

長野ジオテック研究所 代表 塩入信一 長野市篠ノ井布施高田996
 Tel: 090-4460-0132 メール: s.s.ziotech@gmail.com

○事業内容

- ・工事監督支援、工事施工及び安全管理
- ・斜面災害緊急度判定、応急対策
- ・道路路床・路盤 CBR試験、密度試験
- ・土木関連講師 第三者照査

○保有資格

- ・APECエンジニア (シビル)
- ・技術士 (総合監理部門、建設部門)
- ・RCCM (鋼構造コンクリート、土質及び基礎)
- ・1級土木施工管理技士、地質調査技士、測量士、宅地危険度判定士、斜面判定士
- ・砂防急傾斜管理者、長野県砂防ボランティア、河川災害アドバイザー他

○職歴・業績

- ・長野県土木職員、工事監査主任監査員、砂防事務所長、建設事務所長
- ・箕輪ダム (もみじ湖) 建設、浅川ダムおよび浅川ループライン建設など
- ・長野県土木部・建設部に36年勤務

○モットー わかりやすい説明、見やすい図面

○趣味 スキー、ウェイクボード

○愛称 塩じい

2

長野ジオテック研究所 各種コンサルティング内容

1) 協議例

- ①現場の安全管理を指導してほしい。
- ②高評価点をとる方法を指導してほしい。
- ③当初設計の舗装路盤厚の変更を発注者から求められている。
- ④現場条件の変更による変更設計を発注者をお願いしている。変更設計あるいは、変更指示が早急に行われないので現場が止まっている。早期の工事再開をしたい。
- ⑤変更金額増が3割を超えそうなるため、発注者と、どのように協議を進めたら良いか？
等

2) コンサルタント費用例

1日 移動費用	伊那～長野間	90km × 2 (往復) = 180km × 30円/km	5,400円
	高速代	長野～伊那	2,980 × 2 = 5,960円
			計11,360円

コンサルタンタ料金
 1日 80,000円
 合計91,360円

* 電話相談は無料、料金横断。早期の相談が一番大事です。
 なお、優良技術者表彰は昨年から、1次評価のみとなり、評価点の高い会社順に優良技術者表彰が行われています。(2次審査はありません)
 このため、施工計画時の表彰項目の実施方針を立てる必要があります。工事着手前、施工協議前に相談してください。

3

初めに

令和3年8月の諏訪地方を襲った線状降水帯豪雨

4

線状降水帯北上の背景
 海水温30度線が北上するために、線状降水帯が長野に近づく
 海水温が下がらない限り、同様の豪雨の可能性が続く

線状降水帯の発生メカニズム(イメージ)

上空の風に流され移動
 積乱雲が別になって次々と発生
 移動しながら発達し、長時間雨を降らせる

暖かく湿った空気
 山や前線にぶつかり上昇
 冷

ピンク色: 海水温30度以上

5

斜面工事における安全対策

ここで扱う斜面崩壊の対象は中規模斜面以上とする。斜面崩壊予測が難しいこと、作業に伴う危険度が大きいことなどから、中規模斜面の高さを概ね1.5m以上を対象とする。

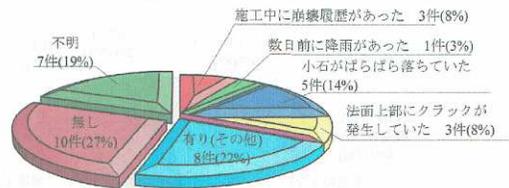
中規模斜面工事の施工は崩壊の危険が伴うため、危険な斜面を見分ける方法、崩壊範囲・時期の推定、施工にあたっての留意事項、自らが提案する情報化施工を紹介する。

斜面防災対策技術協会長野支部長
長野ジオテック研究所 代表 塩入信一
技術士(総合監理部門、建設部門)
RCCM(土質基礎)、地質調査技士
電話090-4460-0132,メールs.s.zitech@gmail.com

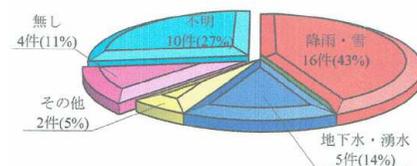
斜面工事施工時に、
崩壊の危険を察知できるのか？

工事施工中の斜面崩壊予測

斜面崩壊兆候がないか、またはわからないが、46%に上る



地下水等が確認できない、又は当初は予想していない施工中の雨などの状況変化の原因が、57%に上る。

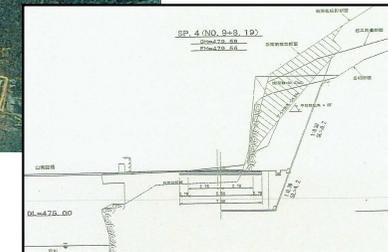
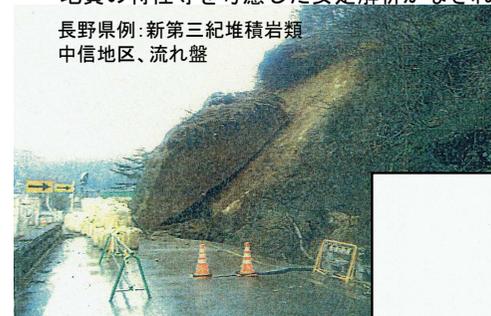


