

擁壁設計計算書

印刷サンプル
逆T型擁壁(2.350 mタイプ)

2001年2月16日

1. 設計条件

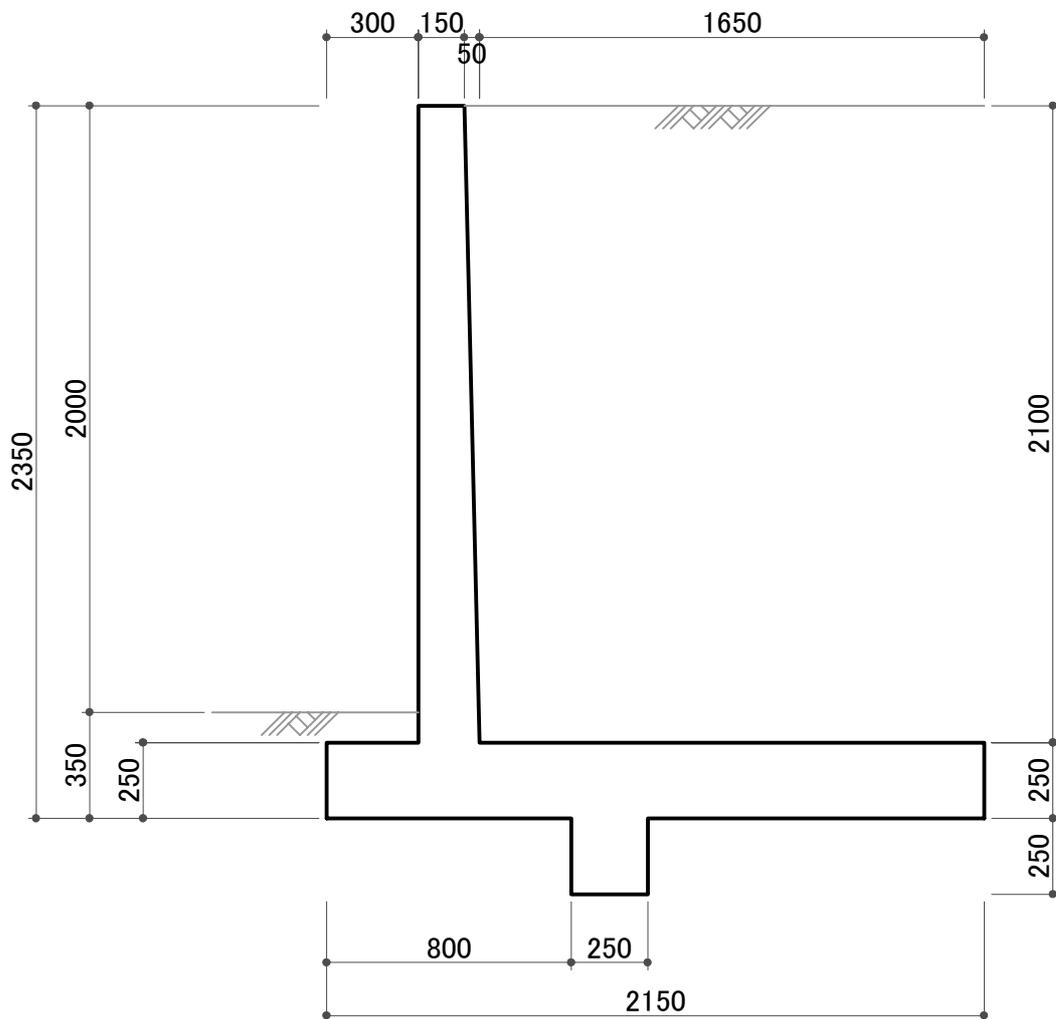
設置場所 : 大阪府 池田市
 △△町〇〇-□□
 擁壁形状 : 逆T型擁壁
 擁壁タイプ : 2.350 m TYPE

