

第二編 急傾斜地崩壊技術基準編

平成 30 年 4 月

第二編 急傾斜地崩壊技術基準編

目 次

1.	特定開発行為における対策工事等に関する基本的留意事項	1
2.	対策工事の計画	4
2.1	土砂災害の防止	4
2.2	対策工事の実施範囲	15
2.3	対策工事等の周辺への影響	16
2.4	対策施設の選定	17
3.	土石等を堆積するための施設の設計条件の設定	20
3.1	設計諸定数	20
3.1.1	土石等の移動又は堆積による力の計算に用いる定数	20
3.1.2	基礎の支持力等の計算に用いる定数	24
3.2	設計外力	27
4.	のり切の設計	35
5.	急傾斜地の全部又は一部の崩壊を防止するための施設の設計	38
5.1	土留	38
5.1.1	擁壁工	38
5.1.2	杭工及び土留柵工	46
5.1.3	アンカー工	47
5.1.4	押さえ盛土工	48
5.2	のり面を保護するための施設	50
5.2.1	張工	51
5.2.2	植生工	55
5.2.3	吹付工	56
5.2.4	のり枠工	59
5.2.5	その他(編柵工)	62
5.3	排水施設	63
5.3.2	地表水排除工	64
5.3.3	地下水排除工	66
6.	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計	67
6.1	待受け式擁壁	67
6.2	待受け式盛土	79
7.	対策施設の維持・管理	89
8.	特別警戒区域の範囲を変更する対策工事等の取扱い	90
9.	その他の技術基準等(新工法等)	92

1. 特定開発行為における対策工事等に関する基本的留意事項

【令第7条】

(対策工事等の計画の技術的基準)

令第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 (略)

四 土砂災害の発生原因が土石流である場合にあっては、対策工事の計画は、土石流を特定予定建築物の敷地に到達させることのないよう、次のイからニまでに掲げる施設の設置の全部又は一部を当該イからニまでに定める基準に従い行うものであること。

イ 山腹工 山腹の表層の風化その他の侵食を防止すること等により当該山腹の安定性を向上する機能を有する構造であること。

ロ えん堤 土石流により流下する土石等を堆積することにより溪床を安定する機能を有し、かつ、土圧、水圧、自重及び土石流により当該えん堤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。

ハ 床固 溪流の土石等の移動を防止することにより溪床を安定する機能を有し、かつ、土圧、水圧、自重及び土石流により当該床固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。

ニ 土石流を開発区域外に導流するための施設 その断面及び勾配が当該施設を設置する地点において流下する土石流を開発区域外に安全に導流することができる構造であること。

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。

【解説】

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 つの工事を施行令第 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)が施行令第 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、同様にその工事が施行令第 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、崩壊のおそ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っているか。
- 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による力によって損壊、転倒、滑動又は沈下しない構造となっているか。

(6) 基本的な技術指針

対策工事の設計は、原則として本技術基準及び「新・斜面崩壊防止工事の設計と実例（急傾斜地崩壊防止工事技術指針）」、「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（全国地すべりがけ崩れ対策協議会）」によるものとする。

2. 対策工事の計画

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。

その対策工事は「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」に区別され、これらのうちどれか、又は、これらを組み合わせた対策工事によ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トータルで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、特定予定建築物に対す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。

- (イ) 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
- (ロ) 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
- (ハ) 石張り、芝張り、モルタルの吹付け、のり砕工等の機能を損ねるような工事
- (ニ) 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範囲の容量を減少させるような工事

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、堆積させる範囲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。

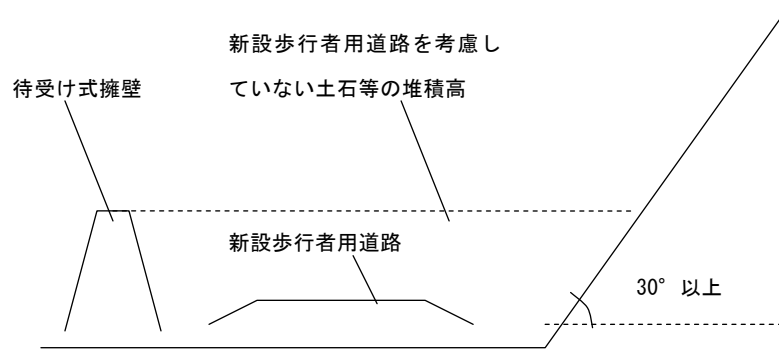


図 2-1 対策工事の効果損なう例

(2) 対策工事の種類

施行令第7条(対策工事等の計画の技術的基準)において、土砂災害の発生原因が急傾斜地の崩壊である場合の対策工事が示されており、対策工事の区分を図示すると図 2-2 のようになる。

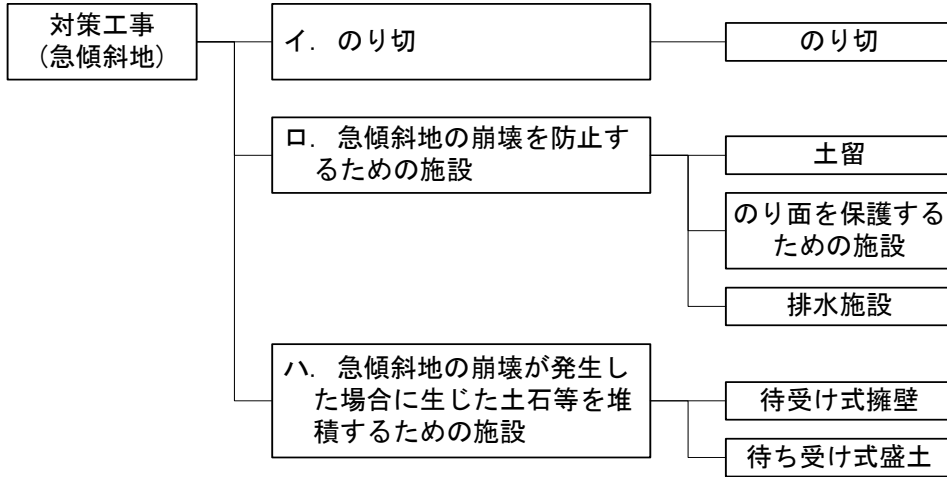


図 2-2 対策工事の区分

1) のり切

のり切は、急傾斜地の高さを低くするか又は傾斜度を緩くすることによつてのり面の安定化を図り、のり面の崩壊を防止するものである。

表 2-1 のり切の工種

	工種イメージ	内容
のり切の工種	<p>(A) 不安定土砂の除去</p> <p>不安定土層の切り取り 浮き石の除去</p> <p>オーバーハング部の切り取り</p>	<p>オーバーハング部の切り取り、表層の不安定土層の切り取り、浮き石等の除去を行い、崩壊する危険のある土層、岩塊を取り除く。</p>
	<p>(B) 斜面形状の改良</p> <p>標準のり勾配まで切り土</p> <p>安定となる高さまで切り土</p>	<p>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（標準のり勾配等）。</p>
	<p>(C) 急傾斜地の除去</p> <p>30° 未満 又は 5m 未満</p>	<p>のり面の傾斜度が30度未満、又は、高さが5m未満まで切り取り、急傾斜地自身を除去することで、ことで崩壊に対する安全性を確保し、急傾斜地の指定を解除するもの。</p>
備考	<ul style="list-style-type: none"> ・ (A) 及び (B) 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。 ・ 対策工事の範囲から見た場合、(B) については、一般に人家が急傾斜地上下部に近接していたり、切土量が膨大になる場合には完全実施できない場合が多く、他の施設（擁壁等）と併用される場合が多い。 	

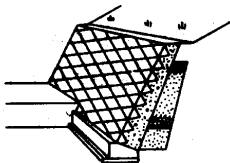
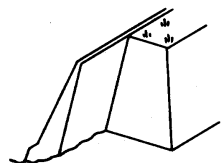
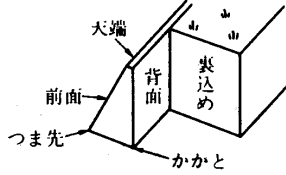
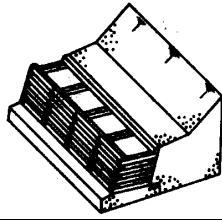
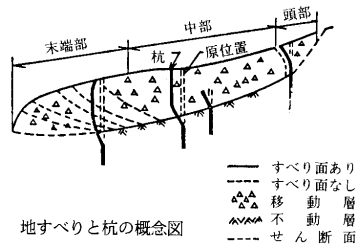
2) 急傾斜地の崩壊を防止するための施設

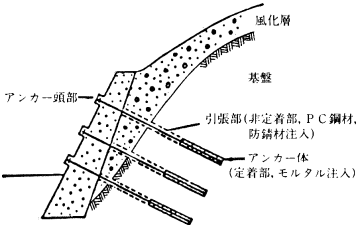
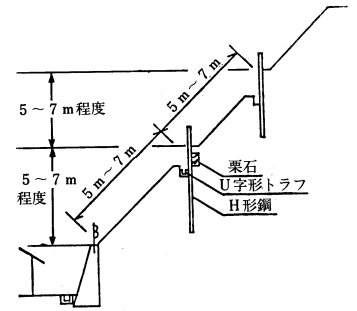
急傾斜地の崩壊を防止するための施設は、土留、のり面を保護するための施設、排水施設がある。急傾斜地の崩壊を防止するための施設には様々な工種があるが、単独で急傾斜地の崩壊を防止する事ができるものと、他の崩壊を防止する工種と併用することで効果を発揮する工種がある。

ア 土留

のり面の崩壊を起こそうとする力に対して擁壁等の構造物により抵抗させることで、のり面崩壊の発生を直接防止する施設である。

表 2-2 土留の種類

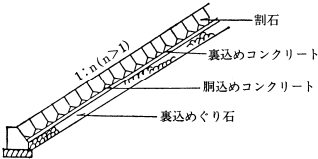
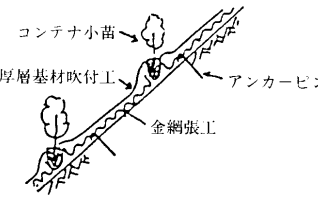
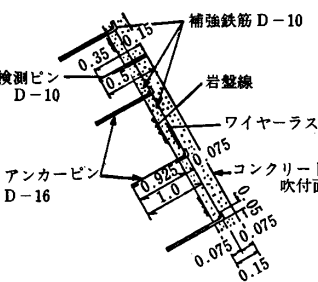
	工種	概要	適用範囲及び特色等
擁壁工	石積・ブロック積擁壁工 	のり面下部の小規模な崩壊を抑止する。	のり傾斜度が1:1.0より急な(一般には1:0.3~1:0.5)のり面で背面の地山がしまっているなど土圧が小さい場合に適用される。
	もたれコンクリート擁壁工 	崩壊を直接抑止するほか侵食風化に対するのり面保護効果もある。	礫質土以下の十分な固結度をもたない地山にも適用できる。設置位置が狭隘でも場所をとらず、地形の変化にも適応性がある。
	重力式コンクリート擁壁工 	崩壊を直接抑止するほか、押さえ盛土の安定、のり面保護工の基礎ともなる。	のり面下部(脚部)の安定を図る目的で用いられ、崩壊に対する抑止効果をもつ。のり面中段部でも用いられる。
	コンクリート枠擁壁工 	湧水が多く、地盤が比較的軟弱なのり面の小崩壊を防止し、安定を図る。	透水性が良好で屈焼性があるので、湧水量が多く、地盤が比較的軟弱な場合や地すべり性崩壊に適している。
杭工	杭工 	のり面上に杭を設置して、杭の曲げモーメントおよびせん断抵抗によりすべり力に抵抗し、のり面の安定度を向上させる。	急傾斜地の崩壊を防止するための対策工事では、特別な場合に使用する。すなわち地すべり性崩壊の予想されるのり面や流れ盤となっている岩盤のり面の崩壊防止などに用いる。

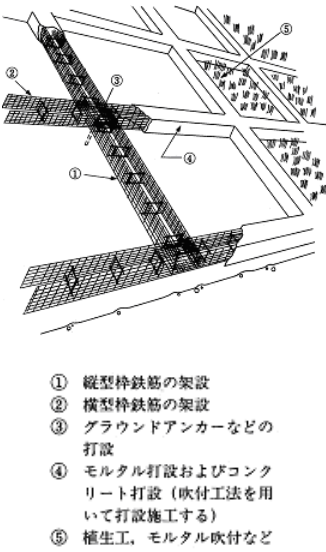
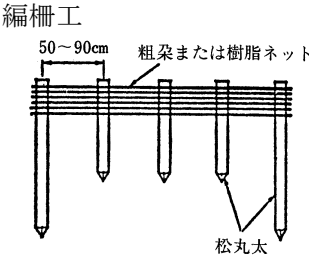
	工種	概要	適用範囲及び特色等
アンカー工	<p>アンカー工</p> 	<p>強風化岩、亀裂の多い岩盤、表層土の崩壊滑落を防止するため、現場打コンクリート枠工、コンクリート擁壁工、コンクリート張工等の他の工法と併用され、これらの安定性を高める。また亀裂、節理、層理の発達した岩盤を内部の安定な岩盤に緊結して崩壊、剥落を防止する。</p>	<p>のり面上下部に人家が接近していて、切土工、待受け式擁壁工等が施工できず、さらに傾斜度が急でのり面長も長く、現場打のり枠工、コンクリート擁壁工、コンクリート張工等の安定が不足する場合、特にアンカー体定着地盤・岩盤が比較的堅固でのり面表面より浅い位置にある場合に適する。</p>
その他	<p>土留柵工</p> 	<p>比較的緩斜面で表土層等が薄い場合の崩壊を防止し、またその拡大を防止するために用いる。</p>	<p>比較的長大なりの面に適する。急傾斜地内の現存植生を保全しながら施工できる。</p>

イ のり面を保護するための施設

安定した斜面が降雨や風化等によって不安定化することを防止するため石やモルタル等でのり面の表面を被覆して保護する施設である。

表 2-3 のり面を保護するための施設

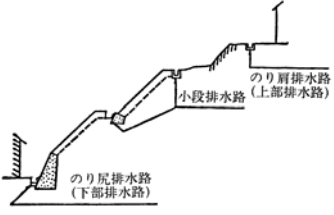
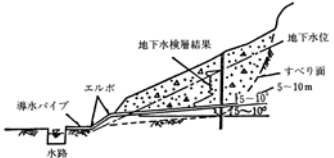
	工種	概要	適用範囲及び特色等
張工	石張・ブロック張工 コンクリート版張工 コンクリート張工  (石張工)	のり面の風化、侵食および軽微な剥離・崩壊等を防止する。	傾斜度が1:1.0より緩いのり面で植生工が適さない場合や、粘着力のない土砂、土丹および崩れやすい粘土ののり面には石張・ブロック張工が用いられる。コンクリート張工は傾斜度が1:1.0より急で、節理の発達した岩盤のり面やよくしまった土砂面で吹付工やプレキャストのり枠工では不安と思われるのり面に用いられる。
植生工	芝張工、植生ネット、植栽工等  (植栽工)	種子散布工、客土吹付工、厚層基材吹付工、植生マット工、植生ネット工、土のう工、張芝工、植生ポット、植栽工等があり、雨水侵食防止、地表面温度の緩和、凍土の防止、緑化による美化効果を目的としている。	植生を主体とする場合は湧水の少ない切土のり面で原則として標準のり勾配が確保できること。 のり面周辺の環境との調和をはかる点で優れている。
吹付け工	 	のり面の侵食を防止するとともに、のり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、のり面を形成する地盤の強度低下を防ぐ。	湧水がない岩盤で、割れ目が小さく大きな崩壊がないところに適している。耐久性および周囲の環境に与える影響を充分検討することが前提となる。

	工種	概要	適用範囲及び特色等
のり 砕工	 <p>① 縦型鉄筋の架設 ② 横型鉄筋の架設 ③ グラウンドアンカーなどの打設 ④ モルタル打設およびコンクリート打設（吹付工法を用いて打設施工する） ⑤ 植生工、モルタル吹付など</p>	<p>のり面に現場打コンクリート砕工、プレキャスト砕工を組み、内部を植生、コンクリート張等で被覆し、のり面の風化侵食を防止する。</p> <p>プレキャスト砕工の中には、抑止力を期待する工法も開発されている。</p> <p>現場打コンクリート砕工も抑止工的役割をもっていることがある。なお現場打コンクリート砕工には、吹付砕工も含まれる。</p>	<p>傾斜度が1:1.0より緩い場合はプレキャスト、急な場合は現場打コンクリート砕工を使用する。プレキャスト砕工は原則として直高5m以下とし、それを越える場合は縦方向10mごとに隔壁を設置する。ただし小段がとれない場合は現場打コンクリート砕工を使用する。</p>
その他	<p>編柵工</p> 	<p>植生工の補助として、降雨や地表流水によるのり面の侵食を防止するために用いる。</p>	<p>比較的緩傾斜の切土後ののり面において、植生工、およびのり砕工等と併用される場合がある。</p>
	その他ののり面保護工	<p>プラスチックソイルセメント工、ネット工、液状合成樹脂吹付工、マット被覆工、アスファルトのり面工等があり、侵食防止を目的とする。</p>	<p>耐久性や環境面等で急傾斜地の崩壊を防止するための対策工事には適さないこともあり、あまり使用されていない。しかし、仮設的もしくは部分的には用いられることもある。</p>

