

2.各基準類の土構造物の耐震設計法

2.1 現行基準類の抽出

土構造物の主な工種として「土留擁壁」、「盛土」に着目し、現在設計において使用されている代表的な基準類を抽出し、表-2.1.1にまとめた。

なお、道路公団の設計基準（設計要領）については、現存のものが阪神・淡路大震災以前のものであり、現在見直し中との情報により不掲載とした。

表-2.1.1 指針・基準類

指針・基準名	掲載箇所	発行機関	発行年月	参考・準拠基準
1) 土留擁壁				
1 道路土工「擁壁工指針」	-----	日本道路協会	平成11年3月	-----
2 鉄道構造物等設計標準 耐震設計	13章 土留擁壁	鉄道総合技術研究所	平成11年10月	-----
3 宅地防災マニュアルの解説	第Ⅷ章 擁壁	宅地防災研究所	平成10年5月	-----
4 補強土（テールアルメ）壁工法 設計・施工マニュアル	-----	土木研究センター	平成11年12月	道路土工「擁壁工指針(平成11年)」
5 多数アンカー式補強土壁工法 設計・施工マニュアル第3版	-----	土木研究センター	平成14年10月	道路土工「擁壁工指針(平成11年)」
6 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	-----	土木研究センター	平成12年2月	道路土工「擁壁工指針(平成11年)」
7 RRR-B工法 補強盛土工法設計・施工マニュアル	-----	RRR工法協会	平成13年3月	「建造物設計標準解説 鉄筋コンクリート構造物」(昭和58年) 「鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物」(平成4年) 「防護柵設置要綱」(昭和47年)
RRR-C工法 既設盛土のり面急勾配化工法 設計・施工マニュアル	-----		平成10年6月	
2) 盛土				
1 道路土工 「のり面工・斜面安定工指針」	-----	日本道路協会	平成11年3月	-----
2 鉄道構造物等設計標準 耐震設計	14章 盛土	鉄道総合技術研究所	平成11年10月	-----
3 宅地防災マニュアルの解説	第Ⅵ章 盛土	宅地防災研究所	平成10年5月	-----
4 河川堤防の液状化対策工法 設計施工マニュアル(案)	-----	建設省土木研究所	1997年(平成9年)	-----

2.2 各基準類の比較

2.2.1 「土留擁壁設計基準」の比較

表-2.1.1に示す「土留擁壁設計基準」を下記の観点から比較すると、表-2.2.1および表-2.2.2に示す通りであり、各基準で考え方の異なることがわかる。

- ①一般・基本的な考え方
- ②荷重
- ③設計地震動・水平震度
- ④耐震性能の照査

各基準で考え方が異なる理由としては、「構造物の重要度（崩壊時の公共に与える影響等）」、「復旧の難易度」などが考えられ、土留め擁壁設置目的を勘案して各企業体毎に基準を設定しているのが現状である。

「各種補強土工法設計・施工マニュアル」は基本的には道路土工-擁壁工指針-（平成11年3月）をベースにしているが、設計法は異なっている。

補強土工法設計の安定性については、下記のような提言もあり、今後の検討課題と考えられる。

※「工法毎に異なる設計法を採用している補強土工法においては、補強土壁工法ごとに安定性が異なると考えられる。……今後の課題としては、補強土の材質や形状に違いがあるために簡単ではないが…同じ安定性を有するような統一した設計法の確立が望まれる」（土木技術57巻7号、2002.7、97～103頁「補強土壁における設計法の安定性比較」）

2.2.2 「盛土設計基準」の比較

表-2.1.1に示す「盛土設計基準」を下記の観点から比較すると、表-2.2.3に示す通りであり、各基準で考え方の異なることがわかる。

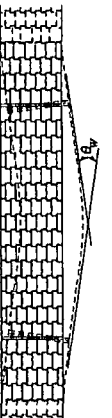
- ①一般
- ②耐震設計フロー
- ③設計地震動・水平震度
- ④安定計算法
- ⑤耐震性能の照査

各基準で考え方が異なる理由としては、「構造物の重要度（崩壊時の公共に与える影響等）」、「復旧の難易度」などが考えられ、盛土設置目的を勘案して各企業体毎に基準を設定しているのが現状である。

表-2.2.1 土留め擁壁基準の比較 (1)

項目	道路土工「擁壁工指針」(平成11.03)	鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計(平成11.10)	宅地防災マニュアルの解説 (平成10.05)	補強土(テールアルメ) 壁工法設計・施工マニュアル (平成10.05)																				
参考・準拠規準				道路土工 -擁壁工指針(平成11年3月)																				
①一般 基本的考え方	<ul style="list-style-type: none"> 高さ8m以下 常時での検討のみ。必要に応じ地震時の安定検討要 高さ8m以上 常時の検討、地震時の安定計算 極めて重要な二次的被害の恐れのあるもの →大規模地震動での検討要 	<ul style="list-style-type: none"> L1地震動 <ul style="list-style-type: none"> 安定(支持、滑動) 断面(降伏耐力) L2地震動 <ul style="list-style-type: none"> 安定(滑動、塑性率) 断面(耐力、靱性) 	<ul style="list-style-type: none"> 中規模地震時 <ul style="list-style-type: none"> 有害な残留変形が生じない 大規模地震時 <ul style="list-style-type: none"> 転倒、滑動、沈下が生じない 躯体がせん断・曲げとも破壊しない 	<ul style="list-style-type: none"> 補強領域およびその背面の盛土の自重に起因する地震時慣性力と地震時土圧を考慮した安定検討 中規模地震時対応 極めて重要な二次的被害の恐れのあるもの →大規模地震動での検討要 																				
②荷重 (土圧・土圧係数)	地震時土圧：試行くさび法	<ul style="list-style-type: none"> L1地震動 <ul style="list-style-type: none"> 試行くさび法 土圧係数：岡部・物部式(背面が水平地盤) L2地震動 <ul style="list-style-type: none"> 試行くさび法 土圧係数：修正岡部・物部式 	地震時の主働土圧 1) 前面埋戻し土の受働土圧無視 <ul style="list-style-type: none"> 試行くさび法 2) 前面埋戻し土の受働土圧考慮 <ul style="list-style-type: none"> クーロンの土圧式 	従来物部・岡部法による方法を用いていたが、土木研究所の実験結果を基に、地震時設計係数:Eを用いた土圧を用いる。																				
③設計地震動 水平震度	$k_h = c_s \cdot k_{ho}$ ここに k_h : 設計水平震度(小数点以下2けたに丸める) k_{ho} : 設計水平震度の標準値で、参考1-2を用いてもよい。 c_s : 地域別補正係数(表1-8, 図1-11) 参考1-2)	地表面地震動 <ul style="list-style-type: none"> L1弾性加速度応答スペクトル(地盤種別 G0~G7) L2弾性加速度応答スペクトル(I, II)(地盤種別 G0~G7) 	$k_h = \Delta_1 \cdot \Delta_2 \cdot \Delta_3 \cdot k_0$ (式IV.3-1) ここに、 k_h : 設計水平震度 Δ_1 : 地域別補正係数 Δ_2 : 地盤別補正係数 Δ_3 : 用途別補正係数	$k_h = \phi \cdot k_{h0}$ ここに k_h : 設計水平震度 ϕ : 地域別補正係数 k_{h0} : 設計水平震度(小数点以下2けたに丸める)																				
④耐震性能の照査 (安全率、許容値、損傷レベル制限値、塑性率制限値等)	<table border="1"> <thead> <tr> <th>常時</th> <th>地震時</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.5</td> <td>1.2</td> </tr> <tr> <td>$e \leq B/6$</td> <td>$e \leq B/3$</td> </tr> <tr> <td>3.0</td> <td>2.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>ここに、e : 合力の作用点の底版中央偏心距離 B : 底版幅</p>	常時	地震時	1.5	1.2	$e \leq B/6$	$e \leq B/3$	3.0	2.0	① 基礎の安定レベル(地盤または部材) ② 前壁の損傷レベル ③ 残留変位(最大変位)	表VIII.3-7 安全率(F_s)等のまとめ	<table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>地震時</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ストリップの引き抜けに対する安全率</td> <td>1.2</td> <td>常時:2.0</td> </tr> <tr> <td>許容応力度の割増係数</td> <td>1.5</td> <td>鋼材の場合:1.7</td> </tr> <tr> <td>すべり破壊</td> <td>1.0</td> <td>常時:1.2~1.3</td> </tr> </tbody> </table>	項目	地震時	備考	ストリップの引き抜けに対する安全率	1.2	常時:2.0	許容応力度の割増係数	1.5	鋼材の場合:1.7	すべり破壊	1.0	常時:1.2~1.3
常時	地震時																							
1.5	1.2																							
$e \leq B/6$	$e \leq B/3$																							
3.0	2.0																							
項目	地震時	備考																						
ストリップの引き抜けに対する安全率	1.2	常時:2.0																						
許容応力度の割増係数	1.5	鋼材の場合:1.7																						
すべり破壊	1.0	常時:1.2~1.3																						

表-2.2.2 土留め擁壁基準の比較 (2)

項目	多数アンカー式補強土壁工法 設計・施工マニュアル(平成14.10)	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 (平成12.02)	RRR-B工法(平成13.03) RRR-C工法(平成10.06)																																																																									
参考・準拠規程	道路土工 -擁壁工指針 (平成11年3月)	道路土工 -擁壁工指針 (平成11年3月)	「建造物設計標準解説 鉄筋コンクリート構造物」 (昭和58年) 「鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物」 (平成4年) 「防護柵設置要綱」 (昭和47年)																																																																									
①一般 基本的考え方	<p>常時・地震時における検討項目</p> <ul style="list-style-type: none"> ■内部安定検討 <ul style="list-style-type: none"> ・鋼製部材の耐力 (タイプ等破断) の検討 ・アンカープレート引抜き抜けの検討 ・コンクリート製壁面材の耐力 ■外部安定検討 <ul style="list-style-type: none"> ・滑動・転倒の検討 ・支持力の検討 ・全体系円弧滑すべりの検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・補強領域およびその背面の盛土の自重に起因する地震時慣性力と地震時土圧を考慮した安定検討 ・中規模地震時対応 ・極めて重要な二次的被害の恐れのあるもの →大規模地震動での検討要 ・内の安定、外的安定、基礎地盤を含む全体安定 (円弧すべり) について検討 	<ul style="list-style-type: none"> 「RRR-B工法」 曲げ剛性を有する一体の壁面工と面状補強材 (ジオテキスタイル) とを用いて、急勾配あるいは鉛直な盛土のり面を構築する工法 「RRR-C工法」 曲げ剛性を有する一体の壁面工と棒状補強材とを用いて、既設盛土のり面を急勾配化する工法 																																																																									
②荷重 (土圧・土圧係数)	<p>A. 内部安定の検討 地震時考慮の場合、常時の主動土塊の慣性力相当分を常時土圧に加える。</p> <p>B. 外部安定の検討 (1) 補強領域背面の土圧は、主動土圧とし、試行くさび法で算出 (2) 地震時考慮の場合、地震時慣性力と地震時土圧のうち影響の大きい方の値を考慮する。</p>	耐震設計に用いる地震力を設定する。耐震設計を行う場合において設計に用いる地震力は、当該構造物の設計を規定する「道路土工-のり面・斜面安定工指針」や「道路土工-擁壁工指針」などの基準類に従って設定する。	2 ウェッジ法 補強盛土体内の補強領域背面ですべり面を変化させ、2つの土楔に作用する力の釣合いから壁面に作用する土圧を求めめる方法																																																																									
③設計地震動 水平震度	<p>地震の影響を考慮する場合の設計水平震度は「道路土工-擁壁工指針 (平成11年3月 日本道路協会)」による</p> $k_h = C_s \cdot k_{ho}$ <p>ここに k_h : 設計水平震度 (小数点以下2けたに丸める) k_{ho} : 設計水平震度の標準値で、表 4-1 を用いてもよい。 C_s : 地域別補正係数 (表 4-4、図 4-1)</p> <table border="1" data-bbox="1232 1932 1377 2441"> <caption>表 4-1 設計水平震度の標準値 k_{ho}</caption> <thead> <tr> <th>地震種別</th> <th>I種</th> <th>II種</th> <th>III種</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>中規模地震動対応</td> <td>0.12</td> <td>0.15</td> <td>0.18</td> </tr> <tr> <td>大規模地震動対応</td> <td>0.16</td> <td>0.20</td> <td>0.24</td> </tr> </tbody> </table>	地震種別	I種	II種	III種	中規模地震動対応	0.12	0.15	0.18	大規模地震動対応	0.16	0.20	0.24	<p>表-6.1 地震時の安定検討における設計地震動</p> <table border="1" data-bbox="859 1093 1046 1542"> <thead> <tr> <th>重要度</th> <th>復旧の難易度</th> <th>等級</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>重要</td> <td>困難</td> <td>III種</td> </tr> <tr> <td>重要</td> <td>中等</td> <td>II種</td> </tr> <tr> <td>重要</td> <td>容易</td> <td>I種</td> </tr> </tbody> </table> <p>注) 重要とは、万一崩壊すると被害が重大な損害を及ぼす場合、復旧が困難となる場合を指す。中等とは、万一崩壊すると復旧に長時間を要し、道路機能や交通に支障を及ぼす場合を指す。容易とは、復旧に長時間を要し、道路機能や交通に支障を及ぼさない場合を指す。</p> <p>ここに、k_h : 設計水平震度 (小数点以下2けたに丸める) k_{ho} : 設計水平震度の標準値 C_s : 地域別補正係数</p> <table border="1" data-bbox="1274 943 1377 1423"> <caption>表-6.2 設計水平震度の標準値</caption> <thead> <tr> <th>地震種別</th> <th>I種</th> <th>II種</th> <th>III種</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>中規模地震動対応 (慣性力用)</td> <td>0.08</td> <td>0.10</td> <td>0.12</td> </tr> <tr> <td>大規模地震動対応 (慣性力用)</td> <td>0.16</td> <td>0.20</td> <td>0.24</td> </tr> </tbody> </table> <p>※ 地震種別 (I種-III種) については、「道路土工-のり面・斜面安定工指針」を参照されたい。</p>	重要度	復旧の難易度	等級	重要	困難	III種	重要	中等	II種	重要	容易	I種	地震種別	I種	II種	III種	中規模地震動対応 (慣性力用)	0.08	0.10	0.12	大規模地震動対応 (慣性力用)	0.16	0.20	0.24	L1 地震動 鉄道構造物では、地震慣性力の載荷方法として内的安定・外的安定とも盛土部のみに水平震度 ($K_h=0.2$) を作用させるものとするのが一般的である。																																					
地震種別	I種	II種	III種																																																																									
中規模地震動対応	0.12	0.15	0.18																																																																									
大規模地震動対応	0.16	0.20	0.24																																																																									
重要度	復旧の難易度	等級																																																																										
重要	困難	III種																																																																										
重要	中等	II種																																																																										
重要	容易	I種																																																																										
地震種別	I種	II種	III種																																																																									
中規模地震動対応 (慣性力用)	0.08	0.10	0.12																																																																									
大規模地震動対応 (慣性力用)	0.16	0.20	0.24																																																																									
④耐震性能の照査 (安全率、許容値、損傷レベル制限値、塑性率制限値等)	<p>安全率および変形安定条件</p> <p>(1) 安全率および安定条件</p> <table border="1" data-bbox="1481 2142 1688 2591"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>常時</th> <th>地震時</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>アンカープレートの引抜け</td> <td>$F_t \geq 3, T_t \leq F_t, F_t \geq 2, T_t \leq 1.5F_t$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>鋼製部材の耐力</td> <td>$\sigma \leq \sigma_a$</td> <td>$\sigma \leq 1.5\sigma_a$</td> </tr> <tr> <td>コンクリート製壁面材の耐力</td> <td>$nS_u/R_u \leq 1.0$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>鋼製部材の耐力</td> <td>$F_t \geq 1.5, F_c \geq 1.2$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>転倒に対して</td> <td>$e \leq B/6$</td> <td>$e \leq B/3$</td> </tr> <tr> <td>支持力に対して</td> <td>$F_t \geq 2, Q \leq Q_a, F_c \leq 1.5, Q_f \geq 1.5Q_a$</td> <td></td> </tr> <tr> <td>円弧すべりに対して</td> <td>$F_t \geq 1.2$</td> <td>$F_t \geq 1.0$</td> </tr> </tbody> </table> <p>ここに、 F_t : 安全率 Q_a, T_{ho}, σ_a : 地震時の作用力 n, S_u, R_u : 鋼製部材の耐力 e : 前記引抜き係数 B : タイプAに作用する引抜き力 Q_f : 設計前断面力 Q_a : 設計後断面力 σ : 部材に対する応力 σ_a : 部材に対する許容応力 e : 偏心距離</p> <p>(2) 変形に関する安定条件</p> <p>表 4-10 不等低下による型鋼材の許容変形角の目安</p> <table border="1" data-bbox="1833 2202 1937 2441"> <thead> <tr> <th>種別</th> <th>許容変形角 θ の目安</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>コンクリート製壁面材</td> <td>鋼製部材</td> </tr> <tr> <td>許容変形角</td> <td>3/100</td> <td>6/100</td> </tr> </tbody> </table> 	項目	常時	地震時	アンカープレートの引抜け	$F_t \geq 3, T_t \leq F_t, F_t \geq 2, T_t \leq 1.5F_t$		鋼製部材の耐力	$\sigma \leq \sigma_a$	$\sigma \leq 1.5\sigma_a$	コンクリート製壁面材の耐力	$nS_u/R_u \leq 1.0$		鋼製部材の耐力	$F_t \geq 1.5, F_c \geq 1.2$		転倒に対して	$e \leq B/6$	$e \leq B/3$	支持力に対して	$F_t \geq 2, Q \leq Q_a, F_c \leq 1.5, Q_f \geq 1.5Q_a$		円弧すべりに対して	$F_t \geq 1.2$	$F_t \geq 1.0$	種別	許容変形角 θ の目安	コンクリート製壁面材	鋼製部材	許容変形角	3/100	6/100	<p>表-6.3 補強盛土の耐震設計に用いる設計安全率</p> <table border="1" data-bbox="1564 973 1771 1752"> <thead> <tr> <th rowspan="2">安全率の種類</th> <th colspan="2">設計安全率</th> </tr> <tr> <th>常時</th> <th>地震時</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>円弧すべりに対する安全率</td> <td>1.2~1.3</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>ジオテキスタイルの設計引張強さ (2.3.7(1)参照)</td> <td>≥ 2.0</td> <td>≥ 1.2</td> </tr> <tr> <td>引抜きに対する安全率</td> <td>≥ 2.0</td> <td>≥ 1.2</td> </tr> </tbody> </table> <p>ここに、 k_h : 設計水平震度 (小数点以下2けたに丸める) k_{ho} : 設計水平震度の標準値 C_s : 地域別補正係数</p>	安全率の種類	設計安全率		常時	地震時	円弧すべりに対する安全率	1.2~1.3	1.0	ジオテキスタイルの設計引張強さ (2.3.7(1)参照)	≥ 2.0	≥ 1.2	引抜きに対する安全率	≥ 2.0	≥ 1.2	<p>検討項目</p> <ul style="list-style-type: none"> ・内的安定の検討 ・外的安定の検討 <table border="1" data-bbox="1564 239 1667 823"> <caption>内的安定の所要安全率</caption> <thead> <tr> <th>内的安定の安全率</th> <th>常時</th> <th>一時</th> <th>地震時</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>2</td> <td>1.5</td> <td>1.25</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1688 239 1792 823"> <caption>外的安定の所要安全率</caption> <thead> <tr> <th>外的安定の安全率</th> <th>常時</th> <th>一時</th> <th>地震時</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>1.4</td> <td>1.4</td> <td>1.1</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1833 209 1999 823"> <caption>外的安定の所要安全率</caption> <thead> <tr> <th>外的安定の所要安全率</th> <th>常時</th> <th>一時</th> <th>地震時</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>盛土全体の安定</td> <td>1.4</td> <td>1.4</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>攪拌混合杭の仮想ケソン体としての安定</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1.5</td> </tr> </tbody> </table>	内的安定の安全率	常時	一時	地震時		2	1.5	1.25	外的安定の安全率	常時	一時	地震時		1.4	1.4	1.1	外的安定の所要安全率	常時	一時	地震時	盛土全体の安定	1.4	1.4	1.1	攪拌混合杭の仮想ケソン体としての安定	3	2	1.5
項目	常時	地震時																																																																										
アンカープレートの引抜け	$F_t \geq 3, T_t \leq F_t, F_t \geq 2, T_t \leq 1.5F_t$																																																																											
鋼製部材の耐力	$\sigma \leq \sigma_a$	$\sigma \leq 1.5\sigma_a$																																																																										
コンクリート製壁面材の耐力	$nS_u/R_u \leq 1.0$																																																																											
鋼製部材の耐力	$F_t \geq 1.5, F_c \geq 1.2$																																																																											
転倒に対して	$e \leq B/6$	$e \leq B/3$																																																																										
支持力に対して	$F_t \geq 2, Q \leq Q_a, F_c \leq 1.5, Q_f \geq 1.5Q_a$																																																																											
円弧すべりに対して	$F_t \geq 1.2$	$F_t \geq 1.0$																																																																										
種別	許容変形角 θ の目安																																																																											
コンクリート製壁面材	鋼製部材																																																																											
許容変形角	3/100	6/100																																																																										
安全率の種類	設計安全率																																																																											
	常時	地震時																																																																										
円弧すべりに対する安全率	1.2~1.3	1.0																																																																										
ジオテキスタイルの設計引張強さ (2.3.7(1)参照)	≥ 2.0	≥ 1.2																																																																										
引抜きに対する安全率	≥ 2.0	≥ 1.2																																																																										
内的安定の安全率	常時	一時	地震時																																																																									
	2	1.5	1.25																																																																									
外的安定の安全率	常時	一時	地震時																																																																									
	1.4	1.4	1.1																																																																									
外的安定の所要安全率	常時	一時	地震時																																																																									
盛土全体の安定	1.4	1.4	1.1																																																																									
攪拌混合杭の仮想ケソン体としての安定	3	2	1.5																																																																									

