

# 第 5 章 擁 壁 工

## 第 1 節 総説

### 1. 1 適用の範囲

本章は擁壁の設計に適用するが、ここに定めていない事項については表-5.1.1に記す関係図書等を参考にするものとする。

擁壁は、「道路土工-擁壁工指針」により設計することを原則とし、その他の関係図書はこれを補完するように利用する。

表-5.1.1 関係図書

関 係 図 書	発行年月	発 行
2012年制定 コンクリート標準示方書		
設計編	H25. 3	土木学会
〃		〃
施工編	H25. 3	
土木構造物設計マニュアル(案)	H11. 11	全日本建設技術協会
- 土工構造物・橋梁編 -		
道路土工 擁壁工指針 (平成24年度版)	H24. 3	日本道路協会
道路土工要綱	H21. 6	〃
防護柵設置基準・同解説 (平成20年改訂版)	H20. 1	〃
車両用防護柵標準仕様・同解説	H16. 3	〃
杭基礎設計便覧 (平成18年度改訂版)	H19. 1	〃
杭基礎施工便覧 (平成18年度改訂版)	H19. 1	〃
道路橋示方書・同解説	H24. 3	〃
I 共通編 IV 下部構造編		
道路橋示方書・同解説 V耐震設計編	H24. 3	〃
建設省制定土木構造物標準設計 第2巻 (擁壁)	H12. 7	全日本建設技術協会
建設省制定土木構造物標準設計 第2巻 (擁壁)	H12. 7	〃
解説書及び手引き		
建設省制定土木構造物標準設計 第2巻数値表	H12. 7	〃
EDO-EPS 工法設計・施工基準書 (案)	H26. 11	発砲スチロール土工工法
第二回改訂版 2014年11月		開発機構
	H19. 1	高速道路総合技術研究所
F C B 工法設計・施工要領	H26. 8	土木研究センター
補強土 (テールアルメ) 壁工法		
設計・施工マニュアル第4回改訂版	H25. 12	〃
ジオテキスタイルを用いた補強土の		
設計・施工マニュアル第2回改訂版	H26. 8	〃
多数アンカー式補強土壁工法		
設計・施工マニュアル第4版		

擁壁工においては、日本道路協会から発刊されている「道路土工－擁壁工指針」が最も一般的に用いられている。しかし、道路土工指針類の改訂・再編が図られ、同指針は、平成 24 年 7 月に改訂され、性能規定型設計の考え方が導入されたことで、擁壁に要求される性能及び要求される事項を満足する範囲内で従来の方法によらない解析手法、設計手法、材料、構造等を採用する際の基本的な考え方を示した。また、試行くさび法の算定手法の一部見直しやもたれ式擁壁、ブロック積み擁壁、U型擁壁の設計方法の一部を見直した。さらに、補強土壁について、主な変状とその原因、適用に当たっての留意点を記載するとともに、補強土壁の基本的な設計・施工方法に関する記載の充実を行った。したがって、擁壁を計画する場合に、まず「道路土工－擁壁工指針」により全体像を把握するものとし、これに記載されていない各工法の詳細等については、上記の工学図書から情報を得るようになされたい。

## 1. 2 擁壁の種類

擁壁工の実施に当たっては、構造形式や使用材料による擁壁の種類の違い、及びその特徴について十分認識しておく必要がある。

### (1) 擁壁の種類

擁壁の種類については、「道路土工－擁壁工指針（1-3-1 擁壁の機能と種類）」を参照する。図－5.1.1 に擁壁の種類を示す。

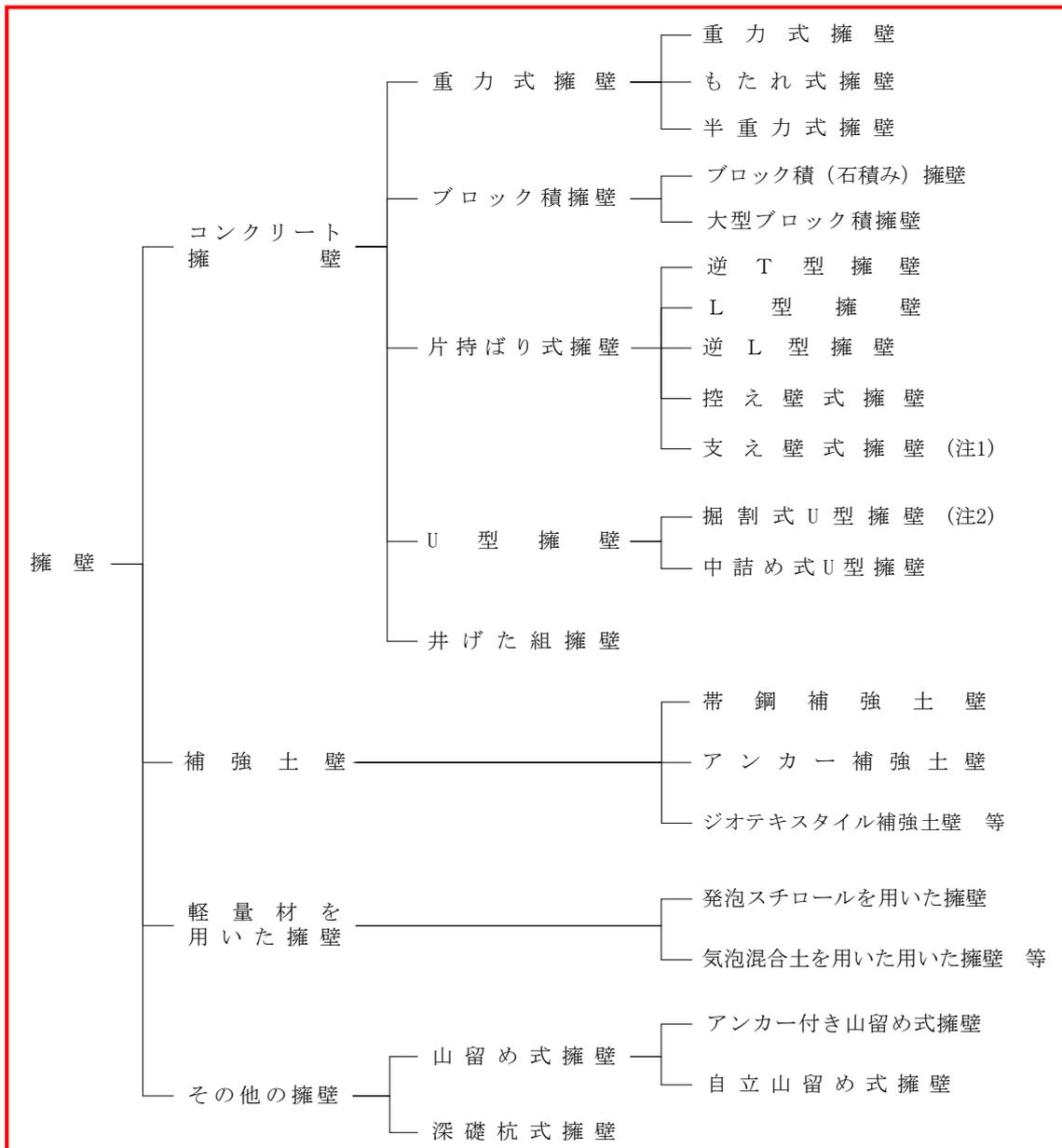


図-5.1.1 擁壁の種類

(出典：道路土工—擁壁工指針(平成24年度版) P7)

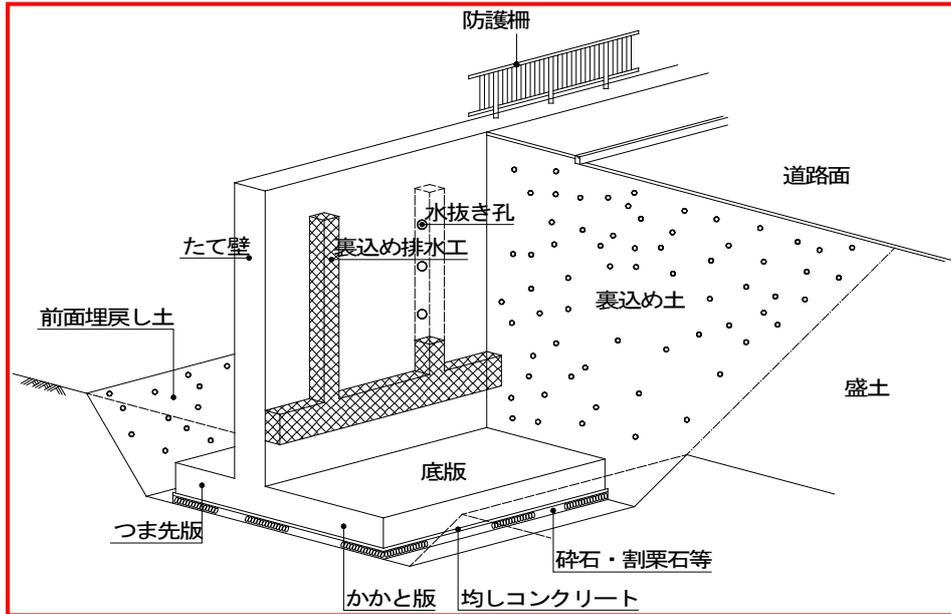


図-5.1.2 擁壁各部の名称(片持ちばり式擁壁の例)

(出典：道路土工一擁壁工指針(平成24年度版) P11)

(注1) 控え壁式擁壁に分類する場合もある。縦壁の前面に隔壁を設けた擁壁で、背後に底版を設けることができない場合に用いるが、底版の前部に支え壁の自重が作用し、また、裏込め土の重量が利用できないので安定上不利な形式である。

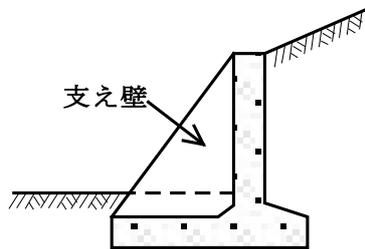


図-5.1.3 支え壁式擁壁

(注2) 掘割式、中詰式ともに交差点の立体交差部によく用いられる擁壁である。掘割式は、アンダーパスする道路側のボックスカルバートへの取付道路土留構造物として用いる。一方、中詰式はオーバーパスする道路側の跨道橋への取付道路の路側構造物として用いる。

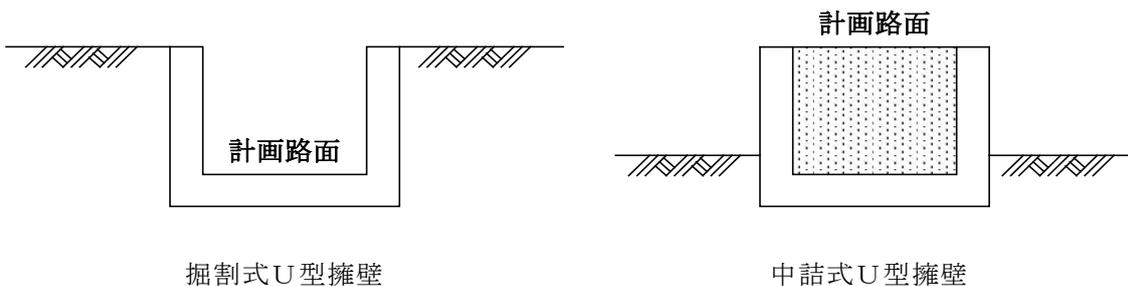


図-5.1.4 U型擁壁(掘割式と中詰式)

## 1. 3 擁壁工の基本方針

### 1. 3. 1 擁壁の目的

擁壁は、供用開始後の長期に渡り、擁壁背面の土砂の崩壊を防ぐとともに、道路交通の安全かつ円滑な状態を確保するための機能を果たすことを基本的な目的とする。

### 1. 3. 2 擁壁工の基本

- (1) 擁壁工の実施に当たっては、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、維持管理の容易さ、環境との調和、経済性を考慮しなければならない。
- (2) 擁壁工の実施に当たっては、擁壁の特性を踏まえて計画、調査、設計、施工及び維持管理を適切に実施しなければならない。

(2) について

#### 1) 計画から維持管理までの全般にわたる留意事項

裏込め材料や基礎地盤の条件は擁壁の性能に大きく影響するため、注意が必要である。特に、補強土壁は安定性や精度の高い出来形の確保を図るため、良質な盛土材料を選定し、入念な締固めを行うことが重要である。

擁壁を含む土工構造物の性能は、水の作用による影響を大きく受ける。そのなかでも、降雨や地山からの湧水等の影響に対しては十分に留意する必要がある。

#### 2) 設計時の留意事項

標準設計の利用に際しては、現場の設計条件が標準設計の適用条件内であることを確認しなければならない。また、現場の状況に応じて全体の安定性の確認を別途行う必要がある。

新技術の適用に当たっては、その特徴を十分に考慮し、類似の構造形式を参考にして必要な性能を確保していることを確認し、そのうえで対象とする箇所への適用性について検討する必要がある。

## 第 2 節 計画・調査

### 2.1 計画

擁壁の計画に当たっては、道路の全体計画の中で、地形・地質をはじめとする擁壁を設置する諸条件を総合的に勘案し、施工・維持管理に適し、十分な安全性を有し、かつ経済的に有利な計画を立案しなければならない。さらに、必要があると判断した場合は景観、デザインも考慮し、適切な構造形式を選定するものとする。

擁壁の計画については、「道路土工—擁壁工指針（3-1 計画）」を参照する。

#### (1) 基本方針

擁壁の設計計画の際は、下記の事項を総合的に勘案のうえ設計計画を進めるのがよい。

- (a) 設置の必要性
- (b) 設置箇所の地形、地質・土質、地下水、気象
- (c) 周辺構造物との位置関係
- (d) 施工条件

擁壁を計画する場合の一般的な手順を図-5.2.1 に示す。

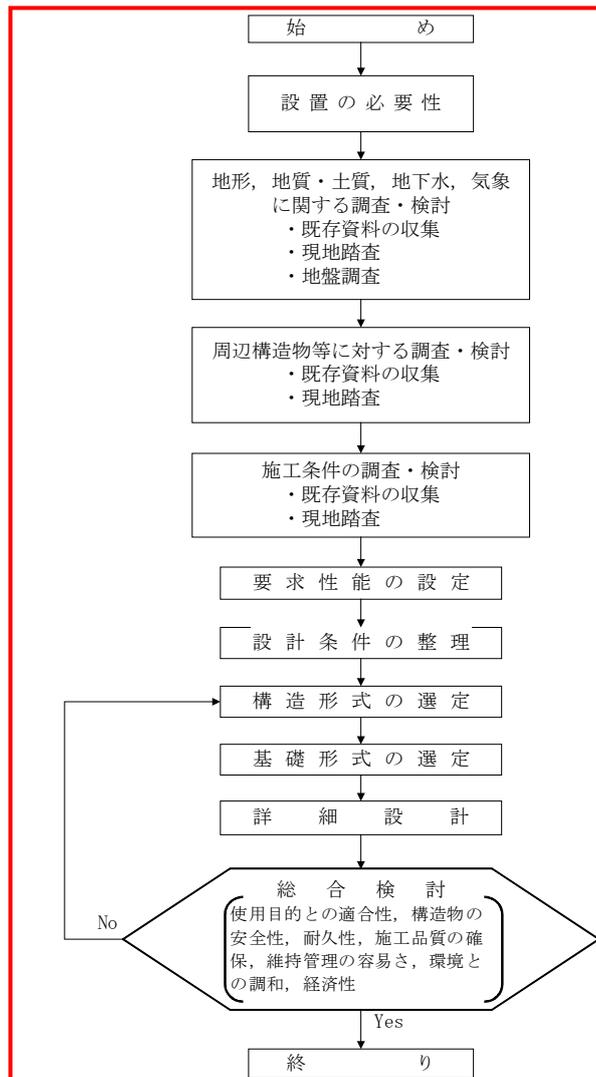


図-5.2.1 擁壁を計画・調査・設計する場合の一般的な手順

(出典：道路土工—擁壁工指針(平成24年度版) P24)

(注) 特に予備設計により形式決定がなされている場合においては、標準設計の適用範囲に含まれるか否かを確認し、含まれる場合には積極的に標準設計を利用する。なお、標準設計を利用して設計委託をする場合には特記仕様書でその旨を明示しなければならない。

## (2) 調査・検討事項

構造形式、基礎形式の選定に当たっては、各構造形式の特徴をよく理解したうえで、設置箇所の地形、地質、土質、周辺構造物、施工条件、および経済性等について調査、検討をしなければならない。

### 1) 地形、地質・土質、地下水、気象に関する調査・検討

- (a) 表層の状態および傾斜
- (b) 支持層の位置や地盤の傾斜、支持力及び背面盛土荷重による地盤の安定
- (c) 盛土材料、裏込め材料の性質（土の分類、単位体積重量、強度定数等）
- (d) 地盤の強度・変形特性（圧密沈下、地震時の液状化等）
- (e) 地下水の有無、水位、湧水の位置と水量
- (f) 降雨強度、気温（凍上の有無）等の気象条件 等

### 2) 周辺構造物等に対する調査・検討

- (a) 基礎の根入れ深さ
- (b) 基礎形式
- (c) 施工時期や位置関係
- (d) 周辺環境との調和 等

### 3) 施工条件の調査・検討

- (a) 既設構造物及び埋設物による施工上の制約条件
- (b) 施工中ののり面の安定
- (c) 施工中の仮排水の方法
- (d) 作業空間
- (e) 資材の輸送、搬入、仮置き方法
- (f) 騒音、振動等の規制状況
- (g) 施工時期、工程、使用機械 等

### 4) 要求性能の設定

想定する作用と擁壁の重要度に応じて、要求性能を適切に設定する。

### 5) 設計条件の整理

擁壁の立地条件及び各種の調査結果等を整理し、設計諸定数を設定する。また、設計時に考慮すべき荷重の種類、組合せ及び作用方法を設定する。

### 6) 構造形式の選定

構造形式の選定に当たっては、各構造形式の特徴を十分に理解したうえで、適切な構造形式を選定する。なお、構造形式の詳細は「2.4 構造形式の選定」に記載する。

## 7) 基礎形式の選定

基礎形式の選定に当たっては、地形及び地盤条件、擁壁の構造形式、環境条件、施工条件等について、十分な検討を行う必要がある。基礎形式の詳細は「2.5 基礎形式の選定」に記載する。

## 8) 詳細設計

整理した設計条件に基づき選定した構造形式及び基礎形式に応じた断面形状を仮定し、擁壁の要求性能を満足しているかを照査する。

## 9) 総合検討

使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、維持管理の容易さ、環境との調和、経済性等について、総合的な観点から妥当性を検討する。

## 2. 2 計画における配慮

擁壁の計画にあたっては、設計・施工の省力化の促進を念頭において、以下の事項に配慮しなければならない。

- (1) 構造物形状の単純化
- (2) 使用材料および主要部材の標準化・規格化
- (3) 構造物のプレキャスト化

「土木構造物設計マニュアル(案)(第1章 3. 計画における配慮)」を参照する。

- (1) 従来、擁壁の計画においては、道路線形や現場条件等により構造が複雑になることもあった。構造物高さや形状などは各々の現場の施工条件や制約条件により決定されるものであるが、その際にも断面を矩形にするなど、常に形状の単純化を念頭に置いて計画しなければならない。
- (2) 使用材料(3.3 使用材料 参照)および主要部材を標準化・規格化することにより、規格の統一を図り、従来の複雑になりがちであった配筋・型枠作業などの省力化を図るものとする。
- (3) 場所打ちよりもプレキャスト化したほうが、工期短縮など現場作業の省力化が図れ有利になると考えられるものについては、プレキャストの採用を検討するものとする。

## 2. 3 調査

### 2. 3. 1 調査の基本的な考え

擁壁が計画される箇所においては、適切な間隔で横断測量を実施し地形を詳細に把握しなければならない。また、横断測量だけで把握できない地形においては擁壁が計画される路側部においても必要に応じて縦断測量を行うことが望ましい。

また、構造計画に用いる地層構成や土質定数は、ボーリング調査および土質試験などを有機的に組み合わせ実施することにより定めることを原則とする。

基礎地盤については、湧水量が多い斜面や傾斜地の崖錐上に設ける擁壁、中間層に軟弱な土層がある地盤上に設ける擁壁については注意が必要であり、排水不良による土圧の増加や擁壁の背面盛土及び基礎地盤を含む全体としての安定性、地盤の圧密沈下等に関する調査を十分に行う必要がある。

### 2. 3. 2 調査方法

既存資料の収集及び現地踏査を行うことにより、擁壁計画箇所の地形、地質・土質を把握し、擁壁の構造形式と基礎形式の概要を定める。この形式に応じて調査計画を立て必要な地盤調査を行わなければならない。

