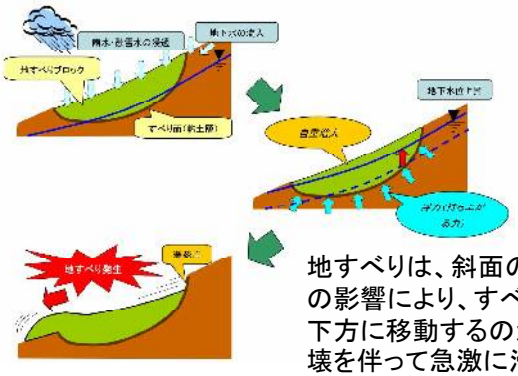
地すべり災害の調査・対策事例

公益社団法人　日本地すべり学会　東北支部
佐　藤　健　一
(地すべり防止工事士)

➢ 地すべりとは…？



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、すべり面に沿ってゆっくりと斜面下方に移動するのが一般的ですが、土塊の崩壊を伴って急激に滑動する現象もあります。

➢ 地すべりの形態

- 地すべりの現象として地表に認められる亀裂は、
  1) 頭部を中心として発生する引張亀裂
  2) 側方部の亀裂
  3) 末端部の圧縮亀裂

の3種に大別され、それらの亀裂の種類を見分けることによって、その亀裂発生の位置が頭部か、側方部か、末端部かを判断することができる。

・地すべり発生の最も早い時期に頭部の引張亀裂が発生する。

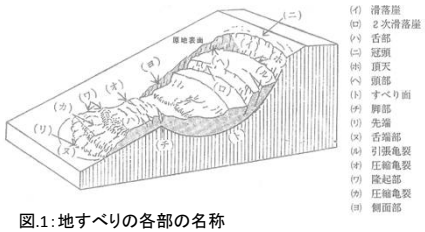


図.1：地すべりの各部の名称
（藤原明敏(1979)：地すべりの解析と防止対策，理工図書，p.9より）

- 地すべりの長さ（L）は、一般的には幅（W）の1/10～1/5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。

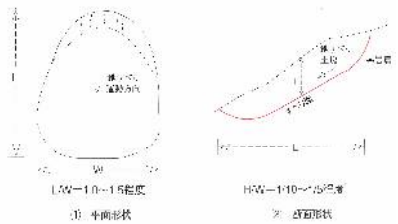
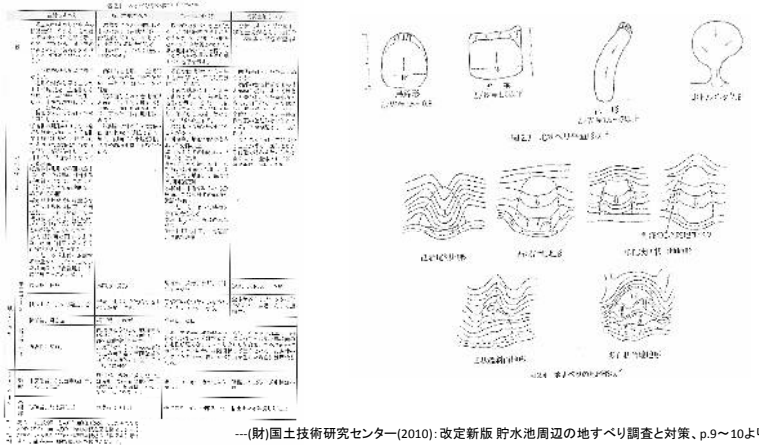


図.2：地すべりの形態
---(社)全国防災協会(2006)：災害復旧事業における地すべり対策の手引き、p.13より---

地すべりは、地質、地形、地すべり土塊の性状、運動形態に基づいていくつかに分類されている。



---(財)国土技術研究センター(2010)：改定新版 貯水池周辺の地すべり調査と対策、p.9～10より---

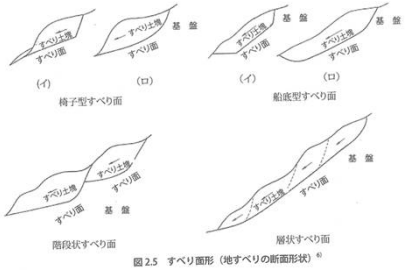


図 2.5　すべり面形（地すべりの断面形状）[6]

---(財)国土技術研究センター(2010)：改定新版 貯水池周辺の地すべり調査と対策、p.10より---

➢ 地すべり災害発生から復旧までの流れ

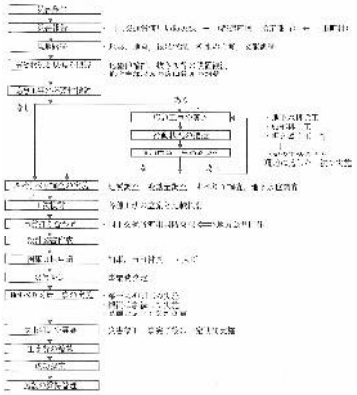
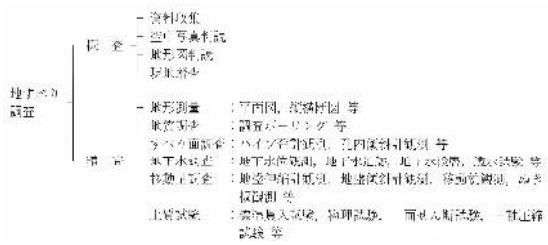