項目	道路土工「のり面工・斜面安定工指針」 (平成11.03)	鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計(平成11.10)	宅地防災マニュアルの解説 (平成10.05)	河川堤防の液状化対策工法設計施工 マニュアル(案)(1997年)																																										
①一般	<p>のり面工・斜面安定工の設計には経験的技術が重視されている。盛土、切土の標準勾配がそれにあたる。既往の経験から高い盛土、深い切土等の異常時ののり面・斜面の安定については力学的な検討を行うべきである。</p> <p>のり面・斜面の地震時の安定については、通常規模の地震においては力学的な耐震設計はなされなかつた。しかし、平成7年の兵庫県南部地震を契機として、のり面・斜面においても従来以上の耐震性を確保することが望まれるようになった。</p>	<p>盛土の耐震設計は、盛土が地震によって大きな損害を受けやすいことを目標とし、地震の規模、地形、地質条件、復旧の難易度等を考慮し、その変形レベルを照査するものとする。</p>	<p>地震時の安定性の検討を行うかどうかは、地域の状況等に応じて適切に判断するが、下記の(1)~(5)のいずれかが該当するときは円弧すべり面を仮定した震度法による安定計算の検討は、円弧すべり面が特に大きい(15m以上の)盛土</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 地山からの湧水の影響を受けやすい盛土 2) 原地震が不安定な盛土 3) 原地震が不安定な隣接物に重大な影響を与える恐れのある盛土 4) 崩壊すると隣接物に重大な影響を受けやすい盛土 5) 腹付け盛土 	<p>本マニュアルは、『河川堤防耐震点検マニュアル』に基づき、液状化対策の必要性が指摘された区間において、液状化の影響による堤防の安定性の検討と液状化対策の考え方、並びに各種対策工の設計手法を示すことを目的とする。</p>																																										
②耐震設計 フロー																																														
③設計地震動 水平震度	<p>重要盛土：中規模地震対応 その他復旧が困難なもの：中規模地震対応 極めて重要な二次的被害の恐れのあるもの：大規模地震動での検討</p> <p>参考表 3-3 設計水平震度の標準値</p> <table border="1" data-bbox="1388 2097 1616 2486"> <thead> <tr> <th rowspan="2">地震種別</th> <th colspan="2">標準値</th> </tr> <tr> <th>I種</th> <th>II種</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>中規模地震動</td> <td>0.12</td> <td>0.15</td> </tr> <tr> <td>大規模地震動</td> <td>0.08</td> <td>0.10</td> </tr> <tr> <td>大規模地震動</td> <td>0.16</td> <td>0.20</td> </tr> <tr> <td>大規模地震動</td> <td>0.16</td> <td>0.24</td> </tr> </tbody> </table> <p>$k_{H1} = C_2 \cdot k_{H0}$ k_{H1}: 設計水平震度 k_{H0}: 設計水平震度の標準値 C_2: 地域別補正係数</p>	地震種別	標準値		I種	II種	中規模地震動	0.12	0.15	大規模地震動	0.08	0.10	大規模地震動	0.16	0.20	大規模地震動	0.16	0.24	<p>(1) L1地震動</p> <p>解説表 14.4.1 応答値の設定方法及び所要安全率 (L1地震動)</p> <table border="1" data-bbox="1305 1468 1595 2007"> <thead> <tr> <th>設計震度の設定方法</th> <th>設計水平震度 k_h</th> <th>所要安全率 F_s</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地震応答計算などでPGA</td> <td>$k_h = k_a \cdot PGA/G$ ここに、$k_a = 1, G = 980 \text{ gal}$</td> <td>1.0 (1.1)</td> </tr> <tr> <td>一般的に定めた設計震度を 用いる場合</td> <td>$k_h = k_a \cdot k_b \cdot k_c$ ここに、k_a: 地域別補正係数 k_b: 地盤別補正係数 k_c: 用途別補正係数</td> <td>1.1 (1.2)</td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) L2地震動 (入力地震動) ・地震応答解析より求める応答加速度時刻歴 (1, 2次元) ・既往地震波形より求める振幅調整波 ・神戸NS波</p>	設計震度の設定方法	設計水平震度 k_h	所要安全率 F_s	地震応答計算などでPGA	$k_h = k_a \cdot PGA/G$ ここに、 $k_a = 1, G = 980 \text{ gal}$	1.0 (1.1)	一般的に定めた設計震度を 用いる場合	$k_h = k_a \cdot k_b \cdot k_c$ ここに、 k_a : 地域別補正係数 k_b : 地盤別補正係数 k_c : 用途別補正係数	1.1 (1.2)	<p>設計震度については水平震度のみを考慮する。</p> <p>$k_h = \Delta_1 \cdot \Delta_2 \cdot \Delta_3 \cdot k_0$ (式IV.3-1) ここに、k_h: 設計水平震度 Δ_1: 地域別補正係数 Δ_2: 地盤別補正係数 Δ_3: 用途別補正係数 k_0: 標準設計水平震度</p> <p>Δ_1: 建築基準又は道路橋示方書 Δ_2: 道路橋示方書に準じる Δ_3: 0.9を限度とする k_0: 中地震 0.2、大地震 0.25</p> <p>円弧すべり法による安定計算 (有効応力法、全応力法)</p>	<table border="1" data-bbox="1284 299 1595 689"> <thead> <tr> <th>地域区分</th> <th>液状化対策係数</th> <th>中震時係数</th> <th>設計水平震度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$B/H \leq 10$</td> <td>0.18</td> <td>0.15</td> <td>0.12</td> </tr> <tr> <td>$10 < B/H \leq 20$</td> <td>0.18</td> <td>0.14</td> <td>0.11</td> </tr> <tr> <td>$20 < B/H$</td> <td>0.15</td> <td>0.12</td> <td>0.10</td> </tr> </tbody> </table>	地域区分	液状化対策係数	中震時係数	設計水平震度	$B/H \leq 10$	0.18	0.15	0.12	$10 < B/H \leq 20$	0.18	0.14	0.11	$20 < B/H$	0.15	0.12	0.10
地震種別	標準値																																													
	I種	II種																																												
中規模地震動	0.12	0.15																																												
大規模地震動	0.08	0.10																																												
大規模地震動	0.16	0.20																																												
大規模地震動	0.16	0.24																																												
設計震度の設定方法	設計水平震度 k_h	所要安全率 F_s																																												
地震応答計算などでPGA	$k_h = k_a \cdot PGA/G$ ここに、 $k_a = 1, G = 980 \text{ gal}$	1.0 (1.1)																																												
一般的に定めた設計震度を 用いる場合	$k_h = k_a \cdot k_b \cdot k_c$ ここに、 k_a : 地域別補正係数 k_b : 地盤別補正係数 k_c : 用途別補正係数	1.1 (1.2)																																												
地域区分	液状化対策係数	中震時係数	設計水平震度																																											
$B/H \leq 10$	0.18	0.15	0.12																																											
$10 < B/H \leq 20$	0.18	0.14	0.11																																											
$20 < B/H$	0.15	0.12	0.10																																											
④安定計算法	<p>中規模地震動：震度法による円弧すべり法 ・大規模地震動：土の動的強度による円弧すべり法 (全応力法、破壊ひずみ基準10~15%)</p>	<p>L1地震動 (安定計算法)：円弧すべり法 L2地震動 (変形計算法)：ニューマーク法</p>	<p>円弧すべり法による安定計算 (有効応力法、全応力法) (有効応力法、過剰間隙水圧の増分考慮)</p>	<p>最小安全率 スーパー堤防区間：$F_s = 1.2$ それ以外の区間：$F_s = 1.0$</p> <p>最小安全率を下回る場合は、「河川堤防耐震点検マニュアル・解析」(建設省河川局治水課、平成7年3月)により対策の必要性を判断する。</p>																																										
⑤耐震性能照査	<table border="1" data-bbox="1781 2187 1926 2636"> <thead> <tr> <th>常時</th> <th>地震時</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>円弧すべり安全率 1.2</td> <td>1.0</td> </tr> </tbody> </table>	常時	地震時	円弧すべり安全率 1.2	1.0	<p>(1) L1地震動に対する安定の照査法</p> <table border="1" data-bbox="1740 1468 1989 2007"> <thead> <tr> <th>照査項目</th> <th>照査方法</th> <th>照査基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>耐震設計</td> <td>設計水平震度</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>耐震設計</td> <td>設計水平震度</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>耐震設計</td> <td>設計水平震度</td> <td>1.2</td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) L2地震動に対する安定の照査法</p> <table border="1" data-bbox="1740 1468 1989 2007"> <thead> <tr> <th>照査項目</th> <th>照査方法</th> <th>照査基準</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>耐震設計</td> <td>設計水平震度</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>耐震設計</td> <td>設計水平震度</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>耐震設計</td> <td>設計水平震度</td> <td>1.2</td> </tr> </tbody> </table>	照査項目	照査方法	照査基準	耐震設計	設計水平震度	1.0	耐震設計	設計水平震度	1.1	耐震設計	設計水平震度	1.2	照査項目	照査方法	照査基準	耐震設計	設計水平震度	1.0	耐震設計	設計水平震度	1.1	耐震設計	設計水平震度	1.2	<p>$F_s \geq 1.0$ (大地震時)</p>															
常時	地震時																																													
円弧すべり安全率 1.2	1.0																																													
照査項目	照査方法	照査基準																																												
耐震設計	設計水平震度	1.0																																												
耐震設計	設計水平震度	1.1																																												
耐震設計	設計水平震度	1.2																																												
照査項目	照査方法	照査基準																																												
耐震設計	設計水平震度	1.0																																												
耐震設計	設計水平震度	1.1																																												
耐震設計	設計水平震度	1.2																																												

2.2.3 各基準の設計概要

表-2.1.1に示した主な設計基準の耐震設計要点を、表-2.2.4～2.2.14にまとめた。
あくまでも、要点を記載したものであり、実際の設計に当っては、各設計基準を参照されたい。

表-2.2.4 道路土工「擁壁工指針」(平成 11 年 3 月)

(道路土工：擁壁 1/4)

項 目	内 容											
①一般・基本的な考え方	<p>擁壁に作用する地震時の荷重状態は、常時の場合とは異なる。地震の影響として、擁壁の自重に起因する地震時慣性力と、裏込め土の地震時土圧を考慮する必要がある。しかし、過去の経験によれば常時のもので設計と施工を綿密に行っておけば、地震の影響を特に考慮しなくても、通常規模の地震に対しても機能的には耐え得ることが認められている。したがって、高さ 8 m 以下の通常の擁壁では地震時の安定検討を省略してもよい。ただし、高さ 8 m 以下の擁壁であっても擁壁の重要度および復旧の難易度を考慮し、必要に応じて地震時の安定検討を行うものとする。</p> <p>地震時の安定検討で考慮する設計地震動のレベルについては以下の表を参考例として示す。</p> <p style="text-align: center;">参表 1-1 地震時の安定検討における設計地震動</p> <table border="1" data-bbox="520 952 1352 1355"> <thead> <tr> <th rowspan="2">重要度</th> <th colspan="2">復 旧 の 難 易 度</th> </tr> <tr> <th>困 難</th> <th>容 易</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>重 要</td> <td>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)</td> <td>耐震検討を行う (中規模地震動対応)</td> </tr> <tr> <td>そ の 他</td> <td>耐震検討を行う (中規模地震動対応)</td> <td>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。)</td> </tr> </tbody> </table> <p>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が高い地震動を意味する。</p>	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。)
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。)										

