

2 調査結果総括編

1. 過年度業務と本年度の結果

本事業は大規模盛土造成地変動予測調査の一環として過年度業務に引き続き行われており、本業務の目的及び結果の概要は以下のとおりである。

【過年度業務】

- ① 平成 19~21 年度：第一次スクリーニング調査により、町内の盛土箇所を抽出。
- ② 令和 3 年度：抽出された町内 2 盛土における優先度評価及び第二次スクリーニング計画を策定。

【本年度（令和 5 年度）】

- ① 目的：抽出された大規模盛土造成地（No. 11）に対し、第二次スクリーニング調査による地盤調査及び安定解析を実施し、当該造成地の安全性を評価することを目的とした。
- ② 結果：対象盛土に対し、詳細地盤調査（ボーリング調査）の結果を反映させた地盤定数により、安定計算及び安全性評価を実施した。
以上の結果を受けて、現段階で防災対策工事及び造成宅地防災区域指定の必要性はない盛土であると評価された。

2. 第二次スクリーニング調査結果

対象盛土の平常時及び想定地震動 2 ケースの安定計算の安全率、現地での地下水位観測及び擁壁等の変状の観測結果等を総合し、地震時の滑動崩落に対する安定性をとりまとめた。

第二次スクリーニング調査による評価の見直しは表 2-1 のとおりである。

次項で理由を含めた考察を記載する。

表 2-1 対象盛土の優先度評価及び第二次スクリーニング調査の結果

盛土番号	優先度評価	想定被害形態	当面の造成宅地防災区域の必要性 (第二次スクリーニング調査の結果)
No. 11	A4	沈下・局所的なブロック倒壊	無し

2.1 地盤調査結果に対する考察

(1) 地盤調査により得られた想定地盤断面と土層の特徴

本調査によって得られた地層の特徴を図2-1に示す。

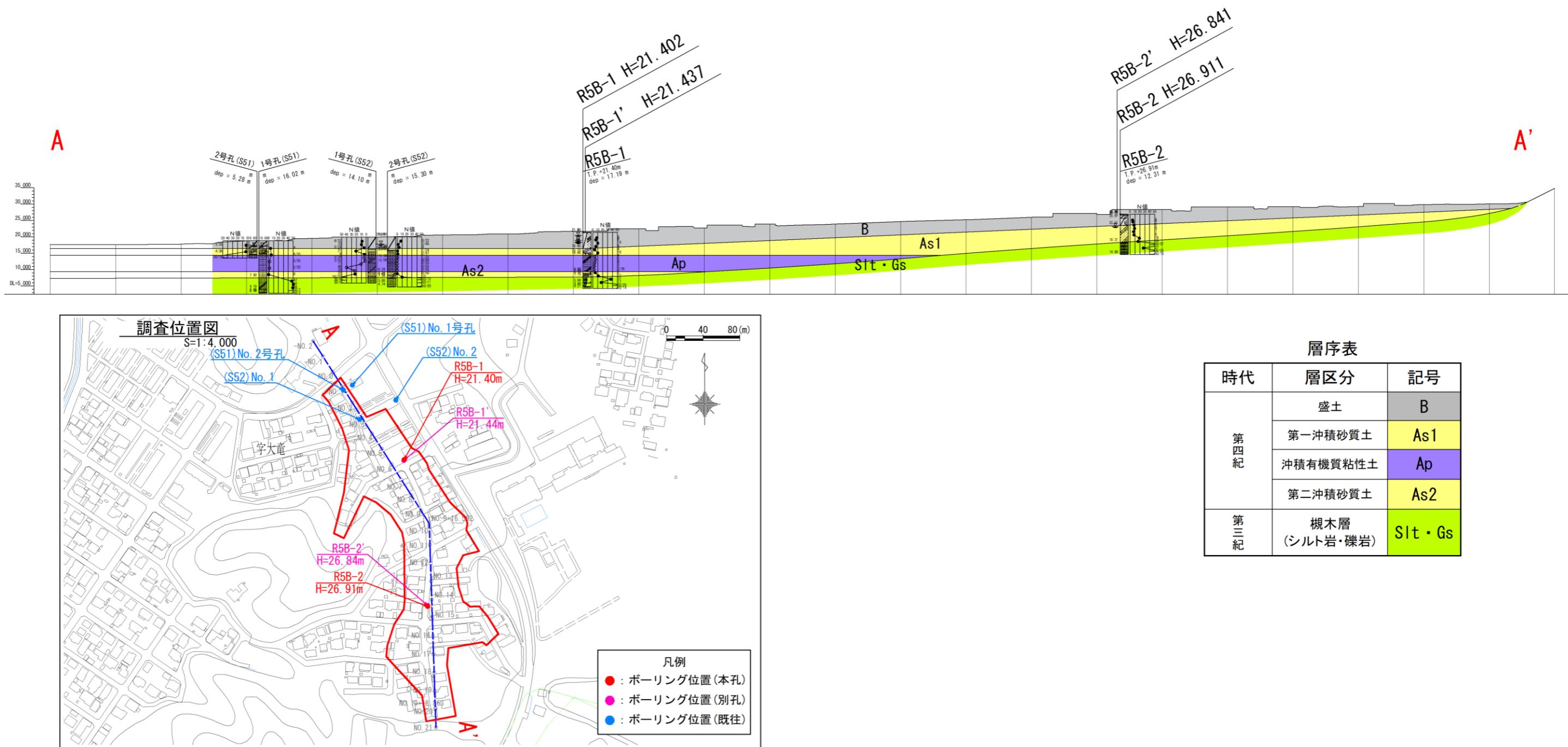


図 2-1 想定地盤構成及び断面図、調査位置図

（2）円弧すべり安定計算結果

計算条件、及び各条件における安定計算図及び計算書は【卷末資料4. 地盤解析・安定計算資料】に示す。

安定検討における二次元円弧すべり計算で得られた最小安全率一覧を以下に示す。

表 2-2 安定計算結果一覧

計算条件	所定安全率	安全率
① 二次元円弧すべり	大地震時	1.0
	中地震時	1.0
	常時	1.5
② 直線すべり 任意面(盛土一地山境界)	大地震時	1.0
	中地震時	1.0
	常時	1.5
③ 液状化時の円弧すべり	—	1.0
		3.39

※「中地震時における設計水平震度($kh=0.20$)：震度5程度、
大地震時における設計水平震度($kh=0.25$)：震度6～7程度」

