

第2章 調 査

第1節 地すべり調査の流れ

地すべり調査は、予備調査・概査及び精査等の段階に区分し、必要に応じて実施する。

解 説

地すべり対策工事と調査の流れを図2-1に示す。

第2節 予 備 調 査

予備調査は、広域における地すべり地の予察を行い、あるいは対象とする地すべり地の概況を把握するために実施する。

解 説

予備調査は、ある地域に地すべりの徴候があらわれ、その対策を検討する場合や、構造物の建設、土地の改良工事等に伴って地すべりの発生が予想される場合に行われ、文献調査及び地形判読調査からなる。

2. 1 文献調査

文献調査は、問題となっている地域の地形・地質・気象・過去の地すべり履歴及び近傍の地すべりの発生などについて調査する。

解 説

地すべりは、特定の地形・地質の地域に多発しやすく、また、同様な地形・地質の地域では類似した形態の地すべりが発生しやすい。したがって、その地域の地形・地質に関する文献及び情報を事前に調査し、また、近傍の地すべりの発生記録及び、発生時の気象状況を調査することによって、その地域での地すべりの発生、運動の特性についての有用な情報を得ることができる。

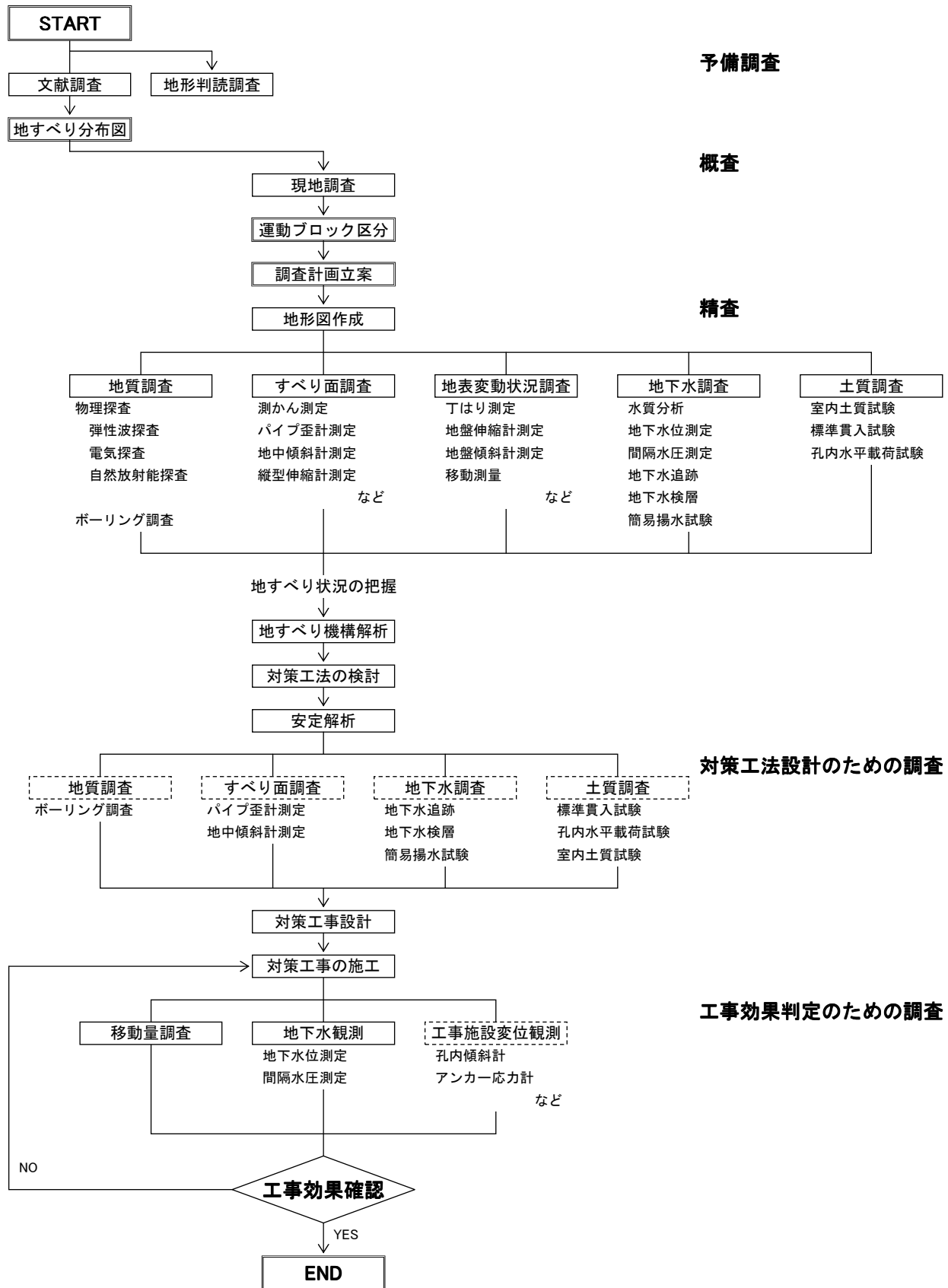


図 2-1 地すべり対策工事と調査の流れ

地形・地質等に関する資料としては以下のものがある。

- ① 地形図（国土地理院発行 1/50,000・1/25,000地形図・市町村図など）
- ② 空中写真（国土地理院または日本地図センターで入手可能）
- ③ 地質図（地質調査所発行 1/50,000地質図幅）
長野県内については、県境付近・松本・和田図幅を除いて、ほとんどの図幅が刊行済みである。ただし、入手しにくいものも多い。
- ④ 土地分類基本図（国土庁発行）
- ⑤ その他、土質・地質調査報告書

過去の災害履歴に関する資料としては以下のものがある。

- ① 地すべり防止区域指定資料
- ② 既存の工事誌・災害調査報告書・土質（地質）調査報告書
- ③ 関連する学会誌
- ④ 集落分布・土地利用状況に関する資料
- ⑤ 家屋や田畑の手入れや状況・田畑等の地割り制度や慣行に関する資料
- ⑥ 地元からの情報（住民・耕作者・古老）
- ⑦ 地すべり斜面カルテ・地すべり危険箇所調査
など

気象に関する資料としては以下のものがある。

- ① 気象台観測記録（日本気象協会長野センター発行の長野気象速報と長野気象台発行の長野県農業気象旬報が公表されている）
- ② 他省庁・市町村役場・電力会社・スキー場等の観測記録
など

その他、学識経験者等の意見も参考になる。

2. 2 地形判読調査

地形判読調査では、空中写真及び地形図等を用いて、地すべり地形や地質構造上の特性について調査する。

解 説

空中写真等を用いて、地すべり地形や地質構造上の特性及び弱線等を調査する方法は、広域での地すべり地の分布を把握する上で非常に有用な方法である。

