

土砂災害防止法

特定開発行為許可マニュアル (技術編) (急傾斜地の崩壊)

令和4年3月

千葉県県土整備部河川環境課

**土砂災害防止法
特定開発行為許可マニュアル
(技術編) (急傾斜地の崩壊)**

—— 目 次 ——

1. 対策工事等に関する基本的留意事項.....	1
2. 対策工事等の計画.....	4
2.1 土砂災害の防止.....	4
2.2 対策工事の実施範囲.....	11
2.3 対策工事の周辺への影響.....	12
2.4 対策工事以外の特定開発行為に関する工事.....	14
2.5 対策施設の選定.....	15
2.6 対策施設の維持管理.....	16
3. 対策施設設計の考え方.....	17
3.1 設計諸定数.....	17
3.2 設計外力の設定.....	20
3.3 対策施設の効果評価に関する考え方.....	28
4. のり切の設計.....	35
5. 急傾斜地の崩壊を防止するための施設の設計.....	37
5.1 土留.....	37
5.2 のり面保護工.....	45
5.3 排水工.....	57
6. 崩壊した土石等を堆積させるための施設の設計.....	61
6.1 待受け式盛土工.....	61
6.2 待受け式擁壁工.....	73
7. 高さ2 mを超える擁壁の設計.....	82
8. 落石対策施設の設計.....	85
9. 対策工事等による警戒区域等の範囲の確認.....	86
10. チェックリスト (急傾斜地の崩壊).....	87

1. 対策工事等に関する基本的留意事項

法律

(許可の基準)

第12条 都道府県知事は、第10条第1項の許可の申請があったときは、前条第1項第3号及び第4号に規定する工事（以下「対策工事等」という。）の計画が、特定予定建築物における土砂災害を防止するために必要な措置を政令で定める技術的基準に従い講じたものであり、かつ、その申請の手続がこの法律又はこの法律に基づく命令の規定に違反していないと認めるときは、その許可をしなければならない。

施行令

(対策工事等の計画の技術的基準)

第7条 法第12条の政令で定める技術的基準は、次のとおりとする。

- 一 対策工事の計画は、対策工事以外の特定開発行為に関する工事の計画と相まって、特定予定建築物における土砂災害を防止するものであるとともに、開発区域及びその周辺の地域における土砂災害の発生のおそれを大きくすることのないものであること。
- 二 対策工事以外の特定開発行為に関する工事の計画は、対策工事の計画と相まって、開発区域及びその周辺の地域における土砂災害の発生のおそれを大きくすることのないものであること。
- 三 土砂災害の発生原因が急傾斜地の崩壊である場合にあっては、対策工事の計画は、急傾斜地の崩壊により生ずる土石等を特定予定建築物の敷地に到達させることのないよう、次のイからハまでに掲げる工事又は施設の設置の全部又は一部を当該イからハまでに定める基準に従い行うものであること。
 - イ のり切 地形、地質等の状況を考慮して、急傾斜地の崩壊を助長し、又は誘発することのないように施行すること。
 - ロ 急傾斜地の全部又は一部の崩壊を防止するための施設 次の(1)から(3)までに掲げる施設の種類の区分に応じ、当該(1)から(3)までに定める基準に適合するものであること。
 - (1) 土留 のり面の崩壊を防止し、土圧、水圧及び自重によって損壊、転倒、滑動又は沈下をせず、かつ、その裏面の排水に必要な水抜穴を有する構造であること。
 - (2) のり面を保護するための施設 石張り、芝張り、モルタルの吹付け等によりのり面を風化その他の侵食に対して保護する構造であること。
 - (3) 排水施設 その浸透又は停滞により急傾斜地の崩壊の原因となる地表水及び地下水を急傾斜地から速やかに排除することができる構造であること。
 - ハ 急傾斜地の崩壊が発生した場合に生じた土石等を堆積するための施設 土圧、水圧、自重及び土石等の移動又は堆積により当該施設に作用する力によって損壊、転倒、滑動又は沈下をしない構造であること。

四 ー 略 ー

五 ー 略 ー

六 対策工事の計画及び対策工事以外の特定開発行為に関する工事の計画において定める高さが2メートルを超える擁壁については、建築基準法施行令（昭和25年政令第338号）第142条（同令第7章の8の準用に関する部分を除く。）に定めるところによるものであること。

【解説】

この技術基準は、土砂災害防止法の特定開発行為の許可に限られ、都市計画法及び建築基準法等の他法令の許認可を要する場合は、それぞれの法令に基づく技術基準をも満たすよう計画する必要があるので、留意を要する。

法第12条には、特定開発行為を許可する基準として以下の2つの工事を政令第7条に従って計画することが規定されている。

- ① 急傾斜地の崩壊による土砂災害を防止する対策工事
- ② 対策工事以外の特定開発行為に関する工事

特定開発行為の許可は、これら2つの工事の計画（設計）が政令第7条の技術的基準に適合しているかどうかの観点から審査する。許可されない場合、これら2つの工事を着工することができない。着工後、工事が完了した際には、同様にその工事が政令第7条の技術的基準に適合しているかどうか検査する。検査に合格しない場合、特定予定建築物を建築することができない。審査及び検査の際の主な着眼点は以下のとおりである。

（1）対策工事全般

- 1) 対策工事以外の特定開発行為に関する工事の計画と相まって、特定予定建築物の敷地に土石等を到達させることのないよう計画されているか。複数の工事又は施設を組み合わせた場合も同様に、対策工事が全体として、対策工事以外の特定開発行為に関する工事の計画と相まって、特定予定建築物の敷地に土石等が到達させることのないように計画されているか。
- 2) 対策工事に係る開発区域及びその周辺の地域における土砂災害のおそれを大きくさせていないか。

（2）対策工事以外の特定開発行為に関する工事全般

- 1) 対策工事の計画と相まって、開発区域及びその周辺の地域における土砂災害の発生のおそれを大きくさせていないか。
- 2) 対策工事による施設の機能を妨げていないか。

（3）のり切の施工

- 1) のり切は、地形、地質等の状況を考慮して計画されているか。
- 2) のり切によって急傾斜地を除去する場合、傾斜度が30°未満となっているか、又は、急

傾斜地の高さが 5m未満となっているか。

(4) 急傾斜地の崩壊を防止するための施設の設置

- 1) 急傾斜地を土留又はのり面保護施設で全面覆っているか。
- 2) 土留は、のり面の崩壊防止の役割を果たすものとなっているか、また、安全性は十分か。
 - ア 急傾斜地において、崩壊の恐れがないと確かめられていない箇所には土留を設置しているか。
 - イ 地形、地質及び土質並びに周辺の状況に応じて適切な土留を選定しているか。
 - ウ 土留はのり面の崩壊を防止することができる規模を有しているか。
 - エ 土留は土圧、水圧及び自重によって損壊、転倒、滑動又は沈下しない構造となっているか。
 - オ 土留裏面の排水に必要な水抜穴を有しているか。
 - カ 高さ 2mを超える擁壁については、建築基準法施行令第 142 条に定めるところによるか。
- 3) のり面保護施設は、のり面を風化その他の侵食に対して保護する役割を果たすものとなっているか。
 - ア 土留を設置する必要がない箇所には、のり面保護施設を設置しているか。
 - イ 土質等に応じた適切なのり面保護施設を選定しているか。
- 4) 排水施設の配置、排水能力、流末処理は適切か。

(5) 急傾斜地の崩壊が発生した場合に生じた土石等を堆積するための施設の設置

- 1) 待受け式擁壁又は待受け式盛土は、特定予定建築物の敷地に土石等を到達させることのないように計画されているか。
 - ア 待受け式擁壁又は待受け式盛土は、適切な位置に設置されているか。
 - イ 待受け式擁壁又は待受け式盛土の高さは、設置位置において想定される土石等の移動高及び堆積高のうち最大のもの以上となっているか。
 - ウ 移動等の力及び作用する高さの計算は適切か。
- 2) 待受け式擁壁又は待受け式盛土の安全性は十分か。
 - ア 待受け式擁壁又は待受け式盛土は、土圧、水圧及び自重並びに土石等の移動又は堆積の力によって損壊、転倒、滑動又は沈下しない構造となっているか。
 - イ 高さ 2mを超える擁壁については、建築基準法施行令第 142 条に定めるところによるか。

※待受け式擁壁で土圧を常時受けない形態のものは、建築基準法では「擁壁」ではなく「塀等」に分類される場合もあるため、取扱いについて建築部局に確認すること。
- 3) 将来に渡って機能が維持できるか。
 - ア 適切な維持管理計画がなされているか。
 - イ 維持管理道等維持管理に必要な施設が計画されているか。

2. 対策工事等の計画

2.1 土砂災害の防止

対策工事の計画は、対策工事以外の特定開発行為に関する工事の計画と相まって、特定予定建築物における土砂災害を防止するものであること。

対策工事は「のり切」、「急傾斜地の崩壊を防止するための施設の設置」及び「急傾斜地の崩壊が発生した場合に生じた土石等を堆積するための施設の設置」のうちいずれか、又はこれらの組み合わせによって特定予定建築物の敷地に土石等を到達することのないようにするものとする。

【解説】

(1) 特定予定建築物における土砂災害の防止

特定予定建築物における土砂災害を防止することが対策工事の目的である。特定開発行為に関する工事では、対策工事以外の工事も対策工事に近接して施工されることが多く、特定予定建築物における土砂災害の防止に無関係とはいきれない。そのため、特定予定建築物における土砂災害の防止に対しては、対策工事及び対策工事以外の特定開発行為に関する工事の両者を総合的に評価する必要がある。

対策工事以外の特定開発行為に関する工事が、特定予定建築物における土砂災害の防止に関連する例としては、対策工事以外の特定開発行為に関する工事によって対策工事の効果を損なってしまうというケースがあげられ、具体的には以下のものがあげられる。

- ① 土留を設置する急傾斜地の土圧、水圧を増大させるような工事
- ② 土留裏面の排水をよくするための水抜穴をふさぐような工事
- ③ 石張り、芝張り、モルタルの吹付け、のり枠工等の機能を損ねるような工事
- ④ 急傾斜地の崩壊が発生した場合に生じた土石等を堆積させる区域の容量を減少させるような工事

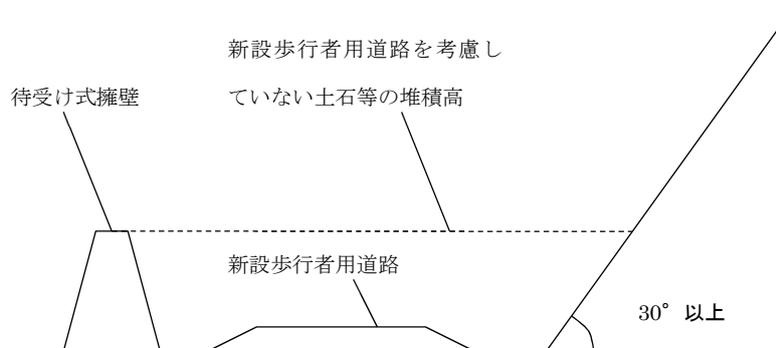


図 2.1 対策工事の効果を損なう例

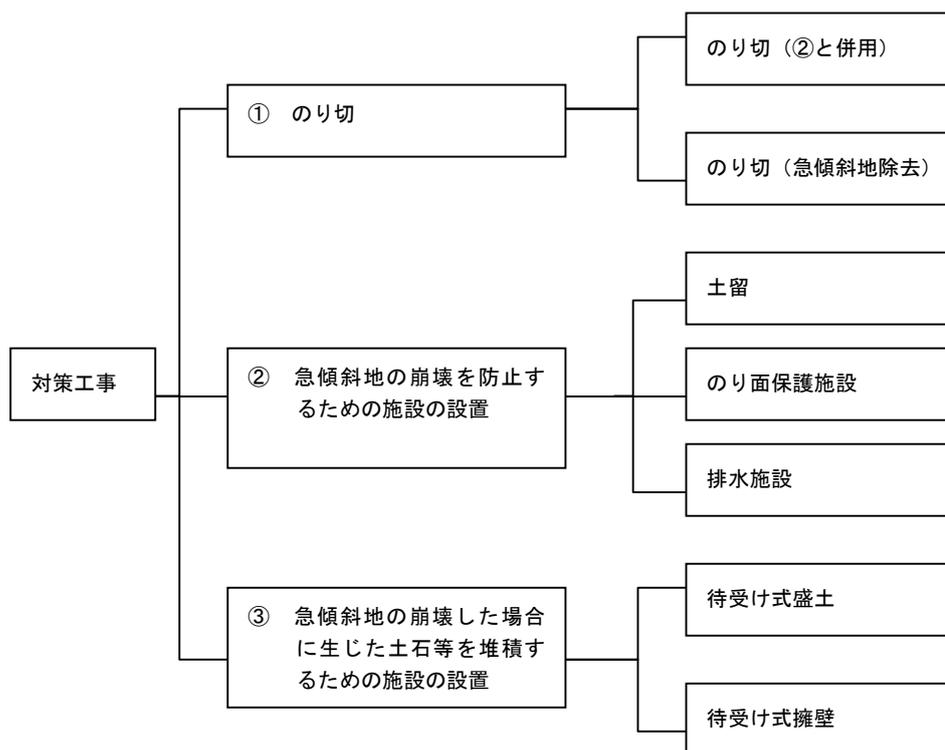
待受け式擁壁及び待受け式盛土の高さは、設置する地点での土石等の堆積高以上の高さが必要である。堆積高は、堆積させる区域の容量から求めているので、この容積を減少させるような工事を行ってはならない。例えば、図 2.1 のような場合、道路の容量を考慮しないで待受け式擁壁の高さを設定してはならない。

(2) 特定予定建築物の敷地に土石等を到達させない

擁壁等の急傾斜地の崩壊を防止するための施設が設置された場合、全面が施設によって被覆されれば開発区域に土石等が到達することはない。一方、土石等を堆積させるための施設は、崩壊の防止には至らないものの、崩壊により発生した土石等により建築物が損壊することを防止するための施設であり、特定予定建築物の敷地に到達するまでに崩壊した土石等の移動を停止（堆積）させるものである。

(3) 対策工事の種類

対策工事は図 2.2 のように区分され、それぞれの概要は以下のとおりである。また、表 2.1 にはそれぞれの対策工事の種類と特性を示した。



④ この他に、①と②、②と③、①と③、①と②と③の組み合わせもあり得る。

図 2.2 対策工事の区分

1) のり切

のり切とは、以下の3種類に区別される。

- ① オーバーハング部や浮石などといった不安定土塊を除去するのり切
- ② 標準切土のり勾配を目安として斜面形状を改良するのり切
- ③ 急傾斜地（原因地）を除去するのり切

以上のうち①及び②については単独で用いるものではなく、土留、のり面保護施設又は排水施設と組み合わせることを前提とするものである。③の急傾斜地の除去とは、切土工によってのり面の傾斜度を30度未満、又は、急傾斜地の高さを5m未満にすることをいい、完全に実施されれば、他の対策施設と組み合わせる必要がないものである。



図 2.3 のり切による急傾斜地の除去のイメージ

2) 急傾斜地の崩壊を防止するための施設

急傾斜地の崩壊を防止するための施設として効果を見込む工種は原則として、表 2.1 の工種とする。表 2.1 以外の工種については、表 2.1 の工種と組み合わせて計画するものとする。

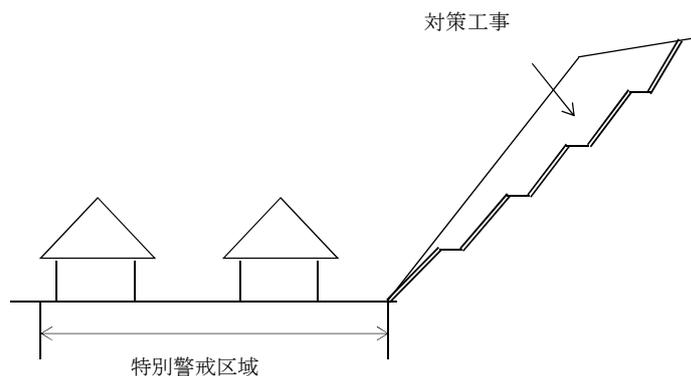


図 2.4 急傾斜地の崩壊を防止する対策施設のイメージ（のり切との併用）

表 2.1 対策施設の種類

区 分		工 種		備 考
イ	のり切	のり切	不安定土塊（オーバーハング、浮石等）を除去する切土工	原因地対策タイプ
			斜面形状を改良する（緩勾配化、高さ低減等）切土工	原因地対策タイプ
ロ 急傾斜地の崩壊を防止するための施設の設置	土留	擁壁工	石積・ブロック積擁壁工	原因地対策タイプ
			重力式コンクリート擁壁工	原因地対策タイプ
			もたれ式コンクリート擁壁工	原因地対策タイプ
			片持ばり式擁壁工	原因地対策タイプ
			控え壁式擁壁工	原因地対策タイプ
			U型擁壁工	原因地対策タイプ
			井げた組擁壁工	原因地対策タイプ
			補強土擁壁工	原因地対策タイプ
		アンカー工	グラウンドアンカー工及びロックボルト工	原因地対策タイプ
		杭工		適用事例が少ないと考えられる。
	押さえ盛土工		適用事例が少ないと考えられる。	
	柵工	土留柵工	適用事例が少ないと考えられる。	
	のり面保護施設	張工	石張・ブロック張工 コンクリート板張工	原因地対策タイプ
			コンクリート張工	原因地対策タイプ
		植生工	張芝工等	単独では評価しない
		吹付工	モルタル・コンクリート吹付工	原因地対策タイプ
		のり砕工	プレキャスト砕工	原因地対策タイプ
			現場打コンクリート砕工 現場打吹付砕工	原因地対策タイプ
			柵工	編柵工
	蛇かご工		単独では評価しない	
排水施設	地表水排除工		単独では評価しない	
	地下水排除工		適用事例が少ないと考えられる。	
ハ 土石等を堆積させるための施設の設置	待受け式擁壁工		待受け対策タイプ	
	待受け式盛土工		待受け対策タイプ	

3) 急傾斜地の崩壊が発生した場合に生じた土石等を堆積させるための施設

急傾斜地の崩壊が発生した場合に生じた土石等を堆積させるための施設とは、待受け式盛土工及び待受け式擁壁がある。これらは、急傾斜地の崩壊を防止するものではなく、土石等を一定の場所に堆積させることで特定予定建築物の敷地に達しないようにするものである。設計に当たっては、土石等の移動の力、堆積の力及び各々の力が作用する高さが必要である。

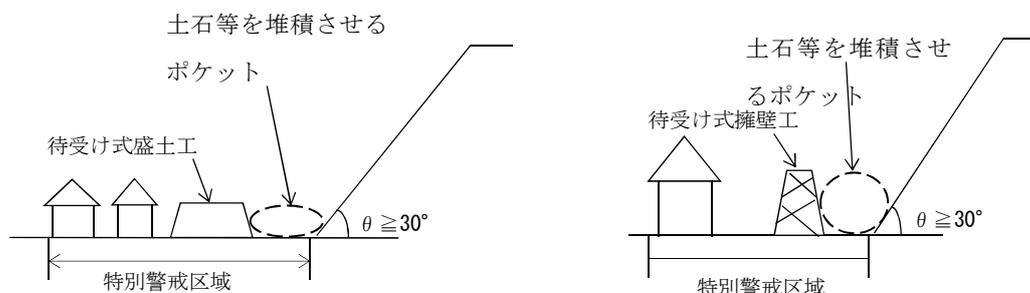


図 2.5 待受け式盛土工及び待受け式擁壁工のイメージ

4) 対策工事の組み合わせ

上記の1)～3)を組み合わせることで特定予定建築物の敷地に土石等を達しないようにする場合も考えられ、以下のような例があげられる。待受け式盛土工又は待受け式擁壁工を組み合わせる場合は、土石等による移動の力、移動の高さ、堆積の力及び堆積の高さの設定が必要となる。

ア 急傾斜地の一部をのり面保護施設で覆い、残りの急傾斜地については、崩壊によって生ずる土石等を待受け式擁壁工で対応する。

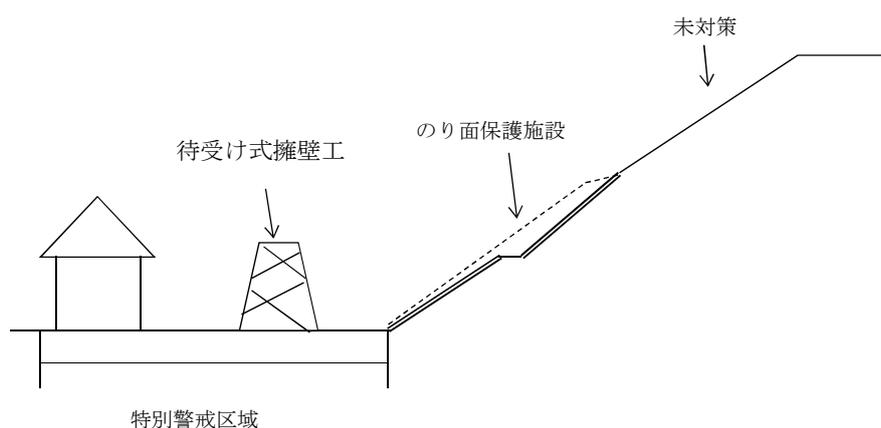


図 2.6 のり面保護施設と待受け式擁壁工の組み合わせ

イ 急傾斜地の一部を切土で除去し、残りの急傾斜地については、崩壊によって生ずる土石等を待受け式盛土工で対応する。

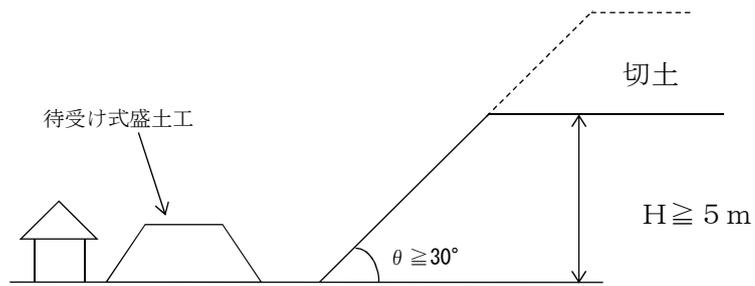


図 2.7 原因地の除去と待受け式盛土工との組み合わせ



図 2.8 急傾斜地の崩壊に関する対策施設のイメージ

上図の対策施設はそれぞれ図 2.2 に示した区分の①、②又は③にあたる。

- ・ のり切 ① (のり切)
- ・ もたれ擁壁工、アンカー工 ② (土留)
- ・ 現場打ち枠工、吹付のり枠工、芝張り . . . ② (のり面保護施設)
- ・ 地下水排除工 ② (排水施設)
- ・ 土留柵工 ② (土留及びのり面保護施設の役割)
- ・ 待受け式盛土工、待受け式擁壁工 ③ (堆積させるための施設)

