

6 鉄筋コンクリート造擁壁の

標準断面図

1. 鉄筋コンクリート造擁壁の設計諸元

(1) 設計条件

上載荷重 (kN/m²) : q = 9.8

(2) 裏込め土の性質

壁背面と鉛直面とのなす角 (度) : = 0

地表面と水平面とのなす角 (度) : = 0

裏込め土の内部摩擦角 (度) : = 25

壁面摩擦角 (安定計算時) : = 0

(部材計算時 : 2 / 3) : = 16.6

(3) 基礎地盤の許容支持力及び摩擦係数

許容支持力 (地震時) = 1.5 × 許容支持力 (常時)

摩擦係数 : μ = 0.4

粘着力は考慮しない。ただし、突起を設ける場合は、 : c = 0

資料 7 - 1 2 により粘着力を考慮することができる。(kN/m²)

(4) 地震の震度 (地上高 (見え高) 5 m を超える場合)

1) 水平震度 : kh = 0.2

2) 鉛直震度 : kv = 0

(5) 安全率 (常時)

転倒 (重心の位置 = 底版幅の中心から 1/6 以内) : Fo = 1.5

滑動 : Fs = 1.5

(6) 材料強度等

コンクリート

1) 設計基準強度 (N/mm²) : ck = 24

2) 許容曲げ圧縮応力度 (N/mm²) : ca = 8

3) 許容せん断応力度 [平均せん断応力度] (N/mm²) : ca = 0.39

鉄筋

1) SD295 の許容引張応力度 (N/mm²) (D28 以下) : sa = 196.0

2) SD345 の許容引張応力度 (N/mm²) (D28 以下) : sa = 215.0

3) SD345 の許容引張応力度 (N/mm²) (D28 超) : sa = 195.0

(なお、他の鋼材種類を使用する場合は、別途、建築基準法施行令第90条を満たす適切な許容応力度を設定すること。)

ヤング係数比 : n = 15

(7) 単位体積重量

無筋コンクリート (kN/m ³)	:	c =	23
鉄筋コンクリート (kN/m ³)	:	c =	24.5
裏込め土 (kN/m ³)	:	=	18

(8) 構造細目 (鉄筋かぶり厚)

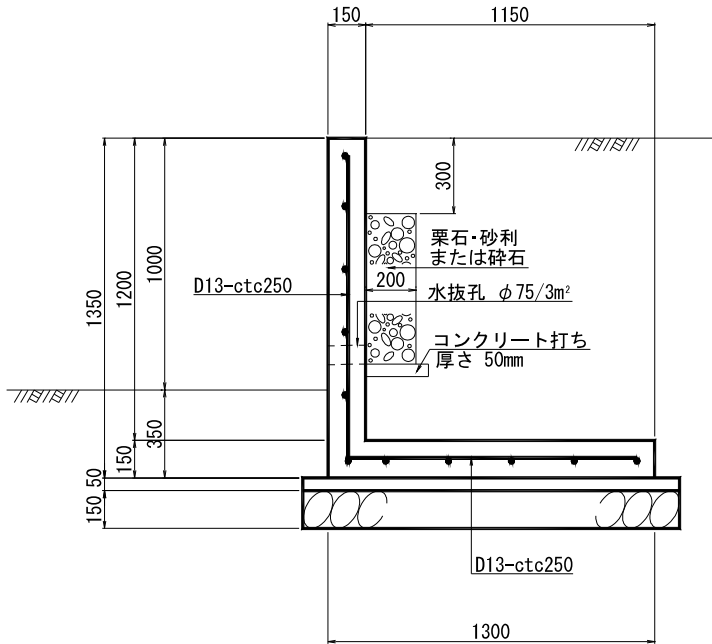
豎壁については、再外縁鉄筋 (組立鉄筋) において最小かぶり厚さ4cm以上となるように主鉄筋位置を決定する。

底盤については、再外縁鉄筋 (配力筋) において最小かぶり厚さ6cm以上となるように主鉄筋位置を決定する。

本編の標準断面図の設計にあたっては、

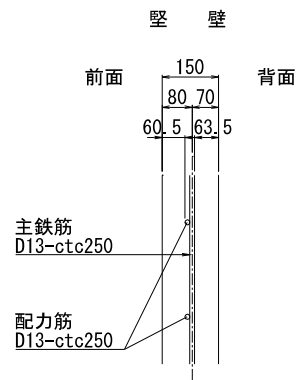
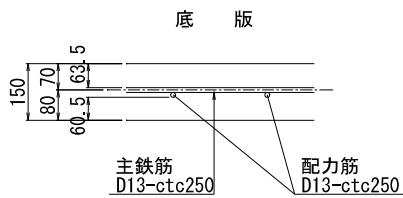
『土木構造物設計ガイドライン 土木構造物設計マニュアル (案) [土木構造物・橋梁編]、土木構造物設計マニュアルに係わる設計・施工の手引き (案) [ボックスカルバート・擁壁編] 監修 建設大臣官房技術調査室・建設省土木研究所』等を参考としている。

標準断面図

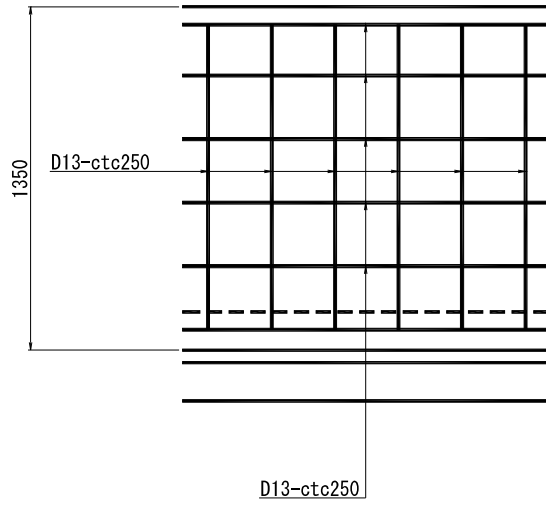


背面土	関東ローム等
地耐力	55.0 kN/m ² 以上
地表面載荷重	9.8 kN/m ²
コンクリートの強度	24 N/mm ²
鉄筋の引張強度	195 N/mm ²
鉄筋のかぶり	
堅壁：（主鉄筋中心から）	7cm
底板：（主鉄筋中心から）	7cm

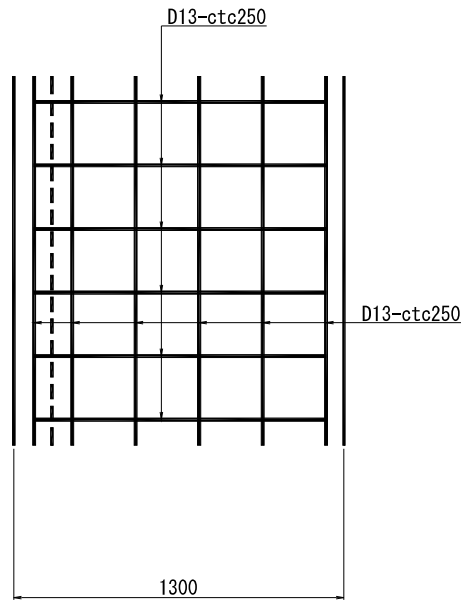
かぶり詳細図 縮尺:1/20



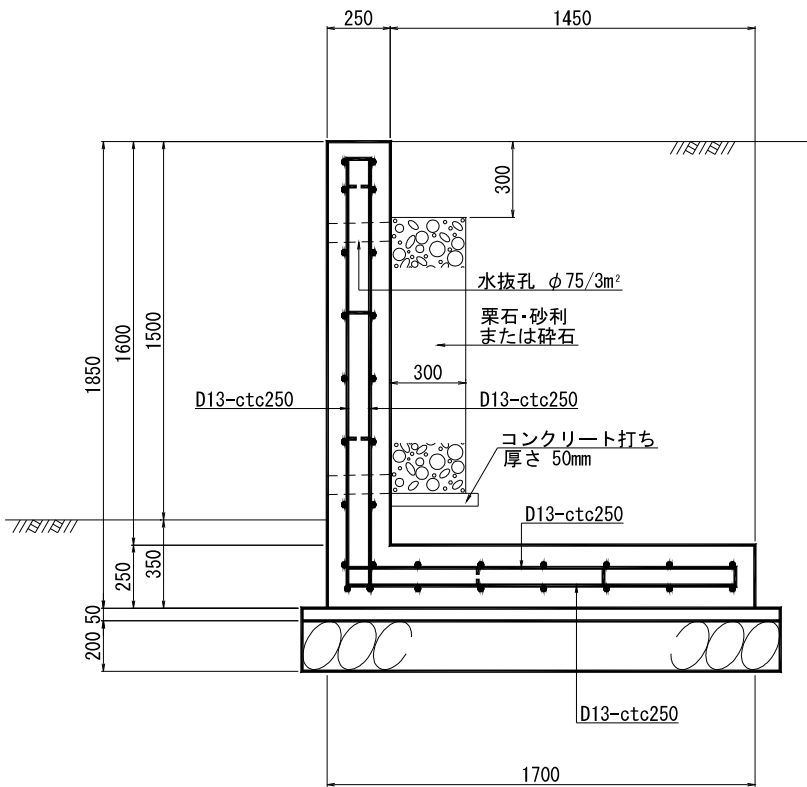
堅壁配筋圖



底版配筋圖

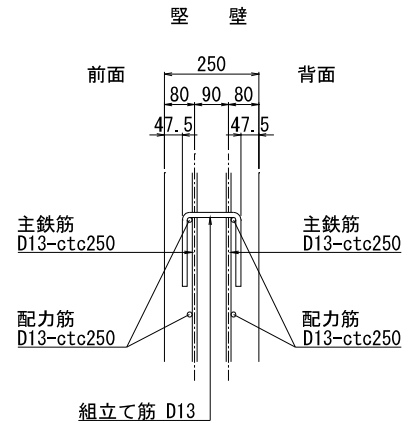
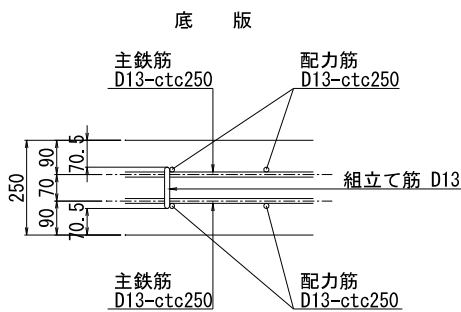


標準断面図



背面土	関東ローム等
地耐力	75.0 kN/m ² 以上
地表面載荷重	9.8 kN/m ²
コンクリートの強度	24 N/mm ²
鉄筋の引張強度	195 N/mm ²
鉄筋のかぶり	
堅壁：(主鉄筋中心から)	8cm
底版：(主鉄筋中心から)	9cm

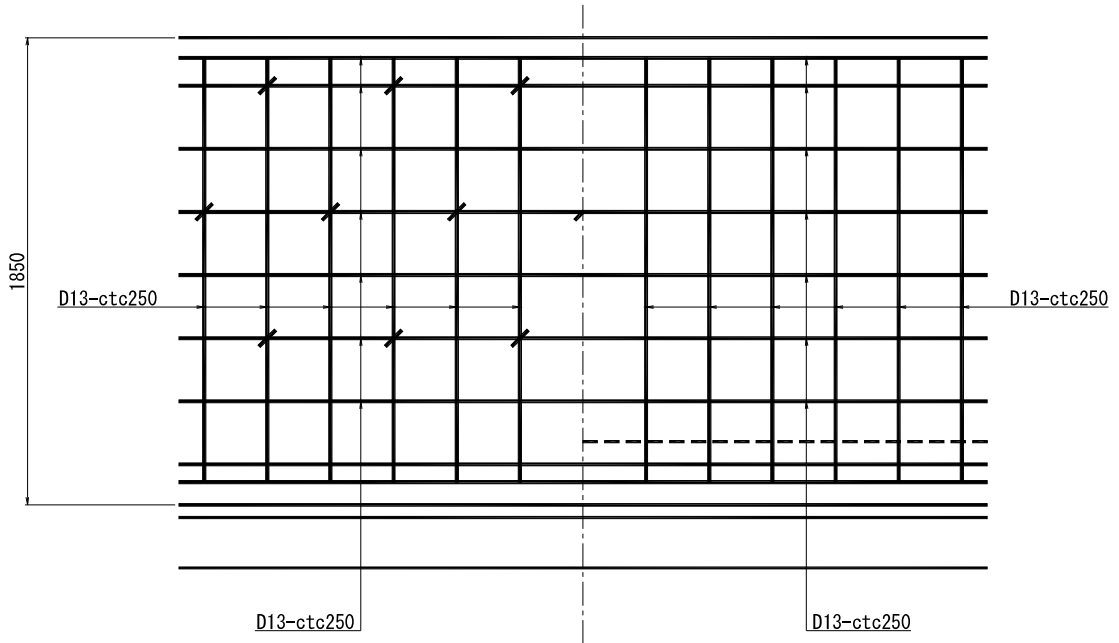
かぶり詳細図 縮尺:1/20



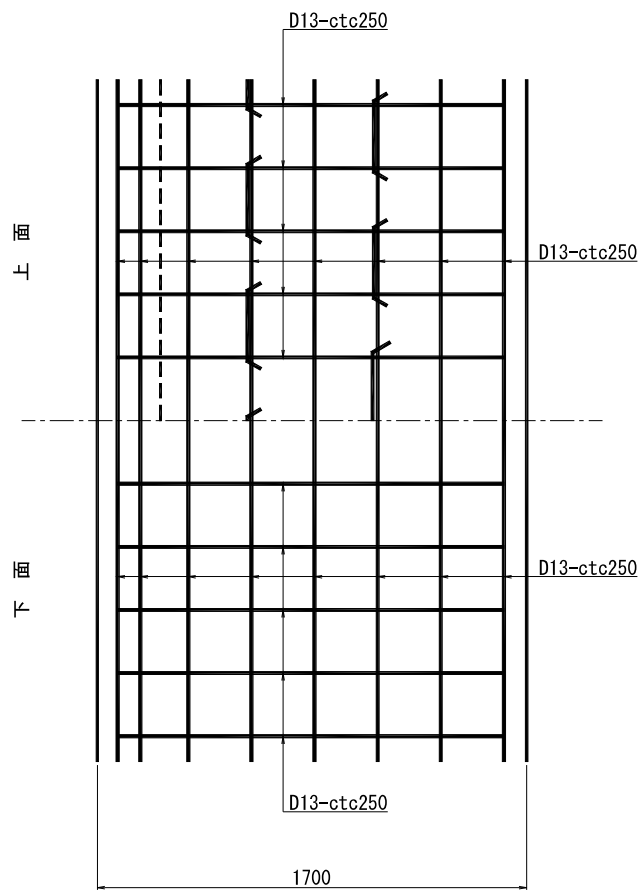
豎壁配筋圖

前面

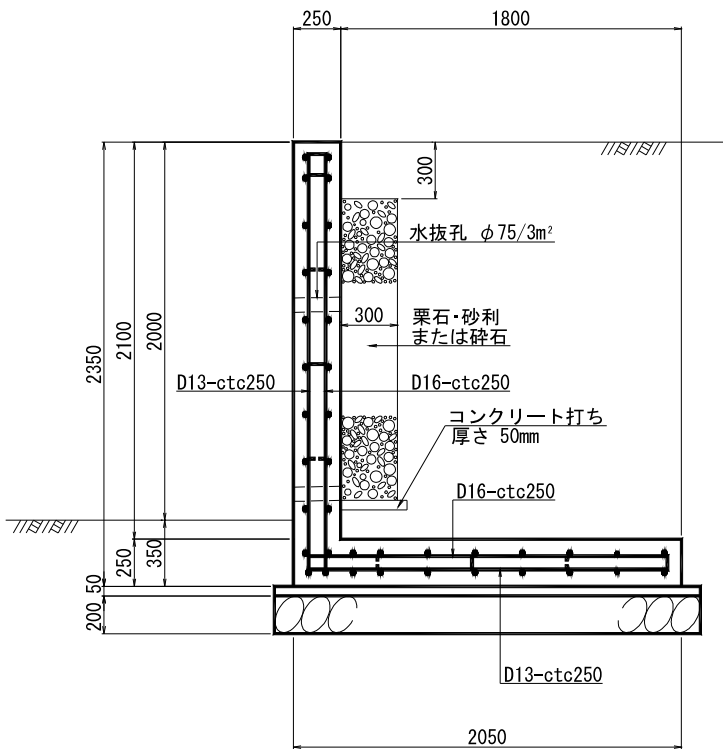
背面



底版配筋圖

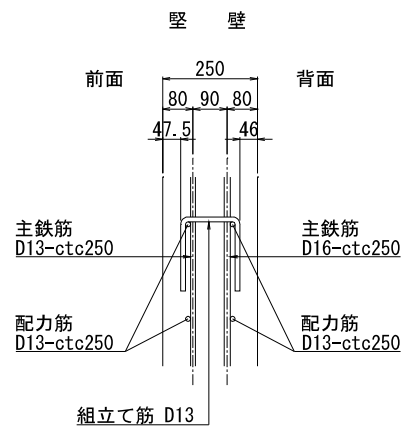
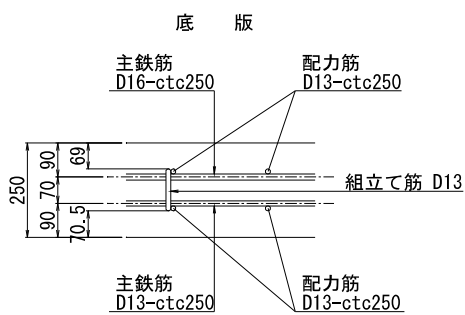