項 目	内 容
②耐震設計加-	<pre>graph TD; Start[始 め] --> SelectForm[構造形式の選定]; SelectForm --> SelectBase[基礎形式の選定]; SelectBase --> Organize[設計条件の整理]; Organize --> Decision1{標準設計図の利用は可能か}; Decision1 -- Yes --> Decision2{地震時の検討を行う必要があるか}; Decision1 -- No --> Decision2; Decision2 -- No --> Decision3{断面形状の仮定}; Decision2 -- Yes --> SetDesign[設計震度の設定]; SetDesign --> Decision3; Decision3 --> CalcLoad[荷重の計算と組合せ]; CalcLoad --> CheckStability[安定性の検討]; CheckStability --> Decision4{所定の基準を満たしているか}; Decision4 -- No --> Decision3; Decision4 -- Yes --> CheckStress[部材の応力度検討]; CheckStress --> Decision5{所定の応力度以内か}; Decision5 -- No --> Decision4; Decision5 -- Yes --> CheckDetail[構造細目の検討]; CheckDetail --> Draw[設計図書を作成]; Draw --> End[終 り];</pre>

図 2-1 コンクリート擁壁の設計フローチャート

項 目	内 容																								
<p>③設計地震動 水平震度</p>	<p>地震の影響を考慮する場合の設計水平震度は式(1-11)により算出するものとする。</p> $k_h = c_r \cdot k_{h0} \quad \dots\dots\dots(1-11)$ <p>ここに k_h : 設計水平震度(小数点以下2けたに丸める) k_{h0} : 設計水平震度の標準値で、参表1-2を用いてもよい。 c_r : 地域別補正係数(表1-8, 図1-11)</p> <p>[参考1-2]</p> <p style="text-align: center;">参表 1-2 設計水平震度の標準値 k_{h0}</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">地 盤 種 別</th> <th style="text-align: center;">I 種</th> <th style="text-align: center;">II 種</th> <th style="text-align: center;">III 種</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">中規模地震動対応</td> <td style="text-align: center;">0.12</td> <td style="text-align: center;">0.15</td> <td style="text-align: center;">0.18</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">大規模地震動対応</td> <td style="text-align: center;">0.16</td> <td style="text-align: center;">0.20</td> <td style="text-align: center;">0.24</td> </tr> </tbody> </table> <p>耐震設計上の地盤種別は、原則として地盤の特性値 T_c により区別し、表1-9によるものとする。地表面が基盤面と一致する場合はI種地盤とする。</p> <p style="text-align: center;">表 1-9 耐震設計上の地盤種別</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">地 盤 種 別</th> <th style="text-align: center;">地 盤 の 特 性 値 T_c(s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">I 種</td> <td style="text-align: center;">$T_c < 0.2$</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">II 種</td> <td style="text-align: center;">$0.2 \leq T_c < 0.6$</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">III 種</td> <td style="text-align: center;">$0.6 \leq T_c$</td> </tr> </tbody> </table> <p>地盤の特性値 T_c は、式(1-12)によって算出するものとする。</p> $T_c = 4 \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{V_{si}} \quad \dots\dots\dots(1-12)$ <p>ここに T_c : 地盤の特性値(s) H_i : i番目の地層の厚さ(m) V_{si} : i番目の地層の平均せん断弾性波速度(m/s)</p> <p>値は式(1-13)によるものとする。</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">粘性土層の場合</td> <td rowspan="2" style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">}</td> <td rowspan="2" style="vertical-align: middle;">.....(1-13)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">砂質土層の場合</td> </tr> </table> $V_{si} = 100N_i^{1/3} \quad (1 \leq N_i \leq 25)$ $V_{si} = 80N_i^{1/3} \quad (1 \leq N_i \leq 50)$ <p>N_i : 標準貫入試験による i番目の地層の平均 N 値 i : 当該地盤が地表面から基盤面まで n層に区分けられるときの地表面から i番目の地層の番号</p> <p>ここでの基盤面とは、粘性土層の場合は N 値が25以上、砂質土層の場合は N 値が50以上の地層の上面、もしくはせん断弾性波速度が300m/s程度以上の地層の上面をいう。</p>	地 盤 種 別	I 種	II 種	III 種	中規模地震動対応	0.12	0.15	0.18	大規模地震動対応	0.16	0.20	0.24	地 盤 種 別	地 盤 の 特 性 値 T_c (s)	I 種	$T_c < 0.2$	II 種	$0.2 \leq T_c < 0.6$	III 種	$0.6 \leq T_c$	粘性土層の場合	}(1-13)	砂質土層の場合
地 盤 種 別	I 種	II 種	III 種																						
中規模地震動対応	0.12	0.15	0.18																						
大規模地震動対応	0.16	0.20	0.24																						
地 盤 種 別	地 盤 の 特 性 値 T_c (s)																								
I 種	$T_c < 0.2$																								
II 種	$0.2 \leq T_c < 0.6$																								
III 種	$0.6 \leq T_c$																								
粘性土層の場合	}(1-13)																							
砂質土層の場合																									

項 目	内 容
-----	-----

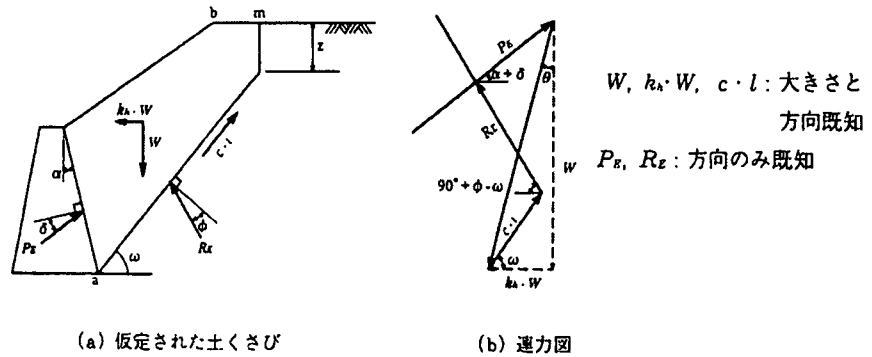
④荷重
(土圧・慣性力)

地震時土圧の算定

地震時土圧の算定には、試行くさび法において土くさびに水平方向の地震時慣性力を作用させる方法を用いるものとする。

試行くさび法により地震時土圧を算定するには、図2-9に示すように仮定された土くさびに水平方向の地震時慣性力を作用させ、これを考慮した連力図を解けばよい。

注) すべり面amを求める時、のり肩 b の前後2箇所において土圧合力 P_x の極値が存在することがあるので注意を要する。



- ここに k_h : 設計水平震度 z : 粘着高(m)
 θ : 地震合成角 $\theta = \tan^{-1} k_h (^\circ)$ $z = \frac{2c}{\gamma} \cdot \tan(45^\circ + \frac{\phi}{2})$
 c : 粘着力 (kN/m² (tf/m²)) γ : 単位体積重量 (kN/m³ (tf/m³))
 l : 仮定したすべり線の長さ(m) ϕ : せん断抵抗角 (°)

図 2-9 地震時土圧の算定法

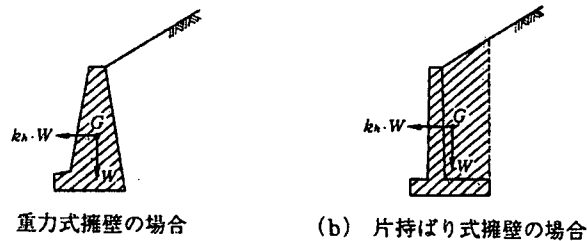


図 1-12 地震時慣性力の考え方

⑤照査項目

	常 時	地震時
滑動安全率	1.5	1.2
転倒安全条件	$e \leq B/6$	$e \leq B/3$
支持力安全率	3.0	2.0

ここに、 e : 合力の作用点の底版中央偏心距離
 B : 底版幅

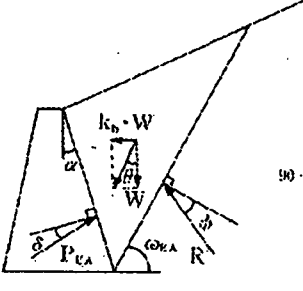
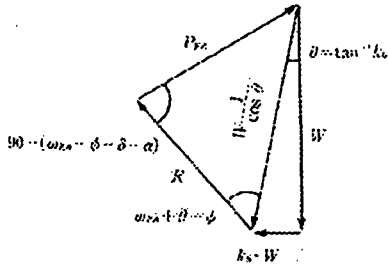
項目	主な内容																																	
①一般	土留擁壁の耐震設計は、設計地震動に対して周辺地盤を含めた構造物全体の安定性を考慮して耐震性能を照査するものとする。																																	
②耐震設計フロー	<pre> graph TD Start([start]) --> A[設計条件の設定 ・設計想定地震 ・構造物条件 ・地盤条件など] A --> B[構造断面の仮定] B --> C[L2地震動における検討 ・安定に対する検討 (滑動, 塑性率) ・断面に対する検討 (耐力, 靱性能)] C --> D{安定, 断面性能を満足するか} D -- No --> B D -- Yes --> E[L1地震動における検討 ・安定に対する検討 (支持, 滑動) ・断面に対する検討 (降伏耐力)] E --> F{安定, 耐力を満足するか} F -- No --> B F -- Yes --> G[耐震構造細目] G --> H([end]) </pre> <p style="text-align: center;">解説図 13.1.1 土留擁壁の耐震設計フロー</p>																																	
③荷重	<p style="text-align: center;">解説表 13.2.1 設計荷重の組合せと荷重係数の例</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">荷重の種類</th> <th style="text-align: center;">L1地震動</th> <th style="text-align: center;">L2地震動</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>固定死荷重</td> <td style="text-align: center;">1.0</td> <td style="text-align: center;">1.0</td> </tr> <tr> <td>付加死荷重</td> <td style="text-align: center;">1.0</td> <td style="text-align: center;">1.0</td> </tr> <tr> <td>静水圧・浮力（平水位）</td> <td style="text-align: center;">1.0</td> <td style="text-align: center;">1.0</td> </tr> <tr> <td>永久荷重としての土圧</td> <td style="text-align: center;">1.0</td> <td style="text-align: center;">1.0</td> </tr> <tr> <td>変動荷重による土圧^{*1}</td> <td style="text-align: center;">1.0</td> <td style="text-align: center;">1.0</td> </tr> <tr> <td>地盤の側方移動の影響^{*2}</td> <td style="text-align: center;">1.0</td> <td style="text-align: center;">1.0</td> </tr> <tr> <td>流水圧（高水位）^{*3}</td> <td style="text-align: center;">1.0</td> <td style="text-align: center;">1.0</td> </tr> <tr> <td>地震時慣性力</td> <td style="text-align: center;">1.0^{*5}</td> <td style="text-align: center;">1.0^{*6}</td> </tr> <tr> <td>地震時土圧^{*4}</td> <td style="text-align: center;">1.0^{*5}</td> <td style="text-align: center;">1.0^{*6}</td> </tr> <tr> <td>地震時の地盤変位の影響^{*2}</td> <td style="text-align: center;">1.0^{*5}</td> <td style="text-align: center;">1.0^{*6}</td> </tr> </tbody> </table> <p style="margin-left: 20px;">注) *1の荷重には地震時土圧係数を用いる。 *2の荷重は基礎の検討において必要により考慮する。 *3の荷重は必要により考慮する。 *4の荷重には、必要な背面土の上載荷重を考慮する。 *5の荷重はL1地震動の影響によるもの。 *6の荷重はL2地震動の影響によるもの。</p>	荷重の種類	L1地震動	L2地震動	固定死荷重	1.0	1.0	付加死荷重	1.0	1.0	静水圧・浮力（平水位）	1.0	1.0	永久荷重としての土圧	1.0	1.0	変動荷重による土圧 ^{*1}	1.0	1.0	地盤の側方移動の影響 ^{*2}	1.0	1.0	流水圧（高水位） ^{*3}	1.0	1.0	地震時慣性力	1.0 ^{*5}	1.0 ^{*6}	地震時土圧 ^{*4}	1.0 ^{*5}	1.0 ^{*6}	地震時の地盤変位の影響 ^{*2}	1.0 ^{*5}	1.0 ^{*6}
荷重の種類	L1地震動	L2地震動																																
固定死荷重	1.0	1.0																																
付加死荷重	1.0	1.0																																
静水圧・浮力（平水位）	1.0	1.0																																
永久荷重としての土圧	1.0	1.0																																
変動荷重による土圧 ^{*1}	1.0	1.0																																
地盤の側方移動の影響 ^{*2}	1.0	1.0																																
流水圧（高水位） ^{*3}	1.0	1.0																																
地震時慣性力	1.0 ^{*5}	1.0 ^{*6}																																
地震時土圧 ^{*4}	1.0 ^{*5}	1.0 ^{*6}																																
地震時の地盤変位の影響 ^{*2}	1.0 ^{*5}	1.0 ^{*6}																																

項目	主な内容
<p>④設計地震動 水平震度(慣性力) 地震時土圧</p>	<p>(1) 地表面設計地震動</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="400 235 908 604"> </div> <div data-bbox="400 616 908 660"> <p>解説図 5.7.1 地表面設計地震動の弾性加速度応答スペクトル (L1 地震動)</p> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 20px;"> <div data-bbox="400 683 908 1030"> </div> <div data-bbox="400 1041 908 1086"> <p>解説図 5.7.2 地表面設計地震動の弾性加速度応答スペクトル (L2 地震動スペクトル I)</p> </div> <div data-bbox="924 683 1447 1030"> </div> <div data-bbox="924 1041 1447 1086"> <p>解説図 5.7.3 地表面設計地震動の弾性加速度応答スペクトル (L2 地震動スペクトル II)</p> </div> </div> <p style="margin-top: 20px;">* L1 地震動の慣性力は地表面の最大加速度を用いて算定することとなるが地震時土圧と同様に地盤種別の関係なく、200gal(震度換算0.2)を用いてもよい</p> <p>(2) 地震時土圧</p> <p>1) L1 地震時における地震時主働土圧 (試行換法)</p> $p_{AE} = \gamma h K_{AE} + \frac{q \cos \alpha}{\cos(\alpha - \beta)} K_{AE} \quad (\text{解 5.8.1})$ <p>ここに、p_{AE}：地震時主働土圧力度 γ：背面土の単位体積重量 (kN/m³) h：地表面から土圧力度を算定する位置までの深さ (m) q：単位斜面面積当たりの等分布荷重 (kN/m²) α：構造物背面または仮想背面が鉛直面となす角 (度) β：構造物背面と地表面が水平面となす角 (度)</p> <p>なお、構造物背面の地盤面が水平な場合は式 (解 5.8.2) による物部・岡部の地震時主働土圧式より地震時主働土圧係数を算定してよい。</p> $K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \alpha - \theta)}{\cos \theta \cos^2 \alpha \cos(\alpha + \delta + \theta) \left\{ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta - \theta)}{\cos(\alpha + \delta + \theta) \cos(\alpha - \beta)}} \right\}^2} \quad (\text{解 5.8.2})$ <p>ϕ：背面土の内部摩擦角 (度) δ：構造物背面と土との摩擦角または仮想背面における摩擦角 (度) θ：合力の傾斜角</p> $\theta = \tan^{-1} \frac{\alpha_{\max}}{g} \quad (\text{解 5.8.3})$ <p>α_{\max}：地表面の最大加速度 (gal) g：重力加速度 (gal)</p> <p>この場合、「5.7.2.3 地表面設計地震動」における L1 地震動での地表面の最大加速度を用いて地震時主働土圧を求めることを原則とするが、200gal(震度換算で 0.2)を用いてもよい。</p>