図.6　災害発生から復旧までの事務の流れ

---(社)全国防災協会(2006)：災害復旧事業における地すべり対策の手引き、p.4より---

➢ 地すべり調査



---(社)全国防災協会(2006)：災害復旧事業における地すべり対策の手引き、p.16より---

現地踏査を実施する前に…

予備調査として文献調査および地形判読調査を実施する。

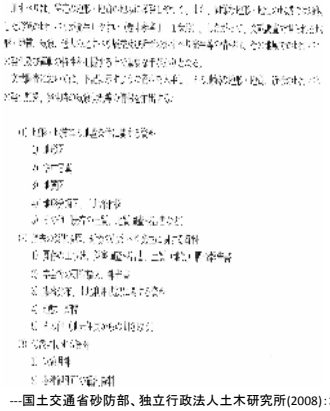
- 文献調査とは…？

  地すべり特性を把握することを目的に、対象地域の地形、地質、気象、過去の地すべり履歴および近傍の地すべりの発生に関する情報の収集を行う。

- 地形判読調査とは…？

  空中写真および地形図等を用いて、広域における地形・地質上の特徴を知ることを目的に、地すべり地形および地質構造上の特性について調査すること。

文献調査



---国土交通省砂防部、独立行政法人土木研究所(2008)：地すべり防止技術指針及び同解説、p.4---

地形判読調査

- 地形図や空中写真等を用いて、地すべり地形や地質構造上の弱線部等を判読する。

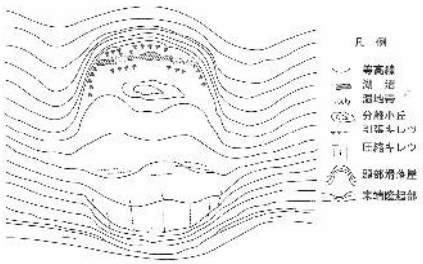


図.7：地すべり地形模式図
（藤原明敏(1979)：地すべりの解析と防止対策，理工図書，p.222）

➢ 現地踏査

- 現地踏査は、予備調査を踏まえて、調査計画や応急対策計画の立案のために行い、地すべりの発生・運動機構とその影響について概略把握を行うものとする。
- 現地踏査は、以下の項目について行う。

  ① 地すべり範囲および危険範囲の推定
  ② 地質性状と地質構造
  ③ 微地形や大地形による地質構造の推定
  ④ 地下水分布の推定
  ⑤ 運動形態の推定
  ⑥ 誘因の推定
  ⑦ 今後の地すべり運動予測
  ⑧ 被害の予測　など

地表踏査結果の事例

- 地すべり冠頭部
- 左右側方崖
- 末端部

を把握する。→地すべり範囲の把握

- 地すべり頭部より上方および下方に地すべり地形は認められないのか？亀裂や隆起等の変状がないことを確認する。
- 地すべり地内およびその周辺に池、沼、湿地および湧水は認められないのか？湧水については湧水量を測定し、降雨との相関性があるのかを把握する。
  →地下水状況の把握
- 地すべりの滑動状況を把握するための観測計器の設置場所を検討する。
- 応急対策の必要性について検討を行う
  地すべりの滑動状況および保全対象物への影響を考え、応急対策工の必要性について検討を行う。

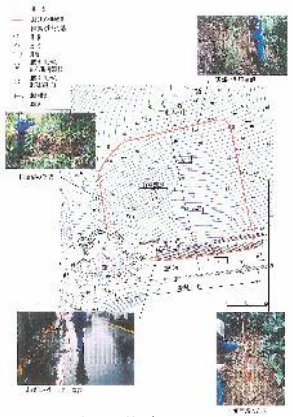


図.8：現地踏査に基づく調査平面図の作成例

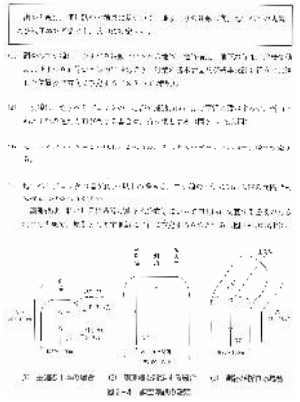
---(社)全国防災協会(2006)：災害復旧事業における地すべり対策の手引き、p.20より---

⑯ 集落内流れ下を分断する段差亀裂

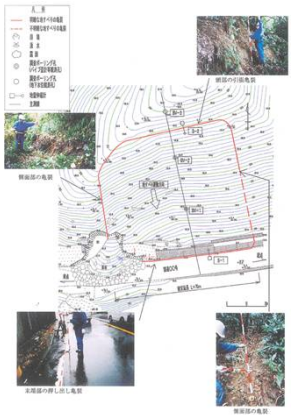
⑮ 大型ふとん籠下の変形

⑰ 湧水状況

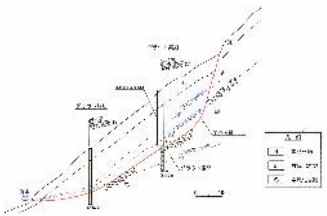
調査測線の設定



---(社)全国防災協会(2006)：災害復旧事業における地すべり対策の手引き、p.24より---



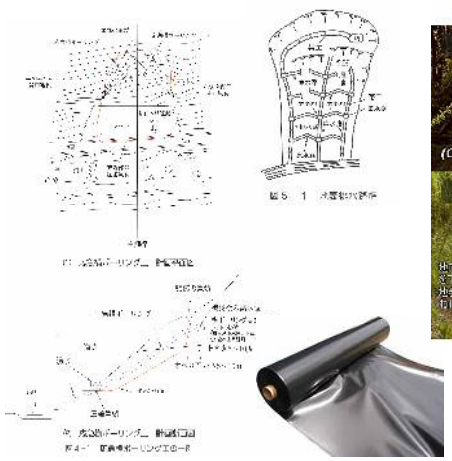
平 面 図



断 面 図

➢ 応急対策の検討

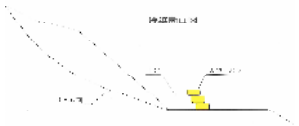
- ◻応急工事は滑動中の地すべりを応急的に鎮静化させ、被災対象物の一時的保全を図るとともに、対策工検討のための調査を可能にするもので、地すべり滑動の観測後、あるいは場合によっては現地踏査後直ちに実施する。
- ◻地すべり滑動が活発で現地に入れないような場合には、応急対策として地すべり治外から横ボーリング工や無人化施工による押え盛土工を実施して地すべり滑動を鎮静化させる。なお、滑動中の地すべり地では、鋼管杭工、アンカー工等の抑止工は実施しない。
- ◻地すべり滑動によって発生した亀裂は、雨水の浸透を促進し地すべりを助長することになるので、現地踏査後はすみやかにビニールシート等で亀裂を被覆する等の応急措置を行う。
- ◻地すべり地内の沢や湧水等は、応急的に水路等で集水して地すべり地外に速やかに排水する。さらに、周辺部から地すべり地内への雨水等が流入している場合には、周縁部に排水路等を設置する。



http://blogs.yahoo.co.jp/otenki_bosai/57965675.html?s=art_cmt&no=&pno=&fno=&target1=&target2=より引用

