

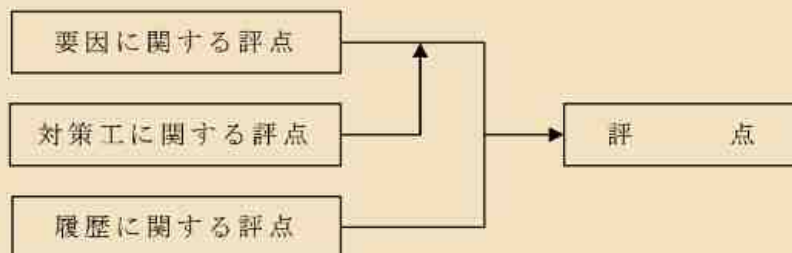
7.5 各点検対象項目の安定度調査の手法

7.5.1 落石・崩壊に関する安定度調査の手法

(1) 一般事項（落石・崩壊）

落石・崩壊に関する点検は、切土のり面・自然斜面で生じる土砂災害のうち、岩盤崩壊と地すべり及び土石流を除く災害を対象とする。

点検としては、地形・地質、勾配・高さ、現時点での変状、既設対策工の効果の程度等に着目した要因からの評価と、最近の対策工実施以降の災害の履歴に着目した評価を並行して行う。この両者の評点を比較し、大きい方の点数を安定度の評点とする。



<図 7.5-1>安定度評点の考え方（落石・崩壊）

【解説】

(1) 総合評価

総合評価は、①災害要因、②対策工の効果、③被災履歴、④周辺の状況等を参考にしつつ、災害の規模や影響を総合的に勘案して検討を行い、今後の対応方針を次の3段階に評価する。

□対策が必要と判断される：災害に至る可能性のある要因が、明らかに認められる箇所。

□防災カルテを作成し対応する：将来的には対策が必要となる場合が想定されるものの、当面「防災カルテ」による監視等で管理していく箇所。

□特に新たな対応を必要としない：災害の要因となるものが発見されず、特に新たな対応を必要としない箇所。

(2) 地震時に対する安定性

安定度調査表の崩壊性要因を持つ地形で G4（尾根先端など凸型斜面、オーバーハング）に該当する地形要因が認められる場合、表層の状態から浮石・転石が不安定な場合には「不安定」に○印を付す。

〔地震時に不安定な地形の例〕

- ・尾根先端など
- ・凸型のり面及び自然斜面、オーバーハングのような張り出しのある地形

〔地震時に不安定な表層の状況の例〕

- ・不安定な浮石や転石が存在する斜面

(3) 安定度評点に考慮する要因

①地形

落石・崩壊現象が比較的活発な箇所では、その結果として形成された特有の地形が見られたり、落石・崩壊現象を促進する地形が見られる場合が多い。したがって、これらの地形が明瞭な地域は落石・崩壊の可能性が高いと判断できる。これらの地形は崩壊性要因を持つ地形と呼ばれ、以下のようなものがあげられる。

- ・ 崖錐地形
- ・ 崩壊跡地
- ・ 明瞭な遷急線
- ・ 台地の裾部や急崖
- ・ 著しい脚部浸食
- ・ オーバーハング
- ・ 集水型斜面
- ・ 土石流跡地

②土質、地質、構造

崩壊現象が発生しやすい（落石・崩壊のサイクルが速い）土質、地質、構造として、以下のようなものがある。

a) 崩壊性の土質

- ・ 浸食に弱い土質
- ・ 水を含むと強度低下しやすい土質
- ・ その他

b) 崩壊性の岩質

- ・ 割れ目や弱層の密度が高い（節理、断層、脆弱な層理面、片理面、貫入面 等）
- ・ 浸食に弱い軟岩
- ・ 風化が速い岩質
- ・ その他

c) 崩壊性の構造

- ・ 流れ盤(層理面、弱線)
- ・ 不透水性基盤上の土砂
- ・ 上部が硬質／脚部が脆弱な岩
- ・ その他

③表層の状況

点検において以下の項目について観察する。これらは現場での重要な観察事項であり、安定度評価においても決め手となる場合が多い。

a) 表土及び浮石・転石の状況

不安定な表土や浮石・転石の存在は落石・崩壊の直接的な判断材料となる。また、表土を除く浮石・転石に不安定性が認められる場合、地震時に落石が発生しやすいのり面・自然斜面といえる。

b) 湧水状況

一般に湧水箇所が多いほど表土下にパイプ～亀裂状の水みちが多く、また、湧水量が多いほど高湧水圧、水みちの径が太い、流路の連続性が高い、集水性が高い等が予想される。したがって、湧水の存在は自然斜面の風化層が劣化していること、亀裂が開口していること、あるいは誘因としての地下水を集水しやすいことの見安となる。

c) 表層の被覆状況

岩塊や礫、土砂等からなる裸地は一般に浸食がきわめて著しく、自然斜面の不安定化、特に落石等が生じやすい。土砂地盤では、リル（雨水の小流路）が形成されやすい。リルは次第に拡大し、ガリー（浸食による小さな谷）となって自然斜面の不安定化を促進し、より大きな崩壊を招くようになる。

草を主体とする自然斜面は表面浸食が少ないものの、樹木による根系が発達していないため、土質によっては肌落ち程度の崩壊の生じる可能性がある。また、ススキや竹を主体とした自然斜面では地下水が豊富と考えられる。ススキや竹を主体とした斜面は、地すべり地形となっていることもある。

樹木を主体とする自然斜面は比較的長い間崩壊が発生していないことを示している。ただし、必ずしも安定している自然斜面ではなく、長い間崩壊が発生していないため風化層が発達し表土が厚く、雨量時に崩壊深度の深い大きな崩壊を生じることがある。

④形状（のり面・自然斜面の勾配と高さ）

同一の地形、地質及び水理条件であるならば、のり面・自然斜面の勾配は急なほど、また、のり面が高いほど安定度は低いと判断される。ただし、のり面勾配は一般に高さや土質、岩質に応じて、経験的にほぼ安全と考えられる標準のり面勾配が採用されており、この勾配との関係で安定度を評価する必要がある。

⑤変状

のり面・自然斜面に見られる変状は、当該箇所の安定度を判断する見安となる。ただし、のり面での変状が比較的認識しやすいのに対して、自然斜面上の変状は丹念な現地踏査を実施したとしても見逃す可能性がある。このため、隣接のり面・自然斜面の変状等も参考にして判断するものとする。

a) 当該のり面・斜面の変状

当該箇所の安定度評価の直接的な見安となる以下のような変状が存在する場合には、安定度が低いと評価する。

- ・ 肌落ち
- ・ 小落石
- ・ ガリー浸食
- ・ 洗掘
- ・ パイピング孔
- ・ 陥没

- ・はらみ出し
- ・根曲がり
- ・倒木
- ・亀裂
- ・開口亀裂
- ・その他対策工の変状（吹付工の剥離、のり面保護工の亀裂や目地のずれ等）

b) 隣接するのり面・斜面等の変状

隣接するのり面・自然斜面は当該箇所と類似する地形、地質条件を備えている場合が多く、また、崩壊発生箇所の脇が不安定化する場合もある。

このため隣接箇所の落石・崩壊の履歴や変状の有無も参考として評価する。

c) その他の斜面異常地形

クラック、段差地形、クリープ地形等

⑥被災の履歴

最近の対策工実施以降、当該のり面・自然斜面で落石・崩壊が発生している場合には、被災の頻度と交通への支障の程度より安定度を評価する。

(2) 箇所別記録表と記入要領（落石・崩壊）

落石・崩壊の「箇所別記録表」の記入例を〈表 7.5-3〉に示す。落石・崩壊の箇所別記録表は、施設管理番号ごとに作成する。一つの施設管理番号の対象箇所が、斜面状況の異なるいくつかの部分に分割できる場合（点検箇所として一連の箇所とみなすことができる部分が複数存在する場合には、現地状況に基づき箇所別記録表のスケッチ図に斜面状況の異なる部分ごとに部分番号を付す。安定度調査は部分番号を付した箇所ごとに実施し、それぞれ安定度調査表を作成する。

