

4. 安全性の把握を効果的に進めていくための方策 「早期に第二次スクリーニングを実施すべき盛土の考え方」の解説

【現行のガイドライン】

第二次スクリーニング計画の作成では、第一次スクリーニングで抽出した全ての大規模盛土造成地を対象に、現地踏査を実施する。現地踏査では、「盛土および擁壁の形状と構造」「宅地地盤・擁壁・のり面の変状の有無」「地下水の有無」「盛土下の不安定な土層の有無」などの指標に着目し、その結果を整理する。さらに、基礎資料整理で整理した「造成年代」「変動確率」などの指標を組み合わせ、図1に示す現行ガイドラインの優先度評価フローに従い、第二次スクリーニングの相対的な優先度を評価する。

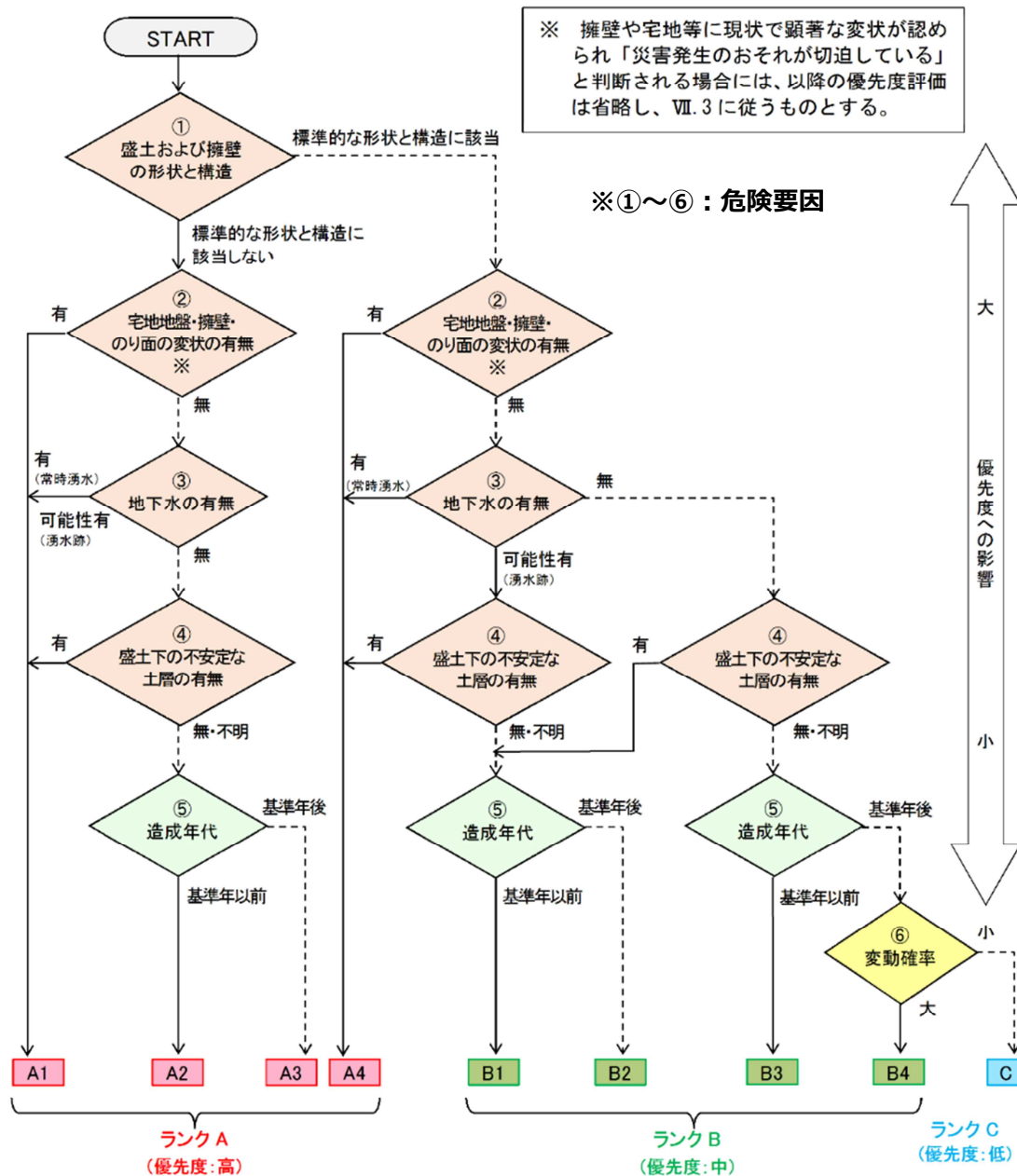


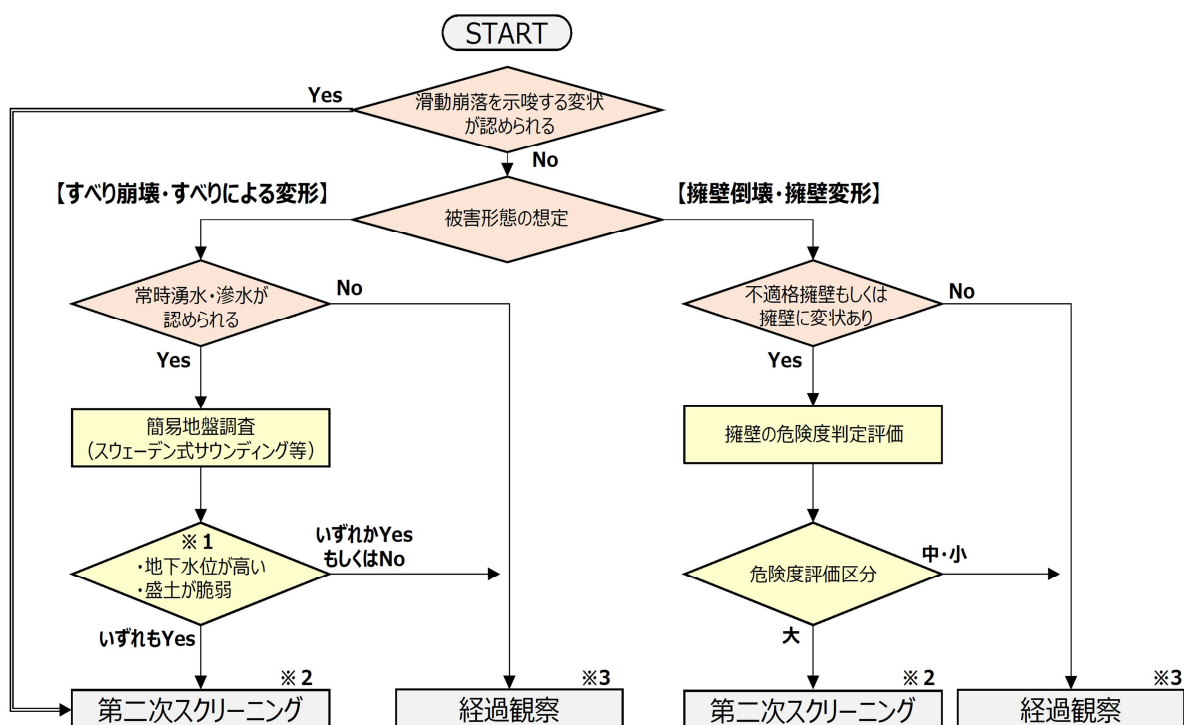
図1 大規模盛土造成地の滑動崩落対策推進ガイドラインの優先度評価フロー

なお、ランク A の A1 が最も優先度が高いグループというわけではない点に留意する必要がある。A4 グループに分類された盛土造成地においても、「地盤変状あり」かつ「地下水あり」かつ「盛

土下に不安定な土層あり」など、危険要因が複合的に存在する場合は、第二次スクリーニングの優先度は高いと判断される。また、A2及びA3グループにおいても、壁高が高く、構造的に不備な増し積み擁壁が連続的に存在する場合などは、第二次スクリーニングを早期に実施すべき対象箇所なのかどうかを検討することが望ましい。

【新たな考え方】

第二次スクリーニングではボーリングなどの地盤調査と安定計算を実施し、大規模盛土造成地の安全性を把握するが、盛土が多い場合などは長い期間と多大な費用を要する。このため、安全性の把握を効果的に進めることを目的に、早期に第二次スクリーニングを実施すべき優先度の高い盛土を選定し、それ以外は、当面の間、宅地地盤の変状の経過観察を行い異常が認められた場合は、改めて第二次スクリーニング実施の必要性等を検討することとした。この選定フローを図2、考え方を下記(1)～(3)に示す。



