

天竜区緑恵台土砂崩落原因調査報告書

浜 松 市

2023 年 8 月 7 日

天竜区緑恵台土砂崩落原因調査報告書

1. 災害の概要	1-1
2. 発災前後の地形変化	2-1
2-1 土量の推定	2-1
2-2 更に崩落する可能性のある土量の推定	2-2
2-3 堆積範囲の推定	2-4
3. 警戒体制	3-1
3-1 避難指示エリアの設定	3-1
3-2 警戒監視体制	3-2
(1) 降雨	3-4
(2) 地震	3-4
(3) 警戒レベル 3(避難)の解除基準	3-4
4. 調査結果	4-1
4-1 調査計画	4-1
4-2 地質層序	4-2
4-3 ボーリング調査結果	4-3
(1) 主測線 A-M	4-3
(2) 副測線 B-M	4-9
(3) 副測線 C-M	4-12
(4) 東側側部 E-E'	4-15
4-4 室内土質試験結果	4-17
(1) 物理特性	4-18
(2) 力学特性	4-22
5. 災害発生メカニズムの推定	5-1
5-1 災害発生の構造推定のための情報	5-1
(1) 盛り土の存在の経緯	5-1
(2) 自然条件	5-2
5-2 発生のメカニズムの推定、検証	5-6
(1) 素因、誘因	5-6
(2) 地質調査結果に基づく、崩壊発生機構の推定	5-8
6. 応急対策	6-1
6-1 大型土のう築堤工	6-1
6-2 沈砂池	6-3
6-3 施工時における警戒監視体制	6-4
7. 残存盛り土対策	7-1
7-1 盛り土除去	7-1

7-2 排水対策	7-14
7-3 斜面上部擁壁の安定性検討	7-28
8. 崩落原因の総括	8-1
8-1 各章ごとの総括	8-1
8-2 崩落発生原因の総括	8-3
8-3 留意点および今後の対応について	8-4
おわりに	

1. 災害の概要

台風第15号の影響により浜松市天竜区緑恵台において、2022年9月24日未明、土砂崩れが発生し、住宅3軒が被害を受け、住民3人が負傷した。

今回の災害をもたらした降雨(降り始めとなる2022年9月23日0時から降り終わりの2022年9月24日3時まで)は、時間最大雨量60mm/h^{注1}、累積雨量292mmであり、特に時間40mm/h以上の激しい雨が4時間と短時間に連続して観測されるなど、近年稀にみる豪雨であった(5-2頁参照)。



写真 1.1 被災状況 (2022年9月25日撮影)

注1: 時間最大雨量は正時時間雨量(毎時00分を起点とした雨量)

2. 発災前後の地形変化

2-1 土量の推定

報告書では、

1988年(昭和63年)に完了した林地開発により造成された盛土を「造成盛土」
林地開発後の直近で地形データが存する1991年(平成3年)から2022年(令和
4年)までに盛られた土を「盛り土」と定義する。

点群データから盛り土量と崩落量を推定した(図-2.1.1参照)。

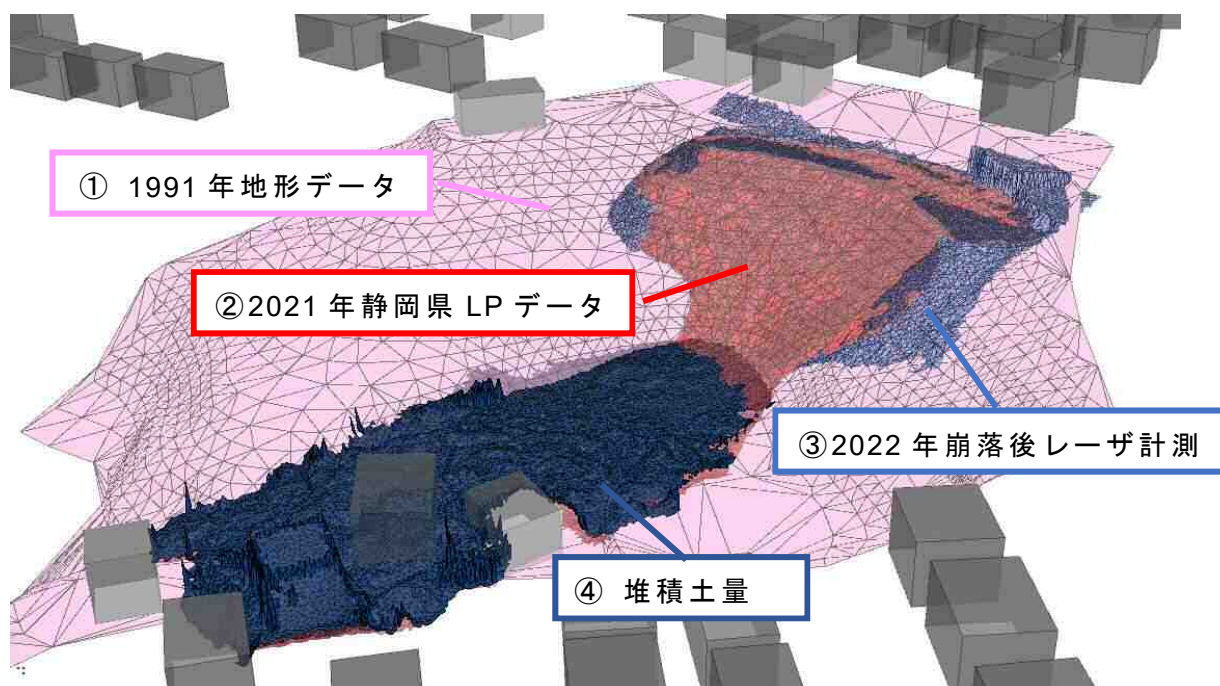


図-2.1.1 点群データより作成したTIN(不整三角形網)

盛り土量：②(2021年静岡県LPデータ)-①(1991年地形データ^{注1})=8,100m³

崩落量：②(2021年静岡県LPデータ)-③(2022年崩落後レーザ計測^{注2})=3,400m³

上記より、残存した盛り土量：8,100-3,400=4,700m³

また、斜面下に堆積した崩落土量を2022年崩落後レーザ計測より算出した。

堆積土量：④=3,800m³^{注2}

注1：1991年9月12日に撮影

注2：2022年9月30日に計測

2-2 更に崩落する可能性のある土量の推定

今回の崩落は、後述する被災メカニズムの通り、1988年の林地開発完了後に実施された盛り土が、異常降雨により不安定化し崩落したと推察される。2022年9月30日時点において約4,700m³の盛り土が斜面内に残存しており、それらの再流出による人的被害を防止するため、①早急な避難指示体制の整備、②応急対策を実施した。これらの対策の対象となる箇所は、更に崩落する可能性のある箇所とし、その範囲および土量を推定した。

(1) 対象範囲の設定

更に崩落する可能性のある箇所の範囲は、旧地形が集水地形を呈している図-2.2.1に示す範囲のうち、今回の崩落により急崖^{注3}を成している範囲とした。

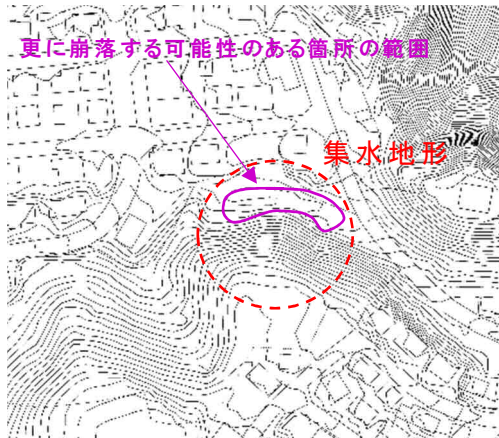


図-2.2.1 崩落前の地形図
(2021年静岡県LPデータ)



写真-2.2.1 崩落後の地形
(2022年9月25日撮影)

(2) 更に崩落する可能性のある土量の算出

今回の崩落が造成後の盛り土が主体であることを前提とし、また崩落の形状を踏まえ、残存する土砂の崩落モデルを作成した(図-2.2.2参照)。

崩落後の現況地形は急崖を成しており、造成後の地形データから急崖下端が盛り土と造成盛土の境界面であると推察された。このことから、急崖法尻を通過する円弧すべりおよびそれに付随して崩落の懸念がある範囲を推定し、これを更に崩落する可能性のある箇所とした。

注3：切り立った崖地、急傾斜を有する崖地

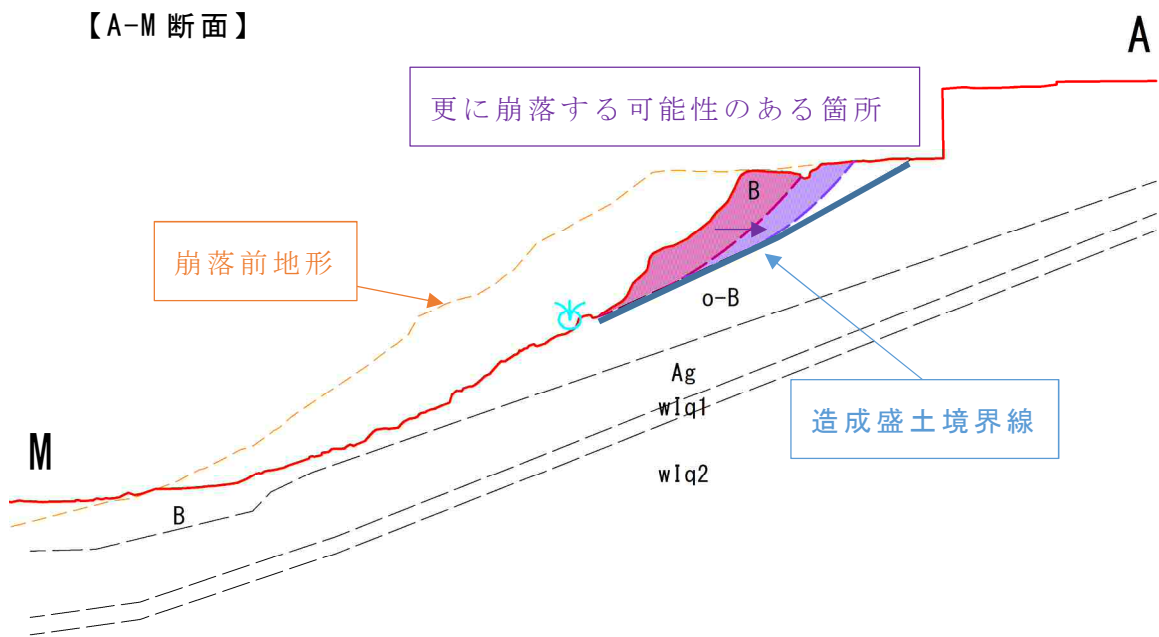


図-2.2.2 残存する土砂の崩落モデル（一例）

この断面をもとに点群による3次元モデルを作成した結果、対象となる土量は約1,600m³であることを確認した（図-2.2.3参照）。

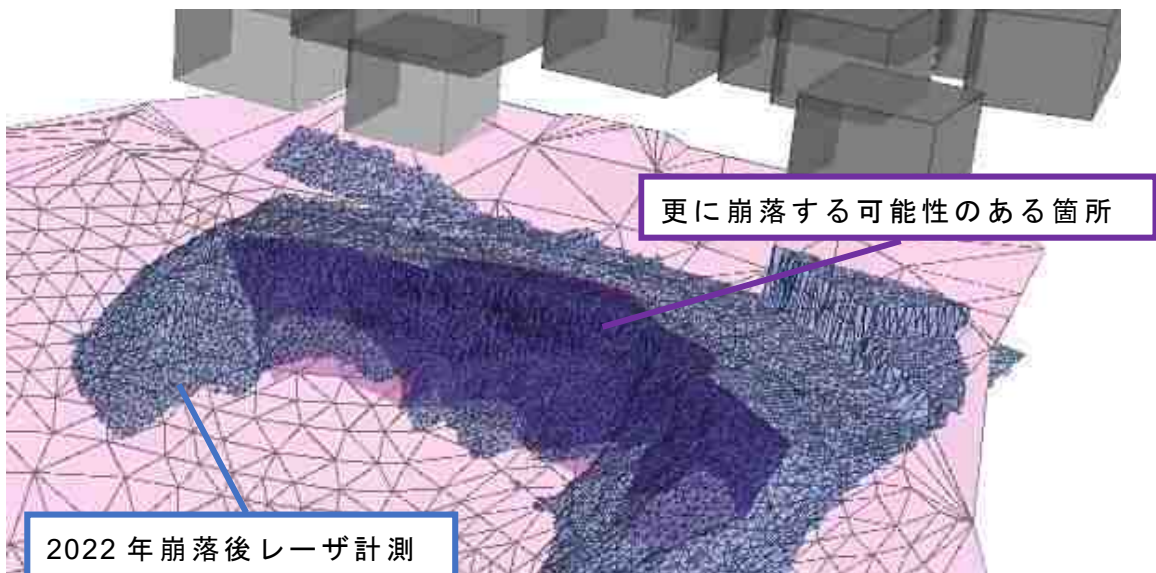


図-2.2.3 更に崩落する可能性のある土量の算出モデル

また、崩落土量 $3,400\text{m}^3$ に対して実測値の堆積土量が $3,800\text{m}^3$ であったことから、この値(土量の変化率 $L_{hd}=\text{ほぐした土量【堆積土量】}/\text{地山の土量【崩落土量】}$)を用いて崩落による堆積土量を推定した。

崩落による堆積土量

$$1,600\text{m}^3 \times L_{hd} = 1,600\text{m}^3 \times (3,800\text{m}^3 / 3,400\text{m}^3) = 1,788\text{m}^3 \approx \text{約 } 2,000\text{m}^3$$

以上より、避難指示体制の整備および応急対策の対象とする、更に崩落する可能性のある土量は約 $2,000\text{m}^3$ とした。

2-3 堆積範囲の推定

3次元モデルから崩落した土砂は斜面下方の現地形の底部を埋めるように堆積することが想定されるため、地形データから更に崩落する可能性のある土量約 $2,000\text{m}^3$ の堆積範囲を推定した(図-2.3.1 参照)。

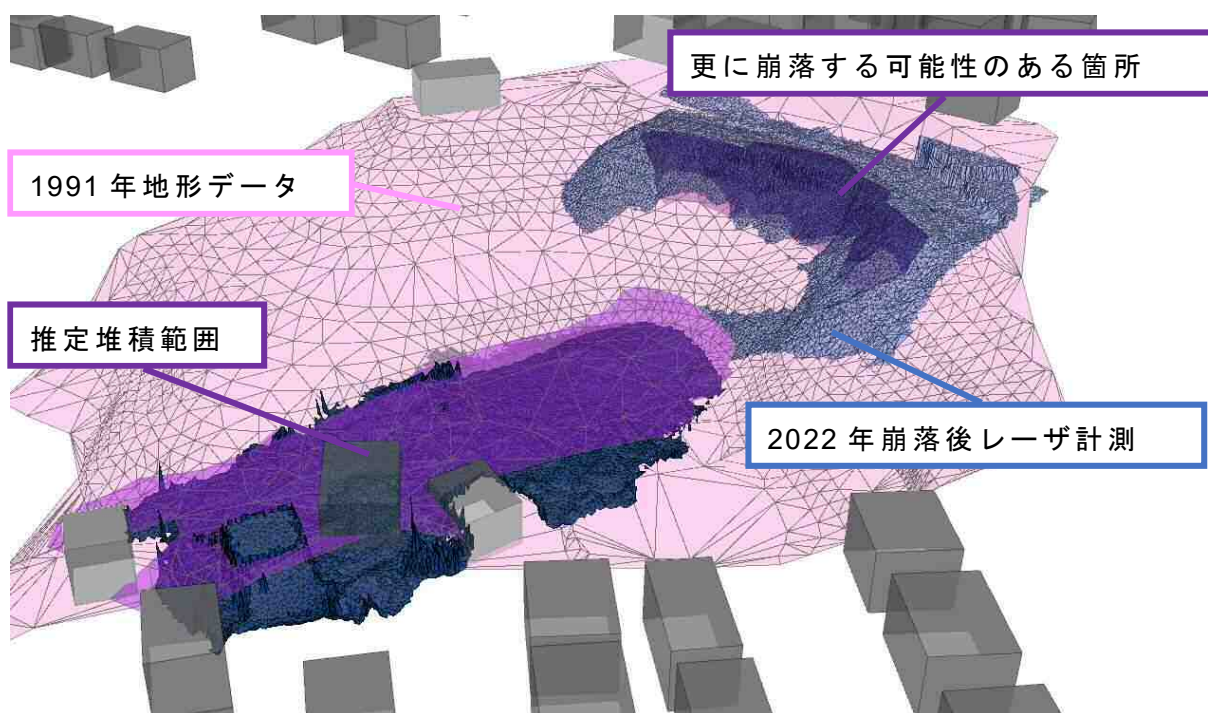


図-2.3.1 残存した盛り土のうち更に崩落する可能性のある土砂の堆積範囲

「土砂災害防止法施行令 第二条」によると土砂災害警戒区域は「土石流の発生のおそれのある溪流において、扇頂部から下流で勾配が2度以上の区域」とされ

ていることから、更に崩落する可能性のある土砂の堆積範囲よりも低い地点で現地地形の傾斜が2度となる箇所を抽出し結んだ範囲を以下に示した(図-2.3.2、図-2.3.3 参照)。