6

【着手後崩壊例】

調査ボーリング、設計コンサルタントなどの評価と
工事掘削後の斜面の状況が異なることが多い
地質の特性等を考慮した安定解析がなされていないことも多い

長野県例：新第三紀堆積岩類
中信地区、流れ盤



7

H28年度

工事中の斜面崩壊事例H29.1.20

(主) 飯田富山佐久間線 下伊那郡天龍村羽衣崎

1月20日 (1次崩壊)



3月21日 (再崩壊)



15

斜面設計はどうなっているのか

岩盤斜面の設計概説

一般的に、設計コンサルタントでは、斜面均一条件下で機関毎に定められた標準的な法面勾配をもとになされている。又は、斜面均一条件下で斜面安定解析を次のように行っている。

①岩盤分類

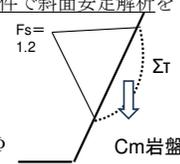
斜面内の岩盤を岩体強度、割れ目の分布、割れ目の状態によって、斜面内の岩盤をD、CL、CM、CH等と分類する。

②せん断強度の設定

それぞれの岩盤のせん断強度を設定する。 $\tau = c + \sigma \tan \Phi$

③安定計算

地下水の影響を考慮して、斜面安定計算を行う。



しかし、岩盤斜面は一様でなく、ほとんどの場合、節理、断層などの弱層連続面や、岩盤の緩みなどによって斜面崩壊が起こっている。

知っておきたい土木屋のワンポイント

本当に岩盤に粘着力 c があるか？ 土質工学に見立てて、安定計算しようとする考え方

2

斜面工事における注意すべき点

1. 弱層不連続面

岩盤斜面は一様でなく、ほとんどの場合、節理、断層などの弱層連続面や、岩盤の緩みなどによって斜面崩壊が起こっている。このため、弱層連続面等を主体とした岩盤評価、安定解析をすべきである。

したがって、現場の施工にあたっては、弱層不連続面の把握が非常に重要である。不連続面の要素として重要なのは、連続性と方向性である。連続性が斜面に対し十分長く、不安定化させる組み合わせの時に斜面は最も危険となる。

2. 岩盤の緩み：地すべり地形

岩盤斜面は、長い年月を経て、重力、地震、地下水等により、岩盤内部が局部的、或いは一部が劣化又は損傷している。掘削工事をきっかけとして崩壊や地すべりを引き起こす可能性がある。このような地形は、いくつかの特徴的な姿をしている。

したがって、現場の施工にあたっては、岩盤崩壊やすべりを引き起こす特徴的な地形を知っておくことが重要である。

弱層面とは何か

- ①流れ盤、受け盤などの層理面（堆積過程で形成された層状のもの）、片理・劈開（主に変成過程で形成された面構造）、節理面（火成岩の冷却などによる面構造）
- ②断層、破碎帯、シーム等の幅の狭い軟弱層で、地層のずれ又は斜面全体とは異質の挟み層
- ③その他、熱性変質によるものや強風化部など

