

災害復旧工法 I

地すべり

公益社団法人 全国防災協会
災害復旧技術専門家 木村 康裕

1

1) 異常な天然現象

異常要因	基準	対象施設
(1) 洪水	(イ) 警戒水位(はん濫注意水位) 以上 (ロ) (警戒水位の定めのない場合) 河岸高(低水位から天端までの高さ)の5割程度以上の水位 (ハ) 比較的長時間にわたる融雪出水等(直轄災では指定水位(水防団待機水位)以上が連続して48時間以上) (ニ) 河床低下等のため警戒水位(はん濫注意水位)の定めが不適当な場合の警戒水位(はん濫注意水位)未満の出水	河 川
(2) 降雨	(イ) 最大24時間雨量80mm以上 (ロ) 前項未満でも時間雨量等が特に大(時間雨量が20mm程度以上)	砂防、海岸、道路、地すべり、急傾斜
(3) 暴風	最大風速15m(10分間平均) 以上	公共土木施設全般
(4) 高潮、波浪、津波	異常な高潮もしくはその波浪(うねりを含む)又は津波により発生した災害で、被災の程度が比較的大	
(5) 地震、 地すべり	社会通念上の被害	
(6) 干ばつ、噴火、積雪、異常低温、落雷等		

(方針第3/1/(一)~(五))

- ・ 地すべりは、降雨等に関係なく単独で異常な天然現象となりうる。
- ・ したがって、異常天然現象が地すべりの場合は、現地において地すべりであることの確認が必要。
- ・ 降雨や地震により地すべりが発生した場合は、それぞれの基準が採択要件となります。

2

2)公共土木施設(地すべりに起因する施設)

- ・ **地すべりによる地すべり防止施設**(地すべり等防止法により指定された地すべり防止区域にある地すべりを防止するための施設)の**災害**(災害手帳 P8(5))
 - **地すべり(のみ)による被災**
 - **降雨、地震等による地すべりによる被災**
- ・ **地すべりによる地すべり防止施設以外(道路、河川等)の災害**
 - **地すべり現象により被災**

※地すべりであることを証明する必要がある。

3

地すべり防止施設災害の採択範囲【平成13年7月10日国河防第323号防災課長通達】

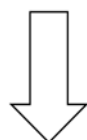
異常気象		採択原因	条 件	採択対象
1	地すべり	地すべりのみ	(1) 最大24時間雨量80mm(時間雨量20mm)未満 (2) 融雪換算値80mm/日(融雪換算値と降雨量を加えたものが80mm/日)未満	概成施設のみ (方針第3第1項第5号)
2	降雨	降雨による地すべり	(1) 最大24時間雨量80mm(時間雨量20mm)以上 (2) 降雨期間中に発生した地すべり又は降雨がやんでからおよそ5日間以内に発生した地すべり	単体施設
	融雪	融雪による地すべり	(1) 融雪期間中に融雪換算値80mm/日(融雪換算値と降雨量を加えたものが80mm/日)以上 (2) 降雨(2)の場合に準じる	単体施設
	地震	地震による地すべり	(1) 一連の地震活動とほぼ同時	単体施設

4

2. 地すべり対策を伴う災害復旧の現状と課題

1) 年災区分

地すべり現象による災害にあつては、公共土木施設の被害の全容を把握するため、確実な地すべり調査・観測を行い、地すべり面や範囲を特定の上、発生した地すべり現象に対し十分な対策工を実施する。



地すべり調査には時間を要する場合が多い

地すべり現象により増破(活動)が継続している公共土木施設の災害については、異常な天然現象の初日の属する年に被害の全容を把握することが困難なことから、当該施設の被災の全容を把握した年を年災として取り扱っている。

5

2) 地すべり現象を把握するための調査の流れと課題

【初期段階】

斜面の崩壊や変状による施設災害の発生

現地調査、運動状況と規模の把握

(表層)崩壊か地すべり現象かを判断

応急工事の実施

【調査継続段階】

地すべり調査

対策工検討、事前協議、災害査定

調査業務の発注が遅く、被災直後の貴重なデータが取れなくなる。
(発生後に移動が緩慢になる場合もあり、速やかな調査が不可欠。)
(業者の経験不足の場合もある。)

翌年になって判明
地すべり現象 ⇒ OK
(表層)崩壊 ⇒ 欠格

応急工事(押さえ盛土や水抜きBr等)の効果が出すぎて土塊の移動が緩慢化。

調査で確定変動の観測ができず、地すべり面や範囲が特定できないため、調査が長期化。復旧が遅れるほか、被災箇所周辺は災害リスクが高いまま放置された状態。

6

① 初期調査の遅れ

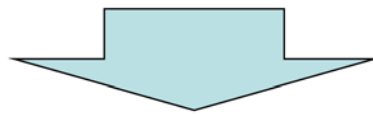
→ 認識不足、契約手続きの問題等から重要な事象把握を調査できない

② 「地すべり」と「表層崩壊」の判断が難しい

→ 安全側を見て「地すべり」を選択する傾向

③ 挙動の把握(調査)が長期化

→ 災害発生後の少雨、過大な応急工事などで挙動が沈静化



被災して施設が長期に渡りそのままの状態となり、
周辺地域が災害リスクの高い状態のまま放置

3) 地すべりに起因する施設災害の課題解決方針

平成29年の改善状況を踏まえ、事前打合せにより効率化

① 定期的な被災状況の把握

- ・固定様式による発生状況調査による情報の共有と調査進捗状況の管理
- ・箇所別カルテ作成による状況把握と初期調査失念の防止

⇒ ・事案が発生したら速やかに一覧表に追記し、審査係長へ提出
(越年後の追加を原則禁止する)

② 専門家(学識者、研究機関)と連携

- ・専門家による意見聴取の原則義務化
 - 地すべり専門家との日頃からの繋がり強化
 - 早期に技術的なアドバイスを受け調査の長期化を防止

⇒ ・新規は、原則として越年前に専門家指導を受け、地すべりの判断を仰ぐこと

③ 事前打合せの活用

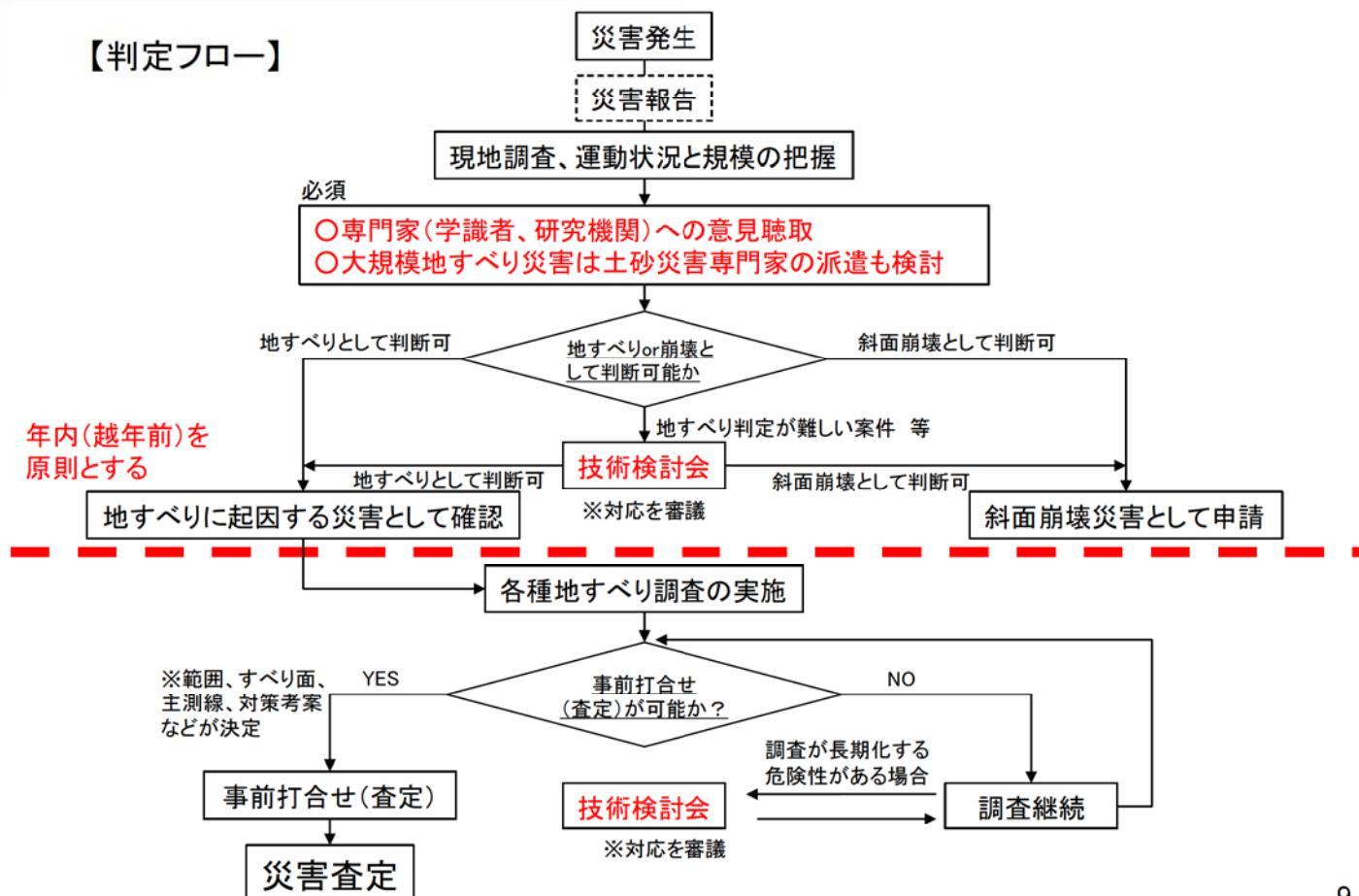
- ・新規は、原則として越年前に事前打合せを行い、地すべり案件として登録
- ・継続調査案件は、最低でも2回／年は打合せのこと

④ 内部会議(技術検討会)設置による防災課と申請者の連携

- ・事前打合せにより、地すべりとして判定し難い事案や継続調査案件の長期化が懸念された場合は、技術検討会を開催し、対応を審議する。

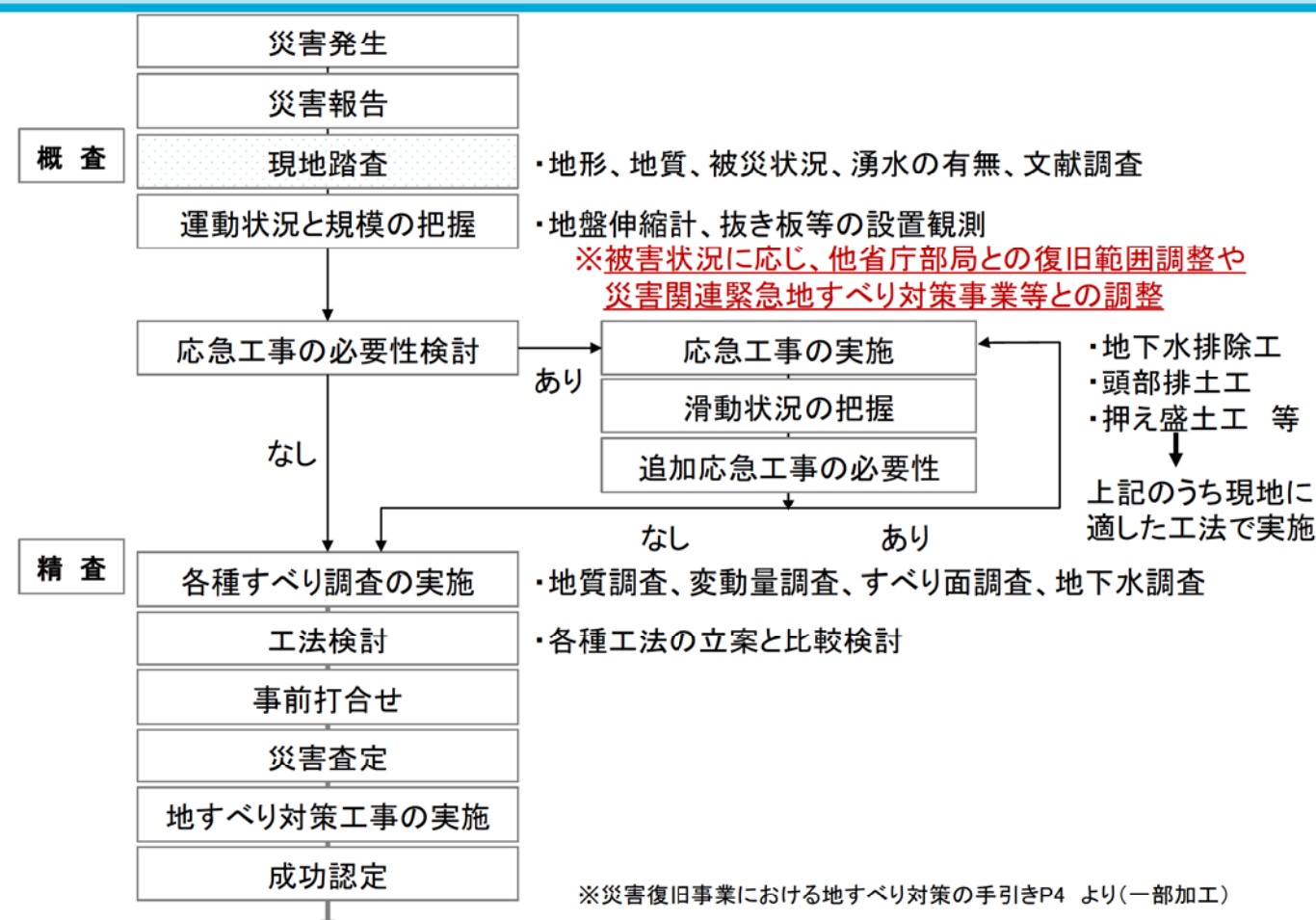
3) 地すべりに起因する施設災害の課題解決方針

【判定フロー】



9

災害発生から復旧までの事務の流れ



10

地すべり現象

11

地すべりの特徴

地すべりは、斜面の土塊が地下水や地震などの影響により、すべり面にそってゆっくり斜面下方に移動するのが一般的であるが、土塊の崩壊を伴って急激に滑落する現象もある。

- ① 地すべりの運動形態、発生機構は一般に徐々に移動を生じ1回の運動にとどまらず再発する傾向
- ② 土塊の崩壊を伴って急激に滑落する地すべりは、地形勾配が急な斜面に多発し比較的規模が小さい(幅が狭い、移動層厚が浅い)傾向
- ③ 地すべりによる災害は、長期的現象によるものと短期的現象によるもの双方あるが、災害復旧事業で扱う地すべりは、一般に後者が多い



地すべり面の例
基礎掘削により地すべり
を誘発した事例

12

(表層)崩壊とは区別される地すべり災害

	崩壊	地すべり
1) 地 質	地質との関連は少ない。	特定の地質または地質構造のところに多く発生する。
2) 土 質	砂質土(マサ, シラスなど)の中でも多く起こる。粘質土をすべり面とすることは少ない。	主として粘性土をすべり面として滑動する。
3) 地 形	30° 以上の急傾斜地に多く発生する。	5～30° の緩傾斜面に発生し、特に上部に台地状の地形を持つ場合が多い。地すべり地形顕著。
4) 活動状況	突発的である。	継続性, 再発性がある。
5) 移動速度	10mm/日以上で速度は極めて大きい。	0.01mm～10mm/日程度のものが多く、一般に速度は小さい。
6) 土 塊	土塊は攪乱される。	土塊の乱れは少なく、原形を保ちつつ動く場合が多い。
7) 誘 因	降雨, 特に降雨強度に影響される。地震を誘因とする場合もある。	地下水による影響が大きい。
8) 規 模	一般に規模が小さい	1～100haで規模が大きい。
9) 兆 候	発生前の兆候が少なく、突発的に滑落してしまう。	発生前に、亀裂の発生, 陥没, 隆起, 地下水の変動等が生ずる。
10) すべり面勾配	(崩壊面) 35～60°	10～25°

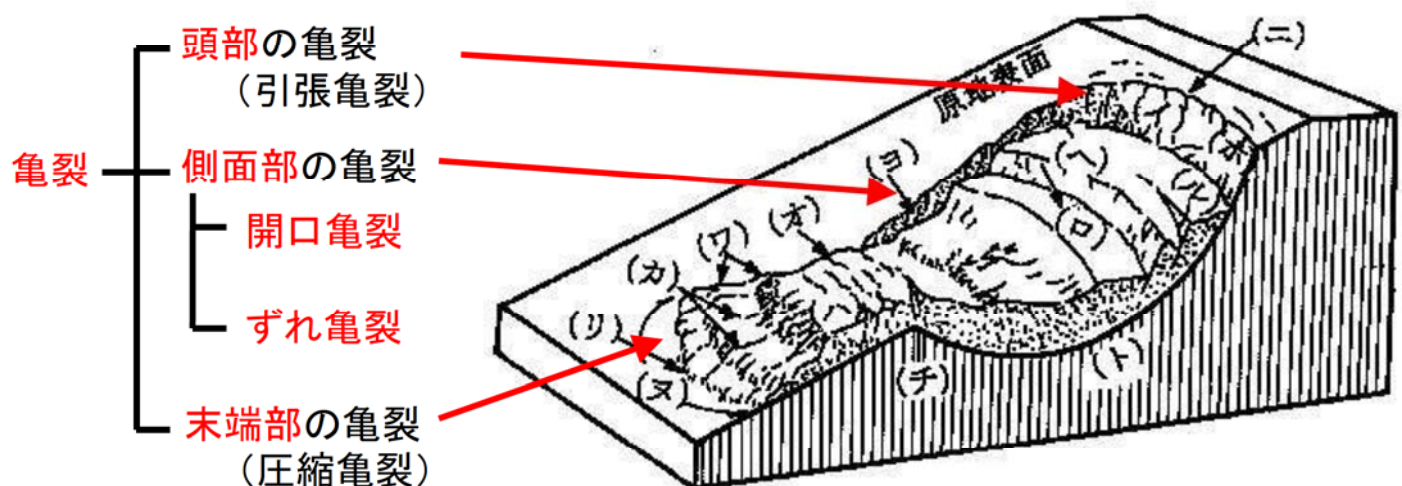
地すべり・斜面崩壊の実態と対策(山田剛二・渡正亮・小橋澄治, 1971)に加筆

参考: 国土交通省HP http://www.mlit.go.jp/river/sabo/deep/landslide_FAQ.html

13

地すべりの形態

一般に災害復旧事業で取り扱う地すべりは、全土塊がほぼ一体となって剛体的な運動を示すことが多い。このため、このような運動の特徴である「**亀裂**」が**地表に発生**する。

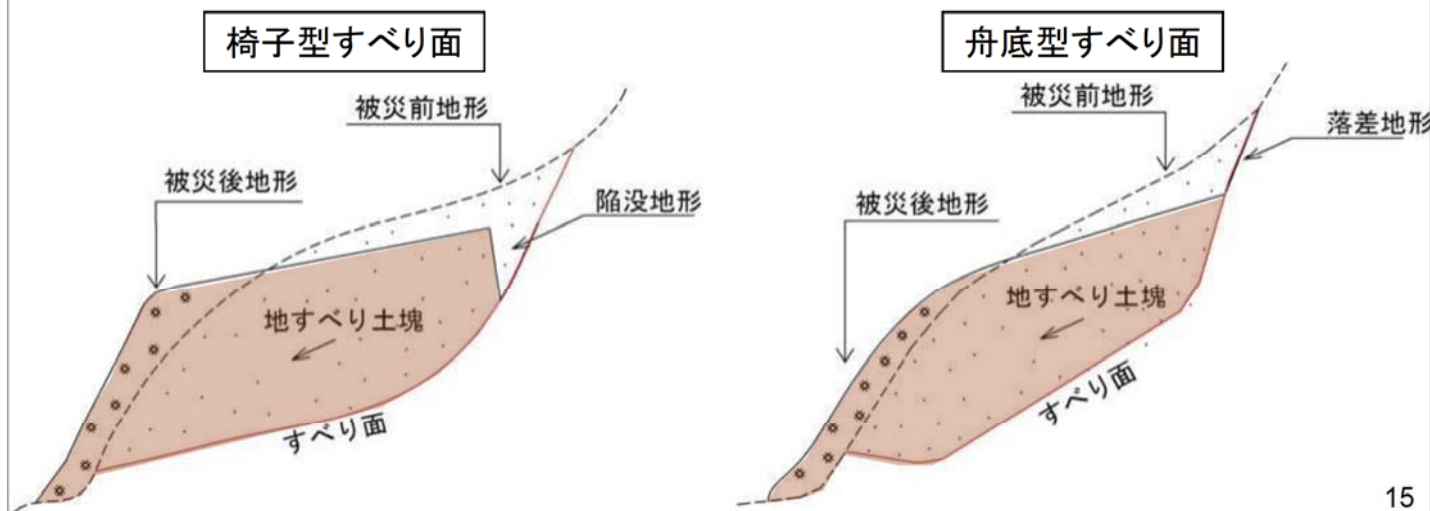


14

頭部亀裂(引張亀裂)

- 地すべりの上縁を画する。
- 地すべり発生の最も早い時期に現れ、その後の地すべり運動に伴って両側に延びて、側面部の亀裂になる。

頭部亀裂 — 陥没を伴うもの → 椅子型すべり面
 — 段落ち(落差)の生じるもの → 舟底型すべり面



15

側面部の亀裂

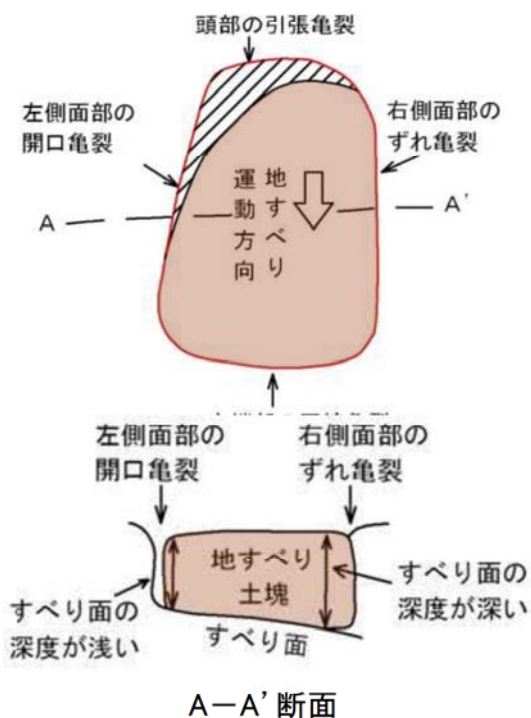
- 地すべりの端(幅)を画する。
- すべり面の深さが左右対称でない地すべりでは、側面部の亀裂の状況が異なる。