■ : 現地踏査結果に基づき判断

■ : 簡易地盤調査・危険度判定評価結果に基づき判断

※1 ・地下水位が高い：地下水高が盛土厚の1/2以上を目安とする。
・盛土が脆弱：砂質土N<10、粘性土N<5を目安とする。

※2 盛土は排水施設の機能低下等により経時的に安定性が低下することがあるため、第二次スクリーニングの結果、滑动崩落のおそれ小さいと判断された場合も経過観察を継続することが望ましい。

※3 ・経過観察の結果、異常が認められた場合は、改めて第二次スクリーニングの実施を検討する。

・経過観察の着目点としては、変状の進行（クラック幅の拡大等）、新たな湧水や変状の発見、他事業における変状の補修実績などが挙げられる。

図2 早期に第二次スクリーニングを実施すべき優先度の高い盛土を選定するフロー

(1) 滑动崩落を示唆する変状が認められる大規模盛土造成地

宅地地盤、擁壁、盛土のり面において、以下に示す変状が認められた場合は、速やかに第二次スクリーニングを実施する。

① 宅地地盤

面的に連続した、クラック、陥没、沈下、隆起など、宅地地盤において、滑動ブロックの移動を示唆する変状が認められる。

② 擁壁

擁壁の連続したクラック・傾倒、面的な目地ズレ・ハラミなど、擁壁全体の移動を示唆する変状が認められる。特に水平クラックや連続した傾倒などは、滑動崩落を示唆する動きとして注意を要する。

③ 盛土のり面

のり面の連続したクラック、面的なハラミ・凹凸など、滑動ブロックの移動を示唆する変状が認められる。特に法肩部の亀裂や沈下、法尻部の押出し・隆起などは、滑動崩落を示唆する動きとして注意を要する。