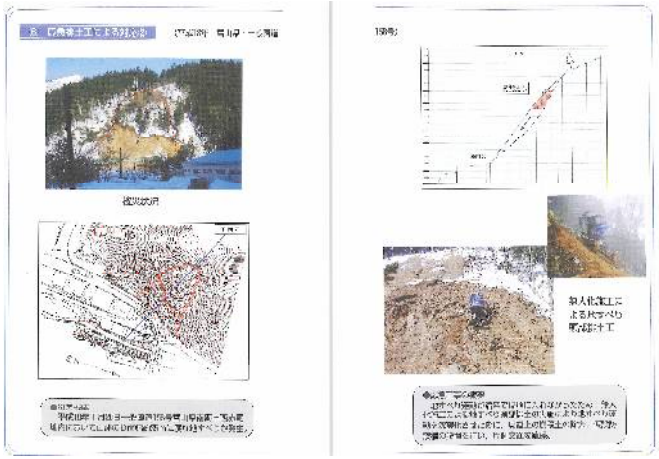
ブルーシートは紫外線に弱いので、遮水シートを用いた方がやや長持ちする

七五三掛地すべりでのビニールシート設置状況



押え盛土工の事例

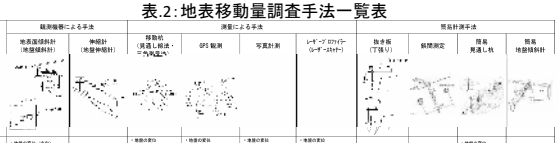
長期間にわたって設置する場合、耐候性大型土のうを使用する方がよい（3年程度劣化しないらしい）。



---(社)全国防災協会(2006)：災害復旧事業における地すべり対策の手引き、p.178～179より---

➢ 地表移動量調査

表.2：地表移動量調査手法一覧表

手法	観測機器による手法			測量による手法			簡易計測手法			
	地表面傾斜計（地盤傾斜計）	伸縮計（地盤伸縮計）	移動杭（異径L杭法・三角杭法）	GPS 観測	写真計測	レーザ ロッド（レーザ ストット）	動き板（丁張り）	線間測定	間易見通し杭	間易地盤傾斜計
概要図										
計測対象	・地盤の変位（方向）・地盤傾斜の検出	・地盤の変位（伸縮量）	・地盤の変位（方向、伸縮量）・地盤傾斜の検出	・地盤の変位（方向、伸縮量）・地盤傾斜の検出	・地盤の変位（方向、伸縮量）・地盤傾斜の検出	・地盤の変位（方向、伸縮量）・地盤傾斜の検出	・地盤の変位	・地盤の変位	・地盤の変位・地盤傾斜の検出	・地盤の変位
測定範囲	0.1°（洗浄型式）[1]0.01°～0.05°（電気式）[1]±0～±10°（電気式）[1]	数 10mm[1]200mm（自記式）[1]50mm～（電気式）[1]	-	-	-	-	-	-	-	-
分解能	1/6（洗浄型式）[1]0.1～0.2秒（電気式）[1]	0.2mm（自記式）[1]0.01～0.1mm（電気式）[1]	-	-	-	-	1mm	1mm	1cm	-
精度	±1/6（洗浄型式）[1]±0.01°（自記式）[1]±0.05°（電気式）[1]	±1/10（洗浄型式）[1]±0.01%（自記式）[1]±0.1%（電気式）[1]	トータルステーション：数秒内、1mm 内外レベル：0.01mm[2]	測位精度（1.1）数 cm[2]数 m～1mm[2]	測位精度が 1/1000 程度 地内 1/4000 程度 100m 中 ±1cm[2]	測距 10m 中 1cm 測角 100m 中 10mm[2]				
実用精度	±5秒以内 1/6（洗浄型式）[1]	0.5mm（自記式）[1]測定精度 0.1mm（自記式）[1]	±10mm[2]測定精度 0～5mm[2]	測定精度 0～20mm[2]	測定精度 10mm～[2]（地表変位）数 cm（地上調査）	適用約 100m で数 cm[2]	数 cm～数 cm	数 cm	数 cm～数 10cm	数度
適用年数	10年（洗浄型式）[1]	数年[1]	数年～長期	長期	長期	長期	数年	長期	数年	数年
測定・データ回収	手動・半自動・全自動	半自動・全自動	手動	手動・半自動・全自動	手動	手動	手動	手動	手動	手動
特徴及び問題点	・地すべりの傾斜観測に用いる。地表面傾斜計は地盤の傾斜を測定し、測定値は地すべりの傾斜を表わす。・洗浄型式は、1日1回程度の測定で、データ回収は手動で行う。・電気式は、1時間毎の測定が可能で、データ回収は自動で行う。・電気式は、地すべりの傾斜変化を連続的に測定でき、地すべりの前兆現象を捉えることが可能。・地表面の変化が小さい場合、計測値に誤差が生じる。	・地すべりの伸縮変化を観測する。地下水位の変化、地盤の変形、地震動等の影響を受ける。・地表面の変化が小さい場合、計測値に誤差が生じる。・伸縮量が長期で生じる。・電気式は、1時間毎の測定が可能で、データ回収は自動で行う。・地表面の変化が小さい場合、計測値に誤差が生じる。	・地すべりの方向の観測を簡易に行う。・地表面の変化が小さい場合、計測値に誤差が生じる。・杭の設置は、地表面の変化が生じる前に行う。・杭の設置は、地表面の変化が生じる前に行う。・杭の設置は、地表面の変化が生じる前に行う。・杭の設置は、地表面の変化が生じる前に行う。	・地表面の変化を観測する。・GPS 観測は、衛星の位置情報を利用する。・GPS 観測は、衛星の位置情報を利用する。・GPS 観測は、衛星の位置情報を利用する。・GPS 観測は、衛星の位置情報を利用する。	・地表面の変化を観測する。・写真計測は、地表面の変化を写真撮影する。・写真計測は、地表面の変化を写真撮影する。・写真計測は、地表面の変化を写真撮影する。・写真計測は、地表面の変化を写真撮影する。	・レーザ ロッドは、レーザ ストットを用いる。・レーザ ロッドは、地表面の変化を測定する。・レーザ ロッドは、地表面の変化を測定する。・レーザ ロッドは、地表面の変化を測定する。・レーザ ロッドは、地表面の変化を測定する。	・地すべりの傾斜観測を簡易に行う。・地表面の変化が小さい場合、計測値に誤差が生じる。・地表面の変化が生じる前に行う。・地表面の変化が生じる前に行う。・地表面の変化が生じる前に行う。	・地表面の変化を観測する。