ウ 排水施設

のり面表面の地表水や内部の地下水の状況を変化させることによりのり面の崩壊を防止する施設である。

表 2-4 排水施設の種類

	工種	概要	適用範囲及び特色等
地表排水工	水路工、浸透防止工 	地表水を集水し急傾斜地外へすみやかに排水したり、地表水の急傾斜地内への流入を防止する。のり肩排水路工、小段排水路工、のり尻排水路工、縦排水路工、浸透防止工、谷止工	<p>最も基本的な工法の一つ。単独で用いられることはまれで他の工法と併用される。</p> <p>ほとんどの工事で用いられる。工費も割安で効果も大きい。集水を目的とした排水路とそこからの流水を急傾斜地外に排除する排水路に大別される。</p>
地下水排水工	横ボーリング工、暗渠工 	急傾斜地内の地下水を排除し、間げき水圧を低下させ急傾斜地を安定させる。 暗渠工、横ボーリング工、その他(しゃ水壁工、集水井工)	

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するための施設

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り、対策工事としては、待受け式盛土及び待受け式擁壁の2種類がある。

表 2-5 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

	工種	概要	適用範囲及び特色等
待受け式擁壁		<p>特定予定建築物の敷地に土石等を到達させないことを目的に、重力式擁壁を急傾斜地下部(脚部)からある程度距離をおいて設置し、土石等を捕捉し堆積させる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・既存植生を積極的に残す必要がある場合には有効的である。 ・長大斜面でよく用いられる。 ・できるだけ、他の斜面条件を改善する工法(土留、のり面を保護するための施設)と組み合わせて実施するのが望ましい。
待受け式盛土		<p>特定予定建築物の敷地に土石等を到達させないことを目的に、盛土を急傾斜地下部(脚部)からある程度距離をおいて設置し、土石等を捕捉し堆積させる。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・急傾斜地の崩壊を直接抑止することが困難な場合に有効である。



図 2-3 急傾斜地の崩壊に関する対策施設の設置イメージ

上図の対策施設はそれぞれに以上 1)～3) で示した次の区分にあたる

◆上図の対策施設

- のり切
- もたれ擁壁、アンカー工
- 現場打ち砕工、吹付砕工、芝張り
- 地下水排除工
- 土留柵工
- 待受け式盛土工、待受け式擁壁工

◆1)～3) で示した区分

- 1) のり切
- 2) 急傾斜地の崩壊を防止するための施設
- 〃
- 〃
- 〃
- 3) 急傾斜地の崩壊が生じた場合に土石等を堆積させるための施設

2.2 対策工事の実施範囲

「のり切り」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、当該開発予定地内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。また、「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の特定予定建築物の敷地に到達させない範囲とすることを基本とする。

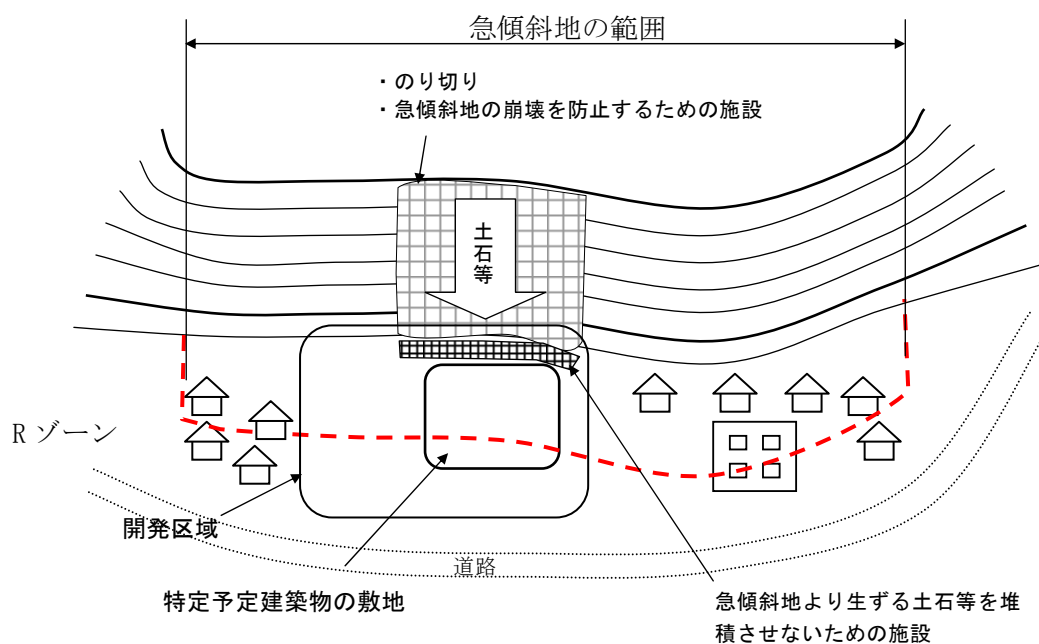


図 2-4 隣接する急傾斜地の崩壊と開発敷地の関係

2.3 対策工事等の周辺への影響

【令第7条一、二】

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。

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】

対策工事等によって、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。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のトータルで、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ないようにする必要がある。

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等の例は以下のものなどがある。

- 例 1 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

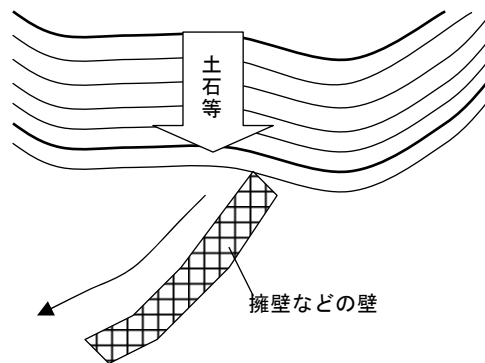


図 2-5 開発地域周辺の安全を損なう工事例

2.4 対策施設の選定

対策施設の選定にあたっては、「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」の特徴および現場の状況に適した選定を行う。

【解説】

(1) 一般的事項

急傾斜地崩壊対策施設を選定する上での一般的事項として、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、環境等の関連を表 2-6 に整理した。選定にあたっては、これらの特徴を考慮した上で対策施設の選定を検討する必要がある。

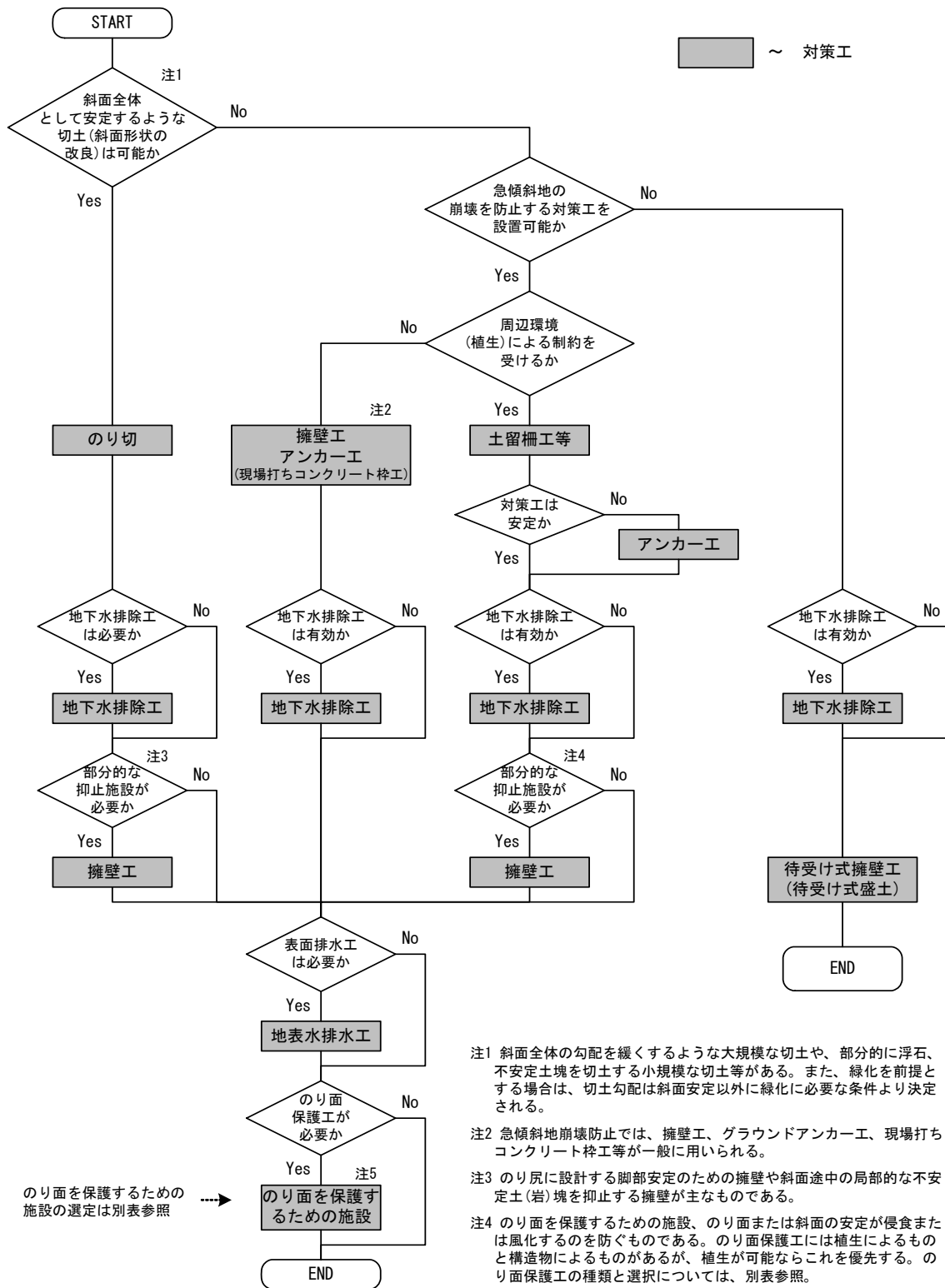
表 2-6 対策施設の特徴

種類	急傾斜地の崩壊を防止する対策施設 (土留、のり面保護施設、排水施設)	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 (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	斜面上あるいは斜面下端に設置されるため、特別警戒区域の保全となる	斜面下の平坦部に設置されるため、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が大きくなるほど、規模の大きな対策施設が必要となる。	急傾斜地の高さ及び幅が大きくなるほど、また急傾斜地に近いほど、規模の大きな対策施設が必要となる
用地の活用	斜面上あるいは斜面下端に設置されるため、開発区域の用地を全て活用できる。	斜面下の平坦部に設置されるため、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り、施工性が悪くなる場合が多い。	平坦地での施工となり、施工性が良い場合が多い。
景観	急傾斜地の景観が変化する。	平坦地の景観が変化する。
環境 (平坦地と急傾斜地の往来)	斜面上あるいは斜面下端に設置されるため、平坦地と急傾斜地との行き来に支障を及ぼすことは少ない。	斜面下の平坦部に設置されるため、平坦地と急傾斜地との行き来が困難となる。

(2) 工事の選定

一般に自然斜面は地形および地質等が非常に複雑であり、対策工を選定する場合には現場状況に合わせた選定を行う必要がある。例えば、工事の選定にあたっては、図 2-6 や図 5-6 に示す工法選定フローを参考に選定することも考えられる。

これは、各種工事の選定手順を急傾斜地崩壊防止工事の際に用いられる工事の選定手順にならい、土砂災害防止法に示される工事の選定を想定し整理したものである。また、植栽工の選定については、道路土工のり面工斜面安定工指針により詳しい選定方法が示されており、同様に、土砂災害防止法に示される工法に対応させて整理したものである。ただし、これらの選定手順は、一般的な工事選定手順を想定しているため、適用にあたっては現場条件に適した詳細な判断を加える必要がある。



新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例(平成8年7月)を参考に作成

図 2-6 対策工事の選定の考え方

3. 土石等を堆積するための施設の設計条件の設定

3.1 設計諸定数

3.1.1 土石等の移動又は堆積による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、土石等の容積濃度、土石等の単位体積重量、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、研究成果や現地の状況を勘案して適切に設定する必要がある。

【解説】

土石等の移動又は堆積による力の算定は、施行令第4条「(建築物の構造の規制に必要な衝撃に関する事項)」に示される方法により、研究成果や現地の状況を勘案して適切に設定した定数により計算する必要がある。ここでいう研究成果や現地の状況を勘案して適切に設定した定数とは、土砂災害特別警戒区域を設定した際の値による場合、現地の土質調査結果による場合が考えられる。

土砂災害特別警戒区域を設定した際の値については、基礎調査マニュアルによれば、表3-1に示す値を基本としている。ただし、[参考]に示すような手法及び現地近傍で定数が得られている場合には、これを採用することができるものとされている。

適用にあたっては、土石等の移動又は堆積による力の計算に用いる土質定数と、急傾斜地の全部又は一部の崩壊を防止するための施設の設計に用いる土質定数の違いに注意する必要がある。

なお、各定数の説明に用いている指針等の略名は以下のとおりである。

基礎調査の手引き：(一財)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」、(平成13年6月)

道路土工擁壁工指針：(公社)：「道路土工 擁壁工指針」、(平成11年3月)

表 3-1 土質定数

項目	記号	単位	参考値
土石等の比重	σ	—	2.6
土石等の容積濃度	c	—	0.5
土石等の密度	ρ_m	t/m ³	1.8
土石等の単位体積重量	γ	KN/m ³	1)
土石等の内部摩擦角	ϕ	°	1)
土石等の流体抵抗係数	f_b	—	0.025
壁面摩擦角	δ	°	$\phi \times 2/3$

*1) 表 3-2 参照

表 3-2 土石等の単位堆積重量及び内部摩擦角

土 質	単位体積重量 γ (kN/m ³)	内部摩擦角 ϕ (°)
砂および砂礫 (礫質土)	18	35
砂質土	17	30
粘性土	14	25

[参考]

- 1：過去の過去の災害からの再現計算による数値

当該急傾斜地、および地形、地質条件の類似する近隣急傾斜地において過去の災害事例が詳細に記録されている場合は、災害状況の分析を行い、災害状況を正確に再現する土質定数を求め、土質定数として採用する。

- 2：急傾斜地崩壊対策工事で採用されている数値

当該急傾斜地や周辺の類似斜面において行われた急傾斜地崩壊対策工事等で採用された土質定数を採用する。

- 3：他の設計基準要領に記載されている数値

「日本道路公団設計要領」等に記載されている値を採用する。

(1) 土石等の比重(σ) (基礎調査の手引き)

土石等の比重とは、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、固体部分の組成により異なる。一般的な土石等の比重としては2.6程度が用いられている。

(2) 土石等の容積濃度(c) (基礎調査の手引き)

土石等の容積濃度とは、土石等における空隙部分を除いた固体部分の容積の割合である。芦田、江頭による土石等の容積濃度の実験結果¹によれば、土石等の容積濃度として0.45~0.55程度の範囲と報告されており、研究の計算においては0.5が用いられている。

(3) 土石等の密度(ρ_m) (基礎調査の手引き)

土石等の密度とは、土石等の単位体積当りの質量で、ここでは土石等の平均密度を推定する。土石等の内部の空隙が水で飽和されているとすると、土石等の密度は土石等の比重(σ)と土石等の容積濃度(c)より、次の式で求めることができる²。

前述の、土石等の比重： $\sigma=2.6$ 、土石等の容積濃度： $c=0.5$ より計算すると $\rho_m=1.8$ となる。

$$\rho_m = (\sigma - 1)c + 1$$

(4) 土石等の単位体積重量(γ)

道路土工擁壁工指針によれば、「土圧の計算に用いる土の単位体積重量 γ (kN/m³)は、裏込め土(盛土)に使用する土質試料を用いて求める。高さ8m以下の擁壁で土質試験を行うことが困難な場合は、土質試験によらないで表1-5(表3-3)の値を用いても良い。」とされている。

表 3-3 土石等の単位堆積重量設定例 (道路土工擁壁工指針)

