

6-2 待受け式擁壁工

待受け式擁壁は急傾斜地の崩壊等により生ずる土石等を急傾斜地との間に堆積させて、特定予定建築物の敷地に土石等が到達させることのないようにするものである。待受け式擁壁は重力式コンクリート擁壁を標準とし、その設計にあたっては、土圧、水圧、自重のほか、土石等の移動の力及び堆積の力を考慮して損壊、転倒、滑動又は沈下しない構造とするものとする。

高さが2mを超える擁壁については、建築基準法施行令第142条に定めるところによること。

6-2-1 設計手順

待受け式擁壁の設計は、以下の手順にて行うことを標準とする。

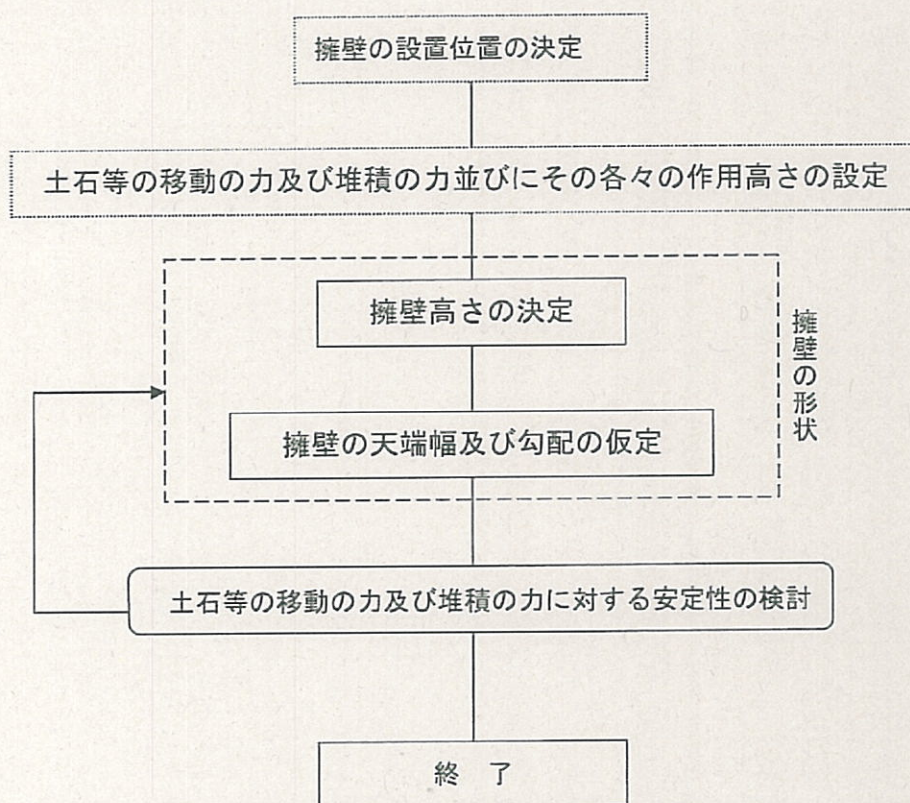


図 6-9 待受け式擁壁工の設計手順

6-2-2 擁壁の形状

(1) 擁壁高

擁壁高は、土石等の堆積高以上とする。

【解説】

特定予定建築物の敷地に土石等が到達させることのないようにするため、擁壁高は、その擁壁の急傾斜地側ののり尻における土石等の堆積の高さ以上とする。堆積高については開発の計画に基づいて定められた方法によって計算する必要がある、その計算方法については、3-2-3 (3) 堆積高」に示した。

なお、建築物の構造規制適用を併用することにより、擁壁の高さを堆積高より低く設計することは認められない。あくまでも特定開発行為の段階で安全性を完全に維持することが必要である (6-1-2 盛土形状 (1) 盛土高)。

(2) 擁壁の天端幅及び勾配

擁壁の天端幅及び勾配などの断面形状は、安定計算により決定するものとする。

【解説】

擁壁の断面形状は、基礎地盤の性状、基礎幅等を考慮し、土石等の移動の力及び堆積の力に対する安定計算により決定する。

6-2-3 安定性の検討

待受け式擁壁の安定性については、以下の1)～4)の検討を行うものとする。

- 1) 転倒に対する安定
- 2) 滑動に対する安定
- 3) 沈下に対する安定
- 4) 圧縮破壊に対する安定

【解説】

待受け式擁壁は通常マッシブな重力式コンクリート擁壁としてつくられ、土石等を捕捉するものである。したがって、その設計に当たっては、想定される土石等の移動の力および堆積の力等を考慮し、擁壁の安定性および断面について検討を行う必要がある。