スケッチは、正面図と断面図を示す。スケッチには、のり面、斜面の形状、対策工の状況、災害要因の位置や形状、変状箇所とその状況などを示す。

また、箇所別記録表の特記事項欄に、観察記事及び安定度調査結果にもとづいた総合評価の理由を必要に応じて追記する。

落石・崩壊の箇所別記録表には、安定度調査結果にもとづき、地震時の安定性について「安定」もしくは「不安定」に○印を付す。

なお、位置図や一般図を貼付すると図面が小さくなり過ぎる場合は、別葉に貼付して、箇所別記録表とともに保管するものとする。

（3）安定度調査表と記入要領（落石・崩壊）

落石・崩壊の「安定度調査表」を〈表 7.5-4〉に示す。また、以下に調査表の記入要領を記す。

要因による評価については、まず、安定度を評価しようとする対象をのり面・自然斜面、及びそれらが複合した場合とに区分し、のり面の場合には自然斜面の欄を、自然斜面の場合にはのり面の欄を空欄とする。のり面の上部に点検の対象となるような自然斜面が存在する場合などでは、のり面と自然斜面の両方について観察・記載し、原則的に両方の欄を埋める。その上で、安定度調査表のチェック欄に、対象としている斜面が主に「のり面」か「自然斜面」かの区別をして○印を付す。

また、想定される災害形態が主に「落石」なのか「崩壊」なのかの区別をチェック欄に示す。

各評価項目ごとに配点を示す。次に、のり面・自然斜面あるいは両者について合計点を求め、当該箇所の評点とする。なお評点記入欄の（ ）の点数は各小項目ごとの満点の評点を示している。

【解説】

（1）要因に関する評点

①地形

点検の対象とするのり面・自然斜面及びその上部や近傍の崩壊性要因を持つ地形を評価する。崩壊性要因を有する地形としては下記の a) ～h) のようなものがある。これらの地形のうち、のり面については崖錐地形とそれ以外とに区分し、自然斜面については崩壊跡地、及び明瞭な遷急線とそれ以外とに区分する。

それぞれのグループについて、該当する地形の個数により点数をつける。この際、点検区内でこれらの崩壊性要因を持つ地形が最も不安定となる箇所において点検・記載するものとする。なお、G4の凸型斜面やオーバーハングについては、項目に該当するかどうかを、○印によりチェックする。

a) 崖錐地形〈図 7.5-1〉

山腹斜面下部（山裾）の傾斜が急に緩くなっている自然斜面をいう。崖錐斜面は急斜面上の風化層が重力の作用により落下して堆積し形成された斜面で、礫質でルーズな堆積物（崖錐堆積物）からなることが多い。

b) 崩壊跡地〈図 7.5-3〉

崩壊跡地、土石流跡地、スプーン等が見られる自然斜面やその下部を指す。なお、集水型斜面からの活発な土砂の流出不いしその痕跡が認められるものは崩壊跡地に含むものとする。

c) 明瞭な遷急線〈図 7.5-4〉

自然斜面上方から見て勾配が“緩”から“急”に変わる点を結んだ線が遷急線である。一般に、遷急線が明瞭なほど浸食崩壊が著しい。遷急線は一本とは限らないので、最も明瞭な遷急線に着目する。

d) 台地の裾部・段丘崖〈図 7.5-2〉

丘陵地の縁辺部（台地の裾部）、または河川や海岸にほぼ平行する階段状の地形（段丘）の縁辺部（段丘崖）を示す。これらの自然斜面の上部は平坦であることが多い。平坦面には、保水性の良い地層（段丘層）が分布していることが多く、こうした地層から斜面へ地下水が供給されている場合には、斜面はより不安定となることがある。

e) 著しい脚部浸食<図 7.5-5>

河川が屈曲して自然斜面の脚部を著しく浸食している部分（攻撃斜面）では一般に露岩あるいは裸地となっている。また、波浪による浸食で自然斜面の脚部を著しく浸食している部分（海食崖）でも同様である。

f) オーバーハング<図 7.5-6>

表土や岩盤が三次元的に凹凸に富み、部分的にオーバーハング（傾斜が 90° 以上となる）している場合である。

g) 集水型斜面<図 7.5-7>

斜面が盆状に広がり、その流下域が狭い場合を指す。小規模な集水型斜面や小溪流からも土砂が流出することがあるので、できるだけ確認する。なお、集水型斜面から活発な土砂の流出ないしその痕跡が認められるものは崩壊跡地に含める。

h) 凸型自然斜面<図 7.5-7>

尾根地形の先端部分等は平面的に等高線が凸型を呈する

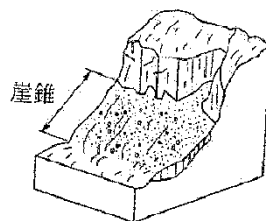


図 7.5-1 崖錐斜面

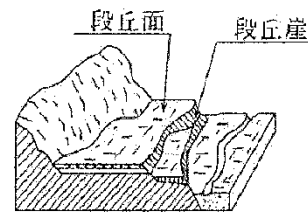


図 7.5-2 段丘崖

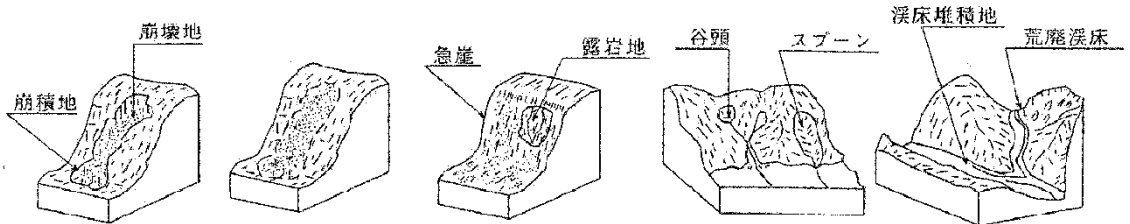


図 7.5-3 崩壊跡地

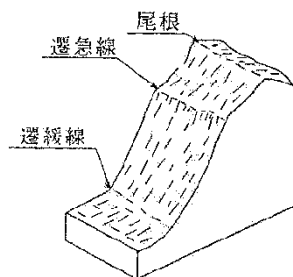


図 7.5-4 遷急線（明瞭な例）

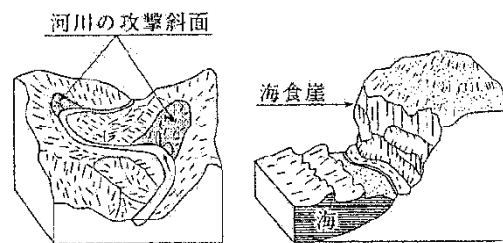


図 7.5-5 脚部浸食が著しい斜面

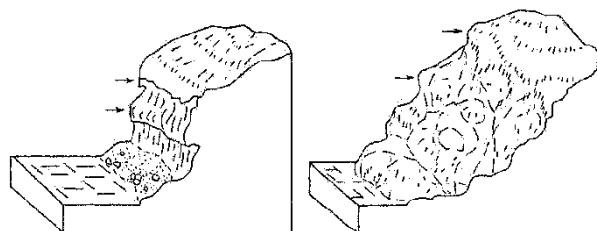


図 7.5-6 オーバーハング（矢印部）

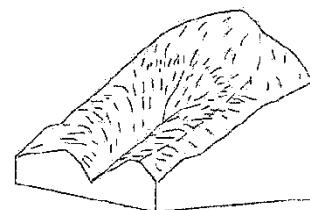


図 7.5-7 集水型斜面と凸型斜面

②土質・岩質及び構造

崩壊性の土質や地質及び構造については、以下の基準にしたがって評価する。なお、これらの要因はのり面内だけでは観察できない場合が多いため、点検箇所の前後や周辺の地山状況や既往調査資料等から判定すると良い。また、地山の不均質性のため観察箇所によって判定が異なることがあるが、最も不安定と思われる部分をもって評価するものとする。

a) 崩壊性の土質

点検対象ののり面・自然斜面を構成する地山の大部分が次に示す土質に該当する場合を指し、その程度により、「顕著」、「やや顕著」及び「該当せず」の3段階で評価する。断定できないものについては「やや顕著」と評価する。