2.2 対策工事の実施範囲

「のり切」および「急傾斜地の崩壊を防止するための施設を設置する工事」の実施範囲は特定予定建築物の敷地に影響する急傾斜地の幅を覆う範囲とすることを基本とする。「急傾斜地の崩壊により生ずる土石等を堆積させるための施設を設置する工事」の実施範囲は、急傾斜地の崩壊により生ずる土石等を特定予定建築物の敷地に到達させない範囲とする。

【解説】

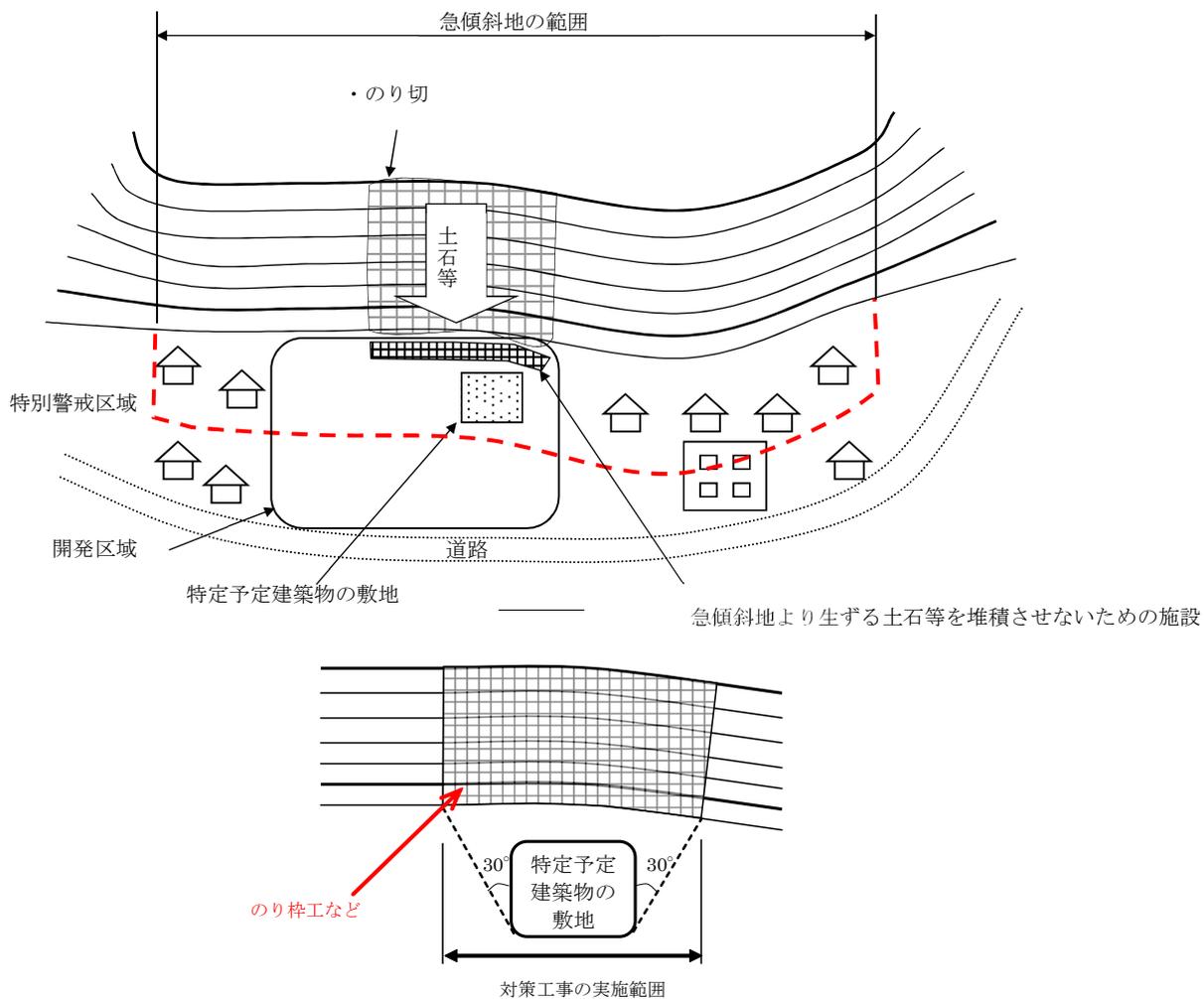


図 2.9 隣接する急傾斜地の崩壊と開発敷地の関係

2.3 対策工事の周辺への影響

対策工事の計画は、対策工事以外の特定開発行為に関する工事と相まって、開発区域及びその周辺の地域における土砂災害の発生のおそれを大きくすることのないものであること。

【解説】

対策工事によって、周辺の地域における土砂災害の発生のおそれを大きくすることがあってはならない。

当該開発区域及び周辺の地域における土砂災害のおそれを増大させる対策工事の例は以下のものなどがある。

ア 急傾斜地の崩壊によって生ずる土石等の進行方向を開発区域周辺に向け、かつ向けた先の安全性を確保しない工事

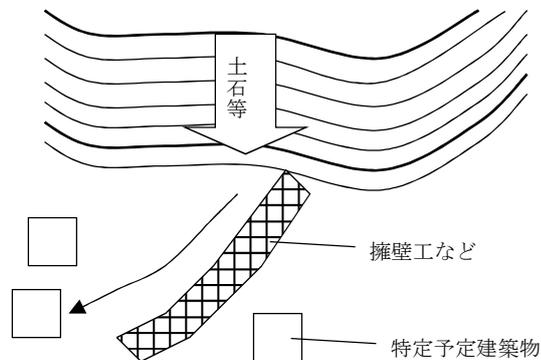


図 2.10 擁壁等によって周辺の安全を損なう工事例

イ のり切によって急傾斜地の方向を変え、その先の安全性を確保しない工事

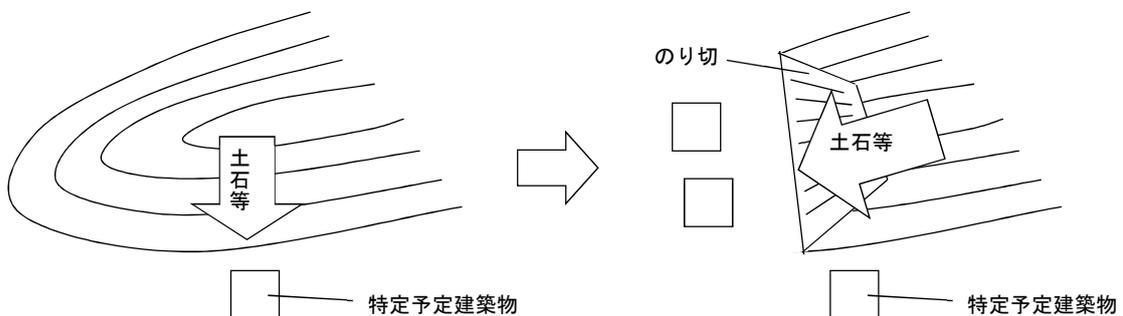


図 2.11 のり切によって周辺の安全を損なう工事例（その1）

ウ のり切によって新たに土砂災害のおそれを大きくした土地の安全性を確保しない工事

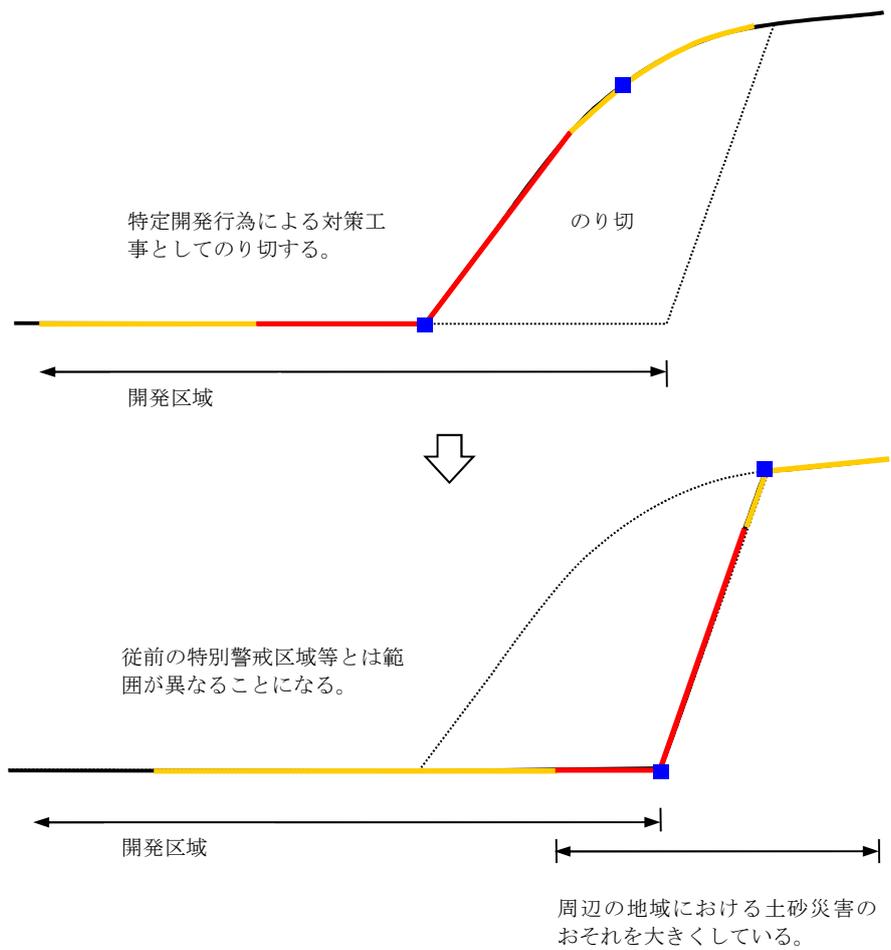


図 2.12 のり切によって周辺の安全を損なう工事例（その2）

2.4 対策工事以外の特定開発行為に関する工事

対策工事以外の特定開発行為に関する工事の計画は、対策工事の計画と相まって、開発区域及びその周辺の地域における土砂災害の発生のおそれを大きくすることのないものであること。

【解説】

対策工事以外の特定開発行為に関する工事の計画は、開発区域及びその周辺の地域において新たに土砂災害の発生のおそれが大きくなっていないかどうかに着目する。

当該開発区域及び周辺の地域における土砂災害のおそれを増大させる対策工事以外の特定開発行為に関する工事の例は以下のものなどがある。

ア 盛土によって新たに土砂災害のおそれを大きくした土地の安全性を確保しない工事

対策工事以外の特定開発行為に関する工事として、 30° 以上かつ5m以上の高盛土が造成される場合、新たに周辺の地域で土砂災害のおそれを大きくする人工斜面が創出されることになる。

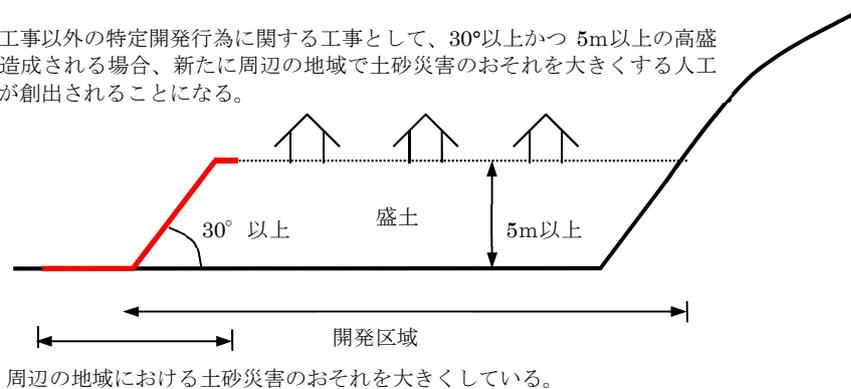


図 2.13 盛土によって周辺の安全を損なう工事例

イ のり切によって新たに土砂災害のおそれを大きくした土地の安全性を確保しない工事

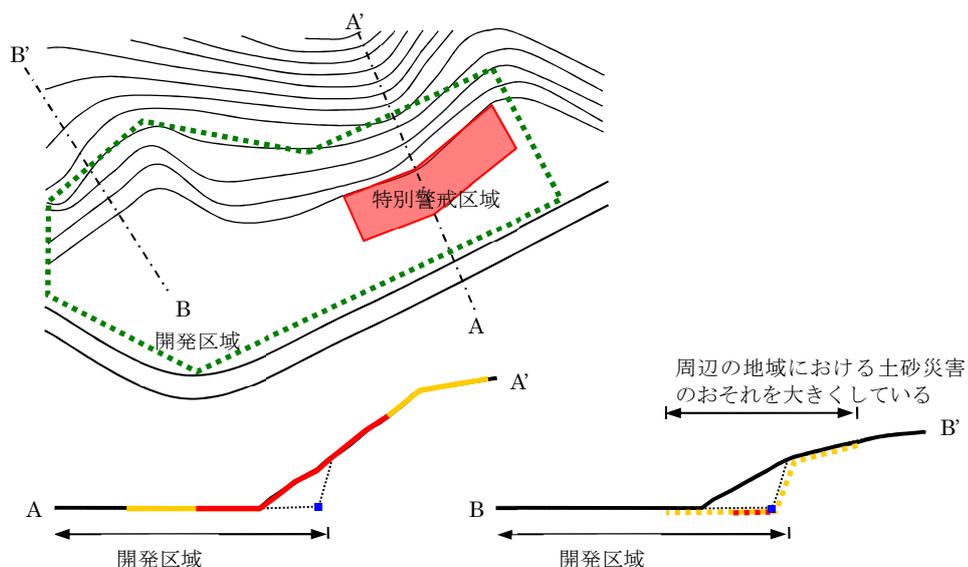


図 2.14 対策工事に付随した切土によって周辺の安全を損なう工事例

2.5 対策施設の選定

対策施設の選定に当たっては、「急傾斜地の崩壊を防止するための施設」と「急傾斜地の崩壊が発生した場合に生じた土石等を堆積するための施設」の特徴を考慮する。

「急傾斜地の崩壊が発生した場合に生じた土石等を堆積するための施設」では、その機能を十分発揮させるため、崩壊等による堆積土除去等維持管理に関する計画書を作成して永続的に実行することを条件とする。

【解説】

急傾斜地の崩壊を防止するための施設は急傾斜地での施工となり、急傾斜地の崩壊が発生した場合に生じた土石等を堆積するための施設は平地での施工となるため、どちらを選択するかによって対策工事の計画が大きく異なってくる。この選定にあたっては表 2.2 に示した特定予定建築物の敷地の位置、対策施設の規模（工事費）、用地、施工性、景観、環境、維持管理などの関連を考慮する。

なお、「急傾斜地の崩壊が発生した場合に生じた土石等を堆積するための施設」にあつては、常時はポケット容量を確保しておかなければ崩壊が発生した場合に十分な施設効果を発揮することができない。そのため堆積土砂の除去等維持管理を前提とした施設と位置づけられ、永続的な維持管理が担保されないままに許可することはできない。当該施設の選定にあたっては、維持管理計画書を作成し永続的に実行する必要がある。

表 2.2 対策施設の特徴

	急傾斜地の崩壊を防止する対策施設	急傾斜地の崩壊が発生した場合に生じた土石等を堆積させる対策施設
種類	土留、のり面保護施設、排水施設	待受け式擁壁、待受け式盛土
特定予定建築物の敷地の位置	特別警戒区域の保全となる	特定予定建築物敷地のみの保全となる。
対策施設の規模（工事費）	急傾斜地の高さ及び幅による。また土留については急傾斜地の必要抑止量によって規模を定める。	急傾斜地が高く、急傾斜地に近いほど、規模の大きな対策施設が必要。
用地	開発区域の用地を全て活用できる。	対策施設の設置により開発区域の用地が減少する。
施工性	急傾斜地での施工となる	平地での施工となる。
景観	急傾斜地の景観が変化する。	平地の景観が変化する。
環境	平地と急傾斜地との行き来が分断されない。	平地と急傾斜地との行き来が分断される。
維持管理	変状点検等一般的な管理は必要と考えられるが、土砂の除去など維持管理は不要である。	対策施設の機能を発揮するためには、堆積土砂の除去を定期的に行うなど、永続的な維持管理が不可欠である。

2.6 対策施設の維持管理

開発事業において施行する対策施設は、適切な災害防止機能と安全性を保持するため、対策工事等の完了後も定期的な点検を行い、施設の状態を把握し、豪雨時等に施設の機能が発揮されるように適正な維持管理を行わなければならない。

待受け式対策施設を計画する場合には、申請時に維持管理計画書を提出しなければならない。

【解説】

(1) 一般的留意事項

急傾斜地における対策施設（表 2.1）が適切な機能と安全性を保持するため、必要に応じて点検等を行い、施設の状態を把握し、豪雨時等に施設の機能が発揮されるように適正な維持管理を行うものとする。

施設の機能低下には、施設自体の劣化、損傷のみならず施設周辺の自然斜面の状態の変化も影響を与えることから、これらの状況もよく把握しておくことが必要である。また人為的な行為が原因となって、施設の損傷をきたすことがあるので、斜面および斜面周辺の土地利用等への注意が必要である。

また、急傾斜地周辺における開発では、人家が急傾斜地に近接する可能性が高く、開発後になって管理用通路を確保することは困難と考えられるため、あらかじめ点検のための管理用通路や階段などを確保しておくのがよく、このためには施設の計画・設計の段階から留意しておくのが望ましい。

施設の維持管理に関する詳細については、「新・斜面崩壊防止工事の設計と実例（施設の維持管理）」を参考にすること。特に水路工や植生工は施設の機能を維持するために管理が必須であり、工法の選定にあたっては留意すること。

(2) 待受け式対策施設

待受け式対策施設（待受け式擁壁及び待受け式盛土）には、土砂災害防止法で想定した崩壊による土砂だけではなく、小規模な崩壊や転石により崩土が堆積することが想定される。この場合、対策施設の空き容量が減少し、想定した崩壊に対しての災害防止機能が低下することになる。

開発許可申請時に提出する維持管理計画書は、将来的な対策施設の災害防止機能が担保されるかを確認するために必要な資料であるため、以下の事項については、必ず記載するものとする。

- ① 管理用通路の計画
- ② 除去した土砂の搬出先及び処理方法
- ③ 定期点検の時期
- ④ 豪雨時等における点検実施基準

3. 対策施設設計の考え方

3.1 設計諸定数

(1) 移動の力や堆積の力の計算に用いる定数

土石等の移動又は堆積による力の計算に用いる定数は、土石等の密度、土石等の比重、土石等の容積密度、土石等の単位堆積重量、土石等の内部摩擦角、土石等の流体抵抗係数及び壁面摩擦角がある。これらの値は現地の状況を勘案して適切に設定するものとする。

【解説】

対策工の設計に伴う土質定数の設定にあたっては、現地の土質調査結果を用いることを原則とするが、「道路土工 擁壁工指針」等の技術指針等に示されている値を現地の土質などを確認した上で用いてもよいものとする。

表 3.1 移動の力や堆積の力の計算に必要な諸定数の参考値

項目	説明	記号	単位	参考値		
急傾斜地の崩壊に伴う土石等の比重	土石等の固体部分を構成する重さと水の重さの比であり、固体部分の構成により異なる。	σ	—	2.6 ¹⁾		
急傾斜地の崩壊に伴う土石等の容積濃度	土石等における間隙部分を除いた固体部分の容積の割合である。 既往の実験結果によれば、土石等の容積濃度として0.45～0.55程度と報告されている。	c	—	0.5 ¹⁾		
土石等の密度	土石等の単位体積当たりの質量で、既往の研究結果によれば、土石等の内部の間隙が水で飽和されているとすると、土石等の密度は「 $\rho = (\sigma \cdot 1) C + 1$ 」で求まる。	ρ_m	t/m ³	1.8 ¹⁾		
土石等の単位体積重量		γ	kN/m ³	土質	密なもの	緩いもの
				砂及び砂礫（礫質土）	20	18
				砂質土	19	17
				粘性土	18	14
急傾斜地の崩壊に伴う土石等の内部摩擦角		ϕ	°	砂及び砂礫（礫質土）	35	35
				砂質土	30	30
				粘性土	25	25
急傾斜地の崩壊に伴う土石等の流体抵抗係数	土石等が移動する際の抵抗を示す係数で、既往の実験によれば、粗度のある斜面において土石等の変形が進んだ場合、流体抵抗係数は0.015～0.06の範囲にある。	f_b	—	0.025 ¹⁾		
建築物の壁面摩擦角		δ	°	$\phi \times 2/3$ ¹⁾		

注1) (財) 砂防フロンティア整備推進機構：土砂災害防止に関する基礎調査の手引き、2001

(2) 基礎の支持力等の計算に用いる定数

基礎の支持力等の計算に用いる定数は、地盤の許容支持力並びに基礎底面と地盤との間の摩擦係数及び付着力がある。これらの値は、実況に応じて設定するものとする。

【解 説】

地盤の許容応力度は、地盤調査を行い、その結果に基づいて定めることが原則であるが、「新・斜面崩壊防止工事の設計と実例」等の技術指針等に示されている値を現地の地盤などを確認した上で用いてもよいものとする。

① 地盤の許容支持力

表 3.2 地盤の許容支持力度

地 盤	長期応力に対する許容応力度 (単位1平方メートルにつきキロニュートン)	短期応力に対する許容応力度 (単位1平方メートルにつきキロニュートン)
	岩盤 固結した砂 土丹盤 密実な礫(れき)層 密実な砂質地盤 砂質地盤 堅い粘土質地盤 粘土質地盤 堅いローム層 ローム層	1000 500 300 300 200 50 100 20 100 50

出典：建築基準法施行令第93条

表 3.3 基礎地盤の種類と設計定数

支持地盤の種類		許容支持力度 (kN/m ²)	備 考	
			q _u (kN/m ²)	N 値
岩 盤	亀裂の少ない均一な硬岩	1000	10000 以上	—
	亀裂の多い硬岩	600	10000 以上	—
	軟岩・土丹	300	1000 以上	—
礫 層	密なもの	600	—	—
	密でないもの	300	—	—
砂 質 地 盤	密なもの	300	—	30～50
	中位なもの	200	—	20～30
粘性土 地 盤	非常に硬いもの	200	200～400	15～30
	硬いもの	100	100～200	10～15
	中位のもの			

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例（令和元年5月）

②基礎底面と地盤との間の摩擦係数と付着力

表 3.4 基礎地盤と摩擦係数

基礎地盤の土質	摩擦係数
岩、岩屑、砂利、砂	0.50
砂質土	0.40
シルト、粘土、又はそれらを多量に含む土	0.30

出典：宅地造成等規制法施行令第7条

表 3.5 基礎地盤の種類と設計定数

支持地盤の種類		擁壁底面の滑動安定計算に用いるすべり摩擦係数*
岩盤	亀裂の少ない均一な硬岩 亀裂の多い硬岩 軟岩・土丹	0.7
礫層	密なもの 密でないもの	0.6
砂質地盤	密なもの 中位なもの	0.6
粘性土地盤	非常に硬いもの 硬いもの 中位のもの	0.5