土 質		土の単位体積重量(kN/m ³)	
		緩いもの	密なもの
自然地盤	砂および砂礫	18	20
	砂質土	17	19
	粘性土	14	18

※表は自然地盤を対象とした値である。

※土石等の移動又は堆積による力を算定するための土質定数であることから、上表の「緩いもの」の欄の数値を用いる。

¹芦田、江頭他：斜面における土塊の抵抗則と移動速度、京大防災研究所年報、昭和60年4月
²江頭、横山他：平成5年8月豪雨による鹿児島島災害の調査研究、8・6豪雨における崩壊土砂の挙動、1996

(5) 土石等の内部摩擦角 (ϕ)

道路土工擁壁工指針においては、「高さ 8m 以下の擁壁で土質試験を行うことが困難な場合は、経済的に推定した表 1-4(表 3-4)の値を用いて良い。」としている。

なお、動的内部摩擦角については、これまでの研究や実績により十分解明されていないのが現状であり、一般的には内部摩擦角と、動的内部摩擦角は同一値が用いられている。

表 3-4 土石等の内部摩擦角の設定例(道路土工擁壁工指針)

裏込め土の種類	せん断抵抗角 ϕ (°)
礫質土注 ¹⁾	35
砂質土	30
粘性土(ただし WL<50%)	25

注 1) きれいな砂は礫質土の値を用いて良い。

注 2) 土質定数をこの表から推定する場合、粘着力 c を無視する。

(6) 土石等の流体抵抗係数 (f_b) (基礎調査の手引き)

土石等の流体抵抗係数とは、土石等が移動する際の抵抗を示す係数で、芦田、江頭らによる流体抵抗係数の実験³⁾によれば、以下のように報告されている。

粗度のある斜面において土石等がある程度変形が進んだ場合、流体抵抗係数は 0.015~0.06 の範囲にある。

また、過去の災害事例に適用した場合、0.025 程度が最も過去の災害を再現することができたことから、これを用いるものとする。

(7) 壁面摩擦角 (δ)

壁面摩擦角とは、土石等の堆積により建築物に作用する堆積のによる力の作用方向と建築物の壁面摩擦角の法線がなす角度である。

道路土工擁壁工指針によれば、土とコンクリートの場合は、内部摩擦角 ϕ の 2/3 とされている。壁面摩擦角についてはこれを準用することができる。

³⁾ 芦田、江頭他：斜面における土塊の滑動・停止機構に関する研究、京大防災研究所年報、昭和 59 年 4 月

3.1.2 基礎の支持力等の計算に用いる定数

急傾斜地の全部又は一部の崩壊を防止するための施設の設計における裏込め土による土圧や基礎地盤の支持力の計算、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計における基礎地盤の支持力の計算等に用いる定数は、現地の状況を勘案して適切に設定するものとする。

【解説】

擁壁や待受け式擁壁の安定性の検討等では、現地の状況を勘案して適切に設定した定数により計算する必要がある。ここでいう現地の状況を勘案して適切に設定した定数とは、土砂災害特別警戒区域を設定した際の値による場合、現地の土質調査結果による場合等が考えられる。

土砂災害特別警戒区域を設定した際の値については、基礎調査マニュアルによれば、単位体積重量については以下(1)に示す値を基本としている。ただし、[参考]に示すような手法及び現地近傍で定数が得られている場合には、これを採用することができるものとされている。

適用にあたっては、土石等の移動又は堆積による力の計算に用いる土質定数と、急傾斜地の全部又は一部の崩壊を防止するための施設の設計に用いる土質定数の違いに注意する必要がある。

なお、各定数の説明に用いている指針等の略名は以下のとおりである。

急傾斜指針 : (一社) 全国 治水砂防協会「新・斜面崩壊防止工事の設計と
実例－急傾斜地崩壊防止工事技術指針－」(平成 19 年 7 月)
道路土工擁壁工指針 : (公社)「道路土工 擁壁工指針」(平成 11 年 3 月)

【参考】

1 : 過去の過去の災害からの再現計算による数値

当該急傾斜地、および地形、地質条件の類似する近隣急傾斜地において過去の災害事例が詳細に記録されている場合は、災害状況の分析を行い、災害状況を正確に再現する土質定数を求め、土質定数として採用する。

2 : 急傾斜地崩壊対策工事で採用されている数値

当該急傾斜地や周辺の類似斜面において行われた急傾斜地崩壊対策工事等で採用された土質定数を採用する。

3 : 他の設計基準要領に記載されている数値

「日本道路公団設計要領」等に記載されている値を採用する。

(1) 土石等の単位体積重量(γ)

道路土工擁壁工指針によれば、「土圧の計算に用いる土の単位体積重量 γ (kN/m³)は、裏込め土(盛土)に使用する土質試料を用いて求める。高さ8m以下の擁壁で土質試験を行うことが困難な場合は、土質試験によらないで表1-5(表3-5)の値を用いても良い。」とされている。

表 3-5 土石等の単位堆積重量設定例(道路土工擁壁工指針)

土 質		土の単位体積重量(kN/m ³)	
		緩いもの	密なもの
自然地盤	砂および砂礫	18	20
	砂質土	17	19
	粘性土	14	18

※表は自然地盤を対象とした値である。

(2) 基礎地盤の許容支持力度(q_u)

表 3-6 基礎地盤の許容支持力度の設定例(急傾斜指針、道路土工擁壁工指針)

支持地盤の種類		許容支持力度 (kN/m ² (tf/m ²))	備 考	
			q_u (kN/m ² (kgf/cm ²))	N 値
岩盤	亀裂の少ない均一な硬岩	1000(100)	10000以上(100以上)	—
	亀裂の多い硬岩	600(60)	10000以上(100以上)	—
	軟岩・土丹	300(30)	1000以上(10以上)	—
礫層	密なもの	600(60)	—	—
	密でないもの	300(30)	—	—
砂質 地盤	密なもの	300(30)	—	30~50
	中位なもの	200(20)	—	15~30
粘性土 地盤	非常に硬いもの	200(20)	200~400(2.0~4.0)	15~30
	硬いもの	100(10)	100~200(1.0~2.0)	8~15
	中位のもの	50(5)	50~100(0.5~1.0)	4~8

※急傾斜指針では擁壁工指針の値を用いている。

(3) 基礎底面と基礎地盤との間の摩擦係数(μ)

急傾斜指針では、「現場打ちコンクリートの場合は、 $\phi_B = \phi$ (基礎地盤の内部摩擦角)、現場位置でない場合は、 $\phi_B = 2/3 \cdot \phi$ とする。ただし、基礎地盤が土の場合 $\tan \phi_B$ の値は 0.6 を越えないものとする。なお通常の場合には表 10-3(表 3-7)を用いて良い。」としている。

表 3-7 基礎底面と基礎地盤との間の摩擦係数の設定例(道路土工擁壁工)

せん断面の条件	支持地盤の種類	摩擦係数 $\mu = \tan \phi_B$	付着力 C_B
岩または礫とコンクリート	岩盤	0.7	考慮しない
	礫層	0.6	考慮しない
土の基礎のコンクリートの間に 割り栗石または砕石を敷く場合	砂質土	0.6	考慮しない
	粘性土	0.5	考慮しない

※)プレキャストコンクリートでは、基礎底面が岩盤であっても、摩擦係数は 0.6 を越えないものとする。

3.2 設計外力

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、土圧、水圧及び自重を考慮するものとする。

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の設計にあたっては、土圧、水圧及び自重のほか、崩壊の発生に伴う移動及び堆積による力を考慮するものとする。

【解説】

政令第4条では、「(建築物の構造の規制に必要な衝撃に関する事項)」が示されており、この中で、急傾斜地が崩壊した場合に生じた土石等を堆積させるための施設を検討する場合に必要となる、移動による力や堆積による力の算出方法が示されている。以下に、それらの移動による力や堆積による力の算出方法を整理する。

(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あ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。土圧を算出する方法は現場に適した方法で行う必要があり、この詳細については「新・斜面崩壊防止工事の設計と実例」を参照する。

(2) 水圧

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。

例えば、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と考えられる。

(3) 浮力

擁壁が河川などの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。詳細については「道路土工擁壁工指針（平成11年3月）」を参照すること。

(4) 崩壊の発生に伴う移動による力および堆積による力

急傾斜地が崩壊した場合、崩壊によって生じた土石等が斜面を流動し、土石等の先端部が擁壁等に水平方向に作用する(移動による力)。その後、土石等は擁壁によって流動を停止させられるため、土石等の堆積による力が擁壁に作用する(堆積による力)こととなる(図 3-1)。

したがって、急傾斜地が崩壊した場合に生じた土石等を堆積させるための施設を設計する場合、表 3-8 に示す項目を算定する必要がある。

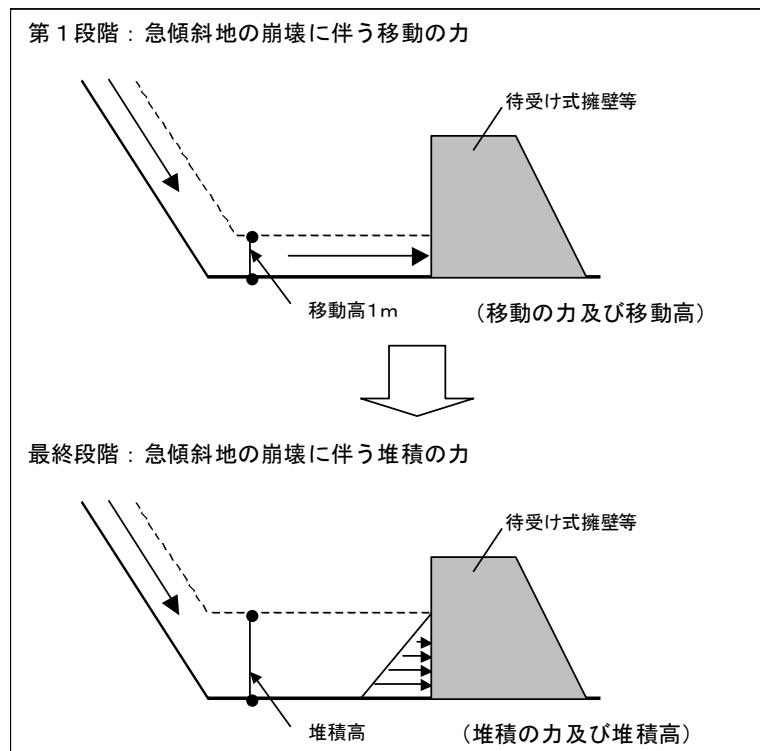


図 3-1 移動による力と堆積による力の概念図

表 3-8 算定する項目

衝撃に関する事項	内容
移動による力	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
移動高	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
堆積による力	最終的に堆積した土石等が擁壁等に作用する時の力
堆積高	最終的に堆積した土石等が作用するときの高さ

1) 移動高 (hsm)

移動高については、基礎調査の手引きによれば、「既往の実験、研究成果によれば、土石等の移動の高さは崩壊深の 1/2 と報告されており…」とされている。また崩壊深については、昭和 57 年 1 月から平成 6 年 12 月までに全国で発生したがけ崩れ災害データに基づいた崩壊深の実績より設定されている。

具体的な移動高としては、「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。埼玉県においては、通常 1.0m を用いる事とする。

2) 移動による力 (Fsm)

待受け式擁壁等に作用する移動による力は次式で与えられる。

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

ここに、

$$a = \frac{2}{(\sigma - 1)c + 1} f_b \quad b = \cos \theta \left\{ \tan \theta - \frac{(\sigma - 1)c}{(\sigma - 1)c + 1} \tan \phi \right\}$$

Fsm	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 (kN/m ²)	※1
ρ_m	急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動時の当該土石等の密度 (t/m ³)	
g	重力加速度 (m/s ²)	
hsm	急傾斜地の崩壊に伴う土石等の移動時の当該土石等の移動の高さ (m) (hsm=1.00m)	
bu, bd	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	
θ_u	急傾斜地の傾斜度 (°)	※2
θ_d	急傾斜地の下端に隣接する急傾斜地以外の土地の傾斜度 (°)	※2
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	
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 ($\phi=20^\circ$)	
fb	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	
H	急傾斜地の高さ (m)	※2
x	急傾斜地の下端から当該建築物までの水平距離 (m)	

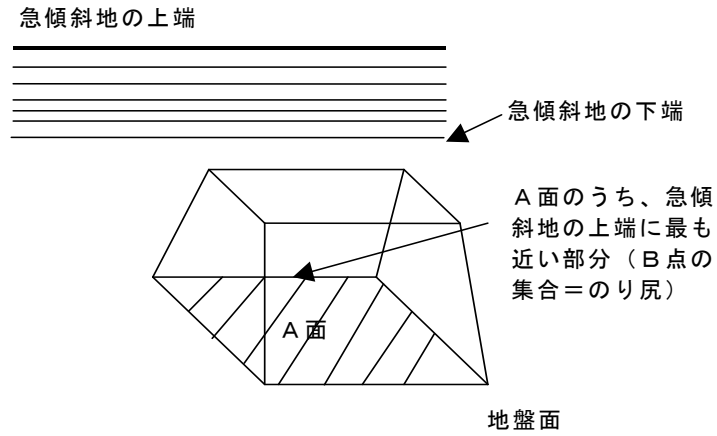
※1：移動による力の算出方法は「政令第 3 条第 1 号イ」に規定される方法に基づくものである。

※2：急傾斜地の地形改変を行わない場合、急傾斜地の高さ及び傾斜度は、埼玉県による基礎調査の結果を用いることとなる。急傾斜地の地形改変を行う場合は、開発計画に基づいた急傾斜地の高さ及び傾斜度を用いるものとする。

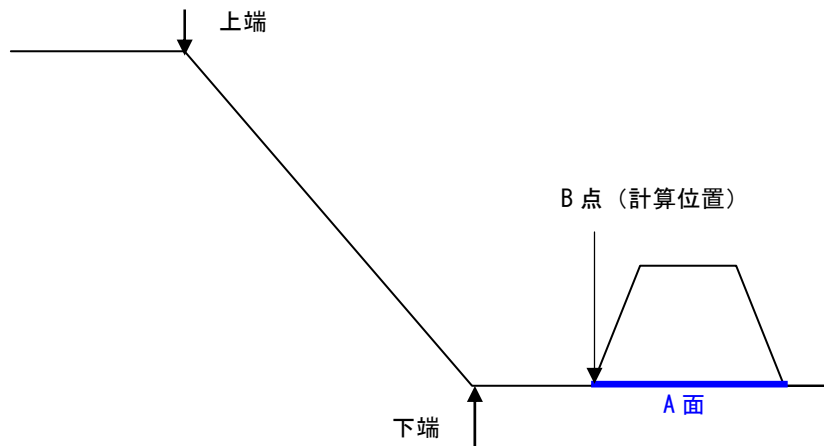
3) 堆積高

ア 堆積高の計算位置

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高以上にしなければならない。その堆積高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。



斜面下端における堆積による力の取り扱い: 斜面下端下方に待受け擁壁等を設置する場合のB点



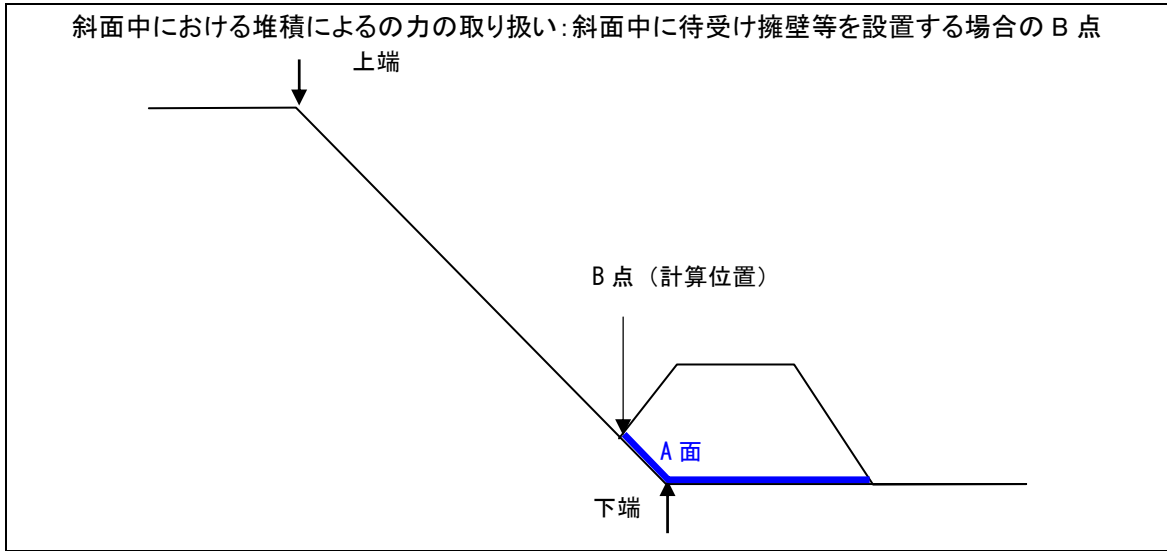


図 3-2 堆積高の計算位置

イ 堆積高の計算

堆積高の算出にあたっては、まず水平に土砂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砂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。