出典：盛土等防災マニュアルの解説 [I] p112～

2.2 全体考察

現地状況における変状観察結果や災害履歴、地形等を考慮しても、盛土全体の滑動崩落を引き起こすような異常は見られない。ただし局所的な変形や出水等の状況は確認されており、今後も地下水位観測を含めた継続的な変状観察を実施し、盛土の状況を監視していくことを提案する。

・盛土層及び対象地地盤の評価

地盤調査及び安定計算による盛土の状況は以下のとおりである。

- ① 造成地は緩勾配で、末端部でほぼ水平に近い角度で下流側の地盤に安定的にすりついている。
- ② 対象地域の盛土厚さは3～5mである。また、盛土下に強度の小さい有機質シルト層や沖積砂層が分布する。この軟弱層は、盛土の中央部付近まで有機質粘性土が谷沿いに層厚5m程度でほぼ水平に分布している。
- ③ 盛土の末端部の低地部地表部で見られる町営住宅の変状（沈下）は、液状化というよりも圧密沈下による可能性が高い。また、道路上マンホールで見られた錆水の染み出しは土の吸出しや恒常的な地下水の影響とは考え難く、いずれも盛土全体の滑動崩落を示唆するものではない。
- ④ 地下水位（自記水位計）の継続観測では、降雨量と相関性のある水位変動がみられた。特に下流側で、豪雨時は地表付近まで水位が上昇するような結果である。ただしこの箇所よりも低い場所では他に湧水は確認されない。

また、過年度にマンホールから出水がみられた箇所は周辺が整備されており、今年度盛土内の強度を著しく低下させる湧水は確認されていない。

- ⑤ 安定計算結果では大地震時 ($kh=0.25$) の条件で安全率0.97とわずかに所定値を満足しなかったが、それ以外は所定値を満足する結果が得られている。

これらの内容から、安定計算や経過観察に関する評価は以下のとおりである。

盛土全体の滑動崩落を評価した場合の安定性として、早急に対策工を行うような状況にない。よって、地下水観測を含めた経過観察を継続して行うことにより盛土状況を把握して、その結果により対策工の有無も含めて検討していくことが良いと考えられる。

・継続的な経過観察の実施

標準貫入試験結果や現地踏査結果等を考慮すれば盛土は軟質な地盤から構成される。また、地表面付近での地下水位の確認やマンホールからの出水痕等、盛土内の透水を示唆する状況が確認される。そのため、今後の安定性の低下を見落とさないために、大規模盛土造成地の経過観察マニュアル（令和5年12月、国土交通省）を参考に経過観察及び地下水位観測を継続的に実施し、対象盛土の安定性低下や状況の変化等を見落とさないように監視していくことを提案する。

