§１．設計条件

（１）擁壁の概要

・築造地 ： 秦野市

・形　式 ： Ｕ型鉄筋コンクリート造擁壁

（２）背面土

・土質の種類　　： 関東ローム

・土の単位体積重量　　：γs=16.0 kN/m3

・内部摩擦角　　：　φ=20.0°

・粘 着 力　　：　C= 0 kN/m2

・壁背面と土との摩擦角：　δ=13.00°

（３）土圧（常時）

クーロンの土圧式による。

（４）支持地盤

・土質の種類　　： 関東ローム

・内部摩擦角　　：φ=20.0°

・粘 着 力　　：C=20.0 kN/m2

・許容地耐力度　　：fe= 100 kN/m2

・底面の摩擦係数　　：μ=tan20.0° =0.364

（５）材料の許容応力度（常時）

・ コンクリート

設計基準強度　　：σ28=21N/mm2

許容圧縮応力度　：σca=7.0N/mm2

許容せん断応力度：τca=0.7N/mm2

・ 鉄　筋（SD295A）

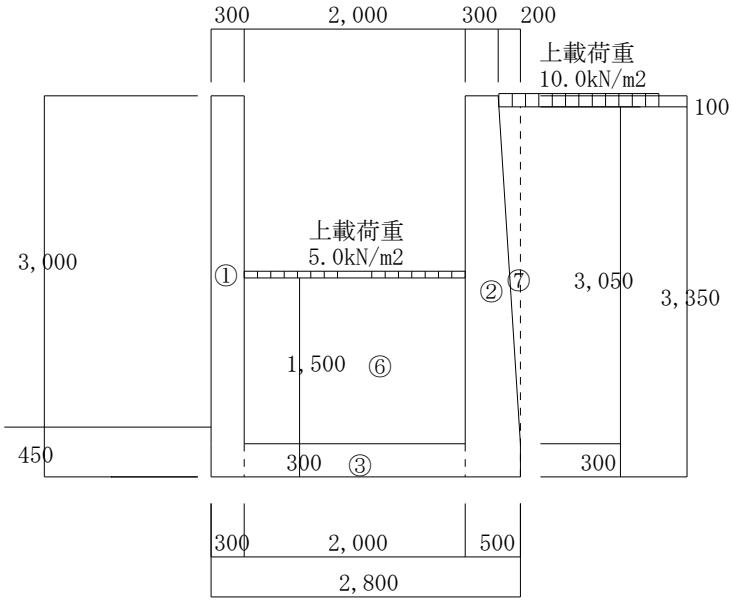
許容引張応力度　：σsa=195.0N/mm2

（６）単位体積重量

・鉄筋コンクリート　　：γc=24.0 kN/m3

§ ２．ＲＣ擁壁（１）の設計

２－１ 荷重の計算（常時）



地表面と水平面とのなす角度 β=0°
壁背面と鉛直面とのなす角度 θ=3.633°
粘着力０の土圧に対しては、H=Ho=3.350m

１）自 重

区 分	面 積 A (m2)	単位重量 γ(kN/m3)	重 量 W(kN/m)	重心距離 (m)		モーメント(kN･m/m)	
				x	y	W･x	W･y
①前たて壁	0.300×3.450 ＝ 1.0350	24.0	24.8400	0.150	──	3.7260	──
②後たて壁	3.150×(0.300＋0.500)/2 ＋0.500×0.300 ＝ 1.4100	24.0	33.8400	2.498	──	84.5460	──
③ 底 版	2.000×0.300 ＝ 0.6000	24.0	14.4000	1.300	──	18.7200	──
④かかと版							
⑤つま先版							
⑥ 中央土	2.000×1.500 ＝ 3.0000	16.0	48.0000	1.300	──	62.4000	──
⑦ 背面土	0.194×3.050/2 ＝ 0.2953	16.0	4.7251	2.735	──	12.9252	──
⑧ 前面土							
合 計 Σ		──	125.8051	──	──	182.3172	──