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

h : 土砂が堆積勾配をもって堆積するときの堆積高 (m)

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 : 斜面勾配 ($^\circ$)

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 = 30°

ウ 堆積による力

待受け式擁壁等に作用する堆積による力は、次式によって与えられる。

$$P_A = \frac{1}{2} F_{sa} h$$

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

ここに、

- F_{sa} 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の堆積により待受け式擁壁等に作用する ※1
と想定される力の大きさ (kN/m²)
- γ 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の堆積時の当該土石等の単位体積重量
(kN/m³)
- h 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の堆積時の当該土石等の堆積の高さ (m)
- α 擁壁背面と鉛直面のなす角 (°)
- φ 急傾斜地の崩壊に伴う土石等の堆積時の当該土石等の内部摩擦角 (°)
- δ 壁面摩擦角 (°)

※1：ここで定義する堆積による力の算出方法は、「政令第3条第1号ロ」に基づくものである。

表 3-9 壁面摩擦角の設定例

対策施設の種類の種類	摩擦角の種類	壁面摩擦角
待受け式擁壁(重力式擁壁)	土石等とコンクリート	$\delta = 2\phi / 3$
待受け式盛土	土石等と盛土	$\delta = \phi$

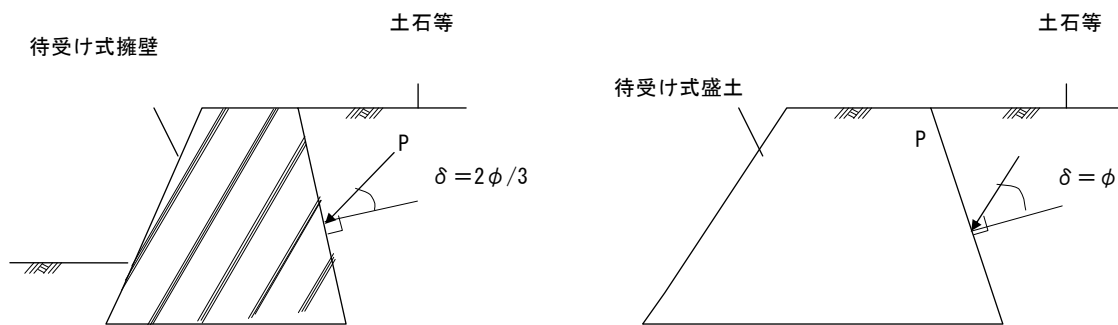


図 3-3 力の作用面と壁面摩擦角

(5) 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(急傾斜指針)」の考え方を基本とする。ただし、地域防災計画でより大きな地震動を想定している場合には「宅地防災マニュアル」等を参考に適切な地震力を設定するものとする。この考え方は擁壁工の設計と共通であり、詳細については「p39、5.1.1(3)2 地震時における安定性の検討」に整理する。

参考：「新・斜面崩壊防止工事の設計と実例(急傾斜指針)」の地震に対する設計の考え方

10.2.1 擁壁工設計の手順および一般的留意事項

～(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高さが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、復旧がきわ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、地震力の一つの目安として「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の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うると考えられたため、一般には地震時の設計計算を行わないで良いこととしている。

10.2.2 荷重の検討

(5)地震時(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常置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はなく、特に破壊的な地震時の状態はまだ良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、深度5～6程度の地震を受けた後でも機能的には耐えうるもの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、通常の擁壁ではいって複雑な地震時安定の検討を省略することが多い。ただ、構造物が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場合には、地震の影響を考慮することが望ましい。

4. のり切の設計

【令第7条三 イ】

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。

のり切の設計は、地形、地質、地下水等の現地の条件を十分考慮し、総合的な判断からのり勾配を決定すること。

また、脆弱な地質や小段を含むのり切高さが5m以上となる場合には、他の対策工法との併用について検討を行うこと。

【解説】

のり切には、(A) 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、(B) 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、(C) 急傾斜地（原因地）を除去するのり切がある。以下では、(B) 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について概説する。

(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必要がある。また、施工段階では、設計時に想定していない状況に遭遇する場合も想定されるため、諸問題に対し適宜に対応していく必要がある。

(2) のり勾配

標準的な切土高及びのり勾配としては、表 4-1 に示す値がある。表 4-1 は、土工面から経験的に求めたのり面勾配の標準値で、無処理あるいは植生工程度の保護工を前提としたものである。なお、標準のり面勾配は、次の条件に該当する場合は適用できないことがあるので、のり面勾配の変更およびのり面保護工、のり面排水工等による対策を講じる必要がある。

(i) 地盤条件

- (a) 地すべり地の場合
- (b) 崩壊土砂、強風化土の場合
- (c) 砂質土等、特に浸食に弱い土質の場合
- (d) 泥岩、凝灰岩、蛇紋岩等の風化が速い岩の場合
- (e) 割れ目の多い岩の場合
- (f) 割れ目が流れ盤となる場合
- (g) 地下水が多い場合
- (h) 地震の被害を受けやすい場合

(ii)切土条件

- (a)切土高が表 4-1 に示す高さを超える場合
- (b)用地等からの制約がある場合

(iii)切土の崩壊による影響(道路の切土)

- (a)万一崩壊すると隣接物に重大な損害を与える場合
- (b)万一崩壊すると復旧に期間を要し、道路機能を著しく阻害する場合

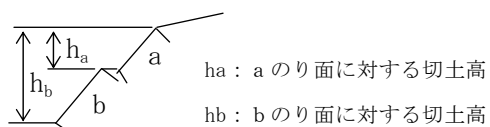
表 4-1 のり切に対する標準のり勾配

(道路土工法面工・斜面安定工指針に加筆の上作成)

地山の土質		切土高	勾配
硬岩			1 : 0.3 ~ 1 : 0.8
軟岩			1 : 0.5 ~ 1 : 1.2
砂	密実でない粒度分布の悪いもの		1 : 1.5 ~
砂質土	密実なもの	5m 以下	1 : 0.8 ~ 1 : 1.0
		5~10m	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2
	密実でないもの	5m 以下	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2
		5~10m	1 : 1.2 ~ 1 : 1.5
砂利または岩塊 混じり砂質土	密実なもの、または粒度分布の よいもの	10m 以下	1 : 0.8 ~ 1 : 1.0
		10~15m	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2
	密実でないもの、または粒度 分布の悪いもの	10m 以下	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2
		10~15m	1 : 1.2 ~ 1 : 1.5
粘性土		10m 以下	1 : 0.8 ~ 1 : 1.2
岩塊または玉石 混じりの粘性土		5m 以下	1 : 1.0 ~ 1 : 1.2
		5~10m	1 : 1.2 ~ 1 : 1.5

注)1 上表の標準勾配は地盤条件、切土条件等により適用できない場合があるので本文を参考とすること。上表は、土工面から経験的に求めたのり面勾配の標準値で、無処理あるいは植生工程度の保護工を前提としたものである。

2 土質構成などにより単一勾配としないときの切土高および勾配の考え方は下図のようにする。



- ・勾配は小段を含めない。
- ・勾配に対する切土高は当該切土のり面から上部の全切土高とする。

3 シルトは粘性土に入れる。

4 上表以外の土質は別途考慮する。

5. 急傾斜地の全部又は一部の崩壊を防止するための施設の設計

5.1 土留

【令第7条 ロ(1)】

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。

5.1.1 擁壁工

擁壁工は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ものであること。

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こと。

【解説】

(1) 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。

(2) 荷重

擁壁の設計に用いる荷重は常時における土圧、水圧及び自重の組み合わせとする。また、地震時の影響を考慮する必要がある場合には、設計に用いる荷重は地震時慣性力及び地震時土圧の組み合わせとする。

(3) 安定性の検討

1) 常時における安定性の検討

地震時の検討は急傾斜指針による事を基本とすることから、常時においても地震時の考え方にしたがうものとする。

したがって、常時における安定性の検討は以下の条件を満たす必要がある。

◆安定性の条件

- a) 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。
- b) 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。
- c) 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。
- d) 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。

2) 地震時における安定性の検討

対策工事における擁壁設計の地震時の取り扱いは、「急傾斜指針」の考え方を基本とする。ただし、地域防災計画で想定地震動を L2 地震動とする等、震災対策を強化している地域では「宅地防災マニュアル」等を参考に適切な地震力を設定するものとする。

これは、以下の理由によるものである。「宅地防災マニュアル」では、「急傾斜指針」よりも高い安全性が求められているが、拘束力を持つ技術基準においては急傾斜地法、宅地造成等規制法とも地震力まで規定していないこと、埼玉県ではこれまで擁壁に関する技術基準は定められていないことから、従来から急傾斜地崩壊防止工事で用いられている、「急傾斜指針」によることを基本とした。ただし、地域防災計画において想定地震動を L2 地震動とする等、震災対策を強化している地域もあることから、「宅地防災マニュアル」による地震の取り扱い等を参考に各地域ごとに適切に地震力を考慮するものとした。

◆安定性の条件

- a) 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 2/3 以内に入ること。
- b) 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 1.2 倍以上であること。
- c) 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 2.0 とする。
- d) 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。

3) 水抜穴

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。「急傾指針」を参考にすれば、重力式擁壁における水抜穴の設置の考え方は以下のとおりである。

- (a) 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。
- (b) 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。
- (c) 擁壁背面の水を排除するため、外径 5~10cm 程度の水抜孔を 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。
- (d) 擁壁背面には原則として栗石、碎石等を使用し、排水層を設ける。
- (e) 水抜孔は排水が良好にできる位置に設置するものとする。
- (f) 水抜孔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、湧水等の現状況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。
- (g) 下段水抜孔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。

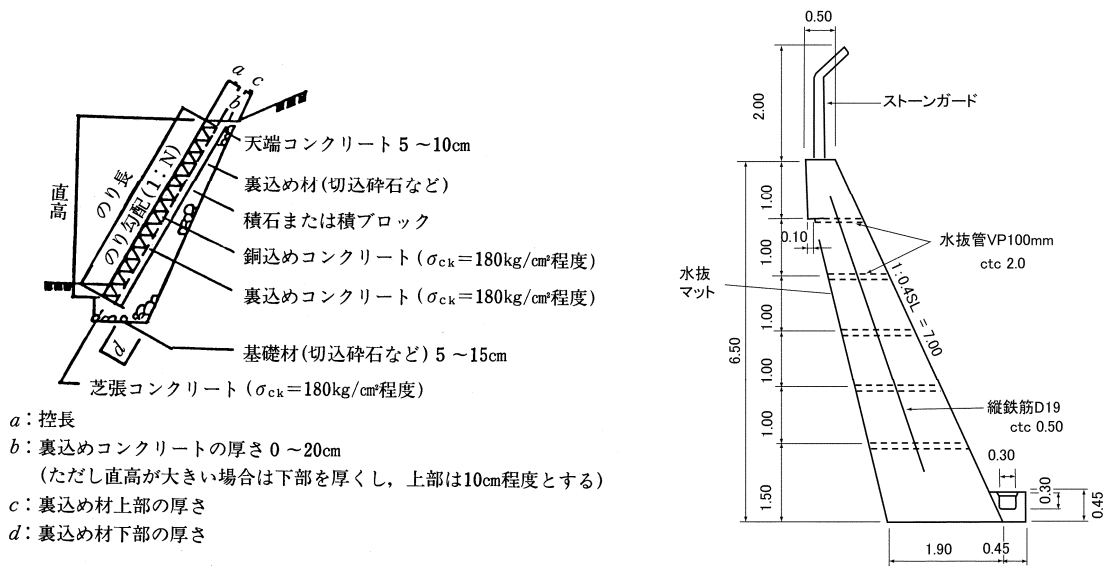


図 5-1 練積擁壁及びもたれ擁壁工の標準断面の一例 (単位: m)

出典: 新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例 (平成 8 年 7 月)

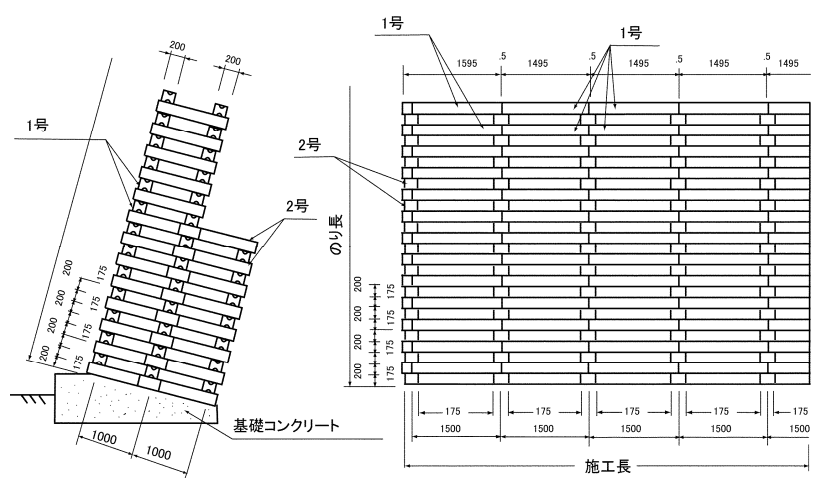


図 5-2 井桁組擁壁工の一例 (単位: mm)

出典: 新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例 (平成 8 年 7 月)

(4) 高さが2mを超える擁壁の取扱い

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条によらなければならない。具体的には、前述の(1)～(3)の内容により設計を行うことで満足することになるが、擁壁の材料や構造計算結果の基準値が異なるため留意すること。

以下、関連部分について列記する。

【建築基準法】

(構造耐力)

第二十条 建築物は、自重、積載荷重、積雪荷重、風圧、土圧及び水圧並びに地震その他の震動及び衝撃に対して安全な構造のものとして、次の各号に掲げる建築物の区分に応じ、それぞれ当該各号に定める基準に適合するものでなければならない。

一 高さが六十メートルを超える建築物 当該建築物の安全上必要な構造方法に関して政令で定める技術的基準に適合するものであること。この場合において、その構造方法は、荷重及び外力によつて建築物の各部分に連続的に生ずる力及び変形を把握することその他の政令で定める基準に従つた構造計算によつて安全性が確かめられたものとして国土交通大臣の認定を受けたものであること。

二 高さが六十メートル以下の建築物のうち、第六条第一項第二号に掲げる建築物（高さが十三メートル又は軒の高さが九メートルを超えるものに限る。）又は同項第三号に掲げる建築物（地階を除く階数が四以上である鉄骨造の建築物、高さが二十メートルを超える鉄筋コンクリート造又は鉄骨鉄筋コンクリート造の建築物その他これらの建築物に準ずるものとして政令で定める建築物に限る。）次に掲げる基準のいずれかに適合するものであること。

イ 当該建築物の安全上必要な構造方法に関して政令で定める技術的基準に適合すること。この場合において、その構造方法は、地震力によつて建築物の地上部分の各階に生ずる水平方向の変形を把握することその他の政令で定める基準に従つた構造計算で、国土交通大臣が定めた方法によるもの又は国土交通大臣の認定を受けたプログラムによるものによつて確かめられる安全性を有すること。

ロ 前号に定める基準に適合すること。

三 高さが六十メートル以下の建築物のうち、第六条第一項第二号又は第三号に掲げる建築物その他その主要構造部（床、屋根及び階段を除く。）を石造、れんが造、コンクリートブロック造、無筋コンクリート造その他これらに類する構造とした建築物で高さが十三メートル又は軒の高さが九メートルを超えるもの（前号に掲げる建築物を除く。） 次に掲げる基準のいずれかに適合するものであること。

イ 当該建築物の安全上必要な構造方法に関して政令で定める技術的基準に適合すること。この場合において、その構造方法は、構造耐力上主要な部分ごとに応力度が許容応力度を超えないことを確かめることその他の政令で定める基準に従つた構造計算で、国土交通大臣が定めた方法によるもの又は国土交通大臣の認定を受けたプログラムによるものによつて確かめられる安全性を有すること。

ロ 前二号に定める基準のいずれかに適合すること。

四 前三号に掲げる建築物以外の建築物 次に掲げる基準のいずれかに適合するものであること。

イ 当該建築物の安全上必要な構造方法に関して政令で定める技術的基準に適合すること。

ロ 前三号に定める基準のいずれかに適合すること。

2 前項に規定する基準の適用上一の建築物であつても別の建築物とみなすことができる部分として政令で定める部分が二以上ある建築物の当該建築物の部分は、同項の規定の適用については、それぞれ別の建築物とみなす。