土の種別 : シルトまたは粘土

土の単位重量	γ_s	=	16.0	kN/m ³
鉄筋コンクリートの単位重量	γ_c	=	24.0	kN/m ³
表面載荷重	q	=	10.0	kN/m ²
許容地盤反力度	q_a	=	100.0	kN/m ²
土圧係数				
安定計算時	K_A	=	0.50	
応力計算時	K_A	=	0.50	
背面土の内部摩擦角	ϕ	=	16.0	°
土の粘着力	C	=	0.0	
基礎底面と土の摩擦角 (= ϕ)	ϕ_B	=	16.0	°
基礎底面と土の粘着力 (= $2/3C$)	C_B	=	0.0	
基礎底面と土の摩擦係数	μ	=	0.3	
壁背面と鉛直面とのなす角				
安定計算時	θ	=	0.000	°
応力計算時	θ	=	1.364	°
地表面と水平面とのなす角	β	=	0.000	°
壁面摩擦角				
安定計算時 (= β)	δ	=	0.0	°
応力計算時 (= $2/3\phi$)	δ	=	10.7	°
土圧の作用角度				
安定計算時 (= δ)	δ_s	=	0.0	°
応力計算時 (= $\theta + \delta$)	δ_s	=	12.0	°
転倒安全率 常時	F_s	=	1.5	
滑動安全率 常時	F_s	=	1.5	
突起の安全率 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	=	21	N/mm ²
コンクリートの許容圧縮応力度	σ_{ca}	=	7	N/mm ²
コンクリートの許容せん断応力度	τ_a	=	0.70	N/mm ²
鉄筋の種類 :				
鉄筋の許容引張応力度	σ_{sa}	=	196	N/mm ²

2. 形状寸法

縮尺 1:25

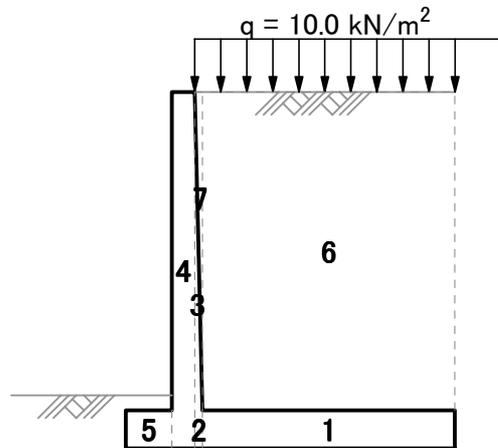


3. 荷重条件

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-ムX	ア-ムY	モーメントX	モーメントY
		m ²	kN/m ³	kN/m	m	m	kNm/m	kNm/m
軀 体	1	0.413	24.000	9.912	1.325	0.125	13.133	1.239
	2	0.013	24.000	0.312	0.475	0.125	0.148	0.039
	3	0.053	24.000	1.272	0.467	0.950	0.594	1.208
	4	0.353	24.000	8.472	0.375	1.175	3.177	9.955
	5	0.075	24.000	1.800	0.150	0.125	0.270	0.225
軀体合計				21.768	0.796	0.582	17.322	12.666
背 面 土	6	3.465	16.000	55.440	1.325	1.300	73.458	72.072
	7	0.053	16.000	0.848	0.483	1.650	0.410	1.399
背面土合計				56.288	1.312	1.305	73.868	73.471
載 荷 重				17.000	1.300	2.350	22.100	39.950
総 合 計				95.056	1.192	1.326	113.290	126.087

2. 背面土による土圧

$$P_1 = \frac{1}{2} \cdot K_A \cdot \gamma_S \cdot H^2 = \frac{1}{2} \times 0.500 \times 16.000 \times 2.350^2 = 22.090 \text{ kN/m}$$

$$P_{1H} = P_1 \cdot \cos \delta_S = 22.090 \times 1.000 = 22.090 \text{ kN/m}$$

$$P_{1V} = P_1 \cdot \sin \delta_S = 22.090 \times 0.000 = 0.000 \text{ kN/m}$$

3. 表面載荷重による土圧

$$P_2 = K_A \cdot q \cdot H = 0.500 \times (10.000 - 5.000) \times 2.350 = 5.875 \text{ kN/m}$$

$$P_{2H} = P_2 \cdot \cos \delta_S = 5.875 \times 1.000 = 5.875 \text{ kN/m}$$

$$P_{2V} = P_2 \cdot \sin \delta_S = 5.875 \times 0.000 = 0.000 \text{ kN/m}$$

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
	kN/m	kN/m	kN/m	m	m	kNm/m	kNm/m
背面土土圧	22.090	0.000	22.090	2.150	0.783	0.000	17.304
荷載荷重土圧	5.875	0.000	5.875	2.150	1.175	0.000	6.903
合 計		0.000	27.965			0.000	24.207