この場合の地盤調査の項目としては次のものがある。

- (1) 土圧等の計算に必要な設計諸定数を求める調査
- (2) 基礎の支持力計算に必要な設計諸定数を求める調査
- (3) 擁壁の背面盛土及び基礎地盤を含む全体としての安定性の検討に必要な設計諸定数を求める調査
- (4) 圧密沈下の検討に必要な設計諸定数を求める調査
- (5) 液状化判定のための調査

擁壁に関する土質・地盤調査は「道路土工－擁壁工指針(3-2 調査)」を参照する。

なお、一般的な調査計画および土質調査方法については「道路土工要綱」によるものとする。

表-5.2.1 に構造物の一般的な土質調査の試験項目と求める諸定数を示す。

表-5.2.1 擁壁の設計における地盤調査と設計諸定数

地盤調査 試験名 (注1)	主な調査結果	調査結果の利用					設定する 設計諸定数		
		土圧の 計算	基礎の 支持力	全体 安定	沈下	液状化			
土質試験 (注2)	含水比試験	自然含水比 $W_n$				○		初期間隙比 $e_0$ 圧縮指数 $C_c$ 等	
	液性限界・塑性 限界試験	コンシステンシー指数 $W_L, W_p$ 塑性指数 $I_p$				○	○		
		粒径加積曲線 細粒分含有率 $F_c$ 平均粒径 $D_{50}$					○		
		土の工学的分類	○ (注4)	○					土圧計数 $K_A, K_0, K_p$ 許容支持力度 $q_a$
	突固めによる土 の締固め試験	最大乾燥密度 $\rho_{dmax}$ 最適含水比 $W_{opt}$	○					裏込め材料の単位 体積重量 $\gamma_t$	
	土の湿潤密度 試験	湿潤密度 $\rho_t$	○	○	○		○	単位体積重量 $\gamma_t$	
	圧密試験	圧縮指数 $C_c$ 圧密係数 $C_v$ 体積圧縮係数 $M_v$ 圧密降伏応力 $P_c$ $e$ -log曲線				○			
	一軸圧縮試験	一軸圧縮強さ $q_u$		○	○				粘着力 $c$
		変形係数 $E_{50}$		○		○			地盤反力係数 $k_v, k_h$
	三軸圧縮試験	強度定数 $c, \phi$	○	○	○				
変形係数 $E_{50}$			○		○			地盤反力係数 $k_v, k_h$	
土の電気化学 試験	pH, 比抵抗, 可 溶性塩類の濃度	補強土壁等における補強材の耐久性 検討							
原位置 試験	標準貫入試験	N値	○ (注5)	○	○	○	○	強度定数 $c, \phi$ 地盤反力係数 $k_v, k_h$	
	平板載荷試験 (直接基礎)	極限支持力 $Q_u$ 地盤反力係数 $K_v$		○		○		強度定数 $c, \phi$ 地盤反力係数 $k_v, k_h$	
	孔内水平載荷 試験(杭基礎)	変形係数 $E_b$		○				地盤反力係数 $k_v, k_h$	
	地下水調査	地下水位	○	○	○	○	○		
調査頻度(注3)		<ul style="list-style-type: none"> <li>・擁壁延長40~50mに1箇所程度。</li> <li>・擁壁の設置計画箇所で少なくとも1箇所以上。</li> </ul>							

(注1) 土の強度定数を求めるための試験方法については、現地の土の種類、含水比、排水条件、施工条件により選定する

(注2) 土質試験はサンプリングした試料によって行われるが、地形や地質が軟弱で複雑に変化している場合は、地盤の強度や成層状態等を把握するためボーリング（標準貫入試験）間の中間位置でサウンディング（静的コーン貫入試験やスウェーデン式サウンディング試験等）を実施する。

(注3) 調査はできるだけ段階的に進めることが望ましく、その結果、地形地質等の変化が著しい場合にはそれぞれの中間地点や擁壁設置位置直下でも実施する。

(注4) 裏込め材料としての適否の判断や裏込め土・盛土や自然地盤の分類に利用する。

(注5) 切土部擁壁での切土のり面や地山斜面が不安定な場合や掘割式U型擁壁の土圧の計算に利用する。

(注6) 土質試験より設計定数を求める手順は、「参考資料-04擁壁設計に用いる設計定数の求め方（フロー）」を参考にする。

(出典：道路土工—擁壁工指針(平成24年度版) P38)

### 2. 3. 3 設計諸定数の設定

設計諸定数は土質調査により定めることを原則とする。

なお、現場の状況その他避けられない理由により土質調査のできない場合は、[山梨県土木工事設計マニュアルⅠ（道路）「第3章土工 3.4 設計に用いる土質定数」](#)などを参考に、過去の実績や経験的数値を用いてもよい。

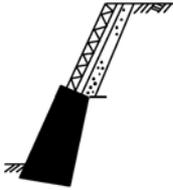
構造高が 8m を超える擁壁については地震の検討を加える必要があり、支持地盤の経験的な許容支持力度については常時値しか与えられていないことなどから、土質調査を実施し設計諸定数を定めなければならない。

## 2.4 構造形式の選定

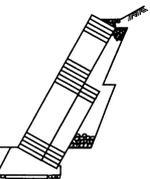
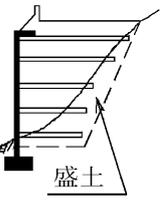
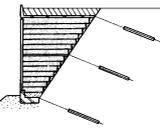
擁壁構造形式の選定に当たっては、各構造形式の特徴を十分理解したうえで、設置箇所の地形、地質、土質、施工条件および周辺構造物などの影響を総合的に検討し、適切な構造形式を選定しなければならない。

選定の参考として表-5.2.2に「構造形式選定上の目安」を示す。しかし、これらはいくまで目安であり、形式は本文の趣旨に則り総合的に検討を行い選定する必要がある。

表-5.2.2 構造形式選定上の目安

種類	形状	適用されている 主な擁壁高	特徴	主な留意点
ブロック積 (石積) 擁壁		<ul style="list-style-type: none"> <li>5m以下 (局部的には安定計算を行い7mまで)</li> <li>大型ブロック積の場合15m程度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>のり面勾配、のり長および平面線形などを自由に変化可能</li> <li>のり面下部の小規模崩壊防止、のり面保護</li> <li>耐震性に劣る</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>土圧の小さい場合に適用</li> <li>前面に水位がある場合は、その構造に注意が必要(水抜孔を設けるか、間隙水圧を考慮するか等)</li> </ul>
混合擁壁		<ul style="list-style-type: none"> <li>ブロック積(上段) 5.0m以下</li> <li>コンクリート擁壁(下段) 1.0~3.0m以下</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ブロック積擁壁とコンクリート擁壁を組み合わせた擁壁</li> <li>床付高さの変化に適応容易</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>下段のコンクリート擁壁には上段のブロック積擁壁の影響を考慮</li> <li>土圧の小さい場合に適用</li> </ul>
重力式擁壁		<ul style="list-style-type: none"> <li>5m程度以下</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>自重により水平荷重に抵抗</li> <li>施工が容易</li> <li>床付高さの変化に適応容易</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>基礎地盤の良い場合に適用 (底面反力：大)</li> <li>くい基礎となる場合は不適</li> <li>躯体断面に引張応力を生じさせないようにするのが原則</li> </ul>
もたれ式擁壁		<ul style="list-style-type: none"> <li>10m程度以下が多い</li> <li>15m程度まで用いられた例はある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>山岳道路の拡幅などに有利</li> <li>地山や裏込め土に支えられ自重により土圧に抵抗</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>基礎地盤の堅固な場所が採用条件</li> <li>自立しないので施工上注意</li> </ul>
片持ばり式擁壁  〔逆T型 L型〕		<ul style="list-style-type: none"> <li>3m~10m程度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>かかと版上の土の重量を擁壁の安定に利用できる(逆L型を除く)</li> <li>水平荷重に対して壁が片持ばりとして抵抗</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>杭基礎が必要な場合にも適用可能</li> <li>プレキャスト製品も多々ある。</li> </ul>

(出典：道路土工—擁壁工指針(平成24年度版) P27-28へ一部加筆)

種類	形状	適用されている 主な擁壁高	特徴	主な留意点
控え壁式擁壁		・10m程度以上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・たて壁および底版は控え壁で支持</li> <li>・躯体のコンクリート量は片持ばり式擁壁に比べ少</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・控え壁のコンクリート打設や裏込土の転圧など施工に難点</li> <li>・杭基礎が必要な場合にも適用可能</li> </ul>
U型擁壁		-	<ul style="list-style-type: none"> <li>・側壁と底版を一体とした構造で、半地下構造とする場合などに有利</li> <li>・側壁間にストラットを設け擁壁高を上げることが可能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・地下水位以下では水圧の影響、浮き上がりに対する安定性に留意</li> <li>・排水施設を必要とする場合が多い</li> </ul>
プレキャスト擁壁		・1~4m程度が多い	<ul style="list-style-type: none"> <li>・施工の省力化，工期短縮</li> <li>・現地への搬入条件に左右される</li> <li>・地形の変化に対応不適</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ブロック相互の連結部に注意</li> </ul>
井げた組擁壁		・15m程度以下	<ul style="list-style-type: none"> <li>・プレキャストコンクリート部材を井げた状に組み立てる．</li> <li>・透水性に優れる．</li> <li>・変形に対してある程度追随する．</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コンクリート部材は精度よく製造する必要あり．</li> <li>・自立しないため施工上注意</li> <li>・中詰材は桁間から漏れ出さないもので、透水性の良いものを用いる．</li> </ul>
補強土擁壁 (帯鋼アンカー ジオテキスタイル)		・3~18m	<ul style="list-style-type: none"> <li>・補強材により盛土自体を強化し壁体を形成</li> <li>・壁面前面に余裕のない場合に有利</li> <li>・現地への部材の搬入も比較的容易</li> <li>・基礎が小さい．</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・盛土材の選定に留意</li> <li>・補強材の定着長が必要</li> <li>・前面に水位がある場合は適用に当たって配慮</li> <li>・補強効果を発揮するためある程度の変形あり</li> </ul>
軽量盛土擁壁 (E P S) (F C B)		・20m程度まで可能	<ul style="list-style-type: none"> <li>・山岳地の道路拡幅に有効</li> <li>・現道の交通を確保しながら施工可能</li> <li>・材料が極めて軽量で施工性に優れる</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・背面が安定しており、軽量盛土材への土圧がかからないことが条件</li> <li>・壁体自体の地震時慣性力を止めるため、アンカーが必要</li> </ul>

(出典：道路土工 擁壁工指針(平成24年度版) P27-28へ一部加筆)

## 2. 5 基礎形式の選定

擁壁の基礎形式選定に当たっては、できるだけ直接基礎を採用できるように計画することが望ましい。

擁壁の基礎形式を大別すると、直接基礎と杭基礎に分類される。擁壁の基礎形式は基礎地盤や背面盛土と一体となって挙動することから、直接基礎が望ましく、基礎地盤が軟弱でも比較的浅い部分(2~3m程度)に支持層が存在する場合は、軟弱層の置き換えや改良を行い、直接基礎とすることが好ましい。支持層が深く、これが困難な場合は杭基礎が用いられる。

杭の選定に当たっては経済性のほかに施工に伴う騒音、振動、あるいは泥水の発生などについても十分検討する必要がある。また、軟弱地盤上に設ける基礎形式においては、背面盛土の偏載荷重による側方流動なども検討対象とする必要がある。

基礎形式を選定するうえでの目安を表-5.2.3に示す。

表-5.2.3 基礎形式選定上の目安

		基礎形式	特徴	採用上の留意点	
直接基礎	一般的な直接基礎		<ul style="list-style-type: none"> <li>比較的浅い位置の良質な地盤に直接支持させるため、地盤条件や他の外的条件が許せば最も確実に経済的な形式である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>支持層下に軟弱な土層がないこと。</li> <li>施工中の排水処理が可能であること。</li> <li>洗掘のおそれがない、あるいはその対策が可能であること。</li> </ul>	
	置換え基礎	①良質土による置換え基礎		<ul style="list-style-type: none"> <li>基礎地盤の表層の軟弱な土層を良質土や安定処理土に置き換え、擁壁基礎の寸法を小さくし、経済性を向上させる形式である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>置換え範囲や地盤改良の範囲、支持力の確認等、安定性について十分な検討が必要である。</li> <li>支持層下に軟弱な土層がないこと。</li> <li>施工中の排水処理が可能であること。</li> <li>洗掘のおそれがない、あるいはその対策が可能であること。</li> <li>地下水位が高い地盤で良質土による置換えを行う場合には、液状化の懸念があるので注意を要する。</li> </ul>
		②地盤改良工法による置換え基礎		<ul style="list-style-type: none"> <li>軟弱な土層が比較的薄い場合には表層改良工法で、軟弱な土層が厚い場合には、深層混合処理工法で軟弱地盤をブロック状に改良して、その上に擁壁を施工する形式である。</li> </ul>	
		③コンクリートによる置換え基礎		<ul style="list-style-type: none"> <li>基礎地盤面の一部に不良箇所がある場合や斜面上に直接基礎を設ける場合等に採用される形式である。</li> </ul>	
杭基礎	既製杭		<ul style="list-style-type: none"> <li>杭種は、RC杭、PHC杭、鋼管杭等がある。</li> <li>工法としては、打込み工法、中掘り工法等がある。</li> <li>支持層があまり深くなく、支持層の起伏も小さく、作用荷重が小～中位な場合は、RC杭、PHC杭が適している。</li> <li>支持層が深い、中間層に硬い層がある、支持面の起伏が大きい場合等は、鋼管杭が適している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>支持層が非常に深い場合は、摩擦杭の検討も必要である。</li> <li>製品により、径や長さが限定される場合がある。</li> <li>施工時に発生する騒音や振動等に注意を要する。</li> <li>運搬、取扱いに注意する必要がある。</li> </ul>	
	場所打ち杭		<ul style="list-style-type: none"> <li>支持層が深い、中間層に硬い層がある、支持層の起伏が大きい、または傾斜している、作用荷重が大きい場合等に適した工法である。また、騒音や振動が問題となる場合に適している。</li> <li>施工方法としては、オールケーシング工法、リバーシ工法、アースドリル工法、深礎工法等がある。</li> </ul>		

(出典：道路土工—擁壁工指針(平成24年度版) P30-31)

## 2. 6 河川との兼用工作物

擁壁が河川護岸との兼用工作物となる場合は、河川構造物としての護岸構造規定を優先させるものとする。

なお、計画に当たっては必ず河川管理者と協議を行わなければならない。

構造規定などについては、「土木工事設計マニュアルー河川・砂防編」（山梨県土木部）に準ずる。

## 第 3 節 設計に関する一般事項

### 3. 1 基本方針

#### 3. 1. 1 設計の基本

- (1) 擁壁の設計に当たっては、使用目的との適合性、構造物の安全性、耐久性、施工品質の確保、維持管理の容易さ、環境との調和、経済性を考慮しなければならない。
- (2) 擁壁の設計に当たっては、原則として、想定する作用に対して要求性能を設定し、それを満足することを照査する。
- (3) 擁壁の設計は、論理的な妥当性を有する方法や実験等による検証がなされた方法、これまでの経験・実績から妥当とみなせる手法等、適切な知見に基づいて行うものとする。
- (4) 想定する作用は、常時の作用、降雨の作用、地震動の作用、その他を基本とする。

(4) について

コンクリート擁壁において、「道路土工-擁壁工指針（5-9 排水工）」に従い適切に排水工を設置し、「5-11 施工一般」に従い入念な施工を実施することにより、降雨の作用に対する擁壁の安定性の照査を省略してもよい。

#### 3. 1. 2 擁壁の要求性能

- (1) 擁壁の設計に当たっては、使用目的との適合性、構造物の安全性について、安全性、供用性、修復性の観点から、次の(2)～(4)に従って要求性能を設定することを基本とする。
- (2) 擁壁の要求性能の水準は、以下を基本とする。
  - 性能 1：想定する作用によって擁壁としての健全性を損なわない性能
  - 性能 2：想定する作用による損傷が限定的なものにとどまり、擁壁としての機能回復を速やかに行い得る性能
  - 性能 3：想定する作用による損傷が擁壁として致命的とならない性能
- (3) 擁壁の重要度の区分は、以下を基本とする。
  - 重要度 1：下記（ア）、（イ）に示す擁壁
    - （ア）下記に掲げる道路に在する擁壁のうち、当該道路の機能への影響が著しいもの
      - ・一般国道
      - ・県道のうち、地域の防災計画上の位置づけや利用状況等に鑑みて、特に重要な道路
    - （イ）損傷すると隣接する施設に著しい影響を与える盛土
  - 重要度 2：（ア）及び（イ）以外の擁壁
- (4) 擁壁の要求性能は、想定する作用と擁壁の重要度に応じて、上記(2)に示す要求性能の水準から適切に選定する。

(3)、（イ）について

重要度の区分は、迂回路の有無や孤立集落の有無、緊急輸送道路であるか否か等、万一損傷した場合に道路ネットワークとしての機能に与える影響の大きさを考慮して判断する

ことが望ましい。

(4) について

擁壁の要求性能は、表-5.3.1を目安とする。

表-5.3.1 擁壁の要求性能の例

想定する作用		重要度	
		重要度 1	重要度 2
常時の作用		性能1	性能1
降雨の作用		性能1	性能1
地震動の作用	レベル1地震動	性能1	性能2
	レベル2地震動	性能2	性能3

(出典：道路土工—擁壁工指針(平成24年度版) P44)

## 3.2 荷重

### 3.2.1 一般

(1) 擁壁の設計に当たっては、一般に次の荷重を考慮するものとする。

(主荷重)

(a) 自重

(b) 載荷重

(c) 土圧

(d) 水圧及び浮力

(従荷重)

(e) 地震の影響

(f) 風荷重

(主荷重に相当する特殊荷重)

(g) 雪荷重

(従荷重に相当する特殊荷重)

(h) 衝突荷重

(2) 擁壁の設計に当たって考慮する荷重の組合せは、同時に作用する可能性が高い荷重の組合せのうち、最も不利となる条件を考慮して設定するものとする。

各荷重の詳細については、「道路土工—擁壁工指針(4-2 荷重)」を参照する。

擁壁の設計に用いる荷重は、擁壁の設置地点の諸条件や構造形式などによって適宜選定するものとし、必ずしも全部採用する必要はない。なお、雪荷重は原則として考慮しないものとするが、富士山など積雪量の特により多い箇所では考慮する必要がある。この場合活荷重との組み合わせは実状を踏まえて検討しなければならない。

(2) について

荷重の組合せは次に示すとおりとする。

(a) 自重+載荷重+土圧+(水圧+浮力+雪荷重)

- (b) 自重+土圧+(水圧+浮力+雪荷重)+(風荷重 or 衝突荷重)
- (c) 自重+地震の影響+(水圧+浮力+雪荷重)
- ( )内の荷重は設置される環境，構造形式，形状寸法などによって付加するものとする

### 3. 2. 2 載荷重

設計に用いる載荷重として活荷重などを考慮するものとし，その値は次のとおりとする。	
(1) 自動車荷重	10 kN/m <sup>2</sup>
(2) 群集荷重	3.5 kN/m <sup>2</sup>

### 3. 2. 3 地震の影響

(1) レベル1地震動およびレベル2地震動の2種類の地震動を想定する。
(2) コンクリート擁壁において，地震動の作用に対する照査は，震度法等の静的照査法により照査を行ってよい。
(3) 設計水平震度( $k_h$ )の算定に用いる地域別補正係数( $C_z$ )は1.0とする。

コンクリート擁壁において，それぞれの地震動レベルの設計水平震度に対して，「道路土工－擁壁工指針」の5-2 から 5-10 に従って擁壁の安定性，部材の安全性を満足すれば，表-5.3.2の性能を満足するものとする。

表-5.3.2 コンクリート擁壁における各設計水平震度に対する確保できる性能

想定する作用	作用する地震動		
	レベル 1	レベル 2	重要度
i) レベル1地震動に対する設計水平震度に対して，擁壁の安定性と部材の安全性を満足する	性能1	性能3	重要度2に相当
ii) レベル2地震動に対する設計水平震度に対して，擁壁の安定性と部材の安全性を満足する	—	性能2	重要度1に相当
iii) 8m以下の擁壁で常時の作用に対して，擁壁の安定性と部材の安全性を満足する	性能2	性能3	重要度2に相当

(2) について

地震の影響として考慮する慣性力および地震時土圧の算定には，式 (5.3.1) により算出される設計水平震度を用いてよい。

$$k_h = C_z \cdot k_{h0} \quad \dots \dots \dots (5.3.1)$$

$k_h$  : 設計水平震度

$k_{h0}$  : 設計水平震度の標準値 (表-5.3.3 参照)