開口亀裂

若干の落差を伴い幾分開口した形で現れる亀裂

ずれ亀裂

若干盛り上がってせん断した形で現れる亀裂

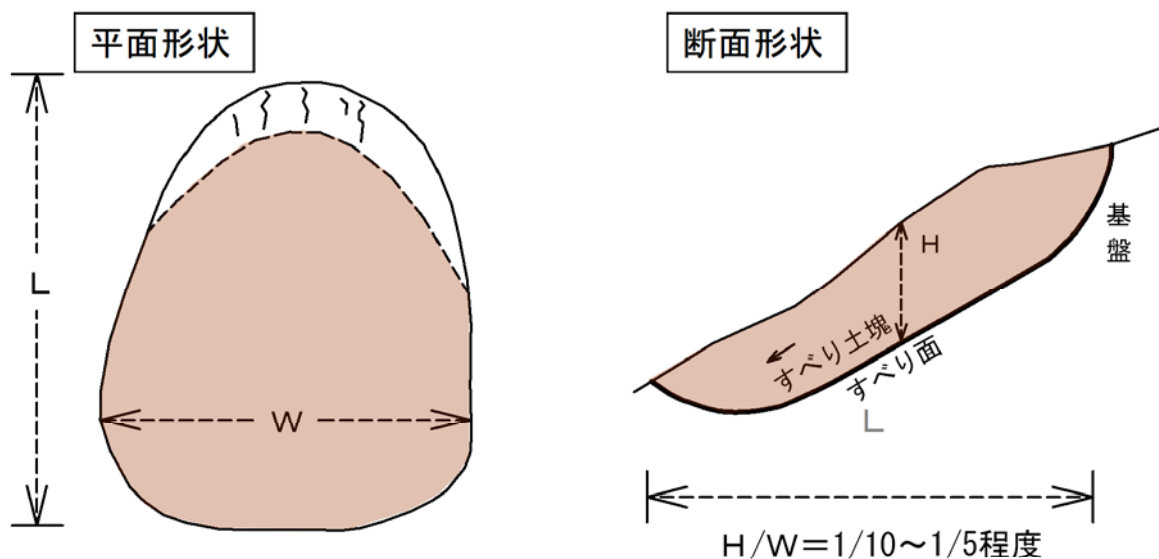


A-A' 断面

16

地すべりの一般的な形態

- 地すべりの厚さは、一般的には幅の $\times 1/10 \sim 1/5$ 程度の場合が多い。
- 地すべりの長さ(奥行き)は、幅の1.0~1.5倍程度のものが多く、幅の5倍を超えるものは少ない。



17

地すべり調査

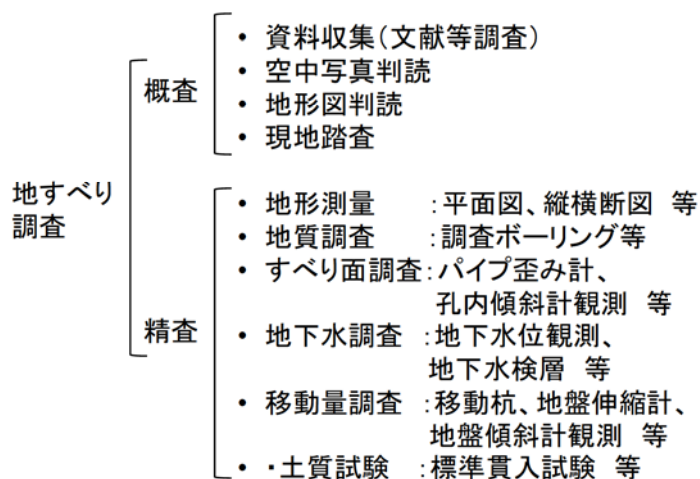
18

地すべり調査の概要

地すべり調査は、概査と精査に区分される。

概査は、被災地の空中写真判読や周囲の地形判読を行って地すべり地の状況を把握すると共に、現地踏査を実施して被災の状況や地すべりの規模を確認することを目的としている。

精査は、地すべりの規模、性状、安全性について詳細な調査を行い、対策工が必要な地すべりについては対策工の選定、設計条件に関する資料を得ることを目的としている。



地すべり調査の分類

① 地すべり調査は一見すると、のり面崩壊は構造物に生じた亀裂等の局部的な被害のように見えても、背後に地すべりを伴っている場合があるので、被害部分のみに目をむけるのではなく、背後及び周辺を含めた全体を観察することが重要。

② 地すべり調査は、地すべりに関する高度な技術を経験を必要とするため、コンサルタント等に委託する場合は、地すべり調査や地すべり防止工事に豊富な経験のある技術者を有するコンサルタント等を選定することが重要。

19

現地踏査と地すべり運動の推定

現地踏査は、地すべり災害が発生して最初に行う調査で、地表面や構造物の変状等を確認し、応急対策工、地すべり運動の測定、調査ボーリング等が適切に実施できるように、地すべりの範囲やすべり方向等の地すべり機構を把握し、踏査結果は、地形図にできるだけ詳細に記入する。



1次すべり頭部亀裂(開口・段差)



1次すべり頭部滑落段差



1次すべり左側部段差亀裂



構造物の変状



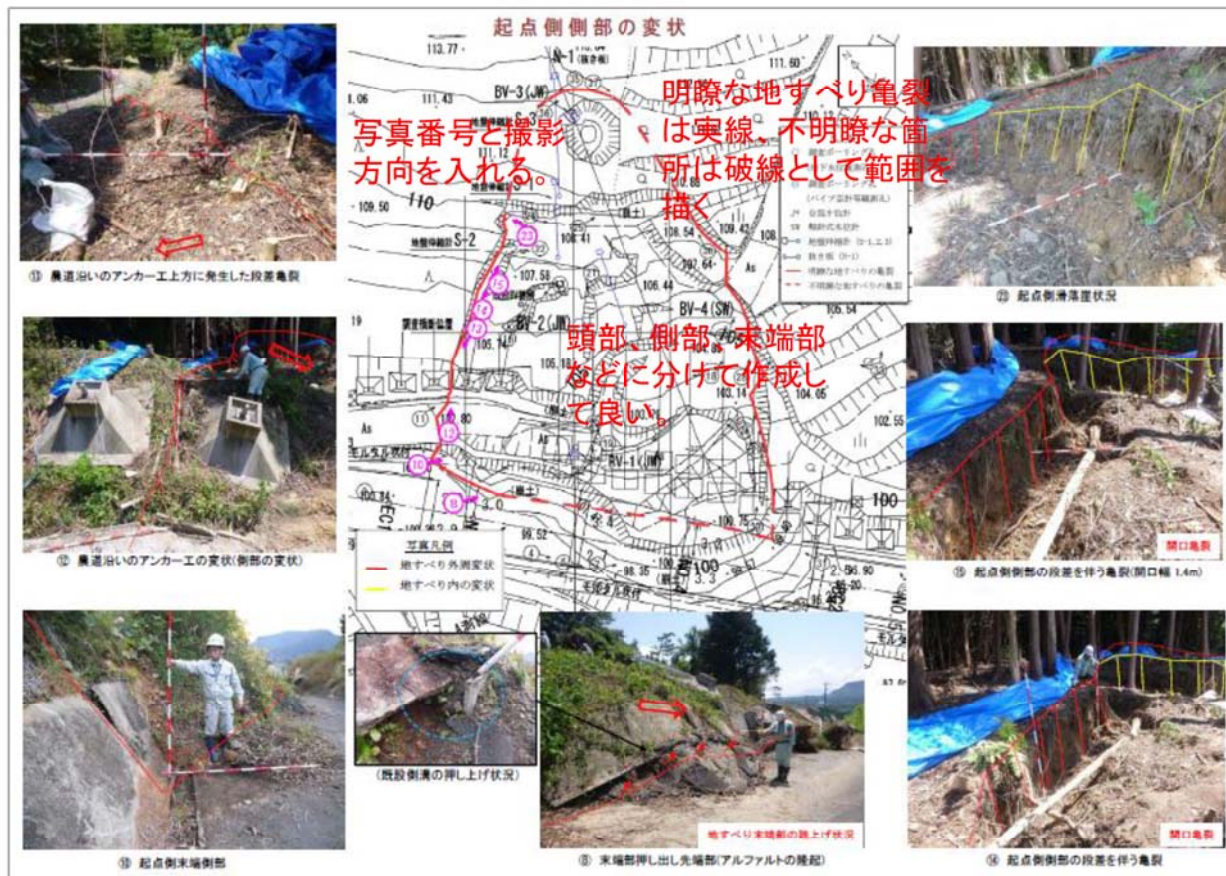
地すべり末端部の隆起状況



地すべり末端部の道路隆起状況

20

地すべりの範囲、規模 【資料作成イメージ】



「災害復旧事業における地すべり対策の手引き」P19調査平面図の作成例を参照して下さい。

21

地すべり運動の測定

地すべり運動の測定は、地表面の亀裂等の動きを把握するために地盤伸縮計・地盤傾斜計等を設置して行う。

機器等の設置は、地すべり運動状況を観察し、安全を確認した後に行う。

- 地すべり運動の測定は、地すべりの運動状況を把握し、現状安全率の推定、危険度判定、応急対策の検討等の基礎資料とするために実施。

地盤伸縮計

一般的に、**頭部亀裂を跨いで**地すべりの運動方向になるべく平行に設置。必要に応じて側面部や末端部にも設置。

【活用事例】

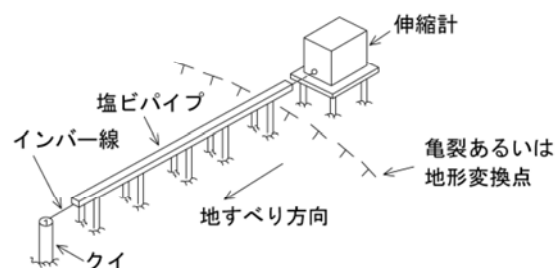
- ・現状安全率の設定
- ・避難、予警報の基準値 等

地盤傾斜計

地すべり運動に伴って**地盤が傾斜する変動量を計測**。

【活用事例】

- ・地すべりブロック範囲の特定 等



観測データは、近傍の雨量観測データや地下水位データとあわせ、これらとの関係がわかるようにグラフ化等にして整理。

22

移動量観測状況【資料作成イメージ】

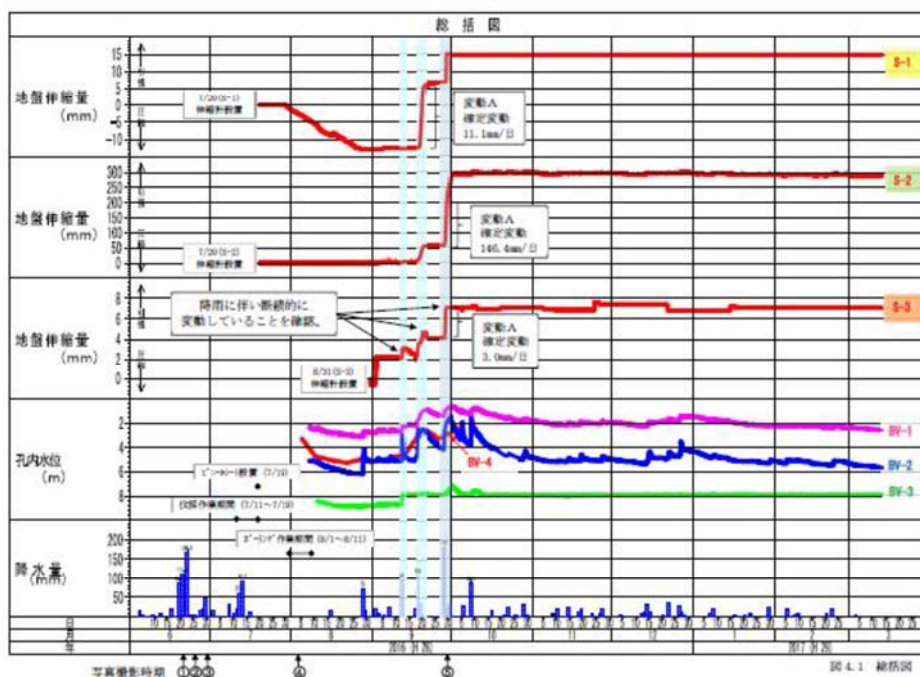


図 4.1 総括図



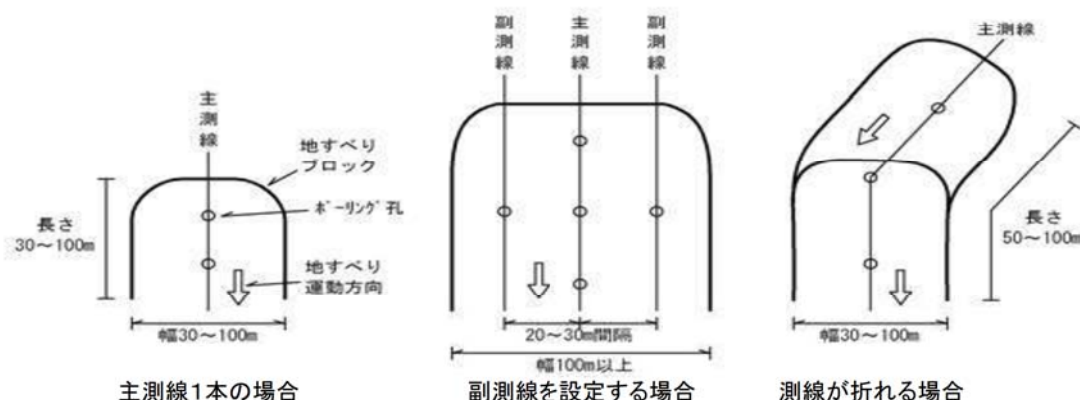
降雨、地下水変動に伴い地すべりの移動が運動していることが判るように工夫 (移動量が小さい場合にはスケールを工夫)。

23

調査測線の設定

調査測線は、現地踏査の結果に基づいて、地すべりの運動方向、地すべりの規模及び範囲等を考慮の上、適切に設定。

- ① 調査の主測線は、地すべり運動ブロックの地質、地質構造、地下水分布、地表変動およびすべり面等が具体的に確認でき、対策の基本計画及び基本設計を行うのに適した位置及び方向に設定する。
- ② 主測線は、地すべりブロックの中心部で運動方向にほぼ平行に設定するが、斜面上部と下部の運動方向が異なる場合は折れ線とする。
- ③ 地すべりブロックが2つ以上ある場合は、それぞれのブロック毎に主測線を設定する。
- ④ 地すべりブロックの幅が100m以上の場合は、主測線の両側に50m以内の間隔で副測線を設ける場合が多い。副測線は、特に地質構造及び地下分布等について補助的に調査する必要がある場合の測線で、原則として主測線に平行に設定する。

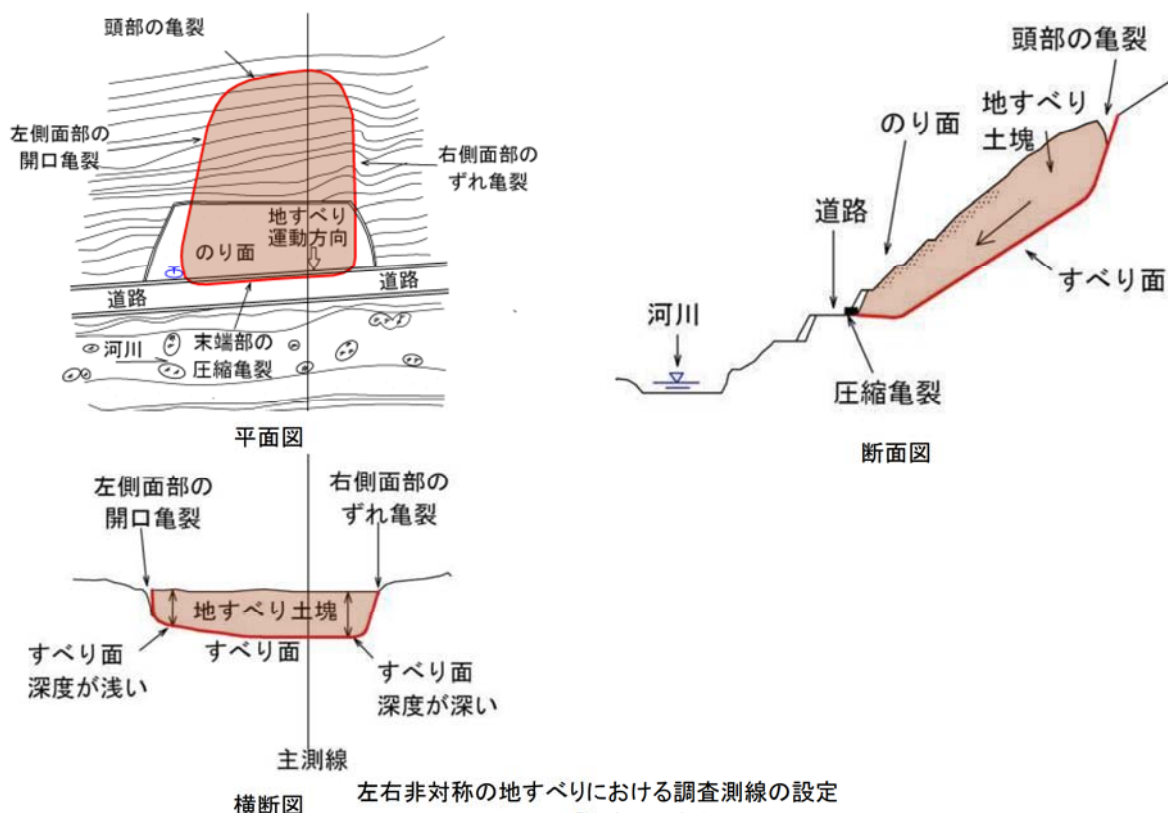


「災害復旧事業における地すべり対策の手引き」P24を参照して下さい。

24

調査測線(主測線)の設定(左右非対称の場合)

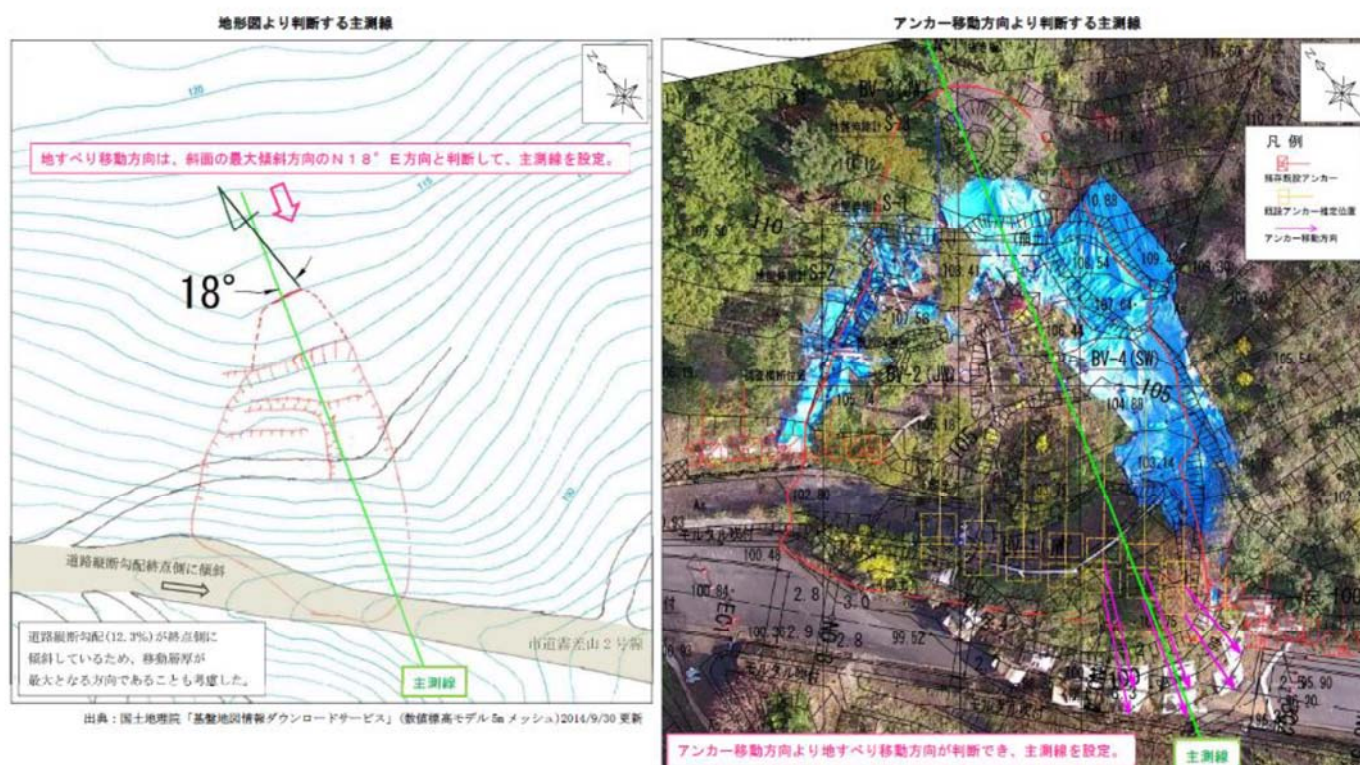
- ⑤ 地すべりの平面形が左右非対称の場合は、すべり面の横断形状が左右で異なっていることが多いので、主測線はブロック中心部よりずれ亀裂側(すべり面の深い側)によせて設定する。



「災害復旧事業における地すべり対策の手引き」JP25を参照して下さい。

25

調査測線(主測線)の設定【資料作成例】



2016-12-21 撮影

ボーリング後、孔内傾斜計による観測を行うと移動方向が判るため、地すべり解析段階で微修正することもあります。

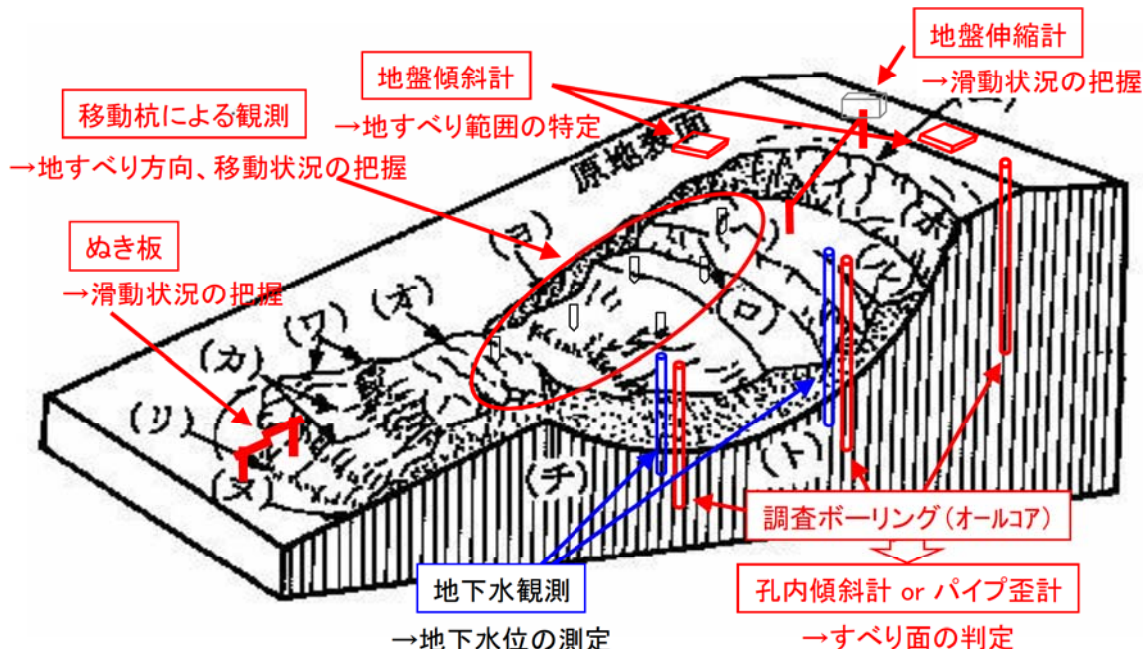
26

観測・調査

地すべりの運動状況の把握や地すべりの範囲の特定のために、地表面で地すべり運動の観測(地盤伸縮計、地盤傾斜計等)

