

第 5 章 擁 壁 工

第 1 節 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
平成8年制定 コンクリート標準示方書		
設計編	H 8. 3	土木学会
"	"	"
施工編	H 8. 3	"
平成11年版 コンクリート標準示方書	H12. 1	"
" 施工編 - 耐久性照査型 -		
土木構造物設計マニュアル(案)	H11.11	建設省
- 土工構造物・橋梁編 -		
道路土工 擁壁工指針	H11. 3	日本道路協会
道路土工 土質調査法	S 61.11	"
防護柵設置基準・同解説	H10.11	"
車両用防護柵標準仕様・同解説	H11. 3	"
杭基礎設計便覧	H 4.10	"
杭基礎施工便覧	H 4.10	"
道路橋示方書・同解説	H 8.12	"
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	H 8.12	"
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	"
E P S 工法：発砲スチロール (E P S) を	H 5. 2	発砲スチロール土木工法
用いた超軽量盛土工法		開発機構編・理工図書
補強土 (テールアルメ) 壁工法	H11.12	土木研究センター
設計・施工マニュアル		
ジオテキスタイルを用いた補強土の	H12. 2	"
設計・施工マニュアル		

第 2 節 分 類

擁壁は、主要部材の材料、形状および力学的特性から、コンクリート擁壁、補強土擁壁およびその他の特殊な擁壁に分類する。

分類については、「道路土工 - 擁壁工指針 (1-2-2 分類)」を参照する。

図 - 5.2.1に擁壁の分類を示す。

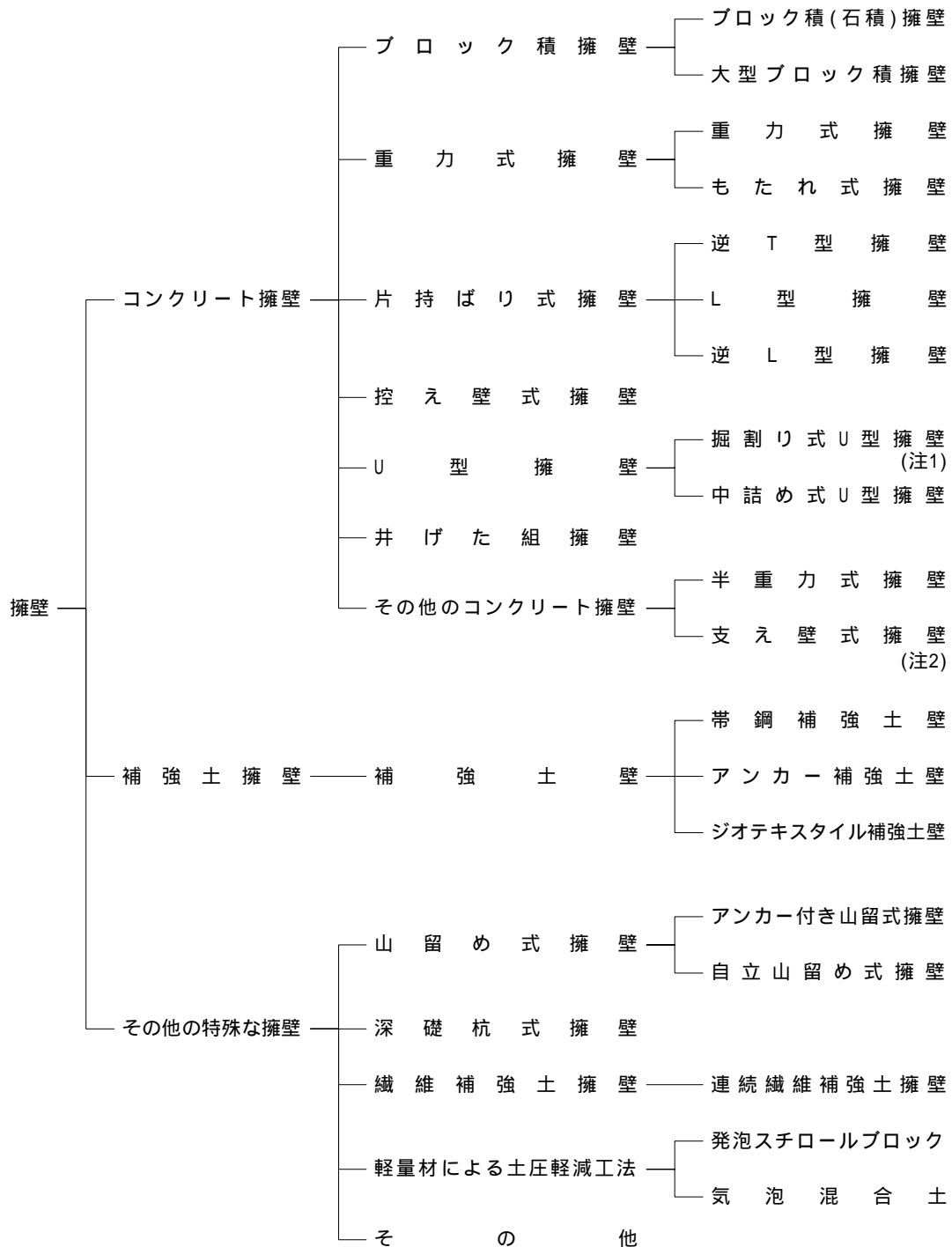


図 - 5.2.1 擁壁の分類

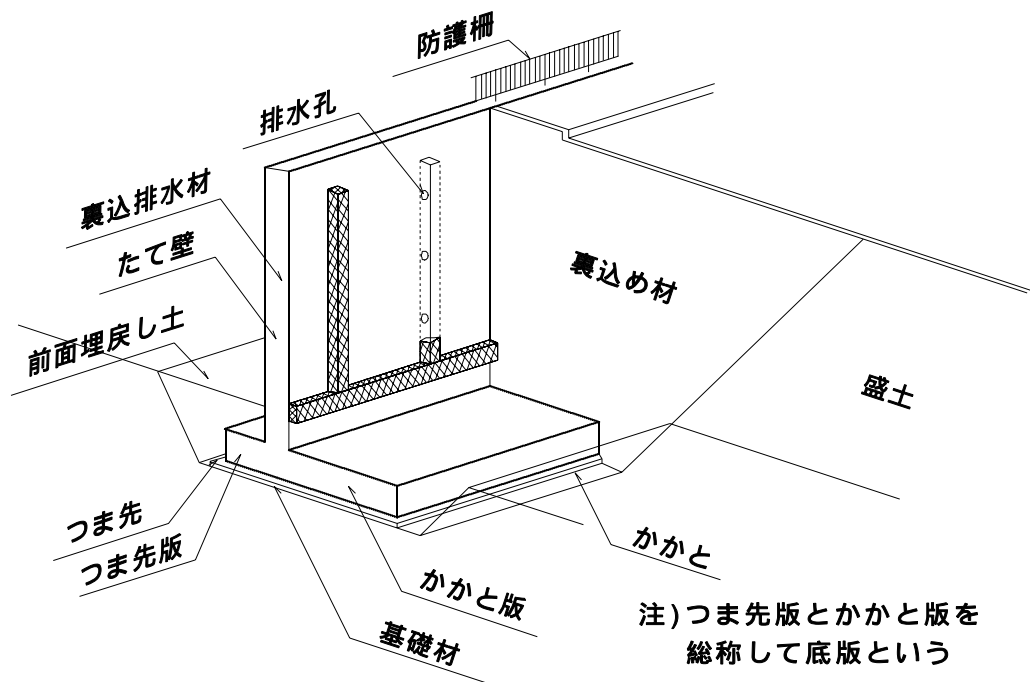


図 - 5.2.2 擁壁各部の名称(片持ちばり式擁壁の例)

(注1) 掘割式，中詰式ともに交差点の立体交差点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．

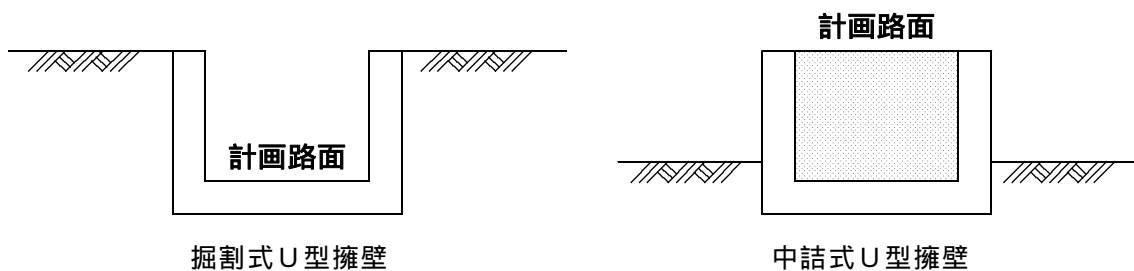


図 - 5.2.3 U型擁壁(掘割式と中詰式)

(注2) 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．

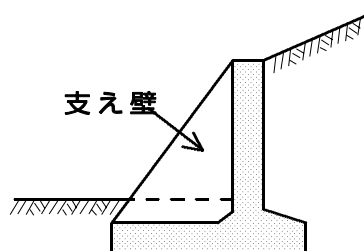


図 - 5.2.4 支え壁式擁壁

第 3 節 設計計画

3.1 基本方針

擁壁の設計計画に当たっては、道路の全体計画、道路設計とあわせて検討し、設計施工・維持管理に適し、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。

基本方針については、「道路土工 - 擁壁工指針 (1-3-1 基本方針)」を参照する。

1) 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
- (c) 周辺構造物との相互影響
- (d) 施工条件
- (e) 安定性・防災性
- (f) 景観への配慮
- (g) 経済性

2) 擁壁を計画する場合の一般的な手順を図 - 5.3.1 に示す。

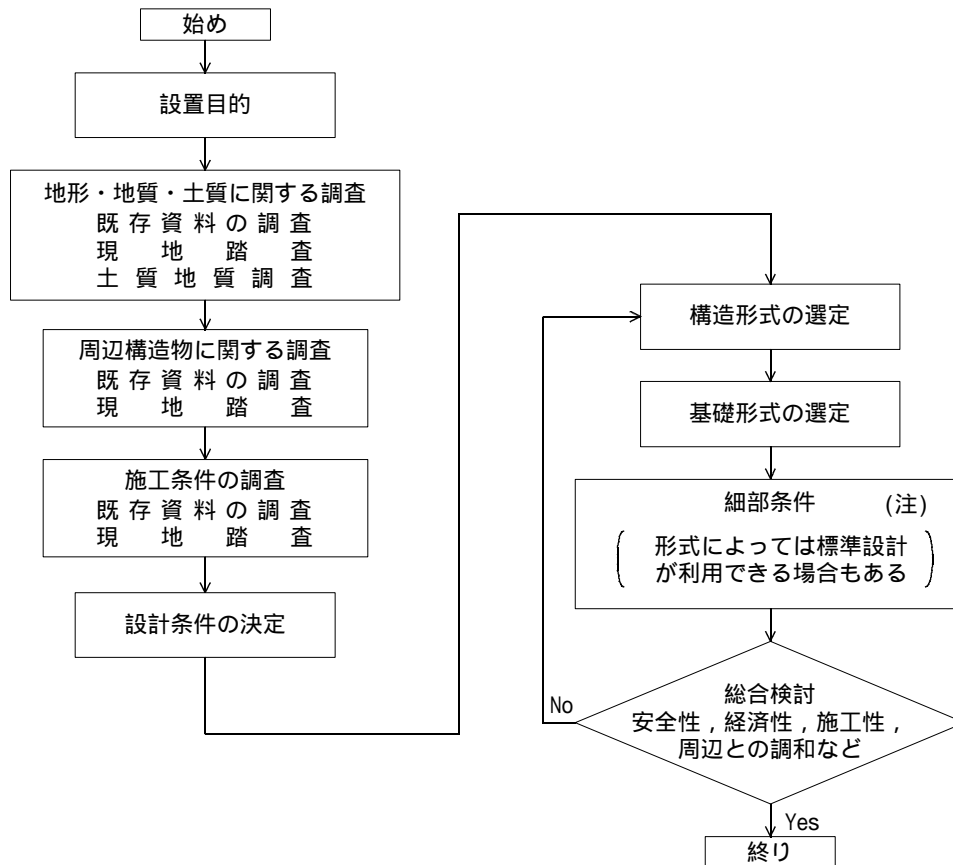


図 - 5.3.1 擁壁計画の流れ

(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．

3.2 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)」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(4.3 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．

3.3 調査

3.3.1 調査の基本方針および調査・検討事項

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．

構造形式，基礎形式の選定にあたっては，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，土質に関する調査，検討
 - (a) 表層の性状および傾斜など
 - (b) 支持地盤の位置や傾斜，支持力および背面盛土荷重による地盤の安定など