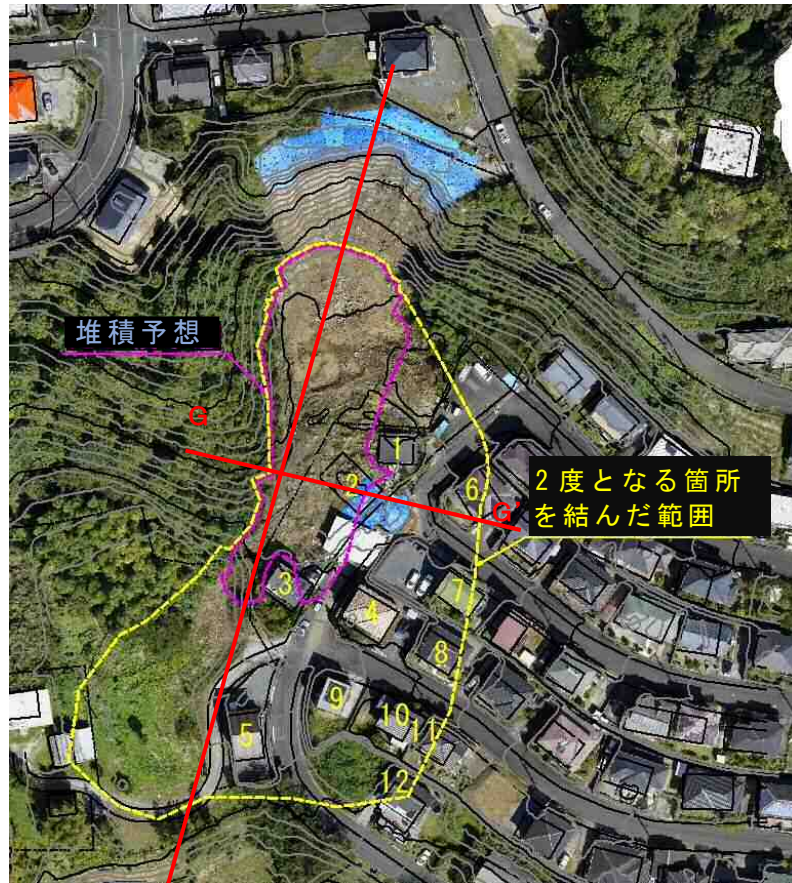


図-2.3.2 堆積範囲及び現地地形の傾斜が2度となる箇所を抽出し結んだ範囲
(2022年9月26日撮影)

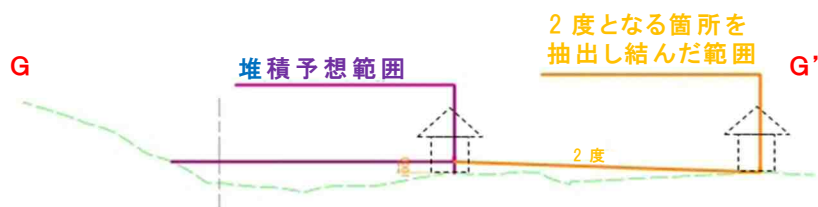


図-2.3.3 堆積範囲及び現地地形の傾斜が2度となる箇所を抽出し結んだ範囲
(横断図)

3. 警戒体制

3-1 避難指示エリアの設定

次に発生する崩落が生じた場合、斜面下方の現地形の低部を埋めるように、0.5～1m程度の厚さで土砂が堆積すると想定される。土石流の停止角度は2度であることから、堆積範囲外郭で地形傾斜が2度となる地点を避難指示範囲として設定した(図-3.1.1参照)。

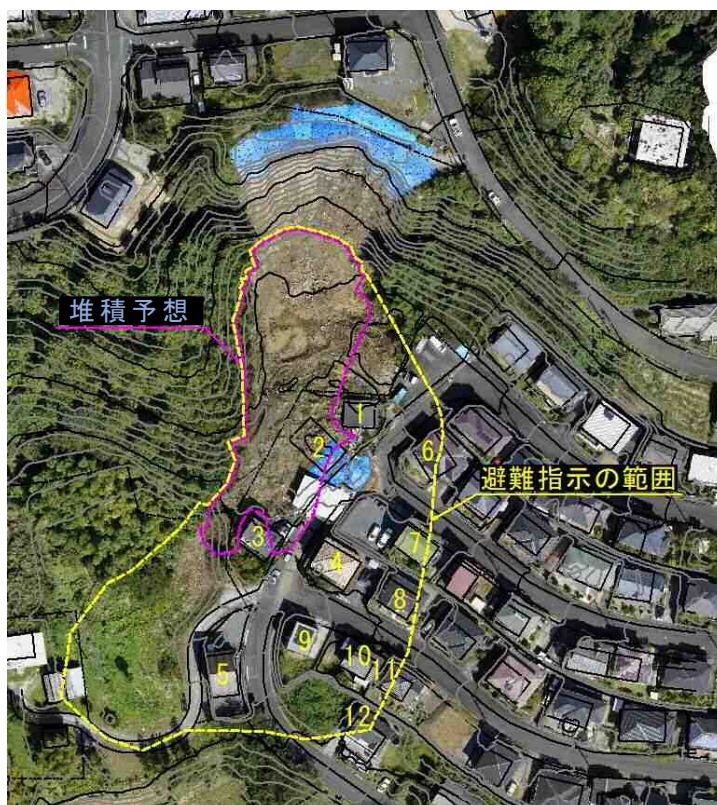


図-3.1.1 避難指示範囲(平面図)

(2022年9月26日撮影)

避難指示の対象となるのは、12世帯、26名(12軒)である。

3-2 警戒監視体制

2022年10月5日までに地盤伸縮計、雨量計、監視カメラを設置し、警戒を行った(図-3.2.1、写真-3.2.1～写真-3.2.5参照)。

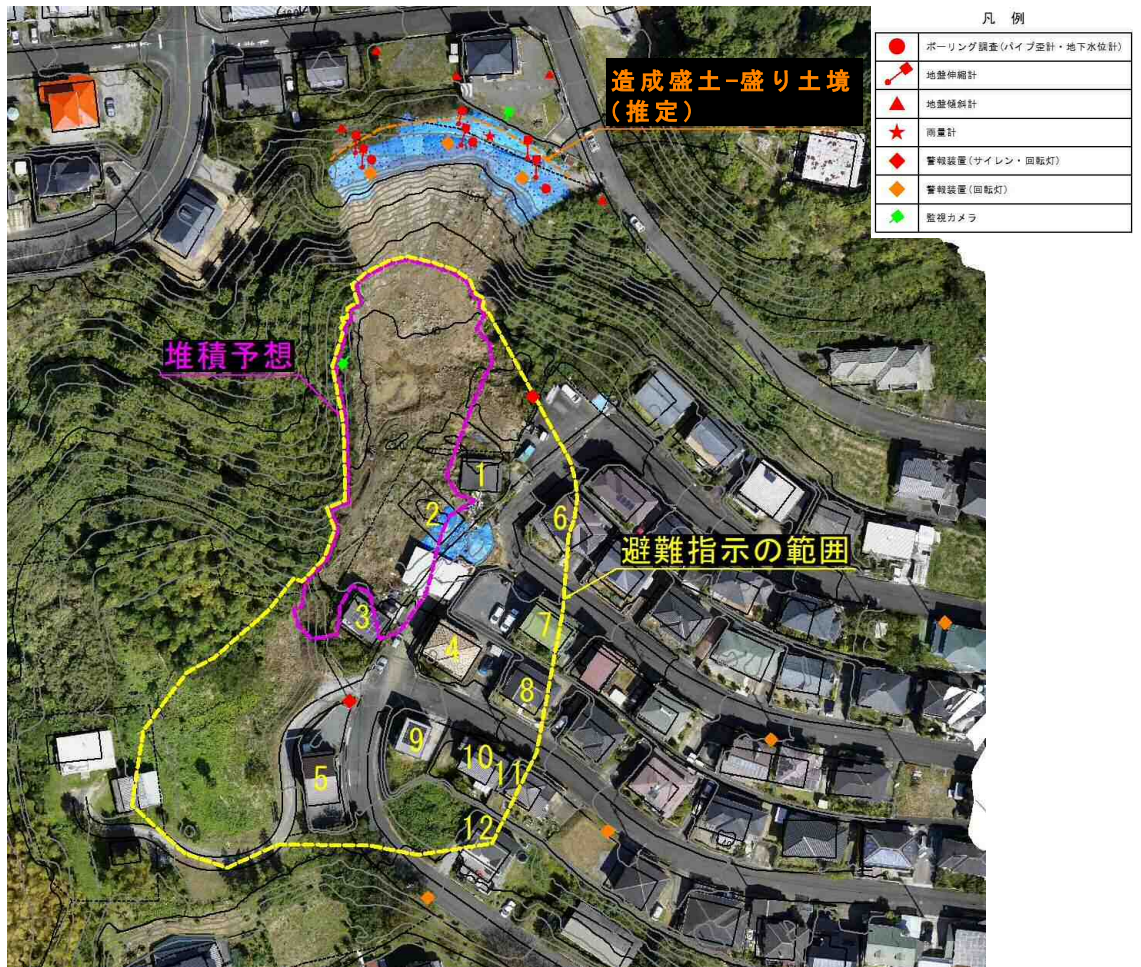


図-3.2.1 警戒監視体制 (2022年9月26日撮影)



写真-3.2.1

斜面上方の監視体制

(2022年10月6日撮影)



写真-3.2.2

斜面下方のサイレン、回転灯

(2022年10月6日撮影)



写真-3.2.3

斜面下方の回転灯、看板

(2022年10月9日撮影)



写真-3.2.4

斜面上方の監視カメラ

(Webで確認可能)

(2022年10月14日撮影)

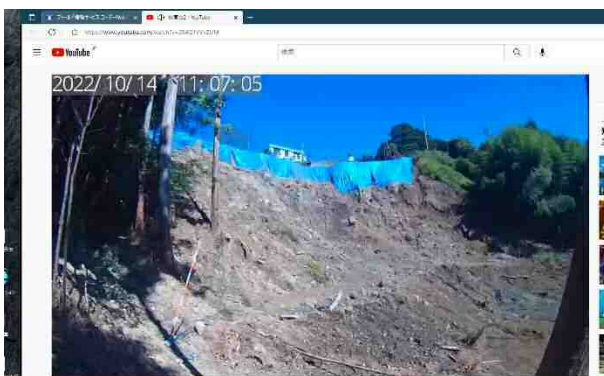


写真-3.2.5

斜面下方の監視カメラ

(Webで確認可能)

(2022年10月14日撮影)

(1) 降雨

降雨に対しては地盤伸縮計と雨量計に管理値を設定し(表-3.2.1 参照)、登録メールやサイレン・回転灯により伝達する計画とした。

表-3.2.1 降雨に対する警戒監視体制

		⇒注意喚起 登録メール:職員	⇒避難所設置 登録メール:職員	住民避難 登録メール:住民、職員 サイレン、回転灯
監視項目		警戒レベル1(注意)	警戒レベル2(準備)	警戒レベル3(避難)
管理値	地盤変動 (地盤伸縮計)	1mm/日	10mm/日	2mm/時を2時間連続観測 又は 4mm/時
	降水量 (雨量計)	—	10~20mm/時	20mm/時以上 又は 24時間累積80mm以上
参考値	地盤変動(パイプ歪計、地盤傾斜計) 地下水位(水位計)			

地盤伸縮計の出典:地すべり防止技術指針及び同解説
降水量の出典:令和4年災害手帳

(2) 地震

浜松市災害対策準備室の気象警戒レベルより、震度4以上の地震を警戒レベル3(避難)とした。

(3) 警戒レベル3(避難)の解除基準

警戒レベル3(避難)の解除基準を以下に示す。

- 1)雨量計で0mm/h(降雨なし)を1時間観測
- 2)地盤伸縮計で0mm/h(変動なし)を3時間観測

かつ、監視カメラで斜面に崩落が生じていないことを確認

【参考】雨量-伸縮計変位量

10月9日 12:00～10月10日 12:00 の24時間雨量 24.5mm

時間最大雨量 10月10日 10:00～11:00 9.5mm

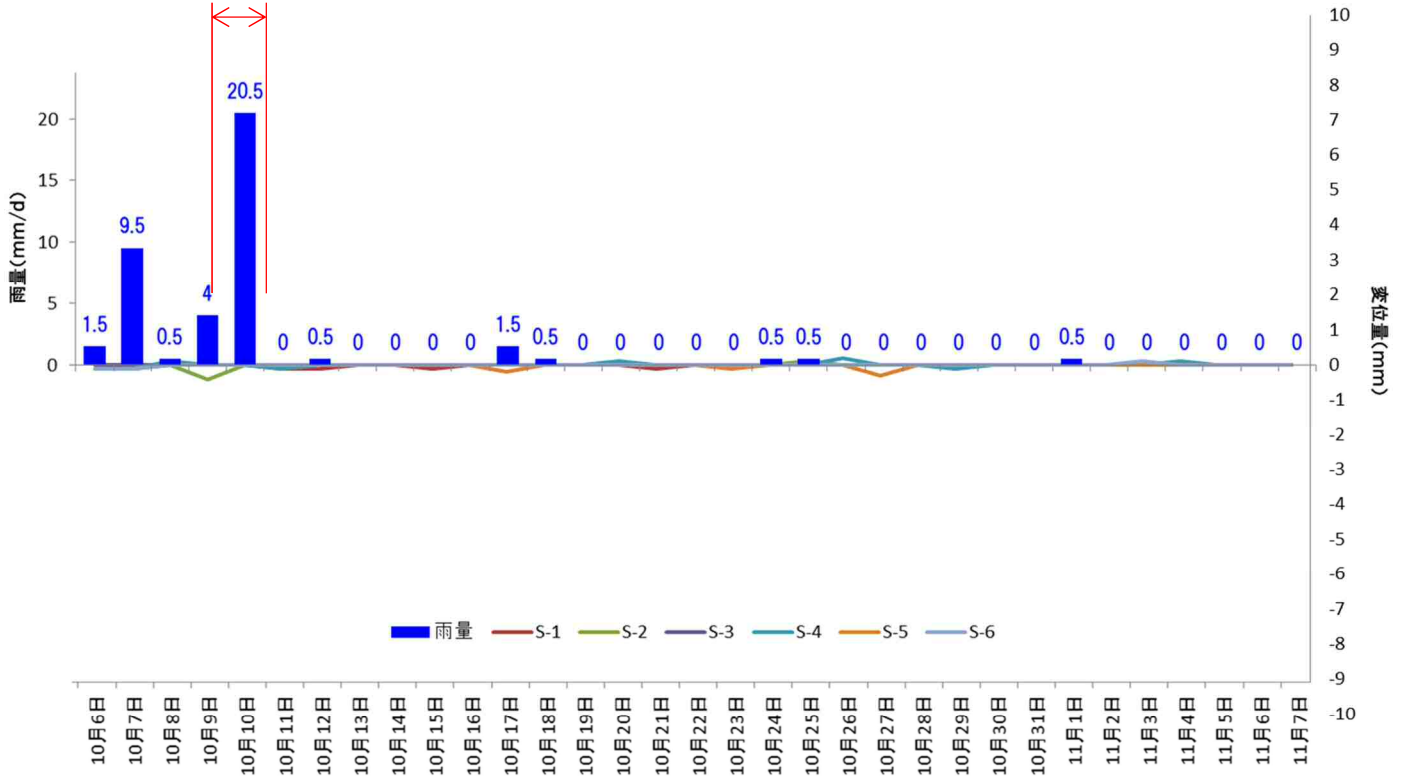


図-3.2.2 雨量-伸縮計変位量

4. 調査結果

4-1 調査計画

盛り土の層厚把握と土層確認を目的として、ボーリング調査を上部で3箇所(主測線、両袖の副測線)、下部で1箇所の計4箇所を実施した。また、補足調査として、簡易動的コーン貫入試験をA-M測線で1箇所、E-E'測線で2箇所の計3箇所を実施した。なお、上部のボーリング調査の本孔にはパイプ歪計を、別孔には水位観測孔と自記水位計を設置した。これらの経時観測により、更なる崩落や地すべりの予兆、降雨と地下水位の関係を把握する。なお、地下水観測孔は、降雨と地下水位との関係を把握するため、盛り土(B)、造成盛土(o-B)の地下水位を観測できる仕様とした。



図-4.1.1 調査位置平面図 (S=1:1,000)

4-2 地質層序

ボーリング調査結果および現地踏査結果より、当該地の地質層序を表-4.2.1のように区分した。この層序にもとづき地層推定断面図を作成した。

表-4.2.1 地質層序表

地質時代		地層名	記号	N値	内容
第四紀	完新世	盛り土、崩落土砂	B	0.9~8	比較的粘土分の多い層を盛り土と推定した。砂礫を多く含む粘土を主体とする。部分的に礫質土優勢。礫はφ2~30mm程度の亜角礫、亜円礫。含水中位~やや高位。粘性中位~高位。
		造成盛土	o-B	1.7~10	比較的砂礫分の多い層を造成盛土と推定した。シルト分を含む砂礫を主体とする。礫はφ2~30mm程度の亜角礫、亜円礫、円礫。マトリックスは砂質シルトまたはシルト質砂。No.2では、GL-2.65~5.00m付近まで含水が高く、下部にしたがって締まりがよくなる。
		沖積泥礫層	Ag	3~9	粘土を多く含む砂礫を主体とし、旧表土もしくは崩積土と推定した。褐色を示す層と茶褐色~暗褐色を示す層が混在する。茶褐色~暗褐色の層には樹木片(枝)や根、大きな礫を多く混入する。褐色の層にはチャート等の礫が混入し、部分的にクサリ礫も含む。
中生代-ジュラ紀		井伊谷層 強風化石英片岩	wIq1	—	石英片岩の岩片が所々に確認されるが基質部は風化し、砂質シルト状となる。
		井伊谷層 風化石英片岩	wIq2	136~ 貫入不可	風化した石英片岩を主体とする。岩級区分はCL~CH級。部分的に比較的新鮮な石英片岩や頁岩が確認される。亀裂面は全体的に酸化し、褐色を呈する。短柱状コアとして採取されるが、潜在的な亀裂が多い。

当該地には、上部から盛り土(B)、造成盛土(o-B)、沖積泥礫層(Ag)が確認され、沖積泥礫層(Ag)以深には基盤岩である井伊谷層の風化石英片岩(wIq1, wIq2)が確認された。

盛り土(B)と造成盛土(o-B)については、明瞭な境界は確認されないものの、盛り土(B)は比較的粘土分が多く、造成盛土(o-B)は比較的砂礫分の多い層であった。また、沖積泥礫層(Ag)は、旧表土もしくは崩積土と考えられ、粘土分を多く含む砂礫層を主体とする。

各ボーリング地点における盛り土(B)と造成盛土(o-B)の境界については、次頁以降に記載するボーリング調査結果で詳細に記述する。

4-3 ボーリング調査結果

(1) 主測線 A-M

No.2 地点のボーリングコアの状況から、盛り土(B)と造成盛土(o-B)の明瞭な境界は確認されないものの、①粘土分と礫分の比率、②N値、③1991年の宅地造成時地形を踏まえて、盛り土(B)と造成盛土(o-B)の地層境界はGL-2.65m付近と推定した(図-4.3.2参照)。地層推定断面図を図-4.3.1に示し、No.2地点とNo.4地点の柱状図とコア写真を次頁の図-4.3.2~図-4.3.4に示す。