$C_z$  : 地域補正係数 = 1.0

表-5.3.3 設計水平震度の標準値  $k_{h0}$

	地盤種別		
	I種	II種	III種
レベル1地震動	0.12	0.15	0.18
レベル2地震動	0.16	0.20	0.24

(出典：道路土工—擁壁工指針(平成24年度版) P96)

### 3.2.4 土圧

- (1) 土圧の作用面は、原則として以下の通りとする。
  - 1) 重力式擁壁、もたれ式擁壁等の場合は、躯体コンクリート背面とする。
  - 2) 片持ばり式擁壁等の場合は、たて壁の部材設計においてはたて壁の背面を、擁壁自体の安定性の照査および底版の部材の設計においてはかかと版の先端から鉛直に上方へ伸ばした面を仮想背面とする。
- (2) 擁壁自体の安定性の照査および部材の安全性の照査に用いる土圧は、主動土圧を用いるものとし、主働土圧は試行くさび法により算定することを原則とする。
- (3) 土圧による水平方向の変位が生じにくい構造の擁壁では、常時の作用に対する照査に用いる土圧は、静止土圧とするのがよい。
- (4) 擁壁の前面土の抵抗力を考慮する場合には、受働土圧を用いるのがよい。

土圧の詳細については、「道路土工—擁壁工指針(4-2-4 土圧, 5-2-4 土圧の算定)」を参照する。

(1)について

試行くさび法はクーロン系の土圧算定手法である。

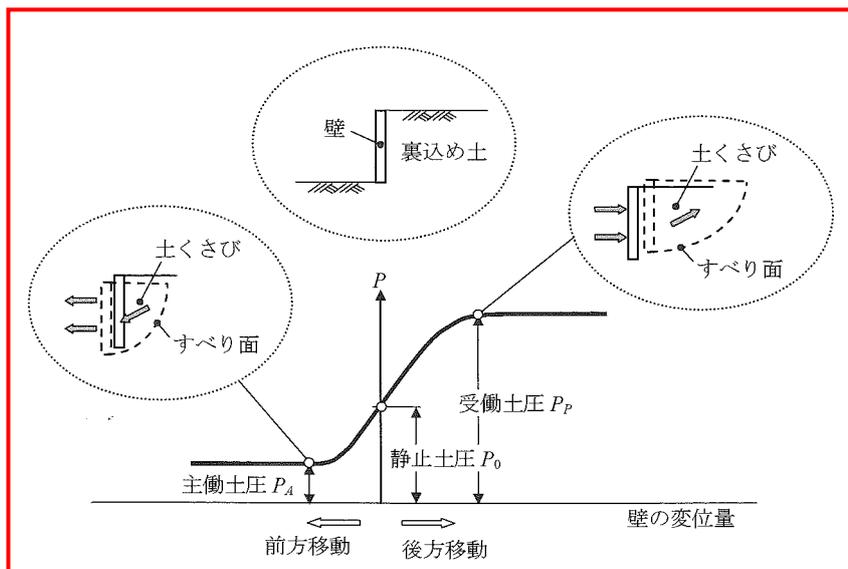


図-5.3.1 壁の移動と土圧

(出典：道路土工—擁壁工指針(平成24年度版) P54)

### (3) について

静止土圧は経験的計算式により算定することとするが、この時用いる土圧係数は通常の砂質土や粘性土 ( $w_L < 50\%$ ) に対しては0.5としてよい。

$w_L$  : 液性限界

### (4) について

受働土圧はクーロンの土圧公式により算定することとする。なお、擁壁前面埋戻し土による受働土圧は無視することを原則とする。

## 3. 3 使用材料

### 3. 3. 1 裏込め材料

- (1) 裏込土に用いる土質材料は良質な現地発生土を用いることを原則とする。
- (2) 擁壁の裏込めに軽量材を用いる場合には、比重や強度等を検討し、現場条件に適した材料を選定する必要がある。

#### (1) について

現地発生土が裏込材として適した材料でない場合には、安定処理を行うなどによりできる限り現地発生土を利用することにより経済性や環境への配慮を行うものとする。

#### (2) について

材料の選定に当たっては、材料の特性を十分に把握したうえで、安全性、地震時の挙動、施工性、耐久性、経済性等を十分に考慮する必要がある。

### 3. 3. 2 コンクリート

擁壁の躯体に用いるコンクリートの設計基準強度は、プレキャスト鉄筋コンクリート部材 $30\text{N}/\text{mm}^2$ 、鉄筋コンクリート部材 $24\text{N}/\text{mm}^2$ 、無筋コンクリート部材 $18\text{N}/\text{mm}^2$ 以上のものを用いることを原則とする。

この他の規格については、「道路土工－擁壁工指針 (4-4-2 コンクリート)」を参照する。

### 3. 3. 3 鉄筋

使用する鉄筋の材質は、SD345(二次製品は除く)を用いることを原則とする。

この他の鋼材については、「道路土工－擁壁工指針 (4-4-3 鋼材)」を参照する。

## 3. 4 許容応力度

### 3. 4. 1 許容応力度

許容応力度は「道路土工－擁壁工指針 (4-5 許容応力度)」に準ずる。

### 3. 4. 2 荷重の組合せによる許容応力度の割増し

許容応力度は、自重、載荷重、土圧および水圧、浮力など主荷重と、従荷重や特殊荷重を組み合わせで考慮する場合には、前項に規定する許容応力度に次に示す割増係数を乗じた値とする。

(a) 地震の影響を考慮する場合	1.50
(b) 風荷重を考慮する場合	1.25
(c) 衝突荷重を考慮する場合	1.50
(d) 施工時の荷重を考慮する場合	1.25

(d)について

「道路橋示方書・同解説 IV 下部構造編（第 4 章許容応力度 表-4.4.1 許容応力度の割増係数）」から引用した。橋台取付道路の擁壁などで、架設のための重機が載った状態での安定計算をする場合などが考えられる。

## 第 4 節 コンクリート擁壁

コンクリート擁壁については、「道路土工—擁壁工指針(第 5 章 コンクリート擁壁)」を参照する。

### 4. 1 設計の手順

コンクリート擁壁の設計手順は、一般に図-5.4.1に示すフローに従って行うものとする。

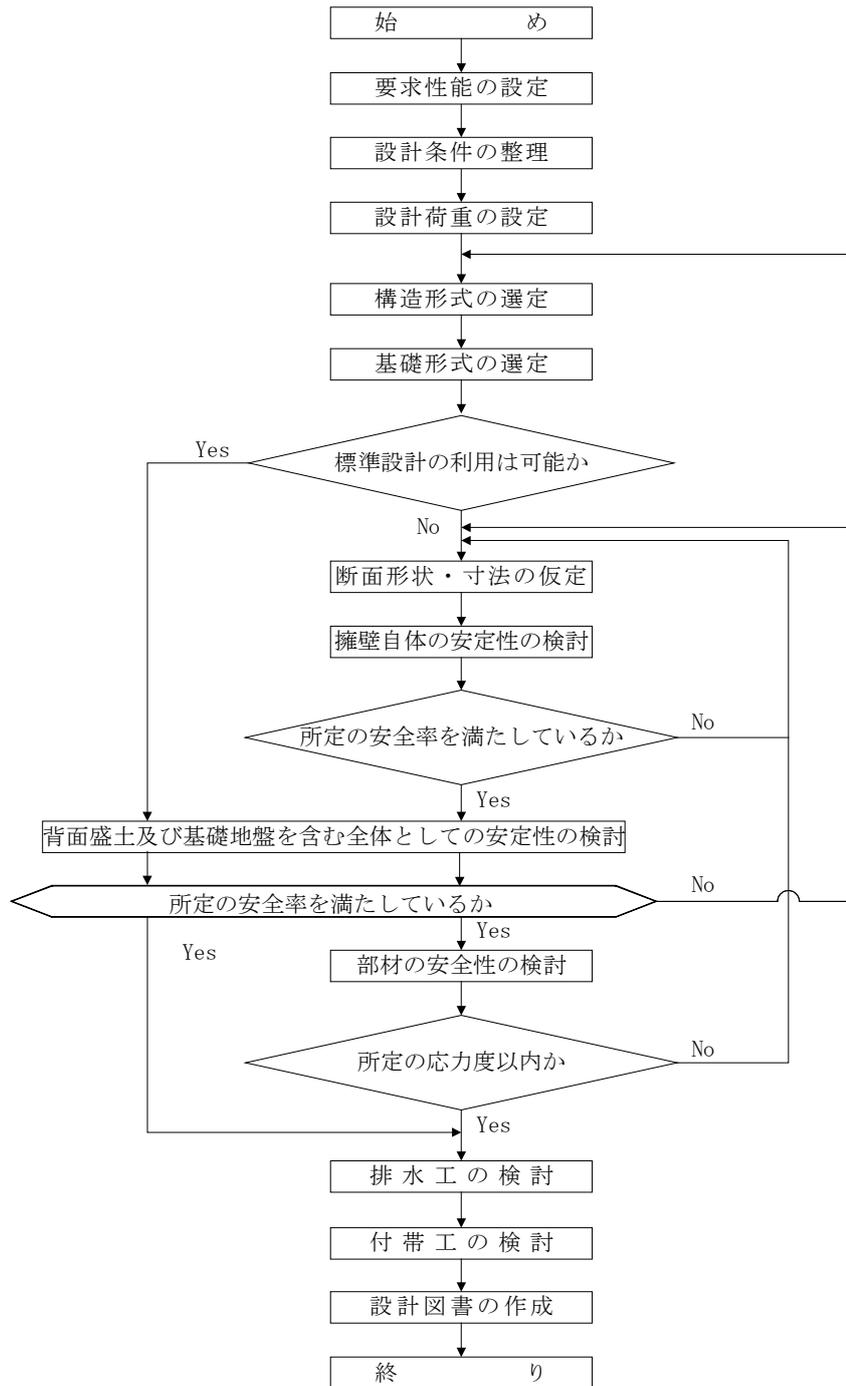


図-5.4.1 コンクリート擁壁の設計手順

(出典：道路土工—擁壁工指針(平成24年度版) P91)

## 4. 2 擁壁の安定性の照査

(1) コンクリート擁壁の安定性の照査は、以下の項目に対し、常時また必要に応じて地震時について所定の安全値を確保しなければならない。

- (a) 滑動に対する安定性
- (b) 転倒に対する安定性
- (c) 支持に対する安定性
- (d) 背面盛土および基礎地盤を含む全体としての安定性

(2) 安全率は、上記の検討項目に対して以下の数値を確保しなければならない。

- (a) 滑動に対する安定の照査

安全率(滑動力に対する抵抗力の比)は常時で 1.5, 地震時では 1.2 以上とする。

- (b) 転倒に対する安定

次式を満足しなければならない。

$$\text{常時} \quad |e| \leq B/6$$

$$\text{地震時} \quad |e| \leq B/3$$

ここに、 $e$  : 擁壁底面の中央から荷重の合力の作用位置までの偏心距離

$B$  : 底版幅

- (c) 支持に対する安定性

擁壁底版において支持地盤に生ずる地盤反力度は、地盤の許容支持力度以下でなければならない。

なお、地盤の許容支持力度は地盤の極限支持力度を安全率で除して求める。この時使用する安全率は常時で 3.0, 地震時には 2.0 とする。

- (d) 背面盛土および基礎地盤を含む全体としての安定性

基礎地盤の内部に軟弱な土層や飽和したゆるい砂質土層が存在する場合は、地盤内でのすべり破壊や圧密沈下、地盤の液状化に対しての安定性を検討する。

斜面上に擁壁を設置する場合や擁壁の上部に長大なり面を有する場合には、背面盛土および基礎地盤を含む斜面全体としての安定性について検討する。

安定に対する検討についての詳細は「道路土工－擁壁工指針(5-3 擁壁の安定性の照査)」を参照する。

(2)(c)について

地盤の許容支持力度は、構造高さ 8m 以下の擁壁で地質調査を行うことが困難な場合には、表-5.4.1 を使用してもよい。

表-5.4.1 基礎地盤の種類と許容鉛直支持力度（常時）

支持地盤の種類		許容鉛直支持力度 $q_a$ (kN/m <sup>2</sup> )	目安とする値	
			一軸圧縮強度 $q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	N値
岩盤	亀裂の少ない均一な硬岩	1000	10,000以上	—
	亀裂の多い硬岩	600	10,000以上	—
	軟岩・土丹	300	1,000以上	—
礫層	密なもの	600	—	—
	密でないもの	300	—	—
砂質地盤	密なもの	300	—	30~50
	中位なもの	200	—	20~30
粘性土地盤	非常に硬いもの	200	200~400	15~30
	硬いもの	100	100~200	10~15

（出典：道路土工—擁壁工指針（平成24年度版）P69）

なお、地質調査を行い地盤の粘着力C及びせん断抵抗角 $\phi$ を求めている場合には、下記の方法により許容鉛直支持力を求めることが望ましい。

構造高さが8mを超えたり、重要構造物となる擁壁は、地質調査により土質定数を定めなければならないが、この場合には「道路橋示方書・同解説IV下部構造編(10.3地盤の許容支持力)」に準じ、単位奥行き幅当たりの全鉛直荷重 $V_0$ を有効載荷幅 $B'$ で除して得られる鉛直地盤反力度が、式(5.5.1)を満足しなければならない。

$$\frac{V_0}{B'} \leq q_a = \frac{q_u}{n} \quad \dots\dots (5.5.1)$$

ここに、

$q_a$ : 静力学公式による基礎地盤の許容鉛直支持力度 (kN/m<sup>2</sup>)

$q_u$ : 静力学公式による基礎地盤の極限支持力度 (kN/m<sup>2</sup>)

n: 安全率 (常時3 地震時2)

$V_0$ : 擁壁底面における全鉛直荷重 (kN/m) で擁壁に作用する各荷重の鉛直成分の合計値

$B'$ : 荷重の偏心を考慮した擁壁底面の有効載荷幅 (m)  $B'=B-2e$

(2)(d)について

軟弱層を含む地盤上の擁壁や斜面上の擁壁については、「道路土工—軟弱地盤対策工指針」、「道路土工—切土工・斜面安定工指針」及び「道路土工—盛土工指針」によるものとする。

## 4. 3 各種構造形式のコンクリート擁壁の設計

### 4. 3. 1 一般

躯体の設計は「道路土工－擁壁工指針(5-7 各種構造形式のコンクリート擁壁の設計)」に準ずる。ただし、以下に記す事項については上記指針に優先する。

コンクリート擁壁には各種の構造があり、上記指針には各構造ごとに設計の考え方が記されている。したがって、基本的には上記指針に準じて設計するものとするが、本節に記す事項は本県として上記指針に優先させるものであるため留意されたい。

### 4. 3. 2 重力式擁壁

(1) 部材の安全性の照査は、次によるものとする。

- 1) 躯体は、形状変化位置及びつま先版上面を固定端とする片持ばりとして設計してよい。
- 2) つま先版は、躯体との接合部を固定端とする片持ばりとして設計してよい。

半重力式擁壁の設計の考え方は、重力式擁壁と同様とするが、躯体幅を薄くすることにより躯体断面に引張応力が生じるため、必要量の鉄筋を配置する必要がある。

### 4. 3. 3 もたれ式擁壁

(1) もたれ式擁壁は、基礎地盤と背面地盤に支持された構造体として、擁壁自体の安定性の照査を行う

(2) 部材の安全性の照査は、次によるものとする。

- 1) 躯体は、照査断面位置を固定端とする片持ばりとして設計してよい。
- 2) つま先版は、躯体との接合部を固定端とする片持ばりとして設計してよい。

(3) 裏込め材は、ブロック積み擁壁に準じて設計するものとする。

道路土工－擁壁工指針(24年度版)において、もたれ式擁壁の設計方法が新しくなったため、擁壁自体の安定性の照査を以下に示す。

i) 滑動に対する安定の照査

道路土工－擁壁工指針(24年度版)、「5-3-2(1)1 滑動に対する安定の照査」に従うものとする。

ii) 転倒に対する安定の照査

擁壁底面のつま先(o点)から荷重の合力Rの作用位置までの距離をdとすると、dと擁壁底版幅Bとの関係は表-5.4.2とならなければならない。

表-5.4.2 転倒の照査に関するdとBの関係

常時	地震時
つま先から擁壁底面幅Bの1/2より後方 ( $d > B/2$ )	つま先から擁壁底面幅Bの1/3より後方 ( $d \geq B/3$ )

iii) 支持に対する安定の照査 (表-5.4.3 参照)

① 荷重の合力の作用位置  $d$  がつま先から擁壁底版幅  $B$  の  $1/3 \sim 1/2$  の範囲 ( $B/3 \leq d \leq B/2$ ) にある場合

道路土工-擁壁工指針 (24 年度版), 「5-3-2(1)3 支持に対する安定の照査」に従うものとする。

② 荷重の合力の作用位置  $d$  がつま先から擁壁底版幅  $B$  の  $1/2$  より後方 ( $d \geq B/2$ ) にある場合

「簡便法」により計算を行う。

表-5.4.3 擁壁底面の鉛直地盤反力度の算出方法

① $B/3 \leq d \leq B/2$ の場合	② $d \geq B/2$ の場合
$q_1 = \frac{V_0}{B} \cdot \left(1 + \frac{6e}{B}\right)$ $q_2 = \frac{V_0}{B} \cdot \left(1 - \frac{6e}{B}\right)$	<p>簡便法により算出</p>

図-5.4.2 もたれ式擁壁の変位, 壁面に作用する土圧, 地盤反力度の関係

(出典: 道路土工-擁壁工指針 (平成 24 年度版) P163)

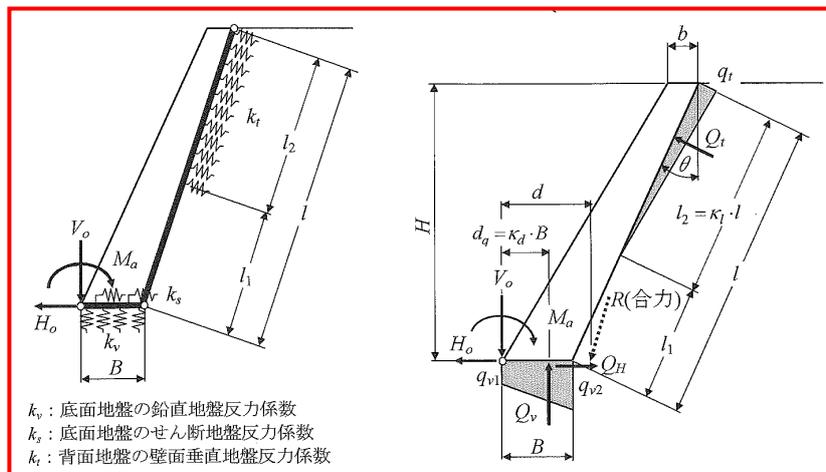


図-5.4.3 地盤バネモデルおよび簡便法による計算方法

(出典: 道路土工-擁壁工指針 (平成 24 年度版) P 164)

#### 4. 3. 4 ブロック積(石積)擁壁

- (1) のり面勾配は、「建設省制定：土木構造物標準設計2-擁壁」にもとづき、使用する裏込土により区分して定める。
- (2) ブロック積擁壁の背面には裏込めコンクリートを設ける。1目地間の裏込めコンクリートは等厚とすることを原則とする。
- (3) 天端に過載荷重が載荷されない切土部の裏込材は等厚とする。  
ただし、この場合においても天端に犬走りを 2m以上確保するものとする。
- (4) 構造高は原則として 5m以下とするが、地形状況により短い区間(10m程度以下)では5mを超えても 5m以下と同一のり面勾配を使用することができるものとする。ただし、この場合にも構造高は 7mを限度とし、かつ安定計算を行わなければならない。
- (5) 使用するコンクリートの設計基準強度は  $18\text{N}/\text{mm}^2$ とする。
- (6) 基礎材および裏込材は再生クラッシャーランを使用する。なお、基礎材の厚さは20cmとする。
- (7) 天端コンクリートの厚さは10cmとする。
- (8) 基礎部に岩盤が露出した場合は、基礎コンクリートは設けない。

(2)について

裏込めコンクリートの厚さは、直高 3.0m以上は 15cm、直高 3.0m未満は 10cmとする。なお、原則として裏込めコンクリート厚さは1目地間(10m間隔)毎に設定することとし、当該目地間隔の最大直高で定める。ただし、裏込めコンクリートの厚さを変えることで基礎形状にも変更が生じるため、施工性等を考慮して1目地間毎に裏込めコンクリート厚さを変えなくてもよい。

(4)について

構造高が 5mを超える場合には安定計算を行わなければならないが、この時用いる計算の考え方の一例が記載されている文献を以下に記す(参考資料-02 参照)。ただし、ブロック積に対しての安定計算手法は確立されていないので、この手法に固執するものではない。