項目	主な内容																																										
④設計地震動 水平震度(慣性力) 地震時土圧	<p>2) L2地震時における地震時主動土圧(修正物部・岡部の式)</p> <p>L2地震動において考慮する地震時主動土圧は、式(解5.8.1)により算定するものとするが、地震時主動土圧係数は想定される大きな地震に対して適切な値を与えるひずみの局所化を考慮した式(解5.8.4)に示す修正物部・岡部の地震時主動土圧式¹⁾より算定するものとする。</p> $K_a = \frac{\cos(\psi - \phi)(1 + \tan \alpha \tan \alpha)(1 + \tan \alpha \tan \beta)(\tan(\psi - \phi) + \tan \theta)}{\cos(\psi - \phi - \alpha - \delta)(\tan \psi - \tan \beta)} \quad (\text{解 5.8.4})$ <p>ここに、K_a：修正物部・岡部の地震時主動土圧係数 ψ：すべり面の傾斜角(度) その他の記号は式(解5.8.1)、式(解5.8.2)に同じ</p>																																										
⑤耐震性能の照査	<p>① 基礎の安定レベル(地盤または部材) ② 前壁の損傷レベル ③ 残留変位(最大変位)</p> <p style="text-align: center;">解説表 13.4.1 土留擁壁の耐震性能と損傷レベルの制限値</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">設計地震動</th> <th colspan="2">L1</th> <th colspan="2">L2</th> </tr> <tr> <th colspan="2">耐震性能</th> <th>I</th> <th>II</th> <th>III</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">基礎の損傷</th> <th>基礎型式</th> <th>直, 杭</th> <th>直, 杭</th> <th>直</th> <th>杭</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">安定 部材</td> <td>安定</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>部材</td> <td>1</td> <td>2^{*1}</td> <td>2^{*1}</td> <td>3^{*1}</td> </tr> <tr> <td colspan="2">前壁の損傷</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>3</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">* 1：フーチングについては損傷レベルを1とする。</p> <p style="text-align: center;">解説表 13.4.2 基礎の塑性率の制限値</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>基礎の安定レベル</th> <th>基礎の塑性率の制限値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>安定レベル1</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>安定レベル2</td> <td>2.5 (杭), 3 (直)</td> </tr> <tr> <td>安定レベル3</td> <td>4 (杭), 5 (直)</td> </tr> </tbody> </table>	設計地震動		L1		L2		耐震性能		I	II	III	基礎の損傷	基礎型式	直, 杭	直, 杭	直	杭	安定 部材	安定	1	2	3	3	部材	1	2 ^{*1}	2 ^{*1}	3 ^{*1}	前壁の損傷		1	2	3	3	基礎の安定レベル	基礎の塑性率の制限値	安定レベル1	1	安定レベル2	2.5 (杭), 3 (直)	安定レベル3	4 (杭), 5 (直)
設計地震動				L1		L2																																					
		耐震性能		I	II	III																																					
基礎の損傷	基礎型式	直, 杭	直, 杭	直	杭																																						
	安定 部材	安定	1	2	3	3																																					
部材		1	2 ^{*1}	2 ^{*1}	3 ^{*1}																																						
前壁の損傷		1	2	3	3																																						
基礎の安定レベル	基礎の塑性率の制限値																																										
安定レベル1	1																																										
安定レベル2	2.5 (杭), 3 (直)																																										
安定レベル3	4 (杭), 5 (直)																																										

表-2.2.6 宅地防災マニュアルの解説(擁壁) (平成10年5月)

(宅地防災マニュアル: 擁壁 1/3)

項目	主な内容
<p>①一般 基本的な考え方</p>	<p>鉄筋コンクリート造または無筋コンクリート造擁壁においては、 ①中地震時に想定される外力により、擁壁に有害な残留変形が生じない。 ②大地震時に想定される外力により、擁壁が転倒、滑動および沈下が生じず、躯体にもせん断破壊あるいは曲げ破壊が生じない。 これらの性能を満足するように設計を行う。 練積み造擁壁においては、耐震性の照査なし。 高さ2mを超える鉄筋コンクリート造または無筋コンクリート造擁壁については、中・大地震時の検討を行う。</p>
<p>②地震時土圧</p>	<p>地震時の主働土圧は以下に示す2つの方法のいずれかにより求める。</p> <p>1) 試行くさび法</p> $P_{EA} = \frac{\sin(\omega_{EA} - \phi + \theta) \cdot W}{\cos(\omega_{EA} - \phi - \delta - \alpha) \cdot \cos\theta} \dots\dots\dots \text{(式VIII.3-17)}$ <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">(a) すべり面 (b) 連力图</p> <p style="text-align: center;">図VIII.3-18 地震時主働土圧の考え方</p> <p>ここに、P_{EA} : 地震時の主働土圧 (tf/m²) ω_{EA} : 地震時の主働すべり角 ϕ : 壁面摩擦角 θ : 地震合成角 $\theta = \tan^{-1} k_h$ k_h : 設計水平震度 (「第IV章 耐震対策」参照)</p> <p>2) 土圧公式 (岡部・物部式)</p> $P_{EA} = \frac{1}{2} \gamma \cdot K_{EA} \cdot H^2 \dots\dots\dots \text{(式VIII.3-19)}$ $K_{EA} = \frac{\cos^2(\phi - \alpha - \theta)}{\cos\theta \cdot \cos^2\alpha \cdot \cos(\delta + \alpha + \theta) \left\{ 1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \delta - \theta)}{\cos(\alpha - \beta) \cdot \cos(\delta + \alpha + \theta)} \right\}} \dots\dots\dots \text{(式VIII.3-20)}$

項目	主な内容
	<p>また、通常は前面埋め戻し土による受動土圧は無視しているが、考慮する場合はクーロンの土圧公式を用いる。</p> $P_p = \frac{1}{2} K_p \cdot \gamma \cdot H^2 \quad \dots\dots\dots \text{(式Ⅷ.3-21)}$ $K_p = \frac{\cos^2(\phi - \alpha)}{\cos(\alpha - \delta) \cdot \cos^2 \alpha \left[1 - \frac{\sin(\phi - \delta) \cdot \sin(\phi + \beta)}{\cos(\alpha - \beta) \cdot \cos(\alpha + \beta)} \right]^2} \quad \dots\dots\dots \text{(式Ⅷ.3-22)}$ <p>ここに、ϕ：土の内部摩擦角 α：擁壁背面と鉛直面のなす角 δ：壁面摩擦角 β：擁壁背後の地表面傾斜角 γ：擁壁背面土の単位体積重量 H：擁壁高さ（ただし、仮想背面を考える場合はその高さ）</p>
③設計震度	<p>設計震度については水平震度のみを考慮する。</p> $k_h = \Delta_1 \cdot \Delta_2 \cdot \Delta_3 \cdot k_0 \quad \text{(式Ⅳ.3-1)}$ <p>ここに、k_h：設計水平震度 Δ_1：地域別補正係数 Δ_2：地盤別補正係数 Δ_3：用途別補正係数 k_0：標準設計水平震度</p> <p>1) 地域別補正係数(Δ_1)：建築基準法または道路橋示方書に準ずる。 2) 地盤別補正係数(Δ_2)：道路橋示方書に準ずる。 3) 用途別補正係数(Δ_3)：ゴルフ場、公園、緑地、運動場、墓地等で常に居住に供しない箇所に面する場合、0.9を限度として与える。 4) 標準設計水平震度(k_0)：中地震時 0.2、大地震時 0.25</p>

項目	主な内容																				
④耐震性能照査	<p>1) 中地震時</p> <p>①擁壁躯体の各部に作用する応力度が、材料の短期許容応力度以内に収まっていること。 ※中地震時においては、擁壁の転倒、滑動、支持力についての検討は行わない。</p> <p>2) 大地震時</p> <p>①擁壁全体の安定モーメントが転倒モーメントの1.0倍以上であること。</p> <p>②擁壁底面における滑動抵抗力が滑動外力の1.0倍以上であること。</p> <p>③最大接地圧が、地盤の極限支持力度以下であること。</p> <p>④擁壁躯体の各部に作用する応力度が、材料の設計基準強度以内に収まっていること。</p> <p style="text-align: center;">表VIII.3-7 安全率(F_s)等のまとめ</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th></th> <th>常時</th> <th>中地震時</th> <th>大地震時</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>転倒</td> <td>1.5</td> <td>—</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>滑動</td> <td>1.5</td> <td>—</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>支持力</td> <td>3.0</td> <td>—</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>部材力</td> <td>長期強度</td> <td>短期強度</td> <td>設計基準強度</td> </tr> </tbody> </table>		常時	中地震時	大地震時	転倒	1.5	—	1.0	滑動	1.5	—	1.0	支持力	3.0	—	1.0	部材力	長期強度	短期強度	設計基準強度
	常時	中地震時	大地震時																		
転倒	1.5	—	1.0																		
滑動	1.5	—	1.0																		
支持力	3.0	—	1.0																		
部材力	長期強度	短期強度	設計基準強度																		

表-2.2.7 補強土（テールアルメ）壁工法設計・施工マニュアル（平成11年12月）

（テールアルメ 1/3）

項目	主な内容
①一般 基本的考え方	テールアルメのような比較的柔な壁面を有する補強盛土は、地震時には周辺地盤や補強盛土の変形に追従して一体となって挙動する。地震の影響として補強領域およびその背面の盛土の自重に起因する地震時慣性力と地震時土圧を考慮する必要がある。

②設計フロー

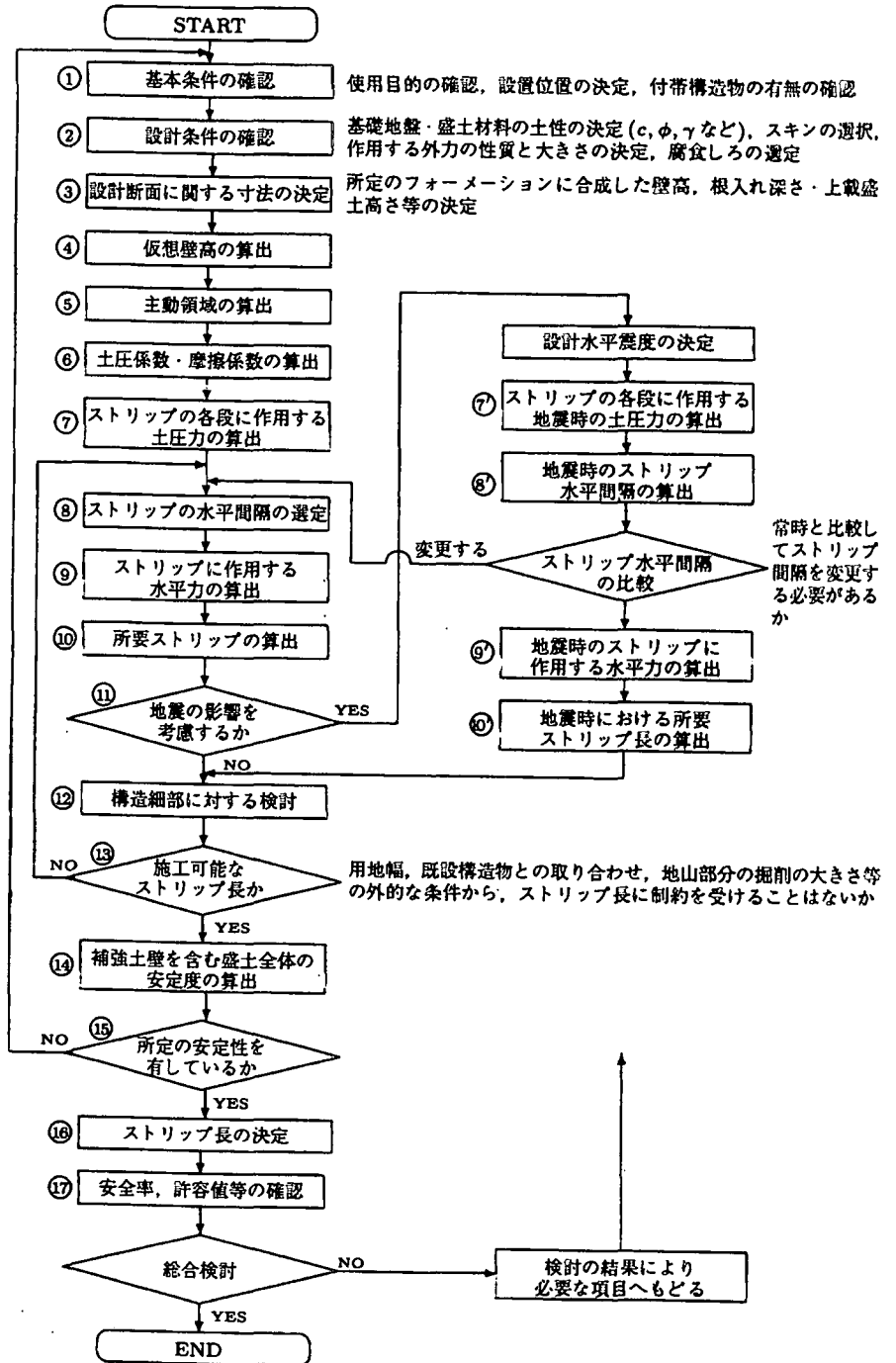
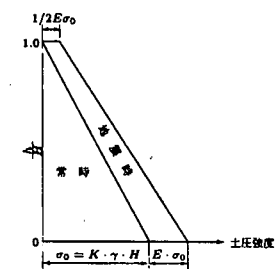


