2. 安定計算

①平常時

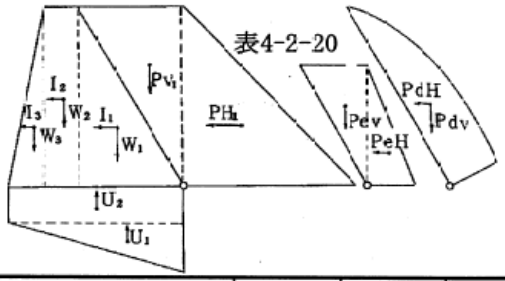
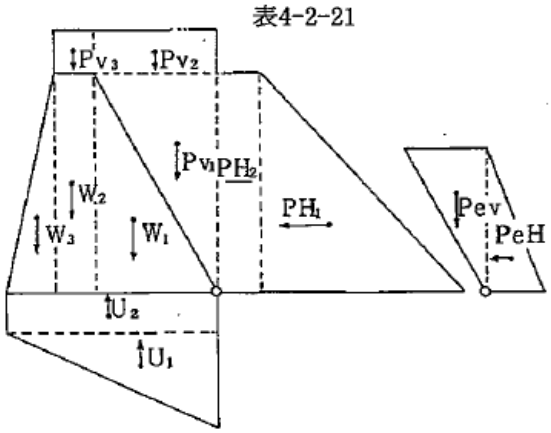


表4-2-20

設計荷重	記号	計算式	鉛直力 (V)	水平力 (H)	堤底の上流端から作用線までの距離 (l)	モーメント M=V·l+H·l
堤体の自重	w_1	$\frac{1}{2}W_c \bullet m \bullet H^2 = \frac{1}{2}\times 2.30\times 0.95\times 18.0^2$	(+)353.97	—	$\frac{2}{3}\bullet m \bullet H = \frac{2}{3}\times 0.95\times 18.0 = 11.40$	(+)4,035.26
	w_2	$W_c \bullet b_1 \bullet H = 2.30\times 2.50\times 1.80$	(+)103.50	—	$m\bullet H+\frac{1}{2}\bullet b_1 = 0.95\times 18.0+\frac{1}{2}\times 2.5 = 18.35$	(+)1,899.23
	w_3	$\frac{1}{2}\bullet W_c \bullet n \bullet H^2 = \frac{1}{2}\times 2.30\times 0.2\times 18.0^2$	(+)74.52	—	$m\bullet H+b_1+\frac{1}{3}\bullet n\bullet H = 0.95\times 18.0+2.5+\frac{1}{3}\times 0.2\times 18.0 = 20$	(+)1,550.02
静水圧	pv_1	$\frac{1}{2}\bullet Wo\bullet m\bullet H^2 = \frac{1}{2}\times 1.0\times 0.95\times 18.0^2$	(+)153.90	—	$\frac{1}{3}\bullet m\bullet H = \frac{1}{3}\times 0.95\times 18.0 = 5.70$	(+) 877.23
	pH_1	$\frac{1}{2}\bullet Wo\bullet H^2 = \frac{1}{2}\times 1.0\times 18.0^2$	—	(+)162.00	$\frac{1}{3}\bullet H = \frac{1}{3}\times 18.0 = 6.00$	(+) 972.00
堆砂圧	pev	$\frac{1}{2}\bullet Ws_1 \bullet m\bullet he^2 = \frac{1}{2}\times 0.95\times 0.95\times 2.5^2$	(+)2.82	—	$\frac{1}{3}\bullet m\bullet he = \frac{1}{3}\times 0.95\times 2.5 = 0.79$	(+) 2.23
	peH	$\frac{1}{2}\bullet Ce\bullet Ws_1\bullet he^2 = \frac{1}{2}\times 0.3\times 0.95\times 2.5^2$	—	(+)0.89	$\frac{1}{3}\bullet he = \frac{1}{3}\times 2.5 = 0.83$	(+) 0.74
揚圧力	U_1	$\frac{1}{2}\bullet wo\bullet \mu\bullet b_2\bullet(H-h_2) = \frac{1}{2}\times 1.0\times\frac{1}{3}\times 23.2\times(18.0-4.5)$	(−)52.20	—	$\frac{1}{3}\bullet b_2 = \frac{1}{3}\times 23.2 = 7.73$	(−) 403.51
	U_2	$Wo\bullet b_2\bullet h_2 = 1.0\times 23.2\times 4.5$	(−)104.40	—	$\frac{1}{2}\bullet b_2 = \frac{1}{2}\times 23.2 = 11.60$	(−) 1,211.04
地震時慣性力	I_1	$\frac{1}{2}\times K\bullet Wc\bullet m\bullet H^2 = \frac{1}{2}\times 0.10\times 2.30\times 0.95\times 18.0^2$	—	(+)35.40	$\frac{1}{3}\bullet H = \frac{1}{3}\times 18.0 = 6.00$	(+) 212.40
	I_2	$K\bullet Wc\bullet b_1\bullet H = 0.10\times 2.30\times 2.5\times 18.0$	—	(+)10.35	$\frac{1}{2}\bullet H = \frac{1}{2}\times 18.0 = 9.00$	(+) 93.15
	I_3	$\frac{1}{2}\times K\bullet Wc\bullet n\bullet H^2 = \frac{1}{2}\times 0.10\times 2.30\times 0.20\times 18.0^2$	—	(+)7.45	$\frac{1}{3}\bullet H = \frac{1}{3}\times 18.0 = 6.00$	(+) 44.70
地震時動水圧	Pbv	$\frac{1}{2}\bullet\eta\bullet Cm\bullet K\bullet Wc\bullet m\bullet H^2 = \frac{1}{2}\times 1.45\times 0.43\times 0.10\times 1.0\times 0.95\times 18.0^2$	(+)9.60	—	$\lambda\bullet m\bullet H = 0.40\times 0.95\times 18.0 = 6.84$	(+) 65.66
	PbH	$\frac{1}{2}\bullet\eta\bullet Cm\bullet K\bullet Wo\bullet H^2 = \frac{1}{2}\times 1.45\times 0.43\times 0.10\times 1.0\times 18.0^2$	—	(+)10.10	$\lambda\bullet H = 0.40\times 18.0 = 7.20$	(+) 72.72
合計	揚圧力を考慮した場合		(+)541.71	(−)226.19		(+)8,210.79
	揚圧力を無視した場合		(+)698.31	(−)226.19		(+)9,825.34