4. 安定計算

1. 転倒に対する検討

$$M_r = 113.290 + 0.000 = 113.290 \text{ kNm/m}$$

$$M_o = P_{1H} \cdot \frac{H}{3} + P_{2H} \cdot \frac{H}{2} = 22.090 \times \frac{2.350}{3} + 5.875 \times \frac{2.350}{2} = 24.207 \text{ kNm/m}$$

$$\Sigma M = M_r - M_o = 113.290 - 24.207 = 89.083 \text{ kNm/m}$$

$$\Sigma V = 95.056 + 0.000 = 95.056 \text{ kN/m}$$

$$d = \frac{\Sigma M}{\Sigma V} = \frac{89.083}{95.056} = 0.9371 \text{ m}$$

$$d (=0.9371) > \frac{B}{3} (= \frac{2.150}{3} = 0.7166) \quad \mathbf{OK}$$

$d \geq B/3$ 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

$$\Sigma V = 95.056 \text{ kN/m}$$

$$\Sigma H = 22.090 + 5.875 = 27.965 \text{ kN/m}$$

$$F_s = \frac{\Sigma V \cdot \mu}{\Sigma H} = \frac{95.056 \times 0.300}{27.965} = 1.0197 < 1.5 \quad \mathbf{NG}$$

滑動安全率が、1.0以上1.5未満なので突起を設ける。

・突起の計算

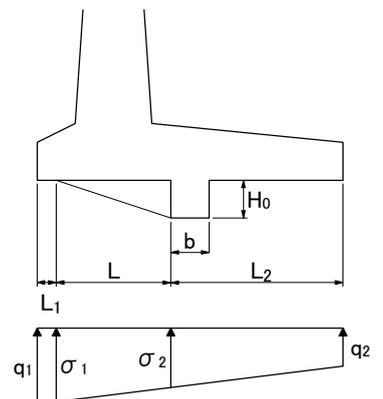
$$L = H_0 \cdot \tan\left(45^\circ + \frac{\phi_B}{2}\right) = 0.250 \times \tan 53.000^\circ = 0.332 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \sigma_0 &= \frac{1}{2} \cdot (\sigma_1 + \sigma_2) = \frac{1}{2} \times (53.826 + 48.568) \\ &= 51.197 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= \sigma_0 \cdot \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi_B}{2}\right) = 51.197 \times \tan^2 53.000^\circ \\ &= 90.154 \text{ kN/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} W_1 &= \frac{1}{2} \cdot (q_1 + \sigma_1) \cdot L_1 + \frac{1}{2} \cdot (q_2 + \sigma_2) \cdot L_2 \\ &= \frac{1}{2} \times (61.239 + 53.826) \times 0.468 + \frac{1}{2} \times (27.185 + 48.568) \times 1.350 = 78.058 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

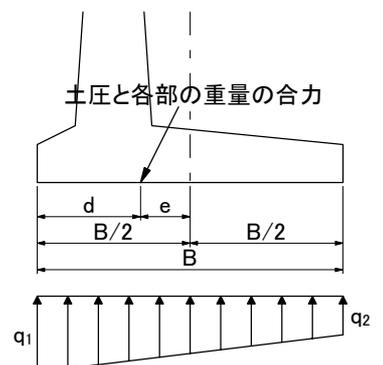
$$\begin{aligned} F_s &= \frac{W_1 \cdot \mu + P \cdot H_0}{\Sigma H} = \frac{78.058 \times 0.300 + 90.154 \times 0.250}{27.965} \\ &= 1.6433 > 1.5 \quad \mathbf{OK} \end{aligned}$$