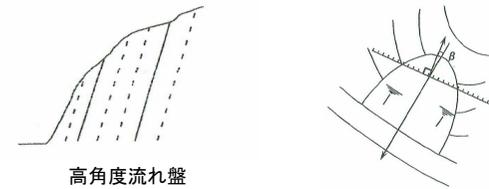


危ない 斜面と不連続弱層面 例

危険な斜面 **流れ盤崩壊** β 角が60度未満が危険である。30度では最も危険な状態となる・・・長野県では北信地方の第三紀泥岩砂岩

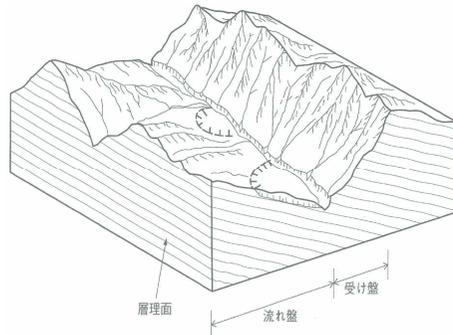


危険な斜面 **高角度流れ盤** β 角が30度未満が危険
トップリングによる落石が多い・・・長野県では中南信の花崗岩など



流れ盤、受け盤斜面の一般的な見分け方

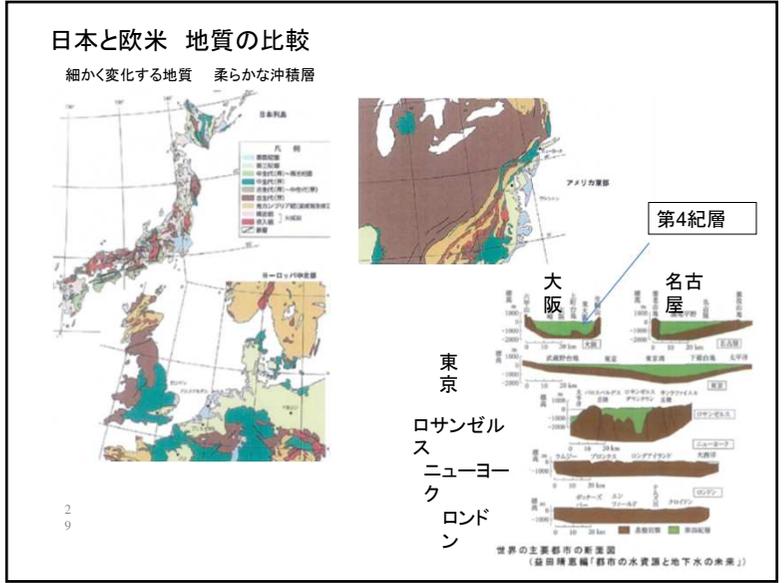
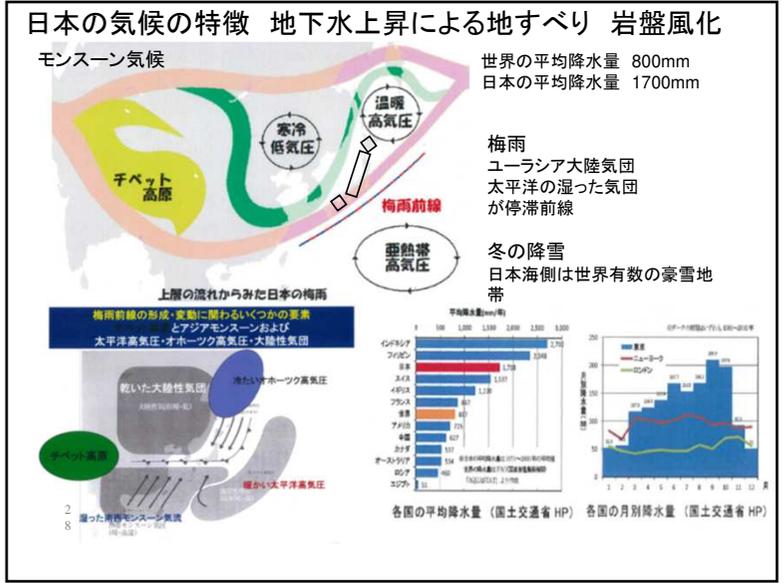
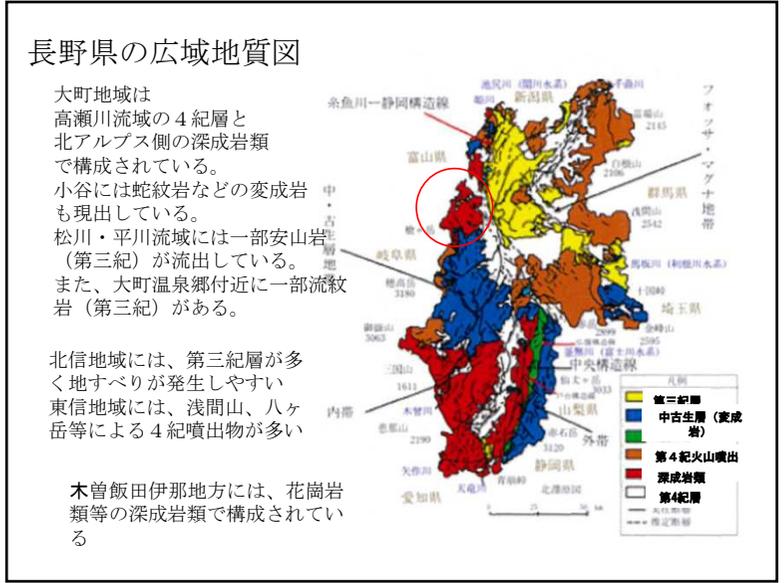
砂岩、泥岩などの堆積層理面 火成岩などの節理面について
(断層、シーム、変質帯などは、別途)