➢ 地表伸縮計

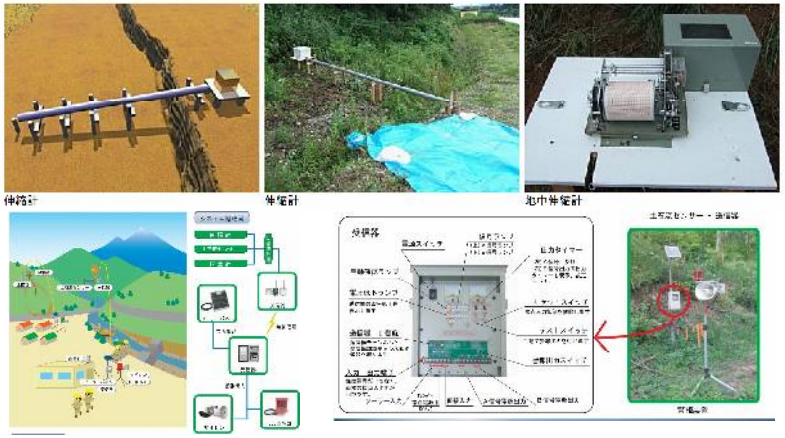


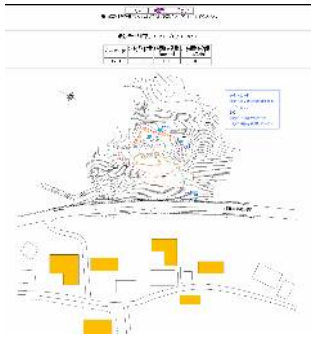
写真.1：雪囲いをした伸縮計

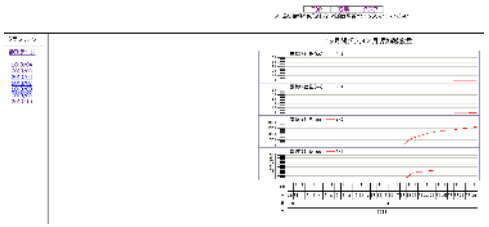
---農林水産省農村振興局農村環境課(2011)：地すべり監視体制構築の手引き－地すべり地の安全・安心のための効率的な地すべり監視体制、p.26より---

写真.2：フレキシブル伸縮計

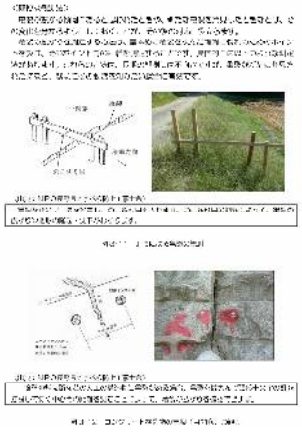
---株式会社興和ホームページより(http://www.it-network.jp/pdf/flexi_gizyutu.pdf)---

戸沢村角川地区における地すべりの移動状況
(http://www.pref.yamagata.jp/ou/norinsuisan/140023/hongou.html)





➢ 簡便的な地表移動量調査手法



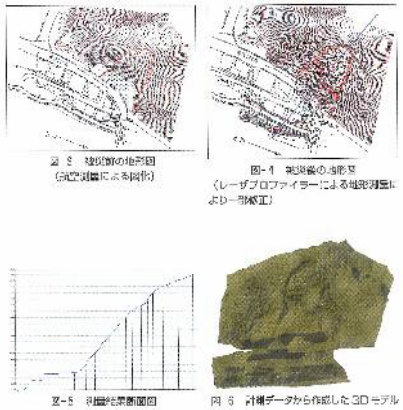
---農林水産省農村振興局農村環境課(2010)：地すべり災害を予防・軽減するための活動の手引き－住民の皆さんができる対策、p.46～47より---

➢ 地形測量

- 地形図の作成範囲は、地すべりブロックを含めた地すべり地全域を対象とする。
- 滑動域を含む地形測量（平面図）は、縮尺1/500を標準とし、地すべりの範囲が広い場合は、縮尺1/1,000とする。
- 平面図には亀裂、凹地形、池・沼、湧水等の地形特性等を記入する。
- 地すべりの中心線（主測線）の測量は、縦横同縮尺1/100～1/500を標準とする。
- 広域かつ高精度の図化を短時間に行う必要がある場合や、現地実測に危険を伴う場合は、必要に応じてレーザプロファイラー等による地形測量を行う場合もある。

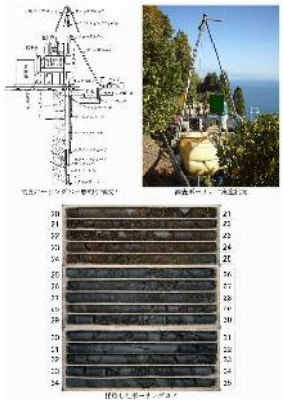
---(社)全国防災協会(2006)：災害復旧事業における地すべり対策の手引き、p.17より---