3. 地盤反力に対する検討

$$e = \frac{B}{2} - d = \frac{2.150}{2} - 0.937 = 0.138 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{\Sigma V}{B} \cdot \left(1 \pm 6 \cdot \frac{e}{B}\right) = \frac{95.056}{2.150} \times \left(1 \pm 6 \times \frac{0.138}{2.150}\right) \\ &= \begin{cases} q_1 = 61.2388 \text{ kN/m}^2 \\ q_2 = 27.1852 \text{ kN/m}^2 \end{cases} < 100.0 \text{ kN/m}^2 \quad \mathbf{OK} \end{aligned}$$



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

$$P_{A1} = \frac{1}{2} \cdot K_A \cdot \gamma_s \cdot h^2 = \frac{1}{2} \times 0.500 \times 16.000 \times 2.100^2 = 17.640 \text{ kN/m}$$

・主働土圧の水平成分

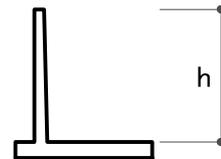
$$P_{h1} = P_{A1} \cdot \cos \delta_s = 17.640 \times 0.978 = 17.252 \text{ kN/m}$$

・表面載荷荷重

$$P_{A2} = K_A \cdot q \cdot h \\ = 0.500 \times (10.000 - 5.000) \times 2.100 = 5.250 \text{ kN/m}$$

・表面載荷荷重による土圧の水平成分

$$P_{h2} = P_{A2} \cdot \cos \delta_s = 5.250 \times 0.978 = 5.135 \text{ kN/m}$$



(b) 断面力の計算

・曲げモーメント

$$M = P_{h1} \cdot \frac{1}{3} \cdot h + P_{h2} \cdot \frac{1}{2} \cdot h = 17.252 \times \frac{1}{3} \times 2.100 + 5.135 \times \frac{1}{2} \times 2.100 = 17.468 \text{ kNm/m}$$

・せん断力

$$S = P_{h1} + P_{h2} = 17.252 + 5.135 = 22.387 \text{ kN/m}$$

(c) 応力度の計算

・使用鉄筋

鉄筋径 D13 鉄筋間隔 @150 鉄筋断面積(A_s) 8.447 cm²

・中立軸

$$x = \frac{15 \cdot A_s}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{15 \cdot A_s}} \right) \\ = \frac{15 \times 8.447}{100} \times \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \times 100 \times 13.300}{15 \times 8.447}} \right) = 4.675 \text{ cm}$$

・断面の応力度

$$\sigma_c = \frac{2 \cdot M}{b \cdot x \cdot \left(d - \frac{x}{3} \right)} = \frac{2 \times 17.468 \times 10^3}{100 \times 4.675 \times \left(13.300 - \frac{4.675}{3} \right)} \\ = 6.3644 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{ca} = 7 \text{ N/mm}^2 \text{ **OK**}$$

$$\sigma_s = 15 \cdot \sigma_c \cdot \frac{d-x}{x} = 15 \times 6.364 \times \frac{13.300 - 4.675}{4.675} \\ = 176.1160 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{sa} = 196 \text{ N/mm}^2 \text{ **OK**}$$

$$\tau = \frac{S}{b \cdot \left(d - \frac{x}{3} \right)} = \frac{22.387 \times 10}{100 \times \left(13.300 - \frac{4.675}{3} \right)} \\ = 0.1906 \text{ N/mm}^2 < \tau_a = 0.70 \text{ N/mm}^2 \text{ **OK**}$$

(2) たて壁中間

(a) 土圧の計算

・主働土圧

$$P_{A1c} = \frac{1}{2} \cdot K_A \cdot \gamma_s \cdot h_c^2 = \frac{1}{2} \times 0.500 \times 16.000 \times 1.050^2 = 4.410 \text{ kN/m}$$

・主働土圧の水平成分

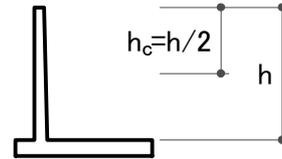
$$P_{h1c} = P_{A1c} \cdot \cos \delta_s = 4.410 \times 0.978 = 4.313 \text{ kN/m}$$