重心 x=ΣW･x/ΣW=182.317/125.805=1.449m

２）上載荷重

背面上載荷重･･･W=10.00×0.1937=1.9365kN/m
中央上載荷重･･･W=5.00×2.0000=10.0000kN/m

３）擁壁に及ぼす土圧

主働土圧係数

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

$$=\frac{\cos^2(20.00^\circ-3.63^\circ)}{\cos^2(3.63^\circ)\times\cos(3.63^\circ+13.00^\circ)\times\left\{1+\sqrt{\frac{\sin(20.00^\circ+13.00^\circ)\times\sin(20.00^\circ-0.00^\circ)}{\cos(3.63^\circ+13.00^\circ)\times\cos(3.63^\circ-0.00^\circ)}}\right\}^2}$$

$$=\frac{0.9206}{0.9960\times0.9582\times\left\{1+\sqrt{\frac{0.5446\times0.3420}{0.9582\times0.9980}}\right\}^2}$$

$=0.464$

前面及び背面土による土圧
PA=1/2･KA･γ･H^2=1/2×0.464×16.0×3.350^2=41.6579kN/m
PAX=PA･cosδ=PA･cos(δ＋θ)=PA･cos(13.00＋3.63)°=41.6579×0.9582=39.9149kN/m

背面上載荷重による土圧
△PA=KA･q･H=0.464×10.0×3.350=15.5440kN/m
△PAX=△PA･cosδ=△PA･cos(δ＋θ)=PA･cos(13.00＋3.63)°=15.5440×0.9582=14.8936kN/m

作用点の位置
PAX：y=H/3=3.350/3=1.117m
△PAX：y=H/2=3.350/2=1.675m

４）荷重の集計

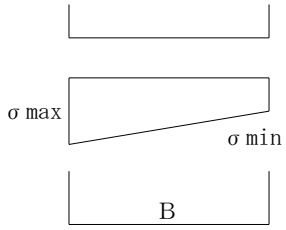
荷重の種類	鉛直力 V(kN/m)	水平力 H(kN/m)	作用点(m)		モーメント(kN･m/m)	
			x	y	V･x	H･y
自重(W)	125.8051	――	1.449	――	182.3172	――
土圧(PA)	――	39.9149	――	1.117	――	44.5716
土圧(△PA)	――	14.8936	――	1.675	――	24.9468
背面上載荷重	1.9365	――	2.703	――	5.2347	――
中央上載荷重	10.0000	――	1.300	――	13.0000	――
前面上載荷重						
合計 Σ	137.7416	54.8085	――	――	200.5519	69.5184

２－２ 安定性の検討（常時）

１）転倒に対する検討

抵抗モーメント Mr=ΣV･x=200.552kNm/m
転倒モーメント Mo=ΣH･y=69.518kNm/m
合力の作用位置　d=(Mr－Mo)/ΣV=(200.552－69.518)/137.742=0.951m
偏　心　距　離　e=(B/2)－d=(2.800/2)－0.951=0.449m ＜ B/6=2.800/6=0.467m ∴ O.K
転 倒 安 全 率　F=Mr/Mo=200.552/69.518=2.885 ＞ 1.5　∴ O.K