標準断面図

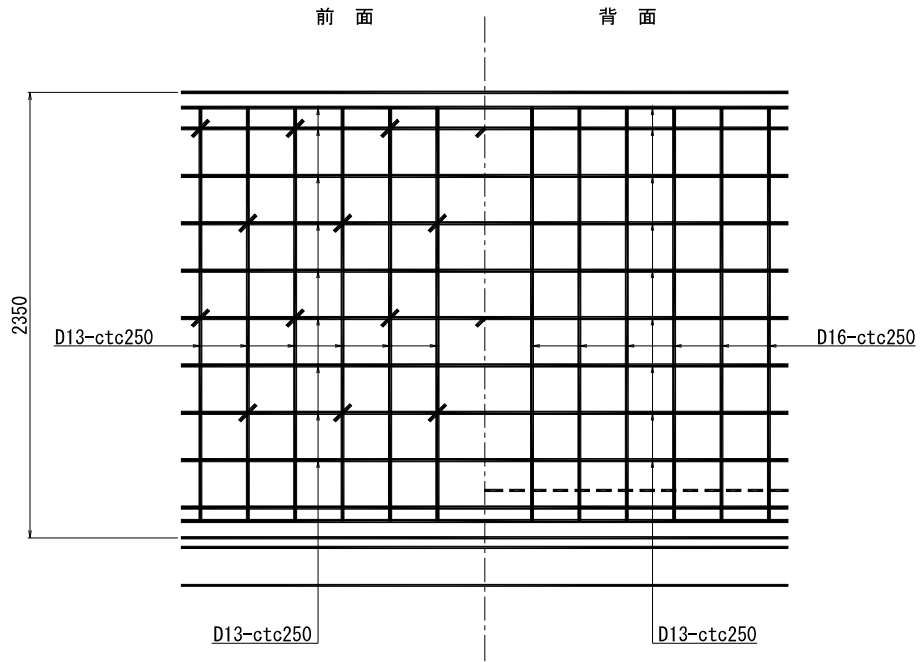


背面土	関東ローム等
地耐力	90.0 kN/m ² 以上
地表面載荷重	9.8 kN/m ²
コンクリートの強度	24 N/mm ²
鉄筋の引張強度	195 N/mm ²
鉄筋のかぶり	
堅壁：（主鉄筋中心から）	8cm
底板：（主鉄筋中心から）	9cm

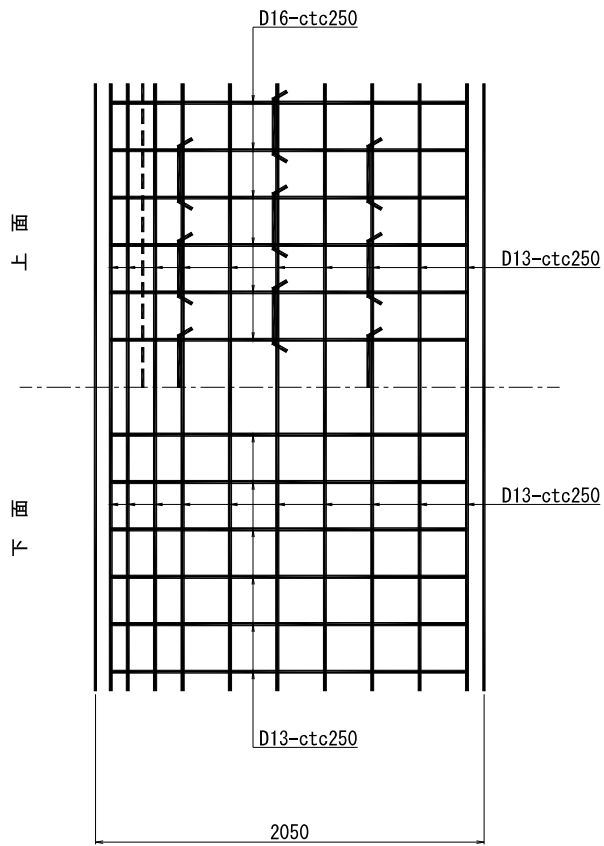
かぶり詳細図 縮尺:1/20



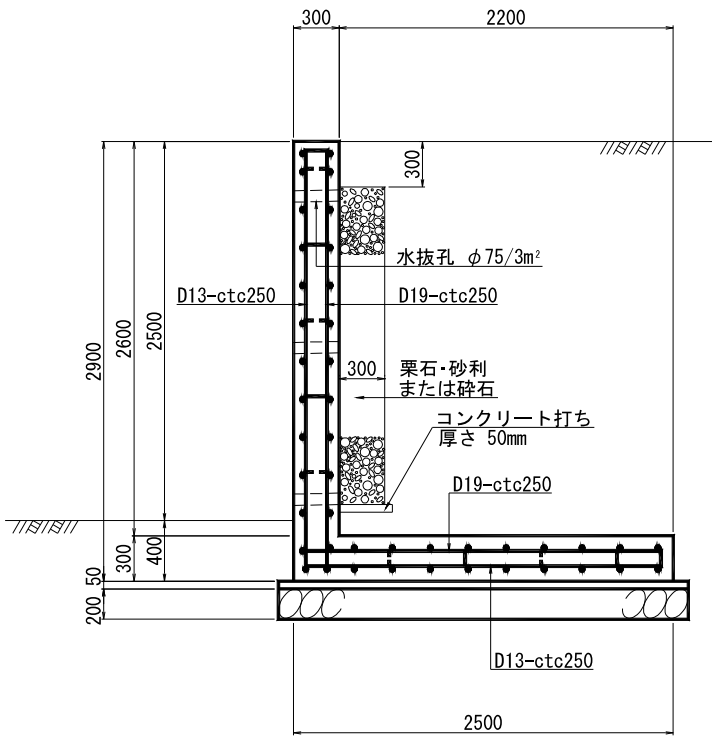
堅壁配筋図



底版配筋図

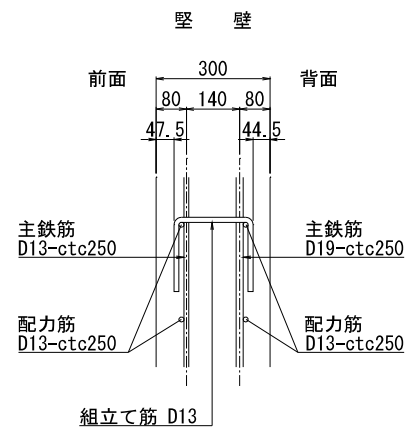
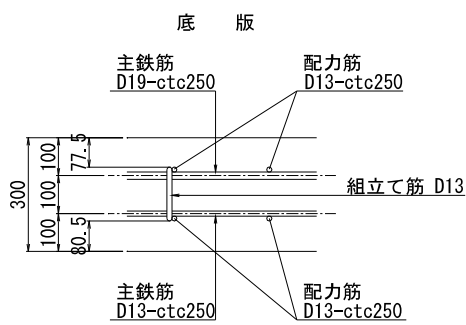


標準断面図

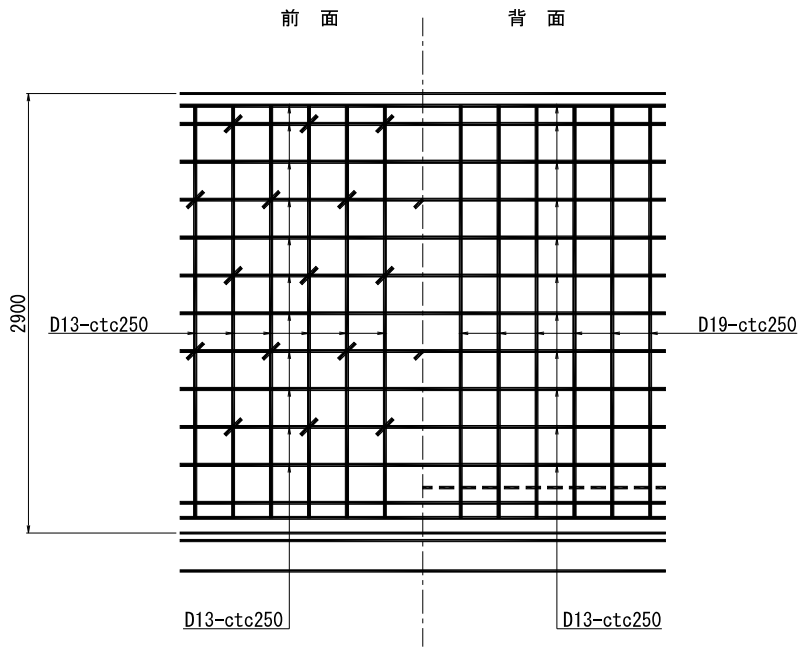


背面土	関東ローム等
地耐力	110.0 kN/m ² 以上
地表面載荷重	9.8 kN/m ²
コンクリートの強度	24 N/mm ²
鉄筋の引張強度	195 N/mm ²
鉄筋のかぶり	
堅壁：（主鉄筋中心から）	8cm
底板：（主鉄筋中心から）	10cm

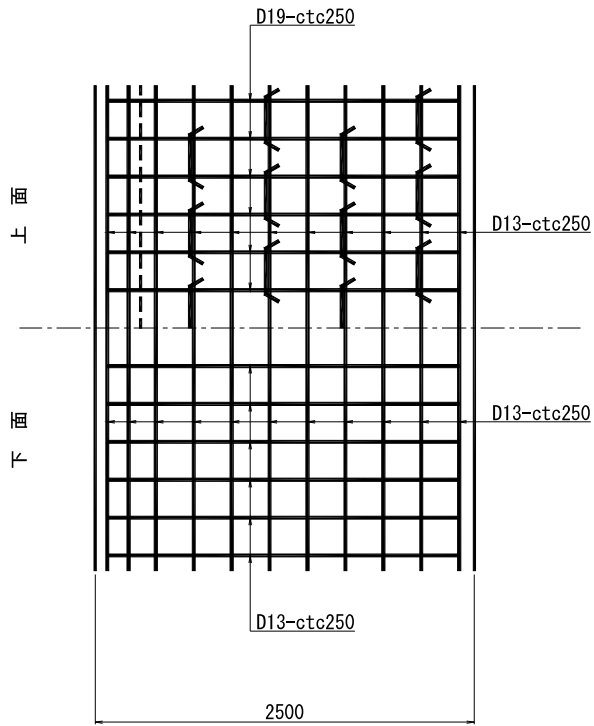
かぶり詳細図 縮尺:1/20



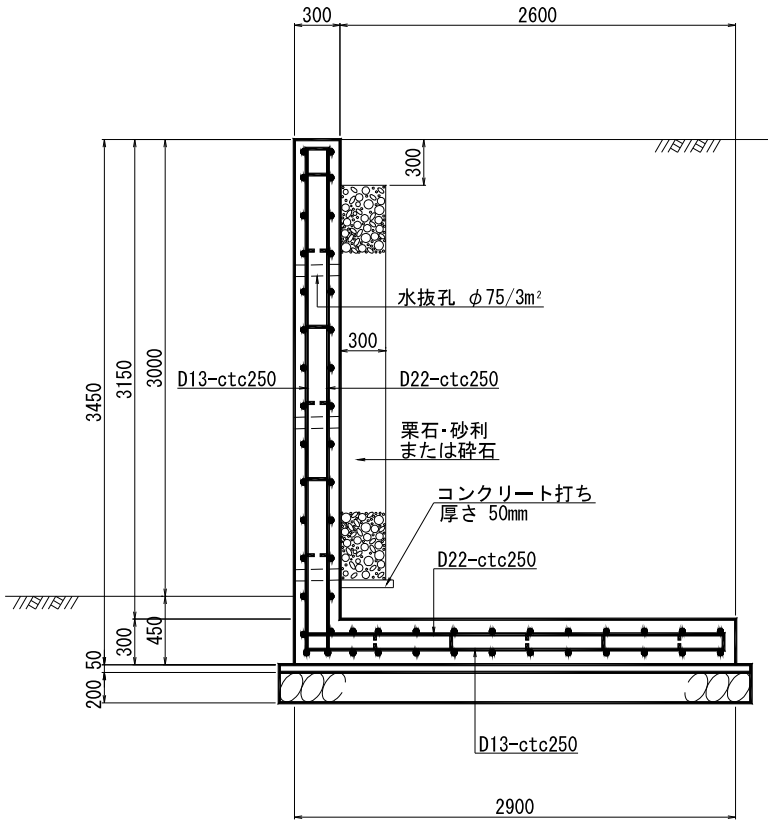
堅壁配筋図



底版配筋図

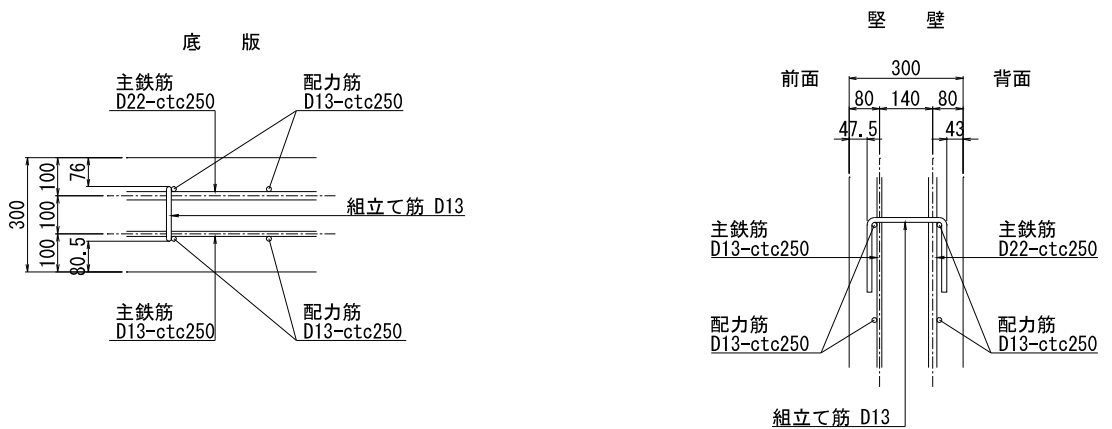


標準断面図

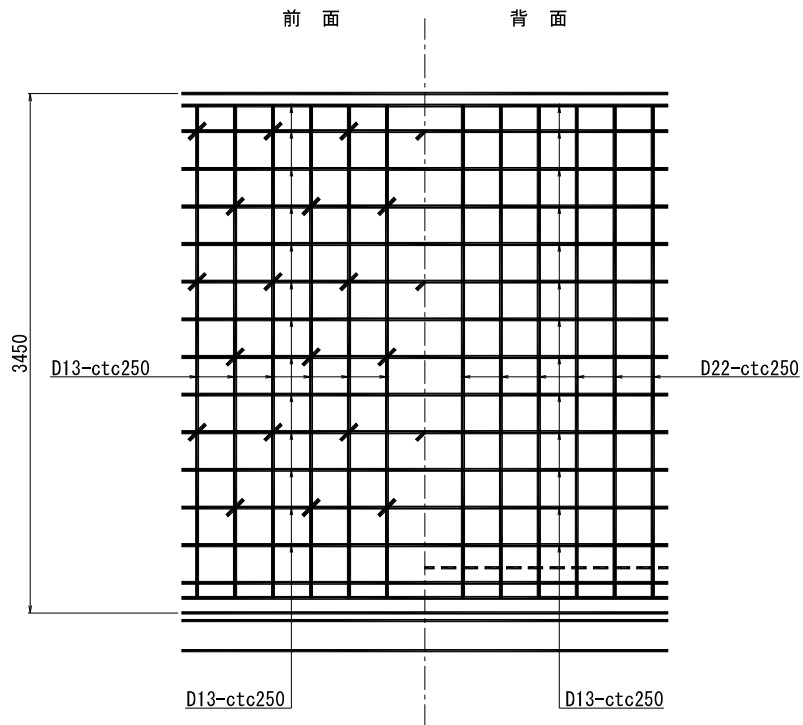


背面土	関東ローム等
地耐力	125.0 kN/m ² 以上
地表面載荷重	9.8 kN/m ²
コンクリートの強度	24 N/mm ²
鉄筋の引張強度	195 N/mm ²
鉄筋のかぶり	
堅壁：(主鉄筋中心から)	8cm
底板：(主鉄筋中心から)	10cm

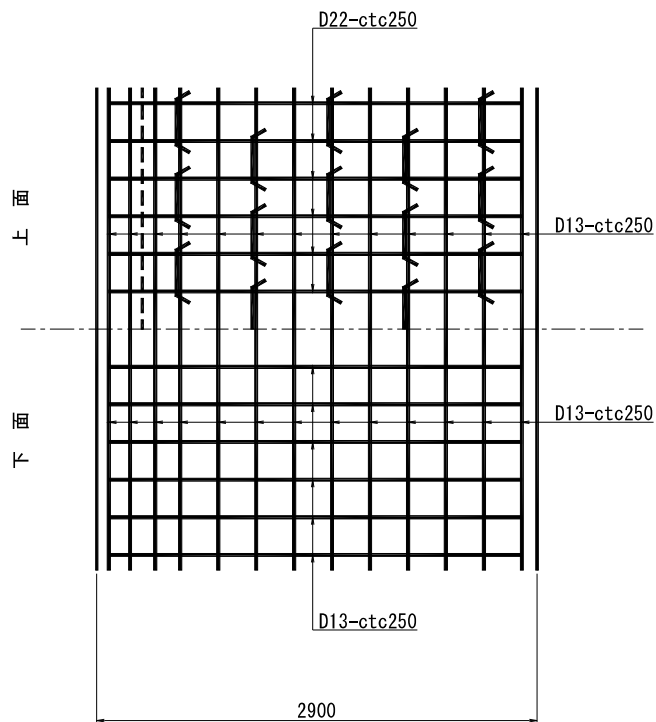
かぶり詳細図 縮尺: 1/20



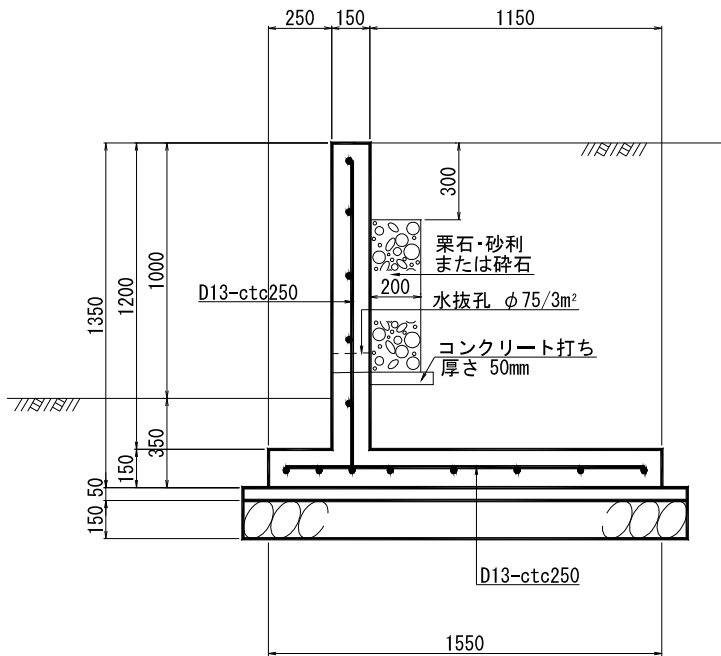
堅壁配筋図



底版配筋図

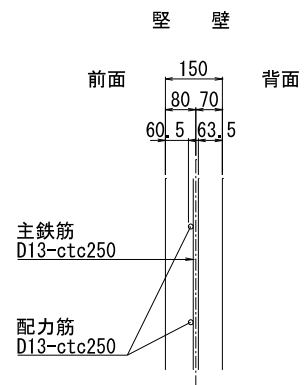
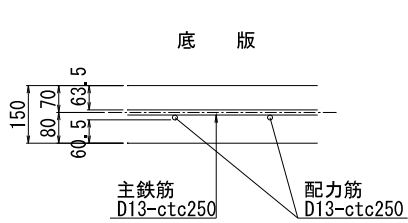


