

平成22年度 設計技術研修会

⑨ 擁壁工指針 コンクリート擁壁の設計

高知県測量設計業協会

株式会社アンプル
西川 肇二

- 1) 擁壁工指針 旧指針と改訂(原案)・目次
- 2) " 擁壁の分類
- 3) " 構造形式選定上の目安

目 次

- 1) 擁壁工指針 旧指針と改訂(原案)・目次
- 2) " 擁壁の分類
- 3) " 構造形式選定上の目安
- 4) 擁壁工指針 コンクリート擁壁の安定計算 概要 (基本編)
- 5) 擁壁工指針 コンクリート擁壁 旧指針と改訂(原案)・目次
- 6) " コンクリート擁壁 旧指針と改訂(原案)箇所
- 7) 擁壁 各種マニュアル

平成11年度 擁壁工指針	目 次	平成22年度 擁壁工指針(改訂原案)	
第1章 総論	1	第1章 総論	1
1-1 概 説	1	1-1 適用の範囲	1
1-2 定義と分類	2	1-2 用語の定義	3
1-3 計 画	7	1-3 擁壁の概要	5
1-4 土質・地盤調査	13	第2章 擁壁の基本方針	13
1-5 湧 水	25	2-1 擁壁の目的	13
1-6 使用材料	40	2-2 擁壁の基本	13
1-7 許容応力度	49	第3章 計画・調査	20
第2章 コンクリート擁壁	54	3-1 計 画	20
2-1 設計一般	54	3-2 調 査	28
2-2 躯体の設計	79	第4章 設計に関する一般事項	34
2-3 基礎土の設計	107	4-1 基本方針	34
2-4 構造細目	118	4-2 設計に用いる荷重	44
2-5 施工一般	125	4-3 土の設計積定取	44
第3章 補強土擁壁	132	4-4 使用材料	65
3-1 定義および適用範囲	132	4-5 許容応力度	71
3-2 設計一般	135	第5章 コンクリート擁壁	82
3-3 構造細目	143	5-1 設計一般	82
3-4 施工一般	146	5-2 コンクリート擁壁の設計に用いる荷重	87
第4章 その他の特殊な擁壁	150	5-3 擁壁の設計の基本と安定性の照査	101
4-1 各種擁壁の設計・施工	150	5-4 部材の安全性の照査	133
4-2 軽量材による土圧軽減工法	156	5-5 耐久性の検討	138
第5章 維持管理	163	5-6 各種構造形式のコンクリート擁壁の設計	144
5-1 記録の保存	163	5-7 擁壁基礎の部材の設計	189
5-2 点検・保守	163	5-8 排水工	192
5-3 補修・補強対策	166	5-9 構造細目	198
参考文献1 平成11年度道路防災重点事業(道路用・非常用) 173		5-10 施工一般	202
参考文献2 防災カルテ作成・適用要領(抜粋) 184		第6章 補強土擁壁	209
	全202ページ	6-1 補強土壁の定義と適用	209
		6-2 設計一般	219
		6-3 安定性の照査	226
		6-4 耐久性	233
		6-5 基礎工	235
		6-6 排水工	238
		6-7 構造細目	242
		6-8 施工一般	245
		第7章 軽量材を用いた擁壁	252
		7-1 軽量材を用いた擁壁の適用	252
		7-2 発泡スチロールを用いた擁壁	257
		7-3 気泡混合土を用いた擁壁	262
		第8章 維持管理	268
		8-1 基本方針	268
		8-2 記録の保存	268
		8-3 点検・保守	269
		8-4 補修・補強対策	273
		参考文献	278
		資料-1 その他の擁壁	279
		資料-2 標準設計の利用	285
		資料-3 防災点検による安定度判定及びその活用	287
			全292ページ

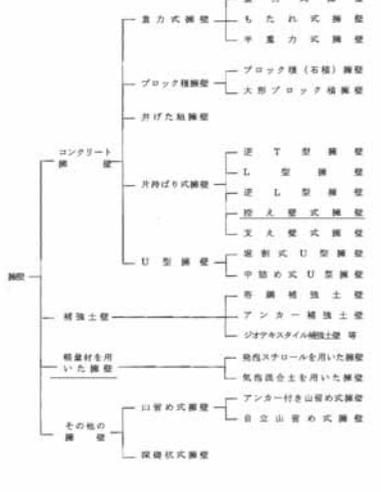
擁壁の分類

平成11年度 擁壁工指針



図 1-1 擁壁の分類
-3-

平成22年度 擁壁工指針(改訂原案)



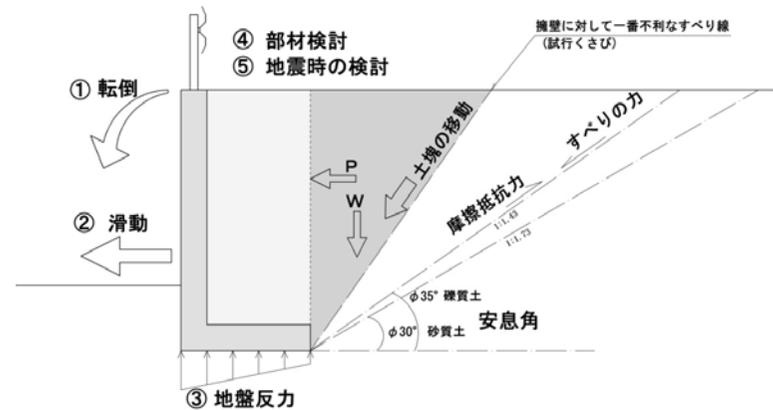
解説 1-2 擁壁の種類
-6-

構造形式選定上の目安

平成11年度 擁壁工指針		平成22年度 擁壁工指針(改訂原案)	
図 1-1-1	重力式擁壁	図 1-1-1	重力式擁壁
図 1-1-2	片持た組擁壁	図 1-1-2	片持た組擁壁
図 1-1-3	逆掘り式U型擁壁	図 1-1-3	逆掘り式U型擁壁
図 1-1-4	中詰め式U型擁壁	図 1-1-4	中詰め式U型擁壁
図 1-1-5	支え壁式擁壁	図 1-1-5	支え壁式擁壁
図 1-1-6	ジオテキスタイル補強土壁	図 1-1-6	ジオテキスタイル補強土壁
図 1-1-7	山留め式擁壁	図 1-1-7	山留め式擁壁
図 1-1-8	深礎杭式擁壁	図 1-1-8	深礎杭式擁壁

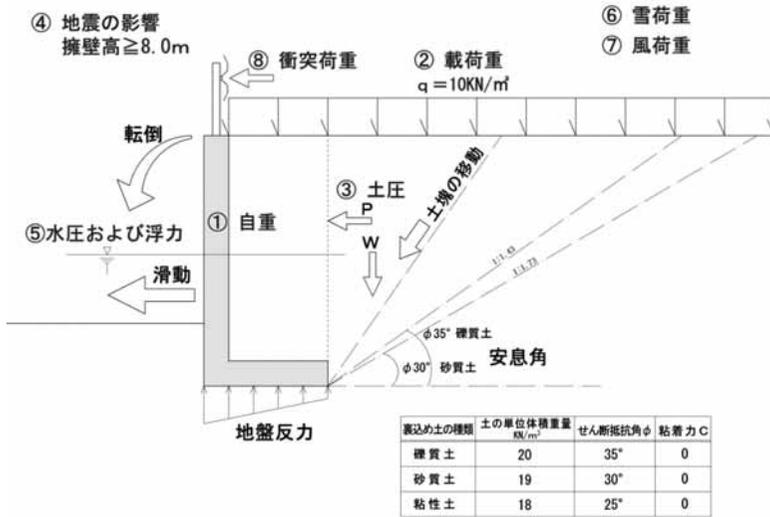
4) 擁壁工指針 コンクリート擁壁の安定計算 概要 (基本編)

