

擁壁設計計算書

(仮称)△△開発工事
逆T型擁壁(2.350 mタイプ)

2003年4月30日

1. 設計条件

設置場所 : □□県▲▲市◇◇町○○-▽▽

擁壁形状 : 逆T型擁壁

擁壁タイプ : 2.350 m TYPE

土の単位重量	γ_s	=	1.7	tf/m ³
鉄筋コンクリートの単位重量	γ_c	=	2.4	tf/m ³
表面載荷重	q	=	0.5	tf/m ²
許容地盤反力度	q _a	=	10.0	tf/m ²
土の粘着力	C	=	0.0	
基礎底面と土の摩擦角	ϕ_B	=	25.4	°
基礎底面と土の粘着力	C _B	=	0.0	
基礎底面と土の摩擦係数	μ	=	0.4	

項目	安定計算時(仮想背面)	応力計算時(壁背面)
土圧係数 K _A	0.400	0.400
背面土の内部摩擦角 ϕ	25.377°	25.377°
壁背面と鉛直面とのなす角 θ	0.000°	1.364°
地表面と鉛直面よりのなす角 β	0.000°	0.000°
壁面摩擦角 δ	0.000° (= β)	16.918° (= 2/3 ϕ)
土圧の作用角 δ_s	0.000° (= $\theta + \delta$)	18.282° (= $\theta + \delta$)

