使用鉄筋公称断面積} \times b / \text{鉄筋間隔} = 126.7 \times 1000 / 250 = 507 \text{ mm}^2$$

$$d = \text{壁厚} - \text{かぶり厚} = 200 - 70 = 130$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{507}{1000 \times 130} = 0.0039$$

$$\begin{aligned} k &= \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn \quad n = \frac{ES}{EC} = 15 \\ &= \sqrt{2 \times 0.0039 \times 15 + (0.0039 \times 15)^2} - 0.0039 \times 15 = 0.288 \end{aligned}$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.288}{3} = 0.904$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} = \frac{2.693 \times 10^6}{507 \times 0.904 \times 130} = 45.22 < \sigma_{sa} \quad 196 \quad \text{OK}$$

○コンクリートの圧縮応力の検討

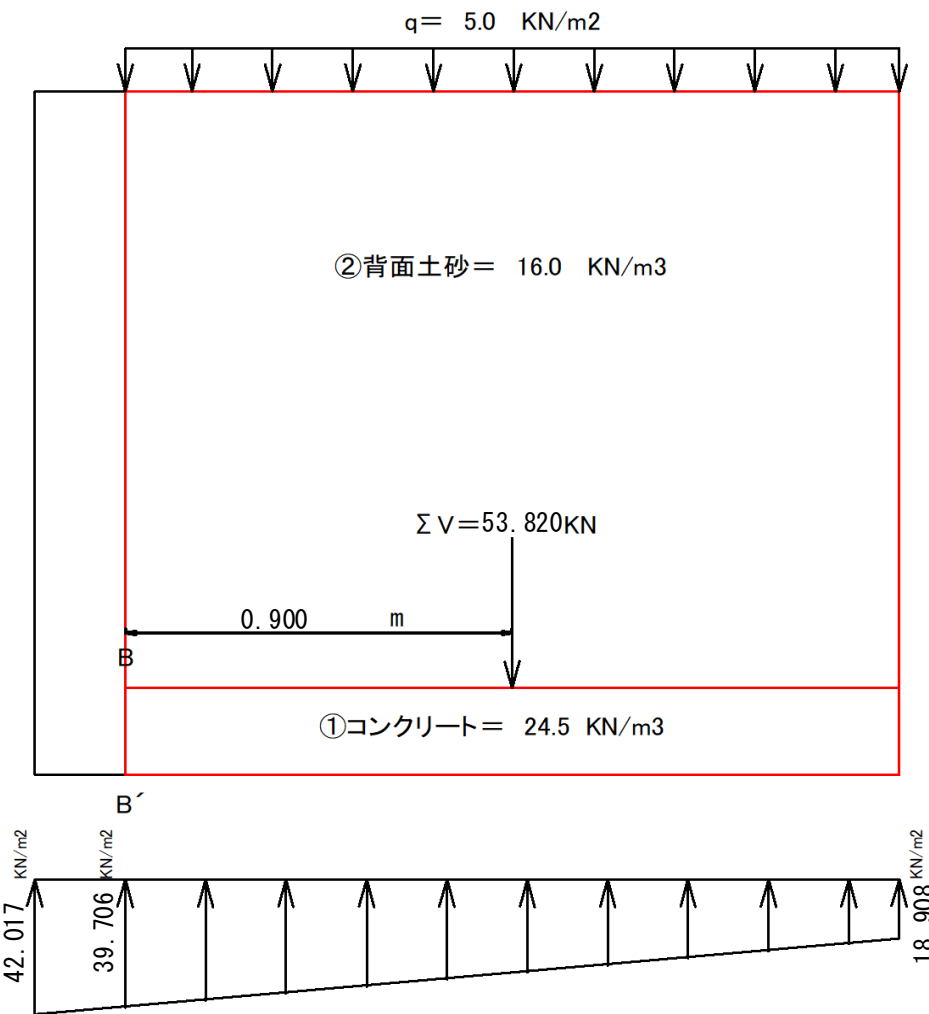
$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \times 2.693 \times 10^6}{0.288 \times 0.904 \times 1000 \times 130^2} = 1.22 < \sigma_{ca} \quad 8.0 \quad \text{OK}$$

○コンクリートのせん断応力の検討

$$\tau = \frac{S}{b \cdot j \cdot d} = \frac{9.124 \times 10^3}{1000 \times 0.904 \times 130} = 0.078 < \tau_a \quad 0.7 \quad \text{OK}$$

(2) 底版かかとの検討

1) B-B'断面の検討



| 重量 (kN)    |                                                   | アーム長 (m)                | モーメント (kN/m) |
|------------|---------------------------------------------------|-------------------------|--------------|
| 自重         | ①底版重量<br>$0.20 \times 1.80 \times 24.5 = 8.820$   | $1.80 \div 2 = 0.900$   | 7.938        |
|            | ②背面土重量<br>$1.25 \times 1.80 \times 16.0 = 36.000$ | $1.80 \div 2 = 0.900$   | 32.400       |
|            | q 上載荷重<br>$5.00 \times 1.80 = 9.000$              | $1.80 \div 2 = 0.900$   | 8.100        |
|            | 計 $\Sigma V = 53.820$                             | 計 $\Sigma M_v = 48.438$ |              |
| 反力         | 等分布 34.034                                        | $1.80 \div 2 = 0.900$   | 30.630       |
|            | 不等分布 18.718                                       | $1.80 \div 3 = 0.600$   | 11.230       |
|            | 計 $\Sigma Q = 52.753$                             | 計 $\Sigma M_q = 41.860$ |              |
| $\Sigma M$ | 合計                                                |                         | 6.578        |

42.017 kN( $q_{\max}$ )  
 18.908 kN( $q_{\min}$ )

$$\text{支点最大反力} = (42.017 - 18.908) \times 1.80 / 2.00 + 18.908 = 39.706 \text{ kN}$$

$$\text{等分布荷重} = 18.908 \times 1.800 = 34.034 \text{ kN}$$

$$\text{不等分布荷重} = (39.706 - 18.908) \times 1.80 \times 0.5 = 18.718 \text{ kN}$$

$$S = \sum V - \sum Q = 53.820 - 52.753 = 1.067 \text{ kN}$$

$$M = \sum M_V - \sum M_q = 48.438 - 41.860 = 6.578 \text{ kN}$$

○鉄筋応力の計算

$$A_s = \text{使用鉄筋公称断面積} \times b / \text{鉄筋間隔} = 126.7 \times 1000 / 250 = 507 \text{ mm}^2$$

$$d = \text{底版厚} - \text{かぶり厚} = 200 - 70 = 130 \text{ mm}$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{506.8}{1000 \times 130} = 0.0039$$

$$k = \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn \quad n = \frac{ES}{EC} = 15$$

$$= \sqrt{2 \times 0.0039 \times 15 + (0.0039 \times 15)^2} - 0.0039 \times 15 = 0.288$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.288}{3} = 0.904$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} = \frac{6.578 \times 10^6}{506.8 \times 0.904 \times 130} = 110.5 < \sigma_{sa} \quad 196 \quad \text{OK}$$

○コンクリートの圧縮応力の検討

$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \times 6.578 \times 10^6}{0.288 \times 0.904 \times 1000 \times 130^2} = 2.99 < \sigma_{ca} \quad 8.0 \quad \text{OK}$$

○コンクリートのせん断応力の検討

$$\tau = \frac{S}{b \cdot j \cdot d} = \frac{1.067 \times 10^3}{1000 \times 0.904 \times 130} = 0.009 < \tau_a \quad 0.7 \quad \text{OK}$$

L 型 H=1.85m

## 1. 設計条件

### (1) 擁壁の形式および高さ

形式 : L 型擁壁  
全高さ : H=1.85 m

### (2) 表面載荷重

上載荷重 :  $q=5.0 \text{ kN/m}^2$

### (3) 背面土

土の種類 : シルト、粘土、またはそれらを多く含む土（政令別表第二に準拠）  
単位体積重量 :  $\gamma = 16.0 \text{ kN/m}^3$  土の種類に準ずる  
内部摩擦角 :  $\phi = 0^\circ$   
粘着力 :  $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
壁面摩擦角（安定性） :  $\delta = 0^\circ$   
壁面摩擦角（部材応力） :  $\delta = 2\phi/3 = 13.3^\circ$  として設定  
壁背面と鉛直面とのなす角 :  $\alpha = 0^\circ$   
地表面と水平面とのなす角 :  $\beta = 0^\circ$

### (4) 土圧

土圧係数 :  $K_A = 0.5$  土の種類に準ずる

### (5) 基礎地盤

土の種類 : 関東ローム  
内部摩擦角 :  $\phi = 0^\circ$   
粘着力 :  $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
許容地耐力 :  $75.0 \text{ kN/m}^2$   
底面の摩擦係数 :  $\mu = 0.3$  土の種類に準ずる

### (6) 材料の許容応力度(常時)

コンクリートの設計基準強度 :  $\sigma_{28} = 24.0 \text{ N/mm}^2$   
コンクリートの圧縮応力度 :  $\sigma_{ca} = 8.0 \text{ N/mm}^2$   
コンクリートのせん断応力度 :  $\tau_a = 0.7 \text{ N/mm}^2$   
鉄筋(SD295)の引張応力度 :  $\sigma_{sa} = 196 \text{ N/mm}^2$

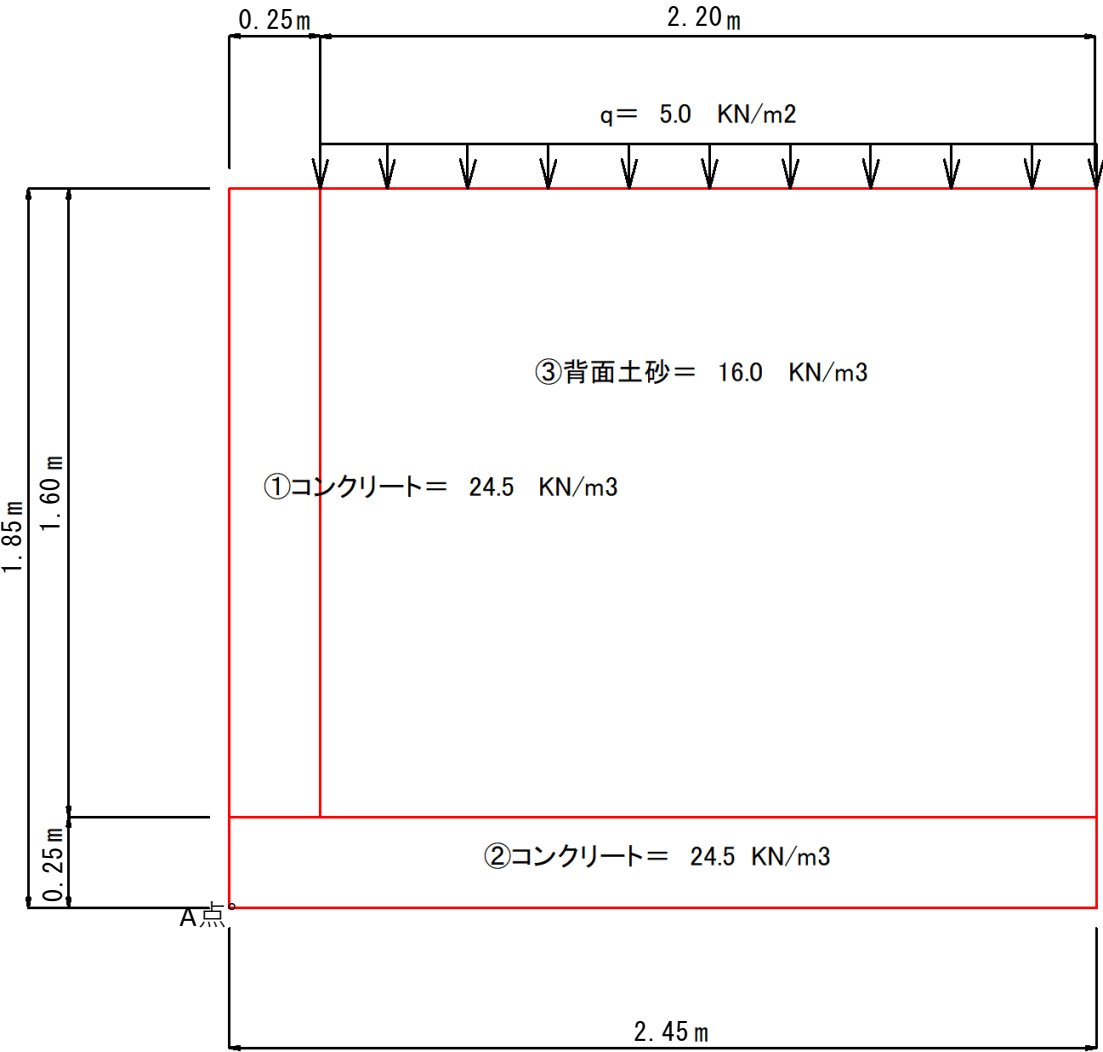
### (7) 単位重量

鉄筋コンクリート :  $\gamma_c = 24.5 \text{ kN/m}^3$

### (8) 擁壁形状

|      |          |                             |                              |
|------|----------|-----------------------------|------------------------------|
| 全高   | : 1.85 m |                             |                              |
| 堅壁高  | : 1.60 m | 断面係数                        | 断面二次モーメント                    |
| 堅壁厚  | : 0.25 m | 堅壁 $z = 10417 \text{ cm}^3$ | 堅壁 $I = 130208 \text{ cm}^4$ |
| 底版厚  | : 0.25 m | 底版 $z = 10417 \text{ cm}^3$ | 底版 $I = 130208 \text{ cm}^4$ |
| 底版幅  | : 2.45 m |                             |                              |
| かかと幅 | : 2.20 m |                             |                              |

2. 擁壁断面の形状および寸法



3. 荷重およびモーメント（以下単位幅（1m）当たりで計算を行う）

（1）土圧

○主働土圧係数（ $K_A=0.5$ ）とする。

○主働土圧（ $P_A$ ）

$$P_A = \text{表面載荷重による土圧} (P_{A1}) + \text{背面土による土圧} (P_{A2})$$

$$P_{A1} = K_A \cdot q \cdot H = 0.5 \times 5.0 \times 1.85 = 4.625 \text{ kN}$$

$$P_{A2} = \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot H^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 16.0 \times 1.85^2 = 13.690 \text{ kN}$$

$$P_A = 13.690 + 4.625 = 18.315 \text{ kN}$$

○表面載荷重および背面土による土圧の水平分力

$$P_{A1H} = P_{A1} \cdot \cos(\alpha + \delta) = 4.625 \times \cos(0 + 0) = 4.625$$

$$P_{A2H} = P_{A2} \cdot \cos(\alpha + \delta) = 13.690 \times \cos(0 + 0) = 13.690$$

| 重量 (kN)            |                                           | アーム長 (m)                    | モーメント<br>(kN/m) |
|--------------------|-------------------------------------------|-----------------------------|-----------------|
| 鉛直力<br>安定<br>モーメント | ① $0.25 \times 1.6 \times 24.5 = 9.800$   | $0.25 \div 2 = 0.125$       | 1.225           |
|                    | ② $2.45 \times 0.25 \times 24.5 = 15.006$ | $2.45 \div 2 = 1.225$       | 18.382          |
|                    | ③ $2.2 \times 1.6 \times 16.0 = 56.320$   | $2.2 \div 2 + 0.25 = 1.350$ | 76.032          |
|                    | q $2.2 \times 5.0 = 11.000$               | $2.2 \div 2 + 0.25 = 1.350$ | 14.850          |
|                    | 計 $\Sigma V = 92.126$                     | 計 $\Sigma M_r = 110.489$    |                 |
| 水平力<br>転倒<br>モーメント | $P_{A1H}$ 4.625                           | $1.85 \div 2 = 0.925$       | 4.278           |
|                    | $P_{A2H}$ 13.690                          | $1.85 \div 3 = 0.616$       | 8.433           |
|                    | 計 $\Sigma P_{AH} = 18.315$                | 計 $\Sigma M_o = 12.711$     |                 |
| $\Sigma M$         | 合計                                        |                             | 97.778          |

#### 4. 安定に対する検討

##### (1) 転倒に対する検討

A点より合力作用位置までの距離 (d)

$$d = \frac{\sum M_r - \sum M_o}{\sum V} = \frac{\sum M}{\sum V} = \frac{97.78}{92.13} = 1.061 \text{ m}$$

偏心距離 (e)

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{2.45}{2} - 1.061 = 0.164 < \frac{B}{6} = 0.408 \quad \text{OK}$$

安全率 (F)

$$F = \frac{\sum M_r}{\sum M_o} = \frac{110.489}{12.711} = 8.69 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

##### (2) 滑動に対する検討

滑動に対する抵抗力 =  $R_v \times \mu + C_B \times B$

$$= 92.1 \times 0.300 + 0.0 \times 2.45 = 27.6378$$

$$\text{滑動力} = \sum P_{AH} = 18.315$$

安全率 ( $F_s$ )

$$F_s = \frac{\text{活動に対する抵抗力}}{\text{活動力}} = \frac{27.6378}{18.315} = 1.51 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

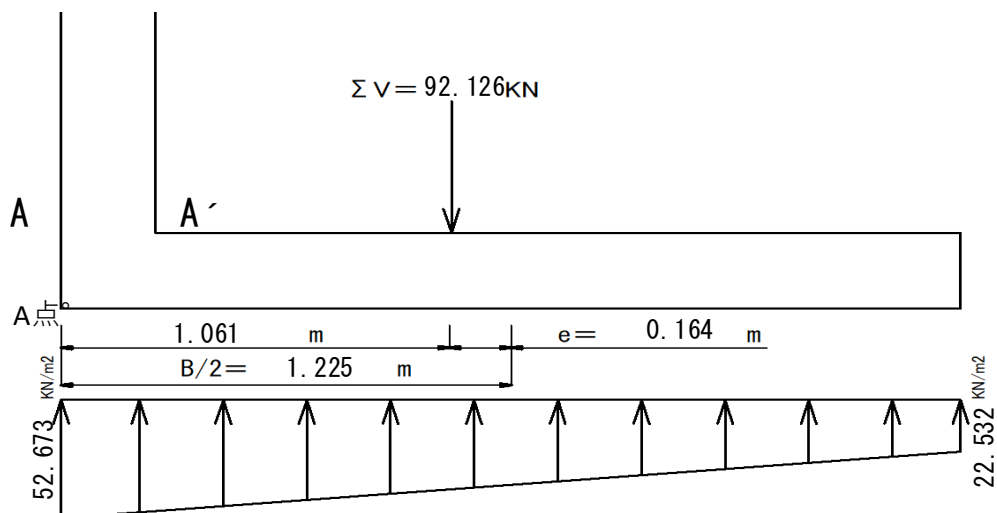
##### (3) 地盤反力に対する検討

地盤反力 ( $\sigma$ )

$$q = \frac{\sum V}{B} \left[ 1 \pm \frac{6e}{B} \right] = \frac{92.13}{2.45} \left[ 1 \pm \frac{0.982}{2.45} \right]$$

$$= 52.673 (q_{max}) < 75 \text{ kN/m}^2 \quad \text{OK}$$

$$= 22.532 (q_{min})$$



## 5. 部材応力度の検討

### (1) 堅壁の検討

#### 1) A-A'断面の検討

○土圧

$$\begin{aligned} P_{H1} &= \left( K_A \cdot q \cdot H + \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot H^2 \right) \times \cos(0 + 13.3) \\ &= \left( 0.5 \times 5.0 \times 1.60 + \frac{1}{2} \times 0.5 \times 16 \times 1.60^2 \right) \times 0.973 \\ &= (4.00 + 10.24) \times 0.973 = 13.86 \text{ kN} \end{aligned}$$

○曲げモーメント

$$\begin{aligned} M_1 &= K_A \cdot q \cdot H \cdot \cos(0.0 + 13.3) \frac{H}{2} + \frac{1}{2} K_A \cdot q \cdot H^2 \cdot \cos(0.0 + 13.3) \cdot \frac{H}{3} \\ &= 4.00 \times 0.973 \times \frac{1.60}{2} + 3.200 \times 0.973 \times \frac{1.60}{3} \\ &= 4.775 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

○鉄筋応力の計算

$$A_s = \text{使用鉄筋公称断面積} \times b / \text{鉄筋間隔} = 126.7 \times 1000 / 250 = 507 \text{ mm}^2$$

$$d = \text{壁厚} - \text{かぶり厚} = 250 - 80 = 170$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{507}{1000 \times 170} = 0.0030$$

$$\begin{aligned} k &= \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn \quad n = \frac{ES}{EC} = 15 \\ &= \sqrt{2 \times 0.0030 \times 15 + (0.0030 \times 15)^2} - 0.0030 \times 15 = 0.258 \end{aligned}$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.258}{3} = 0.914$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} = \frac{4.775 \times 10^6}{507 \times 0.914 \times 170} = 60.63 < \sigma_{sa} \quad 196 \quad \text{OK}$$

○コンクリートの圧縮応力の検討

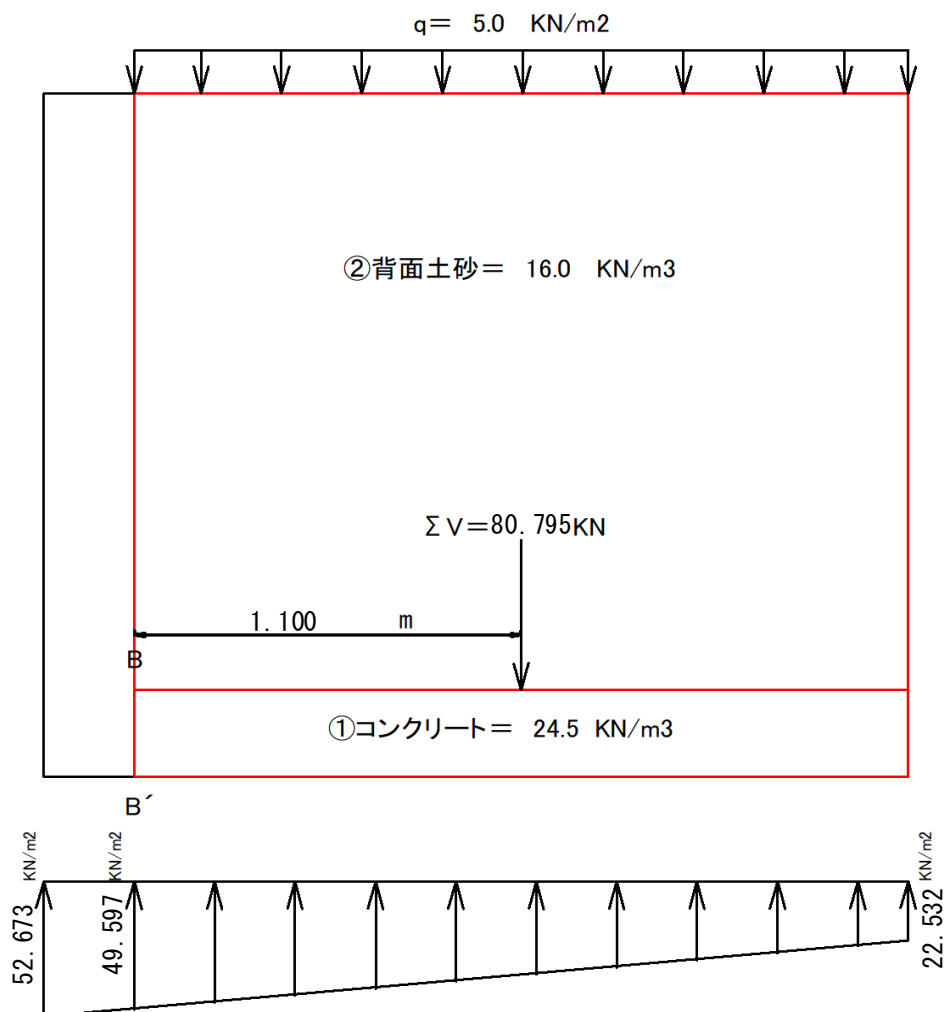
$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \times 4.775 \times 10^6}{0.258 \times 0.914 \times 1000 \times 170^2} = 1.40 < \sigma_{ca} \quad 8.0 \quad \text{OK}$$

○コンクリートのせん断応力の検討

$$\tau = \frac{S}{b \cdot j \cdot d} = \frac{13.858 \times 10^3}{1000 \times 0.914 \times 170} = 0.089 < \tau_a \quad 0.7 \quad \text{OK}$$

(2) 底版かかとの検討

1) B-B'断面の検討



| 重量 (kN) |                                                   | アーム長 (m)                   | モーメント (kN/m) |
|---------|---------------------------------------------------|----------------------------|--------------|
| 自重      | ①底版重量<br>$0.25 \times 2.20 \times 24.5 = 13.475$  | $2.20 \div 2 = 1.100$      | 14.822       |
|         | ②背面土重量<br>$1.60 \times 2.20 \times 16.0 = 56.320$ | $2.20 \div 2 = 1.100$      | 61.952       |
|         | q 上載荷重<br>$5.00 \times 2.20 = 9.000$              | $2.20 \div 2 = 1.100$      | 12.100       |
|         | 計 ΣV = 80.795                                     | 計 ΣM <sub>v</sub> = 88.874 |              |
| 反力      | 等分布 49.571                                        | $2.20 \div 2 = 1.100$      | 54.528       |
|         | 不等分布 29.771                                       | $2.20 \div 3 = 0.733$      | 21.822       |
|         | 計 ΣQ = 79.342                                     | 計 ΣM <sub>q</sub> = 76.350 |              |
| ΣM      | 合計                                                |                            | 12.524       |

52.673 kN(q<sub>max</sub>)

22.532 kN(q<sub>min</sub>)

$$\text{支点最大反力} = (52.673 - 22.532) \times 2.20 / 2.45 + 22.532 = 49.597 \text{ kN}$$

$$\text{等分布荷重} = 22.532 \times 2.200 = 49.571 \text{ kN}$$

$$\text{不等分布荷重} = (49.597 - 22.532) \times 2.20 \times 0.5 = 29.771 \text{ kN}$$

$$S = \sum V - \sum Q = 80.795 - 79.342 = 1.453 \text{ kN}$$

$$M = \sum M_V - \sum M_q = 88.874 - 76.350 = 12.524 \text{ kN}$$

○鉄筋応力の計算

$$A_s = \text{使用鉄筋公称断面積} \times b / \text{鉄筋間隔} = 126.7 \times 1000 / 250 = 507 \text{ mm}^2$$

$$d = \text{底版厚} - \text{かぶり厚} = 250 - 90 = 160 \text{ mm}$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{506.8}{1000 \times 160} = 0.0032$$

$$k = \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn \quad n = \frac{ES}{EC} = 15$$

$$= \sqrt{2 \times 0.0032 \times 15 + (0.0032 \times 15)^2} - 0.0032 \times 15 = 0.264$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.264}{3} = 0.912$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} = \frac{12.524 \times 10^6}{506.8 \times 0.912 \times 160} = 169.4 < \sigma_{sa} \quad 196 \quad \text{OK}$$

○コンクリートの圧縮応力の検討

$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \times 12.524 \times 10^6}{0.264 \times 0.912 \times 1000 \times 160^2} = 4.06 < \sigma_{ca} \quad 8.0 \quad \text{OK}$$

○コンクリートのせん断応力の検討

$$\tau = \frac{S}{b \cdot j \cdot d} = \frac{1.453 \times 10^3}{1000 \times 0.912 \times 160} = 0.01 < \tau_a \quad 0.7 \quad \text{OK}$$

L 型 H=2.40m

## 1. 設計条件

### (1) 擁壁の形式および高さ

形式 : L 型擁壁  
全高さ : H=2.40 m

### (2) 表面載荷重

上載荷重 :  $q=5.0 \text{ kN/m}^2$

### (3) 背面土

土の種類 : シルト、粘土、またはそれらを多く含む土 (政令別表第二に準拠)  
単位体積重量 :  $\gamma = 16.0 \text{ kN/m}^3$  土の種類に準ずる  
内部摩擦角 :  $\phi = 0^\circ$   
粘着力 :  $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
壁面摩擦角 (安定性) :  $\delta = 0^\circ$   
壁面摩擦角 (部材応力) :  $\delta = 2\phi/3 = 13.3^\circ$  として設定  
壁背面と鉛直面とのなす角 :  $\alpha = 0^\circ$   
地表面と水平面とのなす角 :  $\beta = 0^\circ$

### (4) 土圧

土圧係数 :  $K_A = 0.5$  土の種類に準ずる

### (5) 基礎地盤

土の種類 : 関東ローム  
内部摩擦角 :  $\phi = 0^\circ$   
粘着力 :  $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
許容地耐力 :  $90.0 \text{ kN/m}^2$   
底面の摩擦係数 :  $\mu = 0.3 \text{ kN/m}^3$  土の種類に準ずる

### (6) 材料の許容応力度(常時)

コンクリートの設計基準強度 :  $\sigma_{28} = 24.0 \text{ N/mm}^2$   
コンクリートの圧縮応力度 :  $\sigma_{ca} = 8.0 \text{ N/mm}^2$   
コンクリートのせん断応力度 :  $\tau_a = 0.7 \text{ N/mm}^2$   
鉄筋(SD295)の引張応力度 :  $\sigma_{sa} = 196 \text{ N/mm}^2$

