

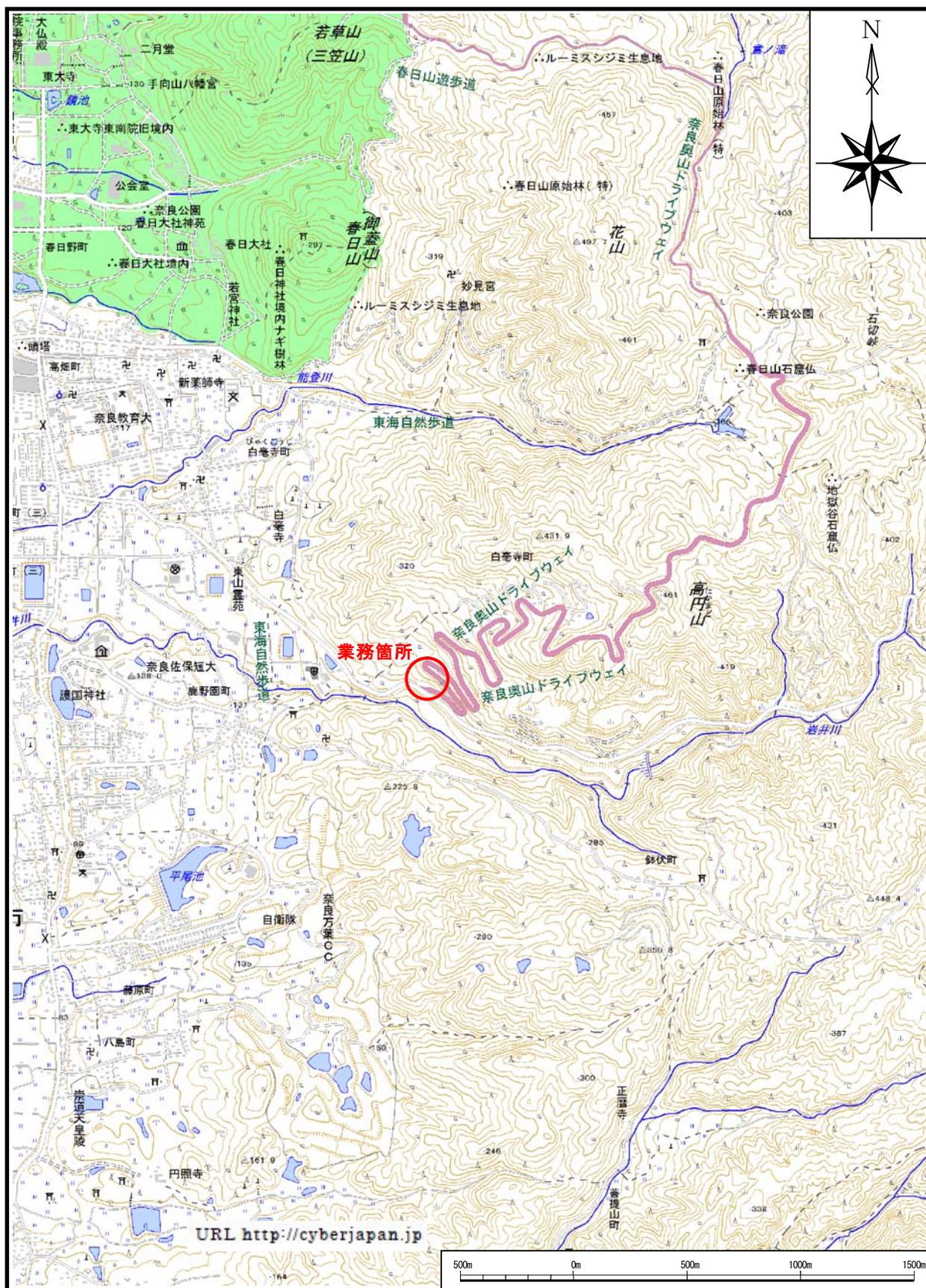
新斎苑整備事業斜面安定解析調査業務委託

報告書

平成 28 年 10 月

奈良市市民生活部新斎苑建設推進課

<業務位置案内図>



(S:1:25000)

『電子国土』より引用 (URL <http://cyberjapan.jp>)

— 目次 —

1. 業務内容	
1-1. 業務概要	1-1
2. 調査に至る経緯	2-1
3. 地形地質概要	
3-1. 地形概要	3-1
3-2. 地質概要	3-2
4. ボーリング調査	
4-1. 目的	4-1
4-2. 調査方法	4-1
4-3. 調査結果	4-4
5. 地質総合解析	
5-1. 地表地質踏査	5-1
5-2. 地質断面図	5-5
6. 地すべり動態観測	
6-1. 目的	6-1
6-2. 観測方法	6-1
6-3. 観測結果	6-5
7. 結論及び考察	
7-1. 結論	7-1
7-2. 考察	7-1

1. 業務内容

1-1. 業務概要

1-1-1. 業務名

新斎苑整備事業斜面安定解析調査業務委託

1-1-2. 業務詳細場所

奈良市白毫寺町地内（図 1-1 参照）

1-1-3. 業務目的

本業務は、平成 27 年 3 月に奈良県で指定された土砂災害警戒区域（地すべり）において、ボーリング調査や地すべり動態観測等により、すべり面位置、地下水の変化等を調査し、地すべり地の変動状況の把握や安定度について評価することを目的とする。