・浸食に弱い土質

シラス、マサ、山砂、段丘礫層等、主として砂質土からなる土質。

・水を含むと強度低下しやすい土質

ローム層、シルト質砂、砂質シルト、シルト質粘性土等、細粒分の多い土質。

・その他

未固結の崩積土、落石・崩壊が多発しやすい当該地域特有の土質。

b) 崩壊性の岩質

次に示す岩質に該当する場合を指し、評価方法は上記 a) の場合と同様とする。

・極めて軟らかい岩

ハンマーの軽打で粉々に碎けるような岩。新第三紀以降の堆積岩等。肌落ち程度の小崩壊を短いサイクルで繰り返しやすい。表土が薄いほど崩壊サイクルが速いと考えられる。

・劣化の速い岩

膨張性の岩やスレーキングしやすい岩等（蛇紋岩、泥岩、頁岩、凝灰質の堆積岩、風化した片岩、変朽安山岩等）。膨張性の粘土鉱物を多く含み、新鮮部は硬質であるが風化部は薄く剥がれ細片化したり粘土化しやすいもの。また、風化が速く風化層の厚い自然斜面を形成している岩もこれに含む。

・割れ目や弱層の密度が高い岩

割れ目や弱層（節理、断層、脆弱な層理面、片理面、貫入面等）が20～30cm以内の間隔で入っており、板状・柱状・サイコロ状等にブロック化している岩。

・その他

断層破砕帯や温泉の周辺に見られ、落石・崩壊が多発しやすい当該地域特有の岩質。

c) 崩壊性の構造

次に示す構造に該当する場合を指し、評価方法は上記 a) の場合と同様とする。

・不透水性基盤上の土砂

<図 7.5-8> のようなもの。

・割れ目や弱層が流れ盤を形成する岩

ここでの「流れ盤」とは<図 7.5-9> に示す形態のものに限定する。

・上部が硬質で脚部が脆弱な岩

<図 7.5-10> に示すキャップロック構造のものを示す。単にこの構造を持つというだけでなく、脚部脆弱層の浸食変形、上部硬質部の縦亀裂等にも着目して評価する。

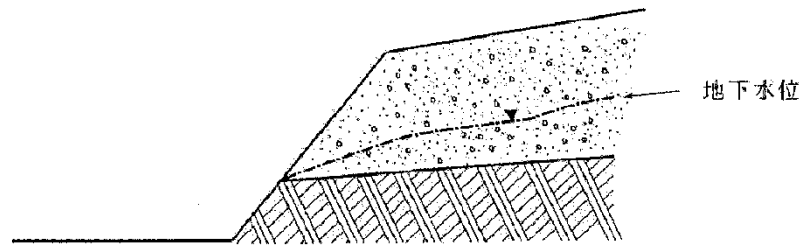


図 7.5-8 不透水性基盤上の土砂

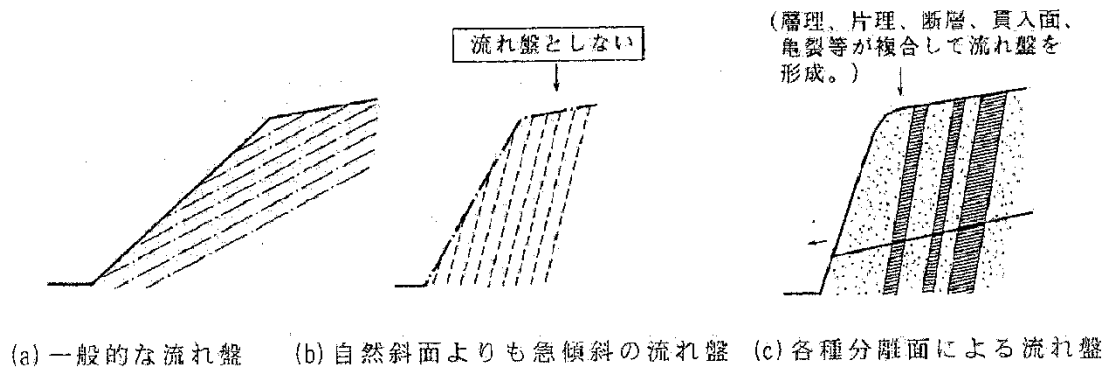


図 7.5-9 流れ盤の例 ((a)、(c) を流れ盤として扱う)

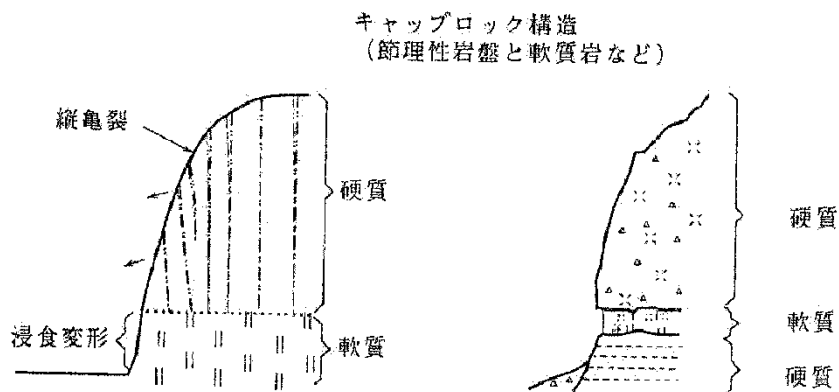


図 7.5-10 上部が硬質で脚部が脆弱な岩の例

③表層の状況

a) 表土及び浮石・転石の状況

のり面・自然斜面の安定度を評価する上で重要な要因であるため、入念な観察、判断を必要とする。表土と浮石・転石については安定度を、＜表 7.5-1＞を参考に評価する。

このうち、不安定性の評価においては、新しい転石の落下の有無や浮石・転石周辺の岩質と支持状態＜図 7.5-11＞、土質、植生状況等も参考にして行くと良い。

図 7.5-1 表土及び浮石・転石の安定度の評価方法

評価	《表土層》	《浮石・転石》
『不安定』	・表土層が厚く（50cm 程度以上）表層の動きが見られたり、浸食を受けている。	・以下のようなものが多数散在する場合。 ①直径のほぼ 2/3 以上が地表から露出するもの。 ②完全に浮いており、人力で容易に動くと判断されるもの。
『やや不安定』	・表土層が厚くても表層の動きや浸食が見られない。 ・表土層は薄い、動きや浸食の可能性はある。	・上記①②のようなものが少ない。 ・露出の程度が小さい。 ・やや浮いてはいるが、人力では動かせない。
『安定』	・表土層が薄いかほとんどなく植生状況からも表層の動きがない。	・浮石・転石がない。 ・あっても比較的安定しているもの。