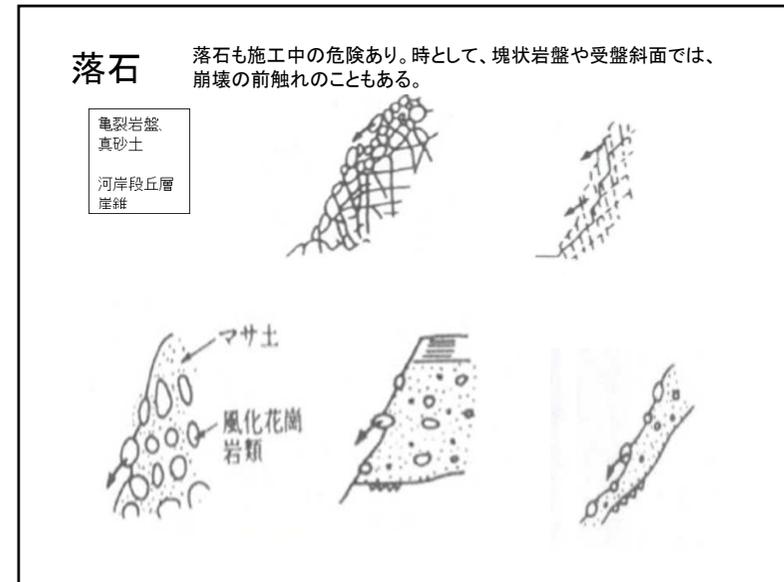
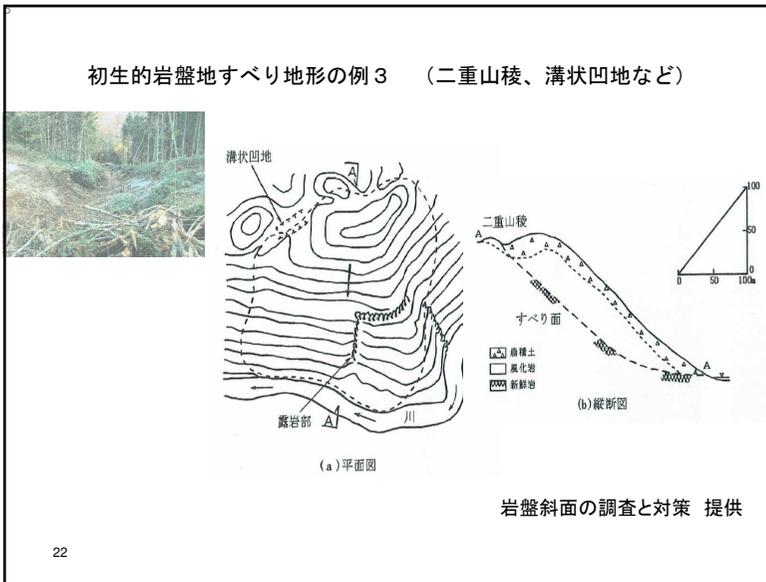
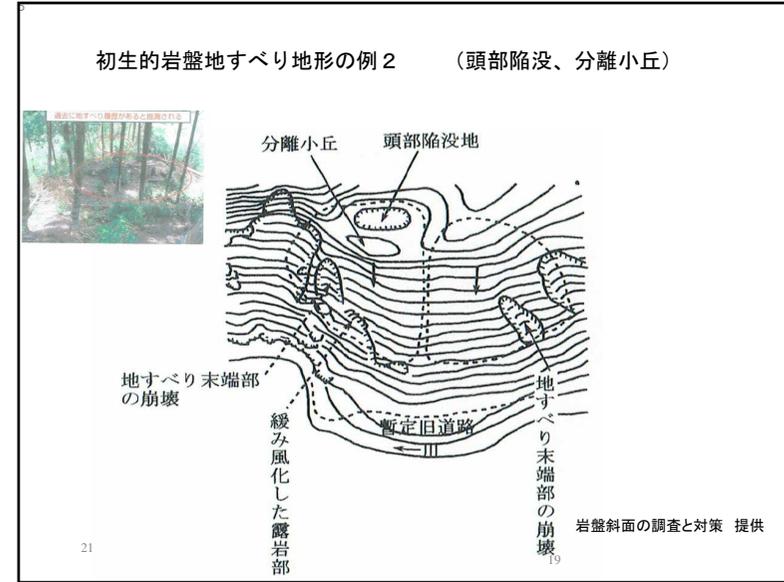
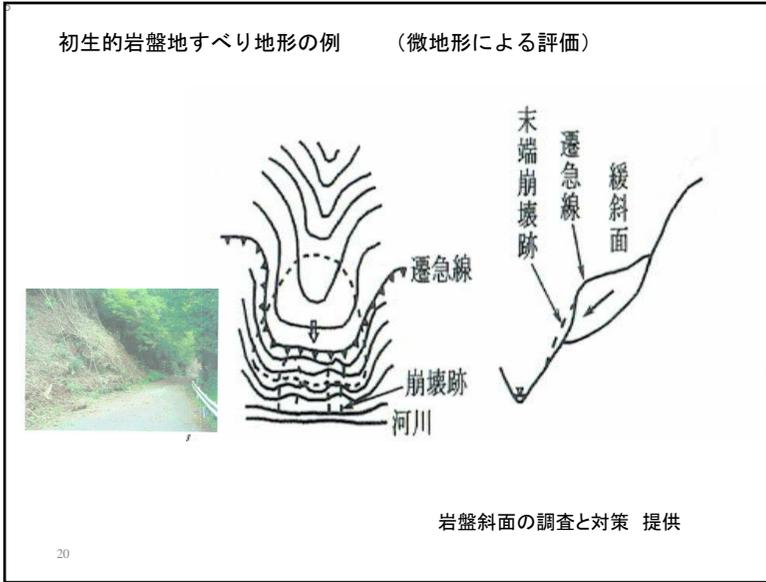