*現場打コンクリートによるもの

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例（令和元年5月）

3.2 設計外力の設定

急傾斜地の崩壊を防止するための擁壁の設計にあたっては、自重、土圧、水圧および浮力を考慮するものとする。

待受け式盛土工及び待受け式擁壁工の設計にあたっては、自重、土圧、水圧および浮力のほか、崩壊の発生に伴う移動及び堆積の力を考慮するものとする。

【解説】

(1) 地山又は裏込め土の土圧

急傾斜地の崩壊を防止するための擁壁の設計に当たって考慮すべき土圧は、地山もしくは裏込め土の土圧である。詳細については「新・斜面崩壊防止工事の設計と実例」の荷重の検討」を参照すること。

(2) 水圧および浮力

宅地造成によって掘込構造とするような場合や水際に設置される擁壁のように壁の前後で水位差が生じるような場合には、水圧を考慮する場合がある。水圧は、擁壁設置箇所の地下水等を想定して擁壁背面に静水圧として作用させるものとするが、水抜穴の排水処理を適切に行い、地下水位の上昇等が想定されない場合は、考慮しなくてもよい。

水際や地下水位以下に擁壁が設置される場合には、擁壁の底面に作用する上向きの静水圧によって生じる浮力を考慮する。

(3) 急傾斜地崩壊による移動の力及び堆積の力

待受け式盛土工及び待受け式擁壁工の設計にあたっては自重のほか、急傾斜地の崩壊が発生した場合に生じる移動の力及び堆積の力を考慮し、安定性の検討をしなければならない。それぞれの概要を表 3.6 に示す。

表 3.6 急傾斜地崩壊に伴う力及び高さの考え方

衝撃に関する事項	考 え 方
移動の力	崩壊によって生じた土石等の先端部が移動により擁壁等に作用する時の力
移動の高さ	崩壊によって生じた土石等が移動により作用するときの高さ
堆積の力	最終的に堆積した土石等が擁壁等に作用する時の力
堆積の高さ	最終的に堆積した土石等が作用するときの高さ

急傾斜地が崩壊した場合、まず、崩壊によって生じた土石等の先端部が移動により擁壁等に作用する。その後、土石等の堆積によって擁壁等に力が作用することとなる。以下に作用する力のイメージを示す。

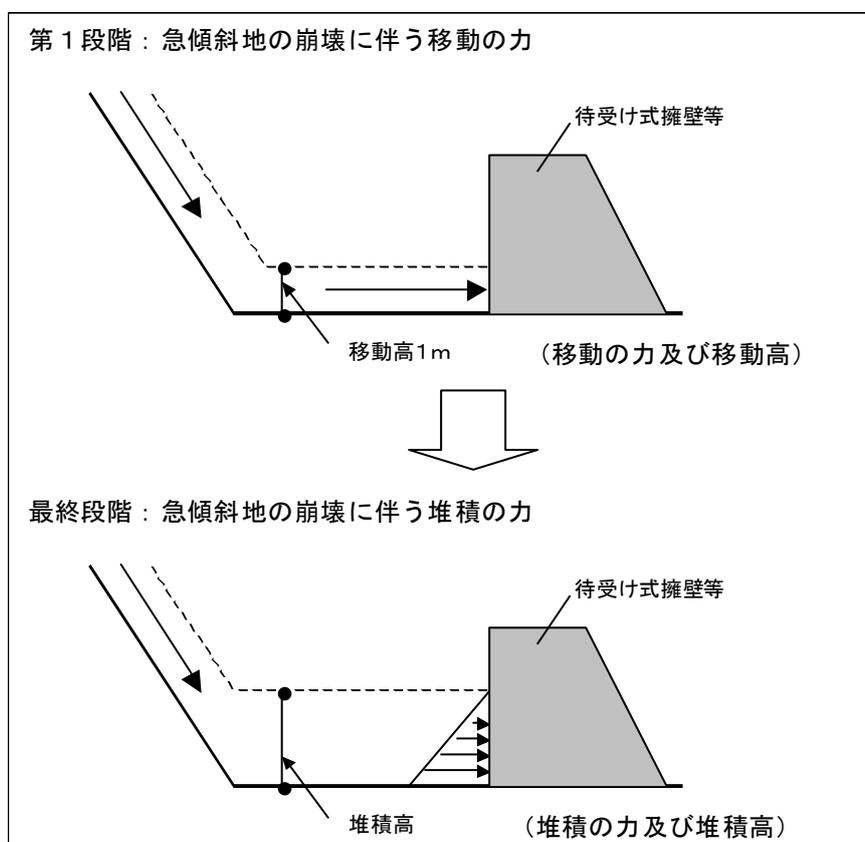


図 3.1 移動の力と堆積の力の概念図

1) 移動の高さ

- ①崩壊深は現地調査（過去の災害履歴を含む）により決定し、原則として0.5m単位で設定する。ただし、岩盤が露出している等により0.5m単位が適切でない場合、理由を明記して、0.1m単位で設定する。
- ②過去の災害調査や現地踏査で崩壊深が決定できない場合、「がけ崩れ災害データから通常起こり得る急傾斜地の崩壊を、最大崩壊深2.0m以下と考えた場合、土石等の移動の高さはその1/2以下として1.0m以下に設定できる。」とされていることから崩壊深は2.0mに設定し、具体的な移動高としては通常1.0mを用いることができる。

例)・急傾斜地の上部が耕作地の場合

- ・一連の急傾斜地で崩壊規模が場所により変化し、崩壊深を特定しにくい場合

2) 移動の力

待受け式擁壁等に作用する移動の力は次式で与えられる。

$$F_{sm} = \rho_m g h_{sm} \left[\frac{b_u}{a} (1 - \exp(-2aH/h_{sm} \sin \theta_u)) \cos^2(\theta_u - \theta_d) \right. \\ \left. \exp(-2ax/h_{sm}) + \frac{b_d}{a} (1 - \exp(-2ax/h_{sm})) \right]$$

上式における変数は以下に示すとおりである。

$$a = \frac{2}{(\sigma - 1)c + 1} f_b$$

$$b_u = \cos \theta_u \left\{ \tan \theta_u - \frac{(\sigma - 1)c}{(\sigma - 1)c + 1} \tan \phi \right\}$$

$$b_d = \cos \theta_d \left\{ \tan \theta_d - \frac{(\sigma - 1)c}{(\sigma - 1)c + 1} \tan \phi \right\}$$

F_{sm} : 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動により建築物の地上部分に作用すると想定される力の大きさ (単位: 1 平方メートルにつきキロニュートン)

b_u, b_d : b の定義式に含まれる θ にそれぞれ θ_u, θ_d を代入した値

x : 急傾斜地の下端からの水平距離 (単位: メートル)

H : 急傾斜地の高さ (単位: メートル)

h_{sm} : 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動の高さ (単位: メートル)

このとき、 h は 1.0m (ただし、後述する堆積勾配での堆積土砂高が 1.0m 未満の場合は堆積勾配での堆積土砂高を用いる)。

θ_u : 急傾斜地の傾斜度 (単位: 度)

θ_d : 当該急傾斜地の下端からの平坦部の傾斜度(単位: 度) $\theta_d=0$ とする。

ρ_m : 土石等の密度 (単位: 1 立方メートルにつきトン)

g : 重力加速度 (単位: 毎秒毎秒メートル)

σ : 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動時の当該土石等の比重

c : 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動時の当該土石等の容積濃度

f_b : 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動時の当該土石等の流体抵抗係数

ϕ : 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動時の当該土石等の内部摩擦角 (単位: 度)

3) 堆積の高さ

ア 堆積の高さの計算位置

土石等が特定予定建築物の敷地に達しないようにするため待受け式盛土及び待受け式擁壁の高さは土石等の堆積の高さ以上にしなければならない。その堆積の高さの計算は待受け式盛土又は待受け式擁壁と地盤面との交線 (A 面の外縁部) のうち急傾斜地の上端にもっとも近い点 (B 点) において行うものとする。

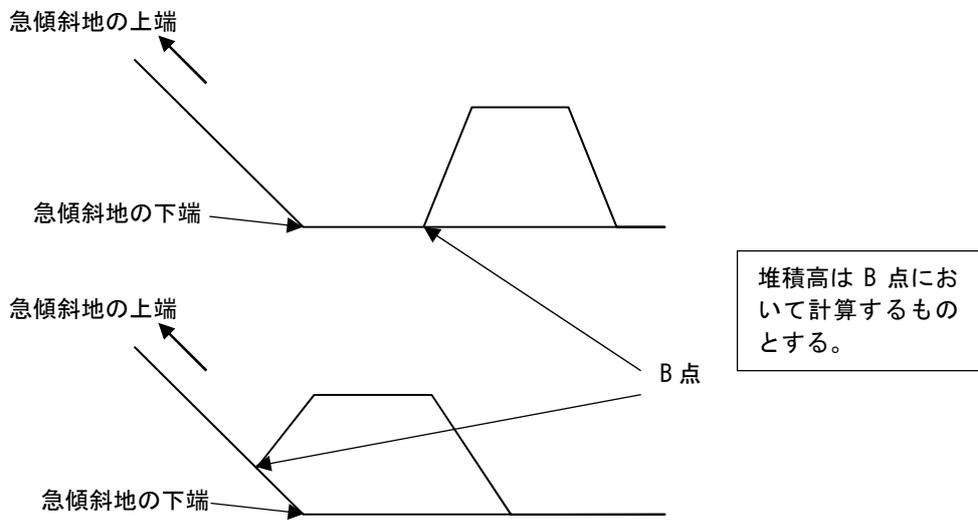
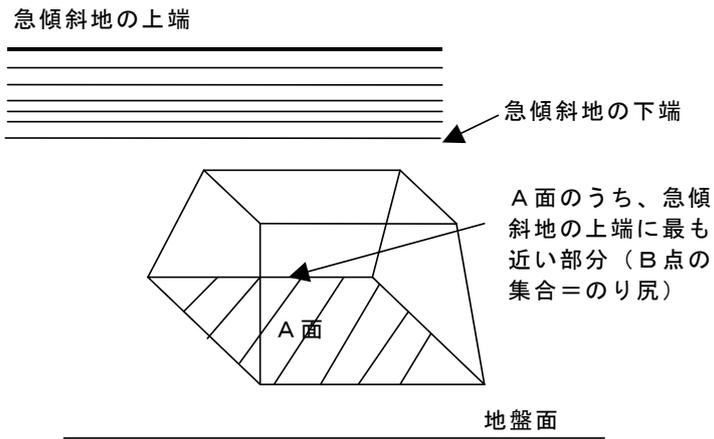


図 3.2 移動の力、堆積の力及び堆積高の計算位置

イ 堆積の高さの計算

堆積高の算出にあたっては、まず水平に土石等が堆積するときの堆積高： h_1 (m) を算出し、得られた値をもとに土石等が堆積勾配をもって堆積するときの堆積高： h (m) を求めるものとする。

水平に土砂が堆積するときの堆積高： h_1 (m) を次式により算出する。

$$h_1 = \frac{-X_1 + \sqrt{X_1^2 + 2S \cdot \tan(90 - \theta_u)}}{\tan(90 - \theta_u)}$$

h_1 : 水平に土砂が堆積するときの堆積高 (m)

S : 土砂の断面積 (単位あたりの土砂量) = V/W (m^2)

V : 崩壊土量 (m^3)

W : 最大崩壊幅 (m)

θ_u : 斜面の傾斜度 ($^\circ$)

X_1 : 急傾斜地下端からの距離 (m)

$$Wh_1 = \frac{1}{2} \left(2W + \frac{2h}{\tan \phi} \right) \times h$$

ϕ 堆積勾配 (=土石の内部摩擦角とする ($^\circ$))

以上より堆積高 h は、

$$h = \frac{-W \tan \phi \pm \sqrt{W^2 \tan^2 \phi + 4Wh_1 \tan \phi}}{2}$$

堆積高 $h > 0$ より、

$$h = \frac{1}{2} \left(\sqrt{W^2 \tan^2 \phi + 4Wh_1 \tan \phi} - W \tan \phi \right)$$

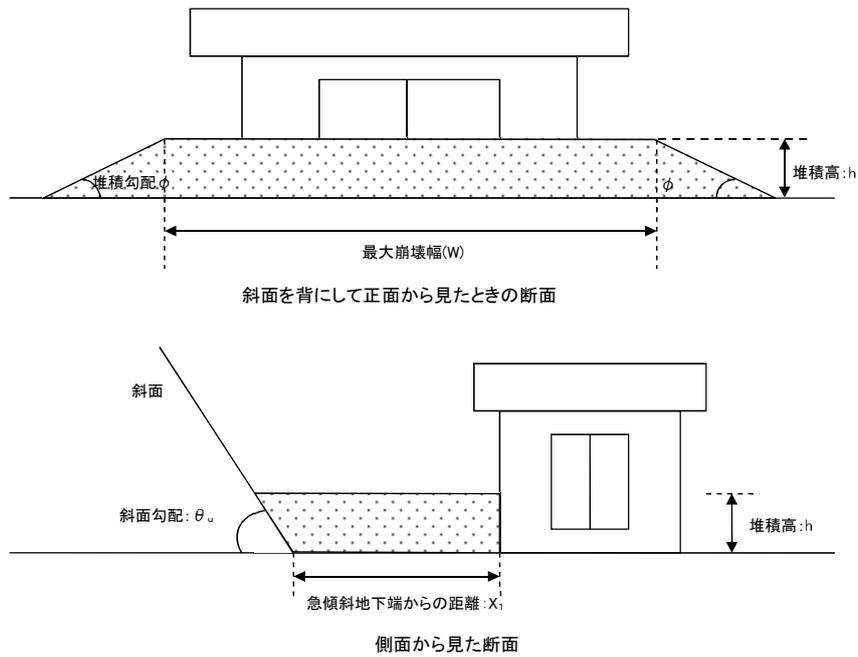


図 3.3 土石等が堆積勾配をもって堆積するときの堆積高の概念図

崩壊土量 (V) 及び崩壊幅 (W) は、に示す全国のがけ崩れ災害データから斜面高さごとに区分した崩壊土量の 90% 値を参考とすることを基本とする。

斜面高さごとの崩壊土量 (90% 値)

急傾斜地の高さ	崩壊土量 V (m^3)	崩壊幅 W (m)
$5 \leq H < 10$	40	1.4
$10 \leq H < 15$	80	1.7
$15 \leq H < 20$	100	1.9
$20 \leq H < 25$	150	2.1
$25 \leq H < 30$	210	2.4
$30 \leq H < 40$	240	2.5
$40 \leq H < 50$	370	2.9
$50 \leq H$	500	3.2

- ※ 崩壊幅は、全国の斜面災害データから崩壊土量と崩壊幅の関係について求めた近似式 ($W=3.94V^{0.366}$) に崩壊土量を代入することにより算出した値である。
- ※ 「衝撃力と崩壊土砂量を考慮した擁壁の設計手法について」(国土交通省河川局砂防部保全課事務連絡 H15.10.21)

4) 堆積の力

待受け式擁壁等に作用する堆積の力は、次式によって与えられる。

$$F_{sa} = \frac{\gamma h \cos^2 \phi}{\cos \delta \{1 + \sqrt{\sin(\phi + \delta) \sin \phi / \cos \delta}\}^2}$$

F_{sa} : 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の堆積により建築物に作用すると想定される力の大きさ (単位: 1 平方メートルにつきキロニュートン)

h : 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の堆積高さ (単位: メートル)

ϕ : 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の内部摩擦角 (単位: 度)

γ : 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の単位体積重量 (ただし $\gamma = \rho mg$ と表せる) (単位: 1 立方メートルにつきキロニュートン)

δ : 建築物の壁面摩擦角 (単位: 度)

(4) 地震時の影響

擁壁の設計にあたって地震時の影響を考慮する必要がある場合には、地震力として地震時慣性力及び地震時土圧を考慮して設計を行う必要がある。

この場合の地震力の考え方については、「新・斜面崩壊防止工事の設計と実例」の考え方を基本とする。

ただし、高さが 2m を超える擁壁については、「7. 高さ 2m を超える擁壁の設計」を参照すること。

地震に対する設計の考え方

8.2.1 擁壁工設計の手順及び一般的留意事項

～略～

地震時の土圧については現在その実測資料がほとんどなくいまだに解析も十分になされていない。

本指針においては、地震による荷重の増大を常時の設計計算において長期荷重で評価した安全率により、その不確実な抵抗が考慮され、ある程度補われていると考えられるので、一般的に地震時の設計計算を行わないでよいこととした。

しかし、本指針において以下に示す擁壁については、別途地震時の設計を行うものとした。

①高さ 8.0m を超えるような擁壁

②倒壊が付近に重大な損害を与えたり、復旧が極めて困難な擁壁など、地震力を考慮する必要があると認められる場合

本指針においては、地震力の 1 つの目安として「道路橋示方書、同解説、V耐震設計編」に示す考え方をを用いる。

通常の斜面崩壊防止工事における擁壁では、地震による荷重の増大は常時に設計計算における安全率によって、計算において考慮の対象にならなかった抵抗力を補い得ると考えられるため、一般には地震時の設計計算を行わないでよいこととしている。

8.2.2 荷重の検討

(5)地震力（地震時における土圧）

地震時、構造物はその影響を受け荷重状態が常時の場合と異なってくる。地震力による土圧の変化と壁自体の慣性力の付加がそれである。

しかしこれらの荷重の実際の大きさの推定は簡単でなく、特に破壊的な地震時の状態はまだよくわかっていないが、通常の設計と施工を綿密に行っておけば、震度 5～6 程度の地震を受けた後でも機能的には耐え得ることが過去の事例および経験により認められている。したがって通常の擁壁ではしいて複雑な地震安定の検討をすることを略することが多い。ただ構造物が特に大きく地震後の復旧が極めて困難であることが予想されるときには、地震の影響を考慮することが望ましい。

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例（令和元年 5 月）

3.3 対策施設の効果評価に関する考え方

(1) 原因地対策施設(土留またはのり面保護工など)の効果

急傾斜地の崩壊による災害を防止・軽減するための効果を有する原因地対策施設について、評価する。効果とは、“急傾斜地を崩壊させない”もしくは“急傾斜地の崩壊により生ずる土石等の量を減少させる”ことをいう。

【解説】

特別警戒区域の設定に関する基礎資料として、原因地対策施設の施設効果評価を行う。その際、原因地対策施設の安全性を評価し、評価対象とする施設の選定を行う。

図 3.3 を参考に、原因地対策施設が土砂災害を防止・軽減するための効果を有し、安全と判断できる場合には、現地の状況等を考慮して評価することができる。基本的に、公共事業により整備された対策施設は、県が定める基準に基づき整備され、適正な管理が行われており、信頼性が高い。対策施設の安全性および残斜面の安定性が確保されていると判断できる場合は、急傾斜地の崩壊により生ずる土石等の量を減少させる効果を持つ施設として評価することができる。

原因地対策施設の評価フローを以下に示す。

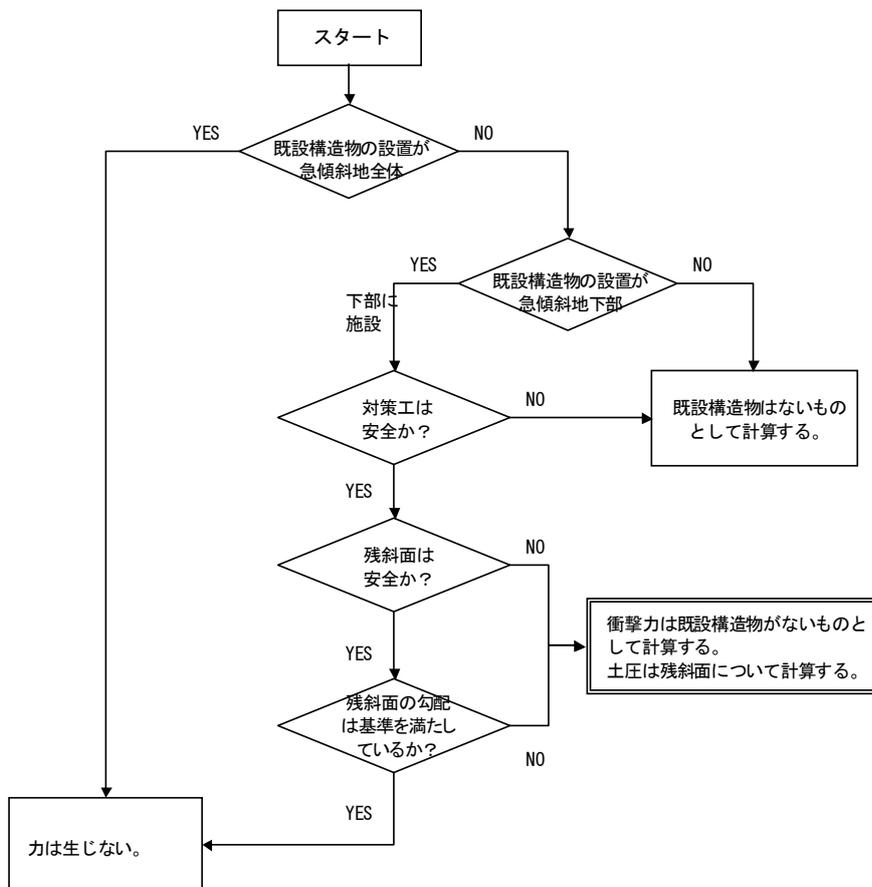


図 3.3 原因地対策が施工されている場合の評価フロー

1) 急傾斜地の斜面全体に既設構造物がある場合

既設構造物が急傾斜地の斜面全体に設置されている場合は、移動の力および堆積の力ともに生じないものとする。

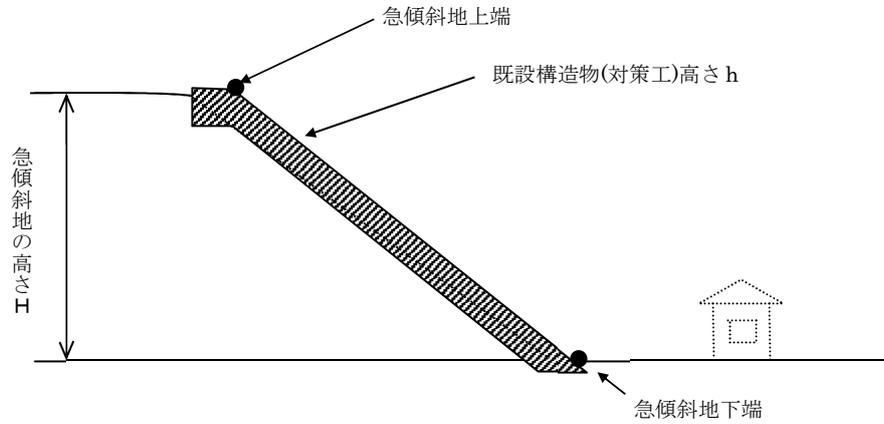


図 3.4 既設構造物が斜面全体に設定されている例

2) 急傾斜地内の上部に既設構造物がある場合

急傾斜地内の上部に既設構造物がある場合、移動の力および堆積の力ともに施設がないものとして算出する。ただし、斜面の上部に既設構造物があっても施設がグラウンドアンカー等により固定されており、設置されている部分が確実に崩壊しないと判断される場合には、移動の力および堆積の力ともに未設置の部分急傾斜の高さと見なして力等を算定する。