標準断面図

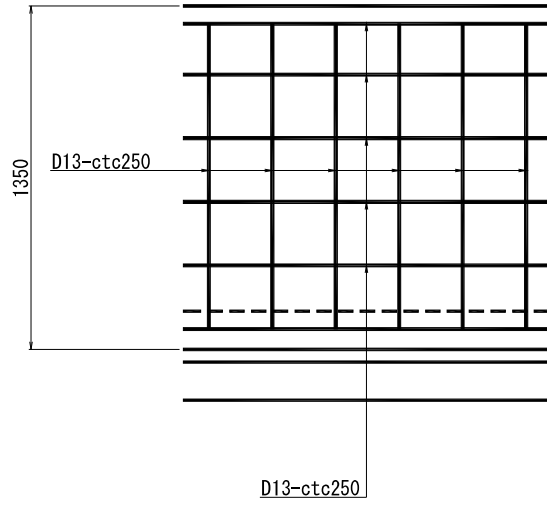


背面土	関東ローム等
地耐力	35.0 kN/m ² 以上
地表面載荷重	9.8 kN/m ²
コンクリートの強度	24 N/mm ²
鉄筋の引張強度	195 N/mm ²
鉄筋のかぶり	
堅壁：(主鉄筋中心から)	7cm
底板：(主鉄筋中心から)	7cm

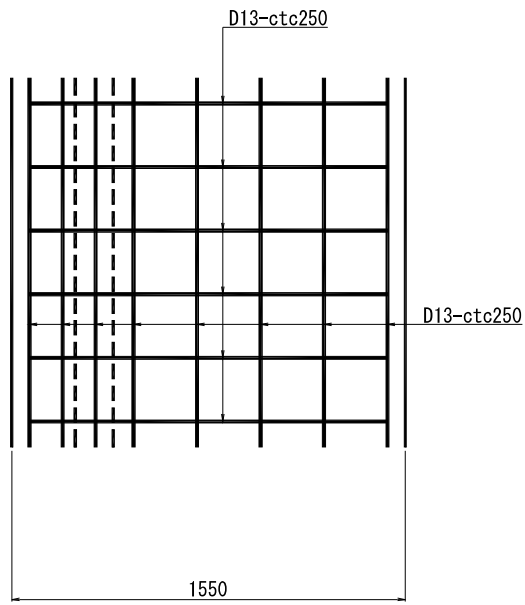
かぶり詳細図 縮尺:1/20



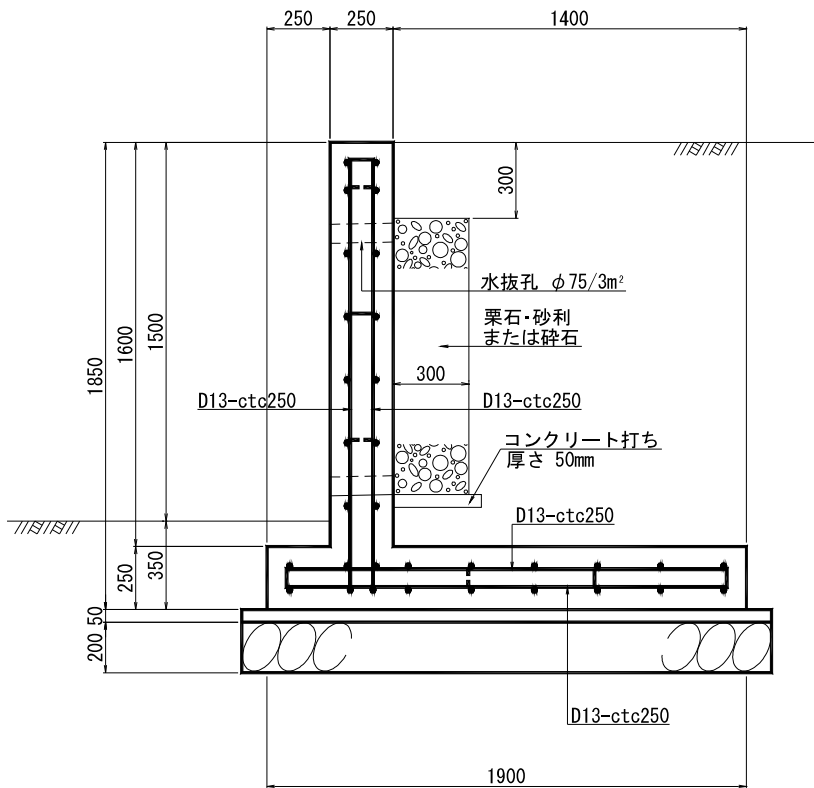
堅壁配筋圖



底板配筋圖



標準断面図

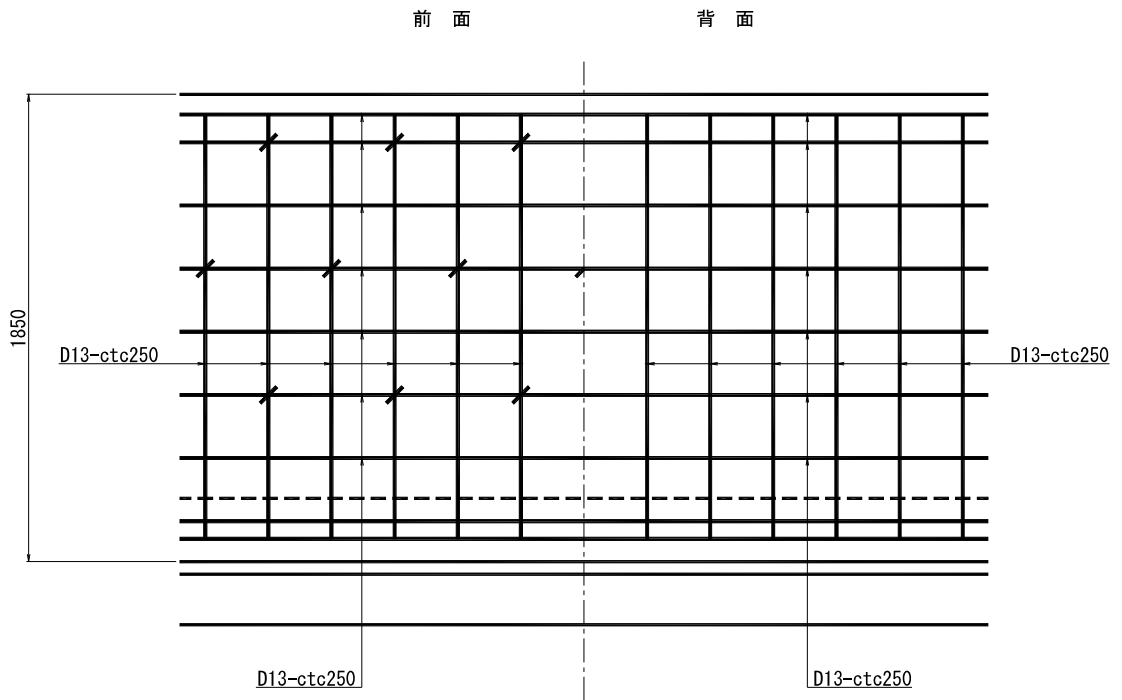


背面土	関東ローム等
地耐力	50.0 kN/m ² 以上
地表面載荷重	9.8 kN/m ²
コンクリートの強度	24 N/mm ²
鉄筋の引張強度	195 N/mm ²
鉄筋のかぶり	
堅壁：(主鉄筋中心から)	8cm
底板：(主鉄筋中心から)	9cm

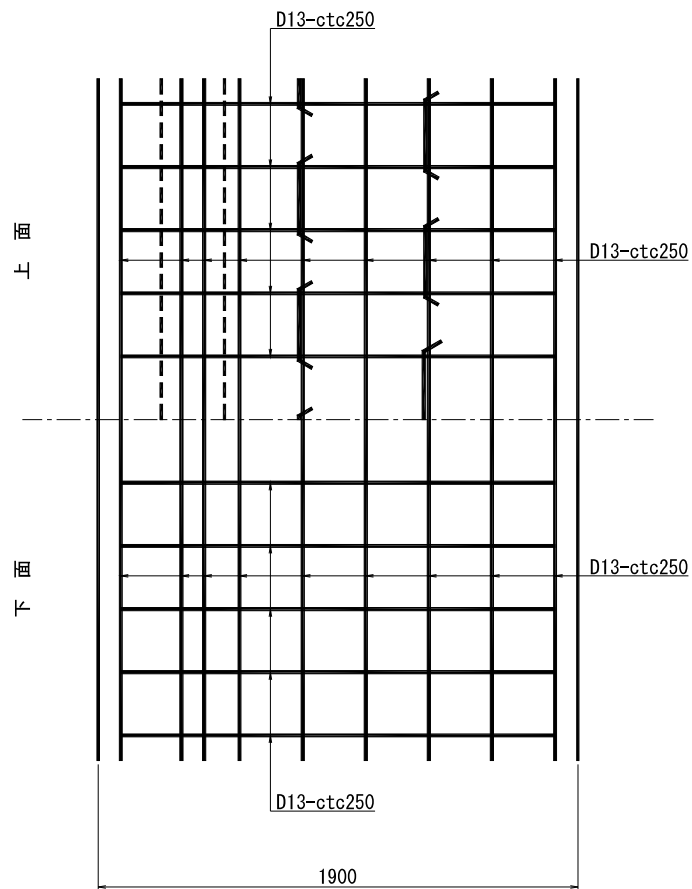
かぶり詳細図 縮尺:1/20



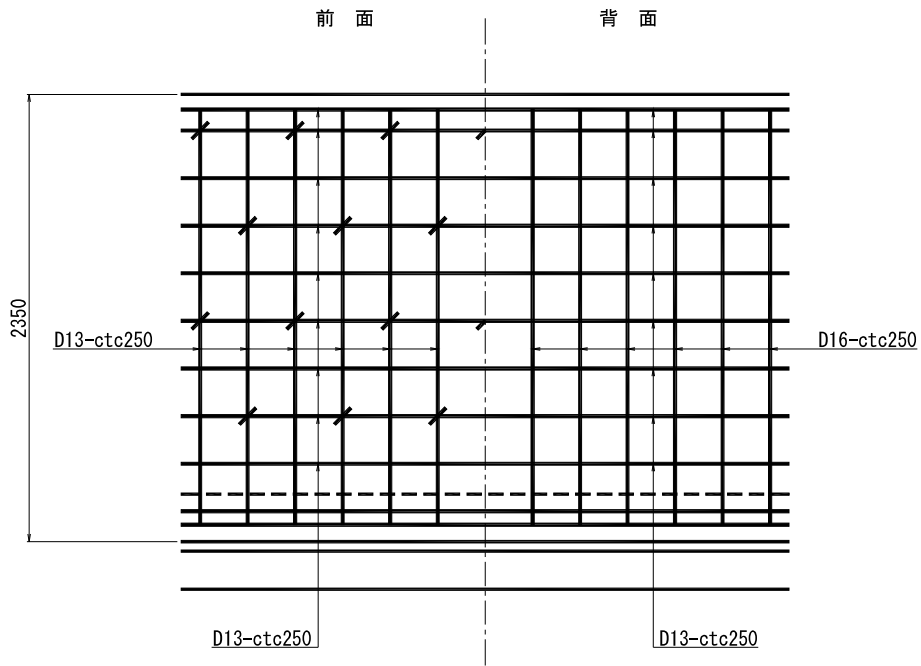
堅壁配筋図



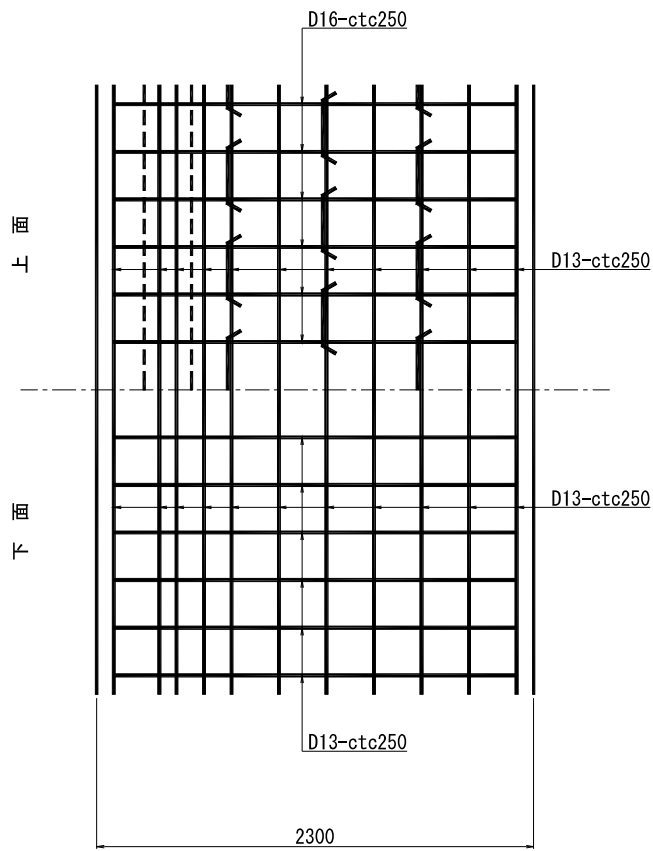
底版配筋図



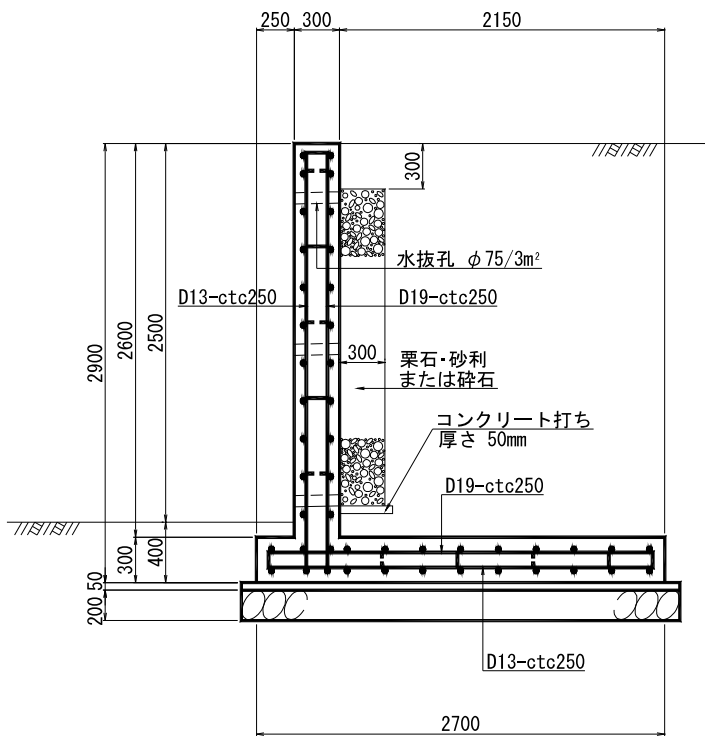
堅壁配筋図



底版配筋図

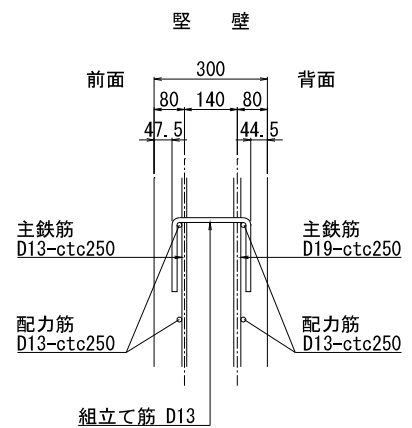
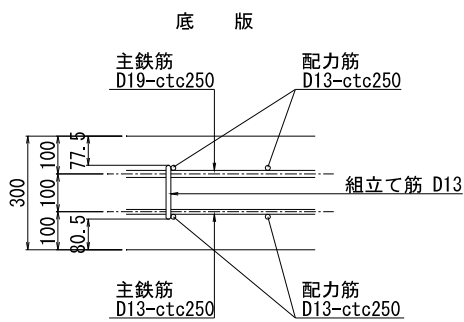


標準断面図

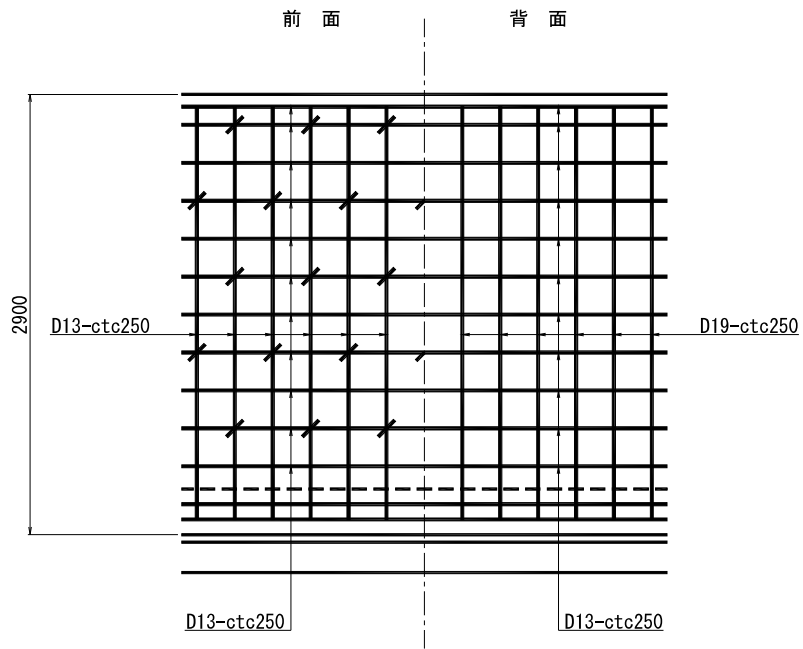


背面土	関東ローム等
地耐力	85.0 kN/m ² 以上
地表面載荷重	9.8 kN/m ²
コンクリートの強度	24 N/mm ²
鉄筋の引張強度	195 N/mm ²
鉄筋のかぶり	
堅壁：（主鉄筋中心から）	8cm
底板：（主鉄筋中心から）	10cm