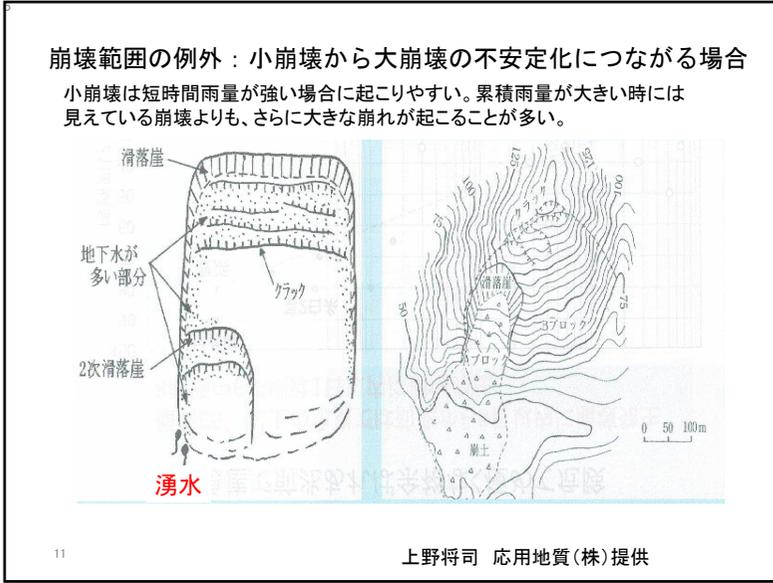
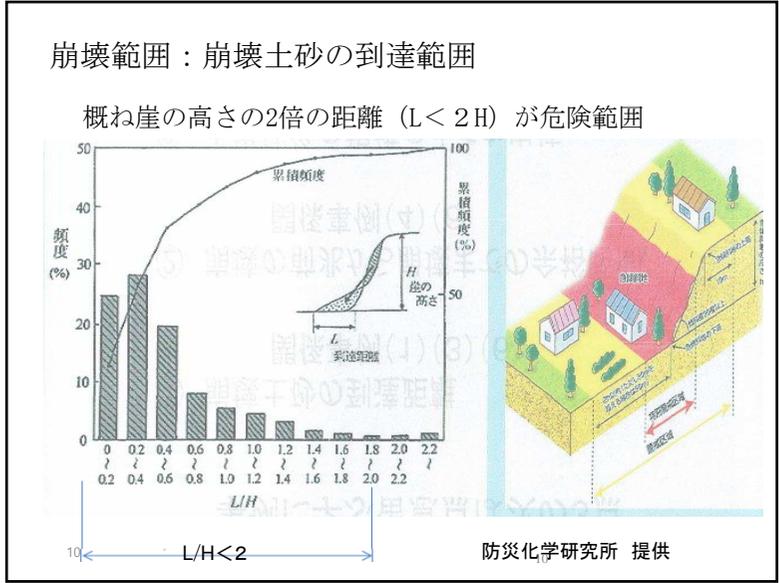
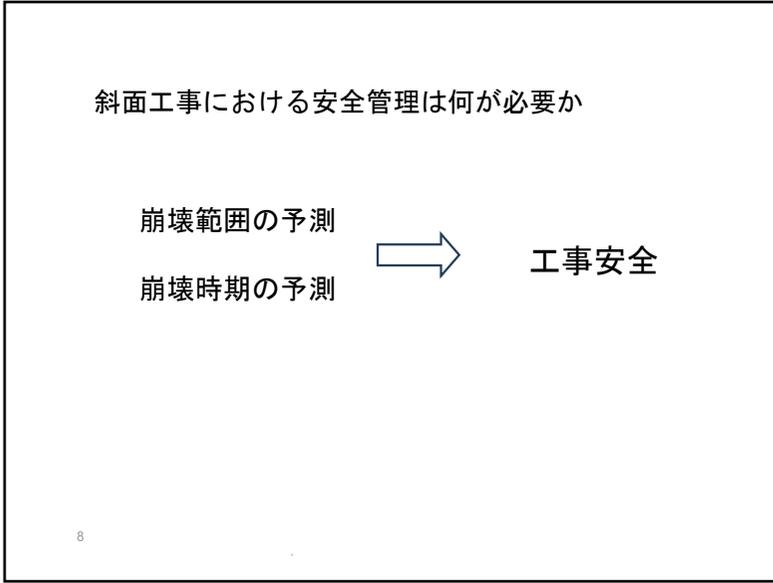
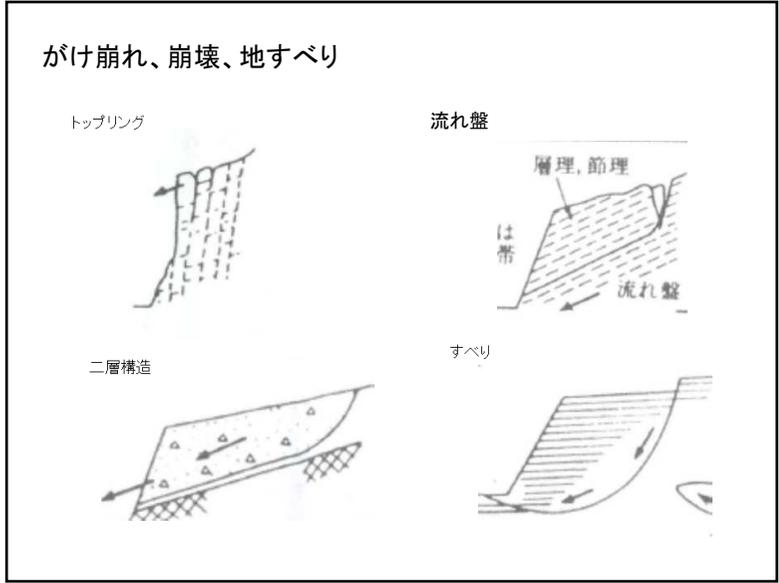
区分	受け盤	流れ盤
斜面長	短い	長い
斜面傾斜	急	緩
尾根頂部	尖頂状	円頂状
地すべり	少ない	多い
谷の深さ	深い	浅い