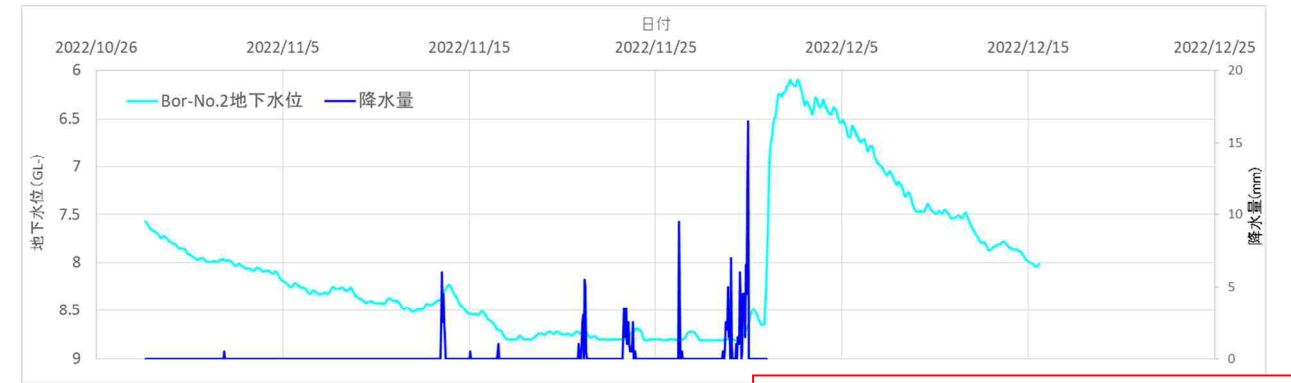
地質層序表

地質時代	地層名	記号	N値(A-M)
第四紀 完新世	盛り土、崩落土砂	B	0.9~4
	造成盛土	o-B	1.7~5
	沖積泥礫層	Ag	3~9
中生代- ジュラ紀	井伊谷層 強風化石英片岩	wlq1	—
	井伊谷層 風化石英片岩	wlq2	115~ 貫入不可

--- 地層境界
--- 推定地下水位



写真-4.3.1 主測線付近の斜面状況
崩落前地形
(2021年静岡県LPデータ)



11月28日~11月29日にかけて発生した累積雨量89mmの降雨後に、観測孔の急激な水位上昇が確認された。最高地下水位は12月2日に確認されたGL-6.10m。

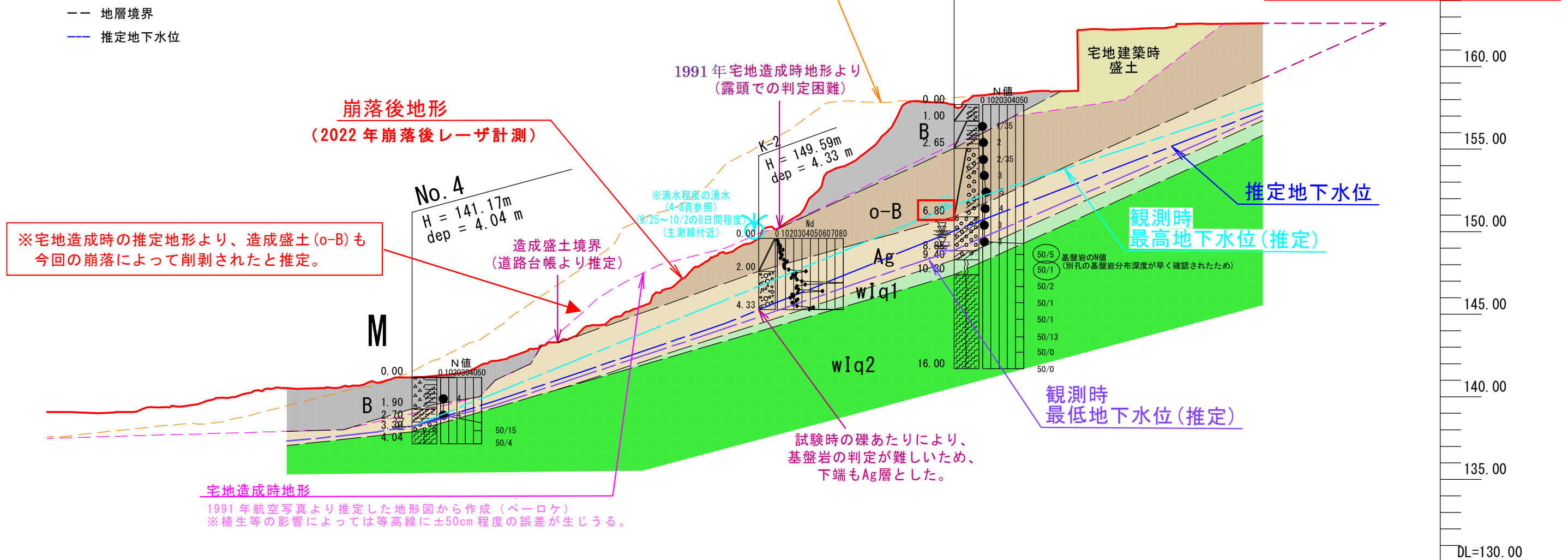
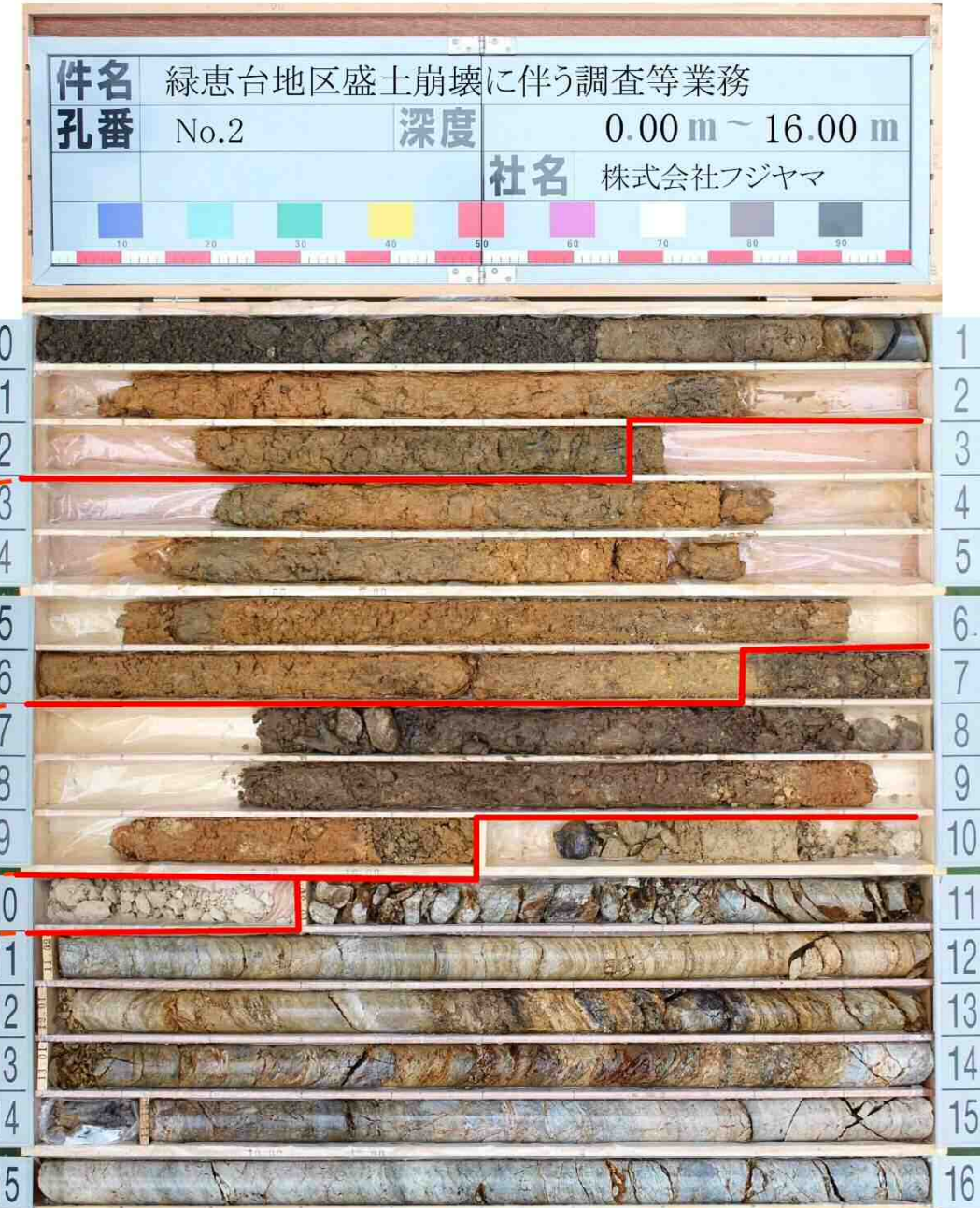
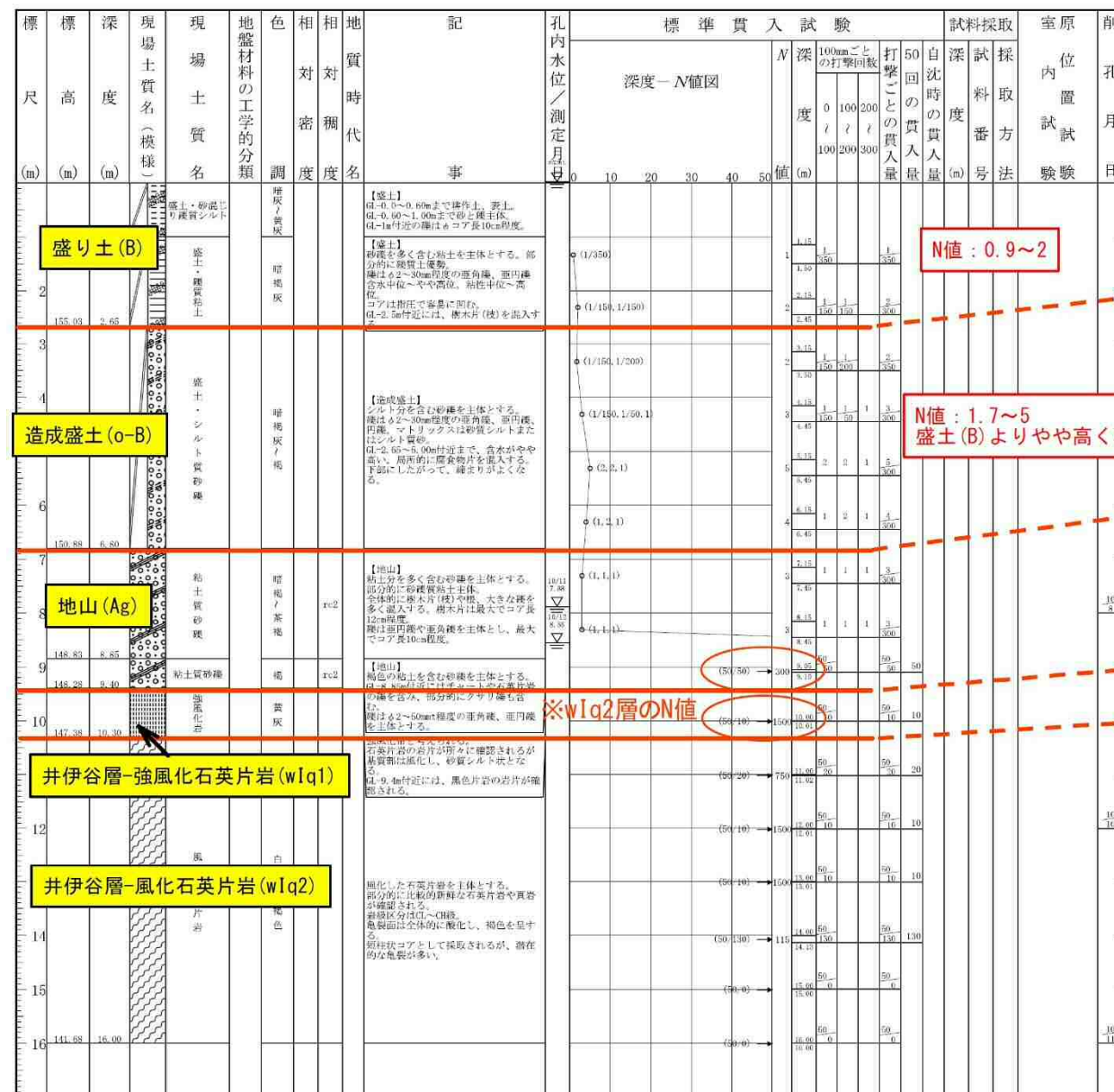


図-4.3.1 主測線 A-M の地層推定断面図 (S=1:250)

先述したように、No.2地点のボーリングコアの状況から、盛り土(B)と造成盛土(o-B)の明瞭な境界は確認されないものの、①粘土分と礫分の比率、②N値、③1991年の宅地造成時地形を踏まえて、盛り土(B)と造成盛土(o-B)の地層境界はGL-2.65m付近と推定した(図-4.3.2参照)。盛り土(B)は比較的粘土分が多く、N値が0.9~2を示すのに対し、造成盛土(o-B)は比較的砂礫分が多く、N値は1.7~5を示す。

造成盛土(o-B)と地山(Ag)の地層境界は、造成盛土下端(GL-6.80m付近)がよく締固められていることや、地山(Ag)中には旧表土であった際に混入したと考えられる樹木片(枝)や根系があること等をもとに決定した。なお、今回の調査では、本孔でオールコアボーリングを実施し、別孔にて標準貫入試験を実施している。別孔は本孔から1m程度離隔を取った位置で掘削しているため、確認された地山(Ag)や基盤岩(wIq1, wIq2)のN値は不陸や谷筋の入り具合の影響により、本孔の深度(土層)と一致しない。

ボーリング名	No.2	調査位置	静岡県浜松市天竜区緑恵台地内	北緯	34° 51' 58.56"
発注機関	浜松市	調査期間	2022年10月8日 ~ 2022年10月11日	東経	137° 47' 55.23"
調査業者名	株式会社フジヤマ 電話 053-462-8803	主任者		業務代理人	
孔口標高	H=157.68m	方位	北0° 西90° 東90° 南180°	コ定者	
総削孔長	16.00m	地盤勾配	鉛直	試験機	KR-50
		使用機種	エンジン	TF-70	
			ポンプ	CP40	



※N値は別孔の試験値であるため、地山(Ag)や基盤岩(wIq1, wIq2)の深度は不陸や谷筋の入り具合により、本孔の深度と一致しない。

図-4.3.2 No.2地点のボーリング柱状図、コア写真

No.2 地点については、先行して実施した $\phi 66\text{mm}$ のコア試料では盛り土(B)と造成盛土(o-B)の地層境界が不明瞭であったため、 $\phi 86\text{mm}$ (No.2' 別孔)にて再度コア試料を採取し、地層境界推定のための補足資料とした。なお、先述したように、別孔で確認された地山(Ag)や基盤岩(wIq1, wIq2)の深度は不陸や谷筋の入り具合の影響により、本孔よりもやや浅い深度に確認されている。

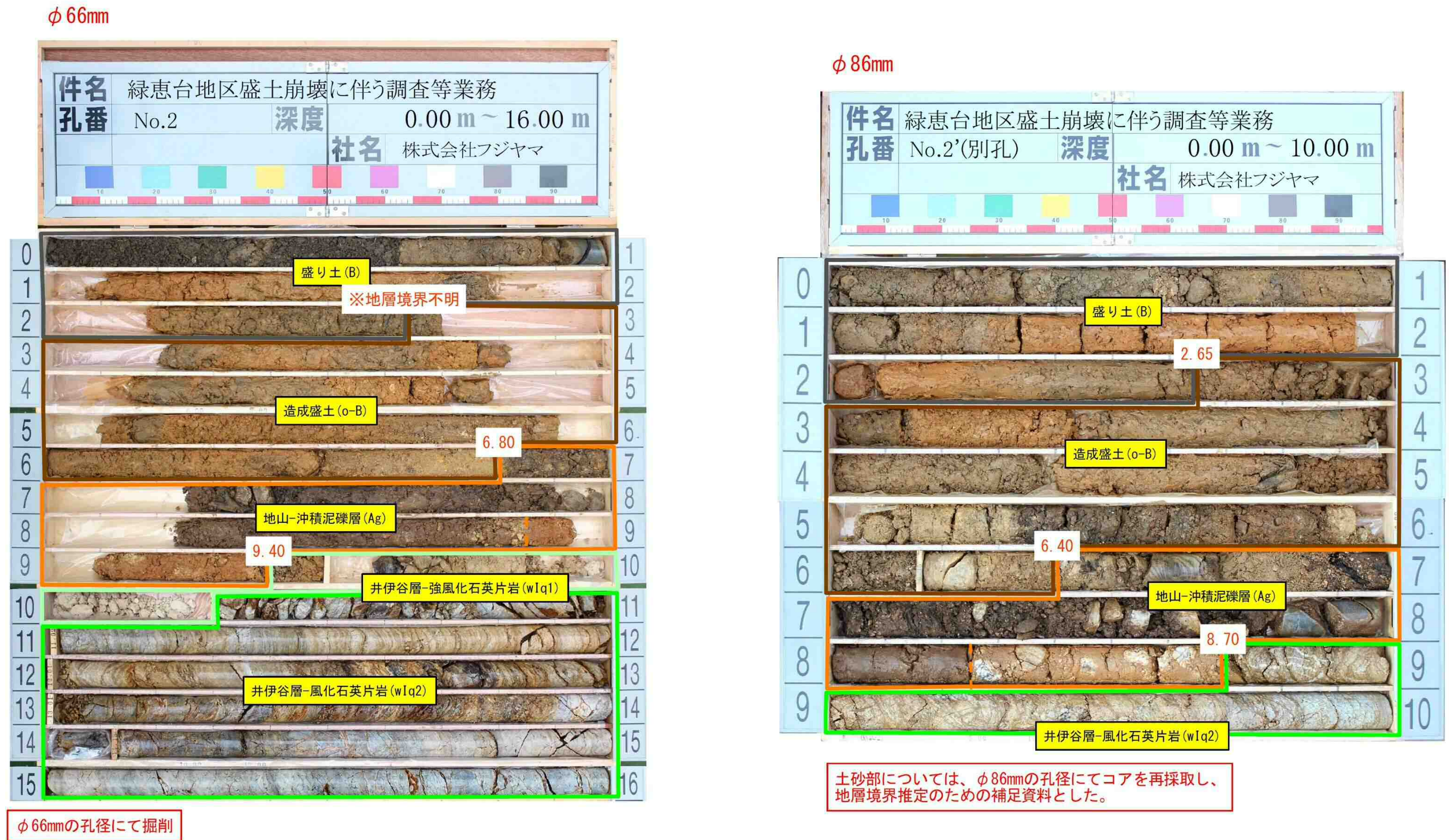


図-4.3.3 No.2の比較コア写真(本孔($\phi 66$), 別孔($\phi 86$))