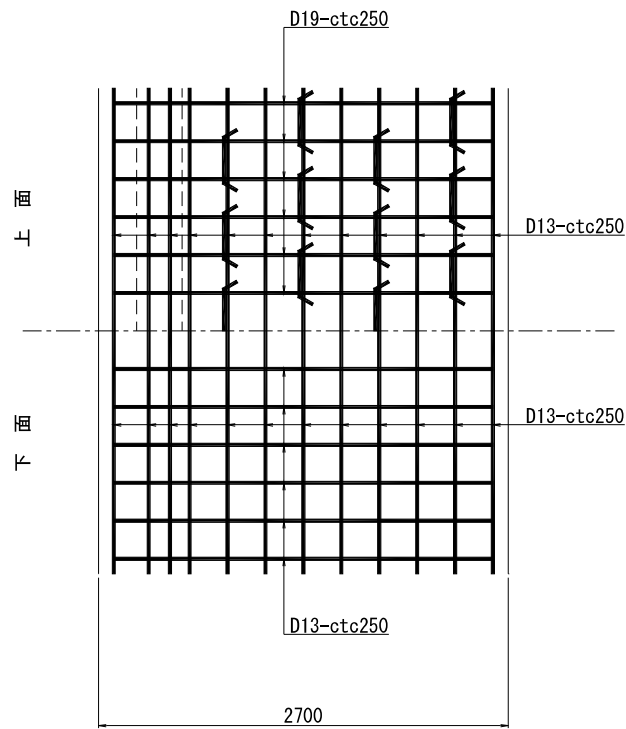
かぶり詳細図 縮尺:1/20



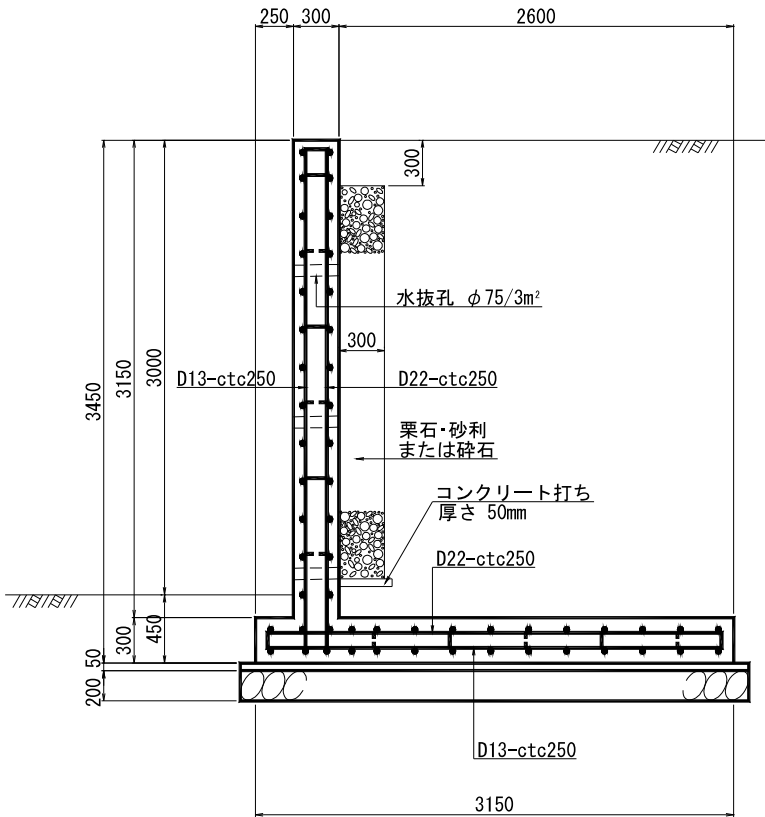
堅壁配筋図



底版配筋図

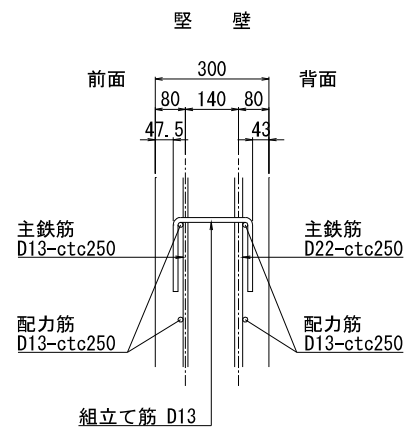
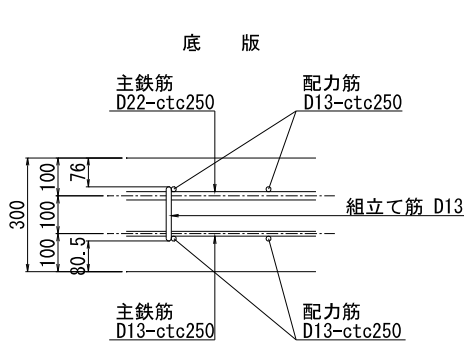


標準断面図

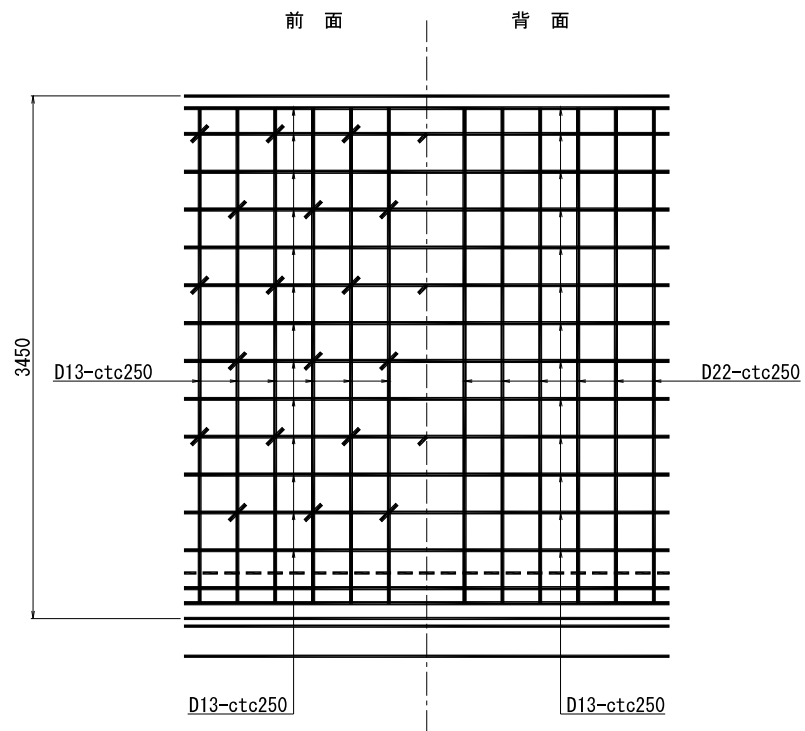


背面土	関東ローム等
地耐力	100.0 kN/m ² 以上
地表面載荷重	9.8 kN/m ²
コンクリートの強度	24 N/mm ²
鉄筋の引張強度	195 N/mm ²
鉄筋のかぶり	
堅壁：（主鉄筋中心から）	8cm
底板：（主鉄筋中心から）	10cm

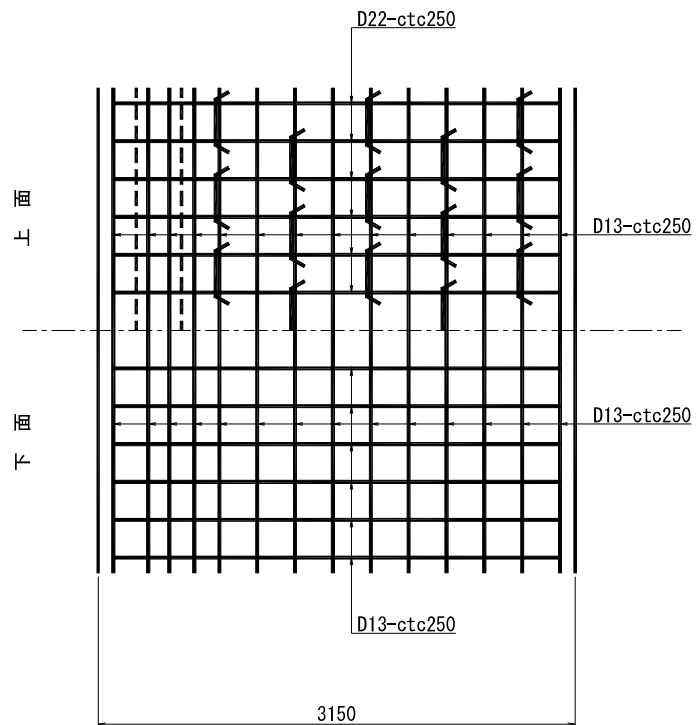
かぶり詳細図 縮尺:1/20



堅壁配筋図



底板配筋図



2. その他の構造の擁壁

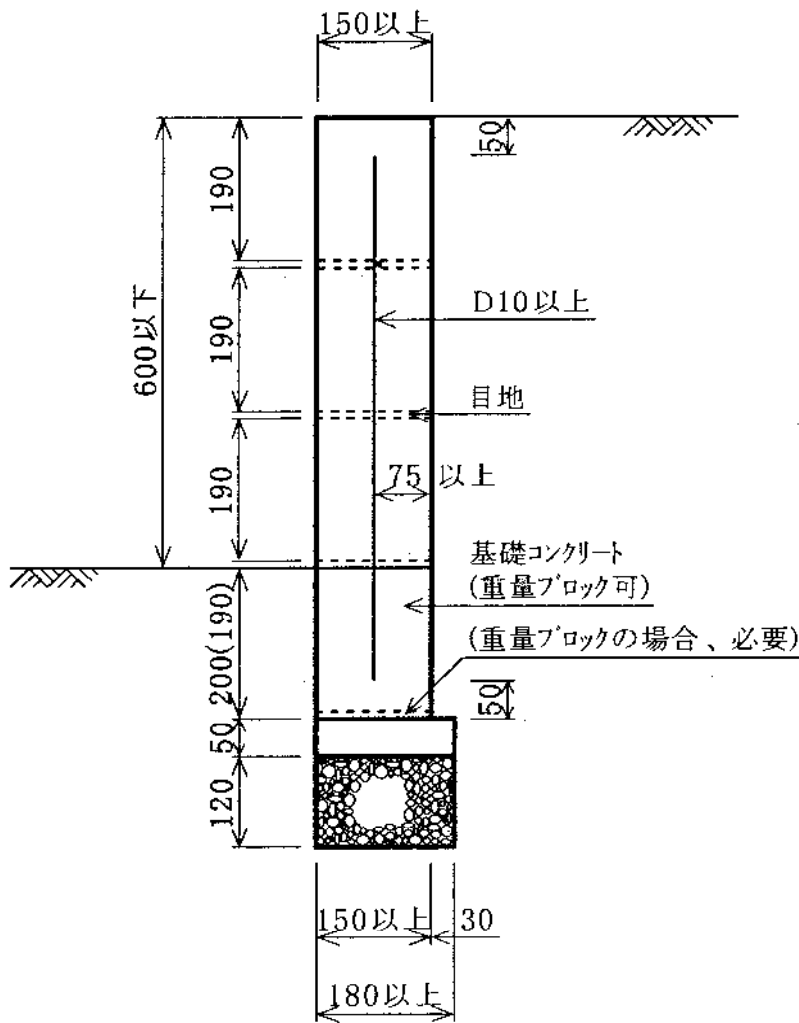
施行上の注意事項

国土交通大臣の認定する擁壁を設置する場合は、カタログに示す設計条件等（必要地耐力、必要根入長）を満足するよう十分に注意して施行すること。

標準構造図

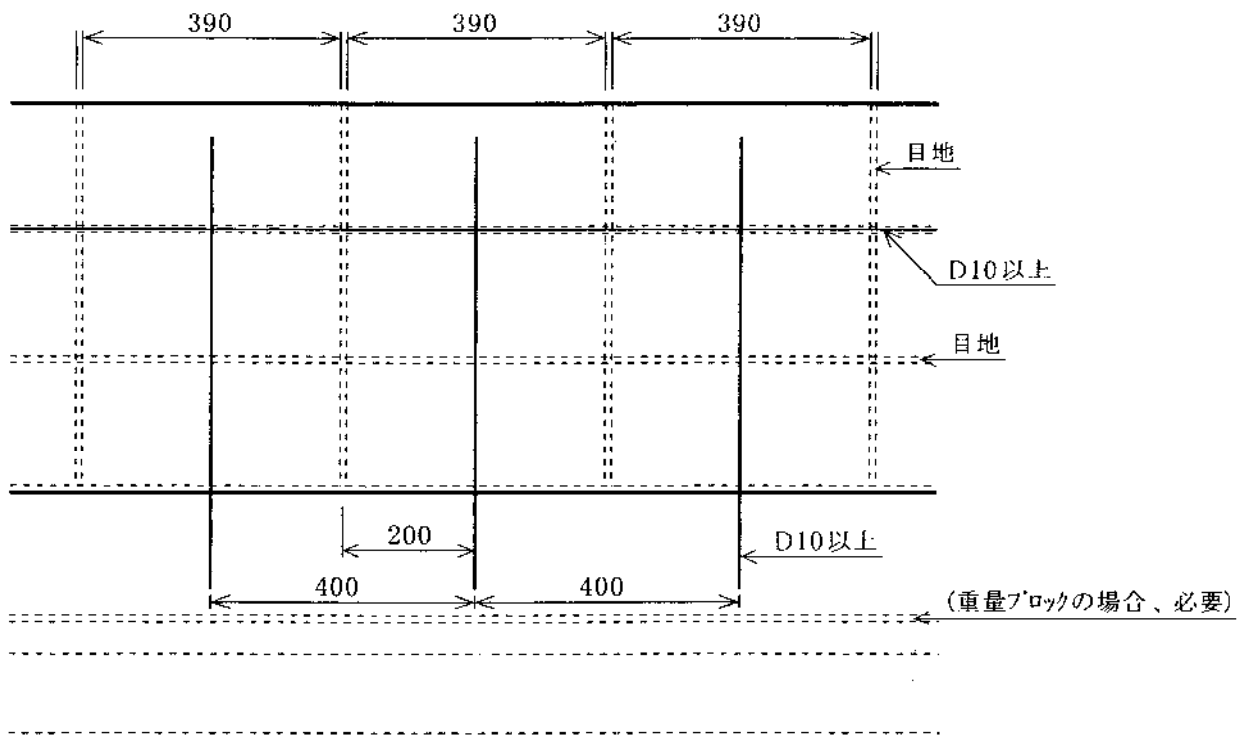
国土交通大臣の認定する擁壁については、別途、カタログなどを参照すること。
また、東京都では、重量ブロック上端と背後の土が水平の場合に限り、地上高（見え高）60cm までの重量ブロック三段積み構造の断面を標準化している。

標準断面図



背面土	関東ローム等
コンクリートの強度	21N/mm ²
鉄筋の引張強度	160N/mm ²
()内は重量ブロックの記述	

配筋図



7 鉄筋コンクリート造擁壁の

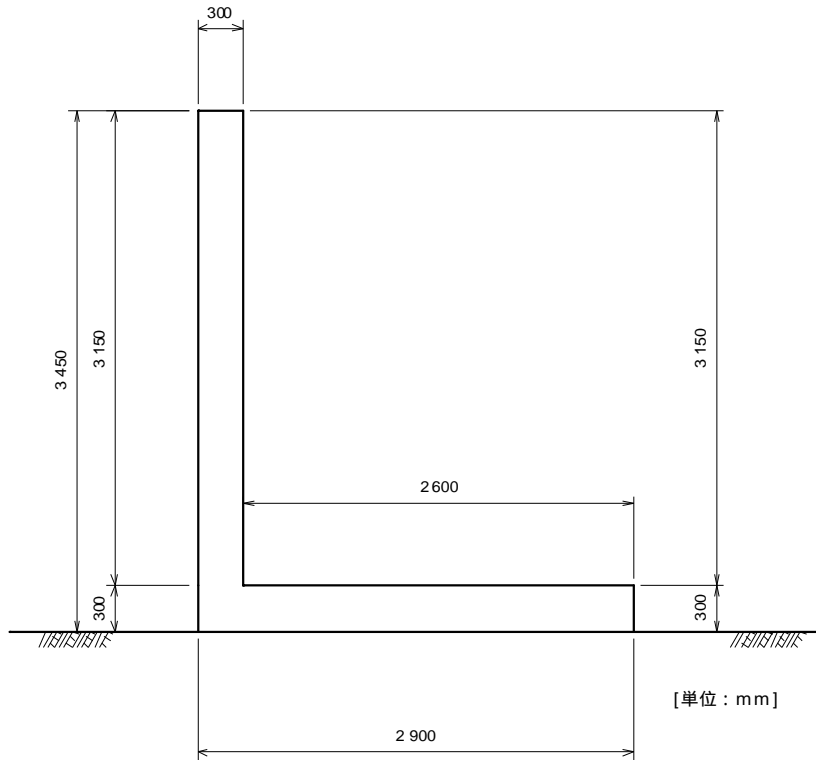
構造計算例

鉄筋コンクリート造擁壁の構造計算例

§ 1. 設計条件

1.1 形状寸法

1.1.1 躯体形状寸法



[単位：mm]

奥行方向幅（ブロック長）B = 1000(mm)