・表面載荷荷重

$$P_{A2c} = K_A \cdot q \cdot h_c \\ = 0.500 \times (10.000 - 5.000) \times 1.050 = 2.625 \text{ kN/m}$$

・表面載荷荷重による土圧の水平成分

$$P_{h2c} = P_{A2c} \cdot \cos \delta_s = 2.625 \times 0.978 = 2.567 \text{ kN/m}$$



(b) 断面力の計算

・曲げモーメント

$$M = P_{h1c} \cdot \frac{1}{3} \cdot h_c + P_{h2c} \cdot \frac{1}{2} \cdot h_c = 4.313 \times \frac{1}{3} \times 1.050 + 2.567 \times \frac{1}{2} \times 1.050 = 2.857 \text{ kNm/m}$$

・せん断力

$$S = P_{h1c} + P_{h2c} = 4.313 + 2.567 = 6.880 \text{ kN/m}$$

(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

$$x = \frac{15 \cdot A_s}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{15 \cdot A_s}} \right) \\ = \frac{15 \times 4.223}{100} \times \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \times 100 \times 10.800}{15 \times 4.223}} \right) = 3.119 \text{ cm}$$

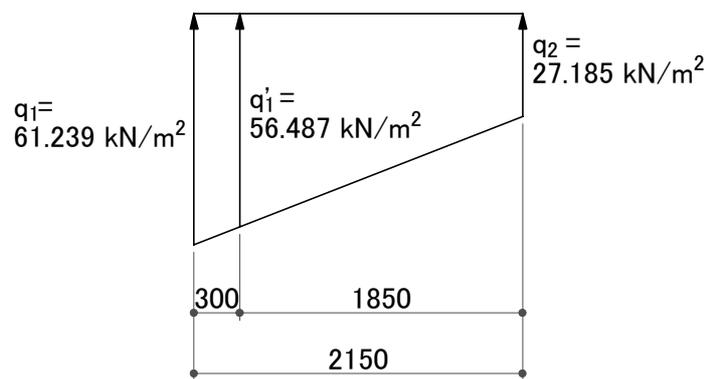
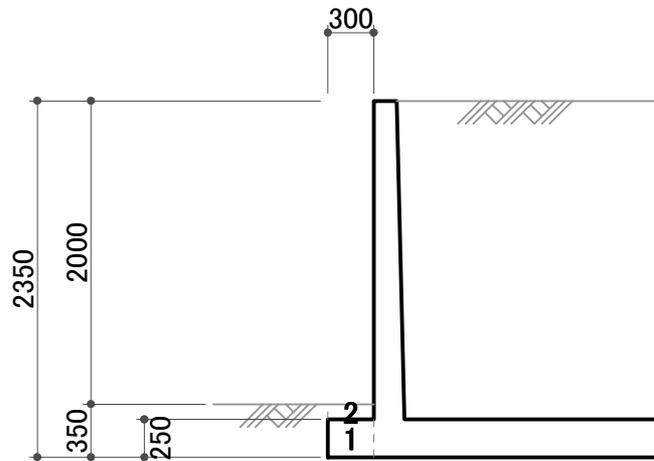
・断面の応力度

$$\sigma_c = \frac{2 \cdot M}{b \cdot x \cdot \left(d - \frac{x}{3} \right)} = \frac{2 \times 2.857 \times 10^3}{100 \times 3.119 \times \left(10.800 - \frac{3.119}{3} \right)} \\ = 1.8769 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{ca} = 7 \text{ N/mm}^2 \text{ OK}$$

$$\sigma_s = 15 \cdot \sigma_c \cdot \frac{d - x}{x} = 15 \times 1.877 \times \frac{10.800 - 3.119}{3.119} \\ = 69.3358 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{sa} = 196 \text{ N/mm}^2 \text{ OK}$$

$$\tau = \frac{S}{b \cdot \left(d - \frac{x}{3} \right)} = \frac{6.880 \times 10}{100 \times \left(10.800 - \frac{3.119}{3} \right)} \\ = 0.0704 \text{ N/mm}^2 < \tau_a = 0.70 \text{ N/mm}^2 \text{ OK}$$