- (c) 地下水および湧水などの有無，水位，水量および凍上の有無など
- (d) 地盤の変形特性（圧密沈下，地震時の液状化など）
- (e) 盛土，裏込め土の性質（土の分類，単位体積重量，せん断抵抗角など）

2) 周辺構造物に対する調査，検討

- (a) 基礎の根入れ深さ
- (b) 基礎形式
- (c) 荷重の相互影響
- (d) 変状
- (e) 景観への配慮

3) 施工条件の調査，検討

- (a) 既設構造物および埋設物の調査と，これによる施工上の制約条件
- (b) 施工中の仮排水の方法
- (c) 作業空間
- (d) 資材の搬入，輸送，仮置き方法
- (e) 騒音，振動などの規制状況およびその対策
- (f) 施工時期，工程，使用機械
- (g) 施工中の安全対策（第三者および施工者）

3.3.2 土質・地盤調査項目

踏査および既存の資料を検討することにより，構造物設置箇所の地形・地質を把握し，構造物の形状寸法基礎形式の概要を定める．この想定された形式に応じて調査計画を立て必要な土質調査を行わなければならない．

この場合の土質調査の項目としては次のものがある．

- (1) 土圧などの計算に必要な設計定数を求める調査
- (2) 基礎支持力の計算に必要な設計定数を求める調査
- (3) 安定の検討に必要な設計定数を求める調査
- (4) 圧密沈下の検討に必要な設計定数を求める調査
- (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(1-4 土質・地盤調査)」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 - 土質調査指針」によるものとする．

表 - 5.3.1 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 - 5.3.1 擁壁設計における土質調査と設計諸定数

土質調査 注1)						原位置試験 注2)						調査頻度 注3)	
土圧等の計算		基礎支持力の計算		安定性の検討		沈下の検討		液状化の検討		基礎支持力の計算, 安定性の検討			
設計定数	土質試験名	設計定数	土質試験名	設計定数	土質試験名	設計定数	土質試験名	設計定数	土質試験名	設計定数	土質試験名		
単位体積重量	土の湿潤密度試験	せん断定数 c,	三軸圧縮試験 一軸圧縮試験 標準貫入試験 (N値より推定) など	せん断定数 c,	三軸圧縮試験 一軸圧縮試験 標準貫入試験 (N値より推定) など	自然含水比 w _n	含水比試験	N値	標準貫入試験	水平方向地盤 反力係数 (杭基礎の場合) k _H	孔内水平載荷試験 (一軸圧縮または三軸圧縮試験, 標準貫入試験による推定も可)	擁壁延長40 ~ 50m毎に1箇所程度	
せん断定数 c,	三軸圧縮試験 一軸圧縮試験 標準貫入試験 (N値より推定) など	許容支持力度 q _a	地盤材料の工学的分類のための土質試験(土の分類を利用して推定): 土粒子の比重試験 含水量試験 粒度試験 液性限界・塑性限界試験	粘着力 c	一軸圧縮試験 標準貫入試験 (N値より推定) など	コンシステ ンシー指数 w _L w _p	液性限界・ 塑性限界試験	粒径加積曲線	粒度試験	土の湿潤 密度試験	平板載荷試験 (直接基礎の場合) Q _u		
土圧係数 K _A , K _P	地盤材料の工学的分類のための土質試験(土の分類を利用して推定): 土粒子の比重試験 含水量試験 粒度試験 液性限界・塑性限界試験			単位体積重量	土の湿潤 密度試験	圧縮指数 C _c	圧密試験	圧縮係数 c _v	体積圧縮係数 m _v				単位体積重量
				土の電気・ 化学試験 注5)	pH	pH試験	圧密降伏応力 p _c	e-logp 曲線	変形係数 E ₅₀			一軸圧縮試験 三軸圧縮試験	
			可溶性塩類 の濃度	塩化物含有量 試験 硫酸塩含有量 試験	ポアソン比								

注1) これらの土質試験は主にボーリングによる不攪乱試料のサンプリングによって行われるが、地形地質が特に複雑な場合は土層の強度に関する成層状態などを確認するためボーリング孔の中間位置でサウンディングを実施することもある。

注2) 地下水位、地表高(標高)の測定を実施すること。

注3) 調査はできるかぎり段階的に進めることが望ましく、その結果地形地質などに特に変化がある場合には、それぞれの間位置でも実施する。

注4) せん断定数(c,)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5) 補強土壁では、補強材の耐久性を検討するために盛土材料の電気化学的性質に関する試験を実施することがある。

注6) 土質試験より設計定数を求める手順は、「参考資料 - 0 5 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。

3.3.3 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、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。

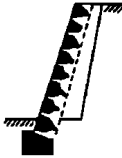
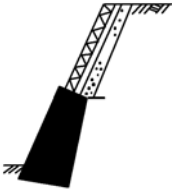



構造高が8mを超える擁壁については地震の検討を加える必要があり、支持地盤の経験的な許容支持力度については常時値しか与えられていないことなどから、土質調査を実施し設計諸定数を定めなければならない。




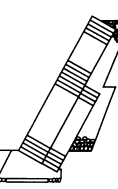

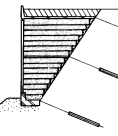
3.4 構造形式の選定

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 - 5.3.2 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 - 5.3.2 構造形式選定上の目安

種類	形状	一般的な適用高さ	特徴	採用上の留意点
ブロック積 (石積)擁壁		<ul style="list-style-type: none"> ・5m以下 (局部的には安定計算を行い7mまで) ・大型ブロック積の場合15m程度 	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・のり面下部の小規模崩壊防止、のり面保護 ・耐震性に劣る 	<ul style="list-style-type: none"> ・土圧の小さい場合に適用 ・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)
混合擁壁		<ul style="list-style-type: none"> ・ブロック積(上段) 5.0m以下 ・コンクリート擁壁(下段) 1.0~3.0m以下 	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・床付高さの変化に適應容易 	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・土圧の小さい場合に適用 ・県基準を遵守
重力式擁壁		<ul style="list-style-type: none"> ・5m程度以下 	<ul style="list-style-type: none"> ・自重により水平荷重に抵抗 ・施工が容易 ・床付高さの変化に適應容易 	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎地盤の良い場合に適用 (底面反力：大) ・くい基礎となる場合は不適 ・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
もたれ式擁壁		<ul style="list-style-type: none"> ・10m程度以下が多い ・15m程度まで用いられた例はある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・山岳道路の拡幅などに有利 ・地山や裏込め土に支えられ自重により土圧に抵抗 	<ul style="list-style-type: none"> ・基礎地盤の堅固な場所が採用条件 ・自立しないので施工上注意
片持ばり式擁壁 [逆T型 L型]		<ul style="list-style-type: none"> ・3m ~ 10m程度 	<ul style="list-style-type: none"> ・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) ・水平荷重に対して壁が片持ばりとして抵抗 	<ul style="list-style-type: none"> ・杭基礎が必要な場合にも適用可能 ・プレキャスト製品も多々ある。

種 類	形 状	一般的な適用高さ	特 徴	採用上の留意点
控え壁式擁壁		・10m程度以上	<ul style="list-style-type: none"> ・たて壁および底版は控え壁で支持 ・躯体のコンクリート量は片持ばり式擁壁に比べ少 	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・杭基礎が必要な場合にも適用可能
U型擁壁		—	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・側壁間にストラットを設け擁壁高を上げることが可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・排水施設を必要とする場合が多い
プレキャスト擁壁		・1~4m程度が多い	<ul style="list-style-type: none"> ・施工の省力化、工期短縮 ・現地への搬入条件に左右される ・地形の変化に対応不適 	<ul style="list-style-type: none"> ・ブロック相互の連結部に注意
井げた組擁壁		・15m程度以下	<ul style="list-style-type: none"> ・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。 ・透水性に優れる。 ・変形に対してある程度追随する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・コンクリート部材は精度よく製造する必要あり。 ・自立しないため施工上注意 ・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。
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"> ・補強材により盛土自体を強化し壁体を形成 ・壁面前面に余裕のない場合に有利 ・現地への部材の搬入も比較的容易 ・基礎が小さい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・盛土材の選定に留意 ・補強材の定着長が必要 ・前面に水位がある場合は適用に当たって配慮 ・補強効果を発揮するためある程度の変形あり
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"> ・山岳地の道路拡幅に有効 ・現道の交通を確保しながら施工可能 ・材料が極めて軽量で施工性に優れる 	<ul style="list-style-type: none"> ・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 ・壁体自体の地震時慣性力を止めるため、アンカーが必要

3.5 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，直接基礎とくい基礎に分類される．擁壁の基礎形式は基礎地盤や背後の盛土と一体となって挙動する直接基礎が望ましい．したがって，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くい基礎が用いられる．

くい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-5.3.3に示す．

表 - 5.3.3 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	<p>一般的な直接基礎</p> <p>地盤面 支持層</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・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もっとも確実に経済的な形式である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・支持層下に軟弱層がないこと ・施工中の排水処理が可能であること ・洗掘の恐れがない、あるいはその対策が可能であること
	<p>置換え基礎 (a) 良質土による置換え基礎</p> <p>地盤面 2-3m 軟弱層 良質土に置き換える 支持層</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・支持地盤上の軟弱層を良質土に置換え、構造物の形状を小さくし、経済性を向上させる形式である。比較的小規模な構造物で採用される場合が多い。 ・上記と同様に地盤改良による置換え基礎がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・置換え範囲や支持力の確認など、安定性について十分な検討が必要である。 ・地盤改良の範囲や支持力の確認など、安定性について十分な検討が必要である。 ・支持層下に軟弱層がないこと
	<p>(b) コンクリートによる置換え基礎</p> <p>地盤面 地盤 コンクリートに置き換える</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・支持地盤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などに採用される。 	<ul style="list-style-type: none"> ・施工中の排水処理が可能であること ・洗掘の恐れがない、あるいはその対策が可能であること
杭 基 礎	<p>既製杭</p> <p>地盤面 既製杭 支持層</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・杭種は、RC杭、PHC杭、鋼管杭などがある。 ・工法としては、打撃工法、中掘り工法などがある。 ・支持層があまり深くなく、支持面の起伏も少なく、作用荷重が中位な場合は、RC杭およびPHC杭が適している。 ・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などは、鋼管杭が適している。 	<ul style="list-style-type: none"> ・支持層が非常に深い場合は、摩擦杭の検討も必要である。 ・製品により、径や長さが限定される場合がある。 ・施工時に発生する騒音や振動などに注意を要する。 ・運搬、取扱いに注意する必要がある。
	<p>場所打ち杭</p> <p>地盤面 場所打ち杭 支持層</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・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または傾斜している、作用荷重が大きい場合など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。 ・掘削工法としてはオールケーシング工法、リバース工法、アースドリル工法、深礎工法などがある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・支持層が非常に深い場合は、摩擦杭の検討も必要である。 ・被圧地下水などの地下水の状態に注意する必要がある。 ・掘削深さ、中間層の状態などにより工法を選定する必要がある。 ・掘削土や廃泥水の処理に注意を要する。

3.6 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 - 河川・砂防編」(山梨県土木部)に準ずる。

第 4 節 荷重

4 . 1 荷重の種類

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．

- (a) 自重
- (b) 載荷重
- (c) 土圧
- (d) 地震の影響
- (e) 水圧および浮力
- (f) 風荷重
- (g) 衝突荷重

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．

各荷重の詳細については，「道路土工 - 擁壁工指針 (1-5 荷重)」を参照する．

4 . 1 . 1 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/m² (1.0 tf/m²)
- (2) 群集荷重 3.5 kN/m² (0.35 tf/m²)

4 . 1 . 2 地震の影響

- (1) 高さ8m以上の擁壁は，地震の影響を考慮しなければならない．
- (2) 高さ8m未満の擁壁についても，次の場合には地震の影響を考慮するものとする．
 - (a) 万一崩壊すると隣接する施設等に重大な損害を与える場合や，迂回路がなく交流が出来なくなる場合
 - (b) 万一崩壊すると復旧に長時間を要し，道路機能を著しく阻害する場合
- (3) 考慮する設計地震動のレベルは中規模地震対応を原則とする．
ただし，上記(a)かつ(b)の条件に該当し，さらにきわめて重要な二次的被害の発生する恐れのある場合には大規模地震対応とする．
- (4) 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．

表 - 5.4.1 地震時の安定検討における設計地震動

重要度	復旧の難易度	
	困 難	容 易
重 要	耐震検討を行う 中規模地震動対応 (ただし、きわめて重要な二次的 被害のおそれのあるものについ ては大規模地震動対応)	耐震検討を行う (中規模地震動対応)
その他	耐震検討を行う (中規模地震動対応)	耐震検討を行う 中規模地震動対応 (ただし、高さ 8 m 以下の擁壁の 場合は地震時の検討を省略でき る。)