第3節 概 査

概査は、主として現地調査によって行い、その成果に基づき必要に応じて精査の計画、及び応急対策の計画を行う。

3. 1 現地調査

現地踏査では現地の状況に基づき、地すべりの発生機構及び運動機構の予察を行う。

解 説

現地調査は、文献調査及び地形判断調査の結果を確認することと、調査計画や応急対策計画立案のために行うものであり、現地を踏査して地すべりの発生機構及び運動機構等の予察を行う。

現地調査の調査項目・内容は「4.2 地表踏査」とほぼ同じであるが、十分な地形図がない場合や、時間的制約がある場合が多いため、地表踏査の内容を予察的に調査するものである。その中で調査計画立案・応急対策立案に関する点は、見落としてはならない。

3. 2 運動ブロックの区分

運動ブロックの区分は、現地踏査の結果に基づいて行う。

解 説

運動ブロックの区分は、地すべり地域をいくつかの地すべり運動ブロックに分割する。分割されたブロックは、地すべり調査及び対策を実施する1つの単位となるものであることから、運動上の特徴はもちろんのこと地質・地形・被害等を考慮して決定する。分割する方法は微地形と運動状況によるものとし、1つの頭部を含む斜面や引張亀裂に囲まれた斜面を1つの単位とする。

3. 3 調査計画の立案

調査計画の立案においては、文献調査、地形判読調査及び現地踏査の結果に基づいて推定した地すべり機構を確認するために、必要で十分な調査項目・数量を計画するものとする。

解 説

調査計画を立案するためには、運動ブロックを区分し、調査測線を設定する。また、的確な調査計画の立案のためには、以下の項目について推定しておくことが必要である。

① 地形・地質等に基づく、地すべりの型の推定

地すべり地は、地形・地質などの特徴により、岩盤地すべり、風化岩地すべり、崩積土地すべり及び粘質土地すべりに分類される。

② 地すべり範囲の推定

③ 地すべり土塊の厚さの推定

④ 地すべり運動ブロックの区分とそれぞれのブロックにおける運動形態の推定

⑤ 地すべり（運動ブロック）の運動方向の推定

⑥ 地下水分布の推定

⑦ 地質構造上の弱線帯の推定

⑧ 地すべり土塊の到達範囲の推定と拡大範囲の予想

3. 4 調査測線の設定

調査測線は、現地調査の結果に基づいて設定するものとする。

解 説

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、地表変動及びすべり面等が具体的に確認でき、対策の基本計画は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ものとする。副測線は、特に地質構造及び地下水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ものとする。