これらの解析手法及び方針案については、学識経験者検討会にて東北学院大学山口晶教授のご承認を得られている。

参考として、検討会における学識経験者（山口先生）の講評を次項に示す。

2.3 検討会における学識経験者の講評

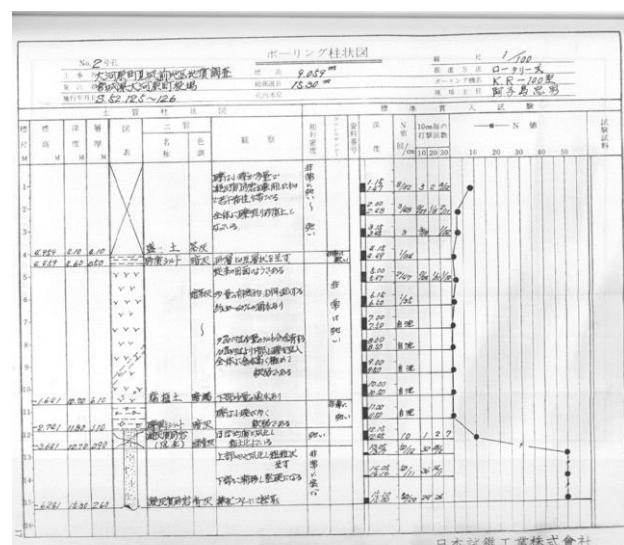
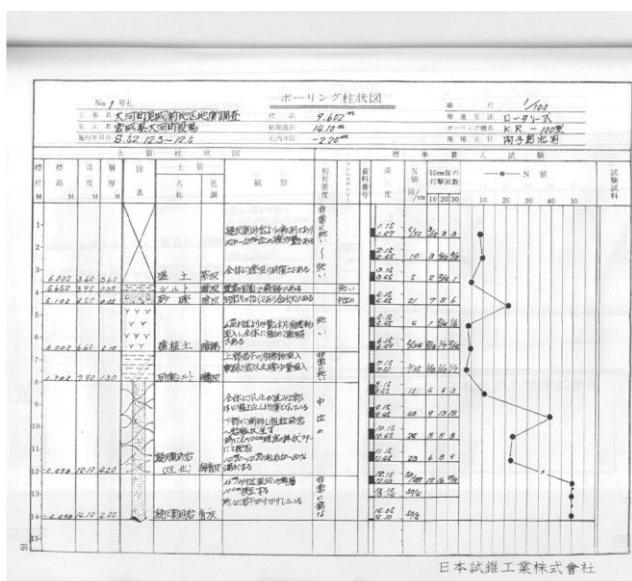
解析手法及び前項までの考察については、令和5年7月14日及び令和5年12月1日に実施した学識経験者検討会において、東北学院大学 山口晶先生のご承認を得られている。

検討会における山口先生の講評を以下に示す。

① 第一回学識経験者検討会 (R5. 7. 14)

● 現地踏査結果や過年度資料による盛土の総評

- ・宅地カルテ（様式1）の総評にもあるとおり、軟弱地盤上の盛土造成地である。水が豊富で地下水位も高いため、道路上での湧水が見られると考える。
 - ・ボーリング調査箇所の2地点、盛土測線の設定及び室内土質試験の圧密排水条件（CU条件）について妥当であると考える。
 - ・開発時の柱状図を参考にすると、盛土はN値が小さい。また、現地状況から傾斜も緩くはない。そのため液状化の影響を検討するのが良いだろう。



「大河原見城前地区地質調査報告書」より抜粋（昭和 52 年、日本試験工業株式会社）

- ・当該盛土の一番の問題は、有機質土が盛土のかなり深い場所にあると考えられる点と思われる。地震時のすべりを対象とする本業務の主旨とは異なるが役所としては把握しておくべき懸念事項だろう。民間開発等で新たな荷重がかかる場合、引き込まれるように周辺の沈下が生じる可能性がある。
 - ・現地踏査時、集会所付近のマンホールの縁から茶色い鑄水が出水していた。これが周辺の土を掃き出している場合、空洞化が生じることで陥没する恐れがある。変状観察で出水の状況を確認していくことが必要である。



マンホールからの出水状況 (R5. 7. 14)