注) 重要とは、万一崩壊すると隣接する施設等に重大な損害を与える場合や、迂回路がなく交流ができなくなる場合を判断の目安とする。

復旧の難易度が困難とは、万一崩壊すると復旧に長時間を要し、道路機能を著しく阻害する場合を判断の目安とする。

大規模地震動とは、供用期間中に発生する確率は低いが大きな強度をもつ激しい地震動を意味する。

中規模地震動とは、供用期間中に発生する確率は高い地震動を意味する。

地震の影響は、構造高、その構造物の重要度および復旧の難易度から決定する必要がある。したがって、擁壁を計画する場所についてこれらの項目を十分検討したうえで、地震の影響を考慮するか否か、また設計地震動のレベルを決定しなければならない。

4.1.3 土圧

<p>土圧は、擁壁の変位に応じて次の3種類を検討する。</p> <p>(1) 主働土圧 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。</p> <p>(2) 受働土圧 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。</p> <p>(3) 静止土圧 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。</p> <p>w_L : 液性限界</p>

土圧の詳細については、「道路土工 - 擁壁工指針(2-1-2 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。

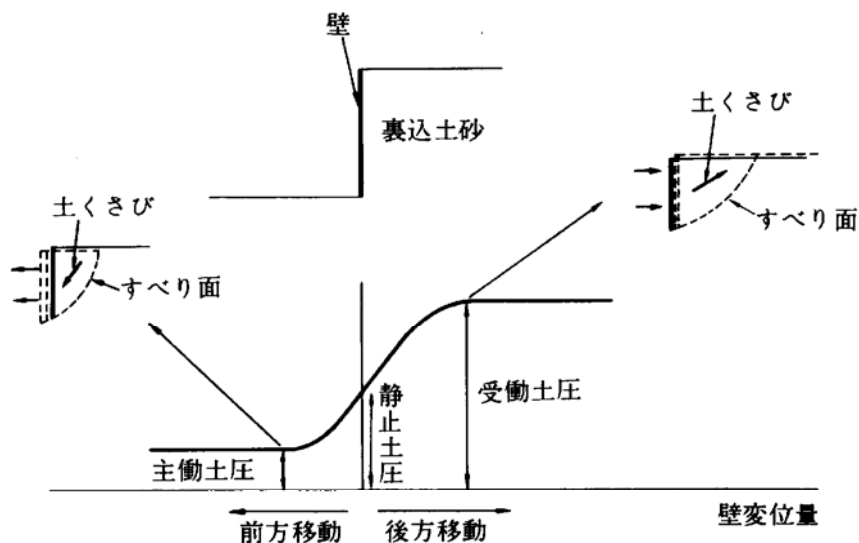


図 - 5.4.1 壁の移動と土圧

4.2 荷重の組合せ

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)

(b) 自重 + 土圧 + (水圧 + 浮力) + (風荷重 or 衝突荷重)

(c) 自重 + 地震の影響 + (水圧 + 浮力)

()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。

4.3 使用材料

4.3.1 土質材料

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。

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。

4.3.2 コンクリート

現場打ちコンクリートの設計基準強度は、鉄筋コンクリート部材 24N/mm^2 (240kgf/cm^2)、無筋コンクリート部材 18N/mm^2 (180kgf/cm^2)以上のものを用いることを原則とする。

この他二次製品などについては、「道路土工 - 擁壁工指針 (1-6-2 コンクリート)」を参照する。

4.3.3 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 (1-6-3 鋼材)」を参照する。

4.4 許容応力度

4.4.1 許容応力度

許容応力度は「道路土工 - 擁壁工指針 (1-7 許容応力度)」に準ずる。

4.4.2 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 (5.6 荷重の組合せによる許容応力度の割増し)」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 5 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2章 コンクリート擁壁)」を参照する。

5.1 設計の手順

コンクリート擁壁の設計手順は、一般に図 - 5.5.1に示すフローに従って行うものとする。

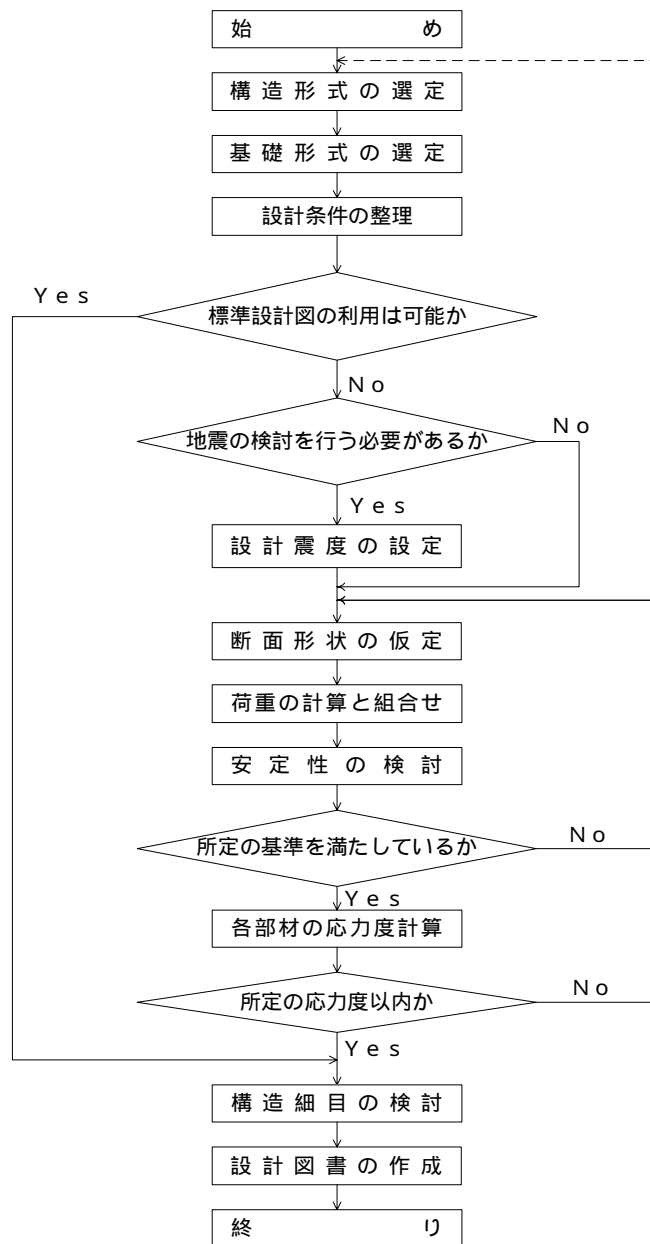


図 - 5.5.1 コンクリート擁壁の設計手順

5.2 安定に関する検討

(1) コンクリート擁壁の安定に関しては、以下の項目について検討を加え、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) 支持地盤の支持力に対する安定性
- (d) 背面盛土および基礎地盤を含む全体の安定性

(2) 安全値は、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) 滑動に対する安全率

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 ：擁壁に作用する合力の底版位置における底版中央からの
水平方向偏心距離

B ：底版幅

- (c) 支持地盤の支持力に対する安定

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) 軟弱層を含む地盤上や斜面上に擁壁を計画する場合は、これらの地盤を含む全体の安定を検討しなければならない。この時の安全値は、「道路土工 - 軟弱地盤対策工指針」および「道路土工 - のり面工・斜面安定工指針」によるものとする。

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(2-1-3 安定に対する検討)」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、「道路土工 - 擁壁工指針(1-4-2 設計諸定数の設定)」表1-6 支持地盤の種類と許容支持力度(常時値)を使用してもよい。なお、地質調査を行った場合には、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(8章 直接基礎の設計)」に準じ、底版に生ずる鉛直地盤反力が、基礎底面地盤の荷重の偏心傾斜を考慮して定めた許容鉛直支持力を超えないことを確認しなければならない。

5.3 躯体の設計

躯体の設計は「道路土工 - 擁壁工指針(2-2 躯体の設計)」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。

5.3.1 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コンクリートを設ける。裏込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 $18\text{N}/\text{mm}^2$ ($180\text{kgf}/\text{cm}^2$)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

今まで山梨県においては、切土部では裏込コンクリートを用いないことを慣例としてきたが、道路土工擁壁工指針および標準設計において河川護岸用を除く全てのブロック積に裏込コンクリートを設けることとなったため、これに準じるものとした。

(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)pp.72～82

5.3.2 混合擁壁

- (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。
- (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。
- (3) 「混合擁壁の取り扱いについて(通知)」道建第8-69号(平成元年9月12日)に準拠するものとする。

(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。

(3)について

使用条件を限定して安定計算を行っており、この条件に合致する場合は計算を行わずに使用することができる(参考資料-01 参照)。しかしながら、底面の滑动抵抗力を増すように底面に傾斜を設けているため滞水しやすく、施工管理および施工中の排水には特に留意する必要がある。

5.4 基礎工の設計

基礎工の設計は「道路土工 - 擁壁工指針(2-3 基礎工の設計)」に準ずる。

5.5 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(2-4 構造細目)」に準ずる。

5.5.1 水抜孔

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 (2-5-3(3)付属物)」を参照する。

2) ブロック積擁壁

- (a) 水抜孔は、硬質塩化ビニル管 (VP 50 mm) を用い、原則として 2.0m² 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 × 30cm × 3cm程度)を設置する。

5.5.2 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、伸縮目地および鉛直打継目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パーを設けるものとする(図 - 5.5.2)。

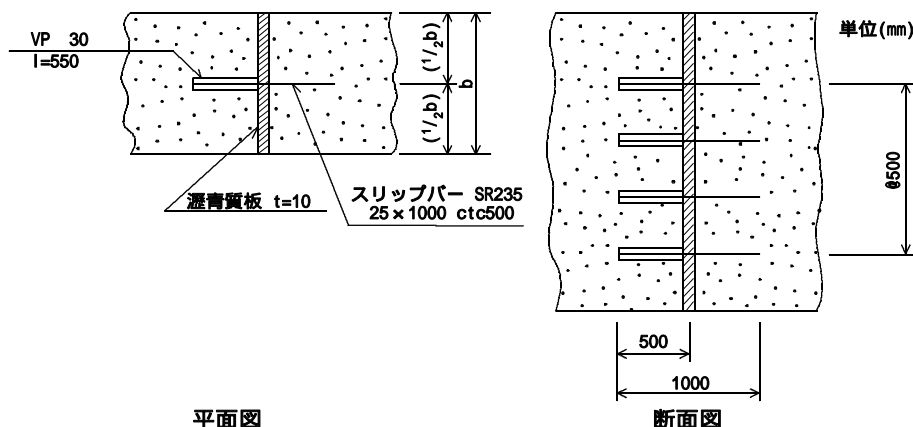


図 - 5.5.2 伸縮目地の構造例

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 - 5.5.3(a))。なお、スリッパ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) 鉛直打継目は 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 - 5.5.3(b))。なお、構造高が低く、基礎地盤が堅固な場合な

どは、この鉛直打継目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 30 m を超える場合は伸縮目地を設けるものとする。

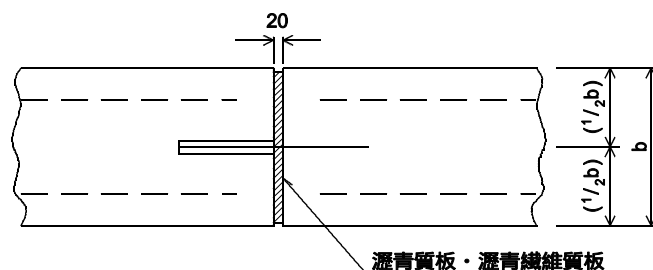


図 - 5.5.3(a) 伸縮目地の構造例

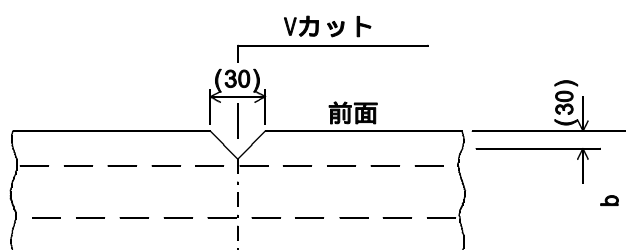


図 - 5.5.3(b) 鉛直打継目の構造例

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 - 5.5.4 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。