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けるものとするが、斜面上部と下部の運動方向が異なる場合は、折線または曲線になってもよい。地すべり面の横断形状が左右非対象であることが予想される場合は、地すべり面が深いと推定される位置に主測線を設定するものとする。地すべりブロックが2つ以上の場合は主測線も2つ以上とする。

また、地すべりブロックの幅が100m以上の広域にわたる場合は、主測線の両側に50m程度の間隔で副測線群を設ける場合が多い。

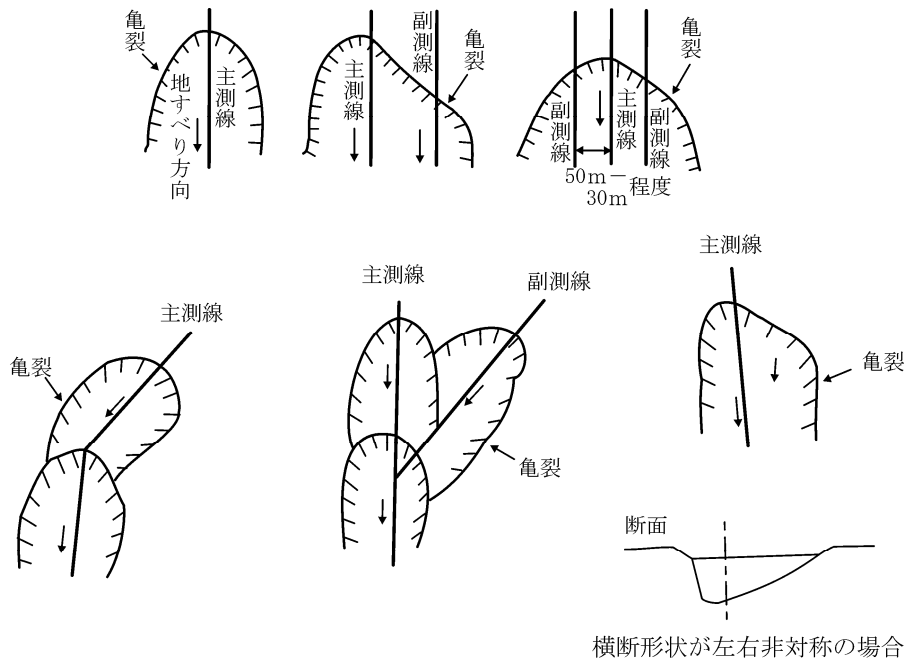


図 2-2 調査測線の配置例

第 4 節 精 査

精査は、予備調査及び概査より推定された地すべりの発生・運動機構を確認し、より精度の高い機構解析を行うために実施する。

解 説

精査は、地すべりの機構を解明することを目的として実施するとともに、必要に応じて対策計画の決定及び、設計に関する資料を得ることを目的として実施される。

精査では、目的に応じて、地形図の作成、地表踏査、地質調査、すべり面調査、地表変動状況調査、地下水調査及び土質調査（これらを総じて地すべり機構調査と呼ぶ）が行われる。

4. 1 地形図の作成

地形図は、概査の結果に基づいて、地すべり地及び周辺地域の必要範囲について作成する。

解 説

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。地形図は調査及び対策のために必要な事物を記入し、地形的にも地すべり運動ブロックの分割ができるような精度と範囲で

作成するものとする。

地形図の縮尺は、原則として、地すべりの長さが200m以下の場合は1/500程度、200m以上の場合は、地すべり全体を示すものが1/1,000～1/2,500程度、部分を示すものが1/500程度とする。特に面積の大きい場合は、1/2,500よりより小縮尺で全域を作成し、対象となる地すべりブロック及び、その周縁部については1/500～1/1,000程度の縮尺で作成する。