- 安定解析条件
 - ・盛土の斜面が長く緩やかなため、円弧すべりでの評価だけではなく、直線的なすべりを含むすべり検討の方が現状に合うかもしれない。斜面上の抵抗力と滑動力を単純モデル化した直線すべりも有効と考える。
 - ・既往データではN値が低く、現地踏査における傾斜も緩くはないため、液状化に対する検討も行った方が良いと考えられる。
- その他懸念事項
 - ・末端付近の2階建て町営住宅はおそらく有機質土の影響で沈下が生じている。現地踏査では土の空洞化も確認されており、谷の深さに沿って沈下が生じている状況も見受けられる。ただし、すべり検討として見れば、隣接の4階建て町営住宅とその杭基礎が抑え盛土としての役割を果たしている可能性があり、上流側のすべりは問題ないかもしれない。
 - ・集会所付近のマンホールから土粒子の流出や湧水の集中、空隙の拡大が発生する場合は問題であるため、確認していくべきである。盛土下の有機質土(難透水)の影響で浸透せずに表層付近に溜まっているのかかもしれない。細粒分の流出や空洞の確認については、経過観察により確認していくべきである。降雨時に濁った水が出ている場合、土が出ているということになる。また、地域住民からのヒアリングや、路面の割れ目の進行や発出の確認が有効である。

② 第二回学識経験者検討会 (R5. 12. 1)

- 安定性評価に関する総評
 - ・盛土全体の滑動崩落の可能性は低いであろうという評価に合意する。
 - ・今後の強度低下を見落とさないためにも経過観察を継続するという提案

も合意する。

- ・集会所付近の地下水位やマンホールからの出水状況を見ると地下水位が高く、液状化などの強度低下を引き起こす可能性のある盛土地盤である。

- 地盤特性、土質判定に関する講評

- ・室内土質試験の圧密排水条件や、各試料で得られた密度等の物性値や項目は妥当である。
- ・末端部の町営住宅（アパート）で見られる変状が液状化によるものではなく、有機質シルトによる圧密沈下によるものという評価にも合意する。

- 液状化、地下水位に関する講評

- ・水位観測やマンホール出水等の結果から、水位の分布と液状化リスクの可能性があるということは把握しておくべきである。
- ・マンホールからの出水状況は良くない状況である。盛土全体ではなく、アスファルト舗装の下などに水みちがあるのかもしれないが、これは盛土条件として見過ごせない状況である。この水流によって空洞が生じると液状化しやすくなったり、液状化により拘束圧が下がったりした時にすべりやすくなる可能性がある。ただし緊急性があるという状況ではなく、今後の経過観察や道路の空洞調査等によって監視していくのがよい。

- 安定計算に関する講評

- ・安定計算結果もおおむね妥当である。この安定計算はあくまで現状での安全率を示すものである。

- 今後の方向性、対応策に関する講評

- ・当該盛土は100%安全という訳ではなく、今後の地下水の状況も懸念される。ただし緊急性は高くないと評価され、今後の経過観察の継続という方向性に合意する。
- ・経過観察では水の流れによる土砂の流出の有無や、周辺のアスファルト、水の状況・変化に対する所見を書き残しておくことが必要である。
- ・観察点は以下の2点である。①現状が変化していないこと ②現状が変化するような変状が現れていないこと

- その他所感

- ・有機質シルト層は含水比が高く水を通しにくいのに比べ、盛土層はある程度水が流れやすいと考えられる。このため、マンホール付近の盛土部分に水が集まりやすい状況となっているのかもしれない。
- ・地下水位が高い状況だが、仮に今後対策工を実施するとなった場合、集水井戸やパイプ等による排水対策が考えられる。
- ・降雨時やそうでない時を含め、継続的な水位データを1年ほど観測する。地下水がすぐに下がるような結果が得られれば問題は大きくなないとといったように、判断するための材料になる。

3. 今後の変状観察における対応方法

3.1 変状観察記録に関する技術的基準・根拠

大規模盛土造成地の経過観察マニュアル（令和5年12月、国土交通省）
(以下、経過観察マニュアルと記す)

3.2 変状観察記録の概要

【巻末資料3.構造物等変状観察記録】は、令和5年10月18日を初期値として擁壁や道路面などのクラック幅などを数値で示し、その箇所を写真撮影してエクセルで記録している。