レーザプロファイラー測量による事例



---(社)全国防災協会(2006)：災害復旧事業における地すべり対策の手引き、p.183より---

➢ 地質調査（ボーリング調査）

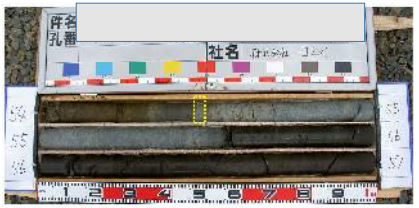


不整地運搬車による運搬

モノレールによる運搬

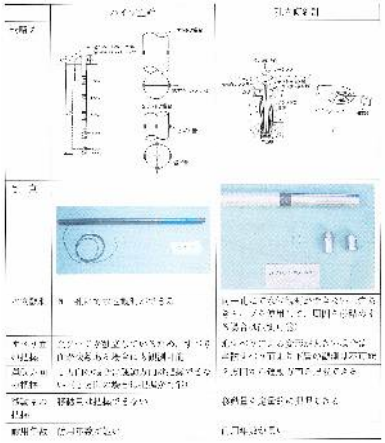
※1：オールコア方式で実施することが原則
（標準貫入試験併用は原則実施しない）
※2：掘削はすべり面下（不動層）5m程度まで実施する。
掘り止めの判断は、地すべりに関して豊富な経験を有する技術者の意見を得た上で最終的に判断することが重要。

➢ボーリングコアによるすべり面判定事例



➢ すべり面調査

- ボーリング掘削後、パイプひずみ計あるいは孔内傾斜計のアルミガイド管を挿入し、土塊内部のすべり面位置を把握する。

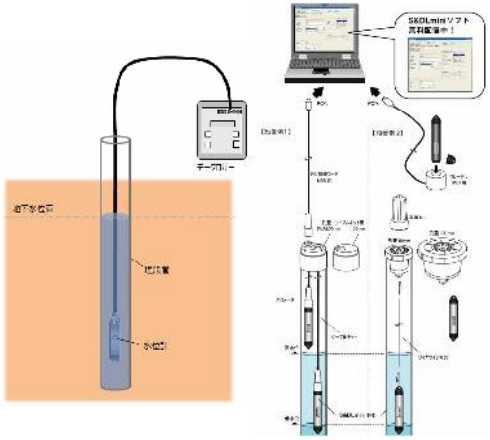


---(社)全国防災協会(2006)：災害復旧事業における地すべり対策の手引き、p.27より---

➢ 地下水調査

1)地下水位観測

- 触針式水位計による観測
- 自記水位計による観測



応用地質ホームページより

2.地下水分布調査

① ボーリング掘進中の水位変動
② 地下水検層
③ 簡易揚水試験
④ 地下水温度検層
⑤ 孔内流向・流速測定

ボーリング孔を利用して実施する調査

⑥ 地下水追跡調査
⑦ 電気探査
⑧ 地温探査
⑨ 水質調査

面的な地下水分布状況を把握する調査

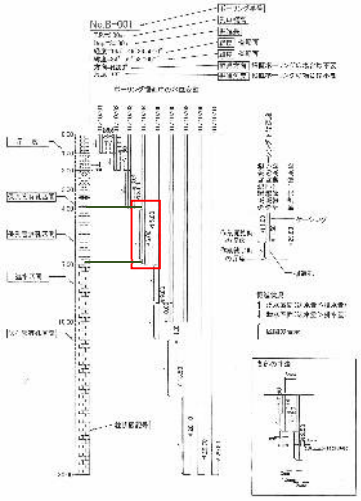
①ボーリング掘進中の水位変動

✓地すべり地では、ボーリング調査中に孔壁崩壊や押し出しなどを生じる可能性が高く、掘進深度までケーシングを挿入する場合が多い。この場合、掘進先端部分のみの地下水文状況を把握することができ、ボーリング屈伸中の地下水文状況を評価することができる。

✓ケーシング挿入深度、ボーリング掘進前後の水位差等を解析することによって、被圧地下水や透水層・漏水層などの判断を行うことができる。

✓右図の場合、10月5日の作業開始前の水位は10月4日の作業終了後の水位よりも高い水位となっている。このことより、深度4.00～7.00mには地下水帯が分布していると推定できる。

---国土交通省砂防部、独立行政法人土木研究所(2008)：地すべり防止技術指針及び同解説、p.37～38より---



②地下水検層

- ✓地下水検層は、調査ボーリング孔の孔内水を利用して、地下水の流動層の位置及び流動状況を調査ボーリング孔に沿って調査、解析するものである。
- ✓測定手順は、あらかじめボーリング孔内水の電気抵抗値を測定し、この値の約1/10程度の電気抵抗値になるように食塩等の電解物質を孔内に均一に注入する。これを時間の経過にしたがって(食塩投入後10，20，30，60分など)測定することにより流動層の確認を行う。
- ✓結果は、食塩投入直後または10分後を基準として、時間毎の抵抗値の変化を地質柱状図に対比させ記入し、地下水流動層の位置及び地層との関連を検討する。また、地質断面図にこの結果を記入しておけば、地下水の流動経路が更に明確になる。