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	kN/m ³	kN/m	m	kNm/m
軀 体	1	0.075	24.000	1.800	0.150	0.270
前 面 土	2	0.030	16.000	0.480	0.150	0.072
合 計				2.280		0.342

(b) 接地圧による断面力

・接地圧によるモーメント

$$M_q = \frac{1}{6} \cdot (2 \cdot q_1 + q_1') \cdot L^2 = \frac{1}{6} \times (2 \times 61.239 + 56.487) \times 0.300^2 = 2.684 \text{ kNm/m}$$

・接地圧によるせん断

$$S_q = \frac{1}{2} \cdot (q_1 + q_1') \cdot L = \frac{1}{2} \times (61.239 + 56.487) \times 0.300 = 17.659 \text{ kN/m}$$

(c) 断面力合計

・曲げモーメント

$$M = M_q - \sum M_w = 2.684 - 0.342 = 2.342 \text{ kNm/m}$$

・せん断力

$$S = S_q - \sum S_w = 17.659 - 2.280 = 15.379 \text{ kN/m}$$

(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

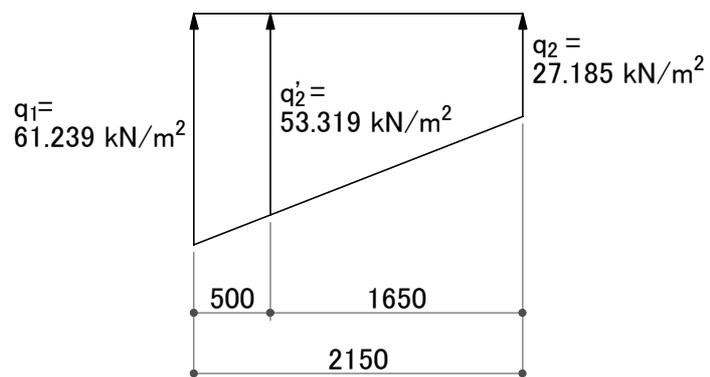
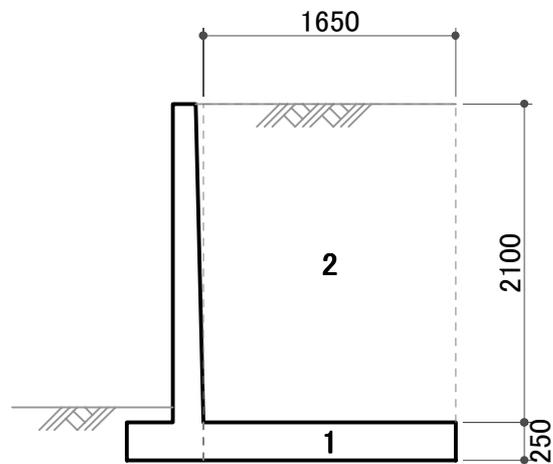
$$\sigma_c = \frac{2 \cdot M}{b \cdot x \cdot \left(d - \frac{x}{3} \right)} = \frac{2 \times 2.342 \times 10^3}{100 \times 4.223 \times \left(18.300 - \frac{4.223}{3} \right)}$$
$$= 0.6566 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{ca} = 7 \text{ N/mm}^2 \text{ OK}$$

$$\sigma_s = 15 \cdot \sigma_c \cdot \frac{d-x}{x} = 15 \times 0.657 \times \frac{18.300 - 4.223}{4.223}$$
$$= 32.8507 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{sa} = 196 \text{ N/mm}^2 \text{ OK}$$

$$\tau = \frac{S}{b \cdot \left(d - \frac{x}{3} \right)} = \frac{15.379 \times 10}{100 \times \left(18.300 - \frac{4.223}{3} \right)}$$
$$= 0.0910 \text{ N/mm}^2 < \tau_a = 0.70 \text{ N/mm}^2 \text{ OK}$$