今後は経過観察マニュアルを参考に、定期的には1年に1回程度の割合で、また災害対策本部が設置される震度・降雨量を考慮し、異常時の観察を行うことが望ましい。なお、記録を残している箇所以外にも気になる点や変状などがあれば追加して記録する（例えば擁壁亀裂の開きや傾きの増加、出水状況の変化など）。

また、新たな変状の発見や住民の方々からのヒアリング結果などは大切な情報となるので「変状観察票」などに特記事項として記載することも重要である。

経過観察の基本的な考え方を下記に示す。

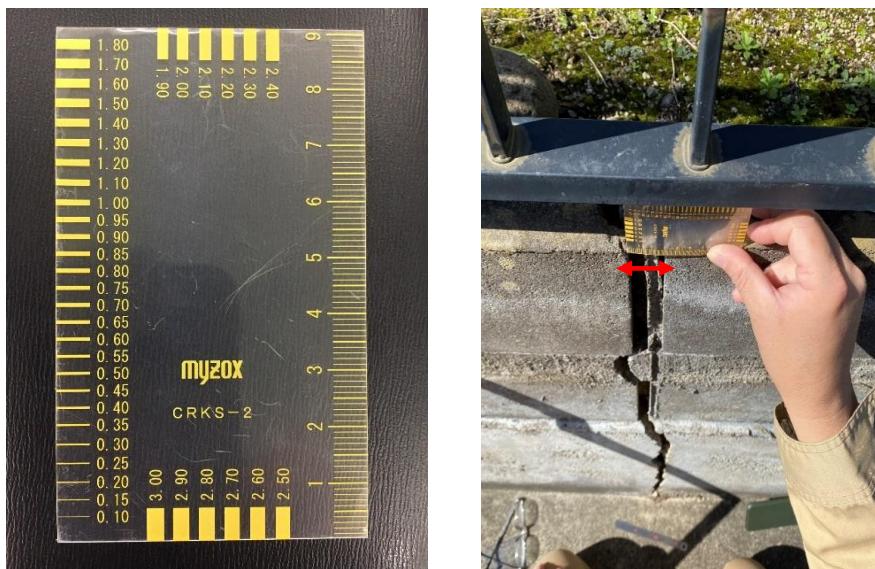
- ① 主な変状箇所における進行性変状の有無を定点観察により評価する。擁壁のクラック幅など数値が分かる定量観測が可能な箇所を主体的に選定する。
- ② 定点観察とは、例えば擁壁のクラックの定量観測値とその場所の写真撮影を行い、次回の観察時に同様の観察を行い、クラック幅の進行具合から進行性変状の有無を評価するものである。
- ③ 定点観察の方法は市販のスケールで計測し、写真を所定の調査票に張り付けてデータを蓄積する。観察等は、自治体直営などで対応できるものとする。

（1）設定した定点観測箇所における現地調査

定期点検及び異常時点検を実施する。定期点検は1年に1回程度、異常時点検は自治体における災害対策本部が設置される規模の地震や豪雨災害が発生した後に行う。変状等定期観察票に示される平面図、詳細観察位置図をもとに定点観察を行う。クラックスケールによる数量計測及び凹凸や地下水状況等の状況を確認し、写真の撮影・記事の記録を行う。

① 現地計測

クラック幅等については、下記の写真に示したスケール計測板などに基づいて測定する。なお、クラック幅や擁壁の傾きの測定は同一箇所で行う必要があるため、本来は擁壁本体にマーキングを行うことが望ましいが、今回対象とした擁壁が民地擁壁であったため、本体へのマーキングを行わず、拡大写真にマーキングを行う方法で整理した。



② 新たな変状表出などに対する調査及び住民からの情報収集

新たな変状の表出や補修履歴、豪雨時の出水状況の短期的な変化などについては、住民からの情報提供も重要な要素となる。継続的な変状観察を行うべき異常が確認された場合には、変状観察記録に追加し、他の変状と同様に観察箇所に追加する。