擁壁の安定計算 検討事項



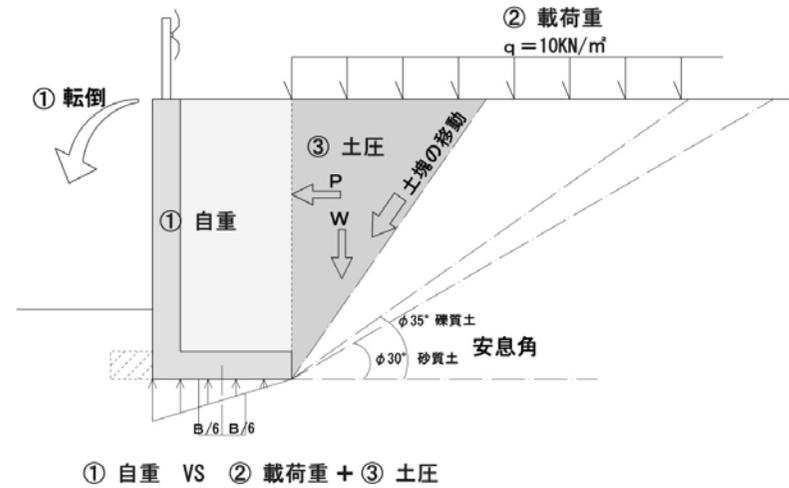
荷重の種類

2



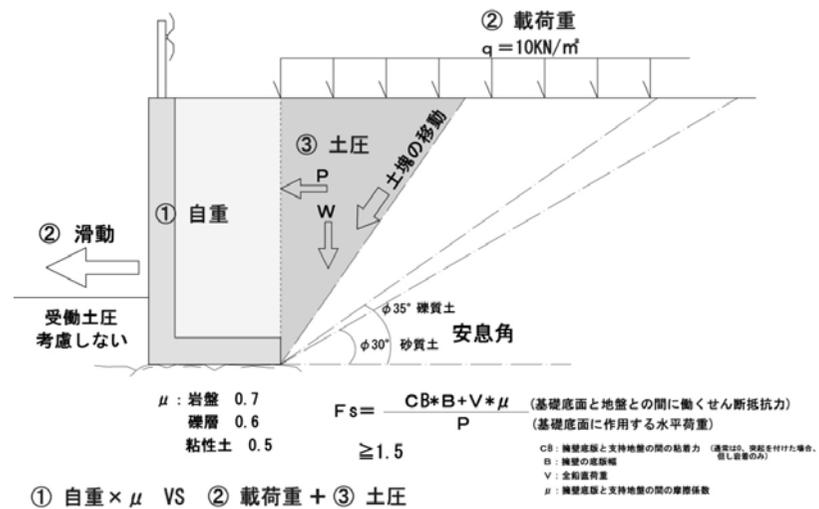
①転倒の検討 一般の場合 (常時)

3



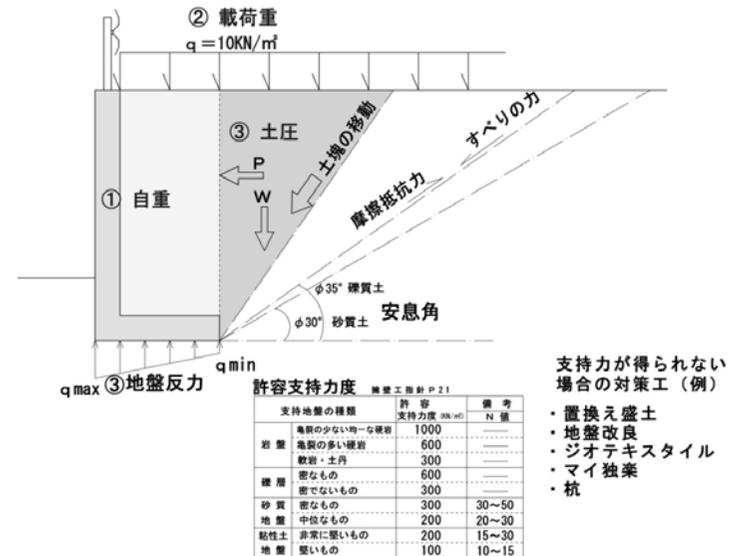
②滑動の検討 一般の場合 (常時)

4

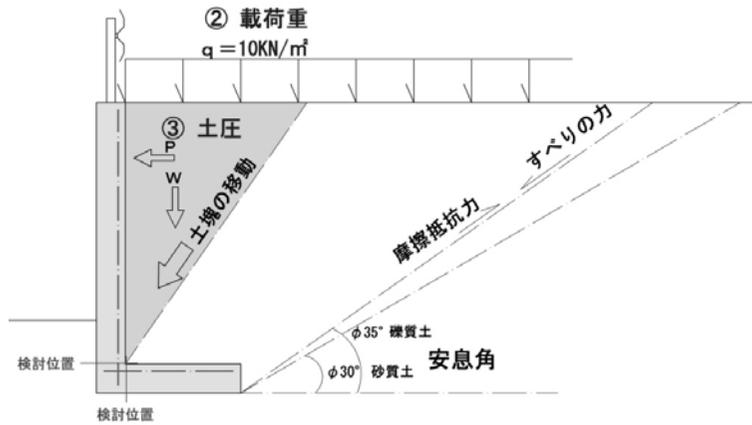


③地盤支持力の検討 一般の場合 (常時)