(2) 滑動崩落を示唆する変状が認められない大規模盛土造成地

検討対象とする大規模盛土造成地の被害形態が「すべり崩壊・すべりによる変形」と想定される場合、及び被害形態が「擁壁倒壊・擁壁変形」と想定される場合の2つに分けて、簡易地盤調査を実施し、その結果をもとに早期に第二次スクリーニングを実施するもの、及び当面は経過観察を行うものに選別する。

① 想定被害形態：「すべり崩壊・すべりによる変形」

すべりの主要因である地下水及び盛土の脆弱部に着目して、スウェーデン式サウンディング試験、オートマチックラムサウンディング及び地下水確認等の簡易地盤調査を実施し、「地下水位が高くかつ盛土が脆弱」な箇所は、早期に第二次スクリーニングを実施する。地下水位は、常時飽和状態にある地下水位だけでなく、盛土表層などで地下水が保水されている部分（飽和度が高い部分）も考慮する。

「地下水位が高くかつ盛土が脆弱」と判定する目安としては、地下水高が盛土厚の1/2以上であり、かつ盛土が砂質土の場合はN値10未満、粘性土の場合はN値5未満を目安とする（[参考1](#)参照）。なお、この場合のN値は簡易調査結果からの換算N値であり、盛土の土質区分（砂質土か粘性土かの区分）が難しい場合は、N値10未満を目安とする。

② 想定被害形態：「擁壁倒壊・擁壁変形」

擁壁の危険度判定評価を実施し、「危険度が大」と判定される箇所は、早期に第二次スクリーニングを実施する。擁壁の危険度判定評価は、国土交通省の「宅地擁壁老朽化判定マニュアル（案）」などを参考にして、危険度の大・中・小を評価する。

(3) 経過観察を実施する大規模盛土造成地

上記の(2)に示す簡易調査の結果、「地下水位が高くかつ盛土が脆弱」または「擁壁の危険度が大」と判定されない大規模盛土造成地は、当面の間、経過観察対象とする。経過観察の着目点としては、変状の進行（クラック幅の拡大等）、新たな湧水や変状の発見、他事業における変状の補修実績などが挙げられる。

経過観察の結果、異常が認められた場合は、改めて第二次スクリーニングの実施を検討する。また、第二次スクリーニングの結果、滑動崩落のおそれが小さいと判断された場合においても、盛土は排水施設の機能低下等により経時的に安定性が低下することがあるため、経過観察を継続することが望ましい。

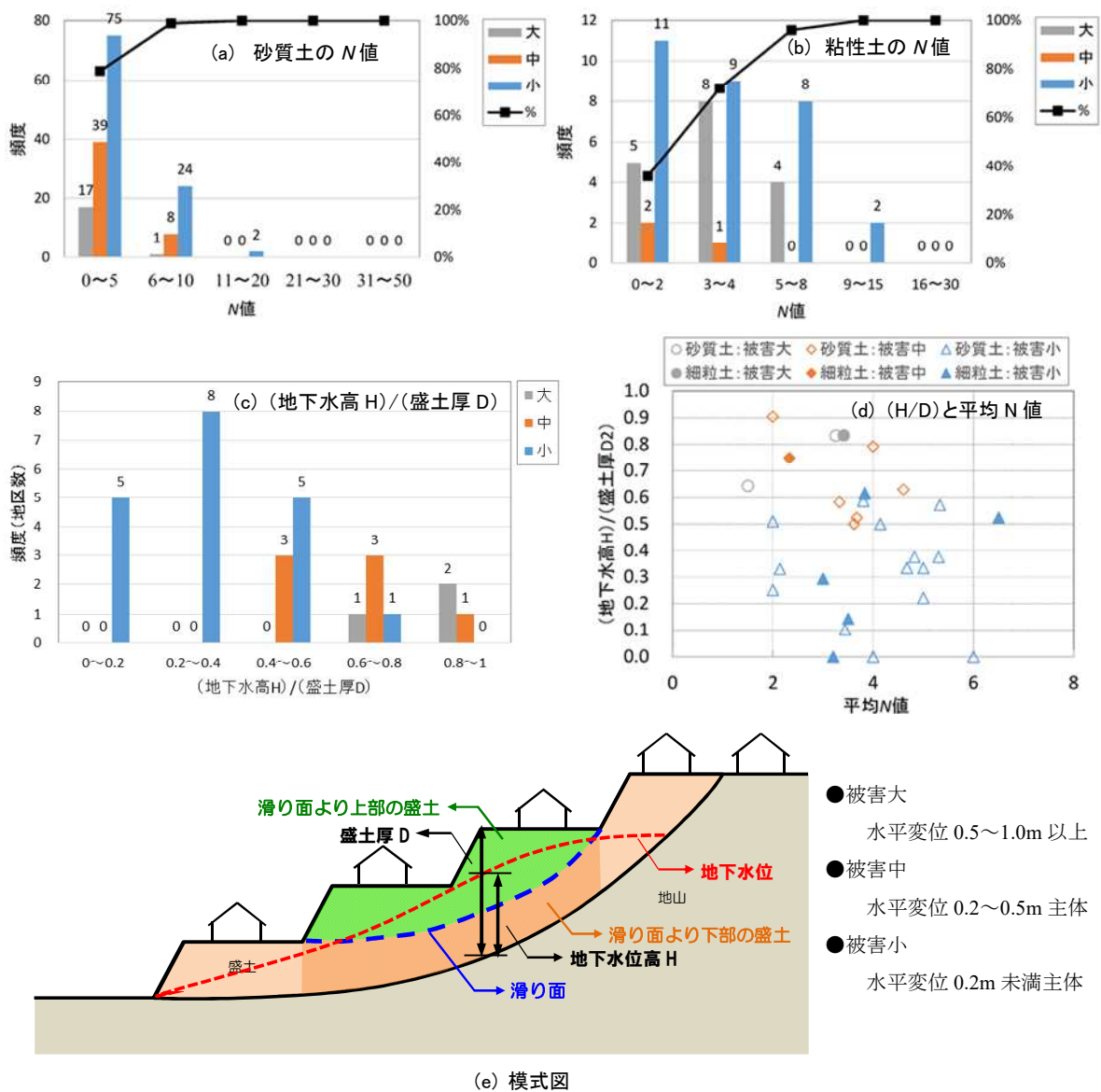
なお、大規模盛土造成地の経過観察については、民間の専門家（地盤品質判定士会、全国宅地擁壁技術協会等）と連携した取り組み方法なども考えられる。対象となる地域住民を交えて、民間の専門家と一緒に防災安全パトロールを行い、民間の専門家より、宅地盛土