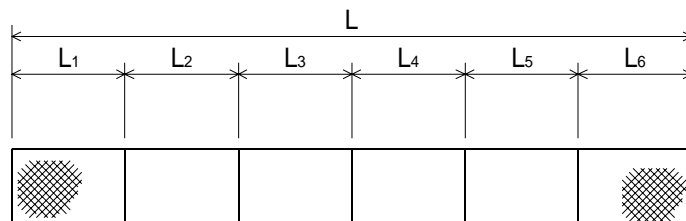


図 - 5.5.4 ブロック積展開図 表示例

(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。

5.5.3 根入れ

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。

1) ブロック積み擁壁

ブロック積擁壁の根入れは 30cm (ブロック1個) とする (図-5.5.5参照)。

2) 重力式擁壁

重力式擁壁の根入れは 50cm 程度確保する (図-5.5.6参照)。

3) その他の擁壁

(a) 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．

(b) 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．

5.5.4 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) 裏込材は碎石（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 - 5.5.5 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．

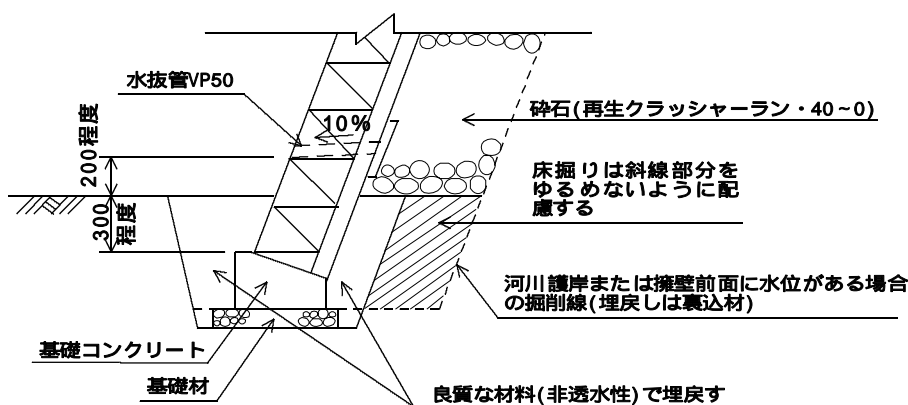


図 - 5.5.5 ブロック積基礎部標準図

2) 重力式擁壁

裏込材は碎石（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．

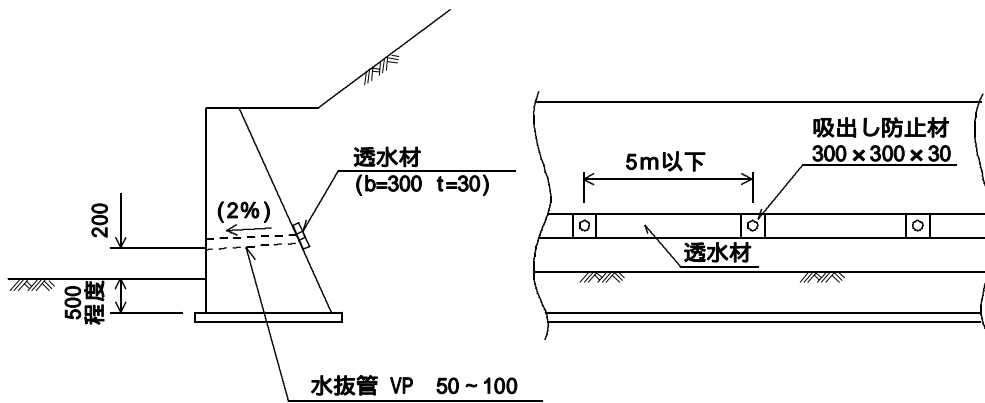


図 - 5.5.6 背面土の透水性がよい場合の例

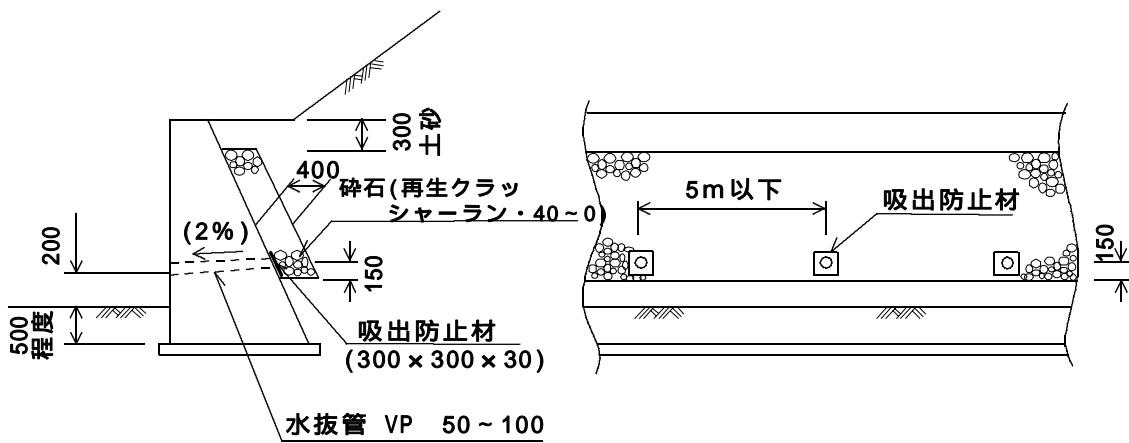


図 - 5.5.7 背面土の透水性が悪い場合の例

3) 片持ちばり式擁壁

重力式擁壁に準ずる (図 - 5.5.8 参照)。

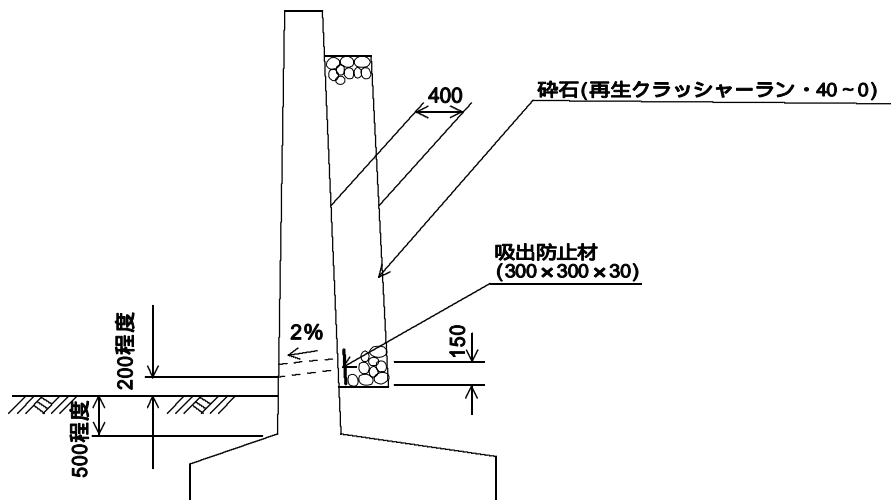


図 - 5.5.8 片持ちばり式擁壁裏込工の例

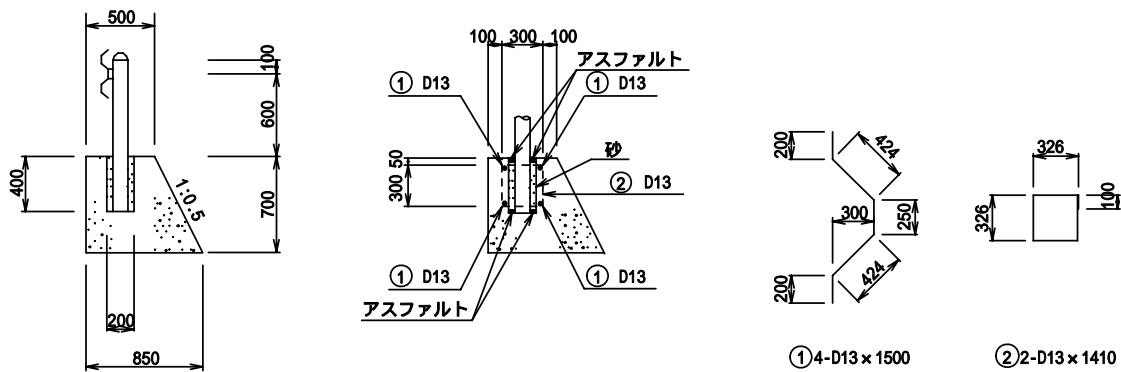
5.5.5 防護柵の設置

擁壁天端に設ける防護柵は自動車の衝突荷重にも充分耐えるものでなければならない。

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11年3月 - 社団法人 日本道路協会 - pp.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 - 5.5.9 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。



数量表

10.0m当り

名称	規格寸法	単位	数量	摘要
コンクリート	18-8-40BB	m ³	4.66	
型枠		m ²	14.83	
アスファルト	ブローンアスファルト JIS K2207-2000	kg	10.82	支柱 144.3 mm の場合
砂		m ³	0.03	
鉄筋 ①	D13	kg	29.85	SD295A
鉄筋 ②	D13	kg	14.03	SD295A
スパイラルダクト	200	m	2.0	
ガードレール		m	10.0	

(kg表示は質量kg)

図 - 5.5.9 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 - 5.5.10 を標準とする。

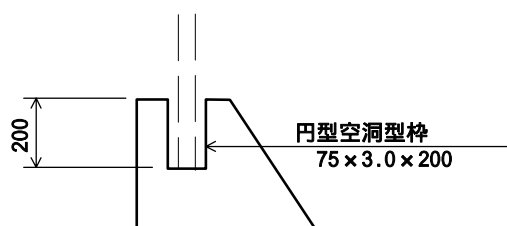


図 - 5.5.10 転落防護柵埋込部標準図

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 - 5.5.11 を標準とする。

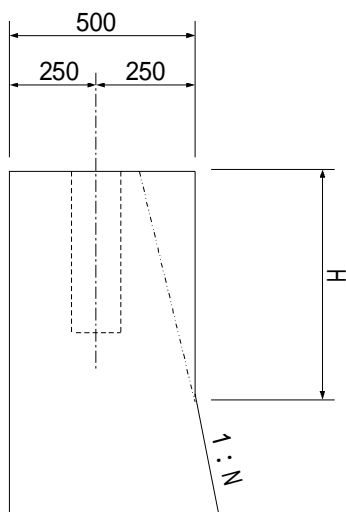


図 - 5.5.11 天端幅拡張の標準図

5 . 6 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(2-5 施工一般)」に準ずる。

第 7 節 その他の特殊な擁壁

その他の特殊な擁壁の設計は、「道路土工 - 擁壁工指針(第4章 その他の特殊な擁壁)」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、7.1 に定められた事項を優先する。

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。

なお、発泡スチロール(EPS)を用いた擁壁については、本県における施工例から得た知見があるので、当面の間本節に記された内容を優先することとしたものである。

7.1 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、「EPS工法(発泡スチロールを用いた超軽量盛土工法): 発泡スチロール土工法開発機構編: 理工図書」を参考にするとするが、本県において使用された過去の実績から得られた次の事項について設計・施工上追加することとした。

- 1) 斜面角度45度以上の拡幅盛土を設計する場合、最下段EPSが設置される基礎工(フーチング)の上面幅は応力分散を考えて 2m 以上とする。
- 2) 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。

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

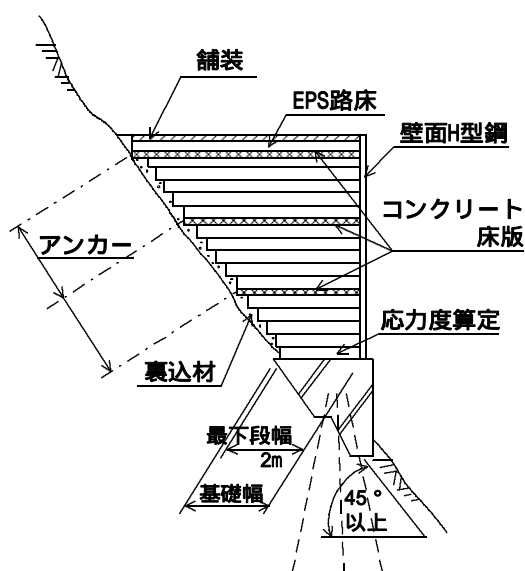


図-5.7.1 EPSによる擁壁例

- 3) 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。
- 4) 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。
- 5) EPS部と地山との一体化を図るためコンクリート床版の各層にアンカーを設置する。なお、壁面H型鋼構造計算上の中間支点位置はアンカーの設置位置とし、最下端の支点構造は、ヒンジ形式を原則とする。
- 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なかつ軽量化する。
 - (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 - 5.7.2 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 - 5.7.2 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 - 5.7.2 参照)。