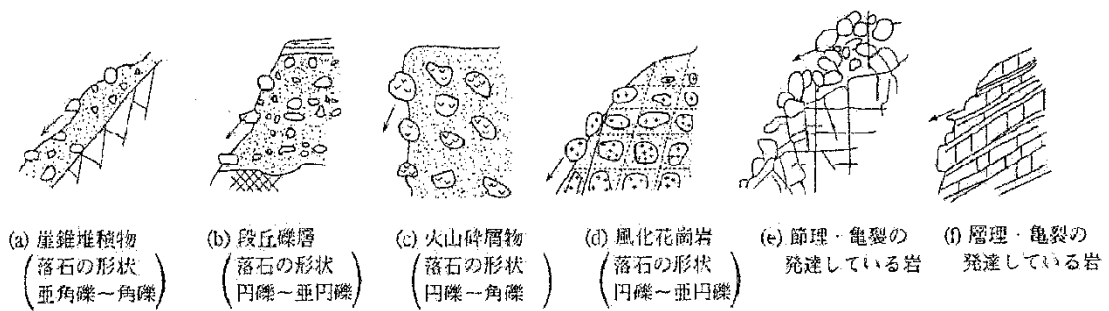


図 7.5-11 支持状態が不安定な浮石・転石の例

b) 湧水状況

湧水箇所数や湧水量は降雨の後か否かでも大きく変わるが、以下の 3 段階に評価する。評価が難しい場合は「・しみ出し程度」に含める。

・湧水あり

1 箇所以上で湧水が認められる場合。ここでの湧水とは、流れとして確認できる程度の湧水量、あるいは土質が濃んで強度低下をきたす程度の湧水量とする。

また、自然斜面上部で人為的な水の放流等が行われている場合もこれに含める。

・しみ出し程度

のり面・自然斜面が濡れているが、上の①に満たない少ない湧水。

・なし

c) 表面の被覆状況

のり面と自然斜面で評価基準が異なる。また、なるべくのり面・自然斜面の全体が見渡せる箇所から観察すると良い。

・ のり面の被覆状況

以下の3種のうちの最も適するものを選定する。

・ 裸地～植生主体

無処理または植生工主体ののり面。

・ 複合

植生工とのり砕工、ロックネットや擁壁等の構造物を併用したのり面。

・ 構造物主体

のり面の大部分を構造物（吹付け、砕、擁壁等）が覆うもの。

・ 自然斜面の被覆状況

以下の3種のうちの最も適するものを選定する。

・ 裸地～植生（草本）

岩塊、礫や土砂からなる裸地や根系による表層の拘束があまり期待できない草本主体の自然斜面。

・ 複合

被覆状況が一様ではなく、裸地、草本主体の部分と木本主体の部分が混在する自然斜面。

・ 木本主体

樹木（樹種は問わない）が自然斜面のほぼ全体にわたって繁茂しているもの。

④形状（のり面・自然斜面の勾配・高さ）

のり面と自然斜面で評価基準が異なる。

a) のり面勾配、のり高（のり面）

評価は、当該のり面を構成する地山が土砂を主体とするか、岩を主体とするかで区分し、どちらか一方で評価を行う。

・ 土砂からなるのり面

のり勾配とのり高の組み合わせで評価する。＜表 7.5-2＞ に切土の標準のり勾配（道路土工のり面工・斜面安定工指針より）を示す。安定度調査表では、＜表 7.5-2＞ の土質ごとの標準のり面勾配（ i ）をもとに評価する。区分は以下のとおり。

◆のり高が30mを越える($H > 30m$)

◆のり高は30m以下、のり勾配は標準を越える($H \leq 30m$ 、 $i > \text{標準}$)

◆のり勾配は標準以内、のり高が15m以上で30mに達しない($15 \leq H < 30m$ 、 $i \leq \text{標準}$)

◆のり勾配は標準以内、のり高も15m未満($H < 15m$ 、 $i \leq \text{標準}$)

・岩からなるのり面

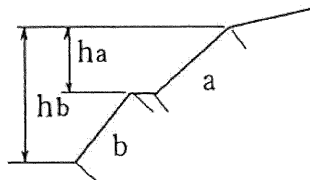
のり高に着目して以下の区分により評価する。

- ◆50m以上 ($H \geq 50m$)
- ◆30m以上 50m未満 ($30 \leq H < 50m$)
- ◆15m以上 30m未満 ($15 \leq H < 30m$)
- ◆15m未満 ($H < 15m$)

表 7.5-2 切土の標準のり勾配

地山の土質		切土高	勾配 (i)
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 以下	1:1.0~1:1.2
	密実でないもの	5m 以下	1:1.0~1:1.2
		5~10m 以下	1:1.2~1:1.5
砂利または岩塊まじり砂質	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
岩塊または玉石まじりの粘性土		5m 以下	1:1.0~1:1.2
		5~10m	1:1.2~1:1.5

注) 1) 土質構成などにより単一勾配としないときの切土高及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。

ha : a のり面に対する切土高
hb : b のり面に対する切土高

- 2) シルトは粘性土に入れる。
- 3) 上表以外の土質は別途考慮する。

b) 斜面勾配、斜面高（自然斜面）

調査対象となる自然斜面部（のり面上部の自然斜面も含む）の高さと勾配をそれぞれ評価する<図 7.5-12>。

なお、のり面上部の自然斜面の「斜面高」は、のり面部の高さを含めた全体の高さとし、「斜面勾配」は、のり面を含めない自然斜面部そのものの勾配とする。

①斜面高

自然斜面の高さに着目して以下の区分により評価する。

- ・ 50m以上 ($H \geq 50\text{m}$)
- ・ 30m以上 50m未満 ($30 \leq H < 50\text{m}$)
- ・ 15m以上 30m未満 ($15 \leq H < 30\text{m}$)
- ・ 15m未満 ($H < 15\text{m}$)

②斜面勾配

- ・ 70° 以上 ($i \geq 70^\circ$)
- ・ 45° 以上 70° 未満 ($45^\circ \leq i < 70^\circ$)
- ・ 45° 未満 ($i < 45^\circ$)

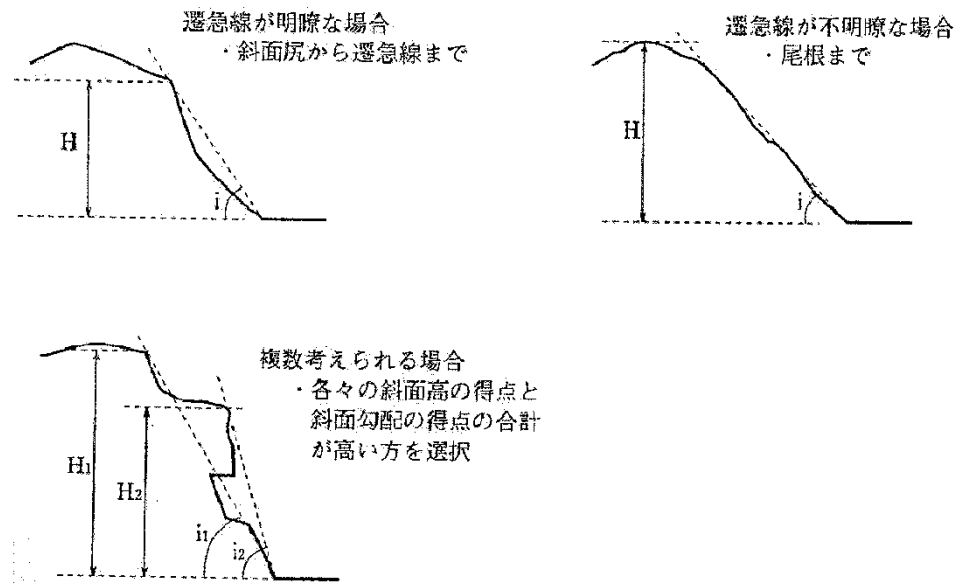


図 7.5-12 自然斜面の勾配、高さの測定法

⑤変状

a) 当該のり面・自然斜面の変状

落石・崩壊にかかわる次のような変状の有無を調べる。

- ・ 肌落ち<図 7.5-13>

自然斜面やのり面の下部に肌落ちによる土砂の堆積がある場合、あるいは自然斜面やのり面に肌落ち跡がある場合。

- ・ 小落石<図 7.5-14>

自然斜面やのり面の下部に落石（径が数 cm 以上）が存在する場合。

- ・ ガリー浸食、洗掘<図 7.5-15>

リル、ガリー、洗掘等、著しい浸食を示す変状がある場合。

- ・ パイピング孔

数 cm 以上のパイピング孔がある場合。水の流出の有無は問わない。

- ・ 陥没

幅数 10cm 以上にわたって陥没、あるいは沈下が認められる場合。これは自然斜面の引張亀裂やパイピング孔の発達、局所的な洗掘等により発生する。

- ・ はらみ出し

幅数 10cm 以上にわたってはらみ出しが認められる場合。上部に引張亀裂やのり面工の変状を伴うことがある。

・根曲がり<図 5.1-16>

樹木の根の近くの変形。表土のクリープあるいはすべりによって形成される（注 1）。樹木が伐採された後でも、年輪のかたより（アテ（注 2））によって表土の動きを予想できることがある。