1.2 使用材料

【コンクリート】 縦壁（鉄筋コンクリート）： $c_k = 24$ (N/mm²)
 底板（鉄筋コンクリート）： $c_k = 24$ (N/mm²)
 【鉄筋】 種類： SD345
 【内部摩擦角】 背面土砂： 25.00 (度)
 【単位体積重量】 (kN/m³)

躯体	鉄筋コンクリート	24.500	
水	浮力算出用	9.800	
	土砂	湿潤重量	飽和重量
	背面	18.000	19.000
	前面	18.000	19.000

1.3 載荷荷重

荷 重 状 態	載荷位置 (m)	載荷幅 (m)	荷重強度 (kN/m ²)		有効な検討		
			始端側	終端側	安定	壁	底板
常時	0.000		9.800	9.800			

1.4 土砂

・背面土砂形状

擁壁天端と地表面始点のレベル差 (m)	0.000
---------------------	-------

・前面土砂高さ

荷 重 状 態	高 さ
常時	0.450

・土砂の取扱い(前面土砂)

荷 重 状 態	安定計算時		つま先版設計時
	鉛直力	水平力	
常時	無 視	無 視	

1.5 土圧

・土圧の作用面の壁面摩擦角(度)

荷 重 状 態	主動土圧			受働土圧
	安定計算時	断面計算時	切土	
常 時	0.000	16.667		

- ・土圧を考慮しない下面からの高さ 0.000 (m)
- ・安定計算時の土圧の仮想背面は、かかと端(かかとから鉛直に伸ばした線)
- ・安定計算時の土圧作用面が鉛直面となす角度 0.000 (度)
- ・豎壁設計時の土圧作用面が鉛直面となす角度 0.000 (度)
- ・粘着力(kN/m²)

荷 重 状 態	すべり面用	粘着高さ用
常 時	0.000	0.000

・水位以下の土圧算出時の地震時慣性力は設計水平震度を適用

1.6 基礎の条件

1.6.1 許容せん断抵抗算出用データ

照査に用いる底版幅	全 幅
基礎底面と地盤との間の付着力 CB (kN/m ²)	0.000
基礎底面と地盤との間の摩擦係数 tan δ	0.400

1.7 安定計算の許容値及び部材の許容応力度

1.7.1 安定計算の許容値

荷 重 状 態	許容偏心量 e _s / B (m)	転倒安全率	滑動安全率	最大 地盤反力度 (kN/m ²)
常 時	1/6	1.500	1.500	135.000

1.7.2 部材の許容応力度

(1)鉄筋コンクリート部材

1) 豎壁(一般部材)

(N/mm²)

荷 重 状 態	割増 係数	コンクリート の圧縮応力度 c _a	鉄筋の 引張応力度 s _a	せん断 応力度 a ₁ a ₂	
常 時	1.00	8.000	195.000	0.390	1.700

2) 底版(一般部材)

(N/mm²)

荷 重 状 態	割増 係数	コンクリート の圧縮応力度 c _a	鉄筋の 引張応力度 s _a	せん断 応力度 a ₁ a ₂	
常 時	1.00	8.000	195.000	0.390	1.700

ここに、

a₁ : コンクリートのみでせん断力を負担する場合のせん断応力度

a₂ : 斜引張鉄筋と協同して負担する場合のせん断応力度

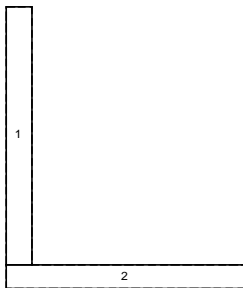
§2. 安定計算

2.1 水位を考慮しないブロックデータ

(1) 躯体自重

1) ブロック割り

2) 自重・重心



区分	幅 × 高さ × 奥行	体積 V _i (m ³)	重心位置(m)		V _i · X _i	V _i · Y _i	備考
			X _i	Y _i			
1	0.300 × 3.150 × 1.000	0.945	0.150	1.875	0.142	1.772	
2	2.900 × 0.300 × 1.000	0.870	1.450	0.150	1.262	0.131	
		1.815			1.403	1.902	

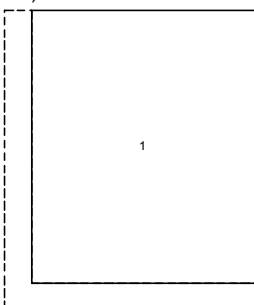
重心位置 XG = (V_i · X_i) / V_i = 1.403 / 1.815 = 0.773 (m)

YG = (V_i · Y_i) / V_i = 1.902 / 1.815 = 1.048 (m)

(2) 背面土砂

1) ブロック割り

2) 体積・重心



区分	幅 × 高さ × 奥行	体積 V _i (m ³)	重心位置(m)		V _i · X _i	V _i · Y _i	備考
			X _i	Y _i			
1	2.600 × 3.150 × 1.000	8.190	1.600	1.875	13.104	15.356	
		8.190			13.104	15.356	

重心位置 XG = (V_i · X_i) / V_i = 13.104 / 8.190 = 1.600 (m)

YG = (V_i · Y_i) / V_i = 15.356 / 8.190 = 1.875 (m)

2.2 躯体自重，土砂重量による鉛直力、水平力

(1) 躯体自重による作用力

[1] 常時

位置	$W = \frac{\text{鉛直力} \cdot V}{(\text{kN})}$	作用位置 (m)
躯体	$24.500 \times 1.815 = 44.467$	0.773

(2) 土砂重量，浮力

[1] 常時

1) 土砂重量による作用力

水位位置による分割

位置	全体的積、重心位置			水位より下の体積、重心位置		
	体積 $V(\text{m}^3)$	重心位置(m)		体積 $V_I(\text{m}^3)$	重心位置(m)	
		X	Y		XI	YI
土砂(背面)	8.190	1.600	1.875	0.000	0.000	0.000

位置	水位より上の体積、重心位置		
	体積 $V_u(\text{m}^3)$	重心位置(m)	
		Xu	Yu
土砂(背面)	8.190	1.600	1.875

水位より上の体積

$$V_u = V - V_I$$

水位より上の重心位置

$$X_u = (V \cdot X - V_I \cdot X_I) / V_u$$

$$Y_u = (V \cdot Y - V_I \cdot Y_I) / V_u$$

土砂による作用力

位置	$W_u = \frac{\text{水位より上の重量}}{(\text{kN})}$ (土の湿潤重量)	$W_I = \frac{\text{水位より下の重量}}{(\text{kN})}$ (土の飽和重量)
土砂(背面)	$8.190 \times 18.000 = 147.420$	$0.000 \times 19.000 = 0.000$

位置	重量 W (kN)	作用位置 X (m)
土砂(背面)	$(W_u \cdot X_u + W_I \cdot X_I) / W$	1.600

(3) 自重集計

[1] 常時

	重量 N_i (kN)	水平力 H_i (kN)	作用位置(m)		モーメント(kN.m)	
			X_i	Y_i	$N_i \cdot X_i$	$H_i \cdot Y_i$
躯体	44.467	0.000	0.773	0.000	34.380	0.000
背面土砂	147.420	0.000	1.600	0.000	235.872	0.000
合計	191.887	0.000			270.252	0.000

2.3 地表面の載荷荷重

鉛直力

$$N = \frac{1}{2} \cdot (q_1 + q_2) \cdot L$$

ここに、

q : 載荷荷重強度

L : 載荷荷重長さ

X : つま先位置から合力作用点までの距離

荷重状態	q_1 (kN/m ²)	q_2 (kN/m ²)	L (m)	鉛直力 N (kN)	作用位置 (m)
常時	9.800	9.800	2.600	25.480	1.600

2.4 土圧

[1] 常時

土圧は試行くさび法により求める。

仮想背面の位置(つま先からの距離)

$$x_p = 2.900 \text{ m}$$

$$y_p = 0.000 \text{ m}$$

仮想背面の高さ

$$H = 3.450 \text{ m}$$

仮想背面が鉛直面となす角度

$$= 0.000^\circ$$

背面土砂の単位体積重量

$$s = 18.000 \text{ kN/m}^3$$

背面土砂の内部摩擦角

$$= 25.00^\circ$$

壁面摩擦角

$$= 0.000^\circ$$

すべり角の変化範囲

$$i = 10.00^\circ \sim 85.00^\circ$$

すべり角() に対する土砂重量(W)，土圧力(P)

水位 $h_w = 0.000 \text{ m}$

すべり角 (°)	土砂重量 W(kN)				土圧力 P (kN)
	水位以上	水位以下	上載荷重	合計	
57.00	69.566	0.000	21.956	91.522	57.189
58.00	66.938	0.000	21.127	88.065	57.190

59.00	64.366	0.000	20.315	84.681	57.118
-------	--------	-------	--------	--------	--------

土圧力が最大となるのは、
= 58.00° のとき P = 57.190 kN

である。

土圧力

$$P = \frac{W \cdot \sin(\quad)}{\cos(\quad)}$$

$$= \frac{88.065 \times \sin(58.00^\circ - 25.00^\circ)}{\cos(58.00^\circ - 25.00^\circ - 0.000^\circ - 0.000^\circ)}$$

$$= 57.190 \text{ kN}$$

このときの土圧力の水平成分、鉛直成分、作用位置は次のようになる。

水平成分

$$P_h = P \cdot \cos(\quad) = 57.190 \times \cos(0.000^\circ + 0.000^\circ) = 57.190 \text{ kN}$$

鉛直成分

$$P_v = P \cdot \sin(\quad) = 57.190 \times \sin(0.000^\circ + 0.000^\circ) = 0.000 \text{ kN}$$

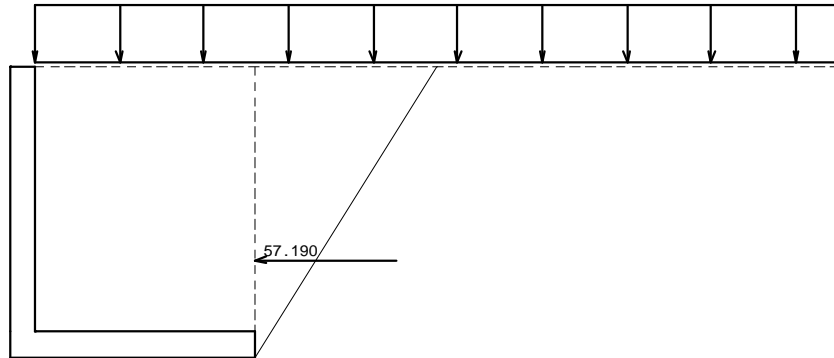
作用位置

$$H_o = \frac{H}{3} = \frac{3.450}{3} = 1.150 \text{ m}$$

$$x = x_p - H_o \cdot \tan \quad = 2.900 - 1.150 \times \tan 0.000^\circ = 2.900 \text{ m}$$

$$y = y_p + H_o = 0.000 + 1.150 = 1.150 \text{ m}$$

・土圧図



2.5 作用力の集計

(1)フーチング前面での作用力の集計

[1]常時

項目	鉛直力 N _i (kN)	水平力 H _i (kN)	アーム長		回転モーメント(kN.m)	
			X _i (m)	Y _i (m)	M _{xi} = N _i · X _i	M _{yi} = H _i · Y _i
自重	191.887	0.000	1.408	0.000	270.252	0.000
載荷、雪	25.480	0.000	1.600	0.000	40.768	0.000
土 圧	0.000	57.190	2.900	1.150	0.000	65.768
合 計	217.367	57.190			311.020	65.768

荷重状態(水位)	N ₀ (kN)	H ₀ (kN)	M ₀ (kN.m)
常時	217.367	57.190	245.251

(2)フーチング中心での作用力の集計

$$\text{鉛 直 力} : N_c = N_0 \quad (\text{kN})$$

$$\text{水 平 力} : H_c = H_0 \quad (\text{kN})$$

$$\text{回 転 モ ー メ ン ト} : M_c = N_0 \cdot B_j / 2.0 - M_0 \quad (\text{kN.m})$$

ここに、

$$\text{フーチング土圧方向幅} : B_j = 2.900 \quad (\text{m})$$

単位幅当り

荷重状態(水位)	N _c (kN)	H _c (kN)	M _c (kN.m)
常時	217.367	57.190	69.932

全幅(1.000m)当り

荷重状態(水位)	N _c (kN)	H _c (kN)	M _c (kN.m)
常時	217.367	57.190	69.932

2.6 安定計算結果

2.6.1 転倒に対する安定

(1)合力作用点及び偏心量の算出

$$d = \frac{Mr - Mt}{V}$$

ここに、

d : 底版つま先から合力の作用点までの距離(m)

Mr : 底版つま先回りの抵抗モーメント(kN.m)

Mt : 底版つま先回りの転倒モーメント(kN.m)

V : 底版下面における全鉛直荷重(kN)

$$e = \frac{B}{2} - d$$

ここに、

e : 合力の作用点の底版中央からの偏心距離(m)

B : 底版幅(m), B = 2.900

$e_a = B/n$

ここに、

e_a : 許容偏心距離(m)

n : 安全率

荷重状態(水位)	Mr (kN.m)	Mt (kN.m)	V (kN)	d (m)	e (m)	e_a (m)
常時	311.020	65.768	217.367	1.128	0.322	0.483

(2)安全率の算出

$$F = \frac{|Mr|}{|Mo|} = \left| \frac{V \cdot x_0 - H \cdot y_0}{P_{AH} \cdot y_A - P_{AV} \cdot x_A} \right|$$

ここに、

Mr : 抵抗モーメント

Mo : 転倒モーメント

V : 土圧の鉛直成分を除いた鉛直力の合計

x_0 : 土圧の鉛直成分を除いた鉛直力の合計の作用位置

H : 土圧の水平成分を除いた水平力の合計

y_0 : 土圧の水平成分を除いた水平力の合計の作用位置

P_{AH} : 土圧の水平成分

y_A : 土圧の水平成分の作用位置

P_{AV} : 土圧の鉛直成分

x_A : 土圧の鉛直成分の作用位置

荷重状態(水位)	$V \cdot x_0$ (kN.m)	$H \cdot y_0$ (kN.m)	$P_{AH} \cdot y_A$ (kN.m)	$P_{AV} \cdot x_A$ (kN.m)
常時	311.020	0.000	65.768	0.000

荷重状態(水位)	Mr (kN.m)	Mo (kN.m)	安全率	
			$F = Mr/Mo$	許容値
常時	311.020	65.768	4.729	1.500

2.6.2 滑動に対する安定

$$F_s = \frac{V \cdot \mu + C_b \cdot B}{H}$$

ここに、

V : 底版下面における全鉛直荷重(kN)

H : 底版下面における全水平荷重(kN)

μ : 底版と支持地盤の間の摩擦係数, $\mu = 0.400$

C_b : 底版と支持地盤の間の付着力(kN/m²), $C_b = 0.000$

B : 底版幅(m), B = 2.900

荷重状態(水位)	鉛直荷重 V(kN)	水平荷重 H(kN)	安全率 F_s	必要安全率 F_{sa}
常時	217.367	57.190	1.520	1.500

2.6.3 地盤反力度の計算

1)合力作用点が底版中央の底版幅1/3(ミドルサード)の中にある場合

$$q_1 = \frac{V}{B} \cdot \left(1 + \frac{6e}{B}\right)$$

$$q_2 = \frac{V}{B} \cdot \left(1 - \frac{6e}{B}\right)$$

2)合力作用点が底版中央の底版幅2/3の中にある場合

$$q_1 = \frac{2V}{3 \cdot (B/2 - e)}$$

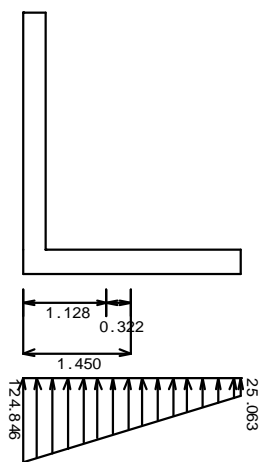
ここに、

V : 底版下面に作用する全鉛直荷重(kN)

B : 底版幅(m), B = 2.900

e : 偏心量(m)

[1]常時



地盤反力の作用幅(m)	地盤反力の形状	地盤反力度 (kN/m ²)		
		qmin	qmax	最大値
2.900	台形	25.063	124.846	135.000

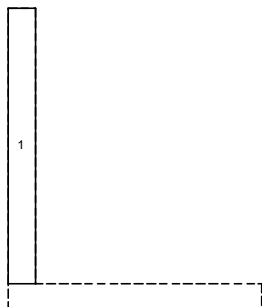
§3. 壁壁の設計

3.1 壁壁基部の設計

3.1.1 水位を考慮しないブロックデータ

(1)ブロック割り

(2)体積・重心



区分	幅 × 計算式 × 奥行	体積 Vi (m ³)	重心位置(m)		Vi · Xi	Vi · Yi	備考
			Xi	Yi			
1	0.300 × 3.150 × 1.000	0.945	0.150	1.575	0.142	1.488	
		0.945			0.142	1.488	

重心 XG = (Vi · Xi) / Vi = 0.142 / 0.945 = 0.150 (m)
 YG = (Vi · Yi) / Vi = 1.488 / 0.945 = 1.575 (m)

3.1.2 躯体自重

(1)躯体自重

[1]常時

位置	W = (kN) · V	作用位置 X (m)
躯体(鉄筋)	24.500 × 0.945 = 23.153	0.150

3.1.3 土圧

[1]常時

土圧は試行くさび法により求める。

仮想背面の位置(断面中心からの距離) xp = 0.150 m
yp = 0.000 m

仮想背面の高さ H = 3.150 m
= 0.000°

仮想背面が鉛直面となす角度 = 0.000°

背面土砂の単位体積重量 s = 18.000 kN/m³

背面土砂の内部摩擦角 = 25.00°

壁面摩擦角 = 2/3 = 16.667°

すべり角の変化範囲 i = 10.00° ~ 85.00°

すべり角()に対する土砂重量(W), 土圧力(P)

水位 hw = 0.000 m

すべり角(°)	土砂重量 W(kN)				土圧力 P(kN)
	水位以上	水位以下	上載荷重	合計	
52.00	69.771	0.000	24.118	93.889	43.327
53.00	67.294	0.000	23.262	90.556	43.359
54.00	64.882	0.000	22.428	87.310	43.329