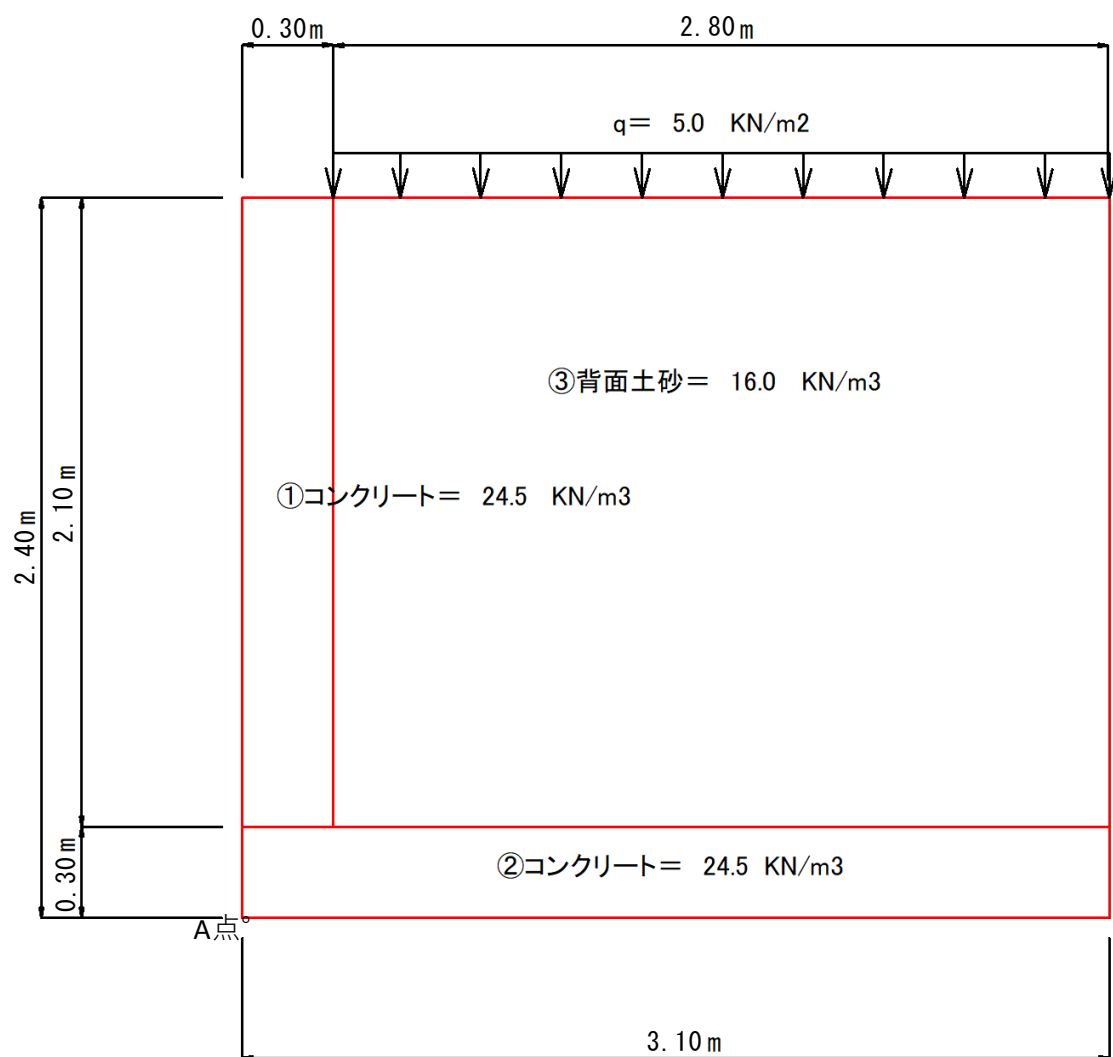
### (7) 単位重量

鉄筋コンクリート :  $\gamma_c = 24.5 \text{ kN/m}^3$

### (8) 擁壁形状

|      |          |                             |                              |
|------|----------|-----------------------------|------------------------------|
| 全高   | : 2.40 m |                             |                              |
| 堅壁高  | : 2.10 m | 断面係数                        | 断面二次モーメント                    |
| 堅壁厚  | : 0.30 m | 堅壁 $z = 15000 \text{ cm}^3$ | 堅壁 $I = 225000 \text{ cm}^4$ |
| 底版厚  | : 0.30 m | 底版 $z = 15000 \text{ cm}^3$ | 底版 $I = 225000 \text{ cm}^4$ |
| 底版幅  | : 3.10 m |                             |                              |
| かかと幅 | : 2.80 m |                             |                              |

## 2. 擁壁断面の形状および寸法



3. 荷重およびモーメント（以下単位幅（1m）当たりで計算を行う）

（1）土圧

○主働土圧係数（ $K_A=0.5$ ）とする。

○主働土圧（ $P_A$ ）

$$P_A = \text{表面載荷重による土圧} (P_{A1}) + \text{背面土による土圧} (P_{A2})$$

$$P_{A1} = K_A \cdot q \cdot H = 0.5 \times 5.0 \times 2.40 = 6.000 \text{ kN}$$

$$P_{A2} = \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot H^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 16.0 \times 2.40^2 = 23.040 \text{ kN}$$

$$P_A = 23.040 + 6.000 = 29.040 \text{ kN}$$

○表面載荷重および背面土による土圧の水平分力

$$P_{A1H} = P_{A1} \cdot \cos(\alpha + \delta) = 6.000 \times \cos(0 + 0) = 6.000$$

$$P_{A2H} = P_{A2} \cdot \cos(\alpha + \delta) = 23.040 \times \cos(0 + 0) = 23.040$$

| 重量 (kN)            |                                                  | アーム長 (m)                    | モーメント (kN/m) |
|--------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|--------------|
| 鉛直力<br>安定<br>モーメント | ① 堅壁重量<br>$0.30 \times 2.1 \times 24.5 = 15.435$ | $0.30 \div 2 = 0.150$       | 2.315        |
|                    | ② 底版重量<br>$3.10 \times 0.3 \times 24.5 = 22.785$ | $3.10 \div 2 = 1.550$       | 35.316       |
|                    | ③ 背面土重量<br>$2.8 \times 2.1 \times 16.0 = 94.080$ | $2.8 \div 2 + 0.30 = 1.700$ | 159.936      |
|                    | q 上載荷重<br>$2.8 \times 5.0 = 14.000$              | $2.8 \div 2 + 0.30 = 1.700$ | 23.800       |
|                    | 計 $\Sigma V = 146.300$                           | 計 $\Sigma M_r = 221.367$    |              |
| 水平力<br>転倒<br>モーメント | $P_{A1H}$ 6.000                                  | $2.4 \div 2 = 1.200$        | 7.200        |
|                    | $P_{A2H}$ 23.040                                 | $2.4 \div 3 = 0.800$        | 18.432       |
|                    | 計 $\Sigma P_{AH} = 29.040$                       | 計 $\Sigma M_o = 25.632$     |              |
| $\Sigma M$         | 合計                                               |                             | 195.735      |

#### 4. 安定に対する検討

##### (1) 転倒に対する検討

A点より合力作用位置までの距離 (d)

$$d = \frac{\sum M_r - \sum M_o}{\sum V} = \frac{\sum M}{\sum V} = \frac{195.74}{146.30} = 1.338 \text{ m}$$

偏心距離 (e)

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{3.10}{2} - 1.338 = 0.212 < \frac{B}{6} = 0.517 \quad \text{OK}$$

安全率 (F)

$$F = \frac{\sum M_r}{\sum M_o} = \frac{221.367}{25.632} = 8.64 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

##### (2) 滑動に対する検討

滑動に対する抵抗力  $= R_v \times \mu + C_b \times B$

$$= 146.3 \times 0.300 + 0.0 \times 3.10 = 43.89$$

$$\text{滑動力} = \sum P_{AH} = 29.040$$

安全率 ( $F_s$ )

$$F_s = \frac{\text{活動に対する抵抗力}}{\text{活動力}} = \frac{43.89}{29.040} = 1.51 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

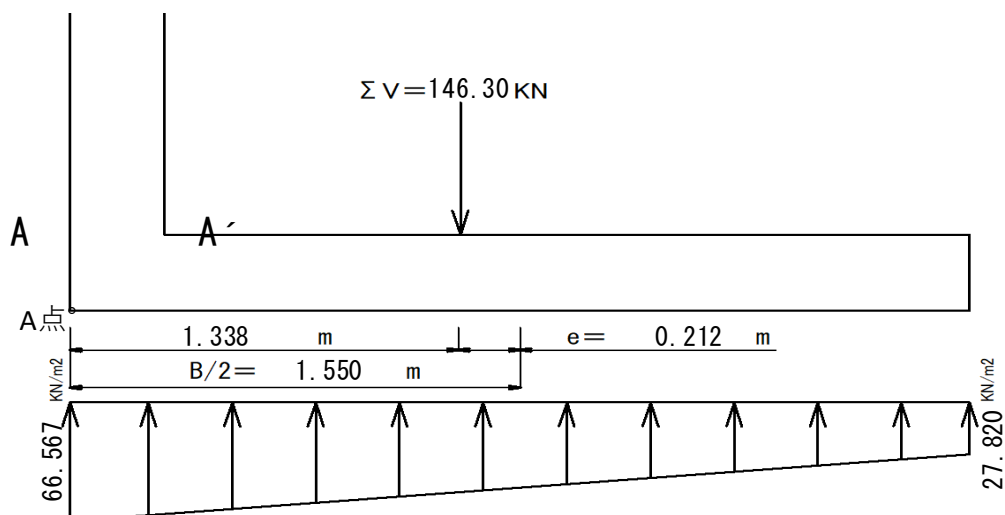
##### (3) 地盤反力に対する検討

地盤反力 ( $\sigma$ )

$$q = \frac{\sum V}{B} \left[ 1 \pm \frac{6e}{B} \right] = \frac{146.30}{3.10} \left[ 1 \pm \frac{1.273}{3.10} \right]$$

$$= 66.567 (q_{max}) < 90 \text{ kN/m}^2 \quad \text{OK}$$

$$= 27.820 (q_{min})$$



## 5. 部材応力度の検討

### (1) 堅壁の検討

#### 1) A-A'断面の検討

○土圧

$$\begin{aligned}P_{H1} &= \left( K_A \cdot q \cdot H + \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot H^2 \right) \times \cos(0 + 13.3) \\&= \left( 0.5 \times 5.0 \times 2.10 + \frac{1}{2} \times 0.5 \times 16 \times 2.10^2 \right) \times 0.973 \\&= (5.25 + 17.64) \times 0.973 = 22.28 \text{ kN}\end{aligned}$$

○曲げモーメント

$$\begin{aligned}M_1 &= K_A \cdot q \cdot H \cdot \cos(0.0 + 13.3) \frac{H}{2} + \frac{1}{2} K_A \cdot q \cdot H^2 \cdot \cos(0.0 + 13.3) \cdot \frac{H}{3} \\&= 5.25 \times 0.973 \times \frac{2.10}{2} + 5.513 \times 0.973 \times \frac{2.10}{3} \\&= 9.120 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

○鉄筋応力の計算

$$A_s = \text{使用鉄筋公称断面積} \times b / \text{鉄筋間隔} = 198.6 \times 1000 / 250 = 794 \text{ mm}^2$$

$$d = \text{壁厚} - \text{かぶり厚} = 300 - 80 = 220$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{794}{1000 \times 220} = 0.0036$$

$$\begin{aligned}k &= \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn \quad n = \frac{ES}{EC} = 15 \\&= \sqrt{2 \times 0.0036 \times 15 + (0.0036 \times 15)^2} - 0.0036 \times 15 = 0.279\end{aligned}$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.279}{3} = 0.907$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} = \frac{9.120 \times 10^6}{794 \times 0.907 \times 220} = 57.54 < \sigma_{sa} \quad 196 \quad \text{OK}$$

○コンクリートの圧縮応力の検討

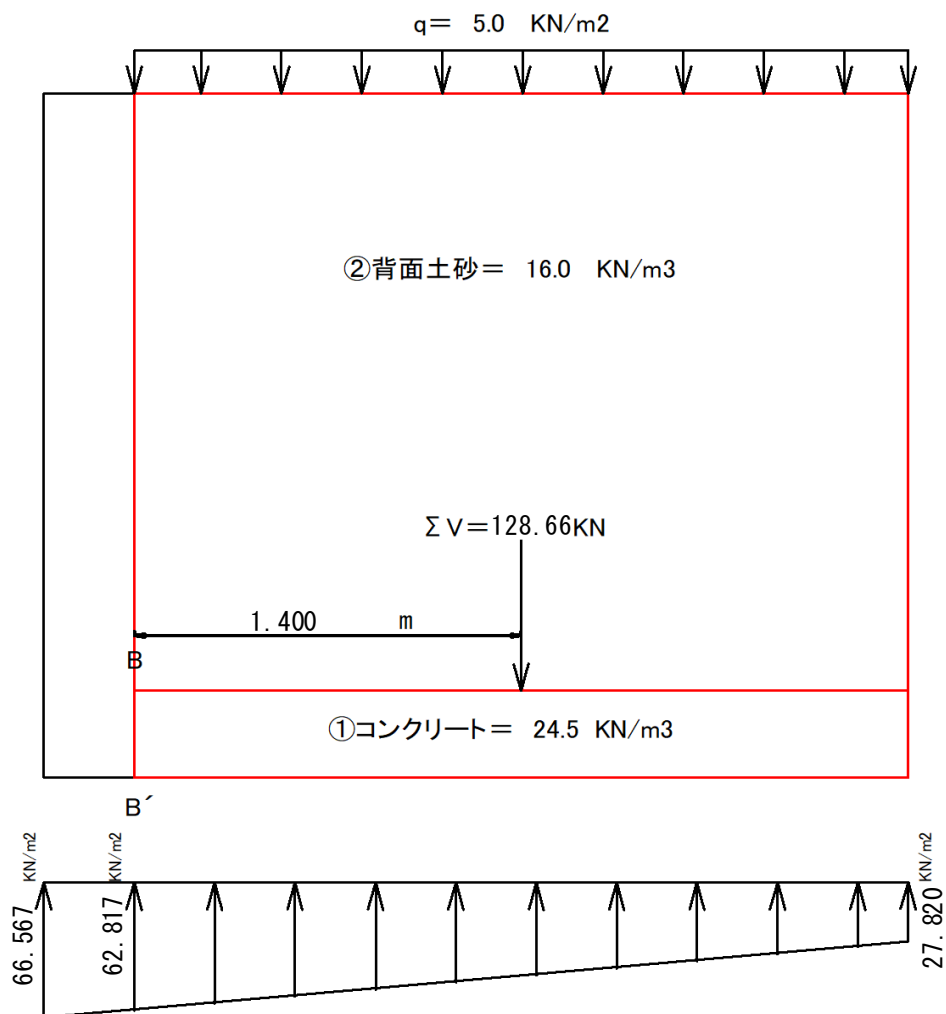
$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \times 9.120 \times 10^6}{0.279 \times 0.907 \times 1000 \times 220^2} = 1.49 < \sigma_{ca} \quad 8.0 \quad \text{OK}$$

○コンクリートのせん断応力の検討

$$\tau = \frac{S}{b \cdot j \cdot d} = \frac{22.276 \times 10^3}{1000 \times 0.907 \times 220} = 0.112 < \tau_a \quad 0.7 \quad \text{OK}$$

(2) 底版かかとの検討

1) B-B'断面の検討



| 重量 (kN) |                                                   | アーム長 (m)                    | モーメント (kN/m) |
|---------|---------------------------------------------------|-----------------------------|--------------|
| 自重      | ①底版重量<br>$0.30 \times 2.80 \times 24.5 = 20.580$  | $2.80 \div 2 = 1.400$       | 28.812       |
|         | ②背面土重量<br>$2.10 \times 2.80 \times 16.0 = 94.080$ | $2.80 \div 2 = 1.400$       | 131.712      |
|         | q 上載荷重<br>$5.00 \times 2.80 = 14.000$             | $2.80 \div 2 = 1.400$       | 19.600       |
|         | 計 ΣV = 128.660                                    | 計 ΣM <sub>v</sub> = 180.124 |              |
| 反力      | 等分布 77.896                                        | $2.80 \div 2 = 1.400$       | 109.054      |
|         | 不等分布 48.996                                       | $2.80 \div 3 = 0.933$       | 45.713       |
|         | 計 ΣQ = 126.892                                    | 計 ΣM <sub>q</sub> = 154.767 |              |
| ΣM      | 合計                                                |                             | 25.357       |

66.567 kN(q<sub>max</sub>)

27.820 kN(q<sub>min</sub>)

$$\text{支点最大反力} = (66.567 - 27.820) \times 2.80 / 3.10 + 27.820 = 62.817 \text{ kN}$$

$$\text{等分布荷重} = 27.820 \times 2.800 = 77.896 \text{ kN}$$

$$\text{不等分布荷重} = (62.817 - 27.820) \times 2.80 \times 0.5 = 48.996 \text{ kN}$$

$$S = \sum V - \sum Q = 128.660 - 126.892 = 1.768 \text{ kN}$$

$$M = \sum M_V - \sum M_q = 180.124 - 154.767 = 25.357 \text{ kN}$$

○鉄筋応力の計算

$$A_s = \text{使用鉄筋公称断面積} \times b / \text{鉄筋間隔} = 198.6 \times 1000 / 250 = 794 \text{ mm}^2$$

$$d = \text{底版厚} - \text{かぶり厚} = 300 - 90 = 210 \text{ mm}$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{794.4}{1000 \times 210} = 0.0038$$

$$k = \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn \quad n = \frac{ES}{EC} = 15$$

$$= \sqrt{2 \times 0.0038 \times 15 + (0.0038 \times 15)^2} - 0.0038 \times 15 = 0.285$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.285}{3} = 0.905$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} = \frac{25.357 \times 10^6}{794.4 \times 0.905 \times 210} = 167.9 < \sigma_{sa} \quad 196 \quad \text{OK}$$

○コンクリートの圧縮応力の検討

$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \times 25.357 \times 10^6}{0.285 \times 0.905 \times 1000 \times 210^2} = 4.46 < \sigma_{ca} \quad 8.0 \quad \text{OK}$$

○コンクリートのせん断応力の検討

$$\tau = \frac{S}{b \cdot j \cdot d} = \frac{1.768 \times 10^3}{1000 \times 0.905 \times 210} = 0.009 < \tau_a \quad 0.7 \quad \text{OK}$$

## 1. 設計条件

### (1) 擁壁の形式および高さ

形式 : L 型擁壁  
全高さ : H=2.95 m

### (2) 表面載荷重

上載荷重 :  $q=5.0 \text{ kN/m}^2$

### (3) 背面土

土の種類 : シルト、粘土、またはそれらを多く含む土（政令別表第二に準拠）  
単位体積重量 :  $\gamma = 16.0 \text{ kN/m}^3$  土の種類に準ずる  
内部摩擦角 :  $\phi = 0^\circ$   
粘着力 :  $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
壁面摩擦角（安定性） :  $\delta = 0^\circ$   
壁面摩擦角（部材応力） :  $\delta = 2\phi / 3 = 13.3^\circ$  として設定  
壁背面と鉛直面とのなす角 :  $\alpha = 0^\circ$   
地表面と水平面とのなす角 :  $\beta = 0^\circ$

### (4) 土圧

土圧係数 :  $K_A = 0.5$  土の種類に準ずる

### (5) 基礎地盤

土の種類 : 関東ローム  
内部摩擦角 :  $\phi = 0^\circ$   
粘着力 :  $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
許容地耐力 :  $110.0 \text{ kN/m}^2$   
底面の摩擦係数 :  $\mu = 0.3 \text{ kN/m}^3$  土の種類に準ずる

### (6) 材料の許容応力度(常時)

コンクリートの設計基準強度 :  $\sigma_{28} = 24.0 \text{ N/mm}^2$   
コンクリートの圧縮応力度 :  $\sigma_{ca} = 8.0 \text{ N/mm}^2$   
コンクリートのせん断応力度 :  $\tau_a = 0.7 \text{ N/mm}^2$   
鉄筋(SD295)の引張応力度 :  $\sigma_{sa} = 196 \text{ N/mm}^2$

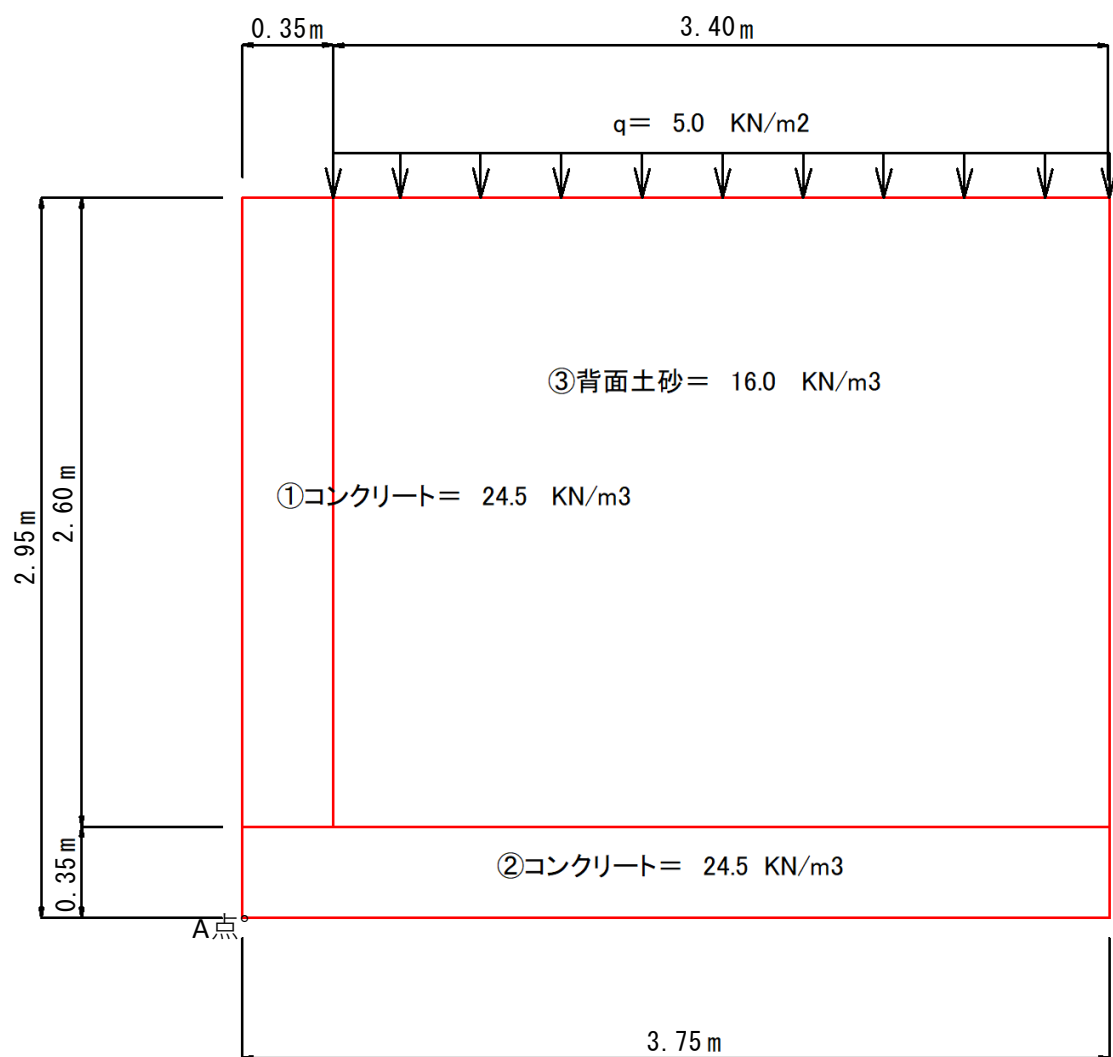
### (7) 単位重量

鉄筋コンクリート :  $\gamma_c = 24.5 \text{ kN/m}^3$

### (8) 擁壁形状

|      |          |                             |                              |
|------|----------|-----------------------------|------------------------------|
| 全高   | : 2.95 m |                             |                              |
| 堅壁高  | : 2.60 m | 断面係数                        | 断面二次モーメント                    |
| 堅壁厚  | : 0.35 m | 堅壁 $z = 20147 \text{ cm}^3$ | 堅壁 $I = 357292 \text{ cm}^4$ |
| 底版厚  | : 0.35 m | 底版 $z = 20147 \text{ cm}^3$ | 底版 $I = 357292 \text{ cm}^4$ |
| 底版幅  | : 3.75 m |                             |                              |
| かかと幅 | : 3.40 m |                             |                              |

## 2. 擁壁断面の形状および寸法



3. 荷重およびモーメント（以下単位幅（1m）当たりで計算を行う）

（1）土圧

○主働土圧係数（ $K_A=0.5$ ）とする。

○主働土圧（ $P_A$ ）

$$P_A = \text{表面載荷重による土圧} (P_{A1}) + \text{背面土による土圧} (P_{A2})$$

$$P_{A1} = K_A \cdot q \cdot H = 0.5 \times 5.0 \times 2.95 = 7.375 \text{ kN}$$

$$P_{A2} = \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot H^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 16.0 \times 2.95^2 = 34.810 \text{ kN}$$

$$P_A = 34.810 + 7.375 = 42.185 \text{ kN}$$

○表面載荷重および背面土による土圧の水平分力

$$P_{A1H} = P_{A1} \cdot \cos(\alpha + \delta) = 7.375 \times \cos(0 + 0) = 7.375$$

$$P_{A2H} = P_{A2} \cdot \cos(\alpha + \delta) = 34.810 \times \cos(0 + 0) = 34.810$$

| 重量 (kN)            |                                                     | アーム長 (m)                    | モーメント (kN/m) |
|--------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------|--------------|
| 鉛直力<br>安定<br>モーメント | ① 堅壁重量<br>$0.35 \times 2.60 \times 24.5 = 22.295$   | $0.35 \div 2 = 0.175$       | 3.901        |
|                    | ② 底版重量<br>$3.75 \times 0.35 \times 24.5 = 32.156$   | $3.75 \div 2 = 1.875$       | 60.292       |
|                    | ③ 背面土重量<br>$3.40 \times 2.60 \times 16.0 = 141.440$ | $3.4 \div 2 + 0.35 = 2.050$ | 289.952      |
|                    | q 上載荷重<br>$3.40 \times 5.0 = 17.000$                | $3.4 \div 2 + 0.35 = 2.050$ | 34.850       |
|                    | 計 $\Sigma V = 212.891$                              | 計 $\Sigma M_r = 388.995$    |              |
| 水平力<br>転倒<br>モーメント | $P_{A1H}$ 7.375                                     | $2.95 \div 2 = 1.475$       | 10.878       |
|                    | $P_{A2H}$ 34.810                                    | $2.95 \div 3 = 0.983$       | 34.218       |
|                    | 計 $\Sigma P_{AH} = 42.185$                          | 計 $\Sigma M_o = 45.096$     |              |
| $\Sigma M$         | 合計                                                  |                             | 343.899      |

#### 4. 安定に対する検討

##### (1) 転倒に対する検討

A点より合力作用位置までの距離 (d)

$$d = \frac{\sum M_r - \sum M_o}{\sum V} = \frac{\sum M}{\sum V} = \frac{343.90}{212.89} = 1.615 \text{ m}$$

偏心距離 (e)

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{3.75}{2} - 1.615 = 0.260 < \frac{B}{6} = 0.625 \quad \text{OK}$$

安全率 (F)

$$F = \frac{\sum M_r}{\sum M_o} = \frac{388.995}{45.096} = 8.63 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

##### (2) 滑動に対する検討

滑動に対する抵抗力 =  $R_v \times \mu + C_b \times B$

$$= 212.9 \times 0.300 + 0.0 \times 3.75 = 63.8673$$

$$\text{滑動力} = \sum P_{AH} = 42.185$$

安全率 ( $F_s$ )

$$F_s = \frac{\text{活動に対する抵抗力}}{\text{活動力}} = \frac{63.8673}{42.185} = 1.51 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