(1) 荷重の条件

待受け式擁壁の設計に用いる荷重は常時における自重、移動の力及び堆積の力の組み合わせとする。

詳細については、「3. 土石等を堆積させる対策施設の設計外力の設定」を参照。

① 移動の力

単位面積あたりの移動の力は、移動の高さ(h_{sm})の1/2の高さで待受け式擁壁に作用させるものとする。

待ち受け式擁壁に作用する衝撃力 P (kN/m)は以下のとおりとする。

$$P = \alpha \cdot h_{sm} \cdot F_{sm}$$

ここに、

α : 待ち受け式擁壁による衝撃力緩和係数 = 0.5 *1

*1 : 擁壁の延長が崩壊幅以上の場合に適用できる

h_{sm} : 移動の高さ (m) = 1.0m

F_{sm} : 移動の力 (kN/m²)

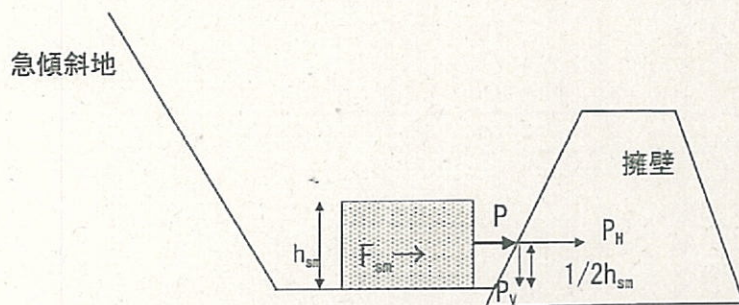


図 6-10 移動の力が擁壁に作用するイメージ

② 堆積の力

土石等の堆積の力は、擁壁の地盤面から土石等の堆積高 (D) までの範囲に三角形分布で作用するものとする。堆積の力の合力 P_A は、クーロンの土圧公式によって与えられる。

なお、擁壁の背面勾配が鉛直 ($\alpha = 0^\circ$) の場合、合力 P_A は堆積の力 F_{sa} を用いて次式によって算出することができる。

$$P_A = \frac{1}{2} F_{sa} D$$

ここに、

P_A : 待受け式盛土に作用する堆積の力の合力 (kN/m) ($\alpha = 0^\circ$ の場合)

F_{sa} : 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の堆積により待受け式擁壁等に作用すると想定される力の大きさ (kN/m²)

D : 堆積高 (m)

擁壁に作用する水平分力及び鉛直分力は以下の式で与えられる。

なお、高さ 2m を超える擁壁については建築基準法施行令第 142 条を準用すること。

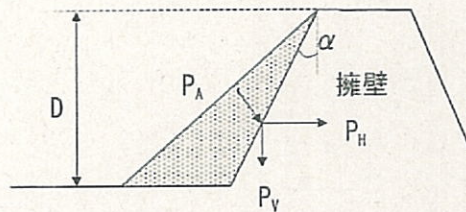


図 6-11 堆積の力が擁壁に作用するイメージ

水平分力

$$P_{AH} = P_A \cos(\alpha + \delta)$$

ここに

P_{AH} : 堆積の力の水平分力 (kN/m)

P_A : 堆積の力 (kN/m)

α : 擁壁背面と鉛直面となす角

δ : 壁面摩擦角 (=土石等の内部摩擦角 * 2/3)

鉛直分力

$$P_{AV} = P_A \sin(\alpha + \delta)$$

ここに

P_{AV} : 堆積の力の鉛直分力 (kN/m)

P_A : 堆積の力 (kN/m)

α : 擁壁背面と鉛直面となす角

δ : 壁面摩擦角 (=土石等の内部摩擦角 * 2/3)

作用位置

堆積の力は三角形分布で作用するので、地盤面から堆積高 (D) の 1/3 の高さで擁壁に作用するものとする。

③ 地震の影響

待受け式擁壁の高さが 8 m を超える場合は、地震時の設計水平震度から地震時慣性力及び地震時土圧を考慮するものとする。(堆積高が 8 m を超えることはまれである。) なお、移動の力については、同時に発生する可能性が低いので、考慮する必要はない。

(2) 荷重の組み合わせ

荷重の組み合わせは次の通りとする。

- ・移動の力作用時：自重＋裏込め土圧＋崩壊土砂による移動の力
 - ・堆積の力作用時：自重＋裏込め土圧＋崩壊土砂による堆積の力
- 高さが 8 m をこえる場合は地震の影響を考慮する (上記「③」参照)。