２）地盤支持力(接地圧)に対する検討

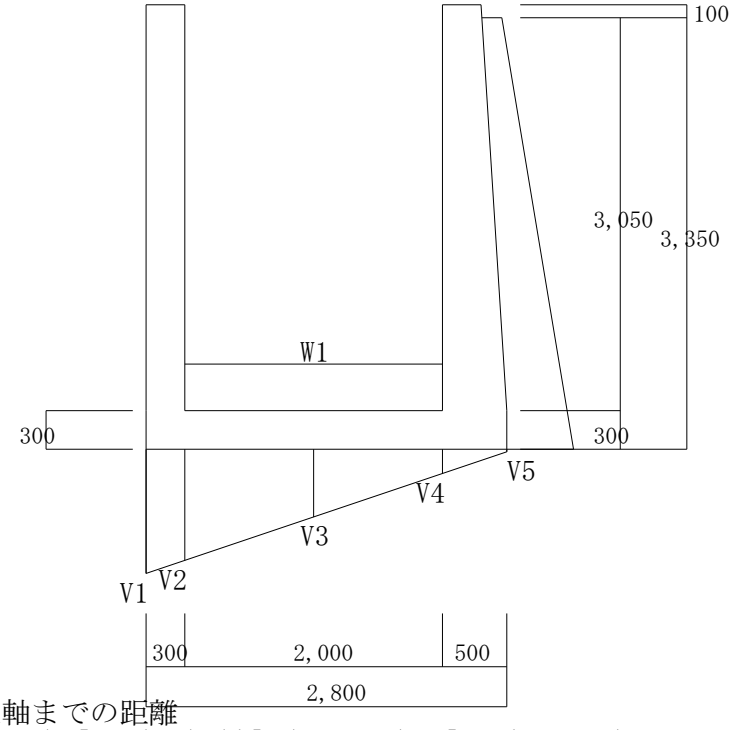


最 大 接 地 圧　σ max=(ΣV/B)･{1＋(6e/B)}
　　=(137.742/2.800)×{1＋(6×0.449/2.800)}
　　=96.493kN/m2
最 小 接 地 圧　σ min=(ΣV/B)･{1－(6e/B)}
　　=(137.742/2.800)×{1－(6×0.449/2.800)}
　　=1.894kN/m2
σ max, σ min ＜ 100.0kN/m2　∴ O.K

３）滑り出しに対する検討

底版の有効載荷面積 A'=B-2e=2.800－2×0.449=1.903m2/m
水 平 力 の 総 和 ΣH=54.808kN/m
滑動に対する抵抗力 RH=C･A'＋ΣV･μ=20.0×1.903＋137.742×0.364=88.190kN/m
滑 動 安 全 率　　F=RH/ΣH=88.190/54.808=1.609 ＞ 1.5　∴ O.K

２－３ 断面の検討（常時）



中立軸までの距離
Xn=(B/2)･[1＋{B/(6e)}]=(2.800/2)×[1＋{2.800/(6×0.449)}]=2.856m

V1=96.493kN/m2　V2=86.357kN/m2　V3=52.572kN/m2　V4=18.787kN/m2　V5=1.894kN/m2

W1=(1.500×16.0)＋(0.300×24.0)＋5.00=36.200kN/m2

地表面と水平面とのなす角度　　：β=0.00°
後壁背面と鉛直面とのなす角度　：θ=3.63°

１）たて壁（全高さの２/３部分）

PAX=1/2･KA･γ･H^2･cos(13.00° ＋3.633°)=1/2×0.464×16.0×1.117^2×0.9582=4.435kN/m
△PAX=KA･q･H･cos(13.00° ＋3.633°)=0.464×10.0×1.117×0.9582=4.965kN/m
M=PAX･n＋△PAX･n={4.435×(1.050/3)＋4.965×(1.117/2)}×10^5=442267Ncm/m
S=PAX＋△PAX=(4.435＋4.965)×10^3=9400N/m

D=37.302cm　　d=30.352cm　　j=26.558cm
at=M/(ft･j)=442267/(19500×26.558)=0.854cm2/m
φ=S/(fa･j)=9400/(140.00×26.558)=2.528cm/m

配筋 D19-2373@　-----> ∴ D19-300@　とする

---

n=15　　b=100cm
p=As/(b･d)=955.000/(1000×303.52)=0.00315
k=sqr{2n･p＋(n･p)^2}－n･p=sqr{2×15×0.00315＋(15×0.00315)^2}－15×0.00315=0.264
j=1－(K/3)=1－(0.264/3)=0.912

・コンクリートの曲げ圧縮応力度
σc=2M/(k･j･b･d^2)=2×4422667/(0.264×0.912×1000×303.52^2)=0.399N/mm2
＜σca=7.0N/mm2　∴ O.K