図 4-1 設計手順

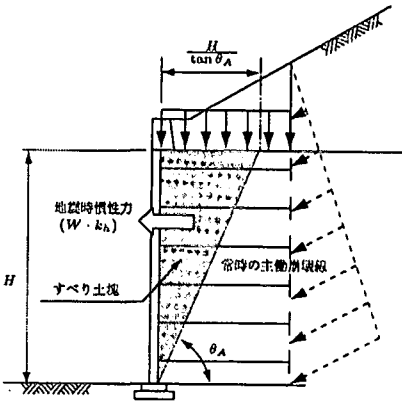
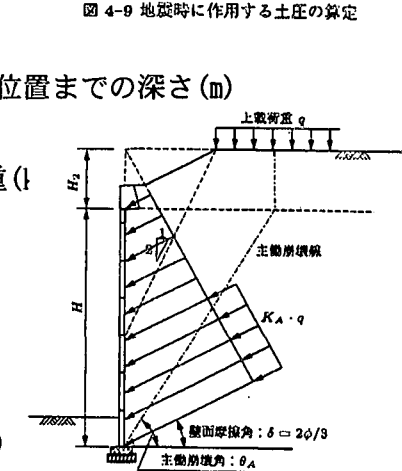
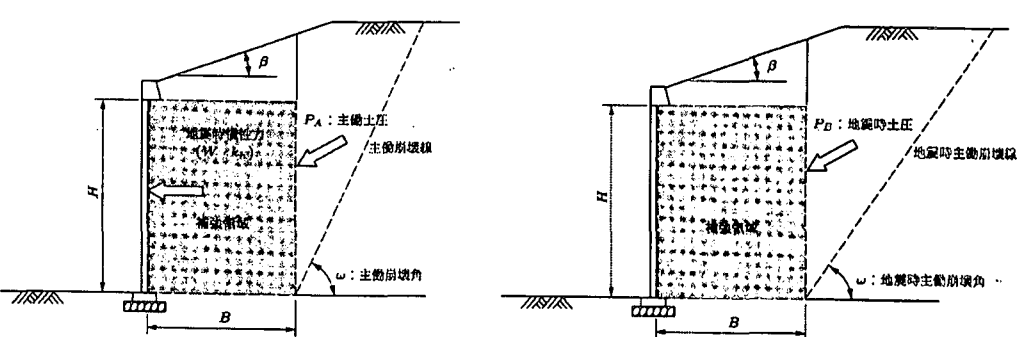
項目	主な内容																																
<p>③荷重 (土圧・土圧係数)</p>	<p>4.3.11 地震時の土圧力の算出</p> <p>地震時の土圧力は、式(4.3.34)によるものとする。</p> $P'_i = P_i + \Delta P_i$ $\Delta P_i = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{z}{H_0} \right) \alpha \cdot k_h \cdot P_n \quad (4.3.34)$ <p>ここに、</p> <ul style="list-style-type: none"> P'_i : i段目のストリップに作用する地震時の土圧力 (kN/m) P_i : i段目のストリップに作用する常時の土圧力 (kN/m) ΔP_i : i段目のストリップに作用する地震時における増加土圧力 (kN/m) z : 仮想壁高 H_0 の頂部から、着目する i 段目のストリップ位置までの深さ (m) α : 地震時の増加係数 k_h : 設計水平震度 P_n : 最下段のストリップに作用する常時の土圧力 (kN/m) <p>式(4.3.34)の ΔP_i を算出する原式は、</p> $\Delta \sigma = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{z}{H} \right) E \cdot \sigma_0 = \frac{1}{2} \left(1 + \frac{z}{H} \right) \alpha \cdot \frac{a}{g} \cdot \sigma_0 \quad (4.3.35)$ <p>ここに、</p> <ul style="list-style-type: none"> $\Delta \sigma$: 地震時の増加応力度 σ_0 : 最下段のストリップの常時の応力度 <p>従来物部・岡部法による方法を用いていたが、土木研究所の実験結果を基に、地震時設計係数 E を用いた土圧を用いる。</p>  <p>図 4-24 地震時における土圧強度の増加模式</p>																																
<p>④設計地震動 水平震度</p>	<p>(2) 設計水平震度</p> <p>地震の影響を考慮する場合の設計水平震度はその用途によって異なるが、道路の場合には次式により算出する。</p> $k_h = c_z \cdot k_{h0}$ <p>ここに、</p> <ul style="list-style-type: none"> k_h : 設計水平震度 (小数点以下 2 桁にまるめる) k_{h0} : 設計水平震度の標準値で、表 4-4 を用いてもよい。 c_z : 地域別補正係数 (表 4-6, 図 4-4) <p>表 4-4 設計水平震度の標準値 k_{h0}</p> <table border="1" data-bbox="585 1232 1185 1344"> <thead> <tr> <th>地盤種別</th> <th>I 種</th> <th>II 種</th> <th>III 種</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>中規模地震動対応</td> <td>0.12</td> <td>0.15</td> <td>0.18</td> </tr> <tr> <td>大規模地震動対応</td> <td>0.16</td> <td>0.20</td> <td>0.24</td> </tr> </tbody> </table> <p>表 4-5 耐震設計上の地盤種別</p> <table border="1" data-bbox="662 1388 1108 1523"> <thead> <tr> <th>地盤種別</th> <th>地盤の特性値 T_G (s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I 種</td> <td>$T_G < 0.2$</td> </tr> <tr> <td>II 種</td> <td>$0.2 \leq T_G < 0.6$</td> </tr> <tr> <td>III 種</td> <td>$0.6 \leq T_G$</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="754 1545 1001 1657"> <thead> <tr> <th>地域区分</th> <th>凡例</th> <th>地域別補正係数 c_z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td></td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td></td> <td>0.85</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td></td> <td>0.70</td> </tr> </tbody> </table> <p>(道路土工 擁壁工指針と同一)</p>	地盤種別	I 種	II 種	III 種	中規模地震動対応	0.12	0.15	0.18	大規模地震動対応	0.16	0.20	0.24	地盤種別	地盤の特性値 T_G (s)	I 種	$T_G < 0.2$	II 種	$0.2 \leq T_G < 0.6$	III 種	$0.6 \leq T_G$	地域区分	凡例	地域別補正係数 c_z	A		1.0	B		0.85	C		0.70
地盤種別	I 種	II 種	III 種																														
中規模地震動対応	0.12	0.15	0.18																														
大規模地震動対応	0.16	0.20	0.24																														
地盤種別	地盤の特性値 T_G (s)																																
I 種	$T_G < 0.2$																																
II 種	$0.2 \leq T_G < 0.6$																																
III 種	$0.6 \leq T_G$																																
地域区分	凡例	地域別補正係数 c_z																															
A		1.0																															
B		0.85																															
C		0.70																															

項目	主な内容																																																		
⑤耐震性能の照査 (安全率、許容値、損傷レベル制限値、塑性率制限値等)	<p style="text-align: center;">表 4-17 主荷重および主荷重に相当する特殊荷重に対する安全率等</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 70%;">検 討 項 目</th> <th style="width: 30%;">安 全 率 等</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1) ストリップの引抜けに対する安全率</td> <td style="text-align: center;">2.0</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">2) ストリップやボルトの許容応力度</td> <td>ストリップの引張に対し SS400 140 (N/mm²) SM490A 185 (N/mm²)</td> </tr> <tr> <td>ボルトのせん断に対し 4.6 90 (N/mm²) 8.8 200 (N/mm²)</td> </tr> <tr> <td>3) すべり破壊の安全率</td> <td style="text-align: center;">1.20~1.30</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">4) 補強土壁を含む全体の施工完了後の残留沈下の目標値</td> <td>橋梁、高架の接続部にある補強土壁</td> <td style="text-align: center;">10~20cm</td> </tr> <tr> <td>上記以外の場合</td> <td style="text-align: center;">15~30cm</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">表 4-18 主荷重と特殊荷重を組み合わせて考慮したときの安全率等</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 45%;">荷重の組合せ</th> <th style="width: 10%;">ストリップの引抜けに対する安全率</th> <th style="width: 10%;">許容応力度の割増し係数</th> <th style="width: 35%;">特 記</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1) 主荷重+主荷重に相当する特殊荷重+地震の影響</td> <td style="text-align: center;">1.2</td> <td style="text-align: center;">1.5</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2) 主荷重+主荷重に相当する特殊荷重+道路防護柵の衝突荷重</td> <td style="text-align: center;">1.2</td> <td style="text-align: center;">1.5^{注)}</td> <td>衝突荷重の影響を受ける範囲にあるストリップに対して適用するストリップは全長有効とし、f_c の値は 4.3.6 で求めた値の 1.5 倍としてよい</td> </tr> <tr> <td>3) 主荷重+主荷重に相当する特殊荷重+その他の特殊荷重</td> <td style="text-align: center;">1.35</td> <td style="text-align: center;">1.25</td> <td>特殊荷重に抵抗する区間にあるストリップに対して適用する</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">注) 鋼材に対する許容応力度の割増し係数は 1.7 としてよい。</p> <p style="text-align: center;">表 4-19 代表的な設計基準類における盛土の円弧すべりの安全率</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;">設 計 基 準 類</th> <th style="width: 20%;">常 時</th> <th style="width: 20%;">地 震 時</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>道路土工のり面工・斜面安定工指針 平成 11 年 3 月 (日本道路協会)</td> <td style="text-align: center;">1.2 以上</td> <td style="text-align: center;">1.0 以上</td> </tr> <tr> <td>日本道路公団 設計要領 第一集 1 編 土工 (平成 10 年 5 月)</td> <td style="text-align: center;">1.25 以上を目標とする</td> <td style="text-align: center;">同 上</td> </tr> <tr> <td>港湾の施設の技術上の基準 (日本港湾協会、平成元年 6 月)</td> <td style="text-align: center;">1.3 を標準とする</td> <td style="text-align: center;">注 1)</td> </tr> <tr> <td>鉄道建造物設計標準・同解説 土構造物 (運輸省鉄道局監修、平成 4 年 10 月)</td> <td style="text-align: center;">1.4 以上</td> <td style="text-align: center;">1.1 以上</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">補強土設計・施工の手引きテールアルメ工法 (鉄道総合技術研究所、昭和 62 年 9 月)</td> <td>通常の場合</td> <td style="text-align: center;">1.5</td> </tr> <tr> <td>総合的な検討によって安定が確認された場合</td> <td style="text-align: center;">1.4</td> </tr> </tbody> </table> <p style="font-size: small;">注 1) 地震時には安全率が低下することは確かであるから、大きな設計震度を仮定する場合には、常時の安全率をできるだけ大きくしておく必要がある。</p>	検 討 項 目	安 全 率 等	1) ストリップの引抜けに対する安全率	2.0	2) ストリップやボルトの許容応力度	ストリップの引張に対し SS400 140 (N/mm ²) SM490A 185 (N/mm ²)	ボルトのせん断に対し 4.6 90 (N/mm ²) 8.8 200 (N/mm ²)	3) すべり破壊の安全率	1.20~1.30	4) 補強土壁を含む全体の施工完了後の残留沈下の目標値	橋梁、高架の接続部にある補強土壁	10~20cm	上記以外の場合	15~30cm	荷重の組合せ	ストリップの引抜けに対する安全率	許容応力度の割増し係数	特 記	1) 主荷重+主荷重に相当する特殊荷重+地震の影響	1.2	1.5		2) 主荷重+主荷重に相当する特殊荷重+道路防護柵の衝突荷重	1.2	1.5 ^{注)}	衝突荷重の影響を受ける範囲にあるストリップに対して適用するストリップは全長有効とし、 f_c の値は 4.3.6 で求めた値の 1.5 倍としてよい	3) 主荷重+主荷重に相当する特殊荷重+その他の特殊荷重	1.35	1.25	特殊荷重に抵抗する区間にあるストリップに対して適用する	設 計 基 準 類	常 時	地 震 時	道路土工のり面工・斜面安定工指針 平成 11 年 3 月 (日本道路協会)	1.2 以上	1.0 以上	日本道路公団 設計要領 第一集 1 編 土工 (平成 10 年 5 月)	1.25 以上を目標とする	同 上	港湾の施設の技術上の基準 (日本港湾協会、平成元年 6 月)	1.3 を標準とする	注 1)	鉄道建造物設計標準・同解説 土構造物 (運輸省鉄道局監修、平成 4 年 10 月)	1.4 以上	1.1 以上	補強土設計・施工の手引きテールアルメ工法 (鉄道総合技術研究所、昭和 62 年 9 月)	通常の場合	1.5	総合的な検討によって安定が確認された場合	1.4
	検 討 項 目	安 全 率 等																																																	
	1) ストリップの引抜けに対する安全率	2.0																																																	
	2) ストリップやボルトの許容応力度	ストリップの引張に対し SS400 140 (N/mm ²) SM490A 185 (N/mm ²)																																																	
ボルトのせん断に対し 4.6 90 (N/mm ²) 8.8 200 (N/mm ²)																																																			
3) すべり破壊の安全率	1.20~1.30																																																		
4) 補強土壁を含む全体の施工完了後の残留沈下の目標値	橋梁、高架の接続部にある補強土壁	10~20cm																																																	
	上記以外の場合	15~30cm																																																	
荷重の組合せ	ストリップの引抜けに対する安全率	許容応力度の割増し係数	特 記																																																
1) 主荷重+主荷重に相当する特殊荷重+地震の影響	1.2	1.5																																																	
2) 主荷重+主荷重に相当する特殊荷重+道路防護柵の衝突荷重	1.2	1.5 ^{注)}	衝突荷重の影響を受ける範囲にあるストリップに対して適用するストリップは全長有効とし、 f_c の値は 4.3.6 で求めた値の 1.5 倍としてよい																																																
3) 主荷重+主荷重に相当する特殊荷重+その他の特殊荷重	1.35	1.25	特殊荷重に抵抗する区間にあるストリップに対して適用する																																																
設 計 基 準 類	常 時	地 震 時																																																	
道路土工のり面工・斜面安定工指針 平成 11 年 3 月 (日本道路協会)	1.2 以上	1.0 以上																																																	
日本道路公団 設計要領 第一集 1 編 土工 (平成 10 年 5 月)	1.25 以上を目標とする	同 上																																																	
港湾の施設の技術上の基準 (日本港湾協会、平成元年 6 月)	1.3 を標準とする	注 1)																																																	
鉄道建造物設計標準・同解説 土構造物 (運輸省鉄道局監修、平成 4 年 10 月)	1.4 以上	1.1 以上																																																	
補強土設計・施工の手引きテールアルメ工法 (鉄道総合技術研究所、昭和 62 年 9 月)	通常の場合	1.5																																																	
	総合的な検討によって安定が確認された場合	1.4																																																	
⑥補強土を含む盛土全体の安定度	<p>「不測の事態を生じた際、隣接物に重大な被害を及ぼすとき、不測の事態を生じた際、その復旧にきわめて長期間を要し、その機能が著しく阻害されるときにの場合に地震の影響を考慮した安定の検討が必要」と記載。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・有限要素法が有効に利用できる場合には、大いにこれを活用して良い ・概略検討の場合において、道路土工のり面工・斜面安定工指針の安定計算式が記載されているが、地震時の記載はされていない。 																																																		

表-2.2.8 多数アンカー式補強土壁工法 設計・施工マニュアル (平成14年10月)

(多数アンカー式補強土壁 1/4)

項目	主な内容
参考・準拠規準	「道路土工-擁壁工指針 (平成11年3月)」
① 一般 基本的考え方	常時・地震時における検討項目 ■内部安定検討 ・鋼製部材の耐力 (タイバー等の破断) の検討 ・アンカープレートの引き抜けの検討 ・コンクリート製壁面材の耐力 ■外部安定検討 ・滑動、転倒の検討 ・支持力の検討 ・全体系円弧滑すべりの検討
② 耐震設計フロー	

項目	主な内容
<p>③ 荷重 (土圧・土圧係数)</p>	<p>A. 内部安定の検討</p> <p>地震時の影響を考慮する場合には、補強効果を考慮しない常時の主働土塊の慣性力相当分を常時土圧に加える形で考慮する。</p> <p>■地震時土圧 $P_{AE} = P_A + W_h \frac{1}{2} K_{AE} H^2$</p> <p>ただし、$K_{AE} = K_A \frac{h}{\tan A}$ ここに、</p> <p>P_{AE} : 地震時土圧 (kN/m) P_A : 常時主働土圧 (kN/m)</p> $P_A = \int_0^H \rho_i dz$ $\rho_i = K_A \gamma z_i + H_2 q K_A$ <p>γ : 土の単位体積重量 (kN/m³) z_i : 前壁天端からI段目のタイパー位置までの深さ (m) H_2 : 上載盛土の荷重換算高さ (m) q : 盛土表面に載荷される上載荷重 (kN/m²) K_A : 主働土圧係数</p> $K_A = \frac{\cos^2 \phi}{\cos \delta \sqrt{1 - \frac{\sin \phi \sin \delta}{\cos \theta_A}}}$ <p>ϕ : 背面土の内部摩擦角 (°) δ : 構造物背面と土との摩擦角 (°) また、主働崩壊角 θ_A は次式で算出する。</p> $\tan \theta_A = \frac{1 - \sin \phi}{\cos \phi}$ <p>B. 外部安定の検討</p> <p>(1) 補強領域背面に作用する土圧は、主働土圧とし、試行くさび法により算出する。 (2) 地震時の影響を検討する場合は、地震時慣性力と地震時土圧のうち影響の大きい方の値を考慮する。</p>  <p>図 4-8 多数アンカー式補強土壁に作用する土圧</p>  <p>図 4-9 地震時に作用する土圧の算定</p>  <p>(1) 地震時慣性力の影響を考慮する場合 (2) 地震時土圧の影響を考慮する場合</p> <p>図 4-17 補強領域背面に作用する土圧</p>