・倒木

表土の浸食、変形による倒木。

・開口亀裂

岩盤の亀裂の開口状況が著しいものを有りとする。ただし、変形性の高い軟岩では亀裂の開口を目安にすることはできない。

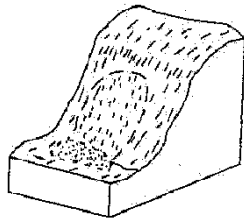


図 7.5-13 肌落ち

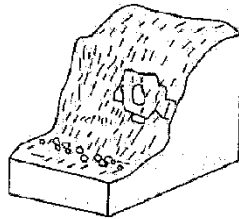


図 7.5-14 小落石

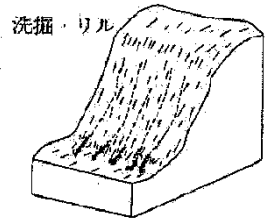
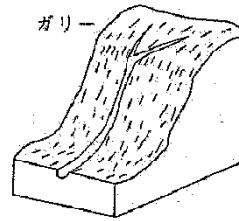


図 7.5-15 ガリー・浸食・リル・洗掘



図 7.5-16 根曲り

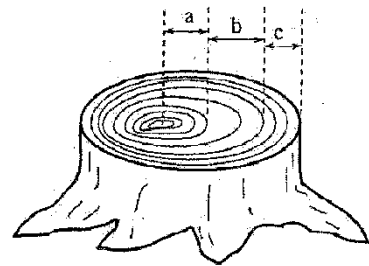


図 7.5-17 アテ

（注 1）雪の多い地域では表土の動きがなくても、雪の動きで根曲がりが生じることがある。このため、雪によるものか表層の動きによるものかを注意して評価する。

（注 2）樹木が傾斜すると、針葉樹は下部、広葉樹は上部に年輪がずれるとされる。これをアテといい、切株がある場合等にはアテの方向、時期から過去の表土の動きを推測できることがある。

<図 7.5-17>では b の時期に年輪のずれが生じている

・その他対策工の変状

吹きつけのり面等に、数mm程度以上の開口やずれを伴うクラックが発生しており、地山の変形の可能性が考えられる場合。また、ずれや開口が著しくない場合でも、微細なクラックの量が著しく網状に連結するなど、吹き付け等それ自体の劣化による落下の可能性が考えられる場合。さらに、排水施設の不良など、構造物の機能が失われている場合。

・その他の斜面異常地形

斜面変動に起因すると見られるクラック地形、段差地形、クリープ地形などの斜面異常地形

b) 隣接のり面・自然斜面の変状

調査対象のり面・自然斜面に隣接したり周辺にあり、地形・地質的にほぼ同様と考えられる箇所における過去及び現況の変状について評価する。

調査、観察項目は、落石・崩壊、亀裂、はらみ出し等とし、評価は以下の3段階とする。

- ・複数あるもの、明瞭なもの
- ・変状のあるもの、不明瞭なもの
- ・なし

(2) 既設対策工に関する評点

①既設対策工の効果

対策工の効果による評価は、想定される災害のパターンや規模とその発生頻度を念頭に行うものとし、構造物等の対策工自体の老朽化や破損などの状況によるほか、のり面・斜面からの離隔距離（クリアランス）についても考慮して行うものとする。特に、落石に対しては「十分な効果がある」ものの、崩壊に対しては「万全ではない」場合などがあるので、想定される災害のパターンや規模ごとに対策工を考慮したうえで行うものとする。

対策工の効果の程度は、下記の目安を参考にして判断するものとする。特に、落石防護柵の高さ（のり面垂直方向に2m以上あるか）、モルタル吹付け、落石防止ネットの変状、斜面アンカー工の健全度等には留意する。

a) 「十分な効果がある」

想定される災害に対して対策工の効果が十分期待される箇所に該当し、具体的には以下の様な場合を指す。

- ・落石覆工が設置されている。または、想定される発生源に対して十分な対策工がなされている。
- ・防護工（コンクリート擁壁、ポケット式ロックネット、ストーンガード等）が落石・崩壊の影響範囲を十分にカバーし、強度的にも十分である。
- ・崩土や堆積物の部分を擁壁等で完全に防護しており、排水が十分に行われ、構造物に変状が見られない。

b) 「万全ではない」

想定される災害に対して、発生源のかなりの部分に対して予防対策が実施されている、もしくは、それが発生した場合、かなり防護しているが、万全ではない様な場合を指す。

c) 「一部効果が期待できる」

想定される災害に対して、その一部または部分的に効果が期待できる対策工の箇所に該当し、具体的には以下の様な場合を指す。

- ・発生源の対策工が想定される範囲をкаろうじてカバーする程度である。
- ・防護工が落石・崩壊の影響範囲をкаろうじてカバーする程度である。
または、影響範囲はカバーしているが崩土や堆積物によりポケット容量が不足している可能性がある。
- ・崩土や堆積物の一部分を擁壁+ストーンガード等でカバーしているが、不安がある。
- ・発生の可能性がきわめて小さいが、対策工検討時の想定外の災害に対しては対策工の範囲または強度が十分とは言えない。

d) 「効果が期待できない」または、「対策工がない」

想定される災害が発生した場合、道路交通に対し対策工の効果があまり期待できない、または対策工がない箇所に該当し、具体的には以下の様な場合を指す。

- ・ 対策工がなく落石等により道路交通に直接影響を及ぼす。
- ・ 落石防護工の高さが落石影響範囲より低く、カバーしきれない。
- ・ 構造物より高い位置に不安定堆積物が分布し、崩壊等への対応が不十分である。構造物に変状が見られ、想定される災害に対し効果があまり期待できない。

(3) 被災の履歴に関する評点

①被災の履歴

調査対象斜面の過去の落石・崩壊の履歴を、以下の4段階に評価する。

- a) 最近の対策工実施以降、道路交通に支障が生じたことがある。
- b) 交通への支障はないが、路面に達する比較的大きな落石・崩壊の履歴がある。
- c) のり面・自然斜面先にとどまる程度の小規模な落石・崩壊の履歴がある。
- d) 落石・崩壊の履歴はない。