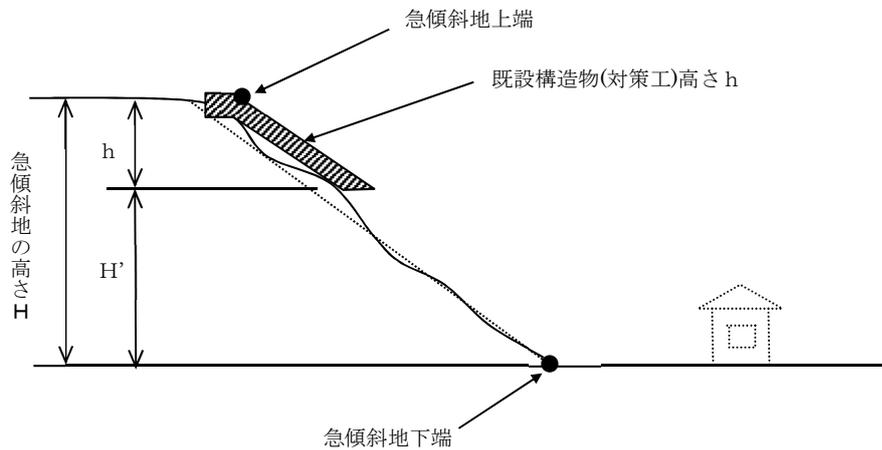


図 3.5 既設構造物が上部に設定されている例

3) 既設構造物が急傾斜地内の下部に設定されている場合

原因地对策施設の効果は、「崩壊の規模を低減する効果」として評価する。すなわち、原因地对策工が設置されている部分においては、想定しうる急傾斜地の崩壊が発生しないものとして、残斜面の評価を実施し、最終的な評価を行う。

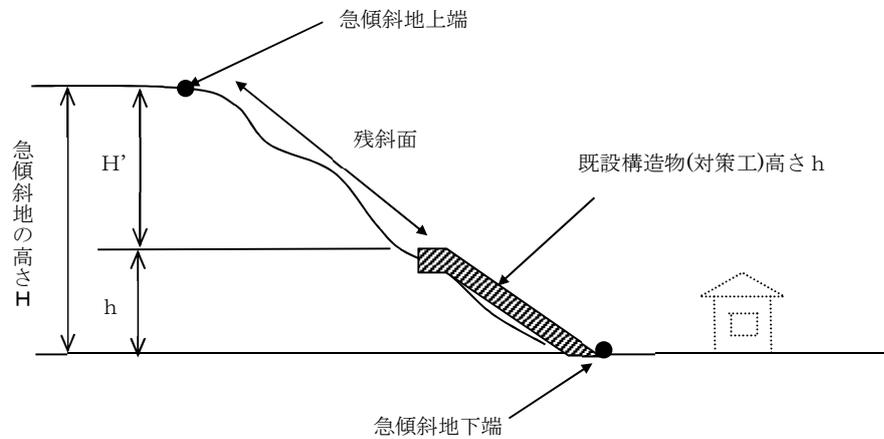


図 3.6 既設構造物が下部に設定されている例

(2) 原因地対策施設における残斜面の評価について

既設の対策施設の安全性が確保されていることを前提に、未対策の残斜面について、崩壊の危険性を評価する。

【解説】

対策施設の状況調査により、既設対策施設の諸元および安全性(変状等)を把握する。その結果、既設施設が安全であれば残斜面調査を実施し、その残斜面が安定していれば、当該斜面は安全として、斜面および下方の土地は特別警戒区域としない。

残斜面の安定条件としては、以下の項目を満たす場合に限り、通常想定される急傾斜地の崩壊は発生しないものとする。

1) 崩壊要因の調査結果から、崩壊発生の可能性が低いと判断される場合

基礎調査時において、表 3.7 の評価項目(「降雨時の斜面崩壊に関する崩壊要因」(急傾斜地崩壊危険箇所点検要領、平成 11 年 11 月、建設省砂防部)より作成)を参考に残斜面の崩壊危険度評価を実施し、残斜面が安全であることを確認する。ただし、一項目でも残斜面の安全に対して問題がある場合は、残斜面は危険性が高いと判断する。

表 3.7 残斜面の崩壊危険度の評価項目

評価項目	評価の目安
オーバーハング	オーバーハングの有無(現地確認)
断層・破砕帯	明瞭な断層・破砕帯の有無
岩盤の亀裂	全体的な亀裂の有無
湧水	平常時(非降雨時)の湧水の有無
植生	森林の荒廃度(裸地の有無など)
その他	斜面形状、遷急線など

2) 残斜面の地形状況等から崩壊の可能性が低いと判断される場合

1)において、残斜面が安全であることが確認された場合でも、残斜面の勾配や高さ等の地形状況によっては、崩壊の危険性が高い場合があるため、近傍の災害実績および宅地防災マニュアルの解説、道路土工指針などを参考に、崩壊危険度を確認する。

残斜面が安全ではないと評価された場合、既設構造物の上方で急傾斜地の崩壊が発生すると想定する。その際、区域設定に用いる急傾斜地の高さは、図 3.7、図 3.8 のように設定する。

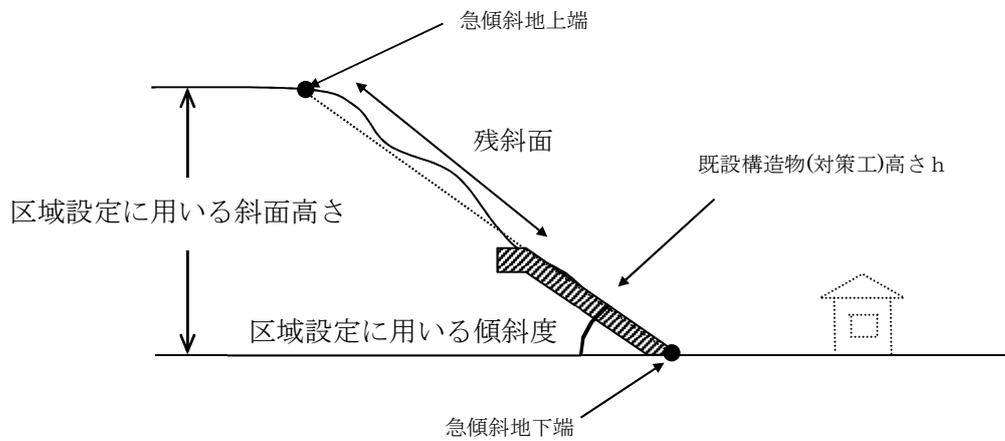


図 3.7 移動による力を計算する際の斜面高さと傾斜度

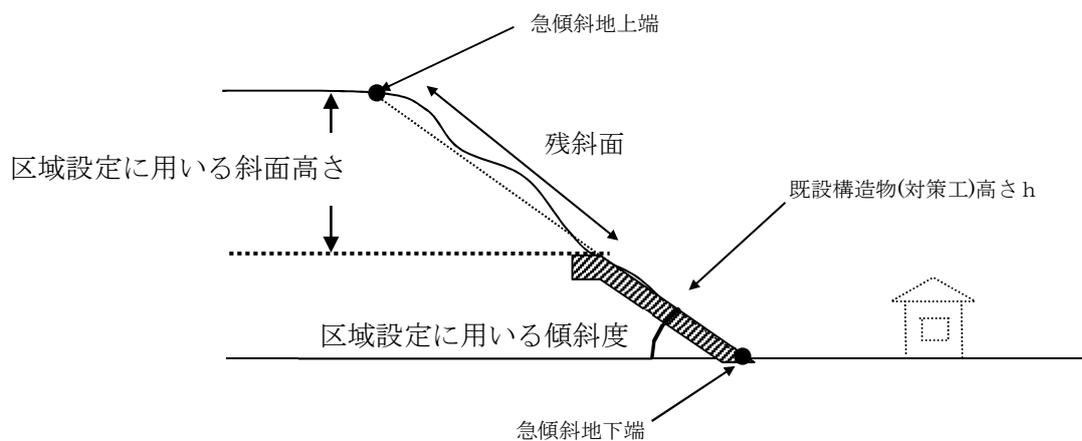


図 3.8 堆積による力を計算する際の斜面高さと傾斜度

(3) 待受け式対策施設の効果

待受け式対策施設とは、待受け式擁壁工などの土石等を堆積させる十分なポケットがある対策施設をいう。

移動の力に対して転倒、滑動せず安定を保つ構造であること。

【解説】

待受け式擁壁工の効果は、急傾斜地の崩壊によって生じた土石等を人家に到達させないことである。待受け式擁壁工の上端に落石防護柵がある場合は、この効果は見込むものとする。

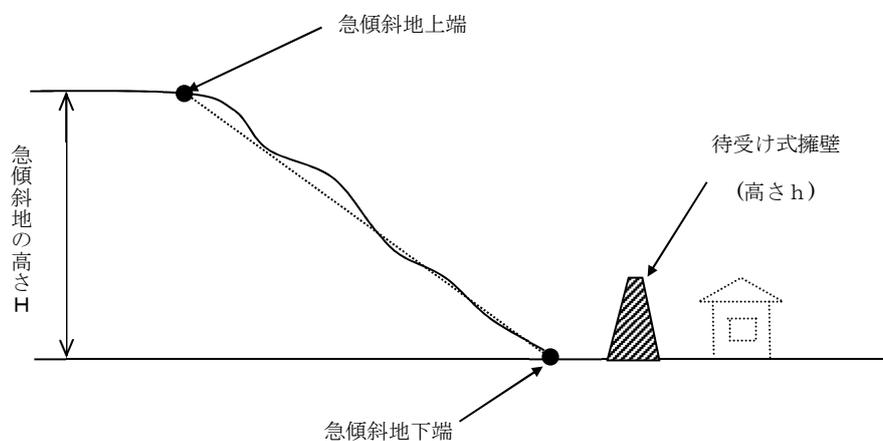


図 3.9 待受け式擁壁がある急傾斜

「特別警戒区域」の設定に関する基礎資料として、待受け式対策施設の評価を行う。その際、待受け式対策施設の安全性評価を行い、評価対象とする施設の選定を行う。

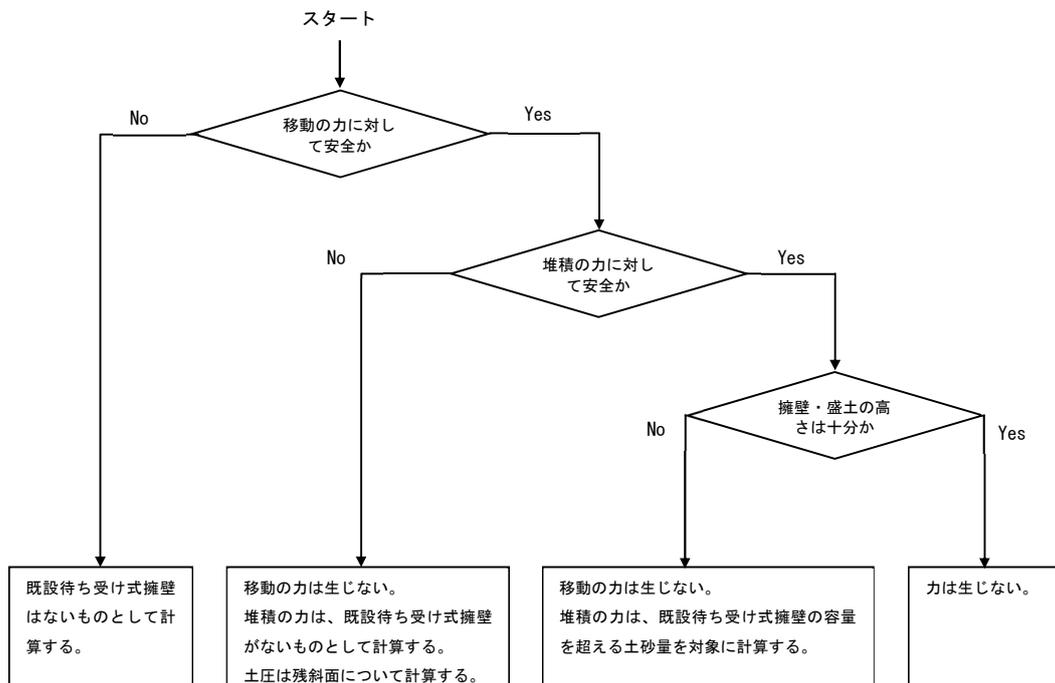


図 3.10 待受け式対策施設が施工されている場合の考え方

待受け式対策施設の効果の有無は以下のように判断する。

- i) 移動の力に対して安全でない場合
 - 既設の待受け式対策施設はないものと評価する。
- ii) 移動の力に対して安全だが堆積の力に対して安全でない場合
 - 移動の力は待受け式対策施設位置で止まる。
 - 堆積の力に対しては施設がないものとして評価する。
- iii) 移動の力・堆積の力のいずれに対しても安全な場合
 - 移動の力は待受け式対策施設位置で止まる。
 - 土砂量に対してポケット容量が十分な場合、堆積の力も既設待受け式施設位置で止まる。
 - 土砂量に対して擁壁のポケット容量が不十分な場合、ポケット容量を超える土砂量が施設から下側にあふれ出すものとして、その土砂量を対象として評価を行う。

4. のり切の設計

のり切は地形、地質等の状況を考慮して、急傾斜地の崩壊を助長し、又は誘発することのないように施工すること。

【解説】

(1) のり切の目的

のり切は崩壊を防止する上で最も基本的で、確実な方法といえる。のり切は、以下の3種類に区別される。

1) オーバーハング部や浮石などといった不安定土塊を除去するのり切

オーバーハング部の切取り、表層の不安定土層の切取り、浮石等の除去を行い、崩壊する危険のある土層、岩塊を取り除く。

2) 標準切土勾配を目安として斜面形状を改良するのり切

急傾斜地を雨水等の作用を受けても安全であるような傾斜度あるいは高さまで切り取る。

3) 急傾斜地（原因地）を除去するのり切

のり切によってのり面の傾斜度を30度未満、又は、高さを5m未満にし、急傾斜地を除去する。

以上のうち、1)及び2)については単独で用いるものではなく、土留、のり面保護施設又は排水施設と組み合わせることを前提とするものである。3)は完全に実施されれば、他の対策施設と組み合わせる必要がないものである。

(2) 標準切土のり勾配を目安として斜面形状を改良するのり切の設計

1) 一般的留意事項

急傾斜地の崩壊を防止するための対策工事を実施する急傾斜地は、傾斜度が急で作業条件が悪い等の制約を受けるため、のり切の設計にあたっては、現地の状況に応じて地形、地質、地下水、人家の配置等を十分考慮し、総合的な検討を行う。また、施工中に明らかになった条件の変化についてもたえず検討を加え、より合理的な工事が行われるよう処理していくものとする。

のり面が岩石からなる場合は、風化の程度、層理・節理・片理などの発達程度およびそれらの不連続面の方向とのり面の方向との関連性を考慮して、のり勾配を決めなければならない。

2) のり勾配

切土高及びのり勾配は、「新・斜面崩壊防止工事の設計と実例」による。

一般的な土質・地質に対する標準値を示したものであり、下記の斜面については特に注意して安定度の検討を行い、のり勾配を決定する。

- ① 崩積土、強風化帯、旧地すべり地、崩壊跡地など崩壊を生じやすい斜面
- ② しらす、まさなどの侵食に弱い土砂からなる斜面
- ③ 膨張性岩、第三紀泥岩、蛇紋岩および風化に対する耐久性が弱い岩からなる斜面
- ④ 破碎帯、亀裂の多い岩からなる斜面
- ⑤ 流れ盤の斜面
- ⑥ 地下水が多い斜面

5. 急傾斜地の崩壊を防止するための施設の設計

5.1 土留

(1) 擁壁工

擁壁工は急傾斜地の崩壊を防止することが目的である。その構造は土圧、水圧及び自重によって損壊、転倒、滑動又は沈下しないものであり、かつ、その裏面の排水をよくするための水抜穴を有するものであること。

さらに、高さが2mを超える擁壁工は、建築基準法施行令第142条に定めるところによるものであること。

※高さが2mを超える擁壁については、「7. 高さ2mを超える擁壁の設計」を参照すること。

【解説】

1) 目的

擁壁工は次のような目的の場合に計画される。

- ア 急傾斜地下部（脚部）の安定を図る場合。
- イ 急傾斜地中段での小規模な崩壊を抑止する場合。
- ウ のり枠工等ののり面保護工の基礎とする場合。
- エ 押さえ盛土工の補強を行う場合。

2) 擁壁工の種類

主な擁壁としては次のものがある。

- ア 石積、ブロック積擁壁
- イ 重力式コンクリート擁壁
- ウ もたれコンクリート擁壁
- エ 片持ばり式擁壁
- オ 井げた組擁壁

3) 擁壁工の計画

擁壁工はのり面の崩壊を直接抑止する構造物として用いられるが、急傾斜地の諸条件を十分検討した上で使用する必要がある。また、急傾斜地は一般に傾斜度が急で斜面長が長い場合崩壊を直接擁壁のみで抑止できる場合は少なく、他の工法と併用する場合の基礎として設計することが多い。

4) 荷重

擁壁の設計にあたっては、自重、土圧、水圧および浮力を考慮するものとする。

詳細は「3.2 設計外力の設定」を参照。

5) 安定性の検討

ア 常時における安定性の検討

常時において、擁壁は、4) に示す荷重に対して、その安定を保つため次の4つの条件を満たさなければならない。

- (ア) 損壊に対する安定は、土圧及び自重によって擁壁の各部に生ずる応力度が、擁壁の材料である鉄材又はコンクリートの許容応力度をこえないこと。
- (イ) 転倒に対する安定は、擁壁に作用する合力の作用点が擁壁底面の中央 1/3 以内に入ること。なお、このことが満たされれば、重力式擁壁では転倒安全率に換算すると 1.5 以上となる。
- (ウ) 滑動に対する安定は、擁壁の基礎地盤に対する最大摩擦抵抗その他の抵抗力が、擁壁の基礎の滑り出す力の 1.5 倍以上であること。
- (エ) 沈下に対する安定は、擁壁の地盤に生ずる応力度が当該地盤の許容支持力をこえないこと。なお、このとき地盤の極限支持力に対する安全率は 3.0 とする。

なお、詳細については「新・斜面崩壊防止工事の設計と実例」を参照。

イ 地震時における安定性の検討

地震時における安定性の検討を行うかどうかは、擁壁の規模や地域の状況等に応じて適切に判断するものとする。

6) 水抜穴

- ア 湧水、浸透水の基礎部への流入を避けるため、擁壁背面の水は速やかに前面に排出するものとする。
- イ 擁壁前面に排出した水は、擁壁付近に停滞させることなく速やかに処理するものとする。
- ウ 擁壁背面の水を排除するため、 $\phi 75\text{mm}$ 以上の水抜穴を 3m^2 に 1 か所以上の割合で設置するものとする。湧水、浸透水の多い場合は必要に応じて数量を増す。
- エ 擁壁背面には原則として栗石、砕石等を使用し、排水層を設ける。
- オ 水抜穴は排水が良好にできる位置に設置するものとする。
- カ 水抜穴の設置にあたっては土粒子等の吸出し防止に留意するものとする。土質、湧水等の現状により必要に応じて透水性の吸出し防止材を併用するものとする。
- キ 下段水抜穴より下部は捨てコンクリートなどを使用し、不透水層を設け擁壁工底部への浸透を防止する。

(2) アンカー工

アンカー工は、硬岩又は軟岩の斜面において、岩盤に節理・亀裂・層理があり、表面の岩盤が崩落または剥落するおそれがある場合、直接安定な岩盤に緊結したり、あるいは他工法と併用して、その安定性を高める目的で用いるものとする。

アンカー工は、グラウンドアンカー工とロックボルト工に大別するものとする。

【解説】

1) アンカー工を斜面の崩壊防止工事に用いる場合、次のような条件の斜面では有効な工法となる。

ア 斜面上下部に人家が接近していて、切土工や待受け式擁壁工等が施工できない場合、あるいは斜面勾配が急であったり斜面長が長くて現場打コンクリート法枠工やコンクリート擁壁工等の、安定が不足する場合。

イ アンカー体定着地盤・岩盤が比較的堅固で斜面表面より浅い位置にある（すなわちすべり面が比較的浅い）場合。

ウ 斜面崩壊の形状から、特に面的対策が必要とされる場合。

エ 大きな抑止力を必要とされる場合。

オ 杭工法等では、大きな曲げ応力の発生する場合。

2) アンカー工を永久構造物として用いる場合は、特に鋼材の防錆、定着荷重の点検、維持管理等を考慮して計画する。

3) アンカーの定着地盤はよく締まった砂礫層や岩盤とし、緩い砂層や粘土層、または被圧地下水のある砂地盤では避けなければならない。

アンカー工は単独で用いられることよりも、現場打コンクリート法枠工、コンクリート張工、擁壁工等の工法の安定性を高めるため併用されることが多い。

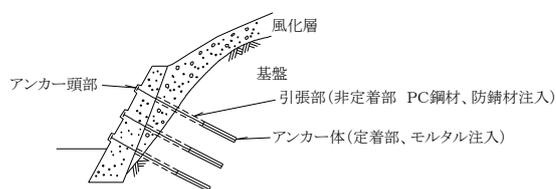


図 5.3 アンカー工の例（擁壁の補強）

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例（令和元年5月）

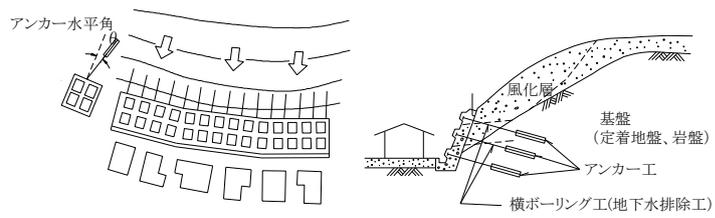


図 5.4 構造物およびアンカーの配置模式図

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例（令和元年5月）

(3) 押さえ盛土工

押さえ盛土工は、急傾斜地に盛土をすることにより急傾斜地の安定を図るように設計するものとする。

【解説】

押さえ盛土工は、急傾斜地の下部に盛土を行うことにより、すべり面を有する崩壊の滑動力に抵抗する力を増加させるもので、安定計算により所定の計画安全率（「新・斜面崩壊防止工事の設計と実例」を参照）を得られるように盛土量、盛土の位置を設計する。

また、押さえ盛土を行い、対象の急傾斜地が高さ 5m 未満又は傾斜度 30° 未満とすることで、急傾斜地の地形ではない状態にすることもできる。しかし、完全に実施されず、急傾斜地の残斜面が生じるのであれば、その残斜面に対する対策の必要性は残ることとなる。