の点検・監視のポイントなどを助言してもらい、住民の宅地防災に対する意識・理解の向上を推進するとともに、地域住民が自主的に監視・点検を実施できるように支援する。

参考 1：被災盛土造成地における被害発生要因の調査結果

東北地方太平洋沖地震で被災した盛土造成地において実施した、被害発生要因の調査結果を示す。宮城県仙台市で造成宅地滑動崩落緊急対策事業を実施した宅地 160 地区のうち、30 地区を抽出し、盛土のN値と地下水位について調査した。各調査結果を図参 1-1 に示す。

調査結果より、盛土の変動部分（滑り面より上部の盛土）のN値は、砂質土で概ね $N < 10$ 、細粒土で $N < 5$ に多く分布している。地下水位については、地下水高H（盛土底面から地下水位までの高さ）と盛土厚さDとの比 H/D が 0.5 以上に被害大・中が集中している。また、盛土層の変動部における平均N値と H/D の関係を見ると、被害の大きさは、平均N値が同程度であれば、地下水位高さの影響を強く受けていることが分かる。



図参 1-1 被災盛土造成地における盛土内の N 値と地下水位高*

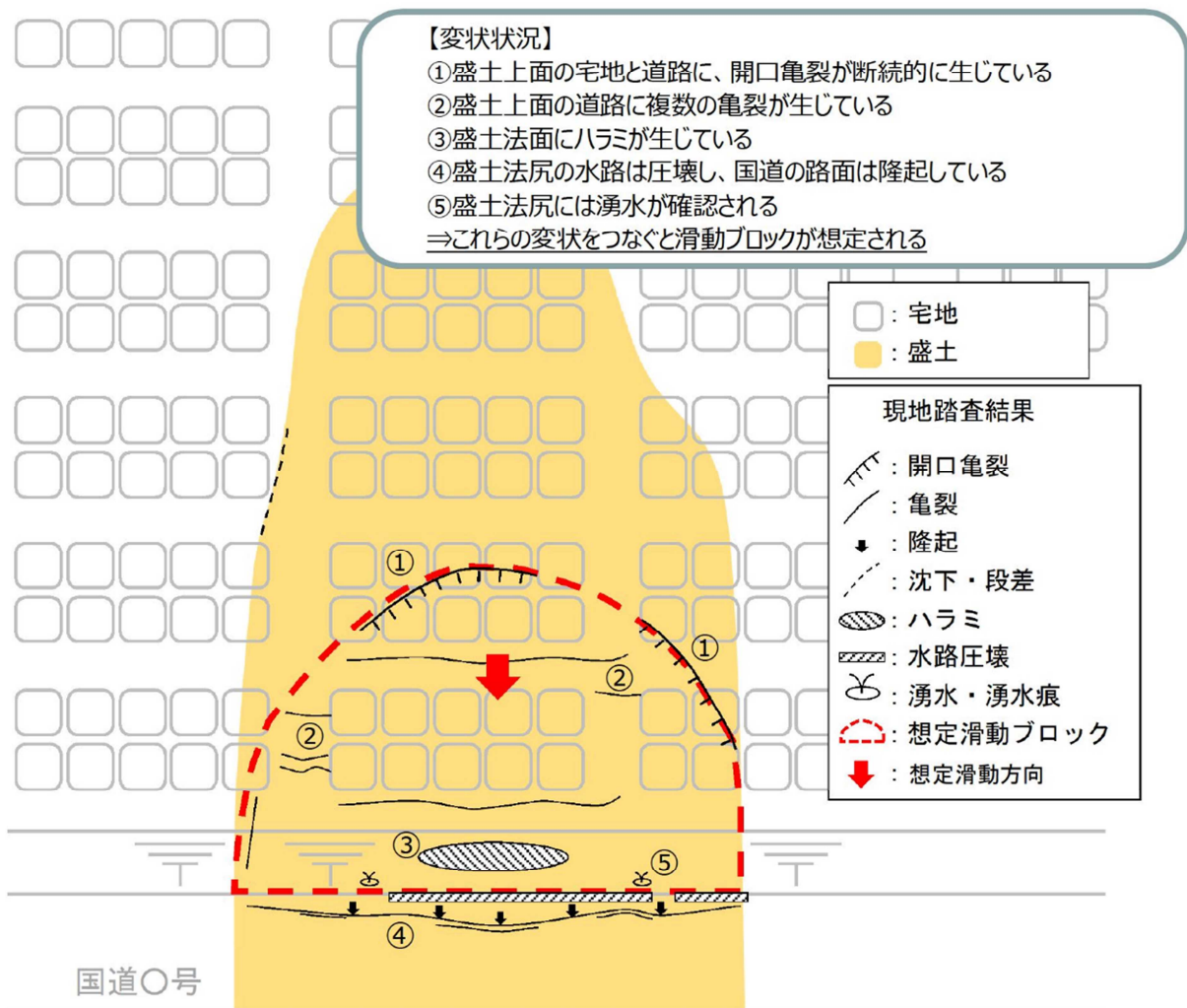
* 門田浩一、金子俊一朗、東郷智：盛土造成地における地すべり的変形被害の発生要因及び被害予測指標の考察、第 55 回地盤工学研究発表会（投稿中）、2020. 7