ここでいう「交通への支障」とは、車輛や通行者への被災、あるいは落石や崩土の堆積による片側通行止め以上の通行規制を示す。

なお、d) に該当する場合、安定度調査表の被災履歴欄は0点とする。

参考文献（落石・崩壊）

- 1) (社) 日本道路協会：「道路土工一切土工・斜面安定工指針」平成25年5月
- 2) (社) 日本道路協会：「落石対策便覧」平成25年10月

表 7.5-3 箇所別記録表（落石・崩壊）記入例

施設管理番号		N * * * A * * * 0 * 0 * 1		点検対象項目		落石・崩壊		路線名		一般国道**号		距離標(自)		2 0 2 0 0 0		0 0 0 0 0		2 0 7 6 0		管理機関名				
事業区分(一般)		普通		道路種別		一般国道(指定区間)		現道・旧道区分		普通		現道		34° 39' 46.0"		192° 21' 31.0"		東経		緯度		70 m		
手前通行規制区間指定		(有)		通行(特殊)		無		規制基準等		連続雨量 200mm		時間雨量 12h		平日 600台/12h		休日 1,100台/12h		DID区間		緊急輸送道路区分		(指定有)・指定無		
<p>スケッチ・現況写真(既設対策工、位置目印との位置関係が分かるもの)</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="462 1030 1021 1993"> </div> <div data-bbox="478 224 1021 1008"> </div> </div>																								
<p>特記事項</p> <p>点検実施: H * * * 年 * * * 月 * * * 日 天候: (晴)曇・雨)</p> <p>調査方法: 地表面検査、目視点検、空中写真判読</p> <p>所見:</p> <p>N-1上部では吹付モルタルが剥離落ち、マシ化した花崗岩が露出する。終点付近では長さ15m程度で横方向に亀裂が走り、亀裂に沿って高さ2m×幅5m程度の範囲にわたってモルタルが剥離している。ロックネット内部には、モルタル剥離箇所や上部斜面からの崩壊土・小落石が認められる。一方、N-2には自立した豪穴は認められない。</p> <p>上部斜面では、S-1およびS-2に小規模な表層崩壊が認められ、斜面上に厚さ0.5~1m程度の崩壊土が分布する。このうちS-1では、崩壊土上にガリー滝落ちを発生させる。S-1、S-2境界の尾根部には、筋理が発達してプロット状を呈する花崗岩の露頭がみられる。S-1の斜面下部には、本露頭起源と推定される小規模な崩壊土が存在する。</p> <p>モルタル吹付け部の補修のほか、S1b、S2Aで設定される比較的大きな手石性落石に対する予防工(クラウンドアンカー工)の設置が求められる。また、斜面上部に認められる崩壊地形に關しては、現時点では表層部に限った小規模なものであるが、カルテを作成して崩壊の進行を監視する必要がある。</p>																								
<p>被災履歴 (有) (1. 被災履歴記録表参照 (2. 詳細不明)) ・ 無 (18年度以降)</p> <p>重点点検対象項目 対応施設管理番号:</p> <p>有 (無) 落石・崩壊・岩盤崩壊・地すべり・雪崩・土石流・盛土・擁壁・橋梁・橋脚・地吹雪・その他</p> <p>平成8年度点検結果 詳点(17点)総合評価(重要)必要と認めらるる箇所を記載する。特に新たな対応を必要としない。/対応(完了)工事(改善)手</p> <p>平成18年度点検結果 詳点(17点)総合評価(重要)必要と認めらるる箇所を記載する。特に新たな対応を必要としない</p> <p>予想災害規模 吹付けの裏面の崩壊(高7m×幅10m×深1m)、上部斜面からの浮石型落石(φ1~2m)</p> <p>想定対策工 工種: のり面整形 その他: ロックネット工</p> <p>地震時の安定性(落石・崩壊のみ): 安定 (不安定)</p>																								

表 7.5-4 安定度調査表（落石・崩壊）記入例

施設管理番号 N * * * A 0 0 1 部分記号 S-1 N-1

点検者 防災太郎
所属機関 OOO株式会社

項目	要因(A1)	のり面		自然斜面	
		評点区分	配点	評点区分	配点
地 形	G1: 崖線地形 崩壊	G1に該当する	3	G2の内、複数崩壊該当	3
	G2: (崩壊跡地) 崖線崩壊跡地	G1に該当せず	0	G2の内、1地形該当	2
	G3: 台地の裾部、脚部浸食、 つづみ	G2,G3の内、複数地形該当	3	G2の内、該当なし	0
	G4: 土流跡地など	G2,G3の内、1地形該当	2	G1,G3の内、複数地形該当	3
土質・地質	浸食に弱い土質 水を含むと強度低下しやすい土質	G4に該当する	0	G1,G3には、該当なし	0
	その他	該当せず	8	G4に該当する	6
崩壊	崩壊	該当せず	4	崩壊	2
	崩壊	該当せず	0	やや顕著	1
構造	上部が硬質/脚部が脆弱な岩	顕著	6	やや顕著	4
	その他	該当せず	0	該当せず	0
表層の状況	表土及び浮石・転石の状況	該当する	0	該当する	24
	浮石・転石が不安定～やや不安定	該当する	6	やや不安定	12
湧水	湧水	湧水あり	8	安定	0
	湧水	しみ出し程度	4	不安定	12
表面の被覆状況	裸地→植生主体	しみ出し程度	0	湧水あり	4
	裸地(植生・構造物)	なし	0	しみ出し程度	2
形状	勾配(1)、高さ	植生主体	5	なし	0
	形状	構造物主体	3	構造物主体	16
形状	形状	H>30m	18	H≧50m	10
	形状	15≦H≦30m	15	30≦H<50m	8
形状	形状	10≦H<15	10	15≦H<30m	6
	形状	H<10	5	H<15m	4
形状	形状	30≦H<50m	16	勾配	10
	形状	H<30m	12	45°≦傾斜<70°	10
形状	形状	傾斜	12	傾斜	9
	形状	傾斜	8	傾斜	5
形状	形状	傾斜	0	傾斜	0
	形状	傾斜	5	傾斜	4
形状	形状	傾斜	0	傾斜	2
	形状	傾斜	0	傾斜	0
合計		73	73	77	77

注()は各項目の満点を示す。
該当する場合は配点欄に○印をつける。不明な場合は中間的な値を採用する。

項目	評点	評点	評点
【対策工】(B)=(A)+αまたは(A)×0	概算対策工の効果の程度	×0点	のり面
想定される落石・崩壊を十分に予防している、もしくは、それが発生したとしても十分に防護し得る。		-20点	斜面
想定される落石・崩壊をかなり予防している、もしくは、それが発生した場合は十分に防護しているが、万全ではない。		-10点	
想定される落石・崩壊を一部予防している、もしくは、それが発生した場合一部を防護しているが、その他の部分に対しては効果が無い。		±0点	
対策がなされていない、もしくは、なされていても、効果があまり期待できない。		合計	63点
【履歴】(C)	被災の頻度・程度区分	(B1)のり面	77点
* 最近の対策実施以降、落石・崩壊が当該のり面・斜面等で発生していない場合には、履歴からの評価は実施する必要なし。		(B2)斜面	
→(C)を0点とする。			

項目	配点	評点
最近の対策以降、道路交通への支障が生じたことあり。(対策工の効果なし)	100点	
交通への支障はないが、斜面に甚すは比較的大きな落石・崩壊の履歴あり。	70点	
(対策工が万全ではない)	40点	
(D)=MAX(B,C)		
要素からの評点	(B)=MAX(B1,B2)	77点
履歴からの評点	(C)	40点
(B)と(C)の内、大きい方	(D)=MAX(B,C)	77点
(c)	40点	

対 応	判定	評点
対策が必要と判断される。	○	
防災カルテを作成し対応する。		
特に新たな対応を必要としない。		

【総合評価】	判定	評点
安定	○	77
不安定	○	40
	○	77

* 地形でG4または浮石・転石が不安定な場合は、不安定欄に○印をつける。

7.5.2 岩盤崩壊に関する安定度調査の手法

(1) 一般事項（岩盤崩壊）

岩盤崩壊に関する点検は、岩盤の露出した高さ 15m以上ののり面・斜面を対象としている。岩盤崩壊の形態には、崩落、転倒、岩すべり等がある<図 7.5-19>。これに関与する要因として、亀裂の状況、岩質、地形、地下水等があり、点検はこれらの要因と既設対策工の効果の程度等に着目した評価を行う。



図 7.5-18 安定度評点の考え方（岩盤崩壊）

【解説】

(1) 総合評価

総合評価は、①災害要因、②対策工の効果、③被災履歴、④周辺の状況等を参考にしつつ、災害の規模や影響を総合的に勘案して検討を行い、今後の対応方針を次の 3 段階に評価する。

- 対策が必要と判断される : 災害に至る可能性のある要因が、明らかに認められる箇所。
- 防災カルテを作成し対応する : 将来的には対策が必要となる場合が想定されるものの、当面「防災カルテ」による監視等で管理していく箇所。
- 特に新たな対応を必要としない : 災害の要因となるものが発見されず、特に新たな対応を必要としない箇所。