---国土交通省砂防部、独立行政法人土木研究所(2008)：地すべり防止技術指針及び同解説、p.39～40より---

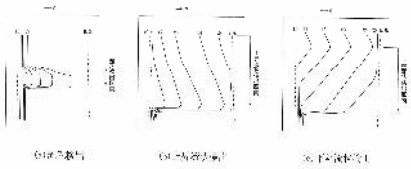


図2－3－1　地下水検層結果の判定例

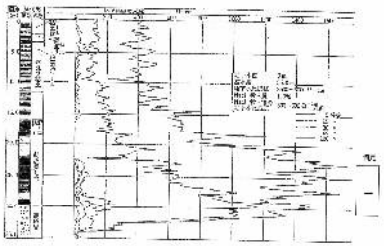


図2－3－2　地下水検層決定結果

➢ 地すべりの解析

1)すべり面の判定

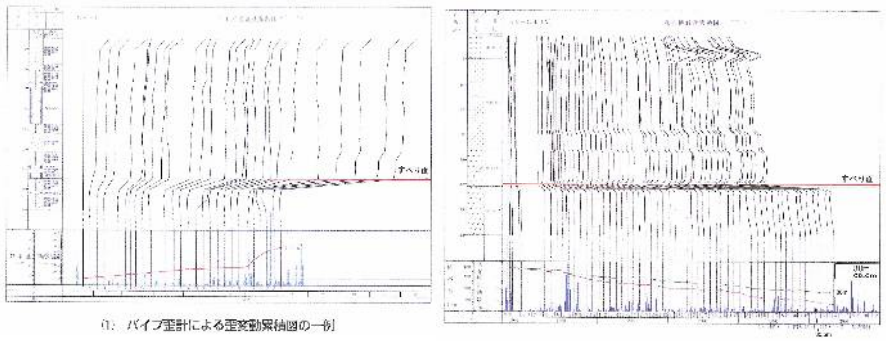
✓すべり面の判定は、地すべり対策を計画するにあたって最も重要な項目である。

✓この判定を誤って浅く判定すると、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。

表5－1　すべり面の判定フロー

---(社)全国防災協会(2006)：災害復旧事業における地すべり対策の手引き、p.41より---

パイプひずみ計、孔内傾斜計観測結果によるすべり面の判定事例



①　パイプ歪計による歪変動累積図の一例

②　孔内傾斜計による累積変動図の一例

---(社)全国防災協会(2006)：災害復旧事業における地すべり対策の手引き、p.42より---

➢ 検討断面図作成の一例

- 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】を記入する。
- 大きく崩壊した場合などは、被災前の地形線を点線等にて記入する。
- 地質状況、各種計器観測結果に基づき判定した【すべり面】を記入する。
- 調査ボーリング孔内の【地下水位(とくにH.W.L.)】を記入する。
- 各調査ボーリング孔のコア写真、柱状図、地表伸縮計観測やパイプひずみ計観測結果を降雨との関係がわかるようにグラフ化し添付する。

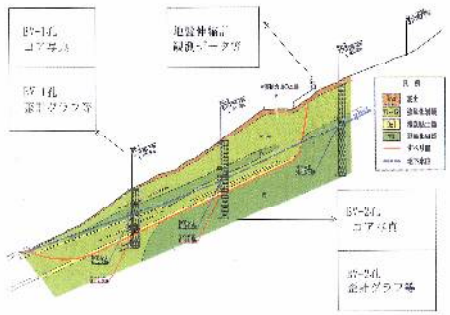


図5-2　検討断面図の作成事例

---(社)全国防災協会(2006)：災害復旧事業における地すべり対策の手引き、p.43より---

➢ 安定解析

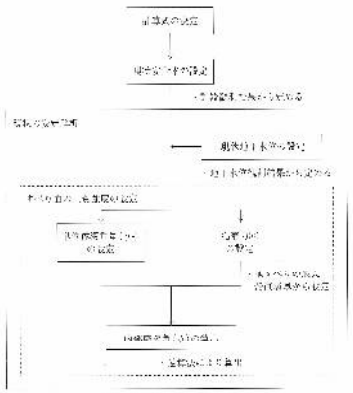


図5-3　安定解析の手順の一例

- ✓ 安定解析の目的はいろいろありますが、最も大きなものは対策工の必要数量を決めることです。
- ✓ 保全対象物の重要度や地すべりの規模に応じて計画安全率を設定する。
- ✓ 計算式としては、スウェーデン分割法(Fellenius法)、修正フェレニウス法、ヤンブ(Janbu)法などがある。
- ✓ 現状安全率は、以下のように設定している場合が多い。
  - ①継続的に運動している場合　Fs=0.95
  - ②降雨等に伴い断続的に運動している場合　Fs=0.98
  - ③運動が沈静化している場合　Fs=1.00
- ✓ 計画安全率の設定は、復旧施設の重要性によって異なり、P・Fs=1.10～1.20が一般的に用いられている。

➢ 対策工の計画(1)

- ✓抑制工と抑止工のもつそれぞれの特徴を合理的に組み合わせ、適切な位置に配置した計画を立てる。
- ✓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である。抑制工は比較的工事の実施が容易であるが、その効果の発現には限界がある場合もある。
- ✓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である。抑止工は大規模な工事となり、多くの経費を要するが、効果の発現が早く等の特徴を有する。
- ✓地すべり運動が活発に継続している場合には、原則として抑制工を先行せず、抑制工によって地すべり運動が低減、停止してから抑止工を導入する。
- ✓対策工は、発生している地すべりの規模を勘案し、施工性、経済性の面から最も優れている工法を選定する。
- ✓対策工については比較検討を実施する。

➢ 対策工の検討(2)

- 地すべり対策工
  - 抑制工
    - 地表水排除工（浸透防止工，水路工 等）
    - 地下水排除工（明暗渠工，横ボーリング工，集水井工，排水トンネル工 等）
    - 排土工
    - 押え盛土工
    - 河川構造物（護岸工，砂防えん堤 等）
  - 抑止工
    - 杭工（鋼管杭工）
    - アンカー工
    - シャフト工（深礎杭工）

---(社)全国防災協会(2006)：災害復旧事業における地すべり対策の手引き、p.51より---

➢ 対策工の検討(3)

- 地すべり対策工は、地すべり発生の素因（地すべりが発生する場所の地形や地質，地質構造，水文地質条件などが地すべりが発生しやすい状態にあること）・誘因（地すべりが発生するトリガーとなるもので，自然的誘因(降雨や融雪水等)と人為的誘因(切土や盛土等)に分かれる）を勘案し、とくに降雨（融雪水）や地下水と地すべり運動との関連性、地形・地質、地すべり規模、運動形態、運動速度、保全対象、経済性（施工のみならず維持管理を含めたトータルコスト）及び優先順位等を十分考慮して採用する工法を選定する。原則的には、詳細な調査によって対象とする地すべりの特徴を明らかにしたうえで、対策工の計画を立てる。

➢ 抑制工(1)

- 横ボーリング工(=ボーリング暗渠工(林)、水抜きボーリング工(農))

横ボーリング工は、水平やや上向きに行ったボーリング孔にストレーナ加工した保孔管を挿入し、それによって地下水を排除することにより、すべり面に働く間 隙水圧の低減や地すべり土塊の含水比を低下させる工法です。このため、効果的に地下水位を低下させるよう、設計に際しては地すべり地域のみならず、周辺の 地形・地質及び地下水調査等から、帯水層の分布、地下水の流動層を推定して、最も効果的に集水できるようにボーリングの位置、本数、方向及び延長を決定す る必要があります。対策工効果を恒久的に持続するためには定期的なメンテナンスが重要です。