参考2：滑動崩落を示唆する変状

滑動崩落を示唆する変状とは、一定の連続性を有し、点在する変状をつなぐと滑動ブロックが想定される変状をいい、局所的・部分的な変状は滑動崩落を示唆する変状とはみなさない。

図参 2-1 に滑動崩落を示唆する変状のイメージを、表参 2-1 に滑動崩落を示唆する変状の目安を示す。滑動崩落を示唆する変状とは、一定の連続性を有するクラック、陥没、沈下、隆起、傾倒、目地ズレ・ハラミ等の変状をつなぐと滑動ブロックが想定される変状をいい、局所的・部分的な変状は滑動崩落を示唆する変状とはみなさない。特にアスファルト劣化による路面の変状や、地下埋設物周辺の変状、擁壁隅角部のみの変状、のり面の部分的なハラミや不陸などは、滑動崩落と異なる要因で発生した変状の可能性があり、変状有と判定しない。

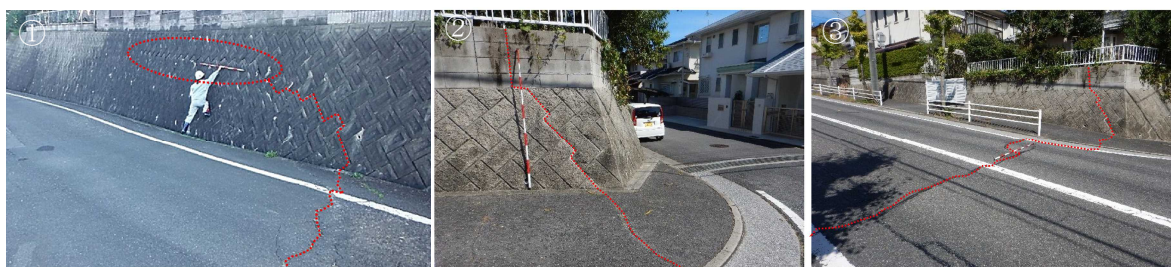
図参 2-2～図参 2-4 に滑動崩落が想定される変状の事例を示す。



図参 2-1 滑動崩落を示唆する変状のイメージ

表参 2-1 滑動崩落を示唆する変状の目安

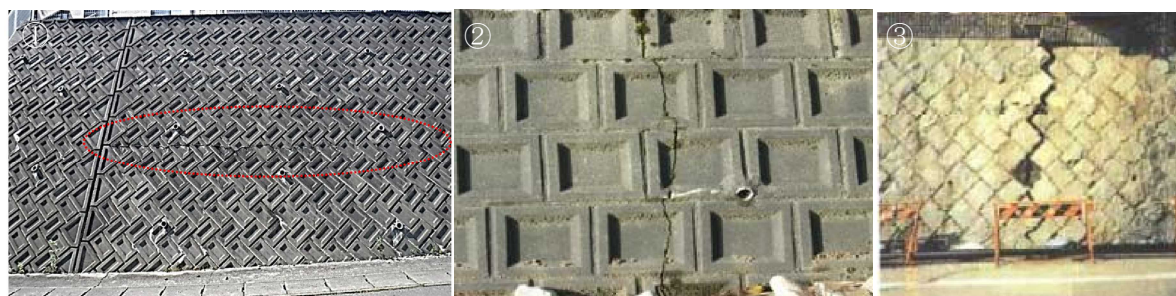
| 種別 | 滑動崩落を示唆する変状か否かの判断 |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 宅地地盤 | <ul style="list-style-type: none"> ・面的に連続した、クラック、陥没、沈下、隆起など ・滑動ブロックの移動を示唆する変状か否かを確認する ・滑動ブロック頭部の亀裂や沈下、末端部の隆起などは滑動崩落の動きとして特に注意を要する ・部分的なクラック、陥没、沈下、隆起等は変状有と判定しない ・アスファルトの劣化による変状や地下埋設物周辺の変状は変状有と判定しない |
| 擁壁 | <ul style="list-style-type: none"> ・擁壁の連続したクラック・傾倒、面的な目地ズレ・ハラミなど ・擁壁全体の移動を示唆する変状か否かを確認する ・水平クラックや連続した傾倒などは滑動崩落の動きとして特に注意を要する ・部分的な縦クラック、傾倒、目地ズレ、ハラミ等は変状有と判定しない ・隅角部のみの変状は変状有と判定しない |
| のり面 | <ul style="list-style-type: none"> ・のり面の連続したクラック、面的なハラミ・凹凸など ・滑動ブロックの移動を示唆する変状か否かを確認する ・法肩部の亀裂や沈下、法尻部の押し出し・隆起などは滑動崩落の動きとして特に注意を要する ・部分的なクラック、ハラミ・凹凸等は変状有と判定しない |