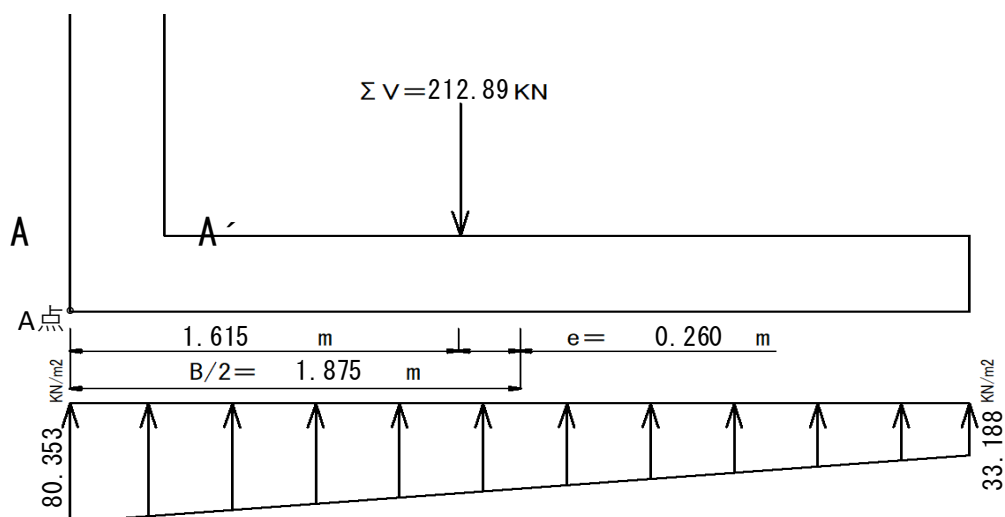
##### (3) 地盤反力に対する検討

地盤反力 ( $\sigma$ )

$$q = \frac{\sum V}{B} \left[ 1 \pm \frac{6e}{B} \right] = \frac{212.89}{3.75} \left[ 1 \pm \frac{1.558}{3.75} \right]$$

$$= 80.353 (q_{max}) < 110 \text{ kN/m}^2 \quad \text{OK}$$

$$= 33.188 (q_{min})$$



## 5. 部材応力度の検討

### (1) 堅壁の検討

#### 1) A-A'断面の検討

○土圧

$$\begin{aligned} P_{H1} &= \left( K_A \cdot q \cdot H + \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot H^2 \right) \times \cos(0 + 13.3) \\ &= \left( 0.5 \times 5.0 \times 2.60 + \frac{1}{2} \times 0.5 \times 16 \times 2.60^2 \right) \times 0.973 \\ &= (6.50 + 27.04) \times 0.973 = 32.64 \text{ kN} \end{aligned}$$

○曲げモーメント

$$\begin{aligned} M_1 &= K_A \cdot q \cdot H \cdot \cos(0.0 + 13.3) \frac{H}{2} + \frac{1}{2} K_A \cdot q \cdot H^2 \cdot \cos(0.0 + 13.3) \cdot \frac{H}{3} \\ &= 6.50 \times 0.973 \times \frac{2.60}{2} + 8.450 \times 0.973 \times \frac{2.60}{3} \\ &= 15.350 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

○鉄筋応力の計算

$$A_s = \text{使用鉄筋公称断面積} \times b / \text{鉄筋間隔} = 286.5 \times 1000 / 250 = 1146 \text{ mm}^2$$

$$d = \text{壁厚} - \text{かぶり厚} = 350 - 80 = 270$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{1146}{1000 \times 270} = 0.0042$$

$$\begin{aligned} k &= \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn \quad n = \frac{ES}{EC} = 15 \\ &= \sqrt{2 \times 0.0042 \times 15 + (0.0042 \times 15)^2} - 0.0042 \times 15 = 0.299 \end{aligned}$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.299}{3} = 0.900$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} = \frac{15.350 \times 10^6}{1146 \times 0.900 \times 270} = 55.10 < \sigma_{sa} \quad 196 \quad \text{OK}$$

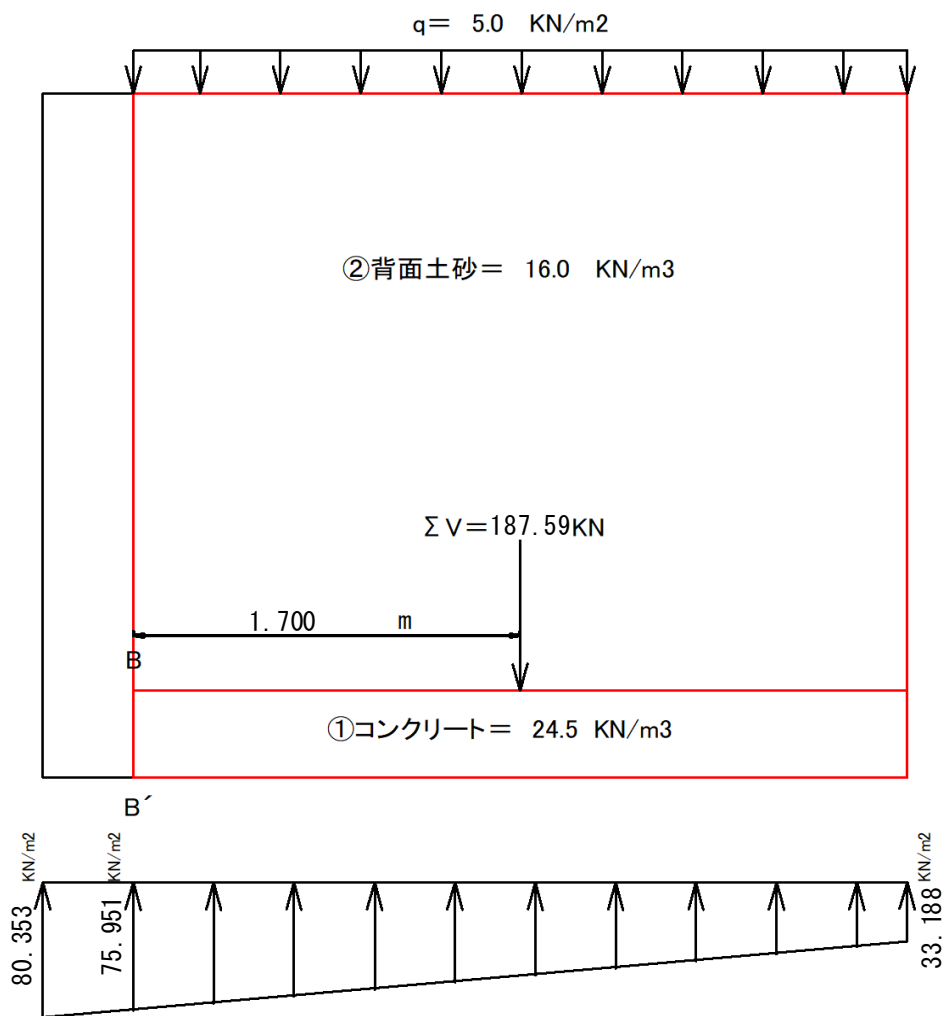
○コンクリートの圧縮応力の検討

$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \times 15.350 \times 10^6}{0.299 \times 0.900 \times 1000 \times 270^2} = 1.57 < \sigma_{ca} \quad 8.0 \quad \text{OK}$$

○コンクリートのせん断応力の検討

$$\tau = \frac{S}{b \cdot j \cdot d} = \frac{32.640 \times 10^3}{1000 \times 0.900 \times 270} = 0.134 < \tau_a \quad 0.7 \quad \text{OK}$$

(2) 底版かかとの検討  
1) B-B'断面の検討



| 重量 (kN) |                                                    | アーム長 (m)                 | モーメント (kN/m) |
|---------|----------------------------------------------------|--------------------------|--------------|
| 自重      | ①底版重量<br>$0.35 \times 3.40 \times 24.5 = 29.155$   | $3.40 \div 2 = 1.700$    | 49.563       |
|         | ②背面土重量<br>$2.60 \times 3.40 \times 16.0 = 141.440$ | $3.40 \div 2 = 1.700$    | 240.448      |
|         | q 上載荷重<br>$5.00 \times 3.40 = 17.000$              | $3.40 \div 2 = 1.700$    | 28.900       |
|         | 計 $\Sigma V = 187.595$                             | 計 $\Sigma M_v = 318.911$ |              |
| 反力      | 等分布 112.840                                        | $3.40 \div 2 = 1.700$    | 191.828      |
|         | 不等分布 72.697                                        | $3.40 \div 3 = 1.333$    | 82.365       |
|         | 計 $\Sigma Q = 185.538$                             | 計 $\Sigma M_q = 274.193$ |              |
| Σ M     | 合計                                                 |                          | 44.718       |

80.353 kN( $q_{\max}$ )

33.188 kN( $q_{\min}$ )

$$\text{支点最大反力} = (80.353 - 33.188) \times 3.40 / 3.75 + 33.188 = 75.951 \text{ kN}$$

$$\text{等分布荷重} = 33.188 \times 3.400 = 112.840 \text{ kN}$$

$$\text{不等分布荷重} = (75.951 - 33.188) \times 3.40 \times 0.5 = 72.697 \text{ kN}$$

$$S = \sum V - \sum Q = 187.595 - 185.538 = 2.057 \text{ kN}$$

$$M = \sum M_V - \sum M_q = 318.911 - 274.193 = 44.718 \text{ kN}$$

○鉄筋応力の計算

$$A_s = \text{使用鉄筋公称断面積} \times b / \text{鉄筋間隔} = 286.5 \times 1000 / 250 = 1146 \text{ mm}^2$$

$$d = \text{底版厚} - \text{かぶり厚} = 350 - 100 = 250 \text{ mm}$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{1146}{1000 \times 250} = 0.0046$$

$$k = \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn \quad n = \frac{ES}{EC} = 15$$

$$= \sqrt{2 \times 0.0046 \times 15 + (0.0046 \times 15)^2} - 0.0046 \times 15 = 0.308$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.308}{3} = 0.897$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} = \frac{44.718 \times 10^6}{1146 \times 0.897 \times 250} = 174.0 < \sigma_{sa} \quad 196 \quad \text{OK}$$

○コンクリートの圧縮応力の検討

$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \times 44.718 \times 10^6}{0.308 \times 0.897 \times 1000 \times 250^2} = 5.17 < \sigma_{ca} \quad 8.0 \quad \text{OK}$$

○コンクリートのせん断応力の検討

$$\tau = \frac{S}{b \cdot j \cdot d} = \frac{2.057 \times 10^3}{1000 \times 0.897 \times 250} = 0.009 < \tau_a \quad 0.7 \quad \text{OK}$$

L 型 H=3.55m

## 1. 設計条件

### (1) 擁壁の形式および高さ

形式 : L 型擁壁  
全高さ : H=3.55 m

### (2) 表面載荷重

上載荷重 :  $q=5.0 \text{ kN/m}^2$

### (3) 背面土

土の種類 : シルト、粘土、またはそれらを多く含む土 (政令別表第二に準拠)  
単位体積重量 :  $\gamma = 16.0 \text{ kN/m}^3$  土の種類に準ずる  
内部摩擦角 :  $\phi = 0^\circ$   
粘着力 :  $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
壁面摩擦角 (安定性) :  $\delta = 0^\circ$   
壁面摩擦角 (部材応力) :  $\delta = 2\phi / 3 = 13.3^\circ$  として設定  
壁背面と鉛直面とのなす角 :  $\alpha = 0^\circ$   
地表面と水平面とのなす角 :  $\beta = 0^\circ$

### (4) 土圧

土圧係数 :  $K_A = 0.5$  土の種類に準ずる

### (5) 基礎地盤

土の種類 : 関東ローム  
内部摩擦角 :  $\phi = 0^\circ$   
粘着力 :  $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
許容地耐力 :  $125.0 \text{ kN/m}^2$   
底面の摩擦係数 :  $\mu = 0.3$  土の種類に準ずる

### (6) 材料の許容応力度 (常時)

コンクリートの設計基準強度 :  $\sigma_{28} = 24.0 \text{ N/mm}^2$   
コンクリートの圧縮応力度 :  $\sigma_{ca} = 8.0 \text{ N/mm}^2$   
コンクリートのせん断応力度 :  $\tau_a = 0.7 \text{ N/mm}^2$   
鉄筋 (SD295) の引張応力度 :  $\sigma_{sa} = 196 \text{ N/mm}^2$

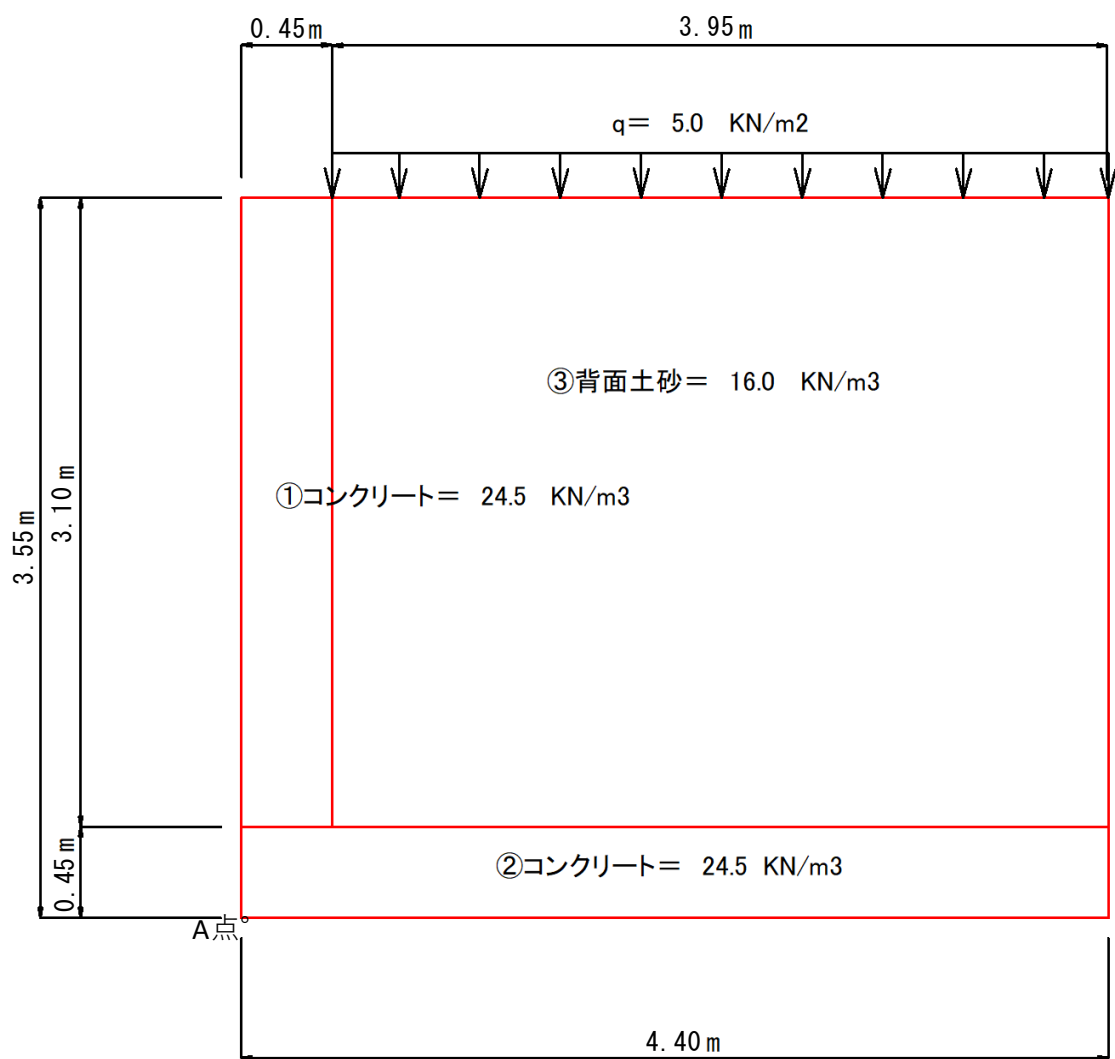
### (7) 単位重量

鉄筋コンクリート :  $\gamma_c = 24.5 \text{ kN/m}^3$

### (8) 擁壁形状

|      |          |                             |                              |
|------|----------|-----------------------------|------------------------------|
| 全高   | : 3.55 m |                             |                              |
| 堅壁高  | : 3.10 m | 断面係数                        | 断面二次モーメント                    |
| 堅壁厚  | : 0.45 m | 堅壁 $z = 33750 \text{ cm}^3$ | 堅壁 $I = 759375 \text{ cm}^4$ |
| 底版厚  | : 0.45 m | 底版 $z = 33750 \text{ cm}^3$ | 底版 $I = 759375 \text{ cm}^4$ |
| 底版幅  | : 4.40 m |                             |                              |
| かかと幅 | : 3.95 m |                             |                              |

## 2. 擁壁断面の形状および寸法



3. 荷重およびモーメント（以下単位幅（1m）当たりで計算を行う）

（1）土圧

○主働土圧係数（ $K_A=0.5$ ）とする。

○主働土圧（ $P_A$ ）

$$P_A = \text{表面載荷重による土圧} (P_{A1}) + \text{背面土による土圧} (P_{A2})$$

$$P_{A1} = K_A \cdot q \cdot H = 0.5 \times 5.0 \times 3.55 = 8.875 \text{ kN}$$

$$P_{A2} = \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot H^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 16.0 \times 3.55^2 = 50.410 \text{ kN}$$

$$P_A = 50.410 + 8.875 = 59.285 \text{ kN}$$

○表面載荷重および背面土による土圧の水平分力

$$P_{A1H} = P_{A1} \cdot \cos(\alpha + \delta) = 8.875 \times \cos(0 + 0) = 8.875$$

$$P_{A2H} = P_{A2} \cdot \cos(\alpha + \delta) = 50.410 \times \cos(0 + 0) = 50.410$$

| 重量（kN）             |                                                     | アーム長（m）                      | モーメント<br>（kN/m） |
|--------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------|-----------------|
| 鉛直力<br>安定<br>モーメント | ① 堅壁重量<br>$0.45 \times 3.10 \times 24.5 = 34.177$   | $0.45 \div 2 = 0.225$        | 7.689           |
|                    | ② 底版重量<br>$4.40 \times 0.45 \times 24.5 = 48.510$   | $4.40 \div 2 = 2.200$        | 106.722         |
|                    | ③ 背面土重量<br>$3.95 \times 3.10 \times 16.0 = 195.920$ | $3.95 \div 2 + 0.45 = 2.425$ | 475.106         |
|                    | q 上載荷重<br>$3.95 \times 5.0 = 19.750$                | $3.95 \div 2 + 0.45 = 2.425$ | 47.893          |
|                    | 計 $\Sigma V = 298.357$                              | 計 $\Sigma M_r = 637.410$     |                 |
| 水平力<br>転倒<br>モーメント | $P_{A1H}$ 8.875                                     | $3.55 \div 2 = 1.775$        | 15.753          |
|                    | $P_{A2H}$ 50.410                                    | $3.55 \div 3 = 1.183$        | 59.635          |
|                    | 計 $\Sigma P_{AH} = 59.285$                          | 計 $\Sigma M_o = 75.388$      |                 |
| $\Sigma M$         | 合計                                                  |                              | 562.022         |

#### 4. 安定に対する検討

##### (1) 転倒に対する検討

A点より合力作用位置までの距離 (d)

$$d = \frac{\sum M_r - \sum M_o}{\sum V} = \frac{\sum M}{\sum V} = \frac{562.02}{298.36} = 1.884 \text{ m}$$

偏心距離 (e)

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{4.40}{2} - 1.884 = 0.316 < \frac{B}{6} = 0.733 \quad \text{OK}$$

安全率 (F)

$$F = \frac{\sum M_r}{\sum M_o} = \frac{637.41}{75.388} = 8.46 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

##### (2) 滑動に対する検討

滑動に対する抵抗力  $= R_v \times \mu + C_b \times B$

$$= 298.4 \times 0.300 + 0.0 \times 4.40 = 89.5071$$

$$\text{滑動力} = \sum P_{AH} = 59.285$$

安全率 ( $F_s$ )

$$F_s = \frac{\text{活動に対する抵抗力}}{\text{活動力}} = \frac{89.5071}{59.285} = 1.51 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

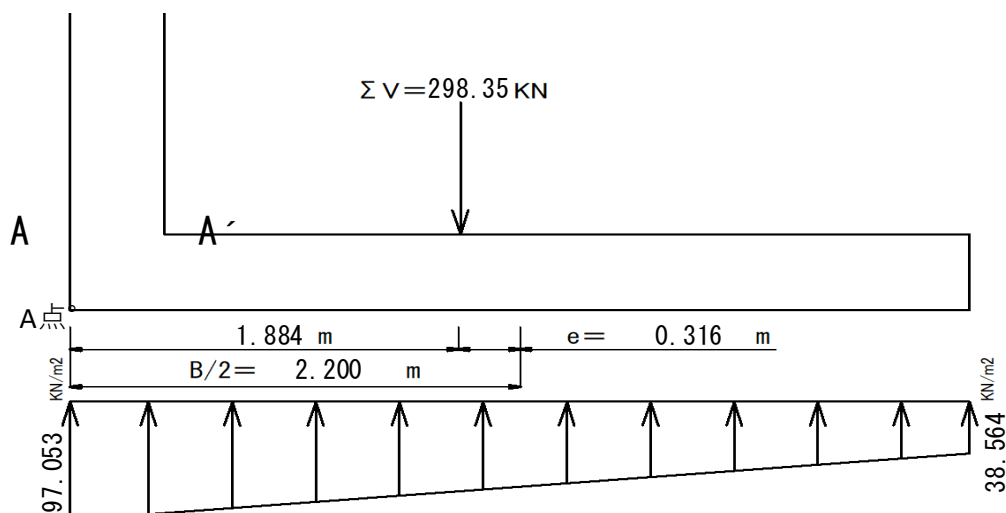
##### (3) 地盤反力に対する検討

地盤反力 ( $\sigma$ )

$$q = \frac{\sum V}{B} \left[ 1 \pm \frac{6e}{B} \right] = \frac{298.36}{4.40} \left[ 1 \pm \frac{1.898}{4.40} \right]$$

$$= 97.053 (q_{max}) < 125 \text{ kN/m}^2 \quad \text{OK}$$

$$= 38.564 (q_{min})$$



## 5. 部材応力度の検討

### (1) 堅壁の検討

#### 1) A-A'断面の検討

○土圧

$$\begin{aligned} P_{H1} &= \left( K_A \cdot q \cdot H + \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot H^2 \right) \times \cos(0 + 13.3) \\ &= \left( 0.5 \times 5.0 \times 3.10 + \frac{1}{2} \times 0.5 \times 16 \times 3.10^2 \right) \times 0.973 \\ &= (7.75 + 38.4) \times 0.973 = 44.95 \text{ kN} \end{aligned}$$

○曲げモーメント

$$\begin{aligned} M_1 &= K_A \cdot q \cdot H \cdot \cos(0.0 + 13.3) \frac{H}{2} + \frac{1}{2} K_A \cdot q \cdot H^2 \cdot \cos(0.0 + 13.3) \cdot \frac{H}{3} \\ &= 7.75 \times 0.973 \times \frac{3.10}{2} + 12.013 \times 0.973 \times \frac{3.10}{3} \\ &= 23.770 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

○鉄筋応力の計算

$$A_s = \text{使用鉄筋公称断面積} \times b / \text{鉄筋間隔} = 387.1 \times 1000 / 250 = 1548 \text{ mm}^2$$

$$d = \text{壁厚} - \text{かぶり厚} = 450 - 80 = 370$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{1548}{1000 \times 370} = 0.0042$$

$$\begin{aligned} k &= \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn \quad n = \frac{ES}{EC} = 15 \\ &= \sqrt{2 \times 0.0042 \times 15 + (0.0042 \times 15)^2} - 0.0042 \times 15 = 0.297 \end{aligned}$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.297}{3} = 0.901$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} = \frac{23.770 \times 10^6}{1548 \times 0.901 \times 370} = 46.051 < \sigma_{sa} \quad 196 \quad \text{OK}$$

○コンクリートの圧縮応力の検討

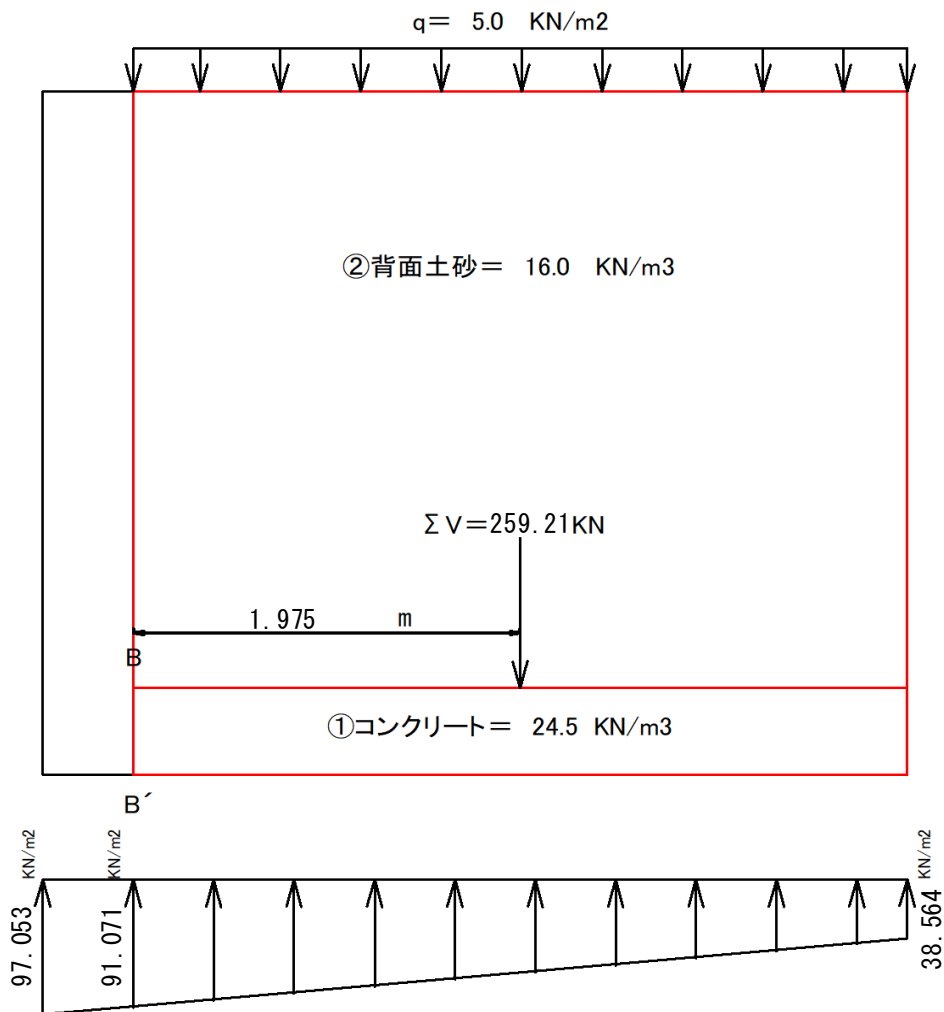
$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \times 23.770 \times 10^6}{0.297 \times 0.901 \times 1000 \times 370^2} = 1.30 < \sigma_{ca} \quad 8.0 \quad \text{OK}$$

○コンクリートのせん断応力の検討

$$\tau = \frac{S}{b \cdot j \cdot d} = \frac{44.951 \times 10^3}{1000 \times 0.901 \times 370} = 0.135 < \tau_a \quad 0.7 \quad \text{OK}$$

(2) 底版かかとの検討

1) B-B'断面の検討



| 重量 (kN) |                                                    | アーム長 (m)                    | モーメント (kN/m) |
|---------|----------------------------------------------------|-----------------------------|--------------|
| 自重      | ①底版重量<br>$0.45 \times 3.95 \times 24.5 = 43.548$   | $3.95 \div 2 = 1.975$       | 86.007       |
|         | ②背面土重量<br>$3.10 \times 3.95 \times 16.0 = 195.920$ | $3.95 \div 2 = 1.975$       | 386.942      |
|         | q 上載荷重<br>$5.00 \times 3.95 = 19.750$              | $3.95 \div 2 = 1.975$       | 39.006       |
|         | 計 ΣV = 259.218                                     | 計 ΣM <sub>v</sub> = 511.955 |              |
| 反力      | 等分布 152.326                                        | $3.95 \div 2 = 1.975$       | 300.843      |
|         | 不等分布 103.703                                       | $3.95 \div 3 = 1.316$       | 136.473      |
|         | 計 ΣQ = 256.029                                     | 計 ΣM <sub>q</sub> = 437.316 |              |
| ΣM      | 合計                                                 |                             | 74.639       |

97.053 kN( $q_{\max}$ )

38.564 kN( $q_{\min}$ )

$$\text{支点最大反力} = (97.053 - 38.564) \times 3.95 / 4.40 + 38.564 = 91.071 \text{ kN}$$

$$\text{等分布荷重} = 38.564 \times 3.950 = 152.326 \text{ kN}$$

$$\text{不等分布荷重} = (91.071 - 38.564) \times 3.95 \times 0.5 = 103.703 \text{ kN}$$

$$S = \sum V - \sum Q = 259.218 - 256.029 = 3.189 \text{ kN}$$

$$M = \sum M_V - \sum M_q = 511.955 - 437.316 = 74.639 \text{ kN}$$

○鉄筋応力の計算

$$A_s = \text{使用鉄筋公称断面積} \times b / \text{鉄筋間隔} = 387.1 \times 1000 / 250 = 1548 \text{ mm}^2$$

$$d = \text{底版厚} - \text{かぶり厚} = 450 - 100 = 350 \text{ mm}$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{1548}{1000 \times 350} = 0.0044$$

$$k = \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn \quad n = \frac{ES}{EC} = 15$$

$$= \sqrt{2 \times 0.0044 \times 15 + (0.0044 \times 15)^2} - 0.0044 \times 15 = 0.304$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.304}{3} = 0.899$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} = \frac{74.639 \times 10^6}{1548 \times 0.899 \times 350} = 153.3 < \sigma_{sa} \quad 196 \quad \text{OK}$$