押さえ盛土の盛土高およびのり面勾配は、盛土材料の材質および盛土基礎地盤の特性により定めるが、一般に、盛土ののり勾配は 1 : 1.8 ~ 1 : 2.0 とし、盛土の直高 5m ごとに 1.0 ~ 2.0m 程度の小段を設けている例が多い。

小段には水路を設ける必要がある。

急傾斜地に湧水がある場合は押さえ盛土工によりこれをしゃ断したり、その荷重によって地下水の出口が塞がれ、背後部の地下水位が上昇したりして急傾斜地が不安定になる恐れがあるため、地下水の処置には十分注意する必要がある。特に盛土位置において地下水が高く浸透水もしくは湧水の多い区域または軟弱地盤の区域には、盛土は原則として認めない。

押さえ盛土をした土地の部分に生じるがけ面（「がけ」とは、地表面が水平面となす角度が 30 度を超える土地で硬岩盤（風化の著しいものを除く。）以外のものをいい、「がけ面」とはその地表面をいう。）には擁壁を設ける。（5.1 土留参照）

のり面の勾配が 15 度以上で垂直高が 5 m を超える場合は、表 5.1 に定める幅をもつ犬走り（小段）を設ける。

表 5.1 垂直高と小段幅

垂直高	切土(のり切)	盛土
5 m 以内ごと	1 m 以上	1.5 m 以上
15 m 以内ごと	3 m 以上	3 m 以上

のり面は、降雨等によって崩壊や洗掘を受けやすいため、植生等ののり面保護工を設置する必要がある。

のり尻には原則としてのり止め擁壁を施工するものとする。コンクリート重力擁壁を用いる場合には、基礎掘削等により地すべりを誘発しないように十分な注意を要する。



図 5.5 押さえ盛土工の一例

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例（令和元年5月）

(4) 杭工、土留柵工

杭工及び土留柵工は、急傾斜地の崩壊を防止し、土圧により生ずるせん断および曲げモーメントに対して安全であるものとする。

【解説】

斜面上に杭を設置して斜面の安定度を向上させようとする工法には一般に杭工及び土留柵工がある。

1) 杭工

杭工は、杭のせん断及び曲げモーメント抵抗により急傾斜地のすべり力に抵抗することで、急傾斜地を安定させることを目的としている。この他、軟弱な地盤に杭を打込むことにより土塊を緊密させ、土塊の強度を増加させ急傾斜地を安定化させる場合もある。

杭工は急傾斜地の崩壊を防止する対策工事では、岩盤斜面の崩壊防止に用いられることがあるが、比較的まれである。また、単独で用いられる場合は少なく排水施設やのり切などのほかの工種と併用される場合が多い。

杭工の設計の詳細については、地すべり鋼管杭設計要領(社団法人斜面防災対策技術協会 2016)などを参照されたい。

2) 土留柵工

土留柵工は、表層付近のすべり性崩壊や局所的な崩壊を対象とし、作用する土圧に対してせん断及び曲げモーメントも対して安全であるように設計することで、これらを安定させることを目的としている。

急傾斜地中腹に設置するため、土留柵工により降雨水や湧水等が滞留し、また、新しい水みちができないように注意するとともに、適切な排水施設を設置することが望ましい。

土留柵工の設計の詳細については、「新・斜面崩壊防止工事の設計と実例」を参照とすること。

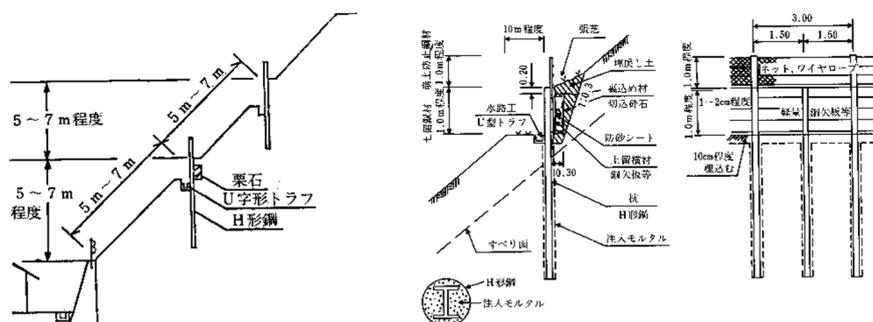


図 5.6 土留柵工の一例

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例（令和元年5月）

5.2 のり面保護工

(1) 張工

張工は、斜面の風化、侵食および軽微な剥離、崩壊を防止することを目的とする。

その種類としては、コンクリートブロック張（あるいは石張）工、コンクリート版張工、コンクリート張工がある。

原則として石張工、コンクリートブロック張工は1:1.0より緩い斜面に、コンクリート張工はそれより急な斜面に用いるものとする。張工の仕上がり勾配は、あくまでも地山の安定勾配でなければならない。

【解説】

1) 石張工、コンクリートブロック張工およびコンクリート版張工

法面勾配が1:1.0より緩い場合に用い、直高5.0mを標準とするが、これをこえる場合は地山の安定を考慮した法面勾配を検討する。石張工においては、石材の緊結が難しいので、極力緩勾配で用い、直高はあまり高くしないほうがよい。また、石張工は原則として練積みとする。

石張、ブロック張工に用いる石材、ブロックの控長は法面勾配と使用目的に応じて定める。

湧水や浸透水のある場合には、裏面の排水を良好にするため、ぐり石または切込砕石を用いて20cm程度の厚さの裏込めをしなければならない。

水抜工はφ50mm以上のものを用い、標準的には3m²に1箇所設けるものとするが、湧水の見られる場合、透水性の地山の場合等においては、必要に応じて増やすものとする。

コンクリート版張工は大型のRCブロックである。すり落ちや浮き上がり防止のために法枠工と併用して用いることが多い。

法面の縦方向に10m間隔で隔壁工あるいは継目を設けることが望ましい。事故の例としても、部分的な陥没と斜面の不整形、水処理の不十分さから、浸透水などの影響を受けて不等沈下や吸出現象を起こし、陥没破壊の原因となっている。法面長が長い場合（5m以上）には水平方向にも隔壁工を設けることが望ましい。

また、法面緑化を考慮したブロックもあるが、高価であり、水分供給等の面での工夫などに注意を要する（図5.7参照）。

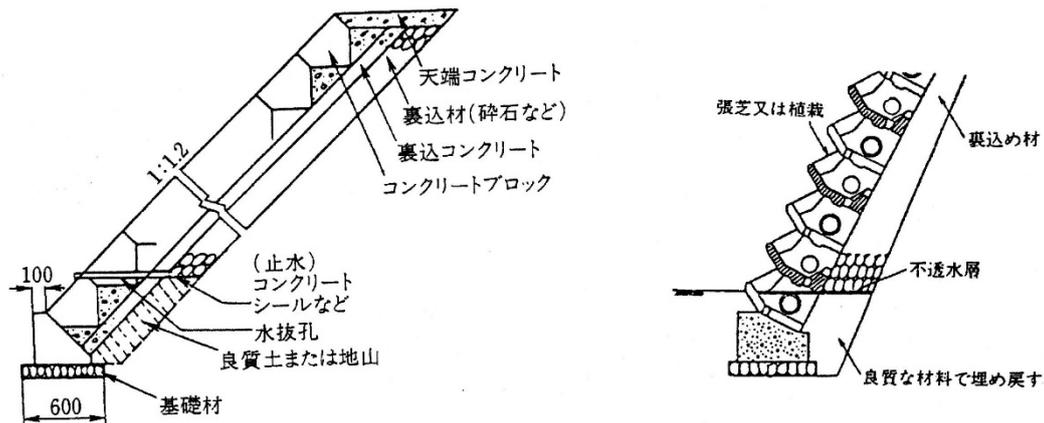


図 5.7 コンクリートブロック張工の例・緑化ブロックの例

2) コンクリート張工

比較的勾配の急な岩盤斜面における風化によるはく離崩壊を防止するために用いる。コンクリート張工の厚さは 20~80cm が一般的である。厚さの決定は地山の状態、のり高、のり勾配及び凍結の有無等を考慮して決定すべきであるが、非常に厚くしなければならないような地山の条件が悪い場合には、土圧を考慮したもたれ擁壁工及びロックボルトやグラウンドアンカー工の併用などとの適否を十分に検討することが必要である。

法面勾配は 1 : 0.5~1 : 1.0 を標準とし、断面内における勾配変化は避けなければならない。

やむを得ず大きな勾配変化をさせなければならないときには、小段を挟んで変化させるものとする。法高は 20m程度を限度とする。ただし、多段に設置する場合は 1 段 15m程度を限度とする。

一般に 1 : 1.0 程度の勾配の斜面には無筋コンクリート張工が、1 : 0.5 程度の勾配の斜面には鉄筋コンクリート張工が用いられる。また、地山との一体化を図るために、すべり止め鉄筋を用いることがあるが、これは、法長 1~4 m²に 1 本の割合で設置し、打ち込み深さは、コンクリート厚の 1.5~2.0 倍を標準とする。ロックボルトやグラウンドアンカー工を併用する場合は、張工に応力が作用するので、構造計算を行って、厚さ、鉄筋の背筋などを決定する必要がある。

天端及び小口部は、背後に水が回らないように地山を十分巻き込み、雨水等の浸透を防止しなければならない。

横方向の水路は、天端、小段及び下部に設け、縦方向の水路は現地の状況に応じて適当な間隔で設けるものとする。縦水路は水路深さを浅くし、幅を広げるようにして、勾配の変化等により飛び散ったり、溢れたりしないような構造とする。

水抜工は、標準的には 3m²に 1 箇所設けるものとするが、湧水の見られる場合、透水性の地山の場合等においては、必要に応じて増やすものとする。

コンクリート張工天端には、原則として上方に斜面が続く場合は落石防止柵を、上方が平坦な場合は侵入防止柵を設置するものとし、小段には必要に応じて落石防護柵を設けるものとする。

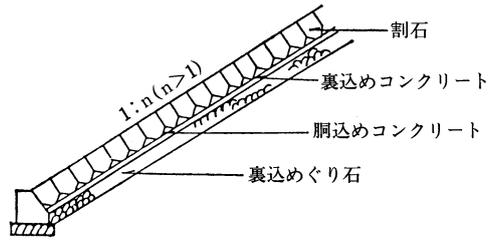


図 5.8 石張工の一例

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例（令和元年 5 月）

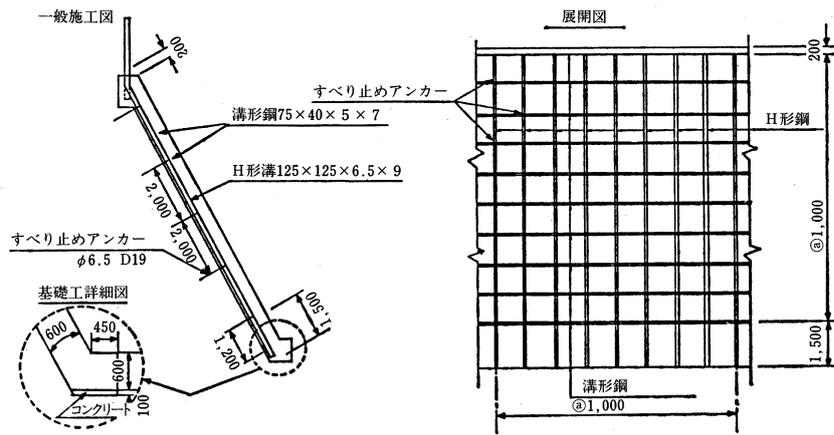


図 5.9 コンクリート張工の一例

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例（令和元年 5 月）

(2) 植生工

植生工は、のり面・斜面に植物を繁茂させることによって、雨水による侵食を防止し、さらに根により表土を緊縛することによる凍上崩壊を抑制し、緑化によるのり面周辺の自然環境との調和をはかる等の効果を目的としている。

【解説】

のり面の安定性を保持する上で、許容しうる範囲で植生工を併用し、周辺環境に調和するように配慮する。

1) 植生工の計画

植生工は植物を材料として扱っていることから、その施工には以下の条件が必要である。

- ア 基盤の状態：植物の生育基盤が侵食・崩壊に対して安定であること。
- イ 植物の適用範囲：選定した植物がのり面の地質、傾斜度と気象条件に適合し、緑化の目標に適合していること。
- ウ 施工方法：植物が定着し十分繁茂するまで侵食を受けず、永続して生育することができる植生工法であること。
- エ 施工時期：植物が発芽、生育し、侵食を受けない程度に成長するまでに必要な温度、水分、光等が確保できる期間であること。
- オ 異常気象と病虫害等：植物の生育上、不利な外的要因が発生しないこと。

出典：道路土工一切土工・斜面安定工指針（平成21年7月）

2) 植生工の選定

植生工には、使用植物の種類や地形、地質、気象、施工時期などに応じた適用工法があるので、導入工法をよく検討する必要がある。表 5.2 に植生工の選定の際の目安を示した。

表 5.2 植生工の選定の目安

土質・岩質		使用植物別の工種	
		木本類（先駆植物）	草本類
砂		客土吹付工、厚層基材吹付工、植生マット工	張芝工*、植生マット工*、客土吹付工*、厚層基材吹付工、土のう工
砂質土、礫質土、岩塊または玉石混じりの砂質土	縮まっているもの	客土吹付工、厚層基材吹付工、植生マット工	張芝工*、植生マット工*、客土吹付工*、植生ネット工*、厚層基材吹付工、
	縮まっているもの	客土吹付工、厚層基材吹付工、植生マット工	植生マット工*、客土吹付工*、厚層基材吹付工、土のう工
粘土、粘性土、岩塊または玉石混じりの粘質土、粘土	縮まっているもの	植生マット工、客土吹付工、厚層基材吹付工、	張芝工*、植生マット工*、種子散布工*、客土吹付工*、厚層基材吹付工
	縮まっているもの	植生マット工、客土吹付工、厚層基材吹付工、	張芝工*、植生マット工*、種子散布工、客土吹付工*、厚層基材吹付工、土のう工
軟岩	亀裂がなく勾配が1:1.0以上	植生マット工、客土吹付工、厚層基材吹付工、	植生マット工*、種子散布工*、客土吹付工*、厚層基材吹付工、土のう工
	亀裂があり勾配が1:0.5以上		

注1) *印は肥料分の少ないのり面では追肥管理が必要

注2) 客土吹付工は多雨、強雨地域では流亡しやすいので検討する。

注3) 土のう工は肥沃な土を使用した場合には追肥の必要がない。

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例（令和元年5月）

(3) 吹付工

吹付工は、のり面・斜面の侵食を防止するとともに、のり面・斜面を外気および雨水等から遮断することにより風化を防止し、のり面・斜面を形成する地盤の強度低下を防ぐことを目的としている。

【解説】

吹付工は、切土した時点では安定した外観をしているが、切りっぱなしの状態でおくと著しく風化が進みやすい岩質や、すでにある程度、風化が進行していて崩落のおそれのある岩盤で植生工やプレキャストのり枠工程度では不十分な場合などののり面の保護をするために行うものである。

1) 吹付工の計画

吹付工は湧水がない岩盤で、亀裂が小さく崩壊が予想されないところに適している。湧水が多いと吹付けされた層と地盤との間の密着、一体化が阻害され、さらに凍結・融解を繰り返すことによってはく離をきたすこととなる。このような箇所での吹付工の施工に際しては、湧水処理を行う必要がある。

本工法を採用する場合には、恒久的な災害防止機能も要求されるので、特にモルタル吹付工の適用には耐久性等に十分な注意を払う必要がある。コンクリート吹付工においても基本的には軟岩以上の岩盤に適用することが望まれる。

2) 吹付工の設計

設計吹付厚は、のり面の傾斜度、凹凸の程度、岩質、亀裂とその方向、のり面の緩み、風化の程度、気象、地形、のり面の安定性、施工性や経済性も考慮して決定する必要がある。

ア 吹付厚

吹付厚は、「新・斜面崩壊防止工事の設計と実例」による。

吹付厚は勾配が、1 : 0.3 程度の斜面では 7~10cm のモルタル吹付、1 : 0.5 程度の軟岩などの斜面では 10~15cm のコンクリート吹付が多い。

イ 補強

切土後の法面の状態は、一般に法面全体が均質なことは少なく、風化の著しい部分、土の部分等が介在しており、場所により気温の変化による膨張・収縮が若干異なるので、吹付層の中間付近に原則として鉄筋を入れた上に、ワイヤラス、ワイヤーメッシュ等の補強金網を張り付けたり、桁吹付工または部分的に特殊現場打法枠工を組み入れる。

補強金網はアンカーバーまたはアンカーピンで固定する。

ウ 伸縮目地、水処理

凹凸の著しい斜面に伸縮目地を設置するのは困難であるが施工厚が薄いため、温度変化による影響を受けるので、凹凸により膨張・収縮はある程度吸収されるものの、伸縮目地は法面縦方向に 5~10m 間隔で設置することが望ましい。

法面の安定を保つためには、水処理が大切であり、湧水などが局所的にある場合などは、図 5.10 のような処理方法を行うことが重要である。その他の箇所については水抜きパイプを設置し背面の浸透水などを排除する。水抜きパイプは標準として $\phi 50$ mm 以上で、 3 m^2 に 1 本程度を目安

に設置する。

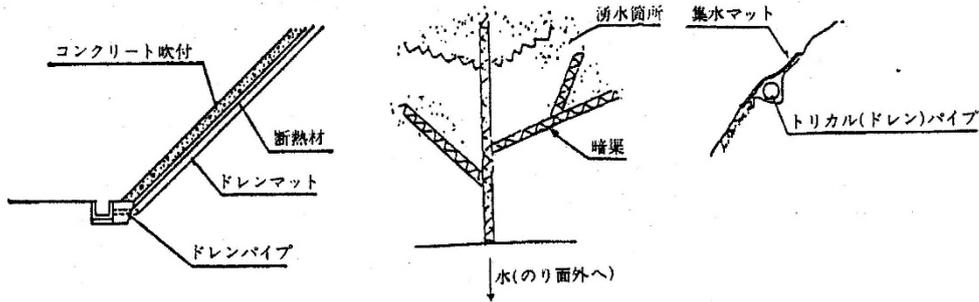


図 5.10 水処理・湧水処理の一例

エ 法肩、法尻

法肩部は、地下水の浸透などにより最も崩壊しやすい部分となる。したがって地山に沿って吹付工を巻き込む（図 5.1 1）。

吹付工の上方には、水路工を設けることが望ましい（図 5.1 1）。吹付工の法尻では、吹付工表面の流水による侵食を防止するため、排水路と一体になるように設計する（図 5.1 2）。

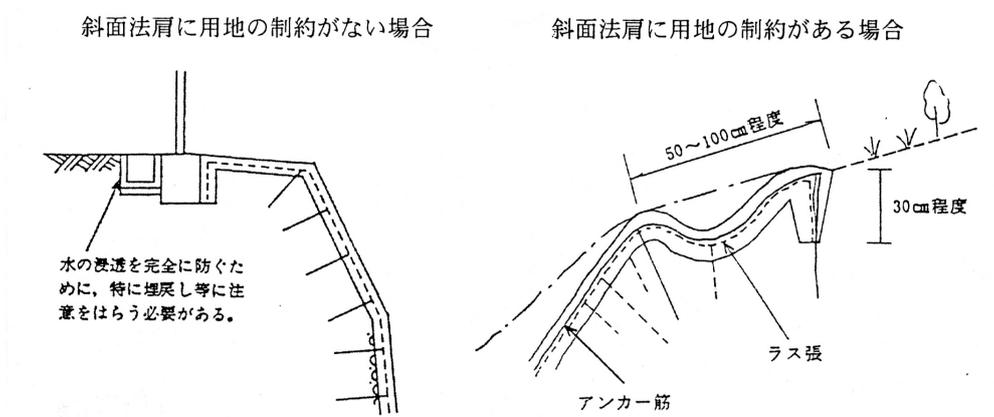


図 5.1 1 法肩の処理の一例

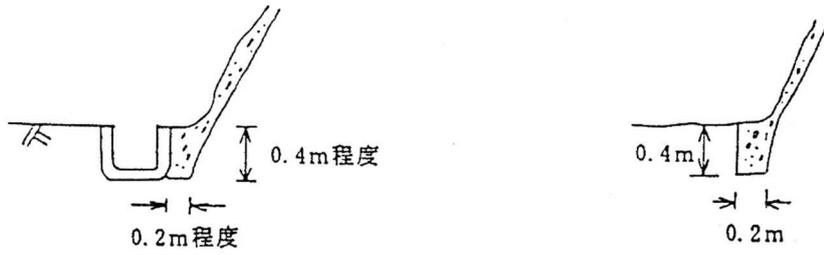


図 5.12 法尻の処理の一例

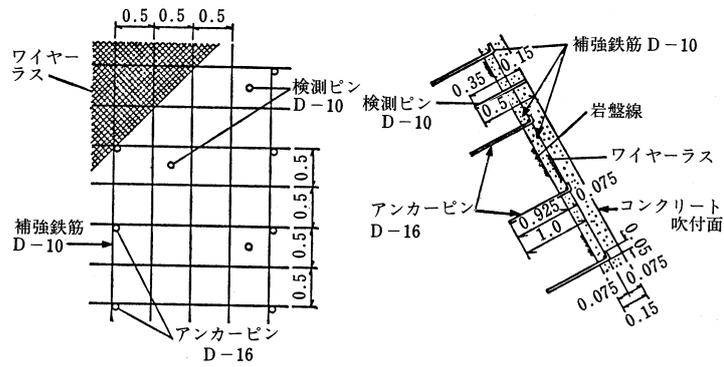


図 5.13 コンクリート吹付工の一例（単位：m）

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例（令和元年5月）

(4) のり枠工

のり枠工は、法面の風化・侵食を防止するとともに、法面表層の崩壊を抑制することを目的とする。

のり枠工は湧水を伴う風化岩や硬土、長大法面などの下部法枠等長期にわたる安定を確保する必要のある箇所に計画する。

のり面に現場打ちコンクリートやプレキャスト部材によって枠を組み、その内部を植生、コンクリート張工等で被覆することによってのり面の風化、侵食を防止して、のり面表層の崩壊を抑制することを目的としている。

【解説】

1) のり枠工の一般的留意事項

- ア ロックボルトやグラウンドアンカーを併用し、小～中程度の抑止効果が期待できる。
- イ 最近では環境の面から積極的に植生工を取り入れることが望ましいとされている。したがって、周辺の環境を考慮して設計・施工を行う。
- ウ 植生工のみでは表面侵食が防止できない場合、かつ原則として斜面・法面勾配が1:1.0より緩く地山全体が安定しているときは、プレキャストのり枠工を検討する。また斜面長が短いときは鋼製のり枠等のり枠工を用いることもある。
- エ 植生工に適さない硬土、軟岩に類するのり面の場合には、プレキャストのり枠工と客土による植生工を検討する。
- オ 切土のり面、長大斜面や土質が不良な場合などで長期にわたる安定を確保すること目的とするのり面、節理・亀裂等のある岩盤で支保工的機能を期待して用いる場合、および斜面・法面勾配が1:1.0より急な場合は、一般に現場打コンクリートのり枠工が適用される。
- カ のり枠の中詰めは植生によって保護するのが望ましいが、植生工が不適当な場合は土質に応じた中詰めを行う。
- キ 湧水のあるのり面の場合は、吸出し防止に十分配慮したのり枠背面の排水処理を行う必要がある。特に現場打コンクリートのり枠工は傾斜度の急な場合が多く、吸出しが懸念されるので、必要に応じて暗渠方式などによる完全な排水工を検討する。
- ク 地盤に応じた基礎を検討する。
- ケ 地山との一体化をはかるため、のり枠にすべり止めの杭、すべり止め鉄筋を設置する。