図示すべき項目は、民家、道路、各種構造物、河川（溪流を含む）、池沼、湿地、湧水・井戸、亀裂、滑落崖、植生（喬木、かん木等）、水田、畑などである。

なお、周辺部の古い地すべり地も含めた広範囲にわたる地形図を別に作成しておくといよい。

4. 2 地表踏査

地表踏査は対象とする地すべりとその周辺の地形・地質等、地すべりに関する全ての情報を現地で収集する。

解 説

地すべりに関する情報としては以下のようなものがある。

① 地 形

滑落崖、亀裂、陥没帯、押し出し、地盤の隆起・沈降・傾斜及びそれらが開析された地形。

② 地 質

地すべり移動層の地質と構造、基盤の地質と構造、貫入岩、風化帯、断層、変質帯など。

③ 地下水

湧水・井戸、池沼、湿地、流水などの位置と水質（水温・導電率・pHなど）、水量の測定が可能な場合は水量、農業用水等の利用状況など。

④ 植生及び土地利用

樹林の種類と樹齢、根まがり・傾斜及び土地利用状況など。

⑤ 構造物の有無と変状

道路及び附帯施設における変状の有無とその特徴、住宅における変状の有無とその特徴、地すべり及び砂防対策施設における変状の有無とその特徴と施設の機能など。

踏査の結果には図2-3に示すような記号を使用するとわかりやすい。現地踏査の際に行うべきことは次のとおりである。

1) 地すべり範囲の推定

地すべり地内に発生している各種の徴候から地すべりの活動範囲を的確に把握する。対岸の高所等からの遠望によって地すべり地及び周辺の地形を観察することも有効である。

地すべり発生初期には、変動地形が局所的にしか現れないことが多いため、周辺でこれまでに発生した地すべりの記録を参考にするとよい。将来、活動する恐れのある地域及び被害のおよぶ範囲を推定することも重要である。

事項	記号	備考	事項	記号	備考
滑落崖		適宜落差記入する。	不動地		
開いた亀裂		適宜亀裂幅を記入する。	ため池		
閉じた亀裂			沼沢・湿地		
亀裂の移動方向	沈下		湧水		
	水平		運動ブロック境界		
	斜め		地すべり防止区域の指定境界		
	上昇		土砂堆積域		
隆起部			ガリー		
沈降部			遷急線		
舌端			地層の走行傾斜		
土塊の移動方向			節理の走行傾斜		
傾斜した樹木			井戸	井	

図 2-3 地形調査に用いる記号の例 (加筆)

2) 地質 (地質性状と地質構造)

地すべり土塊を構成している物質の種類、粒度、礫等の岩質・形状や色調を調べることによってその地すべりの活動履歴、今後の運動タイプ及び安定度等を推定できる。また、基岩の岩質、地すべり土塊及びすべり面の構成物質等も推定できる。

加えて、周辺にみられる基盤露頭の性状を調べることによって、その地域における基盤の一般的な層序、層位、走向及び傾斜を推定して、その地すべりの性格を推定することもできる。さらに、周辺部の地盤に断層及び破碎帯等が発見された場合は、その分布を追跡してその地すべり地に関係しているか否かについて検討することも必要である。

3) 地形調査

地形調査では、主に地すべりにより発生した微地形を記載し、その地すべりの活動度、すべり面形状を推定する。

4) 地下水の分布の把握

地すべり地内外の池沼、湿地及び湧水点について位置及び量を調査することにより、地下水の量と分布特性を推定することができる場合がある。また、簡単な水質（水温・導電率・pH等）を測定することにより、その水が浅い地下水に起因するものか、あるいは深い地下水に起因するかを判断する資料を得ることができる場合がある。

5) 連動形態・運動方向の推定

主として微地形、主滑落崖、側面亀裂、放射状亀裂（縦亀裂）や道路、家屋及び石垣等の変状など、各種の徴候を調査して、地すべりの連動形態や方向を推定する。

6) 地すべり発生時期・場所の特定と発生原因の推定

地元住民などから情報収集を行い、地すべりの発生時間と場所を特定し、その時の状況を把握することにより、地すべり発生の原因を推定できる。

地すべりは以下のような原因で発生する機会が多いが、単一の原因でなく複数の原因が組み合わさっていることも多いので、十分な検討が必要である。

- ① 地すべり末端部の河川等による浸食
- ② 長期間の降水または融雪
- ③ 台風等の豪雨
- ④ 切土、盛土などの人為的地形改変
- ⑤ 地表水、地下水処理の不完全
- ⑥ ダム・貯水池の湛水
 - ・最初の湛水時
 - ・水位の急激な降下
- ⑦ 地震

7) 今後の運動予測

今後の運動について踏査のみで予測することはかなり困難であるが、一般的には幼・青年期の地塊状地すべりで、ほぼ一様なすべり面勾配を持つ斜面では滑落の可能性が大きい。末端が河床より高い位置にある場合、崩壊の危険性はより大きい。また、河床が隆起するような舟底状地すべりでは末端部の崩壊の可能性があり、円弧状すべり面の場合は特に末端部での二次的な崩れを発生しやすく、これによって運動が急激に活性化する事例は非常に多い。