<示力線によるブロック積の安定計算の考え方>

「わかりやすい もたれ式・ブロック積擁壁の設計と解説」高倉正人 著

現代理工学出版(株)(昭和 57 年発行)p. 72~82

#### 4. 3. 5 大型ブロック積み擁壁

- (1) ブロック間の結合構造等に応じて、通常のブロック積擁壁に準じた構造と考えられる場合には、通常のブロック積擁壁と同様に設計を行い、もたれ式擁壁に準じた構造と考えられる場合には、もたれ式擁壁に準じて擁壁自体の安定性及び部材の安全性の照査を行ってよい。
- (2) 裏込め材は、ブロック積み擁壁に準じてよい。

大型ブロック積擁壁は、良質な基礎地盤上に設置し、擁壁高を 8m 以下にすることを原則とするが、8mを超える場合には地震時の安定性を含めて、綿密な検討をする必要がある。

(1) について

控長の大きい大型積みブロックで、鉄筋コンクリートや中詰めコンクリート等を用いてブロック間の結合を強固にした形式のものは、ブロックが一体となって土圧に抵抗するため、もたれ式擁壁に準じた構造と考えてよい。

#### 4. 3. 6 混合擁壁

- |  |
|--|
| <p>(1) 混合擁壁の使用に当たっては、施工に十分留意しなければならない。</p> <p>(2) 全構造高は 8m以下とし、その内訳は上段ブロック積5m以下、下段重力式擁壁3m以下とする。</p> <p>(3) 混合擁壁は、背面の地山が締まっている切土、比較的良質の裏込め材料で十分な締固めがされている盛土等、土圧が小さい場合に限って適用される。</p> |
|--|

(1)について

混合擁壁は施工時における裏込材の品質や排水工の処理など十分な施工管理が必要となる。これらのことが保証できると判断された場合は、(2)以後に留意して計画するものとする。

#### 4. 3. 7 片持ばり式擁壁

- |  |
|--|
| <p>(1) 躯体の形状は、施工性を考慮して、以下とすることが望ましい。</p> <p>1) 底版上面は水平とする。</p> <p>2) たて壁は等厚とする。ただし、擁壁が歩道等に面している場合は、1 : 0.02 程度の勾配を設ける。</p> <p>3) たて壁及び底版の最小厚は 40cm とする。たて壁の部材厚・高さは 10cm ピッチ、底版の幅は 50cm ピッチとする。</p> <p>(2) 部材の安全性の照査は、次によるものとする。</p> <p>1) たて壁は、底版との結合部を固定端とする片持ばりとして設計してよい。</p> <p>2) つま先版は、たて壁との結合部を固定端とする片持ばりとして設計してよい。</p> <p>3) かかと版は、たて壁との結合部を固定端とする片持ばりとして設計してよい。</p> <p>4) 底版のせん断力に対する照査は、せん断スパン比の影響を考慮する。</p> <p>(3) たて壁主鉄筋の断面変化は行わない。</p> <p>(4) 配力鉄筋は主鉄筋の外側に配置することとした。</p> |
|--|

片持ばり式擁壁については、道路土工—擁壁工指針（日本道路協会 平成 24 年 7 月）の他、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）[土工構造物・橋梁編]、土木構造物設計マニュアル（案）に係わる設計・施工の手引き（案）（全日本建設技術協会 平成 11 年 11 月）を参考とする。

#### 4. 3. 8 U型擁壁

- (1) U型擁壁自体の安定性の照査は、道路土工—擁壁工指針 5-3-1 (2) 擁壁の自体の安定性の照査によるものとする。また、地下水位以下にU型擁壁を設置する場合は、浮上がりに対する安定を確保するものとする。
- (2) 部材の安全性の照査は、次によるものとする。
  - 1) 側壁は、片持ばり式擁壁のたて壁に準じて設計してよい。
  - 2) 底版は弾性床上のはりとして設計してよい。

常時の作用に対する部材の安全性の照査に用いる土圧は、U型擁壁では一般に静止土圧を用いる。

ゆるい砂質土や軟弱な粘性土では、静止土圧が大きくなることも考えられるため、入念な調査を行い決定するのがよい。

##### (1) について

地下水位以下に掘割式U型擁壁を設置する場合は、浮上がりに対する安定の検討を行わなければならない。この場合、原則としてボーリング孔や周辺の井戸等における観測結果から設計に用いる地下水位を決定する。

常時において、浮上がりに対する安全率は1.1以上を確保する。

#### 4. 3. 9 井げた組擁壁

- (1) 井げた組擁壁自体の安定性の照査は、もたれ式擁壁に準じて行うものとする。
- (2) 井げた組擁壁を構成する部材は、各井げた位置における断面力に対し、部材の安全性の照査を行うものとする。
- (3) 中詰め材および裏込め材は、次によるものとする。
  - 1) けたの間から漏れ出すおそれのないもので、透水性の良い材料を使用するものとする。
  - 2) 裏込め材の厚さは、ブロック積み擁壁に準じる。
  - 3) 中詰め材の単位体積重量は、土質試験により求めるのが望ましい。

井げた組擁壁は、もたれ式擁壁と同様に背面が地山または盛土にもたれた状態で土圧に抵抗する構造形式であり、湧水の多い切土区間や含水比の高い材料で盛土を構築しなければならない箇所などに用いる。

##### (3) について

中詰め材及び裏込め材には、井げたの間から漏れ出すおそれのない割栗石や碎石等を用いる。

裏込め材の厚さは、ブロック積み擁壁に準じて設計するが、最大厚さを1.2m程度とするのがよい。

#### 4. 3. 10 プレキャストコンクリート擁壁

プレキャスト製品の擁壁を用いる場合には、前提となる設計条件とプレキャスト製品の設計資料が道路土工—擁壁工指針に示す考え方に適合していることを確認しなければならない。

プレキャスト製品のコンクリート擁壁を用いる場合は、前提となる設計条件と適用範

囲，部材の規格値等のプレキャスト製品の設計資料が，道路土工－擁壁工指針に示す考え方に適合していることを確認するとともに，施工実施例の検討等を十分に行う必要がある。

防護柵の基礎は擁壁と分離し，その影響が擁壁本体に及ばないように計画するのが望ましい。なお，用地条件や周辺環境条件等の理由から，擁壁に防護柵を直接取り付ける場合には，衝突荷重を考慮してある製品を選択する必要がある。

## 4. 4 基礎工の設計

基礎の根入れ深さは以下を基本とする。

- 1) ブロック積擁壁の根入れは 30cm (ブロック 1 個) とする。大型ブロック積み擁壁は 50cm とする。重力式擁壁の根入れは 50cm 程度確保する。
- 2) 岩盤基礎の場合、床付面を岩盤に 50cm 程度入れ、その前面はコンクリートで埋め戻す。
- 3) 土砂基礎の場合、フーチング天端から計画埋戻し地盤面までを 50cm 程度確保する。
- 4) 擁壁に接して河床低下や洗掘のおそれのないコンクリート水路を設ける場合の基礎の根入れ深さは、原則として水路底面より 30cm 以上確保するものとする。
- 5) 斜面上に擁壁を設置する場合は型枠設置等の施工性を考慮して、1m 程度の前面余裕幅を設けるものとする。

基礎の根入れ深さは、擁壁の安定を長期にわたり保つために極めて重要であるため、将来においても確保されるように留意しなければならない。

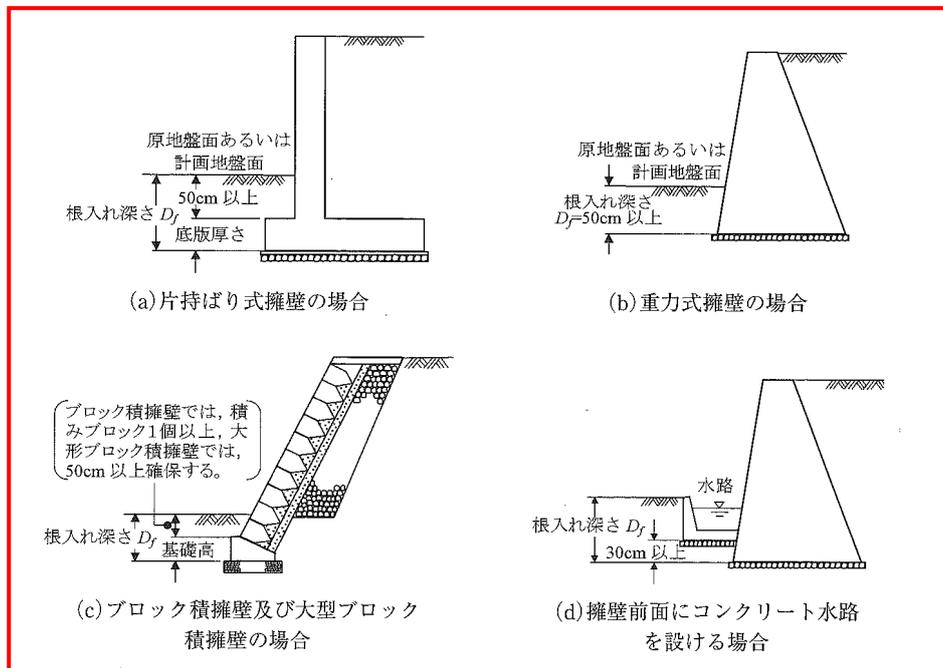


図-5.4.4 擁壁の直接基礎の根入れ深さ

(出典：道路土工 擁壁工指針 (平成 24 年度版) p. 129)

地形に勾配がある場合の基礎勾配は以下を基本とする。

### a) 無筋コンクリート

基礎勾配は最大 10% を限度とし、施工性を考慮して決定するものとする。

### b) 鉄筋コンクリート擁壁及びプレキャスト擁壁

地形勾配、擁壁天端勾配に関わらず擁壁下端は原則水平とする。ただし、プレキャスト L 型擁壁および大型ブロック積み擁壁の縦断勾配は以下によるものとする。

- ・プレキャスト L 型擁壁：最大 3%

(出典：プレキャスト L 型擁壁設計施工マニュアル (案) 四国地方整備局)

- ・大型ブロック積み擁壁：最大 5%

(出典：大型ブロック積み擁壁設計・施工マニュアル 社団法人土木学会四国支部)

#### 5) について

斜面上に擁壁を設ける際には、基礎の根入れ深さだけでなく、擁壁前面の余裕幅も考慮する。この余裕幅は型枠設置等の施工性を考慮して1m程度とする。

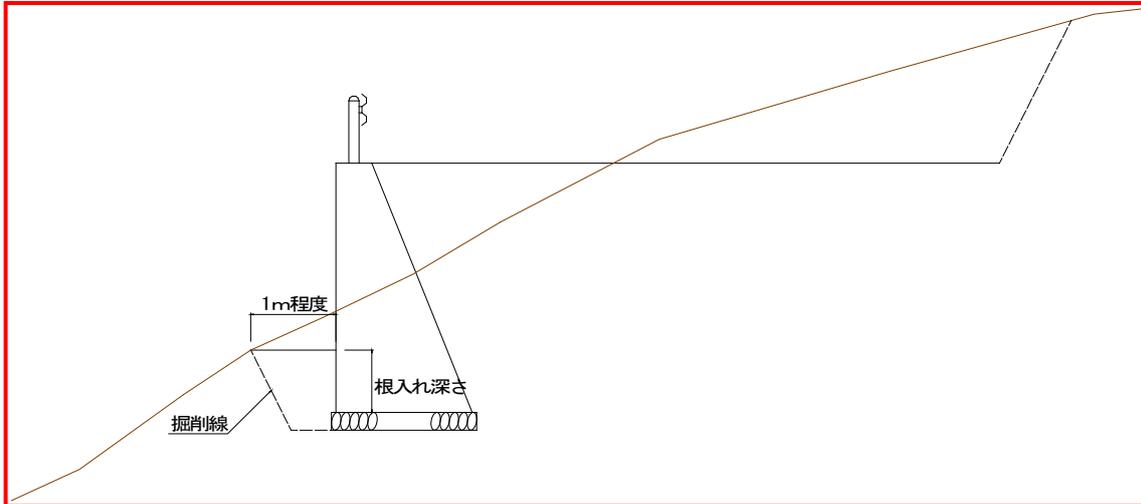


図-5.4.5 斜面に設置する場合の例

## 4.5 排水工

排水工は、「道路土工－擁壁工指針(5-9 排水工、6-8 排水工)」および「山梨県土木工事設計マニュアルⅠ(道路)第7章排水工6.3 擁壁の排水」に準ずる。

擁壁工の排水については、道路土工－擁壁工指針だけでなく、山梨県土木工事設計マニュアルⅠ(道路)において、積雪寒冷地に設置する補強土壁の壁面背面排水層を凍結深以上とする等独自の基準を設けているので、山梨県土木工事設計マニュアルⅠ(道路)も参照する。

### 4.5.1 表面排水工

表面排水工は、雨水等の表面水の裏込め土への浸入、並びにのり面の侵食を防止できる構造とする。

擁壁の裏込め土や基礎地盤への雨水等の表面水の浸入やのり面の侵食を防ぐため、のり面には植生工やコンクリートブロック張り等の不透水層を設ける。

### 4.5.2 裏込め排水工

裏込め排水工は、裏込め土に浸透してきた雨水等を速やかに排除するとともに、裏込め土への浸入を防止できる構造とする。

裏込め排水工には簡易排水工、溝型排水工、連続背面排水工等があり、擁壁規模、裏込め土の土質、設置場所の地形状況、湧水の有無等に応じて計画を行う。また、切土面から湧水や浸透水がある場合には、裏込め土への水の浸入を防止し、速やかに擁壁外に排除するため、必要に応じて地下排水工を設ける。

### 4. 5. 3 補強土壁の排水工

補強土壁には、雨水や雪解水、湧水等の補強領域内への侵入を防止するとともに、浸透してきた水を速やかに排除するため、補強土壁の設計条件や構造に応じて、適切に排水工を設ける。

補強土壁は、一般的に高盛土の構造物であり、構造物としての規模が大きく、補強領域も大きくなる。このため、補強領域内に水が浸入すると、土圧の増加に加え、補強材の引抜き抵抗力や支圧抵抗力の減少を招くなど、コンクリート擁壁に比べて安定性に及ぼす影響が大きい。したがって、補強土壁では水の影響を受けないように、確実な表面水及び地下水に対する排水対策とその維持管理が重要である。

積雪寒冷地に設置される補強土壁の背面には舗装の凍上抑制層厚で計算される凍結深以上の壁面背面排水層を設置する。

本県の凍上抑制層厚の計算手法は「山梨県土木工事設計マニュアルⅠ（道路）第4章 舗装工 第7節 参考資料」を参照する。

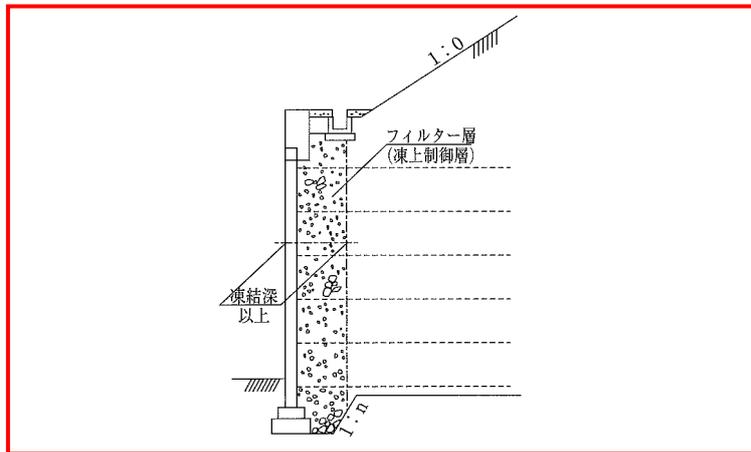


図-5.4.6 補強土壁背面の凍上対策の例

(出典：道路土工要綱 p.230 へ一部加筆)

### 4. 5. 4 水抜き孔

コンクリート擁壁には、擁壁背面に集めた水を排水するための水抜き孔を設置する。ただし、地下水位以下には設けない。

#### 1) コンクリート擁壁

- (a) 擁壁の前面に容易に排水できる高さの範囲内において、5m 以内の間隔で設けるものとする。
- (b) 内径 5~10cm 程度の硬質塩化ビニル管 (VP) などの材料を、壁の型わく中に 2% 程度の排水勾配の孔ができるよう埋込んで設けるのがよい。この場合、裏込土の吸出し防止策も施さねばならない。
- (c) 控え壁式擁壁では、各パネルごとに少なくとも 1 箇所は設けなければならない。
- (d) 河川護岸との兼用工作物として擁壁を設ける場合は、水抜き孔は設けないことを原則とするが、掘込河道で残留水圧が大きくなる場合は必要に応じて設けるものとする。
- (e) 水抜き孔の設置に伴う部材有効断面の減少に対する検討は、「道路土工—擁壁工指針

(5-9-2(2)6水抜き孔)」を参照する。

## 2) ブロック積擁壁

(a) 水抜き孔は、硬質塩化ビニル管 (VP  $\phi$  50 mm) を用い、原則として  $2.0\text{m}^2$  に 1 箇所の割合で設けるものとし、前面の埋戻し高より 20cm 程度以上に設置するものとする。

(b) 水抜パイプには 10% 程度の排水勾配をつける。

(c) 水抜パイプ設置箇所の裏込部には吸出し防止材 (30cm $\times$ 30cm $\times$ 3cm 程度) を設置する。

## 4. 6 構造細目

構造細目は、本節に記す事項を除いて「道路土工—擁壁工指針(5-10付帯工)」に準ずる。

### 4. 6. 1 目地工

擁壁には、コンクリートの乾燥収縮による有害なクラックが入らないよう、伸縮目地およびひび割れ誘発目地を設けなければならない。

#### 1) 無筋コンクリート擁壁

(a) 伸縮目地は 10m 間隔以下に、鉛直に設置する。目地材は、厚さ 1cm 以上の瀝青質板もしくはこれと同等以上の材料を用いるものとする。なお、河川等の流水の影響のある箇所は、樹脂発泡体の伸縮目地とする。

(b) 擁壁前面が不揃いとなる恐れのある場合は、ズレ止めのためのスリップバーを設けるものとする(図-5.4.7)。

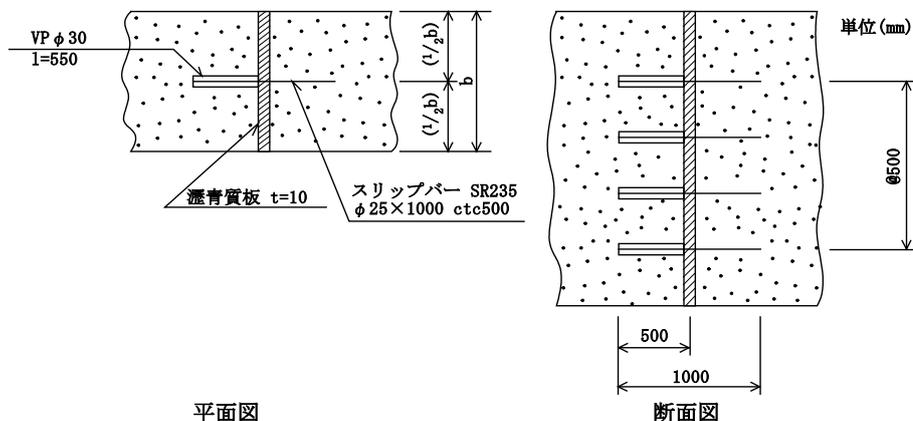


図-5.4.7 伸縮目地の構造例

#### 2) 鉄筋コンクリート擁壁

(a) 伸縮目地は 15~20m 間隔に垂直に設置するものとし、その位置では鉄筋を切断する。

(b) 目地材は厚さ 2cm を標準として、瀝青質板またはこれと同等品以上の材料を用いるものとする(図-5.4.8(a))。なお、スリップバーは必ず設けるものとし、その構造は無筋コンクリートに準ずる。

(c) ひび割れ誘発目地は 10m 間隔以下で等間隔に設けるのを原則とし、その位置では鉄筋を切断してはならない(図-5.4.8(b))。なお、構造高が低く、基礎地盤が堅固な場合などは、このひび割れ誘発目地を伸縮目地の代わりに用いてもよい。しかし、構造全