※上記表において、背面土の内部摩擦角 ϕ の値は、宅地造成等規制法施行令別表第二のK_Aの値をもとに仮想背面の条件で割り戻したものです。

転倒安全率 常時 F_s = 1.5

滑動安全率 常時 F_s = 1.5

使用材料

コンクリートの設計基準強度 F_c = 210 kgf/cm²

コンクリートの許容圧縮応力度 σ_{ca} = 70 kgf/cm²

コンクリートの許容せん断応力度 τ_a = 7 kgf/cm²

鉄筋の種類 : SD 295

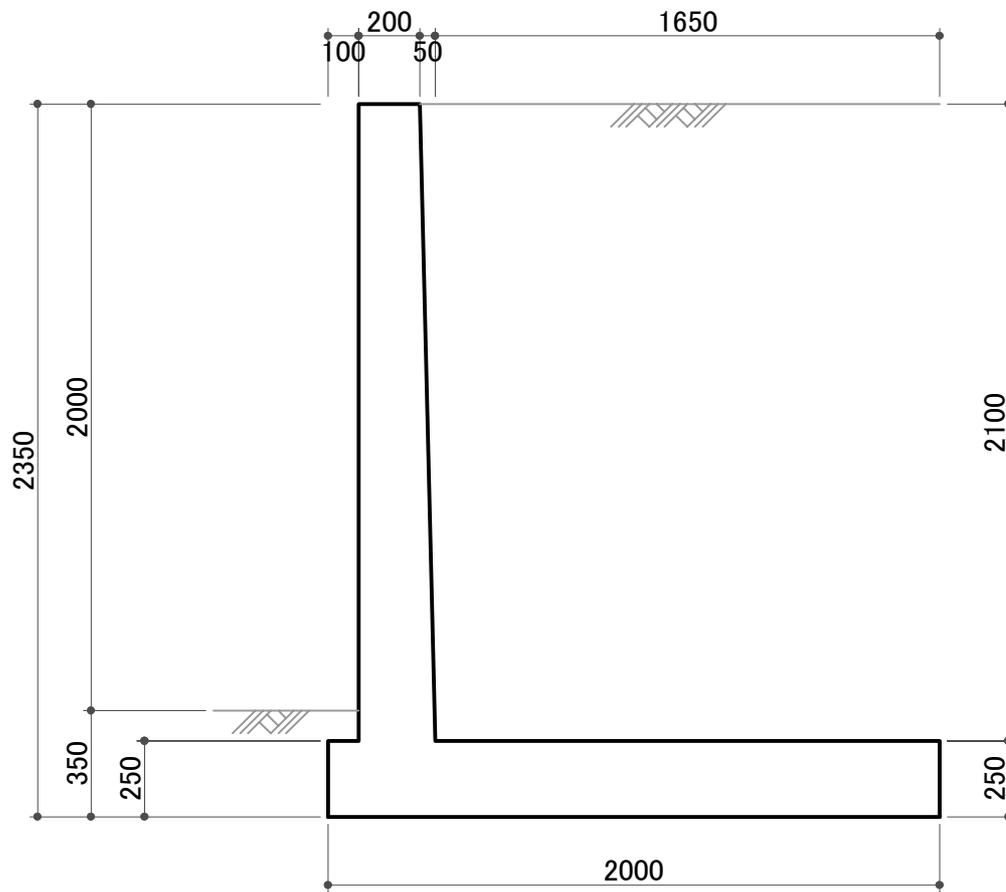
鉄筋の許容引張応力度 σ_{sa} = 2000 kgf/cm²

・SI単位系換算表(計量単位及び数値を下表のとおり読み替えることとする。)

現行の計量単位	倍率	読み替え後の法定計量単位
トン	9.80665	キロニュートン
キログラム	9.80665	ニュートン
トン・メートル	9.80665	キロ・ニュートン・メートル
キログラム・メートル	9.80665	ニュートン・メートル
一平方メートルにつきトン	9.80665	一平方メートルにつきキロニュートン
一平方メートルにつきキログラム	9.80665	一平方メートルにつきニュートン
一平方センチメートルにつきキログラム	9.80665×10^{-2}	一平方ミリメートルにつきニュートン

2. 形状寸法

縮尺 1:25

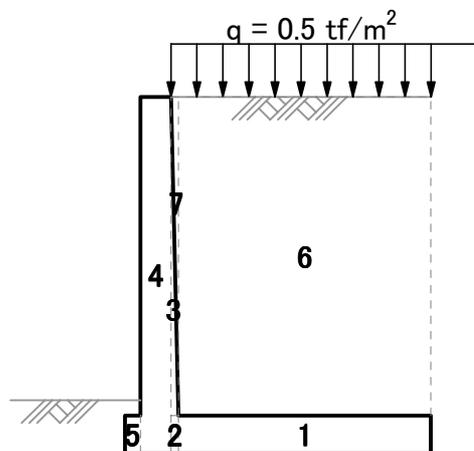


3. 荷重条件

1. 自重

要素分割図

縮尺 1:50



区分	要素番号	断面積	単位重量	鉛直力	アームX	アームY	モーメントX	モーメントY
		m ²	tf/m ³	tf/m	m	m	tfm/m	tfm/m
躯体	1	0.413	2.400	0.991	1.175	0.125	1.164	0.124
	2	0.013	2.400	0.031	0.325	0.125	0.010	0.004
	3	0.053	2.400	0.127	0.317	0.950	0.040	0.121
	4	0.470	2.400	1.128	0.200	1.175	0.226	1.325
	5	0.025	2.400	0.060	0.050	0.125	0.003	0.008
躯体合計				2.337	0.617	0.677	1.443	1.582
背面土	6	3.465	1.700	5.891	1.175	1.300	6.922	7.658
	7	0.053	1.700	0.090	0.333	1.650	0.030	0.149
背面土合計				5.981	1.162	1.305	6.952	7.807
載荷重				0.850	1.150	2.350	0.978	1.998
総合計				9.168	1.022	1.242	9.373	11.387