土圧力が最大となるのは、

= 53.00° のとき P = 43.359 kN

である。

土圧力

$$P = \frac{W \cdot \sin(\quad - \quad)}{\cos(\quad - \quad - \quad)}$$

$$= \frac{90.556 \times \sin(53.00^\circ - 25.00^\circ)}{\cos(53.00^\circ - 25.00^\circ - 0.000^\circ - 16.667^\circ)}$$

$$= 43.359 \text{ kN}$$

このときの土圧力の水平成分、鉛直成分、作用位置は次のようになる。

水平成分

$$Ph = P \cdot \cos(\quad + \quad) = 43.359 \times \cos(0.000^\circ + 16.667^\circ) = 41.537 \text{ kN}$$

鉛直成分

$$P_v = P \cdot \sin(\theta) = 43.359 \times \sin(0.000^\circ + 16.667^\circ) = 12.436 \text{ kN}$$

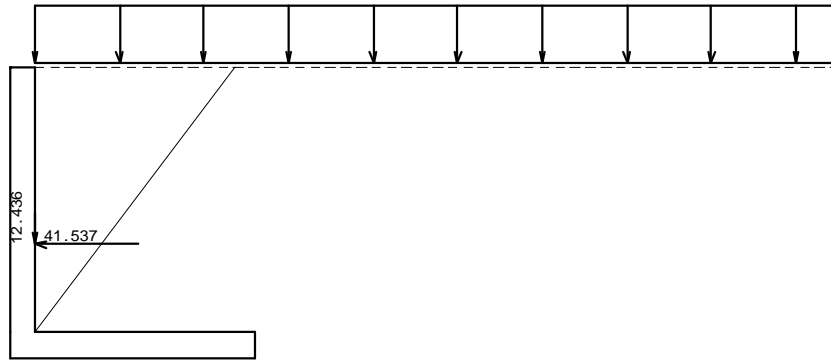
作用位置

$$H_o = \frac{H}{3} = \frac{3.150}{3} = 1.050 \text{ m}$$

$$x = H_o \cdot \tan(\theta) - x_p = 1.050 \times \tan(0.000^\circ) - 0.150 = -0.150 \text{ m}$$

$$y = y_p + H_o = 0.000 + 1.050 = 1.050 \text{ m}$$

土圧図



3.1.4 断面力の集計

(偏心モーメント及び軸力を無視するため鉛直力は集計されません)

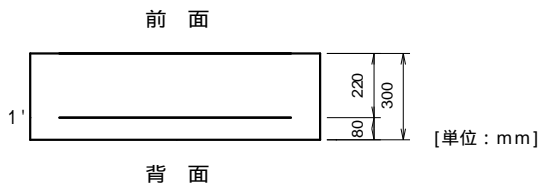
[1]常時

項目	N_i (kN)	H_i (kN)	X_i (m)	Y_i (m)	$M = M_{xi} + M_{yi}$ (kN.m)
自重	23.153	0.000	0.000	0.000	0.000
土圧	12.436	41.537	-0.150	1.050	43.614
合計	0.000	41.537			43.614

X_i は設計断面中心からの距離 (前面側に向かって+)、 Y_i は設計断面からの高さ

3.1.5 断面計算

(1)鉄筋配置



位置	かぶり (cm)	鉄筋 径	鉄筋面積 (cm ² /本)	本数	鉄筋量 (cm ²)
前面	1				
	2				
背面	1'	8.0	D22	3.871	4.00
	2'				

引張側必要鉄筋量 11.399 (cm²)

(2)曲げ応力度の照査

(参考)

中立軸の算出

$$x^2 + \frac{2 \cdot n}{b} \{As' \cdot (x - d') + As \cdot (x - d)\} = 0.0$$

よりxを求める。

応力度の算出

$$c = \frac{M}{\frac{b \cdot x}{2} \cdot \left(\frac{h}{2} - \frac{x}{3}\right) + n \cdot As' \cdot \frac{(x - d') \cdot (h/2 - d')}{x} + n \cdot As \cdot \frac{(x - d) \cdot (h/2 - d)}{x}}$$

$$s = n \cdot c \cdot \frac{d - x}{x}$$

ここに、

- x : コンクリートの圧縮縁から中立軸までの距離 (mm)
- h : 部材断面の高さ (mm), h = 300.000
- b : 部材断面幅 (mm), b = 1000.000
- d : 部材の有効高 (mm)
- d' : 鉄筋のかぶり (mm)
- As : 引張側鉄筋の全断面積 (mm²)
- As' : 圧縮側鉄筋の全断面積 (mm²)
- n : 鉄筋とコンクリートのヤング係数比, n = 15.00
- e : 部材断面の図心軸から軸方向力の作用点までの距離 (mm)
- c : コンクリートの曲げ圧縮応力度 (N/mm²)
- s : 鉄筋の引張応力度 (N/mm²)
- M : 曲げモーメント (N.mm)

荷重状態 (水位)	M (kN.m)	N (kN)	x (cm)	圧縮応力度 (N/mm ²)		引張応力度 (N/mm ²)	
				計算値	許容値	計算値	許容値
常時	43.614	0.000	8.049	5.609	8.000	145.823	195.000

(3)せん断応力度の照査

$$\sigma_m = \frac{S_h}{b \cdot d'}$$

ここに、

- σ_m : コンクリートのせん断応力度 (N/mm²)
- S_h : 作用せん断力 (kN)
- d' : 部材断面の有効高 (mm)
- b : 部材断面幅 (mm)
- S : 部材断面に作用するせん断力 (kN)

荷重状態 (水 位)	せん断力 S_h (kN)	有効高 d' (cm)	せん断応力度 (N/mm ²)		
			計算値	許容値 σ_{a1}	許容値 σ_{a2}
常時	41.537	22.000	0.189	0.390	1.700

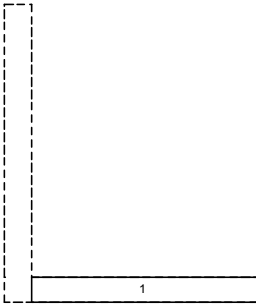
§ 4. かかと版の設計

4.1 かかと版付け根位置の設計

4.1.1 水位を考慮しないブロックデータ

(1) 躯体自重

- 1) ブロック割り 2) 自重・重心

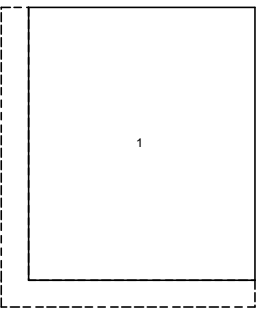


区分	幅 × 高さ × 奥行 計算式	体積 V_i (m ³)	重心位置 X_i (m)	$V_i \cdot X_i$	備考
1	2.600 × 0.300 × 1.000	0.780	1.300	1.014	
		0.780		1.014	

$$\text{重心位置 } X_G = (V_i \cdot X_i) / V_i = 1.014 / 0.780 = 1.300 \text{ (m)}$$

(2) 背面土砂

- 1) ブロック割り 2) 体積・重心



区分	幅 × 高さ × 奥行 計算式	体積 V_i (m ³)	重心位置 X_i (m)	$V_i \cdot X_i$	備考
1	2.600 × 3.150 × 1.000	8.190	1.300	10.647	
		8.190		10.647	

$$\text{重心位置 } X_G = (V_i \cdot X_i) / V_i = 10.647 / 8.190 = 1.300 \text{ (m)}$$

4.1.2 躯体自重，土砂重量による鉛直力

(1) 躯体自重による作用力

[1] 常時

位置	$W = \text{鉛直力} \cdot V$ (kN)	作用位置 X (m)
躯体	24.500 × 0.780 = 19.110	1.300

(2) 土砂重量，浮力

[1] 常時

1) 土砂重量による作用力

水位位置による分割

位置	全体積、重心位置		水位より下の体積、重心位置	
	体積 V (m ³)	重心位置 X (m)	体積 V_l (m ³)	重心位置 X_l (m)
土砂(背面)	8.190	1.300	0.000	0.000
位置	水位より上の体積、重心位置			
	体積 V_u (m ³)	重心位置 X_u (m)		
土砂(背面)	8.190	1.300		

水位より上の体積

$$V_u = V - V_l$$

水位より上の重心位置

$$X_u = (V \cdot X - V_l \cdot X_l) / V_u$$

2)土砂による作用力

位置	$W_u = V_u \cdot (\text{土の湿潤重量})$	$W_l = V_l \cdot (\text{土の飽和重量})$
土砂(背面)	$8.190 \times 18.000 = 147.420$	$0.000 \times 19.000 = 0.000$
位置	重量 W (kN)	作用位置 X (m)
土砂(背面)	147.420	1.300

(3)自重集計
[1]常時

	重量 N_i (kN)	作用位置 X_i (m)	モーメント $N_i \cdot X_i$ (kN.m)
躯体	19.110	1.300	24.843
背面土砂	147.420	1.300	191.646
合計	166.530		216.489

4.1.3 地表面の載荷荷重

鉛直力

$$N = \frac{1}{2} \cdot (q_1 + q_2) \cdot L$$

ここに、

q : 地表面載荷荷重強度

L : 地表面載荷荷重長さ

X : 設計断面位置から合力作用点までの距離

荷重状態	q_1 (kN/m ²)	q_2 (kN/m ²)	L (m)	鉛直力 (kN)	作用位置 (m)
常時	9.800	9.800	2.600	25.480	1.300

4.1.4 土圧

[1]常時

土圧は試行くさび法により求める。

仮想背面の位置(つま先からの距離) $x_p = 2.900$ m

$y_p = 0.000$ m

仮想背面の高さ $H = 3.450$ m

仮想背面が鉛直面となす角度 $= 0.000^\circ$

背面土砂の単位体積重量 $s = 18.000$ kN/m³

背面土砂の内部摩擦角 $= 25.00^\circ$

壁面摩擦角 $= 0.000^\circ$

すべり角の変化範囲 $i = 10.00^\circ \sim 85.00^\circ$

すべり角()に対する土砂重量(W), 土圧力(P)

水位 $h_w = 0.000$ m

すべり角	土砂重量 W(kN)				土圧力 P(kN)
	水位以上	水位以下	上載荷重	合計	
57.00	69.566	0.000	21.956	91.522	57.189
58.00	66.938	0.000	21.127	88.065	57.190
59.00	64.366	0.000	20.315	84.681	57.118

土圧力が最大となるのは、

$$= 58.00^\circ \text{ のとき } P = 57.190 \text{ kN}$$

である。

土圧力

$$P = \frac{W \cdot \sin(\quad)}{\cos(\quad)}$$

$$= \frac{88.065 \times \sin(58.00^\circ - 25.00^\circ)}{\cos(58.00^\circ - 25.00^\circ - 0.000^\circ - 0.000^\circ)}$$

$$= 57.190 \text{ kN}$$

このときの土圧力の水平成分、鉛直成分、作用位置は次のようになる。

水平成分

$$P_h = P \cdot \cos(\quad) = 57.190 \times \cos(0.000^\circ + 0.000^\circ) = 57.190 \text{ kN}$$

鉛直成分

$$P_v = P \cdot \sin(\quad) = 57.190 \times \sin(0.000^\circ + 0.000^\circ) = 0.000 \text{ kN}$$

作用位置

$$H_o = \frac{H}{3} = \frac{3.450}{3} = 1.150 \text{ m}$$

$$y = y_p + H_o = 0.000 + 1.150 = 1.150 \text{ m}$$

土圧の鉛直成分は、これと等価の三角形分布荷重とする。

$$p_v = \frac{2 \cdot P_v}{L} = \frac{2 \times 0.000}{2.600} = 0.000 \text{ kN/m}$$

ここに、

p_v : 等価の三角形分布荷重

P_v : 土圧の鉛直成分

L : かかと版の長さ

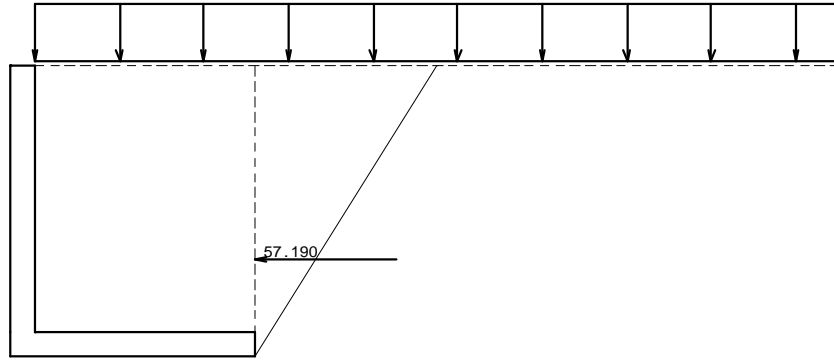
鉛直力

$$N = \frac{1}{2} \cdot p_v \cdot L = P_v = 0.000 \text{ kN}$$

作用位置

$$x = \frac{2}{3} \cdot L = \frac{2}{3} \times 2.600 = 1.733 \text{ m}$$

・土圧図



4.1.5 地盤反力

鉛直力

$$N = \frac{1}{2}(q_1 + q_2) \cdot L$$

作用位置

$$X = \frac{2 \cdot q_1 + q_2}{3 \cdot (q_1 + q_2)} \cdot L$$

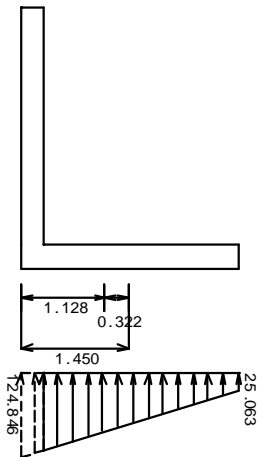
ここに、

q1 : かかと版前面位置の地盤反力度

q2 : かかと版設計位置の地盤反力度

L : かかと版設計張出長 L = 2.600 (m)

[1]常時



地盤反力度 (kN/m ²)		鉛直力 N (kN)	作用位置 X (m)
q1	q2		
25.063	114.524	181.463	1.022

4.1.6 断面力の集計

[1]常時

項目	N _i (kN)	X _i (m)	M = N _i · X _i (kN·m)
自重	166.530	1.300	216.489
載荷、雪	25.480	1.300	33.124
地盤反力	-181.463	1.022	-185.505
合計	10.547		64.108

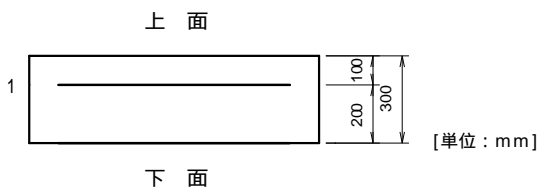
縦壁基部の断面力 M1 = 43.614 kN·m

かかと版付け根の断面力 M3 = 64.108 kN·m

M3 > M1 となったので、付け根の断面力として M1 を適用します。

4.1.7 断面計算

(1)鉄筋配置



位置	かぶり (cm)	鉄筋 径	鉄筋面積 (cm ² /本)	本数	鉄筋量 (cm ²)	
上面	1	10.0	D22	3.871	4.00	15.484
	2					
下面	1'					
	2'					

引張側必要鉄筋量 12.663 (cm²)

(2) 曲げ応力度の照査

(参考)

中立軸の算出

$$x^2 + \frac{2 \cdot n}{b} \{As' \cdot (x - d') + As \cdot (x - d)\} = 0.0$$

よりxを求める。

応力度の算出

$$c = \frac{M}{\frac{b \cdot x}{2} \cdot \left(\frac{h}{2} - \frac{x}{3}\right) + n \cdot As' \cdot \frac{(x - d') \cdot (h/2 - d')}{x} + n \cdot As \cdot \frac{(x - d) \cdot (h/2 - d)}{x}}$$

$$s = n \cdot c \cdot \frac{d - x}{x}$$

ここに、

- x : コンクリートの圧縮縁から中立軸までの距離 (mm)
- h : 部材断面の高さ (mm), h = 300.000
- b : 部材断面幅 (mm), b = 1000.000
- d : 部材の有効高 (mm)
- d' : 鉄筋のかぶり (mm)
- As : 引張側鉄筋の全断面積 (mm²)
- As' : 圧縮側鉄筋の全断面積 (mm²)
- n : 鉄筋とコンクリートのヤング係数比, n = 15.00
- e : 部材断面の図心軸から軸方向力の作用点までの距離 (mm)
- c : コンクリートの曲げ圧縮応力度 (N/mm²)
- s : 鉄筋の引張応力度 (N/mm²)
- M : 曲げモーメント (N.mm)

荷重状態 (水 位)	M (kN.m)	X (cm)	圧縮応力度 (N/mm ²)		引張応力度 (N/mm ²)	
			計算値	許容値	計算値	許容値
常時	43.614	7.592	6.577	8.000	161.242	195.000

4.2 せん断検討位置[1]の設計

付け根からの距離 = 0.000 m

4.2.1 断面力の集計

[1]常時

項 目	N (kN)	X _i (m)	M = N _i · X _i (kN.m)
自 重	166.530	1.300	216.489
載荷、雪	25.480	1.300	33.124
地盤反力	-181.463	1.022	-185.505
合 計	10.547		64.108

4.2.2 断面計算

(1)せん断応力度の照査

$$m = \frac{S_h}{b \cdot d} \quad a_1$$

ここに、

- m : コンクリートの平均せん断応力度 (N/mm²)
- S_h : 作用せん断力 (N)
- d : 部材の有効高 (mm)
- b : 部材断面幅 (mm)
- a₁ : コンクリートのみでせん断力を負担する場合の許容せん断応力度 (N/mm²)

荷重状態 (水 位)	せん断力 S _h (kN)	有効高 d (mm)	せん断応力度 (N/mm ²)	
			計算値	許容値 a ₁
常時	10.547	200.000	0.053	0.390

II 突起の計算

突起の設置については、突起が無い形状でも滑動の安全率を1.0以上確保すること。

($\mu = 0.4$ 、 $C = 0$ で試算)

突起にかかる地盤反力

$$qT = q1 - \{ (q1 - q2) \cdot Bt / B \}$$

突起の高さ

Ht = 底板幅の10~15%とする。

(qT 、 $q1$ 、 $q2$ は地盤反力、 B は底板幅)

突起の位置

底板の中央 (原則として1/3以内) に入るよう設置する。

滑動の安全率 (F_s)

$$F_s = \{ (q1 + q2) / 2 \cdot B \cdot \tan \phi + C \cdot Bt \} / PH$$

(ϕ は基礎地盤の内部摩擦角、 C は粘着力)