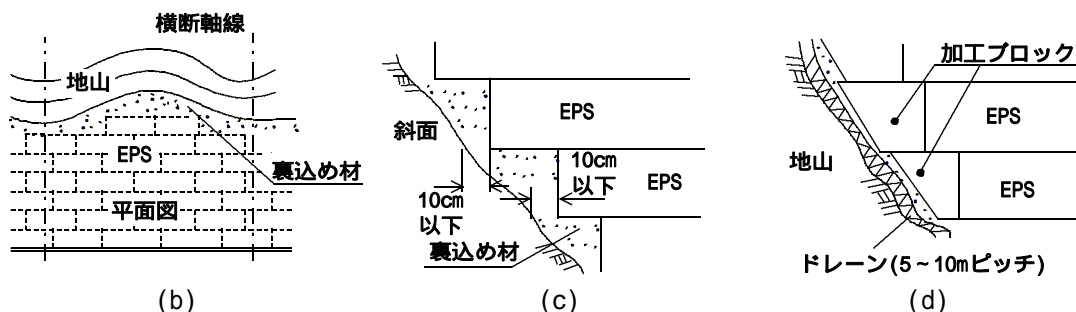


図 - 5.7.2 裏込め材の施工例

- 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 - 5.7.3参照)。

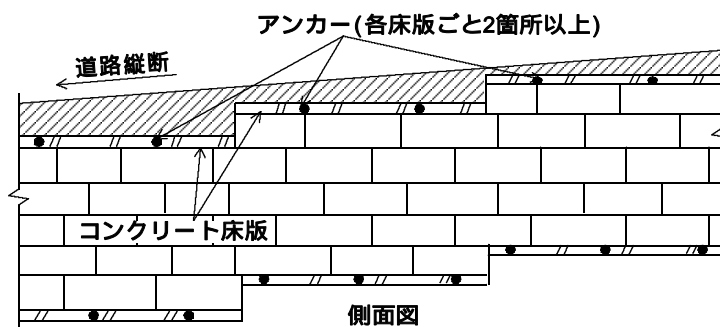


図 - 5.7.3 アンカーの設置位置例

- 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．

第 8 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5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，少なくとも設計資料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 9 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－0 1 混合擁壁基準(山梨県土木部道路建設課 平成元年9月)

資料－0 2 ブロック積示力線の考え方

資料－0 3 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－0 4 擁壁の修景

1. 一般事項
2. 表面処理

資料－0 5 擁壁設計に用いる設計定数の求め方（フロー）

資料－〇１ 混合擁壁基準(山梨県土木部道路建設課 平成元年9月)

道 建 第 8-69号
平成 元年 9月12日

〇〇土木事務所長 殿

山 梨 県 土 木 部
道 路 建 設 課 長
道 路 維 持 課 長
指 導 検 査 課 長

混合擁壁の取り扱いについて(通知)

このことにつきましては、別紙のとおり基準を作成しましたので、今後の設計に当たっては、十分留意して使用するようお願いします。

本資料は、「混合擁壁の取り扱いについて（通知）」（道建第8 - 69号：平成元年9月12日山梨県土木部道路建設課，道路維持課，指導検査課）に一部加筆・修正したものである。

混合擁壁の取り扱いについて

経緯

混合擁壁については本県の急峻な地形に適し，構造的にも複雑でなく，他の擁壁に比べて経済的でもあることなどから，県内の広範囲で利用されてきました。

しかしながら，使用に当たり，土質条件の設定等の設計段階での安易な考察による本擁壁の使用が生じてきたため，ここに改めて基準を明確にし，今後の設計に活用していただくことにしました。

また，今回，安定解析を行うにあたり，形状を若干変更しましたので，十分注意して使用するようお願いします。

なお，適用日は10月1日以降としますが，設計が完了しているものについても見直しをするようお願いします。

混合擁壁の設計について

1．概要

本擁壁を使用するにあたり，基本的に考え方は次のようである。

擁壁背面の地山の固結程度もよく，背面土の土質も良好であるとき及び地盤の支持力が十分期待できるときに使用する。

2．設計条件

(1) 形式及び形状

・基礎地盤の違い（土砂及び岩）による形状の変更はせず同一とした。

(2) 使用できる高さ（H）

・Hは8mまでとする（ブロック積＋基礎擁壁）。これは，地震の影響を考慮していないためである。

(3) 土圧

・土圧はすべて試行くさび法により計算している。

(4) 地盤の許容支持力度（ q_a ）

・別紙の地盤反力の数値以上とする。

(5) 裏込め土の種類及び壁面摩擦角

- 裏込め土の種類とせん断抵抗角及び単位体積重量の関係は

裏込め土の種類	せん断抵抗角 ϕ (度)	単位体積重量 γ_s (kN/m^3 (tf/m^3))	記号
礫質土	35	20(2.0)	C1
砂質土	30	19(1.9)	C2

とし、これ以下の土質（粘性土等）については別途設計すること。

また、壁面摩擦角（ δ ）は、

$$\delta = \frac{2}{3} \phi \quad (\text{土とコンクリート})$$

とする。

(6) 盛土形状

- 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。但し、盛土勾配は 1 : 1.5 と 1 : 1.8 の 2 種類とし、平場（ステップ）を 1.5 m 以上とすることとした。

(7) 滑動摩擦係数

- $\mu = 0.6$ とする。但し、岩着の場合は 0.7 としている。

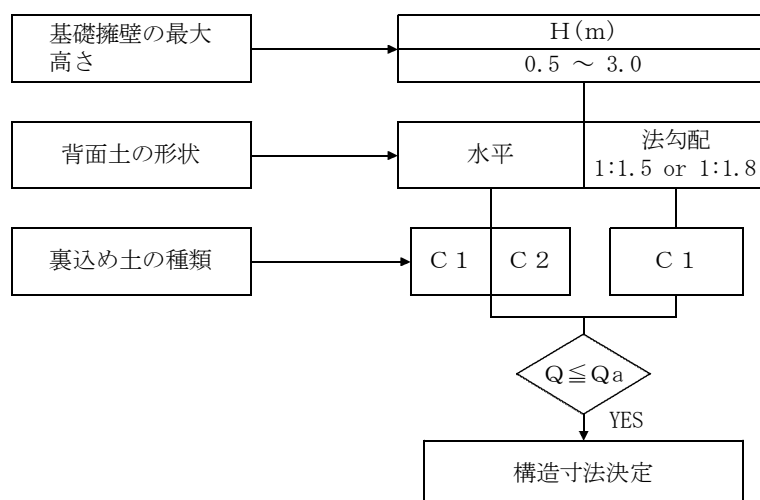
(8) 材料の単位体積重量

- コンクリート $\gamma_s = 23\text{kN/m}^3$ (2.35 tf/m^3)

(9) 安定条件

- 安定条件に対する許容値等は、「土木構造物標準設計」の考え方に準ずる。

3. 混合擁壁の形状選定フロー

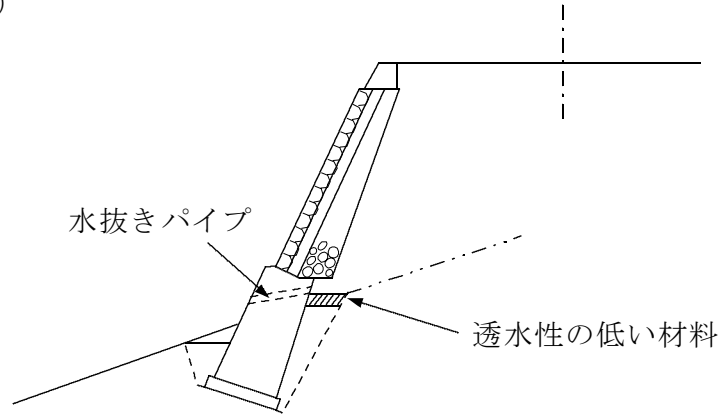


4. 使用上の留意点

本擁壁を使用するにあたり、次の点に留意すること。

- ・地震時に対する考え方は、高さ8 mまでとしたことにより、考慮しないこととした。
- ・擁壁背面の水抜きには、特に注意すること。この場合水抜きパイプは2~3m²に1箇所程度設けφ=50mm程度のもを使用するのが望ましい。水抜きパイプの位置については特に指定はしないが、地山の形状を考慮し、集排水に有効な位置とすること。

(例)

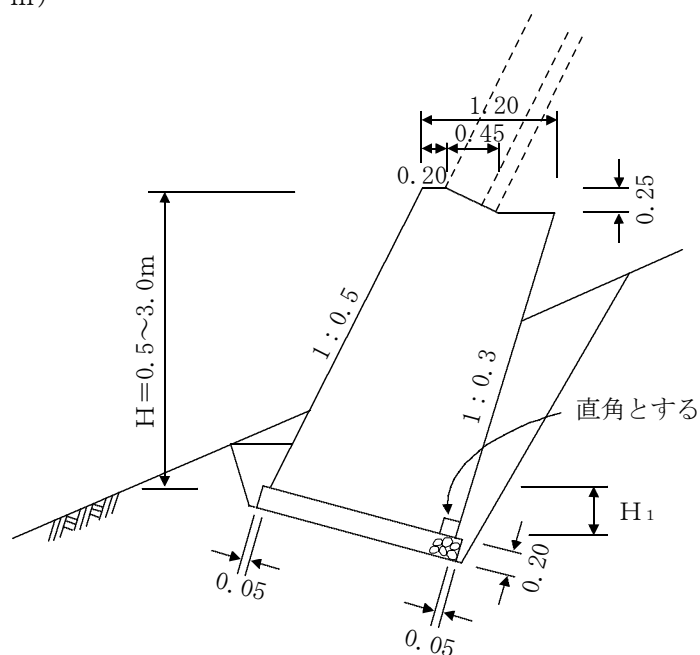


なお、擁壁前面に水位がある場合、常時の水位以下は必要としない。また、洪水時の水位に対しては、擁壁背面の土砂が吸出されないような構造としておくことが望ましい。

- ・床付けに対しては十分留意し、基礎地盤が良好なことを確認の上施工すること。

混合擁壁

1. 形状 (単位: m)



2. 数量表

(m当たり)

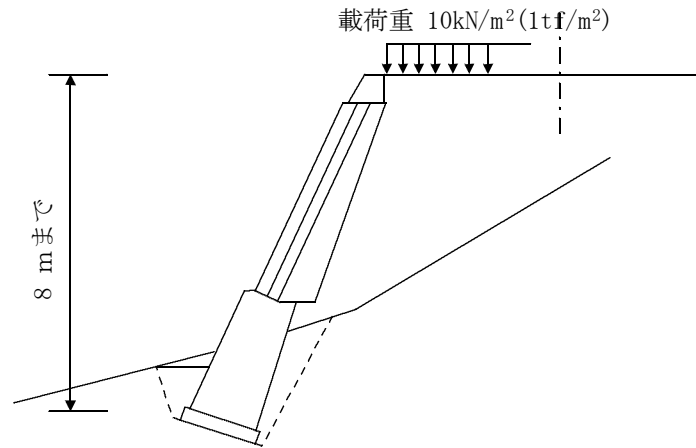
H (m)	H1 (m)	コンクリート (m ³)	型枠 (m ²)	基礎碎石 (m ³)
0.5	0.378	0.720	1.22	0.283
0.6	0.384	0.866	1.44	0.287
0.7	0.389	1.014	1.66	0.291
0.8	0.398	1.164	1.88	0.295
0.9	0.400	1.317	2.10	0.299
1.0	0.406	1.471	2.32	0.303
1.1	0.411	1.628	2.55	0.306
1.2	0.417	1.787	2.77	0.310
1.3	0.422	1.948	2.99	0.314
1.4	0.428	2.111	3.21	0.318
1.5	0.433	2.276	3.43	0.322
1.6	0.439	2.443	3.66	0.326
1.7	0.444	2.612	3.88	0.329
1.8	0.450	2.784	4.10	0.333
1.9	0.456	2.957	4.32	0.337
2.0	0.461	3.133	4.54	0.341
2.1	0.467	3.311	4.77	0.345
2.2	0.472	3.491	4.99	0.349
2.3	0.478	3.673	5.21	0.352
2.4	0.483	3.857	5.43	0.356
2.5	0.480	4.043	5.65	0.360
2.6	0.494	4.231	5.88	0.364
2.7	0.500	4.422	6.10	0.368
2.8	0.505	4.614	6.32	0.372
2.9	0.511	4.809	6.54	0.375
3.0	0.516	5.006	6.76	0.379

(岩着の場合は基礎碎石は除く.)