①擁壁から路面に至る連続したクラック

②③擁壁から路面に至る連続したクラック

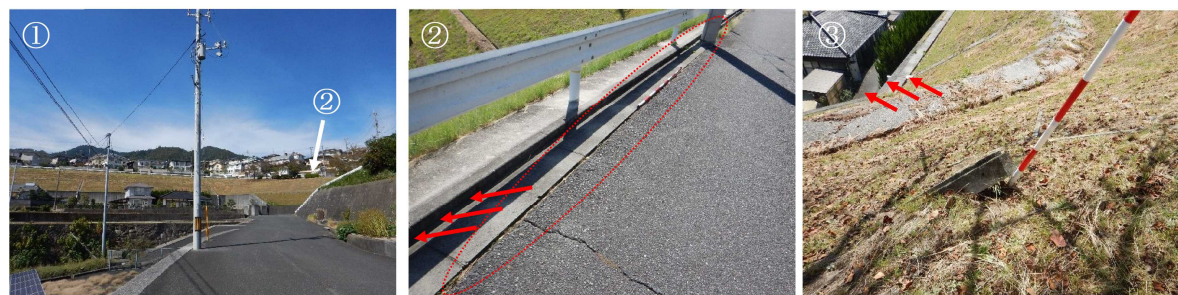
図参 2-2 宅地地盤における変状の事例



①水平クラック

②③縦クラック (出典; 被災宅地の調査・危険度判定マニュアル-参考資料-)

図参 2-3 擁壁における変状の事例



①のり面全景

②のり肩の亀裂・谷側に傾倒

③のり面中段のハラミ・小段の亀裂

図参 2-4 のり面における変状の事例

参考3：被害形態の想定

滑動崩落の被害形態は、「すべり崩壊・すべりによる変形」と「擁壁倒壊・擁壁変形」に大別される。早期に第二次スクリーニングを実施すべき優先度の高い盛土の選定指標は、被害形態によって異なるため、現地踏査結果からどちらの被害形態に該当するのかを想定する。

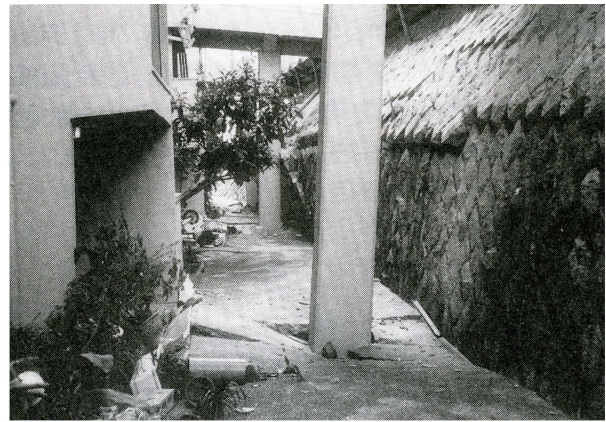
すべり崩壊と擁壁倒壊の例を図参3-1、地震時に想定される被害形態を表参3-1、滑動崩落の被害形態とその危険要因を表参3-2～表参3-3に示す。

「すべり崩壊・すべりによる変形」は、“盛土内の間隙水圧の上昇による流動的すべり崩壊”や“盛土と地山の境界などを不連続面とする地すべり変形”などがある。代表的な危険要因としては経年劣化や圧密沈下により排水施設の機能が低下し、盛土内の地下水位が上昇したことが挙げられる。一方、「擁壁倒壊・擁壁変形」は、“擁壁の不安定化による擁壁倒壊・背面土の崩壊”と“擁壁と背面土の変形”がある。代表的な危険要因としては、擁壁の構造が不適格（増積み擁壁・二段擁壁・空石積み擁壁、擁壁背面に法面を抱え実質的ながけ高が規定を超える擁壁等）、擁壁の傾斜・折損や進行性の亀裂やハラミなどが挙げられる。