No.4 地点のボーリングコアの状況から、盛り土(B)(盛り土もしくは崩落土砂)と地山(Ag)との地層境界はGL-1.90m 付近と考えられる(図-4.1.5 参照)。なお、調査位置平面図(図-4.1.1)に示した造成盛土の範囲(道路台帳図を参考)から、No.4 地点には造成盛土(o-B)が分布しないものと判断した。

ボーリング名		No.4		調査位置			静岡県浜松市天竜区緑恵台地内			北緯		
発注機関		浜松市			調査期間			2022年 10月 31日 ~ 2022年 11月 1日			東経	
調査業者名		株式会社フジヤマ 電話 053-462-8803			主 任 技 術 者		業 務 代 理 人		コ ア 鑑 定 者		ボーリング責任者	
孔口標高		H=141.17m		角		方位		地盤勾配		使用機種		
総削孔長		4.00m		180° 上下 90° 0°		270° 西 0° 北 90° 東 180° 南		水平0° 鉛直90°		試錘機 VBM-05 エンジン NFD-10		
										ポンプ CP-40		

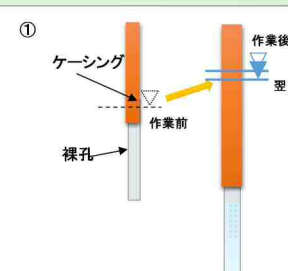
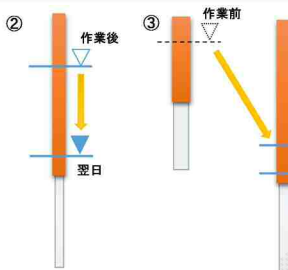
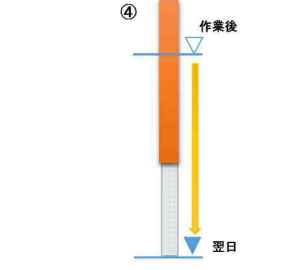
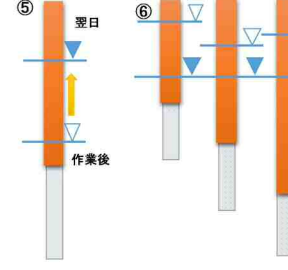
標尺	標高 (m)	深 度 (m)	現場土質名(模様)	現場土質名	地盤材料の工学的分類	色調	相 対 密 度	相 対 稠 度	地質時代名	記 事	標準貫入試験		試料採取		室内位置試験	削孔月日
											N値	深 度 (m)	深 度 (m)	採 取 方 法		
			盛り土、崩落土砂 (B)	崩落土、購買粘土		暗灰～茶褐色				【盛り土、崩落土砂】 締結度多く含む粘土を主体とする。部分的に崩落土砂層は2~40mm程度の細礫、含水中位、粘性中位。						
	139.27	1.90								【地山(田表土)】 6~30mm程度の硬角礫を含むシルトを主体とする。含水中位、粘性中位。				N値: 4		
	138.47	3.70								【地山】 シルトを含む砂礫を主体とする。粒径は2~30mmの非角礫。締まりが良く、コアは指圧で叩かない程度。				N値: 4		
	137.87	3.30								【地山】 風化した石英片岩を主体とする。岩塊区分はCM~CII級。45°~60°の亀裂(片理面)が確認される。亀裂面は全体的に酸化し、褐色を呈する。粘柱状コアとして採取されるが、潜在的な亀裂がある。				N値: 9 (3回(10cm)を30cmあたりに換算)		
	137.13	4.04														
			井伊谷層-風化石英片岩 (wIq2)	風化石英片岩		白灰～灰褐色										



図-4.3.4 No.4 地点のボーリング柱状図、コア写真

ボーリング掘進中における孔内水位の測定にあたり、掘削当初は無水掘削を原則とし、初期水位(≒自然水位)の把握に努めた。その後、ケーシングの挿入や地山・岩盤の掘削時には送水掘削に切り替え、作業終了後には作業後水位を記録した。さらに翌朝には作業前水位を記録した後、孔内水位を低下させ孔内水位の回復状況を確認した。これらの計測水位と表-4.3.1の掘進中の裸孔区間における水理地質(地下水の有無や地盤の透水性)をもとに、地下水位を推定した。

表-4.3.1 孔内水位変化による水理地質区分の判定

孔内水位の状況	模式的概念図	判定分類	水位変化と判定
①作業前水位より作業後水位が上昇し、作業後水位と翌日水位がかわらない、ないしはわずかに低下している。		不透水層 あるいは 帯水層	◆水位が変化しない →変化なし (不透水層) □水位が上昇する →流入(帯水層) 翌日水位が水頭高となる。
②作業後水位に比べて、翌日水位が大きく低下している。 ③作業後水位に比べて、翌日水位の低下量は小さいが、作業前水位に比べて作業後水位が大きく低下している。		漏水層 あるいは 帯水層	◆水位が変化しない →透水(漏水層) □水位が上昇する →流入(帯水層) 翌日水位が水頭高となる。
④作業後水位および、あるいは翌日水位がほぼ孔底まで落下している。		漏水層	全漏水
⑤作業後水位に比べて、翌日水位が上昇している。 ⑥①～③で数ステップ間にわたり翌日水位がほぼ一定となる。 翌日水位が水頭高となる。		帯水層	□水位が上昇する →流入(帯水層) ◆水位が変化せず、 ⑤は上昇量が非常に 小さい →変化なし (不透水層)

「地すべりに影響を及ぼす地下水の調査・観測に関する共同研究(土木研究所他)」巻末 1-35 加筆

No. 2 地点と No. 4 地点における掘削中の孔内水位変動図を図-4.3.5 と図-4.3.6 に示す。

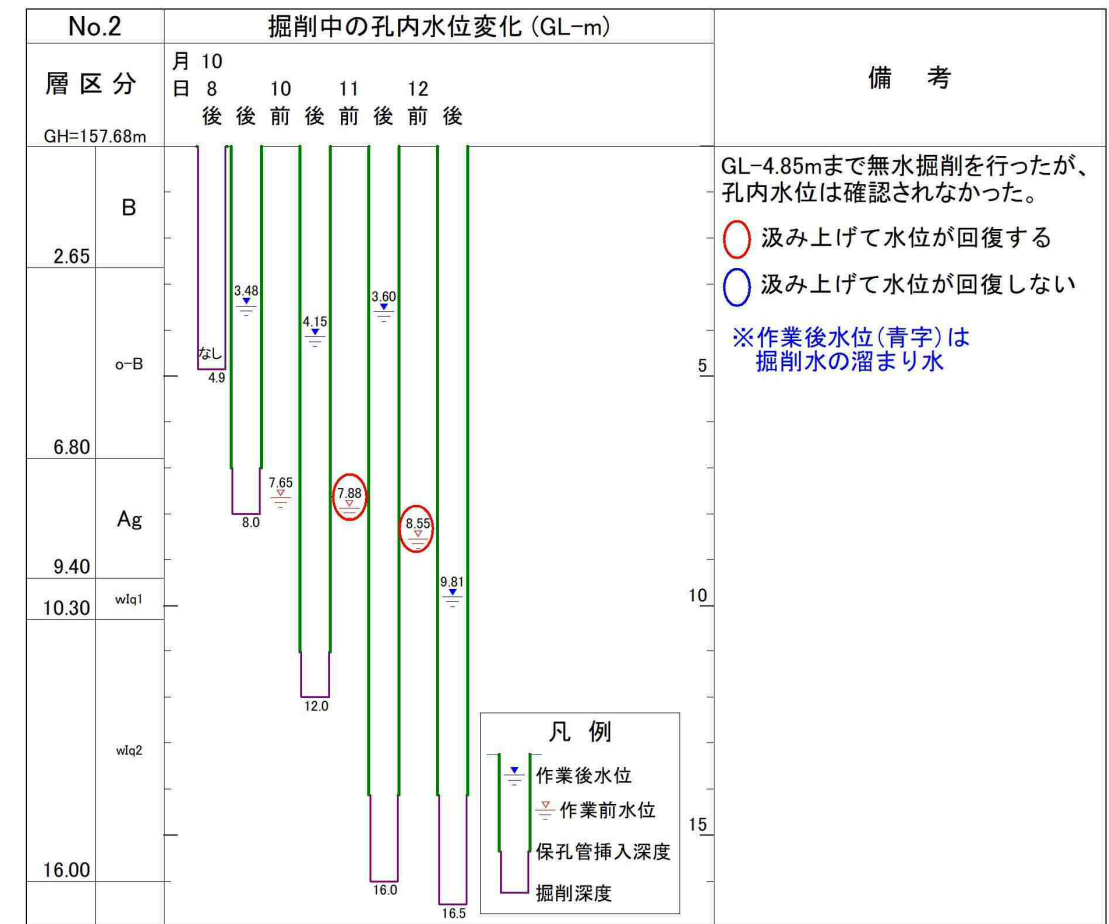


図-4.3.5 No. 2 地点の掘削中の孔内水位変動図

No. 2 地点では、GL-4.85m まで無水掘削を行ったが、初期水位は確認できなかったことから、地下水位は GL-4.85m 以深と考えられる。その後、送水掘削に切り替え、10月8日は GL-8.0m まで掘削し、作業後水位は GL-3.48m に確認された。翌々日の10月10日の作業前水位は GL-7.65m に確認された。孔内水位の汲み上げはできなかったが、2日後の水位であることから、比較的安定した水位であると考えられる。以降の孔内水位は、送水掘削を伴う岩盤内で確認された水位であるが、作業前水位は GL-8m 付近に確認されていた。以上の孔内水位変動から、調査時における No. 2 地点の地下水位を GL-7.65m と推定した。

なお、No. 2 地点に設置した水位観測孔では、2022年11月28日～11月29日にかけて発生した累積雨量 89mm の降雨の翌々日に水位上昇が確認された(図-4.3.6)。降雨から3日後の12月2日には最高水位 GL-6.10m が確認されたものの、その後、徐々に水位が低下したことから、“7-1-2 盛り土除去後の斜面評価”で後述する斜面安定解析に用いる解析水位には恒常的水位と考えられる調査時水位を採用した。

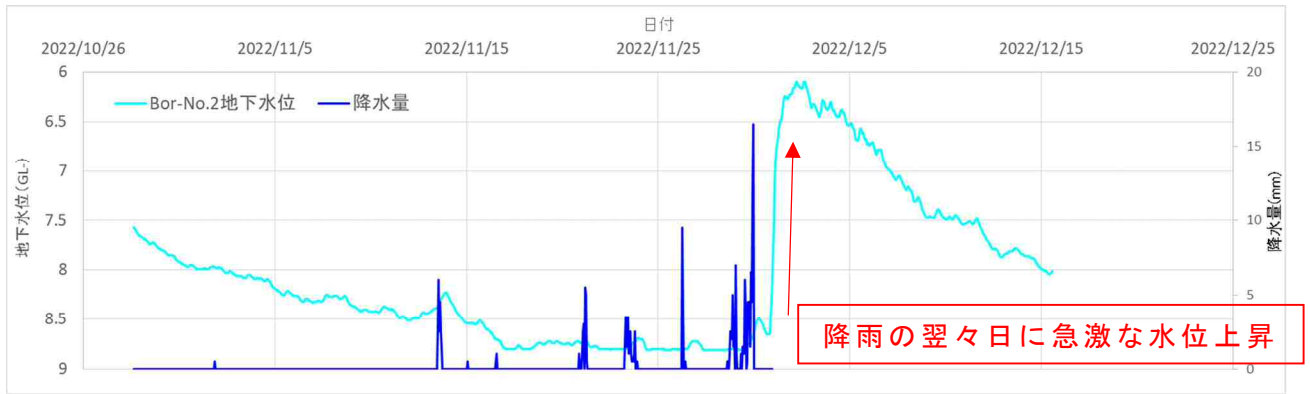


図-4.3.6 No.2地点の地下水変動図

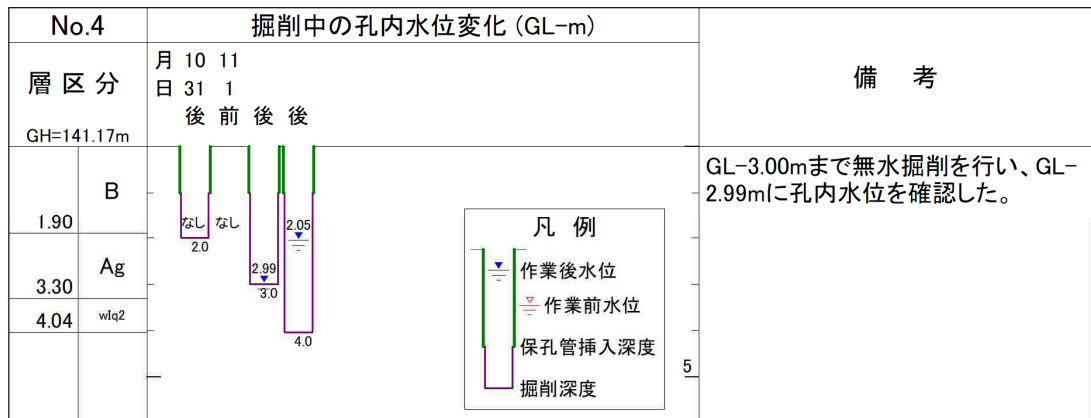


図-4.3.7 No.4地点の掘削中の孔内水位変動図

No.4地点では、GL-3.00mまで無水掘削を行った際にGL-2.99mに初期水位を確認した。よって、No.4地点の地下水位をGL-2.99mと推定した。

なお、崩落斜面では、滴水(染み出し)程度の湧水が崩落翌日から3日間程度(9月25日～9月27日)にわたって3箇所を確認された(図-4.1.1参照)。その後は、中央部の1箇所からのみ湧水が確認され、湧水量は徐々に減少し、収束した(9月25日～10月2日の8日間程度)。



写真-4.3.2 2022年9月25日(崩落翌日)の斜面状況



写真-4.3.3
2022年9月27日の湧水状況
(中央部)

写真-4.3.4
2022年10月1日の湧水状況
(中央部)

(2) 副測線 B-M

No.3 地点のボーリングコアの状況から、盛り土(B)と地山(Ag)との地層境界はGL-3.20m付近と考えられる。なお、調査位置平面図(図-4.1.1)に示した造成盛土の範囲(道路台帳図を参考)から、No.3 地点には造成盛土(o-B)が分布しないものと判断した。地層推定断面図を図-4.3.8に示し、柱状図とコア写真を次頁の図-4.3.9に示す。

地質層序表

地質時代	地層名	記号	N値(B-M)
第四紀 完新世	盛り土、崩落土砂	B	4~8
	造成盛土	o-B	—
	沖積泥礫層	Ag	9
中生代- ジュラ紀	井伊谷層 強風化石英片岩	wIq1	—
	井伊谷層 風化石英片岩	wIq2	282~ 貫入不可

— 地層境界
--- 推定地下水位



写真-4.3.5 副測線 B-M 付近の斜面状況



現状、地下水観測孔内の水位の変動は確認されない。
(測定値は無孔管部のたまり水)

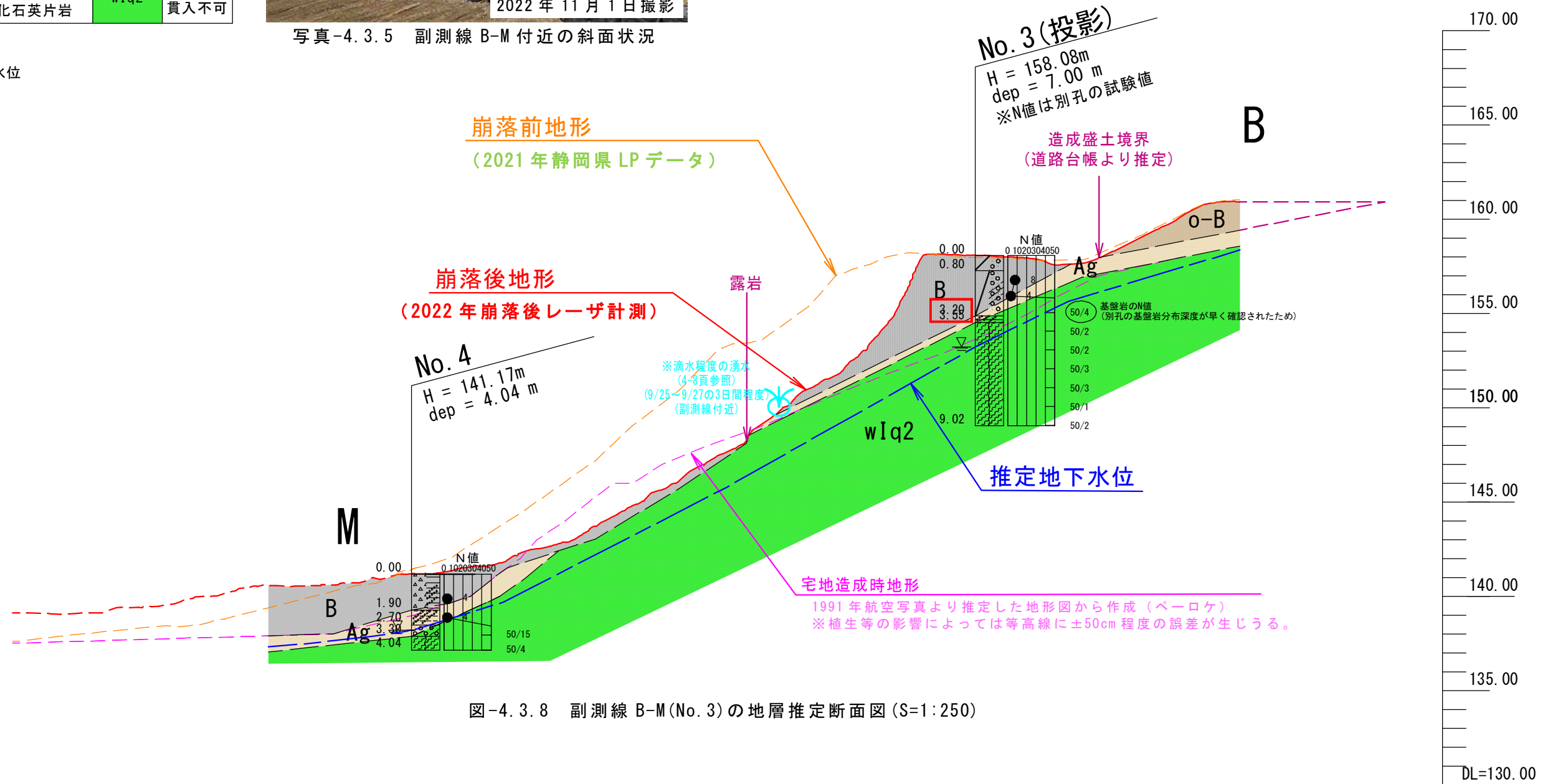


図-4.3.8 副測線 B-M (No. 3) の地層推定断面図 (S=1:250)