【建築基準法施行令】

(工作物の指定)

第百三十八条 煙突、広告塔、高架水槽、擁壁その他これらに類する工作物で法第八十八条第一項の規定により政令で指定するものは、次に掲げるもの（鉄道及び軌道の線路敷地内の運転保安に関するものその他の法令の規定により法及びこれに基づく命令の規定による規制と同等の規制を受けるものとして国土交通大臣が指定するものを除く。）とする。

一～四 (略)

五 高さが二メートルを超える擁壁

(第2項以下略)

(擁壁)

第百四十二条 第百三十八条第一項に規定する工作物のうち同項第五号に掲げる擁壁（以下この条において単に「擁壁」という。）に関する法第八十八条第一項において読み替えて準用する法第二十条第一項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（第七章の八（第百三十六条の六を除く。）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つ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、第三十六条の三、第三十七条、第三十八条、第三十九条第一項及び第二項、第五十一条第一項、第六十二条、第七十一条第一項、第七十二条、第七十三条

第一項、第七十四条、第七十五条、第七十九条、第八十条（第五十一条第一項、第六十二条、第七十一条第一項、第七十二条、第七十四条及び第七十五条の準用に関する部分に限る。）、第八十条の二並びに第七章の八（第三百三十六条の六を除く。）の規定を準用する。

【宅地造成等規制法】

（宅地造成に関する工事の技術的基準等）

第九条 宅地造成工事規制区域内において行われる宅地造成に関する工事は、政令（その政令で都道府県の規則に委任した事項に関しては、その規則を含む。）で定める技術的基準に従い、擁壁、排水施設その他の政令で定める施設（以下「擁壁等」という。）の設置その他宅地造成に伴う災害を防止するため必要な措置が講ぜられたものでなければならない。

2 （略）

【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）

第七条 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三分の二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三分の二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（昭和二十五年政令第三百三十八号）第九十条（表一を除く。）、

第九十一条、第九十三条及び第九十四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三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。

5.1.2 杭工及び土留柵工

杭工及び土留柵工は、のり面崩壊を防止し、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な構造であること。

【解説】

(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。

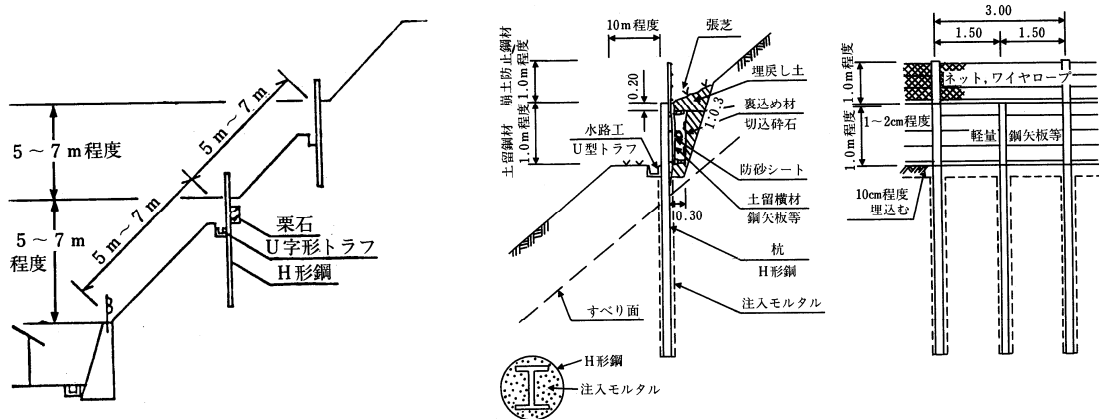
杭工の設計の詳細については、「地すべり鋼管杭設計要領(社団法人地すべり対策技術協会 1990)」等が参考となる。

(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に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」等が参考となる。



出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例(平成8年7月)

図 5-3 土留柵工の一例

5.1.3 アンカー工

アンカー工は、アンカー体を適切に地山に定着させ、のり面の崩壊を防止する構造であること。

【解説】

(1) 適用条件

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。

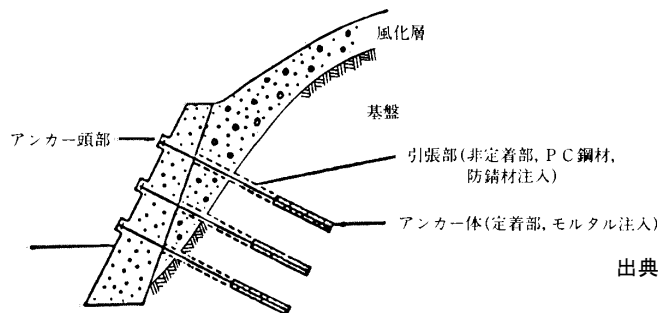
- a 斜面上下部に人家が接近していて、切土工や待受け式擁壁工等が施工できない場合、あるいは斜面勾配が急であったり斜面長が長くて現場打コンクリート法枠工やコンクリート擁壁工等の、安定が不足する場合。
- b アンカー体定着地盤・岩盤が比較的堅固で斜面表面より浅い位置にある(すなわちすべり面が比較的浅い)場合。
- c 斜面崩壊の形状から、特に面的対策が必要とされる場合。
- d 大きな抑止力を必要とされる場合。
- e 杭工法等では、大きな曲げ応力の発生する場合。

(2) 設計方法

アンカー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」等が参考となる。

(3) 適用にあたっての留意事項等

- a 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。
- b 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。
- c 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。



出典：新・斜面崩壊防止対策工事の
設計と実例(平成8年7月)

図 5-4 アンカー工の例(擁壁の補強)

5.1.4 押さえ盛土工

押さえ盛土工は、のり面におけるすべりに対し必要な抵抗力を有するよう、その構造を決定すること。

【解説】

(1) 設計の考え方

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。

(2) 形状等

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。

小段には排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おそれがあるため、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。

のり面の勾配が 15 度以上で垂直高が 5m を超える場合は、表 5-1 に定める幅をもつ小段を設ける。

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。

表 5-1 垂直高と小段幅

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

出典：河川砂防技術基準(案) 地滑り編を修正

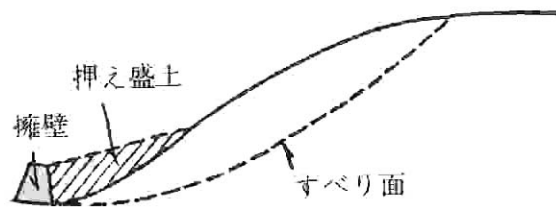


図 5-5 押さえ盛土工の一例

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例(平成8年7月)

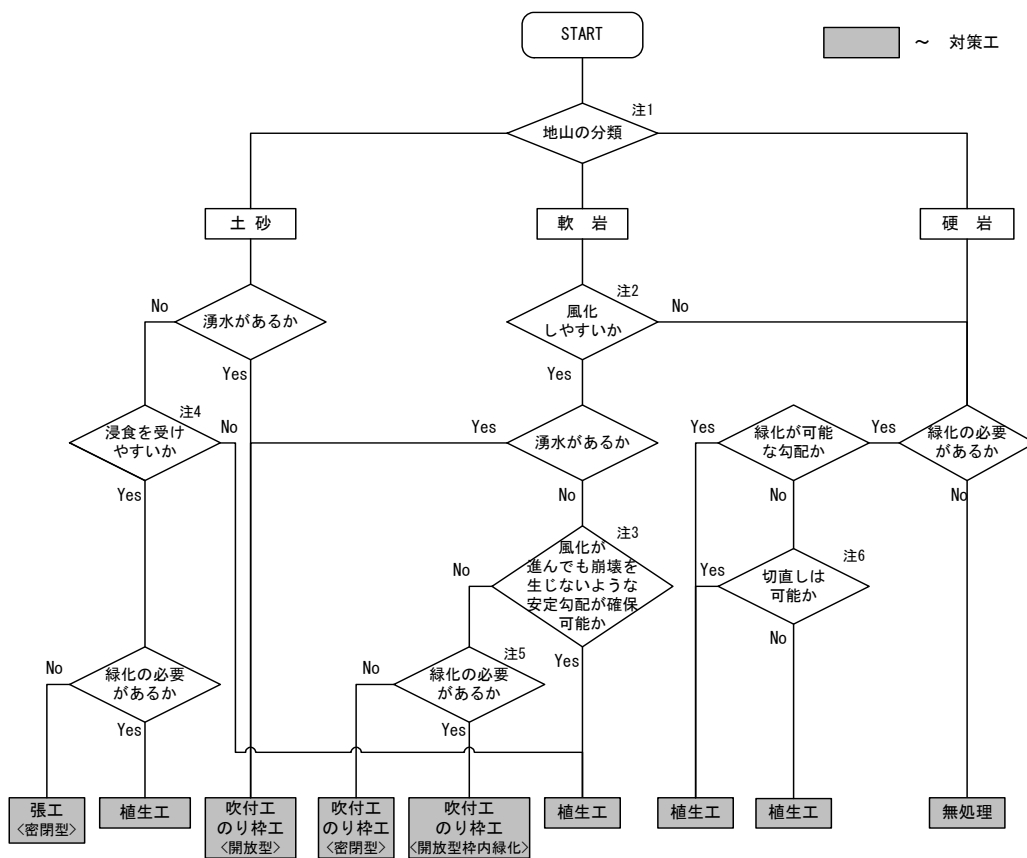
5.2 のり面を保護するための施設

【施工令 第7条三 ロ(2)】

石張り、芝張り、モルタルの吹きつけ等によりのり面の風化その他の侵食に対して保護する構造であること。

【解説】

のり面を保護するための施設の選定にあたっては、長期的な安定確保を主目的として現地のり面の岩質、土質、土壌硬度、pH 等の地質・土質条件、湧水・集水の状況、寒冷地域かどうかといった気象条件、のり面の規模やのり面勾配等を考慮するとともに、施工条件、維持管理および景観・環境保全のことも念頭に入れておく必要がある。一般的なフローを図 5-6 に示す。



注1 地山の分類は、「道路土工 土質調査指針」に従うものとする。

注2 第三紀の泥岩、けつ岩、固結度の低い凝灰岩、蛇紋岩等は切土による応力解放、その後の乾燥湿潤の繰返しや凍結融解の繰返し作用等によって風化しやすい。

注3 風化が進んでも崩壊しないような安定勾配としては、密実ではない土砂の標準のり面勾配の平均値程度を目安とする。

注4 しらす、まさ、山砂、段丘礫層等、主として砂質土からなる土砂は表面水による浸食には特に弱い。

注5 自然環境への影響緩和、周辺景観との調和、目標植生の永続性等を勘案して判断する。

注6 ここでいう切直しとは、緑化のための切直しを意味する。

道路土工指針 のり面工斜面安定工(平成 11 年 3 月)を参考に作成

図 5-6 のり面を保護するための施設の選定の基本的な考え方

5.2.1 張工

張工は、地形、地質その他現地の状況から判断して、適切な材料や工法を選定すること。

【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

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は、法面勾配が 1 : 1.0 より緩い場合に用い、直高 5.0m 以内を標準とするが、これをこえる場合は地山の安定を考慮したのり面勾配を検討する。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。

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、栗石または切込砕石を用いて 20 cm 程度の厚さの裏込めをしなければならない。

水抜工は $\phi 50$ mm (VP50) 以上を用い、標準的には 2~4 m² 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。

のり面の縦方向に 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し、陥没破壊の原因となっている。のり面長が長い場合(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。

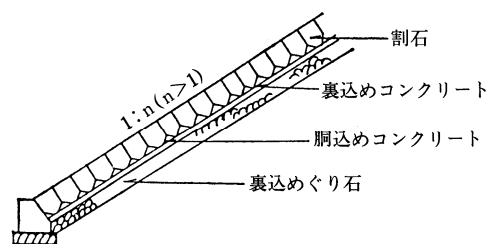


図 5-7 石張工の一例

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例(平成 8 年 7 月)

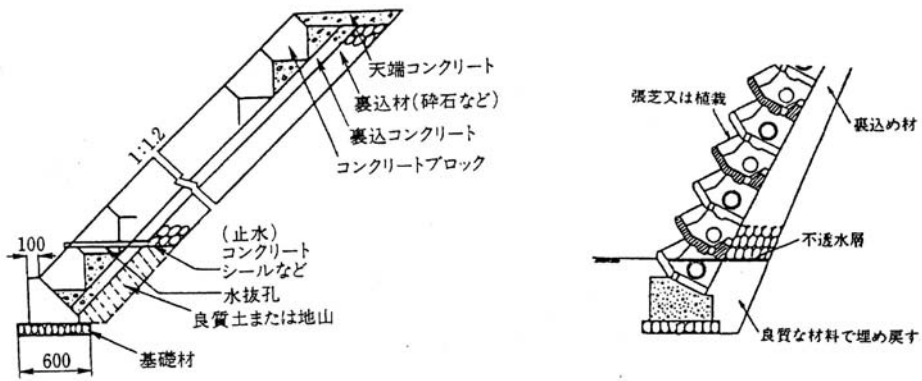


図 5-8 コンクリートブロック張工の例・緑化ブロックの例

(2) コンクリート張工

コンクリート張工は、比較的勾配の急な岩盤斜面における風化による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より緩勾配を標準とし、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、のり長1～4m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1.5～3倍が多い。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、鉄筋の配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2～4 m²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。

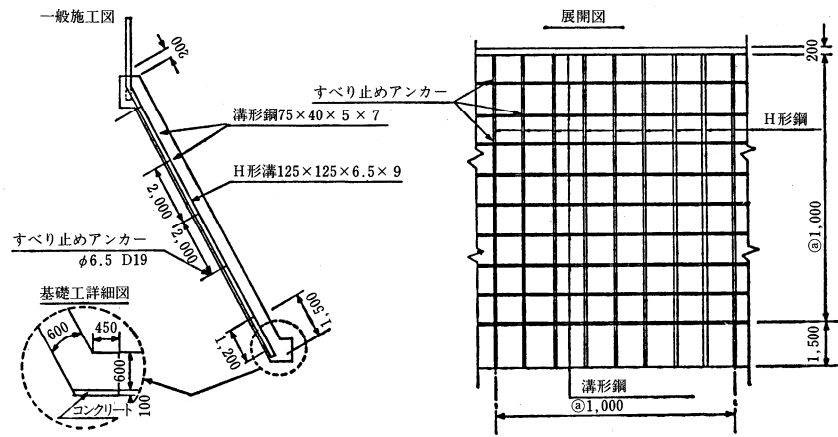


図 5-9 コンクリート張工の一例

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例(平成8年7月)

5.2.2 植生工

植生工は、地形、地質、施工時期などから判断して、現地に適した工種を選定すること。

【解説】

(1) 植生工の特徴

植生工の施工目的は、植物が十分繁茂した場合に植物体による雨水の遮断や降雨摘衝撃力の緩和、表面流下水流速の減少、根系による土壌の緊縛、地表面浸透能の増大等ののり面の侵食を防止する機能を期待するものである。あわせて、主材料に植物を使用することから周辺の環境や景観との調和を図る効果が期待できる。しかし、植物の根系の生育深さには限界があり、のり面の深い崩壊を防止する効果を期待することはできない。

(2) 適用条件

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

- (a) 基盤の状態：植物の生育基盤が侵食・崩壊に対して安定していること。
- (b) 植物の適用範囲：選定した植物がのり面の地質、勾配と気象条件に適合し、緑化の目標に適合していること。
- (c) 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。
- (d) 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。
- (e) 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。

以上の前提条件が満たされないのり面で、のり面が不安定な場合や植生工が困難な場所に植物の導入を必要とする場合は、構造物との併用、新たな生育基盤の造成等を検討する。

(3) 選定の考え方

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、対策工事箇所の条件に適した選定を行う必要がある。

5.2.3 吹付工

吹付工は、のり面の勾配や亀裂の状況等から吹付厚や補強等を決定すること。

【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、施工性も考慮して決定する必要がある。

1) 吹付厚

吹付厚の標準はモルタル吹付工で7～10cm、凍結融解を繰り返す地方では10cm以上の厚さが必要である。また、コンクリート吹付工では10～25cmである。

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程度の斜面では10～15cmのコンクリート吹付が多い。

2) 補強

切土後の法面の状態は、一般にのり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、ワイヤーラス、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。

3) 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うすいため、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。

のり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外形φ50mm(VP50)以上で、2~4㎡に1本程度を目安に設置する。