2. 背面土による土圧

$$P_1 = \frac{1}{2} \cdot K_A \cdot \gamma_s \cdot H^2 = \frac{1}{2} \times 0.400 \times 1.700 \times 2.350^2 = 1.878 \text{ tf/m}$$

$$P_{1H} = P_1 \cdot \cos \delta_s = 1.878 \times 1.000 = 1.878 \text{ tf/m}$$

$$P_{1V} = P_1 \cdot \sin \delta_s = 1.878 \times 0.000 = 0.000 \text{ tf/m}$$

3. 表面載荷重による土圧

$$P_2 = K_A \cdot q \cdot H = 0.400 \times 0.500 \times 2.350 = 0.470 \text{ tf/m}$$

$$P_{2H} = P_2 \cdot \cos \delta_s = 0.470 \times 1.000 = 0.470 \text{ tf/m}$$

$$P_{2V} = P_2 \cdot \sin \delta_s = 0.470 \times 0.000 = 0.000 \text{ tf/m}$$

4. 土圧

荷 重	土 圧	鉛直力	水平力	ア-ムX	ア-ムY	安定モーメント	転倒モーメント
	tf/m	tf/m	tf/m	m	m	tfm/m	tfm/m
背面土土圧	1.878	0.000	1.878	2.000	0.783	0.000	1.471
荷載荷重土圧	0.470	0.000	0.470	2.000	1.175	0.000	0.552
合 計		0.000	2.348			0.000	2.023

・主働土圧係数の算出

主働土圧係数は以下に示すクーロン式で算出

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

ただし、上式において $\phi < \beta$ の時 $\sin(\phi - \beta) = 0$ とする。

・算出結果

項 目	
K_A	0.400
ϕ	25.377
θ	0.000
β	0.000
δ	0.000

4. 安定計算

1. 転倒に対する検討

$$M_r = 9.373 + 0.000 = 9.373 \text{ tfm/m}$$

$$M_o = P_{1H} \cdot \frac{H}{3} + P_{2H} \cdot \frac{H}{2} = 1.878 \times \frac{2.350}{3} + 0.470 \times \frac{2.350}{2} = 2.023 \text{ tfm/m}$$

$$\Sigma M = M_r - M_o = 9.373 - 2.023 = 7.350 \text{ tfm/m}$$

$$\Sigma V = 9.168 + 0.000 = 9.168 \text{ tf/m}$$

$$d = \frac{\Sigma M}{\Sigma V} = \frac{7.350}{9.168} = 0.8017 \text{ m}$$

$$d (=0.8017) > \frac{B}{3} \left(= \frac{2.000}{3} = 0.6666 \right) \text{ OK}$$

$d \geq B/3$ を満足するので、転倒に対する安定性はOK。

2. 滑動に対する検討

$$\Sigma V = 9.168 \text{ tf/m}$$

$$\Sigma H = 1.878 + 0.470 = 2.348 \text{ tf/m}$$

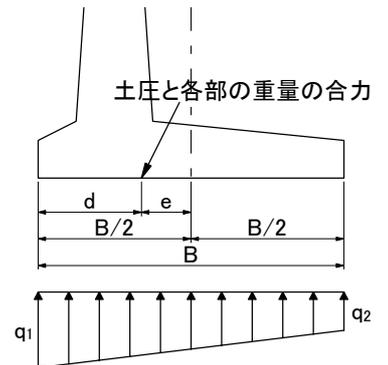
$$F_s = \frac{\Sigma V \cdot \mu}{\Sigma H} = \frac{9.168 \times 0.400}{2.348} = 1.5618 > 1.5 \text{ OK}$$

3. 地盤反力に対する検討

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{2.000}{2} - 0.802 = 0.198 \text{ m}$$

$$\sigma = \frac{\Sigma V}{B} \cdot \left(1 \pm 6 \cdot \frac{e}{B} \right) = \frac{9.168}{2.000} \times \left(1 \pm 6 \times \frac{0.198}{2.000} \right)$$

$$= \begin{cases} q_1 = 7.3068 \text{ tf/m}^2 \\ q_2 = 1.8611 \text{ tf/m}^2 \end{cases} < 10.0 \text{ tf/m}^2 \text{ OK}$$



5. 断面の計算

1. たて壁の計算

(1) たて壁下端

(a) 土圧の計算

・主働土圧

$$P_{A1} = \frac{1}{2} \cdot K_A \cdot \gamma_s \cdot h^2 = \frac{1}{2} \times 0.400 \times 1.700 \times 2.100^2 = 1.499 \text{ tf/m}$$