(2) とりまとめ

現地調査結果について、変状等定期観察票の集計表にとりまとめる。

大河原町 宅地耐震化推進事業 大規模盛土造成地変動予測調査 盛土造成地の変形・変状観察の記録（変状進行性の確認調査）変状等観察記録集計表

盛土番号	No.11	所在地住所	大河原町大谷字見城前	初期植設定日時	令和5年10月18日	No. 1						
地点①	観察ポイント	初期値	R5.10.18	記録②	R5.11.10	記録③	日付	記録④	日付	記録⑤	日付	変状等観察の変化状況（傾向）
地 点 ①	①盛土及び擁壁の変状	傾き:-2°、開き幅:27mm		傾き:-2°、開き幅:27mm								変化無し
	②道路面の変状	特になし		特になし								
	③湧水等の有無	擁壁からの出水、染み出しなし		擁壁からの出水、染み出しなし								
	④その他特記事項	特になし		特になし								
地点②	観察ポイント	初期値	R5.10.18	記録②	R5.11.10	記録③	日付	記録④	日付	記録⑤	日付	変状等観察の変化状況（傾向）
地 点 ②	①盛土及び擁壁の変状	特になし		特になし								変化無し
	②道路面の変状	特になし		特になし								
	③湧水等の有無	色:茶量:少量 土砂の吸出し:無		色:茶量:少量 土砂の吸出し:無								
	④その他特記事項	特になし		特になし								
地点③	観察ポイント	初期値	R5.10.18	記録②	R5.11.10	記録③	日付	記録④	日付	記録⑤	日付	変状等観察の変化状況（傾向）
地 点 ③	①盛土及び擁壁の変状	亀裂幅 31mm 段差 7mm ズレ 4mm		亀裂幅 31mm 段差 7mm ズレ 4mm								変化無し
	②道路面の変状	特になし		特になし								
	③湧水等の有無	特になし		特になし								
	④その他特記事項	特になし		特になし								
盛 土 点 検 査 結果	特記事項			変状の進行や新たな変状の出現なし								
	点検者	八州 小曾戸	八州 小曾戸									

注)変化の進行が認められた場合は、変状程度により専門技術者や学識経験者に相談する。

3.3 変状観察記録の結果

当該盛土区域において、安定性の指標となるような宅地擁壁の変状、出水状況等が存在する箇所について、その状況の変化を観察し記録した。

- ・ 1回目（初期値設定）・・・令和5年10月18日
- ・ 2回目・・・・・・・・令和5年11月10日

今年度は、1回目調査による初期値設定後、およそ1か月後に2回目の調査を実施した。観察結果では、亀裂の拡幅や湧水の増加などの進行性や、新たな変状の発出などは確認されなかった。

しかしながら、地盤調査結果や地下水位観測結果、マンホールにおける出水痕等から、盛土内の透水性が示唆される状況にあると評価される。これらの出水により空洞が生じたり、細粒分の流出によるせん断抵抗の低下が生じたりする場合、盛土の安定性が低下する懸念がある。

今後は1年毎及び災害対策本部が設置されるような地震・豪雨後に変状観察を継続し、出水状況や既往のクラックなどの変化、新たな箇所での変状等が発生するかどうか把握していくことが望まれる。

表 3-1 対象盛土の経過観察頻度レベル

盛土番号	経過観察頻度レベル	定期点検	異常時点検
No. 11	高	1年毎	実施

3.4 今後の変状観察における観察点・注意点

【巻末資料 構造物等変状観察記録】では、道路上の湧水及び町営住宅擁壁の傾きを中心に観察を行い、その結果をまとめている。主な観察点及び今後の注意点は以下のとおりである。

表 3-2 変状観察における観察点・注意点

	変状観察で確認された観察点	今後の注意点
宅地擁壁	宅地擁壁の変状が局所的に確認される。特に顕著なものは、町営住宅駐車場脇にある土留めの傾きであり、傾斜2°、開き27mmが確認された。	宅地擁壁の傾きや亀裂幅の計測
マンホール 出水状況	ボーリングB-1（集会所）付近のマンホールから茶色の出水が確認された。これは降雨のない時も目視確認されているが、土砂の吸出しあは見受けられない。	出水状況に関する目視確認（出水量や色の変化、土砂の吸出し有無、周辺地盤の沈下など）

また、周辺のひび割れや湧水といった新たな変状の発生がみられる場合は、写真による記録やスケールによる観測を行い、記録表にまとめる。

ひび割れの改修などを行った場合は、そこを初期値としてその時点からの変化について観察を行うことも有効である。

3.5 経過観察マニュアルにおける今後の経過観察頻度レベルの評価

大規模盛土造成地の経過観察マニュアル（令和5年12月、国交省）では、第二次スクリーニング完了後の盛土に対し「その時点における安全性は確保されていると判断されるが、安全性維持の観点から、安全率（地震時の安全率）の余裕度等に応じた継続的な安全性確認を行うことが望ましい。」とされている。