2) のり砕工の分類

のり砕工は図 5.14 に示すように分類される。

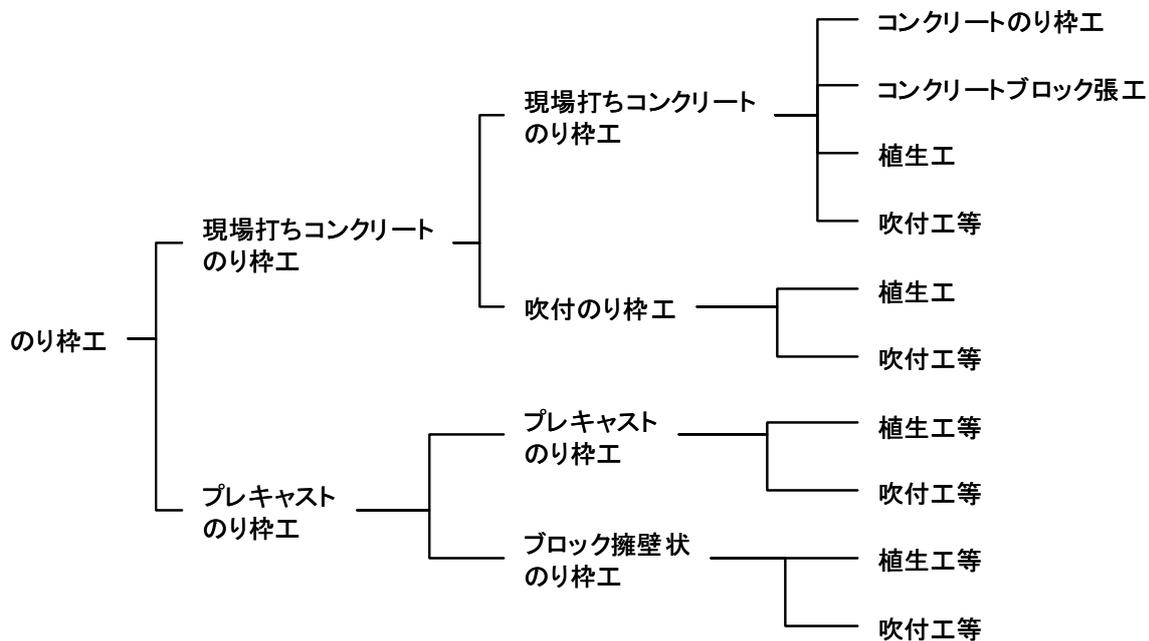


図 5.14 のり砕工の分類

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例（令和元年5月）

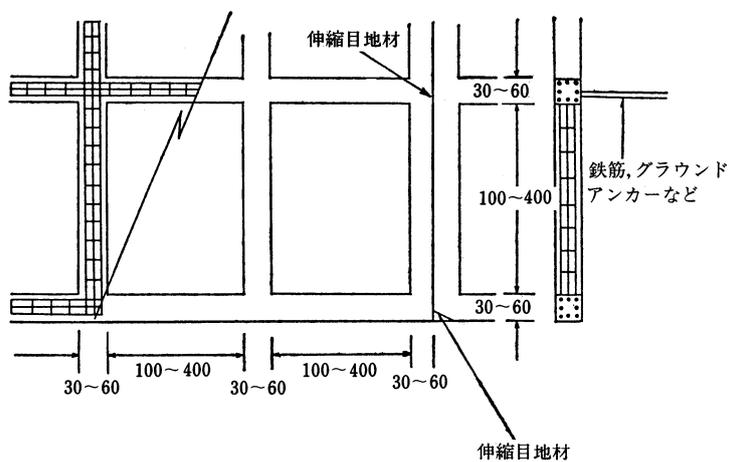


図 5.15 現場打コンクリートのり砕工の一例

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例（令和元年5月）

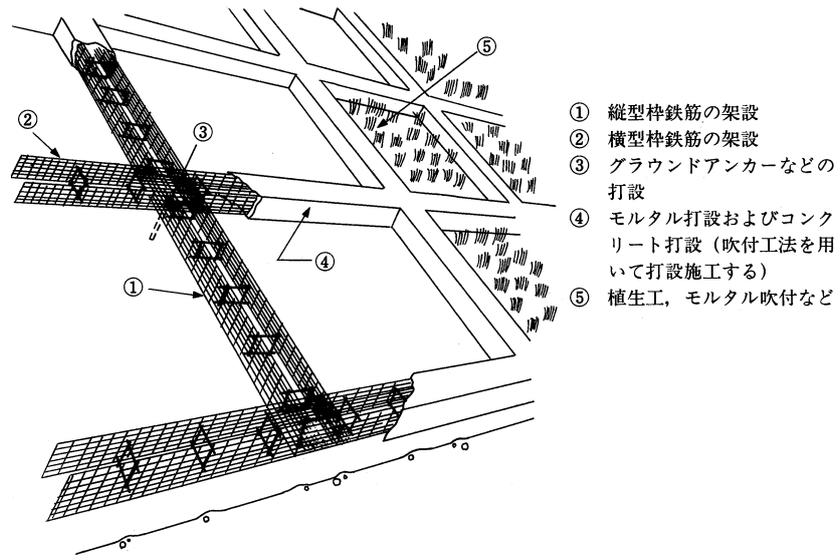


図 5.16 吹付枠工施工の一例

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例（令和元年5月）

(5) 編柵工

編柵工は植生工の補助として、降雨や地表水によるのり面の表土の侵食を防止するために用いられる。

【解説】

編柵工の一般的な留意事項を以下に示す。

- ア 編柵工は植生工の補助として、降雨や地表水によるのり面表土の侵食を防止するために用いられる。
- イ 編柵工の杭や柵の材料は、短期に植生が活着繁茂すると予想される場合は松丸太や粗朶、竹を使用し、植生の活着までに比較的長期間を要すると考えられる場合、あるいは特にのり面が不安定と考えられる場合は合成樹脂製品の杭や柵あるいはH形鋼杭などを用いる。
- ウ 一般に杭長は1~2m程度とし、杭の太さは9~15cm、杭間隔は0.5~1.0mを標準とする。また杭の配列間隔は、一般に斜面長方向に1.5~3.0m程度とする。
- エ 杭の根入れは杭長の2/3以上は埋め込まなければならない。
- オ 杭の打込方向は一般に鉛直方向から斜面直角方向までの間とする。

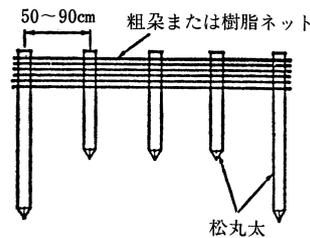


図 5.17 編柵工の一例

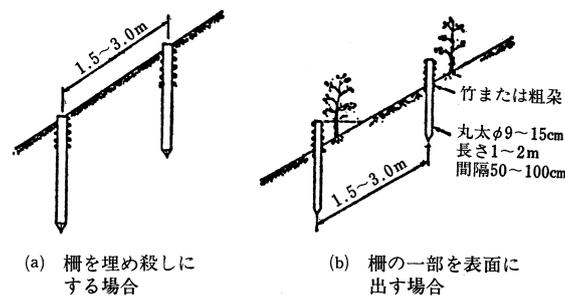


図 5.18 編柵工の打込方法

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例（令和元年5月）

5.3 排水工

排水施設は、急傾斜地の崩壊の原因となる地表水及び地下水を速やかに急傾斜地から排除することが目的である。

【解説】

1) 目的、種類および一般的留意事項

地表水及び地下水は、急傾斜地の崩壊の要因となる場合が多く、排水施設はほとんどの対策工事に用いられる。

また、排水施設は、急傾斜地の安定を損なう地表水・地下水を速やかに集めて急傾斜地外の安全なところへ排除したり、地表水・地下水の急傾斜地への流入を防止することで急傾斜地の安定性を高めると同時に土留、のり面保護施設等の他の崩壊防止施設の安定性を増すことを目的として用いられる。

2) 種類と適用

地表水の集水、急傾斜地外への排水、急傾斜地内への流入防止のために用いられるものは一般に地表水排除工と呼ばれ、のり肩排水路工、小段排水路工、縦排水路工、浸透防止工、および谷止工がある。また主として地下水の集水、急傾斜地外への排水、急傾斜地内への流入防止のために用いられるものは一般に地下水排除工と呼ばれ、暗渠工、横ボーリング工などが急傾斜地では主として用いられ、その他には遮水壁工、集水井工、排水トンネル工などがある。

排水工の計画・設計にあたっては対象の急傾斜地付近の気象、地形および地表面の被覆状況、地質・土質と地下水・湧水、急傾斜地および周辺の既設排水施設の断面と状況、および排水系統を調査し、排水系統全体のバランスがとれるよう合理的に計画・設計する。

地表水排除工に用いる水路等の断面を決定するには、当該急傾斜地の周辺の既設排水施設の実態、および当該急傾斜地からの流出量、維持管理、施工性等を総合的に検討して決定する。計画排水量（計画流出量）の算定と排水工の断面形状の検討にあたっては、「新・斜面崩壊防止工事の設計と実例」によるものとする。

また、降雨確率については当該水系の下流で現に実施している河川改修計画と整合のとれたものとなるように計画する。

(1) 地表水排除工

地表水排除工は主として排水路により地表水を速やかに集めて急傾斜地外の安全なところへ排除し、他の地域からの地表水の急傾斜地内への流入を防止することで、急傾斜地の安全性を高めようとするものである。また、土留及びのり面保護施設の安定度を高めて、急傾斜地の崩壊を防止しようとするものである。

【解説】

排水路工には、のり肩排水路、小段排水路、縦排水路等がある（図 5-19 参照）。

1) のり肩排水路・小段排水路

のり肩排水路、小段排水路は急傾斜地に流入する地表水および急傾斜地内の降雨水および湧水を集水し、縦排水路に導き速やかに急傾斜地外に排除するもので、原則として斜面上及び小段の全区間に設置するものとする。

水路勾配については、縦排水路に向かって流れやすい勾配にし、途中で屈折点などの逆勾配部分をなくし滞水しないように注意する。

断面は土砂や枝葉等の流入、堆積を見込んで十分余裕をもたせた断面とする。水路の構造はコンクリートブロック製品が多く用いられるが、施工にあたっては漏水、越水又は滞水しないよう注意する。基礎部分が軟弱であればぐり石等で敷き固め、その上にならシコンクリートを打設し不等沈下を防ぐ。のり肩排水路と小段排水路の間隔および小段排水路相互の間隔は通常小段間隔と同じで直高 5m 程度が標準である。

侵食されやすい砂質土からなるのり面および重要なのり面に設置する排水路工は経済性を検討しコンクリート、アスファルト等で被覆し、侵食等を防止しなければならない。

のり肩排水路、小段排水路には土砂の堆積や越流など維持管理上の問題を生じないように縦断勾配を設ける。

2) 縦排水路

縦排水路は、集水した水を速やかに区域外に排出するためのもので、次の事項を考慮し設計するものとする。

縦排水路の配置間隔は 20m を標準とする。

縦排水路と横排水路の連結点、屈曲点、勾配急変点など流れが急変する所には、集水柵を設けるものとする。また、縦排水路の勾配が急な場合等で水の飛散が考えられる場合は、縦排水路の周辺の侵食防止、縦排水路の被覆等を行うものとするが、維持管理しやすい構造とするものとする。

3) 湧水の措置

斜面・のり面に湧水などがある場合には、縦排水路ならびに地下水排除工などに排除するものとする。

また必要に応じて、土砂流出に対し蛇籠等により措置する。

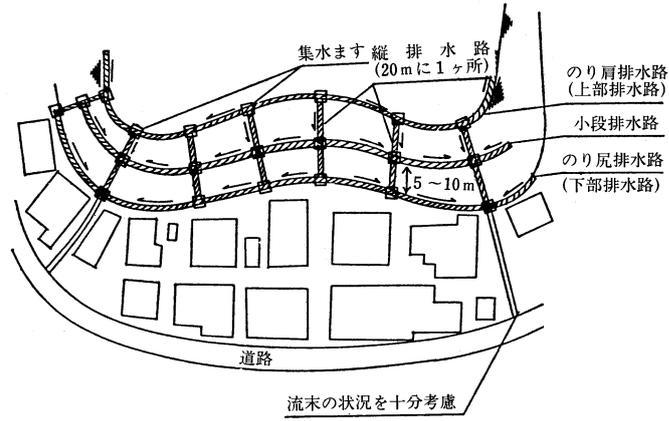


図 5.19 地表水排除工模式図

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例（令和元年5月）

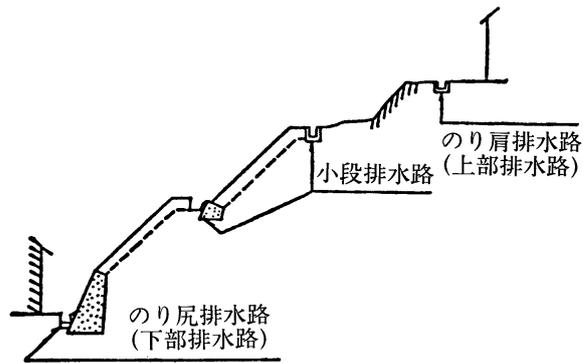


図 5.20 のり肩排水路、小段排水路等の設置位置

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例（令和元年5月）

(2) 地下水排除工

地下水排除工は地表面下に透水性のある層をつくって急傾斜地内に分布している地下水を誘導排水し、土塊中の含水比や間げき水圧を下げて急傾斜地を安定させるものである。

【解説】

この方法を採用する場合は、主に地すべり性の崩壊が予想される地質構造あるいは地下水が豊富な箇所であるが、その規模も地すべり防止工事に比較して一般に小規模な場合が多い。

主として地表水の浸透が多く軟弱な箇所あるいは湧水の多い箇所では、暗渠工が地表水排除工に併設され、また地下水の豊富な箇所では横ボーリング工が用いられている。

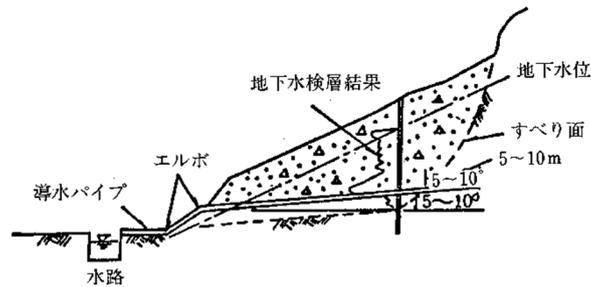


図 5.21 横ボーリング工の事例（断面図）

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例（令和元年5月）

6. 崩壊した土石等を堆積させるための施設の設計

6.1 待受け式盛土工

待受け式盛土工は急傾斜地の崩壊等により生ずる土石等を急傾斜地との間に堆積させて、特定予定建築物の敷地に土石等が到達することのないようにするものである。待受け式盛土工の設計に当たっては、土圧、水圧、自重の他、土石等の移動の力及び堆積の力を考慮して損壊、転倒、滑動又は沈下をしない構造とするものとする。

【解説】

(1) 設計手順

待受け式盛土工の設計は、以下の手順にて行うことを標準とする。

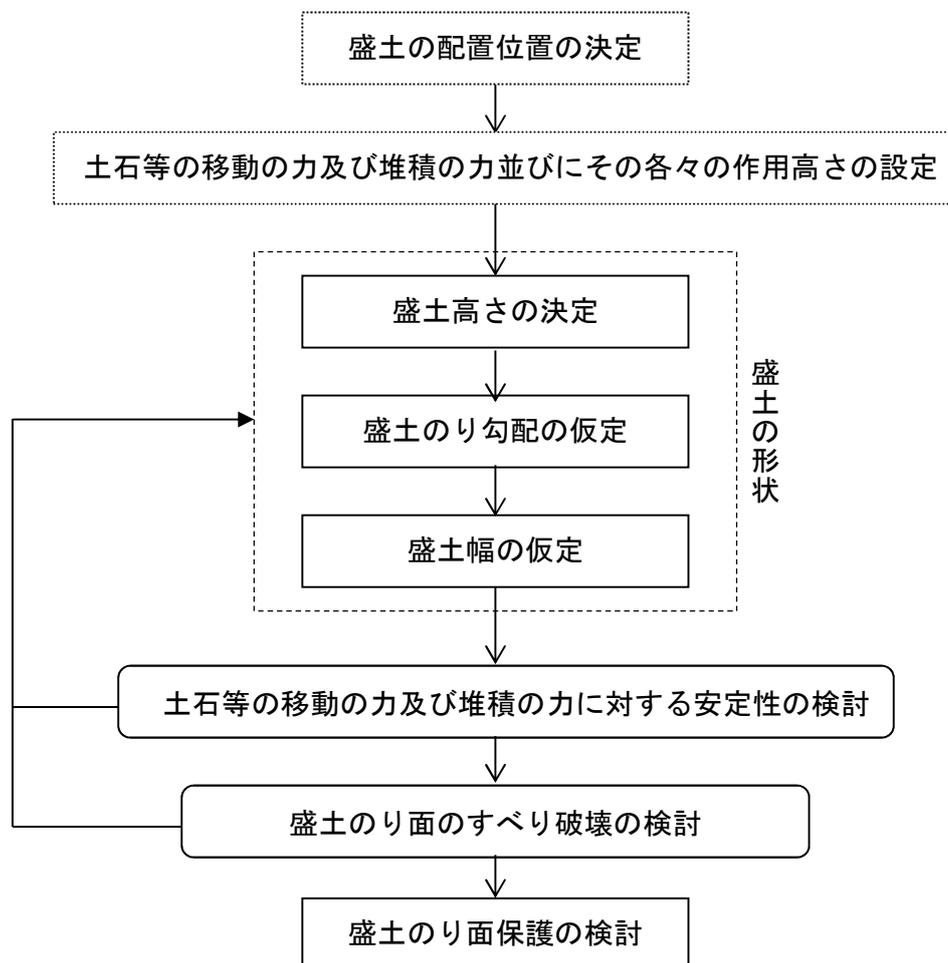


図 6.1 待受け式盛土工の設計手順

(2) 盛土の形状

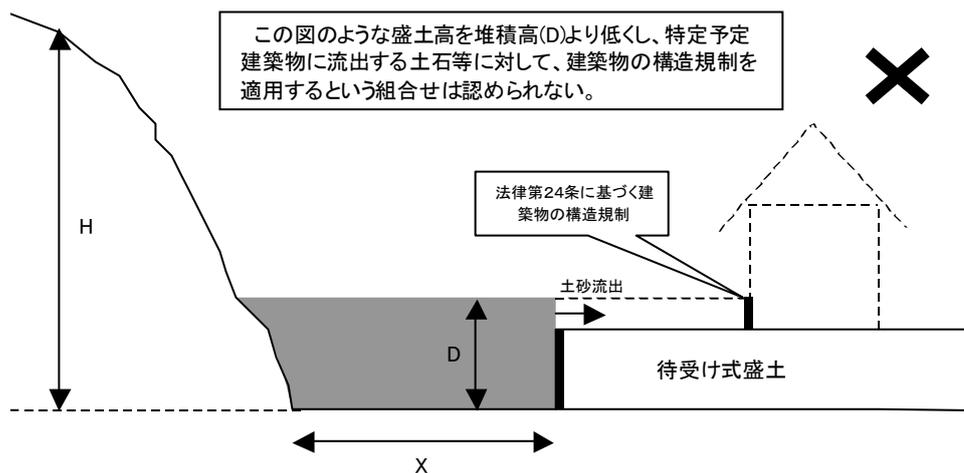
1) 盛土高

盛土高は、想定される土石等の堆積の高さ以上とする。

【解説】

特定予定建築物の敷地に土石等が到達することのないようにするため、盛土高は、その盛土の急傾斜地側のり尻における土石等の堆積の高さ以上とする。堆積高については開発の計画に基づいて、定められた方法によって計算する必要がある、その計算方法については、「3.2 (3)」に示した。

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



D: 急傾斜地の下端からの距離がX地点における堆積高

図 6.2 待受け式盛土及び建築物の構造規制の組み合わせ

2) 盛土のり面勾配

盛土のり面の勾配は、安定性を十分検討した上で決定すること。

【解説】

盛土のり面の勾配については、表 6.1 を標準とし、すべり破壊に対する安全性を確保するものとする。

表 6.1 盛土材料および盛土高に対する標準のり面勾配

盛土材料	盛土高(m)	勾配	摘要
粒度の良い砂(S)、礫および細粒分混じり礫(G)	5 m以下	1 : 1.5 ~ 1 : 1.8	基礎地盤の支持力が十分にあり、浸水の影響のない盛土に適用する。
	5 ~ 15m	1 : 1.8 ~ 1 : 2.0	
粒度の悪い砂(SG)	10m以下	1 : 1.8 ~ 1 : 2.0	()の統一分類は代表的なものを参考に示す。標準のり面勾配の範囲外の場合は安定計算等による検討を行う。
岩塊(ずりを含む)	10m以下	1 : 1.5 ~ 1 : 1.8	
	10 ~ 20m	1 : 1.8 ~ 1 : 2.0	
砂質土(SF)、硬い粘質土、硬い粘土(洪積層の硬い粘質土、粘土、関東ロ)	5 m以下	1 : 1.5 ~ 1 : 1.8	
	5 ~ 10m	1 : 1.8 ~ 1 : 2.0	
火山灰質粘性土(V)	5 m以下	1 : 1.8 ~ 1 : 2.0	

注) 盛土高は、のり肩とのり尻の高低差をいう。

出典：道路土工一切土工・斜面安定工指針（平成21年7月）

表 6.1 の標準値の範囲に幅を持たせているが、低い盛土については施工性を考慮しているためであり、良好に施工できれば最急勾配を標準値とすることができる。高い盛土については、その範囲内で現地状況・施工性などから判断する必要がある。

3) 盛土幅

盛土の天端幅は、安定計算により必要な幅を求めるものとする。

【解説】

対策工事としての盛土の必要幅は、盛土を一体構造とする安定計算により求めることとする。

(3) 待受け式盛土工の安定性の検討

待受け式盛土工の安定性は、待受け式盛土全体を一体構造としてみなし、以下の①～④の検討を行うものとする。

- ① 転倒に対する安定性
- ② 滑動に対する安定性
- ③ 沈下に対する安定性
- ④ 盛土のり面のすべり崩壊に対する安定性

【解説】

待受け式盛土工は、盛土のり面のすべり破壊の検討によって盛土自体の安定性を検討する必要がある。急傾斜地が発生した場合に生じた土石等による移動の力及び堆積の力に対して、待受け式盛土自体の重量に不足がないか、地盤の支持力が十分かについても確認するものとする。そのため、盛土自体を一体構造として捕らえることとし、そのことによって重力式擁壁の設計にあたって通常行っている安定性の検討方法を適用するものとする。