1-1-4. 監督機関

奈良市 市民生活部 新斎苑建設推進課

1-1-5. 業務請負者

株式会社 エルクコンサルタント 奈良営業所

〒630-8115 奈良県奈良市大宮町 6 丁目 1 番 9 号

TEL : 0742-35-2517

FAX : 0742-35-2518

主任技術者：糠塚 昌文（技術士：応用理学部門、総合技術監理部門）

照査技術者：大鹿 明文（技術士：応用理学部門）

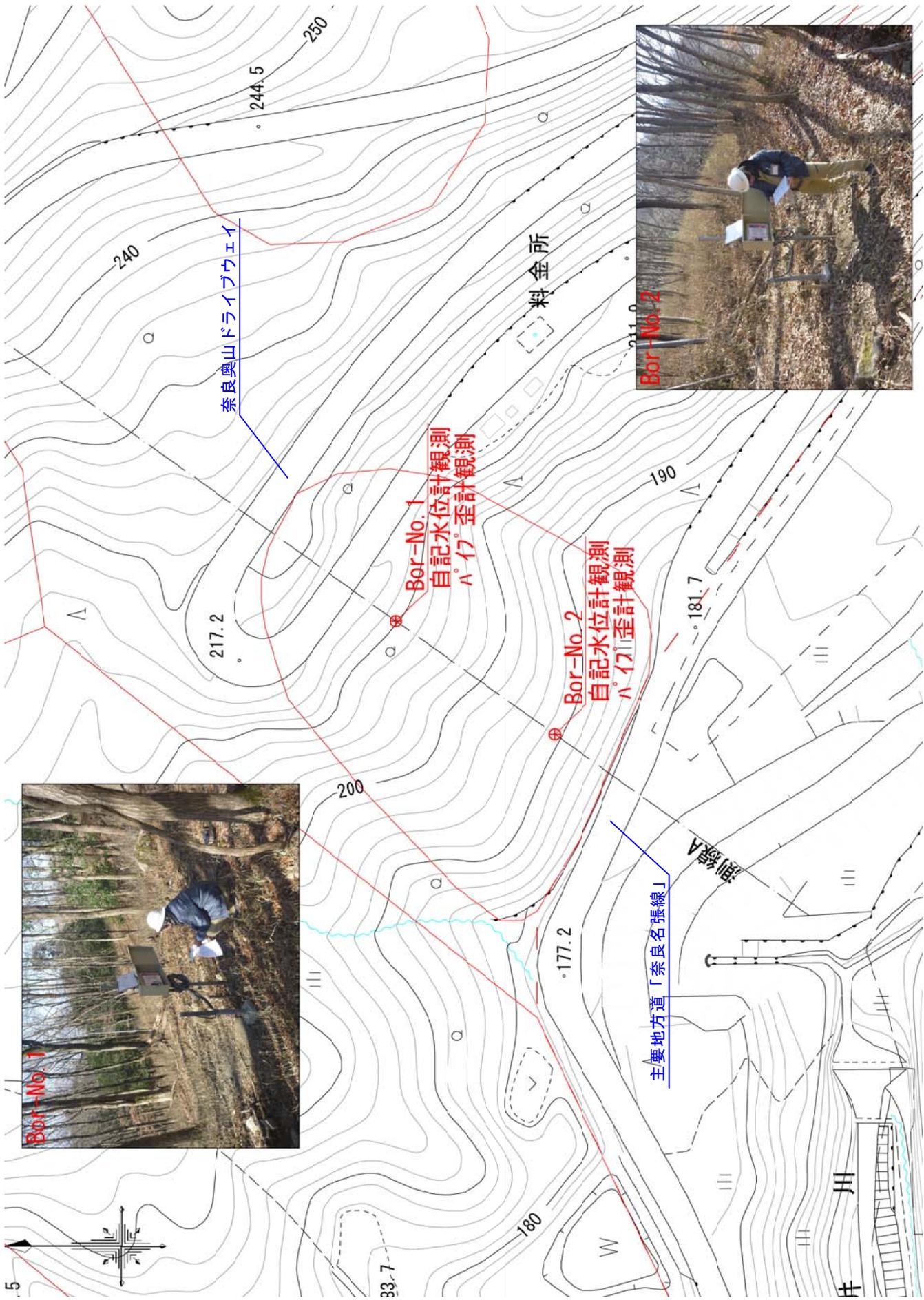
担当技術者：■■■■ ■■■■

：■■■■ ■■■■

1-1-6. 業務数量

業務実施数量の概要を以下に記載する。

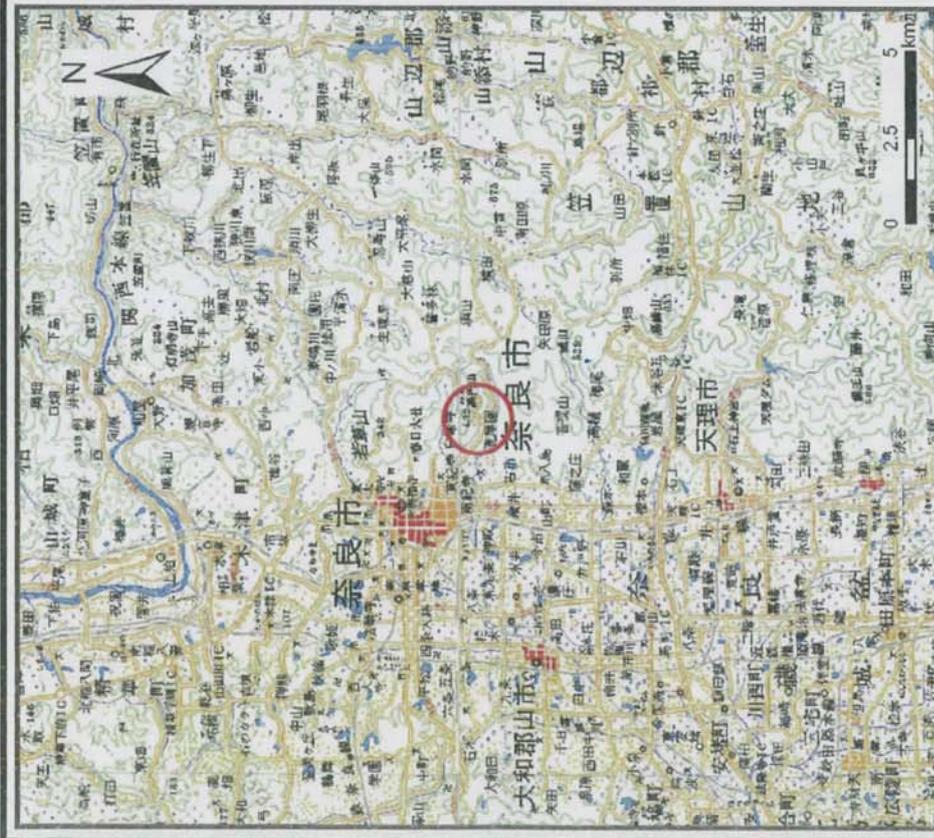
- ・調査ボーリング：2 箇所
- ・自記水位計観測：2 箇所
- ・パイプ歪計観測：2 箇所
- ・解析等調査業務：1 式