【すべり崩壊の例】主に、排水施設の機能不足により「盛土内の間隙水圧上昇による流動的すべり崩壊」が発生した事例。（西宮市仁川百合野町）

出典；西宮市仁川で発生した地震時高速地すべり、佐々恭二，土と基礎 44-2（457）



【擁壁倒壊の例】練積み擁壁背面に法面などを抱え、実質的ながけ高が5mを超えていたことにより「擁壁倒壊」が発生した事例。（西宮市）

図参3-1 すべり崩壊と擁壁倒壊の例

表参3-1 地震時に想定される被害形態

| 被害形態 | 模式図 | 備考 |
|------|-----|--------------------------------------------|
| 崩壊 | | 盛土のり面の不安定化によるすべり崩壊、盛土内の間隙水圧上昇による流動的すべり崩壊など |
| | | 擁壁の不安定化による擁壁倒壊・背面土の崩壊など |
| 変形 | | 盛土と地山*の境界および盛土内部の脆弱面などを不連続面とする地すべり変形 |
| | | 擁壁と背面土の変形 |

すべり崩壊

擁壁倒壊

すべりによる変形

擁壁変形

※地山：自然地盤（このうち安定したものが基盤）

表参 3-2 滑動崩落の被害形態とその危険要因（崩壊）

| 滑動崩落（崩壊）の被害形態 | 被害要因 | 模式図 | 盛土の種類 | |
|---------------|-----------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------|
| すべり崩壊 崩壊 | 盛土内の間隙水圧の上昇による流動的すべり崩壊 地下水水位が高く、盛土が流動化しやすい | | 腹付け型 | |
| | | | 谷埋め型 | |
| | 不安定な地山を通るすべり崩壊もしくは流動的すべり崩壊 | 盛土の下に不安定な土層が堆積 | [軟弱な崖錐・崩積土] | 谷埋め型 腹付け型 |
| | | | [軟弱な沖積粘性土] | 谷埋め型 腹付け型 |
| | | | [緩い飽和沖積砂質土] | 谷埋め型 腹付け型 |
| | 盛土のり面の不安定化によるすべり崩壊 | 盛土のり面の表面付近が不安定 | | 谷埋め型 腹付け型 |
| 擁壁倒壊 | 擁壁の不安定化による擁壁倒壊・背面土の崩壊 擁壁が不安定 | | 谷埋め型 腹付け型 | |

すべり崩壊

擁壁倒壊

※地山：自然地盤（このうち安定したものが基盤）

表参 3-3 滑動崩落の被害形態とその危険要因（変形）

| 滑動崩落（変形） の被害形態 | 危険要因 | 地形要因・擁 壁の状態 | 模式図 | 盛土の 種類 |
|-------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------|--------------|
| すべりによる変形 | 盛土と地山の境界および盛土内部の脆弱面などを不連続面とする地すべりの変形（切盛り境界の不同沈下を含む） | 地下水位が高く、盛土が流動化しやすい 盛土が脆弱（盛土の締固め不足等） ひな壇部分が不安定 | 〔盛土全体の変形〕 <谷筋縦断> | 谷埋め型 |
| | | | 〔谷筋横断〕 <谷筋横断> | |
| | | | 〔ひな壇部分の変形〕 地山 | |
| | | | 〔盛土全体とひな壇部分の複合型変形〕 地山 | |
| 変形 | 地形的要因により崩壊には至らない変形（切盛り境界の不同沈下を含む） | 地下水位が高く、盛土が流動化しやすい 盛土の下に不安定な土層が堆積 | 地山の勾配が緩く、細長い谷を埋めた薄い盛土 地山 | 谷埋め型 |
| | | 盛土のり面の表面付近が不安定 盛土が脆弱（盛土の締固め不足等） | 谷の末端が閉塞している盛土 <平面図> | 谷埋め型 腹付け型 |
| 擁壁変形 | 擁壁と背面土の変形 | 背面土の締固め不足（特に、擁壁高が高い擁壁の背面土） | 現状では背面土を含めて安定している擁壁 盛土 | 谷埋め型 腹付け型 |