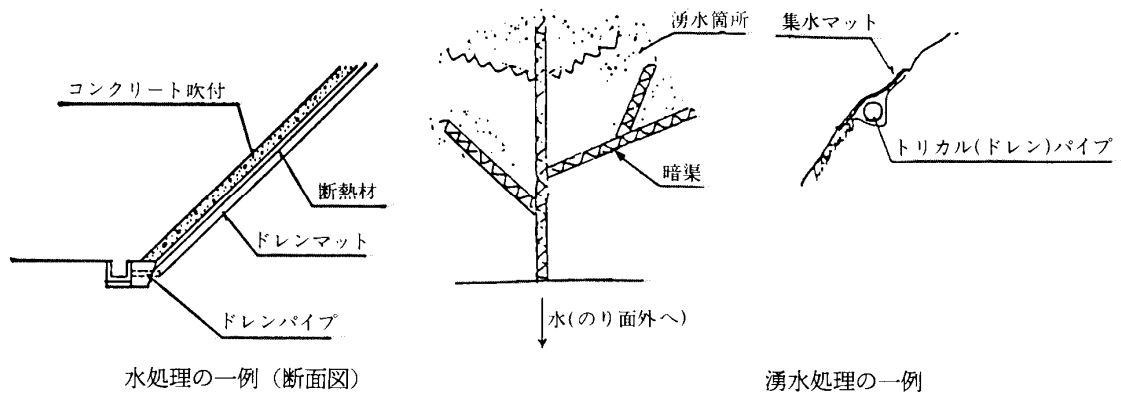


図 5-10 水処理・湧水処理の一例

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例(平成8年7月)

4) のり肩、のり尻

のり肩部は、地下水の浸透などにより最も崩壊しやすい部分となるため、地山にそって吹付工を巻き込む。吹付工の上方には、水路工を設けることが望ましい(図 5-11)。

吹付工ののり尻では、吹付工表面の流水による侵食を防止するため、排水路と一体になうように設計する(図 5-12)。

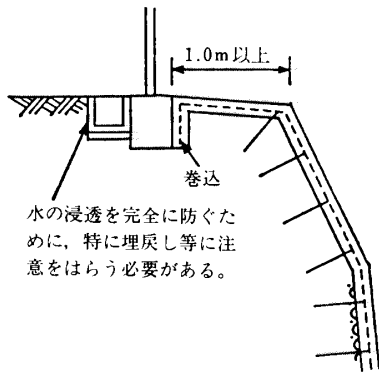


図 5-11 のり肩の処理の一例

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例(平成8年7月)

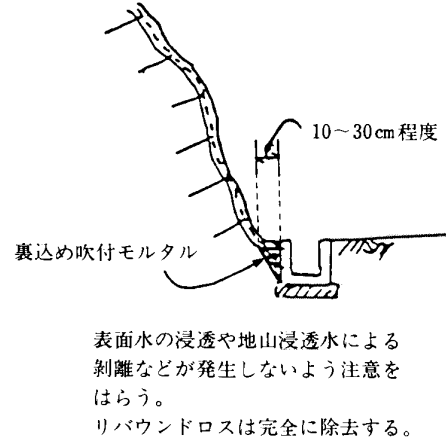


図 5-12 のり尻の処理の一例

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例(平成8年7月)

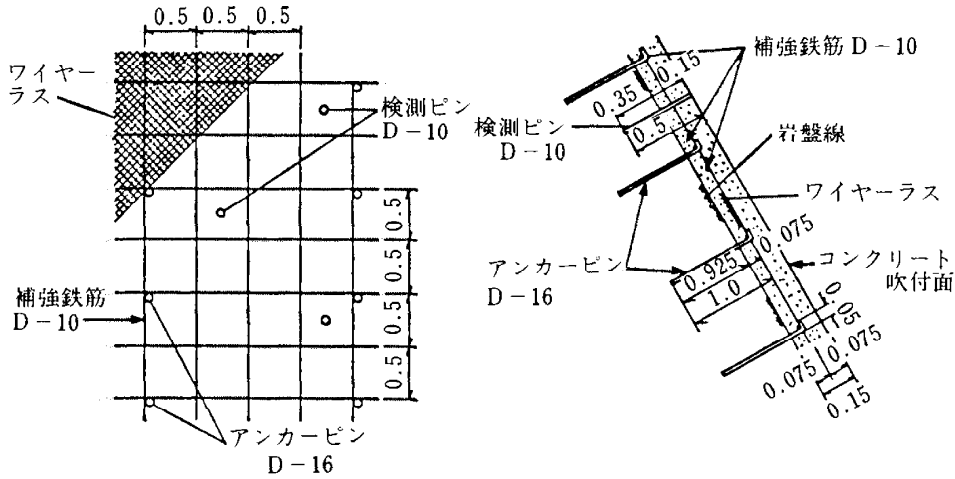


図 5-13 コンクリート吹付工の一例

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例(平成8年7月)

5.2.4 のり枠工

のり枠工は、のり面勾配や周辺の環境等から現地に適した工法を選定すること。

【解説】

(1) 一般的留意事項

のり枠工は、湧水を伴う風化岩などの長期にわたる安定が困難と考えられるのり面に、場所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、侵食の防止をするとともに、折り面の崩壊を抑制することを目的としている。のり枠工は、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。

- (a) 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。
- (b) 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・のり面勾配が1:1.0より緩く地山全体が安定しているときは、プレキャスト枠工を検討する。また斜面長が短いときは鋼製枠等ののり枠工を用いることもある。
- (c) 植生工に適さない硬土、軟岩に類するのり面の場合には、プレキャスト枠工と客土による植生工を検討する。
- (d) 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を目的とするのり面、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・のり面勾配が1:1.0より急な場合は、一般に現場打コンクリート枠工が適用される。
- (e) 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。
- (f) 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。
- (g) 地盤に応じた基礎を検討する。
- (h) 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。

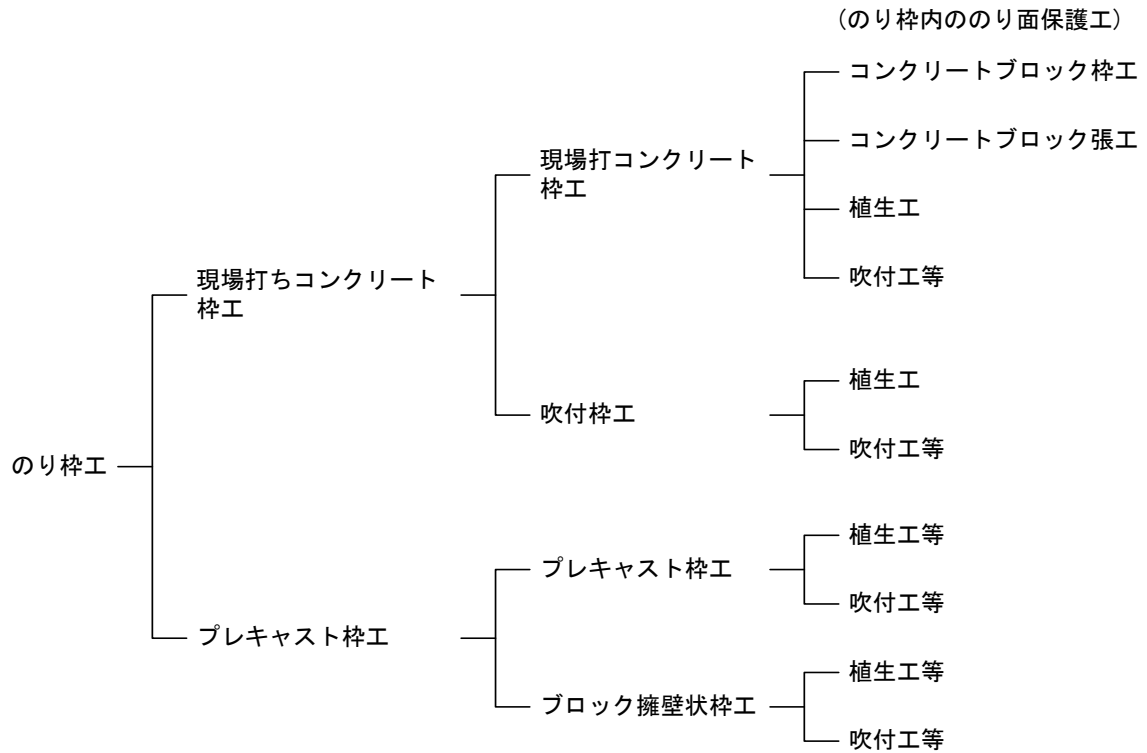


図 5-14 のり砕工の分類

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例(平成8年7月)

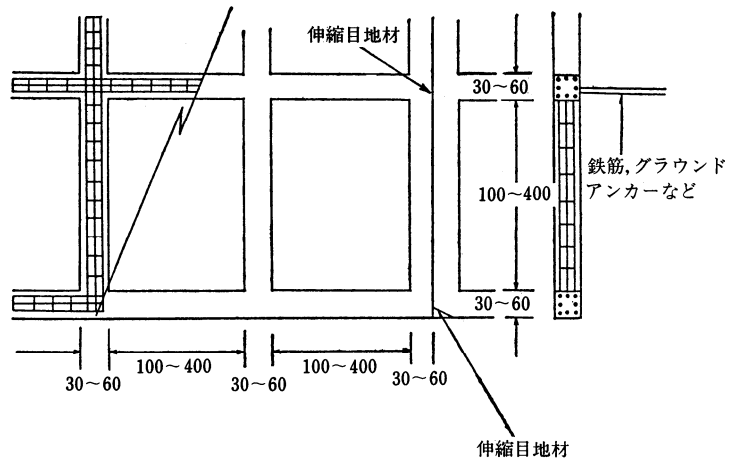


図 5-15 現場打コンクリート砕工の一例

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例(平成8年7月)

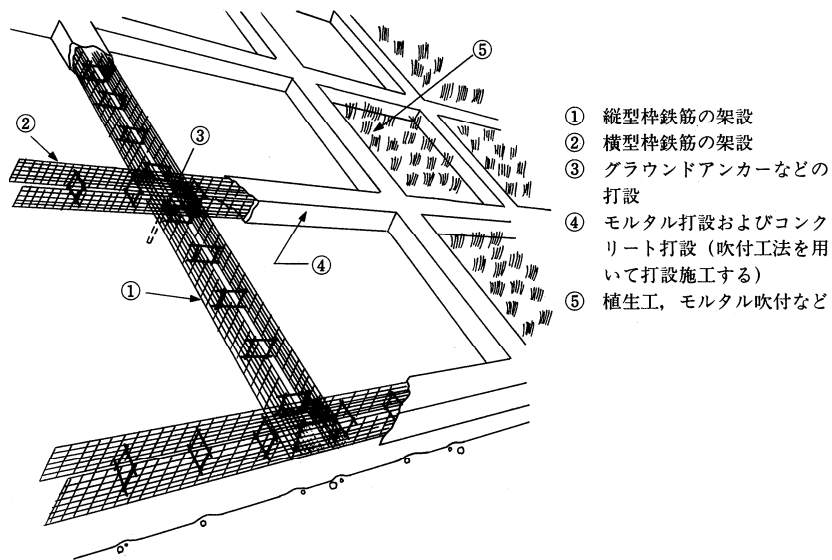


図 5-16 吹付砕工施工の一例

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例(平成8年7月)

5.2.5 その他(編柵工)

編柵工は植生工の補助として、侵食を受けやすいのり面に適用する。

【解説】

一般的留意事項を以下に示す。

- (a) 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。
- (b) 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(そだ)、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。
- (c) 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。
- (d) 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。
- (e) 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

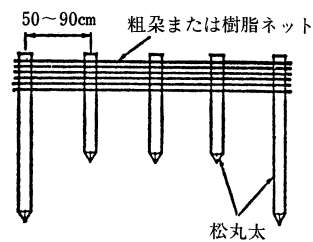


図 5-17 編柵工の一例

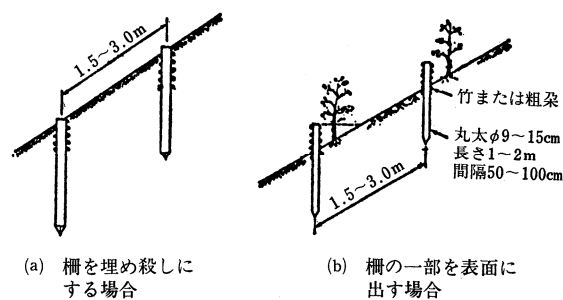


図 5-18 編柵工の打込方法

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例(平成8年7月)

5.3 排水施設

【施工令 第7条三 ロ(3)】

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。

【解説】

(1) 目的

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。

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。

5.3.2 地表水排除工

地表水排除工は、急傾斜地の崩壊の原因となる地表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。

【解説】

(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栗石等で敷き固め、その上にならし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、集水枘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・法面に湧水などがある場合には、縦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。

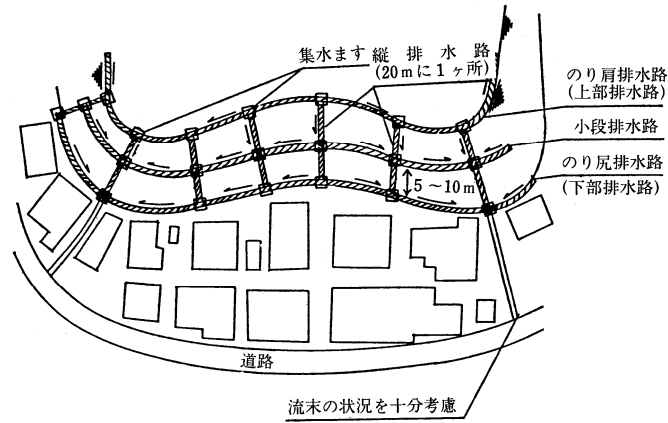


図 5-19 地表水排除工模式図

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例(平成8年7月)

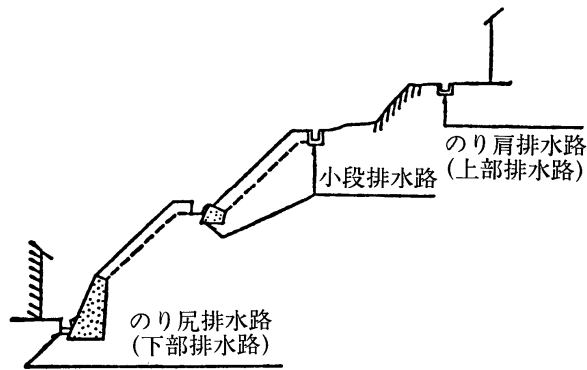


図 5-20 のり肩排水路、小段排水路等の設置位置

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例(平成8年7月)

5.3.3 地下水排除工

地下水排除工は、急傾斜地の崩壊の原因となる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。

【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。

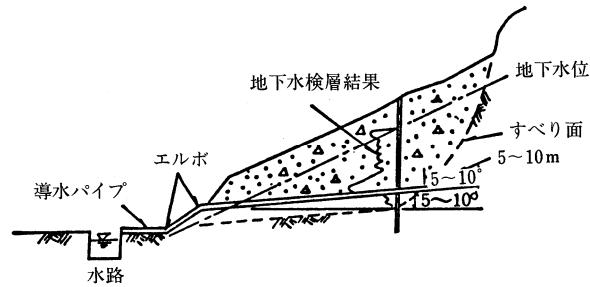


図 5-21 横ボーリング工の事例(断面図)

出典：新・斜面崩壊防止対策工事の設計と実例(平成8年7月)