「DM データファイル」を利用

図 1-1 業務場所

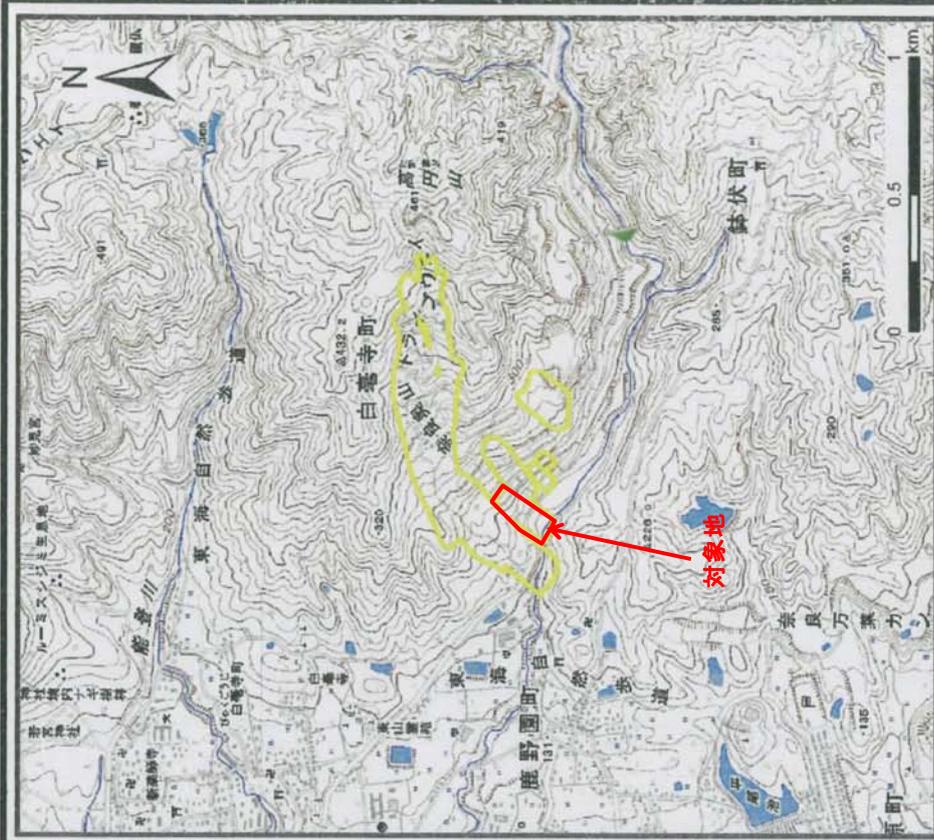
土砂災害警戒区域等の指定に係る図書（その1）



(1/200,000)

様式-1 (地)

土砂災害警戒区域 位置図



(1/25,000)

自然現象の種類	地滑り
区域番号	奈良-白毫寺町-001-地-Y
区域名称	奈良市白毫寺町(001)地滑り警戒区域
地滑り区域名	白毫寺町(001)
所在地	奈良市白毫寺町

本書に掲載した地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の数値地図200000 日本Ⅲ及び数値地図25000(地図画像)複製したものである。(承認番号平22近複、第85号)

『土砂災害警戒区域等の指定状況及び基礎調査結果の公表状況』
 (奈良県 HP : <http://sabo-yr.etsuran.pref.nara.jp/>) より引用

図 2-2 土砂災害警戒区域等の指定状況

3. 地形地質概要

3-1. 地形概要

対象地は、図 3-1 に示すように、奈良市役所の東南東約 5.5km の奈良市白毫寺町地内に位置し、高円山（標高 432m）の西南西斜面で、岩井川の右岸側斜面にあたる。また、「奈良奥山ドライブウェイ」の南出入口及び主要地方道「奈良名張線」が隣接し、JR 万葉まほろば線（桜井線）の京終駅から東南東約 2.5km に位置する。

対象地周辺は、大きくは奈良盆地から大和高原に至る地形変換部にあたり、奈良盆地縁辺部の緩傾斜地と大和高原の山地により構成されている。周辺には標高約 200m～500m をピークとする中起伏山地が広がり、岩井川や能登川及びその支流が開析している。また、山地の所々に山腹緩傾斜地が認められ、箇所によっては地すべり地形に分類されている。対象斜面は、西南西方向に約 15°～20° で傾斜した緩勾配斜面で、周囲と比べると、やや凸形状地形を形成している。

また、土砂災害防止に関わる基礎調査において、対象地は長さ 121m・幅 97m・層厚 14m・ランク C*に分類される地すべりブロックに指定され、前掲の図 2-2 に示す通り、土砂災害警戒区域（地滑り警戒区域）にも指定されている。