ボーリングコアの状況から、No. 3 付近の盛り土(B)は垂円礫や垂角礫を含む砂礫を主体としており、地山(Ag)には旧表土であった際に混入したと考えられる木片(枝)や根系が確認されている。

ボーリング名	No. 3	調査位置	静岡県浜松市天竜区緑恵台地内	北緯	
発注機関	浜松市	調査期間	2022年 10月 22日 ~ 2022年 10月 24日	東経	
調査業者名	株式会社フジヤマ 電話 053-462-8803	主任技術者		業務代理人	コ鑑定者
ボーリング責任者		試験機	YBM-05	ポンプ	CP-40
孔口標高	H=158.08m	方位	北緯0° 西270° 東90° 南180°	地盤勾配	水平0° 鉛直90°
総削孔長	9.00m	使用機種	エンジン NFD-10		



標高 (m)	深度 (m)	現場土質名 (模様)	地盤材料の工学的分類	色	相対密度	相対稠度	地質時代名	記号	孔内水位/測定月日	標準貫入試験				試料採取	室内位置試験	削孔月日
										深度-N値図	N値	100mmごとの打撃回数	50回の貫入量			
157.28	0.80	盛り土(B)	盛り土・シルト質砂礫	黄褐色						1.15	1	1	6	3.94		
154.82	3.20	盛り土(B)	盛り土・シルト質砂礫	黄褐色						1.85	1	1	6	3.94		
154.52	3.55	地山(Ag)	地山	黄褐色						2.30	2	1	1	3.94		
151.82	5.20	井伊谷層-風化石英片岩(wIq2)	風化石英片岩	黄褐色						3.92	50	20	20			
149.00	9.00	井伊谷層-風化石英片岩(wIq2)	風化石英片岩	黄褐色						4.01	50	10	10			



※N値は別孔の試験値であるため、地山(Ag)や基盤岩(wIq1, wIq2)の深度は不陸や谷筋の入り具合により、本孔の深度と一致しない。

図-4.3.9 No. 1 地点のボーリング柱状図、コア写真

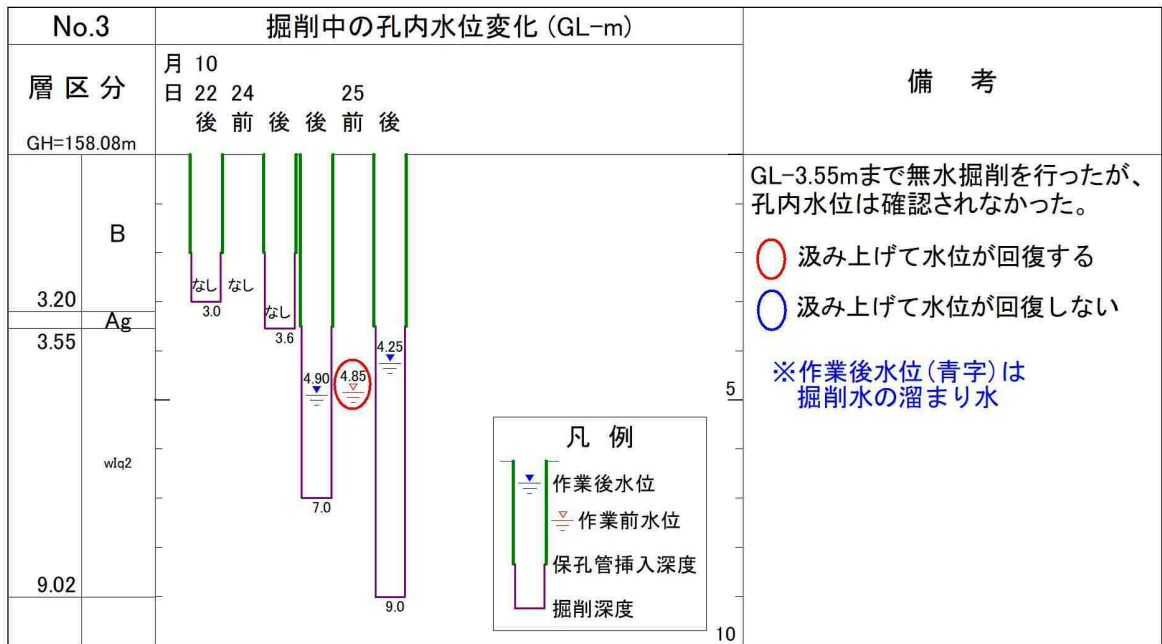


図-4.3.10 No.3地点の掘削中の孔内水位変動図

No.3地点では、GL-3.55mまで無水掘削を行ったが、初期水位は確認できなかったことから、地下水位はGL-3.55m以深と考えられる。その後、送水掘削に切り替え、10月24日はGL-7.0mまで掘削し、作業後水位はGL-4.90mに確認された。翌日の10月25日の作業前水位はGL-4.85mに確認され、孔内水の汲み上げ後に水位の回復が確認された。

以上の孔内水位変動から、No.3地点の地下水位をGL-4.85mと推定した。

(3) 副測線 C-M

No.1 地点のボーリングコアの状況から、盛り土(B)と造成盛土(o-B)の明瞭な境界は確認されないものの、①粘土分と礫分の比率、②N値、③1991年の宅地造成時地形を踏まえて、地層境界はGL-3.00m付近と推定した。地層推定断面図を図-4.3.11に示し、柱状図とコア写真を次頁の図-4.3.12に示す。

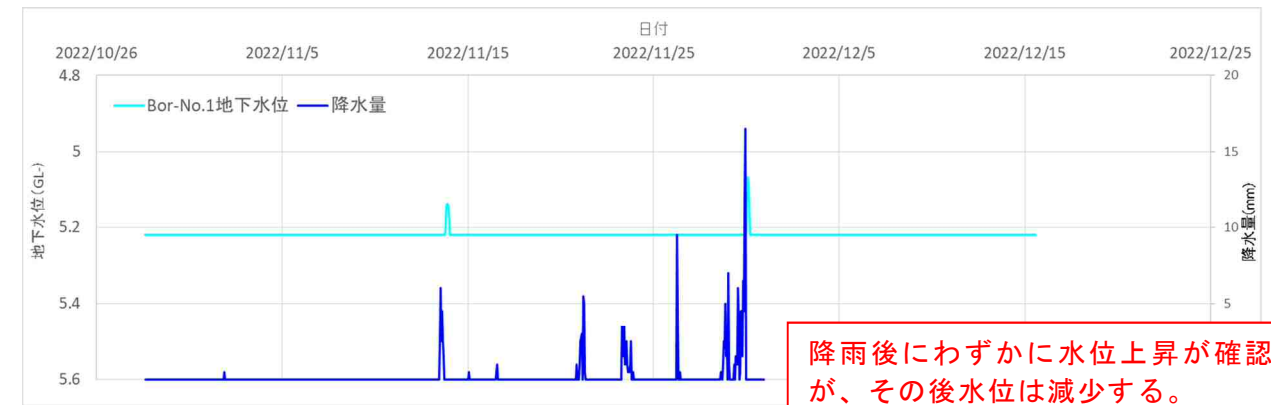
地質層序表

地質時代	地層名	記号	N値 (C-M)
第四紀 完新世	盛り土、崩落土砂	B	2~4
	造成盛土	o-B	6~10
	沖積泥礫層	Ag	3~9
中生代- ジュラ紀	井伊谷層 強風化石英片岩	wlq1	—
	井伊谷層 風化石英片岩	wlq2	136~ 貫入不可

— 地層境界
- - - 推定地下水位



写真-4.3.6 副測線 C-M 付近の斜面状況



降雨後にわずかに水位上昇が確認されるが、その後水位は減少する。
(平常時の測定値は無孔管部のたまり水)

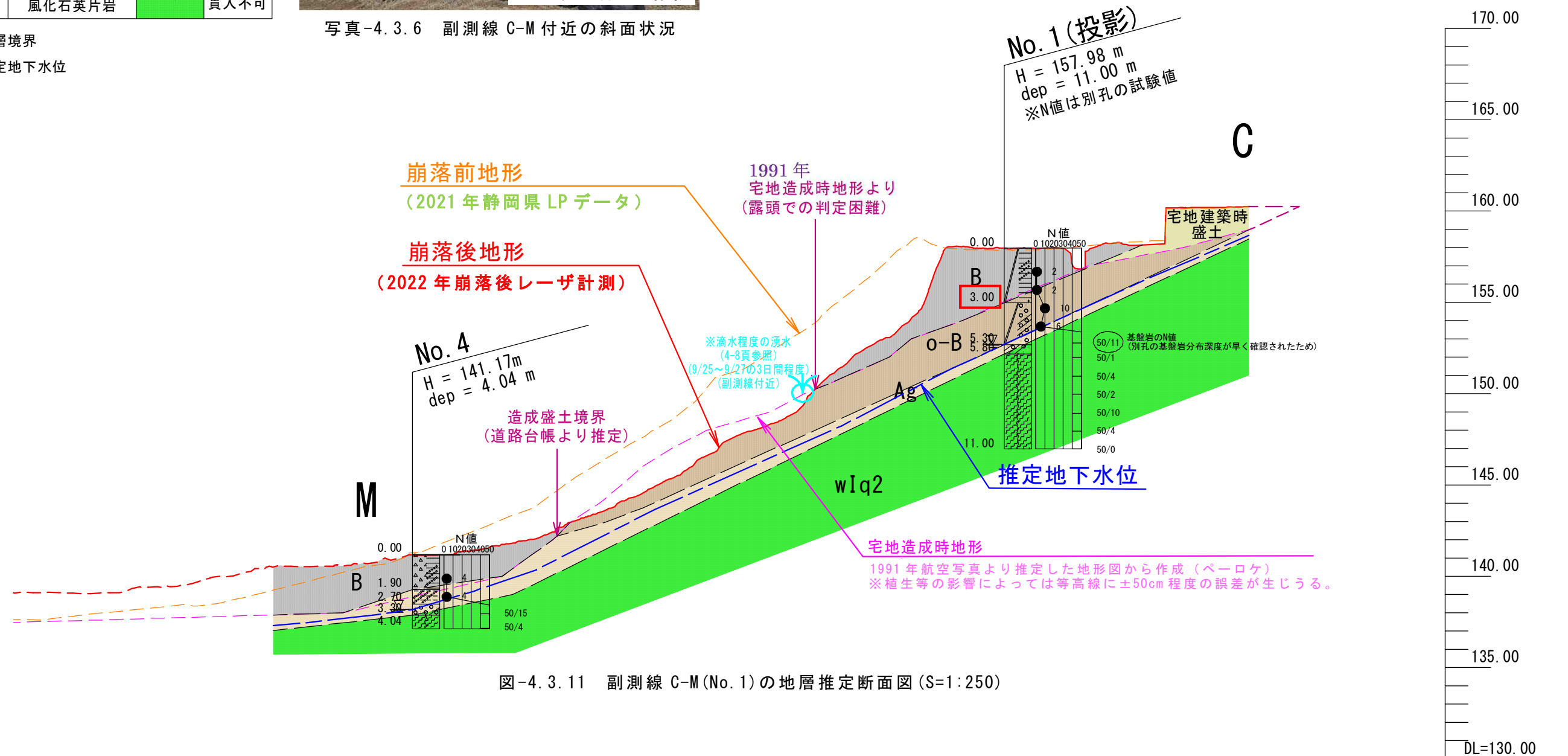
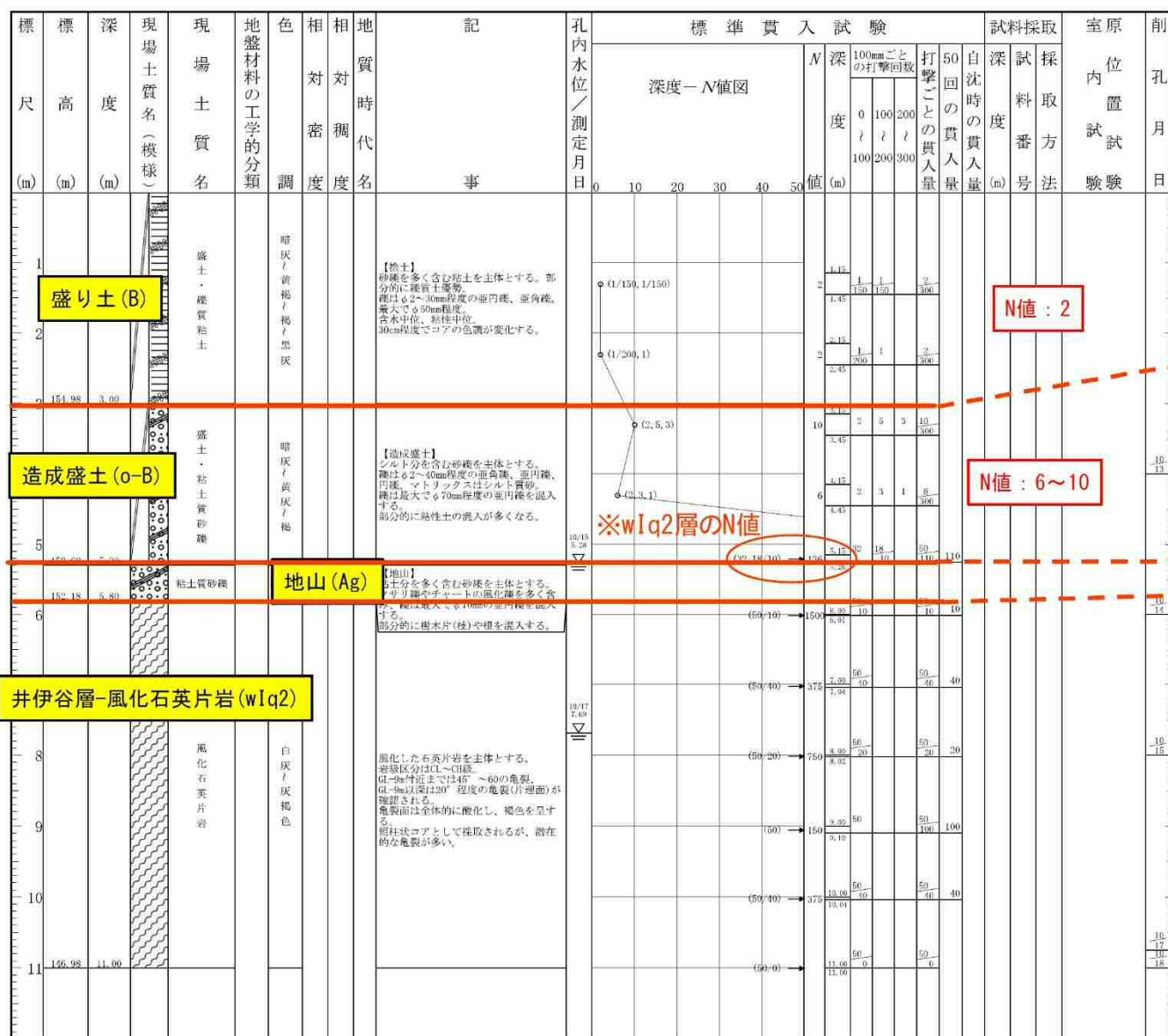


図-4.3.11 副測線 C-M (No. 1) の地層推定断面図 (S=1:250)

先述したように、No.1地点のボーリングコアの状況からは、盛り土(B)と造成盛土(o-B)の明瞭な境界は確認されないものの、①粘土分と礫分の比率、②N値、③1991年の宅地造成時地形を踏まえて、地層境界はGL-3.00m付近と推定した。盛り土(B)は比較的粘土分が多く、N値が2を示すのに対し、造成盛土(o-B)は比較的砂礫分が多く、N値は6~10を示す。造成盛土(o-B)と地山(Ag)の地層境界は、地山(Ag)中には旧表土であった際に混入したと考えられる木片(枝)や根系があること等をもとに決定した。

ボーリング名	No.1	調査位置	静岡県浜松市天竜区緑恵台地内	北緯	
発注機関	浜松市	調査期間	2022年10月13日 ~ 2022年10月15日	東経	
調査業者名	株式会社フジヤマ 電話 053-462-8803	主任技術者		業務代理人	
コ定者		ボーリング責任者			
孔口標高	H=157.98m	方位	北0° 東90° 西270° 南180°	地盤勾配	鉛直90° 水平0°
総削孔長	11.00m	使用機種	試錘機 YBM-05 エンジン NFD-10	ポンプ	CP-40