すべり面や地下水等の地下の情報を得るために、オールコアで調査ボーリングを行い、ボーリング孔を利用した観測(孔内傾斜計、パイプ歪計、地下水観測等)。必要に応じて地すべり解析のための調査ボーリングとは別孔で標準貫入試験等の調査を実施

R5災害手帳P491(2)調査ボーリング～参照



27

調査計画の作成例



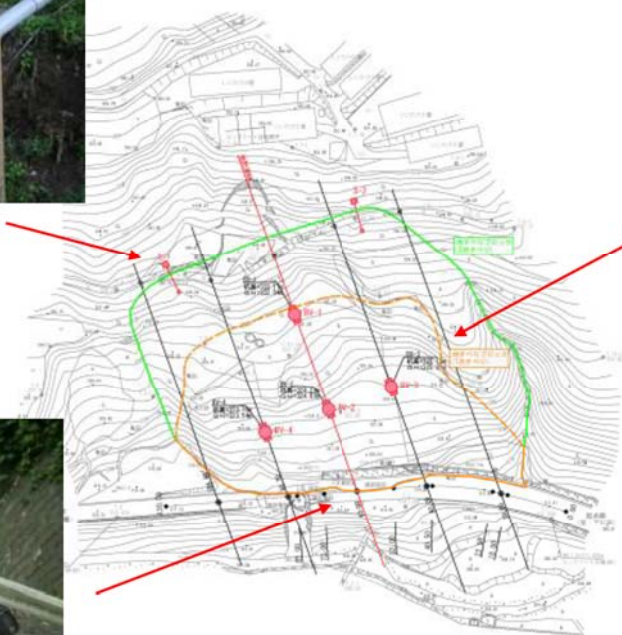
頭部の引張亀裂



側面部の亀裂



末端部の押し出し亀裂



凡例

- 明瞭な地すべりブロック亀裂
- - - 不明瞭な地すべりブロック亀裂
- ㊦ 崩壊
- ㊧ 湧水
- ㊨ 岩盤露頭
- ⊙ 調査ボーリング孔 (パイプ歪計観測孔)
- 調査ボーリング孔 (地下水位観測孔)
- 地盤伸縮計
- 検測線

28

パイプ歪計及び孔内傾斜計の特徴

コアのみの観察ですべり面を推定するためには、実際にすべり面を肉眼で見た経験が相当なければ困難。

このため、すべり面を把握するためには一般にパイプ歪計や孔内傾斜計等によって地すべり運動に伴うボーリング孔の変形を計測する場合が多い。

パイプ歪計と孔内傾斜計の特長

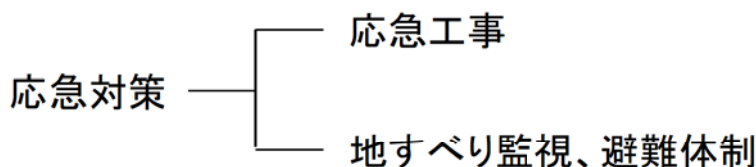
	パイプ歪計	孔内傾斜計
水位観測	同一孔にて <u>水位観測ができる</u>	同一孔にて水位観測ができない (穴あきタイプは観測可)
すべり面の把握	歪ゲージが独立しているため、 <u>すべり面が複数ある場合にも観測可能</u>	地すべりによる変形が大きい場合は、当該すべり面より下層の観測は不可能
運動方向の把握	運動方向は把握できない	2方向から <u>運動方向を把握できる</u>
移動量の把握	移動量の把握はできない	<u>移動量を定量的に把握できる</u>
耐用年数	耐用年数が短い	耐用年数が長い

29

応急対策

30

応急対策は地すべりによる被害の拡大防止や早期復旧を図るため、現地条件に応じた適切な応急工事を早急に行うとともに、地すべりを監視し、状況に応じ必要な措置を講ずる。



応急工事は運動中の地すべりを応急的に沈静化させ、被災対象物の一時的保全を図るとともに対策工検討のための調査を可能にするもので、地すべり運動の観測後、あるいは場合によっては現地踏査後直ちに実施する。ただし、応急工事はできる限り本復旧工事に利用できるような工法が望ましい。

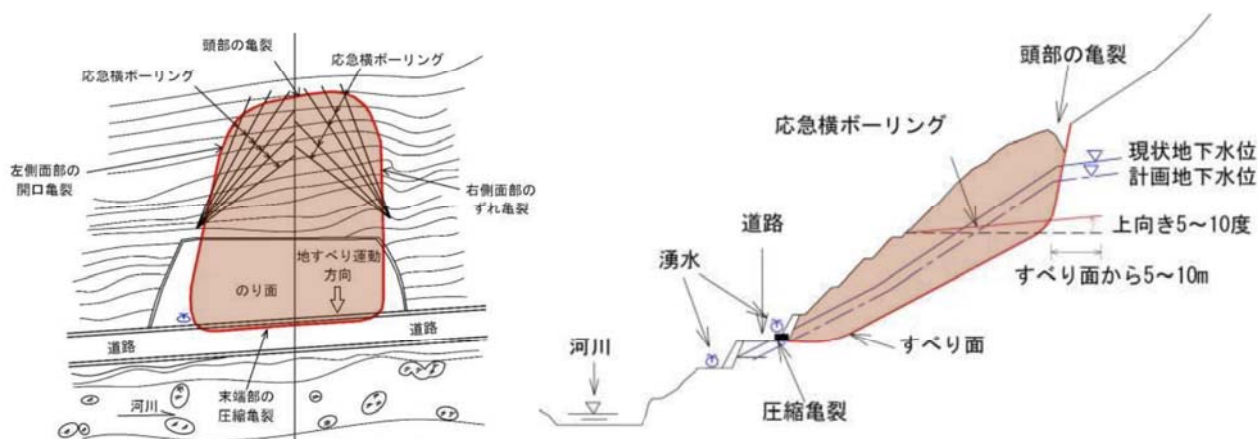
応急工事とは、災害査定前に施設管理者の判断で実施する工事であり、応急仮工事と応急本工事に区分される。

応急仮工事は、原則として管理者負担で実施するものであるが、一定の要件を満たす場合は、災害復旧事業の対象となる。

31

応急工事の留意事項①

- ◆ 地すべり運動が活発で現地に入れられないような場合には、地すべり地外からの横ボーリング工や無人化施工による押え盛土工や頭部排土工等を実施して地すべり運動を沈静化させる。なお、運動中の地すべり地では、鋼管杭、アンカー等の抑止工は実施しない。
- ◆ 地すべり運動によって発生した亀裂は、雨水の浸透を促進し地すべりを助長することになるので、現地踏査後はすみやかにビニールシート等で亀裂を被覆する。
- ◆ 地すべり地内の沢や湧水等は、応急的にコルゲート水路等で排水する。
- ◆ 溪岸の崩壊が地すべりを促進している場合は、ふとんかご、かご枠等による護岸工を設置する。

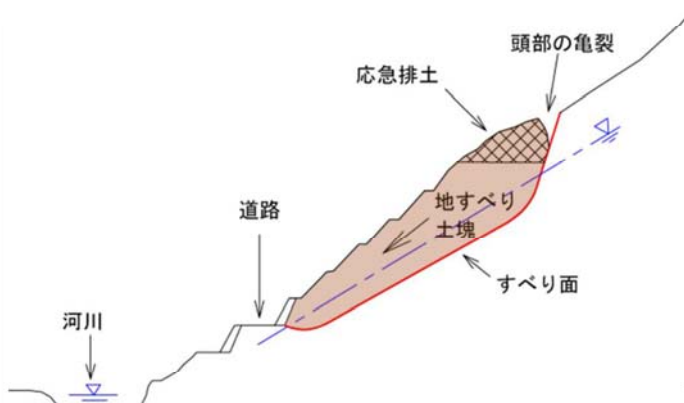


応急横ボーリング工の一例

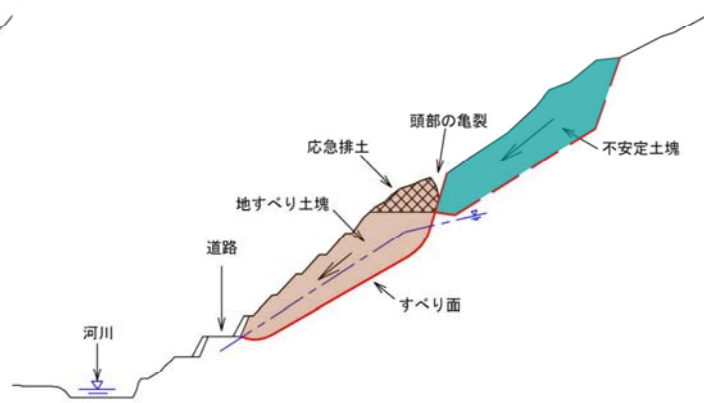
32

応急工事の留意事項②(応急排土工)

- ◆ 応急排土工は、地すべりブロック範囲内とし、排土高さは地すべり層厚の25～30%以内にとどめ、切土勾配は地質状況等を勘案して計画するのが一般的。
- ◆ 上部斜面に不安定な土塊が存在する場合や地すべりを誘発恐れがある場合は、応急排土工を計画しない。



応急排土工の一例

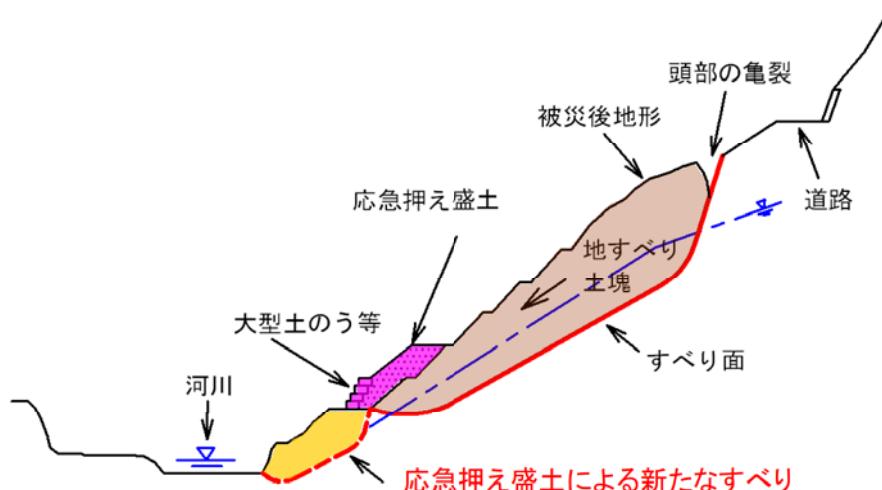


応急排土工を計画しない場合の一例

33

応急工事の留意事項③(応急押え盛土工)

- ◆ 地すべり末端部に平地がある場合や末端部が隆起する場合は、ここに土砂を仮置きして押え盛土を行うことが多い。
- ◆ 押え盛土工によって下部斜面の地すべりを誘発させる恐れがある場合は応急盛土工を計画しない。
- ◆ 押え盛土工によって地下水位を上昇させる恐れがある場合は、透水性がよい盛土材料を使用したり、暗渠排水工等を設置する。

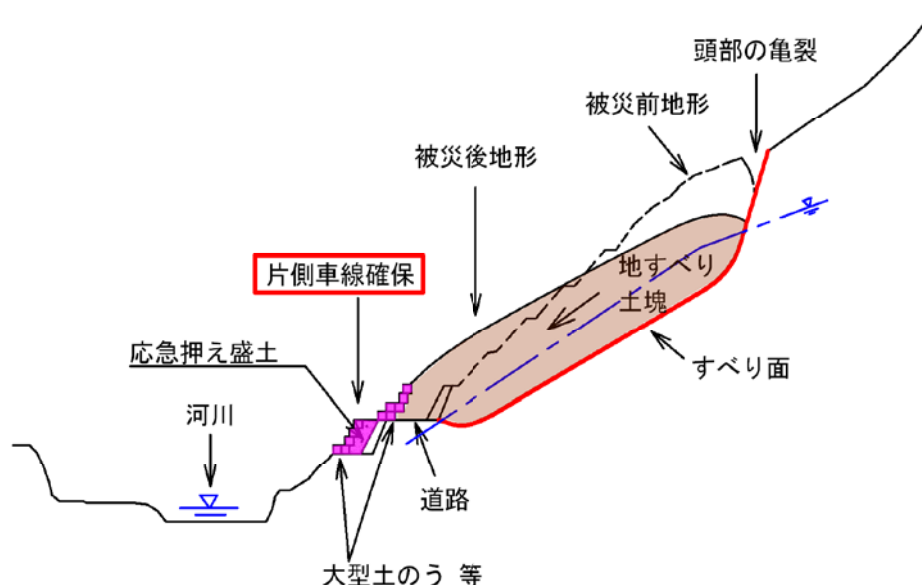


応急押え盛土工を計画しない一例

34

応急工事の留意事項④(応急押え盛土工による交通確保の一例)

- ◆ 道路が地すべりによる崩落土砂で被災し、交通の著しい妨げとなっている場合、道路上の崩落土砂除去については、地すべり運動を活発化させる場合があるので注意が必要。この場合は、押え盛土、頭部排土等、他の適切な工法とする。

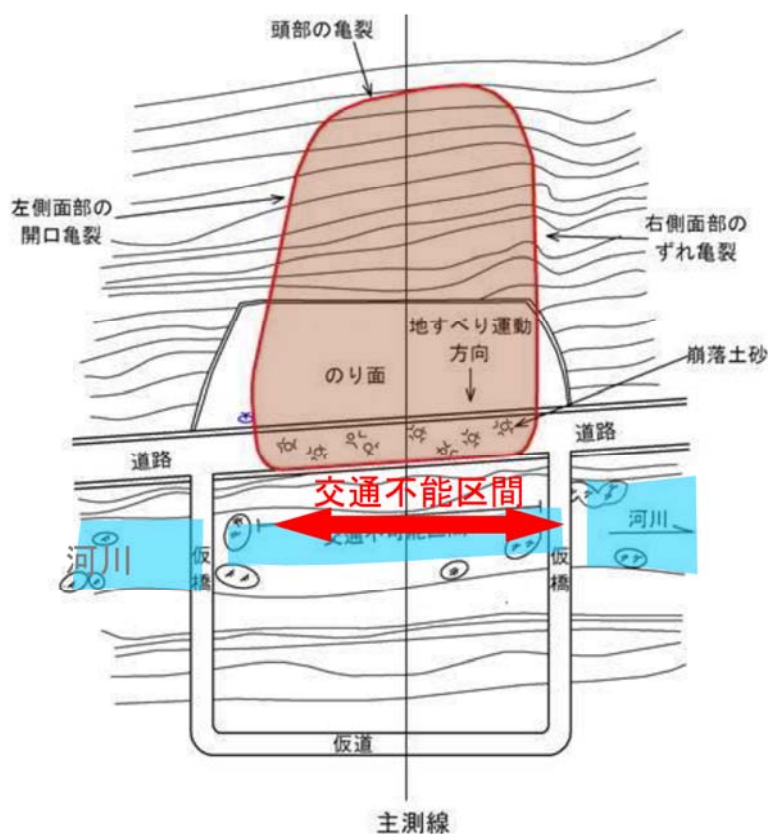


応急押え盛土工による交通確保の一例

35

応急工事の留意事項④(仮道による交通確保の一例)

- ◆ 道路が地すべりにより被災して交通の確保が不可能で、適当な回路がなく道路上の崩壊土塊が除去できない場合は、必要により仮橋・仮道等の設置を行って交通(原則として1車線)を確保することが多い。

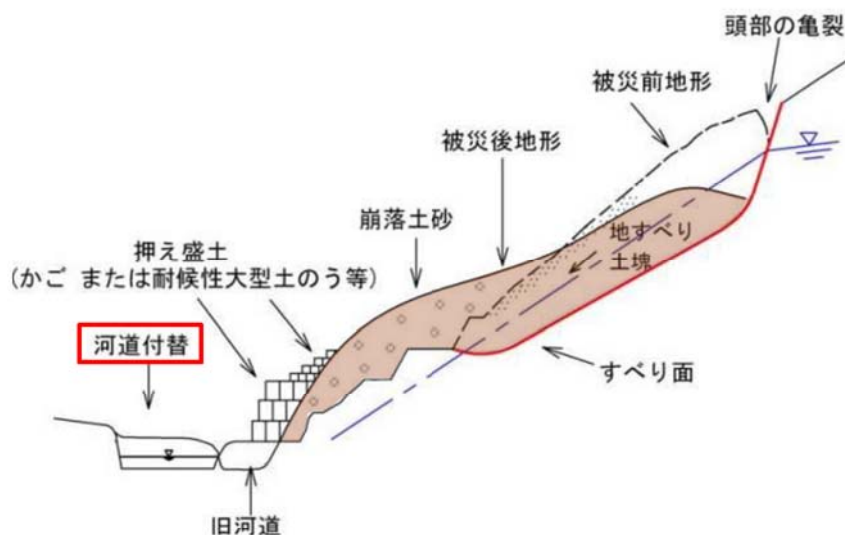


仮道による交通確保の一例

36

応急工事の留意事項④(河道の付け替えによる河積確保の一例)

- ◆ 河川が地すべりにより閉塞し、流水や次期出水等により被災施設や隣接する施設、または被災箇所の背後地に甚大な被害を与える恐れがある場合は、河川水の流下の妨げになっている河川閉塞土砂の除去が必要になる。
- ◆ 河川閉塞土砂の除去については、地すべり運動を活発化させる場合があるので注意が必要。除去できない場合は、必要により河道の付け替え等により河積を確保する。



河道の付け替えによる河積確保の一例

37

地すべりの解析

38

すべり面の判定

すべり面の判定は、地すべり対策を計画するにあたって最も重要な項目。
この判定を誤って浅く推定すると再度被災する恐れがあり、深く推定すると過大な工事となるので、すべり面の判定は十分慎重に行わなければならない。
すべり面の判定については、地すべりに関し豊富な経験を有する技術者の意見を得た上で最終的に判断することが重要。

現地踏査による平面形からすべり層厚の推定
→ 地すべり幅の1/5～1/10

調査ボーリングコアの観察
→ コア写真

計器観測（パイプ歪計、孔内傾斜計）
→ グラフ化

すべり面の判定

地すべり面の判定フロー

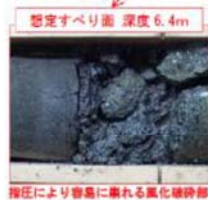
検討資料作成時の主な留意事項

- ① 検討測線の断面図に調査ボーリングにより得られた地質状況を記入し、コア写真を添付。
- ② 大きく崩壊した場合などは、被災前地形線を点線で記入。
- ③ 地質状況、各種計器観測結果に基づき判定したすべり面を記入。
- ④ 調査ボーリング孔内の地下水位（特にH.W.L）を記入。
- ⑤ 公共土木施設を記入。
- ⑥ 計器観測の結果を、降雨との関係がわかるようにグラフ化。

39

地すべりの調査結果【資料作成例】

各孔で作成



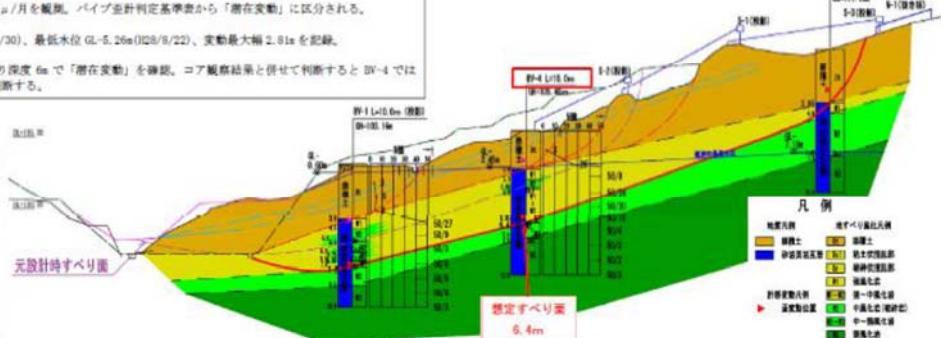
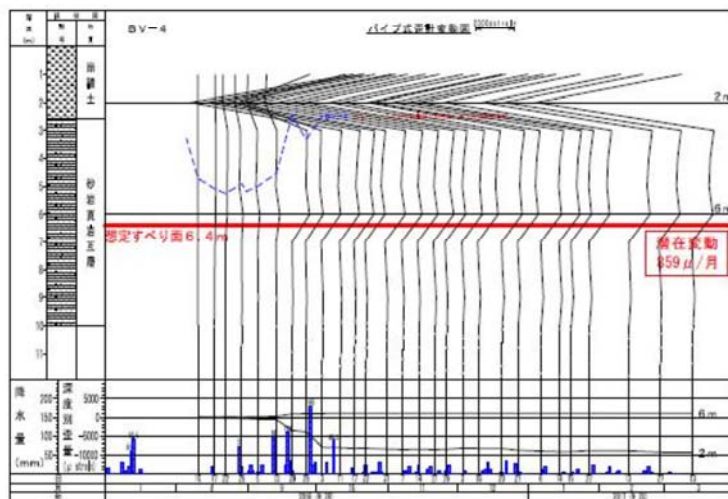
【地質状況】
深度0.00～2.6mまでは崩壊土及び崩壊地塊物よりなる崩壊り粘土として採取され、軟弱なコアとなる。
深度2.6～10.0mは砂岩質粘土層のコアを採取。深度6.4mには岩盤中に硬砂層を認め、