なお、表 3-1 に示すように、対象地は「市街化調整区域」「風致地区」「国定公園」「歴史的風土特別保存地区」に指定されている。

※) ランク C：地すべりが活動中でなく、地すべりブロック全体の輪郭及び末端部が確定できないもの。



『標準地図 (1/20 万)』(国土地理院) より引用

図 3-1 対象地位置図

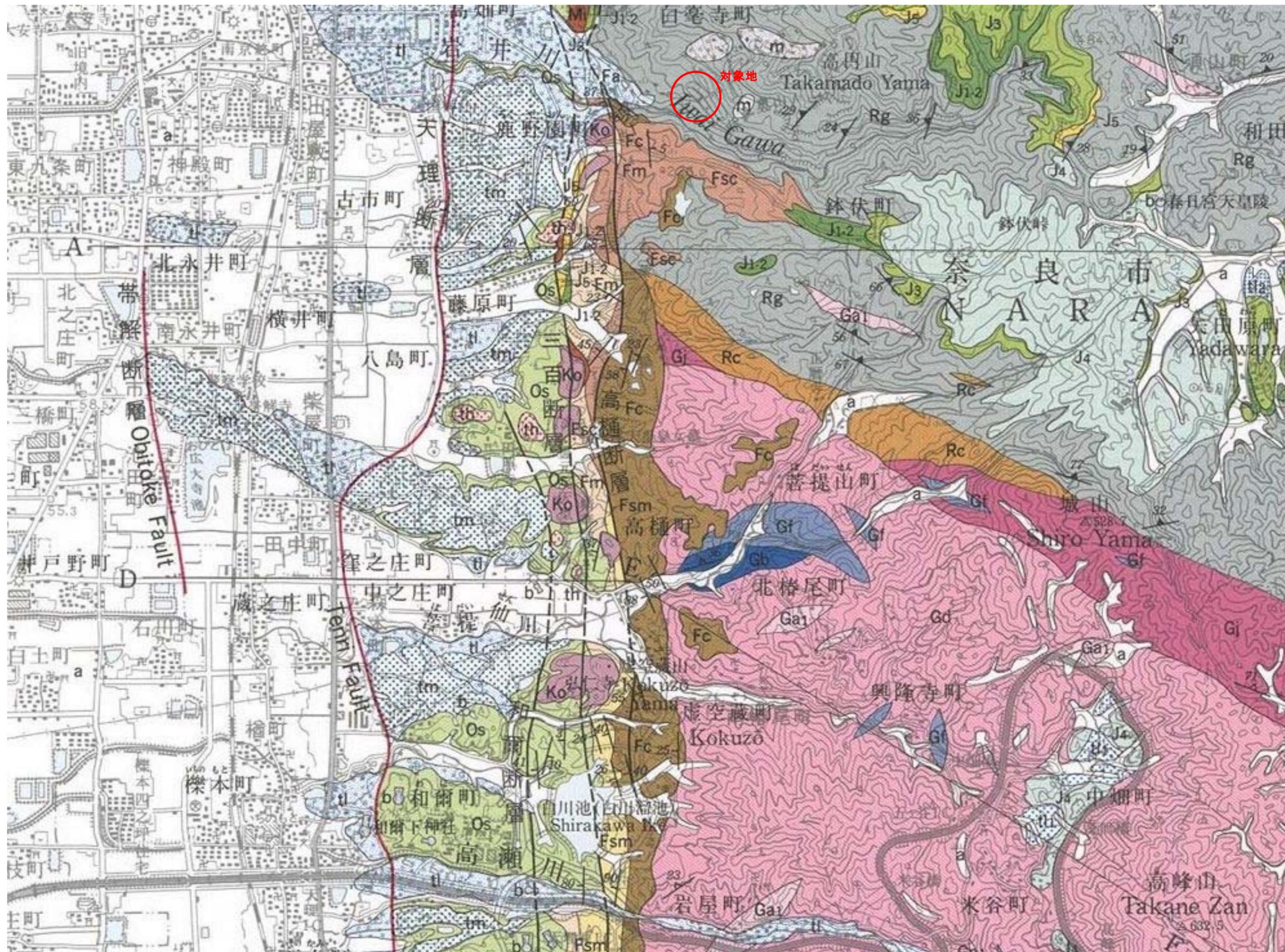
表 3-1 対象地の区域地区の指定状況

区域等	根拠法令	区域名称
都市計画区域	都市計画法	市街化調整区域
風致地区	都市計画法	第1種風致地区 (春日山風致地区)
国定公園区域	自然公園法	大和青垣国定公園 第2種特別区域
歴史的風土 特別保存地区	古都における歴史的風土の 保存に関する特別措置法	春日山特別保存地区

3-2. 地質概要

図 3-2 に示す『5 万分の 1 地質図幅 (奈良-桜井)』をみると、対象地周辺には、中生代ジュラ紀 (約 1.8 億年前) に堆積した砂岩泥岩層が中生代白亜紀 (約 1 億年前) に変成作用を受けて形成された領家変成岩類 (片麻岩) が広く分布している。

また、対象地の基盤を成す領家変成岩類の上位には、新第三紀中新世 (約 1600 万年前) ~ 鮮新世 (約 200 万年前) に形成された泥岩・砂岩・礫岩層が部分的に認められる。さらに、山腹緩傾斜地の一部には地すべり堆積物や崖錐性堆積物が分布している。



『5万分の1地質図幅（奈良-桜井）』（地質調査所）より引用

図 3-2 既往地質図

4. ボーリング調査

4-1. 目的

対象地の地質構成やすべり面の有無、地下水賦存状況等の地盤性状を把握し、またボーリング調査孔をパイプ歪計及び自記水位計観測孔として利用することを目的として、ボーリング調査を行った。

4-2. 調査方法

4-2-1. 調査地点

図 4-1 に示すように、土砂災害警戒区域（地滑り警戒区域）のうち、主要地方道「奈良名張線」から新斎苑にアクセスする橋梁計画地に影響が生じる範囲に設定された地すべりブロック内の上部（Bor-No.1）と下部（Bor-No.2）において、ボーリング調査を実施した。



図 4-1 ボーリング調査地点

4-2-2. 調査方法

ボーリング調査における掘進方法の概要を表 4-1 に、標準貫入試験方法を表 4-2 に示す。

表 4-1 掘進方法

調査方法	ロータリーボーリング(スピンドリル型) ハイドロリックフィード式	
モデル図		
方法	<p>ロッドの先端に取り付けられたビットに、スピンドリルを経て給圧と回転を与え、土砂や岩を切削・粉碎しながら掘進する。掘り屑は、清水または泥水等の循環流体により孔外に排除することを基本的機構とし、給圧が油圧により与えられる方式である。</p> <p>孔壁崩壊を防ぐため、ケーシングパイプを挿入するが、挿入深度以深についてはベントナイト泥水等で保護を行う。</p>	
目的	<p>すべての土砂～岩に任意の角度で削孔し、連続サンプルによる試料の採取や各種孔内原位置試験測定を行うことを目的とする。調査時の掘進孔径はビットにより任意に設定されるが、コアビットで100mm以下、ノンコアビットで250mm以下が大部分である。</p>	
注意事項・その他	<p>高速回転式であり、給圧は油圧により任意に調整できるので、ダイヤモンドビットの使用には最適である。また、スピンドル径60mm以上の機種では、ワイヤーライン工法も可能となる。</p> <p>しかし、機構が複雑で操作に熟練度が要求され、油圧機構の故障の現場修理は困難である。高速回転のため、清水～泥水の循環が掘進には不可欠であり、付帯設備が必要である。また、掘削孔径は孔内での原位置試験等によって選定されるが、通常の調査においてはφ66～116mmが多い。</p>	