(3) 転倒に対する検討

一般に転倒に対する検討方法は偏心量法と安全率法の 2 種類がある。重力式擁壁の場合、以下に示した偏心量法で検討した場合、安全率法における安全率 ≥ 1.5 を満たすこととなる。そのため、ここでは偏心量法について示す。

擁壁の底版下面には、擁壁の自重及び移動の力又は堆積の力による荷重が作用する。底版下面における地盤反力はこれらの荷重合力の作用位置により異なる。図 6-12 において、つま先から合力 R の作用点までの距離 d は次式で与えられる。

$$d = \frac{W \cdot a + P_v \cdot b + P_H \cdot h}{W + P_v}$$

ここに

- W : 擁壁の自重 (kN/m)
- P_H : 移動の力又は堆積の力の水平分力 (kN/m)
- P_v : 移動の力又は堆積の力の鉛直分力 (kN/m)
- a : 擁壁つま先と W の重心との水平距離 (m)
- b : 擁壁つま先と P_v 作用点との水平距離 (m)
- h : 擁壁かかとと P_H の作用点の鉛直距離 (m)

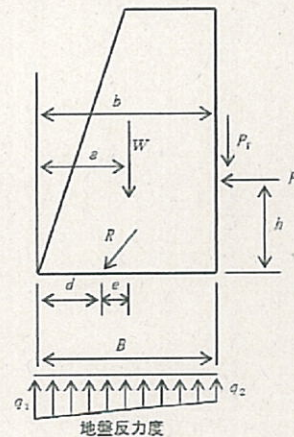


図 6-12 地盤反力度の求め方

合力の作用点の底盤中央からの偏心距離 e は次式で表される。

$$e = B/2 - d$$

ここに

e : 偏心距離

B : 擁壁の底版幅

移動の力又は堆積の力に対して偏心距離 e は次式を満足しなければならない。

移動の力に対して

$$|e| \leq B/3$$

堆積の力に対して

$$|e| \leq B/6$$

(4) 滑動に対する検討

待受け式擁壁を底版下面に沿って滑らせようとする力は移動の力又は堆積の力の水平分力であり、これに抵抗する力は底版地盤の間に生じるせん断抵抗力である。滑動に対する安全率は次式によって与えられる。

$$F_s = \frac{\text{(滑動に対する抵抗力)}}{\text{(滑動力)}} = \frac{(W + P_v) \cdot \tan \phi_B + c \cdot B}{P_H}$$

ここに

W : 擁壁の自重 (kN/m)

P_H : 移動の力又は堆積の力の水平分力 (kN/m)

P_v : 移動の力又は堆積の力の鉛直分力 (kN/m)

tan φ_B : 擁壁底版と基礎地盤の間の摩擦係数。現場打コンクリートの場合は、φ_B = φ (基礎地盤の内部摩擦角)、現場打でない場合は、φ_B = 2/3 · φ とする。ただし、基礎地盤が土の場合 tan φ_B の値は 0.6 を超えないものとする。なお通常の場合簡便には表 3-8 又は表 3-9 を用いてよい。詳細は「3-1 設計諸定数」を参照。

c : 擁壁底版と基礎地盤の間の粘着力 (kN/m²)。ただし、摩擦係数 (tan φ_B) を表 3-8 又は表 3-9 より求めた場合は c = 0 とする。

B : 擁壁の底版幅 (m)

安全率 F_s は移動の力に対して 1.2、堆積の力に対して 1.5 を下回ってはならない。これら所定の安全率を満足できない場合は、原則として擁壁断面形状を変化させて安定させるものとする。

(5) 沈下に対する検討

擁壁の底版下面において、擁壁の自重及び移動の力又は堆積の力によって作用する鉛直力は、地盤の許容支持力より小さくなければならない。

地盤反力度は次式によって与えられる。

- 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

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

$$q_2 = \frac{P_v + W}{B} \left(1 - \frac{6e}{B} \right)$$

ここに

W : 擁壁の自重 (kN/m)

P_v : 移動の力又は堆積の力の鉛直分力 (kN/m)

e : 合力作用点の底版中央からの偏心距離 (m)