【変動状況】
深度6mで10/8/9月に859μ/mを観測。パイプ歪計判定基準表から「潜在変動」に区分される。

【地下水位】
最高水位GL-2.45m(10/28/9/30)、最低水位GL-5.26m(10/28/2/2)、変動最大幅2.81mを記録。

【想定すべり面】
パイプ歪計の観測結果より深度6mで「潜在変動」を確認。コア観察結果と併せて判断するとBV-4では想定すべり面深度6.4mと判断する。

記号	地質状況	変動状況	パイプ歪計判定	判定結果
A	崩壊土	崩壊	崩壊	崩壊
B	崩壊土	崩壊	崩壊	崩壊
C	崩壊土	崩壊	崩壊	崩壊
D	崩壊土	崩壊	崩壊	崩壊



40

現状安全率(F_s)の設定

降雨等と地すべり運動状況の関係から、災害発生後の現状安全率(F_s)を設定

- ①継続的に運動している場合 $F_s=0.95$
- ②降雨等に伴い断続的に運動している場合 $F_s=0.98$
- ③運動が沈静化している場合 $F_s=1.00$

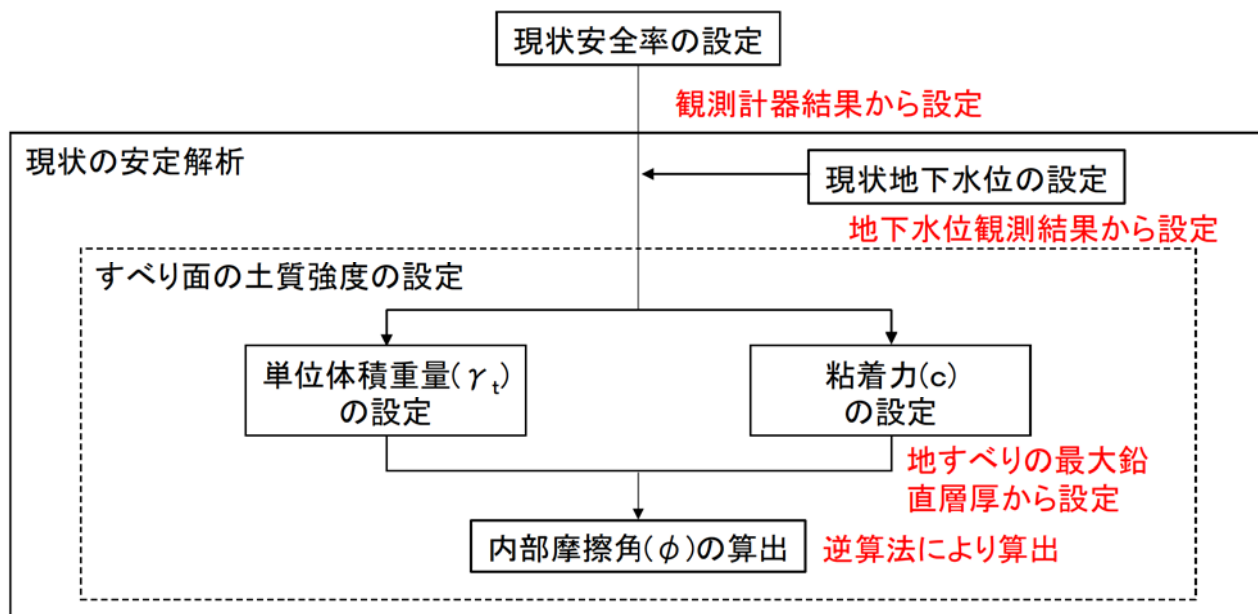
R5災害手帳P494

41

安定解析

安定解析は、原則として主側線に沿って行う。計算式としては、一般にはスウェーデン分割法が用いられる。

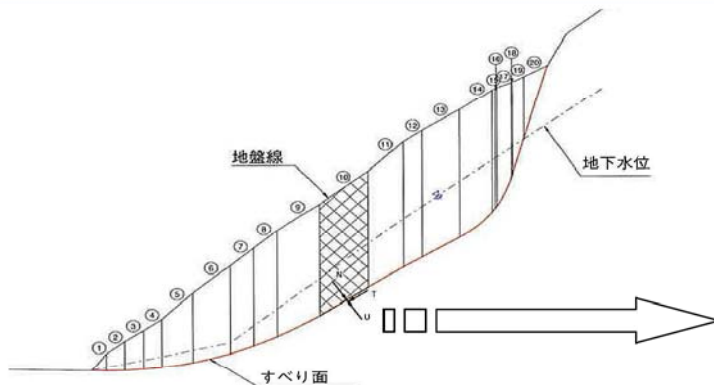
安定解析に当たっては、地すべりの運動状況を安定計算に反映させることが重要であり、中でも地下水位の設定は注意を要する。



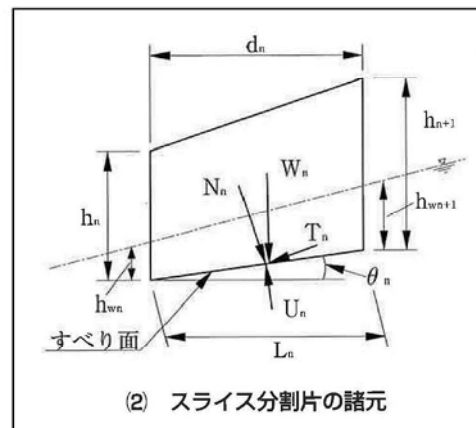
安定解析手順の一例

42

スウェーデン分割法



(1) スライス分割図の一例



(2) スライス分割片の諸元

$$F_s = \frac{\tan \phi (N - U) + c \sum L}{\sum T}$$

〈スライス分割片の諸元詳細〉

N: 分割片の重力による法線力(kN/m²)
 T: 分割片の重力による切線力(kN/m²)
 L: 分割片のすべり面長(m)
 c: すべり面の粘着力(kN/m²)
 θ : すべり面角度(°)
 W: 分割片の重量(kN/m²)
 γ_t : 土塊の単位体積重量(kN/m³)
 γ_w : 水の単位体積重量(kN/m³)
 u: 単位間隙水圧($u = h_w \times \gamma_w$, kN/m²)
 ϕ : すべり面の内部摩擦角(°)
 h_{wn} : 地下水からすべり面までの深さ(m)

〈スライス分割片の諸元算出式〉

面積 $A_n = (h_n + h_{n+1}) / 2 \times d_n$
 単位幅当たりの重量 $W_n = \gamma_t A_n$
 すべり面の法線力 $N_n = W_n \cos \theta_n$
 $= \gamma_t A_n \sin \theta_n$
 すべり面の切線力 $T_n = W_n \sin \theta_n$
 $= \gamma_t A_n \cos \theta_n$
 間隙水圧 $U_n = (h_{wn} + h_{wn+1}) / 2 \times \gamma_w L_n$
 地すべり抵抗力 $S_n = c L_n + (W_n \cos \theta_n - U_n L_n) \tan \phi$

43

現状安全率に用いる地下水位と粘着力(c)の設定

現状安全率に用いる地下水位は、下記を参考に総合的に検討して設定

- ① 地下水位観測資料(降雨量と水位変動の関係を整理する)
- ② ボーリング掘削中の水位(掘削中は作業前、作業後に必ず地下水位を観測する)
- ③ 地質状況、コアの色調 等
- ④ 湧水等の地下水に関する資料等

粘着力(c)は地すべりの最大鉛直層厚との関係から設定。

地すべりの最大鉛直層厚(m)	粘着力C(kN/m ²)
5	5
10	10
15	15
20	20
25以上	25

例) 地すべりの最大鉛直層厚 23m → 粘着力 c=23 kN/m²

内部摩擦角(Φ)の設定

内部摩擦角(Φ)は、地すべりの滑動状況より設定した現状安全率、並びに地すべり層厚から設定した粘着力(c)を代入して逆算によって求める

$$\tan \Phi = \frac{F_s \sum T - c \sum L}{\sum (N - U)}$$

N:分割片の重力による法線力(kN/m²)

T:分割片の重力による切線力(kN/m²)

L:分割片のすべり面長(m)

c:すべり面の粘着力(kN/m²)

θ:すべり面角度(°)

W:分割片の重量(kN/m²)

γ_t:土塊の単位体積重量(kN/m³)

γ_w:水の単位体積重量(kN/m³)

u:単位間隙水圧(u=h_w×γ_w、kN/m²)

Φ:すべり面の内部摩擦角(°)

45

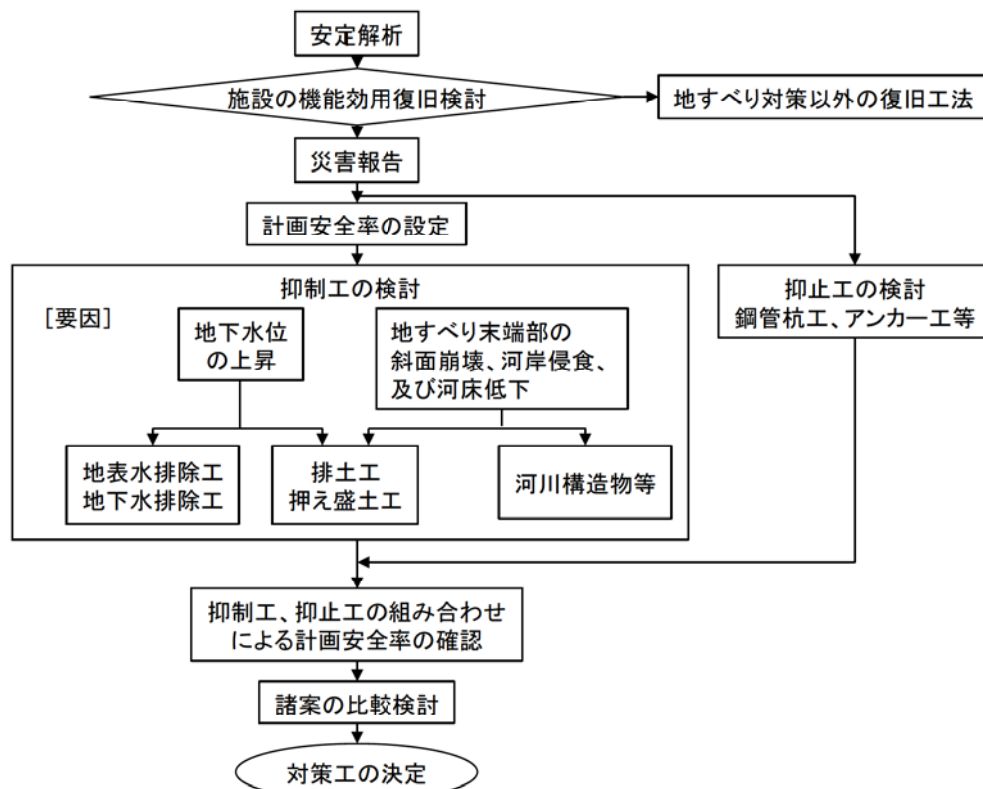
地すべり対策工

46

地すべり対策工の検討

地すべり対策工は、施設の機能効用を復旧する観点から、地すべり特性や現場条件等に応じて検討し、最適な計画とする。

【検討フロー】



47

計画安全率(P.Fs)の設定

計画安全率(P.Fs)は、地すべり対策工の規模を決定する上で重要な項目。
計画安全率の設定は、復旧施設の重要性によって異なり、災害復旧事業では一般にP.Fs=1.10~1.20とし、重要な道路、河川あるいは人家などに重大な影響を与える箇所については原則としてP.Fs=1.20とする。

なお、応急工事における計画安全率は、現地の状況に応じてP.Fs=1.00~1.05が用いられている。

[R5災害手帳P494](#)

現状安全率(Fs)

継続的に運動している場合	0.95
降雨等に伴い断続的に運動している場合	0.98
運動が沈静化している場合	1.00

計画安全率(P.Fs)

重要な道路、河川、人家等に重大な影響を与える箇所		1.20
上記以外	主要地方道、一般県道	1.15
	市町村道	1.12
応急工事		1.05

48

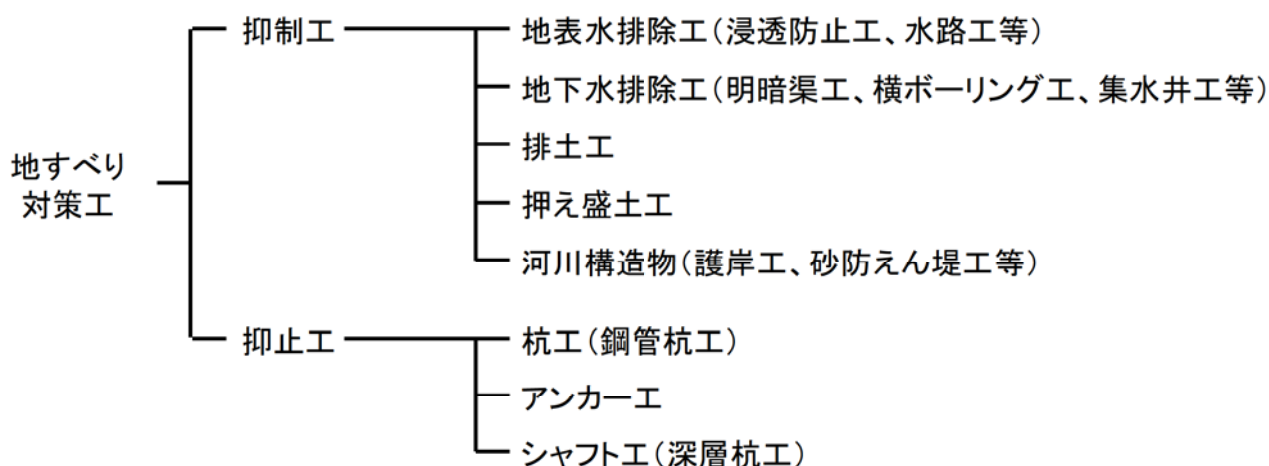
地すべり対策工の分類

地すべり対策工は、抑制工と抑止工のそれぞれの特長を生かし、一般に両者を組み合わせた工法とする。

各種工法の検討に当たっては、復旧施設の重要度に応じて、経済性、施工性等を総合的に比較検討する。

R5災害手帳P496

- ① 抑制工は地すべりの地形、地下水等の自然条件を変化させることによって、地すべり運動を停止または緩和させるもの。
- ② 抑止工は構造物が有する「せん断強度」等の抑止力を利用して、地すべり運動の一部または全部を停止させるもの。



49

地すべり対策工

地すべり対策工（切・盛・抜・刺）

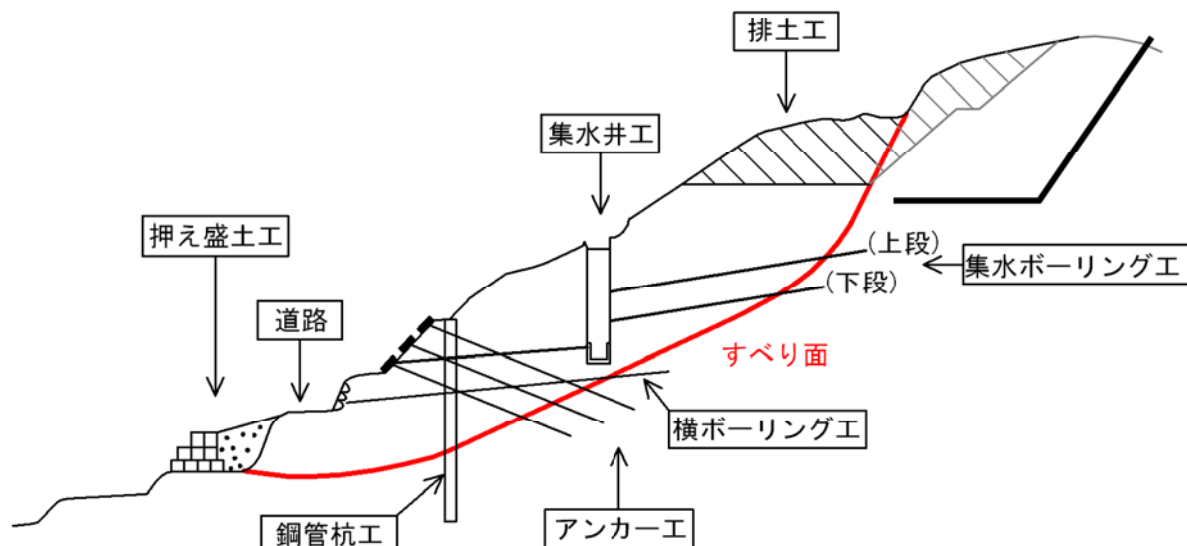
切：排土工

盛：押え盛土工

抜：横ボーリング工、集水井工 等

刺：鋼管杭工、アンカー工

下図は、個々の工種のイメージを便宜的に1枚の絵に表示したものであり、工種の組み合わせの例を示すものではない。



50

地すべり対策工

51

抑制工の計画(地表水排除工)

地すべり対策工の計画にあたっては、原則として抑制工を検討する。

地下水排除工は、経済的に比較的容易に地すべり運動を抑制する効果が期待でき、また、降雨時の一時的な地下水位上昇を抑制することから、通常地下水位が低い場合も含めて原則的に対策工の中に計画する。

頭部排土工や押え盛土工は、地すべりの長期的安定を図ることができるので、積極的に導入する。

- 地表水排除工
 - ・ 沢地形や凹形地形で流水が集まりやすい箇所に地下浸透対策として計画。
 - ・ 安定解析上の効果を定量的に評価しにくいが高有効性が高い。
- ◆ 浸透防止工
 - ・ 亀裂への地表水の浸透を防ぐ
 - ・ 応急的には、ビニールシート等を使用
- ◆ 水路工
 - ・ 沢や湧水等が地すべりを助長している場合に計画
 - ・ 活動中の地すべり地内の水路工は、ある程度の変形に対しても機能を維持できる、フレキシブルなコルゲート水路等を使用

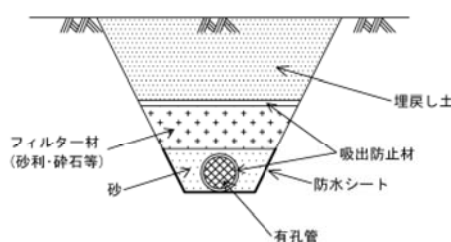
抑制工の計画(地下水排除工) 暗渠工及び明暗渠工

● 暗渠工及び明暗渠工

- ・ 地すべり地域外から供給される浅層地下水の排除や、地表水を排除する必要がある場合は、暗渠工及び明暗渠工を設置する。

暗渠工

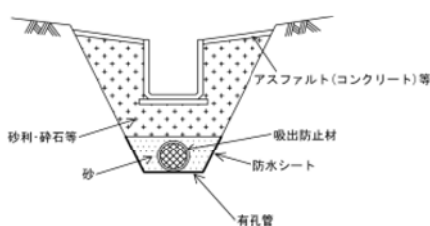
浅層地下水の排除や地表水を排除する必要がある場合に、深さ2m程度で計画。



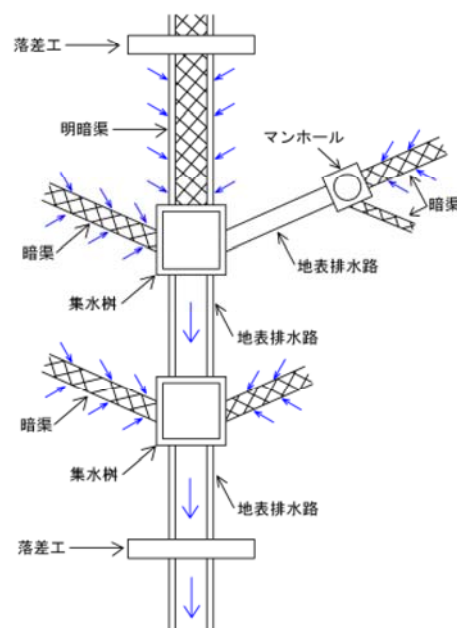
暗渠工の施工例

明暗渠工

集水した地下水が再び浸透しないように、20m程度の間隔で集水枡を設け、地表の水路に排水。



明暗渠工の施工例



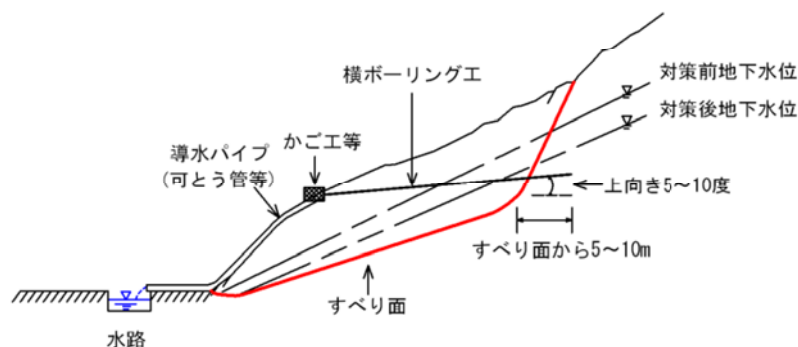
暗渠工及び明暗渠工の配置例

[R5災害手帳P497](#)

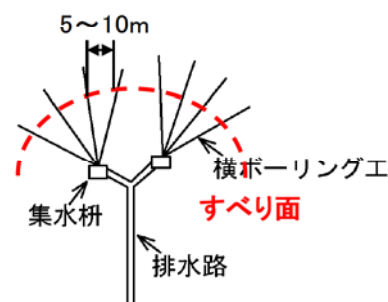
53

抑制工の計画(地下水排除工) 横ボーリング工

- ・ 地下水を効果的に排除できるよう地すべり頭部付近に計画。
- ・ 災害復旧工事では、1本の長さは50m程度以下を標準。削孔勾配は上向き5～10度とする例が多い。
- ・ 平面配置は、一般に扇状とし、横ボーリングがすべり面を切る位置で各ボーリングの間隔を5～10m程度
- ・ 設置長さは、すべり面を5m貫くまでとすることが多く、背後斜面が緩んで地表水等が流入しやすい場合は10mとする場合がある。