延長が 30m を超える場合は伸縮目地を設けるものとする。

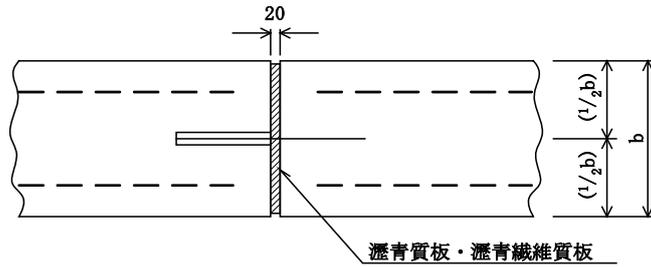


図-5.4.8(a) 伸縮目地の構造例

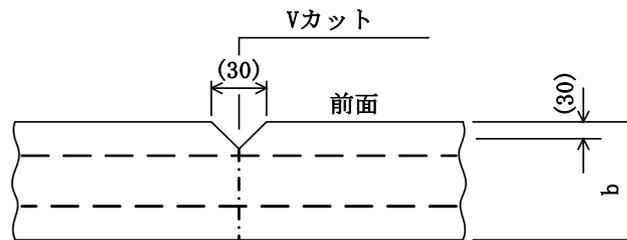


図-5.4.8(b) ひび割れ誘発目地の構造例

### 3) ブロック積擁壁

(a) 伸縮目地は、10m 間隔ごとに設けるものとする。

なお、ブロック積の長さは図-5.4.9 のように目地中心間で表示し、別途に目地幅を明示しなくてもよい。

(b) 目地板は厚さ 1cm 以上の瀝青質板もしくはこれと同等以上の材料で全断面に施工するものとする。

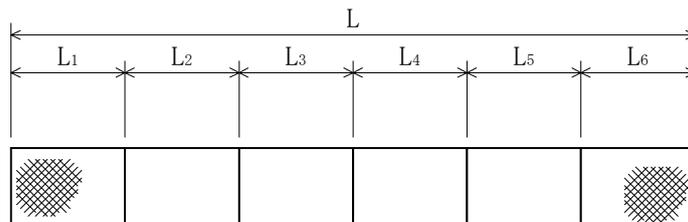


図-5.4.9 ブロック積展開図 表示例

(c) 基礎工の目地は、ブロック積の伸縮目地に合わせて設けるものとする。

## 4.6.2 裏込工

裏込材は透水性の良い材料を用いねばならない。

裏込工は、擁壁背面土の間隙水を前面に排出し、擁壁に作用する水圧を減じるものである。

### 1) ブロック積擁壁

(a) 裏込材は砕石（再生クラッシャーラン・40~0）または、割ぐり石を使用するものとする。

(b) 裏込材の下端の位置は、背面土からの水の浸透によって基礎周辺部に悪影響を生じさせないため、図-5.4.10に示すように基礎コンクリート上面より30cm（ブロック1個程度の根入れを考慮）上までとする。ただし、河川護岸または擁壁前面に水位がある場合は、基礎底面の位置まで裏込材で埋め戻すものとする。この場合基礎コンクリートの下に基礎材は設けない。

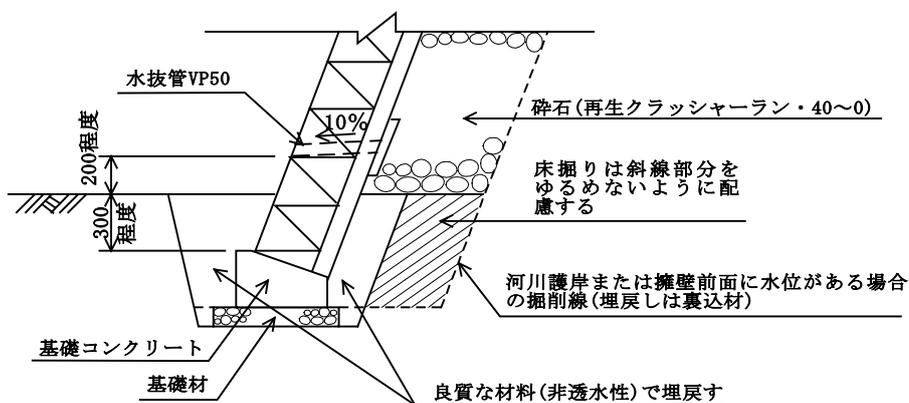


図-5.4.9 ブロック積基礎部標準図

## 2) 重力式擁壁

裏込材は砕石（再生クラッシャーラン・40~0）または割ぐり石を使用するものとするが、砂質土等で透水性の良い場合は裏込材を透水材にかえてもよい。

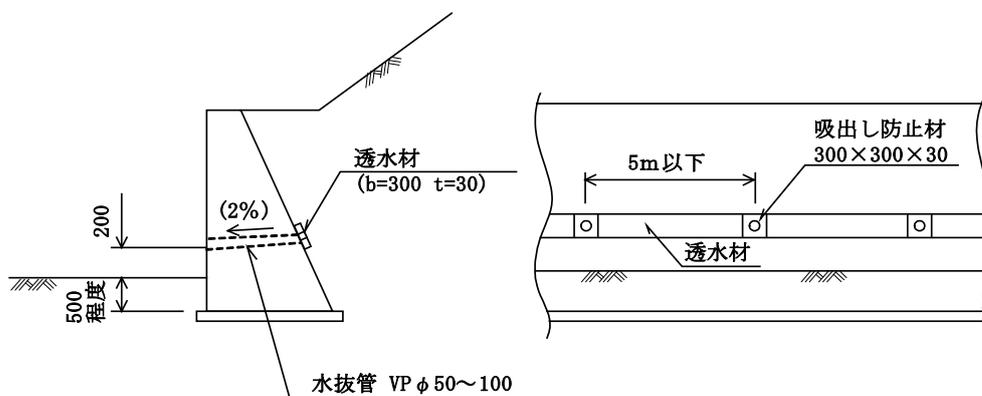


図-5.4.10 背面土の透水性がよい場合の例

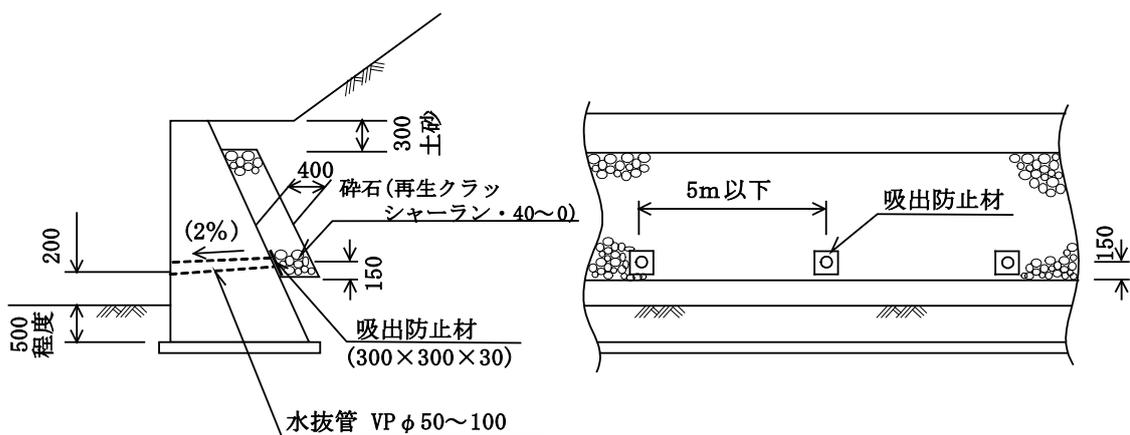


図-5.4.12 背面土の透水性が悪い場合の例

3) 片持ちばり式擁壁

重力式擁壁に準ずる (図-5.4.13 参照) .

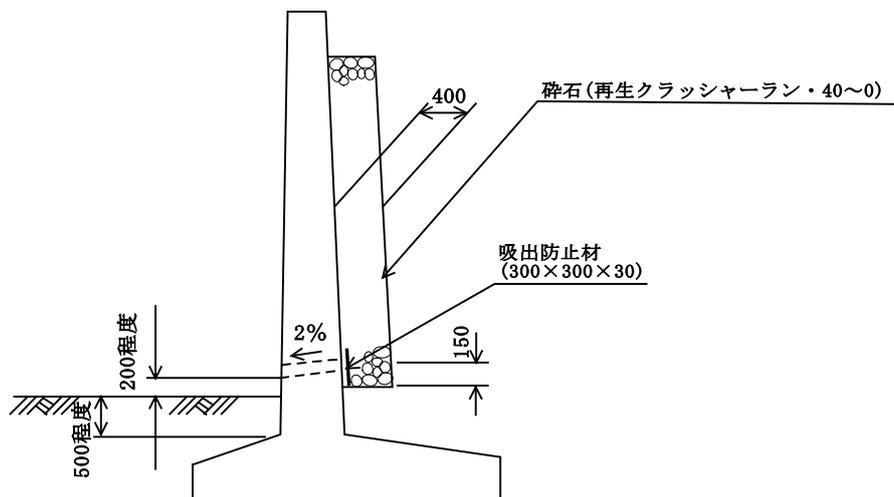


図-5.4.13 片持ちばり式擁壁裏込工の例

### 4. 6. 3 防護柵の設置

擁壁天端に設ける防護柵には、車両の衝突を想定した車両用防護柵と、歩行者・自転車の衝突を想定した歩行者自転車防護柵及び両者の機能を兼ね備えたものがある。

防護柵の設置計画や使用区分等は「防護柵の設置基準・同解説」および「車両用防護柵標準仕様・同解説」に準じる。

- 1) ブロック積天端に防護柵（ガードレール）を設ける場合は、連続したガードレール基礎を設け、その基礎にはガードレール支柱を保護する補強鉄筋を配置する。補強鉄筋は「車両用防護柵標準仕様・同解説(平成16年3月-社団法人 日本道路協会-p.107~108)」に準ずるが、無筋のガードレール基礎では施工性に配慮し、図-5.4.14に示すような配筋とした。したがって、鉄筋コンクリート擁壁の場合は上記仕様に記される必要最小限の補強鉄筋を配置すればよい。

注) ガードレール仕様 Gr-SB-1B, Gr-SA-1.5B, Gr-SS-1B, Gr-SSm-1B については、上段の水平力を受ける側の鉄筋が D22 となるので留意すること。

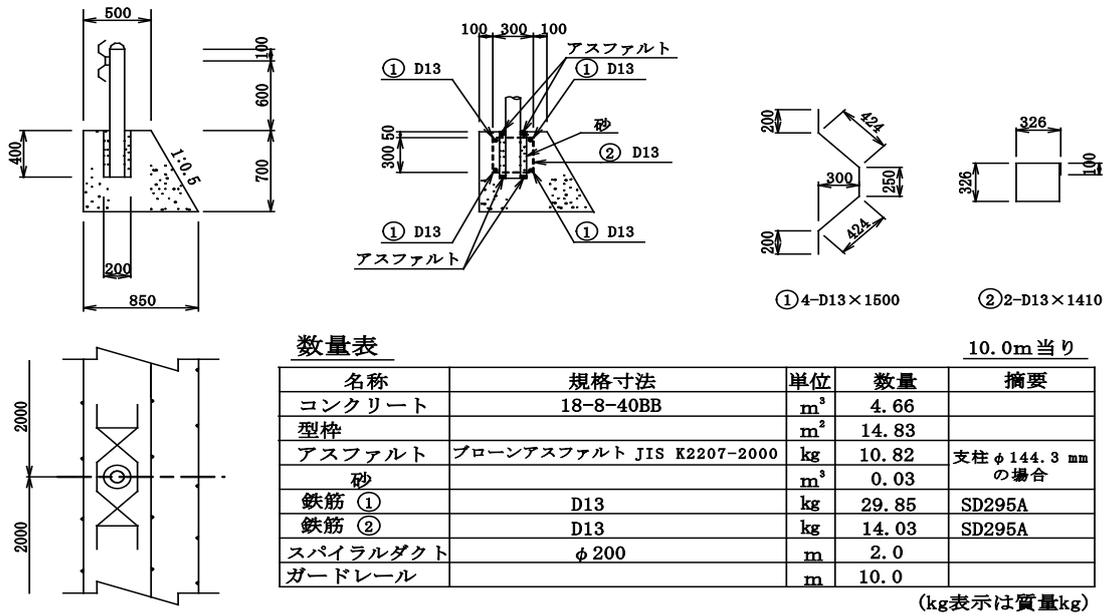


図-5.4.14 ガードレール基礎の標準

- 2) 無筋コンクリート擁壁天端に防護柵（ガードレール）を設ける場合は上記 1) に準ずる。ただし、天端幅は 50cm 以上確保し、その中心にガードレール支柱を設けるものとする。
- 3) 擁壁天端に転落防護柵（P2種）を設置する場合は図-5.4.15 を標準とする。

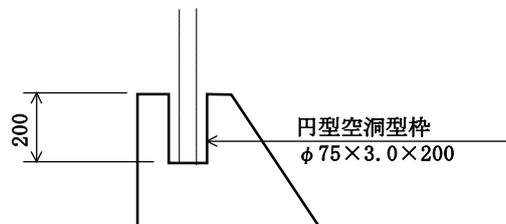


図-5.4.15 転落防護柵埋込部標準図

4) 無筋コンクリート擁壁天端幅確保の方法

天端が 50cm 以下の擁壁に車両用防護柵を設置する場合の天端幅拡張方法は、図-5.4.16 を標準とする。

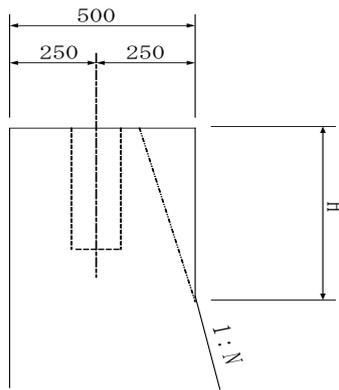


図-5.4.16 天端幅拡張の標準図

#### 4.7 施工一般

コンクリート擁壁の施工に関しては、「道路土工-擁壁工指針(5-11 施工一般)」に準ずる。



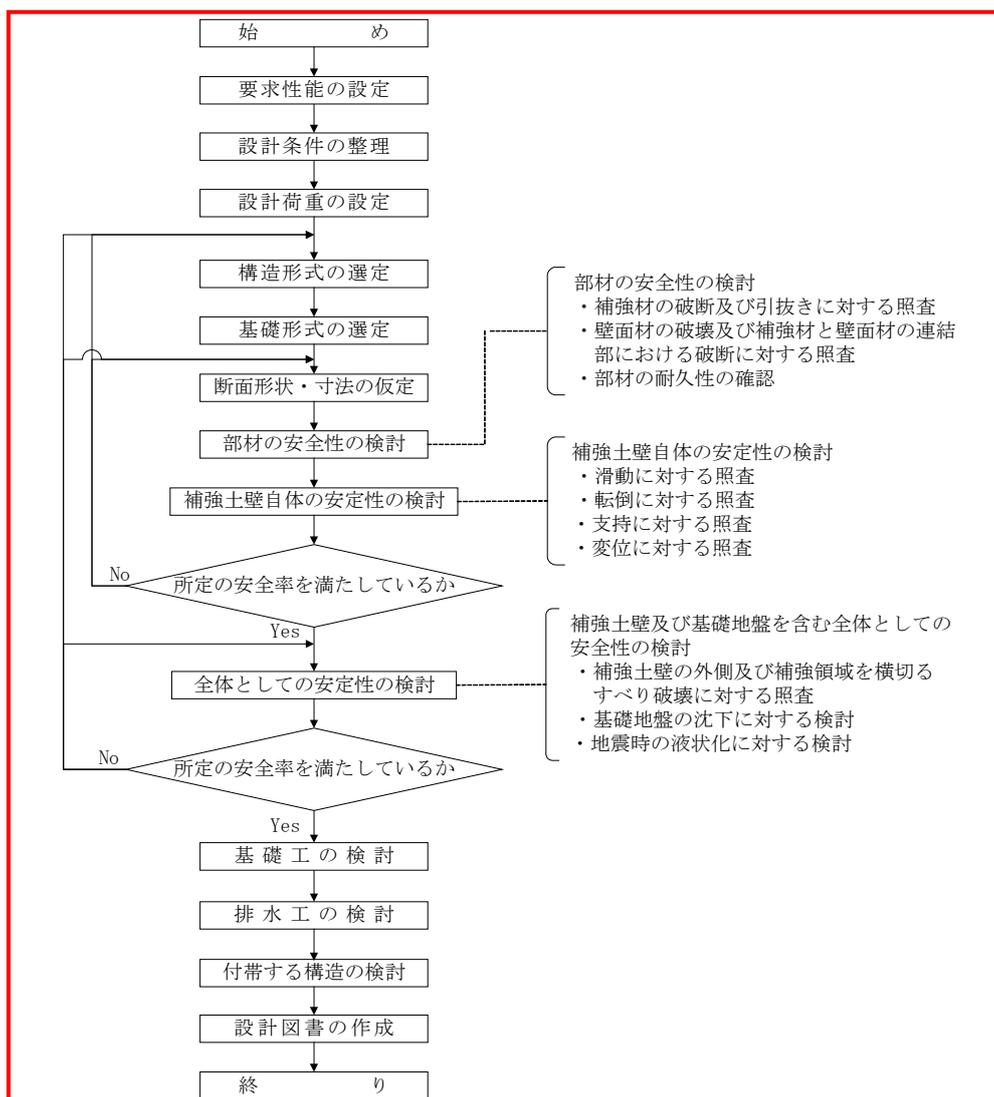


図-5.5.1 補強土壁の設計手順

(出典：道路土工—擁壁工指針(平成24年度版) P237)

## 5.2 適用にあたっての留意事項

橋台アプローチ部への補強土壁の適用については、橋台背面のアプローチ部の変状が生じた場合の修復の判断の方法や修復方法を十分に検討し、良質な材料を使用し、十分な地盤反力が得られる場合に使用可能とする。

道路橋示方書・同解説 IV下部構造編(平成24年3月)には以下のように記されている。

「補強土は、山岳部や用地制約の厳しい条件において適用事例が多く一般的な盛土よりも高い耐震性を有する構造物であるが、橋台とは地震時の挙動が異なるため、路面の連続性に影響を及ぼす場合がある。したがって、橋台背面のアプローチ部の変状が生じた場合の修復の判断の方法や修復方法について十分に検討したうえで変状を速やかな機能回復が可能となる範囲に留める必要がある。また、補強土壁は沈下による変形が生じた場合に一般に修復が困難であるため、基礎地盤が十分に安定している箇所を用いる必要がある。」

山梨県では、橋台背面のアプローチ部への補強土壁の適用については、修復の判断の方法や修復の方法を十分検討し、良質な盛土材料を使用し、十分な地盤反力を得ることができれば適用可能とした。

(1) 修復の判断の方法や修復の方法

修復の判断の方法は、「補強土工法の被災度評価および災害復旧に向けての基本方針に関する報告書（土木研究センター）」にまとめられているため、参考とするのがよい。

(2) 変状を速やかな機能回復が可能となる範囲に留める

橋台背面アプローチ部のように、路面の連続性に影響を及ぼすことが懸念される場合は、材料の選定等に特段の配慮が必要である。表-5.5.1に示すような、安定した材料を用いるものとする。

表-5.5.1 橋台背面アプローチ部に用いることが適切な材料の使用例

項目	範囲
最大粒径	100mm
4750 $\mu$ mふるい通過百分率	25~100%
75 $\mu$ mふるい通過百分率	0~25%
塑性指数IP（425 $\mu$ mふるい通過分について）	10以下
※有機質土，火山灰質の素粒土を含む材料を除く。	

（出典：道路橋示方書・同解説 IV下部構造編 p.608）

(3) 基礎地盤が十分に安定している箇所

十分に安定した基礎地盤上に構築しなければならないため、必要な地盤反力が得られるように留意する。

### 5.3 使用材料

- (1) 盛土材料には、補強材による補強効果が発揮され、敷均し・締固めが容易で、かつ有害な変形が生じない材料を用いる。
- (2) 補強材は、必要な引抜き抵抗力を発揮できる形状・寸法・強度、並びに施工性や土中環境下における耐久性、環境適合性等の性能を満足する品質を有し、その性状が明らかかなものを用いる。
- (3) 壁面材及び壁面材と補強材との連結部は、必要な強度とともに、環境条件に対して十分な耐久性、環境適合性等の性能を満足する品質を有し、その性状が明らかかなものを用いる。

山梨県において、テールアルメの盛土材料に軽量盛土が使用される事例があったため、使用時には十分な調査・検討を行う必要がある。

## 第 6 節 軽量材を用いた擁壁

軽量材を用いた擁壁の設計は、「道路土工 擁壁工指針(第7章 軽量材を用いた擁壁)」に準ずる。

ただし、発泡スチロール(EPS)を用いた擁壁については、6.1 に定められた事項を順守する。

各種の制約条件がある場合や、地形・地質・環境条件などにより一般的な擁壁を採用することができない場合に、特殊な工夫を施した擁壁を計画することがある。このような場合は、それぞれの構造特性や施工法を十分検討した上で採用する必要がある。