※N値は別孔の試験値であるため、地山(Ag)や基盤岩(wIq1, wIq2)の深度は不陸や谷筋の入り具合により、本孔の深度と一致しない。

図-4.3.12 No.1地点のボーリング柱状図、コア写真

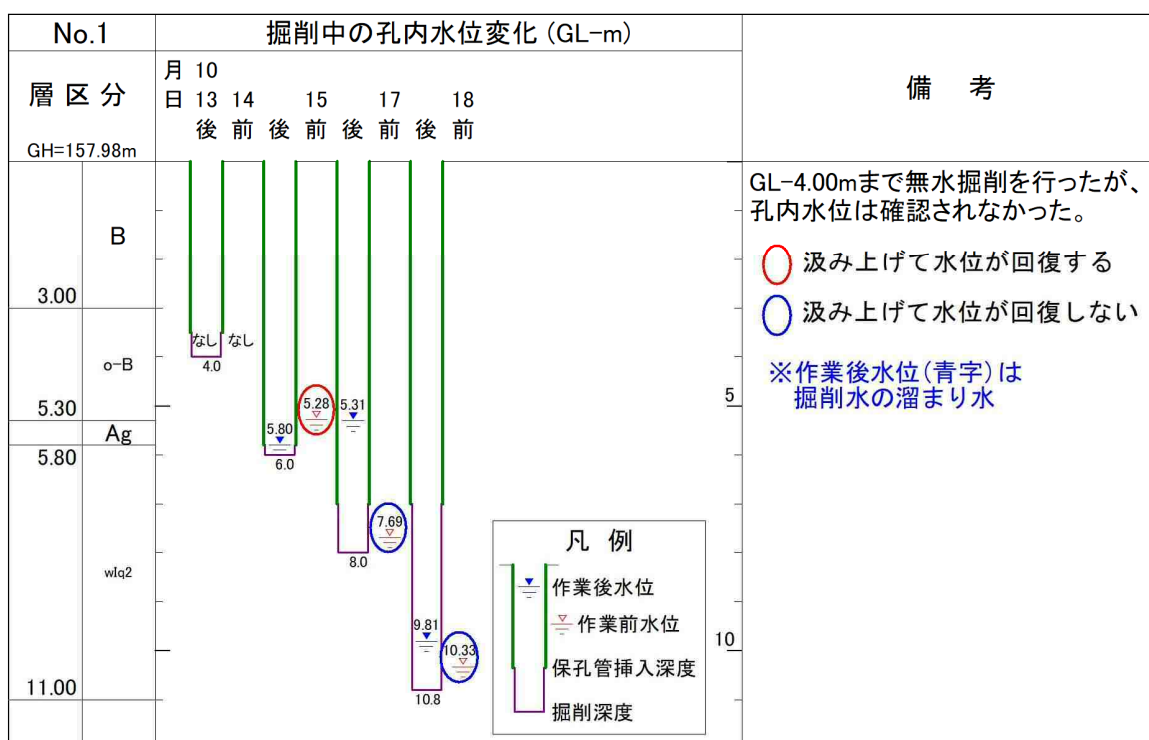


図-4.3.13 No.1 地点の掘削中の孔内水位変動図

No.1 地点では、GL-4.00m まで無水掘削を行ったが、初期水位は確認できなかったことから、地下水位は GL-4.00m 以深と考えられる。その後、送水掘削に切り替え、10月14日は GL-6.0m まで掘削し、作業後水位は GL-5.80m に確認された。翌日の10月15日の作業前水位は GL-5.28m と上昇し、孔内水の汲み上げ後に水位の回復も確認された。以降の孔内水位は、送水掘削を伴う岩盤内で確認された水位であり、いずれの作業前水位も汲み上げ後の水位の回復は確認されない。

以上の孔内水位変動から、No.1 地点の地下水位を GL-5.28m と推定した。

(4) 東側側部 E-E'

崩落斜面の東側側部 (E-E') は耕作地として使用するため過去に盛り土がされており、現状、斜面の上部は 40° 程度の急勾配をなし、崩落の危険性がある。したがって、崩落斜面と同様に、盛り土 (B) の層厚確認を目的として、斜面上部の平地部と法肩部の 2 箇所 で簡易動的コーン貫入試験を実施した。調査の結果、法肩部には、部分的に層厚 3m 程度の緩い盛り土層が堆積しているものと考えられる。また、調査の結果と現地の地形状況から、盛り土 (B) 下部には Ag 層もしくは wIq2 層が分布していると推定した。

地質層序表

地質時代		地層名	記号	N値
第四紀	完新世	盛り土、崩落土砂	B	0.9~8
		造成盛土	o-B	1.7~10
		沖積泥礫層	Ag	3~9
中生代-ジュラ紀		井伊谷層 強風化石英片岩	wIq1	—
		井伊谷層 風化石英片岩	wIq2	136~ 貫入不可

--- 地層境界
 --- 推定地下水位

DL=140.00

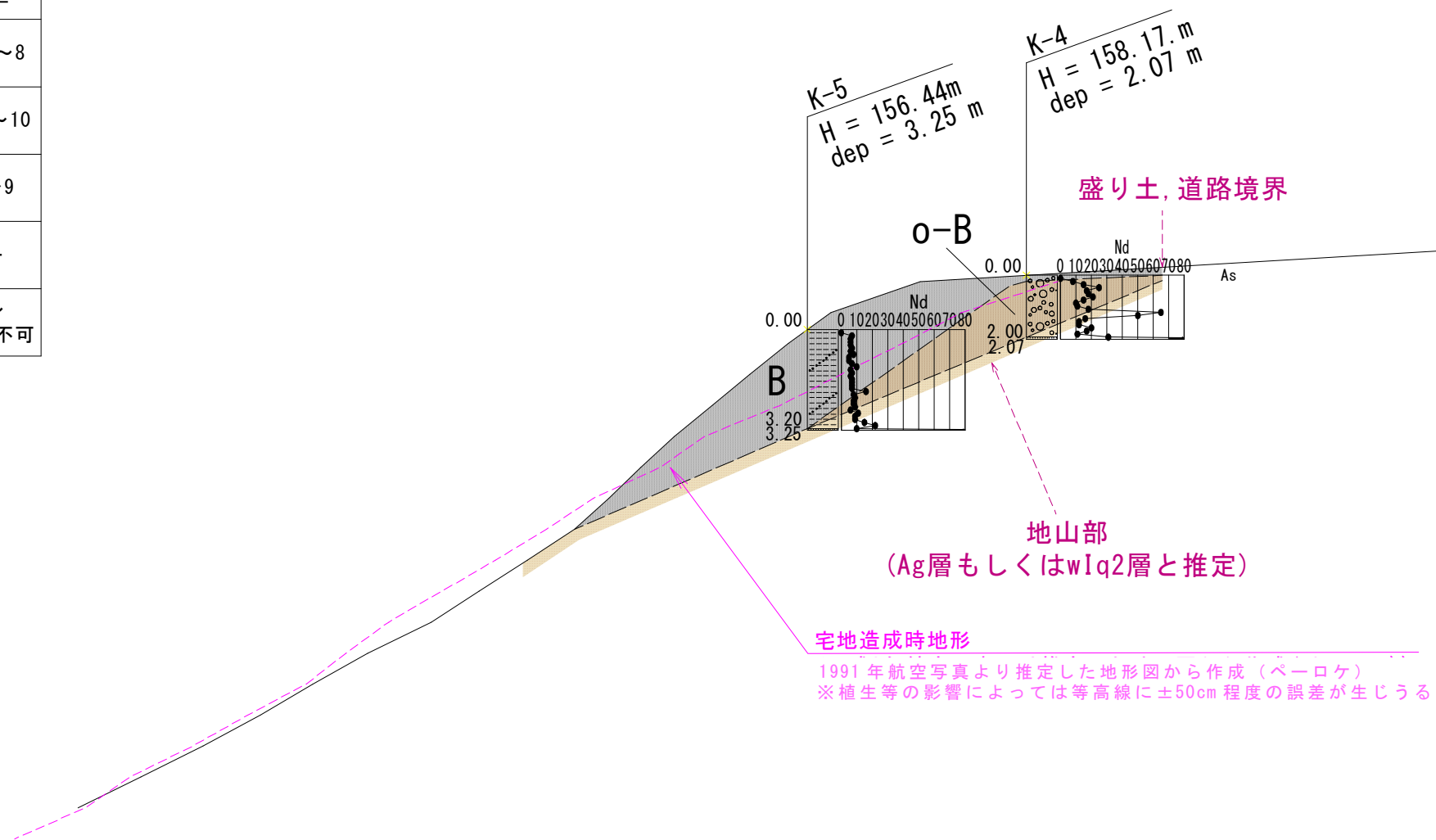


図-4.3.14 東側側部 (E-E') の地層推定断面図 (S=1:250)

4-4 室内土質試験結果

“7-1-2 盛り土除去後の斜面評価”で後述する斜面安定解析に用いる地盤定数の算出のため、盛り土除去後に露出する o-B 層(造成盛土)で室内土質試験を実施し、物理特性と力学特性を調査した。なお、B 層(盛り土)についても、崩落メカニズムの検証や o-B 層(造成盛土)との比較検討資料とするため、室内土質試験を実施した。

当該地は集水地形を呈しており、o-B 層(造成盛土)は図-4.4.1 に示すように、主測線 A-M と副測線 C-M 付近に分布している。主測線 A-M 付近は、先述したボーリング調査結果より基盤岩の分布深度が最も深く、危険側の断面となる。よって、室内土質試験で使用する試料は、図-4.4.1～図-4.4.3 のように、主測線 A-M 付近においては No.2 地点のボーリングコア(o-B 層①)と崩落斜面(o-B 層②)の 2 試料、副測線 C-M 付近においては崩落斜面(o-B 層③)の 1 試料の合計 3 試料とした。なお、B 層(盛り土)は、主測線 A-M 付近において試料採取を実施した。

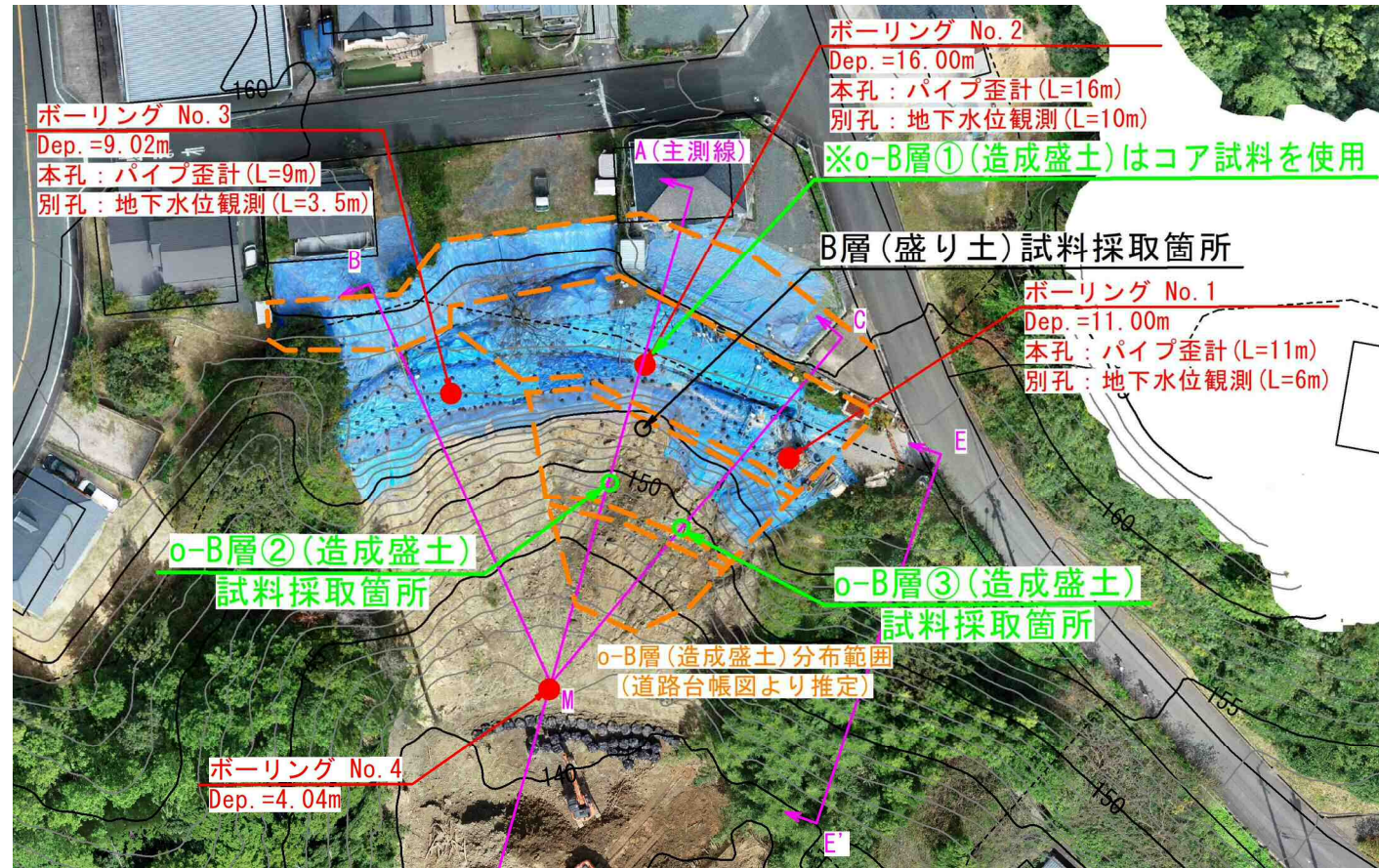


図-4.4.1 試料採取箇所(平面図)

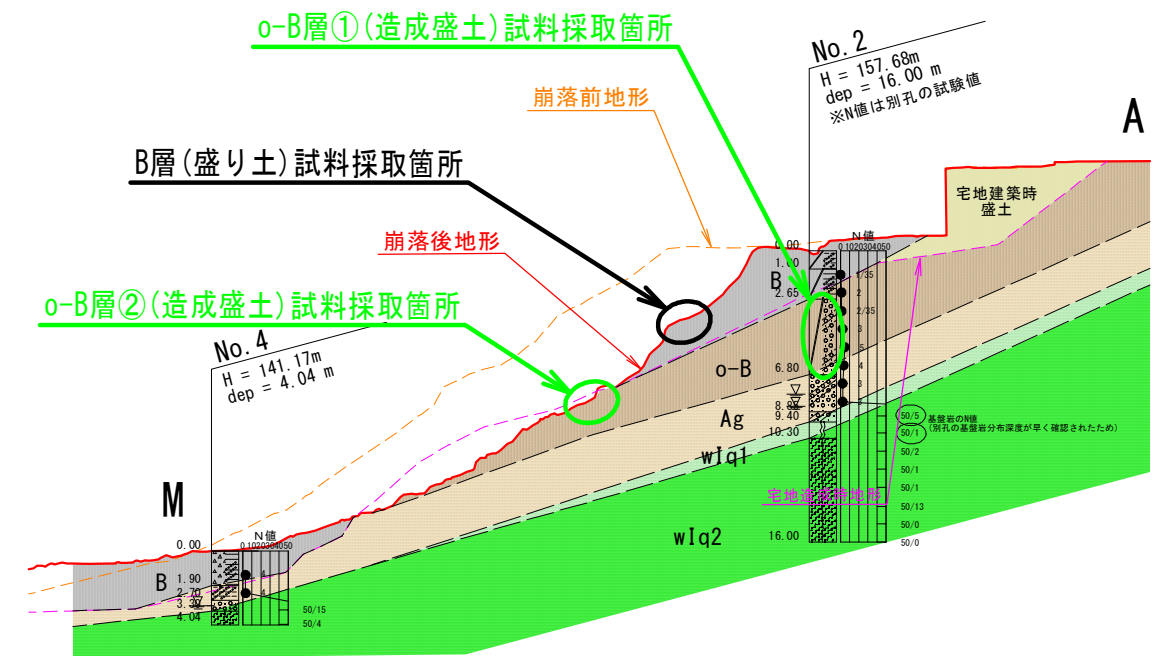


図-4.4.2 試料採取箇所(主測線 A-M)



写真-4.4.1
o-B 層②(造成盛土)試料採取箇所



写真-4.4.2
o-B 層③(造成盛土)試料採取箇所



写真-4.4.3
B 層(盛り土)試料採取箇所

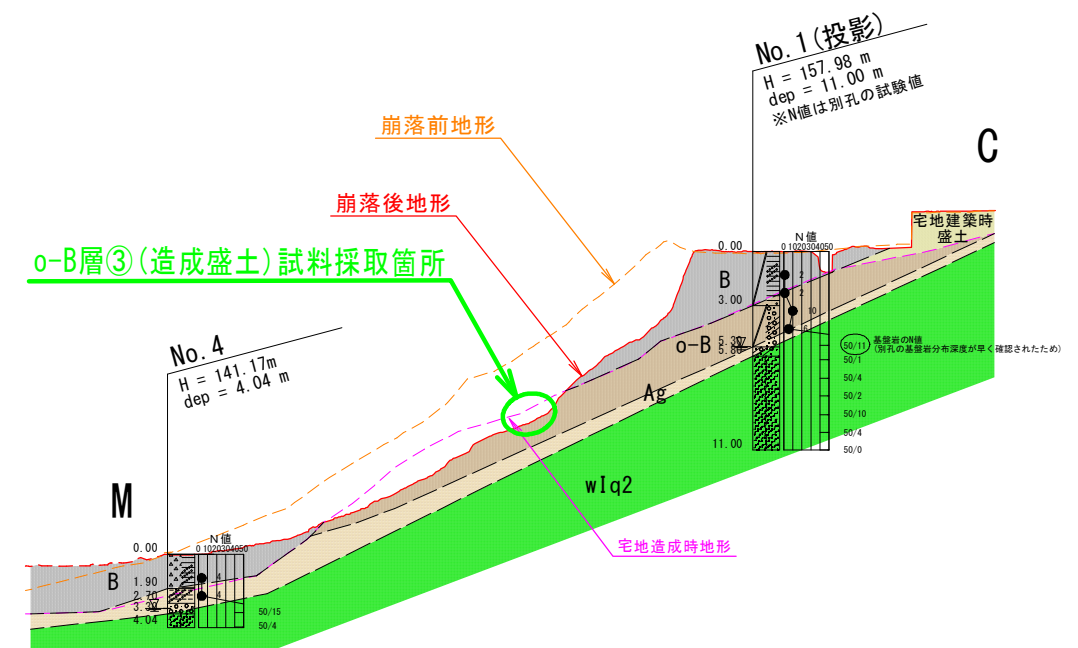


図-4.4.3 試料採取箇所(副測線 C-M)