横ボーリング工の横断図



横ボーリング工の配置図

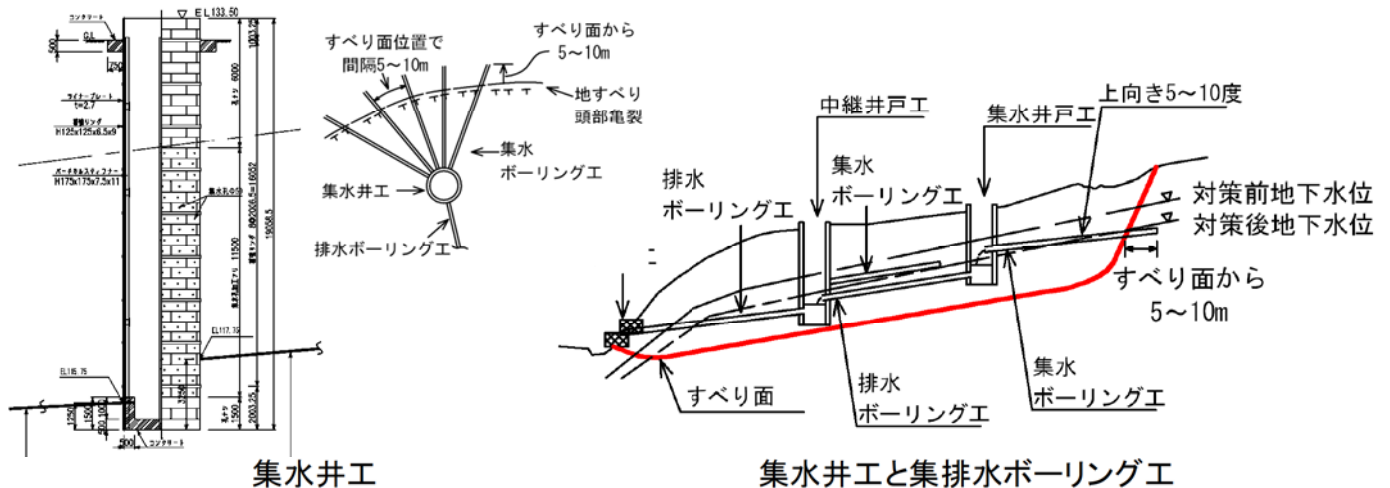
- ・ 地下水位の計画低下量は、近傍の実績値に加え、地質特性等の総合的判断により推定するが、推定が困難な場合には、すべり層厚20m程度の場合は標準として3m低下することもできる、ただし、横ボーリング工による安全率の上昇は5%以内とするように計画することが望ましい。

[R5災害手帳P498～499](#)

54

抑制工の計画(地下水排除工) 集水井工

- ・ 地すべりの規模が大きい場合、横ボーリング工より経済的な場合等に計画。
- ・ 集水井の深さは、原則としてすべり面を切らない。
- ・ 地下水の分布が多層構造の場合には、深さ方向に2段程度配置する。
- ・ 排水ボーリング長は最大100m以内。これより長くせざるを得ない場合は、中継井戸を設けて排水ボーリングによって連結する。



- ・ 地下水位の計画低下量は、地質特性等により推定が困難な場合には、すべり層厚20m程度の場合は標準として5m低下することもできる、ただし、集水井による安全率の上昇は5%以内とするように計画することが望ましい。

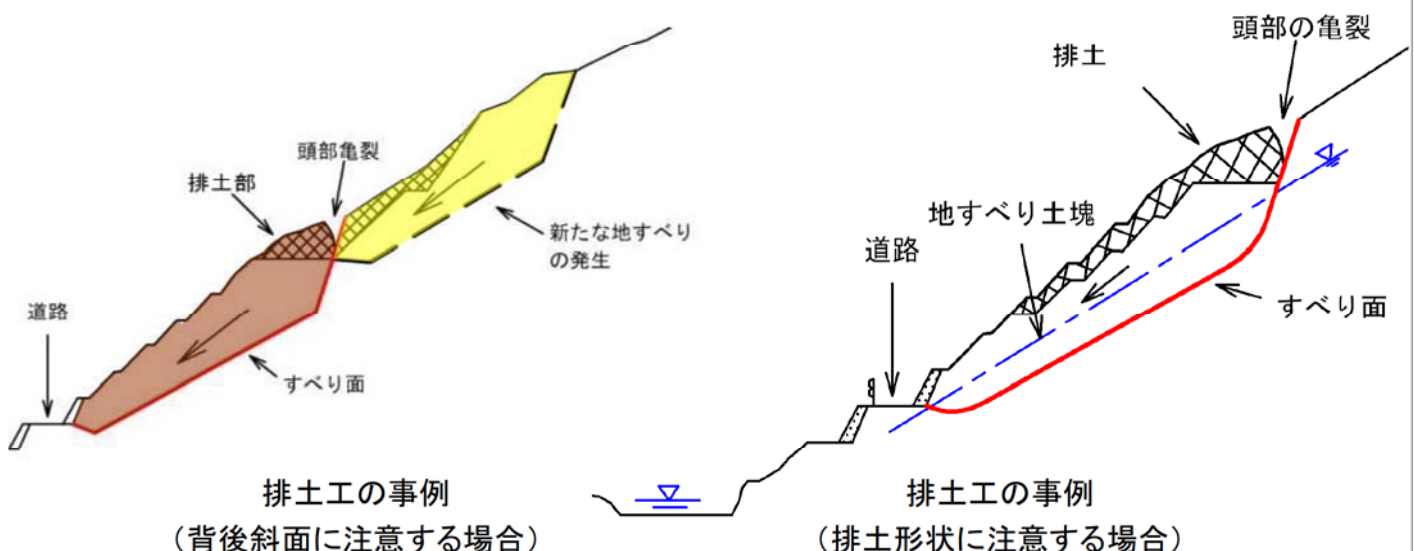
[R5災害手帳P499~502](#)

55

抑制工の計画 排土工

- ・ 地すべり頭部の土塊を排土することによって、滑動力を抑制する工法。
- ・ 地すべり頭部域を中心に滑落崖背後まで切土を計画する。
- ・ 上部の斜面が、排土の影響で新たな地すべりを誘発する恐れがあるので、十分検討したうえで排土工を計画する。
- ・ 現地形に沿って薄く広い範囲で排土すると、安全率の上昇が見込めない場合などがあるので注意する。

[R5災害手帳P502,503](#)

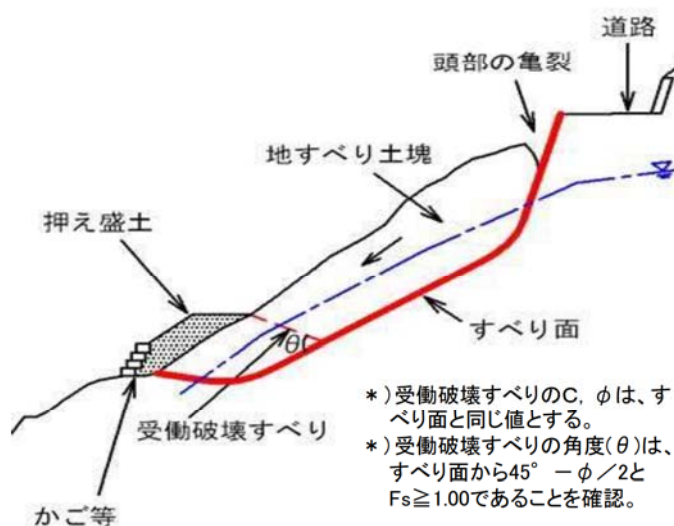


56

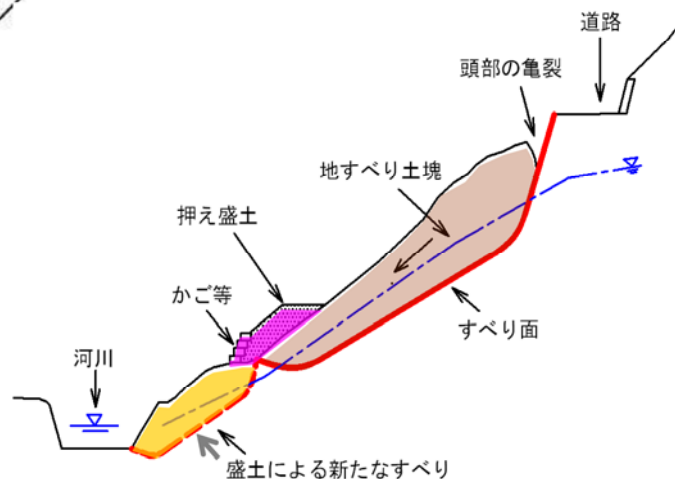
抑制工の計画 押え盛土工

- ・ 地すべりの末端部に盛土を行うことにより地すべり運動の抑制を行う工法。
- ・ 地すべり末端部の移動層厚が薄い場合など、必要に応じて押え盛土工により受働破壊すべりが発生しないことを確認する。
- ・ 押え盛土工により、下部斜面に新たなすべりが発生しないことを確認する。

R5災害手帳P503～505



押え盛土工の一例
(受働破壊地すべりに注意する場合)



押え盛土工の一例
(下部斜面の新たなすべりに注意する場合) 57

抑制工の計画 押え盛土工

- ・ 押え盛土の材料は、礫質等の透水性の高い材料を使う。
- ・ 押え盛土工の法尻施設として擁壁工を設置する場合は、間隙水圧が上昇しないように透水性が高く(背面に吸出し防止材設置)、かつフレキシブルな構造を有する材料(かご工等)にて計画する。

R5災害手帳P503,504



押え盛土工のり尻施設の一例

その他の抑制工

- ・ 地すべり末端部が侵食を受ける恐れのある場合は、砂防えん堤、護岸、床固め、水制、根固工等を施工し、溪岸崩壊、溪岸侵食を防止する。なお、河川構造物設置により地すべり地内の地下水位を上昇させないように注意する。
- ・ 砂防えん堤で河床を高める場合は、その堆砂が押え盛土となるので地すべり対策としても有効。砂防えん堤の位置は、安定した基礎が得られる地すべりブロック外とする。
- ・ 海岸侵食が地すべりの誘因となっている場合には、護岸工等による海岸侵食防止を行う。

59

抑止工の計画 鋼管杭工

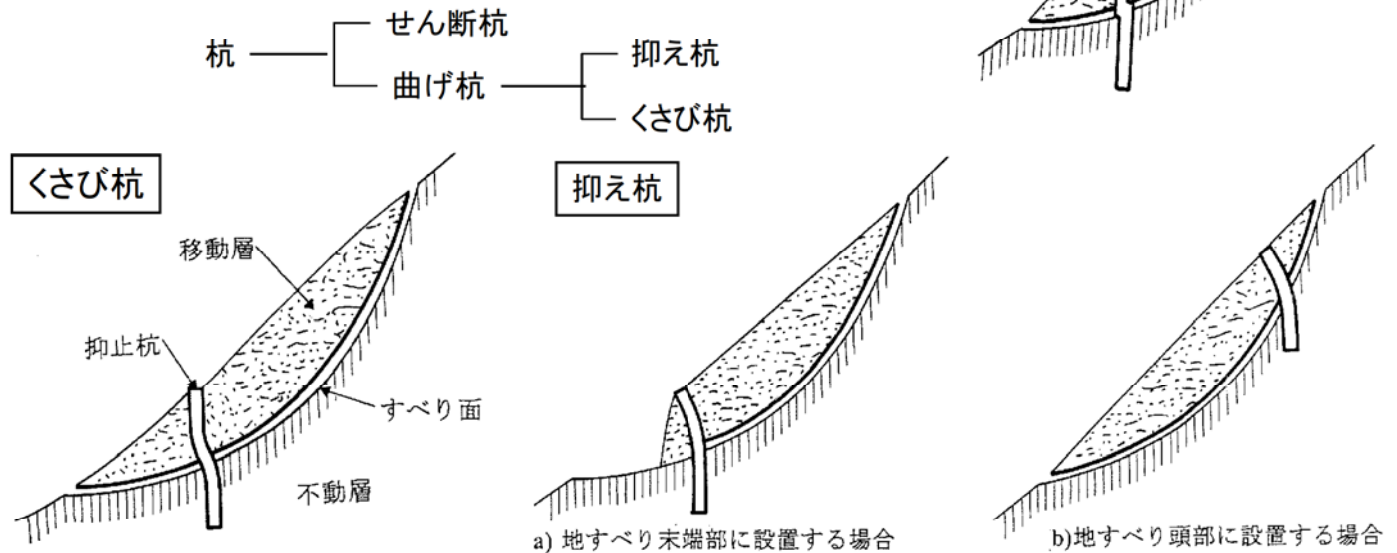
抑制工と比較して効果の発現が早いため、災害復旧工事に適した工法。抑止工は抑制工と組み合わせて計画するのが一般的。運動の激しい地すべりの場合は、抑制工により地すべり運動を沈静化させた後に抑止工を実施する。

● 鋼管杭工

- ・ 杭をプレボーリング工により不動土塊まで挿入し、充填グラウトによって地盤に密着して設置することによって、せん断抵抗力や曲げ抵抗力を付加し、地すべり運動に対して直接抵抗する工法。鋼管杭の効果は、すべり面より下部の基岩層が堅固で強度が大きければ高くなる。
- ・ 地すべりが大きく移動して土塊の強度が低下している等の場合は、鋼管杭の効果は現れにくい。
- ・ 鋼管杭工は、それに作用する外力形態により、せん断杭と曲げ杭に分類され、さらに、曲げ杭は、抑え杭とくさび杭に分類される。

抑止工の計画 鋼管杭工の種類

- せん断杭は、すべり面付近の土塊の撓乱が少なく、基岩層が新鮮かつ堅固な岩盤からなる岩盤地すべりなど、せん断力が支配的な地すべりに限られる。
- 曲げ杭は、一般に、杭背面土塊の反力によるくさび効果を期待でき、かつ経済的で有利な、くさび杭を採用する場合が多い。
- 地形的に杭の設置出来る位置が限定される等の理由で、くさび効果が期待されない場合には、抑え杭が採用される。



杭に作用する外力形態による杭の種類と概念図

61

抑止工の計画 鋼管杭工設計上の留意点

- 鋼管杭の設置位置は、地すべりブロックの圧縮部である中央部より下部のすべり面勾配が緩やかなところで、しかも地すべり土塊の厚さが十分厚いところを選定する。特にくさび杭は、杭設置位置より下部斜面が不安定で崩壊や小ブロックが運動する可能性のある場合は、杭の位置を再検討するか、崩壊や小ブロックの安定化対策を別に検討する
- 地すべり運動中の場合は、鋼管杭が逐次破壊する可能性があるほか、作業中の危険性も高いので、抑制工を先行して地すべり運動を沈静化させた後に実施するのが原則。
- 地すべり頭部付近で施工する場合、施工機械や鋼管杭等の自重により地すべりを助長する恐れがある。
- 鋼管杭を現場溶接にて継いで設置する場合、継ぎ手の位置はすべり面付近、及びすべり面上下の最大曲げモーメントが発生する深度を避ける。

その他、R5災害手帳P505～参照

抑止工の計画 アンカー工

抑制工と比較して効果の発現が早いため、災害復旧工事に適した工法。
抑止工は抑制工と組み合わせて計画するのが一般的。
運動の激しい地すべりの場合は、抑制工により地すべり運動を沈静化させた後に抑止工を実施する。

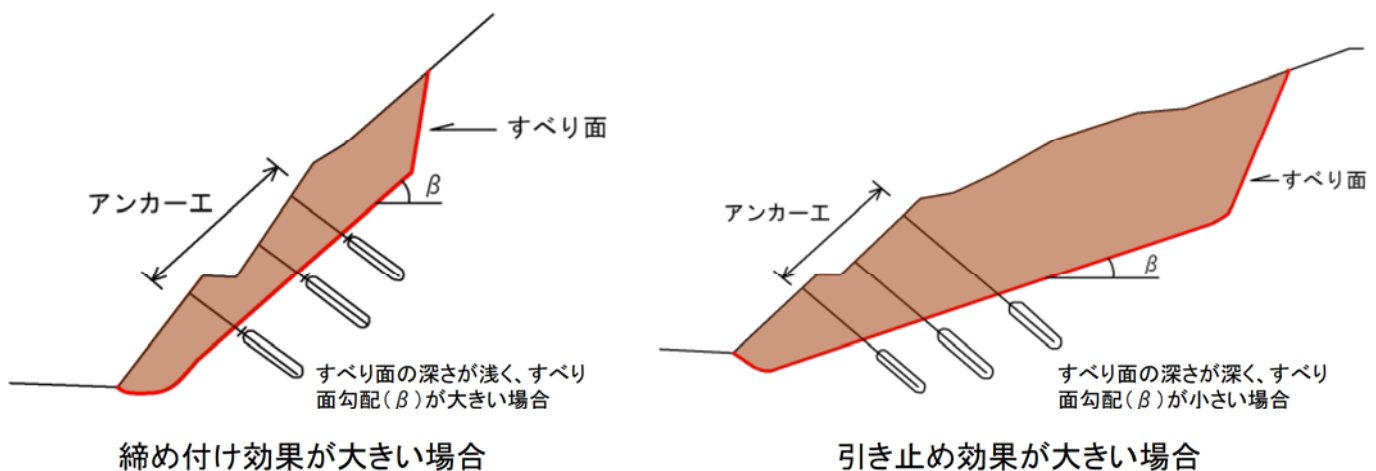
● アンカー工

- ・ アンカー頭部に作用した荷重を、引張部を介して定着地盤に伝達することにより、反力構造物と地山とを一体化させて安定させる工法。
- ・ プレストレスをかけることによって、地すべりによる変位量の少ない段階で抑止効果をあげられる点が鋼管杭にない特色。
- ・ 地すべりの形態が斜面崩壊に近く、すべり面の勾配が急な箇所では、他の工法に比べて有効。
- ・ アンカー工の抑止機能には、大きく分けて「引き止め」と「締め付け」の二つの効果がある。

R5災害手帳P511～ 63

抑止工の計画 アンカー工の抑止機能

- ・ 「引き止め効果」とは、地すべりの活動力を直接減少させるものであり、鋼材の引っ張り強さを利用して地すべり土塊が滑動使用とするのを引き止めるもの。
- ・ 「締め付け効果」とは、プレストレスをかけることにより、すべり面に対する垂直応力を増大させ、すべり面の摩擦抵抗力を増大させるもの。



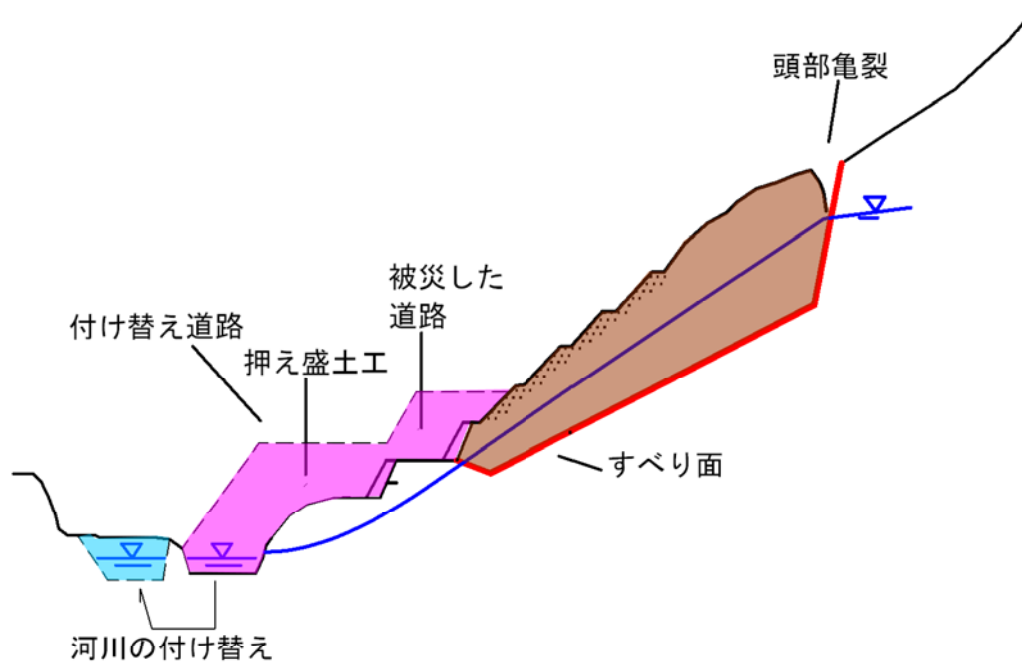
アンカー工の抑止機能の一例

- ・ 災害復旧事業の地すべり対策工としては、「引き止め効果」、「締め付け効果」の両効果を期待して設計することを原則とする。

R5災害手帳P512～ 64

その他の復旧工法

地すべり特性や現場条件等によっては、地すべり土塊の置換等による復旧や、道路、河川等の付け替え等によって機能復旧を行う場合もある。



河川及び道路の付け替えによる復旧の一例

65

地すべりにおける査定上の留意事項(1)

◆ 地すべり調査と対策計画

- すべり面・規模の推定
- すべり周辺の状況等を把握しているか（拡大の危険性）
- 初期安全率の想定は適切か
- 計画安全率は適切か

◆ 地下水排除工

- ・地下水排除工の配置(頭部排水を心掛ける)
- ・地下水排除工の効果は適切に評価されているか(安全率5%以内の上昇)
- ・集水井のセグメントの選定は適切か

◆ 頭部排土・抑え盛土工

- ・ 排土・盛土による周辺の影響は検討されているか（排土・盛土による新たな地すべりを誘発の危険性）
- ・ 必要に応じて排水路が計画されているか

66

地すべりにおける査定上の留意事項(1)

◆ 抑止工

- くさび領域が確保されているか(くさび杭)
- 鋼管杭の組み合わせ(間隔、杭径等)が経済的か
- アンカー工の組み合わせ(配置、間隔、角度等)が経済的か
- アンカーの受圧板の選定は適切か
- 抑止工の設置位置は適切か(効果的な位置か)

◆ 組み合わせによる経済比較

- 対策工法の比較検討がなされているか
- 全体的な比較検討
- 排土工、盛土工と抑止工(杭、アンカー)の
- 組み合わせによる経済比較がなされているか

◆ その他

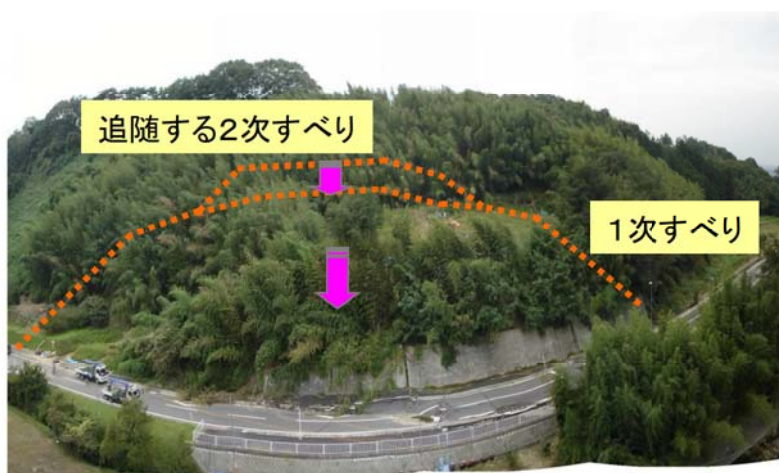
- 応急工事を含め、施工手順はOKか(手戻りはないか)
- 安全施工が可能か
- 申請者が管理するのか(用地を含め)

67

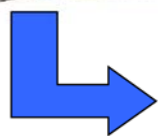
地すべり災害復旧事例

68

地すべりによる道路災害例



地すべり末端部
道路隆起状況
(隆起高さ 約100cm)