・主働土圧の水平成分

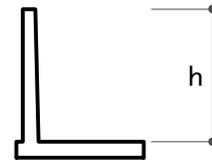
$$P_{h1} = P_{A1} \cdot \cos \delta_s = 1.499 \times 0.950 = 1.424 \text{ tf/m}$$

・表面載荷荷重

$$P_{A2} = K_A \cdot q \cdot h = 0.400 \times 0.500 \times 2.100 = 0.420 \text{ tf/m}$$

・表面載荷荷重による土圧の水平成分

$$P_{h2} = P_{A2} \cdot \cos \delta_s = 0.420 \times 0.950 = 0.399 \text{ tf/m}$$



(b) 断面力の計算

・曲げモーメント

$$M = P_{h1} \cdot \frac{1}{3} \cdot h + P_{h2} \cdot \frac{1}{2} \cdot h = 1.424 \times \frac{1}{3} \times 2.100 + 0.399 \times \frac{1}{2} \times 2.100 = 1.416 \text{ tfm/m}$$

・せん断力

$$S = P_{h1} + P_{h2} = 1.424 + 0.399 = 1.823 \text{ tf/m}$$

(c) 応力度の計算

・使用鉄筋

鉄筋径 D13 鉄筋間隔 @300 鉄筋断面積(A_s) 4.223 cm²

・中立軸

$$x = \frac{15 \cdot A_s}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{15 \cdot A_s}} \right)$$

$$= \frac{15 \times 4.223}{100} \times \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \times 100 \times 18.300}{15 \times 4.223}} \right) = 4.223 \text{ cm}$$

・断面の応力度

$$\sigma_c = \frac{2 \cdot M}{b \cdot x \cdot \left(d - \frac{x}{3} \right)} = \frac{2 \times 1.416 \times 10^5}{100 \times 4.223 \times \left(18.300 - \frac{4.223}{3} \right)}$$

$$= 39.6992 \text{ kgf/cm}^2 < \sigma_{ca} = 70 \text{ kgf/cm}^2 \text{ OK}$$

$$\sigma_s = 15 \cdot \sigma_c \cdot \frac{d - x}{x} = 15 \times 39.699 \times \frac{18.300 - 4.223}{4.223}$$

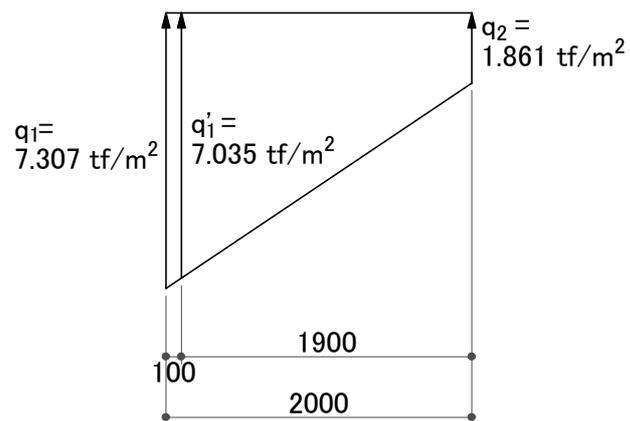
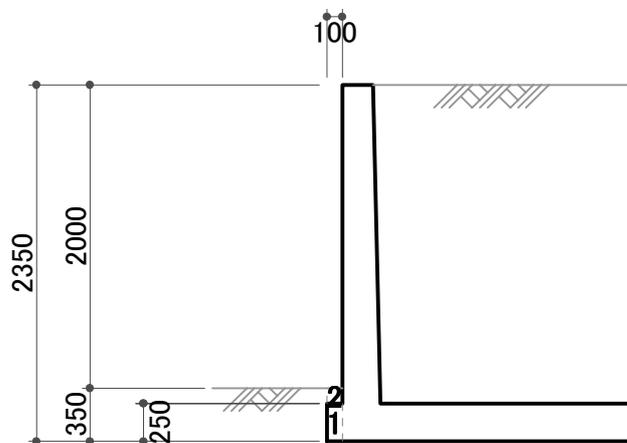
$$= 1984.9970 \text{ kgf/cm}^2 < \sigma_{sa} = 2000 \text{ kgf/cm}^2 \text{ OK}$$