6. 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計

【施工令 第7条三 ハ】

土圧、水圧、自重及び土石等の移動または堆積により当該施設に作用する力によって損壊、転倒、滑動又は沈下しない構造であること。

6.1 待受け式擁壁

待受け式擁壁は、土圧、水圧、自重及び土石等の移動または堆積による作用に対して損壊、転倒、滑動又は沈下しない構造であること。

【解説】

(1) 対象とする施設

対象とする施設は、崩壊土砂を捕捉する目的で設置される擁壁の内、衝撃力と崩壊土砂量を考慮する擁壁とする。

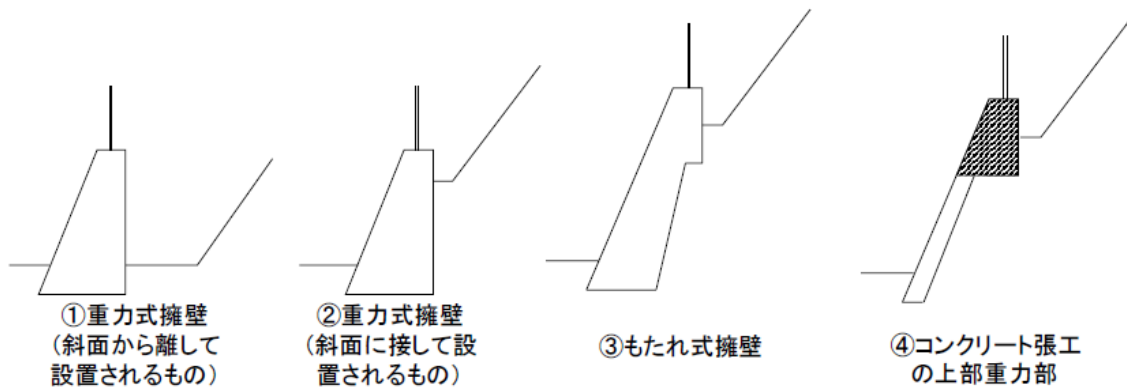


図 6-1 対象とする擁壁

(2) 設計手順

待受け式擁壁の設計は、以下の手順にて行うことを標準とする。

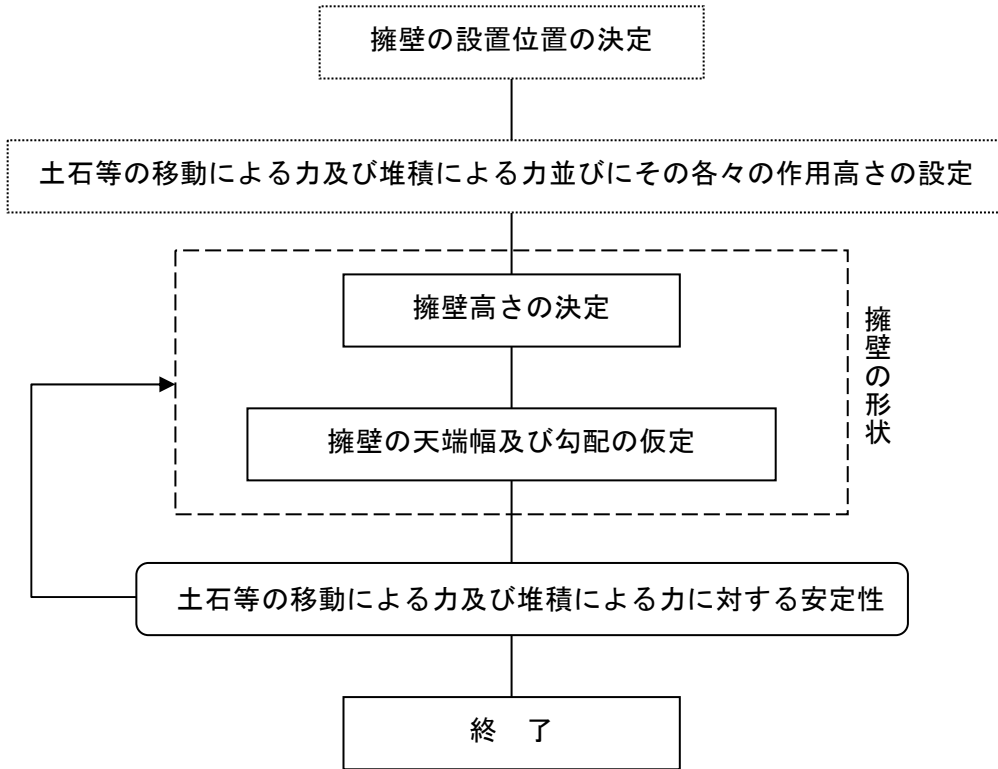


図 6-2 待受け式擁壁工の設計手順

(3) 擁壁の形状

1) 擁壁高

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するため、擁壁高は、その擁壁の急傾斜地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り、その計算方法については前記の「p30、3.2(4)3) 堆積高」に示したとおりである。

なお、建築物の構造規制適用を併用することにより、擁壁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(p80、6.2(2) 盛土形状参照)。

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、基礎地盤の性状、基礎幅等を考慮し、土石等の移動による力及び堆積による力に対する安定計算により決定する必要がある。

(4) 安定性の検討

待受け式擁壁の安定性については、以下の1)～4)の検討を行う必要がある。

- 1) 転倒に対する安定
- 2) 滑動に対する安定
- 3) 沈下に対する安定
- 4) 損壊(圧縮破壊)に対する安全性

待受け式擁壁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移動による力および堆積による力等を考慮し、擁壁の安定性および損壊について検討を行う必要がある。

1) 荷重条件

擁壁に作用する力は自重、裏込め土圧などの通常の荷重に加え崩壊土砂による衝撃の力、崩壊土砂が堆積したときの堆積土圧を考慮する(図 6-3)

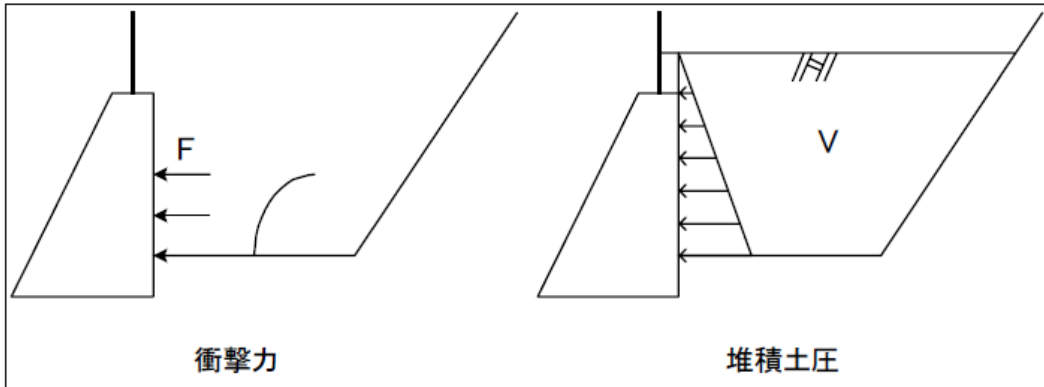


図 6-3 擁壁に作用力

一般的な荷重の組み合わせは次のとおりである。ただし、設置される環境、構造形式、形状寸法などによっては、その他の荷重を下記の組み合わせに付加して設計しなければならない。

- (1) 平常時；自重＋裏込め土圧
- (2) 地震時；自重＋地震の影響
- (3) 衝撃力作用時；自重＋裏込め土圧＋崩壊土砂による衝撃力(国土交通省告示第332号(平成13年3月28日)に示される算出式による移動の力)
- (4) 崩壊土砂堆積時；自重＋裏込め土圧＋崩壊土砂による堆積土圧

ア) 安全率

各荷重の組み合わせでの安全率は表 6-1 のとおりとする。

表 6-1 垂直高と小段幅

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	$q \leq qa = qu / F_s$ $F_s = 3.0$	$q \leq qa = qu / F_s$ $F_s = 2.0$	$q \leq qa = qu / F_s$ $F_s = 1.0$	$q \leq qa = qu / F_s$ $F_s = 2.0$

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、qa: 許容地盤支持力度、qu: 極限地盤支持力度

イ) 移動による力

崩壊土砂による衝撃力は、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。(注：但し、擁壁背面の空き高さを確保しようとして、斜面下部に切土を行うと斜面が不安定化するために注意が必要である。)

崩壊土砂による衝撃力は裏込め土の地表面から作用するものとする。(図 6-11)

また、移動の高さは近隣の崩壊実績、地質調査などの結果より最大崩壊深の推定が可能な場合は最大崩壊深の 1/2 として設定できる。

衝撃力作用時の検討にはその作用時間が短時間であると想定されることから、崩壊土砂の自重による土圧は無視してよい。

擁壁に作用する衝撃力は以下のとおりとする。

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

ここに、

F : 待受け擁壁に作用する衝撃力 (kN/m^2)

F_{sm} : 移動の力 (国土交通省告示第 332 号 (平成 13 年 3 月 28 日) に示される算出式による移動の力) (kN/m^2)

α : 待受け式擁壁による衝撃力緩和係数 ($\alpha = 0.5$)

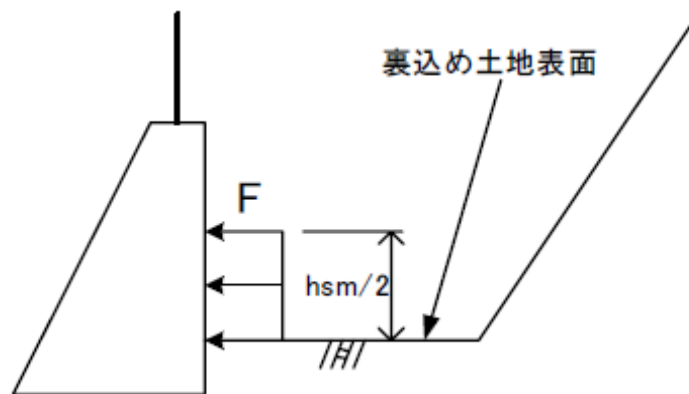


図 6-4 衝撃力作用位置

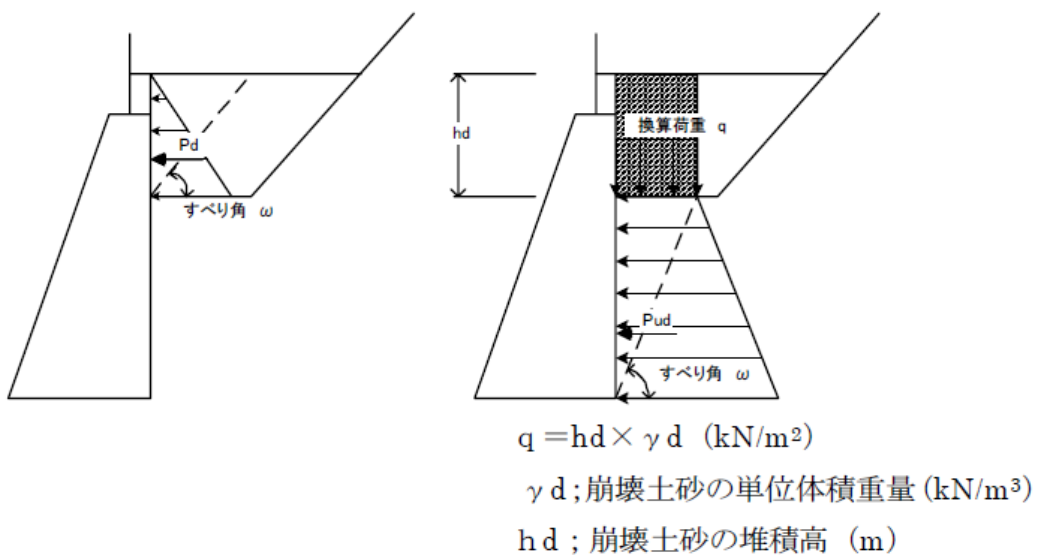
ウ) 堆積による力

崩壊土砂の先頭部が擁壁に衝撃力として作用した後、後続流による崩壊土石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し、この場合の堆積土砂の土圧を外力として考慮する。

土圧の算定方法は「新・斜面崩壊防止工事の設計と実例」等を参考に求める。

ここで、崩壊土砂による堆積土圧の考え方は、裏込め土の土質と異なる場合は裏込め土の土圧と区分し、次のように求めてもよい。

崩壊土砂による土圧は堆積高 (hd) が擁壁背面の空き高さ、落石防護柵部に作用するとし、崩壊土砂による裏込め土圧の増分は崩壊土砂の土重を上載荷重に換算し裏込め土の土圧を求める。



a) 崩壊土砂による土圧

b) 裏込め土の土圧

図 6-5 堆積土圧の考え方

エ) 地震の影響

待受け式擁壁の高さが 8m を超える場合は、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、移動による力については、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) 安定性の検討

ア) 転倒に対する検討

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、擁壁の自重及び移動による力又は堆積による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 6-6 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 : 移動による力又は堆積による力の水平分力 (kN/m)

P_V : 移動による力又は堆積による力の鉛直分力 (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)

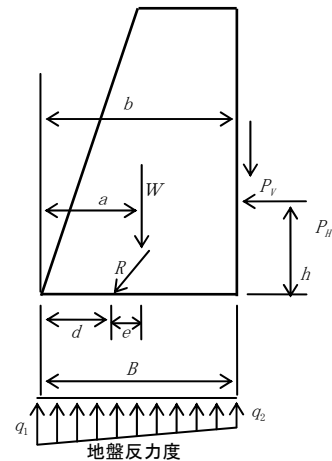


図 6-6 地盤反力度の求め方

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

移動による力又は堆積による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。

移動による力に対して

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

堆積による力に対して

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

イ) 滑動に対する検討

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による力又は堆積による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 : 擁壁の自重 (kN/m)

P_H : 移動による力又は堆積による力の水平分力(kN/m)

P_V : 移動による力又は堆積による力の鉛直分力(kN/m)

tan φ_B : 擁壁底版と基礎地盤の間の摩擦係数。現場打コンクリートの場合は、φ_B = φ (基礎地盤の内部摩擦角)、現場打でない場合は、φ_B = 2/3 · φ とする。ただし、基礎地盤が土の場合 tan φ_B の値は 0.6 を超えないものとする。なお通常の場合簡便には表 3-7 に示す値を用いてよい。詳細は「p20、3.1.1 土石等の移動又は堆積による力の計算に用いる定数」を参照。

c : 擁壁底版と基礎地盤の間の粘着力(kN/m²)。ただし、摩擦係数 (tan φ_B) を表 3-7 より求めた場合は c=0 とする。

B : 擁壁の底版幅(m)

安全率 F_s は堆積による力に対して 1.2 以上、移動による力に対して 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、原則として擁壁断面形状を変化させて安定させるものとする。

ウ) 沈下に対する検討

擁壁の底版下面において、擁壁の自重及び移動による力又は堆積による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。

(a) 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 : 移動による力又は堆積による力の鉛直分力 (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

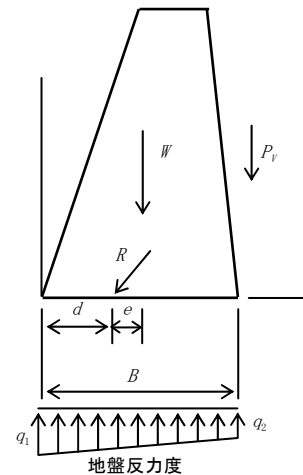


図 6-7 地盤反力度の求め方

(b) 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 q_1 及び q_2 は次式を満足しなければならない。

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

ここに

q : 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による力に対しては 2、移動による力に対しては 1 とする。

3) 部材の応力度検討

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 6-8 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)

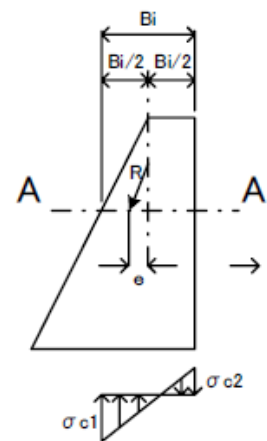


図 6-8 断面照査

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のとおりとする。

表 6-2 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。

- (ア) 重力式擁壁工の一般的留意事項
- (イ) 基礎
- (ウ) 伸縮目地
- (エ) 施工

6.2 待受け式盛土

待受け式盛土は、土圧、水圧、自重及び土石等の移動または堆積により当該施設に作用する力によって損壊、転倒、滑動又は沈下しない構造であること。

【解説】

(1) 設計手順

待受け式盛土の設計は、以下の手順にて行うことを標準とする。

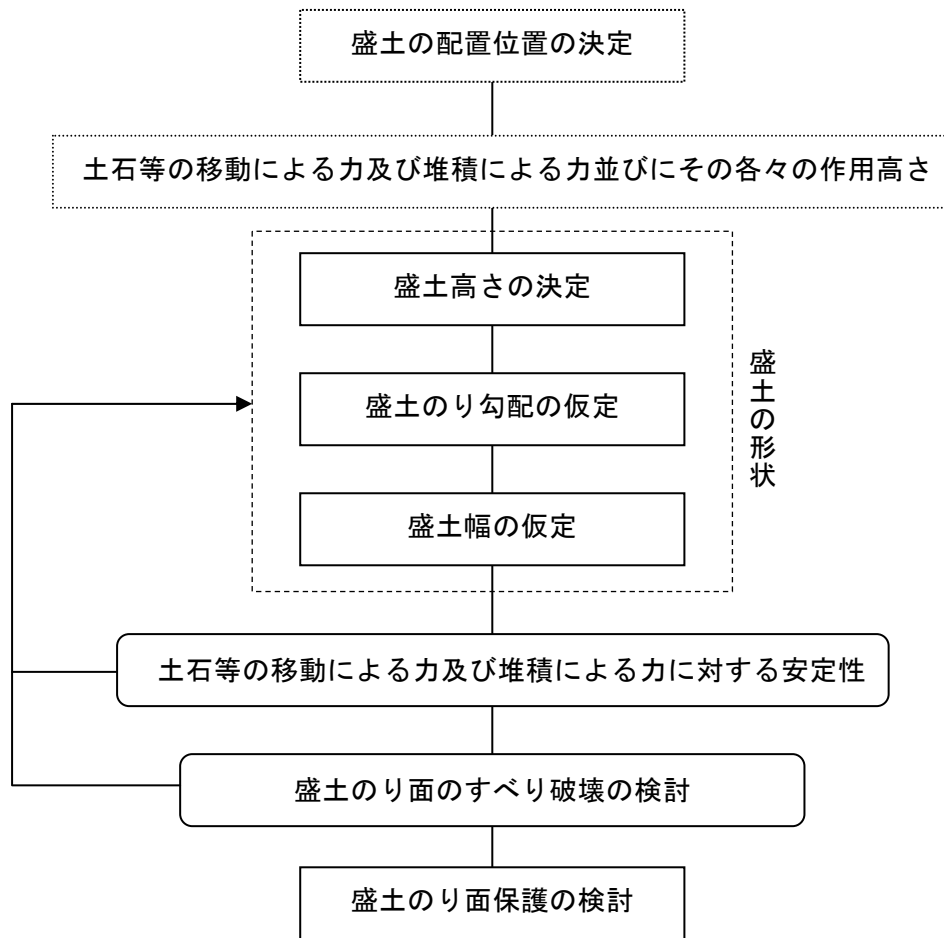


図 6-9 待受け式盛土の設計手順

(2) 盛土形状

1) 盛土高

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するため、盛土高は、その盛土の急傾斜地側ののり尻における土石等の堆積の高さ以上とする必要がある。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、「p30、3.2(4)3 堆積高」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。