3. 背面土の形状と裏込め土

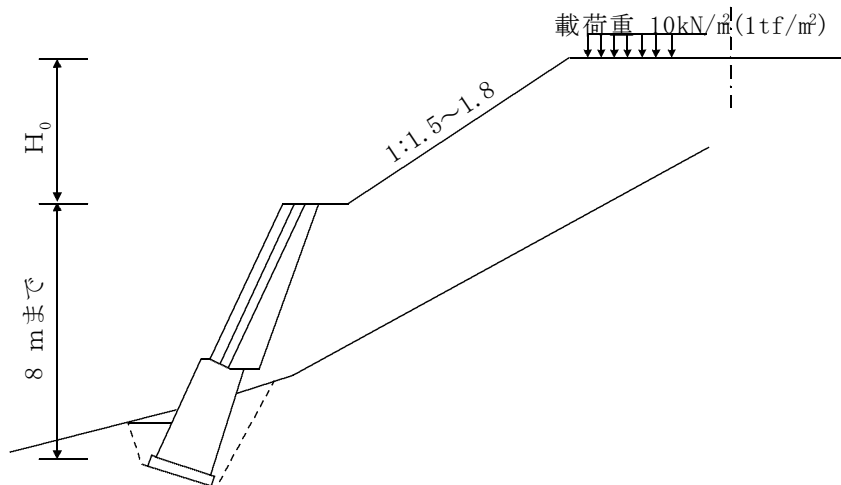
1) 背面土（水平）

- ・裏込め土は砂質土及び礫質土を用いること。



2) 背面土（法勾配 1:1.5 または 1:1.8）

- ・裏込め土（盛土）は礫質土の良質なものを用いること。



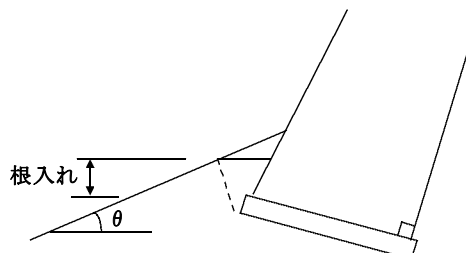
※「道路土工施工指針」により、礫質土による法勾配 1:1.5 の盛土の場合には、 H_0 は 5 m までとしている。これ以上の場合は 1:1.8 としている。

4. 根入れ

- ・擁壁前面の地山の傾斜により異なる

擁壁前面の地山の傾斜 (θ)	水平 \sim 15°	30°
根入れ	0.5m 以上	1.0m 以上

なお、前面の傾斜が 45° またはそれ以上の場合であっても、基礎地盤が軟岩以上のものであればよい。



5. 地盤反力度 (q kN/m^2 (tf/m^2))

1) 裏込土 (水平)

せん断抵抗角	30°		35°	
高さ (m)				
1 ~ 3	100~200 kN/m^2 (10~20 tf/m^2)		220~240 kN/m^2 (22~24 tf/m^2)	

2) 裏込土 (法1割5分, ステップ幅 1.5 m or 2.0 m)

せん断抵抗角	35°			
高さ (m) / ステップ	1.5m		2.0m	
1 ~ 3	140~170 kN/m^2 (14~17 tf/m^2)		210 kN/m^2 (21 tf/m^2)	

3) 裏込土 (法1割8分, ステップ幅 1.5 m or 2.0 m)

せん断抵抗角	35°			
高さ (m) / ステップ	1.5m		2.0m	
1 ~ 3	210 kN/m^2 (21 tf/m^2)		230~250 kN/m^2 (23~25 tf/m^2)	

・基礎地盤としては、上表の数値以上の許容支持力度を確保できる土質とする。(参考資料を参照)

注) 上表の結果において、右欄の反力度の方が大きくなっているのは、合力の作用位置の偏心が大きくなるためである。

6. まとめ

・今回の改訂のなかで形状の変更については、以下の考えにより行った。

底面に傾斜をつけたのは、底面に作用する合力の分力である滑動力を軽減し、もたれ擁壁の安定解析のなかで、一番不利となる滑動に対する安全率を確保するためである。しかし、施工性を考え、背面に直角となる傾斜までにとどめた。

・この基準を定めるに当たり、数多くのパターンを解析したが、現場における条件の設定及び変更等に十分対応できるよう、単一の形状とした。しかし、これに伴い、各条件がある程度限定されたものになっている。よって、本基準の条件に合わないものについては、別途構造・形状を変え、安定解析を行う必要がある。

・昭和62年の「土木構造物標準設計」の改訂で追加されたL型擁壁を含め他の擁壁との比較検討を行った上で使用すること。

(参考資料) 「道路土工 擁壁工指針」

- ・一般的な構造物に対する地盤の許容支持力度は下表とする.

支持地盤の種類と設計定数

支持地盤の種類		許容支持力度 (kN/m^2 (tf/m^2))
岩盤	亀裂の少ない均一な硬岩	1000(100)
	亀裂の多い硬岩	600(60)
	軟岩・土丹	300(30)
礫層	密なもの	600(60)
	密でないもの	300(30)
砂質地盤	密なもの	300(30)
	中位なもの	200(20)
粘性土地盤	非常に堅いもの	200(20)
	堅いもの	100(10)

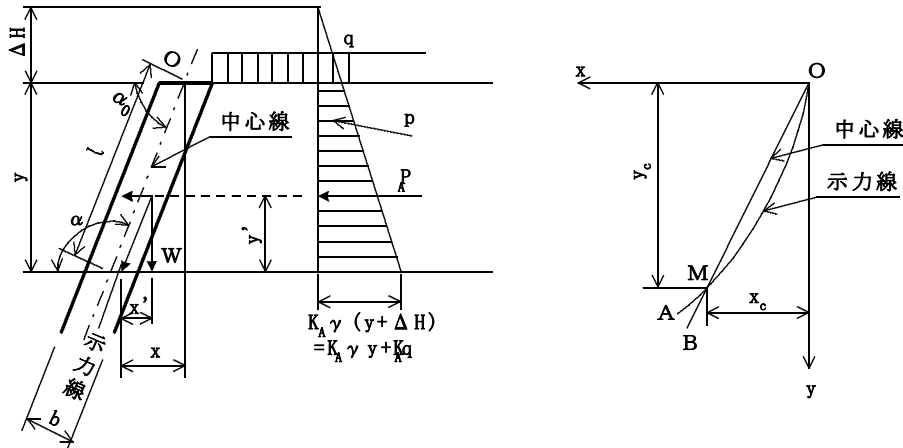
資料－０２ ブロック積示力線の考え方

(「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－5.9.1 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－5.9.1

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，

$$p = (\gamma y + q) K_A \quad (5.9.1)$$

$$K_A = \frac{\sin^2(\alpha + \phi)}{\sin \alpha [\sqrt{\sin \alpha + \sqrt{\sin \phi \sin(\phi + \alpha - 90^\circ)}}]^2} \quad (5.9.2)$$

γ : 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－5.9.1 参照

図－5.9.1(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，

$$x = x' + \frac{\cot \alpha_0}{2} y \quad (5.9.3)$$

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)

α_0 : $180^\circ - \alpha$

表-5.9.1 主働土圧係数 K_A 値 ($\theta = \alpha - 90^\circ$)

$\beta = 0^\circ$

ϕ° δ° θ°	20			25			30			35			40		
	θ	$1/2\phi$	$2/3\phi$	θ	$1/2\phi$	$2/3\phi$	θ	$1/2\phi$	$2/3\phi$	θ	$1/2\phi$	$2/3\phi$	θ	$1/2\phi$	$2/3\phi$
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

$\beta = 10^\circ$

ϕ° δ° θ°	20			25			30			35			40		
	θ	$1/2\phi$	$2/3\phi$	θ	$1/2\phi$	$2/3\phi$	θ	$1/2\phi$	$2/3\phi$	θ	$1/2\phi$	$2/3\phi$	θ	$1/2\phi$	$2/3\phi$
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

$\beta = 20^\circ$

ϕ° δ° θ°	20			25			30			35			40		
	θ	$1/2\phi$	$2/3\phi$	θ	$1/2\phi$	$2/3\phi$	θ	$1/2\phi$	$2/3\phi$	θ	$1/2\phi$	$2/3\phi$	θ	$1/2\phi$	$2/3\phi$
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

$\beta = 30^\circ$

ϕ° δ° θ°	30			35			40		
	θ	$1/2\phi$	$2/3\phi$	θ	$1/2\phi$	$2/3\phi$	θ	$1/2\phi$	$2/3\phi$
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、

$$\frac{x'}{y'} = \frac{P_A}{W} \quad (5.9.4)$$

ここに、

$$P_A = \frac{1}{2}(\gamma y^2 + 2qy)K_A \quad (5.9.5)$$

$$y' = \frac{\frac{1}{2}qy^2 + \frac{1}{6}y^3}{qy + \frac{1}{2}y^2} \quad (5.9.6)$$

y 区間ののり長は、 $l = y\sqrt{1 + \cot^2 \theta_0}$ であるから、

$$W = l \cdot s \cdot b = y \cdot s \cdot b \sqrt{1 + \cot^2 \theta_0} \quad (5.9.7)$$

(5.9.5), (5.9.6), (5.9.7)の各式を、(5.9.4)式に代入すれば、

$$x' = \frac{(\frac{1}{2}qy + \frac{1}{6}y^2)K_A}{s \cdot b \sqrt{1 + \cot^2 \theta_0}} \quad (5.9.8)$$

s : ブロックの単位重量 (t/m^3)

(5.9.8)式を(5.9.3)式に代入すれば、

$$x = \frac{K_A}{6 \cdot s \cdot b \sqrt{1 + \cot^2 \theta_0}} y^2 + \left(\frac{K_A q}{2 \cdot s \cdot b \sqrt{1 + \cot^2 \theta_0}} + \frac{\cot \theta_0}{2} \right) y \quad (5.9.9)$$

(5.9.9)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 - 5.9.1(b)は、(5.9.9)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向へ偏心しており、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。

(5.9.9)式において、ブロック積の限界高さ y_c ，を求めれば、(5.9.10)式ようになる。

$$x_c = y_c \cot \theta_0 = \frac{K_A}{6 \cdot s \cdot b \sqrt{1 + \cot^2 \theta_0}} y_c^2 + \left(\frac{K_A q}{2 \cdot s \cdot b \sqrt{1 + \cot^2 \theta_0}} + \frac{\cot \theta_0}{2} \right) y_c$$

$$y_c = \frac{3 \cdot s \cdot b \sqrt{1 + \cot^2 \theta_0} \cot \theta_0 - 3q}{K_A} \quad (5.9.10)$$

資料－０３ 標準設計

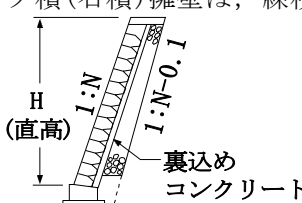
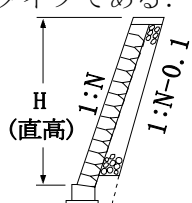
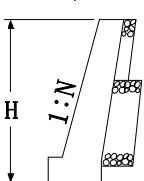
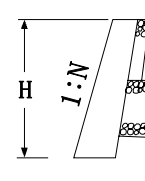
1. 標準設計の利用

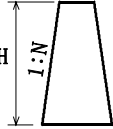
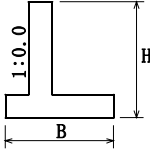
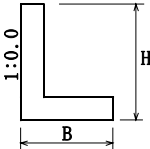
一般に用いられる標準的な擁壁の設計では、標準設計を用いる。

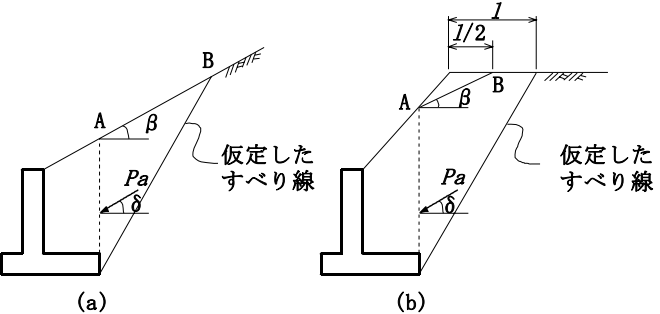
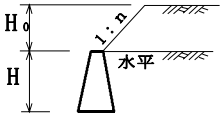
2. 標準設計の種類と設計条件及び内容

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，片持り式擁壁などが収録されている。

表－5.9.2

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; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <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; align-items: center;"> <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> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">礫質土基礎用</td> <td style="width: 70%;">・・・・・・・・ 1:0.35～(0.05ピッチ)～1:0.5</td> </tr> <tr> <td>岩基礎用</td> <td>・・・・・・・・ 1:0.3～(0.05ピッチ)～1:0.5</td> </tr> </table> </div>	礫質土基礎用	・・・・・・・・ 1:0.35～(0.05ピッチ)～1:0.5	岩基礎用	・・・・・・・・ 1:0.3～(0.05ピッチ)～1:0.5
礫質土基礎用	・・・・・・・・ 1:0.35～(0.05ピッチ)～1:0.5				
岩基礎用	・・・・・・・・ 1:0.3～(0.05ピッチ)～1:0.5				