○コンクリートの圧縮応力の検討

$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \times 74.639 \times 10^6}{0.304 \times 0.899 \times 1000 \times 350^2} = 4.46 < \sigma_{ca} \quad 8.0 \quad \text{OK}$$

○コンクリートのせん断応力の検討

$$\tau = \frac{S}{b \cdot j \cdot d} = \frac{3.189 \times 10^3}{1000 \times 0.899 \times 350} = 0.010 < \tau_a \quad 0.7 \quad \text{OK}$$

## 1. 設計条件

### (1) 擁壁の形式および高さ

形式 : 逆 T 型擁壁  
全高さ : H=1.45m

### (2) 表面載荷重

上載荷重 :  $q=5.0 \text{ kN/m}^2$

### (3) 背面土

土の種類 : シルト、粘土、またはそれらを多く含む土 (政令別表第二に準拠)  
単位体積重量 :  $\gamma = 16.0 \text{ kN/m}^3$  土の種類に準ずる  
内部摩擦角 :  $\phi = 0^\circ$   
粘着力 :  $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
壁面摩擦角 (安定性) :  $\delta = 0^\circ$   
壁面摩擦角 (部材応力) :  $\delta = 2\phi/3 = 13.3^\circ$  として設定  
壁背面と鉛直面とのなす角 :  $\alpha = 0^\circ$   
地表面と水平面とのなす角 :  $\beta = 0^\circ$

### (4) 土圧

土圧係数 :  $K_A = 0.5$  土の種類に準ずる

### (5) 支持地盤

土の種類 : 関東ローム  
内部摩擦角 :  $\phi = 0^\circ$   
粘着力 :  $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
許容地耐力 :  $35.0 \text{ kN/m}^2$   
底面の摩擦係数 :  $\mu = 0.3$  土の種類に準ずる

### (6) 材料の許容応力度 (常時)

コンクリートの設計基準強度 :  $\sigma_{28} = 24.0 \text{ N/mm}^2$   
コンクリートの圧縮応力度 :  $\sigma_{ca} = 8.0 \text{ N/mm}^2$   
コンクリートのせん断応力度 :  $\tau_a = 0.7 \text{ N/mm}^2$   
鉄筋 (SD295) の引張応力度 :  $\sigma_{sa} = 196 \text{ N/mm}^2$

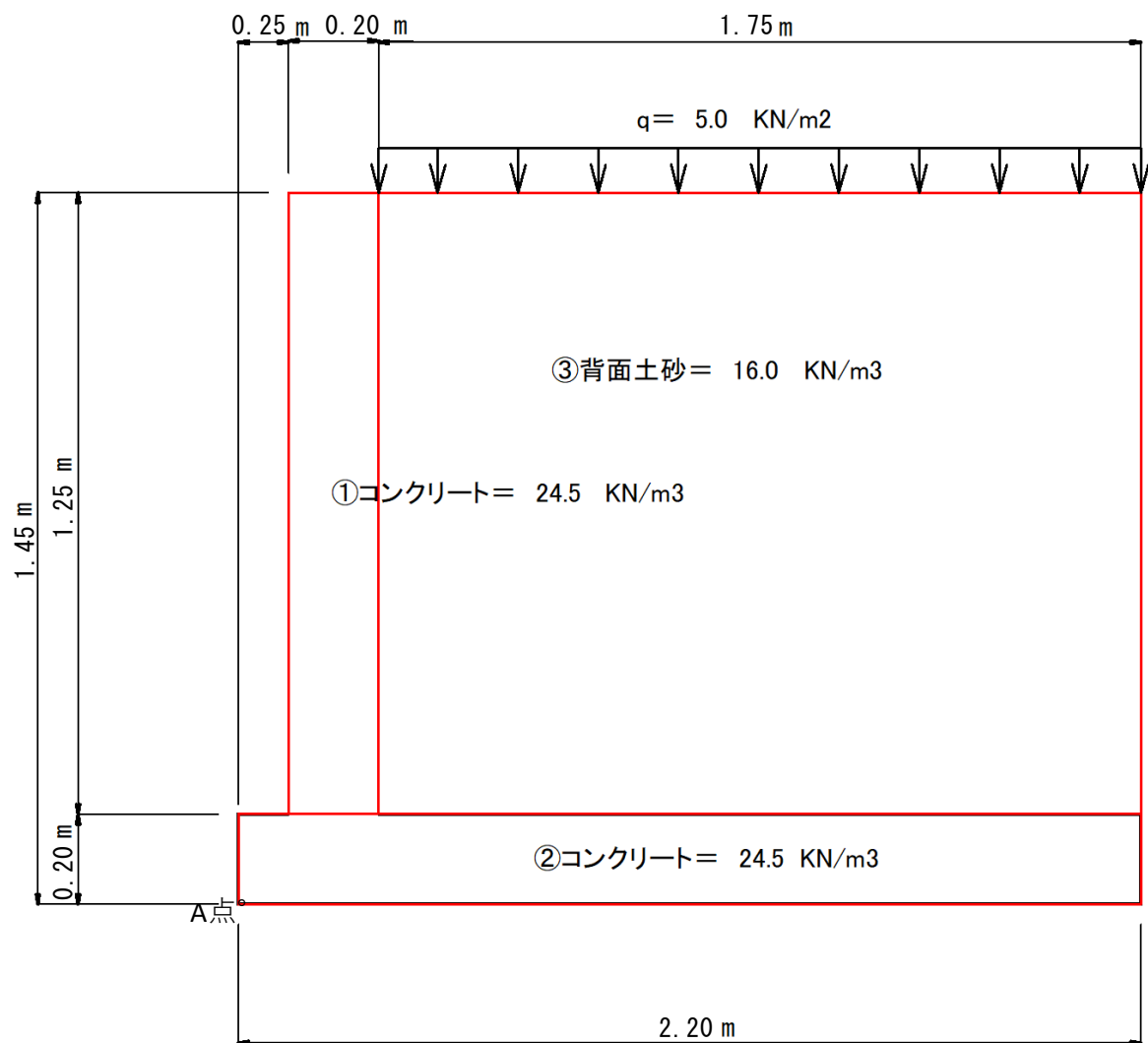
### (7) 単位重量

鉄筋コンクリート :  $\gamma_c = 24.5 \text{ kN/m}^3$

### (8) 擁壁形状

|      |          |                            |                             |
|------|----------|----------------------------|-----------------------------|
| 全高   | : 1.45 m |                            |                             |
| 堅壁高  | : 1.25 m | 断面係数                       | 断面二次モーメント                   |
| 堅壁厚  | : 0.20 m | 堅壁 $z = 6667 \text{ cm}^3$ | 堅壁 $I = 66667 \text{ cm}^4$ |
| 底版厚  | : 0.20 m | 底版 $z = 6667 \text{ cm}^3$ | 底版 $I = 66667 \text{ cm}^4$ |
| 底版幅  | : 2.20 m |                            |                             |
| かかと幅 | : 1.75 m |                            |                             |
| つま先幅 | : 0.25 m |                            |                             |

## 2. 擁壁断面の形状および寸法



3. 荷重およびモーメント（以下単位幅（1m）当たりで計算を行う）

（1）土圧

○主働土圧係数（ $K_A=0.5$ ）とする。

○主働土圧（ $P_A$ ）

$$P_A = \text{表面載荷重による土圧} (P_{A1}) + \text{背面土による土圧} (P_{A2})$$

$$P_{A1} = K_A \cdot q \cdot H = 0.5 \times 5.0 \times 1.45 = 3.625 \text{ kN}$$

$$P_{A2} = \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot H^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 16.0 \times 1.45^2 = 8.410 \text{ kN}$$

$$P_A = 8.410 + 3.625 = 12.035 \text{ kN}$$

○表面載荷重および背面土による土圧の水平分力

$$P_{A1H} = P_{A1} \cdot \cos(\alpha + \delta) = 3.625 \times \cos(0 + 0) = 3.625$$

$$P_{A2H} = P_{A2} \cdot \cos(\alpha + \delta) = 8.410 \times \cos(0 + 0) = 8.410$$

| 重量 (kN)            |                                                    | アーム長 (m)                     | モーメント<br>(kN/m) |
|--------------------|----------------------------------------------------|------------------------------|-----------------|
| 鉛直力<br>安定<br>モーメント | ① 壁重量<br>$0.20 \times 1.25 \times 24.5 = 6.131$    | $0.20 \div 2 + 0.25 = 0.350$ | 2.145           |
|                    | ② 底版重量<br>$2.20 \times 0.20 \times 24.5 = 10.79$   | $2.20 \div 2 = 1.100$        | 11.869          |
|                    | ③ 背面土重量<br>$1.75 \times 1.25 \times 16.0 = 35.000$ | $1.75 \div 2 + 0.45 = 1.325$ | 46.375          |
|                    | q 上載荷重<br>$1.75 \times 5.0 = 8.750$                | $1.75 \div 2 + 0.45 = 1.325$ | 11.593          |
|                    | 計 $\Sigma V = 60.671$                              | 計 $\Sigma M_r = 71.982$      |                 |
| 水平力<br>転倒<br>モーメント | $P_{A1H} \quad 3.625$                              | $1.45 \div 2 = 0.725$        | 2.628           |
|                    | $P_{A2H} \quad 8.410$                              | $1.45 \div 3 = 0.483$        | 4.062           |
|                    | 計 $\Sigma P_{AH} = 12.035$                         | 計 $\Sigma M_o = 6.69$        |                 |
| $\Sigma M$         | 合計                                                 |                              | 65.292          |

#### 4. 安定に対する検討

##### (1) 転倒に対する検討

A点より合力作用位置までの距離 (d)

$$d = \frac{\sum M_r - \sum M_o}{\sum V} = \frac{\sum M}{\sum V} = \frac{65.29}{60.67} = 1.076 \text{ m}$$

偏心距離 (e)

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{2.20}{2} - 1.076 = 0.024 < \frac{B}{6} = 0.367 \quad \text{OK}$$

安全率 (F)

$$F = \frac{\sum M_r}{\sum M_o} = \frac{71.982}{6.690} = 10.76 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

##### (2) 滑動に対する検討

滑動に対する抵抗力 =  $R_v \times \mu + C_B \times B$

$$= 60.7 \times 0.300 + 0.0 \times 2.20 = 18.2013$$

$$\text{滑動力} = \sum P_{AH} = 12.035$$

安全率 ( $F_s$ )

$$F_s = \frac{\text{活動に対する抵抗力}}{\text{活動力}} = \frac{18.2013}{12.035} = 1.51 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

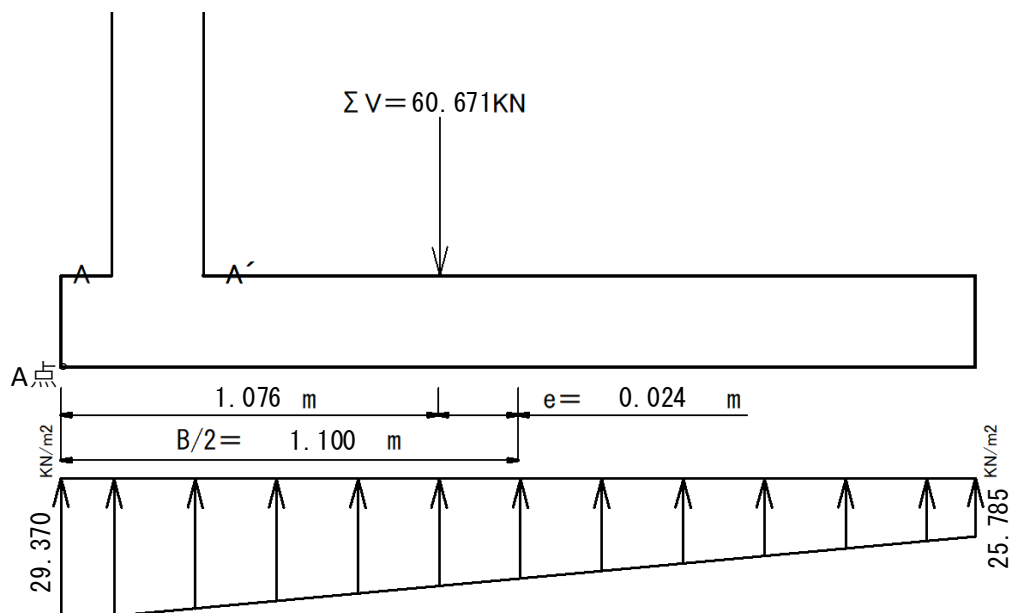
##### (3) 地盤反力に対する検討

地盤反力 ( $\sigma$ )

$$q = \frac{\sum V}{B} \left[ 1 \pm \frac{6e}{B} \right] = \frac{60.67}{2.20} \left[ 1 \pm \frac{0.143}{2.20} \right]$$

$$= 29.370 (q_{max}) < 35 \text{ kN/m}^2 \quad \text{OK}$$

$$= 25.785 (q_{min})$$



## 5. 部材応力度の検討

### (1) 堅壁の検討

#### 1) A-A'断面の検討

○土圧

$$\begin{aligned}P_{H1} &= \left( K_A \cdot q \cdot H + \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot H^2 \right) \times \cos(0.0 + 13.3) \\&= \left( 0.5 \times 5.0 \times 1.25 + \frac{1}{2} \times 0.5 \times 16 \times 1.25^2 \right) \times 0.973 \\&= (3.13 + 6.25) \times 0.973 = 9.12 \text{ kN}\end{aligned}$$

○曲げモーメント

$$\begin{aligned}M_1 &= K_A \cdot q \cdot H \cdot \cos(0.0 + 13.3) \frac{H}{2} + \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot \cos(0.0 + 13.3) \cdot \frac{H}{3} \\&= 3.13 \times 0.973 \times \frac{1.25}{2} + 1.953 \times 0.973 \times \frac{1.25}{3} \\&= 2.693 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

○鉄筋応力の計算

$$A_s = \text{使用鉄筋公称断面積} \times b / \text{鉄筋間隔} = 126.7 \times 1000 / 250 = 507 \text{ mm}^2$$

$$d = \text{壁厚} - \text{かぶり厚} = 200 - 70 = 130$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{507}{1000 \times 130} = 0.0039$$

$$\begin{aligned}k &= \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn \quad n = \frac{ES}{EC} = 15 \\&= \sqrt{2 \times 0.0039 \times 15 + (0.0039 \times 15)^2} - 0.0039 \times 15 = 0.288\end{aligned}$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.288}{3} = 0.904$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} = \frac{2.693 \times 10^6}{507 \times 0.904 \times 130} = 45.22 < \sigma_{sa} \quad 196 \quad \text{OK}$$

○コンクリートの圧縮応力の検討

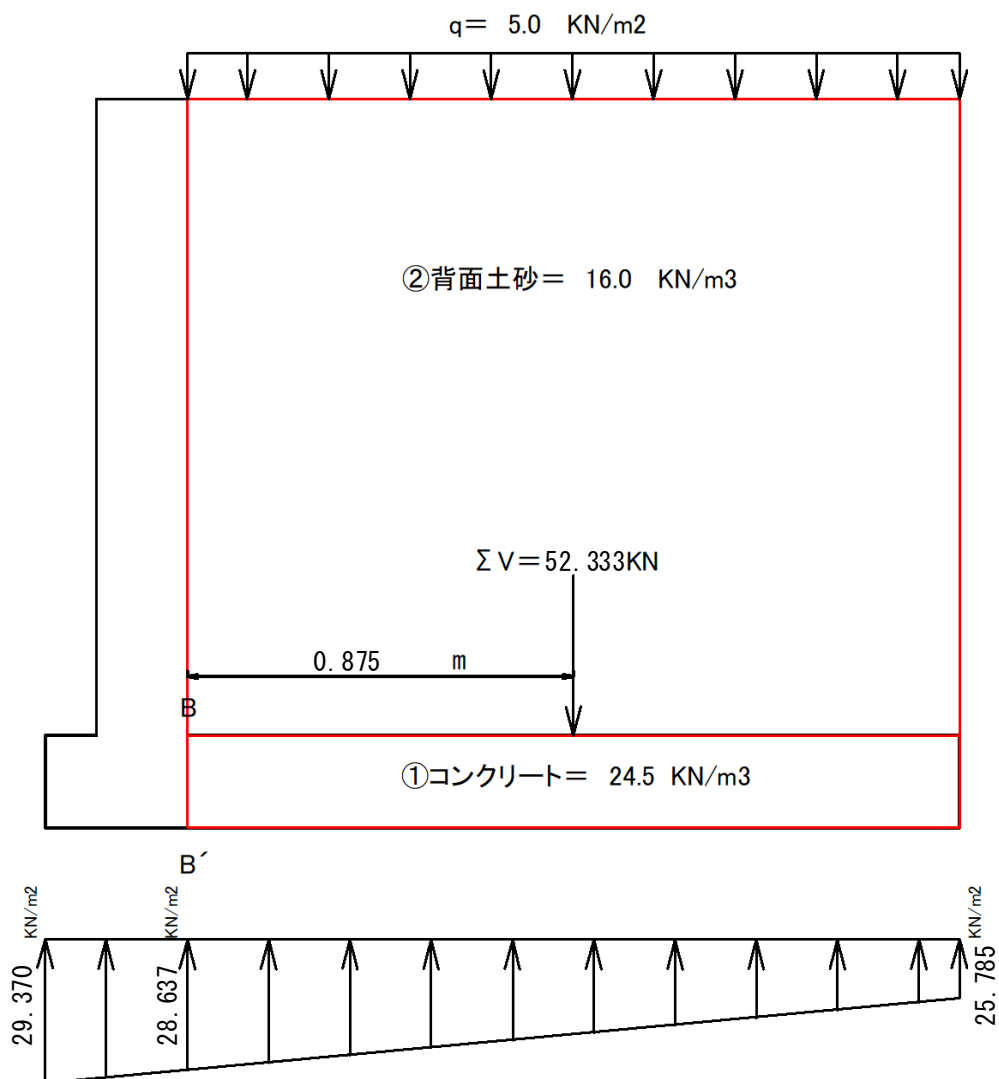
$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \times 2.693 \times 10^6}{0.288 \times 0.904 \times 1000 \times 130^2} = 1.22 < \sigma_{ca} \quad 8.0 \quad \text{OK}$$

○コンクリートのせん断応力の検討

$$\tau = \frac{S}{b \cdot j \cdot d} = \frac{9.124 \times 10^3}{1000 \times 0.904 \times 130} = 0.078 < \tau_a \quad 0.7 \quad \text{OK}$$

(2) 底版かかとの検討

1) B-B'断面の検討



| 重量 (kN)    |                                                   | アーム長 (m)                | モーメント (kN/m) |
|------------|---------------------------------------------------|-------------------------|--------------|
| 自重         | ①底版重量<br>$0.20 \times 1.75 \times 24.5 = 8.583$   | $1.75 \div 2 = 0.875$   | 7.510        |
|            | ②背面土重量<br>$1.25 \times 1.75 \times 16.0 = 35.000$ | $1.75 \div 2 = 0.875$   | 30.625       |
|            | q 上載荷重<br>$5.00 \times 1.75 = 8.75$               | $1.75 \div 2 = 0.875$   | 7.656        |
|            | 計 $\Sigma V = 52.333$                             | 計 $\Sigma M_v = 45.791$ |              |
| 反力         | 等分布 182.586                                       | $1.75 \div 2 = 0.875$   | 39.483       |
|            | 不等分布 59.342                                       | $1.75 \div 3 = 0.583$   | 1.454        |
|            | 計 $\Sigma Q = 241.928$                            | 計 $\Sigma M_q = 40.937$ |              |
| $\Sigma M$ | 合計                                                |                         | 4.854        |

29.370 kN( $q_{\max}$ )

25.785 kN( $q_{\min}$ )

$$\text{支点最大反力} = (29.370 - 25.785) \times 1.75 / 2.20 + 25.785 = 28.637 \text{ kN}$$

$$\text{等分布荷重} = 25.785 \times 1.750 = 45.124 \text{ kN}$$

$$\text{不等分布荷重} = (28.637 - 25.785) \times 1.75 \times 0.5 = 2.496 \text{ kN}$$

$$S = \sum V - \sum Q = 52.333 - 47.619 = 4.714 \text{ kN}$$

$$M = \sum M_V - \sum M_q = 45.791 - 40.937 = 4.854 \text{ kN}$$

○鉄筋応力の計算

$$A_s = \text{使用鉄筋公称断面積} \times b / \text{鉄筋間隔} = 126.7 \times 1000 / 250 = 507 \text{ mm}^2$$

$$d = \text{底版厚} - \text{かぶり厚} = 200 - 70 = 130 \text{ mm}$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{507}{1000 \times 130} = 0.0039$$

$$k = \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn \quad n = \frac{ES}{EC} = 15$$

$$= \sqrt{2 \times 0.0039 \times 15 + (0.0039 \times 15)^2} - 0.0039 \times 15 = 0.288$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.000}{3} = 1.000$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} = \frac{4.854 \times 10^6}{507 \times 1.000 \times 130} = 73.67 < \sigma_{sa} \quad 196 \quad \text{OK}$$

○コンクリートの圧縮応力の検討

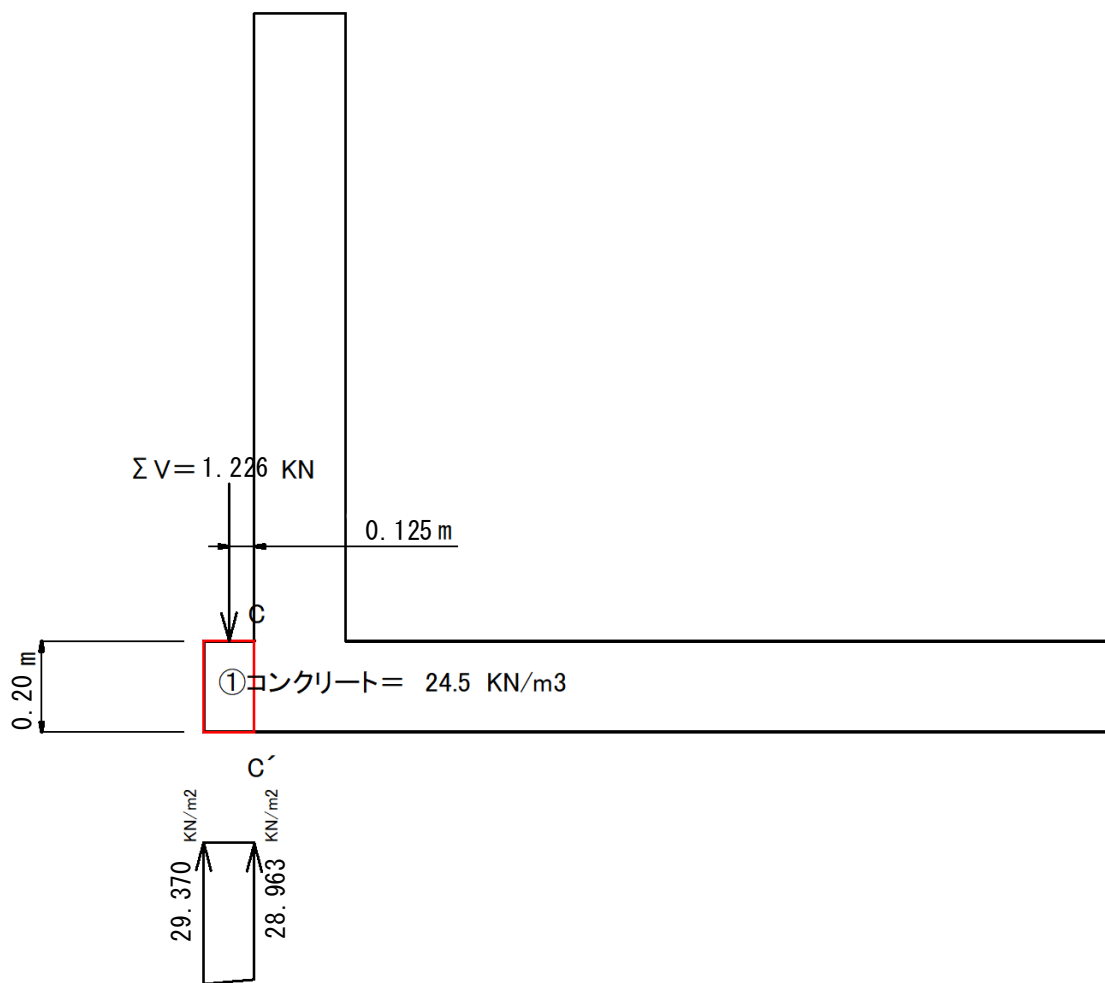
$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \times 4.854 \times 10^6}{0.288 \times 1.000 \times 1000 \times 130^2} = 2.00 < \sigma_{ca} \quad 8.0 \quad \text{OK}$$

○コンクリートのせん断応力の検討

$$\tau = \frac{S}{b \cdot j \cdot d} = \frac{4.714 \times 10^3}{1000 \times 1.000 \times 130} = 0.036 < \tau_a \quad 0.7 \quad \text{OK}$$

(3) 底版つま先の検討

1) C-C'断面の検討



| 重量 (kN)    |                                                 | アーム長 (m)               | モーメント (kN/m) |
|------------|-------------------------------------------------|------------------------|--------------|
| 自重         | ①底版重量<br>$0.20 \times 0.25 \times 24.5 = 1.226$ | $0.25 \div 2 = 0.125$  | 0.153        |
|            | 計 $\Sigma V = 1.226$                            | 計 $\Sigma M_v = 0.153$ |              |
| 反力         | 等分布 6.446                                       | $0.25 \div 2 = 0.13$   | 0.805        |
|            | 不等分布 0.051                                      | $0.25 \div 3 = 0.08$   | 0.004        |
|            | 計 $\Sigma Q = 6.497$                            | 計 $\Sigma M_q = 0.809$ |              |
| $\Sigma M$ | 合計                                              |                        | -0.656       |

29.370 kN( $q_{\max}$ )

25.785 kN ( $q_{\min}$ )

$$\text{支点最大反力} = (29.370 - 25.785) \times 1.95 / 2.20 + 25.785 = 28.963 \text{ kN}$$

$$\text{等分布荷重} = 25.785 \times 0.250 = 6.446 \text{ kN}$$

$$\text{不等分布荷重} = (29.370 - 28.963) \times 0.25 \times 0.5 = 0.051 \text{ kN}$$

$$S = \sum V - \sum Q = 1.226 - 6.497 = -5.271 \text{ kN}$$

$$M = \sum M_V - \sum M_q = 0.153 - 0.809 = -0.66 \text{ kN}$$

※ セン断力および曲げモーメントに負号があり、引張鉄筋はつま先下端筋を示す。

○鉄筋応力の計算

$$A_s = \text{使用鉄筋公称断面積} \times b / \text{鉄筋間隔} = 126.7 \times 1000 / 250 = 507 \text{ mm}^2$$

$$d = \text{底版厚} - \text{かぶり厚} = 200 - 100 = 130 \text{ mm}$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{507}{1000 \times 130} = 0.0039$$

$$k = \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn \quad n = \frac{ES}{EC} = 15$$

$$= \sqrt{2 \times 0.0039 \times 15 + (0.0039 \times 15)^2} - 0.0039 \times 15 = 0.288$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.288}{3} = 0.904$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} = \frac{0.66 \times 10^6}{507 \times 0.904 \times 130} = 11.02 < \sigma_{sa} \quad 196 \quad \text{OK}$$

○コンクリートの圧縮応力の検討

$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \times 0.656 \times 10^6}{0.288 \times 0.904 \times 1000 \times 130^2} = 0.30 < \sigma_{ca} \quad 8.0 \quad \text{OK}$$

○コンクリートのせん断応力の検討

$$\tau = \frac{S}{b \cdot j \cdot d} = \frac{5.271 \times 10^3}{1000 \times 0.904 \times 130} = 0.045 < \tau_a \quad 0.7 \quad \text{OK}$$

## 1. 設計条件

### (1) 擁壁の形式および高さ

形式： 逆 T 型擁壁  
全高さ： H=1.85m

### (2) 表面載荷重

上載荷重：  $q=5.0 \text{ kN/m}^2$

### (3) 背面土

土の種類： シルト、粘土、またはそれらを多く含む土（政令別表第二に準拠）  
単位体積重量：  $\gamma = 16.0 \text{ kN/m}^3$  土の種類に準ずる  
内部摩擦角：  $\phi = 0^\circ$   
粘着力：  $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
壁面摩擦角（安定性）：  $\delta = 0^\circ$   
壁面摩擦角（部材応力）：  $\delta = 2\phi/3 = 13.3^\circ$  として設定  
壁背面と鉛直面とのなす角：  $\alpha = 0^\circ$   
地表面と水平面とのなす角：  $\beta = 0^\circ$