### 6. 1 発泡スチロール (EPS) を用いた擁壁

発泡スチロール(EPS)を用いた擁壁は、EPSの背面に土圧を作用させてはならない。また、EPS盛土自体の安定とともに背面のり面を含めた外的安定を確保しなければならない。なお、EPSは地下水位以下に設置しないことを原則とする。

現況のり面が安定している山岳地の道路拡幅などに用いると有効である。

本工法は、補強土壁工法のように疑似擁壁としての抗土圧機能はまったく期待できないため、背面土圧をEPSに作用させることは、絶対に避けなければならない。本工法の計画・設計に当たっては、「EDO-EPS 工法設計・施工基準書(案) 第二回改訂版 2014年11月：発泡スチロール土木工法開発機構(EDO)」を参考にするものとする。

1) 最下段 1m分の EPS ブロックの種別は、応力集中を勘案して簡易的に以下の方法で応力度  $q$  を算定し決定する。

なお、裏込め材などによる過度の土圧発生はEPS 躯体下部での応力集中による躯体の変形を発生させるおそれがあるため、設計時にあたっては適切に考慮して設定しなければならない。

①最下段EPS幅内部に躯体の重心が存在する場合

$$q = [\text{EPS 上に載荷する全活荷重} + \text{全死荷重 (舗装, 盛土, EPS 背面埋戻土, EPS 路床およびコンクリート床版等)}] (\text{kN/m}) \div \text{最下段 EPS 幅 (m)}$$

②躯体の重心が背面斜面に存在する場合

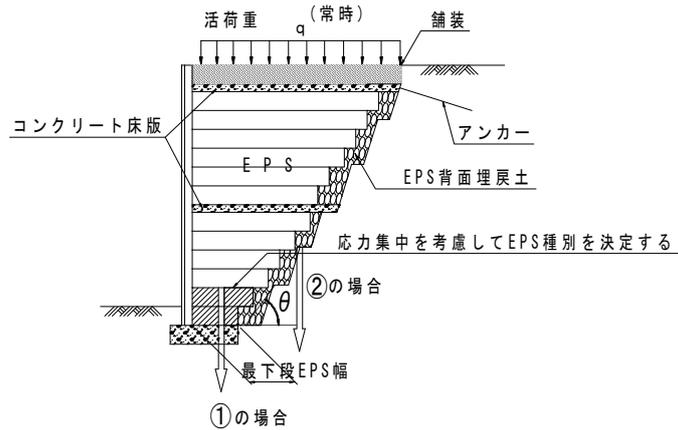
$$q = \text{上載荷重による斜面滑動力 (kN/m)} \div \text{最下段EPS幅 (m)}$$

$$\text{上載荷重による斜面滑動力} = V \cdot \sin \theta - V \cdot \cos \theta \cdot \mu$$

ここに、 $V$  : EPS上に載荷する全活荷重+全死荷重(舗装, 盛土, EPS背面埋戻土, EPS路床およびコンクリート床版等)

$\theta$  : 背面斜面の傾斜角

$\mu$  : 平面斜面とEPSとの摩擦係数



図－5.6.1 EPSによる擁壁例

(出典：EPS工法設計・施工基準書（案）へ一部加筆)

- 2) EPS 盛土上部の土砂盛土は極力少なくし、EPS 路床として舗装を設計し盛土全体の軽量化をはかる。
- 3) EPS 各層に荷重が載荷されると EPS が弾性変形するため、死荷重に対する弾性変形量をあらかじめ上げ越量として見込んで計画する。なお、活荷重に対しては上げ越はしないが、変形が生じても隣接する構造物に影響のないように配慮しておく必要がある。
- 4) EPS 盛土は背面地山が安定しており土圧が作用しない状態とすることを原則とするが、地震時の検討などにより水平力が作用する場合は、最上段のコンクリート床版にアンカー等を設置する。なお、壁面H型鋼の構造計算において、中間床板とH型鋼が振止めアンカーで接続されている場合は中間床板の位置を中間支点として計算する。また、最下端の支点構造は、ヒンジ形式を原則とする。
- 5) EPS ブロックの配置は以下の事項に留意する。
  - (a) EPS ブロックは、千鳥配置（交互配置）を基本とし、縦目地が3層以上重ならないように配置する。
  - (b) EPS ブロック相互は、緊結金具で必ず一体化するものとし、EPS ブロック  $1\text{m}^2$ あたり1個以上、 $1\text{m}^3$ あたり2個以上設置する。なお、レベル2地震動を考慮する場合は、この2倍の数を設置する。
- 6) 地山のり面と EPS 盛土間の裏込めは以下の事項に留意する。
  - (a) 裏込め材は極力少なくかつ軽量化する。
  - (b) 横断のある測点間を直線で結ぶと、地形によっては裏込め材が大量に投入され背面土圧が発生するケースがある。したがって、平面的に地山のり面に沿った形で EPS の割付を行い、裏込め材をできるだけ少なくするようにしなければならない(図－5.6.2 参照)。
  - (c) 地山のり面と EPS の間隔は EPS ブロック下端で水平方向に 10cm 以下とし、極力地山のり面に近接するようにする(図－5.6.2 参照)。
  - (d) 裏込め材は、地山からの排水を阻止しない材料であればよい(砕石に限定せず、ジオテキスタイル等によるドレーン材を斜面に沿って 5～10 m 間隔で設置する等)(図－5.6.2 参照)。

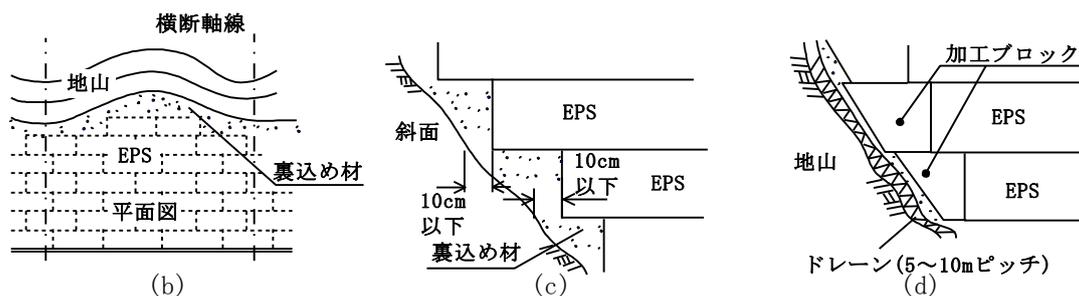


図-5.6.2 裏込め材の施工例

7) 原則的には水平に計画するコンクリート床版が、道路縦断を吸収するために設ける段差によって分断される場合、アンカーは、計算上 1ヶ所となる場合でも床版 1枚当たり 2箇所以上を設ける(図-5.6.3 参照).

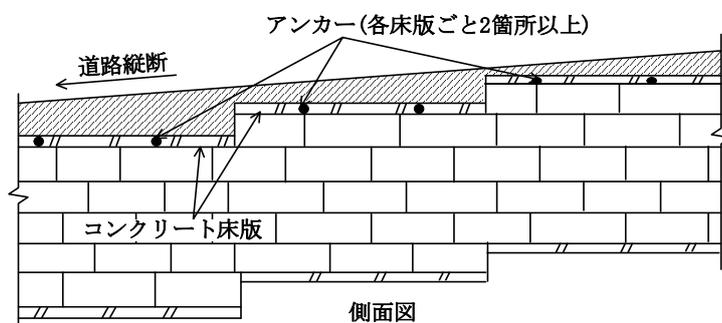


図-5.6.3 アンカーの設置位置例

8) EPS は、地下水位以下では浮力が問題となる．さらに、吸水による単位体積重量の増加や耐久性の問題など、施工の歴史が浅いこともあり、まだ完全に解明されていない事項もある．したがって、原則として地下水位以下には敷設しないこととした．やむをえず使用する場合は、これらの問題を十分に解明したうえで使用する必要がある．

## 6. 2 気泡混合軽量土を用いた擁壁

本項では気泡混合軽量土のなかでも FCB 工法を使用した擁壁について記述する．FCB 工法を用いた擁壁の設計については、FCB 工法技術資料 (FCB 研究会、2008 年) および FCB 工法設計・施工要領 (高速道路総合研究所、2007 年) を参考とする．

### 6. 2. 1 適用形状

FCBの適用形状は、直壁高さ15m以下かつ、底面幅2m以上の道路盛土とし、強度の異なるFCBを構築するための最小層厚は0.5mとする．また、FCBの壁面側に0.5m程度の余裕幅を設けるものとする．

FCB は、背面の地山 (盛土) からの土圧の影響がない範囲での適用を基本としているため、FCBの背面勾配は、背面の地山 (盛土) 安定勾配もしくはそれより緩い勾配とする．余裕幅は、直壁高さ 7m 程度以下では 0.3m 程度に縮小できる．

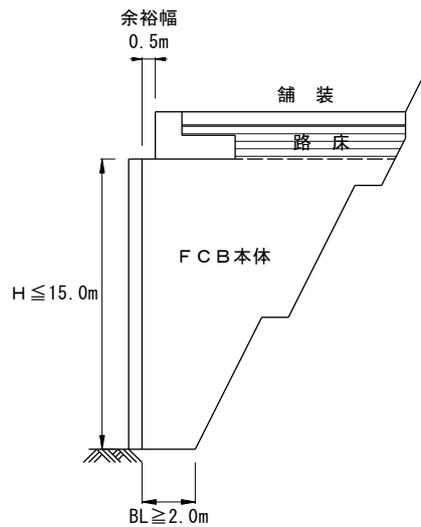


図-5.6.4 標準的な適用形状

(出典：FCB 工法設計・施工要領 P8)

## 6. 2. 2 路床・路体として必要な強度

FCB の盛土部位に必要な気泡混合軽量土の換算一軸圧縮強さは表-5.6.1 とする。

表-5.6.1 路床・路体に必要な強度特性

部位	CBR (%)	換算一軸圧縮強さ (kN/m <sup>2</sup> )
路床	3 (設計)	86
	4 (設計)	114
	6 (設計)	171
	8 (設計)	229
路体	2.5	71

(出典：FCB 工法技術資料 P45 (2008 年))

路床や路体として気泡混合軽量土を利用する場合は、これらに要求される CBR 値を満足する強度とする必要がある。一般に CBR と一軸圧縮強さ  $qu_{28}$  は以下の関係式で表わされている。

$$CBR = 3.5/100 \times qu_{28}$$

CBR：要求される CBR 値 (%)

$qu_{28}$ ：材齢 28 日の一軸圧縮強さ (kN/m<sup>2</sup>)

### 6. 2. 3 設計に用いる安全率

FCB 工法の設計にあたり，安定計算等に用いる安全率の目安は，表-5.6.2 とする．

表-5.6.2 設計に用いる安全率

検討内容	検討項目	安全率：Fs	
		常時	地震時
内部安定	材料強度	長期：3.0	短期：1.5
		施工時のみ：1.0	—
外部安定	盛土全体の滑動	$\geq 1.25$	$\geq 1.0$
	盛土全体の転倒	$e \leq B/6$	$e \leq B/3$
	軟弱地盤上のすべり	$\geq 1.25$	$\geq 1.0$
	地すべり地上のすべり	$\geq 1.2$	—
	浮き上がり	$\geq 1.2$	—
	地盤支持力※	$\geq 3.0$	$\geq 2.0$

(出典：FCB 工法技術資料 P43 (2008 年) へ一部加筆)

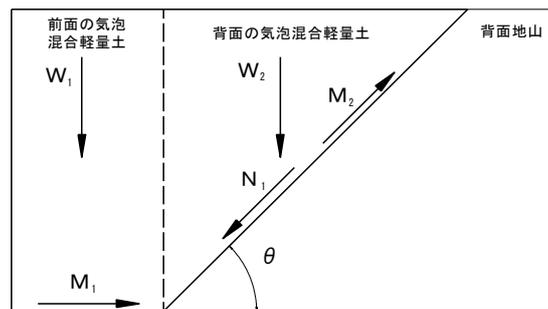
※地盤の支持力は FCB 自重および載荷重と同程度以上の地盤支持力を有することを確認することとする．ただし，急峻地や傾斜地等に施工する急傾斜地盛土の場合は安全率を表-5.6.2 とする

### 6. 2. 4 外部安定の検討

FCB における外部安定は，滑動，転倒，支持力に関して安定を検討するものとする．

#### 1) 滑動に関する検討について

滑動に関する検討にあたっては，FCB の断面を図-5.6.5 のように分割し，各々の滑動力および滑動抵抗力を算出し照査することを標準とする．



$W_{1,2}$ ：前面（背面）の気泡混合軽量土の自重及び舗装荷重など

$N_1$ ：背面の気泡混合軽量土における斜面方向の滑動力

$M_1$ ：前面の気泡混合軽量土における底面上の滑動抵抗力

$M_2$ ：背面の気泡混合軽量土における斜面方向の滑動抵抗力

$\theta$ ：斜面の勾配

図-5.6.5 滑動に関する検討例

(出典：FCB 工法設計・施工要領 P27)

## 2) 転倒に関する検討について

転倒に関する検討にあたっては、FCB のつま先から、合力 R の作用点を算出し照査することとする。

### ① 合力 R の作用点が FCB 底面中央の後方へはずれる場合

FCB は、原則として背面からの土圧の影響のない箇所に適用するため、一般的には、合力 R の作用位置が背面地山側となる。したがって、転倒については特に検討を行う必要はない。

### ② 合力 R の作用点が底面中央の前方へはずれる場合

合力 R の作用点は次式を満足しなければならない。

$$\text{常時 } e \leq B/6, \quad \text{地震時 } e \leq B/3 \quad (e: \text{底面中央からの偏心距離})$$

## 3) 支持力に関する検討について

地盤の支持力に対する検討においては、FCB 自重および載荷重と同程度以上の地盤反力を有することを確認することとする。ただし、急峻地や傾斜地等に施工する急傾斜地盛土においては、地盤反力が許容支持力以下であることを確認するものとする。

## 4) 地震の影響に関する検討について

FCB の地震に関する影響はまだ未解明であるが、地震による損傷の抑制を図るために地震の影響に対する検討を行うことが望ましい。

設計水平震度の設定にあたっては、道路土工要綱を参考とする。

FCB の用途ごとにおける地震の考え方は以下のとおりである。

- ① 荷重軽減対策の設計において、外部安定の検討等のうち、滑動、転倒に対する検討を行う場合には地震力を考慮する。
- ② 橋台土圧軽減対策において、地震で発生する水平方向の荷重によって FCB または橋台が変位するとき、踏掛版下部に設置する緩衝材によって橋台に作用する水平方向荷重が小さくなるものと考えられる。したがって、橋台土圧軽減工法における地震に関する検討は、背面の延長（裏込め長）が十分でない場合を除いて、緩衝材の効果から特に地震の影響を考慮する必要はない。

## 6. 2. 5 構造細目

FCBにおいて、気泡混合軽量土の特性から、表-5.6.3に示すような付属物について検討を行う必要がある。

表-5.6.3 FCB工法の付属物の種類と目的

種 類	目 的
敷網材	ひび割れ抑制
遮水シート	表面水の浸透防止，風化防止
防水シート	地下水の浸透防止，風化防止
目地材	ひび割れ抑制
定着材	FCBと地山の一体性向上
緩衝材	土圧軽減，ひび割れ抑制
排水施設	安定および劣化対策

(出典：FCB工法設計・施工要領 P36 (2008年))

FCB工法を用いた擁壁の構造細目は「FCB工法設計・施工要領(Ⅱ-5-3 付属物)」および「FCB工法技術資料(5.3.1 構造細目)」を参照する。

## 第 7 節 維持管理

擁壁の維持管理については、「道路土工－擁壁工指針(第8章 維持管理)」に準ずる。

公共投資に対する世論の厳しい眼が注がれている昨今、公共施設の維持管理に主体性を持って取り組むことにより施設のライフサイクルをできるだけ長く保てるように心掛ける必要がある。

そのためには、擁壁の設計資料、工事記録、点検記録や補修履歴は、できるだけ詳細に記録保存しておかなければならない。

## 第 8 節 参考資料

本道路設計要領の記述内容を補足するため、本章に関する参考資料を収録した。収録内容は、以下のとおりである。

資料－01 ブロック積示力線の考え方

資料－02 標準設計

1. 標準設計の利用
2. 標準設計の種類と設計条件及び内容
3. 重力式擁壁の設計フロー

資料－03 擁壁の修景

1. 一般事項
2. 表面処理

資料－04 擁壁設計に用いる設計定数の求め方（フロー）

## 資料-01 ブロック積示力線の考え方

(「もたれ式・ブロック積擁壁の設計と解説 高倉正人 著 現代理工学出版」より抜粋)

ブロック積擁壁の高さ、断面幅(ブロック控長、ブロック控帳+裏込めコンクリート厚さ)、のり勾配を決める場合の合理的な方法として、示力線方程式に基づく方法がある。一般に、ブロック積擁壁は、壁体断面幅が薄く、壁体と裏込めとが相互にせり持った状態で安定を保っていると考えられる。力学的には、壁体の任意区間に作用する土圧と、その区間の壁体重量とによって合成される力の作用点の軌跡(示力線)が、作用断面の中心点より後方に存在することを条件とする。

### 砂質土の示力線方程式

裏込め土が砂質土で、図-5.8.1に示すように、地表面が水平、 $q(t/m^2)$ の等分布荷重が存在する場合について考える。

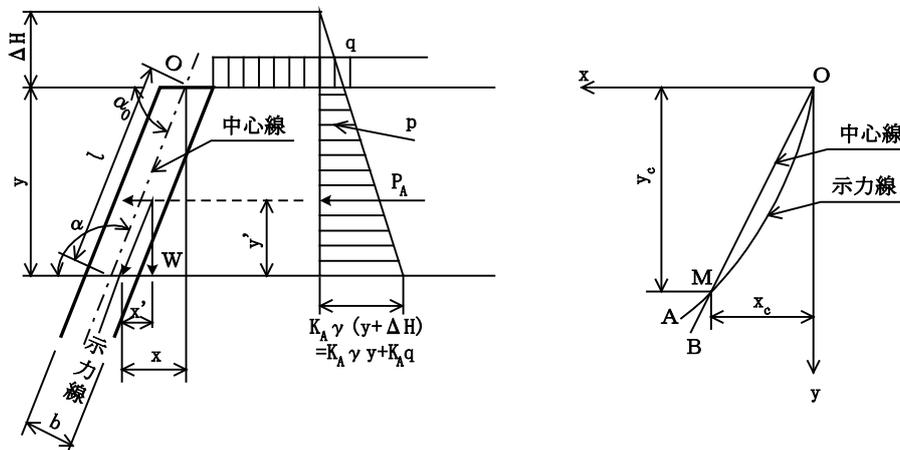


図-5.8.1

壁体の天端より  $y$  区間に作用する土圧は、近似的に水平方向とする。すなわち、 $\delta = \alpha - 90^\circ$  とおけば、天端より下方の任意点に作用する土圧強度  $p$  は、

$$p = (\gamma y + q) K_A \quad (5.8.1)$$

$$K_A = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin \alpha \left[ \sqrt{\sin \alpha} + \sqrt{\sin \phi \sin(\phi + \alpha - 90^\circ)} \right]^2} \quad (5.8.2)$$

$\gamma$  : 背面土の単位重量 ( $t/m^3$ )

$q$  : 等分布載荷重 ( $t/m^2$ )

$K_A$  : クーロンの土圧係数 ( $\beta = 0, \delta = \alpha - 90^\circ = \theta$ ), 表-5.8.1 参照

図-5.8.1(a)に示すように、壁体天端の中心位置を原点  $O$  とし、鉛直下方  $y$  における示力線の位置と、原点  $O$  との水平距離を  $x$  とすれば、

$$x = x' + \frac{\cot \alpha_0}{2} y \quad (5.8.3)$$

$x'$  :  $y$  区間の壁体重量の作用線と  $y$  における示力線位置との距離 (m)

$\alpha_0$  :  $180^\circ - \alpha$

表-5.8.1 主働土圧係数  $K_A$  値 ( $\theta = \alpha - 90^\circ$ )

$\beta = 0^\circ$

$\delta^\circ \backslash \phi^\circ$	20			25			30			35			40		
	$\theta$	$1/2 \phi$	$2/3 \phi$												
16.7 (1:0.3)	0.328	0.348	0.337	0.256	0.264	0.256	0.196	0.198	0.192	0.147	0.147	0.143	0.107	0.106	0.104
21.8 (1:0.4)	0.288	0.328	0.309	0.219	0.235	0.227	0.163	0.170	0.164	0.118	0.120	0.117	0.082	0.082	0.083
26.6 (1:0.5)	0.253	0.294	0.283	0.186	0.208	0.200	0.134	0.145	0.139	0.092	0.097	0.094	0.060	0.062	0.060