この時、 $F_s \geq 1.5$ であること。

突起に加わる水平力

$$Rt = \{ (q1 + qT) / 2 \cdot Bt \cdot \tan \phi + C \cdot Bt \} / F_s$$

$$M = Ht \cdot Rt / 2$$

$$S = Rt$$

部材厚さ: t 鉄筋のかぶり: $d = c + 1 \text{ cm} = 6 \text{ cm} + 1 \text{ cm} = 7 \text{ cm}$ において、

必要鉄筋量

$$A_{so} = M / \{ \sigma_{sa} \cdot 7/8 \cdot (t - d) \} \leq A_s \text{ (設計鉄筋量) を満たすこと。}$$

さらに、

$$p = A_s / (b \cdot d)$$

$$k = \{ 2 \cdot p \cdot n + (p \cdot n)^2 \}^{1/2} - p \cdot n$$

$$j = 1 - k / 3 \quad \text{において、}$$

$$\sigma_s \text{ (引張り応力度)} = M / (A_s \cdot j \cdot d) \leq \sigma_{sa}$$

$$\sigma_c \text{ (曲げ圧縮応力度)} = 2M / (k \cdot j \cdot b \cdot d^2) \leq \sigma_{ca}$$

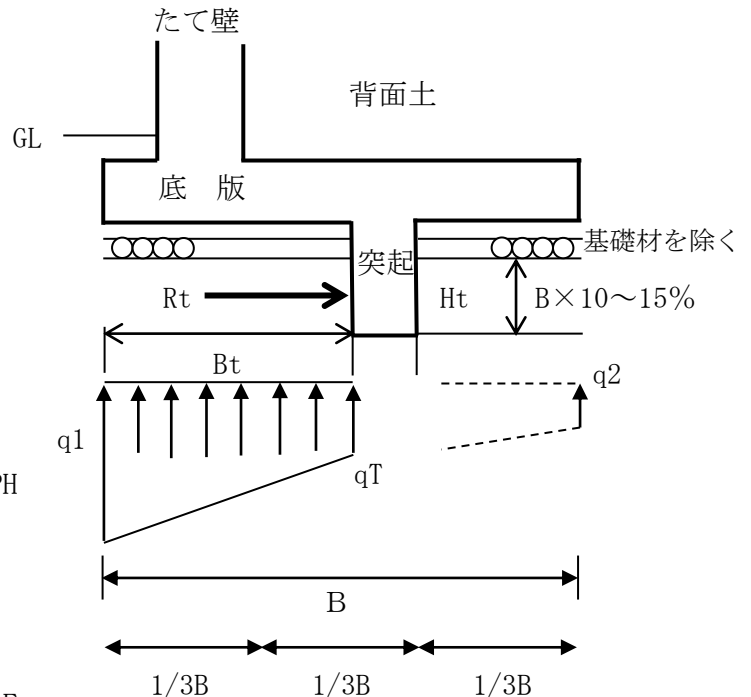
$$\tau \text{ (せん断応力度)} = S / (j \cdot b \cdot d) \leq \tau_a$$

これらを満たすこと

※1 ϕ 、 C は三軸試験等の室内試験により得られた数値を採用すること。

(ボーリング調査に基づく推定値の採用は不可。)

※2 突起を設ける場合には必要地耐力の大小に関わらず、床付け時及び配筋時の中間検査を受けること。



【参考文献】 道路橋示方書・同解説 下部構造編 日本道路協会 編
宅地防災マニュアルの解説 宅地防災研究会 編

8 盛土全体の安定性の検討

盛土全体の安定性の検討

1 検討を要する大規模盛土造成地

谷や沢を埋めて造成したことにより盛土内に水の浸入を受け易く形状的に盛土側面に谷部の傾斜が存在することが多い谷埋め盛土、また傾斜地盤上の高さの高い腹付け盛土などの以下に該当する大規模盛土造成地について、盛土全体の安定性（地震時）の検討を行うこととする。

1) 谷埋め型大規模盛土造成地

盛土をする土地の面積が3,000平方メートル以上であり、かつ、盛土をすることにより、当該盛土をする土地の地下水位が盛土をする前の地盤面の高さを超え、盛土の内部に侵入することが想定されるもの。

2) 腹付け型大規模盛土造成地

盛土をする前の地盤面が水平面に対し20度以上の角度をなし、かつ、盛土の高さが5メートル以上となるもの。

3) のり高が特に大きい場合

上記1)、2)に該当しない場合で、盛土の高さが9mを超えるもの。

2 最小安全率等

最小安全率

地震時の法面の安定に必要な最小安全率（ F_s ）は、 $F_s \geq 1.0$ を原則とする。

設計水平震度（ k_h ）

地震時の安定計算に必要な水平震度は、0.25に建築基準法施行令第88条第1項に規定する z の数値（東京都内は1.0）を乗じて得た数値とする。

強度定数

安定計算に用いる強度定数は、現地における土質調査及び既存データから総合的に判断し定めるものとする。

3 安定計算法

(1) 谷埋め型大規模造成盛土の安定性の検討

安定計算は、二次元の分割法（図 - 1参照）のうち下記の方法により検討することを標準とする。

二次元の分割法は、土塊の表面が曲線であっても滑り面が複雑であっても適用できる実用性の高い計算法である。地震力及びその土地の自重による当該盛土の滑り出す力及びその滑り面に対する最大摩擦抵抗力その他の抵抗力は、以下の通り計算する。

滑り面が複数の円弧又は直線の場合、盛土の滑り面に対する最大摩擦抵抗力その他の抵抗力は、地盤の特性に応じ全応力法または有効応力法により求めることができる。全応力法で解析する場合には、地震時に土中に発生する間げき水圧を考慮しないで土の透水性に見合った排水条件による静的試験から求めた設計強度定数を用いる。有効応力法で解析する場合には地質時に土中に発生する間げき水圧は、間げき水圧の測定を伴う繰り返し三軸試験などから求められる。

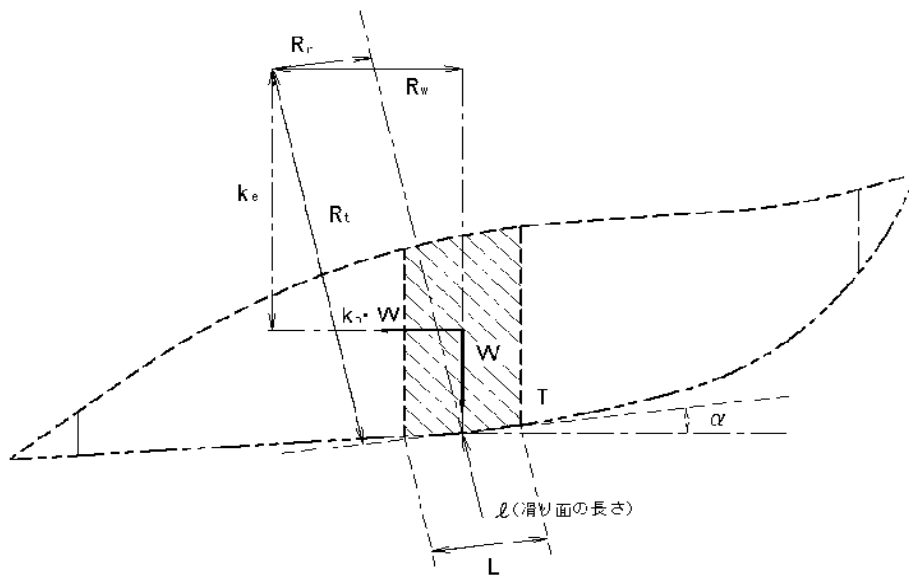


図 - 1 二次元の分割法における各分割片に働く力（地震時）

有効応力法による場合

$$F_S = \frac{M'_R + \Delta M'_R}{M'_D} = \frac{\sum [C' \cdot \ell + \{W(\cos\alpha - k_h \cdot \sin\alpha) - U \cdot \ell\} \tan\phi'] \cdot R_t + P}{\sum W \cdot R_w - \sum W(\cos\alpha - k_h \cdot \sin\alpha) \cdot R_r + \sum k_h \cdot W \cdot R_e} \dots \text{式}$$

間げき水圧の測定を伴う繰り返し三軸試験による場合には、式 を用いることができる。

$$F_S = \frac{M'_R + \Delta M'_R}{M'_D} = \frac{R_t \sum (C_u \cdot \ell) + P}{\sum W \cdot R_w - \sum W(\cos\alpha - k_h \cdot \sin\alpha) \cdot R_r + \sum k_h \cdot W \cdot R_e} \dots \text{式}$$

全応力法による場合

$$F_S = \frac{M'_R + \Delta M'_R}{M'_D} = \frac{\sum \{C \cdot \ell + W(\cos\alpha - k_h \cdot \sin\alpha) \tan\phi\} \cdot R_t + P}{\sum W \cdot R_w - \sum W(\cos\alpha - k_h \cdot \sin\alpha) \cdot R_r + \sum k_h \cdot W \cdot R_e} \dots \text{式}$$

ここに F_S : 安全率（地震時）

M'_R : 地震時の土塊の抵抗モーメント (kN・m/m)

$\Delta M'_R$: 抵抗モーメントの増分

M'_D : 地震時の土塊の滑動モーメント (kN・m/m)

R_w : 各分割片の滑り面上の自重による、モーメントの腕の長さ (m)

R_r : 各分割片の滑り面上の底面反力による、モーメントの腕の長さ (m)

R_e : 各分割片の滑り面上に作用する地震力による、モーメントの腕の長さ (m)

R_t : 分割されたそれぞれの滑り面のモーメントの腕の長さ (m)

P : 対策工の抵抗力（抑止力） (kN /m)

注) 地滑り抑止杭、グラウトアノカ工、地下水排除工等の対策によって異なる。

W : 各分割片の単位長さ重量 (kN /m)

- U : 各分割片の滑り面上に働く間げき水圧 (kN/m²)
 k_h : 設計水平震度 (地震力の作用位置は分割片の重心位置)
 : 次の式によって計算した各分割片の滑り面の勾配 (ラジアン)
 $= \tan^{-1} (H / L)$
 この式においてH及びLは、それぞれ次ぎの数値を表すものとする。
 H : 各分割片の滑り面の最下流端の標高差を計測した数値(m)
 L : 各分割片の滑り面の標高差を計測した二地点間の水平距離を計測した数値(m)
 : 各分割片の滑り面の長さ (m)
 : 盛土の内部摩擦角 (°)
 ϕ' : 有効応力に関する盛土の内部摩擦角 (°)
 C : 盛土の粘着力 (kN/m²)
 C' : 有効応力に関する盛土の粘着力 (kN/m²)
 C_u : 各分割片の滑り面の非排水せん断動的強度

(2) 腹付け型大規模盛土造成地及び盛土の高さが9 mを超える場合の安定性の検討

安定計算は、二次元の分割法のうち円形すべり面法 (簡便法 (図 - 2 参照)) によるものとし、震度法による安定計算式を用いることとする。また、法面の状況から判断して必要と認められる場合には、複合すべり面法、その他の方法によりさらに検討を加えるものとする。

この方法は、滑り面を円弧とし、分割法により計算を行うもので、最小の安全率に近づけるよういくつかの断面を仮定し、試算する必要がある。

地震と豪雨が重なることは少ないので、地震時には豪雨による浸透水を考慮しないのが一般的である。しかし、盛土内に地下水が存在する等の場合、常時のみでなく地震時においてもり面の安定性を著しく損なう恐れがあるため、地下水位の設定には十分注意する必要がある。

地震時の安定計算では、全応力法又は有効応力法により行うことができる。全応力法で解析する場合には、地震時に土中に発生する間げき水圧を考慮しないで土の透水性に見合った排水条件による静的試験から求めた強度定数を用いる。有効応力法で解析する場合には地震時に土中に発生する間げき水圧を考慮する。地震時に土中に発生する間げき水圧は、測定を伴う繰返し三軸試験などから求めることができる。

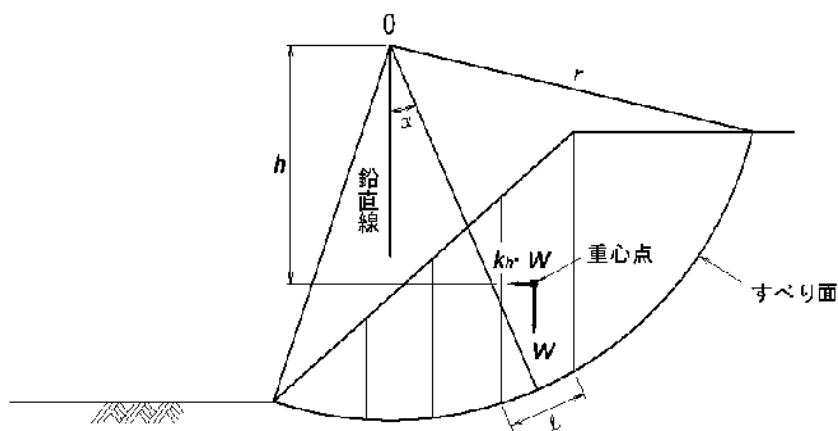


図 - 2 円形すべり面法における各分割片に働く力 (地震時)

<有効応力法による場合>

$$F_S = \frac{M'_R + \Delta M'_R}{M'_D} = \frac{r \sum [C' \cdot \ell + \{W(\cos \alpha - k_h \cdot \sin \alpha) - U \cdot \ell\} \tan \phi'] + P}{\sum (r \cdot W \sin \alpha + k_h \cdot W \cdot h)} \dots \text{式}$$

間げき水圧の測定を伴う繰り返し三軸試験による場合には、式 を用いることができる。

$$F_S = \frac{M'_R + \Delta M'_R}{M'_D} = \frac{r \sum (C_u \cdot \ell) + P}{\sum (r \cdot W \sin \alpha + k_h \cdot W \cdot h)} \dots \text{式}$$

全応力法による場合

$$F_S = \frac{M'_R + \Delta M'_R}{M'_D} = \frac{r \sum \{C \cdot \ell + (W \cos \alpha - k_h \cdot W \sin \alpha) \tan \phi\} + P}{\sum (r \cdot W \sin \alpha + k_h \cdot W \cdot h)} \dots \text{式}$$

ここに F_S : 安全率 (地震時)

M'_R : 地震時の土塊の抵抗モーメント (kN・m/m)

$\Delta M'_R$: 抵抗モーメントの増分

M'_D : 地震時の土塊の滑動モーメント (kN・m/m)

P : 対策工の抵抗力 (抑止力) (kN /m)

注)地滑り抑止杭、グラウトアンカー工、地下水排除工等の対策によって異なる。

r : すべり面の半径 (m)

W : 各分割片の単位長さ重量 (kN /m)

U : 各分割片の滑り面上に働く間げき水圧 (kN/m²)

k_h : 設計水平震度 (地震力の作用位置は分割片の重心位置)

: 各分割片の滑り面の中心と滑り面を円弧とする円の中心とを結ぶ直線が鉛直となす角度(度)

h : 各分割片の滑り面を円弧とする円の中心と各分割片の重心との鉛直距離 (m)

: 各分割片の滑り面の長さ (m)

: 盛土の内部摩擦角 (°)

ϕ' : 有効応力に関する盛土の内部摩擦角 (°)

C : 盛土の粘着力 (kN/m²)

C' : 有効応力に関する盛土の粘着力 (kN/m²)

C_u : 各分割片の滑り面の非排水せん断動的強度

(3) その他の安定解析

上記のように安定計算は、(1)については二次元の分割法、(2)については二次元の分割法のうち円形すべり面法(簡便法)による計算を基本とする。

あわせて三次元効果等を取り入れた以下に示す安定解析による計算を行うことも可能である。なお、近年は地震時の盛土変形量を推定する手法として、有限要素法などの手法が研究されているところである。

以下の各解析方法はそれぞれに特徴等を有しており、適用にあたっては、盛土全体の設計条件、地盤条件等を勘案し、適切な方法を選定する必要がある。なお、各解析法の詳細については、「大規模盛土造成地の変動予測調査ガイドラインの解説」 2 安定計算 (p 69 ~ 82) を参照するものとする。

1) 残留変形解析(動的解析)

大地震における盛土全体の安定性に対する検討について円弧滑り面法の適用限界を考慮し変形解析等を適用できるものとする。地震時における盛土全体の変状を予測する方法にはいくつかあり、代表的なものを以下に示す。

ニューマーク法

盛土内に滑り土塊を設定し、その滑り土塊が剛体であり、かつ滑り面における応力ひずみ関係が剛塑性と仮定して、地震時の滑り土塊の滑動変位量を算定する方法である。

擬似永久変形解析法

地盤の軟化や塑性ひずみの発生を考慮しない地震応答解析等により地盤内に生じる応力履歴を求め、別途、室内試験等に基づき整理した残留ひずみ量の予測式と組み合わせることにより、見かけ上低下した地震時の変形係数を推定する。その後、有限要素法に基づく自重変形解析を行って地震後の地盤の変形を算定する方法である。

動的弾塑性有限要素解析法

土の繰り返し応力ひずみ関係をモデル化し、それを有限要素解析法に組み込み、全体の地震応答を時刻歴で解析し、変形等を直接算定する方法である。

2) 三次元効果を取り入れた安定解析

三次元効果を導入する方法には、いくつかの提案があり、一般的に使用されている分割法による三次元解析には、Fellenius法、簡易Bishop法、簡易Janbu法、Spencer法、Hovland法などがあり、一般的には以下の ~ について注意が必要である。