(1) 物理特性

室内土質試験結果に基づく物性値を表-4.4.1に、粒径加積曲線図、三角座標および土質材料の工学的分類体系図を図-4.4.4～図-4.4.6に示す。

表-4.4.1 B層(盛り土), o-B層①②③(造成盛土)の物性値

試料No.	土粒子の密度 (g/cm ³)	粒度			分類名 (分類記号)	液性限界 W _L (%)	塑性限界 W _P (%)	塑性指数 I _P	自然含水比 W _n (%)
		礫分 (%)	砂分 (%)	細粒分 (%)					
B層 (盛り土)	2.665	41.6	27.7	30.7	細粒分質砂質礫 (GFS)	39.9	21.1	18.8	15.6
o-B層① (造成盛土)	2.689	37.3	22.3	40.4	細粒分質砂質礫 (GFS)	46.8	22.4	24.4	19.6
o-B層② (造成盛土)	2.671	56.2	23.4	20.4	細粒分質砂質礫 (GFS)	36.9	19.5	17.4	13.0
o-B層③ (造成盛土)	2.680	34.6	26.9	38.5	細粒分質砂質礫 (GFS)	35.2	19.7	15.5	18.3

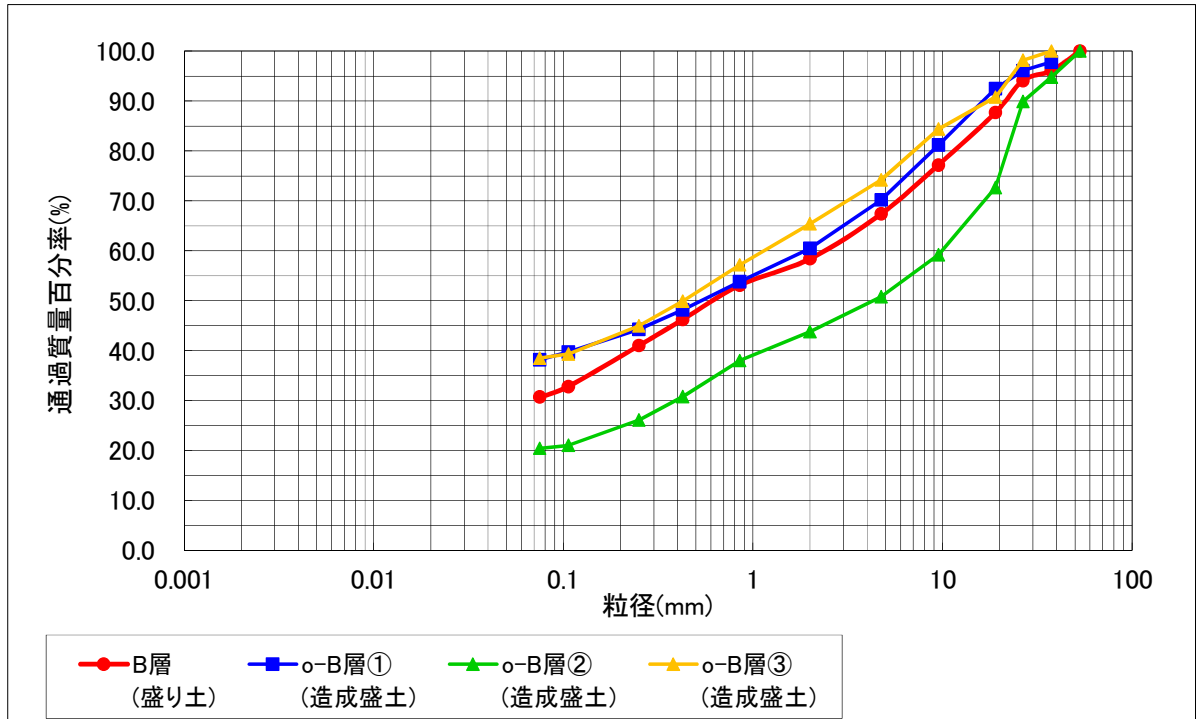


図-4.4.4 粒径加積曲線図

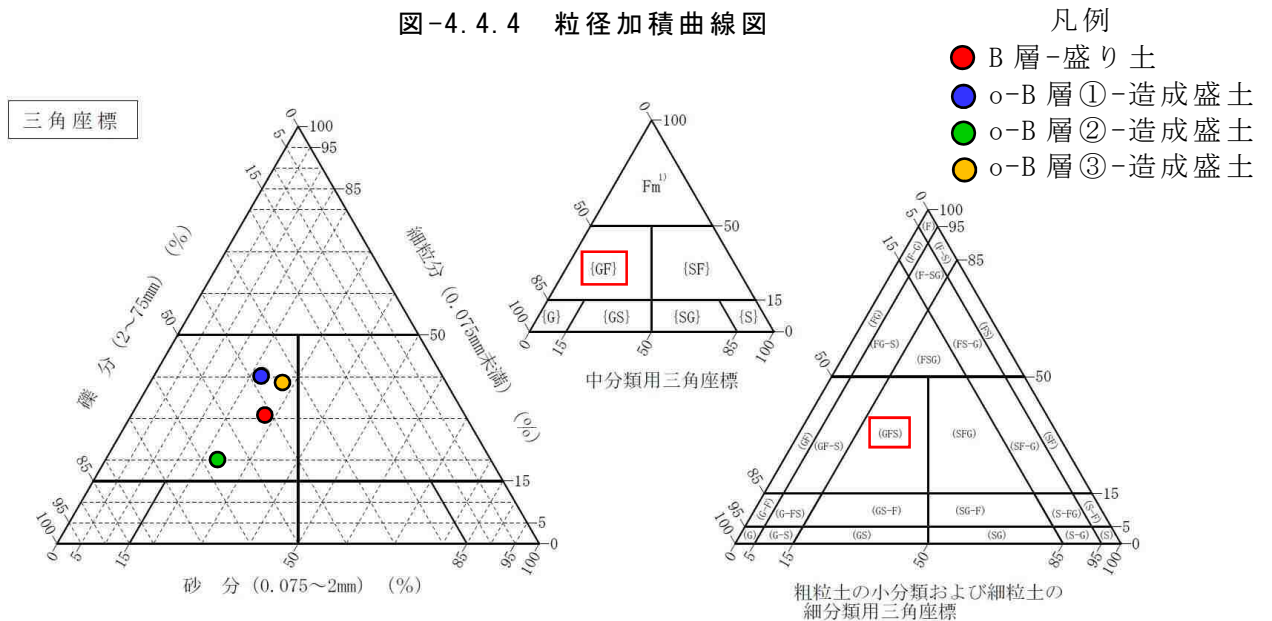
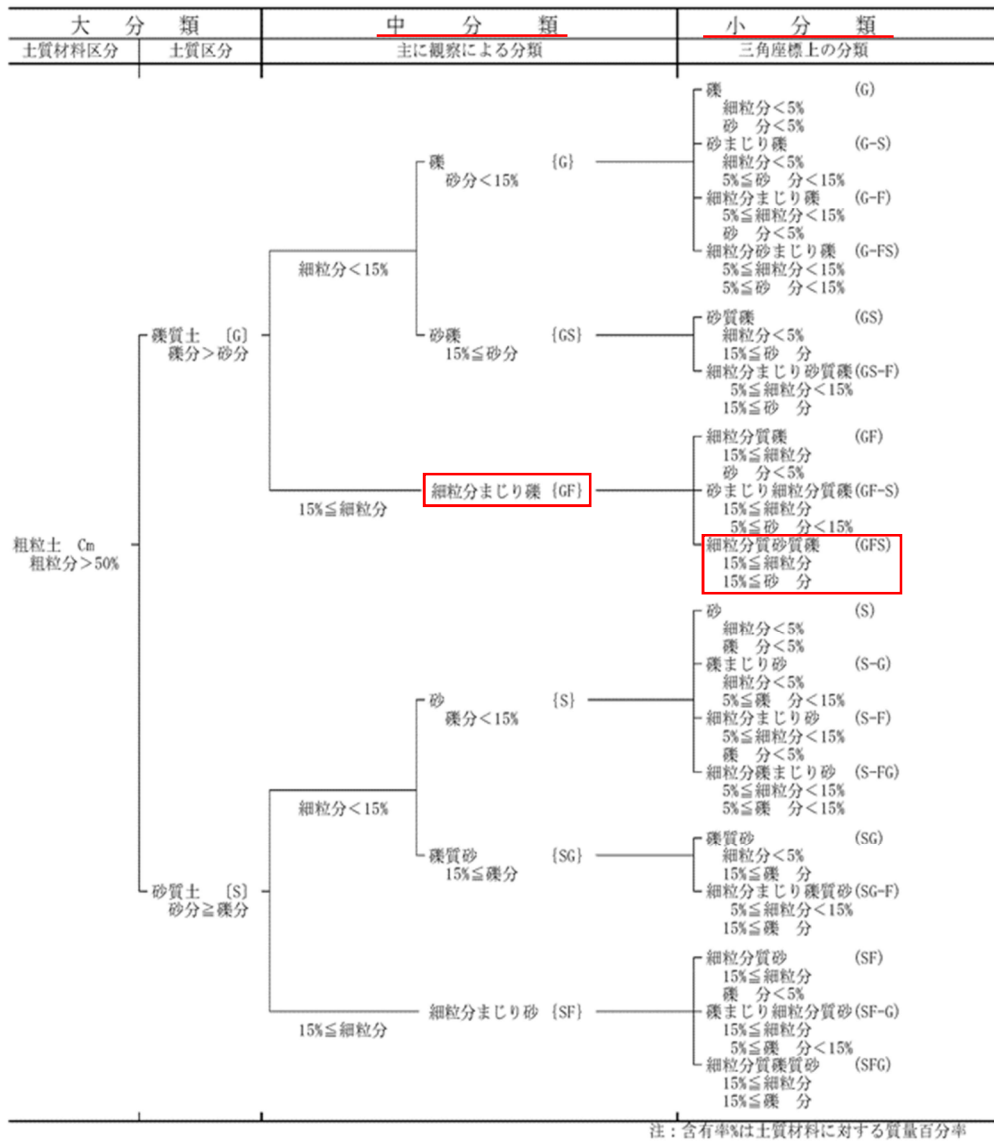
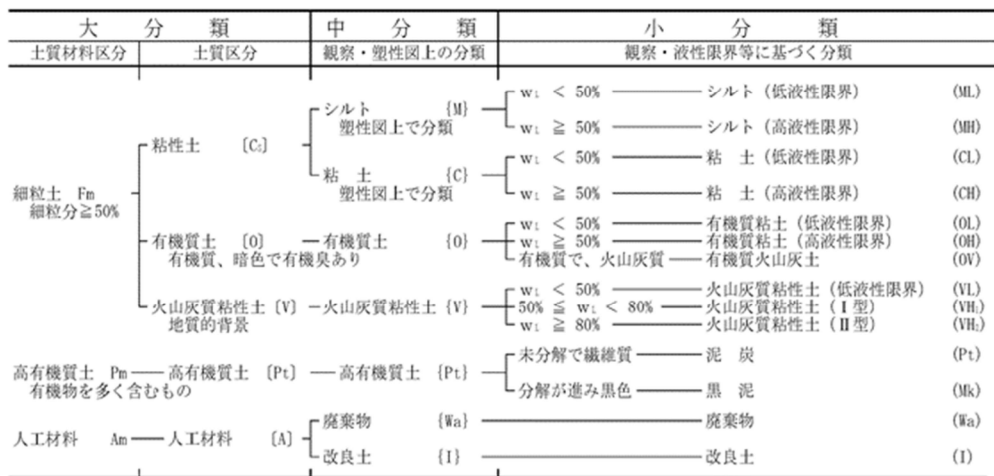


図-4.4.5 三角座標



(a) 粗粒土の工学的分類体系



(b) 主に細粒土の工学的分類体系

図-4.4.6 土質材料の工学的分類体系

(「地盤材料試験の方法と解説(地盤工学会)p.56」より)

図-4.4.4より、B層(盛り土)とo-B層①②③(造成盛土)の粒径加積曲線は、比較的緩やかな曲線を描くことから粒径幅の広い土であり、o-B層②(造成盛土)のみ礫分の比率がやや多い。また、B層(盛り土)とo-B層①②③(造成盛土)は、図-4.4.5と図-4.4.6よりいずれも細粒分質砂質礫(GFS)に分類され、比較的粘土分を多く混入する土層である。なお、表-4.4.2の土質区分によると、B層(盛り土)とo-B層①②③(造成盛土)は「第2a種」に区分される。

表-4.4.2 建設発生土の土質区分

区分 (国土交通省令) ^{*1)}	細区分 ^{*2), 3), 4)}	コーン 指数 qc ^{*5)} kN/m ²	土質材料の工学的分類 ^{*6), 7)}		備考 ^{*6)}	
			大分類	中分類 土質 記号	含水比 (地山) w _n (%)	掘削 方法
第1種建設発生土 (砂、礫及びこれ らに準ずるもの)	第1種	—	礫質土	礫 G 砂礫 GS	—	*排水に考慮するが、降水、浸出地下水等により含水比が増加すると予想される場合は、1ランク下の区分とする。 *水中掘削等による場合は、2ランク下の区分とする。
	第1種改良土 ^{*8)}		砂質土	砂 S 礫質砂 SG		
人工材料		改良土 II	—			
第2種建設発生土 (砂質土、礫質土 及びこれらに準 ずるもの)	第2a種	800 以上	礫質土	細粒分まじり礫 GF	—	
	第2b種		砂質土	細粒分まじり砂 SF	—	
	第2種改良土		人工材料	改良土 II	—	
第3種建設発生土 (通常の施工性が 確保される粘性 土及びこれに準 ずるもの)	第3a種	400 以上	砂質土	細粒分まじり砂 SF	—	
	第3b種		粘性土	シルト M 、粘土 C	40%程度以下	
	第3種改良土		火山灰質粘性土	火山灰質粘性土 VI	—	
第4種建設発生土 (粘性土及びこれ に準ずるもの (第3種建設 発生土を除く))	第4a種	200 以上	人工材料	改良土 II	—	
	第4b種		砂質土	細粒分まじり砂 SF	—	
			粘性土	シルト M 、粘土 C	40~80%程度	
			火山灰質粘性土	火山灰質粘性土 VI	—	
第4種改良土	有機質土	有機質土 OI	40~80%程度			
泥土 ^{*1), *9)}	泥土a	200 未満	人工材料	改良土 II	—	
	泥土b		砂質土	細粒分まじり砂 SF	—	
			粘性土	シルト M 、粘土 C	80%程度以上	
			火山灰質粘性土	火山灰質粘性土 VI	—	
泥土c	有機質土	有機質土 OI	80%程度以上			
			高有機質土	高有機質土 PI	—	

- * 1) 国土交通省令(建設業に属する事業を行う者の再生資源の利用に関する判断の基準となるべき事項を定める省令 平成13年3月29日 国交令59、建設業に属する事業を行う者の指定副産物に係る再生資源の利用の促進に関する判断の基準となるべき事項を定める省令 平成13年3月29日 国交令60)においては区分として第1種~第4種建設発生土が規定されている。
- * 2) この土質区分基準は工学的判断に基づく基準であり、発生土が産業廃棄物であるか否かを定めるものではない。
- * 3) 表中の第1種~第4種改良土は、土(泥土を含む)にセメントや石灰を混合し化学的安定処理したものである。例えば第3種改良土は、第4種建設発生土または泥土を安定処理し、コーン指数400kN/m²以上の性状に改良したものである。
- * 4) 含水比低下、粒度調整などの物理的な処理や高分子系や無機材料による水分の土中への固定を主目的とした改良材による土質改良を行った場合は、改良土に分類されないため、処理後の性状に応じて改良土以外の細区分に分類する。
- * 5) 所定の方法でモールドに締め固めた試料に対し、コーンペネトロメーターで測定したコーン指数(表3-4参照)。
- * 6) 計画段階(掘削前)において発生土の区分を行う必要があり、コーン指数を求めるために必要な試料を得られない場合には、土質材料の工学的分類体系(社地盤工学会)と備考欄の含水比(地山)、掘削方法から概略の区分を選定し、掘削後所定の方法でコーン指数を測定して区分を決定する。
- * 7) 土質材料の工学的分類体系における最大粒径は75mmと定められているが、それ以上の粒径を含むものについても本基準を参照して区分し、適切に利用する。
- * 8) 砂及び礫と同等の品質が確保できているもの。
- * 9) ・港湾、河川等のしゅんせつに伴って生ずる土砂その他これに類するものは廃棄物処理法の対象となる廃棄物ではない。(廃棄物の処理及び清掃に関する法律の施行について 昭和46年10月16日 環整43 厚生省通知)
・地山の掘削により生じる掘削物は土砂であり、土砂は廃棄物処理法の対象外である。(建設工事等から生ずる廃棄物の適正処理について 平成13年6月1日 環廃産276 環境省通知)
・建設汚泥に該当するものについては、廃棄物処理法に定められた手続きにより利用が可能となり、その場合「建設汚泥処理土利用技術基準」(国官技第50号、国官総第137号、国営計第41号、平成18年6月12日)を適用するものとする。

(「建設発生土利用技術マニュアル((一社)土木研究センター)p.105」より)

また、土粒子の密度は、表-4.4.1 のとおり B 層(盛り土)で $2.665(\text{g}/\text{cm}^3)$ 、o-B 層①②③(造成盛土)で $2.671\sim 2.689(\text{g}/\text{cm}^3)$ と、表-4.4.3 の沖積砂質土の一般値の範囲内にある。

表-4.4.3 主な鉱物と土粒子の密度の例(嘉門・浅川に加筆修正)