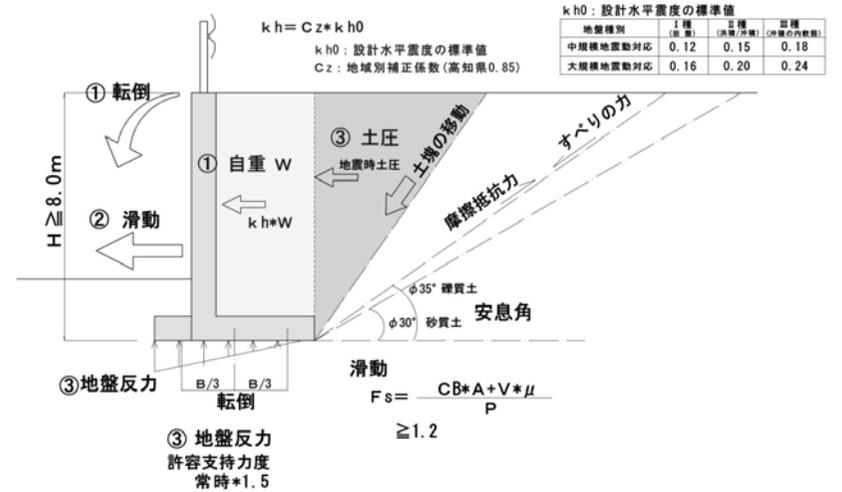
5



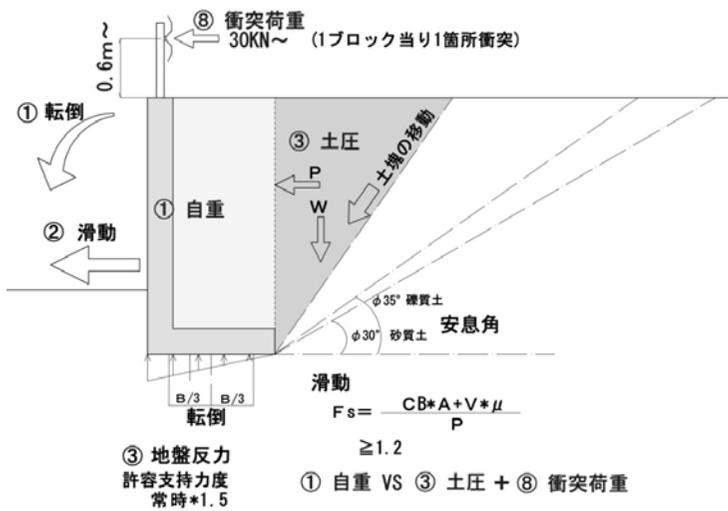
④部材の検討



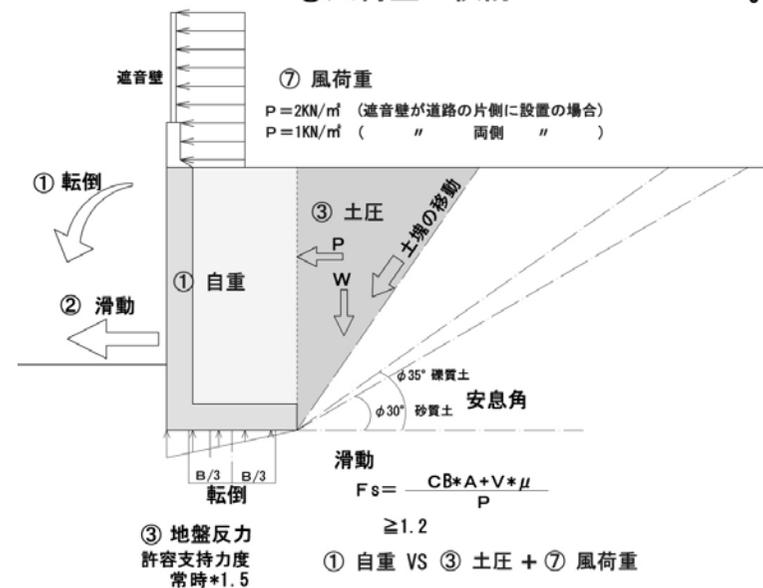
⑤地震時の検討



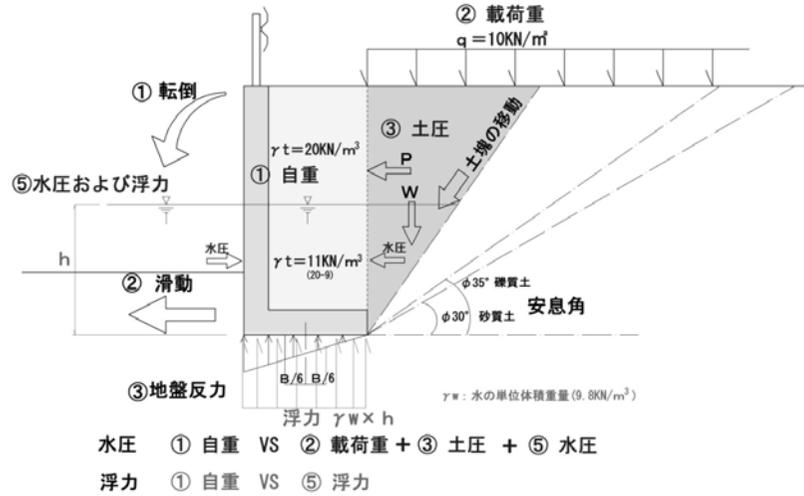
⑥衝突荷重の検討



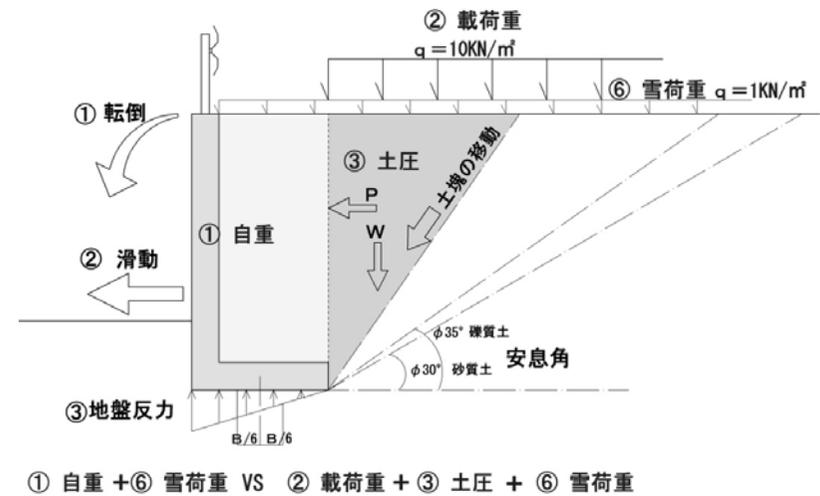
⑦風荷重の検討



⑧水圧、浮力の検討



⑨雪荷重の検討



- 5) 擁壁工指針 コンクリート擁壁 旧指針と改訂(原案)・目次
- 6) " コンクリート擁壁 旧指針と改訂(原案)簡所

平成11年度 擁壁工指針	平成22年度 擁壁工指針(改訂原案)
第2章 コンクリート擁壁 54	第5章 コンクリート擁壁 82
2-1 設計一般 54	5-1 設計一般 82
2-1-1 設計の考え方 54	5-1-1 設計の考え方 82
2-1-2 土圧の算定 57	5-2 コンクリート擁壁の設計に用いる荷重 87
2-1-3 安定に対する検討 71	5-2-1 一般 87
2-2 躯体の設計 79	5-2-2 自重 87
2-2-1 ブロック積石積擁壁 79	5-2-3 地震の影響 88
2-2-2 重力式擁壁 85	5-2-4 土圧の算定 89
2-2-3 もたれ式擁壁 87	5-3 擁壁の設計の基本と安定性の審査 101
2-2-4 片持ばり式擁壁 89	5-3-1 一般 101
2-2-5 控え壁式擁壁 95	5-3-2 直壁基礎の擁壁の設計の基本と安定性の審査 103
2-2-6 U型擁壁 100	5-3-3 杭基礎の擁壁の設計の基本と安定性の審査 127
2-2-7 井げた組擁壁 102	5-3-4 質基準土及び基礎地盤を含む全体としての安定性の検討 129
2-2-8 その他のコンクリート擁壁 105	5-4 部材の安全性の審査 133
2-2-9 標準設計の利用 106	5-4-1 一般 133
2-2-10 プレキャストコンクリート擁壁 107	5-4-2 曲げモーメントおよび軸方向力が作用するコンクリート部材 133
2-3 基礎の設計 107	5-4-3 セン断力が作用するコンクリート部材 135
2-3-1 直接基礎 108	5-4 耐久性の検討 138
2-3-2 杭基礎 115	5-5-1 一般 138
2-4 構造細目 118	5-5-2 塩害に対する検討 140
2-4-1 排水工 122	5-6 各種構造形式のコンクリート擁壁の設計 144
2-4-2 付属施設 122	5-6-1 重力式擁壁 144
2-5 施工一般 125	5-6-2 もたれ式擁壁 146
2-5-1 施工計画および準備工 125	5-6-3 ブロック積石積擁壁 154
2-5-2 基礎工 125	5-6-4 片持ばり式擁壁 163
2-5-3 躯体工 127	5-6-5 U型擁壁 178
2-5-4 裏込め工および排水工 129	5-6-6 井げた組擁壁 183
2-5-5 安全対策 130	5-6-7 プレキャストコンクリート擁壁 186
	5-7 擁壁基礎の部材の設計 189
	5-8 排水工 192
	5-8-1 一般 192
	5-8-2 排水工の設計 192
	5-9 構造細目 196
	5-9-1 ひび割れ誘発目地及び伸縮目地 198
	5-9-2 付属施設 199
	5-10 施工一般 202
	5-10-1 施工の基本方針 202
	5-10-2 基礎工 203
	5-10-3 躯体工 205
	5-10-4 裏込め工 206
	5-10-5 安全対策 207

第5章 コンクリート構造物

5-1 設計一般

5-1-1 設計の考え方

- (1) コンクリート構造物は、以下に従って設計してよい。
- (2) コンクリート構造物の設計に当たっては、5-2から5-9により、次の照査を行うものとする。
- 1) 構造物の安定性
 - 2) 構造物背面土や基礎地盤を含む全体の安定性
 - 3) 部材の強度
 - 4) 付帯する構造の検討
- (3) 上記は、5-10、第8章に示されている施工、維持管理が行われることを前提とする。

(1) コンクリート構造物の設計方針

「5-6 各種構造形式のコンクリート構造物の設計」に示される構造形式のコンクリート構造物については、多くの施工実績により、供用後の健全性が継続的に確認されているため、本家に示した設計・照査法に従えば、所定の性能を確保していることとする。

地震動の作用に対しては、「5-2-3 地震の影響」を考慮して安定計算等の静的照査法により照査を行えばよい。なお、構造物の照査には、地震の影響を考慮することを基本とするが、過去の経験によれば、通常に対する照査を満足し、施工を綿密に行うと、地震の影響に対する照査が行われていなくても、レベル1地震動に対しては機能的に耐え得ることが認められている。

また、兵庫県南部地震や新潟県中越地震での道路構造物の被害事例を見ると、これまでの「道路土工指針」の考え方に従い、レベル1地震動程度の規模の地震の影響に対する照査が行われた構造物は、構造物の安定および部材の強度に対しては、構造物を含む斜面全体が崩壊した事例を除き、多くの構造物が性能3を満足していた。このような実績を考慮し、5-2-3の地震時の影響を考慮して、5-2から5-9の方法に

より検討を行った場合には、4-1-6に示す必要な照査の内、5-6に示す構造形式の構造物の安定および部材の強度に対して以下のようにみなせることとした。

- 18cm以下の構造物で常時の各作用に対して安定と部材の強度を満足する場合には、地震動の作用に対する照査を行わずともレベル1地震動に対して性能2を、レベル2地震動に対して性能3を満足するものと見なしてよい。
- 2) レベル1地震動の作用に対して安定と部材の強度を満足する場合には、レベル1地震動に対して性能1を、レベル2地震動に対して性能3を満足するものと見なしてよい。
- 3) レベル2地震動の作用に対して安定と部材の強度を満足する場合には、レベル2地震動に対して性能2を満足するものと見なしてよい。

改訂前の「道路土工—構造物指針」でも、大規模地震動に対する設計は重要で復旧が困難な構造物の中できわめて重要な二次的被害の恐れがあるものに対してのみ実施しており、今回の指針改訂においても、基本的にはこの考え方に準拠した。また、構造物背面土や基礎地盤を含む全体の安定性については、背面土や基礎地盤の状況により被害の程度が大きく異なることから、「道路土工—盛土工指針」や「道路土工—軟弱地盤対策指針」を参考に、安定の照査を行う必要がある。本家に具体的に示されていない新しい構造形式のコンクリート構造物に対しては、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別途照査しなければならない。

(2) コンクリート構造物の設計方法

5-2から5-9に従って検討する際のコンクリート構造物の設計は、解説5-1に示す設計の手順に従って行うのがよい。

- 必要な性能の設定
- 構造形式の選定
- 基礎形式の選定
- 設計条件の整理

【参考5-4】 斜面上の基礎底面地盤の極限支持力の算出方法

斜面上の基礎底面地盤の極限支持力は、斜面上の前面余裕幅と斜面傾斜角の影響を考慮した式(参5-5)により算出する。

$$R_u = A' \cdot q_f \quad \text{..... (参5-5)}$$

ここに、

R_u : 基礎底面地盤の極限支持力 (kN)