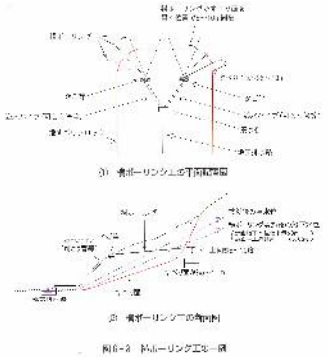


表-2 斜面形態毎に適用される標準的な工法

工種	形態	区分	種別	仕様	孔径	孔数	材質	構造	施工方式	適用
小口径ボーリング工	ロータリーパーカッション	集水	塩ビ管	50mm	VP50	48.0mm	スリットまたはメッシュ	推進圧力・送水・回転併用方式	連続部 約5MPa 以内	
			鋼管		SGP40A	48.6mm	孔内洗浄メッシュ			
			塩ビ管	80mm	VP80	86.0mm	スリットまたはメッシュ			
			鋼管		SGP80A	90.5mm	孔内洗浄メッシュ			
		排水	鋼管	110mm	SGP90A	95.1mm	ネジ			
			鋼管	125mm	SGP90A	101.6mm	ネジ			
			鋼管	140mm	SGP100A	114.3mm	ネジ			
	コアーパーカッション	集水	塩ビ管	95mm	VP90	98.0mm	スリットまたはメッシュ	推進圧力・送水・回転・振動併用方式	連続部 約5MPa 以内	
			鋼管		SGP40A	48.6mm	孔内洗浄メッシュ			
			塩ビ管		VP90	98.0mm	スリットまたはメッシュ			
			鋼管		SGP80A	90.5mm	孔内洗浄メッシュ			
		排水	鋼管	110mm	SGP90A	95.1mm	ネジ			
			鋼管	125mm	SGP90A	101.6mm	ネジ			
			鋼管	140mm	SGP100A	114.3mm	ネジ			
大口径ボーリング工	回転式ボーリングマシン	集水・排水	鋼管	350mm～450mm	SK400～SK400A	318.5mm～412.5mm	スクリーン加工孔・開口率・孔内洗浄水・スクリーン加工孔・開口率・孔内洗浄水・ろ過材・溶接加工	ホーロー加工・セメントモルタル・樹脂注入・補強方式	連続部 約5MPa 以内	

ア ロータリーボーリングマシンの使用機械 例

写真－1 小型ボーリングマシン 例

写真－2 大型ボーリングマシン 例

イ ロータリーパーカッションドリルの使用機械 例

写真－3 クローラ型マシン 例

写真－4 スキッド型マシン 例

---(社)斜面対策技術協会ホームページ(http://www.jisuberi-kyokai.or.jp/gijyoho/gijyutu/taisaku/yokob/model.html)より---

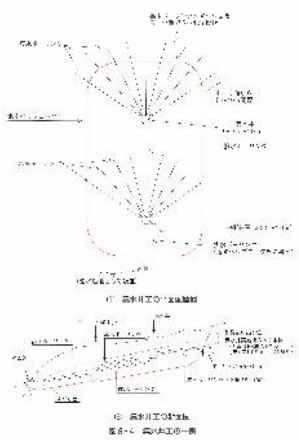
➢ 抑制工(2)－集水井工

集水井工は、集水用の井戸を掘削する工法で、深いすべり面位置で集中的に地下水を集水しようとする場合や横ボーリングの延長が長くなり過ぎる場合に用いられます。

集水井は内径3.5～4.0mの円形の井筒であり、その井筒内の集水ボーリングからの集水効果に主眼を置きますが、井筒自信の集水効果を得るために、井筒の壁面に集水孔を設ける場合があります。

移動層内には複数の地下水帯が存在しますので井筒からの集水ボーリングは、すべり面に直接関与する地下水帯の地下水を効率よく集水できるように施工する必要があります。

対策工効果を恒久的に持続するためには集水ボーリングの定期的なメンテナンスが重要です。



---農林水産省 東北農政局 庄内あさひ事業所ホームページより
(http://www.maff.go.jp/tohoku/nouson/kokuei/shonai-asahi/shintyoku.html)より---

➢ 抑制工(3)－排土工－

- 排土工は、原則として地すべり土塊の頭部の荷重を除去することにより地すべりの滑動力を低減させるものです。排土工を計画する場合には、その上方斜面の潜 在的な地すべりを誘発する可能性がないか、事前に十分な調査・検討を行うことが必要です。上方斜面の地すべりの規模が大きい場合には、本工法の計画は見合 わすべきです。

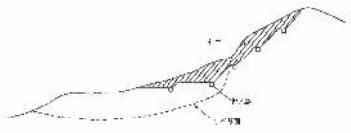


図5－18　排土工による土のり面

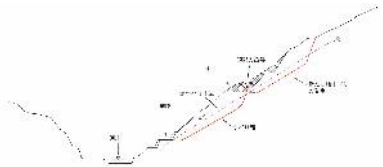


図8－7　排土工の事例（背後斜面に注意する場合）

➢ 抑止工(4)－押え盛土工

- 押え盛土工は、原則として地すべり土塊の末端部に盛土を行うことにより、地すべり滑動力に抵抗する力を増加させるものです。盛土部の下方斜面に潜在性の地 すべりがある場合には、これを誘発する可能性があるため、押え盛土の設計に当たっては、盛土部基盤の安定性についての検討を行う必要があります。

盛土位置での地下水の透水層が浅部にある場合、または地すべり末端部で地下水が侵出しているような場合には、押え盛土やその荷重によって地下水の出口が 塞がれたり、背後部の地下水位が上昇したりして斜面が不安定になる恐れがあるため、地下水の処置には十分注意する必要があります。

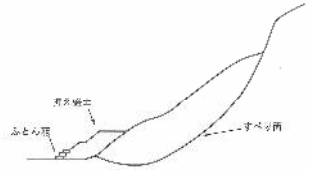


図5－19　押え盛土工

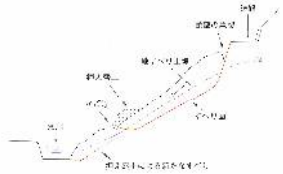
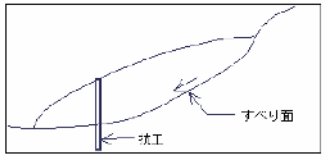