8) 活性化に伴う被害区域と被害状況の予測

前項までの調査において、活発化する可能性が大きい場合は、その被害区域を想定し、これに対する必要な措置（避難・警戒体制の確立等）を講ずる必要がある。被害区域については、地すべりの拡大を考慮して、付近の地すべり地形をよく踏査して検討する。特に地すべりの上部斜面への拡大に注意する。一般に末端部に隆起を伴う場合、その隆起区域は拡大する可能性は少ないが、舟底型地すべりや椅子型地すべりの場合にその末端部に生ずる二次的地すべりは、降雨等によって活動が活発化する可能性が非常に大きいので、その被害区域での防災体制は万全を期する必要がある。

9) 応急対策についての検討

踏査の結果、地すべりの発生ならびに運動機構がほぼ推定され、その活発化が予測される場合には、これに対する応急対策を考慮し計画する。

4. 3 地すべり機構調査

精査では地すべりの発生・活動を把握するため、地質調査、すべり面調査、地表変動状況調査、地下水調査、土質試験など、必要な調査を行う。

解 説

精査段階で行う調査には種々のものがあるが、調査項目の選定にあたっては表2-1を参考にし、適切なものを選定する必要がある。その場合、地表踏査結果による運動形態の推定が参考になる。

各調査の中で、ボーリング調査・すべり面調査・地下水調査は必須の調査である。

地表変動状況調査・すべり面調査は気象条件と地すべり活動との関係を求めるための重要な調査であるため、長期間にわたる連続観測が必要となる。近年は自動観測の計器が開発されているため、それらを有効に利用し、融雪期などの重要な期間が欠測とならないよう心がける。

表 2-1 地すべり調査の項目とその特徴

調査項目		目的・適用等	
地質調査	ボーリング調査	地盤試料の採取、ポイントデータに限られる。	
	物理探査	弾性波探査	弾性波速度による地層区分、二次元連続断面の作成が可能。
		電気探査	比抵抗値による地層区分、二次元連続断面の作成が可能。
		自然放射能探査	断層・亀裂帯の調査に用いる。
		地温探査	地下水流動位置の平面的な確認。
	その他の方法	調査杭掘削	移動層・すべり面を直接観察できる。
孔内検層		地層の種々の物理量が測定できる。	
すべり面調査	地質調査による方法	掘削中の状況・ボーリングコア観測による。計器による方法との対比が必要。	
	測かんによる方法	ボーリング孔内に測かんを吊しておき引き上げる際に測かんが止まることによりすべり面位置を確認する簡易な調査法。	
	計器による方法	パイプ歪計	塩化ビニールパイプの曲率変化を測定。小移動量に対応。
		孔内傾斜計	保孔管の傾斜変化を測定。小移動量に対応。
		縦型伸縮計	地すべり面の変位量をワイヤー伸び量で直接測定。大移動量に対応。
その他の方法	クリープウェル	ライナープレートによる井戸掘削で、すべり面確認後すべり面付近のプレートの留め金はずしてプレートの変位を測定。	
地表変動状況調査	丁張りによる方法	簡易な調査法。誤差も大きい。	
	計器による方法	地盤伸縮計	亀裂や段差を挟む区間にインバー線を張り伸縮量を測定する。崩壊時期の予測にも利用が可能。
		地盤傾斜計	微少な傾斜変動を測定する。移動量の測定は不可能。地すべり範囲の判定に利用することができる。
	移動測量による方法	地上測量	地表の移動量・(方向)を直接測定できる。
		G P S 測量	地表の移動量・方向を直接測定できる。誤差が大きい。大移動の場合や長期観測に適する。
地下水調査	水質分析	現場で行うものと、採水して室内で行うものがある。地下水の系統を区分するのに有効。	
	地下水位測定	地すべりの原因を検討するための重要な項目。でき得る限り連続測定とする。複数の水位があることに注意する。	
	間隙水圧測定	地すべりの原因を検討するための最も重要な項目。でき得る限り連続測定とする。	
	地下水追跡	地下水の流下方向を測定する。	
	地下水検層	ボーリング孔で地下水の流動している部分を判定する。でき得る限り多くの孔で実施する。	
	簡易揚水試験	ボーリング孔における地下水量を判断する。でき得る限り多くの孔で実施する。	
土質試験	室内土質試験	地盤やすべり面を構成する物質の特徴や強度を把握する。	
	標準貫入試験	現位置における地盤の強度を把握する目安となる。	
	簡易貫入試験	表層地盤の強度測定法。礫が多いと実施できない。	
	孔内水平載荷試験	地盤の横方向反力係数の測定。	