図 7.5-5 安定度評点の考え方（岩盤崩壊）

総合評価	評価の目安
対策が必要と判断される	・明瞭な開口亀裂等、災害に至る可能性のある要因が確認されるなど、対策工の実施（対策工法の検討も含む）をすることが必要なもの。
防災カルテを作成し対応する	A) 詳細調査が必要とされる。 ・開口亀裂等の災害に至る可能性のある要因が明瞭でないものの、オーバーハングや急傾斜など斜面の安定性に疑いのあるもの。 B) 通常巡回による重点観察を実施する。 ・現段階では災害に至る可能性のある要因は認められないものの、将来的には地形、地質等の条件から考えて、斜面の変状等について監視する必要のあるもの。
特に新たな対応を必要としない	・災害の要因となるものが発見されず、特に新たな対応を必要としない箇所。

(2) 安定度評点に考慮する要因

岩盤崩壊の防災点検において、考慮する要因とその考え方を以下に示す。

①現象、前兆

a) 開口亀裂の規模

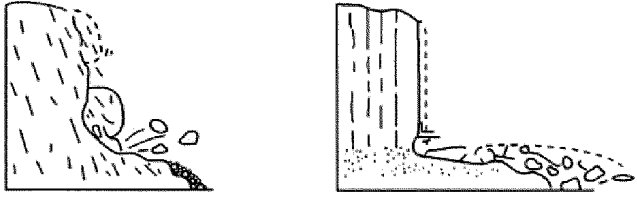
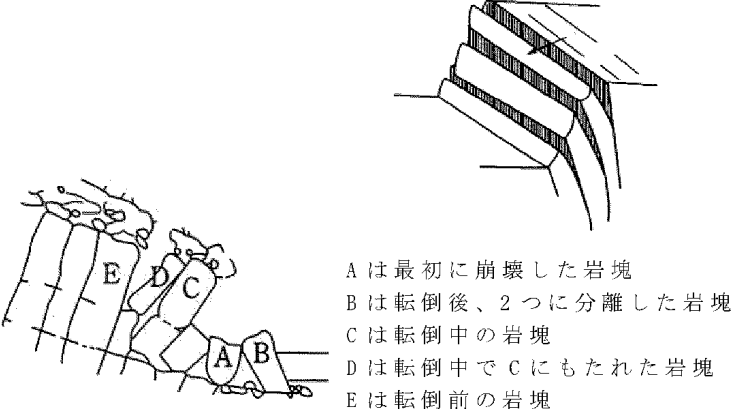
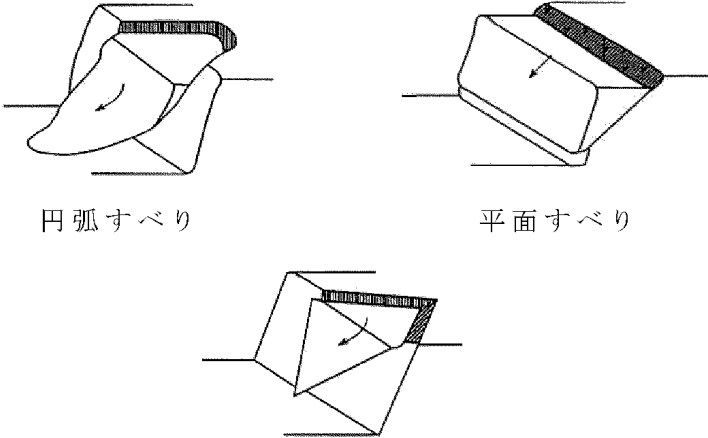
岩盤崩壊の前兆現象として開口亀裂の有無は重要であり、とくに開口の程度は崩壊との関連が深い。また開口亀裂の中でも、対象ブロックの背後や側方にある縦の亀裂は、とくに注目すべきである。さらに、開口亀裂の新鮮さから形成の新旧がわかれば理想的であるが、一般的には困難な場合が多い。したがって、開口亀裂の有無と規模に着目し、開口亀裂はできるだけ点検し評価する。なお、規模の大きな開口亀裂は、変位が確認されなくとも、慎重な観察と評価を行う。

b) 連続した水平系亀裂の目の方向

斜面に水平な（横方向の）亀裂の中でも、亀裂部が破碎されていたり粘土を介在している場合や、連続性がよくて前後にずれが見られる場合は、亀裂より上部の岩盤が変位している（すべっている）可能性があるため、周囲を点検する必要がある。特に、亀裂が斜面の傾斜方向と同一の方向（流れ目方向）に傾斜している場合は、すべり破壊との関連が深いので注意して評価する。

c) 小崩落、落石

小崩落や落石は、岩盤崩壊との関連が深いいため、現時点だけでなく過去に発生したものも含めて考慮の対象とする。斜面末端に堆積している崖錐等も過去の小崩落や落石によって形成された地形であることから、前兆現象の一つとして評価する。さらに、地形、地質が同一と判断される隣接のり面・斜面で落石、小崩壊や岩盤崩壊の履歴があれば、当該斜面も同様にその素因を持っていると考えられるので、これらも前兆現象ありとして評価する。

岩盤崩壊の形態	模 式 図
<p>崩落</p> <p>岩盤からなる急斜面または急崖より、節理等の不連続面を境として、岩塊が剥離する現象で、崩落岩塊が自由落下、跳躍、バウンド回転によって空中を降下する運動形態をいう。</p>	
<p>転倒（トップリング破壊）</p> <p>移動岩塊に働く重力、近接ブロックの押す力または亀裂間の水圧に伴う転倒モーメントによって、移動岩塊の下端部を支点として前方へ回転する運動形態をいう。</p>	 <p>Aは最初に崩壊した岩塊 Bは転倒後、2つに分離した岩塊 Cは転倒中の岩塊 Dは転倒中でCにもたれた岩塊 Eは転倒前の岩塊</p>
<p>岩すべり</p> <p>ひとつあるいは数箇所の面に沿い、せん断変位する運動形態をいい、円弧すべり面に沿う回転すべりや平面すべり面に沿う平面すべりとなる。また、くさび破壊は岩すべりの一形態で、交差するいくつかの不連続面に沿って、これより上部のくさび状岩塊がすべる運動形態をいい、岩盤斜面に特有なものである。</p>	 <p>円弧すべり</p> <p>平面すべり</p> <p>くさび破壊</p>

(Varnes : 1978, Hoek and Bray : 1977 に準ずる)

図 7.5-19 岩盤崩壊の形態

②亀裂等の状況

岩盤崩壊の規模等に関連すると考えられる岩質及び層理面、節理面、亀裂、割れ目等の不連続面（亀裂等と総称する）の状況を点検する。

硬い岩盤で、亀裂等が広い間隔で規則的に分布するものは、比較的大きな岩盤崩壊が起こる可能性がある。一方、硬い岩盤で亀裂等が不規則に細かく入っているものは、岩盤が小割りになるため小さな規模の岩盤崩壊が発生しやすい。また、軟らかい岩盤で火山性の堆積物（凝灰角礫岩など）の場合は、急崖にさらされたとき、広い間隔で縦亀裂を生じ、大規模に崩壊することがある。

③硬軟岩質の組み合わせ

岩盤崩壊の規模等に関連すると考えられる崖面を構成する軟質部や、硬質部の組み合わせについても点検する。

崖面全体が軟質であるよりも、斜面の下部に軟質部を有し上部が硬質な崖面では、オーバーハングが形成されやすく岩盤崩壊との関連が考えられるので留意する。

一方、全体が軟質な場合には、オーバーハングが形成されても局部的で小さい事が多い。〈図 7.5-20 参照〉。

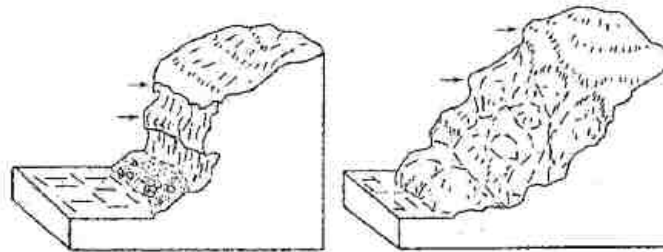


図 7.5-20 オーバーハング（矢印）

④流れ盤、受け盤

一般的に流れ盤での岩盤崩壊は、ブロック状のすべり形態で発生し、受け盤では急斜面を形成するため浮き石状の落石が発生しやすい。

⑤地形

a) のり面・斜面の傾斜

斜面勾配が急である場合、特にオーバーハング部を有する場合は岩盤崩壊の関連が考えられるので点検する。このようなのり面・斜面では、岩盤崩壊が発生した場合、衝撃エネルギーの軽減が期待できない。