・鉄筋の引張応力度
σs=M/(As･j･d)=4422667/(955.000×0.912×303.52)=16.728N/mm2
＜σsa=195N/mm2　∴ O.K

・コンクリートのせん断応力度
τc=S/(b･j･d)=9400/(1000×0.912×303.52)=0.034N/mm2 ＜τca=0.7N/mm2　∴ O.K

２）たて壁（固定部）

PAX=1/2･KA･γ･H^2･cos(13.00° ＋3.633°)=1/2×0.464×16.0×3.050^2×0.9582=33.086kN/m
△PAX=KA･q･H･cos(13.00° ＋3.633°)=0.464×10.0×3.050×0.9582=13.560kN/m
M=PAX･n＋△PAX･n={33.086×(3.050/3)＋13.560×(3.050/2)}×10^5=5431626Ncm/m
S=PAX＋△PAX=(33.086＋13.560)×10^3=46646N/m

D=50.00cm　　d=43.05cm　　j=37.669cm
at=M/(ft･j)=5431626/(19500×37.669)=7.395cm2/m
φ=S/(fa･j)=46646/(140.00×37.669)=8.845cm/m

配筋 D19-387@　-----> ∴ D19-300@　とする

---

n=15　　b=100cm
p=As/(b･d)=955.000/(1000×430.50)=0.00222
k=sqr{2n･p＋(n･p)^2}－n･p=sqr{2×15×0.00222＋(15×0.00222)^2}－15×0.00222=0.227
j=1－(K/3)=1－(0.227/3)=0.924

・コンクリートの曲げ圧縮応力度
σc=2M/(k･j･b･d^2)=2×54316260/(0.227×0.924×1000×430.50^2)=2.795N/mm2
＜σca=7.0N/mm2　∴ O.K

・鉄筋の引張応力度
σs=M/(As･j･d)=54316260/(955.000×0.924×430.50)=142.922N/mm2
＜σsa=195N/mm2　∴ O.K

・コンクリートのせん断応力度
τc=S/(b･j･d)=46646/(1000×0.924×430.50)=0.117N/mm2 ＜τca=0.7N/mm2　∴ O.K

3）底版（中央部）

C1=(W1･B^2)/12=(36.200×2.000^2)/12=12.067kNm/m
M1=(W1･B^2)/8－C1=(36.200×2.000^2)/8－12.067=6.033kNm/m
C21=(V4･B^2/12)＋{(V2-V4)･B^2/20}
=(18.787×2.000^2)/12＋{(86.357－18.787)×2.000^2)/20}=19.776kNm/m
C22=(V4･B^2/12)＋{(V2-V4)･B^2/30}
=(18.787×2.000^2)/12＋{(86.357－18.787)×2.000^2)/30}=15.272kNm/m
M2=(V4･B^2/8)＋(V2-V4)･B^2/(9･Sqr(3))－(C21＋C22)/2
=(18.787×2.000^2)/8＋(86.357－18.787)×2.000^2/(9×Sqr(3))
－(19.776＋15.272)/2=9.208kNm/m
M=|M1-M2|=|6.033-9.208|×10^5=317464Ncm/m

D=30.00cm　　d=23.05cm　　j=20.169cm
at=M/(ft･j)=317464/(19500×20.169)=0.807cm2/m

配筋 D19-3549@　-----> ∴ D19-300@　とする

---

n=15　　b=100cm
p=As/(b･d)=955.000/(1000×230.50)=0.00414
k=sqr{2n･p＋(n･p)^2}－n･p=sqr{2×15×0.004＋(15×0.00414)^2}－15×0.00414=0.296
j=1－(K/3)=1－(0.296/3)=0.90139

・コンクリートの曲げ圧縮応力度
σc=2M/(k･j･b･d^2)=2×3174635/(0.296×0.901×1000×230.50^2)=0.448N/mm2
＜σca=7.0N/mm2　∴ O.K

・鉄筋の引張応力度
σs=M/(As･j･d)=3174635/(955.000×0.901×230.50)=16.000N/mm2
＜σsa=195N/mm2　∴ O.K