B : 擁壁の底版幅

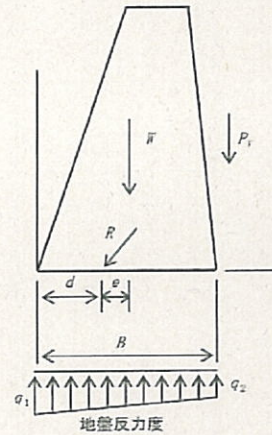


図 6-13 地盤反力度の求め方

- ② 合力作用点が底版中央の底版幅 2/3 の中にある場合
(かつ底版中央の底版幅 1/3 (ミドルサード) の外にある場合)

$$q_1 = \frac{2(P_v + W)}{3d}$$

支持地盤の支持力に関する安定検討では、この q₁ 及び q₂ は次式を満足しなければならない。

$$\left. \begin{array}{l} q_1 \\ q_2 \end{array} \right\} \leq q_a = \frac{q_u}{F_s}$$

ここに

q_a : 地盤の許容支持力度 (kN/m²)

q_u : 地盤の極限支持力度 (kN/m²)

F_s : 地盤の支持力に対する安全率

地盤の支持力に対する安全率は堆積の力に対しては 3、移動の力に対しては 2 を下回ってはならない。

(6) 転倒、滑動及び沈下の安全率のまとめ

以上の転倒、滑動及び沈下の安全率についてまとめると、表 6-3 のようになる。

表 6-3 安全率のまとめ

	堆積の力に対して	移動の力に対して
転倒	$ e \leq B/6$ (1.5)	$ e \leq B/3$ (1.2)
滑動	1.5	1.2
沈下	3	2

(7) 圧縮破壊に対する検討

設計外力が擁壁の壁体に対して破壊を生じさせないかどうか照査する。断面応力度の検討は、コンクリートの曲げ圧縮、曲げ引張り、せん断について、原則として擁壁天端からの高さ 1.0m ごとに行うものとし、コンクリートの許容応力度は衝撃力作用時として割増係数を考慮した次式を用いるものとする。

$$\sigma_{ca} = 1.5 \times (\sigma_{ck} / 4)$$

$$\sigma_{cat} = 1.5 \times (\sigma_{ck} / 80)$$

$$\tau_{ca} = 1.5 \times (\sigma_{ck} / 100 + 0.15)$$

ここに、

σ_{ca} : コンクリートの許容曲げ圧縮応力度 (N/mm²)

σ_{cat} : コンクリートの許容曲げ引張り応力度 (N/mm²)

τ_{ca} : コンクリートの許容せん断応力度 (N/mm²)

σ_{ck} : コンクリートの 28 日圧縮強度

無筋コンクリート 18 N/mm²

鉄筋コンクリート 21 N/mm²

断面照査位置において、それより上部の擁壁の自重及び移動の力または堆積の力によって作用する鉛直力の絶対値は、コンクリートの許容曲げ応力度の絶対値より小さくなければならない。

断面照査位置において作用する鉛直力は次式によって与えられる。

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

$$q_2 = \frac{P_v + W}{B} \left(1 - \frac{6e}{B} \right)$$

ここに、

W : 断面照査位置より上部の擁壁の自重 (kN/m)

- PV : 断面照査位置より上部に作用する力の鉛直分力 (kN/m)
 e : 合力作用点の底版中央からの偏心距離 (m)
 B : 断面照査位置における擁壁の底版幅 (m)

コンクリートの曲げ応力度の照査では、次式を満足しなければならない。

ここに、

- σ_{ca} : コンクリートの許容曲げ圧縮応力度 (N/mm²)
 σ_{cat} : コンクリートの許容曲げ引張り応力度 (N/mm²)

また、断面照査位置において、底版面積あたりにかかる水平力（断面照査位置より上部に作用する移動の力または堆積の力の合計）は、コンクリートの許容せん断応力度より小さくなければならない。

断面照査位置において作用する水平力は次式によって与えられる。

$$\tau_c = \frac{P_H}{B}$$

ここに、

- PH : 断面照査位置より上部に作用する力の水平分力 (kN/m)
 B : 断面照査位置における底版幅 (m)

コンクリートのせん断応力度の照査では、次式を満足しなければならない。

$$\tau_c \leq \tau_{ca}$$

ここに、

- τ_{ca} : コンクリートの許容せん断応力度 (N/mm²)

6-2-4 その他

その他、以下の項目の内容については、「新・斜面崩壊防止工事の設計と実例（急傾斜地崩壊防止工事技術指針）（平成8年7月）建設省河川局砂防部監修」を参照すること。

【解説】

- (イ) 重力式擁壁工の一般的留意事項
- (ロ) 基礎
- (ハ) 伸縮目地
- (ニ) 施工
- (ホ) 落石対策施設