すべりによる変形

擁壁変形

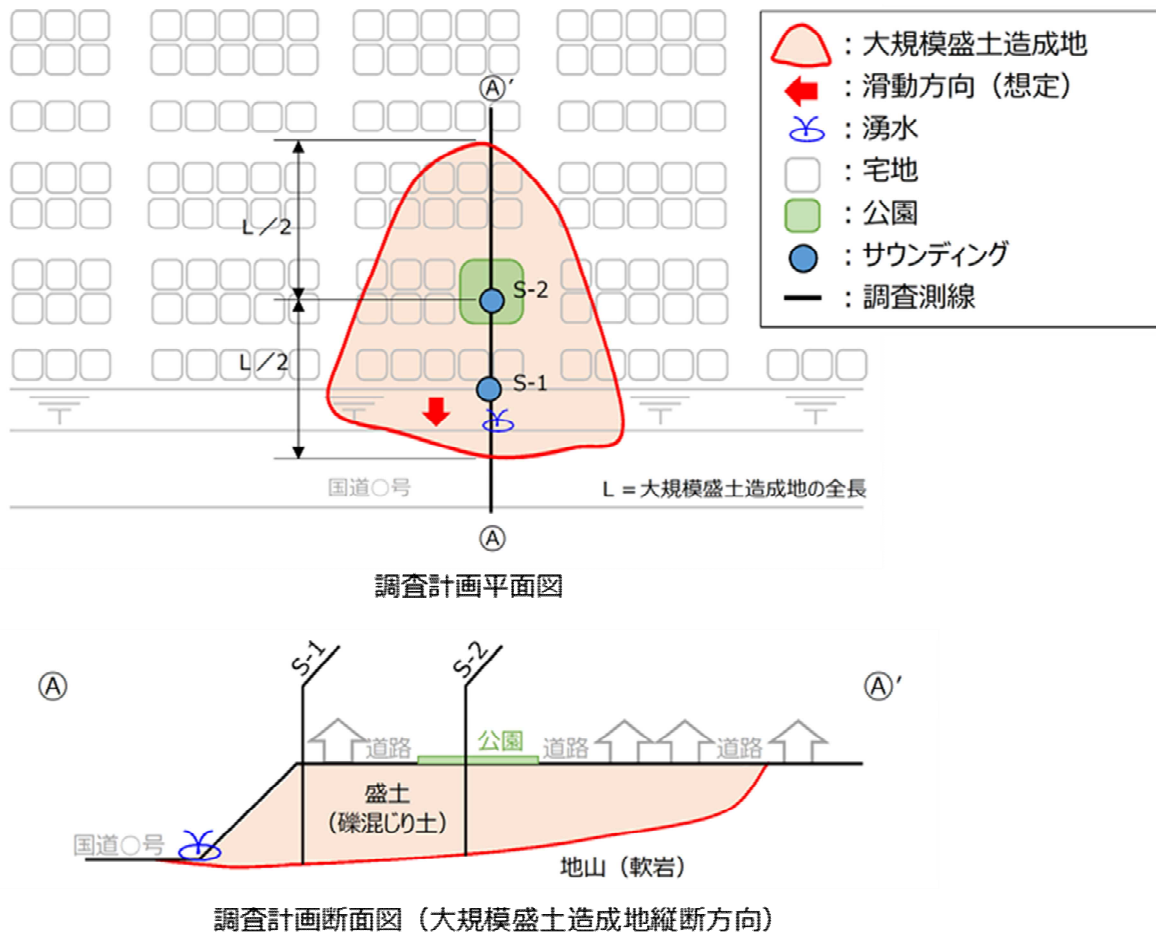
参考 4：簡易地盤調査

簡易地盤調査は、スウェーデン式サウンディング等を実施し、地下水位と盛土の脆弱性を確認する。簡易地盤調査は湧水や変状の認められる位置で実施することが望ましく、調査地が私有地となる場合は地権者等に十分な説明を行う。

地下水位の確認にあたっては、宙水も対象とし、盛土が粘性土で調査孔に地下水が溜まりにくく測定が困難な場合は、簡易なサンプラーを用いて試料を採取して含水比を求め、地下水位を想定することも考えられる。

盛土の脆弱性は、換算N値の平均値を基本とし、盛土が複数層で構成される場合は層毎に評価する。また、盛土下位に軟弱な粘性土や緩い砂質土が分布する場合は併せて確認する。

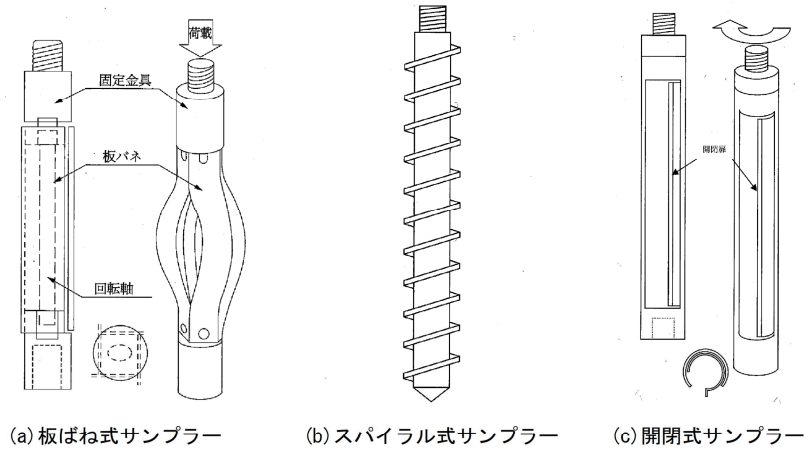
簡易地盤調査計画の例を図参 4-1、スウェーデン式サウンディングの簡易なサンプラーの例を図参 4-2 に示す。



<簡易地盤調査計画の考え方>

- 調査測線は、盛土厚が最大となる旧谷筋付近に、湧水の位置を考慮して設定する。
- 簡易地盤調査は、早期に第二次スクリーニングを実施することの必要性を判断することを目的とするため、その位置と数量は調査測線のり肩付近1箇所（上図 S-1）を標準とする。ただし、大規模盛土造成地の全長が 100m を超える場合は中間地点付近に 1 箇所追加する（上図 S-2）。
- 複数の旧谷筋からなる大規模盛土造成地は、旧谷筋毎に調査測線地点を計画する。

図参 4-1 簡易地盤調査計画の例



図参 6.4-④ 簡易なサンプラーの例
 地盤工学会：地盤調査の方法と解説，pp. 333-334，2013.

図参 4-2 簡易地盤調査計画の例