4）底版（前面固定部）

C1=(W1･B^2)/12=(36.200×2.000^2)/12=12.067kNm/m
M1=C1=12.067kNm/m
S1=(W1･B)/2=(36.200×2.000)/2=36.200kN/m
C21=(V4･B^2/12)＋{(V2-V4)･B^2/20}
=(18.787×2.000^2)/12＋{(86.357－18.787)×2.000^2)/20}=19.776kNm/m
M2=C21=19.776kNm/m
S2=(V4･B)/2＋(V2－V4)･B/3=(18.787×2.000)/2＋(86.357－18.787)×2.000/3=63.834kN/m
M=|M1-M2|=|12.067-19.776|×10^5=770968Ncm/m
S=|S1-S2|=|36.200-63.834|×10^3=27634N/m

D=30.00cm　　d=23.05cm　　j=20.169cm
at=M/(ft･j)=770968/(19500×20.169)=1.960cm2/m
φ=S/(fa･j)=27634/(140.00×20.169)=9.787cm/m

配筋 D19-613@　-----> ∴ D19-300@　とする

---

n=15　　b=100cm
p=As/(b･d)=955.000/(1000×230.50)=0.00414
k=sqr{2n･p＋(n･p)^2}－n･p=sqr{2×15×0.00414＋(15×0.00414)^2}－15×0.00414=0.296
j=1－(K/3)=1－(0.296/3)=0.901

・コンクリートの曲げ圧縮応力度
σc=2M/(k･j･b･d^2)=2×7709678/(0.296×0.901×1000×230.50^2)=1.088N/mm2
＜σca=7.0N/mm2　∴ O.K

・鉄筋の引張応力度
σs=M/(As･j･d)=7709678/(955.000×0.901×230.50)=38.855N/mm2
＜σsa=195N/mm2　∴ O.K

・コンクリートのせん断応力度
τc=S/(b･j･d)=27634/(1000×0.901×230.50)=0.133N/mm2＜τca=0.7N/mm2　∴ O.K

５）底版（後面固定部）

C1=(W1･B^2)/12=(36.200×2.000^2)/12=12.067kNm/m
M1=C1=12.067kNm/m
S1=(W1･B)/2=(36.200×2.000)/2=36.200kN/m
C22=(V4･B^2/12)＋{(V2-V4)･B^2/30}
=(18.787×2.000^2)/12＋{(86.357－18.787)×2.000^2)/30}=15.272kNm/m
M2=C22=15.272kNm/m
S2=(V4･B)/2＋(V2－V4)･B/6=(18.787×2.000)/2＋(86.357－18.787)×2.000/6=41.310kN/m
M=|M1-M2|=|12.067-15.272|×10^5=320496Ncm/m
S=|S1-S2|=|36.200-41.310|×10^3=5110N/m

D=30.00cm　　d=23.05cm　　j=20.169cm
at=M/(ft･j)=320496/(19500×20.169)=0.815cm2/m
φ=S/(fa･j)=5110/(140.00×20.169)=1.810cm/m

配筋 D19-3315@　-----> ∴ D19-300@　とする

---

n=15　　b=100cm
p=As/(b･d)=955.000/(1000×230.50)=0.00414
k=sqr{2n･p＋(n･p)^2}－n･p=sqr{2×15×0.00414＋(15×0.00414)^2}－15×0.00414=0.296
j=1－(K/3)=1－(0.296/3)=0.901

・コンクリートの曲げ圧縮応力度
σc=2M/(k･j･b･d^2)=2×3204962/(0.296×0.901×1000×230.50^2)=0.452N/mm2
＜σca=7.0N/mm2　∴ O.K

・鉄筋の引張応力度
σs=M/(As･j･d)=3204962/(955.000×0.901×230.50)=16.152N/mm2
＜σsa=195N/mm2　∴ O.K

・コンクリートのせん断応力度
τc=S/(b･j･d)=5110/(1000×0.901×230.50)=0.025N/mm2 ＜τca=0.7N/mm2　∴ O.K