②洪水時　　表4-2-21



設計荷重	記号	計　算　式	鉛直力 (V)	水平力 (H)	堤底の上流端から作用線までの距離 (l)	モーメント M=V·l+H·l
堤体の自重	W_1	$\frac{1}{2}\bullet Wc\bullet m\bullet H^2=\frac{1}{2}\times2.30\times0.95\times18.0^2$	(+)353.97	—	$\frac{2}{3}\bullet m\bullet H=\frac{2}{3}\times0.95\times18.0=11.40$	(+)4,035.26
	W_2	$Wc\bullet b_1\bullet H=2.30\times2.5\times1.80$	(+)103.50	—	$m\bullet H+\frac{1}{2}\bullet b_1=0.95\times18.0+\frac{1}{2}\times2.5=18.35$	(+)1,899.23
	W_3	$\frac{1}{2}\bullet Wc\bullet n\bullet H^2=\frac{1}{2}\times2.30\times0.2\times18.0^2$	(+)74.52	—	$m\bullet H+b_1+\frac{1}{3}\bullet n\bullet H=0.95\times18.0+2.5+\frac{1}{3}\times0.2\times18.0=20.80$	(+)1,550.02
静水圧	Pv_1	$\frac{1}{2}\bullet Wo\bullet m\bullet H^2=\frac{1}{2}\times1.0\times0.95\times18.0^2$	(+)153.90	—	$\frac{1}{3}\bullet m\bullet H=\frac{1}{3}\times0.95\times18.0=5.70$	(+) 877.23
	Pv_2	$W_O\bullet m\bullet h_3\bullet H=1.0\times0.95\times3.0\times18.0$	(+)51.30	—	$\frac{1}{2}\bullet m\bullet H=\frac{1}{2}\times0.95\times18.0=8.55$	(+) 438.62
	Pv_3	$W_O\bullet b_1\bullet h_3=1.0\times2.5\times3.0$	(+)7.50	—	$m\bullet H+\frac{1}{2}\bullet b_1=0.95\times18.0+\frac{1}{2}\times2.5=18.35$	(+) 137.63
	PH_1	$\frac{1}{2}\bullet Wo\bullet H^2=\frac{1}{2}\times1.0\times18.0^2$	—	(+)162.00	$\frac{1}{3}\bullet H=\frac{1}{3}\times18.0=6.00$	(+) 972.00
	PH_2	$Wo\bullet h_3\bullet H=1.0\times3.0\times18.0$	—	(+)54.00	$\frac{1}{2}\bullet H=\frac{1}{2}\times18.0=9.0$	(+)486.00
堆砂圧	Pev	$\frac{1}{2}\bullet Ws_1\bullet m\bullet he^2=\frac{1}{2}\times0.95\times0.95\times2.5^2$	(+)2.82	—	$\frac{1}{3}\bullet m\bullet hc=\frac{1}{3}\times0.95\times2.5=0.79$	(+) 2.23
	PeH	$\frac{1}{2}\bullet Ce\bullet Ws_1\bullet he^2=\frac{1}{2}\times0.3\times0.95\times2.5^2$	—	(+)0.89	$\frac{1}{3}\bullet hc=\frac{1}{3}\times2.5=0.83$	(+) 0.74
揚圧力	U_1	$\frac{1}{2}\bullet Wo\bullet\mu\bullet b_2\bullet(H+h_3-h_2)=\frac{1}{2}\times1.0\times\frac{1}{3}\times23.2\times(18.0+3.0-7.5)$	(−)52.20	—	$\frac{1}{3}\bullet b_2=\frac{1}{3}\times23.2=7.73$	(−) 403.51
	U_2	$Wo\bullet b_2\bullet h_2=1.0\times23.2\times7.5$	(−)174.00	—	$\frac{1}{2}\bullet b_2=\frac{1}{2}\times23.2=11.60$	(−)2,018.40
合計	揚圧力を考慮した場合		(+)521.31	(+)216.89		(+)7,977.05
	揚圧力を無視した場合		(+)747.51	(+)216.89		(+)10,398.96