1) 荷重の条件

待受け式盛土工の設計に用いる荷重は常時における自重、移動の力及び堆積の力の組み合わせとする。詳細については「3.2 設計外力の設定」を参照すること。

ア 移動の力

単位面積あたりの移動の力は、移動の高さ(h)の 1/2 の高さで盛土のり面に作用させるものとする。待受け式盛土に作用する衝撃力 $F(\text{kN/m}^2)$ は以下のとおりとする。

$$F = F_{sm}$$

ここに、

F_{sm} : 移動の力 (kN/m^2)

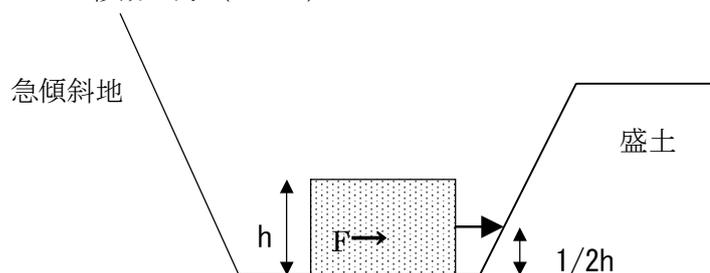


図 6.3 移動の力が盛土に作用するイメージ

イ 堆積の力

土石等の堆積の力は土石等の堆積高（D）まで盛土に作用するものとする。
堆積の力が盛土に作用する水平分力：鉛直分力は次式で与えられる。

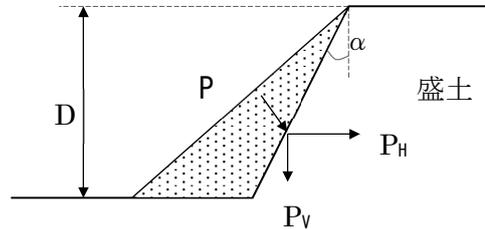


図 6.4 堆積の力が盛土に作用するイメージ

水平分力

$$P_H = P \cos(\alpha + \delta)$$

ここに、

- P_H : 堆積の力の水平分力 (kN/m)
- P : 堆積の力 (kN/m)
- α : 盛土のり面と鉛直面となす角
- δ : 壁面摩擦角 (=土石等の内部摩擦角)

鉛直分力

$$P_V = P \sin(\alpha + \delta)$$

ここに、

- P_V : 堆積の力の鉛直分力 (kN/m)
- P : 堆積の力 (kN/m)
- α : 盛土のり面と鉛直面となす角
- δ : 壁面摩擦角 (=土石等の内部摩擦角)

作用位置

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

2) 転倒に対する安定性の検討

盛土の底版下面には、盛土の自重及び堆積の力による荷重が作用する。底版下面における地盤反力はこれらの荷重合力の作用位置により異なる。図 6.5 において、つま先から合力 R の作用点までの距離 d は次式で与えられる。

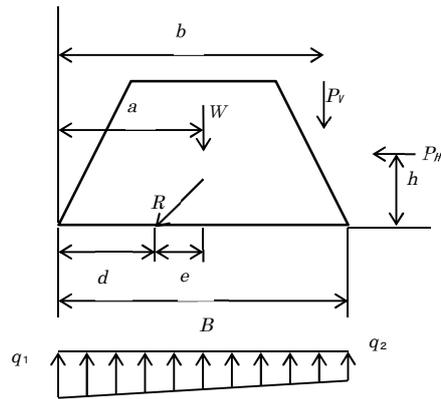


図 6.5 地盤反力度の求め方

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

ここに、

- W : 盛土の自重 (kN/m)
- P_H : 堆積の力の水平分力 (kN/m)
- P_V : 堆積の力の鉛直分力 (kN/m)
- A : 盛土つま先と W の重心との水平距離 (m)
- B : 盛土つま先と P_V 作用点との水平距離 (m)
- H : 盛土かかとと P_H の作用点の鉛直距離 (m)

合力の作用点の底盤中央からの偏心距離 e は次式で表される。

$$e = B/2 - d$$

ここに、

- e : 偏心距離
- B : 盛土の底版幅

移動の力または堆積の力に対して偏心距離 e は次の式を満足しなければならない。

移動の力に対して

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

堆積の力に対して

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

3) 滑動に対する安定性の検討

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

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

ここに、

W : 盛土の自重 (kN/m)

P_H : 移動の力または堆積の力の水平分力 (kN/m)

P_V : 移動の力または堆積の力の鉛直分力 (kN/m)

φ_B : 内部摩擦角 (°) * 1

c : 粘着力 (kN/m²) * 1

B : 盛土の底版幅 (m)

* 1 : 待受け式盛土の場合、盛土を構成する材料が土であるので、基礎地盤の内部摩擦角と粘着力から得られる抵抗力と盛土の内部摩擦角と粘着力から得られる抵抗力とのうち、小さい値を用いるものとする。

安全率 F_s は、堆積の力に対して 1.2 以上、移動の力に対して 1.0 を下回ってはならない。これら所定の安全率を満足できない場合は、原則として底版幅を変化させて安定させるものとする。

4) 沈下に対する安定性の検討

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

地盤反力度は次式によって与えられる。

ア 合力作用点が底版中央の底版幅 1/3 (ミドルサード) の中にある場合

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

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

ここに

W : 盛土の自重 (kN/m)

P_v : 移動の力または堆積の力の鉛直分力 (kN/m)

e : 合力作用点の底版中央からの偏心距離 (m)

B : 盛土の底版幅

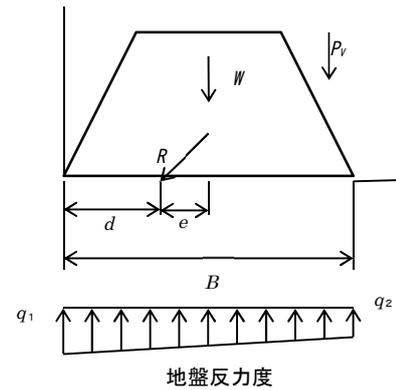


図 6.6 地盤反力の求め方

イ 合力作用点が底版中央の底版幅 2/3 の中にある場合

(かつ底版中央の底版幅 1/3 (ミドルサード) の外にある場合)

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

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

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

ここに

q_a : 地盤の許容支持力度 (kN/m²)

q_u : 地盤の極限支持力度 (kN/m²)

F_s : 地盤の支持力に対する安全率

地盤の支持力に対する安全率は堆積の力に対して 2.0、移動の力に対して 1.0 とする。

5) 転倒、滑動及び沈下の安全率のまとめ

以上の転倒、滑動及び沈下の安全率についてまとめると、表 6.2 のようになる。

表 6.2 安全率

	堆積の力に対して	移動の力に対して
転倒	$ e \leq B/3$	$ e \leq B/3$
滑動	$F_s \geq 1.2$	$F_s > 1.0$
沈下	$q \leq q_u/F_s$ $F_s = 2.0$	$q \leq q_u/F_s$ $F_s = 1.0$

6) 盛土のり面のすべり崩壊に対する検討

待受け式盛土の損壊に対する安定性の検討にあたっては、常時及び地震時において円弧すべり面法によるり面の安定性の検討を行うことを標準とする。ただし、安定計算の結果のみを重視してり面勾配等を決定することは避け、近隣又は類似土質条件の施工実績、災害事例等を十分に参考にすること。

なお、常時の安定の検討は次の2つの場合について行う。

- ① 盛土施工直後
- ② 盛土施工後長時間経過後に降雨及び山地よりの浸透水のある場合

安定計算は一般に図 6.7 に示すような円弧すべり面を仮定した分割法を用いて行えばよい。この方法はすべり面上の土塊をいくつかの分割片に分割し、分割片のせん断力と抵抗力をそれぞれ累計し、その比によって安全率を求めるもので、計算式は次式のようなになる。一般に分割の数は6～7個以上にすればよい。

なお、円弧すべり面の代わりに直線の複合すべり面を仮定した計算方法もある。

$$F_s = \frac{\sum \{c \cdot l + (W - u \cdot b) \cos \alpha \cdot \tan \phi\}}{\sum W \cdot \sin \alpha}$$

ここに、

F_s : 安全率

c : 粘着力 (kN/m²)

ϕ : せん断抵抗角 (°)

l : 分割片で切られたすべり面の弧長 (m)

W : 分割片の全重量 (kN/m)

U : 間げき水圧 (kN/m²)

b : 分割片の幅 (m)

α : 各分割片で切られたすべり面の midpoint とすべり円の中心を結ぶ直線と鉛直線のなす角 (°)

常時の盛土の設計においては最小安全率が 1.2 以上となる断面とすること。

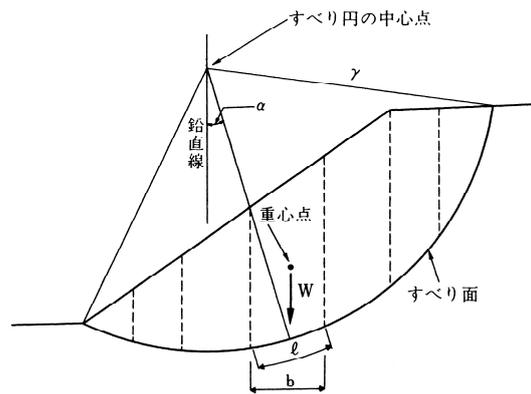


図 6.7 円弧すべり面を用いた常時の安定計算法

安定計算の方法として全応力法と有効応力法がある。有効応力法は土中の間げき水圧の設定が容易な場合、及び間げき水圧の実測地がある場合に有効な方法であり、全応力法はその他の場合に簡便な方法として採用される。

(4) のり面保護施設

土留又はのり面保護施設は、土留の必要性及び盛土のり面の安定性の検討を踏まえ、土質、気象条件、各工法の特徴等について検討し、安定性、耐久性、施工性、周囲の環境との調和などを十分考慮して、工法を選定すること。

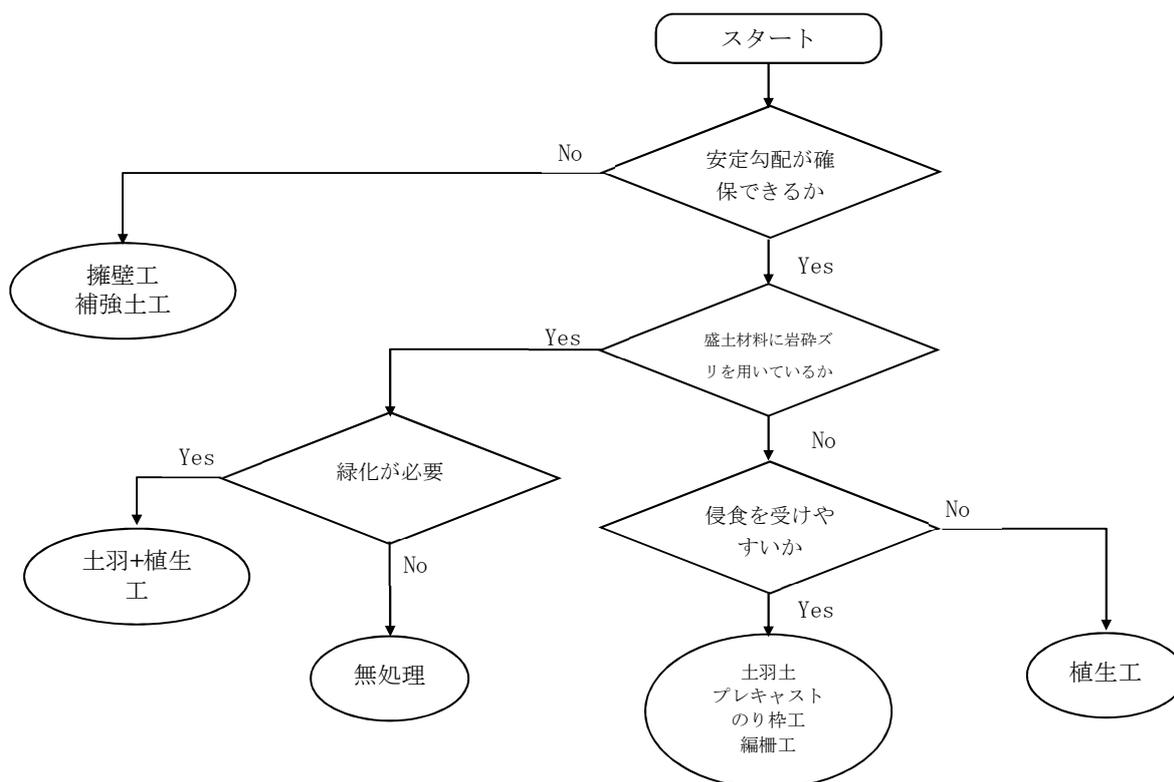
【解説】

盛土のり面の安定性については、「6. 1 (3) 6)盛土のり面のすべり崩壊に対する検討」を参照する。

これらの検討を踏まえて、盛土の安定性を確保することができるのり面保護施設の選定を行うものとする。選定における留意点は次のとおりである。

- ① 必要に応じ各種工法を適切に組み合わせて計画する。
- ② のり面の安定性を保持する上で許容しうる範囲で植生工を併用し、周囲の環境に調和するように配慮する。

また、参考までに盛土のり面における一般的なのり面保護工選定フローを示す。



出典：宅地防災マニュアルの解説（平成 19 年 12 月）

図 6. 8 盛土のり面におけるのり面保護工の選定のフロー

(5) その他

盛土の施工および施工場所の選定等にあたっては、以下のことを十分考慮すること。

【解説】

盛土の施工および施工場所の選定等にあたっては、以下のことに十分留意しなければならない。

- ① 盛土材料は、せん断強度が大きく圧縮性の小さい土を使用し、ベントナイト、温泉余土、酸性白土や有機質を含んだ土は使用してはならない。
- ② 盛土の高さは原則として最高 15m までとし、直高 5m 毎に巾 1m 以上の小段を設置する。
- ③ 盛土のり面は、擁壁工やのり面保護工などにより、適切に処理しなければならない。
- ④ 地下水位が高く浸透水及び湧水の多い区域、軟弱な基礎地盤区域には盛土は原則として認めない。
- ⑤ 溪流に対し残流域の生ずる埋立ては極力さけるものとする。
- ⑥ 盛土をする場合には、盛土に雨水その他の地表水の浸透によるゆるみ、沈下又は崩壊が生じないように、締固めその他の措置が講じなければならない。
- ⑦ 著しく傾斜している土地において盛土をする場合には、盛土をする前の地盤と盛土とが接する面がすべり面とならないように、段切りその他の措置が講じなければならない。

6.2 待受け式擁壁工

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

さらに、高さが2mを超える擁壁については、建築基準法施行令第142条に定めるところによるものとする。

※高さが2mを超える擁壁については、「7. 高さ2mを超える擁壁の設計」を参照すること。
※待受け式擁壁で土圧を常時受けない形態のものは、建築基準法では「擁壁」ではなく「塀等」に分類される場合もあるため、取扱いについて建築部局に確認すること。

【解説】

(1) 設計手順

待受け式擁壁工の設計は、以下の手順にて行うことを標準とする。

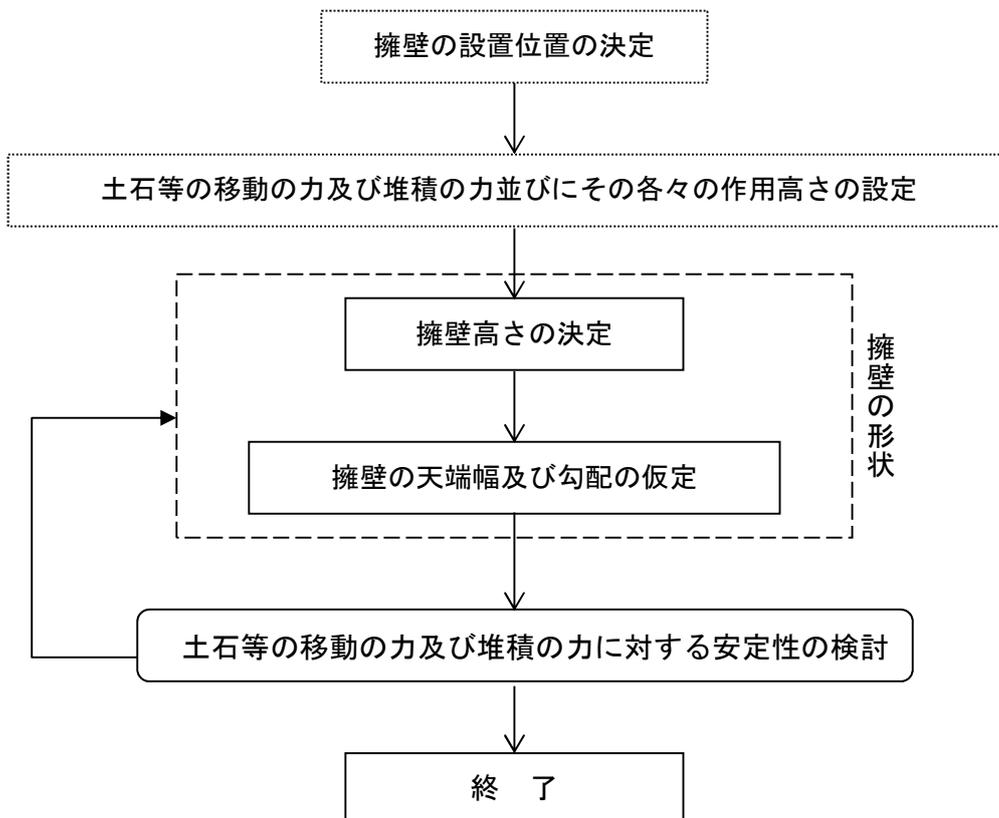


図 6.9 待受け式擁壁工の設計手順

(2) 擁壁の形状

1) 擁壁高

擁壁高は、土石等の堆積の高さ以上とする。

【解 説】

特定予定建築物の敷地に土石等が到達することのないようにするため、擁壁高は、その擁壁の急傾斜側ののり尻における土石等の堆積の高さ以上とする。堆積の高さについては開発の計画に基づいて定められた方法によって計算する必要があり、計算方法については、「3.2 設計外力の設定」を参照すること。

なお、建築物の構造規制適用を併用することにより、擁壁高を堆積の高さより低く設計することは認められない。あくまでも特定開発行為の段階で安全性を完全に維持することが必要である(図 6.2 参照)。

2) 擁壁の天端幅及び勾配

擁壁の天端幅及び勾配などの断面形状は、安定計算により決定するものとする。

【解 説】

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

(3) 待受け式擁壁工の安定性の検討

待受け式擁壁工の安定性は、以下の①～④の検討を行うものとする。

- ① 転倒に対する安定性
- ② 滑動に対する安定性
- ③ 沈下に対する安定性
- ④ 躯体の断面応力度の検討

【解説】

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

1) 荷重の条件

待受け式擁壁工の設計にあたっては、崩壊防止を目的とした擁壁と同様に、自重、土圧、水圧および浮力を考慮して安定性の検討を行う他、常時における自重・土圧と移動の力及び堆積の力の組み合わせた場合についても安定となる構造とする。

詳細は「3.2 設計外力の設定」を参照。

ア 移動の力

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

待ち受け式擁壁に作用する衝撃力 $F(\text{kN/m}^2)$ は以下のとおりとする。

$$F = \alpha \cdot F_{sm}$$

ここに、

F_{sm} : 移動の力 (kN/m^2)

α : 待ち受け式擁壁による衝撃力緩和係数 = 0.5^{*}

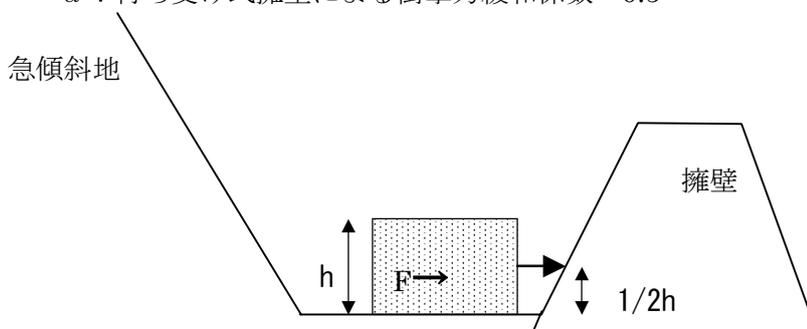


図 6.10 移動の力が擁壁に作用するイメージ

※ただし、「土砂災害特別警戒区域内の建築物に係る構造設計・計算マニュアル」(一財 日本建築防災協会)では 0.5 を採用することはできないとされているため、採用にあたっては、事前に

関係部局と調整すること。

イ 堆積の力

堆積の力は、擁壁の地盤面から土石等の堆積高 (D) までの範囲に三角形分布で作用するものとする。

堆積の力が擁壁に作用する応力は次式で与えられる。

水平分力

$$P_H = P \cos(\alpha + \delta)$$

ここに、

P_H : 堆積の力の水平分力 (kN/m)

P : 堆積の力 (kN/m)

α : 擁壁背面と鉛直面となす角

δ : 壁面摩擦角 (=土石等の内部摩擦角 * 2/3)

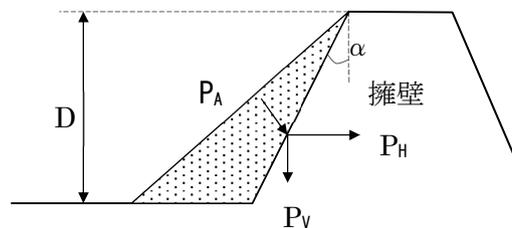


図 6. 1 1 堆積の力が擁壁に作用するイメージ

鉛直分力

$$P_V = P \sin(\alpha + \delta)$$

ここに

P_V : 堆積の力の鉛直分力 (kN/m)

P : 堆積の力 (kN/m)

α : 擁壁背面と鉛直面となす角

δ : 壁面摩擦角 (=土石等の内部摩擦角 * 2/3)

作用位置

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

ウ 地震の影響

待受け式擁壁の高さが 8 m を超える場合など地震時の設計が必要と認められる場合は、地震時の設計水平震度から地震時慣性力及び地震時土圧を考慮するものとする。なお、移動の力については、同時に発生する可能性が低いので、考慮する必要はない。

2) 転倒に対する安定性の検討

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

擁壁の底版下面には、擁壁の自重及び堆積の力による荷重が作用する。底版下面における地盤反力はこれらの荷重合力の作用位置により異なる。図 6.12において、つま先から合力 R の作用点までの距離 d は次式で与えられる。