### (4) 土圧

土圧係数：  $K_A = 0.5$  土の種類に準ずる

### (5) 支持地盤

土の種類： 関東ローム  
内部摩擦角：  $\phi = 0^\circ$   
粘着力：  $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
許容地耐力：  $50.0 \text{ kN/m}^2$   
底面の摩擦係数：  $\mu = 0.3 \text{ kN/m}^3$  土の種類に準ずる

### (6) 材料の許容応力度(常時)

コンクリートの設計基準強度：  $\sigma_{28} = 24.0 \text{ N/mm}^2$   
コンクリートの圧縮応力度：  $\sigma_{ca} = 8.0 \text{ N/mm}^2$   
コンクリートのせん断応力度：  $\tau_a = 0.7 \text{ N/mm}^2$   
鉄筋(SD295)の引張応力度：  $\sigma_{sa} = 196 \text{ N/mm}^2$

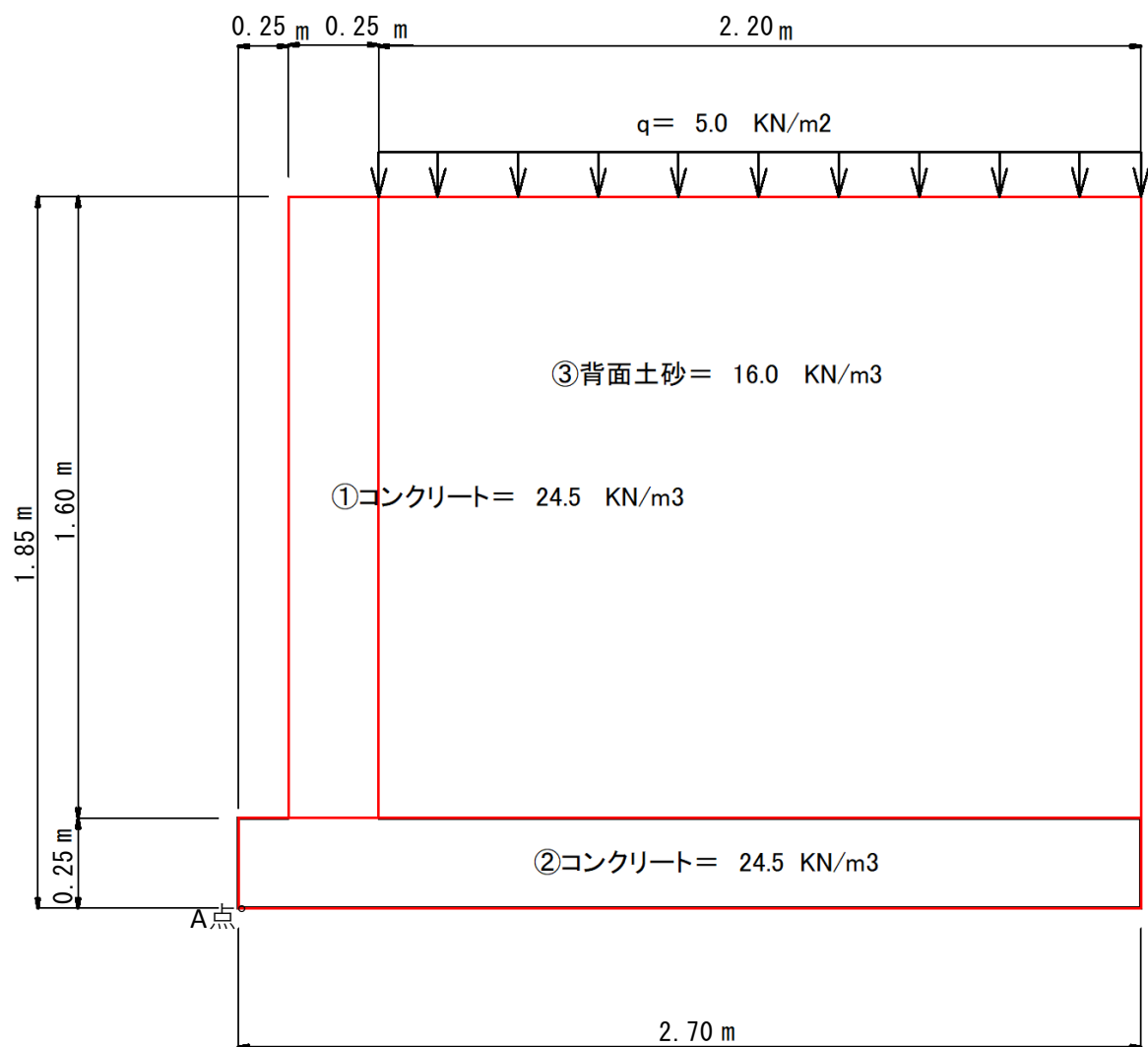
### (7) 単位重量

鉄筋コンクリート：  $\gamma_c = 24.5 \text{ kN/m}^3$

### (8) 擁壁形状

|      |          |                             |                              |
|------|----------|-----------------------------|------------------------------|
| 全高   | : 1.85 m |                             |                              |
| 堅壁高  | : 1.60 m | 断面係数                        | 断面二次モーメント                    |
| 堅壁厚  | : 0.25 m | 堅壁 $z = 10417 \text{ cm}^3$ | 堅壁 $I = 130208 \text{ cm}^4$ |
| 底版厚  | : 0.25 m | 底版 $z = 10417 \text{ cm}^3$ | 底版 $I = 130208 \text{ cm}^4$ |
| 底版幅  | : 2.70 m |                             |                              |
| かかと幅 | : 2.20 m |                             |                              |
| つま先幅 | : 0.25 m |                             |                              |

## 2. 擁壁断面の形状および寸法



3. 荷重およびモーメント（以下単位幅（1m）当たりで計算を行う）

（1）土圧

○主働土圧係数（ $K_A=0.5$ ）とする。

○主働土圧（ $P_A$ ）

$P_A = \text{表面載荷重による土圧（} P_{A1} \text{）} + \text{背面土による土圧（} P_{A2} \text{）}$

$$P_{A1} = K_A \cdot q \cdot H = 0.5 \times 5.0 \times 1.85 = 4.625 \text{ kN}$$

$$P_{A2} = \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot H^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 16.0 \times 1.85^2 = 13.690 \text{ kN}$$

$$P_A = 13.690 + 4.625 = 18.315 \text{ kN}$$

○表面載荷重および背面土による土圧の水平分力

$$P_{A1H} = P_{A1} \cdot \cos(\alpha + \delta) = 4.625 \times \cos(0 + 0) = 4.625$$

$$P_{A2H} = P_{A2} \cdot \cos(\alpha + \delta) = 13.690 \times \cos(0 + 0) = 13.690$$

| 重量（kN）             |                                                    | アーム長（m）                      | モーメント<br>（kN/m） |
|--------------------|----------------------------------------------------|------------------------------|-----------------|
| 鉛直力<br>安定<br>モーメント | ① 壁重量<br>$0.25 \times 1.60 \times 24.5 = 9.809$    | $0.25 \div 2 + 0.25 = 0.375$ | 3.678           |
|                    | ② 底版重量<br>$2.70 \times 0.25 \times 24.5 = 16.553$  | $2.70 \div 2 = 1.350$        | 22.346          |
|                    | ③ 背面土重量<br>$2.20 \times 1.60 \times 16.0 = 56.320$ | $2.20 \div 2 + 0.50 = 1.600$ | 90.112          |
|                    | q 上載荷重<br>$2.20 \times 5.0 = 11.000$               | $2.20 \div 2 + 0.50 = 1.600$ | 17.6            |
|                    | 計 $\Sigma V = 93.682$                              | 計 $\Sigma M_r = 133.736$     |                 |
| 水平力<br>転倒<br>モーメント | $P_{A1H} \quad 4.625$                              | $1.85 \div 2 = 0.925$        | 4.278           |
|                    | $P_{A2H} \quad 13.690$                             | $1.85 \div 3 = 0.616$        | 8.433           |
|                    | 計 $\Sigma P_{AH} = 18.315$                         | 計 $\Sigma M_o = 12.711$      |                 |
| $\Sigma M$         | 合計                                                 |                              | 121.025         |

#### 4. 安定に対する検討

##### (1) 転倒に対する検討

A点より合力作用位置までの距離 (d)

$$d = \frac{\sum M_r - \sum M_o}{\sum V} = \frac{\sum M}{\sum V} = \frac{121.03}{93.68} = 1.292 \text{ m}$$

偏心距離 (e)

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{2.70}{2} - 1.292 = 0.058 < \frac{B}{6} = 0.45 \quad \text{OK}$$

安全率 (F)

$$F = \frac{\sum M_r}{\sum M_o} = \frac{133.736}{12.711} = 10.52 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

##### (2) 滑動に対する検討

滑動に対する抵抗力 =  $R_v \times \mu + C_B \times B$

$$= 93.7 \times 0.300 + 0.0 \times 2.70 = 28.1046$$

$$\text{滑動力} = \sum P_{AH} = 18.315$$

安全率 ( $F_s$ )

$$F_s = \frac{\text{活動に対する抵抗力}}{\text{活動力}} = \frac{28.1046}{18.315} = 1.53 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

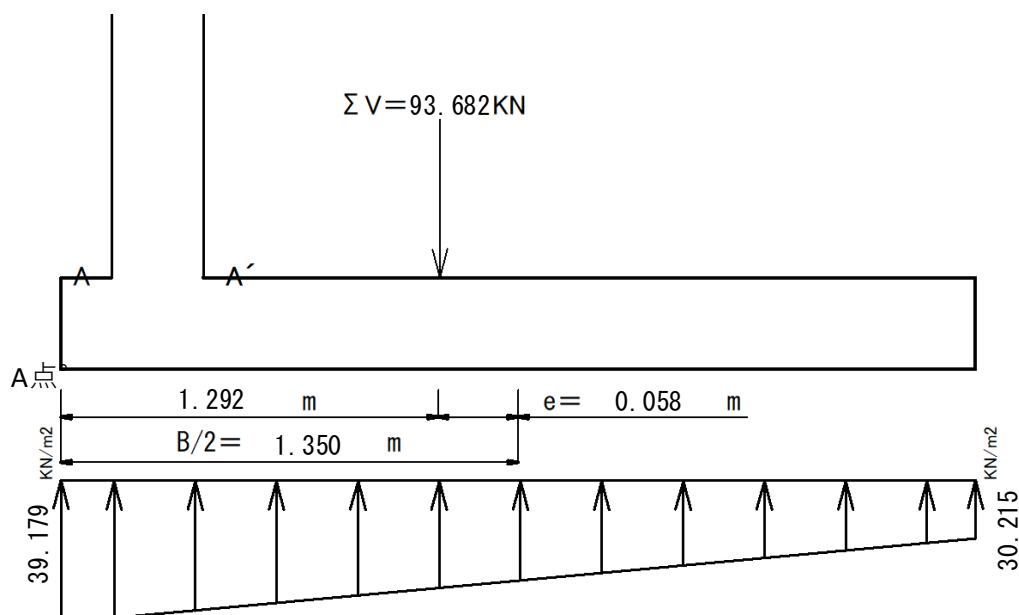
##### (3) 地盤反力に対する検討

地盤反力 ( $\sigma$ )

$$q = \frac{\sum V}{B} \left[ 1 \pm \frac{6e}{B} \right] = \frac{93.68}{2.70} \left[ 1 \pm \frac{0.349}{2.70} \right]$$

$$= 39.179(q_{max}) < 50 \text{ kN/m}^2 \quad \text{OK}$$

$$= 30.215(q_{min})$$



## 5. 部材応力度の検討

### (1) 堅壁の検討

#### 1) A-A'断面の検討

○土圧

$$\begin{aligned} P_{H1} &= \left( K_A \cdot q \cdot H + \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot H^2 \right) \times \cos(0.0 + 13.3) \\ &= \left( 0.5 \times 5.0 \times 1.60 + \frac{1}{2} \times 0.5 \times 16 \times 1.60^2 \right) \times 0.973 \\ &= (4.00 + 10.24) \times 0.973 = 13.86 \text{ kN} \end{aligned}$$

○曲げモーメント

$$\begin{aligned} M_1 &= K_A \cdot q \cdot H \cdot \cos(0.0 + 13.3) \frac{H}{2} + \frac{1}{2} K_A \cdot q \cdot H^2 \cdot \cos(0.0 + 13.3) \cdot \frac{H}{3} \\ &= 4.00 \times 0.973 \times \frac{1.60}{2} + 3.200 \times 0.973 \times \frac{1.60}{3} \\ &= 4.775 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

○鉄筋応力の計算

$$A_s = \text{使用鉄筋公称断面積} \times b / \text{鉄筋間隔} = 126.7 \times 1000 / 250 = 507 \text{ mm}^2$$

$$d = \text{壁厚} - \text{かぶり厚} = 250 - 80 = 170$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{507}{1000 \times 170} = 0.0030$$

$$\begin{aligned} k &= \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn \quad n = \frac{ES}{EC} = 15 \\ &= \sqrt{2 \times 0.0030 \times 15 + (0.0030 \times 15)^2} - 0.0030 \times 15 = 0.258 \end{aligned}$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.258}{3} = 0.914$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} = \frac{4.775 \times 10^6}{507 \times 0.914 \times 170} = 60.63 < \sigma_{sa} \quad 196 \quad \text{OK}$$

○コンクリートの圧縮応力の検討

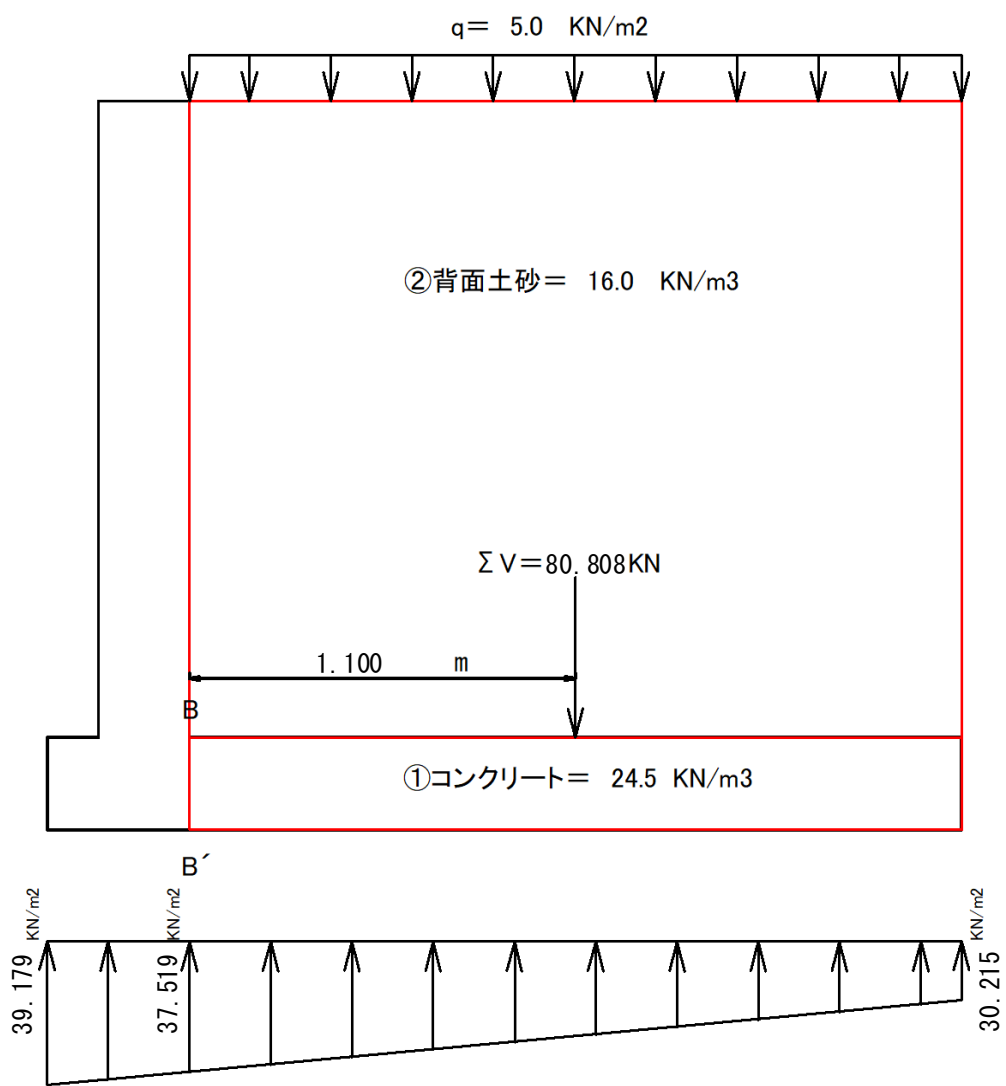
$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \times 4.775 \times 10^6}{0.258 \times 0.914 \times 1000 \times 170^2} = 1.40 < \sigma_{ca} \quad 8.0 \quad \text{OK}$$

○コンクリートのせん断応力の検討

$$\tau = \frac{S}{b \cdot j \cdot d} = \frac{13.858 \times 10^3}{1000 \times 0.914 \times 170} = 0.089 < \tau_a \quad 0.7 \quad \text{OK}$$

(2) 底版かかとの検討

1) B-B'断面の検討



| 重量 (kN) |                                       | アーム長 (m)                   | モーメント (kN/m) |
|---------|---------------------------------------|----------------------------|--------------|
| 自重      | ①底版重量<br>0.25 × 2.20 × 24.5 = 13.488  | 2.20 ÷ 2 = 1.100           | 14.836       |
|         | ②背面土重量<br>1.60 × 2.20 × 16.0 = 56.320 | 2.20 ÷ 2 = 1.100           | 61.952       |
|         | q 上載荷重<br>5.00 × 2.200 = 11.000       | 2.20 ÷ 2 = 1.100           | 12.100       |
|         | 計 ΣV = 80.808                         | 計 ΣM <sub>v</sub> = 88.888 |              |
| 反力      | 等分布 66.473                            | 2.20 ÷ 2 = 1.100           | 73.120       |
|         | 不等分布 8.035                            | 2.20 ÷ 3 = 0.733           | 5.889        |
|         | 計 ΣQ = 74.507                         | 計 ΣM <sub>q</sub> = 79.009 |              |
| ΣM      | 合計                                    |                            | 9.879        |

39.179 kN(q<sub>max</sub>)

30.215 kN(q<sub>min</sub>)

$$\text{支点最大反力} = (39.179 - 30.215) \times 2.20 / 2.70 + 30.215 = 37.519 \text{ kN}$$

$$\text{等分布荷重} = 30.215 \times 2.200 = 66.473 \text{ kN}$$

$$\text{不等分布荷重} = (37.519 - 30.215) \times 2.20 \times 0.5 = 8.035 \text{ kN}$$

$$S = \sum V - \sum Q = 80.808 - 74.507 = 6.301 \text{ kN}$$

$$M = \sum M_V - \sum M_q = 88.888 - 79.009 = 9.879 \text{ kN}$$

○鉄筋応力の計算

$$A_s = \text{使用鉄筋公称断面積} \times b / \text{鉄筋間隔} = 126.7 \times 1000 / 250 = 507 \text{ mm}^2$$

$$d = \text{底版厚} - \text{かぶり厚} = 250 - 90 = 160 \text{ mm}$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{507}{1000 \times 160} = 0.0032$$

$$k = \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn \quad n = \frac{ES}{EC} = 15$$

$$= \sqrt{2 \times 0.0032 \times 15 + (0.0032 \times 15)^2} - 0.0032 \times 15 = 0.264$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.000}{3} = 1.000$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} = \frac{9.879 \times 10^6}{507 \times 1.000 \times 160} = 121.8 < \sigma_{sa} \quad 196 \quad \text{OK}$$

○コンクリートの圧縮応力の検討

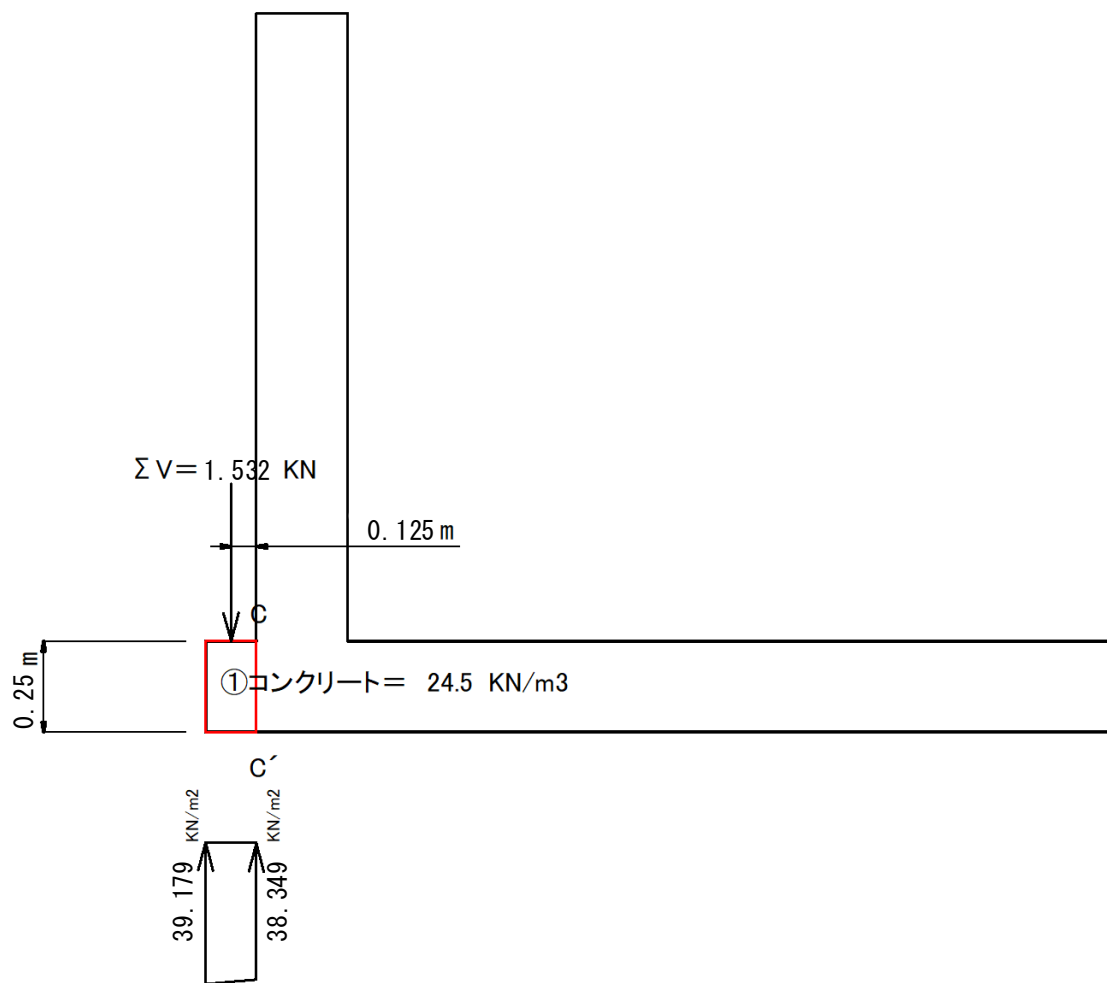
$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \times 9.879 \times 10^6}{0.264 \times 1.000 \times 1000 \times 160^2} = 2.90 < \sigma_{ca} \quad 8.0 \quad \text{OK}$$

○コンクリートのせん断応力の検討

$$\tau = \frac{S}{b \cdot j \cdot d} = \frac{6.301 \times 10^3}{1000 \times 1.000 \times 160} = 0.039 < \tau_a \quad 0.7 \quad \text{OK}$$

(3) 底版つま先の検討

1) C-C'断面の検討



| 重量 (kN)    |                                                 | アーム長 (m)               | モーメント (kN/m) |
|------------|-------------------------------------------------|------------------------|--------------|
| 自重         | ①底版重量<br>$0.25 \times 0.25 \times 24.5 = 1.532$ | $0.25 \div 2 = 0.125$  | 0.191        |
|            | 計 $\Sigma V = 1.532$                            | 計 $\Sigma M_v = 0.191$ |              |
| 反力         | 等分布 7.554                                       | $0.25 \div 2 = 0.13$   | 0.944        |
|            | 不等分布 0.104                                      | $0.25 \div 3 = 0.08$   | 0.008        |
|            | 計 $\Sigma Q = 7.657$                            | 計 $\Sigma M_q = 0.952$ |              |
| $\Sigma M$ | 合計                                              |                        | -0.761       |

39.179 kN( $q_{\max}$ )

30.215 kN ( $q_{\min}$ )

$$\text{支点最大反力} = (39.179 - 30.215) \times 2.45 / 2.70 + 30.215 = 38.349 \text{ kN}$$

$$\text{等分布荷重} = 30.215 \times 0.250 = 7.554 \text{ kN}$$

$$\text{不等分布荷重} = (39.179 - 38.349) \times 0.25 \times 0.5 = 0.104 \text{ kN}$$

$$S = \sum V - \sum Q = 1.532 - 7.657 = -6.125 \text{ kN}$$

$$M = \sum M_V - \sum M_q = 0.191 - 0.952 = -0.76 \text{ kN}$$

※ セン断力および曲げモーメントに負号があり、引張鉄筋はつま先下端筋を示す。

○鉄筋応力の計算

$$A_s = \text{使用鉄筋公称断面積} \times b / \text{鉄筋間隔} = 126.7 \times 1000 / 250 = 507 \text{ mm}^2$$

$$d = \text{底版厚} - \text{かぶり厚} = 250 - 90 = 160 \text{ mm}$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{507}{1000 \times 160} = 0.0032$$

$$k = \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn \quad n = \frac{ES}{EC} = 15$$

$$= \sqrt{2 \times 0.0032 \times 15 + (0.0032 \times 15)^2} - 0.0032 \times 15 = 0.264$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.264}{3} = 0.912$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} = \frac{0.76 \times 10^6}{507 \times 0.912 \times 160} = 10.29 < \sigma_{sa} \quad 196 \quad \text{OK}$$

○コンクリートの圧縮応力の検討

$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \times 0.761 \times 10^6}{0.264 \times 0.912 \times 1000 \times 160^2} = 0.25 < \sigma_{ca} \quad 8.0 \quad \text{OK}$$

○コンクリートのせん断応力の検討

$$\tau = \frac{S}{b \cdot j \cdot d} = \frac{6.125 \times 10^3}{1000 \times 0.912 \times 160} = 0.042 < \tau_a \quad 0.7 \quad \text{OK}$$

## 1. 設計条件

### (1) 擁壁の形式および高さ

形式： 逆 T 型擁壁  
全高さ： H=2.40m

### (2) 表面載荷重

上載荷重：  $q=5.0 \text{ kN/m}^2$

### (3) 背面土

土の種類： シルト、粘土、またはそれらを多く含む土（政令別表第二に準拠）  
単位体積重量：  $\gamma = 16.0 \text{ kN/m}^3$  土の種類に準ずる  
内部摩擦角：  $\phi = 0^\circ$   
粘着力：  $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
壁面摩擦角（安定性）：  $\delta = 0^\circ$   
壁面摩擦角（部材応力）：  $\delta = 2\phi / 3 = 13.3^\circ$  として設定  
壁背面と鉛直面とのなす角：  $\alpha = 0^\circ$   
地表面と水平面とのなす角：  $\beta = 0^\circ$

### (4) 土圧

土圧係数：  $K_A = 0.5$  土の種類に準ずる

### (5) 支持地盤

土の種類： 関東ローム  
内部摩擦角：  $\phi = 0^\circ$   
粘着力：  $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
許容地耐力：  $65.0 \text{ kN/m}^2$   
底面の摩擦係数：  $\mu = 0.3 \text{ kN/m}^3$  土の種類に準ずる

### (6) 材料の許容応力度(常時)

コンクリートの設計基準強度：  $\sigma_{28} = 24.0 \text{ N/mm}^2$   
コンクリートの圧縮応力度：  $\sigma_{ca} = 8.0 \text{ N/mm}^2$   
コンクリートのせん断応力度：  $\tau_a = 0.7 \text{ N/mm}^2$   
鉄筋(SD295)の引張応力度：  $\sigma_{sa} = 196 \text{ N/mm}^2$