項目	主な内容																															
④ 設計地震動 水平震度	<p>地震の影響を考慮する場合の設計水平震度は、「道路土工-擁壁工指針」(平成11年3月 日本道路協会)によるものとする。</p> $k_h = c_z \cdot k_{h0}$ <p>ここに、</p> <p>k_h : 設計水平震度 (小数点以下2けたに丸める)</p> <p>k_{h0} : 設計水平震度の標準値で表4-1を用いてもよい</p> <p>c_z : 地域別補正係数 (表4-4、図4-6)</p> <p>耐震設計上の地盤種別は、原則として地盤の特性値により区分し、表4-3によるものとする。地表面が基盤面と一致する場合はI種地盤とする。</p> <p style="text-align: center;">表4-1 設計水平震度の標準値</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>地盤種別</th> <th>I種</th> <th>II種</th> <th>III種</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>中規模地震動対応</td> <td>0.12</td> <td>0.15</td> <td>0.18</td> </tr> <tr> <td>大規模地震動対応</td> <td>0.16</td> <td>0.20</td> <td>0.24</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">表4-2 地震時の安定検討における設計地震動</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">重要度</th> <th colspan="2">復旧の難易度</th> </tr> <tr> <th>困難</th> <th>容易</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>重要</td> <td>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。</td> <td>耐震検討を行う (中規模地震動対応)</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>耐震検討を行う (中規模地震動対応)</td> <td>耐震検討を行う (中規模地震動対応)</td> </tr> </tbody> </table> <p>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。</p> <p>復旧の難易度が困難とは、万一崩壊すると復旧に時間を要し、道路機能を著しく阻害する場合を判断の目安とする。</p> <p>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持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が高い地震動を意味する。</p> <p>耐震設計上の地盤種別は、原則として地盤の特性値 T_G により区分し、表4-3によるものとする。地表面が基盤面と一致する場合はI種地盤とする。</p> <p style="text-align: center;">表4-3 耐震設計上の地盤種別</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>地盤種別</th> <th>地盤の特性値 $T_G(S)$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>I種</td> <td>$T_G < 0.2$</td> </tr> <tr> <td>II種</td> <td>$0.2 \leq T_G < 0.6$</td> </tr> <tr> <td>III種</td> <td>$0.6 \leq T_G$</td> </tr> </tbody> </table> <p>地盤の特性値 T_G は、次式によって算出するものとする。</p> $T_G = 4 \sum_{i=1}^n \frac{H_i}{V_{st}}$ <p>ここに、</p> <p>T_G : 地盤の特性値</p> <p>H_i : i 番目の地盤の厚さ (m)</p> <p>V_{st} : i 番目の地盤の平均せん断弾性波速度 (m/s)</p> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="display: flex; flex-direction: column; align-items: center;"> <p>粘性土層の場合</p> $V_{st} = 100N_i^{1/3} \quad (1 \leq N_i \leq 25)$ <p>砂質土層の場合</p> $V_{st} = 80N_i^{1/3} \quad (1 \leq N_i \leq 50)$ </div> <div style="font-size: 3em; margin: 0 10px;">}</div> <div style="margin-left: 10px;">(4.1)</div> </div> <p>N_i : 標準貫入試験による i 番目の地層の平均 N 値</p> <p>i : 当該地盤が地表面から基盤面まで n 層に区分されるとき地表面から i 番目の地層の番号</p> <p>ここでの基盤面とは、粘性土層の場合は N 値が 25 以上、砂質土層の場合は N 値が 50 以上の地層の上面、もしくはせん断弾性波速度が 300m/s 程度以上の地層の上面をいう。</p>	地盤種別	I種	II種	III種	中規模地震動対応	0.12	0.15	0.18	大規模地震動対応	0.16	0.20	0.24	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)	地盤種別	地盤の特性値 $T_G(S)$	I種	$T_G < 0.2$	II種	$0.2 \leq T_G < 0.6$	III種	$0.6 \leq T_G$
地盤種別	I種	II種	III種																													
中規模地震動対応	0.12	0.15	0.18																													
大規模地震動対応	0.16	0.20	0.24																													
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)																														
地盤種別	地盤の特性値 $T_G(S)$																															
I種	$T_G < 0.2$																															
II種	$0.2 \leq T_G < 0.6$																															
III種	$0.6 \leq T_G$																															

項目	主な内容																																																																				
<p>⑤ 耐震性能の照査 (安全率、許容値)</p>	<p>■許容応力度</p> <p>多数アンカー式補強土壁に使用する部材の許容応力度および特性値は次によるものとする。</p> <p>(1) 鋼製部材の許容応力度</p> <p style="text-align: center;">表 4-6 構造用鋼材の許容応力度</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>種別</th> <th>常時</th> <th>地震時</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>鋼材の許容引張応力度 σ_a (N/mm²)</td> <td>140</td> <td>210</td> </tr> <tr> <td>鋼材の許容せん断応力度 τ_a (N/mm²)</td> <td>80</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>鋼材の許容支圧応力度 f_a (N/mm²)</td> <td>600</td> <td>900</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">表 4-7 仕上げボルトの許容応力度</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>JIS-B-1051 による強度区分</th> <th>4.6</th> <th>8.8</th> <th>10.9</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ボルトの引張応力度 σ_{ba} (N/mm²)</td> <td>140</td> <td>360</td> <td>470</td> </tr> <tr> <td>ボルトのせん断応力度 τ_{ba} (N/mm²)</td> <td>90</td> <td>200</td> <td>270</td> </tr> <tr> <td>ボルトの許容支圧応力度 f_{ba} (N/mm²)</td> <td>210</td> <td>540</td> <td>700</td> </tr> </tbody> </table> <p>(2) コンクリート製壁面材の特性値</p> <p style="text-align: center;">表 4-8 コンクリートと鉄筋の特性値</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>種別</th> <th>特性値</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>コンクリートの設計基準強度 (N/mm²)</td> <td>30</td> </tr> <tr> <td>鉄筋の引張降伏強度 (N/mm²)</td> <td>345</td> </tr> </tbody> </table> <p>■安全率および変形安定条件</p> <p>多数アンカー式補強土壁の安定検討に適用する安全率および変形に関する許容値は以下に定める値とする。</p> <p>(1) 安全率および安定条件</p> <p style="text-align: center;">表 4-9 安全率および安定条件</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>常時</th> <th>地震時</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>アンカープレートの引抜け</td> <td>$F_s \geq 3, T_i \leq T_a$</td> <td>$F_s \geq 2, T_{iE} \leq 1.5T_a$</td> </tr> <tr> <td>鋼製部材の耐力</td> <td>$\sigma \leq \sigma_a$</td> <td>$\sigma_E \leq 1.5\sigma_a$</td> </tr> <tr> <td>コンクリート製壁面材の耐力</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">$\gamma_i S_d / R_d \leq 1.0$</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> <tr> <td>転倒に対して</td> <td>$e \leq B/6$</td> <td>$e \leq B/3$</td> </tr> <tr> <td>支持力に対して</td> <td>$F_s \geq 2, Q \leq Q_a$</td> <td>$F_s \leq 1.5, Q_E \geq 1.5Q_a$</td> </tr> <tr> <td>円弧すべりに対して</td> <td>$F_s \geq 1.2$</td> <td>$F_s \geq 1.0$</td> </tr> </tbody> </table> <p>ここに、</p> <table style="width:100%;"> <tr> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> F_s: 安全率 Q_E, T_{iE}, σ_E: 地震時の作用応力 T_a: 許容引抜き抵抗力 T_i: タイバーに作用する引張力 σ: 部材に作用する応力 σ_a: 部材に対する許容応力 e: 偏心距離 </td> <td style="width:50%; vertical-align: top;"> Q: 基礎地盤に作用する鉛直応力 Q_a: 単位体積当り許容支持力 S_d: 設計断面力 R_d: 設計断面耐力 γ_i: 構造物係数 B: 補強領域底面の必要最小長さ </td> </tr> </table> <p>(2) 変形に関する安定条件</p> <p style="text-align: center;">表 4-10 不等沈下による壁面材の許容変形角の目安</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">種別</th> <th colspan="2">許容変形角 θ_w の目安</th> </tr> <tr> <th>コンクリート製壁面材</th> <th>鋼製壁面材</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>許容変形量</td> <td>3/100</td> <td>6/100</td> </tr> </tbody> </table> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;"> </div> <p style="text-align: center;">図 4-7 壁面材の許容変形量</p>	種別	常時	地震時	鋼材の許容引張応力度 σ_a (N/mm ²)	140	210	鋼材の許容せん断応力度 τ_a (N/mm ²)	80	120	鋼材の許容支圧応力度 f_a (N/mm ²)	600	900	JIS-B-1051 による強度区分	4.6	8.8	10.9	ボルトの引張応力度 σ_{ba} (N/mm ²)	140	360	470	ボルトのせん断応力度 τ_{ba} (N/mm ²)	90	200	270	ボルトの許容支圧応力度 f_{ba} (N/mm ²)	210	540	700	種別	特性値	コンクリートの設計基準強度 (N/mm ²)	30	鉄筋の引張降伏強度 (N/mm ²)	345	項目	常時	地震時	アンカープレートの引抜け	$F_s \geq 3, T_i \leq T_a$	$F_s \geq 2, T_{iE} \leq 1.5T_a$	鋼製部材の耐力	$\sigma \leq \sigma_a$	$\sigma_E \leq 1.5\sigma_a$	コンクリート製壁面材の耐力	$\gamma_i S_d / R_d \leq 1.0$		滑動に対して	$F_s \geq 1.5$	$F_s \geq 1.2$	転倒に対して	$e \leq B/6$	$e \leq B/3$	支持力に対して	$F_s \geq 2, Q \leq Q_a$	$F_s \leq 1.5, Q_E \geq 1.5Q_a$	円弧すべりに対して	$F_s \geq 1.2$	$F_s \geq 1.0$	F_s : 安全率 Q_E, T_{iE}, σ_E : 地震時の作用応力 T_a : 許容引抜き抵抗力 T_i : タイバーに作用する引張力 σ : 部材に作用する応力 σ_a : 部材に対する許容応力 e : 偏心距離	Q : 基礎地盤に作用する鉛直応力 Q_a : 単位体積当り許容支持力 S_d : 設計断面力 R_d : 設計断面耐力 γ_i : 構造物係数 B : 補強領域底面の必要最小長さ	種別	許容変形角 θ_w の目安		コンクリート製壁面材	鋼製壁面材	許容変形量	3/100	6/100
種別	常時	地震時																																																																			
鋼材の許容引張応力度 σ_a (N/mm ²)	140	210																																																																			
鋼材の許容せん断応力度 τ_a (N/mm ²)	80	120																																																																			
鋼材の許容支圧応力度 f_a (N/mm ²)	600	900																																																																			
JIS-B-1051 による強度区分	4.6	8.8	10.9																																																																		
ボルトの引張応力度 σ_{ba} (N/mm ²)	140	360	470																																																																		
ボルトのせん断応力度 τ_{ba} (N/mm ²)	90	200	270																																																																		
ボルトの許容支圧応力度 f_{ba} (N/mm ²)	210	540	700																																																																		
種別	特性値																																																																				
コンクリートの設計基準強度 (N/mm ²)	30																																																																				
鉄筋の引張降伏強度 (N/mm ²)	345																																																																				
項目	常時	地震時																																																																			
アンカープレートの引抜け	$F_s \geq 3, T_i \leq T_a$	$F_s \geq 2, T_{iE} \leq 1.5T_a$																																																																			
鋼製部材の耐力	$\sigma \leq \sigma_a$	$\sigma_E \leq 1.5\sigma_a$																																																																			
コンクリート製壁面材の耐力	$\gamma_i S_d / R_d \leq 1.0$																																																																				
滑動に対して	$F_s \geq 1.5$	$F_s \geq 1.2$																																																																			
転倒に対して	$e \leq B/6$	$e \leq B/3$																																																																			
支持力に対して	$F_s \geq 2, Q \leq Q_a$	$F_s \leq 1.5, Q_E \geq 1.5Q_a$																																																																			
円弧すべりに対して	$F_s \geq 1.2$	$F_s \geq 1.0$																																																																			
F_s : 安全率 Q_E, T_{iE}, σ_E : 地震時の作用応力 T_a : 許容引抜き抵抗力 T_i : タイバーに作用する引張力 σ : 部材に作用する応力 σ_a : 部材に対する許容応力 e : 偏心距離	Q : 基礎地盤に作用する鉛直応力 Q_a : 単位体積当り許容支持力 S_d : 設計断面力 R_d : 設計断面耐力 γ_i : 構造物係数 B : 補強領域底面の必要最小長さ																																																																				
種別	許容変形角 θ_w の目安																																																																				
	コンクリート製壁面材	鋼製壁面材																																																																			
許容変形量	3/100	6/100																																																																			

表-2.2.9 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（平成12年2月）

（ジオテキスタイル補強土 1/2）

項目	主な内容											
① 一般	耐震設計の考え方は補強盛土・補強土壁とも、常時設計の考え方に対して地震荷重の影響を静的な荷重（慣性力）に置換えて準用する。											
② 耐震設計フロー	<div style="text-align: center;"> <p>（耐震設計）</p> <pre> graph TD Start([始め]) --> A[設計地震力の設定] A --> B[必要引張力の合計の算定] B --> C[ジオテキスタイルの選定 ジオテキスタイルの敷設間隔の検討] C --> D[ジオテキスタイルの敷設長の検討] D --> E{所定の安全率を 満足するか} E -- No --> F[ジオテキスタイルの選定・配置の変更] F --> C E -- Yes --> G{部分安定の 検討を行うか} G -- No --> E G -- Yes --> H[部分安定の検討] H --> I([終わり]) </pre> <p>（補強材に関する 内的安定の検討）</p> <p>（全体安定の検討）</p> <p>（部分安定検討）</p> <p>常時設計に基づく場合は、常時設計で選定されたジオテキスタイル、敷設間隔、敷設長についてチェックを行い、条件を満足しなければ、見直しを行う。</p> </div> <p style="text-align: center;">図-6.3 補強盛土の耐震設計手順</p>											
③ 荷重	耐震設計に用いる地震力を設定する。耐震設計を行う場合において設計に用いる地震力は、当該構造物の設計を規定する「道路土工のり面・斜面安定工指針」や「道路土工擁壁工指針」などの基準類に従って設定する。											
④ 設計水平震度	<p style="text-align: center;">表-6.1 地震時の安定検討における設計地震動⁵⁾</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">重要度</th> <th colspan="2">復旧の難易度</th> </tr> <tr> <th>困難</th> <th>容易</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>重要</td> <td>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</td> <td>耐震検討を行う (中規模地震動対応)</td> </tr> <tr> <td>その他</td> <td>耐震検討を行う (中規模地震動)</td> <td>—</td> </tr> </tbody> </table> <p>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が高い地震動を意味する。</p>	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)	—
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)	—										

項 目	主 な 内 容														
④ 設計水平震度	$k_h = c_s k_{h0} \quad (6.2)$ <p>ここに、k_h : 設計水平震度 (小数点以下2けたに丸める) k_{h0} : 設計水平震度の標準値 c_s : 地域別補正係数</p> <p style="text-align: center;">表-6.2 設計水平震度の標準値^{a)}</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>地 盤 種 別</th> <th>I 種</th> <th>II 種</th> <th>III 種</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>中規模地震動対応 (慣性力用)</td> <td>0.08</td> <td>0.10</td> <td>0.12</td> </tr> <tr> <td>大規模地震動対応 (慣性力用)</td> <td>0.16</td> <td>0.20</td> <td>0.24</td> </tr> </tbody> </table> <p>※地盤種別 (I種~III種) については、「道路土工-のり面工・斜面安定工指針」を参照されたい。</p>	地 盤 種 別	I 種	II 種	III 種	中規模地震動対応 (慣性力用)	0.08	0.10	0.12	大規模地震動対応 (慣性力用)	0.16	0.20	0.24		
地 盤 種 別	I 種	II 種	III 種												
中規模地震動対応 (慣性力用)	0.08	0.10	0.12												
大規模地震動対応 (慣性力用)	0.16	0.20	0.24												
⑤ 必要安全率	<p style="text-align: center;">表-6.3 補強盛土の耐震設計に用いる設計安全率</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">安全率の種類</th> <th colspan="2">設計安全率</th> </tr> <tr> <th>常時</th> <th>地震時</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>円弧すべりに対する安全率</td> <td>1.2~1.3</td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>ジオテキスタイルの設計引張強さ</td> <td>(2.3.7(1)参照)</td> <td>(6.2.2(2)参照)</td> </tr> <tr> <td>引抜きに対する安全率</td> <td>≥2.0</td> <td>≥1.2</td> </tr> </tbody> </table>	安全率の種類	設計安全率		常時	地震時	円弧すべりに対する安全率	1.2~1.3	1.0	ジオテキスタイルの設計引張強さ	(2.3.7(1)参照)	(6.2.2(2)参照)	引抜きに対する安全率	≥2.0	≥1.2
安全率の種類	設計安全率														
	常時	地震時													
円弧すべりに対する安全率	1.2~1.3	1.0													
ジオテキスタイルの設計引張強さ	(2.3.7(1)参照)	(6.2.2(2)参照)													
引抜きに対する安全率	≥2.0	≥1.2													