$\beta = 10^\circ$

$\delta^\circ \backslash \phi^\circ$	20			25			30			35			40		
	$\theta$	$1/2 \phi$	$2/3 \phi$												
16.7 (1:0.3)	0.390	0.409	0.399	0.293	0.302	0.293	0.220	0.222	0.216	0.162	0.161	0.157	0.115	0.114	0.112
21.8 (1:0.4)	0.344	0.376	0.365	0.251	0.268	0.259	0.182	0.190	0.183	0.128	0.131	0.128	0.088	0.088	0.086
26.6 (1:0.5)	0.303	0.345	0.333	0.214	0.237	0.228	0.149	0.160	0.154	0.100	0.105	0.102	0.064	0.066	0.064

$\beta = 20^\circ$

$\delta^\circ \backslash \phi^\circ$	20			25			30			35			40		
	$\theta$	$1/2 \phi$	$2/3 \phi$												
16.7 (1:0.3)	0.700	0.705	0.702	0.377	0.385	0.377	0.263	0.265	0.259	0.185	0.185	0.181	0.129	0.127	0.125
21.8 (1:0.4)	0.645	0.658	0.652	0.326	0.342	0.333	0.218	0.226	0.219	0.147	0.150	0.146	0.097	0.097	0.095
26.6 (1:0.5)	0.590	0.616	0.607	0.279	0.303	0.293	0.178	0.190	0.184	0.114	0.119	0.115	0.070	0.072	0.070

$\beta = 30^\circ$

$\delta^\circ \backslash \phi^\circ$	30			35			40		
	$\theta$	$1/2 \phi$	$2/3 \phi$	$\theta$	$1/2 \phi$	$2/3 \phi$	$\theta$	$1/2 \phi$	$2/3 \phi$
16.7 (1:0.3)	0.513	0.513	0.513	0.242	0.241	0.238	0.154	0.152	0.151
21.8 (1:0.4)	0.444	0.447	0.444	0.193	0.196	0.192	0.116	0.116	0.114
26.6 (1:0.5)	0.379	0.387	0.382	0.150	0.156	0.152	0.084	0.085	0.083

いま,  $y$  区間に作用する土圧  $P_A$  の作用点の位置を下端より  $y'$  とすれば,

$$\frac{x'}{y'} = \frac{P_A}{W} \quad (5.8.4)$$

ここに,

$$P_A = \frac{1}{2} (\gamma y^2 + 2qy) K_A \quad (5.8.5)$$

$$y' = \frac{\frac{1}{2}qy^2 + \frac{1}{6}\gamma y^3}{qy + \frac{1}{2}\gamma y^2} \quad (5.8.6)$$

$y$  区間ののり長は、 $l = y\sqrt{1 + \cot^2\alpha_0}$  であるから、

$$W = l\gamma_s b = y\gamma_s b\sqrt{1 + \cot^2\alpha_0} \quad (5.8.7)$$

(5.8.5), (5.8.6), (5.8.7)の各式を、(5.8.4)式に代入すれば、

$$x' = \frac{(\frac{1}{2}qy + \frac{1}{6}\gamma y^2)K_A}{\gamma_s b\sqrt{1 + \cot^2\alpha_0}} \quad (5.8.8)$$

$\gamma_s$  : ブロックの単位重量 ( $t/m^3$ )

(5.8.8)式を(5.8.3)式に代入すれば、

$$x = \frac{K_A\gamma}{6\gamma_s b\sqrt{1 + \cot^2\alpha_0}} y^2 + \left( \frac{K_A q}{2\gamma_s b\sqrt{1 + \cot^2\alpha_0}} + \frac{\cot\alpha_0}{2} \right) y \quad (5.8.9)$$

(5.8.9)式が示力線方程式と呼ばれ、示力線の位置を示す  $x$  と  $y$  の関係式である。図-5.8.1(b)は、(5.8.9)式によって描いた示力線例であるが、OAが示力線、OBが壁体断面の中心線である。いま、OAとOBの交点をM、天端中心OよりM点までの鉛直距離を $y_c$ (限界高さ)とすれば、 $y_c$ 区間の示力線は、壁体断面の中心線より後方にあるから、裏込め土が十分締め固められていれば安全と考えられるが、M点より下方では、示力線が中心線の前方へ偏心しており、その距離が大きくなるにつれて不安定性が増大し、壁体前面より前方へ出れば、前方へ折れ曲がる状態になる。

ブロック積擁壁の転倒に対する安定条件は、「示力線が断面から前方へ外れない(尋木廣義：間知ブロック擁壁，理工図書)」，「示力線が断面核(ミドルサード)から前方へ外れない(農林水産省：土地改良事業標準設計，土地改良事業技術情報センター)」などが提案されているが、ここでは安全を見込んで、示力線が断面の中心点より後方に存在することを条件とした。

(5.8.9)式において、ブロック積の限界高さ $y_c$ ，を求めれば、(5.8.10)式のようになる。

$$x_c = y_c \cot\alpha_0 = \frac{K_A\gamma}{6\gamma_s b\sqrt{1 + \cot^2\alpha_0}} y_c^2 + \left( \frac{K_A q}{2\gamma_s b\sqrt{1 + \cot^2\alpha_0}} + \frac{\cot\alpha_0}{2} \right) y_c \quad (5.8.10)$$

$$\therefore y_c = \frac{3\gamma_s b\sqrt{1 + \cot^2\alpha_0}}{K_A\gamma} \cot\alpha_0 - \frac{3q}{\gamma}$$

## 資料一〇二 標準設計

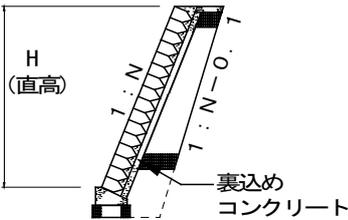
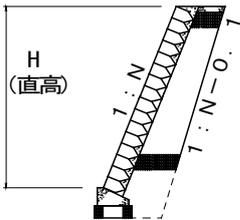
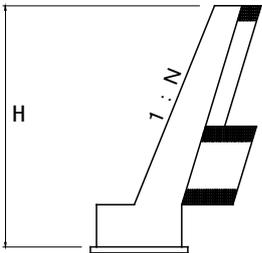
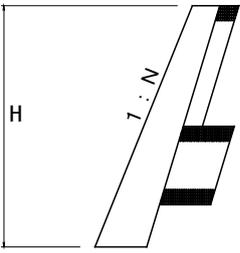
### 1. 標準設計の利用

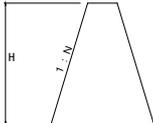
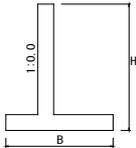
一般に用いられる標準的な擁壁の設計では、標準設計を用いる。

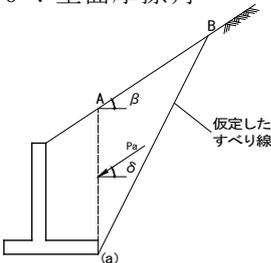
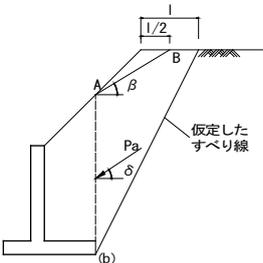
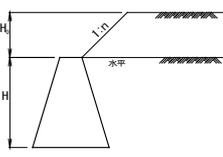
### 2. 標準設計の種類と設計条件及び内容

擁壁類について、『建設省制定土木構造物標準設計第2巻』（平成12年度改訂版）にブロック積（石積）擁壁，もたれ式擁壁，重力式擁壁，片持ばり式擁壁などが収録されている。

表-5.8.2

設計条件項目	内 容
(1) 形式および形状	<p>形式および形状は以下のとおりである。</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p style="text-align: center;">ブロック積(石積)</p> <p>ブロック積(石積)擁壁は、練積構造タイプである。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>裏込め コンクリート</p> <p>裏込めコンクリートの ある構造</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>裏込めコンクリートの ない構造(河川護岸用)</p> </div> </div> <p>また、前面勾配は、1:0.3～(0.1ピッチ)～1:0.5である。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p style="text-align: center;">もたれ式</p> <p>もたれ式擁壁は、基礎地盤により次の2つのタイプに分けられる。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;">  <p>(a) 礫質土基礎用</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>(b) 岩基礎用</p> </div> </div> <p>また、前面勾配は次のとおりである。</p> <p>礫質土基礎用 ・ ・ ・ ・ ・ 1:0.35～(0.05ピッチ)～1:0.5</p> <p>岩基礎用 ・ ・ ・ ・ ・ 1:0.3～(0.05ピッチ)～1:0.5</p> </div>

設計条件項目	内 容																																									
(1) 形式および形状	小型重力式及び重力式																																									
	<p>小型重力式擁壁は高さ 2.0m以下で載荷重<math>q=10\text{kN/m}^2</math>の影響を受けない歩道に面した場所，のり尻擁壁及び境界壁等に利用し，それ以外は重力式擁壁を利用する。</p> <p>また，躯体の前面勾配は次のとおりである。</p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div> <p>前面勾配</p> <p>1 : 0.0, 1 : 0.2 ~ (0.1ピッチ) ~ 1 : 0.5</p> </div> </div>																																									
	逆 T 型																																									
	<p>部材の形状は等厚の矩形断面である。</p> <p>底版幅 B は 50cmピッチで変化させている。また，部材の最小厚は 40cmとしている。</p> <div style="text-align: center;">  </div>																																									
(2) 各形式の集録高さ	各形式の集録高さ (H) の範囲は以下のとおりである。																																									
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">形式 \ 高さ(H)</th> <th>2.0</th> <th>4.0</th> <th>6.0</th> <th>8.0</th> <th>(m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: left;">ブロック積 (石積) (注)</td> <td colspan="4" style="background-color: #cccccc;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">もたれ式</td> <td colspan="4" style="background-color: #cccccc;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">小型重力式</td> <td colspan="4" style="background-color: #cccccc;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">重力式</td> <td colspan="4" style="background-color: #cccccc;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">逆 T 型</td> <td colspan="4" style="background-color: #cccccc;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: left;">L 型</td> <td colspan="4" style="background-color: #cccccc;"></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">注) ブロック積 (石積) は直高を示す。</p>	形式 \ 高さ(H)	2.0	4.0	6.0	8.0	(m)	ブロック積 (石積) (注)						もたれ式						小型重力式						重力式						逆 T 型						L 型				
形式 \ 高さ(H)	2.0	4.0	6.0	8.0	(m)																																					
ブロック積 (石積) (注)																																										
もたれ式																																										
小型重力式																																										
重力式																																										
逆 T 型																																										
L 型																																										

設計条件項目	内 容																																
<p>(3) 荷重条件</p> <p>1) 自重</p> <p>2) 載荷重</p> <p>3) 土圧</p>	<p>荷重条件としては、自重、載荷重、土圧を考慮し、常時と地震時（逆T型、L型）の影響を考慮した。</p> <p>材料の単位体積重量は以下のとおりである。</p> <table border="1" data-bbox="587 459 1257 577"> <thead> <tr> <th>種別</th> <th>単位体積重量 (kN/m<sup>3</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">コンクリート</td> <td>無筋</td> <td>23</td> </tr> <tr> <td>鉄筋</td> <td>24.5</td> </tr> </tbody> </table> <p>載荷重は擁壁背面の盛土水平部分に<math>q=10\text{kN/m}^2</math>を考慮している。ただし、小型重力式擁壁は載荷重を考慮しない場合と<math>q=3.5\text{kN/m}^2</math>（群集荷重）を考慮している場合がある。</p> <p>土圧はすべて試行くさび法により計算した。</p> <p>裏込め土の種類とせん断抵抗角および単位体積重量の関係は次のとおりである。</p> <table border="1" data-bbox="497 963 1348 1198"> <thead> <tr> <th>裏込め土の種類</th> <th>標準設計での呼称</th> <th>せん断抵抗角 <math>\phi</math> (度)</th> <th>単位体積重量 <math>\gamma</math> (kN/m<sup>3</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>砂礫土</td> <td>C 1</td> <td>35</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>砂質土</td> <td>C 2</td> <td>30</td> <td>19</td> </tr> <tr> <td>粘性土 (ただし、<math>W_L &lt; 50\%</math>)</td> <td>C 3</td> <td>25</td> <td>18</td> </tr> </tbody> </table> <p>また、壁面摩擦角 (<math>\delta</math>) は次のように算出した。</p> <table border="1" data-bbox="593 1276 1257 1395"> <thead> <tr> <th></th> <th>土と土</th> <th>土とコンクリート</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>常時</td> <td><math>\delta = \beta</math></td> <td><math>\delta = 2/3 \phi</math></td> </tr> <tr> <td>地震時</td> <td colspan="2">載荷重を含めない常時土圧を準用</td> </tr> </tbody> </table> <p><math>\beta</math> : ABと水平面のなす角(下図参照)  <math>\delta</math> : 壁面摩擦角</p>   <p>盛土形状は、背面における地表面が水平な場合と盛土勾配がある場合について考慮している。なお、背面の高さ比 (<math>H_0/H</math>) は、次の通りである。</p>  <p><math>H_0/H \cdots \cdots 0</math> (水平) 0.25, 0.75, 1.0</p>	種別	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )	コンクリート	無筋	23	鉄筋	24.5	裏込め土の種類	標準設計での呼称	せん断抵抗角 $\phi$ (度)	単位体積重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )	砂礫土	C 1	35	20	砂質土	C 2	30	19	粘性土 (ただし、 $W_L < 50\%$ )	C 3	25	18		土と土	土とコンクリート	常時	$\delta = \beta$	$\delta = 2/3 \phi$	地震時	載荷重を含めない常時土圧を準用	
種別	単位体積重量 (kN/m <sup>3</sup> )																																
コンクリート	無筋	23																															
	鉄筋	24.5																															
裏込め土の種類	標準設計での呼称	せん断抵抗角 $\phi$ (度)	単位体積重量 $\gamma$ (kN/m <sup>3</sup> )																														
砂礫土	C 1	35	20																														
砂質土	C 2	30	19																														
粘性土 (ただし、 $W_L < 50\%$ )	C 3	25	18																														
	土と土	土とコンクリート																															
常時	$\delta = \beta$	$\delta = 2/3 \phi$																															
地震時	載荷重を含めない常時土圧を準用																																
4) 設計水平震度	設計水平震度が $k_h=0.15$ 以下の場合に適用できる。																																

設計条件項目	内 容																									
(4) 基礎地盤条件	<p>1) 基礎形式 直接基礎とした。</p> <p>2) 許容支持力度 地盤の許容支持力度は、以下のとおりである。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>形式</th> <th>許容支持力度 <math>q_a</math> (kN/m<sup>2</sup>)</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>もたれ式</td> <td>300</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>小型重力式 重力式</td> <td>200 注)</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>逆T型 L型</td> <td>300</td> <td>地震時は 450 kN/m<sup>2</sup></td> </tr> </tbody> </table> <p>注) 擁壁高さが2.5m以上で、かつ、支持地盤が中位な砂質地盤(N値20~30)の場合には、擁壁高さの0.2倍以上の根入れ深さを確保することが望ましい。</p> <p>3) 滑動摩擦係数 <math>\mu = 0.6</math>である。ただし、もたれ式擁壁で岩基礎の場合は <math>\mu = 0.7</math>、また、小型重力式、重力式においては、<math>\mu = 0.5</math>と0.6の両ケースに対して適用できる。</p>	形式	許容支持力度 $q_a$ (kN/m <sup>2</sup> )	備考	もたれ式	300	—	小型重力式 重力式	200 注)	—	逆T型 L型	300	地震時は 450 kN/m <sup>2</sup>													
形式	許容支持力度 $q_a$ (kN/m <sup>2</sup> )	備考																								
もたれ式	300	—																								
小型重力式 重力式	200 注)	—																								
逆T型 L型	300	地震時は 450 kN/m <sup>2</sup>																								
(5) 安定条件	<p>安定条件に対する許容値は以下のとおりである。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">安定計算</th> <th colspan="2">許容値</th> </tr> <tr> <th>常時</th> <th>地震時</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>転倒に対して</td> <td><math> e  \leq \frac{B}{6}</math> (m)</td> <td><math> e  \leq \frac{B}{3}</math> (m)</td> </tr> <tr> <td>支持に対して</td> <td><math>q \leq q_a</math> (kN/m<sup>2</sup>)</td> <td><math>q \leq 1.5 q_a</math> (kN/m<sup>2</sup>)</td> </tr> <tr> <td>活動に対して</td> <td>FS <math>\geq 1.5</math></td> <td>FS <math>\geq 1.2</math></td> </tr> </tbody> </table> <p>(B: 底版幅)</p>	安定計算	許容値		常時	地震時	転倒に対して	$ e  \leq \frac{B}{6}$ (m)	$ e  \leq \frac{B}{3}$ (m)	支持に対して	$q \leq q_a$ (kN/m <sup>2</sup> )	$q \leq 1.5 q_a$ (kN/m <sup>2</sup> )	活動に対して	FS $\geq 1.5$	FS $\geq 1.2$											
安定計算	許容値																									
	常時	地震時																								
転倒に対して	$ e  \leq \frac{B}{6}$ (m)	$ e  \leq \frac{B}{3}$ (m)																								
支持に対して	$q \leq q_a$ (kN/m <sup>2</sup> )	$q \leq 1.5 q_a$ (kN/m <sup>2</sup> )																								
活動に対して	FS $\geq 1.5$	FS $\geq 1.2$																								
(6) 材料規格	<p>材料規格は以下のとおりである。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>種別</th> <th>規格</th> <th>適用</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">コンクリートの 設計基準強度</td> <td><math>\sigma_{ck} = 18</math> N/mm<sup>2</sup></td> <td>無筋コンクリート構造</td> </tr> <tr> <td><math>\sigma_{ck} = 24</math> N/mm<sup>2</sup></td> <td>鉄筋コンクリート構造</td> </tr> <tr> <td>鉄筋</td> <td>SD345</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	種別	規格	適用	コンクリートの 設計基準強度	$\sigma_{ck} = 18$ N/mm <sup>2</sup>	無筋コンクリート構造	$\sigma_{ck} = 24$ N/mm <sup>2</sup>	鉄筋コンクリート構造	鉄筋	SD345															
種別	規格	適用																								
コンクリートの 設計基準強度	$\sigma_{ck} = 18$ N/mm <sup>2</sup>	無筋コンクリート構造																								
	$\sigma_{ck} = 24$ N/mm <sup>2</sup>	鉄筋コンクリート構造																								
鉄筋	SD345																									
(7) 許容応力度	<p>材料の許容応力度は以下のとおりである。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">種別</th> <th colspan="3">許容応力度 (N/mm<sup>2</sup>)</th> </tr> <tr> <th>曲げ引張応力度 <math>\sigma_{sa}</math></th> <th>圧縮応力度 <math>\sigma_{sa}</math></th> <th>せん断応力度 <math>\tau_{a1}</math> 注1)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>無筋コンクリート</td> <td>0.225</td> <td>4.5</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>鉄筋コンクリート</td> <td>—</td> <td>8</td> <td>0.39</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">鉄筋 (SD345)</td> <td>常時</td> <td>160 注2)</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>地震時 基本値</td> <td>200</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>重ね継手 長の算定</td> <td>200</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p>注1) コンクリートの平均せん断応力度 注2) 標準設計では、不特定の施工場所を対象とせざるを得ないため鉄筋の引張り応力度は厳しい環境下の部材とした。</p>	種別	許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )			曲げ引張応力度 $\sigma_{sa}$	圧縮応力度 $\sigma_{sa}$	せん断応力度 $\tau_{a1}$ 注1)	無筋コンクリート	0.225	4.5	0.33	鉄筋コンクリート	—	8	0.39	鉄筋 (SD345)	常時	160 注2)	—	地震時 基本値	200	—	重ね継手 長の算定	200	—
種別	許容応力度 (N/mm <sup>2</sup> )																									
	曲げ引張応力度 $\sigma_{sa}$	圧縮応力度 $\sigma_{sa}$	せん断応力度 $\tau_{a1}$ 注1)																							
無筋コンクリート	0.225	4.5	0.33																							
鉄筋コンクリート	—	8	0.39																							
鉄筋 (SD345)	常時	160 注2)	—																							
	地震時 基本値	200	—																							
	重ね継手 長の算定	200	—																							