A' : 有効載荷面積 (m²)

q_f : 荷重の偏心傾斜及び斜面上の基礎で端端余裕幅を考慮した基礎底面地盤の極限圧縮支持力 (kN/m²) で、式(参5-6)より算出する。

$$q_f = \frac{q_u \cdot q_0 \cdot b}{R} \cdot \frac{b}{B} + q_{u0} \quad \text{..... (参5-6)}$$

q_u : 水平地盤における荷重の偏心傾斜を考慮した基礎底面地盤の極限圧縮支持力 (kN/m²) で、「道路構造物・同解説IV下部構造編 10.3.1」により算出する。

q_0 : 斜面上の基礎に於いて荷重端のりりる状態 ($\delta=0$) で極限圧縮支持力 (kN/m²) で、式(参5-7)より算出する。

$$q_{u0} = \alpha \cdot N_c \cdot \left(\frac{c}{\sigma'} \right)^{\lambda} + \frac{1}{2} \cdot \beta \cdot \gamma \cdot B' \cdot N_q \cdot \left(\frac{B'}{B} \right)^{\mu} \quad \text{..... (参5-7)}$$

R : 参5-3に示すように、水平地盤におけるすべり面端端と荷重端との距離 L と載荷幅 B' との比 ($R=L/B'$) で、式(参5-8)より算出する。

$$R = \tan \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right) \cdot \exp \left(\frac{\pi}{2} \tan \phi \right) \quad \text{..... (参5-8)}$$

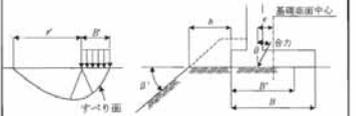
b : 斜面上の基礎における前面余裕幅 (m) (参5-4参照)

B : 基礎幅 (m)

B' : 荷重の偏心 (m)

e : 荷重の偏心 (m)

β' : 斜面傾斜角 ($^\circ$) で、地盤の場合は次のように調整を考慮した角度 (β) とする。
 $\beta = \beta' + \tan^2 \alpha$
 k_u : 基礎底面地盤の設計水平強度
 c : 基礎底面地盤の粘着力 (kN/m²)
 γ : 基礎底面地盤の単位体積重量 (kN/m³)



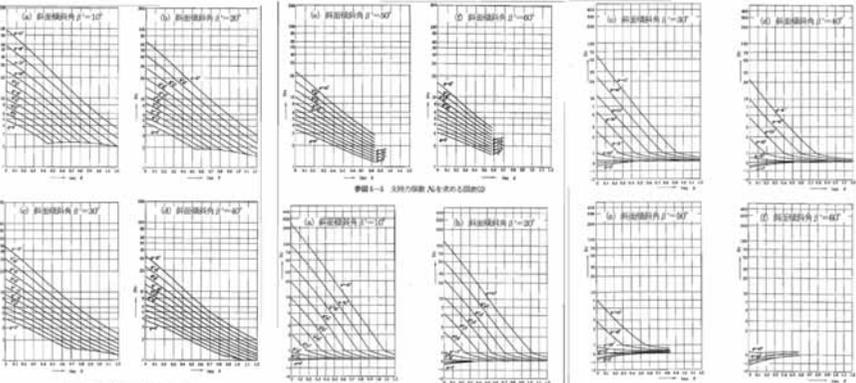
参5-3 B'の算出 参5-4 斜面上の基礎に於いて荷重端のりりる状態

N_c, N_q : 参5-5及び参5-6に示す荷重端を考慮した支持力係数で、基礎底面地盤のせん断抵抗角 (ϕ)、荷重の傾斜角 (δ)、斜面傾斜角 (β') より求める。

α, μ : 基礎の形状係数で、「道路構造物・同解説IV下部構造編 10.3.1」による。

λ, μ : 寸法効果の程度を表す係数で、 $\lambda = \mu = -1/3$ としてよい。
 c' : $c' = \alpha_0 \cdot c$ 、ただし、 $1 \leq \alpha_0 \leq 10$ (kN/m²)
 α_0 : $\alpha_0 = 10$ (kN/m²)
 B' : $B' = B \cdot \beta_0$
 β_0 : $\beta_0 = 1.0$ (m)

ただし、せん断抵抗角 ϕ を「道路構造物・同解説IV下部構造編」等により推定した場合には $c' = \mu = 1$ とする。



参5-5-1 支持力係数 N_c に対する関係図

参5-5-2 支持力係数 N_q に対する関係図

参5-5-3 支持力係数 N_q に対する関係図

【参考5-5】 変位に対する境界状態が明示されている場合の照査法

きわめて重要な二次的被害の恐れがある構造物で、地震時の変位に対する照査が難しい場合には、残留変位に着目した耐震性能照査が必要な場合がある。そのような場合には、上記に示したような現象を簡略化して、比較的容易に実施することが可能な静的照査法ではなく、地震時の構造物の動的挙動を忠実に解析する動的照査法を用いることが必要となる。ただし、動的照査法は地震時の現象を精緻にモデル化し、詳細な入力データと高度な技術的判断を必要とされるため、性能照査法の選定に際しては、必要とされる精度等を考慮して、適切な照査法を選定する必要がある。

簡易動的解析法として、斜面の地震時永久変位予測法としてよく用いられるニューマークのスライディング・ブロック法を3自由度系(構造物の水平、鉛直、回転運動)に拡張した方法が開発されており、比較的容易に構造物の動的挙動を実施することが可能となっているが、本法を用いる場合にも、地震動の時刻歴波形や土質定数を適切に設定する必要がある。

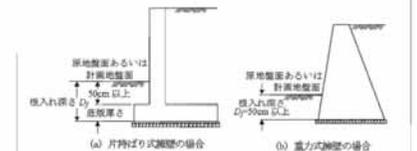
(2) 直接基礎の根入れ深さ

擁壁の直接基礎の根入れ深さは、原地盤面あるいは計画地盤面から基礎底面までの深さとし、原則として50cm以上は確保するものとする。ただし、片持ばり式擁壁のように底版を有する形式の擁壁においては、解説5-14(a)に示すように原則として底版厚さに50cm以上を加えた根入れ深さを確保するものとする。また、中位の砂質土盤において高さ2.5m以上の重力式擁壁を設ける場合には、擁壁高さの0.2倍以上の十分な根入れ深さを確保することが望ましい。

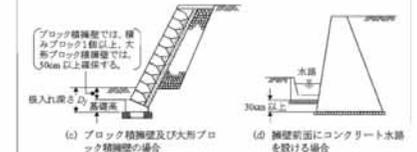
ブロック積擁壁においては、解説5-14(b)に示すように積みブロック1個以上が土中に没する程度の根入れを確保すればよい。ただし、大型ブロック積擁壁の根入れ深さは、原則として50cm以上は確保するものとする。

擁壁の直接基礎の根入れ深さの決定に当たっては、支持層までの深さと根入れ深さの関係から、経済性、施工性等の観点から不合理とならないように決定する必要がある。また、風化作用による地盤の劣化や将来予想される地盤の劣化や擁

削(仮設構造物の維持補修や改築、新規構造物の施工等)の影響を考慮する必要があり、特に、河川や海岸等の浸水域内に直接基礎を設ける場合には、河床低下や浸食について十分検討したうえで根入れ深さを決めなければならない。また、解説5-14(d)に示すように、擁壁に接して水床底下や浸食のおそれのないコンクリート水路を設ける場合の根入れ深さは、原則として水路底下30cm以上は確保するものとする。



(a) 片持ばり式擁壁の場合 (b) 重力式擁壁の場合



(c) ブロック積擁壁及び大型ブロック積擁壁の場合 (d) 擁壁前面にコンクリート水路を設ける場合

解説5-14 擁壁の直接基礎の根入れ深さ

(3) 置換えコンクリート基礎

斜面上に直接基礎を設ける場合等で、解説5-15に示すように、一部に支持地盤として不適な地盤があり、その部分を掘削しコンクリートで置換える場合や

(1) 塩害に対する耐久性

塩害の影響が懸念される地域に建設される舗装の鉄筋コンクリート部材は、その地域の環境、飛来する塩分量、コンクリート中への塩分の浸透性、コンクリートの品質、部材の形状等を考慮し、設計上の目標期間において、鉄筋位置における塩化物イオン濃度が鋼材腐食発生限界濃度以下となることを調査することにより、塩害に対する耐久性の検討を行うことができる。このとき、建設地点における飛来塩分量、コンクリートの塩分浸透係数を精度よく把握することが重要である。なお、ここに示す塩害とは、乾しびきや潮風によってコンクリート表面に塩分がが付着し、これが浸透して内部の鉄筋が腐食する現象を対象とするものである。

塩害に対する鉄筋コンクリート部材の耐久性を確保するためには、建設地点の地形及び沿岸からの距離、気象・海象等の環境状況を把握したうえで、(2)に示す鉄筋のかぶり量を確保することを基本とし、コンクリートのひびわれ幅の制御、コンクリートの材料、配合及び施工における十分な配慮が必要である。