表-2.2.10 RRR工法

		「RRR-B工法 (補強盛土工法) 設計・施工マニュアル」 (H13.3) [RRR工法協会]	「既設盛土のり面急勾配化工法 (RRR-C工法) 設計・施工マニュアル」 (H10.6) [RRR工法協会]																				
設計・準拠基準		「建造物設計標準解説 鉄筋コンクリート構造物」(S58) 「鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物」(H4) 「防護柵設置要綱」(S47) 他																					
一般 基本的な考え方 検討対象		<p>曲げ剛性を有する一体の壁面工と面状補強材(ジオテキスタイル)とを用いて、急勾配あるいは鉛直な盛土のり面を構築する工法</p> <p>1)補強盛土体の内的安定に対する検討 2)壁面工の破壊に対する検討 3)補強盛土体の外的安定に対する検討 4)支持地盤の沈下に対する検討</p> <p>○鉄道関係の盛土構造物に適用する場合に対応 ○標準的に設計・施工できる高さを10m程度以下とする。</p>	<p>曲げ剛性を有する一体の壁面工と棒状補強材とを用いて、既設盛土のり面を急勾配化する工法</p> <p>1)盛土体及び基礎地盤の全体系に対する外的安定の検討 2)棒状補強材の配置の設定 3)各掘削段階の盛土体の安定検討 4)補強盛土体の内的安定の検討 5)壁面工の破壊に対する検討</p> <p>○鉄道関係の既設盛土に適用する場合に対応</p>																				
耐震設計フロー		-																					
荷重 (土圧・慣性力)	土圧	2ウェッジ法 補強盛土体内の補強領域背面ですべり面を変化させ、2つの土楔に作用する力の釣合いから壁面に作用する土圧を求める方法																					
	慣性力	L1地震動 鉄道構造物では、地震慣性力の載荷方法として、内的安定・外的安定とも盛土部のみに水平震度(Kh=0.2)を作用させるものとするのが一般的である。																					
設計地震動 水平震度																							
照査項目 (安全率・許容応力度 損傷レベル制限値 塑性率制限値等)	内的 安定の 検討	<p>内的安定の所要安全率</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>常時</td> <td>一時</td> <td>地震時</td> </tr> <tr> <td>内的安定の安全率</td> <td>2</td> <td>1.5</td> <td>1.25</td> </tr> </table>				常時	一時	地震時	内的安定の安全率	2	1.5	1.25											
		常時	一時	地震時																			
内的安定の安全率	2	1.5	1.25																				
外的 安定の 検討	<p>外的安定の所要安全率</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>常時</td> <td>一時</td> <td>地震時</td> </tr> <tr> <td>外的安定の安全率</td> <td>1.4</td> <td>1.4</td> <td>1.1</td> </tr> </table>			常時	一時	地震時	外的安定の安全率	1.4	1.4	1.1	<p>外的安定の所要安全率</p> <table border="1"> <tr> <td></td> <td>常時</td> <td>一時</td> <td>地震時</td> </tr> <tr> <td>盛土全体の安定</td> <td>1.4</td> <td>1.4</td> <td>1.1</td> </tr> <tr> <td>攪拌混合杭の仮想ケーソン体としての安定</td> <td>3</td> <td>2</td> <td>1.5</td> </tr> </table>		常時	一時	地震時	盛土全体の安定	1.4	1.4	1.1	攪拌混合杭の仮想ケーソン体としての安定	3	2	1.5
	常時	一時	地震時																				
外的安定の安全率	1.4	1.4	1.1																				
	常時	一時	地震時																				
盛土全体の安定	1.4	1.4	1.1																				
攪拌混合杭の仮想ケーソン体としての安定	3	2	1.5																				

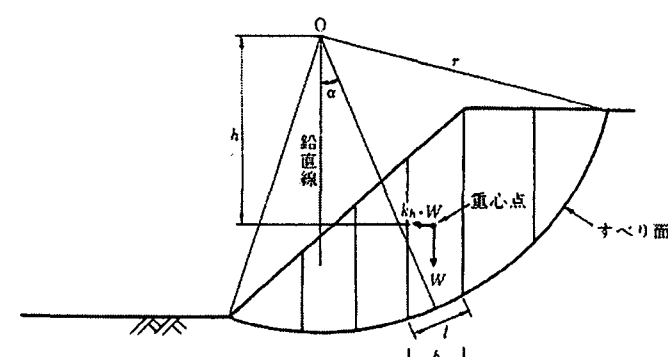
表-2.2.11 道路土工「のり面工・斜面安定工指針」(平成 11 年 3 月)
(道路土工：のり面 1/5)

項 目	内 容
①一般・検討対象	<p>(v) のり面工・斜面安定工の設計には経験的技術が重視されている。盛土、切土の標準のり面勾配等がそれにあたる。これらは規定された盛土高、切土高の範囲においては、土質、地質別に、そののり面勾配によって日本の自然環境のもとで交通に大きな支障となる被害が避けられる基準を実績に照して示したものである。したがって豪雨、地震等についても、特別な異常時を除いて考慮されているものと見ることができる。このような適用条件を越えない範囲での経験的技術の遵守は今後も許されることは当然であるが、これらの経験的技術を育ててきた過程と現在とでは、道路に対する社会的、技術的要請は著しく変化してきているということも忘れてはならない。すなわち、現在は既往の経験をこえた高い盛土、深い切土に遭遇する機会も多くなっている。異常時におけるのり面・斜面の安定については未解明な点は多いが、適用条件を越えた場合については、今後、最大限の努力を払って安定の検討を行うべきである。</p> <p>(viii) のり面・斜面の地震時の安定については、通常規模の地震においては被害が限定的であること、および橋梁等の鋼あるいはコンクリートでできた構造物に比べて復旧が容易であること等の理由により、これまで特別の場合を除き必ずしも力学的な耐震設計がなされていなかった。しかし、平成 7 年 1 月に発生した兵庫県南部地震を契機として、道路をはじめとする公共土木施設の地震に対する安全性のより一層の向上が求められるようになったこと、また、道路のネットワークとしての機能を考慮すれば、橋梁、トンネル、のり面・斜面等の土工部において耐震性のバランスを確保する必要があることから、のり面・斜面においても従来以上の耐震性を確保することが望まれる。</p> <p>ただし、のり面・斜面は延長が膨大であるため、一律に耐震性を向上させるのは財政的制約あるいは投資効率等の観点から必ずしも現実的ではないことから、確保すべき耐震性については、構造物の重要度、復旧の難易度等を考慮して設定するのが望ましい。</p> <p>さらに、(v)でも述べたように、地震時におけるのり面・斜面の安定については未解明の点が多く、耐震設計を明確に規定できないという技術的な制約があるのも事実である。したがって、このような点については現時点での技術的知見を最大限に活用して対応していくとともに、解明のための調査研究を進めていく必要がある。</p>

項目	内容
②検討フロー	<pre>graph TD; Start([始]) --> Box1[盛土高、盛土材料、天端幅 盛土周辺の地盤条件、周辺環境との調和 盛土周辺の土地利用状況、代替道路の有無]; Box1 --> D1{盛土 自体の条件 が良いか(3-3-2の (i)の条件)}; D1 -- YES --> D2{盛土周 辺の地盤条件 が良いか(3-3-2の (ii)の条件)}; D1 -- NO --> D3{標準のり面勾配 の適用範囲か}; D2 -- YES --> D3; D2 -- NO --> Box2[のり面勾配の仮定]; D3 -- YES --> Box3[標準のり面勾配]; D3 -- NO --> Box2; Box2 --> Box4[常時の安定の検討]; Box4 --> D4{安定か}; D4 -- NO --> Box5[のり面勾配、盛土 材料等の変更]; D4 -- YES --> D5{盛土の 崩壊による影 響が大きい か(3-3-2の (iii)の 条件)}; D5 -- YES --> Box6[地震時の安定検討]; D5 -- NO --> End([終]); Box6 --> D6{安定か}; D6 -- NO --> Box7[耐震対策]; D6 -- YES --> End;</pre> <p>注) 用地の範囲内で安定勾配を確保 しがいの場合等に、擁壁、補強 盛土工法あるいは軽量盛土工法 等を検討する。</p>

図3-13 盛土のり面の安定の検討のフローチャート

項 目	内 容																																									
③設計地震動 水平震度	<p style="text-align: center;">参表 3-2 地震時の安定検討における設計地震動</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="width:15%;">重 要 度</th> <th colspan="2" style="text-align: center;">復 旧 の 難 易 度</th> </tr> <tr> <th style="width:35%;">困 難</th> <th style="width:35%;">容 易</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">重 要</td> <td style="text-align: center;"> 耐震検討を行う (中規模地震動対応) ただし、きわめて重大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) </td> <td style="text-align: center;"> 耐震検討を行う (中規模地震動対応) </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">そ の 他</td> <td style="text-align: center;"> 耐震検討を行う (中規模地震動対応) </td> <td style="text-align: center;">—</td> </tr> </tbody> </table> <p>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が高い地震動を意味する。</p> <p>③ 設計水平震度 設計水平震度は次式により求めることができる。なお、震度の考え方については「付録5. 盛土の地震時安定性評価法に関する参考資料」を参照されたい。 $k_h = c_z \cdot k_{h0} \dots\dots\dots \text{参 (3-4)}$ ここに k_h : 設計水平震度 (小数点以下2けたに丸める) k_{h0} : 設計水平震度の標準値で、参表3-3による。 c_z : 地域別補正係数 (参図3-2)</p> <p style="text-align: center;">参表 3-3 設計水平震度の標準値</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" rowspan="2"></th> <th colspan="3" style="text-align: center;">地 盤 種 別</th> </tr> <tr> <th style="width:10%;">I 種</th> <th style="width:10%;">II 種</th> <th style="width:10%;">III 種</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2" style="width:15%;">中規模地震動</td> <td style="width:15%;">過剰間げき水圧算定用</td> <td style="text-align: center;">0.12</td> <td style="text-align: center;">0.15</td> <td style="text-align: center;">0.18</td> </tr> <tr> <td>慣性力用</td> <td style="text-align: center;">0.08</td> <td style="text-align: center;">0.10</td> <td style="text-align: center;">0.12</td> </tr> <tr> <td>大規模地震動</td> <td>慣性力用</td> <td style="text-align: center;">0.16</td> <td style="text-align: center;">0.20</td> <td style="text-align: center;">0.24</td> </tr> </tbody> </table> <p>④ 地盤種別 耐震設計上の地盤種別は、原則として地盤の特性値 T_Gにより区別し、参表3-4によるものとする。地表面が基盤面と一致する場合はI種地盤とする。</p> <p style="text-align: center;">参表 3-4 耐震設計上の地盤種別</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width:15%;">地 盤 種 別</th> <th style="width:45%;">地盤の特性値 T_G(sec)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">I 種</td> <td style="text-align: center;">$T_G < 0.2$</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">II 種</td> <td style="text-align: center;">$0.2 \leq T_G < 0.6$</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">III 種</td> <td style="text-align: center;">$0.6 \leq T_G$</td> </tr> </tbody> </table>	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、きわめて重大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)	—			地 盤 種 別			I 種	II 種	III 種	中規模地震動	過剰間げき水圧算定用	0.12	0.15	0.18	慣性力用	0.08	0.10	0.12	大規模地震動	慣性力用	0.16	0.20	0.24	地 盤 種 別	地盤の特性値 T_G (sec)	I 種	$T_G < 0.2$	II 種	$0.2 \leq T_G < 0.6$	III 種	$0.6 \leq T_G$
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、きわめて重大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)	—																																								
		地 盤 種 別																																								
		I 種	II 種	III 種																																						
中規模地震動	過剰間げき水圧算定用	0.12	0.15	0.18																																						
	慣性力用	0.08	0.10	0.12																																						
大規模地震動	慣性力用	0.16	0.20	0.24																																						
地 盤 種 別	地盤の特性値 T_G (sec)																																									
I 種	$T_G < 0.2$																																									
II 種	$0.2 \leq T_G < 0.6$																																									
III 種	$0.6 \leq T_G$																																									

項 目	内 容
④安定計算法	<p>[参 考]</p> <p>地震時の安定検討のうち最も簡便な方法として、円弧すべり面を仮定した震度法による安定計算法がある。なお、円弧すべり面のかわりに直線の複合すべり面を仮定した計算法もある。</p> <p>安定計算法を以下に示す。平地部盛土で基礎地盤の液状化による盛土の安定検討の方法として、以下に示す方法の他、残留強度を用いる方法や弾塑性有限要素法による方法等についての研究が最近なされており、詳細検討等の必要に応じて用いることもできる。</p> <p>① 中規模地震動対応の場合</p> <p>円弧すべり面を仮定した震度法による安定計算法を用いる場合の地震時安全率の計算式として以下のようなものがある。</p> $F_s = \frac{\sum [c \cdot l + \{ (W - u \cdot b) \cos \alpha - k_h \cdot W \cdot \sin \alpha \} \tan \phi]}{\sum (W \cdot \sin \alpha + \frac{h}{r} \cdot k_h \cdot W)} \dots\dots \text{参 (3-2)}$ <p>ここに F_s : 安全率 r : すべり円の半径 (m) c : 粘着力 (kN/m^2 (tf/m²)) l : 分割片で切られたすべり面の弧長 (m) W : 分割片の重量 (kN/m (tf/m)) u : 間げき水圧 (kN/m^2 (tf/m²)) b : 分割片の幅 (m) α : 各分割片で切られたすべり面の中点とすべり円の中心を結ぶ直線と鉛直線のなす角 (度) k_h : 設計水平震度 (無次元) ϕ : せん断抵抗角 (度) h : 各分割片の重心とすべり円の中心との鉛直距離 (m)</p> $F_s = \frac{\sum (\tau_f \cdot l)}{\sum (W \cdot \sin \alpha + \frac{h}{r} \cdot k_h \cdot W)} \dots\dots \text{参 (3-3)}$ <p>ここに τ_f : 全応力で表わした土の動的強度 (kN/m^2 (tf/m²))</p> <p>ここに、参式 (3-2) は(a)地盤の液状化が盛土の安定性を損なう可能性が高い場合、あるいは(b)山岳盛土で地下水の影響が少なく地震時の土の強度低下がないような場合に用いることができる。</p>  <p>参図 3-1 円弧すべり面を用いた地震時安定計算法</p> <p>(a)の場合には、地震動によって発生する過剰間げき水圧 u_e を設計震度より算定して与え、設計水平震度 $k_h = 0$ として与える。また、(b)の場合には、$u_e = 0$ として、設計水平震度 k_h を作用させる。</p> <p>つぎに、参式 (3-3) は上記(a)、(b)の場合を含む、より一般的な場合に用いることができる。同式中の土の動的強度は繰返し三軸試験等により求めるが、破壊ひずみ基準としては5%程度が採用されることが多い。</p> <p>地震時の盛土の設計においては最小安全率が1.0以上となるような断面とする。また、地震と豪雨が重なることは少ないので、地震時には豪雨による浸透水を考慮しなくてもよい。</p>

項 目	内 容						
④安定計算法	<p>② 大規模地震動対応の場合</p> <p>この場合には地震時に盛土に発生する沈下や変形量を評価する手法を用いるのが望ましい。しかしながら、大規模地震時の盛土の沈下量や安定性を評価できる信頼性のある手法は現時点ではまだない。</p> <p>ひとつの試案として、参式(3-3)の式を用いる方法が考えられる。この場合、土の動的強度は破壊ひずみ基準として10ないし15%程度を設定して求める。</p> <p>最小安全率および浸透水の扱いは上と同じでよい。</p> <p>なお、平地地盤上の盛土について動的強度を用いた安定計算を行うと、最小安全率を与えるすべり面が非現実的に大きなものとなることがある。この問題に対する明確な解決策は見出されていないが、便宜上、すべり面の範囲を水平方向には盛土のり尻から盛土高さの2倍程度以内に制限するのがよいと考えられる。</p>						
⑤耐震性能照査 (安全率、沈下量 の目安等)	<table border="1" data-bbox="575 891 1145 1028"> <thead> <tr> <th></th> <th>常 時</th> <th>地震時</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>円弧すべり安全率</td> <td>1.2</td> <td>1.0</td> </tr> </tbody> </table>		常 時	地震時	円弧すべり安全率	1.2	1.0
	常 時	地震時					
円弧すべり安全率	1.2	1.0					

項目	主な内容
①一般	<p>盛土の耐震設計は、盛土が地震によって大きな損傷を受けないことを目的とし、地震の規模、地形、地質条件、復旧の難易度等を考慮し、その損傷レベルを照査するものとする。</p>
②耐震設計フロー	<p style="text-align: center;">解説図 14.1.1 盛土の耐震設計フロー</p>
③設計地震動 水平震度	<p>(1) L1地震動 ”⑥耐震性能照査”の項参照</p> <p>(2) L2地震動（入力地震動）</p> <p>1) 地震応答解析による入力加速度の設定 ニューマーク法の計算に必要となる盛土体の応答加速度時刻歴は、地震応答解析によって求めるのが厳密である。この場合には、盛土の形状や地盤の傾斜などを考慮すると「5.7.3 地盤の動的解析法」に基づき2次元解析を行うのが基本であるが、これらの影響が少ないと思われる場合には1次元解析によってよい。解析手法としては等価線形化法による周波数応答解析が一般的であるが、土のひずみレベルが極端に大きくなる場合には解析精度が得られないとの指摘もある。このような場合には逐次積分法による解析を行うとよい。</p> <p>2) 一義的に設定する方法 盛土は簡便な構造であり、盛土材料や地盤のバラツキも大きいので、これまで震度法による静的安定解析さえ行われるのは稀であった。このためニューマーク法の入力加速度を設定するために地震応答解析を実施するのは、現実的ではない。そこで地震応答解析を行わない場合には、当面は「付属資料5-5 地表面設計地震動波形」による波形を用いるとよい。しかしこの波形は、弾性加速度応答スペクトルへの適合波形であるため、変形量の算出に用いることが適切でない場合もある。その場合には、検討箇所近傍における観測波や基盤入力波を、付属資料5-5から得られる最大地表面加速度で振幅調整して用いるとよい。また、地盤の影響まで勘案せず、盛土体の相対的な耐震性能を断面ごとに比較する場合には、既往最大として神戸NS波を一律に用いるなどによってもよい。</p>