表 4-2 標準貫入試験方法

調査方法	標準貫入試験
モデル図	<p>全体概要図</p> <p>規定貫入量：予備打ち15 cm, 本打ち30 cm</p>
方法	<p>標準貫入試験方法 (JIS A 1219:2001) による。 標準貫入試験用サンプラーを所定の深さの孔底におろし、質量 $63.5\text{kg} \pm 0.5\text{kg}$ のドライブハンマーを $76\text{cm} \pm 1\text{cm}$ の高さから自由落下させ、その打撃により、原則 15cm の予備打ち後に本打ちとして 30cm 貫入させる。 30cm 貫入時の打撃回数 (N 値) を測定するとともに、その深度の試料を採取する。</p>
目的	<ul style="list-style-type: none"> ・採取した試料による土の判別、分類。 ・原位置における土の硬軟、締り具合の判定。 ・試料及び N 値による土質柱状図、土質断面図の作成。 ・上記をもとにした地盤の総合判定及び概略支持力の算定。
注意事項・その他	<ul style="list-style-type: none"> ・ドライブハンマーの落下を伴わず、ボーリングロッドもしくはドライブハンマーの自重だけで標準貫入試験用サンプラーが貫入した場合は「自沈」とする。 ・予備打ち及び本打ちにおいて、50回の打撃に対して累計貫入量が 1cm 未満の場合を貫入不能とする。 ・適応土質は岩盤や玉石を除くあらゆる土。ただし、極めて軟弱な有機質土等では $N=0$ となり、微細な判定はできない。また、軟岩・風化岩等に対して、換算 N 値 ($N < 300$) を用いた地盤定数の推定がなされている。 ・一般に砂質土は粘性土より高い N 値を示し、砂と粘土の割合によって N 値も変化する。 ・土質が密な砂礫や固結した粘土で $N=50$ を超過する場合には、特に必要のない限り、一般に 50 回の打撃で打止めとする。 ・深さ方向の試験間隔は調査目的によって異なるが、概略調査等では 1m ごとに行われることが多い。 ・N 値に及ぼす影響としては、以下の内容が考えられる。 ボーリングによる孔底地盤の乱れ ハンマー落下方法による影響 (コーンプリー法・トンビ法・自動落下法) ロッドの長さによる影響 調査技術員の試験に対する品質管理と個人差 ・一般的な沖積層の N 値は、砂質土で $N=5 \sim 20$ 程度、粘性土で $N=0 \sim 5$ 程度である。

4-3. 調査結果

詳細は 4-6 頁以降のボーリング柱状図の通りであるが、調査結果の概要を以下に記載する。

1) Bor-No.1 (ブロック上部)

- ・ GL-16.95m までは、深度により粘性土や玉石を含み層相変化に富む砂礫を主体とする大阪層群相当層。礫種は花崗岩及び片麻岩主体。
- ・ GL-16.95m 以深では片麻岩を確認し、GL-16.95m～-20.80m までは指圧で砂状化する等、強風化状態を呈する D 級岩盤。GL-20.80m 以深は割れ目は認められるが、岩片自体は硬質な CL 級以上の岩盤。
- ・ 大阪層群相当層の N 値は 20～30 回 (礫打ちを除く)、片麻岩ではほぼ 50 回以上。
- ・ ボーリングコア判定の結果、すべり面を形成するような弱層部は認められない。