(2) 塩害の影響による最小かぶり

「道路橋示方書・同解説Ⅲコンクリート構Ⅱ」に準じて定めた。
「道路橋示方書・同解説Ⅰ共通編 1.5」の解説に示すように、ここでは、耐久性に関する設計上の目標期間として 100 年を設定した場合の塩害の影響に対し、舗装の鉄筋コンクリート部材の耐久性を確保するための鉄筋の最小かぶりを示した。片持ちばり式舗装等におけるたて壁等の直接外気に接する鉄筋コンクリート部材は、表 5-2 に示す塩害の影響地域に基づき、表 5-1 に示す最小かぶりを確保することにより、(1)を満足するとみなしてよいものとした。ただし、建設地点の地形、気象・海象条件、近傍の鉄筋コンクリート構造物の損傷状態等を十分検討し、対策区分を一段階上下に変更してもよい。なお、常に水中又は土中にある部材は、空中にある部材に比べ、酸素の供給が少ないため、塩分の影響は小さいと考えられることから、従来と同様に 5-6-4(7)に示すかぶりを確保すればよいものとした。

鉄筋コンクリート部材表面に供給される塩分には、海岸から飛来する塩分の地

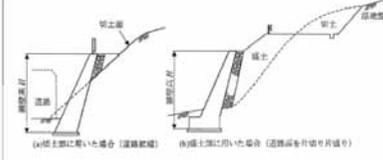
に、路面凍結防止剤（融雪剤）として散布されるものがある。路面凍結防止剤を使用することが予想される道路舗装については、同等の条件下における既設舗装の損傷状況等を十分把握し、適切な対策区分を想定し必要な最小かぶりを確保する必要がある。一般には、表 5-1 に示す対策区分 I 相当の最小かぶりを確保するが望ましい。

5-6-2 もたれ式擁壁

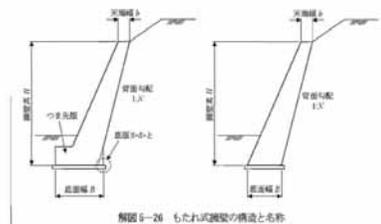
- (1) もたれ式擁壁は、支持地盤が良好で、擁壁面が比較的安定した地山や砂土のり面に適用できる。
- (2) もたれ式擁壁の形状は、設置場所の状況や施工等を考慮して決定しなければならない。
- (3) もたれ式擁壁は、底面地盤と背面地盤に支持された構造体として設計を行い、安定性の検討は、5-3-2 を満足しなければならない。
- (4) もたれ式擁壁の躯体及びつま先部分は、側面前面位置に作用する前向きに対し、部材の安全性の調査を行うものとする。
- (5) 裏込め材の厚さは、ブロック積構造に準じて設計するものとする。

もたれ式擁壁は、地山または盛土にもたれた状態で本体自重のみで土圧に抵抗する形式の構造であり、解説 5-25 のように、山岳道路等で道路面を片切り片盛りする場合や道路幅員の狭い側付け擁壁として用いられることが多い。また、一般的な構造と名称は解説 5-26 のとおりである。

もたれ式擁壁は、山地の斜面等に設置される場合が多いので、特に滑動と背面地盤や支持地盤を含む全体の安定性が確保されるよう注意する必要がある。



解説 5-25 もたれ式擁壁の適用例



解説 5-26 もたれ式擁壁の構造と名称

(1) 適用条件
もたれ式擁壁は、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、安定性の検討も背面地盤に支持された設計法を採用していることから、底面地盤及び背面地盤の適用条件を示した。なお、盛土面に適用する場合には、擁壁背面の裏込め土の土質条件や施工状態等を綿密に検討する必要がある。

(2) 形状寸法
もたれ式擁壁の形状寸法は、5-3-2(1)に示す基礎の安定性に左右されるが、一般には次の項目を参考にするとよい。

- ① 擁壁高さは、一般的に 5~10m 程度以下にすることが望ましい。
- ② 背面勾配は、擁壁高さに応じて解説 5-3 を目安にするときよい。

解説 5-3 もたれ式擁壁の背面勾配の目安

擁壁高さ	5m 以下	5~7m	7m 以上
背面勾配	1:0.3	1:0.4	1:0.5

③ もたれ式擁壁は、通常無筋コンクリートとして設計されるため、特に制約条件等がない場合は、躯体断面に引張力が生じないようにするのが望

ましい。

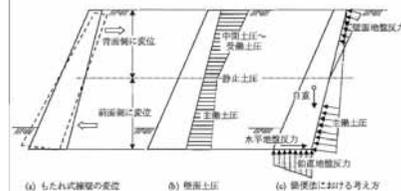
- ④ 天端幅は、擁壁の規模、天端に防護柵等の設置の有無、施工等を考慮して決定する。

(3) 安定性の検討

もたれ式擁壁の安定性の検討は、以下に示す方法で行えばよい。

1) 滑動に対する原案

滑動に対する原案は、滑動力を土圧、地震時慣性力等の外力の水平成分を擁壁に作用する最大水平力として行ってよい。なお、「簡便法」で算出される擁壁底面の水平地盤反力 Q_H が解析上滑動力より大きな値を示すが、解説 5-27 に示すように、もたれ式擁壁の底面と壁面土圧の関係や解析モデルから上記のように示した。



解説 5-27 もたれ式擁壁の底面と壁面土圧の関係

解説 5-28 に示すように、滑動に対する安定性を高めるために擁壁底面に傾斜を設ける場合は、支持地盤が岩盤等堅固な地盤でなければならない。採用に当たっては、綿密な調査を実施し、地盤の性質等を十分に把握する必要がある。

し。

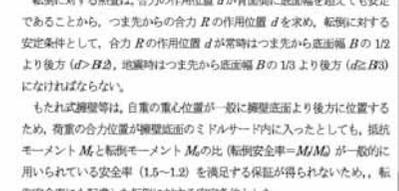
- ④ 天端幅は、擁壁の規模、天端に防護柵等の設置の有無、施工等を考慮して決定する。

(3) 安定性の検討

もたれ式擁壁の安定性の検討は、以下に示す方法で行えばよい。

1) 滑動に対する原案

滑動に対する原案は、滑動力を土圧、地震時慣性力等の外力の水平成分を擁壁に作用する最大水平力として行ってよい。なお、「簡便法」で算出される擁壁底面の水平地盤反力 Q_H が解析上滑動力より大きな値を示すが、解説 5-27 に示すように、もたれ式擁壁の底面と壁面土圧の関係や解析モデルから上記のように示した。



解説 5-28 擁壁底面に傾斜を設ける場合

2) 転倒に対する原案

転倒に対する原案は、合力の作用位置 d が背面側に底面幅を超えても安定であることから、つま先からの合力 R の作用位置 d を求め、転倒に対する安定条件として、合力 R の作用位置 d が常時はつま先から底面幅 B の 1/2 より後方 ($d > B/2$)、地震時はつま先から底面幅 B の 1/3 より後方 ($d > B/3$) になければならない。

もたれ式擁壁等は、自重の重心位置が一般に擁壁底面より後方に位置するため、荷重の合力位置が擁壁底面のミッドサード内に入ったとしても、抵抗モーメント M_R と転倒モーメント M_O の比 (転倒安全率 $= M_R/M_O$) が一般的に用いられている安全率 (1.5~1.2) を満足する保証が得られないため、転倒安全率にも配慮した転倒に対する安定条件とした。

3) 鉛直支持力度に対する原案

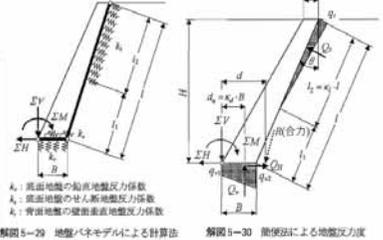
基礎底面地盤の鉛直支持力度に対する原案は、5-3-2 に示すものとするが、常時においては、背面勾配や背面地盤の状況等から、主動土圧が作用しない状態も考慮する必要がある。

擁壁底面の鉛直地盤反力度は、合力作用位置 d の範囲に応じて、次に示す方法で算出する。

- ① 合力作用位置 d がつま先から底面幅 B の 1/3~1/2 の範囲 ($B/3 \leq d \leq B/2$)