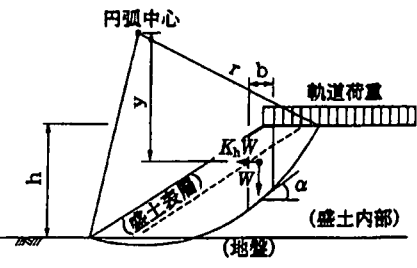
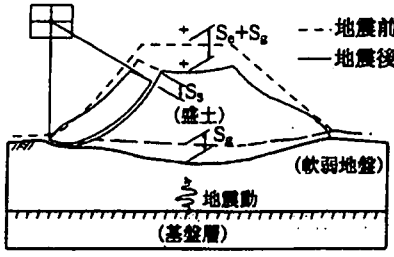
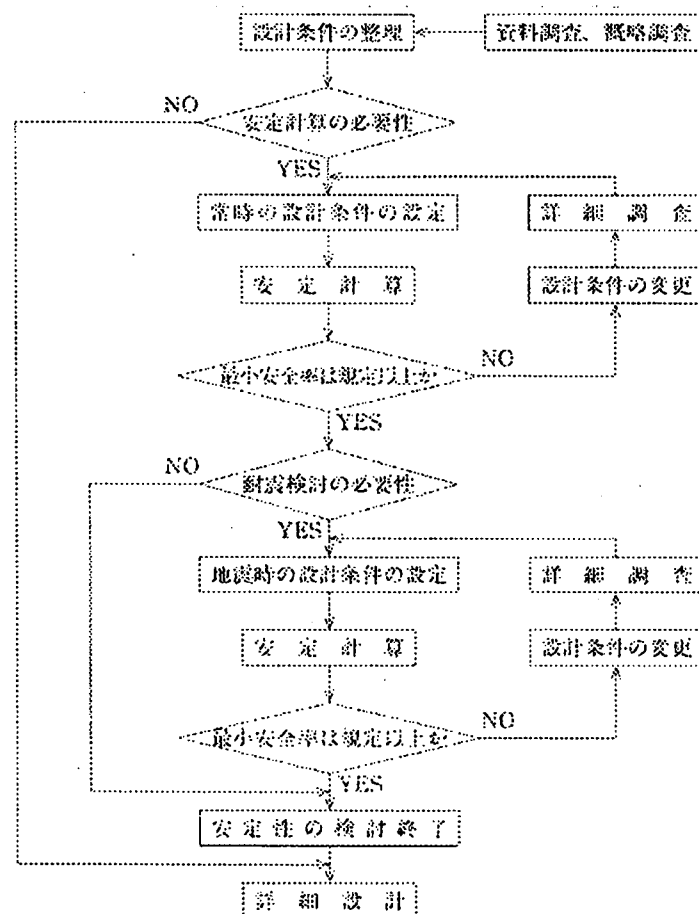
項目	主な内容																																							
<p>④安定計算法</p>	<p>(L1地震動、円弧すべり法) 荷重の組み合わせ：「死荷重+地震荷重」</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;">  <p>解説図 14.2.1 円弧すべり法の概略</p> </div> <div style="text-align: right;"> $F_s = \frac{\sum \{ [(W - bu) \cos \alpha - K_h W \sin \alpha] \tan \phi + cL + T_r \}}{\sum \{ W \sin \alpha + (y/r) K_h W \}}$ <p>ここに、F_s：安全率、W：スライス重量、 K_h：水平震度、α：スライス底面の角度、 ϕ：内部摩擦角、c：粘着力、 L：スライス底面の長さ、T_r：補強工の抵抗力、 r：円弧の半径、b：スライス幅、 y：スライス重心と円弧中心間の鉛直距離、 u：間隙水圧</p> </div> </div>																																							
<p>⑤変形計算法</p>	<p>(L2地震動、ニューマーク法) 荷重の組み合わせ：「死荷重+地震荷重」</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>解説図 14.3.1 盛土の地震時沈下量の模式図</p> </div> <div style="text-align: right;"> $S_T = S_1 + S_2 + S_3 + S_4$ <p>ここに、S_1：すべり土塊の滑動による沈下 S_2：盛土体の揺すり込み沈下 S_3：地盤の揺すり込み沈下 S_4：許容沈下量</p> </div> </div>																																							
<p>⑥耐震性能照査</p>	<p>(1) L1地震動に対する安定の照査法</p> <p style="text-align: center;">解説表 14.4.1 応答値の設定方法と所要安全率 (L1地震時)</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 40%;">設計震度の設定方法</th> <th style="width: 30%;">設計水平震度 K_h</th> <th style="width: 30%;">所要の安全率 F_s</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>地震応答計算などでPGAを求めて算出した場合</td> <td>$K_h = k_{eq} \cdot \text{PGA} / G$ ここに、$k_{eq} = 1$, $G = 980 \text{ gal}$</td> <td>1.0 (1.1)</td> </tr> <tr> <td>一義的に定めた設計震度を用いる場合</td> <td>$K_h = \nu_s \cdot K_h = 0.20 \nu_s$ ここに、ν_s：地域別系数</td> <td>1.1 (1.2)</td> </tr> </tbody> </table> <p>注：()内は構造物系のり面工を用いた場合の所要安全率、PGA：想定最大地表面加速度 (gal).</p> <p>(2) L2地震動に対する変形性の照査法</p> <p style="text-align: center;">解説表 14.4.2 盛土の被害程度と沈下量の目安</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">変形レベル</th> <th style="width: 45%;">被害程度</th> <th style="width: 40%;">沈下量の目安</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>無被害</td> <td>無被害</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>軽微な被害</td> <td>沈下量 20cm 未満</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>応急処置で復旧が可能な被害</td> <td>沈下量 20cm 以上 50cm 未満</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>復旧に長時間を有する被害</td> <td>沈下量 50cm 以上</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">解説表 14.4.3 橋台部の被害程度と沈下量の目安</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">変形レベル</th> <th style="width: 45%;">被害程度</th> <th style="width: 40%;">沈下量の目安</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>無被害</td> <td>無被害</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>軽微な被害</td> <td>橋台背面の沈下差 10cm 未満</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>応急処置で復旧が可能な被害</td> <td>沈下差 10cm 以上 20cm 未満</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>復旧に長時間を有する被害</td> <td>沈下差 20cm 以上</td> </tr> </tbody> </table>	設計震度の設定方法	設計水平震度 K_h	所要の安全率 F_s	地震応答計算などでPGAを求めて算出した場合	$K_h = k_{eq} \cdot \text{PGA} / G$ ここに、 $k_{eq} = 1$, $G = 980 \text{ gal}$	1.0 (1.1)	一義的に定めた設計震度を用いる場合	$K_h = \nu_s \cdot K_h = 0.20 \nu_s$ ここに、 ν_s ：地域別系数	1.1 (1.2)	変形レベル	被害程度	沈下量の目安	1	無被害	無被害	2	軽微な被害	沈下量 20cm 未満	3	応急処置で復旧が可能な被害	沈下量 20cm 以上 50cm 未満	4	復旧に長時間を有する被害	沈下量 50cm 以上	変形レベル	被害程度	沈下量の目安	1	無被害	無被害	2	軽微な被害	橋台背面の沈下差 10cm 未満	3	応急処置で復旧が可能な被害	沈下差 10cm 以上 20cm 未満	4	復旧に長時間を有する被害	沈下差 20cm 以上
設計震度の設定方法	設計水平震度 K_h	所要の安全率 F_s																																						
地震応答計算などでPGAを求めて算出した場合	$K_h = k_{eq} \cdot \text{PGA} / G$ ここに、 $k_{eq} = 1$, $G = 980 \text{ gal}$	1.0 (1.1)																																						
一義的に定めた設計震度を用いる場合	$K_h = \nu_s \cdot K_h = 0.20 \nu_s$ ここに、 ν_s ：地域別系数	1.1 (1.2)																																						
変形レベル	被害程度	沈下量の目安																																						
1	無被害	無被害																																						
2	軽微な被害	沈下量 20cm 未満																																						
3	応急処置で復旧が可能な被害	沈下量 20cm 以上 50cm 未満																																						
4	復旧に長時間を有する被害	沈下量 50cm 以上																																						
変形レベル	被害程度	沈下量の目安																																						
1	無被害	無被害																																						
2	軽微な被害	橋台背面の沈下差 10cm 未満																																						
3	応急処置で復旧が可能な被害	沈下差 10cm 以上 20cm 未満																																						
4	復旧に長時間を有する被害	沈下差 20cm 以上																																						

表-2.2.13 宅地防災マニュアルの解説（盛土） （平成10年5月）

（宅地防災マニュアル：盛土 1/2）

項目	主な内容
<p>①一般 基本的な考え方</p>	<p>地震時の安定性の検討を行うかどうかは、地域の状況等に応じて適切に判断するが、下記の1)～5)のいずれかが該当するときは、地震時（大地震時）の検討を行う。</p> <p>地震時の安定性の検討は、円弧すべり面を仮定した震度法による安定計算式を用いる。</p> <p>1)のり高が特に大きい（15m以上の）盛土 2)地山からの湧水の影響を受けやすい盛土 3)原地盤が不安定な盛土 4)崩壊すると隣接物に重大な影響を与える恐れのある盛土 5)腹付け盛土</p>
<p>②耐震設計フロー</p>	 <pre> graph TD Start[資料調査、概略調査] --> A[整理設計条件] A --> B{安定計算の必要性} B -- NO --> C[詳細設計] B -- YES --> D[常時の設計条件の設定] D --> E[安定計算] E --> F{最小安全率は規定以上か} F -- NO --> G[詳細調査] G --> H[設計条件の変更] H --> A F -- YES --> I{耐震検討の必要性} I -- NO --> C I -- YES --> J[地震時の設計条件の設定] J --> K[安定計算] K --> L{最小安全率は規定以上か} L -- NO --> G G --> H H --> A L -- YES --> M[安定性の検討終了] M --> C </pre>

図VI.3-1 盛土のり面の一般的な安定検討フロー

項目	主な内容
③設計震度	<p>設計震度については水平震度のみを考慮する。</p> $k_h = \Delta_1 \cdot \Delta_2 \cdot \Delta_3 \cdot k_0 \quad (\text{式IV.3-1})$ <p>ここに、k_h : 設計水平震度 Δ_1 : 地域別補正係数 Δ_2 : 地盤別補正係数 Δ_3 : 用途別補正係数 k_0 : 標準設計水平震度</p> <p>1) 地域別補正係数(Δ_1) : 建築基準法または道路橋示方書に準ずる。 2) 地盤別補正係数(Δ_2) : 道路橋示方書に準ずる。 3) 用途別補正係数(Δ_3) : ゴルフ場、公園、緑地、運動場、墓地等で常に居住に供しない箇所に面する場合、0.9を限度として与える。 4) 標準設計水平震度(k_0) : 中地震時 0.2、大地震時 0.25。</p>
④安定計算法	<p>〈有効応力法による場合〉</p> $F_s = \frac{r \sum (C' \cdot l + (W \cos \alpha - U \cdot l - k_h \cdot W \sin \alpha) \tan \phi')}{\sum (r \cdot W \sin \alpha + k_h \cdot W \cdot h)} \quad \text{-----式VI.3-4}$ <p>〈全応力法による場合〉</p> $F_s = \frac{r \sum (C \cdot l + (W \cos \alpha - k_h \cdot W \sin \alpha) \tan \phi)}{\sum (r \cdot W \sin \alpha + k_h \cdot W \cdot h)} \quad \text{-----式VI.3-5}$ <p>ここに、 F_s : 安全率 (地震時) r : すべり面の半径 W : 各分割片の単位長さ重量 U : 各分割片のすべり面に働く間隙水圧 k_h : 設計水平震度 α : 各分割片のすべり面の中心と円弧を中心とする円の中心とを結ぶ線が鉛直線となす角 h : 各分割片のすべり面を円弧とする円の中心と各分割片の重心との鉛直距離 l : 各分割片のすべり面の長さ ϕ : 盛土の内部摩擦角 ϕ' : 有効応力に関する盛土の内部摩擦角 C : 盛土の粘着力 C' : 有効応力に関する盛土の粘着力</p> <div data-bbox="916 1377 1324 1590" style="text-align: right;"> </div> <p style="text-align: right;">図VI.3-4 円弧すべり面における各分割片に働く力 (地震時)</p>
⑤必要安全率	$F_s \geq 1.0$ (大地震時)

表-2.2.14 河川堤防の液状化対策工法設計施工マニュアル（案）（1997年）

項目	主な内容																								
①一般	<p>本マニュアルは、『河川堤防耐震点検マニュアル』に基づく、液状化対策の必要性が指摘された区間において、液状化の影響による堤防の安定性の検討と液状化対策の考え方、並びに各種対策工法の設計手法を示すことを目的とする。</p>																								
②耐震設計フロー	<p style="text-align: center;">図-2.1 河川堤防の液状化対策の設計フロー</p>																								
③設計地震動 水平震度	<p style="text-align: center;">表-3.1 慣性力用震度 (k_h)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>地域区分</th> <th>強震帯地域</th> <th>中震帯地域</th> <th>弱震帯地域</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$B/H \leq 1.0$</td> <td>0.18</td> <td>0.15</td> <td>0.12</td> </tr> <tr> <td>$1.0 < B/H \leq 2.0$</td> <td>0.18</td> <td>0.14</td> <td>0.11</td> </tr> <tr> <td>$2.0 < B/H$</td> <td>0.15</td> <td>0.12</td> <td>0.10</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">図-3.1 堤防形状 (B/H)</p> <p style="text-align: center;">表-3.2 液状化判定用震度 (k_s)</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>地域区分</th> <th>強震帯地域</th> <th>中震帯地域</th> <th>弱震帯地域</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>液状化判定用震度</td> <td>0.18</td> <td>0.15</td> <td>0.12</td> </tr> </tbody> </table>	地域区分	強震帯地域	中震帯地域	弱震帯地域	$B/H \leq 1.0$	0.18	0.15	0.12	$1.0 < B/H \leq 2.0$	0.18	0.14	0.11	$2.0 < B/H$	0.15	0.12	0.10	地域区分	強震帯地域	中震帯地域	弱震帯地域	液状化判定用震度	0.18	0.15	0.12
地域区分	強震帯地域	中震帯地域	弱震帯地域																						
$B/H \leq 1.0$	0.18	0.15	0.12																						
$1.0 < B/H \leq 2.0$	0.18	0.14	0.11																						
$2.0 < B/H$	0.15	0.12	0.10																						
地域区分	強震帯地域	中震帯地域	弱震帯地域																						
液状化判定用震度	0.18	0.15	0.12																						
④安定計算法	<p>地震時のすべり安全率 F_{sd} の計算式は、過剰間隙水圧の増分のみを考慮し、次式とする。</p> $F_{sd} = \frac{\sum (c' + \sigma' \tan \phi') + (W - u_o b - \Delta u b) \cos \alpha \tan \phi'}{\sum W \sin \alpha} \quad (4.11)$ <p>ここに、c'、ϕ'：有効応力に関する土の粘着力 (tf/m^2) およびせん断抵抗角 ($^\circ$) W：各分割細片の全重力 (tf/m) l：各分割細片における円弧すべりの長さ (m) b：各分割細片の幅 (m) u_o：常時地下水によって発生する間隙水圧 (tf/m^2) Δu：地震動によって発生する過剰間隙水圧 (tf/m^2) α：各分割細片のすべり円弧の接線方向と水平面のなす角 ($^\circ$)</p>																								
⑤耐震性能照査	<p>地震時の液状化の発生による過剰間隙水圧の上昇を考慮したすべり安定計算によって、最小安全率が所定の値を上回る場合には、液状化対策は必要ない。また、最小安全率が所定の値を下回る場合には、『河川堤防耐震点検マニュアル・解説』（建設省河川局治水課、平成7年3月）に従って対策の必要性を判断する。なお、所定の最小安全率の値は、原則としてスーパー堤防区間では1.2、それ以外の区間では1.0とする。</p>																								