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	kN/m ³	kN/m	m	kNm/m
軀 体	1	0.413	24.000	9.912	0.825	8.177
背 面 土	2	3.465	16.000	55.440	0.825	45.738
表面載荷重				16.500	0.825	13.613
合 計				81.852		67.528

(b) 接地圧による断面力

・接地圧によるモーメント

$$M_q = \frac{1}{6} \cdot (2 \cdot q_2 + q_2') \cdot L^2 = \frac{1}{6} \times (2 \times 27.185 + 53.319) \times 1.650^2 = 48.864 \text{ kNm/m}$$

・接地圧によるせん断

$$S_q = \frac{1}{2} \cdot (q_2' + q_2) \cdot L = \frac{1}{2} \times (53.319 + 27.185) \times 1.650 = 66.416 \text{ kN/m}$$

(c) 断面力合計

・曲げモーメント

$$M = \sum M_w - M_q = 67.528 - 48.864 = 18.664 \text{ kNm/m}$$

・せん断力

$$S = \sum S_w - S_q = 81.852 - 66.416 = 15.436 \text{ kN/m}$$

(d) 応力度の計算

・使用鉄筋

鉄筋径 D16 鉄筋間隔 @300 鉄筋断面積(A_s) 6.619 cm^2

・中立軸

$$x = \frac{15 \cdot A_s}{b} \cdot \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \cdot b \cdot d}{15 \cdot A_s}} \right)$$
$$= \frac{15 \times 6.619}{100} \times \left(-1 + \sqrt{1 + \frac{2 \times 100 \times 18.200}{15 \times 6.619}} \right) = 5.100 \text{ cm}$$

・断面の応力度

$$\sigma_c = \frac{2 \cdot M}{b \cdot x \cdot \left(d - \frac{x}{3} \right)} = \frac{2 \times 18.664 \times 10^3}{100 \times 5.100 \times \left(18.200 - \frac{5.100}{3} \right)}$$
$$= 4.4358 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{ca} = 7 \text{ N/mm}^2 \text{ OK}$$

$$\sigma_s = 15 \cdot \sigma_c \cdot \frac{d-x}{x} = 15 \times 4.436 \times \frac{18.200 - 5.100}{5.100}$$
$$= 170.9164 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{sa} = 196 \text{ N/mm}^2 \text{ OK}$$

$$\tau = \frac{S}{b \cdot \left(d - \frac{x}{3} \right)} = \frac{15.436 \times 10}{100 \times \left(18.200 - \frac{5.100}{3} \right)}$$
$$= 0.0935 \text{ N/mm}^2 < \tau_a = 0.70 \text{ N/mm}^2 \text{ OK}$$

4. 突起の計算

(a) 断面力の計算

・せん断力

$$S = W_1 \cdot \mu + P \cdot H_0 = 78.058 \times 0.300 + 90.154 \times 0.250 \\ = 45.956 \text{ kN/m}$$

・曲げモーメント

$$M = S \cdot \frac{1}{3} \cdot H_0 = 45.956 \times \frac{1}{3} \times 0.250 = 3.830 \text{ kNm/m}$$

(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

$$\sigma_c = \frac{2 \cdot M}{b \cdot x \cdot \left(d - \frac{x}{3} \right)} = \frac{2 \times 3.830 \times 10^3}{100 \times 4.223 \times \left(18.300 - \frac{4.223}{3} \right)} \\ = 1.0737 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{ca} = 7 \text{ N/mm}^2 \text{ OK}$$

$$\sigma_s = 15 \cdot \sigma_c \cdot \frac{d-x}{x} = 15 \times 1.074 \times \frac{18.300 - 4.223}{4.223} \\ = 53.7012 \text{ N/mm}^2 < \sigma_{sa} = 196 \text{ N/mm}^2 \text{ OK}$$

$$\tau = \frac{S}{b \cdot \left(d - \frac{x}{3} \right)} = \frac{45.956 \times 10}{100 \times \left(18.300 - \frac{4.223}{3} \right)} \\ = 0.2720 \text{ N/mm}^2 < \tau_a = 0.70 \text{ N/mm}^2 \text{ OK}$$