にある場合は、式 (解 5-14)、式 (解 5-15) による。

- ② 合力作用位置 d がつま先から底面幅 B の 1/2 より後方 ($d > B/2$) にある場合は、以下に示す計算法による。



解説 5-29 地盤/ベネモデルによる計算法

解説 5-30 簡便法による地盤反力度

擁壁底面の鉛直地盤反力度は、底面地盤と背面地盤に支持された構造体として、解説 5-29 に示すように、擁壁本体を構体と仮定し、底面の地盤/ベネと背面の地盤/ベネを考慮した弾性/ベネ上のはりモデル (以下、「地盤/ベネモデル」による計算法) と呼ぶ) により求められる。しかし、擁壁背面の施工状態等より背面地盤の地盤/ベネの仮定に不確実な面があり、特に盛土の地盤/ベネの推定が困難と考えられるので、解説 5-30 に示す「地盤/ベネモデルによる計算法」に基づく「簡便法」を用いて、式 (解 5-22) ~ 式 (解 5-25) より鉛直地盤反力度を求めるものとする。

$$Q_v = \frac{\sum M - \kappa_d \cdot B \cdot \Sigma V}{B \sin \theta (1 - \kappa_d) + (1 - \frac{\kappa_d}{3})} \quad \text{--- (解 5-22)}$$

$$Q_h = \Sigma V - Q_v \sin \theta, \quad Q_n = \Sigma H + Q_v \cos \theta \quad \text{--- (解 5-23)}$$

$$q_{n1} = \frac{2Q_v(2-3\kappa_d)}{B}, \quad q_{n2} = \frac{2Q_v(3\kappa_d-1)}{B} \quad \text{--- (解 5-24)}$$

$$q_s = \frac{2Q_v}{\kappa_d l} \quad \text{--- (解 5-25)}$$

ここに、 ΣV : 擁壁底面における全鉛直荷重 (kN/m)

ΣH : 擁壁底面における全水平荷重 (kN/m)

ΣM : 擁壁底面つま先回りのモーメント (kN-m/m)

B : 擁壁高さ (m)

l : 擁壁底面幅 (m)

θ : 擁壁底面傾斜角 (°)

d : 擁壁つま先から合力 R までの作用位置 (m) で次式より算出する。

$$d = \frac{\sum M}{\sum V} \quad \text{--- (解 5-26)}$$

Q_v : 擁壁底面に発生する鉛直地盤反力 (kN/m)

Q_h : 擁壁底面に発生する水平地盤反力 (kN/m)

Q_n : 擁壁背面に発生する背面地盤反力 (kN/m) で、 $d \leq \kappa_d B$ のときは $Q_n = 0$ とする。

q_{n1} : 擁壁底面の前方に発生する鉛直地盤反力度 (kN/m²)

q_{n2} : 擁壁底面の後方に発生する鉛直地盤反力度 (kN/m²)

q_s : 擁壁背面に発生する最大背面地盤反力度 (kN/m²)

d_0 : つま先からの鉛直地盤反力の作用位置 (m)

h : 擁壁底面から背面地盤反力度が発生する位置までの区間長 (m)

l : 背面地盤反力度が発生する区間長 (m)

κ_d : 背面地盤反力度が発生する区間長 h と擁壁底面長さ l との比 ($\kappa_d = h/l$) で、解説 5-4 にによる。

κ_d : つま先からの鉛直地盤反力の作用位置 d_0 と擁壁底面幅 B との比 ($\kappa_d = d_0/B$) で、解説 5-4 にによる。

解説 5-4 「簡便法」に用いる係数 α_1 、 α_2 の値

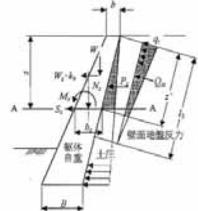
地形状況	自重のみの場合	荷重組合せ上土圧や地震時慣性力などを含む場合		
背面勾配	—	1:0.3	1:0.4	1:0.5
$\alpha_1 = \frac{1}{2}d$	1.00	0.50	0.60	0.70
$\alpha_2 = \frac{1}{2}d/B$	0.58	—	—	—

解説 5-4 の係数 α_1 、 α_2 は、各種の地盤・土、土圧の大きさ、様々な形状及び規模のたれ式擁壁について鉛直地盤反力度を「地盤バネモデル」による計算法で求め、このとき得られた d と $1/d_0$ と B の関係より設定した。

また、許容鉛直支持力度を求める場合に用いる有効荷重幅 B_0 は、解説 5-30 に示すように背面地盤に壁面地盤反力 Q_0 が発生するため、合力の作用位置 d に代わり、鉛直地盤反力 Q_0 の作用位置 d_0 より求めるものとする。

(4) 躯体の設計

もたれ式擁壁の躯体は、解説 5-31 に示す荷重等を考慮して、照査断面位置を固定端とする片持ちりとして設計してよい。



解説 5-31 躯体に作用する荷重と断面力の考え方

ここに、A-A : 躯体の照査断面位置

d : 擁壁天端から照査断面位置までの高さ (m)

- W : 高さ x の位置における躯体自重 (kN/m)
- W', k_s : 高さ x の位置における躯体自重による地震時慣性力 (kN/m)
- P_s : 高さ x の位置における土圧 (kN/m)
- Q_0 : 高さ x の位置における壁面地盤反力 (kN/m)
- d : 高さ x の位置における壁面長 (m)
- h : 高さ x の位置における躯体高 (m)
- N_x : 高さ x の位置における軸力 (kN/m)
- M : 高さ x の位置における躯体中心での曲げモーメント (kN・m/m)
- S : 高さ x の位置におけるせん断力 (kN/m)

もたれ式擁壁につま先版がある場合は、重力式擁壁のつま先版と同様に設計を行えばよい。

5-6-3 ブロック積(石積)擁壁

5-6-3 ブロック積(石積)擁壁

- (1) 通常のブロック積(石積)擁壁は、背面の地山が締まっている切土部や比較的良質な裏込め土で十分な締固めがされる盛土部等、背面地盤からの土圧が小さい場合に適用できる。
- (2) 通常のブロック積(石積)擁壁は、表 5-4 に示す直高と背面勾配及び裏込めコンクリート厚の関係を定めた「経験に基づいた設計法」により行うものとし、次に示すものとする。
 - 1) 積みブロックは、4-4-2 に示したものと同等以上のものとする。
 - 2) 積みブロックの積み方は、原則として解説で容積にするものとする。
 - 3) 背面勾配は、直高に応じて表 5-4 より定めるものとする。

表 5-4 直高と背面勾配の関係 (総長 30cm 以上)

直高 (m)	~1.5	1.5~3.0	3.0~5.0	5.0~7.0
背面勾配	1:0.3	1:0.4	1:0.5	—
裏込めコンクリート厚 (cm)	5	10	15	20

- (3) 裏込め材は、透水性の良い材料を使用するものとする。
- (4) 擁壁背面には裏込めコンクリートを設けるものとし、その厚さは表 5-4 の値を基本とし、原則として等厚とする。
- (5) 基礎には、切込砕石等を敷き均した上に基礎コンクリートを設置するものとする。
- (6) 擁壁天端には、原則として天端コンクリートを設けるものとする。
- (7) 積みブロックを除く各箇所を使用するコンクリートの設計基準強度は、18N/mm²程度以上とする。
- (8) 大形ブロック積擁壁は、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設計を行ってよい。また、次の 1), 2), 3) にもよるものとする。
 - 1) 大形積みブロックは、4-4-2 に示したものと及びこれと同等以上のものとする。

ここに、 q_e : 基礎底面の後方に発生する鉛直地盤反力度 (kN/m²)

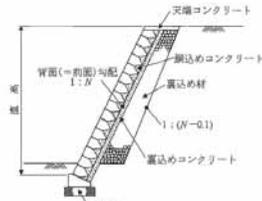
q_s : 地盤の許容支持力度 (kN/m²)

ΣV : 基礎底面における全鉛直荷重 (kN/m) で、裏込め、照込め、基礎コンクリートの自重を含む。

B : 基礎底面幅 (m)

- 1) 積みブロックの材料及び製品規格を示したものである。
- 2) 通常のブロック積(石積)擁壁は、原則として照込めコンクリートを設ける縁種で、水平方向の目地が直線とならない容積等で積み上げるものとする。
- 3) 通常のブロック積擁壁及び積みブロックの総長を 30cm のまま大形化したブロック積擁壁は、直高に応じて背面勾配を経験に基づき定めた表 5-4 に従ってよいものとする。

解説 5-32 は、通常のブロック積(石積)擁壁の一般的な形状を示したものであり、図示している直高は、擁壁の全高とは別に積みブロック部分の鉛直高さを示したものである。



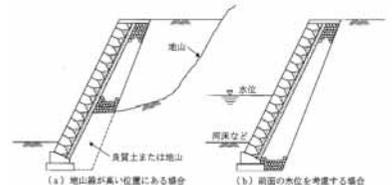
解説 5-32 標準的なブロック積擁壁

- (4) 裏込め材は、擁壁背面の水を外側に排出し、ブロック積(石積)擁壁にかかる水圧を減じるとともに、積みブロックまたは積み石に作用する荷重を分

散することによって擁壁背面の圧力の増大を防ぐために設けるものである。従って、裏込め材は砕石等透水性の良い材料を用いなければならない。盛土部におけるブロック積(石積)擁壁の裏込め材は、擁壁の背面勾配を 1:1/2 とした場合に、地山と接する面の傾斜が 1:(N-0.1) となるように設置する。また、上面における裏込め材の厚さは 30cm を基本とし、背面の地山が良質な場合には 20cm 程度としてよい。

切土部におけるブロック積(石積)擁壁の裏込め材は、等厚に設置してよい。

裏込め材は、解説 5-33 (a) のように基礎周辺部に背面地盤からの水の浸透による影響を及ぼさないよう、擁壁前面の地盤線程度まで設置することを原則とし、裏込め材の直下から基礎底面高さまでの間には不透水層等を設け、背面を伝った雨水等が基礎部に悪影響を及ぼすことのないようにするのが望ましい。また、解説 5-33 (b) のように前面に水位がある場合には、裏込め材は支持地盤程度まで設置することとする。