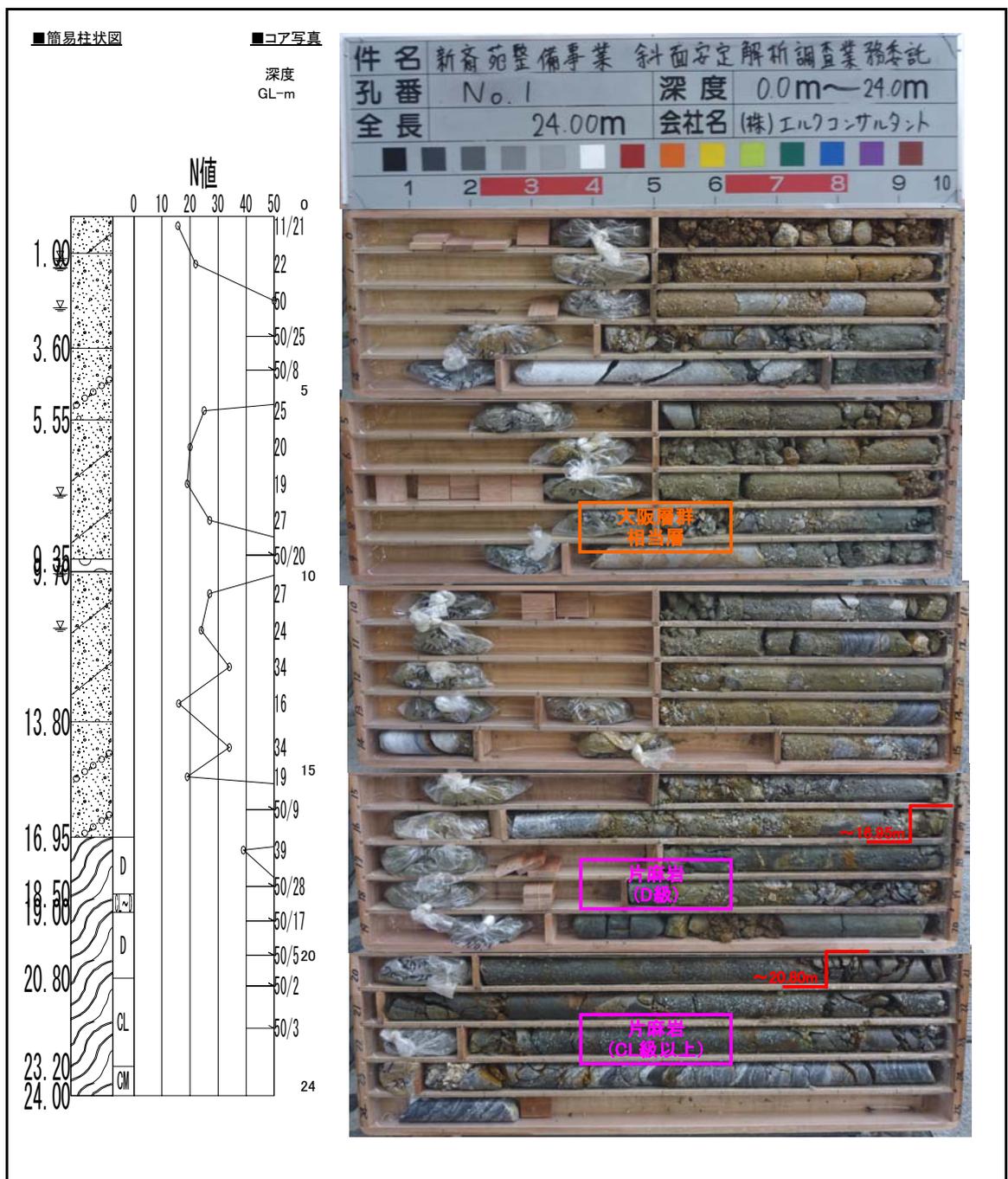


図 4-2 ボーリング調査結果 (Bor-No.1)

2) Bor-No.2 (ブロック下部)

- GL-14.00m までは、深度により細粒分や玉石を含み層相変化の大きい砂礫を主体とする大阪層群相当層。礫種は花崗岩及び片麻岩主体。
- GL-14.00m 以深では片麻岩を確認し、GL-14.00m～-15.05m までは指圧で砂状化する等、強風化状態を呈する D 級岩盤。GL-15.05m 以深は割れ目は認められるが、岩片自体は硬質な CL 級以上の岩盤。
- 大阪層群相当層の N 値は概ね 20 回前後（礫打ちを除く）、片麻岩では 50 回以上。
- ボーリングコア判定の結果、すべり面を形成するような弱層部は認められない。

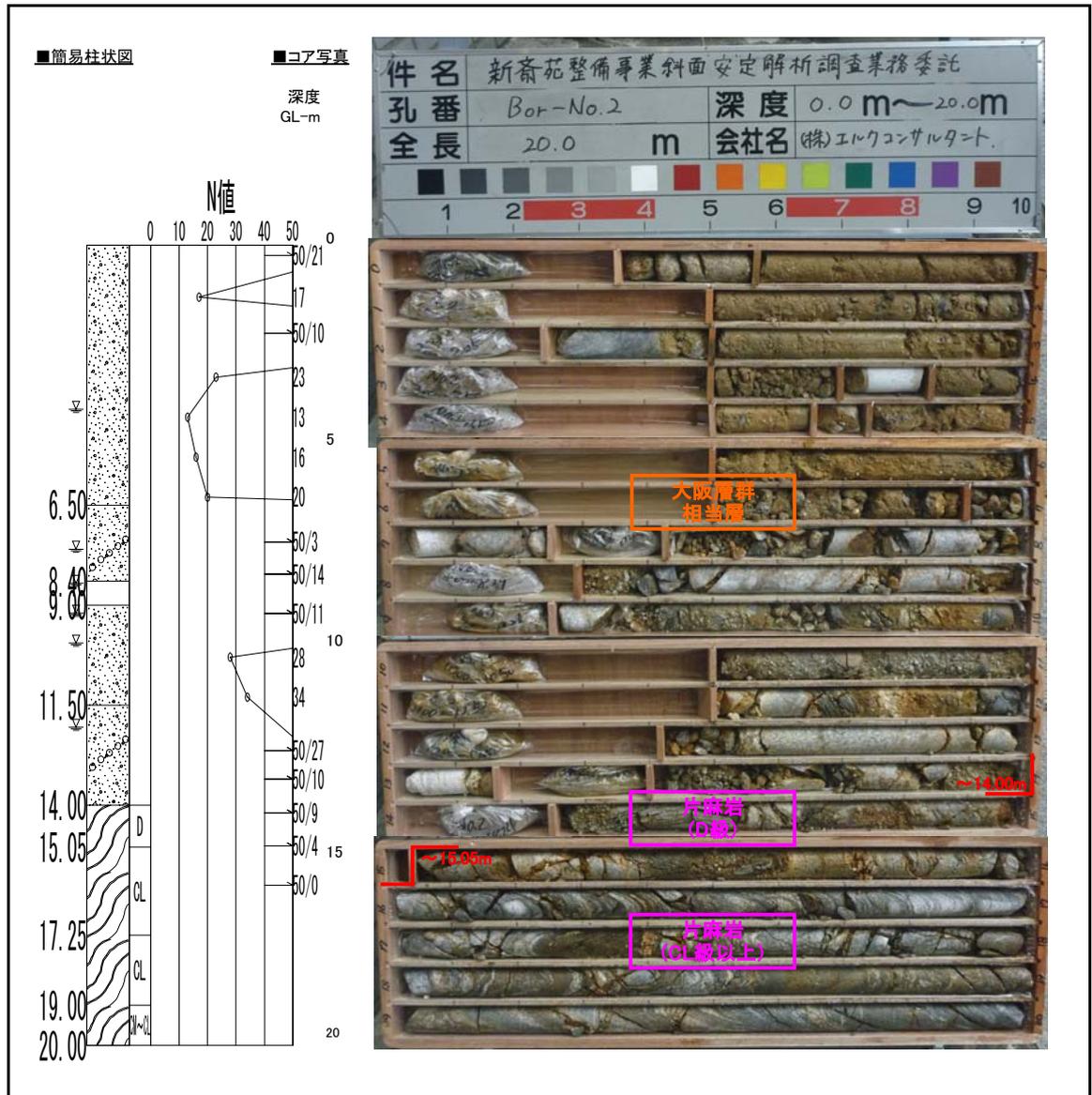


図 4-3 ボーリング調査結果 (Bor-No.2)