地形学からの崩壊しやすい斜面事例

日本における岩盤は、地震等による影響で、岩盤内の割れ目が多い。
また、造山運動等で複雑かつ脆弱でもあり、均一で堅固な岩盤であることは少ない。
藤田教授（京都大学名誉教授）は、日本砂山列島と称している。

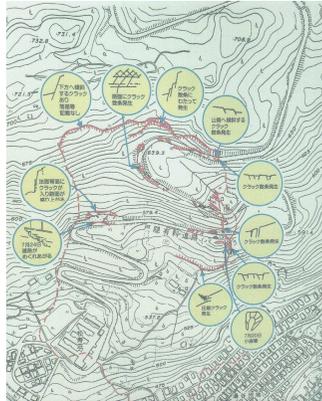






地すべり範囲が予想できなかった例

地附山地すべり災害（昭和60年
7月26日 凝灰岩）



小松原地すべり災害（令和3
年7月6日 凝灰岩）

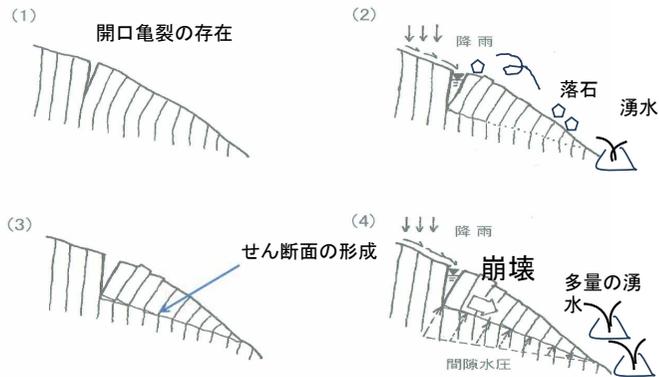


地表面に現れる岩盤崩壊の前兆現象

前兆現象	観察される事項
開口亀裂	移動岩塊の頭部付近に発達
水平亀裂	岩塊末端に発生し、上部岩塊のせり出しが見られることがある
圧縮性亀裂	岩塊末端に発生し、座屈により岩の抜け落ちが見られることがある
ゆるみ	斜面全体の節理やゆるみの進行、新たな亀裂の発達など
小崩壊・落石	表層剥離など、ゆるみの進行にともなって発生する
岩盤斜面の浸食	尾根地形や凹地形周辺、オーバーハング下部の浸食は応力バランスを崩す
沈下	岩塊か不連続面を境に下方に変化することで上部が沈下する