解説 5-33 裏込め材の設置例

- (5) 擁壁背面には裏込めコンクリートを設け、その厚さは表 5-4 の値を基本とし、等厚とすることを原則とした。
- (6) 通常のブロック積(石積)擁壁の基礎は、切込砕石等を 10cm~20cm 程度

- 7) 擁壁天端には天端コンクリートを設け、その厚さは 5~10cm 程度としてよい。
- 8) 積みブロックを除く、天端コンクリート、照込めコンクリート、裏込めコンクリート、基礎コンクリートの設計基準強度を示したものである。
- (3) 大形ブロック積擁壁の設計
 - 1) 大形ブロック積擁壁は、主に省力化を目的として通常の積みブロックよりも大形な積みブロックを積み上げた擁壁である。近年は、擁壁高が高いところに適用できる大形積みブロックも製品化されている。
 - 2) 大形ブロック積擁壁には、大形積みブロックの寸法、控長、ブロック間の結合構造等が異なる様々な形式のものが、擁壁の剛性はまちまちである。ブロック間の結合に、かみ合わせ構造や突起等を用いたり、照込めコンクリートで縁種にした形式等は、通常のブロック積擁壁に準じた構造と考えることができる。また、控長の大きい大形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ることができる。
 - 3) なお、ブロック間のかみ合わせ抵抗のない空隙による大形ブロック積擁壁の構築は行わない。
 - 4) 大形ブロック積擁壁は、良質な支持地盤上に設置し、擁壁高さを 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精密な検討をする必要がある。

通常のブロック積(石積)擁壁は、積みブロックまたは積み石を積み重ねた、背面勾配が 1:1 より急な(一般には 1:0.3~1:0.6 程度の勾配が用いられている)簡易な擁壁である。このため、歴史も古く、施工実績も非常に多いことから、

解説 5-5 ブロック積擁壁の種類

種類	ブロック積の構造や製品寸法によるブロック積擁壁の分類	構造特性
通常のブロック積	通常のブロック積(石積)擁壁 積みブロックの積長を 30cm のまま大形化したブロック積擁壁	原則として照込めコンクリートを設ける縁種で、水平方向の目地が直線とならない容積などで積み上げる形式。
大形ブロック積	通常のブロック積(石積)擁壁に準じた構造の大形ブロック積擁壁 もたれ式擁壁に準じた構造の大形ブロック積擁壁	控長の大きい大形積みブロックでブロック積の場合に、かみ合わせ構造や突起等を用いたり、照込めコンクリートで縁種にした形式。従来の大きい大形積みブロックや中詰めコンクリートなどを用いてブロック積の結合を強固にした形式。

通常のブロック積(石積)擁壁は、積みブロックまたは積み石を積み重ねた、背面勾配が 1:1 より急な(一般には 1:0.3~1:0.6 程度の勾配が用いられている)簡易な擁壁である。このため、歴史も古く、施工実績も非常に多いことから、

「経験に基づく設計法」により、所定の規定を満たしたブロック積(石積)擁壁は、過去の被災事例から、一部で積みブロックの抜け出しや積みブロック間にひび割れ等が生じたものの、迅速な修復が可能であるとの観点から、4-1-3 に示される性能に対して、常時及びレベル1地震動においては性能1を、レベル2地震動においては性能2を満足するとみなしてよいこととした。ただし、通常のブロック積擁壁は、他の構造形式のコンクリート擁壁に比べ、安全性の面からは耐震性に劣り、レベル2地震動において、一部の積みブロックの抜け出しや部分的な倒壊等が生じることが考えられるため、第三者被害の可能性が考えられる場所への適用は避けることが望ましい。

(1) ブロック積(石積)擁壁の適用条件

通常のブロック積(石積)擁壁は、主としてり面の保護を目的に用いられる。このため、背面の地山が締まっている切土、比較的良質な裏込め土で十分な締固めがされる盛土等、土圧が小さい場合に適用できることとした。また、重要な場所への適用には、十分注意をするなど現況を十分把握した上で採用する必要がある。

もたれ式擁壁に準じた構造の大形ブロック積擁壁の背面地盤の適用条件は、5-6-2(1)のもたれ式擁壁によるものとする。

(2) 通常のブロック積(石積)擁壁の設計

通常のブロック積(石積)擁壁の設計は、従来から「経験による設計法」によるものとし、支持力については、所定の根入れ深さを確保し、経験的に背面地盤の状況等を把握することで対応してきた。しかし、一部で支持力不足による変状事例が見受けられるため、背面地盤が硬く支持力の照査は省略してもよいが、斜面上に設ける場合や軟弱な地盤で安定処理や改良土による置換えを行う場合は、支持力の照査を行わなければならない。

なお、支持力の照査に用いる擁壁底面の鉛直地盤反力度は、式(解 5-27)により求めよう。

$$q_e = \frac{1.2 \Sigma V}{B} \leq q_s \quad \text{..... (解 5-27)}$$

ロック積擁壁の設計に際しては、事前に大形積みブロックの強度及びブロック間の結合部強度等を検討しておく必要がある。

2) 通常のブロック積擁壁に準じた構造の大形積みブロック積擁壁では、背面勾配と直高に応じて控長を解表5-6を参考に定めるのがよい。

解表5-6 背面勾配と直高と控長の関係 (単位:m)

背面勾配	1:0.3	1:0.4	1:0.5	
控長	50cm以上	—	~3.0	~5.0
	75cm以上	~4.0	~5.0	~7.0
	100cm以上	~5.0	~7.0	~8.0

(注) 上表は、基上げ盛土高が直高の1/2程度以下で適用できる。

もたれ式擁壁に準じた構造の大形積みブロック積擁壁では、背面勾配と直高に応じて最小控長を解表5-7より定めるのがよい。

解表5-7 背面勾配に準じた直高と最小控長の関係

背面勾配	1:0.3	1:0.4	1:0.5
直高H(m)	~5.0	~7.0	~8.0
最小控長φ(m)	0.15H以上	0.12H以上	0.1H以上

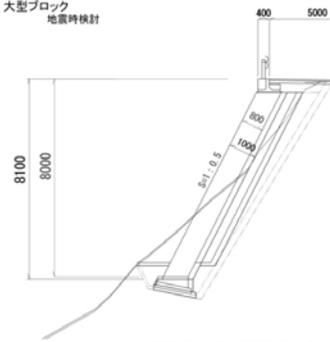
(注) 最小控長は50cm以上とする。
注2) 崩壊などの岩土部にはり面保護工として用いる場合は、上表より少なくともよい。

4) 多段ブロック積(石積)擁壁の設計

二段以上の多段ブロック積(石積)擁壁は、擁壁を含む支持地盤の全体的な安定に問題があるので、原則として避けなければならない。すなわち、上段積擁壁の重量が下段積擁壁に対して載荷重として作用すること、上段積擁壁の排水が下段積擁壁の特定部分に集中することなどの影響が考えられる。しかし、種々の理由によりやむを得ず用いる場合には以下のことに留意し、上述の影響が下段積擁壁に及ばないように対策を講じる必要がある。

- ① 上段積擁壁の支持地盤は、在来地山等で長期にわたって沈下のおそれのない安定な地盤とする。
- ② 上段積擁壁の基礎コンクリートは、通常の場合よりも形を大きくし、基礎

大型ブロック
地震時検討



(1) 擁壁の裏込め土には硬質土を用いるのを標準とする。
道路構造物等標準設計マニュアル(案) 高知県土木部 平成20年3月

背面土質条件: 硬質土($\gamma=20\text{KN/m}^3$, $\phi=35^\circ$, $C=0$)

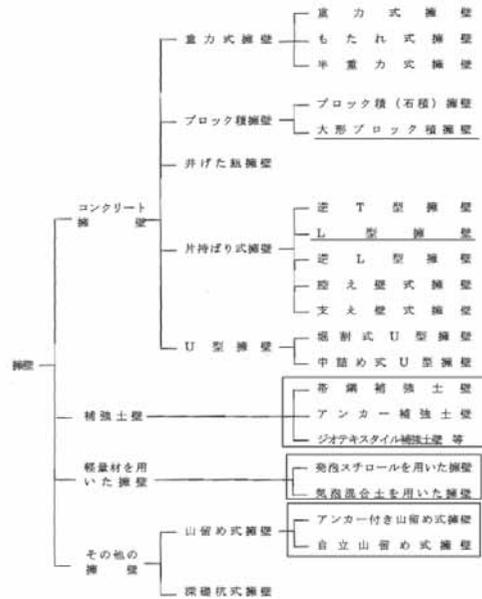
直壁高(H)	使用	概算金額(H=8.0m/1.0m当たり)	地震時検討無し
8.0m	控え長 800	¥300,000 (フレガード)	地震時検討無し
8.1m	控え長 1000	¥350,000 (フレガード)	地震時検討有り