ボーリング柱状図

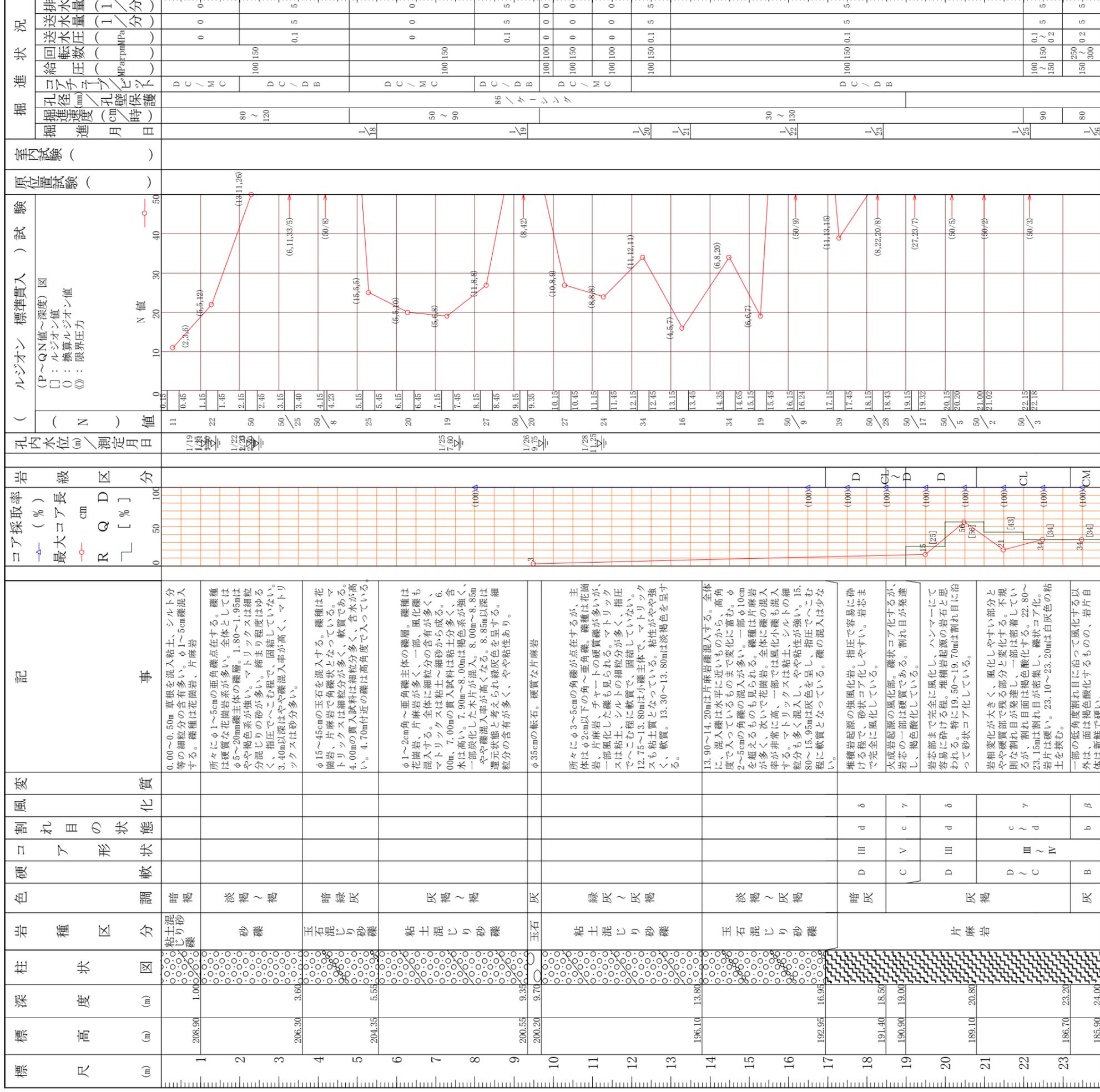
調査名 新斎苑整備事業 斜面安定解析調査業務委託

事業・工事名

ボーリングNo

シートNo

ボーリング名	No.1		調査位置		奈良市白毫寺町 地内		北緯
発注機関	奈良市役所		調査期間		平成 28年 1月 18日 ~ 28年 1月 28日		東経
調査業者名	(株)エルクコンサルタント 電話(078-222-2108)		主任技師		榊塚昌文		ボーリング責任者
孔口標高	209.90m	方角	地盤勾配		水平0°		ア
総掘進長	24.00m	角	度		180°上 90°東 0°下 180°南		鑑定者
				使用機種		YBM-05	
				エンジン		NFAD6 ポンプ	
						AR-550	