事前現象（トッピング崩壊事例）

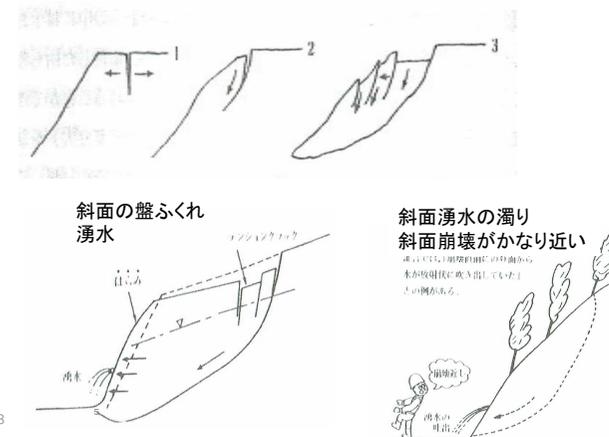
湧水が出始めると崩壊がまじかに迫っている。事前に落石を伴うことも多い。



12

事前現象2

斜面上方亀裂の進行



13

事前現象 3

斜面中腹のパイピング

14

破壊モード (破壊に至る過程)

斜面崩壊予測：斜面崩壊の前兆から崩壊までの余裕日数 (3次クリープ)

斜面変位量

経過時間

1次クリープ

2次クリープ
崩壊に対して斜面が緊張している状態。変位量は少ない

流れ盤では2次クリープ時間が短いことが多い

3次クリープ
斜面抵抗力を上回って、一気に崩壊に至る

崩壊

16

斜面崩壊予測：斜面崩壊の前兆から崩壊までの余裕日数

傾斜65°以上の急崖では前兆から5日以内に崩壊発生 8事例中6事例は1日以内に崩壊発生

斜面傾斜

崩壊前兆から崩壊までの余裕日数

上野将司 応用地質(株) 提供

17

第2白糸トンネル (L=741m) の坑口部岩盤崩壊例

1997年8月25日、8月28日 北海道国道229号

落石頻度が増して2次崩壊発生

崩壊予測

1次崩壊

2次崩壊 8/28 13:32

第2白糸トンネルの岩盤崩壊
1997年8月25日、8月28日

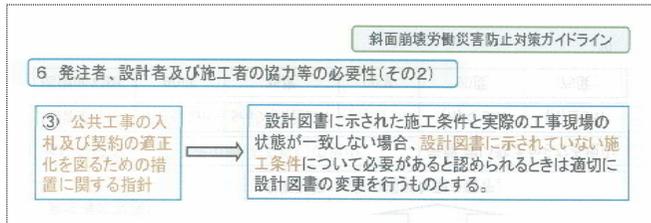
上野将司 応用地質(株) 提供

18

斜面工事施工時に当初調査設計と異なった場合の対応 1

- ① 斜面の調査、設計のやり直し
地質調査をやり直す。設計をやり直す

当初と地質が違っていることをきちんと発注者に説明する。そのために、調査設計内容を事前に把握しておく。安全が確保出来ない趣旨を発注者に伝えることで、変更手続きを進めやすくする。ちなみに、工事安全の確保は発注者としても重要な内容である。



23

長大切土法面の調査・設計施工管理マニュアル (高知県)

法枠施工中に、高さ40m、巾25mにわたって法面が崩壊し、作業員4名の内3名が生き埋めになった。

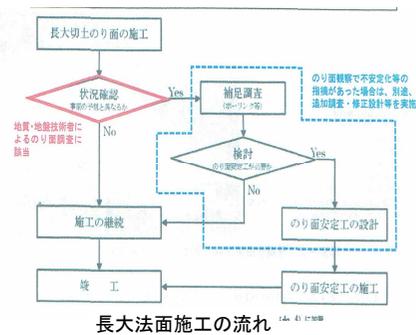
平成10年9月19日
県道安田東洋線の斜面崩壊



この事件を契機に、高知県では、長大法面(高さ20m)以上を施工する際には、地質・地盤の専門家の現地確認を必須とする仕組みを構築し運用している。

長大切土法面の調査・設計施工管理マニュアル (高知県)

- ① 施工段階のチェック機能として、地質・地盤技術者の参加
- ② 地質・地盤技術者は第三者的立場から斜面を評価
- ③ 掘削時は必ず事業者、施工者、地質・地盤技術者が現地立ち合い



立ち合いの様子



施工者の斜面点検の実施

斜面崩壊労働災害防止対策ガイドライン

14 点検(その1)

① 設計・施工段階別点検表(その1)

工事箇所名			
位置	要因	項目	現象(確認内容)
残斜面	地形	地すべり地	亀裂、段差、等高線の乱れ等がある
		浮石・転石	不安定な状況にある
		オーバーハング	新鮮な崩壊が認められる
周辺状況	植生	植生	周辺の植生と異なるまたは竹林等がある
		構造物	クラックなどの変状がある
切土部	地質等(土・岩質)	崩壊土・強風化斜面	不均一で軟弱な土質である
		砂質土等	特に浸食に弱い土質である
		風化が速い岩	表層から土砂化する岩である
	構造	割れ目の多い岩	亀裂が多く、もろい岩である
		流れ盤	流れ盤亀裂で簡単にはく離する
湧水	地下水	破砕帯など	すべる可能性がある脆弱層がある
	凍結	凍結融解	凍結・融解が著しく起こる
災害記録	斜面崩壊	災害記録	近傍工事箇所での崩壊履歴がある
備考	「有」と記入した場合、状況や対応を記入する。		
		月/日 点検者サイン	月/日 確認者サイン
施工の安全性の確保ができています			