$$\tau = \frac{S}{b \cdot \left(d - \frac{x}{3} \right)} = \frac{1.823 \times 10^3}{100 \times \left(18.300 - \frac{4.223}{3} \right)}$$

$$= 1.0791 \text{ kgf/cm}^2 < \tau_a = 7 \text{ kgf/cm}^2 \text{ OK}$$

2. つま先版の計算

(a) 自重及び応力度



区 分	要素番号	断面積	単位重量	せん断	アームX	モーメント
		m ²	tf/m ³	tf/m	m	tfm/m
軀 体	1	0.025	2.400	0.060	0.050	0.003
前 面 土	2	0.010	1.700	0.017	0.050	0.001
合 計				0.077		0.004

(b) 接地圧による断面力

・接地圧によるモーメント

$$M_q = \frac{1}{6} \cdot (2 \cdot q_1 + q_1') \cdot L^2 = \frac{1}{6} \times (2 \times 7.307 + 7.035) \times 0.100^2 = 0.036 \text{ tfm/m}$$

・接地圧によるせん断

$$S_q = \frac{1}{2} \cdot (q_1 + q_1') \cdot L = \frac{1}{2} \times (7.307 + 7.035) \times 0.100 = 0.717 \text{ tf/m}$$

(c) 断面力合計

・曲げモーメント

$$M = M_q - \sum M_w = 0.036 - 0.004 = 0.032 \text{ tfm/m}$$

・せん断力

$$S = S_q - \sum S_w = 0.717 - 0.077 = 0.640 \text{ tf/m}$$

(d) 応力度の計算

・使用鉄筋

鉄筋径 D13 鉄筋間隔 @300 鉄筋断面積(A_s) 4.223 cm²

・中立軸

$$x = \frac{15 \cdot A_s}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{15 \cdot A_s}} \right)$$
$$= \frac{15 \times 4.223}{100} \times \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \times 100 \times 18.300}{15 \times 4.223}} \right) = 4.223 \text{ cm}$$

・断面の応力度

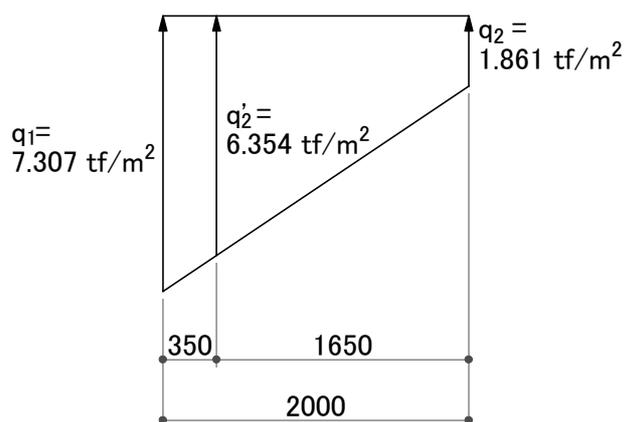
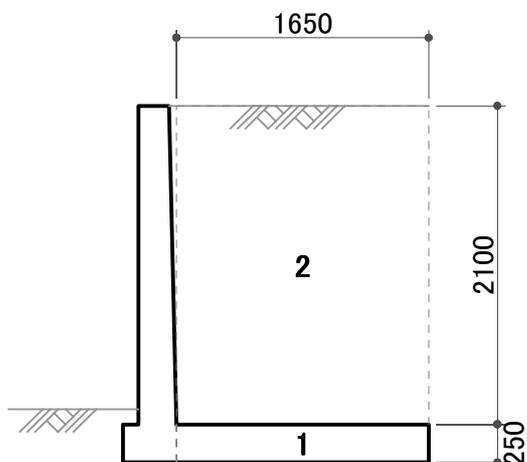
$$\sigma_c = \frac{2 \cdot M}{b \cdot x \cdot \left(d - \frac{x}{3} \right)} = \frac{2 \times 0.032 \times 10^5}{100 \times 4.223 \times \left(18.300 - \frac{4.223}{3} \right)}$$
$$= 0.8971 \text{ kgf/cm}^2 < \sigma_{ca} = 70 \text{ kgf/cm}^2 \text{ OK}$$