鉱物名	密度 $\rho_s(\text{g}/\text{cm}^3)$	土質名	密度 $\rho_s(\text{g}/\text{cm}^3)$
石英	2.6~2.7	豊浦砂	2.64
長石	2.5~2.8	沖積砂質土	2.6~2.8
雲母	2.7~3.2	沖積粘性土	2.50~2.75
角閃石	2.9~3.5	洪積砂質土	2.6~2.8
輝石	2.8~3.7	洪積粘性土	2.50~2.75
磁鉄鉱	5.1~5.2	泥炭(PEAT)	1.4~2.3
クロライト	2.6~3.0	関東ローム	2.7~3.0
イライト	2.6~2.7	まさ土	2.6~2.8
カオリナイト	2.5~2.7	しらす	1.8~2.4
モンモリロナイト	2.0~2.4	黒ぼく	2.3~2.6

B 層(盛り土)
o-B 層①②③(造成盛土)

(「地盤材料試験の方法と解説(地盤工学会)」 p.35)

以上のことから、B 層(盛り土)と o-B 層①②③(造成盛土)は比較的類似した物理特性を示す。また、工学的分類のみに着目すると、斜面上に残る B 層(盛り土)と o-B 層①②③(造成盛土)は表-4.4.2 の土質区分としては「第 2a 種」に区分される。

(2) 力学特性

力学特性の把握を目的とした三軸圧縮試験を実施し、モールの応力円と応力円に対する包絡線から、“7-1-2盛り土除去後の斜面評価”で後述する斜面安定解析に使用する c' （粘着力）及び ϕ' （せん断抵抗角）を設定した。

B層（盛り土）と o-B 層①②③（造成盛土）のいずれの供試体も、乱した試料を各測線上のボーリングコアの平均湿潤密度に密度調整し、CU-bar 条件で三軸圧縮試験を実施した。供試体はいずれも径 ϕ 100mm、高さ 200mm とし、供試体の密度調整のために測定した平均湿潤密度は、表-4.4.4～表-4.4.6 に示すとおり、B 層は（盛り土） $\rho_t=1.98(\text{g}/\text{cm}^3)$ 、主測線の o-B 層（造成盛土）は $\rho_t=2.05(\text{g}/\text{cm}^3)$ 、副測線の o-B 層（造成盛土）は $\rho_t=2.10(\text{g}/\text{cm}^3)$ である。

表-4.4.4 No.2 地点（主測線）における B 層（盛り土）の湿潤密度の測定結果

地点名	No.2	No.2	No.2	No.2	No.2	No.2	No.2	No.2	平均値
深度	1.00～1.12m	1.12～1.23m	1.23～1.33m	1.33～1.43m	1.43～1.54m	1.54～1.65m	1.65～1.75	1.75～1.90m	
湿潤密度 (g/cm^3)	2.009	2.135	2.065	1.897	1.937	1.891	1.950	1.978	1.98
単位体積重量 (kN/m^3)	19.71	20.94	20.25	18.60	18.99	18.55	19.13	19.40	19.4

表-4.4.5 No.2 地点（主測線）における o-B 層（造成盛土）の湿潤密度の測定結果

地点名	No.2	No.2	No.2	No.2	No.2	No.2	平均値
深度	3.14～3.41m	5.30～5.36m	5.42～5.52m	5.52～5.63m	5.63～5.72m	5.72～5.91m	
湿潤密度 (g/cm^3)	2.027	2.045	2.056	2.056	2.042	2.093	2.05
単位体積重量 (kN/m^3)	19.88	20.06	20.16	20.16	20.03	20.52	20.1

表-4.4.6 No.1 地点（副測線）における o-B 層（造成盛土）の湿潤密度の測定結果

地点名	No.1	No.1	No.1	No.1	No.1	No.1	平均値
深度	3.45～3.70m	3.70～3.85m	3.85～3.95m	4.15～4.30m	4.30～4.40m	4.70～4.80m	
湿潤密度 (g/cm^3)	2.163	2.079	2.233	2.220	1.965	1.953	2.10
単位体積重量 (kN/m^3)	21.21	20.39	21.90	21.78	19.28	19.15	20.6

三軸圧縮試験結果に基づく力学特性値を表-4.4.7に示し、モールの応力円と応力円に対する包絡線を図-4.4.7～図-4.4.10に示す。

表-4.4.7 力学特性値

試料No.	三軸圧縮試験 (CU-bar)							
	供試体 No.	圧密応力 (kN/m ²)	圧縮強さ ($\sigma_a - \sigma_r$) _{max} (kN/m ²)	間隙水圧 u_f (kN/m ²)	有効軸方向応力 σ'_{af} (kN/m ²)	有効側方向応力 σ'_{rf} (kN/m ²)	粘着力 c' (kN/m ²)	せん断抵抗角 ϕ' (°)
B層 (盛り土)	1	50	95.9	137.3	108.6	12.7	13.2	38.7
	2	100	153.2	171.2	182.0	28.8		
	3	150	202.9	205.2	247.7	44.8		
o-B層① (造成盛土)	1	50	124.8	132.7	142.1	17.3	14.9	39.4
	2	100	189.7	162.8	226.9	37.2		
	3	150	249.1	197.1	302.0	52.9		
o-B層② (造成盛土)	1	50	151.8	124.2	177.6	25.8	18.3	37.8
	2	100	245.0	148.7	296.3	51.3		
	3	150	358.3	159.5	448.8	90.5		
o-B層③ (造成盛土)	1	50	214.1	102.6	261.5	47.4	13.4	39.0
	2	100	322.7	123.1	399.6	76.9		
	3	150	423.6	140.9	532.7	109.1		

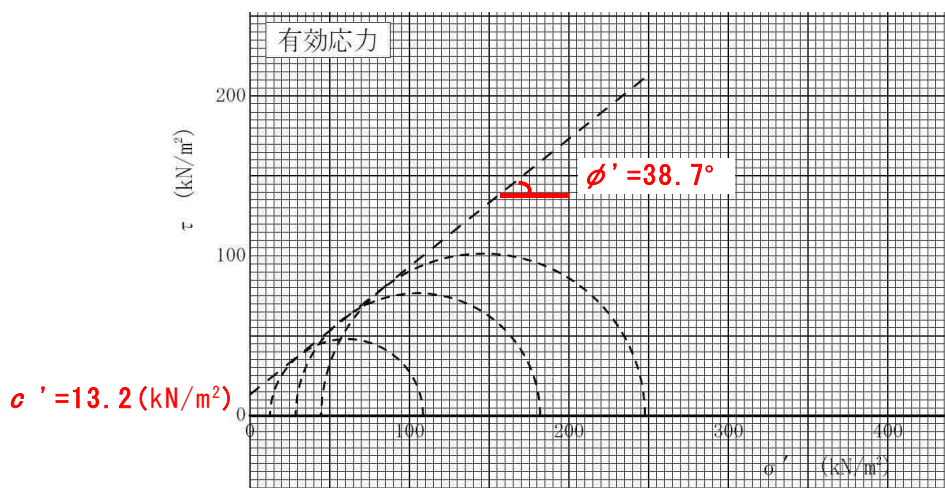


図-4.4.7 モールの応力円と応力円に対する包絡線 (B層 (盛り土))

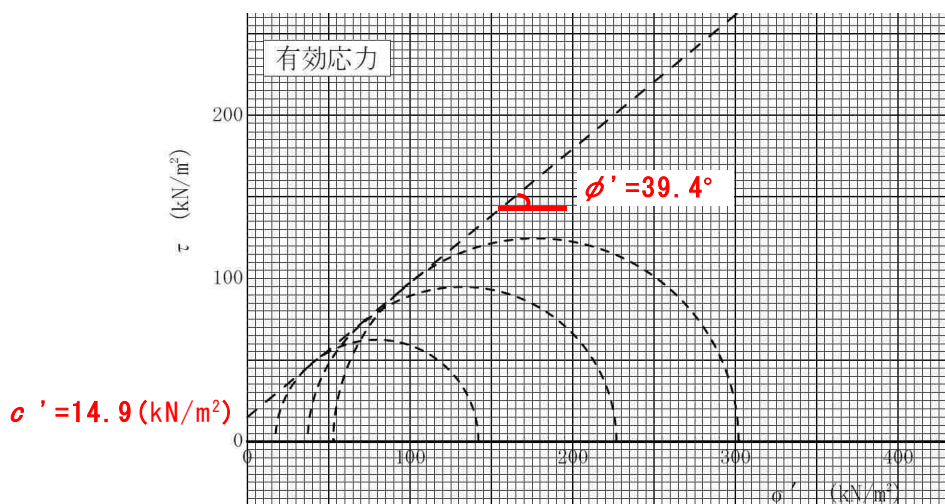


図-4.4.8 モールの応力円と応力円に対する包絡線 (o-B層① (造成盛土))

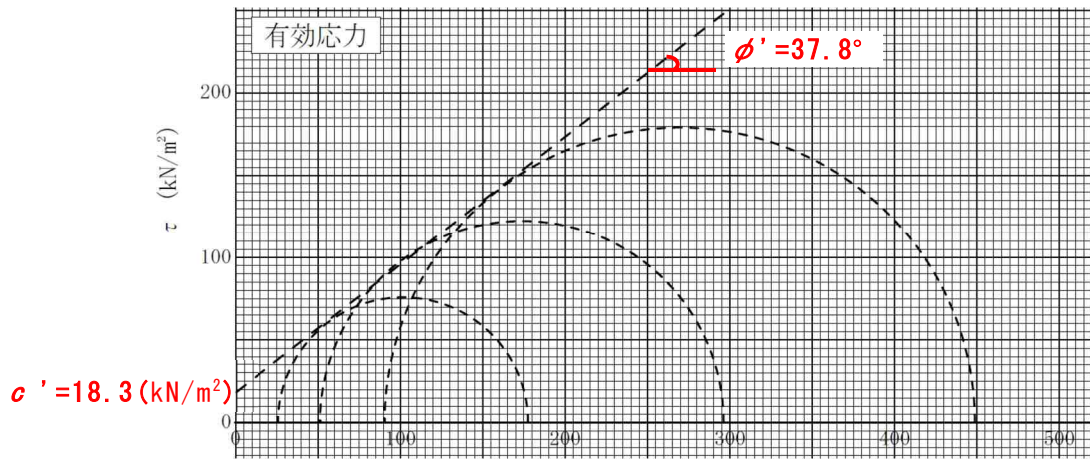


図-4.4.9 モールの応力円と応力円に対する包絡線(o-B層②(造成盛土))

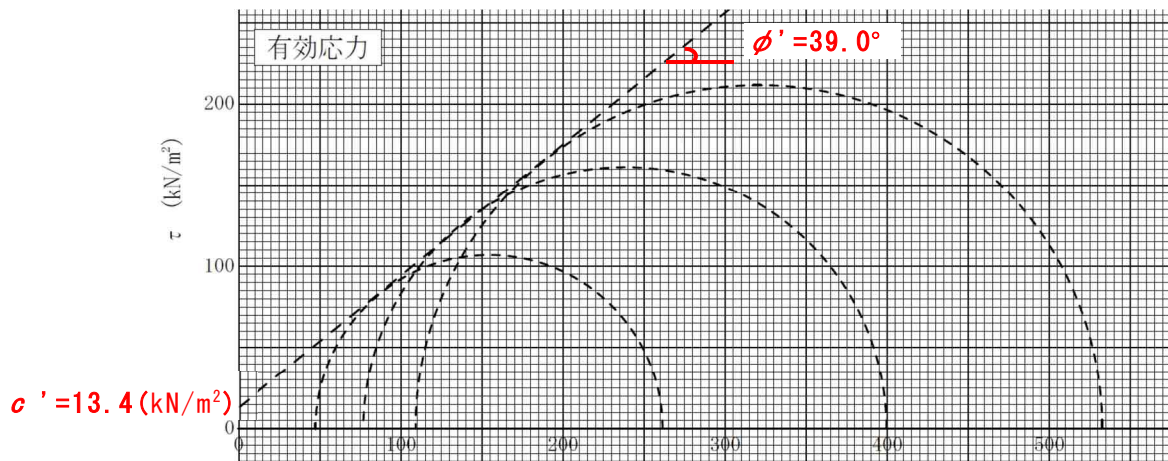


図-4.4.10 モールの応力円と応力円に対する包絡線(o-B層③(造成盛土))

一般的にモールの応力円は、各供試体の圧密応力を起点として、圧縮強さ ($(\sigma_a - \sigma_r)_{\max}$) を直径とした円を描くことで作成される。なお、今回実施しているCU-bar試験(間隙水圧を測定)においては、表-4.4.7に記載した間隙水圧を考慮して求めた有効側方向応力 (σ'_{rf}) を起点として、有効軸方向応力-有効側方向応力 ($\sigma'_{af} - \sigma'_{rf}$) を直径とした円を描くことで作成されている(図-4.4.7~図-4.4.10参照)。そして、3つのモール円に対する包絡線を描いた時の切片が c' (粘着力)、角度が ϕ' (せん断抵抗角) を示す。

試験の結果、表-4.4.7のとおりB層(盛り土)は粘着力 $c' = 13.2 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ 、せん断抵抗角 $\phi' = 38.7^\circ$ 、o-B層①②③(造成盛土)は $c' = 13.4 \sim 18.3 \text{ (kN/m}^2\text{)}$ 、せん断抵抗角 $\phi' = 37.8 \sim 39.4^\circ$ が得られた。得られた値と表-4.4.8の「盛土-礫および礫混じり砂」の仮定値を比較すると、粘着力は仮定値より大きな値を示し、せん断抵抗角は同等の値を示し、盛土として比較的良好な結果が得られた。

表-4.4.8 設計時に用いる土質定数の仮定値

種類	状態	単位体積重量 (kN/m^3)	せん断抵抗角 (度)	粘着力 (kN/m^2)	地盤工学会基準 ^(注2)	
盛土	礫および礫 まじり砂	締め固めたもの	20	40	0	{G}
	砂	締め固めたもの	20	35	0	{S}
		粒径幅の広いもの 分級されたもの	19	30	0	
	砂質土	締め固めたもの	19	25	30以下	{SF}
	粘性土	締め固めたもの	18	15	50以下	{M}, {C}
関東ローム	締め固めたもの	14	20	10以下	{V}	
自然 地盤	礫	密実なものまたは粒径幅の広いもの	20	40	0	{G}
		密実でないものまたは分級されたもの	18	35	0	
	礫まじり砂	密実なもの	21	40	0	{G}
		密実でないもの	19	35	0	
	砂	密実なものまたは粒径幅の広いもの	20	35	0	{S}
		密実でないものまたは分級されたもの	18	30	0	
	砂質土	密実なもの	19	30	30以下	{SF}
		密実でないもの	17	25	0	
	粘性土	固いもの(指で強く押し多少へこむ) ^{注1)}	18	25	50以下	{M}, {C}
		やや軟らかいもの(指の中程度の力で貫入) ^{注1)}	17	20	30以下	
		軟らかいもの(指が容易に貫入) ^{注1)}	16	15	15以下	
	粘土およびシルト	固いもの(指で強く押し多少へこむ) ^{注1)}	17	20	50以下	{M}, {C}
		やや軟らかいもの(指の中程度の力で貫入) ^{注1)}	16	15	30以下	
軟らかいもの(指が容易に貫入) ^{注1)}		14	10	15以下		
関東ローム		14	5(ϕ_h)	30以下	{V}	

注1) ; N値の目安は次のとおりである。

固いもの ($N = 8 \sim 15$)、やや軟らかいもの ($N = 4 \sim 8$)、軟らかいもの ($N = 2 \sim 4$)

注2) ; 地盤工学会基準の記号は、およその目安である。

「道路土工 盛土工指針(平成22年度版)(日本道路協会)」 p.101

なお、表-4.4.8の仮定値は、土質試験を行うことが困難な場合の参考値であり、粘着力は安全側に設定されている。

今回、B層(盛り土)は主測線A-M付近の崩落斜面から採取し、o-B層(造成盛土)はNo.2地点のボーリングコア(o-B層①)、主測線A-Mの崩落斜面(o-B層②)、および副測線C-Mの崩落斜面(o-B層③)上から採取した試料を用いて土質試験を実施している。B層(盛り土)で1試料、o-B層(造成盛土)で3試料の土質試験を実施しているものの、B層(盛り土)とo-B層(造成盛土)はいずれも不均質な土層である。また、今回、No.2地点のボーリングコアから平均湿潤密度を算出しているが、

ボーリング地点で採取されたB層(盛り土)は、崩落した斜面部よりもダンプや重機の往復により締固められていた可能性もある。

以上のような理由から、B層(盛り土)とo-B層(造成盛土)が必ずしも今回確認されたような物理特性や力学特性を示すわけではない点に留意する必要がある。

以上の室内土質試験結果を表-4.4.9に示す。

表-4.4.9 土質試験結果

試料番号		B層 (盛り土)	o-B層① (造成盛土)	o-B層② (造成盛土)	o-B層③ (造成盛土)
粒度試験	礫分(2~75mm) (%)	41.6	37.3	56.2	34.6
	砂分(0.075~2mm) (%)	27.7	22.3	23.4	26.9
	シルト分(0.005~0.075mm) (%)	30.7	40.4	20.4	38.5
	粘土分(0.005mm未満) (%)				
	細粒分含有率 FC (%)	30.7	40.4	20.4	38.5
	最大粒径 (mm)	53	37.5	53	37.5
	D_{50} (mm)	0.6122	0.5317	4.4269	0.4294
コンセンシス	液性限界 W_L (%)	39.9	46.8	36.9	35.2
	塑性限界 W_p (%)	21.1	22.4	19.5	19.7
	塑性指数 I_p	18.8	24.4	17.4	15.5
分類	分類記号	(GFS)	(GFS)	(GFS)	(GFS)
	地盤材料の分類名	細粒分質砂質礫	細粒分質砂質礫	細粒分質砂質礫	細粒分質砂質礫
自然態	土粒子の密度 (g/cm^3)	2.665	2.689	2.671	2.680
	自然含水比 W_n (%)	15.6	19.6	13.0	18.3
	湿潤密度 ρ_t (g/cm^3)	1.98	2.05	2.05	2.10
	単位体積重量 γ_t (kN/m^3)	19.45	20.14	20.14	20.62
三軸	三軸試験条件	CU bar	CU bar	CU bar	CU bar
	粘着力 c' (kN/m^2)	13.2	14.9	18.3	13.4
	せん断抵抗角 ϕ' (°)	38.7	39.4	37.8	39.0

斜面安定解析の結果については“7-1-2 盛り土除去後の斜面評価”に記載する。