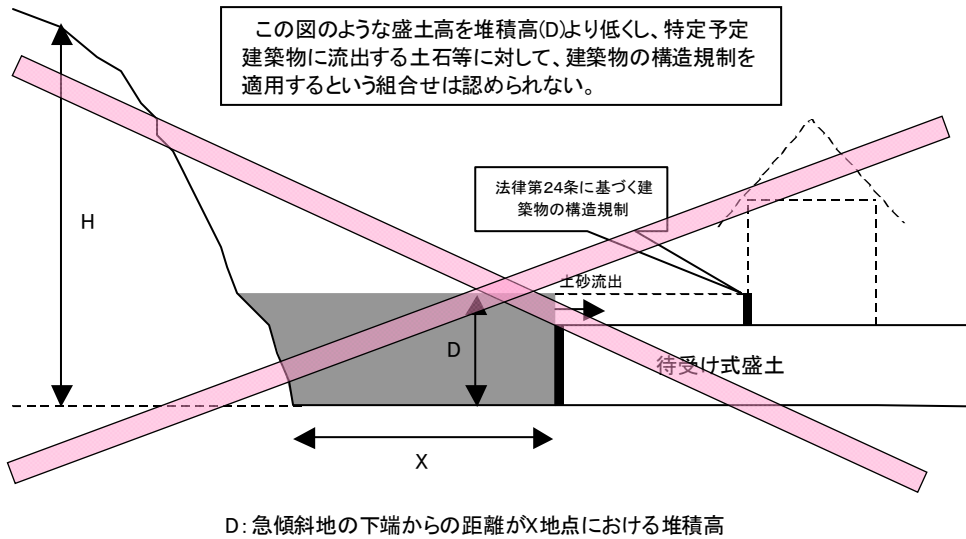


図 6-10 待受け式盛土及び建築物の構造規制の組み合わせ

2) 盛土のり面勾配

盛土のり面の勾配については、表 6-3 を標準とし、すべり破壊に対する安全性を確保する必要がある。

表 6-3 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)	5m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。 ()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。
	5~15m	1:1.8~1:2.0	
粒度の悪い砂(SG)	10m以下	1:1.8~1:2.0	
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, 関東ロームなど)	5m以下	1:1.5~1:1.8	
	5~10m	1:1.8~1:2.0	
火山灰質粘性土(V)	5m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：道路土工のり面工・斜面安定工指針(平成11年3月)を一部改変

表 6-3 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必要がある。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) 安定性の検討

待受け式盛土の安定性については、待受け式盛土全体を一体構造としてみなし、以下の1)～4)の検討を行う必要がある。

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

待受け式盛土については、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。急傾斜地が崩壊した場合に生じた土石等による移動による力及び堆積による力に対して、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必要があるためである。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

待受け式盛土の設計に用いる荷重は常時における自重、移動による力及び堆積による力の組み合わせとする。詳細については、「p20、3 土石等を堆積するための施設の設計条件の設定」を参照。

(a) 移動による力

単位面積あたりの移動による力は、移動高(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(kN/m²)は以下のとおりとする。

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

ここに、 F_{sm} : 移動による力(kN/m²)

α : 待受け式擁壁による衝撃力緩和係数=0.5

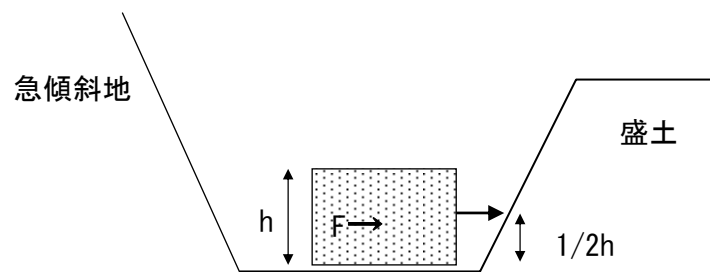


図 6-3 移動による力が盛土に作用するイメージ

(b) 堆積による力

土石等の堆積による力は土石等の堆積高(D)まで盛土に作用するものとする。
堆積による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。

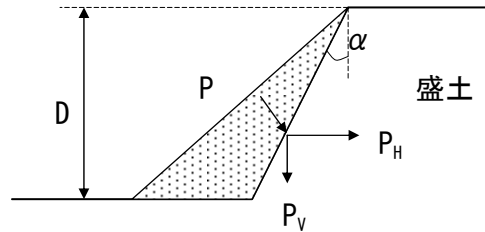


図 6-11 堆積による力が盛土に作用するイメージ

水平分力

$$P_{AH} = P_A \cos(\alpha + \delta)$$

ここに

- P_{AH} : 堆積による力の水平分力 (kN/m)
- P_A : 堆積による力 (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

$$P_{AV} = P_A \sin(\alpha + \delta)$$

ここに

- P_{AV} : 堆積による力の鉛直分力 (kN/m)
- P_A : 堆積による力 (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

堆積による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) 転倒に対する検討

盛土の底版下面には、盛土の自重及び移動による力又は堆積による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 : 盛土の自重 (kN/m)

P_H : 堆積による力又は移動による力の
水平分力 (kN/m)

P_V : 堆積による力又は移動による力の
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)

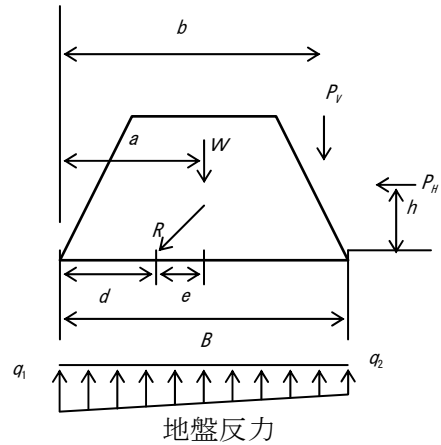


図 6-12 地盤反力度の求め方

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 : 盛土の底版幅

移動による力又は堆積による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。

移動による力に対して

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

堆積による力に対して

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

3) 滑動に対する検討

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による力又は堆積による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 : 移動による力又は堆積による力の水平分力 (kN/m)

P_V : 移動による力又は堆積による力の鉛直分力 (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砂であるので、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 は堆積による力に対して 1.2 以上、移動による力に対して 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) 沈下に対する検討

盛土の底版下面において、盛土の自重及び移動による力又は堆積による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。

(a) 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 : 移動による力又は堆積による力の
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

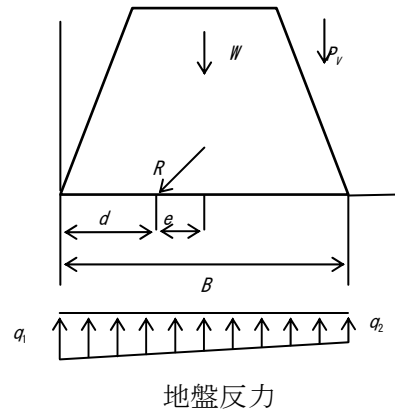


図 6-13 地盤反力度の求め方

(b) 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。

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

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(F_s)は、堆積による力に対しては 2、移動による力に対しては 1 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は、表 6-4 のとおりである。

表 6-4 安全率

	堆積による力に対して	移動による力に対して
転倒	$ e \leq B/3$	$ e \leq B/3$
滑動	$F_s \geq 1.2$	$F_s > 1.0$
沈下	$q \leq q_a/F_s$ $F_s = 2.0$	$q \leq q_a/F_s$ $F_s = 1.0$

6) 損壊(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の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することが大切である。

なお、常時の安定の検討は次の2つの場合について行う。

- (a) 盛土施工直後
- (b) 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 6-14 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。

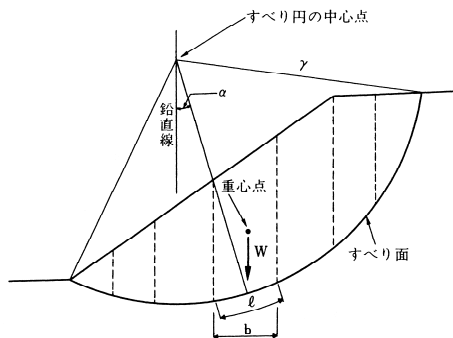


図 6-14 円弧すべり面を用いた常時の安定計算法

7. 対策施設の維持・管理

対策施設が適切な機能と安全性を保持するため、必要に応じて巡視・点検を行い、施設の状態を把握し、豪雨時や地震時など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必要がある。維持管理に際しては、「新・斜面崩壊防止工事の設計と実例(急傾斜地崩壊防止工事技術指針)」等に基づき行うものとする。

【解説】

(1) 一般的留意事項

急傾斜地における対策施設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(急傾斜地崩壊防止工事技術指針)施設の維持管理」等によること。

(2) 待受け式対策施設

待受け式対策施設を計画し開発許可を申請する場合には、将来にわたる除石等の維持管理を前提とする。

急傾斜地下方に設置する待受け式対策施設では、土砂災害防止法で想定した崩壊現象のほか、転石や小規模崩壊によって崩土が待受け擁壁等の裏面に堆積する可能性がある。この場合、計画した対策施設のポケット容量が減少することになり、災害防止機能が低下することになるため、堆積土石を除去することによって、次の崩壊に対してもポケット容量を確保しなければならない。

維持管理は、次の内容で計画しておくといよい。

- ①施設管理責任者名、連絡先
- ②維持管理実施者名、連絡先
- ③巡視・点検方法(実施時期、方法)
- ④施設の維持管理方法(実施時期、方法)
- ⑤除石方法(掘削方法、搬出方法等)
- ⑥土石等の搬出先
- ⑦除石を行うための施設・設備(搬出路、搬出作業地、重機規格、他)
- ⑧安全対策
- ⑨維持管理作業体制

8. 特別警戒区域の範囲を変更する対策工事等の取扱い

(1) 対象となる地形改変

特定開発行為における対策工事等によって、特別警戒区域の範囲が消滅もしくは変更になる可能性がある場合は、特定開発行為に関する申請者において、その適否を確かめるものとする。

【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等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が予想され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。

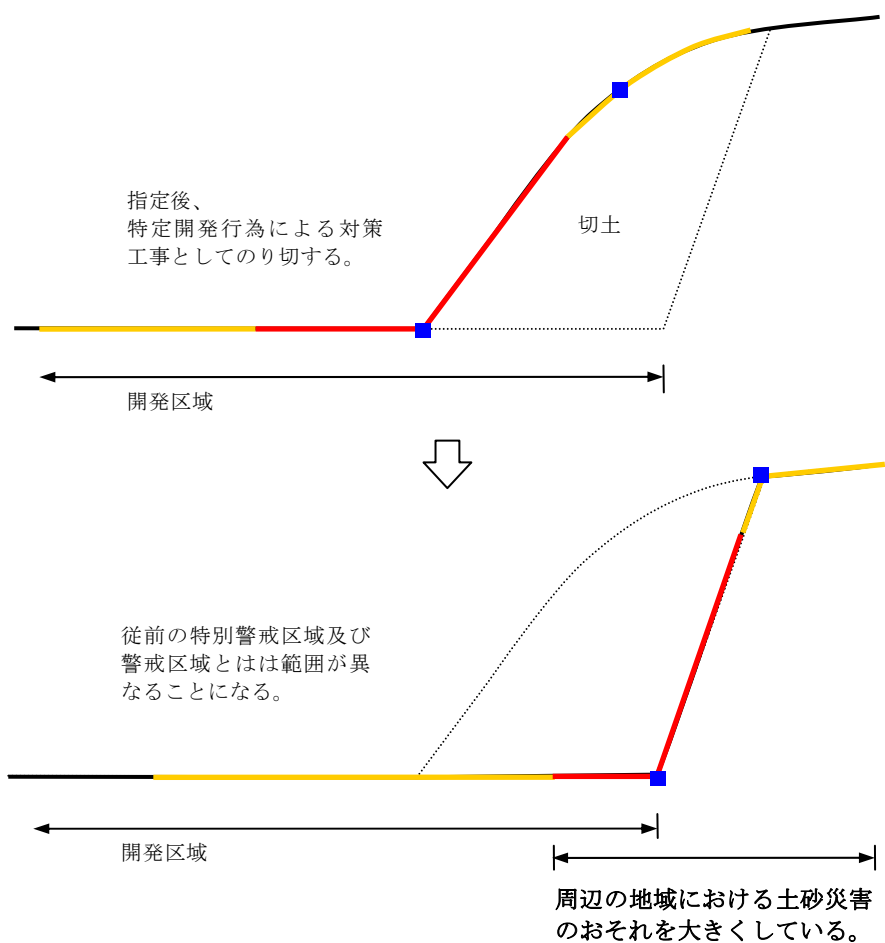


図 8-1 特別警戒区域の範囲が変わる地形改変の具体例（悪い例）

(2) 土砂災害の発生のおそれのある範囲の確認方法

特定開発行為に伴う土砂災害の発生のおそれのある範囲の確認にあたっては、「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律 基礎調査マニュアル(案)－急傾斜地の崩壊編－」に基づいて行うものとする。

【解説】

地形改変を伴う急傾斜地における特定開発行為においては、土砂災害のおそれのある範囲を確認することを申請者に義務づけることになる。この確認方法については、「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律 基礎調査マニュアル(案)－急傾斜地の崩壊編－」に従って、特別警戒区域の設定と同等の調査を行うものとする。ただし、調査にあたっては、県が従前に特別警戒区域を設定した結果等を参考にすることができる。

申請者は調査結果に基づき、土砂災害の発生のおそれがないよう、また土砂災害の発生のおそれのある警戒区域等が拡大しないように対策工事等の計画を行うことになる。

9. その他の技術基準等（新工法等）

本則に基準のない新工法等による擁壁等を採用する場合には、地形、地質、周辺環境への影響等の設置場所の諸条件を十分に調査したうえで、調査結果に適合した工法を選定する。また、要求される性能について永続的な効力を有することが確認できる工法を選定する。

新工法等は、土砂災害防止法施行規則第8条第5項に基づく構造計算書の提出・審査を受けることで採用可能となる。審査は以下の規定等による。

①国土交通省による技術基準

②一般財団法人砂防・地すべり技術センターが実施する建設技術審査証明を取得した対策施設及びそれと同等以上の効力を有すると認められる施設（以下の建設技術審査証明の審査基準を参照のこと）

民間で開発された新技术を、建設事業へ適正かつ円滑に導入し、もって建設水準の向上を図る事を目的とする建設技術審査証明事業

【審査基準】

- 一 砂防技術であること。
- 一 使用実績をもつもの、または開発を終了し依頼者において性能確認試験を行ったものであること。
- 一 建設技術の向上に寄与するものであること。
- 一 建設事業において市場性のあるものであること。
- 一 依頼技術の内容の確認が定量的に明確にできるものであること。
- 一 日本語により申込みがなされ、かつ技術内容の説明等の対応がなされるものであること。
- 一 依頼技術の内容の審査のため、審査委員会が指示する試験等を依頼者の負担により実施できるものであること。
- 一 審査委員会の技術審査に十分対応できる試験成果等の蓄積があり、審査に著しく困難でないこと。
- 一 依頼技術の使用マニュアルが依頼者の責任において整備がなされているものであること。
- 一 社会的信用の高い法人が開発した技術であること。