$$\sigma_s = 15 \cdot \sigma_c \cdot \frac{d - x}{x} = 15 \times 0.897 \times \frac{18.300 - 4.223}{4.223}$$
$$= 44.8510 \text{ kgf/cm}^2 < \sigma_{sa} = 2000 \text{ kgf/cm}^2 \text{ OK}$$

$$\tau = \frac{S}{b \cdot \left(d - \frac{x}{3} \right)} = \frac{0.640 \times 10^3}{100 \times \left(18.300 - \frac{4.223}{3} \right)}$$
$$= 0.3788 \text{ kgf/cm}^2 < \tau_a = 7 \text{ kgf/cm}^2 \text{ OK}$$

3. かかと版の計算

(a) 自重及び応力度



区 分	要素番号	断面積	単位重量	せん断	アームX	モーメント
		m ²	tf/m ³	tf/m	m	tfm/m
軀 体	1	0.413	2.400	0.991	0.825	0.818
背 面 土	2	3.465	1.700	5.891	0.825	4.860
表面載荷重				0.825	0.825	0.681
合 計				7.707		6.359

(b) 接地圧による断面力

・接地圧によるモーメント

$$M_q = \frac{1}{6} \cdot (2 \cdot q_2 + q_2') \cdot L^2 = \frac{1}{6} \times (2 \times 1.861 + 6.354) \times 1.650^2 = 4.572 \text{ tfm/m}$$

・接地圧によるせん断

$$S_q = \frac{1}{2} \cdot (q_2' + q_2) \cdot L = \frac{1}{2} \times (6.354 + 1.861) \times 1.650 = 6.777 \text{ tf/m}$$

(c) 断面力合計

・曲げモーメント

$$M = \sum M_w - M_q = 6.359 - 4.572 = 1.787 \text{ tfm/m}$$

・せん断力

$$S = \sum S_w - S_q = 7.707 - 6.777 = 0.930 \text{ tf/m}$$

(d) 応力度の計算

・使用鉄筋

鉄筋径 D16+D13 鉄筋間隔 @300 鉄筋断面積(A_s) 5.423 cm^2

・中立軸

$$x = \frac{15 \cdot A_s}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{15 \cdot A_s}} \right)$$
$$= \frac{15 \times 5.423}{100} \times \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \times 100 \times 18.200}{15 \times 5.423}} \right) = 4.688 \text{ cm}$$

・断面の応力度

$$\sigma_c = \frac{2 \cdot M}{b \cdot x \cdot \left(d - \frac{x}{3} \right)} = \frac{2 \times 1.787 \times 10^5}{100 \times 4.688 \times \left(18.200 - \frac{4.688}{3} \right)}$$
$$= 45.8229 \text{ kgf/cm}^2 < \sigma_{ca} = 70 \text{ kgf/cm}^2 \text{ OK}$$

$$\sigma_s = 15 \cdot \sigma_c \cdot \frac{d - x}{x} = 15 \times 45.823 \times \frac{18.200 - 4.688}{4.688}$$
$$= 1981.1018 \text{ kgf/cm}^2 < \sigma_{sa} = 2000 \text{ kgf/cm}^2 \text{ OK}$$

$$\tau = \frac{S}{b \cdot \left(d - \frac{x}{3} \right)} = \frac{0.930 \times 10^3}{100 \times \left(18.200 - \frac{4.688}{3} \right)}$$
$$= 0.5589 \text{ kgf/cm}^2 < \tau_a = 7 \text{ kgf/cm}^2 \text{ OK}$$

6. 配筋断面形状(参考图)

縮尺 1:50