〈 復 旧 後 〉

集水井工、横ボーリング工、
抑え杭、道路、擁壁 復旧



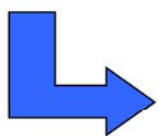
69

災害復旧例



〈 被 災 時 〉

地すべりによる道路閉塞



〈 復 旧 後 〉

アンカー工、法枠工等による復旧



70

災害復旧例



〈被災時〉

地すべりによる道路閉塞
及び河道埋塞

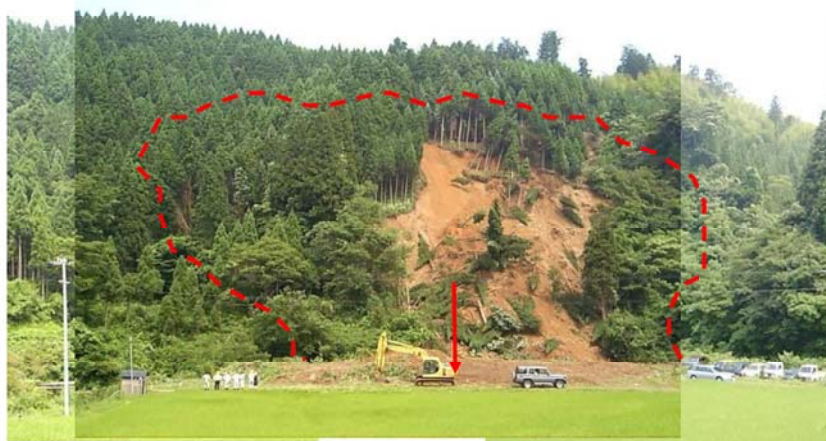
〈復旧後〉

押え盛土工、道路付け替え、
河川付け替え等による復旧

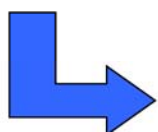


71

災害復旧例

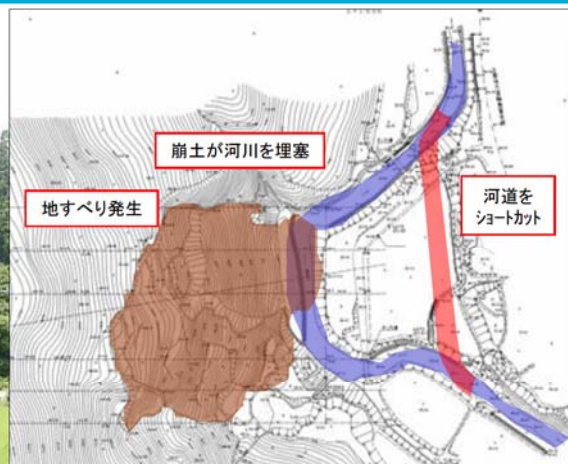


〈被災時〉
地すべりによる河
川埋塞



〈復旧後〉

河道のショートカッ
トによる復旧

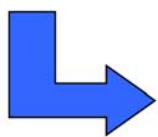


72

災害復旧例

〈 被 災 時 〉

降雨に伴う地すべりにより
被災した地すべり防止施設



〈 復 旧 後 〉

アンカー工、
植生基材吹き付け工等による復旧



73

排土後に地すべり増破による被災事例

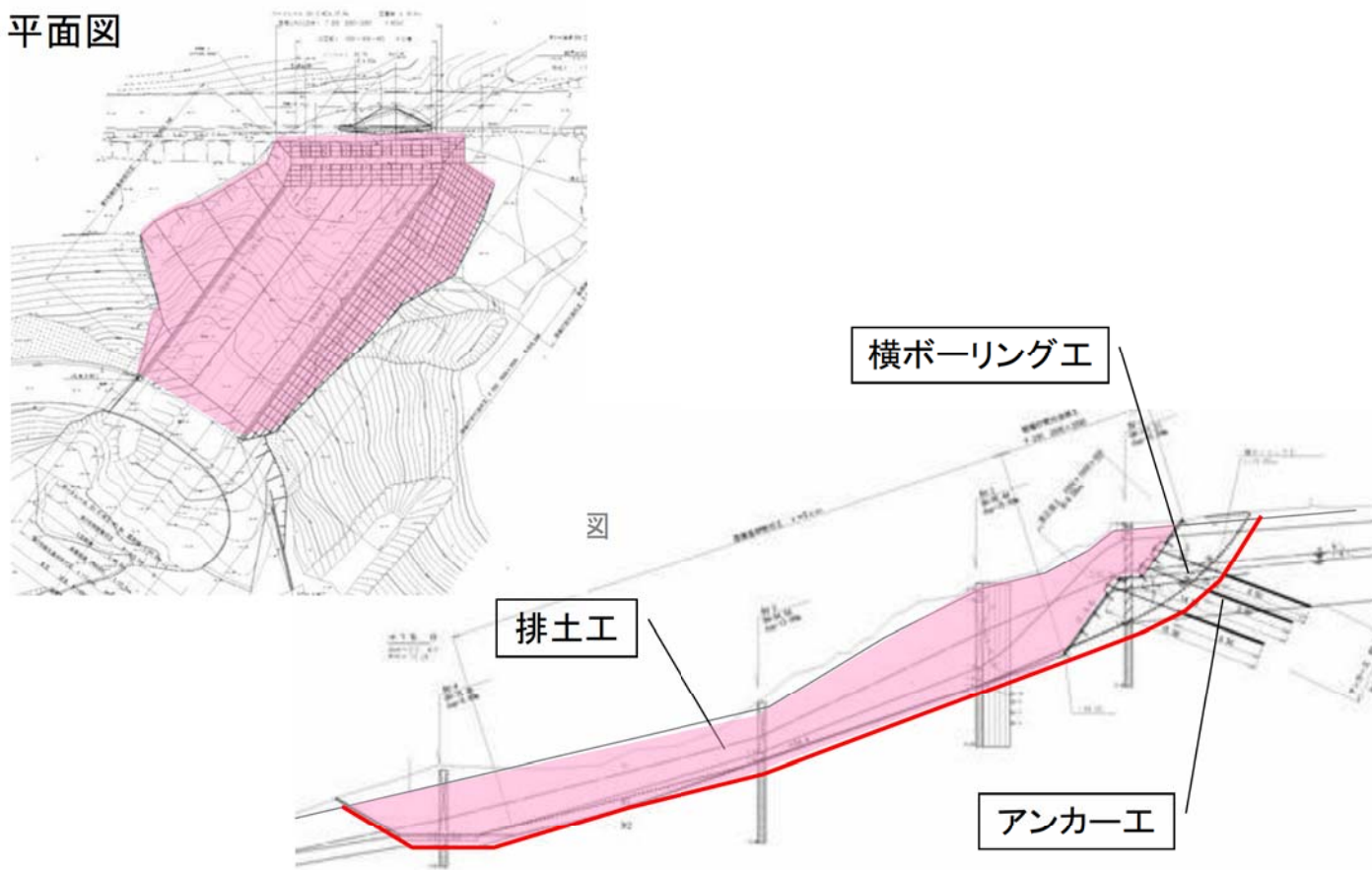


写真①
地すべりによる
被災状況

74

対策工法

平面図

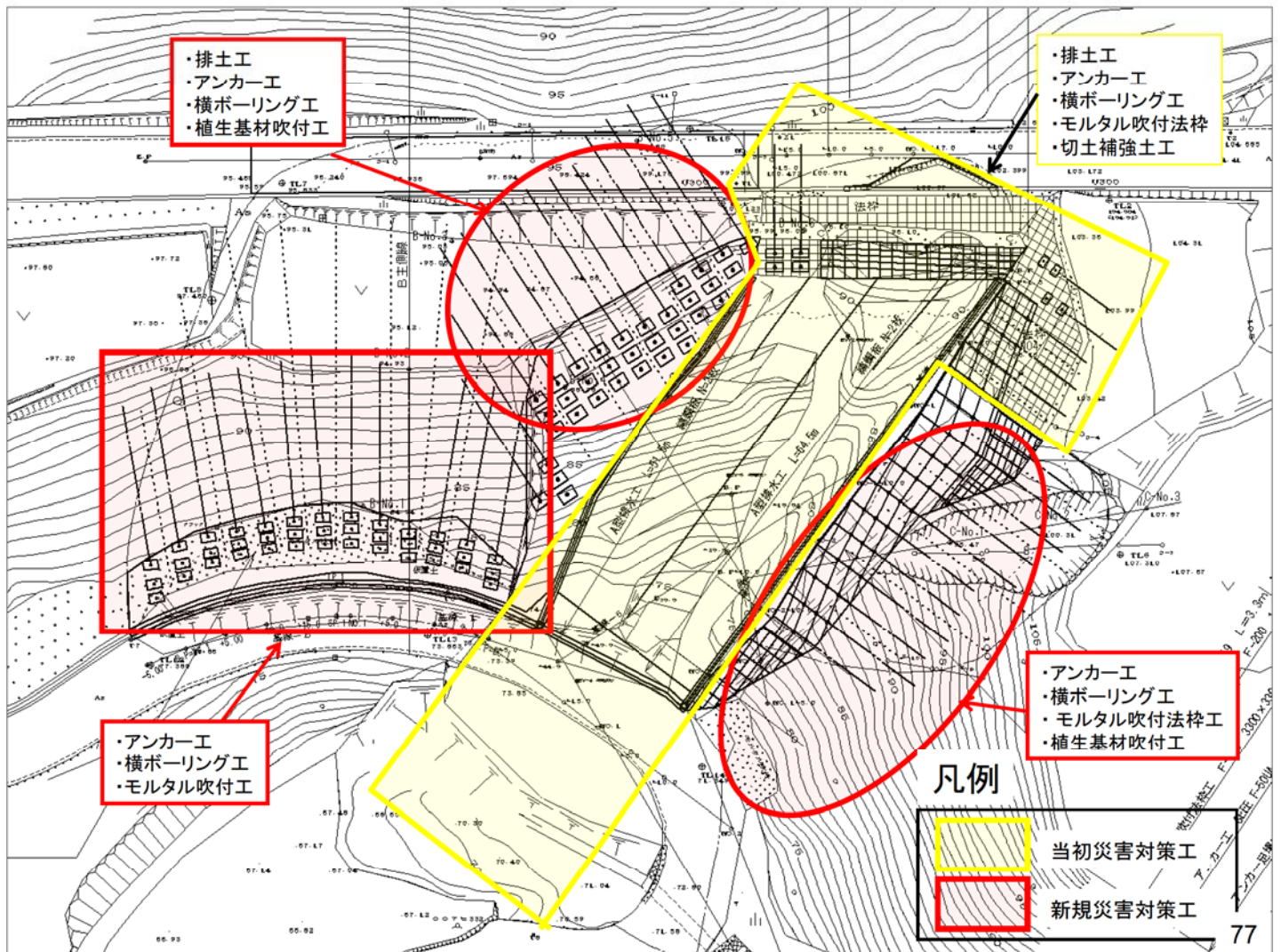


75

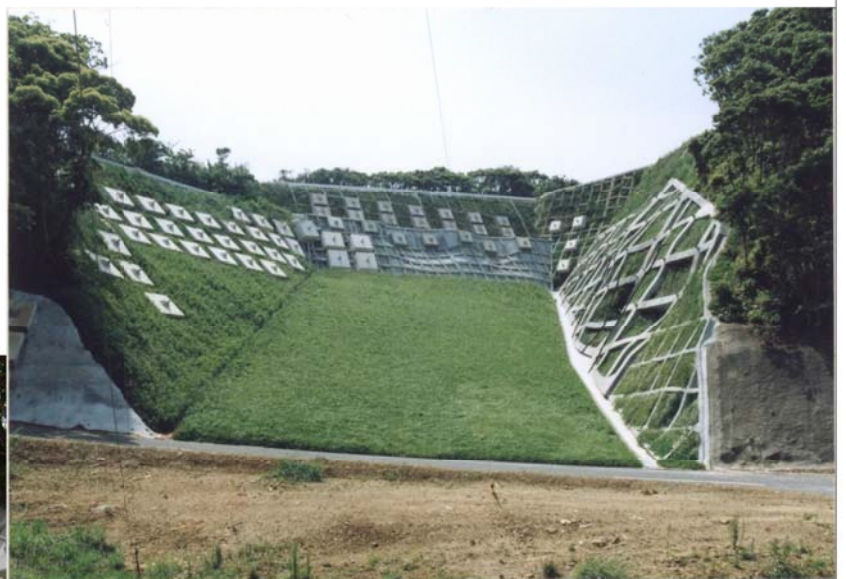
新たな地すべりによる被災



76



完成



◆地すべり防止施設災害

- 地すべり防止技術指針(国土交通省砂防部)
- 地すべり防止技術指針解説(土木研究所)
- 災害復旧事業における地すべり対策の手引き((社)全国防災協会)

一般県道 刈安安楽寺線 道路災害

－道路法面崩壊に対する監視体制の構築及び応急工事の早期実施－

1 概 要

位 置	富山県小矢部市安楽寺地内	位 置 図
河川名・路線名	一般県道 刈安安楽寺線	
被災年月日及び異常気象名	令和2年7月7日から令和3年5月20日の地すべり	
特 色	<ul style="list-style-type: none">令和2年7月上旬の梅雨前線豪雨の影響で、地すべりによる、法面等の変状が発生した。道路法面は県道及び国道に近接しており、法面崩壊による二次被害を未然に防止するために、早期に応急工事を実施した。	
問 合 せ 先	富山県土木部河川課防災係 電話 (076) 444-9098	

2 被災の状況

【気象概要】

富山県では令和2年7月上旬は梅雨前線や低気圧の影響で、曇りや雨の日が多く、最寄りの小矢部雨量局において24時間で90mmを観測した。

【被災状況】

道路パトロールで県道舗装面の隆起を確認したため、現地踏査を行ったところ擁壁の傾倒、法面上部の滑落崖等が確認された。そのため、地すべりによる道路法面の崩壊が懸念されたことから、早急に応急対策として大型土のうによる抑え盛土を実施した。

応急対策後、地すべりは安定していたが、12月頃に抑え盛土として設置した大型土のうの

上方への抜き上がりと思われる挙動を示したことから、大型土のうの積み増しを実施した。

●地すべりの規模

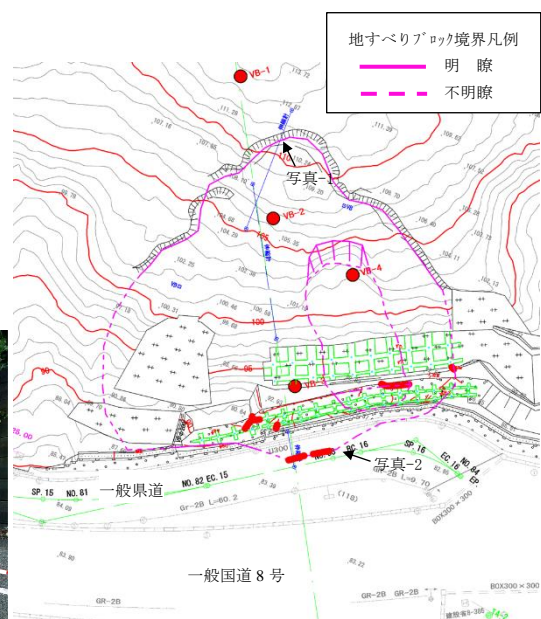
長さ約46m、幅約49m、厚さ約12m、
地すべり土塊量約13,500m³



写真－1 頭部滑落崖



写真－2 県道路面状況



図－1 地すべりブロック

3 被害拡大防止のための対策の実施

県道法面の被災であったが、被災箇所が国道8号沿いに位置していたため、法面崩壊による国道への二次被害防止及び周辺住民の安全を確保するため、大型土のう設置のほか、住民の生活動線の確保のため、仮設道路の整備を実施した。

●大型土のう設置

7月7日の午後4時頃、道路パトロールを行っていた巡視員から県道舗装面の隆起が発生しているとの報告が入った。その後、職員等で現地を調査した結果、舗装面の隆起のほか、擁壁の傾倒や道路側溝の転倒等から、地すべりによる道路法面の崩壊と推測されたため、2日後の7月9日に大型土のうによる押え盛土に着手した。12月28日には降雪に伴う滑動、令和3年6月5日には降雨に伴う滑動がみられたため、大型土のうを追加設置した。

●監視体制の構築

斜面に設置した伸縮計が2mm/h または10mm/dayを観測した際に、県職員等に対し警報メールを送信するシステムを構築し、早急に監視体制へ入れるようにした。また、現地には監視カメラを設置し、県事務所から法面の変状を監視できるようにした。



写真-3 大型土のう設置状況



写真-4 赤色灯設置状況



写真-5 仮設道路設置状況

●仮設道路の設置

大型土のう設置に伴い、県道の通行止めを開始したことから、周辺住民が県道と国道を出入りするための仮設道路を設置した。

令和2年	
7月7日(火)	道路パトロール中に県道舗装面の隆起を確認
7月8日(水)	地すべりによる変状を確認 ・県道舗装面の隆起 ・擁壁が前面に傾倒 ・擁壁法尻の道路側溝が転倒 ・法面上部に滑落崖
7月9日(木)	一般車両の通行止めを開始 大型土のうによる押え盛土等の応急対策に着手
7月10日(金)	既設調査孔を利用し、孔内水位計による観測を開始
7月11日(土)	大型土のう560袋、滑落崖にブルーシート設置
7月12日(日)	伸縮計、赤色灯および監視カメラを設置
7月15日(水)	大型土のう182袋追加設置
7月16日(木)	有識者による現地確認
7月18日(土)	地元説明会の実施
7月21日(火)	既設アンカーのリフトオフ試験開始
7月27日(月)	大型土のう120袋追加設置
7月28日(火)	避難基準値検測時のメール送信システムを構築
9月7日(月)	ボーリング調査開始(VB-2)
9月9日(水)	ボーリング調査開始(VB-3)
9月17日(木)	ボーリング調査開始(VB-4)
9月23日(水)	ボーリング調査開始(VB-1)
10月8日(木)	歪計、水位計による観測開始
10月27日(火)	有識者によるボーリングコア確認
12月22日(火)	仮設道路の供用開始
12月28日(月)	大型土のう216袋追加設置
令和3年	
6月5日(土)	大型土のう400袋追加設置

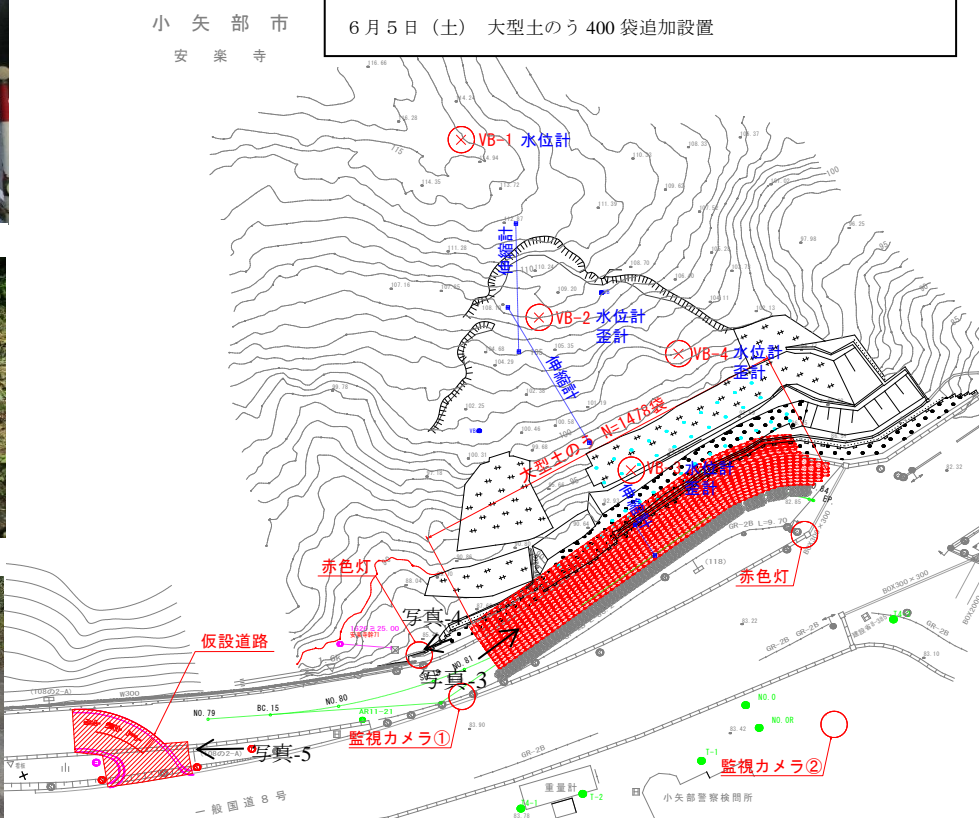


図-2 大型土のう・仮設道路等設置位置図

4 被災メカニズム

【素因】

当該道路法面周辺は、第三紀中新世の泥岩層や細粒砂岩層が分布しており、スレーキングしやすい地質である。

加えて調査観測の結果、地下水位が高く、ボーリングコアの岩盤中に、粘土の薄層がところどころに確認された。

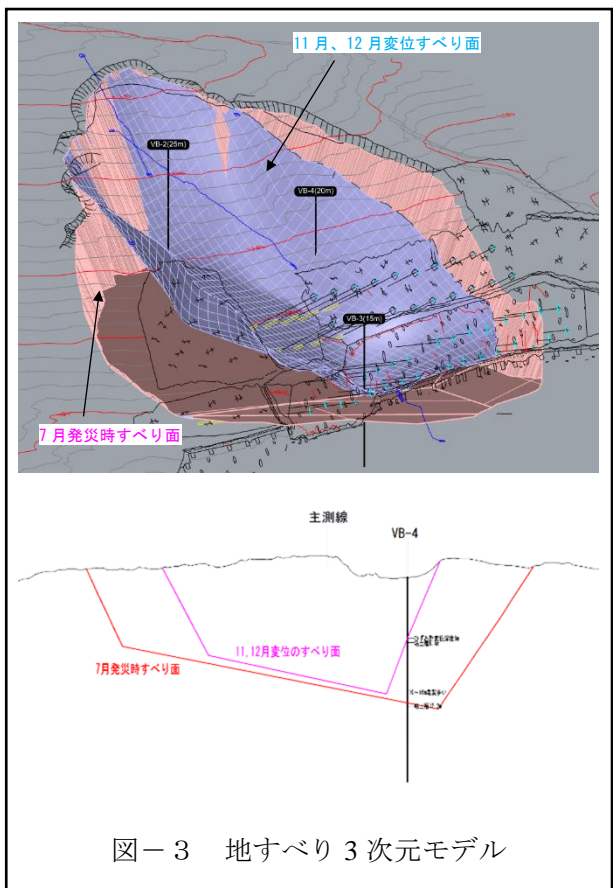
【誘因】

令和2年7月の豪雨にて法面に地下水が供給され地下水位が急激に上昇することで、すべり面に間隙水圧が作用し、地すべりが発生した。

【地すべり機構】

今回の地すべりは、泥岩中に形成された粘土の薄層をすべり面とした平面すべり（すべり面は直線形状）である。当該道路法面には、「法枠工+アンカー工」が施工されているが、既設アンカーの定着部より深部で、すべり面が形成された。