なお、二次元安定解析で算出される安全率と比較して、一般的に、三次元安定解析で算出される安全率は1.0~1.3倍程度に大きくなる傾向がある。

解析に使用する地盤物性値の精度を高めること。

解析条件となる三次元形状を正確に把握することと形状が単純なこと。

側面効果の評価の妥当性に留意すること。

二次元解析をもとに地震時の水平震度が検討されてきた経緯から、そのまま水平震度を用いると三次元効果を導入する際には、相対的にやや低めの数値となりかねないこと。

解析対象に見合った、地盤調査箇所数を決定すること。

滑動時の滑り線位置が、盛土底部などのように比較的明らかなこと。

9 宅地造成等規制法に基づく

国土交通大臣認定擁壁一覧表

宅地造成等規制法施行令第14条に基づく認定擁壁一覧表

令和2年1月現在

	大臣認定擁壁名称	認定取得者名	設定年月日	認定書番号
1	三段ブロック	東新コンクリート工業株式会社	昭和38年 1月26日	建設省東住第10号
2	スクラム式間知ブロック	スクラム式間知ブロック全国代表・特殊高圧コンクリート研究所	昭和39年 9月 1日	建設省東住第93号
3	佐々木式安定三角ブロック	佐々木セメント技術研究所	昭和39年 9月 1日	建設省東住第94号
4	特許中本式強力ブロック	中本禎造	昭和39年 9月 1日	建設省広住第 5号
5	藤式V型ブロック	近畿建材株式会社	昭和39年 9月 1日	建設省奈住第30号
6	π (パイ) 型ブロック	有限会社不二設計所	昭和40年 2月18日	39建設省東住第114号
7	Δ (デルタ) 型ブロック	有限会社不二設計所	昭和40年 2月18日	39建設省東住第115号
8	東横防災ブロック	東横セメント工業株式会社	昭和40年 2月18日	39建設省神住第156号
9	間知コンクリートブロック SK-1型	相鉄興業株式会社	昭和40年 2月18日	39建設省神住第151号
10	京阪式安全ブロック 第1型	京阪コンクリート工業株式会社	昭和40年 2月18日	39建設省阪住第271号
11	京阪式安全ブロック 第6型	京阪コンクリート工業株式会社	昭和40年 2月18日	39建設省阪住第271号
12	京阪式安全ブロック 第8型	京阪コンクリート工業株式会社	昭和40年 2月18日	39建設省阪住第271号
13	新日本式ブロックA型	新日本コンクリート工業株式会社	昭和40年 2月18日	39建設省阪住第303号
14	小牧式T型ブロック	南日コンクリート株式会社	昭和40年 2月18日	39建設省鹿住第51号
15	共和式間知ブロック	共和コンクリート工業株式会社	昭和40年 2月18日	39建設省北住第162号
16	盃型コンクリートブロック	共和コンクリート工業株式会社	昭和40年 2月18日	39建設省北住第162号
17	改良型三段ブロック	東新コンクリート工業株式会社	昭和40年 2月28日	建設省東住第43号
18	本州式コンクリートブロック I型	本州コンクリート工業株式会社	昭和40年 2月28日	建設省東住第43号
19	東興ブロック	全日東興ブロック協会	昭和40年 2月28日	建設省東住第43号
20	キングブロックを用いる鉄筋コンクリート造斜め格子梁型	キングコンクリート工業株式会社	昭和42年11月 1日	建設省計宅開発第61号
21	目地モルタルを使用する大谷石積み造擁壁	大谷石材協同組合	昭和43年11月20日	建設省計宅開発第73号
22	草竹式扶壁付ブロック3号	草竹コンクリート工業株式会社	昭和44年5月15日	建設省奈計宅開発第11号
23	草竹式扶壁付ブロック4号	草竹コンクリート工業株式会社	昭和44年5月15日	建設省奈計宅開発第11号
24	DTブロック (凸型2号)	東奥プレコン振興株式会社	昭和44年10月24日	建設省形計宅開発第3号
25	野田式N・Sブロック	株式会社野田組	昭和44年10月24日	建設省広計宅開第3号

	大臣認定擁壁名称	認定取得者名	設定年月日	認定書番号
26	小牧式（I-H型） コンクリート・ブロック	南日コンクリート株式会社	昭和44年10月24日	建設省鹿計宅開発 第6号
27	太洋式安定カンニューブロッ ク	太洋興行建設株式会社	昭和44年10月24日	建設省長計宅開発 第12号
28	草竹式扶壁付ブロック5号	草竹コンクリート工業株式会社	昭和44年10月24日	建設省奈計宅開発 第3-1号
29	ニューブロック	坂本産業株式会社	昭和44年10月24日	建設省栃計宅開発 第5号
30	Δ（デルタ）型ブロック	有限会社不二設計所	昭和45年 3月 6日	建設省計宅開発第45号
31	π（パイ）型ブロック	有限会社不二設計所	昭和45年 3月 6日	建設省計宅開発第47号
32	盃型ブロック	共和コンクリート工業株式会社	昭和45年 3月 6日	建設省計宅開発第49号
33	スプリットン間知ブロック	スプリットン工業株式会社	昭和45年 7月16日	建設省計宅開発 第126号
34	緑化ウォール用コンクリー トブロック	日建工学株式会社	昭和51年 2月18日	建設省計宅発第11号
35	ポトロアー	技研興業株式会社	昭和51年 2月18日	建設省計宅発第13号
36	S・Pブロック	株式会社建設企画コンサルタント	昭和51年 2月18日	建設省計宅発第15号
37	緑化ウォール用コンクリー トブロック（G100×50）	日建工学株式会社	昭和55年 1月22日	建設省徳計民発第2号
38	ポトロアーA型	技研興業株式会社	昭和55年 1月22日	建設省北計民発第10号
39	グリーンフヘキ小型	草竹コンクリート工業株式会社	昭和55年11月10日	建設省奈計民発第26号
40	グリーンフヘキ100	草竹コンクリート工業株式会社	昭和55年11月10日	建設省奈計民発第26号
41	ヘイベック	山富産業株式会社	昭和56年11月16日	建設省岐計民発第12号
42	グリーンウォール	共和コンクリート工業株式会社	昭和58年 6月30日	建設省北計民発第25号
43	法止ブロック	藤林コンクリート工業株式会社 [有限会社藤商事]	昭和58年12月23日	建設省新計民発第18号
44	ニューウォルコン	京阪コンクリート工業株式会社	昭和59年 1月28日	建設省京計民発第3号 (標準部)
45	ザ・ウォール	羽田コンクリート工業株式会社	昭和59年 6月11日	建設省東計民発第33号 (標準部)
46	C P型枠	株式会社トーホー	昭和59年 6月15日	建設省神計民発第21号
47	MLウォール	前田製管株式会社	昭和60年 5月27日	建設省形経民発第4号 (標準部)
48	法止ブロックL型	藤林コンクリート工業株式会社 [有限会社藤商事]	昭和60年 7月12日	建設省新経民発第6号
49	Y T-32ニューノーマル クリフ	株式会社ヤマウ	昭和60年 7月30日	建設省丘経民発第22号
50	エルコン	株式会社ワールドメディア	昭和60年12月27日	建設省愛経民発第28号
51	ザ・ウォール	羽田コンクリート工業株式会社	昭和61年 4月 7日	建設省東経民発第71号 (標準部)

	大臣認定擁壁名称	認定取得者名	設定年月日	認定書番号
52	K Lウォール	興建産業株式会社	昭和61年 7月 7日	建設省東経民発第45号 (標準部)
53	フジムラL型	藤村ヒューム管株式会社	昭和61年 7月 7日	建設省新経民発第6号 (標準部)
54	ニューウォルコン	京阪コンクリート工業株式会社	昭和61年12月12日	建設省京経民発第30号 (標準部追加)
55	M Lウォール	前田製管株式会社	昭和62年 7月22日	建設省形経民発第4号
56	法止ブロックL型	藤林コンクリート工業株式会社 [有限会社藤商事]	昭和62年 8月18日	建設省新経民発第3号 (標準部)
57	C P型枠	株式会社トーホー	昭和62年11月18日	建設省神経民発第16号
58	M LウォールII型	前田製管株式会社	昭和62年12月14日	建設省形経民発第7号 (標準部)
59	L形よう壁システム Cタイプ	丸栄コンクリート工業株式会社	昭和63年 1月 8日	建設省岐経民発第12号
60	フジムラL型	藤村ヒューム管株式会社	昭和63年 1月13日	建設省新経民発第7号 (標準部追加)
61	Y T-32ニューノーマル クリフ	株式会社ヤマウ	昭和63年 3月 7日	建設省丘経民発第2号 (標準部)
62	M LウォールII型	前田製管株式会社	昭和63年10月26日	建設省形経民発第3号 (標準部追加)
63	フジムラL型	藤村ヒューム管株式会社	昭和63年10月26日	建設省新経民発第3号 (標準部追加)
64	エルコンII型→ WMLエルコンII型	株式会社ワールドメディア	昭和63年10月26日	建設省愛経民発第7号
65	緑化ウォールL型	日建工学株式会社	平成 1年 9月 6日	建設省東経民発第28号
66	ニューウォルコンII型	京阪コンクリート工業株式会社	平成 2年 7月12日	建設省京経民発第2号
67	ニューC P L	カイエー共和コンクリート株式 会社	平成 3年 3月15日	建設省群経民発第2号
68	K Lウォール2型	興建産業株式会社	平成 3年 3月15日	建設省東経民発第8号
69	L型擁壁システムA	丸栄コンクリート工業株式会社	平成 3年 3月15日	建設省岐経民発第1号
70	昭和式S L擁壁	昭和コンクリート工業株式会社	平成 3年 6月12日	建設省岐経民発第3号 (標準部)
71	ハイ・タッチウォール	社団法人全国宅地擁壁技術協会	平成 3年10月23日	建設省京経民発第5号
72	昭和式S L擁壁	昭和コンクリート工業株式会社	平成 3年10月23日	建設省岐経民発第5号 (標準部)
73	法止ブロック(L型) (F L-A・B)	藤林コンクリート工業株式会社	平成 4年 3月18日	建設省新経民発第2号
74	M LウォールIII型	前田製管株式会社	平成 4年 3月18日	建設省形経民発第2号
75	ニューウォルコンIII型	京阪コンクリート工業株式会社	平成 4年 3月18日	建設省京経民発第2号
76	ザ・ウォールII	羽田コンクリート工業株式会社	平成 4年 3月18日	建設省東経民発第6号
77	Y T-32ニューノーマル クリフII	株式会社ヤマウ	平成 4年 3月18日	建設省丘経民発第3号

	大臣認定擁壁名称	認定取得者名	設定年月日	認定書番号
78	K Lウォール3型	興建産業株式会社	平成 4年 3月18日	建設省東経民発第7号
79	L型擁壁型システムA1	丸栄コンクリート工業株式会社	平成 4年 3月18日	建設省岐経民発第2号
80	ニューCPLⅢ	カイエー共和コンクリート株式会社	平成 5年 3月15日	建設省群経民発第1号
81	S L擁壁Ⅲ型、S L擁壁Ⅳ型	昭和コンクリート工業株式会社	平成 5年 3月15日	建設省岐経民発第1号
82	FLウォール	藤村ヒューム管株式会社	平成 5年 3月15日	建設省新経民発第1号
83	T型ブロック	山一窯業株式会社	平成 5年 3月15日	建設省梨経民発第1号
84	緑生擁壁	日本緑生株式会社	平成 5年 3月15日	建設省東経民発第13号
85	ハイ・タッチウォール	一般社団法人ハイタッチセンター	平成 6年 6月15日	建設省東経民発第94号
86	垂直積み擁壁ゴールコン	株式会社ゴールコン	平成 8年 3月 1日	建設省沖経民発第1号
87	T型ブロックWタイプ	山一窯業株式会社	平成 9年10月21日	建設省梨経民発第1号
88	オリロック積み擁壁	第一ブロック株式会社	平成 9年11月18日	建設省東経民発第6号
89	植栽ブロック「みどりくん」	株式会社ヤマウ	平成10年 3月24日	建設省丘経民発第1号
90	テールアルメ擁壁	川鉄商事株式会社 ヒロセ株式会社	平成10年 3月24日	建設省阪経民発第1号
91	エルコンⅢ、Ⅳ型→ WMLエルコンⅢ、Ⅳ型	株式会社ワールドメディア	平成11年 3月 3日	建設省東経民発第7号
92	C L P - V	東洋ヒューム管株式会社	平成11年 5月27日	建設省山経民発第1号
93	C L P - V Ⅱ	東洋ヒューム管株式会社	平成11年 5月27日	建設省山経民発第2号
94	Y T - 3 2ニューノーマル クリフⅡ	株式会社ヤマウ	平成12年12月27日	建設省丘経民発第1号
95	C P型枠Ⅲ型	株式会社トーホー	平成15年 3月27日	国関整住整第498号
96	R E C O Mシステム	エスビック株式会社	平成20年6月11日	国関整計管第20号
97	T Y型枠MU	東洋工業株式会社	平成20年7月31日	国四整建第78号
98	H Dウォール	株式会社ホクコン	平成22年4月21日	国近整計管第6号
99	ニューウォルコンⅣ-1型 及びⅣ-2型	ケイコン株式会社	平成23年9月28日	国近整都整第32号
100	M L ウォールⅣ型	前田製管株式会社	平成24年10月22日	国東整都住第1009号
101	ニューノーマルクリフⅢ型	株式会社ヤマウ	平成24年12月28日	国九整都住第90号
102	ゴールコン	株式会社キョウリツ	平成8年3月1日	沖経民発第1号
103	ゴールコン	株式会社キョウリツ	平成25年3月22日	府開建地第102号

104	HRM擁壁I型	太陽エコブロック株式会社	平成27年3月25日	国都防第12号
105	ニューウォルコン	ケイコン株式会社	昭和61年12月12日	建設省京経民発第30号
106	ニューウォルコンII型	ケイコン株式会社	平成2年7月12日	建設省京経民発第2号
107	ニューウォルコンIII型	ケイコン株式会社	平成4年3月18日	建設省京経民発第2号
108	FLウォール FLW-ⅢA、ⅢB	藤村ヒューム管株式会社	平成25年10月4日	国北整都住第58号
104	KLウォール3型 (Eタイプ)	興建産業株式会社	平成30年5月10日	国都防第1号
105	SL擁壁IV型	昭和コンクリート工業株式会社	平成24年6月18日	国部整計管第5033号
106	法止ブロック FL-AII	藤林コンクリート工業株式会社	平成25年3月27日	国北整都住第92号
107	ハイ・タッチウォール	一般社団ハイタッチセンター	平成26年2月17日	国都防第88号
108	CLP-VII	東洋ヒューム管株式会社	平成29年8月10日	国都防第14号
109	CLP-VII (大地震対応型)	東洋ヒューム管株式会社	平成29年8月10日	国都防第14号
110	L形擁壁 システムA1	丸栄コンクリート工業株式会社	平成23年11月14日	国部整計管第432号
111	テールアルメ擁壁	JFE商事テールワン株式会社 ヒロセ補強土株式会社	平成30年6月4日	国都防第3号

(参考資料)「実効性のある避難計画」とは

令和2年6月10日に公布された改正都市計画法では、市街化調整区域内の災害リスクの高い区域で、住宅等の開発許可を厳格化するため、条例で指定する区域に、災害危険区域、地すべり防止区域、急傾斜地崩壊危険区域、土砂災害警戒区域、浸水想定区域を含まないこととした。しかしながら社会経済活動の継続が困難になる等の地域の実情に照らしやむを得ない場合には、「災害が発生した場合に避難場所への確実な避難（以下、「確実な避難」という。）」又は「確実な避難と同等以上の安全性」が確認できることを条件に、例外的に災害イエロージーンを建築物の敷地に含めることを許容した。

ここでいう「確実な避難」とは、実際に災害が発生した後に避難が可能な土地の区域を想定しており、避難経路等に災害イエロージーン等が指定されている場合、確実な避難とは認められない。このため、本審査基準では安全性が十分担保される計画を「確実な避難」と同等以上の安全性を有するもの定義し、この中で、災害が発生する前に避難が可能となるよう「実効性のある避難計画の策定」を必要項目とした。

なお、「実効性のある避難計画」を策定する際には、関係所管と十分な協議を行うことが重要である。

1. 実効性のある避難計画を策定する上で求められる要件

(1) 避難場所への避難経路の確保

申請地から避難場所まで確実に避難できる経路を確認する。

ア 避難場所の選定は、想定される災害に対して確実に開設される避難場所とすること。

イ 避難経路は、災害が発生した場合の周辺の地形状況及び浸水想定状況を踏まえ、慎重に選定すること。

(2) 安全に避難場所まで到達できる時間の確保

申請地から避難場所への到達時間を考慮して、各種情報・警報のどの段階で避難を開始するか決定する。

ア 避難時間の設定は、当該建築物の施設の利用状況を踏まえ、現地で実際に避難を行い、適正な時間を把握すること。

(3) 安全に避難できる体制の確保

昼夜・平日・休日を問わず安全に避難できる体制として、職員・家族等の役割分担や、勤務時間内外の参集体制及び参集基準を定めておく。

ア 各班の任務と組織の整理又は家族等の役割分担を決定すること。

イ 参集体制、避難誘導に必要な対策の整理をすること。

ウ 情報収集方法及び伝達方法の把握をすること。

(4) 安全に避難する上で必要な設備・資機材の確保

ア 情報収集・伝達及び避難誘導の際に使用する資機材を整理すること。

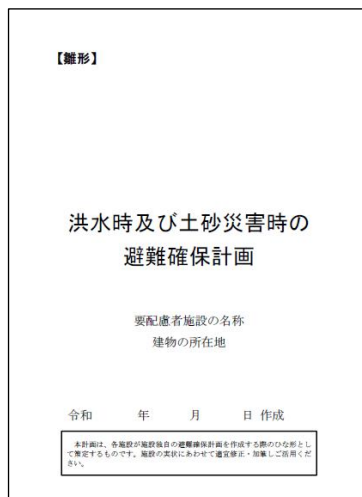
イ 自己用住宅以外の建築物は施設自体の点検・対策に関する事項を定めること。

(5) 防災教育及び訓練の実施の確保

ア 定期的に災害を想定した避難訓練を実施し、情報伝達体制や避難誘導の確認をすることが重要となるため、予め、防災教育や訓練の実施に関する事項を定めること。

(6) その他

ア 当該申請建築物が要配慮者施設で、水防法第 15 条の 3 第 1 項及び土砂災害防止法第 8 条の 2 に基づく避難確保計画を策定する場合、その避難確保計画を本法の「実効性のある避難計画」の資料とすることができる。



参考資料 避難確保計画（雛形）八王子市生活安全部防災課

イ ア以外の建築物で「実効性のある避難計画」を説明する図書として、東京都総務局総合防災部防災計画課が発行した「東京マイ・タイムライン」（東京都防災ホームページ参照）を利用することも有効と考える。



参考資料 東京マイ・タイムライン 東京都総務局総合防災計画課