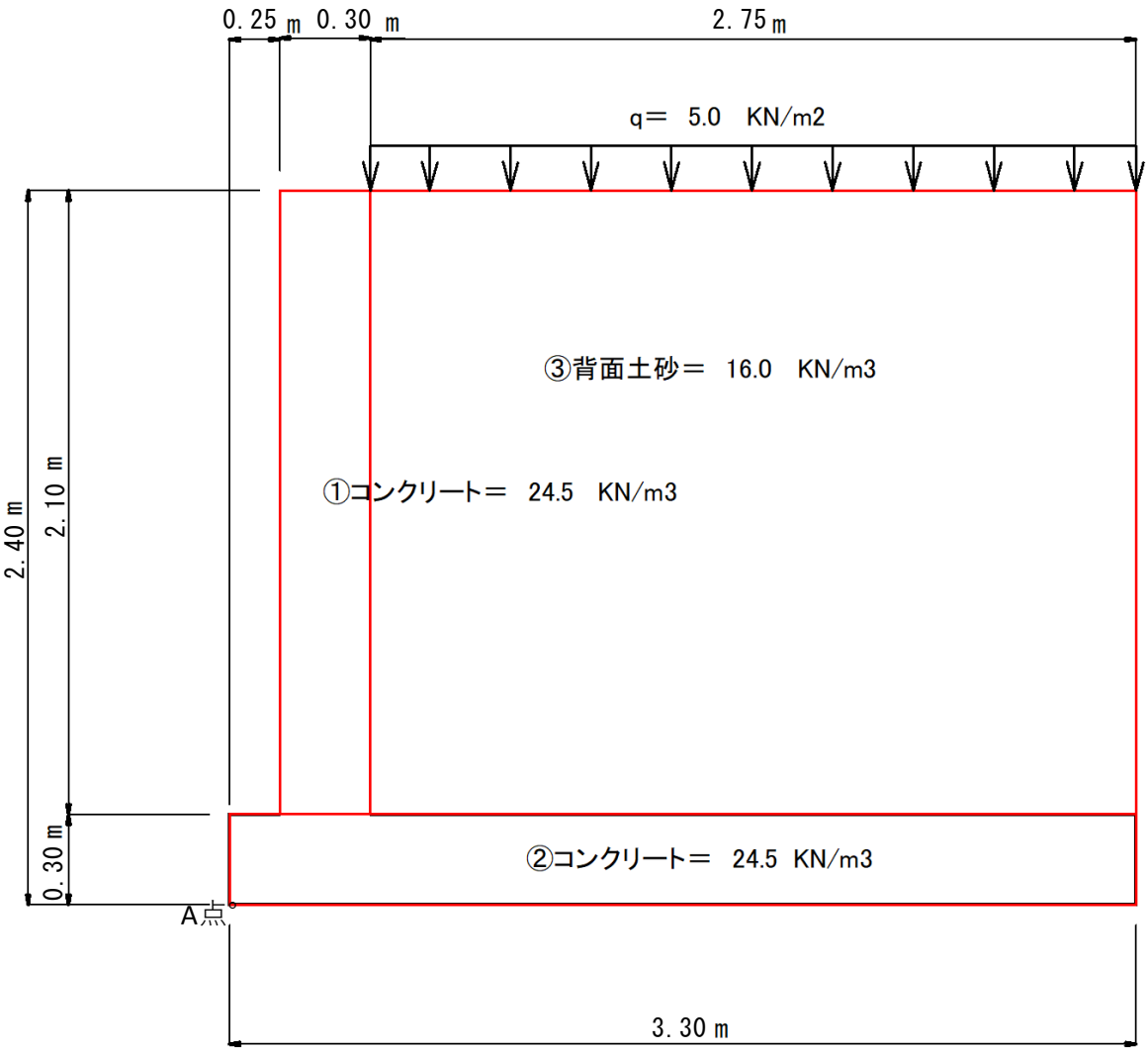
### (7) 単位重量

鉄筋コンクリート：  $\gamma_c = 24.5 \text{ kN/m}^3$

### (8) 擁壁形状

|      |          |                             |                              |
|------|----------|-----------------------------|------------------------------|
| 全高   | : 2.40 m |                             |                              |
| 堅壁高  | : 2.10 m | 断面係数                        | 断面二次モーメント                    |
| 堅壁厚  | : 0.30 m | 堅壁 $z = 15000 \text{ cm}^3$ | 堅壁 $I = 225000 \text{ cm}^4$ |
| 底版厚  | : 0.30 m | 底版 $z = 15000 \text{ cm}^3$ | 底版 $I = 225000 \text{ cm}^4$ |
| 底版幅  | : 3.30 m |                             |                              |
| かかと幅 | : 2.75 m |                             |                              |
| つま先幅 | : 0.25 m |                             |                              |

2. 擁壁断面の形状および寸法



3. 荷重およびモーメント（以下単位幅（1m）当たりで計算を行う）

（1）土圧

○主働土圧係数（ $K_A=0.5$ ）とする。

○主働土圧（ $P_A$ ）

$P_A = \text{表面載荷重による土圧} (P_{A1}) + \text{背面土による土圧} (P_{A2})$

$$P_{A1} = K_A \cdot q \cdot H = 0.5 \times 5.0 \times 2.40 = 6.000 \text{ kN}$$

$$P_{A2} = \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot H^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 16.0 \times 2.40^2 = 23.040 \text{ kN}$$

$$P_A = 23.040 + 6.000 = 29.040 \text{ kN}$$

○表面載荷重および背面土による土圧の水平分力

$$P_{A1H} = P_{A1} \cdot \cos(\alpha + \delta) = 6.000 \times \cos(0 + 0) = 6.000$$

$$P_{A2H} = P_{A2} \cdot \cos(\alpha + \delta) = 23.040 \times \cos(0 + 0) = 23.040$$

| 重量 (kN)            |                                                    | アーム長 (m)                     | モーメント (kN/m) |
|--------------------|----------------------------------------------------|------------------------------|--------------|
| 鉛直力<br>安定<br>モーメント | ① 堅壁重量<br>$0.30 \times 2.10 \times 24.5 = 15.45$   | $0.30 \div 2 + 0.25 = 0.400$ | 6.18         |
|                    | ② 底版重量<br>$3.30 \times 0.30 \times 24.5 = 24.278$  | $3.30 \div 2 = 1.650$        | 40.058       |
|                    | ③ 背面土重量<br>$2.75 \times 2.10 \times 16.0 = 92.400$ | $2.75 \div 2 + 0.55 = 1.925$ | 177.87       |
|                    | q 上載荷重<br>$2.75 \times 5.0 = 13.750$               | $2.75 \div 2 + 0.55 = 1.925$ | 26.468       |
|                    | 計 $\Sigma V = 145.878$                             | 計 $\Sigma M_r = 250.576$     |              |
| 水平力<br>転倒<br>モーメント | $P_{A1H} = 6.000$                                  | $2.40 \div 2 = 1.200$        | 7.2          |
|                    | $P_{A2H} = 23.040$                                 | $2.40 \div 3 = 0.800$        | 18.432       |
|                    | 計 $\Sigma P_{AH} = 29.04$                          | 計 $\Sigma M_o = 25.632$      |              |
| $\Sigma M$         | 合計                                                 |                              | 224.944      |

#### 4. 安定に対する検討

##### (1) 転倒に対する検討

A点より合力作用位置までの距離 (d)

$$d = \frac{\sum M_r - \sum M_o}{\sum V} = \frac{\sum M}{\sum V} = \frac{224.94}{145.88} = 1.542 \text{ m}$$

偏心距離 (e)

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{3.30}{2} - 1.542 = 0.108 < \frac{B}{6} = 0.55 \quad \text{OK}$$

安全率 (F)

$$F = \frac{\sum M_r}{\sum M_o} = \frac{250.576}{25.632} = 9.78 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

##### (2) 滑動に対する検討

滑動に対する抵抗力 =  $R_v \times \mu + C_B \times B$

$$= 145.9 \times 0.300 + 0.0 \times 3.30 = 43.7634$$

$$\text{滑動力} = \sum P_{AH} = 29.04$$

安全率 ( $F_s$ )

$$F_s = \frac{\text{活動に対する抵抗力}}{\text{活動力}} = \frac{43.7634}{29.040} = 1.51 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

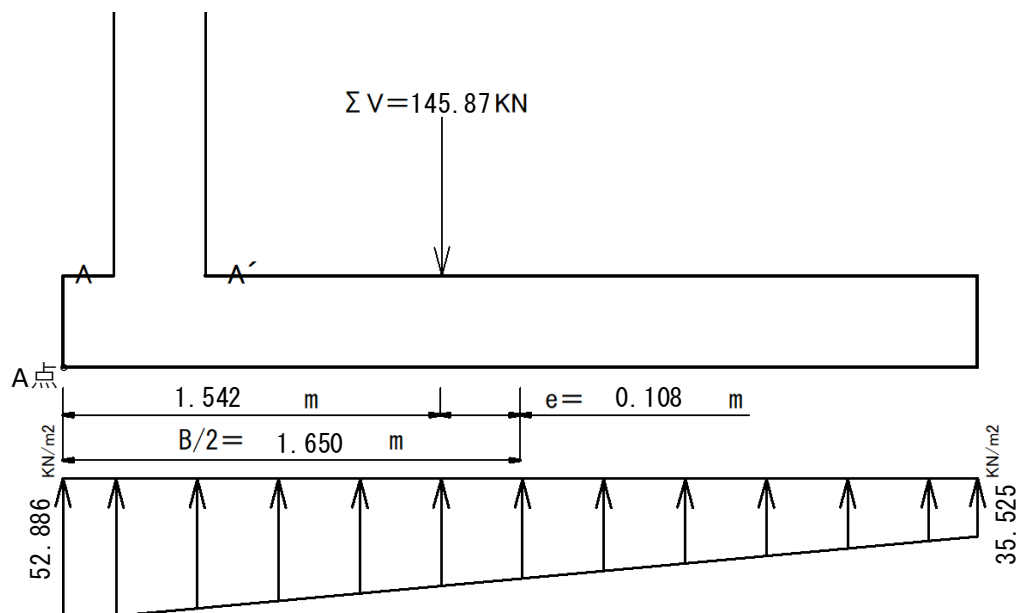
##### (3) 地盤反力に対する検討

地盤反力 ( $\sigma$ )

$$q = \frac{\sum V}{B} \left[ 1 \pm \frac{6e}{B} \right] = \frac{145.88}{3.30} \left[ 1 \pm \frac{0.648}{3.30} \right]$$

$$= 52.886 (q_{max}) < 65 \text{ kN/m}^2 \quad \text{OK}$$

$$= 35.525 (q_{min})$$



## 5. 部材応力度の検討

### (1) 堅壁の検討

#### 1) A-A'断面の検討

○土圧

$$\begin{aligned}P_{H1} &= \left( K_A \cdot q \cdot H + \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot H^2 \right) \times \cos(0.0 + 13.3) \\&= \left( 0.5 \times 5.0 \times 2.10 + \frac{1}{2} \times 0.5 \times 16 \times 2.10^2 \right) \times 0.973 \\&= (5.25 + 17.64) \times 0.973 = 22.28 \text{ kN}\end{aligned}$$

○曲げモーメント

$$\begin{aligned}M_1 &= K_A \cdot q \cdot H \cdot \cos(0.0 + 13.3) \frac{H}{2} + \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot \cos(0.0 + 13.3) \cdot \frac{H}{3} \\&= 5.25 \times 0.973 \times \frac{2.10}{2} + 5.513 \times 0.973 \times \frac{2.10}{3} \\&= 9.120 \text{ kN} \cdot \text{m}\end{aligned}$$

○鉄筋応力の計算

$$A_s = \text{使用鉄筋公称断面積} \times b / \text{鉄筋間隔} = 198.6 \times 1000 / 250 = 794 \text{ mm}^2$$

$$d = \text{壁厚} - \text{かぶり厚} = 300 - 80 = 220$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{794}{1000 \times 220} = 0.0036$$

$$\begin{aligned}k &= \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn \quad n = \frac{ES}{EC} = 15 \\&= \sqrt{2 \times 0.0036 \times 15 + (0.0036 \times 15)^2} - 0.0036 \times 15 = 0.279\end{aligned}$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.279}{3} = 0.907$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} = \frac{9.120 \times 10^6}{794 \times 0.907 \times 220} = 57.54 < \sigma_{sa} \quad 196 \quad \text{OK}$$

○コンクリートの圧縮応力の検討

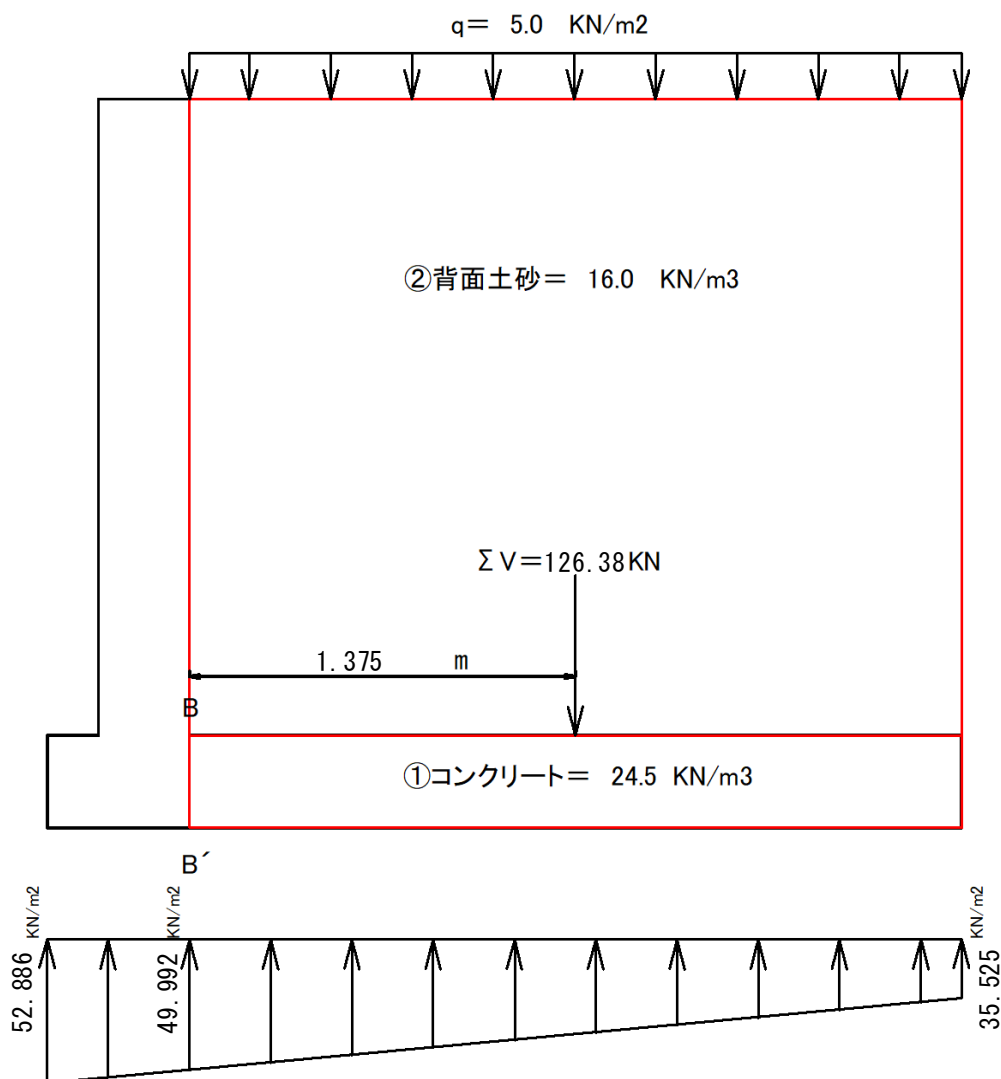
$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \times 9.120 \times 10^6}{0.279 \times 0.907 \times 1000 \times 220^2} = 1.49 < \sigma_{ca} \quad 8.0 \quad \text{OK}$$

○コンクリートのせん断応力の検討

$$\tau = \frac{S}{b \cdot j \cdot d} = \frac{22.276 \times 10^3}{1000 \times 0.907 \times 220} = 0.112 < \tau_a \quad 0.7 \quad \text{OK}$$

(2) 底版かかとの検討

1) B-B'断面の検討



| 重量 (kN) |                                                   | アーム長 (m)              | モーメント (kN/m) |
|---------|---------------------------------------------------|-----------------------|--------------|
| 自重      | ①底版重量<br>$0.30 \times 2.75 \times 24.5 = 20.232$  | $2.75 \div 2 = 1.375$ | 27.819       |
|         | ②背面土重量<br>$2.10 \times 2.75 \times 16.0 = 92.400$ | $2.75 \div 2 = 1.375$ | 127.050      |
|         | q 上載荷重<br>$5.00 \times 2.75 = 13.750$             | $2.75 \div 2 = 1.375$ | 18.906       |
|         | 計 ΣV = 126.382                                    | 計 ΣMv = 173.775       |              |
| 反力      | 等分布 97.694                                        | $2.75 \div 2 = 1.375$ | 134.329      |
|         | 不等分布 19.892                                       | $2.75 \div 3 = 0.916$ | 18.221       |
|         | 計 ΣQ = 117.587                                    | 計 ΣMq = 152.550       |              |
| ΣM      | 合計                                                |                       | 21.225       |

52.886 kN( $q_{\max}$ )

35.525 kN( $q_{\min}$ )

$$\text{支点最大反力} = (52.886 - 35.525) \times 2.75 / 3.30 + 35.525 = 49.992 \text{ kN}$$

$$\text{等分布荷重} = 35.525 \times 2.750 = 97.694 \text{ kN}$$

$$\text{不等分布荷重} = (49.992 - 35.525) \times 2.75 \times 0.5 = 19.892 \text{ kN}$$

$$S = \sum V - \sum Q = 126.382 - 117.587 = 8.795 \text{ kN}$$

$$M = \sum M_V - \sum M_q = 173.775 - 152.550 = 21.225 \text{ kN}$$

○鉄筋応力の計算

$$A_s = \text{使用鉄筋公称断面積} \times b / \text{鉄筋間隔} = 198.6 \times 1000 / 250 = 794 \text{ mm}^2$$

$$d = \text{底版厚} - \text{かぶり厚} = 300 - 90 = 210 \text{ mm}$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{794}{1000 \times 210} = 0.0038$$

$$k = \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn \quad n = \frac{ES}{EC} = 15$$

$$= \sqrt{2 \times 0.0038 \times 15 + (0.0038 \times 15)^2} - 0.0038 \times 15 = 0.285$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.000}{3} = 1.000$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} = \frac{21.225 \times 10^6}{794 \times 1.000 \times 210} = 127.2 < \sigma_{sa} \quad 196 \quad \text{OK}$$

○コンクリートの圧縮応力の検討

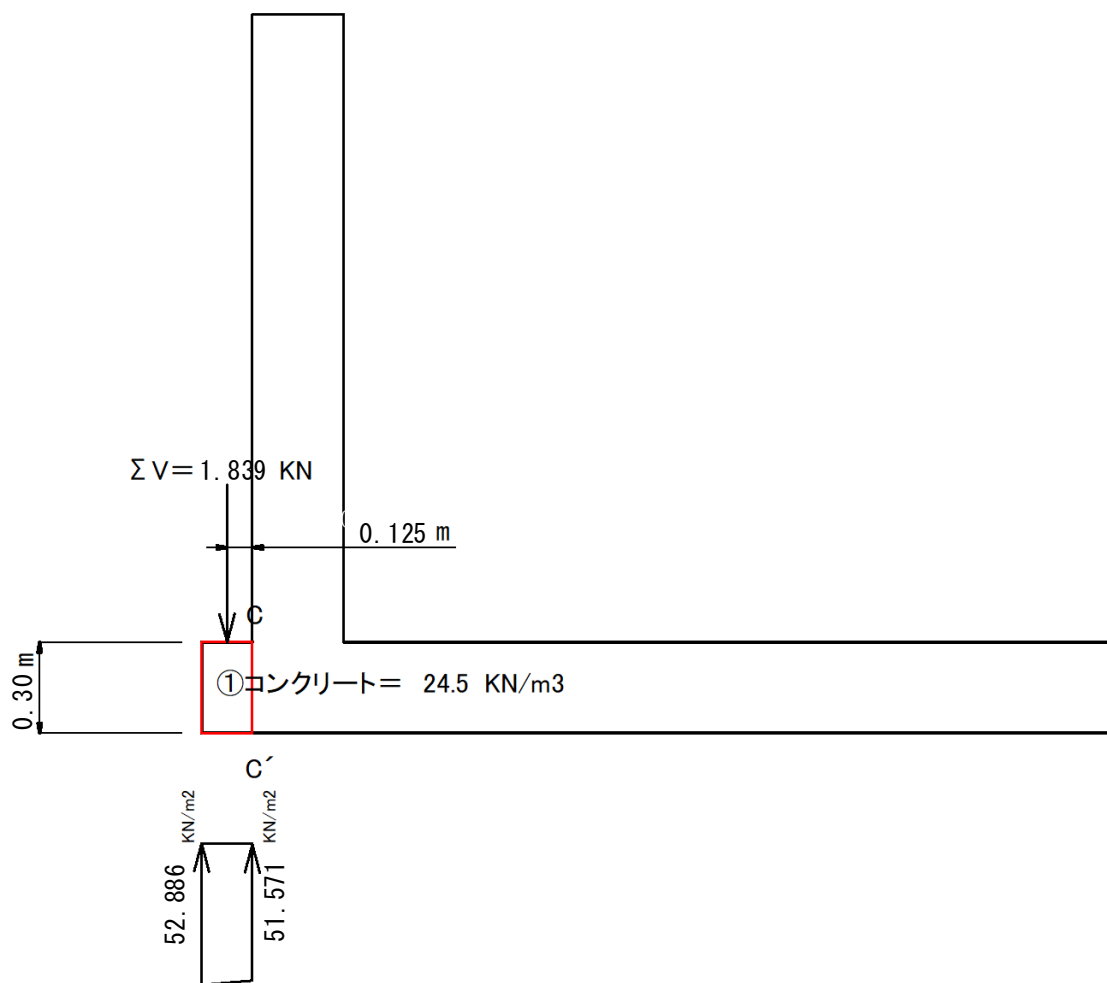
$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \times 21.225 \times 10^6}{0.285 \times 1.000 \times 1000 \times 210^2} = 3.40 < \sigma_{ca} \quad 8.0 \quad \text{OK}$$

○コンクリートのせん断応力の検討

$$\tau = \frac{S}{b \cdot j \cdot d} = \frac{8.795 \times 10^3}{1000 \times 1.000 \times 210} = 0.042 < \tau_a \quad 0.7 \quad \text{OK}$$

(3) 底版つま先の検討

1) C-C'断面の検討



| 重量 (kN)    |                                                 | アーム長 (m)              | モーメント (kN/m)         |
|------------|-------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|
| 自重         | ①底版重量<br>$0.30 \times 0.25 \times 24.5 = 1.839$ | $0.25 \div 2 = 0.125$ | 0.229                |
|            | 計 $\Sigma V = 1.839$                            | 計                     | $\Sigma M_v = 0.229$ |
| 反力         | 等分布 8.881                                       | $0.25 \div 2 = 0.13$  | 1.110                |
|            | 不等分布 0.164                                      | $0.25 \div 3 = 0.08$  | 0.013                |
|            | 計 $\Sigma Q = 9.046$                            | 計                     | $\Sigma M_q = 1.123$ |
| $\Sigma M$ | 合計                                              |                       | -0.894               |

52.886 kN ( $q_{\max}$ )

35.525 kN ( $q_{\min}$ )

$$\text{支点最大反力} = (52.886 - 35.525) \times 3.05 / 3.30 + 35.525 = 51.571 \text{ kN}$$

$$\text{等分布荷重} = 35.525 \times 0.250 = 8.881 \text{ kN}$$

$$\text{不等分布荷重} = (52.886 - 51.571) \times 0.25 \times 0.5 = 0.164 \text{ kN}$$

$$S = \sum V - \sum Q = 1.839 - 9.046 = -7.207 \text{ kN}$$

$$M = \sum M_V - \sum M_q = 0.229 - 1.123 = -0.89 \text{ kN}$$

※ セン断力および曲げモーメントに負号があり、引張鉄筋はつま先下端筋を示す。

○鉄筋応力の計算

$$A_s = \text{使用鉄筋公称断面積} \times b / \text{鉄筋間隔} = 126.7 \times 1000 / 250 = 507 \text{ mm}^2$$

$$d = \text{底版厚} - \text{かぶり厚} = 300 - 90 = 210 \text{ mm}$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{507}{1000 \times 210} = 0.0024$$

$$k = \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn \quad n = \frac{ES}{EC} = 15$$

$$= \sqrt{2 \times 0.0024 \times 15 + (0.0024 \times 15)^2} - 0.0024 \times 15 = 0.235$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.235}{3} = 0.922$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} = \frac{0.89 \times 10^6}{507 \times 0.922 \times 210} = 9.115 < \sigma_{sa} \quad 196 \quad \text{OK}$$

○コンクリートの圧縮応力の検討

$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \times 0.894 \times 10^6}{0.235 \times 0.922 \times 1000 \times 210^2} = 0.19 < \sigma_{ca} \quad 8.0 \quad \text{OK}$$

○コンクリートのせん断応力の検討

$$\tau = \frac{S}{b \cdot j \cdot d} = \frac{7.207 \times 10^3}{1000 \times 0.922 \times 210} = 0.037 < \tau_a \quad 0.7 \quad \text{OK}$$

## 1. 設計条件

### (1) 擁壁の形式および高さ

形式 : 逆 T 型擁壁  
全高さ : H=2.95m

### (2) 表面載荷重

上載荷重 :  $q=5.0 \text{ kN/m}^2$

### (3) 背面土

土の種類 : シルト、粘土、またはそれらを多く含む土 (政令別表第二に準拠)  
単位体積重量 :  $\gamma = 16.0 \text{ kN/m}^3$  土の種類に準ずる  
内部摩擦角 :  $\phi = 0^\circ$   
粘着力 :  $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
壁面摩擦角 (安定性) :  $\delta = 0^\circ$   
壁面摩擦角 (部材応力) :  $\delta = 2\phi/3 = 13.3^\circ$  として設定  
壁背面と鉛直面とのなす角 :  $\alpha = 0^\circ$   
地表面と水平面とのなす角 :  $\beta = 0^\circ$

### (4) 土圧

土圧係数 :  $K_A = 0.5$  土の種類に準ずる

### (5) 支持地盤

土の種類 : 関東ローム  
内部摩擦角 :  $\phi = 0^\circ$   
粘着力 :  $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
許容地耐力 :  $85.0 \text{ kN/m}^2$   
底面の摩擦係数 :  $\mu = 0.3 \text{ kN/m}^3$  土の種類に準ずる

### (6) 材料の許容応力度 (常時)

コンクリートの設計基準強度 :  $\sigma_{28} = 24.0 \text{ N/mm}^2$   
コンクリートの圧縮応力度 :  $\sigma_{ca} = 8.0 \text{ N/mm}^2$   
コンクリートのせん断応力度 :  $\tau_a = 0.7 \text{ N/mm}^2$   
鉄筋 (SD295) の引張応力度 :  $\sigma_{sa} = 196 \text{ N/mm}^2$

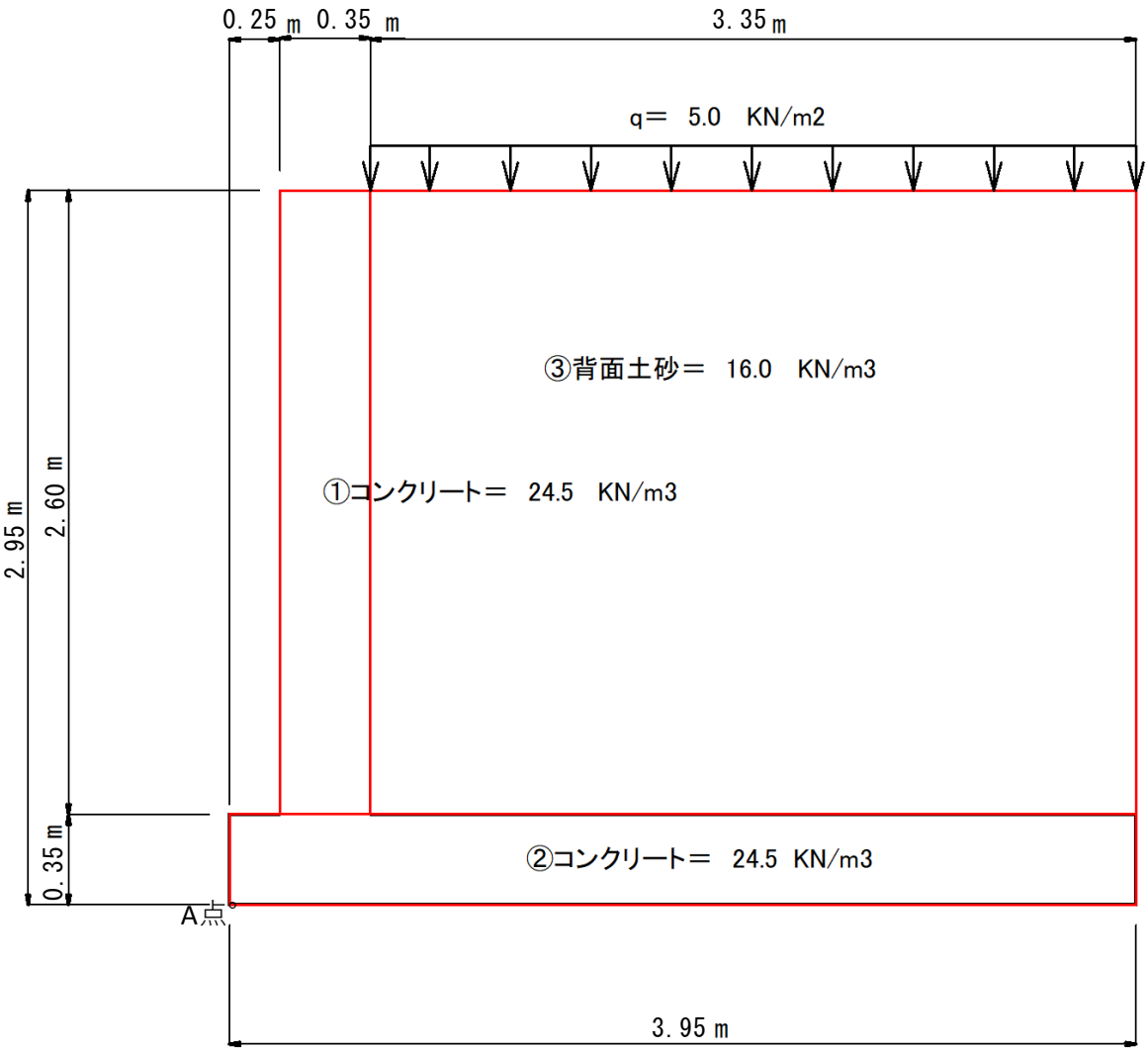
### (7) 単位重量

鉄筋コンクリート :  $\gamma_c = 24.5 \text{ kN/m}^3$

### (8) 擁壁形状

|      |          |                             |                              |
|------|----------|-----------------------------|------------------------------|
| 全高   | : 2.95 m |                             |                              |
| 堅壁高  | : 2.60 m | 断面係数                        | 断面二次モーメント                    |
| 堅壁厚  | : 0.35 m | 堅壁 $z = 20417 \text{ cm}^3$ | 堅壁 $I = 357292 \text{ cm}^4$ |
| 底版厚  | : 0.35 m | 底版 $z = 20417 \text{ cm}^3$ | 底版 $I = 357292 \text{ cm}^4$ |
| 底版幅  | : 3.95 m |                             |                              |
| かかと幅 | : 3.35 m |                             |                              |
| つま先幅 | : 0.25 m |                             |                              |