設計条件項目	内 容																																		
(1) 形式および形状	<p style="text-align: center;">小型重力式及び重力式</p> <p>小型重力式擁壁は高さ 2.0m以下で載荷重$q=10\text{kN/m}^2$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. 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 style="text-align: center;">  </div> <div style="margin-left: 20px;"> <p>前面勾配 1 : 0.0, 1 : 0.2 ~ (0.1ピッチ) ~ 1 : 0.5</p> </div> </div>																																		
	<p style="text-align: center;">逆T型</p> <p>部材の形状は等厚の矩形断面である. 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>																																		
	<p style="text-align: center;">L型</p> <p>L型擁壁も逆T型と同様に, 部材形状は等厚の矩形断面である. 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>																																		
	<p>(2) 各形式の集録高さ</p> <p>各形式の集録高さ (H) の範囲は以下のとおりである.</p> <table border="1" data-bbox="611 1541 1222 2004"> <thead> <tr> <th>高さ(H) 形式</th> <th>2.0</th> <th>4.0</th> <th>6.0</th> <th>8.0 (m)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ブロック積 (石積) (注)</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">[Shaded bar from 2.0 to 4.0]</td> </tr> <tr> <td>もたれ式</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">[Shaded bar from 2.0 to 8.0]</td> </tr> <tr> <td>小型重力式</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">[Shaded bar from 2.0 to 2.0]</td> </tr> <tr> <td>重力式</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">[Shaded bar from 2.0 to 4.0]</td> </tr> <tr> <td>逆T型</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">[Shaded bar from 4.0 to 8.0]</td> </tr> <tr> <td>L型</td> <td colspan="4" style="text-align: center;">[Shaded bar from 4.0 to 6.0]</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">注) ブロック積(石積)は直高を示す.</p>	高さ(H) 形式	2.0	4.0	6.0	8.0 (m)	ブロック積 (石積) (注)	[Shaded bar from 2.0 to 4.0]				もたれ式	[Shaded bar from 2.0 to 8.0]				小型重力式	[Shaded bar from 2.0 to 2.0]				重力式	[Shaded bar from 2.0 to 4.0]				逆T型	[Shaded bar from 4.0 to 8.0]				L型	[Shaded bar from 4.0 to 6.0]		
高さ(H) 形式	2.0	4.0	6.0	8.0 (m)																															
ブロック積 (石積) (注)	[Shaded bar from 2.0 to 4.0]																																		
もたれ式	[Shaded bar from 2.0 to 8.0]																																		
小型重力式	[Shaded bar from 2.0 to 2.0]																																		
重力式	[Shaded bar from 2.0 to 4.0]																																		
逆T型	[Shaded bar from 4.0 to 8.0]																																		
L型	[Shaded bar from 4.0 to 6.0]																																		

設計条件項目	内 容																
(3) 荷重条件	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。																
1) 自重	材料の単位体積重量は以下のとおりである。																
2) 載荷重	載荷重は擁壁背面の盛土水平部分に $q=10\text{kN/m}^2$ 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 $q=3.5\text{kN/m}^2$ (群集荷重)を考慮している場合がある。																
3) 土圧	土圧はすべて試行くさび法により計算した。 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。																
<table border="1"> <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 ϕ (度)</th> <th>単位体積重量 γ (kN/m^3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>礫質土</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、$w_L < 50\%$)</td> <td>C 3</td> <td>25</td> <td>18</td> </tr> </tbody> </table>	裏込め土の種類	標準設計での呼称	せん断抵抗角 ϕ (度)	単位体積重量 γ (kN/m^3)	礫質土	C 1	35	20	砂質土	C 2	30	19	粘性土 (ただし、 $w_L < 50\%$)	C 3	25	18	また、壁面摩擦角(δ)は次のように算出した。
裏込め土の種類	標準設計での呼称	せん断抵抗角 ϕ (度)	単位体積重量 γ (kN/m^3)														
礫質土	C 1	35	20														
砂質土	C 2	30	19														
粘性土 (ただし、 $w_L < 50\%$)	C 3	25	18														
<table border="1"> <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>$\delta = \beta$</td> <td>$\delta = 2/3 \phi$</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>		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		β : ABと水平面のなす角(下図参照) δ : 壁面摩擦角							
	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																
	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(H_0/H)は、次の通りである。 $H_0/H \cdots \cdots 0$ (水平) $0.25, 0.75, 1.0$ 																
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																										
1) 基礎形式	直接基礎とした。																									
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。																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>形式</th> <th>許容支持力度 q_a (kN/m²)</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 <small>注)</small></td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>逆T型 L型</td> <td>300</td> <td>地震時は 450 kN/m²</td> </tr> </tbody> </table>	形式	許容支持力度 q_a (kN/m ²)	備考	もたれ式	300	—	小型重力式 重力式	200 <small>注)</small>	—	逆T型 L型	300	地震時は 450 kN/m ²													
形式	許容支持力度 q_a (kN/m ²)	備考																								
もたれ式	300	—																								
小型重力式 重力式	200 <small>注)</small>	—																								
逆T型 L型	300	地震時は 450 kN/m ²																								
	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。																									
3) 滑動摩擦係数	$\mu = 0.6$ である。ただし、もたれ式擁壁で岩基礎の場合は $\mu = 0.7$ 、また、小型重力式、重力式においては、 $\mu = 0.5$ と 0.6 の両ケースに対して適用できる。																									
(5) 安定条件	安定条件に対する許容値は以下のとおりである。																									
	<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>$e \leq \frac{B}{6}$ (m)</td> <td>$e \leq \frac{B}{3}$ (m)</td> </tr> <tr> <td>支持に対して</td> <td>$q \leq q_a$ (kN/m²)</td> <td>$q \leq 1.5 q_a$ (kN/m²)</td> </tr> <tr> <td>滑動に対して</td> <td>$F_s \geq 1.5$</td> <td>$F_s \geq 1.2$</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: right;">(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 ²)	$q \leq 1.5 q_a$ (kN/m ²)	滑動に対して	$F_s \geq 1.5$	$F_s \geq 1.2$											
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 ²)	$q \leq 1.5 q_a$ (kN/m ²)																								
滑動に対して	$F_s \geq 1.5$	$F_s \geq 1.2$																								
(6) 材料規格	材料規格は以下のとおりである。																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>種別</th> <th>規格</th> <th>摘要</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">コンクリートの 設計基準強度</td> <td>$\sigma_{ck} = 18$ N/mm²</td> <td>無筋コンクリート構造</td> </tr> <tr> <td>$\sigma_{ck} = 24$ N/mm²</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	摘要	コンクリートの 設計基準強度	$\sigma_{ck} = 18$ N/mm ²	無筋コンクリート構造	$\sigma_{ck} = 24$ N/mm ²	鉄筋コンクリート構造	鉄筋	SD345															
種別	規格	摘要																								
コンクリートの 設計基準強度	$\sigma_{ck} = 18$ N/mm ²	無筋コンクリート構造																								
	$\sigma_{ck} = 24$ N/mm ²	鉄筋コンクリート構造																								
鉄筋	SD345																									
(7) 許容応力度	材料の許容応力度は以下のとおりである。																									
	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">種別</th> <th colspan="3">許容応力度 (N/mm²)</th> </tr> <tr> <th>曲げ引張応力度 σ_{sa}</th> <th>圧縮応力度 σ_{ca}</th> <th>せん断応力度 τ_{a1} <small>注1)</small></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 <small>注2)</small></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>	種別	許容応力度 (N/mm ²)			曲げ引張応力度 σ_{sa}	圧縮応力度 σ_{ca}	せん断応力度 τ_{a1} <small>注1)</small>	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 <small>注2)</small>	—	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 ²)																									
	曲げ引張応力度 σ_{sa}	圧縮応力度 σ_{ca}	せん断応力度 τ_{a1} <small>注1)</small>																							
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 <small>注2)</small>	—																							
	地震時 基本値	200	—																							
	重ね継手 長の算定	200	—																							
	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。																									