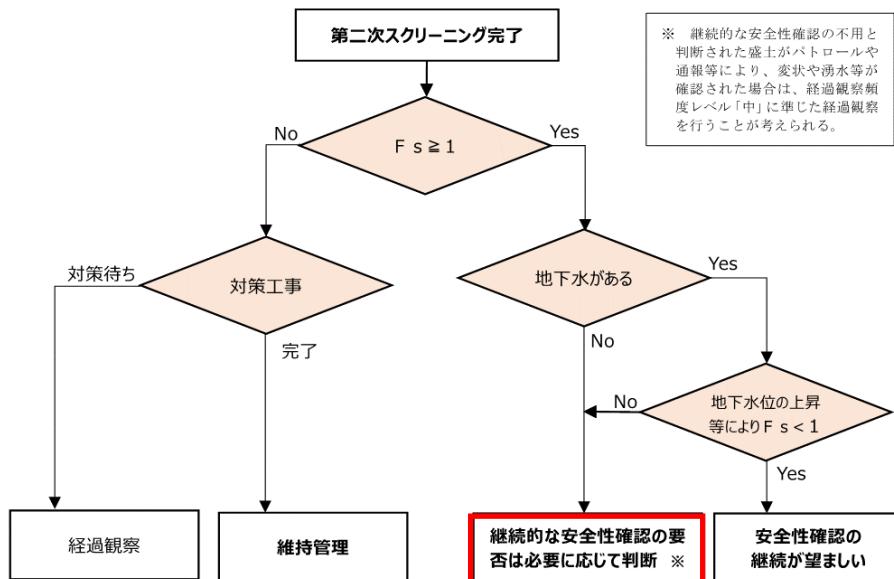


図 7.1 第二次スクリーニングによって安全性の確認が完了した盛土の取り扱い

表 7.1 第二次スクリーニングによって安全性の確認が完了した盛土の継続的な安全性確認の例

第二次スクリーニング結果	地下水位状況	地下水位を考慮した安定計算結果	継続的な安全性確認の例	
			考え方	確認内容・頻度レベル（参考）
安全率 $F_s < 1$		地盤等条件や住民等の意向を踏まえ対策工法の検討を行う ※対策工事までの期間は、経過観察を継続 ※対策工事完了後は、対策施設の維持管理を行う		
安全率 $F_s \geq 1$	地下水位が認められる	地下水位の上昇等により安全率1未満になる可能性がある盛土	変状・湧水を定期的に確認し、新たな変状や湧水の有無、変状や湧水の進行の有無を確認する。また、盛土および擁壁の形状と構造の変更の有無も確認する。	経過観察高
		地下水位の上昇等により安全率1未満になる可能性が低い盛土		経過観察中
	地下水位が認められない	—		経過観察中

出典：大規模盛土造成地の経過観察マニュアル（R5.12, 国交省）P36

表 3.2 経過観察頻度レベルに応じた実施頻度

経過観察頻度レベル	定期点検	異常時点検
高	1年毎	実施
中	5年毎	実施

出典：大規模盛土造成地の経過観察マニュアル（R5.12, 国交省）p9

3.6 国交省ガイドライン「滑動崩落を示唆する変状」について

国土交通省の【新たな考え方】では、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ている。

● 滑動崩落を示唆する変状(*)が認められた場合

速やかに第二次スクリーニングを実施する。

● 滑動崩落を示唆する変状が認められない場合

想定される被害想定を「すべり崩壊・すべりによる変形」「擁壁倒壊・擁壁変形」と2つに分けて簡易地盤調査や擁壁の危険度評価を実施し、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選別する。

この内、当面の経過観察対象とする場合の着目点は以下のとおりである。

- ① 変状の進行（クラック幅の拡大等）
- ② 新たな湧水や変状の発見
- ③ 他事業における変状の補修実績など

経過観察の結果、異常が認められた場合には、対応策の検討を行うための追加調査や学識経験者へのヒアリングの実施を検討する。また、追加調査の結果、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。