図8－10　押え盛土工の一例（下部斜面の新たなすべりに注意する場合）

➢ 抑止工(1)ー杭工ー

- 杭工は、杭を不動地盤まで挿入することによって、せん断抵抗力や曲げ抵抗力を付加し、地すべり土塊の滑動力に対し、直接抵抗することを目的として計画され るものです。地すべり地では、通常，鋼管杭が多く用いられます。最近では外径1000mmを越える大口径の鋼管杭も利用されるようになり，必要とする地す べり抑止力が大きい場合にも対応できるようになっています。



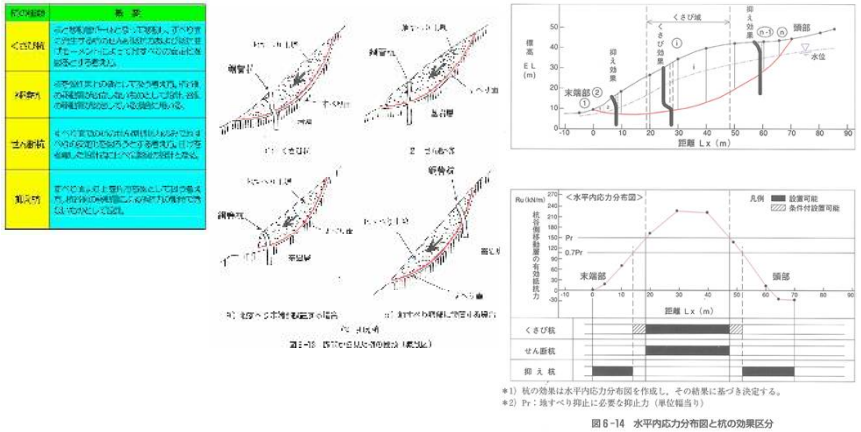


図6-14 水平内応力分布図と杭の効果区分

➢ 抑止工(2)ーグラウンドアンカーエー

アンカーエは、基盤内に定着させた鋼材の引張強さを利用して、地すべり滑動力に対抗しようとするもので、引張効果あるいは締め付け効果が効果的に発揮される地点に計画されます。

アンカーは基本的には、アンカー頭部（反力構造物を含む）、引張部及びアンカー定着部（アンカー体及び定着地盤）の3つの構成要素により成り立ってお り、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です。

図8 13 アンカー工の抑止機能の一例

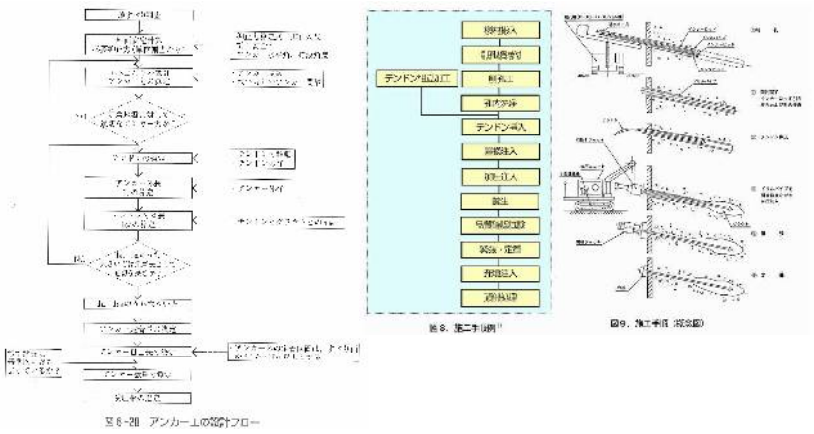
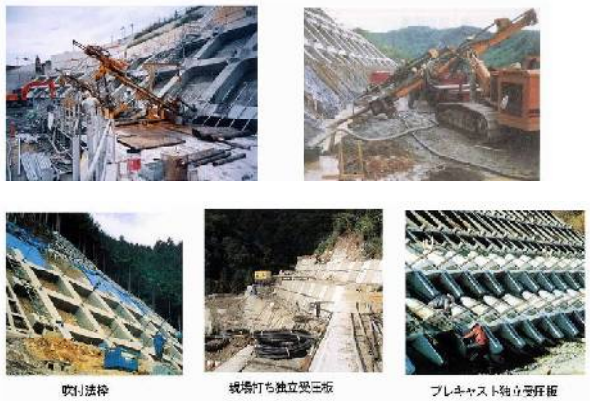


図8-28 アンカー工の設計フロー



- 対策工事施工後の地すべりの安定評価および施設の維持管理

✓対策工事が竣工したからといって、地すべりが安定化したと判断してはいけません。

✓施工後、地すべり防止効果を発揮しているのか確認するため、工事施工完了度一定期間は、移動量、地下水位等について観測し、これら結果をもとに地すべりの安定について総合的に評価するとともに、必要に応じ、施設の補修、施設の維持管理等に反映することが必要です。

✓対策工事施工後も地すべり滑動が認められる場合、追加の対策工事を検討する必要もあります。

✓対策施設の維持管理を定期的に行わないと、地すべりが再滑動、あるいは、新たなすべりが発生する危険性があります。そのため、対策工事施工後には、対策施設の維持管理が必要となります。

参考図書

（公社）日本地すべり学会東北支部の活動

1. 4月下旬にシンポジウムを開催し、最新の地すべり調査および斜面対策技術について学んでおります。
2. 秋に現地検討会を行い、対象となった地すべり地における諸問題について討議しております。
3. 災害発生時には災害調査団を結成し、災害調査を行っております。
   →8月9日の豪雨により、甚大な土石流災害が発生した秋田県仙北市田沢湖田沢供養佛地区で、砂防学会と合同の災害調査を実施。当学会より10名参加
4. 出前講習を行っております。斜面全般にわたって講師を派遣することが可能です。

問い合わせ先：
公益社団法人日本地すべり学会東北支部事務局
（株式会社テクノ長谷内）　担当：加藤・阿部
TEL：022-222-6457　FAX:022-222-3869
e-mail：a-kato[at]t-hase.co.jp
[at]は半角@マーク
（公社）日本地すべり学会東北支部ホーム
http://japan.landslide-soc.org/branch/tohoku/