3. 重力式擁壁の設計フロー

(1) 小型重力式擁壁

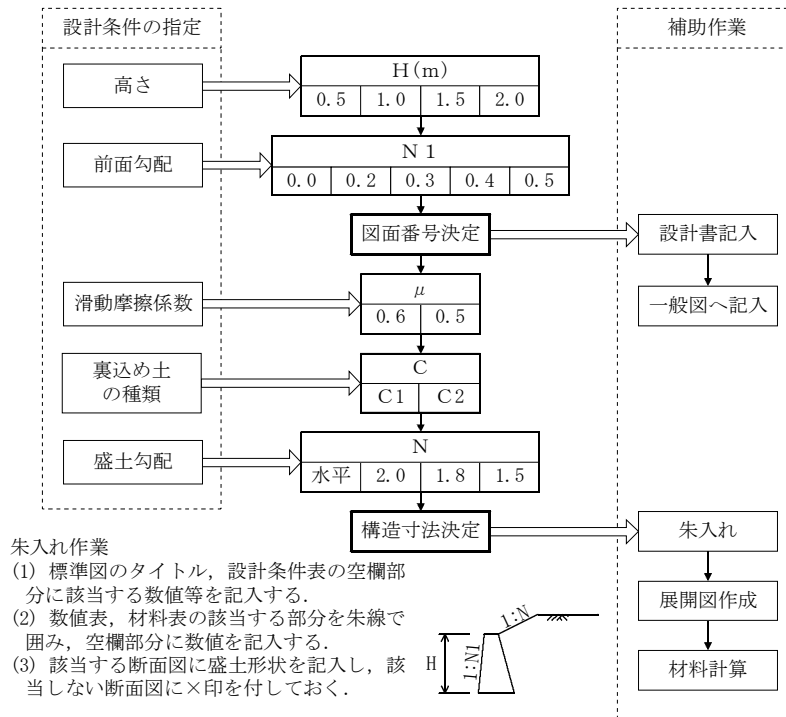


図-5.9.2 小型重力式擁壁の設計フロー

(2) 重力式擁壁

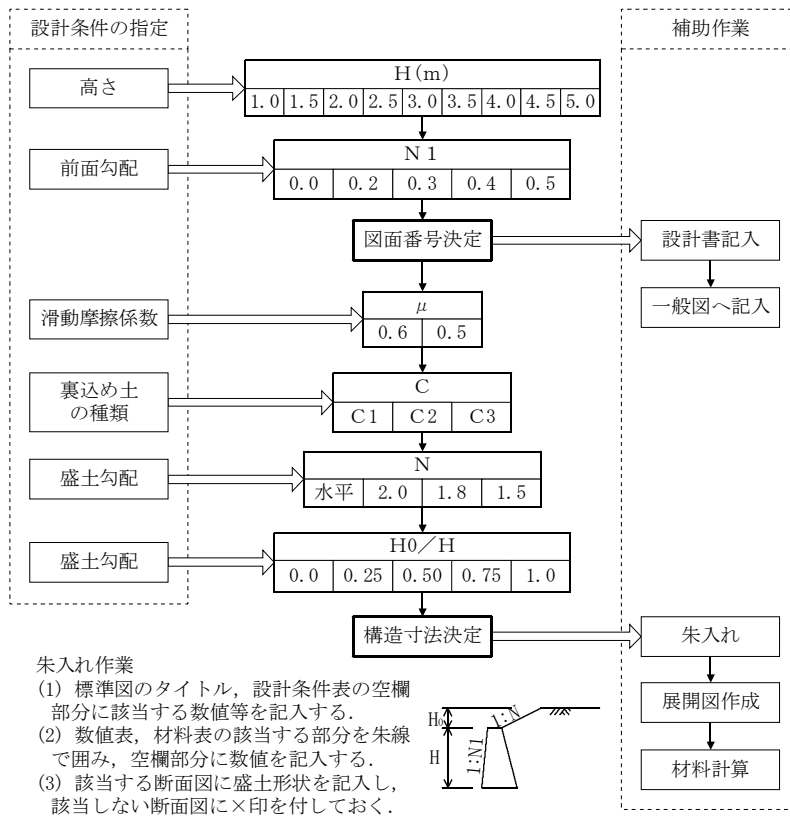


図-5.9.3 重力式擁壁の設計フロー

資料－０４ 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

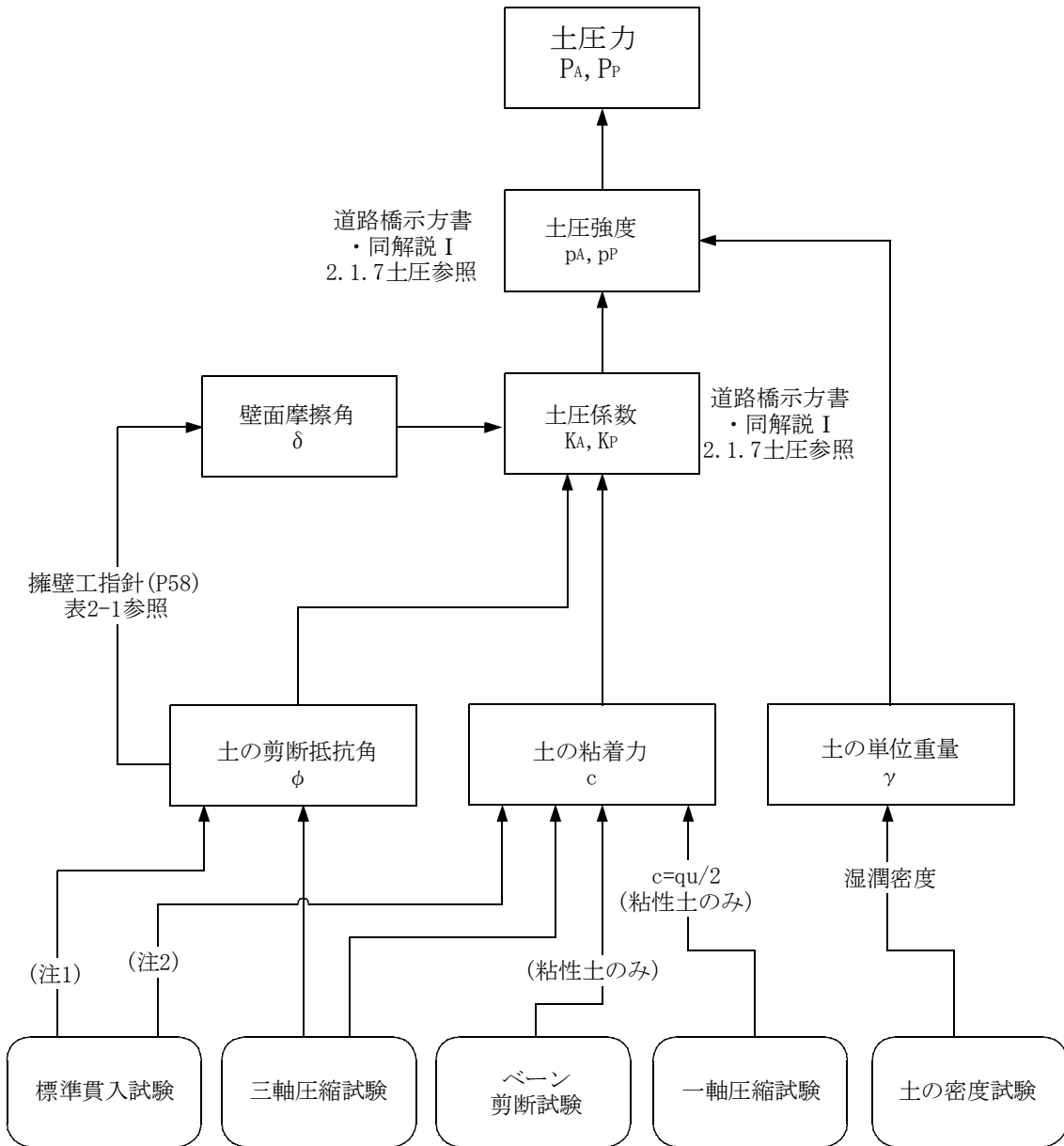
手法の選択にあたっては、擁壁の設置場所、視点の種類に留意するとともに、周辺景観とも調和するよう考える必要がある。表面処理の手法例を、表－5.8.2に示す。

表-5.9.3 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，識別効果を考えて幅数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－０５ 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－5.9.4 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

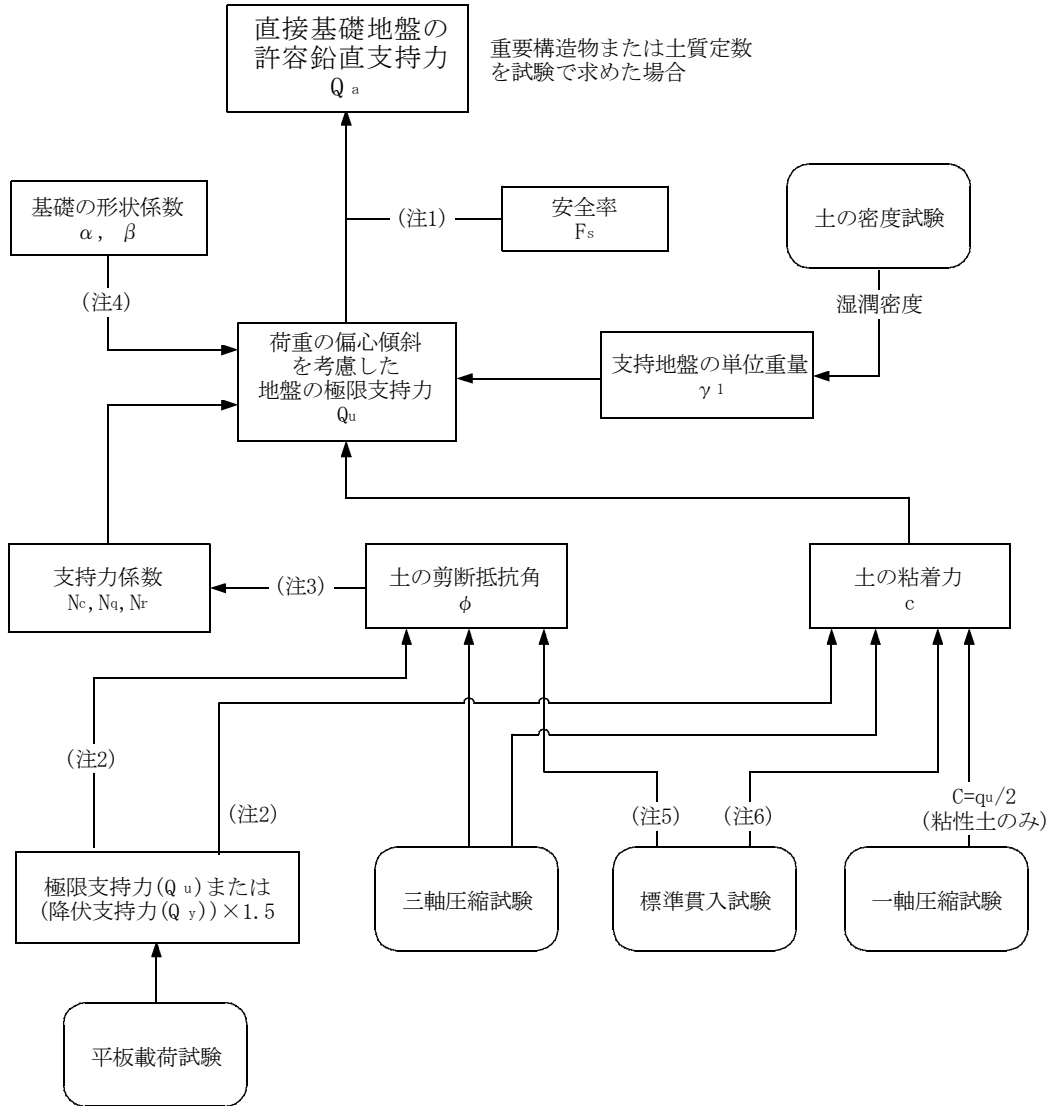


図-5.9.5 直接基礎地盤の許容鉛直支持力

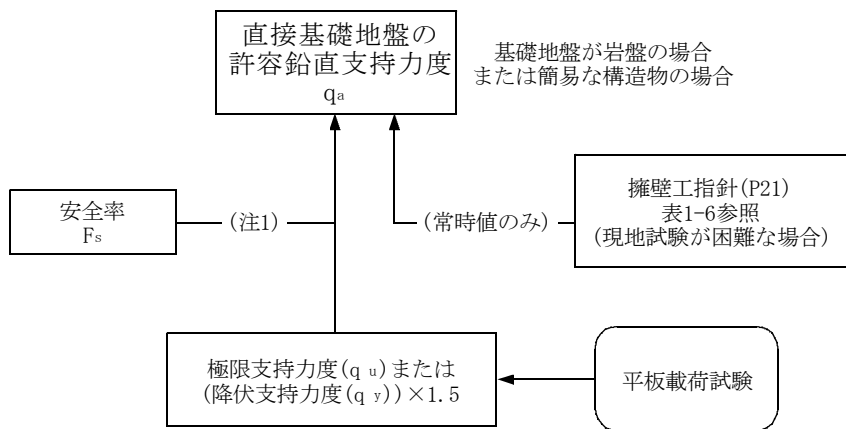
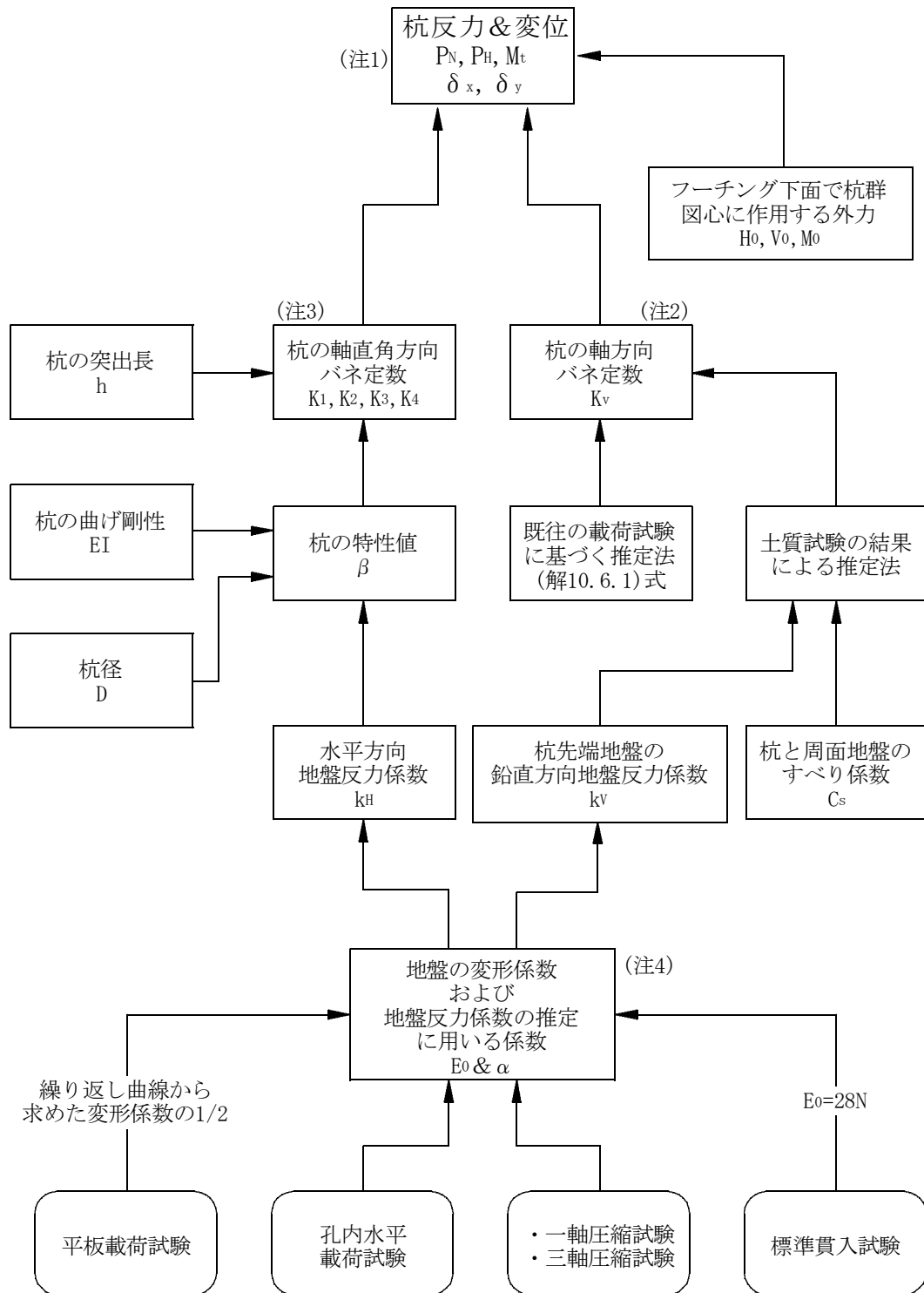


図-5.9.6 直接基礎地盤の許容鉛直支持力度

- (注1) 道路橋示方書・同解説IV「8.3.1基礎底面地盤の許容鉛直支持力」参照
- (注2) " (解8.3.5)式参照
- (注3) " (図-解8.3.1~8.3.3)参照
- (注4) " (表-解8.3.3)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 「10.7杭反力および変位の計算」参照
 (注2) " 「10.6.1杭の軸方向バネ定数」参照
 (注3) " 「10.6.2杭の軸直角方向バネ定数」参照
 (注4) " 「7.6.2地盤反力係数」(表-解7.6.1)参照

図-5.9.7 杭反力および変位