また、12月には地すべりブロックが細分化し、末端部の大型土のうの上方へ抜き上がるような挙動を示した。



図－3 地すべり3次元モデル

5 復旧工事の概要

表－1 地すべり対策工の比較検討表

工 法	筋工：アンカー工					筋工：アンカー付巻掛網工					筋工：鋼筋コンクリート工+アンカー工					
	工 種	種 別	単位	数量	単 価	工 種	種 別	単 位	数 量	単 価	工 種	種 別	単位	数量	単 価	
外 部 工 程	土工	切土	m ³	384	1,300	土工	切土	m ³	34	5,000	土工	切土	m ³	11,000	3,600,000	
	土工	埋戻(砂・土)	m ³	384	200	土工	埋戻(砂・土)	m ³	812	234,700	土工	埋戻(砂・土)	m ³	6,000	1,100	6,600,000
	土工	土留(砂・土)	m ³	384	1,700	土工	土留(砂・土)	m ³	2	180,000	土工	土留(砂・土)	m ³	19,000	100	1,800,000
	土工	土留(砂・土)	m ³	1,162	800	土工	土留(砂・土)	m ³	199	2,800	土工	土留(砂・土)	m ³	19,000	12,000	20,800,000
	土工	土留(砂・土)	m ³	112	84,000	土工	土留(砂・土)	m ³	335	21,000	土工	土留(砂・土)	m ³	1,404	100	1,700,000
	土工	土留(砂・土)	m ³	84	23,800	土工	土留(砂・土)	m ³	2	44,000	土工	土留(砂・土)	m ³	102	15,000	1,500,000
	土工	土留(砂・土)	m ³	1,162	1,700	土工	土留(砂・土)	m ³	375	3,600	土工	土留(砂・土)	m ³	135	104,000	14,140,000
	土工	土留(砂・土)	m ³	460	3,900	土工	土留(砂・土)	m ³	197	10,000	土工	土留(砂・土)	m ³	1,404	12,000	1,680,000
	土工	土留(砂・土)	m ³	84	14,000	土工	土留(砂・土)	m ³	294	5,200	土工	土留(砂・土)	m ³	1,000	3,000	4,950,000
	土工	土留(砂・土)	m ³	2,014	21,000	土工	土留(砂・土)	m ³	112	2,800	土工	土留(砂・土)	m ³	1,000	21,000	21,000,000
内 部 工 程	土工	切土	m ³	5	43,500	土工	切土	m ³	246	15,000	土工	切土	m ³	315	14,000	4,410,000
	土工	埋戻(砂・土)	m ³	3,782	3,600	土工	埋戻(砂・土)	m ³	1	135,000	土工	埋戻(砂・土)	m ³	57	2,800	164,000
	土工	土留(砂・土)	m ³	322	14,000	土工	土留(砂・土)	m ³	295	5,200	土工	土留(砂・土)	m ³	100	650	130,000
	土工	土留(砂・土)	m ³	1	135,000	土工	土留(砂・土)	m ³	1	135,000	土工	土留(砂・土)	m ³	1	135,000	135,000
	土工	土留(砂・土)	m ³	87	3,900	土工	土留(砂・土)	m ³	295	5,200	土工	土留(砂・土)	m ³	100	650	130,000
	土工	土留(砂・土)	m ³	345	7,600	土工	土留(砂・土)	m ³	295	5,200	土工	土留(砂・土)	m ³	100	650	130,000
	土工	土留(砂・土)	m ³	223	15,000	土工	土留(砂・土)	m ³	295	5,200	土工	土留(砂・土)	m ³	100	650	130,000
	土工	土留(砂・土)	m ³	200	650	土工	土留(砂・土)	m ³	295	5,200	土工	土留(砂・土)	m ³	100	650	130,000
	土工	土留(砂・土)	m ³	200	650	土工	土留(砂・土)	m ³	295	5,200	土工	土留(砂・土)	m ³	100	650	130,000
	土工	土留(砂・土)	m ³	200	650	土工	土留(砂・土)	m ³	295	5,200	土工	土留(砂・土)	m ³	100	650	130,000
計 算 工 事 費					¥123,556,800	計 算 工 事 費					¥231,228,560	計 算 工 事 費				¥126,374,640
総 計 費 (含 税 工 事 費 率 10%)					¥135,843,180	総 計 費 (含 税 工 事 費 率 10%)					¥254,551,216	総 計 費 (含 税 工 事 費 率 10%)				¥139,013,104
経 営 費					¥222,400,000	経 営 費					¥416,210,000	経 営 費				¥227,470,000
経済比率					1.000	経済比率					1.671	経済比率				1.029
施工性	① 法面下の作業で既設足場が必要となるが、施工時に問題はない。					② 鉄-アンカー工+アンカー付巻掛網工と工種が多いため工期が長くなる。	③ 法面下の作業で既設足場が必要となるが、施工時に問題はない。	△								
安定性	② 安定性を保つためのアンカー工を施工し、既設足場を撤去する必要がある。					③ 不安定な土壌に掘削し、掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。	④ 掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。	○								
景観	③ 安定性を保つための掘削工が必要となるが、掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。					④ 掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。	⑤ 掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。	△								
経済性	④ 掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。					⑤ 掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。	⑥ 掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。	△								
復旧速度	⑤ 掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。					⑥ 掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。	⑦ 掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。	△								
事後管理	⑥ 掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。					⑦ 掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。	⑧ 掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。	△								
総合評価	⑦ 掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。					⑧ 掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。	⑨ 掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。掘削した土を掘削した土で埋戻す必要がある。	△								

6 おわりに

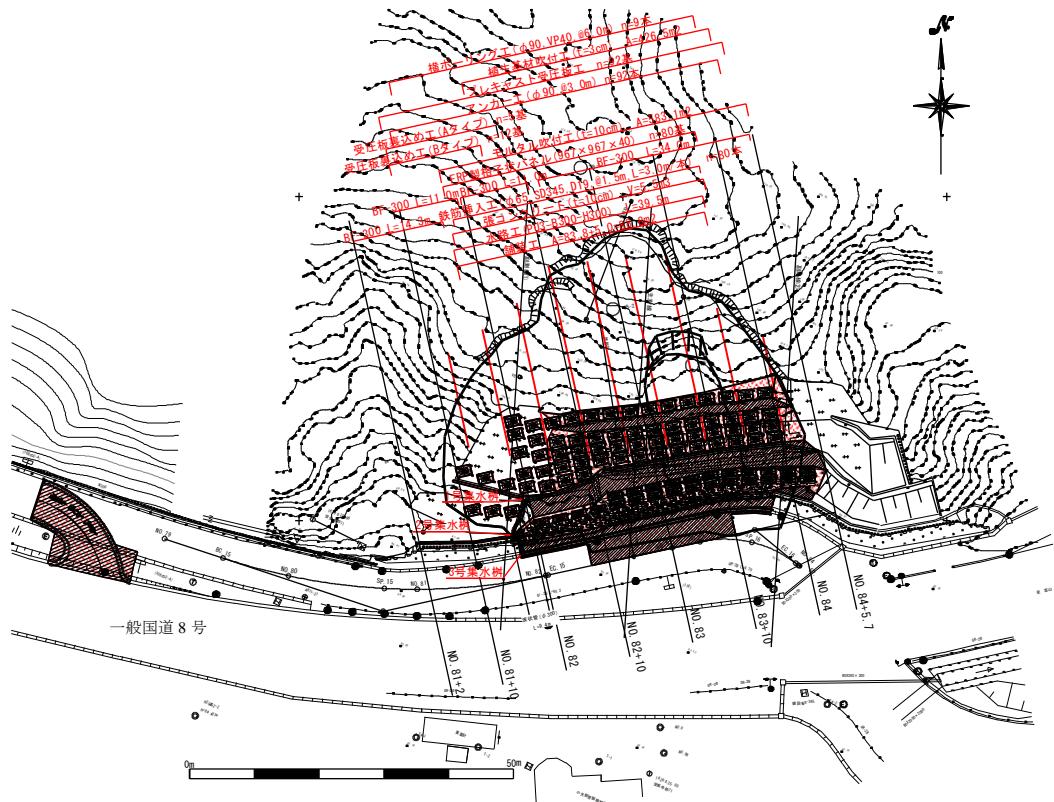
復旧工法として、第1案「アンカー工」、第2案「アンカー付き杭抑え工」、第3案「頭部排土工+アンカー工」について比較検討し、最も経済的で早期に復旧できる第1案「アンカー工」を採用した。

第3案「頭部排土工+アンカー工」は、今回の地すべりが層理面構造に沿った平面すべりであることから、頭部排土に伴う2次すべりの発生が懸念された。そのため、2次すべり対策として頭部へのアンカー工が必要となり、経済性に劣ることとなった。

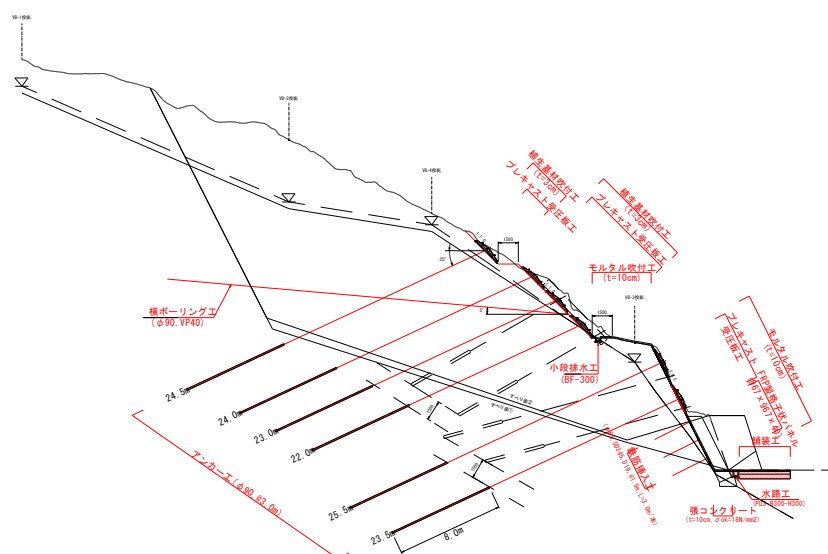
当該道路法面は、富山県と石川県を結ぶ主要な幹線道路である国道8号に近接しており、地すべりが発生した場合、国道まで崩壊土砂が到達し二次被害が発生する可能性があった。

道路パトロールで県道舗装面の隆起を発見してから、大型土のうによる応急工事までを迅速に対応したことで被害の拡大防止をはかることができた。

令和4年3月現在、災害復旧工事に着手したところであり、周辺住民の安全・安心を確保するため、早期復旧に努めていきたい。



図一3 復旧平面図




図一4 復旧横断面図

一般国道265号 道路災害

－復旧事業中に発生した地すべり災害とその復旧－

1 概要

位 置	宮崎県小林市須木中原	位 置 図 
河川名・路線名	一般国道 265 号	
被災年月日及び異常気象名	令和元年 6 月 5 日～令和 3 年 1 月 12 日 地すべり	
特 色	<ul style="list-style-type: none">平成 30 年 10 月の台風 25 号の豪雨により、道路が延長約 100m にわたり崩落し全面通行止めとなった。当初、表層崩壊と判断し法面工を主体とした工法で平成 30 年災として採択されたが、その後の降雨による地形の変状が生じ、地すべり性の変状が確認されたため、観測結果等を踏まえ地すべり災として令和 3 年に再申請を行い復旧することとなったもの。	
問 合 せ 先	宮崎県河川課災害担当 電話 (0985) 26-7185	

被災の状況

(1) 被災の概要

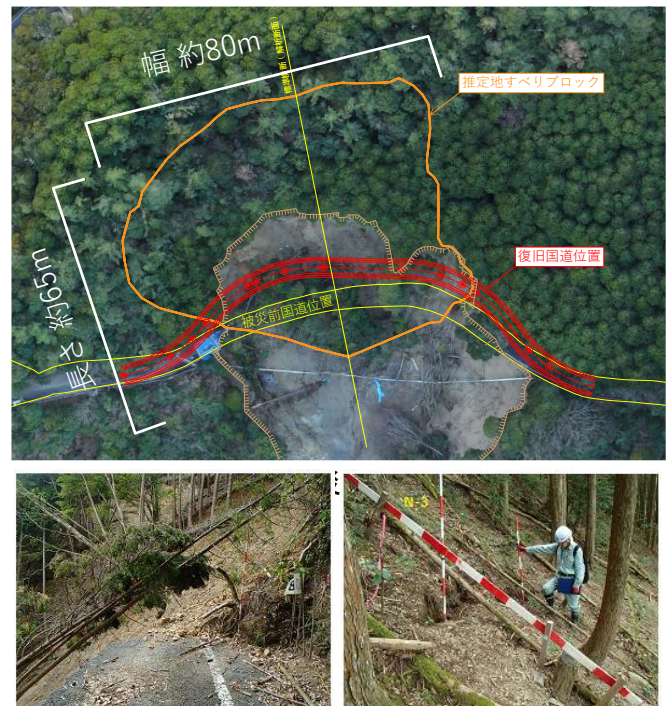
宮崎県小林市須木中原地区において、平成30年10月5日の台風25号により国道265号が約100m区間にわたって崩落し全面通行止めとなった。

当初は表層崩壊による被災と判断し、同年災害復旧事業として法面工を主体とした復旧を行うこととした。

しかしながら、工事着手前の計器観測において地すべりとみられる変動が観測され、さらに崩壊地より上方の尾根部付近まで段差を伴う亀裂が認められたことから、大規模な地すべり土塊が活動中であると想定された。

(2) 災害の経緯

- 平成30年10月：台風25号により被災
- 平成31年1月：復旧工事契約
- 平成31年3月：工事着手前の現地調査で亀裂を確認。安全確認のため継続観測を行う。
- 令和元年11月：学識経験者からの意見を踏まえ、「地すべり性の変動あり」と判断。
- 令和2年3月：災害復旧事業廃止報告提出
- 令和2年4月：追加調査ボーリング、地盤伸縮計、孔内傾斜計、移動杭、自記水位計等によるモニタリング体制を構築し、観測体制を強化。
- 令和3年1月：学識経験者からの助言や国土交通省防災課との事前打合せ結果より、地すべり災として災害報告。
- 令和3年3月：災害査定
- 令和3年4月：保留解除
- 令和3年6月：復旧工事契約



写真－2 被災状況（道路部、法面上部）

(3) 地すべり調査と地すべり範囲の特定

地盤伸縮計1箇所（地すべり頭部）、孔内傾斜計9箇所（主測線3箇所、副測線6箇所）、移動杭8測線、自記水位計10箇所にて実施した。これらの調査結果と現地調査結果を踏まえ、地すべり移動体の規模を幅約80m、長さ約65m、深さ約15m（最深）として確定した。

(4) 被災メカニズム

素因となる地形地質的背景としては、①頭部上位の尾根に特徴的な鞍部が認められ、北東－

南西方向に地下水が集中しやすい断層の影響を受けていること。②破碎状を呈する日向層群の泥岩層は、風化、劣化が顕著であることなどが挙げられる。

平成 30 年 10 月の豪雨による地下水位の上昇に伴い、すべり面に作用する間隙水圧が上昇し不安定化したことが誘因となり地すべりが発生したものと考えられる。

3 復旧工事の概要

(1) 復旧工法の基本方針

復旧工法を検討するにあたり、計画安全率については緊急輸送道路に指定された国道であることから、 $F_s=1.20$ とした。現況安全率については、無降雨の状態でも継続的に変動しているため「継続的に運動している場合」に該当するものとして $F_s=0.95$ とし、安定解析の結果に基づき工法選定を行った。

(2) 対策工法の選定

対策工法の選定にあたって、地すべり対策工は、抑制工と抑止工を組み合わせた工法とし、国道の復旧ルートも考慮した上で、最も経済的となる工法を選定した。

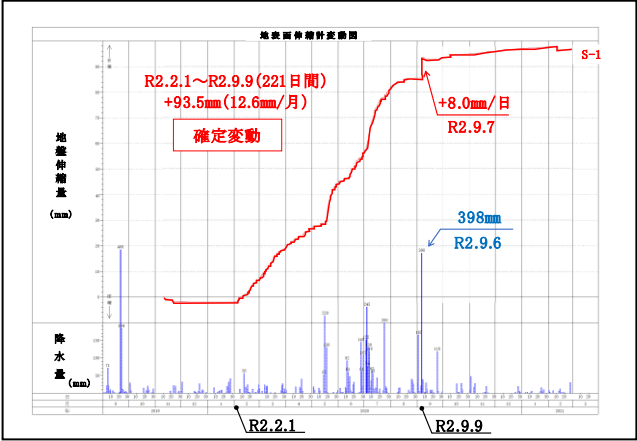
検討の結果、「横ボーリング工（抑制工）＋頭部排土工（抑制工）＋グラウンドアンカー工（抑止工）」を採用した。

[復旧工事概要]

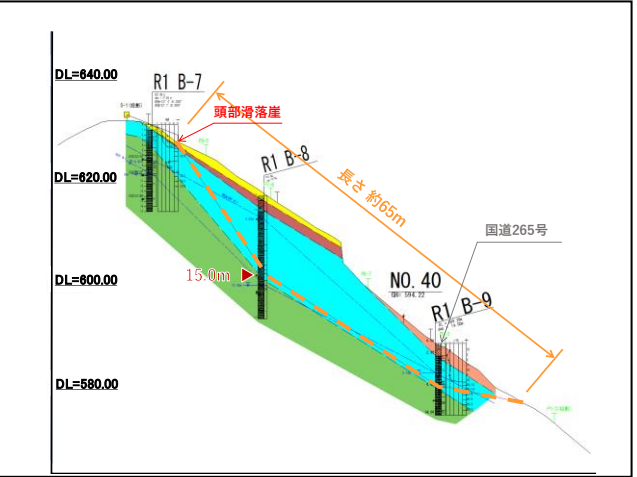
復旧延長	L=140.0m
横ボーリング	23 本
切土工	14,987m ³
アンカー工	1,734.5m
鉄筋挿入工	1,256 本
現場吹付法砕工	3,152m ²
枠内植生基材吹付工	1,096m ²
アスファルト舗装	576m ²

4 おわりに

今回の災害採択にあたっては、被災の範囲や規模等について国や大学教授など、様々な方々の助言や協力を受けて採択したものであり感謝している。



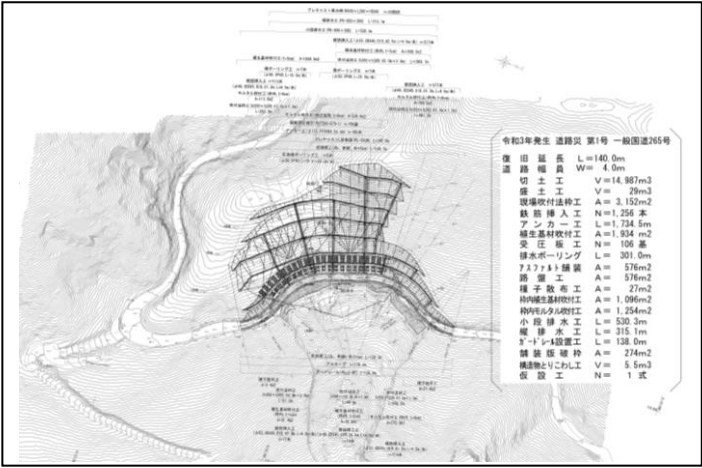
図－1 降水量と地盤伸縮計の観測結果



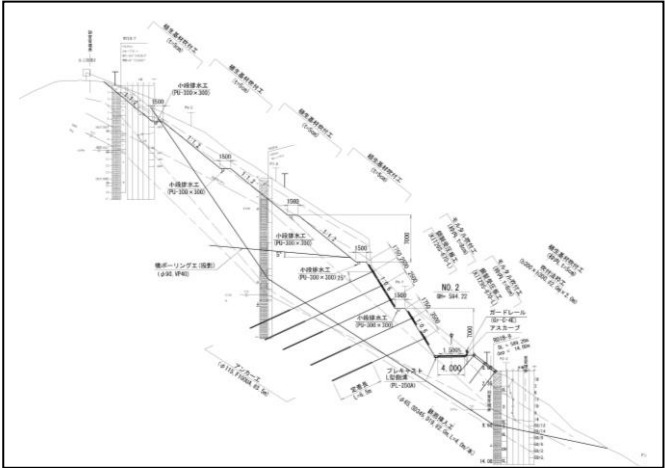
図－2 断面図（主測線）

令和 4 年 2 月現在、頭部排土工に着手したところであり、これまでのところ、土塊の移動や変動は見受けられていない。ただし、継続的な地すべりが確認されている現場であるため、警報装置による安全監視体制を構築し慎重に施工を進めているところである。

引き続き、早期通行止め解消に向けて、施工業者と連携し一日も早い復旧に努めたい。



図－3 査定決定平面図



図－4 査定決定標準横断面図

一般県道 刈安安楽寺線 道路災害

—道路法面崩壊に対する監視体制の構築及び応急工事の早期実施—

1 概要

位 置	富山県小矢部市安楽寺地内	位 置 図
河川名・路線名	一般県道 刈安安楽寺線	
被災年月日及び異常気象名	令和2年7月7日から令和3年5月20日の地すべり	
特 色	<ul style="list-style-type: none">令和2年7月上旬の梅雨前線豪雨の影響で、地すべりによる、法面等の変状が発生した。道路法面は県道及び国道に近接しており、法面崩壊による二次被害を未然に防止するために、早期に応急工事を実施した。	
問 合 せ 先	富山県土木部河川課防災係 電話 (076) 444-9098	

2 被災の状況

【気象概要】

富山県では令和2年7月上旬は梅雨前線や低気圧の影響で、曇りや雨の日が多く、最寄りの小矢部雨量局において24時間で90mmを観測した。

【被災状況】

道路パトロールで県道舗装面の隆起を確認したため、現地踏査を行ったところ擁壁の傾倒、法面上部の滑落崖等が確認された。そのため、地すべりによる道路法面の崩壊が懸念されたことから、早急に応急対策として大型土のうによる抑え盛土を実施した。