3．安定条件の検討

（1）　転倒及び合力の作用線が提底の中央 1/3 以内に入ることの検討

（平常時）

$$X = \frac{M}{V} = \frac{8{,}210.79}{541.71} = 15.16 \leqq \frac{2}{3} b_2 = \frac{2}{3} \times 23.2 = 15.47\,(\mathrm{m}) \qquad \text{OK}$$

（洪水時）

$$X = \frac{M}{V} = \frac{7{,}977.05}{521.31} = 15.30 \leqq \frac{2}{3} b_2 = \frac{2}{3} \times 23.2 = 15.47\,(\mathrm{m}) \qquad \text{OK}$$

（2）　滑動に対する検討

（平常時）

$$n = \frac{f \cdot V + \tau_0 \cdot 1}{H} = \frac{1.0 \times 541.71 + 50 \times 23.2}{226.19} = 7.52 \geqq 4.0 \qquad \text{OK}$$

（洪水時）

$$n = \frac{f \cdot V + \tau_0 \cdot 1}{H} = \frac{1.0 \times 521.31 + 50 \times 23.2}{216.89} = 7.75 \geqq 4.0 \qquad \text{OK}$$

（3）　えん堤提体及び基礎地盤の破壊に対する安定

（a）揚圧力を考慮した場合

（平常時）

$$e = X - \frac{1}{2} \cdot b_2 = 15.16 - \frac{1}{2} \times 23.2 = 3.56$$

（洪水時）

$$e = X - \frac{1}{2} \cdot b_2 = 15.30 - \frac{1}{2} \times 23.2 = 3.70$$

$$\delta_{\max} = \frac{V}{b_2}\left(1 + \frac{6 \cdot e}{b_2}\right) = \frac{521.31}{23.2} \times \left(1 + \frac{6 \times 3.70}{23.2}\right) = 43.97 \leqq \begin{cases} \text{提体 400（t/㎡）} & \text{OK} \\ \text{基礎地盤 400（t/㎡）} & \text{OK} \end{cases}$$

$$\delta_{\min} = \frac{V}{b_2}\left(1 - \frac{6 \cdot e}{b_2}\right) = \frac{521.31}{23.2} \times \left(1 - \frac{6 \times 3.70}{23.2}\right) = 0.97 \geqq 0 \qquad \text{OK}$$

（b）揚圧力を無視した場合

（平常時）

$$X = \frac{M}{V} = \frac{9{,}825.34}{698.31} = 14.07$$

$$e = X - \frac{1}{2} \cdot b_2 = 14.07 - \frac{1}{2} \times 23.2 = 2.47$$

$$\delta_{\max} = \frac{V}{b_2}\left(1 + \frac{6 \cdot e}{b_2}\right) = \frac{698.31}{23.2} \times \left(1 + \frac{6 \times 2.47}{23.2}\right) = 49.33 \leqq \begin{cases} \text{提体 400（t/㎡）} & \text{OK} \\ \text{基礎地盤 400（t/㎡）} & \text{OK} \end{cases}$$

$$\delta_{\min}=\frac{V}{b_2}\left(1-\frac{6\cdot e}{b_2}\right)=\frac{698.31}{23.2}\times\left(1-\frac{6\times 2.47}{23.2}\right)=10.87\geqq 0 \qquad \text{OK}$$

（洪水時）

$$X=\frac{M}{V}=\frac{10{,}398.96}{747.51}=13.91$$

$$e=X-\frac{1}{2}\cdot b_2=13.91-\frac{1}{2}\times 23.2=2.31$$

$$\delta_{\max}=\frac{V}{b_2}\left(1+\frac{6\cdot e}{b_2}\right)=\frac{747.51}{23.2}\times\left(1+\frac{6\times 2.31}{23.2}\right)=51.47\leqq \begin{cases} \text{提体 400（t/㎡）} & \text{OK} \\ \text{基礎地盤 400（t/㎡）} & \text{OK} \end{cases}$$

$$\delta_{\min}=\frac{V}{b_2}\left(1-\frac{6\cdot e}{b_2}\right)=\frac{747.51}{23.2}\times\left(1-\frac{6\times 2.31}{23.2}\right)=12.97\geqq 0 \qquad \text{OK}$$