b) 崖壁の高さ

一般に崖壁の高い斜面ほど斜面長が長くなって、岩盤崩壊の発生する確率が高くなり、発生した場合のエネルギーも大きくなるため、安定度が低いと考える。

c) 斜面型

斜面の形状と岩盤崩壊との関係については、次のような特徴を考えて安定度を評価する〈図 7.5-21 参照〉。

尾根型の斜面では、側方部が拘束されていないため地山の弛みが進行している可能性があるがあるので留意する。崖錐堆積斜面は、過去に崩壊や落石が繰り返されたと考えられるので留意する。尾根型、谷型斜面の中間の斜面は、風化の進行が両者より進んでいないと考えられるため、安定度が比較的高いと判断する。谷型斜面では、崩積土が覆って岩盤の露出は谷筋付近にみられるだけであり、岩盤崩壊の可能性は一般には低いが、谷の頭部付近で岩盤の風化が進んでいる場合は留意する。

分類		水平断面形（等高線の平面形）による斜面分類		
		尾根型斜面 （散水斜面）	直線斜面	谷型斜面 （集水斜面）
垂直断面形による斜面分類	凸型斜面	A 	D 	C
	等背斜面			
	凹型斜面	B 		

図 7.5-21 斜面型の分類

d) 遷急線

遷急線とは、斜面上方から見て、勾配が“緩”から“急”に変化する点を結んだ線で、いわゆる「斜面の肩」である<図 7.5-22>。遷急線の明瞭性は落石や崩壊の発生に関連が考えられるので点検する。すなわち、風化、浸食により崖面（急傾斜面）が形成され、それが斜面奥部へ進んでいくと考えれば、崖面末端から遷急線までの区間は、現在最も風化、浸食作用が活発な箇所であり、遷急線が明瞭であれば浸食が活発な斜面であると考えることができる。岩盤崩壊の前兆現象となる引張亀裂は、遷急線付近に形成されることが多い。

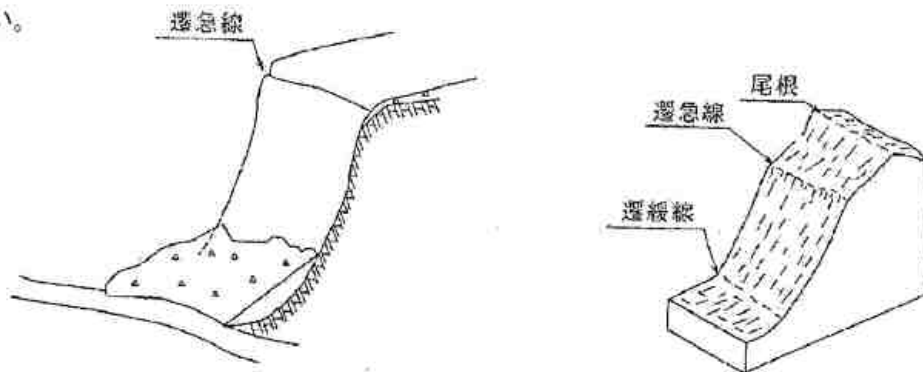


図 7.5-22 遷急線の定義と明瞭な例

⑥地下水、降雨

a) 凍結・融解・氷柱・湧水

岩盤の風化を促進させる要因として水があげられる。

岩盤の亀裂に浸透した水は凍結して氷くさびを形成し、体積膨張して亀裂をさらに開口させたり、岩盤を細片化して風化破碎を促進する可能性があるため、凍結や氷柱（ツララ）の有無を確認する。凍結融解については冬期の最低気温を参考にしてよい。また、短期間で凍結融解する場合よりも長期にわたって凍結し、氷くさびが成長する場合、安定度を低下させる要因となる。

特に垂直亀裂間や水平系亀裂境界部に湧水や氷柱がみられる場合は、亀裂部での間隙が発達していたり、亀裂間隔の拡大に及ぼす影響が考えられるので留意する。

凍結、融解による機械的風化が問題となる場合のほかに、水和、酸化、溶解等の水との接触反応による化学的風化も問題となる。

（2）箇所別記録表と記入要領（岩盤崩壊）

岩盤崩壊の「箇所別記録表」の記入例を〈表 7.5-6〉に示す。岩盤崩壊の箇所別記録表は施設管理番号ごとに作成する。箇所別記録表には該当する箇所のスケッチを示す。

一つの施設管理番号の対象箇所が複数の調査箇所に分割できる場合（点検箇所として一連の箇所とみなすことができる部分が複数存在する場合）には、現地状況に基づき箇所別記録表のスケッチ図に箇所ごとに部分番号を付す。安定度調査は部分番号を付した箇所ごとに実施し、それぞれ安定度調査表を作成する。スケッチは、正面図と断面図を示す。スケッチには下記のキーワードを参考として、岩盤の状況、対策工の状況、災害要因の位置などを記載する。

また、箇所別記録表の特記事項欄に、観察記事及び安定度調査結果にもとづいた総合評価の理由を必要に応じて追記する。

なお、位置図や一般図を貼付すると図面が小さくなり過ぎる場合は、別葉に貼付して、箇所別記録表とともに保管するものとする。

【解説】

〈キーワード〉

- ・ 岩質及び岩種（時代等について）
- ・ 亀裂の性状、位置
- ・ 崩壊位置
- ・ 崩壊形態（崩落、転倒、岩すべり）
- ・ 崩壊の規模（通常に発生すると思われる規模、及び最大規模）
- ・ 崩壊の可能性（誘因等について）
- ・ 崩壊の方向、経路
- ・ 到達範囲（道路に到達する可能性）

など

（3）安定度調査表と記入要領（岩盤崩壊）

岩盤崩壊に適用する「安定度調査表」を〈表 7.5-7〉に示す。また、以下に調査表記入要領を記す。

【解説】

（1）要因に関する評点

①現象、前兆

a) 開口亀裂の規模

岩盤斜面の全景が見える位置に立ち、斜面内に開口亀裂があるかどうかを確認する。特に崖面に平行、あるいは斜交する亀裂に注意する。

斜面に規模の大きな開口亀裂が見られなくとも、節理、層理が発達している斜面では、危険のない範囲で崖面の上部へ登り、崖の肩付近での亀裂の有無を確認する。

<判断基準>

開口亀裂の有無、規模から次の大、小、なしの3段階に区分する。

- ・開口亀裂「大」は次のように定義する。なお、開口亀裂「大」に区分するものの例を<図7.5-23>に写真で示す。例示した写真の亀裂はすべて「大」として扱う。

<<移動岩塊頭部>>

- ◆開口亀裂の深部まで見ることができるもの。
- ◆明らかに分離しているもの。
- ◆開口亀裂の幅が小さくても長く連続するもの。
- ◆段差を伴うもの。
- ◆開口亀裂とは判断されないが段差が連続し、しかも段差の基部に凹みを伴うもの。

<<移動岩塊側方部>>

- ◆開口亀裂は連続していないが、雁行するもの。

<<移動岩塊末端部>>

- ◆開口弱面に沿って岩塊のせり出し現象が見られるもの。

- ・開口亀裂「小」は次のように定義する。

- ◆開口亀裂が表面付近にしか見られないもの。
- ◆開口亀裂の幅が狭く、しかも連続性がなく分離しているとは判断し難いもの。
- ◆開口亀裂はなくとも、全般に非常に亀裂が多く破碎されているもの。

注) オーバーハング部で、縦方向の亀裂が見られる場合には、特にその亀裂の連続性及び分離性を十分検討し、亀裂の大小の評価を行うことが重要である。

- ・「なし」は次のように定義する。

- ◆亀裂が見られない。