24

斜面工事施工時に当初調査設計と異なった場合の対応2

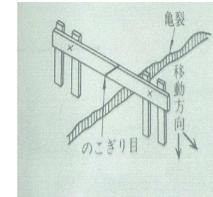
②情報化（計測）を併用しながら施工
 斜面を計測監視。安全を随時確認して施工する。
 変更後の斜面の状態が調査設計内容との違いがはっきりしない場合、又は、多雨時の施工や分割施工など、工事施工条件変更による斜面安定確保が難しい場合など

斜面崩壊のリスクが十分把握出来ない場合には、計測により斜面崩壊前兆を精度良くとらえることが出来、人的被害を最小限にできる。

省力化、技術力低下、豪雨による崩壊リスク増大⇒ 原則として情報化施工を採用して斜面工事を行うべき

25

いろいろな情報化施工（計測法）



移動杭測量、抜き板計測

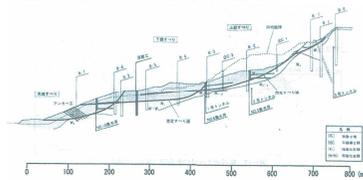
写真測量、GPS測量、レーザー測量
 計測誤差は、日々向上している
 最近は、携帯写真などを使い、迅速に計測できるものもある

地中歪計、孔内傾斜計等

ばらまき傾斜計
 崩れ範囲が拡大しそうな時に効果を発揮

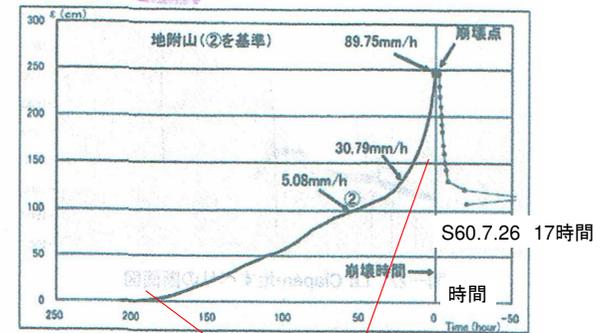
26

昭和60年7月26日地附山地すべり災害 W500m L700m V5百五十万㎡



27

地附山地すべり崩壊予測図: 1週間ほどの移動量が観測できれば崩壊時期をほぼ予測できる。ただし、崩壊規模は想定外であった。



28

応急対策

① 斜面移動量の観測

表-2 管理基準値の目安

計測機種	管理基準値の表記法	対応区分			
		点検・要注警または観測強化	対策の検討	警戒・応急対策	敏感警戒・一時退避
伸縮計 地中伸縮計 光波測距機	継続日数とその間の変位速度	5mm以上10日 ^{※1} 10mm以上30日 ^{※2}	5~50mm/5日	10~100mm/1日	100mm以上1日
挿入式地中 傾斜計	継続日数とその間のすべり面付近の変位速度	1mm以上10日	5~50mm/5日	—	—
パイプロブ計	累積値	100μ以上 ^{※1}	1000μ~5000μ ^{※1}	—	—
地盤傾斜計	累積値	10~50秒/10日 ^{※2}	—	—	—

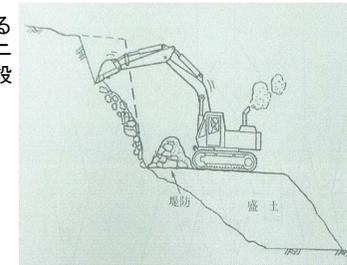
※1：施工段階、※2：維持管理段階

1. 斜面の動きが1日5cm（警戒の半分）以上発生したら、まず退去する。
2. 斜面内に地下水が吹き出したら、その上部がロックが崩壊する危険性が高い。
3. トップリング（斜面上部の崩壊、崩落）は、雨の他に重力作用あるいは掘削による不安定化が原因となることも多い。毎日の点検、計測が重要となる。

応急対策

- ② 応急工事
立ち入り範囲の確認
抑え盛土
局部崩壊防止：土嚢設置、排水施設

次期降雨が近々に見込まれる時は、雨水対策として、ビニールシート掛けや仮排水施設の設置を行う



知っておきたい土木屋のワンポイント

応急時：崩壊機構が確定するまで、或いは安全が確認されるまで、崖の応急時の立ち入り範囲は最低限3Lには入らない



予測困難な危険は請負わない！

ありがとうございました