### 3. 重力式擁壁の設計フロー

#### (1) 小型重力式擁壁

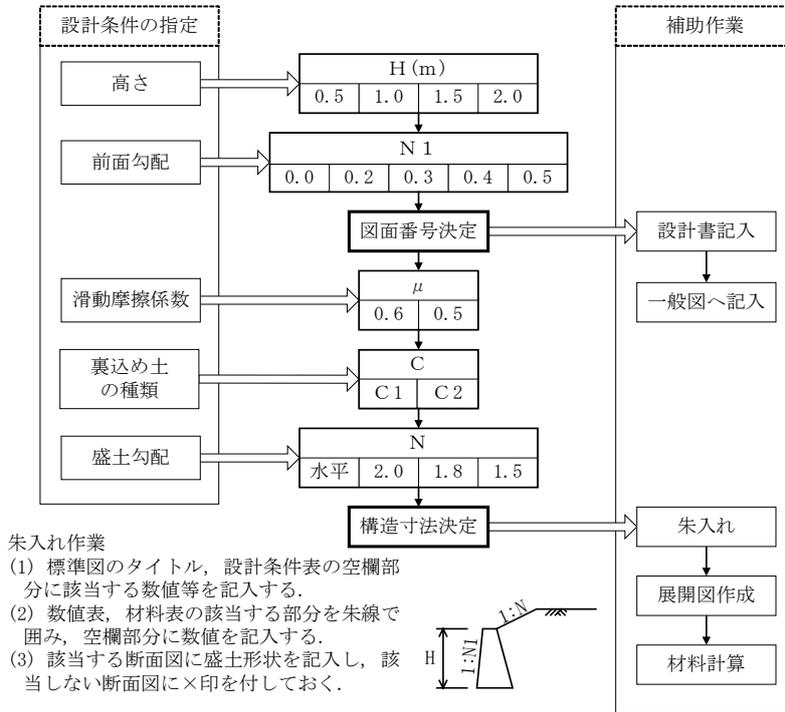


図-5.8.2 小型重力式擁壁の設計フロー

#### (2) 重力式擁壁

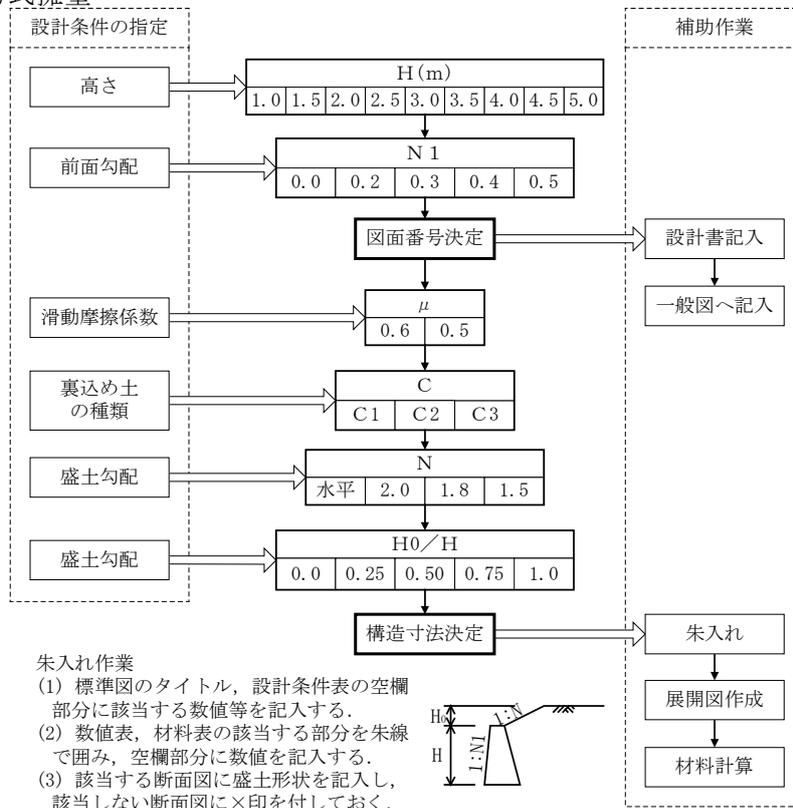


図-5.8.3 重力式擁壁の設計フロー

## 資料－〇三 擁壁の修景

### 1. 一般事項

- (1) 擁壁は目立ちやすい構造物であるため、周辺景観と調和し、かつ擁壁の持つ冷たい印象や圧迫感をできるだけ和らげるような景観上の配慮が必要である。
- (2) コンクリート擁壁を用いる場合には、必要に応じて表面処理等による修景処理が有効となる場合がある。
- (3) 擁壁の前面に植栽スペースを取り込んだ計画とする等、植栽による修景もあわせて検討することが望ましい。

### 2. 表面処理

#### (1) 表面処理の考え方

表面処理の効果はそれを見る人（視点）と面との距離（識別距離）や見る人の動く速さにより異なる。したがってこれらの要素を十分に考慮して、表面処理の方法を検討する必要がある。

#### (2) 表面処理の手法

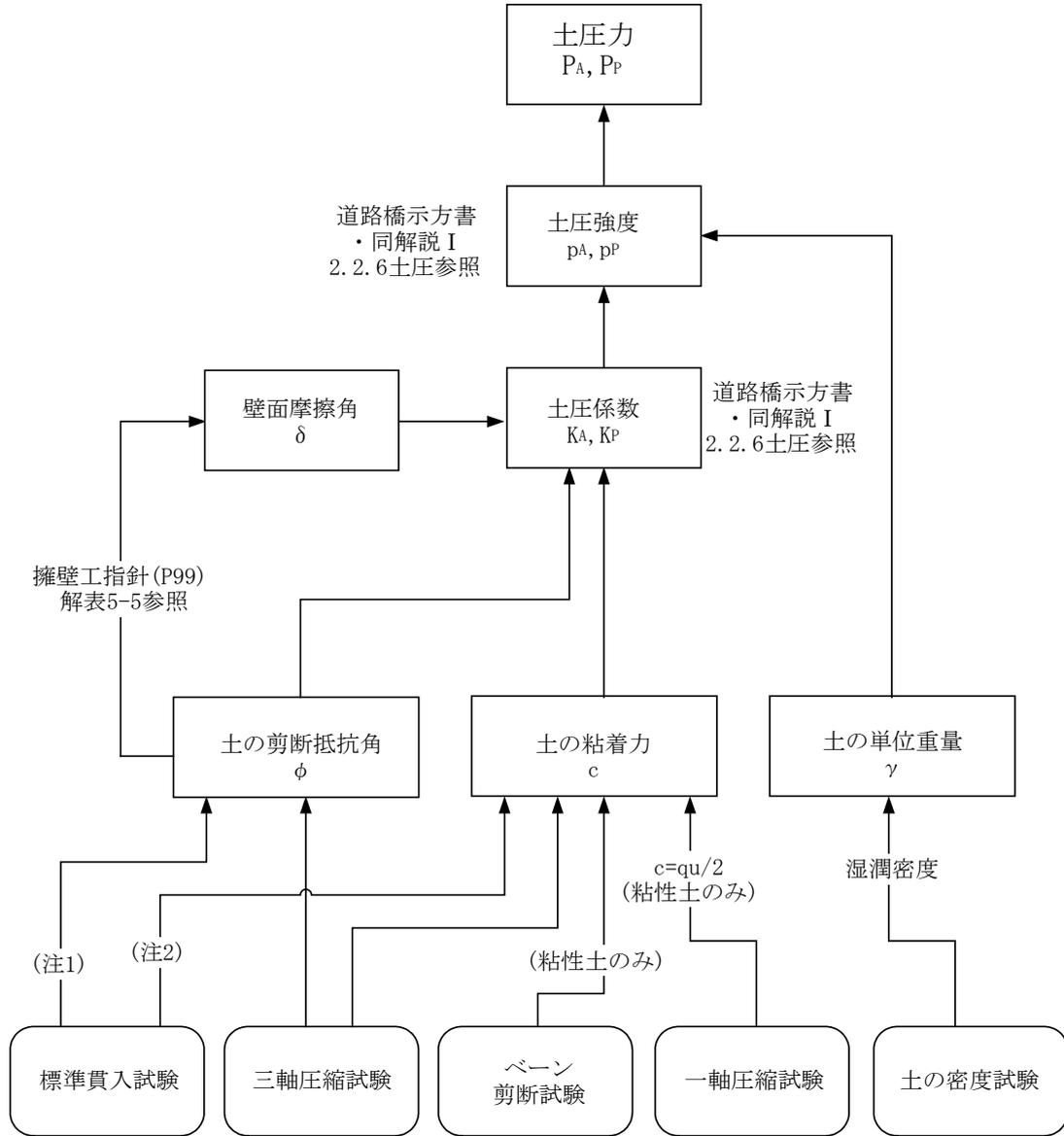
手法の選択にあたっては、擁壁の設置場所、視点の種類に留意するとともに、周辺景観とも調和するよう考える必要がある。表面処理の手法例を、表－5.8.3に示す。

表-5.8.3 コンクリートの表面処理手法

手 法	特 徴
(a) 吹付仕上げ	コンクリート面にモルタル，樹脂塗料，セラカット（セラミックスの小破片等を吹付けて，表面をざらざら，または凹凸面としたもの）．
(b) はつり仕上げ	コンクリート表面をはつる（チップング）ことにより，表面に凹凸をつけ，その陰影によってコンクリート平滑面の白く光る印象を和らげる方法である．上段(a)の吹付仕上げより，よりきめの粗いテクスチャーが得られる．
(c) 洗い出し 仕上げ	未硬化のコンクリートの表面をブラシ等で洗い出すことにより骨材を露出させ，骨材による凹凸のあるテクスチャーが得られる．
(d) 型わくによる 表面仕上げ	上段の(a)，(b)，(c)は，コンクリートを平滑に仕上げた後での処理であるのに対し，これは当初から型わくに凹凸をつけておき，コンクリートの仕上面を凹凸にする方法であり，(a)，(b)，(c)では得られない大きな規模の表面処理が可能である．例えば，縦縞仕上げ，横縞仕上げ等がこれに相当し，識別効果を考慮して幅数cm～数十cm，深さ3cm～10cm程度の規模で縞目を入れることが多い．（浮かせ打ち上げといわれる．）また，特殊型わくを用いた変化にとんだ処理も可能である．（合成ゴム樹脂型わく等を用い，はつり面を忠実に写しとって縞仕上げと組み合わせたり，石積み風の壁面テクチャーをつくる等）
(e) 裏面排水 処理工	景観に配慮される構造物においては水抜パイプからの湧水の垂れが縦のスリット等の工夫により目立なく処理する方法もある．
(f) 膨張目地	施工後目地の腐食による隙間や壁面の押し出しが目立つケースがあるので，景観に配慮する必要がある場合の膨張目地については，使用する素材の性質を十分理解して採択する必要がある．
(g) 化粧目地	コンクリートは施工上どうしても打ち継ぎ目が避けられないため，打ち継ぎ目には積極的に目地を設けることになっている．建築の分野等ではこの目地を積極的に活し，見ばえをよくした化粧目地が一般化しているが，巨大な壁面に対してはこの化粧目地をうまく用いて，壁面を格子状あるいは横線で区画することによって，単調になりがちな壁面の印象を引き締めることができる．
(h) タイル類の 張り付け	コンクリートの表面に別の材料を張り付けることによって，その材料の素材としてテクスチャーと色彩を利用して面の印象をコントロールする方法である．張り付ける材料には，自然石，レンガタイル等がよく用いられるが，まれには木材等も用られる．

資料－〇４ 擁壁設計に用いる設計定数の求め方（フロー）

(1)土圧力の計算



(注1) : 「地盤調査法」地盤工学会(H7.9)第6編第2章標準貫入試験2.4.2(1)参照  
 (注2) : " " " " " " 2.4.2(2)参照

図－5.8.4 土圧力の計算

(2) 許容鉛直支持力および許容鉛直支持力度の計算

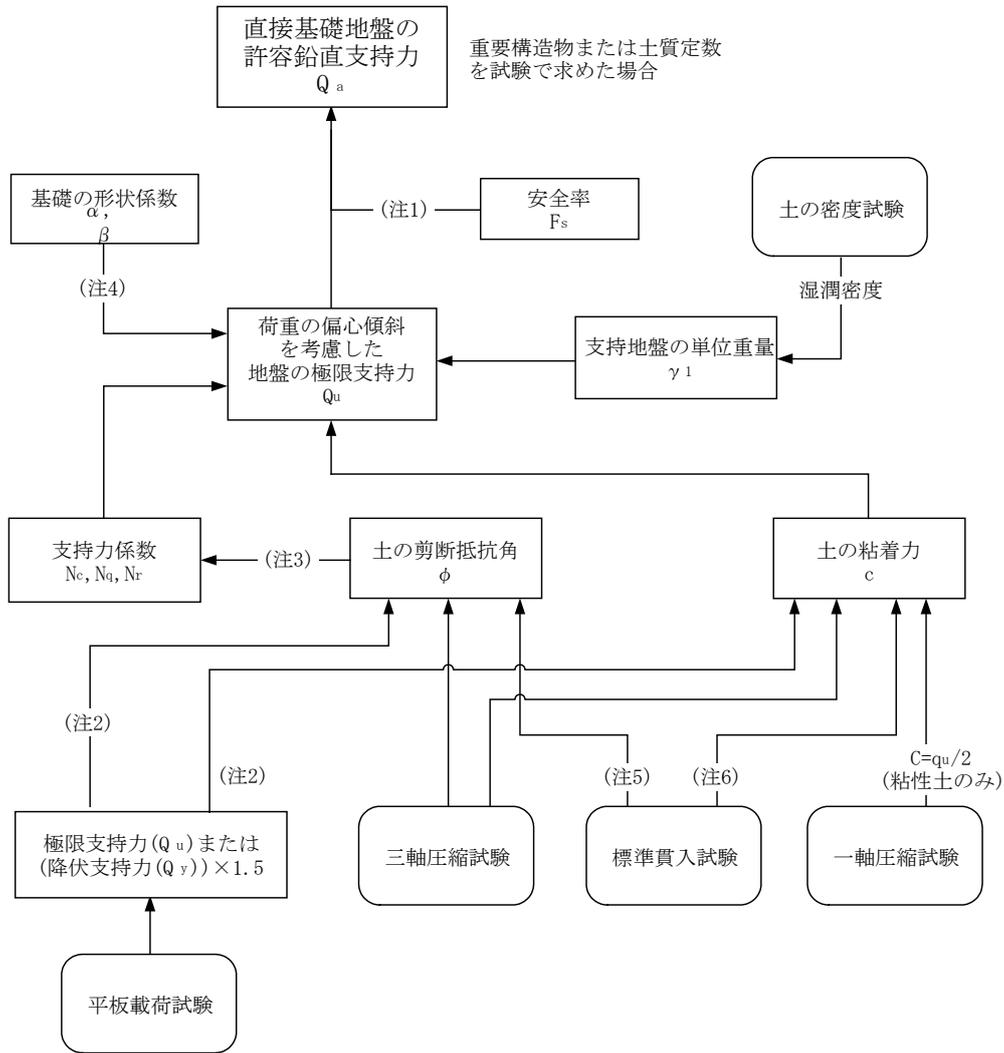


図-5.8.5 直接基礎地盤の許容鉛直支持力

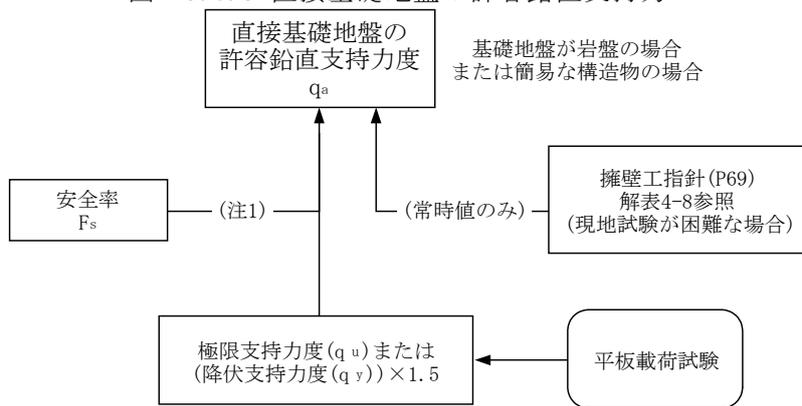
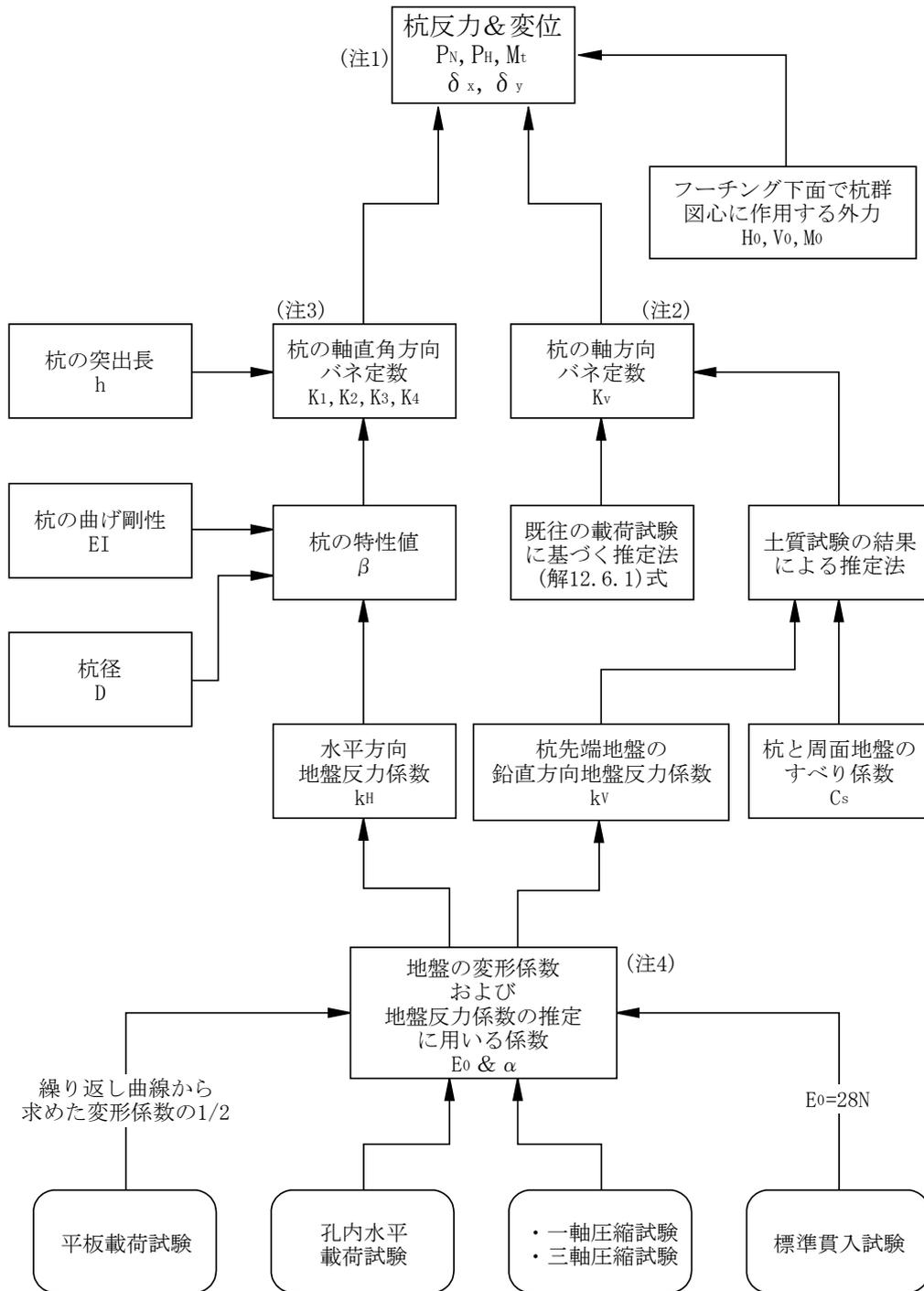


図-5.8.6 直接基礎地盤の許容鉛直支持力度

- (注1) 道路橋示方書・同解説IV (H24) 「10.3.1基礎底面地盤の許容鉛直支持力」参照
- (注2) " (解10.3.6)式参照
- (注3) " (図-解10.3.1~10.3.3)参照
- (注4) " (表-解10.3.3)参照
- (注5) 「地盤調査法」地盤工学会 (H7.9) 第6編第2章標準貫入試験2.4.2(1)参照
- (注6) " 2.4.2(2)参照

(3) 杭反力および変位の計算



(注1) 道路橋示方書・同解説IV 下部構造編 (H24) 「12.7杭反力および変位の計算」 参照

(注2) " " 「12.6.1杭の軸方向バネ定数」 参照

(注3) " " 「12.6.2杭の軸直角方向バネ定数」 参照

(注4) " " 「9.6.2地盤反力係数」 (表-解9.6.1) 参照

図-5.8.7 杭反力および変位