2. 擁壁断面の形状および寸法



3. 荷重およびモーメント（以下単位幅（1m）当たりで計算を行う）

（1）土圧

○主働土圧係数（ $K_A=0.5$ ）とする。

○主働土圧（ $P_A$ ）

$P_A = \text{表面載荷重による土圧} (P_{A1}) + \text{背面土による土圧} (P_{A2})$

$$P_{A1} = K_A \cdot q \cdot H = 0.5 \times 5.0 \times 2.95 = 7.375 \text{ kN}$$

$$P_{A2} = \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot H^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 16.0 \times 2.95^2 = 34.810 \text{ kN}$$

$$P_A = 34.810 + 7.375 = 42.185 \text{ kN}$$

○表面載荷重および背面土による土圧の水平分力

$$P_{A1H} = P_{A1} \cdot \cos(\alpha + \delta) = 7.375 \times \cos(0 + 0) = 7.375$$

$$P_{A2H} = P_{A2} \cdot \cos(\alpha + \delta) = 34.810 \times \cos(0 + 0) = 34.810$$

| 重量 (kN)            |                                                     | アーム長 (m)                     | モーメント<br>(kN/m) |
|--------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------|-----------------|
| 鉛直力<br>安定<br>モーメント | ① 壁重量<br>$0.35 \times 2.60 \times 24.5 = 22.316$    | $0.35 \div 2 + 0.25 = 0.425$ | 9.484           |
|                    | ② 底版重量<br>$3.95 \times 0.35 \times 24.5 = 33.904$   | $3.95 \div 2 = 1.975$        | 66.96           |
|                    | ③ 背面土重量<br>$3.35 \times 2.60 \times 16.0 = 139.360$ | $3.35 \div 2 + 0.60 = 2.275$ | 317.044         |
|                    | q 上載荷重<br>$3.35 \times 5.0 = 16.750$                | $3.35 \div 2 + 0.60 = 2.275$ | 38.106          |
|                    | 計 $\Sigma V = 212.33$                               | 計 $\Sigma M_r = 431.594$     |                 |
| 水平力<br>転倒<br>モーメント | $P_{A1H} = 7.375$                                   | $2.95 \div 2 = 1.475$        | 10.878          |
|                    | $P_{A2H} = 34.810$                                  | $2.95 \div 3 = 0.983$        | 34.218          |
|                    | 計 $\Sigma P_{AH} = 42.185$                          | 計 $\Sigma M_o = 45.096$      |                 |
| $\Sigma M$         | 合計                                                  |                              | 386.498         |

#### 4. 安定に対する検討

##### (1) 転倒に対する検討

A点より合力作用位置までの距離 (d)

$$d = \frac{\sum M_r - \sum M_o}{\sum V} = \frac{\sum M}{\sum V} = \frac{386.50}{212.33} = 1.820 \text{ m}$$

偏心距離 (e)

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{3.95}{2} - 1.820 = 0.155 < \frac{B}{6} = 0.658 \quad \text{OK}$$

安全率 (F)

$$F = \frac{\sum M_r}{\sum M_o} = \frac{431.594}{45.096} = 9.57 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

##### (2) 滑動に対する検討

滑動に対する抵抗力 =  $R_v \times \mu + C_B \times B$

$$= 212.3 \times 0.300 + 0.0 \times 3.95 = 63.699$$

$$\text{滑動力} = \sum P_{AH} = 42.185$$

安全率 (Fs)

$$F_s = \frac{\text{活動に対する抵抗力}}{\text{活動力}} = \frac{63.699}{42.185} = 1.51 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

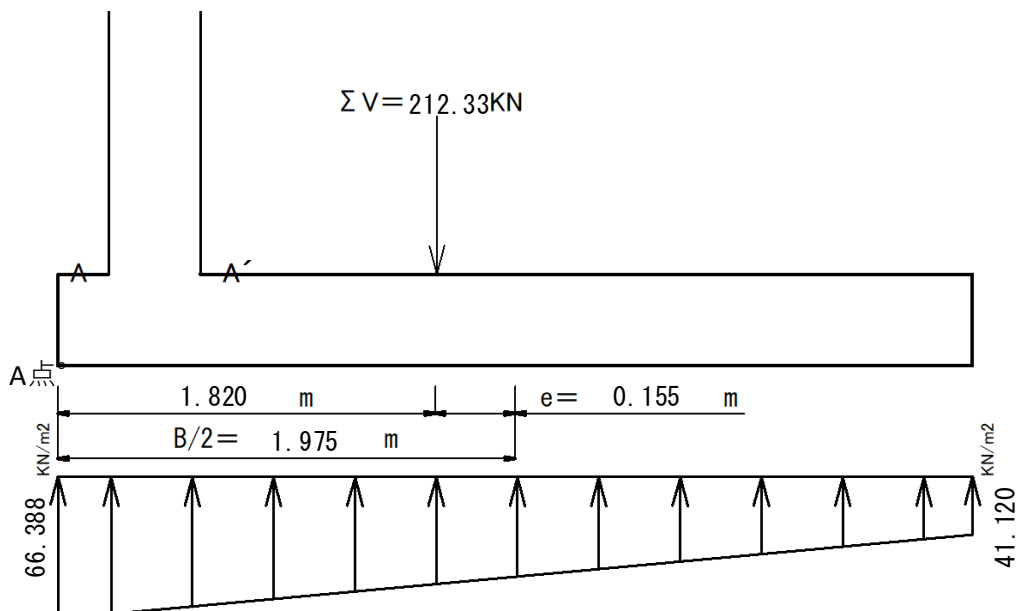
##### (3) 地盤反力に対する検討

地盤反力 ( $\sigma$ )

$$q = \frac{\sum V}{B} \left[ 1 \pm \frac{6e}{B} \right] = \frac{212.33}{3.95} \left[ 1 \pm \frac{0.928}{3.95} \right]$$

$$= 66.388 (q_{q_{max}}) < 85 \text{ kN/m}^2 \quad \text{OK}$$

$$= 41.120 (q_{min})$$



## 5. 部材応力度の検討

### (1) 堅壁の検討

#### 1) A-A'断面の検討

○土圧

$$\begin{aligned}
 P_{H1} &= \left( K_A \cdot q \cdot H + \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot H^2 \right) \times \cos(0.0 + 13.3) \\
 &= (0.5 \times 5.0 \times 2.60 + \frac{1}{2} \times 0.5 \times 16 \times 2.60^2) \times 0.973 \\
 &= (6.50 + 27.04) \times 0.973 = 32.64 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

○曲げモーメント

$$\begin{aligned}
 M_1 &= K_A \cdot q \cdot H \cdot \cos(0.0 + 13.3) \frac{H}{2} + \frac{1}{2} K_A \cdot q \cdot H^2 \cdot \cos(0.0 + 13.3) \cdot \frac{H}{3} \\
 &= 6.50 \times 0.973 \times \frac{2.60}{2} + 8.450 \times 0.973 \times \frac{2.60}{3} \\
 &= 15.350 \text{ kN} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

○鉄筋応力の計算

$$A_s = \text{使用鉄筋公称断面積} \times b / \text{鉄筋間隔} = 198.6 \times 1000 / 250 = 794 \text{ mm}^2$$

$$d = \text{壁厚} - \text{かぶり厚} = 350 - 80 = 270$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{794}{1000 \times 270} = 0.0029$$

$$\begin{aligned}
 k &= \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn \quad n = \frac{ES}{EC} = 15 \\
 &= \sqrt{2 \times 0.0029 \times 15 + (0.0029 \times 15)^2} - 0.0029 \times 15 = 0.256
 \end{aligned}$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.256}{3} = 0.915$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} = \frac{15.350 \times 10^6}{794 \times 0.915 \times 270} = 78.25 < \sigma_{sa} \quad 196 \quad \text{OK}$$

○コンクリートの圧縮応力の検討

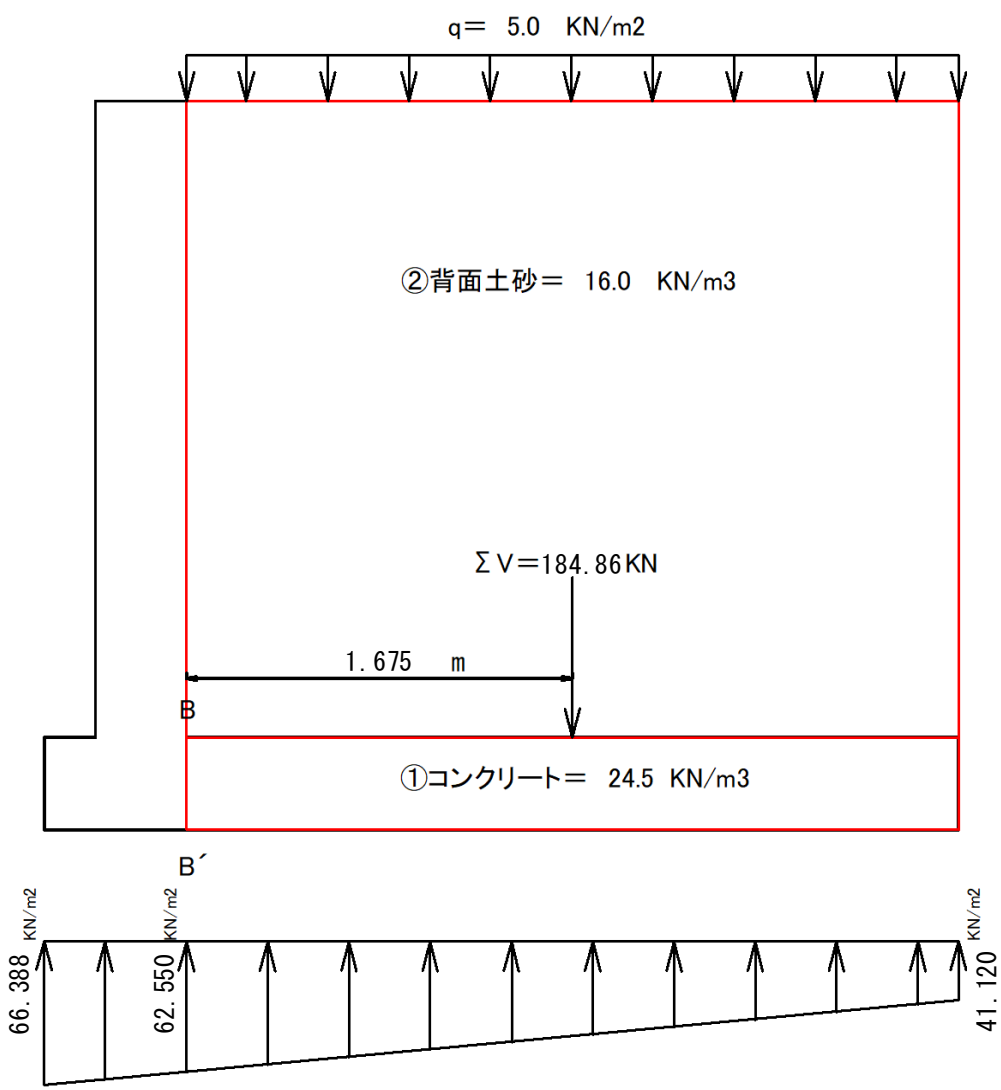
$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \times 15.350 \times 10^6}{0.256 \times 0.915 \times 1000 \times 270^2} = 1.80 < \sigma_{ca} \quad 8.0 \quad \text{OK}$$

○コンクリートのせん断応力の検討

$$\tau = \frac{S}{b \cdot j \cdot d} = \frac{32.640 \times 10^3}{1000 \times 0.915 \times 270} = 0.132 < \tau_a \quad 0.7 \quad \text{OK}$$

(2) 底版かかとの検討

1) B-B'断面の検討



| 重量 (kN)    |                                                    | アーム長 (m)                 | モーメント (kN/m) |
|------------|----------------------------------------------------|--------------------------|--------------|
| 自重         | ①底版重量<br>$0.35 \times 3.35 \times 24.5 = 28.754$   | $3.35 \div 2 = 1.675$    | 48.162       |
|            | ②背面土重量<br>$2.60 \times 3.35 \times 16.0 = 139.360$ | $3.35 \div 2 = 1.675$    | 233.428      |
|            | q 上載荷重<br>$5.00 \times 3.35 = 16.750$              | $3.35 \div 2 = 1.675$    | 28.056       |
|            | 計 $\Sigma V = 184.864$                             | 計 $\Sigma M_v = 309.646$ |              |
| 反力         | 等分布 137.753                                        | $3.35 \div 2 = 1.675$    | 230.736      |
|            | 不等分布 35.895                                        | $3.35 \div 3 = 1.116$    | 40.058       |
|            | 計 $\Sigma Q = 173.648$                             | 計 $\Sigma M_q = 270.794$ |              |
| $\Sigma M$ | 合計                                                 |                          | 38.852       |

66.388 kN( $q_{\max}$ )  
 41.120 kN( $q_{\min}$ )

$$\text{支点最大反力} = (66.388 - 41.120) \times 3.35 / 3.95 + 41.120 = 62.550 \text{ kN}$$

$$\text{等分布荷重} = 41.120 \times 3.350 = 137.753 \text{ kN}$$

$$\text{不等分布荷重} = (62.550 - 41.120) \times 3.35 \times 0.5 = 35.895 \text{ kN}$$

$$S = \sum V - \sum Q = 184.864 - 173.648 = 11.216 \text{ kN}$$

$$M = \sum M_V - \sum M_q = 309.646 - 270.794 = 38.852 \text{ kN}$$

○鉄筋応力の計算

$$A_s = \text{使用鉄筋公称断面積} \times b / \text{鉄筋間隔} = 198.6 \times 1000 / 250 = 794 \text{ mm}^2$$

$$d = \text{底版厚} - \text{かぶり厚} = 350 - 100 = 250 \text{ mm}$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{794}{1000 \times 250} = 0.0032$$

$$k = \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn \quad n = \frac{ES}{EC} = 15$$

$$= \sqrt{2 \times 0.0032 \times 15 + (0.0032 \times 15)^2} - 0.0032 \times 15 = 0.265$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.000}{3} = 1.000$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} = \frac{38.852 \times 10^6}{794 \times 1.000 \times 250} = 195.6 < \sigma_{sa} \quad 196 \quad \text{OK}$$

○コンクリートの圧縮応力の検討

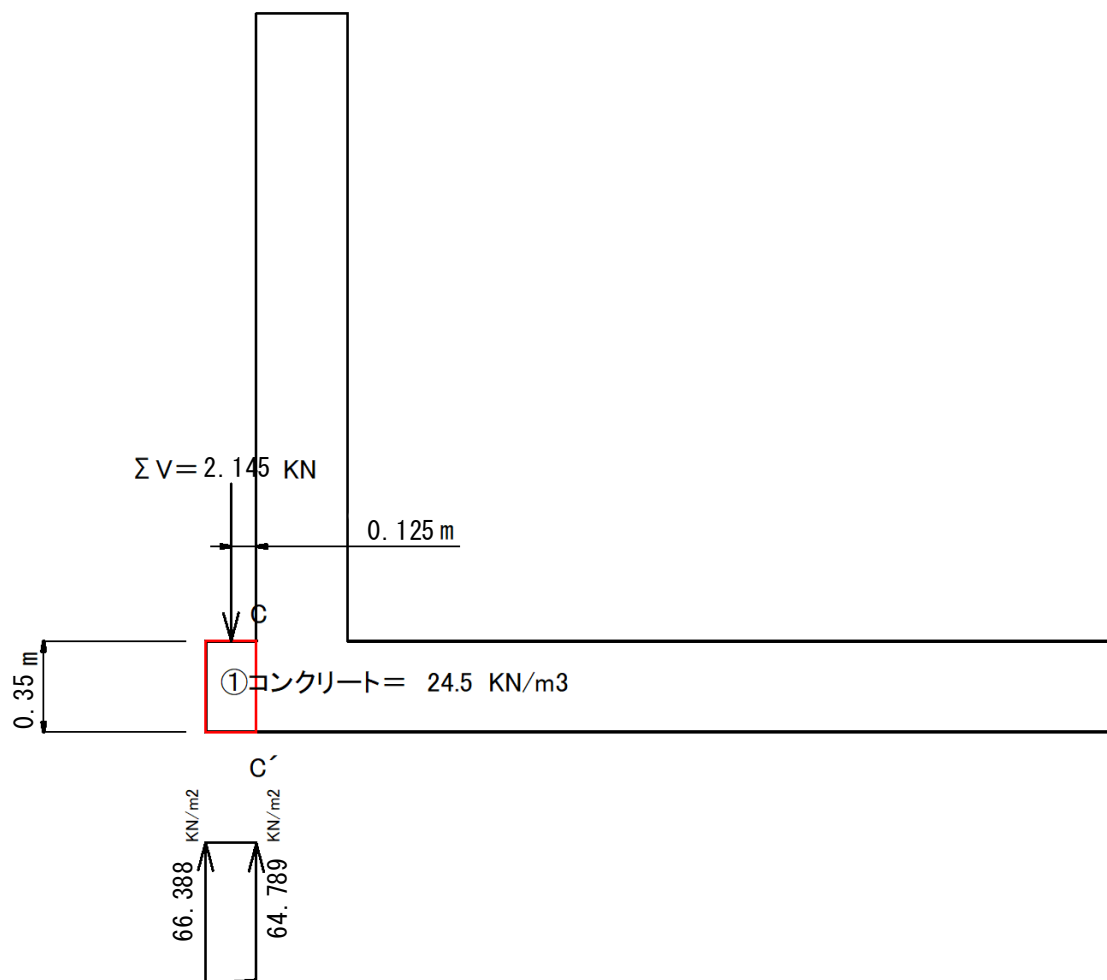
$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \times 38.852 \times 10^6}{0.265 \times 1.000 \times 1000 \times 250^2} = 4.70 < \sigma_{ca} \quad 8.0 \quad \text{OK}$$

○コンクリートのせん断応力の検討

$$\tau = \frac{S}{b \cdot j \cdot d} = \frac{11.216 \times 10^3}{1000 \times 1.000 \times 250} = 0.045 < \tau_a \quad 0.7 \quad \text{OK}$$

(3) 底版つま先の検討

1) C-C'断面の検討



| 重量 (kN)    |                                                 | アーム長 (m)              | モーメント (kN/m)         |
|------------|-------------------------------------------------|-----------------------|----------------------|
| 自重         | ①底版重量<br>$0.35 \times 0.25 \times 24.5 = 2.145$ | $0.25 \div 2 = 0.125$ | 0.268                |
|            | 計 $\Sigma V = 2.145$                            | 計                     | $\Sigma M_v = 0.268$ |
| 反力         | 等分布 10.280                                      | $0.25 \div 2 = 0.13$  | 1.285                |
|            | 不等分布 0.200                                      | $0.25 \div 3 = 0.08$  | 0.016                |
|            | 計 $\Sigma Q = 10.480$                           | 計                     | $\Sigma M_q = 1.301$ |
| $\Sigma M$ | 合計                                              |                       | -1.033               |

66.388 kN( $q_{\max}$ )

41.120 kN ( $q_{\min}$ )

$$\text{支点最大反力} = (66.388 - 41.120) \times 3.70 / 3.95 + 41.120 = 64.789 \text{ kN}$$

$$\text{等分布荷重} = 41.120 \times 0.250 = 10.280 \text{ kN}$$

$$\text{不等分布荷重} = (66.388 - 64.789) \times 0.25 \times 0.5 = 0.200 \text{ kN}$$

$$S = \sum V - \sum Q = 2.145 - 10.480 = -8.335 \text{ kN}$$

$$M = \sum M_V - \sum M_q = 0.268 - 1.301 = -1.03 \text{ kN}$$

※ セン断力および曲げモーメントに負号があり、引張鉄筋はつま先下端筋を示す。

○鉄筋応力の計算

$$A_s = \text{使用鉄筋公称断面積} \times b / \text{鉄筋間隔} = 126.7 \times 1000 / 250 = 507 \text{ mm}^2$$

$$d = \text{底版厚} - \text{かぶり厚} = 350 - 100 = 250 \text{ mm}$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{507}{1000 \times 250} = 0.0020$$

$$k = \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn \quad n = \frac{ES}{EC} = 15$$

$$= \sqrt{2 \times 0.0020 \times 15 + (0.0020 \times 15)^2} - 0.0020 \times 15 = 0.218$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.218}{3} = 0.927$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} = \frac{1.03 \times 10^6}{507 \times 0.927 \times 250} = 8.792 < \sigma_{sa} \quad 196 \quad \text{OK}$$

○コンクリートの圧縮応力の検討

$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \times 1.033 \times 10^6}{0.218 \times 0.927 \times 1000 \times 250^2} = 0.16 < \sigma_{ca} \quad 8.0 \quad \text{OK}$$

○コンクリートのせん断応力の検討

$$\tau = \frac{S}{b \cdot j \cdot d} = \frac{8.335 \times 10^3}{1000 \times 0.927 \times 250} = 0.036 < \tau_a \quad 0.7 \quad \text{OK}$$

## 1. 設計条件

### (1) 擁壁の形式および高さ

形式： 逆 T 型擁壁  
全高さ： H=3.55m

### (2) 表面載荷重

上載荷重：  $q=5.0 \text{ kN/m}^2$

### (3) 背面土

土の種類： シルト、粘土、またはそれらを多く含む土（政令別表第二に準拠）  
単位体積重量：  $\gamma = 16.0 \text{ kN/m}^3$  土の種類に準ずる  
内部摩擦角：  $\phi = 0^\circ$   
粘着力：  $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
壁面摩擦角（安定性）：  $\delta = 0^\circ$   
壁面摩擦角（部材応力）：  $\delta = 2\phi/3 = 13.3^\circ$  として設定  
壁背面と鉛直面とのなす角：  $\alpha = 0^\circ$   
地表面と水平面とのなす角：  $\beta = 0^\circ$

### (4) 土圧

土圧係数：  $K_A = 0.5$  土の種類に準ずる

### (5) 支持地盤

土の種類： 関東ローム  
内部摩擦角：  $\phi = 0^\circ$   
粘着力：  $c = 0.0 \text{ kN/m}^2$   
許容地耐力：  $100.0 \text{ kN/m}^2$   
底面の摩擦係数：  $\mu = 0.3$  土の種類に準ずる

### (6) 材料の許容応力度(常時)

コンクリートの設計基準強度：  $\sigma_{28} = 24.0 \text{ N/mm}^2$   
コンクリートの圧縮応力度：  $\sigma_{ca} = 8.0 \text{ N/mm}^2$   
コンクリートのせん断応力度：  $\tau_a = 0.7 \text{ N/mm}^2$   
鉄筋(SD295)の引張応力度：  $\sigma_{sa} = 196 \text{ N/mm}^2$

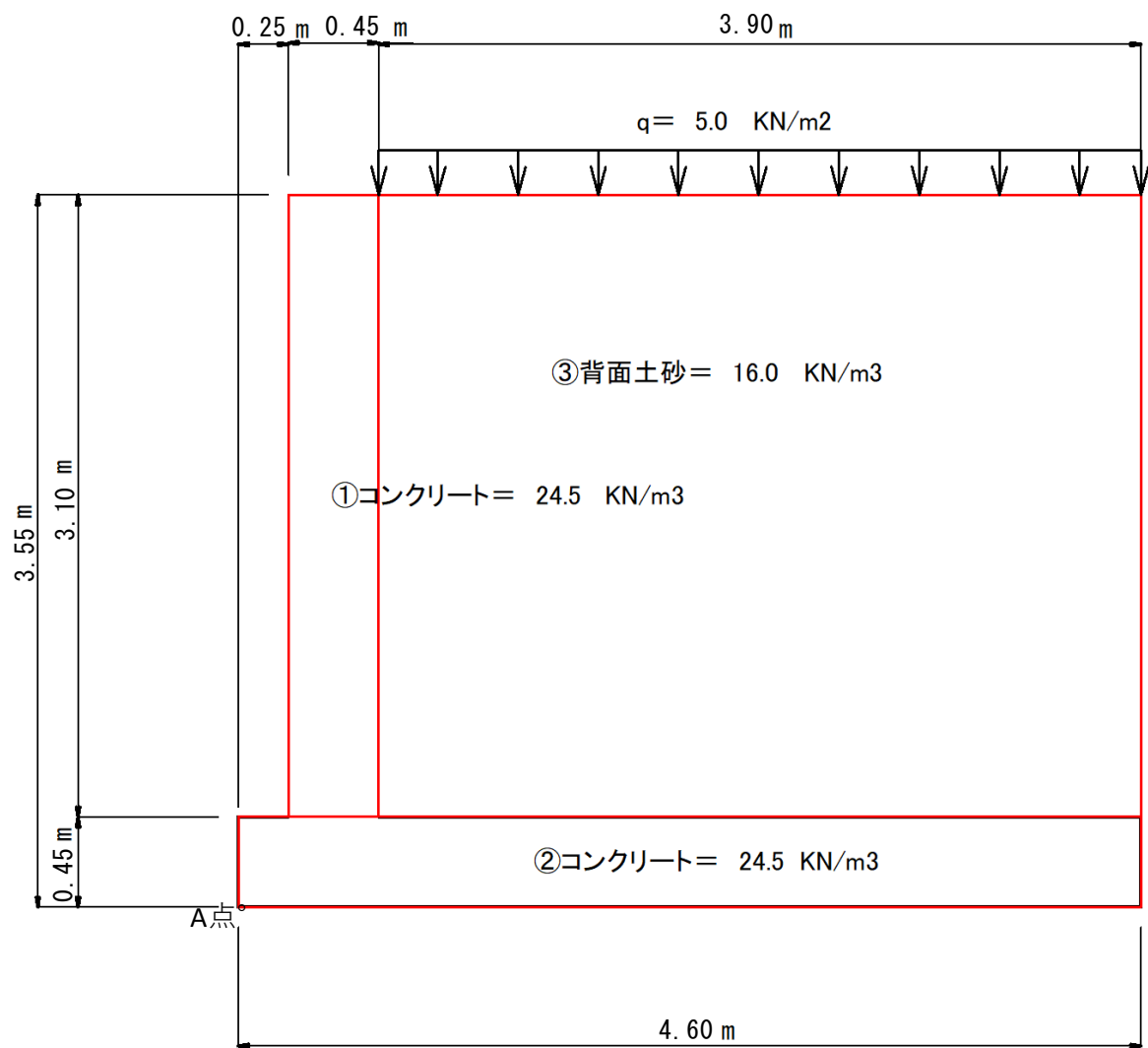
### (7) 単位重量

鉄筋コンクリート：  $\gamma_c = 24.5 \text{ kN/m}^3$

### (8) 擁壁形状

|      |          |                             |                              |
|------|----------|-----------------------------|------------------------------|
| 全高   | : 3.55 m |                             |                              |
| 堅壁高  | : 3.10 m | 断面係数                        | 断面二次モーメント                    |
| 堅壁厚  | : 0.45 m | 堅壁 $z = 33750 \text{ cm}^3$ | 堅壁 $I = 759375 \text{ cm}^4$ |
| 底版厚  | : 0.45 m | 底版 $z = 33750 \text{ cm}^3$ | 底版 $I = 759375 \text{ cm}^4$ |
| 底版幅  | : 4.60 m |                             |                              |
| かかと幅 | : 3.90 m |                             |                              |
| つま先幅 | : 0.25 m |                             |                              |