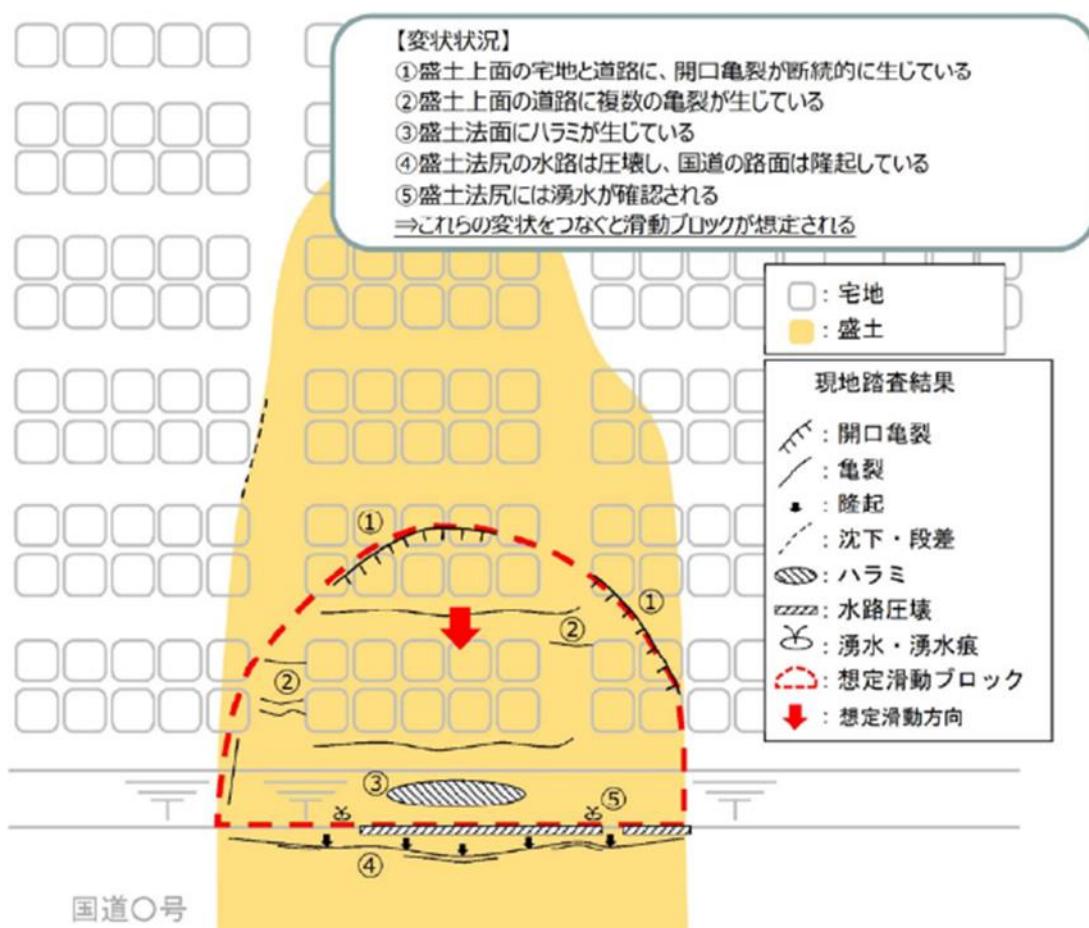
(*) 「滑動崩落を示唆する変状」について、以下に抜粋する。

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

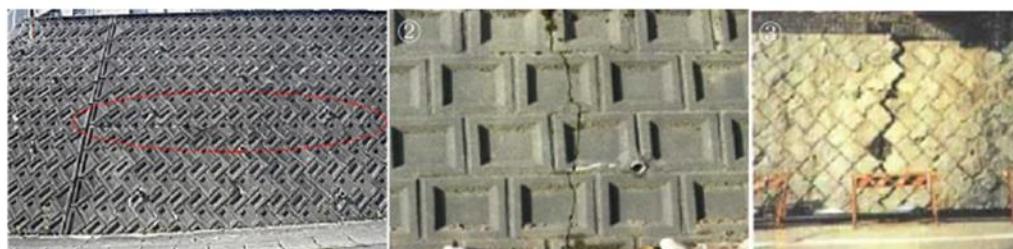
種別	滑動崩落を示唆する変状か否かの判断
宅地地盤	<ul style="list-style-type: none"> 面的に連続した、クラック、陥没、沈下、隆起など 滑動ブロックの移動を示唆する変状か否かを確認する 滑動ブロック頭部の亀裂や沈下、末端部の隆起などは滑動崩落の動きとして特に注意を要する 部分的なクラック、陥没、沈下、隆起等は変状有と判定しない アスファルトの劣化による変状や地下埋設物周辺の変状は変状有と判定しない
擁壁	<ul style="list-style-type: none"> 擁壁の連続したクラック・傾倒、面的な目地ズレ・ハラミなど 擁壁全体の移動を示唆する変状か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

図参 2-4 のり面における変状の事例

出典：「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（国土交通省，R2）