応急対策後、地すべりは安定していたが、12月頃に抑え盛土として設置した大型土のうの

上方への抜き上がりと思われる挙動を示したことから、大型土のうの積み増しを実施した。

●地すべりの規模

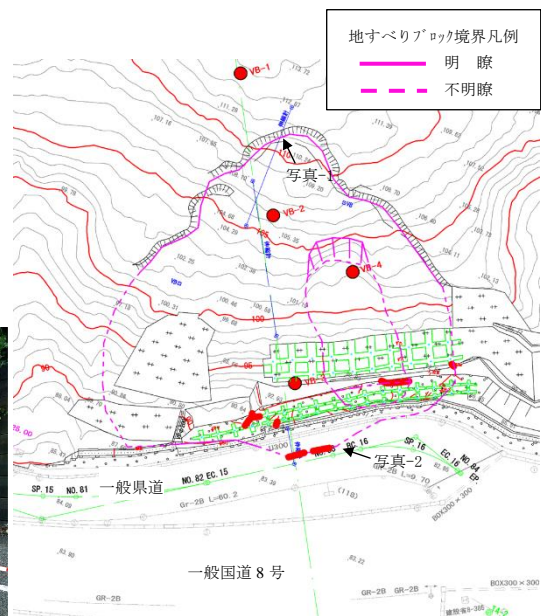
長さ約46m、幅約49m、厚さ約12m、
地すべり土塊量約13,500m³



写真－1 頭部滑落崖



写真－2 県道路面状況



図－1 地すべりブロック

3 被害拡大防止のための対策の実施

県道法面の被災であったが、被災箇所が国道8号沿いに位置していたため、法面崩壊による国道への二次被害防止及び周辺住民の安全を確保するため、大型土のう設置のほか、住民の生活動線の確保のため、仮設道路の整備を実施した。

●大型土のう設置

7月7日の午後4時頃、道路パトロールを行っていた巡視員から県道舗装面の隆起が発生しているとの報告が入った。その後、職員等で現地を調査した結果、舗装面の隆起のほか、擁壁の傾倒や道路側溝の転倒等から、地すべりによる道路法面の崩壊と推測されたため、2日後の7月9日に大型土のうによる押え盛土に着手した。12月28日には降雪に伴う滑動、令和3年6月5日には降雨に伴う滑動がみられたため、大型土のうを追加設置した。

●監視体制の構築

斜面に設置した伸縮計が2mm/h または10mm/dayを観測した際に、県職員等に対し警報メールを送信するシステムを構築し、早急に監視体制へ入れるようにした。また、現地には監視カメラを設置し、県事務所から法面の変状を監視できるようにした。



写真-3 大型土のう設置状況



写真-4 赤色灯設置状況



写真-5 仮設道路設置状況

●仮設道路の設置

大型土のう設置に伴い、県道の通行止めを開始したことから、周辺住民が県道と国道を出入りするための仮設道路を設置した。

令和2年	
7月7日(火)	道路パトロール中に県道舗装面の隆起を確認
7月8日(水)	地すべりによる変状を確認 ・県道舗装面の隆起 ・擁壁が前面に傾倒 ・擁壁法尻の道路側溝が転倒 ・法面上部に滑落崖
7月9日(木)	一般車両の通行止めを開始 大型土のうによる押え盛土等の応急対策に着手
7月10日(金)	既設調査孔を利用し、孔内水位計による観測を開始
7月11日(土)	大型土のう560袋、滑落崖にブルーシート設置
7月12日(日)	伸縮計、赤色灯および監視カメラを設置
7月15日(水)	大型土のう182袋追加設置
7月16日(木)	有識者による現地確認
7月18日(土)	地元説明会の実施
7月21日(火)	既設アンカーのリフトオフ試験開始
7月27日(月)	大型土のう120袋追加設置
7月28日(火)	避難基準値検測時のメール送信システムを構築
9月7日(月)	ボーリング調査開始(VB-2)
9月9日(水)	ボーリング調査開始(VB-3)
9月17日(木)	ボーリング調査開始(VB-4)
9月23日(水)	ボーリング調査開始(VB-1)
10月8日(木)	歪計、水位計による観測開始
10月27日(火)	有識者によるボーリングコア確認
12月22日(火)	仮設道路の供用開始
12月28日(月)	大型土のう216袋追加設置
令和3年	
6月5日(土)	大型土のう400袋追加設置

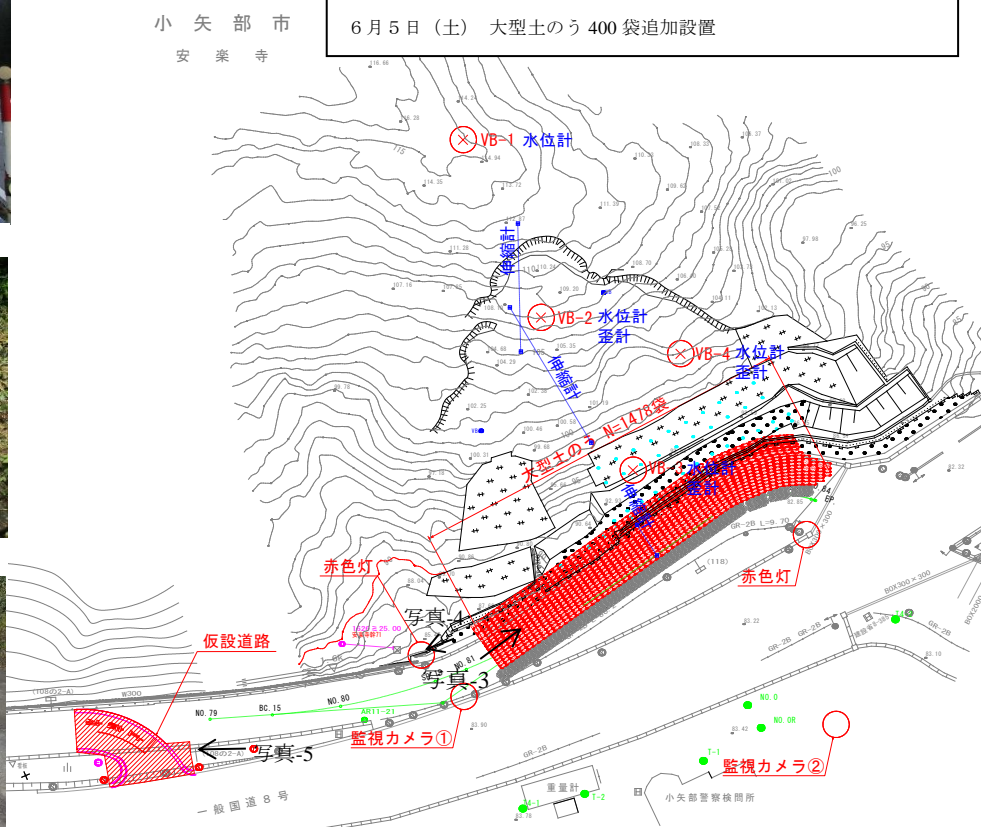


図-2 大型土のう・仮設道路等設置位置図

4 被災メカニズム

【素因】

当該道路法面周辺は、第三紀中新世の泥岩層や細粒砂岩層が分布しており、スレーキングしやすい地質である。

加えて調査観測の結果、地下水位が高く、ボーリングコアの岩盤中に、粘土の薄層がところどころに確認された。

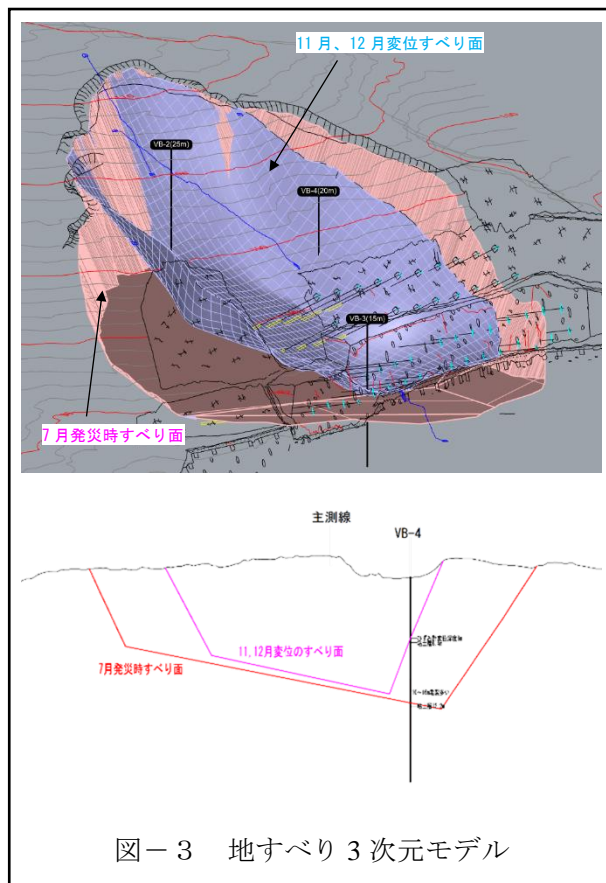
【誘因】

令和2年7月の豪雨にて法面に地下水が供給され地下水位が急激に上昇することで、すべり面に間隙水圧が作用し、地すべりが発生した。

【地すべり機構】

今回の地すべりは、泥岩中に形成された粘土の薄層をすべり面とした平面すべり（すべり面は直線形状）である。当該道路法面には、「法枠工+アンカー工」が施工されているが、既設アンカーの定着部より深部で、すべり面が形成された。

また、12月には地すべりブロックが細分化し、末端部の大型土のうの上方へ抜き上がるような挙動を示した。



図－3 地すべり3次元モデル

5 復旧工事の概要

表－1 地すべり対策工の比較検討表

工 法	第1案：アンカー工													第2案：アンカー付岩栓施工工													第3案：鋼筋土工+アンカー工																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
分 割 工 概 略 図																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
	斜面にアンカー工を並列して所定の引張力を与え、変位を抑制して地すべりを抑制する工法。													地すべりブロックに杭鎖を挿入し、杭の引張力により地すべりを抑制する工法。アンカー工を併用することで抑制効果も期待。													地すべり抑制を目的として、斜面に鋼筋土工を施工し、アンカー工を併用して地すべりを抑制する工法。鋼筋土工の二重構造により抑制効果も期待。																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
工 法 概 略	斜面にアンカー工を並列して所定の引張力を与え、変位を抑制して地すべりを抑制する工法。													地すべりブロックに杭鎖を挿入し、杭の引張力により地すべりを抑制する工法。アンカー工を併用することで抑制効果も期待。													地すべり抑制を目的として、斜面に鋼筋土工を施工し、アンカー工を併用して地すべりを抑制する工法。鋼筋土工の二重構造により抑制効果も期待。																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
単位:円	工 種 種 別 単位 数量 単価 金額													工 種 種 別 単位 数量 単価 金額													工 種 種 別 単位 数量 単価 金額																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
概 算 工 料	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³	384	1,300	499,200	土工	切土	m ³

6 おわりに

復旧工法として、第1案「アンカー工」、第2案「アンカー付き杭抑え工」、第3案「頭部排土工+アンカー工」について比較検討し、最も経済的で早期に復旧できる第1案「アンカー工」を採用した。

第3案「頭部排土工+アンカー工」は、今回の地すべりが層理面構造に沿った平面すべりであることから、頭部排土に伴う2次すべりの発生が懸念された。そのため、2次すべり対策として頭部へのアンカー工が必要となり、経済性に劣ることとなった。

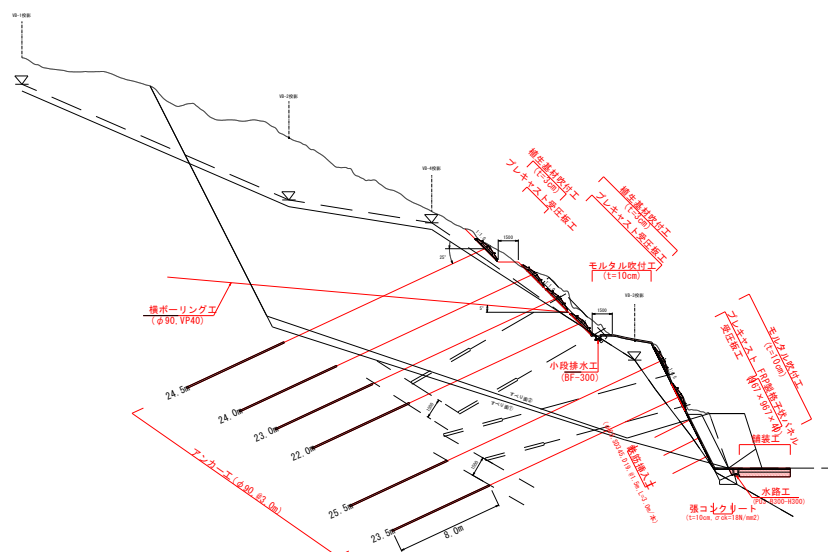
当該道路法面は、富山県と石川県を結ぶ主要な幹線道路である国道8号に近接しており、地すべりが発生した場合、国道まで崩壊土砂が到達し二次被害が発生する可能性があった。

道路パトロールで県道舗装面の隆起を発見してから、大型土のうによる応急工事までを迅速に対応したことで被害の拡大防止をはかることができた。

令和4年3月現在、災害復旧工事に着手したところであり、周辺住民の安全・安心を確保するため、早期復旧に努めていきたい。



図一3 復旧平面図




図一4 復旧横断面図

一般国道265号 道路災害

－復旧事業中に発生した地すべり災害とその復旧－

1 概要

位 置	宮崎県小林市須木中原	<div>位 置 図</div>  <div>被災箇所 小林市</div> <div>© CyberMap Japan Corp.</div>
河川名・路線名	一般国道 265 号	
被災年月日及び異常気象名	令和元年 6 月 5 日～令和 3 年 1 月 12 日 地すべり	
特 色	<ul style="list-style-type: none">平成 30 年 10 月の台風 25 号の豪雨により、道路が延長約 100m にわたり崩落し全面通行止めとなった。当初、表層崩壊と判断し法面工を主体とした工法で平成 30 年災として採択されたが、その後の降雨による地形の変状が生じ、地すべり性の変状が確認されたため、観測結果等を踏まえ地すべり災として令和 3 年に再申請を行い復旧することとなったもの。	
問 合 せ 先	宮崎県河川課災害担当 電話 (0985) 26-7185	

被災の状況

(1) 被災の概要

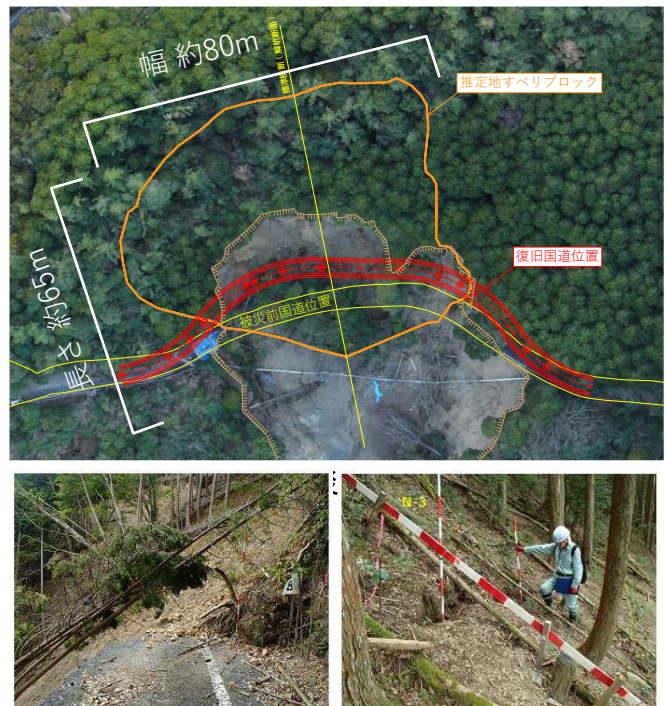
宮崎県小林市須木中原地区において、平成30年10月5日の台風25号により国道265号が約100m区間にわたって崩落し全面通行止めとなった。

当初は表層崩壊による被災と判断し、同年災害復旧事業として法面工を主体とした復旧を行うこととした。

しかしながら、工事着手前の計器観測において地すべりとみられる変動が観測され、さらに崩壊地より上方の尾根部付近まで段差を伴う亀裂が認められたことから、大規模な地すべり土塊が活動中であると想定された。

(2) 災害の経緯

- 平成30年10月：台風25号により被災
- 平成31年1月：復旧工事契約
- 平成31年3月：工事着手前の現地調査で亀裂を確認。安全確認のため継続観測を行う。
- 令和元年11月：学識経験者からの意見を踏まえ、「地すべり性の変動あり」と判断。
- 令和2年3月：災害復旧事業廃止報告提出
- 令和2年4月：追加調査ボーリング、地盤伸縮計、孔内傾斜計、移動杭、自記水位計等によるモニタリング体制を構築し、観測体制を強化。
- 令和3年1月：学識経験者からの助言や国土交通省防災課との事前打合せ結果より、地すべり災として災害報告。
- 令和3年3月：災害査定
- 令和3年4月：保留解除
- 令和3年6月：復旧工事契約



写真－2 被災状況（道路部、法面上部）

(3) 地すべり調査と地すべり範囲の特定

地盤伸縮計1箇所（地すべり頭部）、孔内傾斜計9箇所（主測線3箇所、副測線6箇所）、移動杭8測線、自記水位計10箇所にて実施した。これらの調査結果と現地調査結果を踏まえ、地すべり移動体の規模を幅約80m、長さ約65m、深さ約15m（最深）として確定した。

(4) 被災メカニズム

素因となる地形地質的背景としては、①頭部上位の尾根に特徴的な鞍部が認められ、北東－

南西方向に地下水が集中しやすい断層の影響を受けていること。②破碎状を呈する日向層群の泥岩層は、風化、劣化が顕著であることなどが挙げられる。

平成 30 年 10 月の豪雨による地下水位の上昇に伴い、すべり面に作用する間隙水圧が上昇し不安定化したことが誘因となり地すべりが発生したものと考えられる。

3 復旧工事の概要

(1) 復旧工法の基本方針

復旧工法を検討するにあたり、計画安全率については緊急輸送道路に指定された国道であることから、 $F_s=1.20$ とした。現況安全率については、無降雨の状態でも継続的に変動しているため「継続的に運動している場合」に該当するものとして $F_s=0.95$ とし、安定解析の結果に基づき工法選定を行った。

(2) 対策工法の選定

対策工法の選定にあたって、地すべり対策工は、抑制工と抑止工を組み合わせた工法とし、国道の復旧ルートも考慮した上で、最も経済的となる工法を選定した。

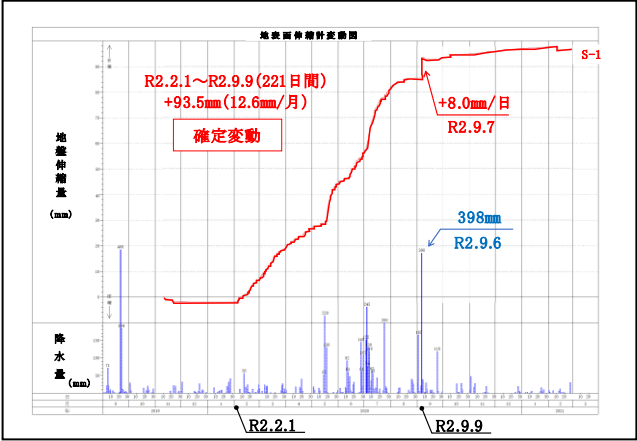
検討の結果、「横ボーリング工（抑制工）＋頭部排土工（抑制工）＋グラウンドアンカー工（抑止工）」を採用した。

[復旧工事概要]

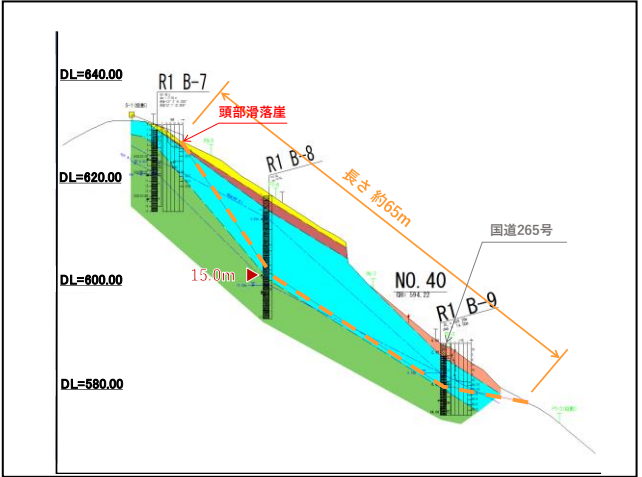
復旧延長	L=140.0m
横ボーリング	23 本
切土工	14,987m ³
アンカー工	1,734.5m
鉄筋挿入工	1,256 本
現場吹付法砕工	3,152m ²
枠内植生基材吹付工	1,096m ²
アスファルト舗装	576m ²

4 おわりに

今回の災害採択にあたっては、被災の範囲や規模等について国や大学教授など、様々な方々の助言や協力を受けて採択したものであり感謝している。



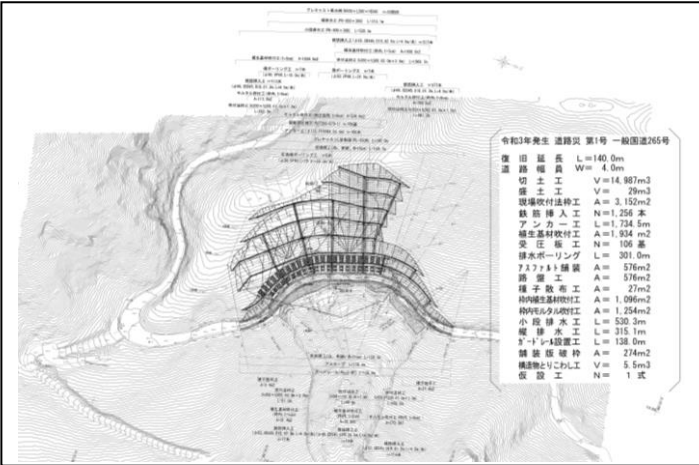
図－1 降水量と地盤伸縮計の観測結果



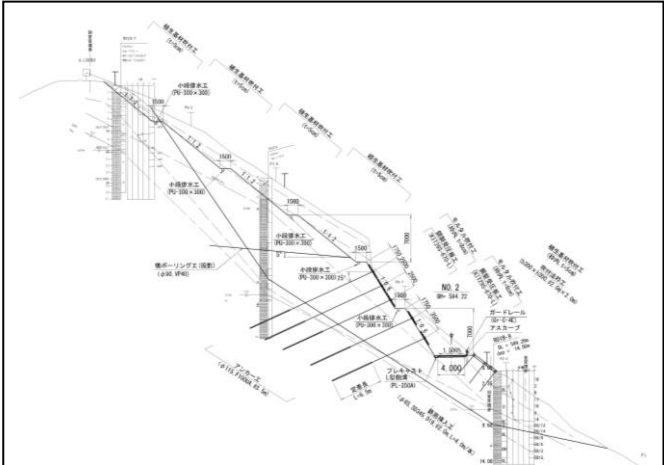
図－2 断面図（主測線）

令和 4 年 2 月現在、頭部排土工に着手したところであり、これまでのところ、土塊の移動や変動は見受けられていない。ただし、継続的な地すべりが確認されている現場であるため、警報装置による安全監視体制を構築し慎重に施工を進めているところである。

引き続き、早期通行止め解消に向けて、施工業者と連携し一日も早い復旧に努めたい。



図－3 査定決定平面図



図－4 査定決定標準横断面図