背面土質条件: 砂質土($\gamma=19\text{KN/m}^3$, $\phi=30^\circ$, $C=0$)

直壁高(H)	使用	概算金額(H=8.0m/1.0m当たり)	地震時検討無し
8.0m	控え長 800+1000	¥330,000 (フレガード)	地震時検討無し
8.1m	控え長 1000+1500	¥430,000 (フレガード)	地震時検討有り

7) 擁壁 各種マニュアル

各種マニュアル(例)



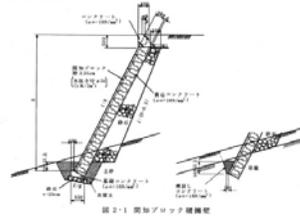
解図1-2 擁壁の種類

ブロック積擁壁(混合擁壁)

道路構造物等標準設計マニュアル(案) 高知県土木部 平成20年3月

- 設計条件
 - ① 擁壁設置位置: 橋上(土として擁壁)とする。
 - ② 背面土質条件: $\gamma=19, \phi=30^\circ$
 - ③ 設計土: 硬質土
 - 単位容積重量: $\gamma=20, \phi=35^\circ$
 - 粘着力: $c=10$
 - 粘聚力: $\phi=35^\circ$
- ④ 支持地盤と許容支持力

土質条件	許容支持力	連続の摩擦係数
土砂 (H=3.0以上)	200kN/m ²	0.6
岩盤 (H=3.0以下)	400kN/m ²	0.7
- ⑤ 設計土質条件と計算条件
 - ① 背面土質条件: 中硬質土
 - ② 支持地盤が土砂: $\lambda=0.13$ (日産地盤)
 - ③ 支持地盤が岩盤: $\lambda=0.10$ (日産地盤)
 - ④ 擁壁高: $H=8.0\text{m}$ (標準設計を行わない)
 - ⑤ $H>8\text{m}$: 断面検討を行う
 - ⑥ 擁壁表面は水平とする。
 - ⑦ ブロックの勾配は1:0.5とする。
 - ⑧ 下段積擁壁の勾配は、前面勾配を1:0.5、背面勾配は安定計算等によって決定する。
 - ⑨ 高層部は液状土不安定を抑制するための1:5の緩斜を付ける。
- 標準断面



高さコンクリート厚さt (mm)	ブロック間隙勾配1:1	ブロック間隙勾配1:1.5	ブロック間隙勾配1:2
100	100	100	100
150	100	100	100
200	100	100	100
250	100	100	100
300	100	100	100
350	100	100	100
400	100	100	100
450	100	100	100
500	100	100	100
550	100	100	100
600	100	100	100
650	100	100	100
700	100	100	100
750	100	100	100
800	100	100	100
850	100	100	100
900	100	100	100
950	100	100	100
1000	100	100	100

図2-1 混合ブロック積擁壁

重力式擁壁

道路構造物等標準設計マニュアル(案) 高知県土木部 平成20年3月

- 4.2 例2
- | | |
|---------|-------------------------|
| 天端幅 | b=600mm |
| 総自重 | q=10.0kN/m ² |
| ガードレール | 有り |
| 裏込土の種類 | 硬質土 |
| 許容支持力 | qa=200kN/m ² |
| 擁壁の最大高さ | H=4.0m |
| 前面勾配 | 1:0.20 |
- 上記の条件に対応する限界高さ表を調べる。
(この例では【KGW-1-400-1-G】となる)
 - 前面勾配1:0.20の行で、最大高さを満足する限界高さの列を探る。
(この例では0.9m/4.6mの列となる)
 - 列の背面勾配を確認する。
(4.0mの列は背面勾配1:0.1)
 - 許容支持力の確認をする。
(0.1の領域なので許容支持力は200kN/m²であり、条件を満足する)

以上のように、限界高さから前面勾配1:0.2、背面勾配1:0.10が得られる。ただし、本擁壁の最小高さはH=0.9mであることに注意が必要である。

重力式擁壁の限界最大高さ		【計算条件: H=0, 天端幅600mm, 総自重10.0kN/m ² , 背面土質: $\gamma=19, \phi=30^\circ$ 】	
背面勾配	許容支持力	限界最大高さ	背面勾配
1:0.1	200kN/m ²	0.9	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	1.0	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	1.1	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	1.2	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	1.3	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	1.4	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	1.5	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	1.6	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	1.7	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	1.8	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	1.9	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	2.0	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	2.1	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	2.2	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	2.3	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	2.4	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	2.5	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	2.6	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	2.7	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	2.8	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	2.9	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	3.0	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	3.1	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	3.2	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	3.3	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	3.4	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	3.5	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	3.6	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	3.7	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	3.8	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	3.9	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	4.0	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	4.1	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	4.2	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	4.3	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	4.4	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	4.5	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	4.6	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	4.7	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	4.8	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	4.9	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	5.0	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	5.1	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	5.2	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	5.3	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	5.4	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	5.5	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	5.6	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	5.7	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	5.8	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	5.9	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	6.0	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	6.1	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	6.2	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	6.3	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	6.4	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	6.5	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	6.6	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	6.7	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	6.8	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	6.9	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	7.0	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	7.1	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	7.2	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	7.3	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	7.4	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	7.5	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	7.6	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	7.7	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	7.8	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	7.9	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	8.0	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	8.1	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	8.2	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	8.3	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	8.4	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	8.5	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	8.6	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	8.7	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	8.8	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	8.9	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	9.0	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	9.1	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	9.2	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	9.3	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	9.4	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	9.5	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	9.6	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	9.7	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	9.8	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	9.9	1:0.1
1:0.1	200kN/m ²	10.0	1:0.1

図4-2 限界高さ選定表

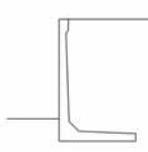
大型ブロック積擁壁

大型ブロック積み擁壁設計・施工マニュアル
 (社)土木学会西国支部
 耐震性大型コンクリートブロック
 積み擁壁に関する研究委員会
 平成13年8月



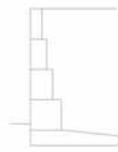
プレキャストL型擁壁

プレキャストL型擁壁設計施工マニュアル
 国土交通省 西国地方整備局
 平成13年12月



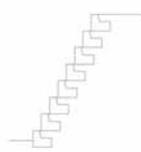
プレキャストブロック式RC擁壁

箱型擁壁工法技術資料
 設計・施工・緑化マニュアル
 (財)土木研究センター
 平成17年11月



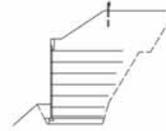
箱型擁壁

箱型擁壁工法技術資料
 設計・施工・緑化マニュアル
 箱型擁壁協会
 平成18年6月

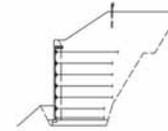


補強土壁

テールアルメ工法
 補強土(テールアルメ)工法
 設計・施工マニュアル
 (財)土木研究センター
 平成15年11月



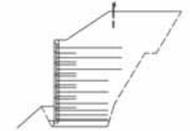
多数アンカー工法
 多数アンカー補強土壁工法
 設計・施工マニュアル
 (財)土木研究センター
 平成14年10月



ジオテキスタイル工法
 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
 (財)土木研究センター
 平成12年2月



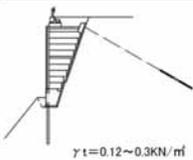
アダムウォール工法
 アダムウォール補強土壁工法
 設計・施工マニュアル
 アダムウォール協会
 平成21年10月



軽量材を用いた擁壁

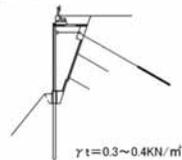
EPS工法

EPS工法 設計・施工基準書
 発泡スチロール土木工法開発機構
 平成19年10月



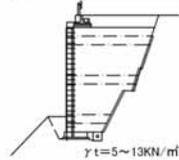
発泡ウレタン工法

現場発泡ウレタン超軽量盛土工法
 設計・施工マニュアル
 (財)土木研究センター
 平成20年4月



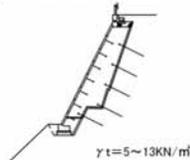
FCB工法

気泡混合軽量土を用いた軽量盛土工法の
 設計・施工指針
 日本道路公団
 平成8年9月



SPCウォール工法

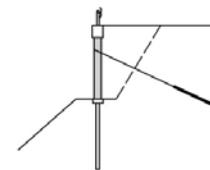
SPCウォール工法
 日本SPC工法研究会
 平成18年3月



山留め式擁壁

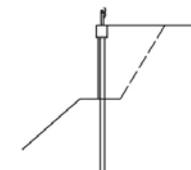
親杭パネル壁

山留め式擁壁「親杭パネル壁」
 設計・施工マニュアル
 (財)土木研究センター
 平成18年3月



自立式鋼矢板擁壁

自立式鋼矢板擁壁
 設計マニュアル
 (財)先端建設技術センター
 平成19年12月



ご清聴ありがとうございました。