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

ここに、

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

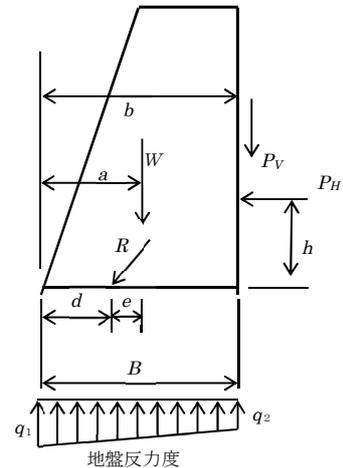


図 6.12 地盤反力度の求め方

合力の作用点の底盤中央からの偏心距離 e は次式で表される。

$$e = B/2 - d$$

ここに

- e : 偏心距離
- B : 擁壁の底版幅

移動の力または堆積の力に対して偏心距離 e は次式を満足しなければならない。

移動の力に対して

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

堆積の力に対して

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

3) 滑動に対する安定性の検討

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

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

ここに

- W : 擁壁の自重 (kN/m)
- P_H : 堆積の力の水平分力 (kN/m)
- P_V : 堆積の力の鉛直分力 (kN/m)
- μ : 擁壁底版と基礎地盤の間の摩擦係数 (表 3.4 参照)
- c : 擁壁底版と基礎地盤の間の粘着力 (kN/m²)
- B : 擁壁の底版幅 (m)

安全率 F_s は、堆積の力に対して 1.2 以上、移動の力に対して 1.0 を下回ってはならない。これら所定の安全率を満足できない場合は、原則として底版幅を変化させて安定させるものとする。

4) 沈下に対する安定性の検討

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

地盤反力度は次式によって与えられる。

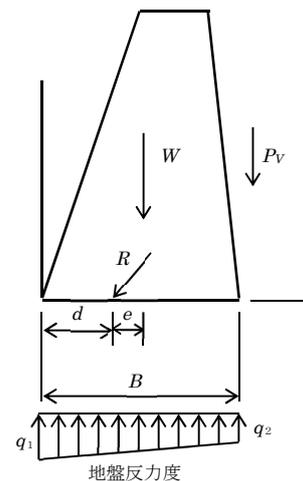


図 6.13 地盤反力度の求め方

ア 合力作用点が底版中央の底版幅 1/3 (ミドルサード) の中にある場合

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

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

ここに

- W : 擁壁の自重 (kN/m)
- P_V : 移動の力または堆積の力の鉛直分力 (kN/m)
- e : 合力作用点の底版中央からの偏心距離 (m)
- B : 擁壁の底版幅

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

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

支持地盤の支持力に関する安定検討では、この q_1 及び q_2 は次式を満足しなければならない。

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

ここに

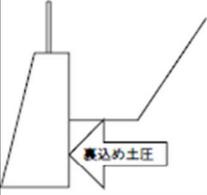
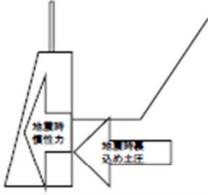
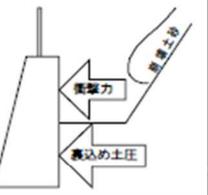
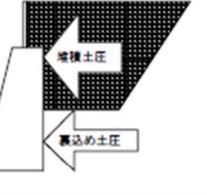
- q_a : 地盤の許容支持力度 (kN/m²)
 q_u : 地盤の極限支持力度 (kN/m²)
 F_s : 地盤の支持力に対する安全率

地盤の支持力に対する安全率は堆積の力に対して 2.0、移動の力に対しては 1.0 とする。

5) 転倒、滑動及び沈下の安全率のまとめ

転倒、滑動及び沈下の安全率についてまとめると、表 6.3 のようになる。

表 6.3 安全率のまとめ

荷重の組み合わせ		平常時	地震時 ^{注1)}	衝撃力作用時	崩壊土砂堆積時
状態図					
外力		①裏込め土圧	①裏込め土圧 ②地震時慣性力	①裏込め土圧 ②崩壊土砂の衝撃力	①裏込め土圧 ②崩壊土砂の堆積土圧
安全率	滑動	$F_s \geq 1.5$	$F_s \geq 1.2$	$F_s > 1.0$	$F_s \geq 1.2$
	転倒	$ e \leq B/6$	$ e \leq B/3$	$ e \leq B/3$	$ e \leq B/3$
	基礎地盤の支持力	$q \leq q_a = q_u / F_s$ $F_s = 3.0$	$q \leq q_a = q_u / F_s$ $F_s = 2.0$	$q \leq q_a = q_u / F_s$ $F_s = 1.0$	$q \leq q_a = q_u / F_s$ $F_s = 2.0$

注1) 擁壁高が 8m を超えるものについて検討する。

ここに、 e : 底版中心より合力の作用位置の偏心距離、 B : 擁壁の底版幅、

q : 地盤反力度、 q_a : 許容地盤支持力度、 q_u : 極限地盤支持力度

崩壊土砂による衝撃力と崩壊土砂量を考慮した待受け擁壁の設計計算事例 (H16.6)
 (全国地すべりがけ崩れ対策協議会)

6) 圧縮破壊に対する安定性の検討

ア 検討箇所

① 躯体の応力度の評価

擁壁躯体の各部において、部材の応力度が許容応力度以下となるように設計を行う。

② 落石防護柵の応力度の評価（崩壊土砂堆積時）

崩壊土砂堆積時において、落石防護柵の支柱、ワイヤー、ネットなどの各部材の応力度が許容応力度以下となるように設計を行う。

イ 躯体の応力度の照査

擁壁の破壊に対する検討に用いる応力度の照査式は図 6.14 の断面 A-A について、コンクリート断面の縁応力度 σ_c が次式を満足するように設計する。

$$\left. \begin{array}{l} \sigma_{c1} \\ \sigma_{c2} \end{array} \right\} = \frac{V}{B_i} \cdot \left(1 + \frac{6e}{B_i} \right) \leq \left\{ \begin{array}{l} \sigma_{ca} \\ \sigma_{cat} \end{array} \right.$$

ここに

- V : 断面 A-A より上の単位幅当たりの鉛直力(N/mm)
- σ_{ca} : コンクリートの許容曲げ圧縮応力度 (N/mm²)
- σ_{cat} : コンクリートの許容曲げ引張り応力度 (N/mm²)
- B_i : 断面照査位置における断面幅(mm)
- e : 偏心距離(mm)

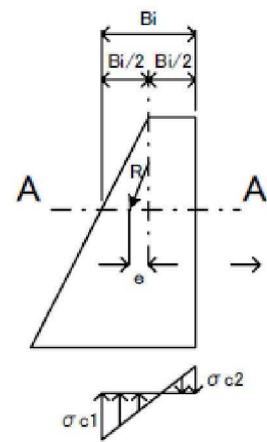


図 6-14 断面照査

ウ 許容応力度の割増係数

コンクリート及び鋼材の許容応力度の割増係数は次のとおりとする。

表 6.4 許容応力度の割増係数

荷重の組合せ	割増係数
衝撃力作用時	1.5
崩壊土砂堆積時	1.5

(4) その他

その他、以下の項目の内容については、「新・斜面崩壊防止工事の設計と実例」を参照すること。

【解説】

- ① 重力式擁壁工の一般的留意事項
- ② 基礎
- ③ 伸縮目地
- ④ 施工

7. 高さ 2 m を超える擁壁の設計

施行令

(対策工事等の計画の技術的基準)

第 7 条 法第 11 条の政令で定める技術的基準は、次のとおりとする。

- 一 略
- 二 略
- 三 略
- 四 略
- 五 略

六 対策工事の計画及び対策工事以外の特定開発行為に関する工事の計画において定める高さが 2 メートルを超える擁壁については、建築基準法施行令(昭和 25 年政令第 338 号)第 142 条(同令第 7 章の 8 の準用に関する部分を除く。)に定めるところによるものであること。

建築基準法施行令

(擁壁)

第 142 条 第 138 条第 1 項に規定する工作物のうち同項第 5 号に掲げる擁壁(以下この条において単に「擁壁」という。)に関する法第 88 条第 1 項において読み替えて準用する法第 20 条の政令で定める技術的基準は、次に掲げる基準に適合する構造方法又はこれと同等以上に擁壁の破壊及び転倒を防止することができるものとして国土交通大臣が定めた構造方法を用いることとする。

- 一 鉄筋コンクリート造、石造その他これらに類する腐食しない材料を用いた構造とすること。
- 二 石造の擁壁にあつては、コンクリートを用いて裏込めし、石と石とを十分に結合すること。
- 三 擁壁の裏面の排水を良くするため、水抜穴を設け、かつ、擁壁の裏面の水抜穴の周辺に砂利その他これに類するものを詰めること。
- 四 次項において準用する規定(第 7 章の 8(第 136 条の 6 を除く。)の規定を除く。)に適合する構造方法を用いること。
- 五 その用いる構造方法が、国土交通大臣が定める基準に従った構造計算によつて確かめられる安全性を有すること。

2 擁壁については、第 36 条の 3 から第 39 条まで、第 51 条第 1 項、第 62 条、第 71 条第 1 項、第 72 条、第 73 条第 1 項、第 74 条、第 75 条、第 79 条、第 80 条(第 51 条第 1 項、第 62 条、第 71 条第 1 項、第 72 条、第 74 条及び第 75 条の準用に関する部分に限る。)、第 80 条の 2 及び第 7 章の 8(第 136 条の 6 を除く。)の規定を準用する。

平成 12 年 5 月 31 日建設省告示第 1449 号

煙突、鉄筋コンクリート造の柱等、広告塔又は高架水槽等及び擁壁並びに乗用エレベーター又はエスカレーターの構造計算の基準を定める件

最終改正 平成 19 年 05 月 18 日 国土交通省告示 第 0620 号

建築基準法施行令(昭和 25 年政令第 338 号)第 142 の規定に基づき、煙突、鉄筋コンクリート造の柱等、広告塔又は高架水槽等及び擁壁並びに乗用エレベーター又はエスカレーターの構造計算の基準を次のように定める。

第 1 ー 略 ー

第 2 ー 略 ー

第 3 令第 138 条第 1 項に規定する工作物のうち同項第 5 号に掲げる擁壁の構造計算の基準は、宅地造成等規制法施行令(昭和 37 年政令第 16 号)第 7 条に定めるとおりとする。ただし、次の各号のいずれかに該当する場合にあっては、この限りでない。

- 一 宅地造成等規制法施行令第 6 条第 1 項各号のいずれかに該当するがけ面に設ける擁壁
- 二 土質試験等に基づき地盤の安定計算をした結果がけの安全を保つために擁壁の設置が必要でないことが確かめられたがけ面に設ける擁壁
- 三 宅地造成等規制法施行令第 8 条に定める練積み造の擁壁の構造方法に適合する擁壁
- 四 宅地造成等規制法施行令第 14 条の規定に基づき、同令第 6 条第 1 項第 2 号及び第 7 号から第 10 条までの規定による擁壁と同等以上の効力があると国土交通大臣が認める擁壁

第 4 ー 略 ー

宅地造成等規制法施行令

(鉄筋コンクリート造等の擁壁の構造)

第 7 条 前条の規定による鉄筋コンクリート造又は無筋コンクリート造の擁壁の構造は、構造計算によつて次の各号のいずれにも該当することを確かめたものでなければならない。

- 一 土圧、水圧及び自重(以下「土圧等」という。)によつて擁壁が破壊されないこと。
- 二 土圧等によつて擁壁が転倒しないこと。
- 三 土圧等によつて擁壁の基礎が滑らないこと。
- 四 土圧等によつて擁壁が沈下しないこと。

2 前項の構造計算は、次に定めるところによらなければならない。

- 一 土圧等によつて擁壁の各部に生ずる応力度が、擁壁の材料である鋼材又はコンクリートの許容応力度を超えないことを確かめること。
- 二 土圧等による擁壁の転倒モーメントが擁壁の安定モーメントの 3 分の 2 以下であることを確かめること。

- 三 土圧等による擁壁の基礎の滑り出す力が擁壁の基礎の地盤に対する最大摩擦抵抗力その他の抵抗力の3分の2以下であることを確かめること。
 - 四 土圧等によつて擁壁の地盤に生ずる応力度が当該地盤の許容応力度を超えないことを確かめること。ただし、基礎ぐいを用いた場合においては、土圧等によつて基礎ぐいに生ずる応力が基礎ぐいの許容支持力を超えないことを確かめること。
- 3 前項の構造計算に必要な数値は、次に定めるところによらなければならない。
- 一 土圧等については、実況に応じて計算された数値。ただし、盛土の場合の土圧については、盛土の土質に応じ別表第二の単位体積重量及び土圧係数を用いて計算された数値を用いることができる。
 - 二 鋼材、コンクリート及び地盤の許容応力度並びに基礎ぐいの許容支持力については、建築基準法施行令(昭和25年政令第338号)第90条(表1を除く。)、第91条、第93条及び第94条中長期に生ずる力に対する許容応力度及び許容支持力に関する部分の例により計算された数値
 - 三 擁壁の基礎の地盤に対する最大摩擦抵抗力その他の抵抗力については、実況に応じて計算された数値。ただし、その地盤の土質に応じ別表第3の摩擦係数を用いて計算された数値を用いることができる。

【解説】

政令第7条第1項第6号では、対策工事の計画及び対策工事以外の特定開発行為に関する工事の計画において定める高さが2mを超える擁壁については、建築基準法施行令第142条の規定によることとなっている。これは建築基準法の適合を担保するための規定である。

建築基準法施行令第142条では、国土交通大臣が定める基準に従った構造計算により擁壁の構造耐力上の安全性を確かめることになっている。国土交通大臣が定める基準については、宅地造成等規制法施行令第7条に定めるとおりにすることが、平成12年建設省告示1449号(最終改正：平成19年国土交通省告示第0620号)において示されている。

このことから、土砂災害防止法における特定開発行為において、高さ2mを超える擁壁を設置する場合には、採用する技術基準と共に宅地造成等規制法施行令にも準拠した計画、設計を行うことが必要となる。

詳細については、「宅地防災マニュアルの解説」を参照すること。

8. 落石対策施設の設計

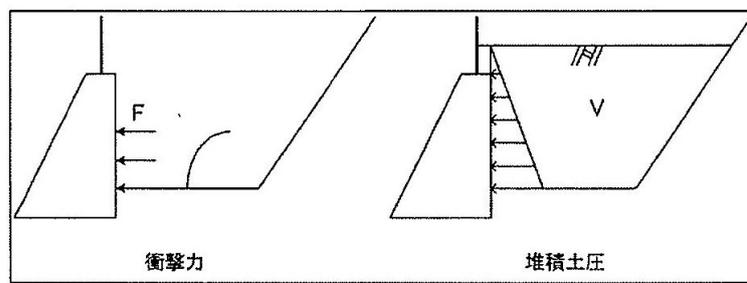
特定予定建築物の安全性を確保するため、必要に応じて落石対策施設を設置するものとする。

[解説]

図に示したように、擁壁工を設置した場合は、落石対策施設を必要に応じて設置するものとする。ある程度の規模の崩壊が、重力式擁壁やもたれ式擁壁等で対策されても、斜面の一部の小規模な崩壊および落石の発生の危険性が残る。

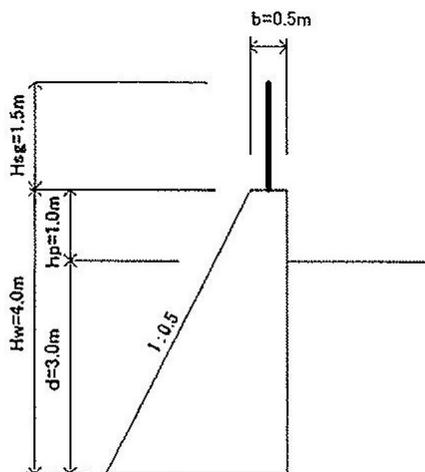
また、待ち受け式擁壁については、移動の力（崩壊土砂の衝撃力）と堆積の力（堆積土砂の土圧）とが作用する。移動の力は崩壊土砂の先頭部が擁壁に衝撃力として作用するものとし、擁壁背面の空き高さは崩壊土砂の移動の高さ以上を確保する。一方、崩壊土砂が擁壁に衝撃力として作用した後、後続流による崩壊土砂が落石防護柵を含めた擁壁背後の空間に堆積するものとする。

落石対策施設の構造については、「新・斜面崩壊防止工事の設計と実例」によるものとする。



(出典：崩壊土砂による衝撃力と崩壊土砂量を考慮した待受け擁壁の設計計算例)

図 8.1 擁壁及び落石防護柵に作用する力



(出典：崩壊土砂による衝撃力と崩壊土砂量を考慮した待受け擁壁の設計計算例)

図 8.2 擁壁に併用される落石防護柵

9. 対策工事等による警戒区域等の範囲の確認

特定開発行為によって、警戒区域等の範囲が変更になる場合、申請者は変更後の警戒区域等の範囲を確認するものとする。

【解説】

特定開発行為における対策工事等の計画によっては、特別警戒区域を設定した根拠となる急傾斜地を地形改変する場合もあり得る。この場合、特別警戒区域の範囲が消滅したり、変更になることが予想されるが、これは特定開発行為の一環として人為的に生じるものであるため、開発者（申請者）の責任において、土砂災害の発生のおそれのある範囲を確かめ、それに対する対策工事が行われる必要がある。なお、対策工事の終了後には速やかに県が基礎調査を実施して、指定の解除や変更を行うこととなる。

特別警戒区域の範囲が変わることで不許可となる急傾斜地における地形改変の具体例は以下のとおりである。

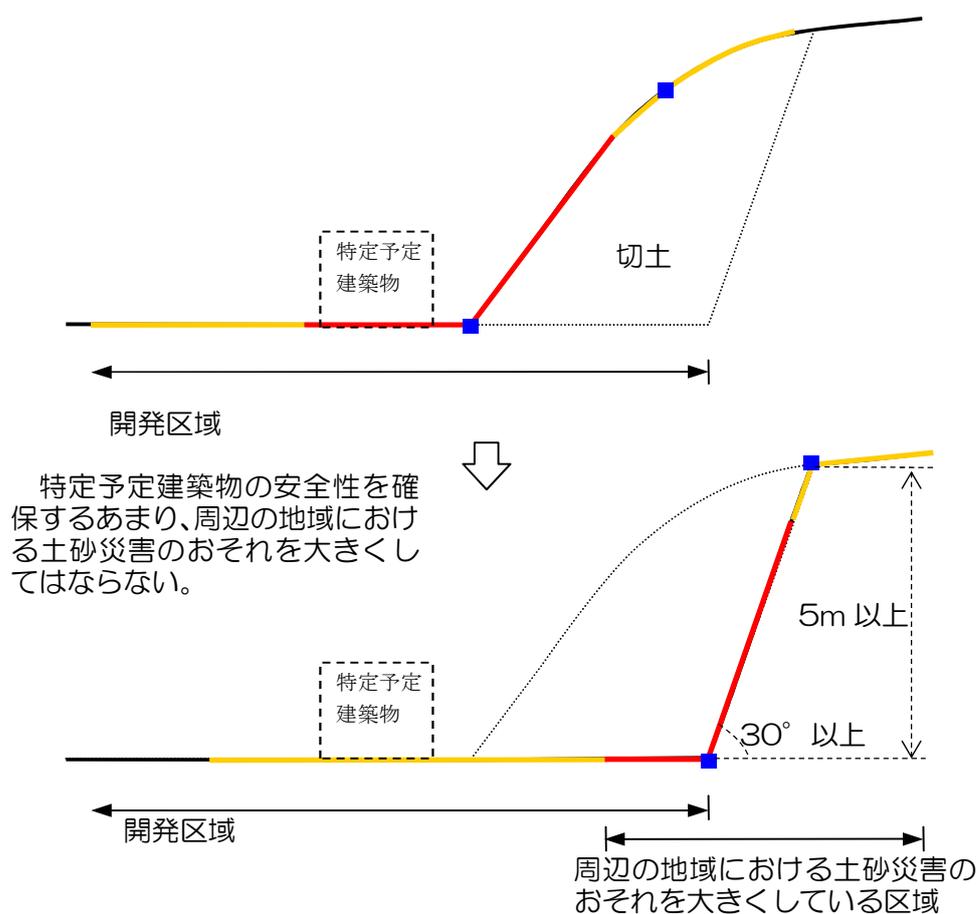


図 9.1 警戒区域の範囲が変わる地形改変の具体例

10. チェックリスト（急傾斜地の崩壊）

チェック項目	確認	掲載箇所	備考
1 対策工事の計画			
(1) 特定予定建築物の敷地に土石等が到達しない計画となっているか			
(ア) 対策工事の実施範囲			
対策工事の実施範囲が適正に計画されているか	<input type="checkbox"/>	急傾編2.2	
(イ) 急傾斜地の崩壊を防止するための施設の設置に関して			
地形、地質、土質ならびに周辺の状況に応じて適切な土留又はのり面保護施設を選定しているか	<input type="checkbox"/>	急傾編2.1.2.4	
(ウ) 急傾斜地の崩壊が発生した場合に生じた土石等を堆積するための施設の設置に関して			
当該施設の高さが土石等の堆積の高さ以上となっているか	<input type="checkbox"/>	急傾編3.2	
土石等の堆積の高さは、対策施設の最も急傾斜地側となる位置で算定しているか	<input type="checkbox"/>		
(エ) 設計外力の確認			
土石等の移動や堆積の力の算定に用いる土質定数は適正か	<input type="checkbox"/>	急傾編3.1.3.2	
対策施設の位置を考慮して適正な設計外力が算定されているか	<input type="checkbox"/>	急傾編3.2	
2 対策工事以外の特定開発行為に関する工事の計画			
対策工事の計画と相まって、開発区域およびその周辺の地域において土砂災害の発生のおそれを大きくしていないか	<input type="checkbox"/>	急傾編2.1	
対策工事の機能を妨げていないか	<input type="checkbox"/>		
3 対策工事の形状又は施設の構造			
ア のり切			
急傾斜の崩壊を助長し、又は誘発することのないように地形、地質等の状況を考慮して計画されているか	<input type="checkbox"/>	急傾編4	
イ 土留			
のり面の崩壊を防止し、土圧、水圧及び自重によって損壊、転倒、滑動又は沈下せず、かつその裏面の排水に必要な水抜き穴を有する構造となっているか	<input type="checkbox"/>	急傾編5.1	
ウ のり面保護施設			
石張り、芝張り、モルタルの吹付等によりのり面を風化その他の侵食に対して保護する構造となっているか	<input type="checkbox"/>	急傾編5.2	
エ 排水施設			
急傾斜地の崩壊の原因となる地表水及び地下水を急傾斜地から速やかに排除することができる構造となっているか	<input type="checkbox"/>	急傾編5.3	
オ 土石等を堆積するための施設			
土圧、水圧、自重及び土石等の移動又は堆積により、当該施設に作用する力によって損壊、転倒、滑動又は沈下をしない構造となっているか	<input type="checkbox"/>	急傾編6	
<高さが2mを超える擁壁>			
建築基準法施行令第142条に定められた基準を満足しているか	<input type="checkbox"/>	急傾編7	