## 2. 擁壁断面の形状および寸法



3. 荷重およびモーメント（以下単位幅（1m）当たりで計算を行う）

（1）土圧

○主働土圧係数（ $K_A=0.5$ ）とする。

○主働土圧（ $P_A$ ）

$$P_A = \text{表面載荷重による土圧} (P_{A1}) + \text{背面土による土圧} (P_{A2})$$

$$P_{A1} = K_A \cdot q \cdot H = 0.5 \times 5.0 \times 3.55 = 8.875 \text{ kN}$$

$$P_{A2} = \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot H^2 = \frac{1}{2} \times 0.5 \times 16.0 \times 3.55^2 = 50.410 \text{ kN}$$

$$P_A = 50.410 + 8.875 = 59.285 \text{ kN}$$

○表面載荷重および背面土による土圧の水平分力

$$P_{A1H} = P_{A1} \cdot \cos(\alpha + \delta) = 8.875 \times \cos(0 + 0) = 8.875$$

$$P_{A2H} = P_{A2} \cdot \cos(\alpha + \delta) = 50.410 \times \cos(0 + 0) = 50.410$$

| 重量 (kN)            |                                                     | アーム長 (m)                     | モーメント (kN/m) |
|--------------------|-----------------------------------------------------|------------------------------|--------------|
| 鉛直力<br>安定<br>モーメント | ① 堅壁重量<br>$0.45 \times 3.10 \times 24.5 = 34.21$    | $0.45 \div 2 + 0.25 = 0.475$ | 16.249       |
|                    | ② 底版重量<br>$4.60 \times 0.45 \times 24.5 = 50.764$   | $4.60 \div 2 = 2.300$        | 116.757      |
|                    | ③ 背面土重量<br>$3.90 \times 3.10 \times 16.0 = 193.440$ | $3.90 \div 2 + 0.70 = 2.650$ | 512.616      |
|                    | q 上載荷重<br>$3.90 \times 5.0 = 19.500$                | $3.90 \div 2 + 0.70 = 2.650$ | 51.675       |
|                    | 計 $\Sigma V = 297.914$                              | 計 $\Sigma M_r = 697.297$     |              |
| 水平力<br>転倒<br>モーメント | $P_{A1H} \quad 8.875$                               | $3.55 \div 2 = 1.775$        | 15.753       |
|                    | $P_{A2H} \quad 50.410$                              | $3.55 \div 3 = 1.183$        | 59.635       |
|                    | 計 $\Sigma P_{AH} = 59.285$                          | 計 $\Sigma M_o = 75.388$      |              |
| $\Sigma M$         | 合計                                                  |                              | 621.909      |

#### 4. 安定に対する検討

##### (1) 転倒に対する検討

A点より合力作用位置までの距離 (d)

$$d = \frac{\sum M_r - \sum M_o}{\sum V} = \frac{\sum M}{\sum V} = \frac{621.91}{297.91} = 2.088 \text{ m}$$

偏心距離 (e)

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{4.60}{2} - 2.088 = 0.212 < \frac{B}{6} = 0.767 \quad \text{OK}$$

安全率 (F)

$$F = \frac{\sum M_r}{\sum M_o} = \frac{697.297}{75.388} = 9.25 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

##### (2) 滑動に対する検討

滑動に対する抵抗力 =  $R_v \times \mu + C_B \times B$

$$= 297.9 \times 0.300 + 0.0 \times 4.60 = 89.3742$$

$$\text{滑動力} = \sum P_{AH} = 59.285$$

安全率 ( $F_s$ )

$$F_s = \frac{\text{活動に対する抵抗力}}{\text{活動力}} = \frac{89.3742}{59.285} = 1.51 \geq 1.5 \quad \text{OK}$$

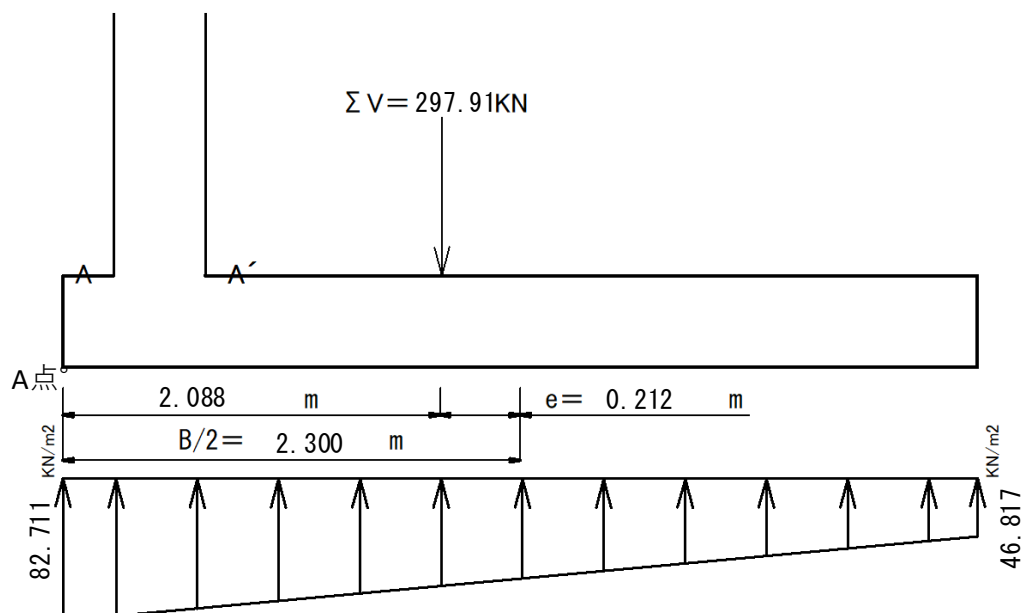
##### (3) 地盤反力に対する検討

地盤反力 ( $\sigma$ )

$$q = \frac{\sum V}{B} \left[ 1 \pm \frac{6e}{B} \right] = \frac{297.91}{4.60} \left[ 1 \pm \frac{1.275}{4.60} \right]$$

$$= 82.711 (q_{max}) < 100 \text{ kN/m}^2 \quad \text{OK}$$

$$= 46.817 (q_{min})$$



## 5. 部材応力度の検討

### (1) 堅壁の検討

#### 1) A-A'断面の検討

○土圧

$$\begin{aligned}
 P_{H1} &= \left( K_A \cdot q \cdot H + \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot H^2 \right) \times \cos(0.0 + 13.3) \\
 &= (0.5 \times 5.0 \times 3.10 + \frac{1}{2} \times 0.5 \times 16 \times 3.10^2) \times 0.973 \\
 &= (7.75 + 38.44) \times 0.973 = 44.95 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

○曲げモーメント

$$\begin{aligned}
 M_1 &= K_A \cdot q \cdot H \cdot \cos(0.0 + 13.3) \frac{H}{2} + \frac{1}{2} K_A \cdot q \cdot H^2 \cdot \cos(0.0 + 13.3) \cdot \frac{H}{3} \\
 &= 7.75 \times 0.973 \times \frac{3.10}{2} + 12.013 \times 0.973 \times \frac{3.1}{3} \\
 &= 23.770 \text{ kN} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

○鉄筋応力の計算

$$A_s = \text{使用鉄筋公称断面積} \times b / \text{鉄筋間隔} = 286.5 \times 1000 / 250 = 1146 \text{ mm}^2$$

$$d = \text{壁厚} - \text{かぶり厚} = 450 - 80 = 370$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{1146}{1000 \times 370} = 0.0031$$

$$\begin{aligned}
 k &= \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn \quad n = \frac{ES}{EC} = 15 \\
 &= \sqrt{2 \times 0.0031 \times 15 + (0.0031 \times 15)^2} - 0.0031 \times 15 = 0.262
 \end{aligned}$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.262}{3} = 0.913$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} = \frac{23.770 \times 10^6}{1146 \times 0.913 \times 370} = 61.42 < \sigma_{sa} \quad 196 \quad \text{OK}$$

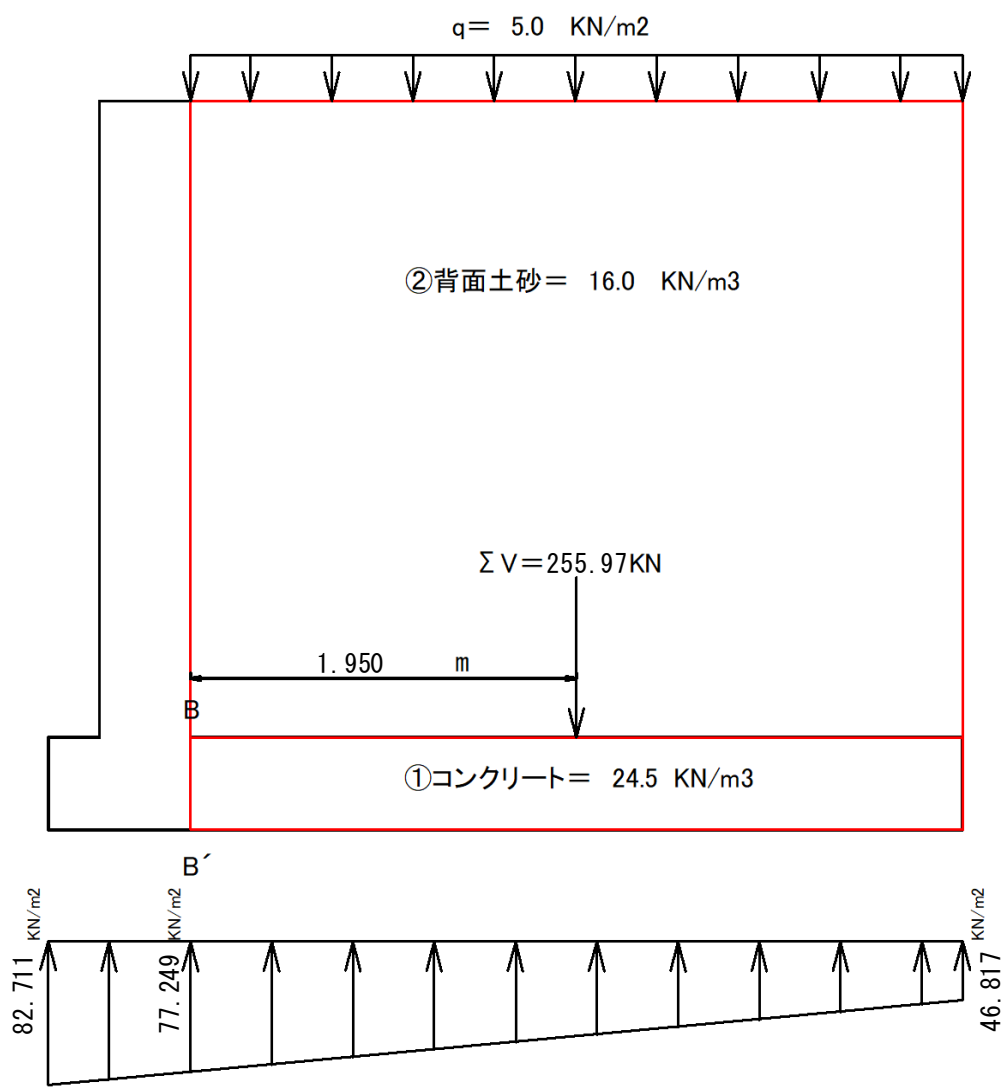
○コンクリートの圧縮応力の検討

$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \times 23.770 \times 10^6}{0.262 \times 0.913 \times 1000 \times 370^2} = 1.45 < \sigma_{ca} \quad 8.0 \quad \text{OK}$$

○コンクリートのせん断応力の検討

$$\tau = \frac{S}{b \cdot j \cdot d} = \frac{44.951 \times 10^3}{1000 \times 0.913 \times 370} = 0.133 < \tau_a \quad 0.7 \quad \text{OK}$$

(2) 底版かかとの検討  
1) B-B'断面の検討



| 重量 (kN) |                                                    | アーム長 (m)                     | モーメント (kN/m) |
|---------|----------------------------------------------------|------------------------------|--------------|
| 自重      | ①底版重量<br>$0.45 \times 3.90 \times 24.5 = 43.039$   | $3.90 \div 2 = 1.950$        | 83.926       |
|         | ②背面土重量<br>$3.10 \times 3.90 \times 16.0 = 193.440$ | $3.90 \div 2 = 1.950$        | 377.208      |
|         | q 上載荷重<br>$5.00 \times 3.900 = 19.500$             | $3.90 \div 2 = 1.950$        | 38.025       |
|         | 計 Σ V = 255.979                                    | 計 Σ M <sub>v</sub> = 499.159 |              |
| 反力      | 等分布 182.586                                        | $3.90 \div 2 = 1.950$        | 356.042      |
|         | 不等分布 59.342                                        | $3.90 \div 3 = 1.300$        | 77.144       |
|         | 計 Σ Q = 241.928                                    | 計 Σ M <sub>q</sub> = 433.186 |              |
| Σ M     | 合計                                                 |                              | 65.973       |

82.711 kN(q<sub>max</sub>)

46.817 kN(q<sub>min</sub>)

$$\text{支点最大反力} = (82.711 - 46.817) \times 3.90 / 4.60 + 46.817 = 77.249 \text{ kN}$$

$$\text{等分布荷重} = 46.817 \times 3.900 = 182.586 \text{ kN}$$

$$\text{不等分布荷重} = (77.249 - 46.817) \times 3.90 \times 0.5 = 59.342 \text{ kN}$$

$$S = \sum V - \sum Q = 255.979 - 241.928 = 14.051 \text{ kN}$$

$$M = \sum M_V - \sum M_q = 499.159 - 433.186 = 65.973 \text{ kN}$$

○鉄筋応力の計算

$$A_s = \text{使用鉄筋公称断面積} \times b / \text{鉄筋間隔} = 286.5 \times 1000 / 250 = 1146 \text{ mm}^2$$

$$d = \text{底版厚} - \text{かぶり厚} = 450 - 100 = 350 \text{ mm}$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{1146}{1000 \times 350} = 0.0033$$

$$k = \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn \quad n = \frac{ES}{EC} = 15$$

$$= \sqrt{2 \times 0.0033 \times 15 + (0.0033 \times 15)^2} - 0.0033 \times 15 = 0.268$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.000}{3} = 1.000$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} = \frac{65.973 \times 10^6}{1146 \times 1.000 \times 350} = 164.5 < \sigma_{sa} \quad 196 \quad \text{OK}$$

○コンクリートの圧縮応力の検討

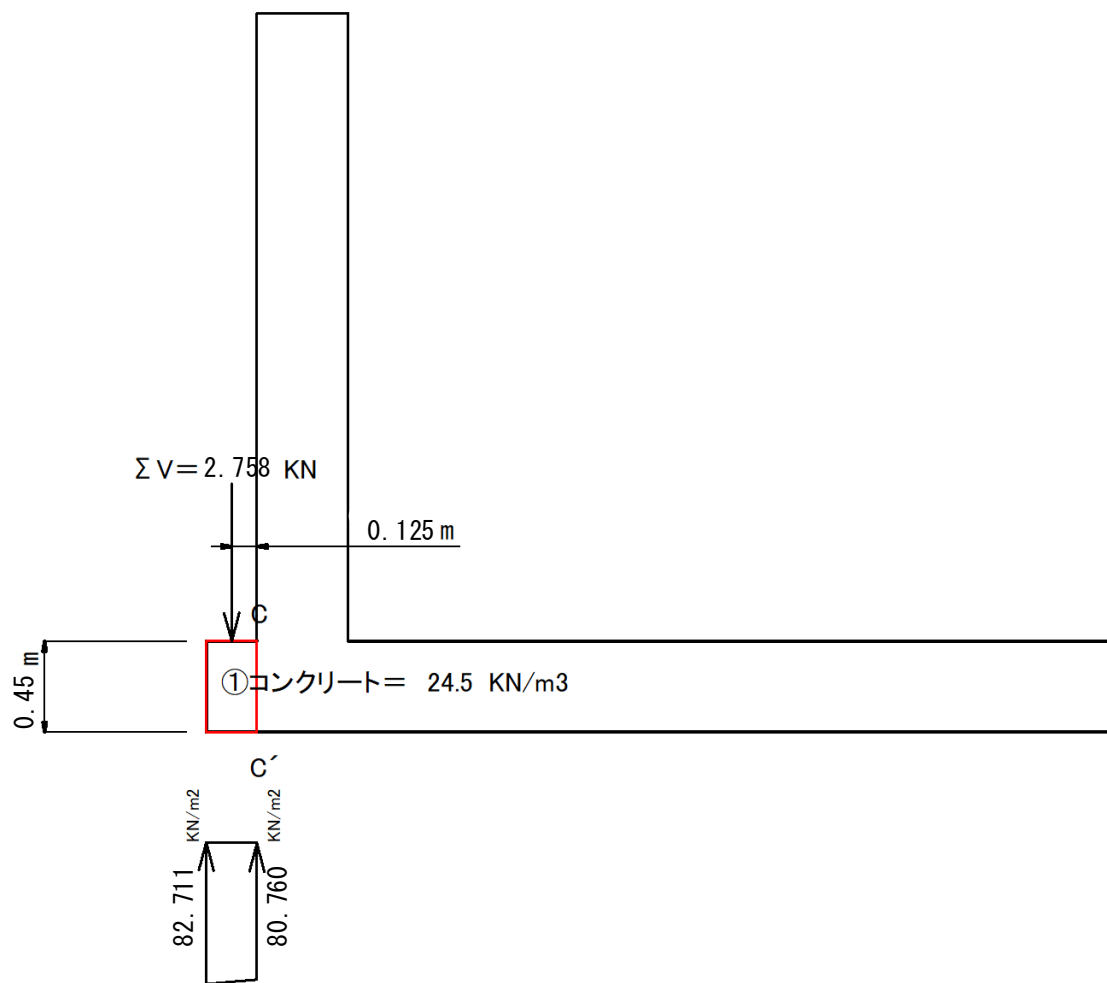
$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \times 65.973 \times 10^6}{0.268 \times 1.000 \times 1000 \times 350^2} = 4.00 < \sigma_{ca} \quad 8.0 \quad \text{OK}$$

○コンクリートのせん断応力の検討

$$\tau = \frac{S}{b \cdot j \cdot d} = \frac{14.051 \times 10^3}{1000 \times 1.000 \times 350} = 0.04 < \tau_a \quad 0.7 \quad \text{OK}$$

(3) 底版つま先の検討

1) C-C'断面の検討



| 重量 (kN)    |                                                 | アーム長 (m)               | モーメント (kN/m) |
|------------|-------------------------------------------------|------------------------|--------------|
| 自重         | ①底版重量<br>$0.45 \times 0.25 \times 24.5 = 2.758$ | $0.25 \div 2 = 0.125$  | 0.344        |
|            | 計 $\Sigma V = 2.578$                            | 計 $\Sigma M_v = 0.344$ |              |
| 反力         | 等分布 11.704                                      | $0.25 \div 2 = 0.13$   | 1.463        |
|            | 不等分布 0.244                                      | $0.25 \div 3 = 0.08$   | 0.020        |
|            | 計 $\Sigma Q = 11.948$                           | 計 $\Sigma M_q = 1.483$ |              |
| $\Sigma M$ | 合計                                              |                        | -1.139       |

82.711 kN( $q_{\max}$ )

46.817 kN ( $q_{\min}$ )

$$\text{支点最大反力} = (82.711 - 46.817) \times 4.35 / 4.60 + 46.817 = 80.760 \text{ kN}$$

$$\text{等分布荷重} = 46.817 \times 0.250 = 11.704 \text{ kN}$$

$$\text{不等分布荷重} = (82.711 - 80.760) \times 0.25 \times 0.5 = 0.244 \text{ kN}$$

$$S = \sum V - \sum Q = 2.758 - 11.948 = -9.190 \text{ kN}$$

$$M = \sum M_V - \sum M_q = 0.344 - 1.483 = -1.14 \text{ kN}$$

※ セン断力および曲げモーメントに負号があり、引張鉄筋はつま先下端筋を示す。

○鉄筋応力の計算

$$A_s = \text{使用鉄筋公称断面積} \times b / \text{鉄筋間隔} = 126.7 \times 1000 / 250 = 507 \text{ mm}^2$$

$$d = \text{底版厚} - \text{かぶり厚} = 450 - 100 = 350 \text{ mm}$$

$$p = \frac{A_s}{bd} = \frac{507}{1000 \times 350} = 0.0014$$

$$k = \sqrt{2pn + (pn)^2} - pn \quad n = \frac{ES}{EC} = 15$$

$$= \sqrt{2 \times 0.0014 \times 15 + (0.0014 \times 15)^2} - 0.0014 \times 15 = 0.188$$

$$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.188}{3} = 0.937$$

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s \cdot j \cdot d} = \frac{1.14 \times 10^6}{507 \times 0.937 \times 350} = 6.85 < \sigma_{sa} \quad 196 \quad \text{OK}$$

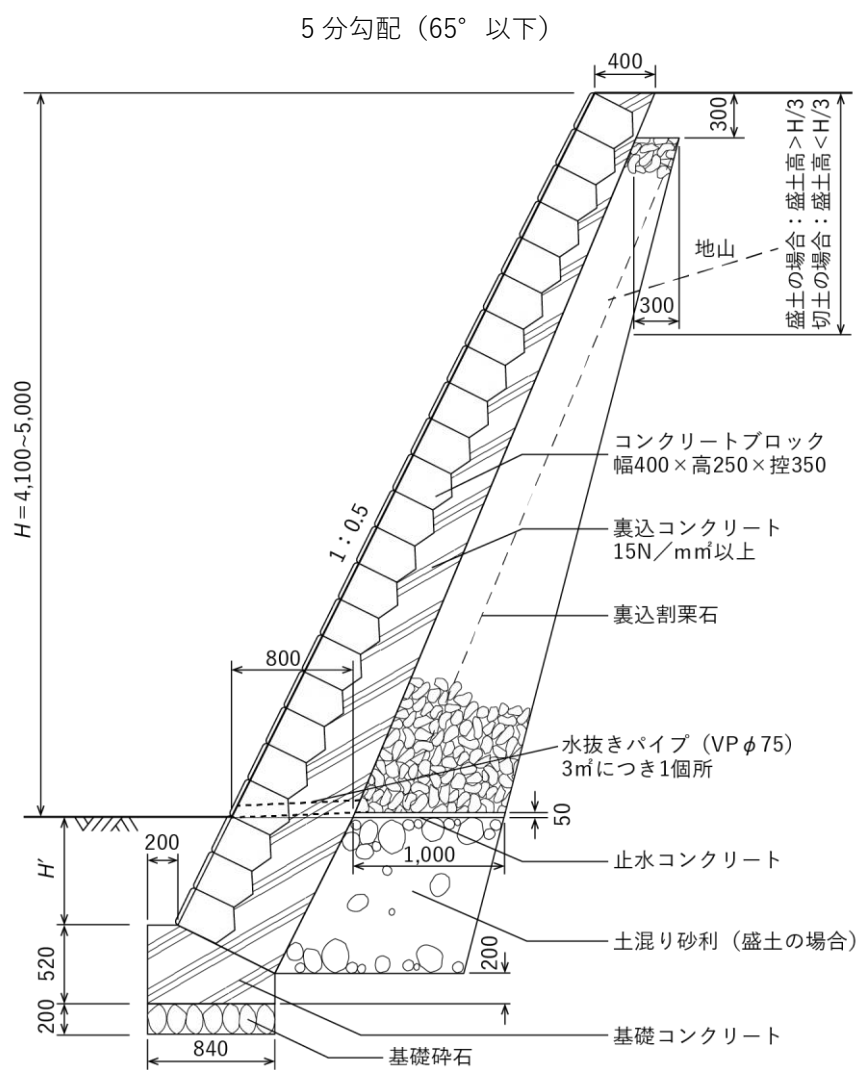
○コンクリートの圧縮応力の検討

$$\sigma_c = \frac{2M}{k \cdot j \cdot b \cdot d^2} = \frac{2 \times 1.139 \times 10^6}{0.188 \times 0.937 \times 1000 \times 350^2} = 0.11 < \sigma_{ca} \quad 8.0 \quad \text{OK}$$

○コンクリートのせん断応力の検討

$$\tau = \frac{S}{b \cdot j \cdot d} = \frac{9.190 \times 10^3}{1000 \times 0.937 \times 350} = 0.028 < \tau_a \quad 0.7 \quad \text{OK}$$

### 18.3 練積み擁壁の標準断面図（第2種）

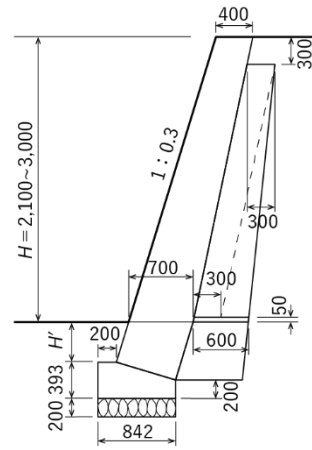


$H' = 0.15H$  以上かつ  $0.35m$  以上

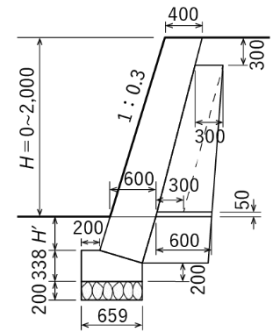
必要地耐力  $125\text{kN/m}^2$

※破線は切土の場合

3分勾配 (70° を超え 75° 以下)

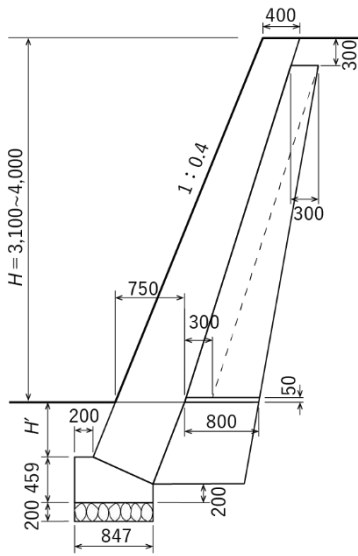


必要地耐力 75kN/m<sup>2</sup>

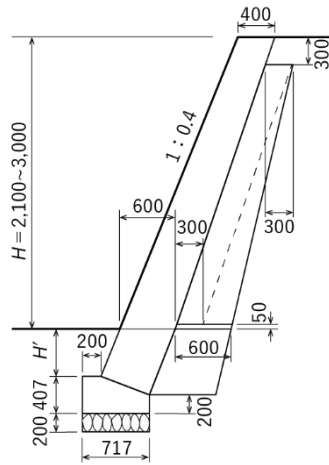


必要地耐力 75kN/m<sup>2</sup>

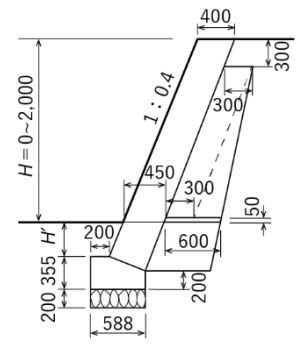
4分勾配 (65° を超え 70° 以下)



必要地耐力 100kN/m<sup>2</sup>

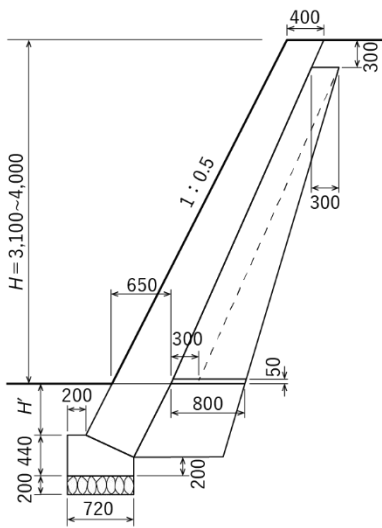


必要地耐力 75kN/m<sup>2</sup>

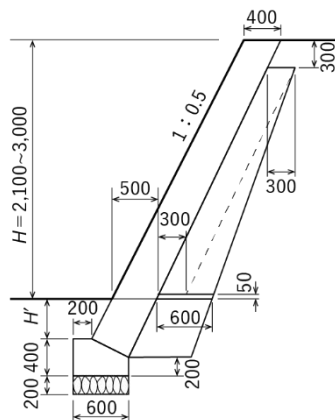


必要地耐力 75kN/m<sup>2</sup>

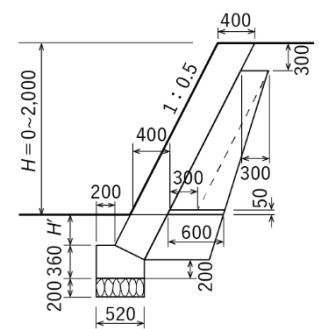
5分勾配 (65° 以下)



必要地耐力 100kN/m<sup>2</sup>



必要地耐力 75kN/m<sup>2</sup>



必要地耐力 75kN/m<sup>2</sup>

H'=0.15H 以上かつ 0.35m 以上  
破線は切土の場合