ボーリング柱状図

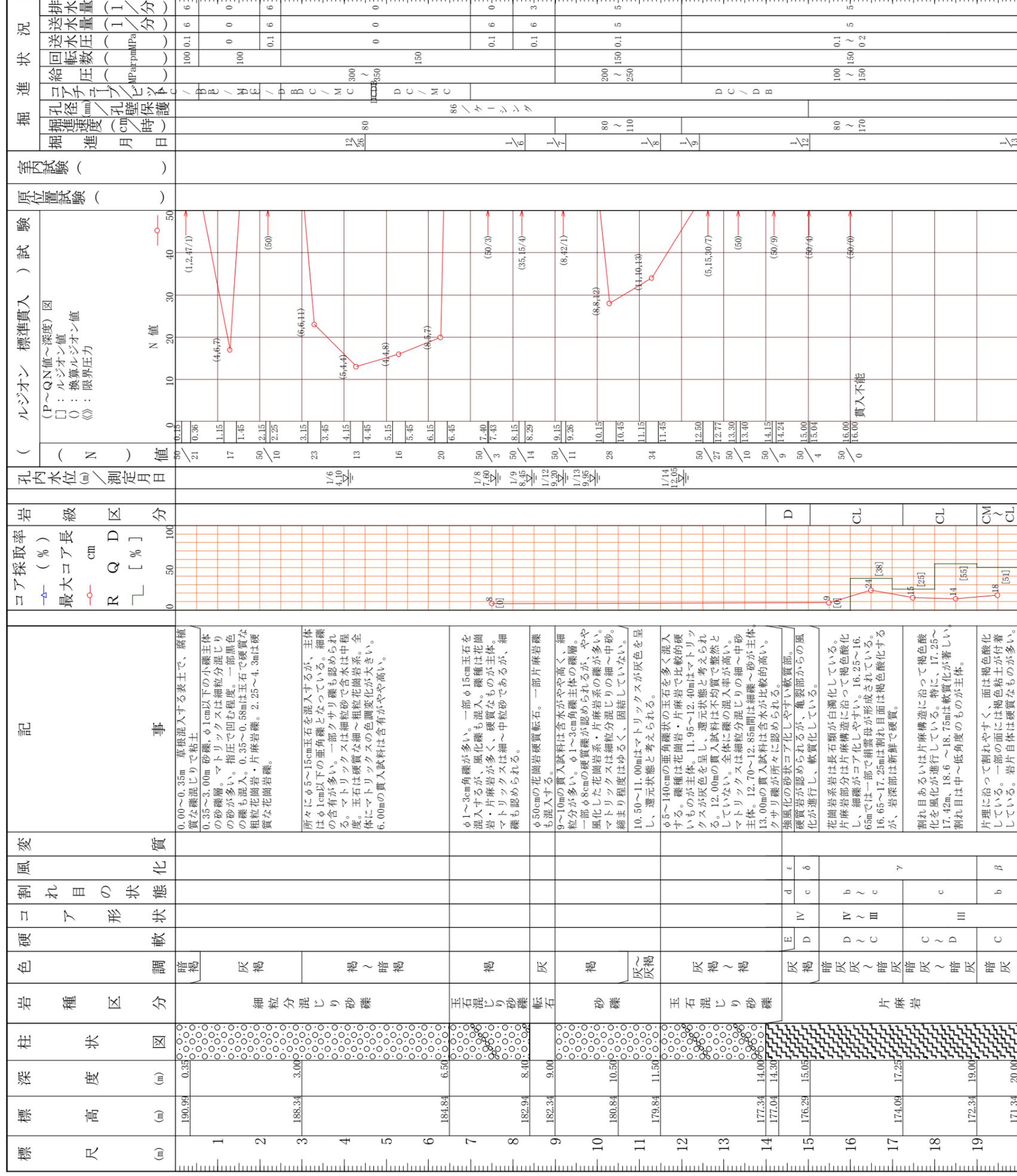
調査名 新斎苑整備事業 斜面安定解析調査業務委託

ボーリングNo 2

事業・工事名

シートNo

ボーリング名	No.2		調査位置		奈良市白毫寺町 地内		北 緯
発注機関	奈良市役所		調査期間		平成 27年 12月 25日 ~ 28年 1月 9日		東 経
調査業者名	(株) エルクコンサルタント 電話(078-222-2108)		主任技師		榊塚昌文		ボーリング 責任者
孔口標高	191.34m	角	180° 上 90° 下	方	北 270° 西 90° 東	地盤勾配	水平0°
総掘進長	20.00m	度	0°	向	180° 南	使用機種	鉛直
						エンジン	YBM-05
				NFAD6		ポンプ	AR-550



5. 地質総合解析

5-1. 地表地質踏査

5-1-1. 対象ブロックの状況

土砂災害警戒区域（地滑り警戒区域）のうち、対象地に設定された地すべりブロックについて現地踏査を行った。現地踏査結果として、地表地質踏査平面図を図 5-1 に示すとともに、確認された現地状況を以下に記載する。

1) ブロック頭部状況

- ・基礎調査におけるブロック頭部には開口亀裂や段差地形は認められず、周辺の道路面にも亀裂等の目立った変状はみられない。
- ・自然発生したものか不明（道路造成時の押し出し土砂の可能性もあり）であるが、明瞭ではないものの「奈良奥山ドライブウェイ」より斜面下方側に段差地形が認められる。

2) ブロック側方部状況

- ・基礎調査におけるブロック右側側方部には開口亀裂や段差地形は認められないが、谷地形を呈し、流水がみられる。
- ・基礎調査におけるブロック左側側方部は、左側より対象ブロック側が高くなる段差地形を呈する。

3) ブロック末端部状況

- ・基礎調査におけるブロック末端部にあたる路側擁壁には押し出し変位は認められず、周辺の道路面にも亀裂等の目立った変状はみられない。
- ・基礎調査におけるブロック末端部には、小崩壊跡（表層崩壊跡）が連続する。

4) ブロック内部状況

- ・全体的に 15～20° 程度の緩勾配斜面を形成する。
- ・植生は落葉広葉樹林が主であり、土塊の下方移動を示唆するような系統的な根曲がりは認められない。

5) 地質状況

- ・対象ブロックには礫層が被覆しているが、露頭をみると均質なマトリックスにより構成されており、崖錐堆積物や崩積土ではないと判断される。
（後述するが、ボーリング調査結果や広域の地表地質踏査結果を総合的に判断し、砂礫主体の洪積層（大阪層群相当層）に分類した）

地表地質踏査平面図 S=1:2000 (A3)

層序表

地質時代	地質分類	記号	地質名
新生代 第四紀	現世	B	盛土
	更新世	Dg	砂礫層
中生代 白亜紀	領家変成岩類	Rg	片麻岩

凡例

記号	説明
	滑落崖(明瞭)
	滑落崖(不明瞭)
	地すべり方向(推定)
	隆起地形(凸地形)
	段差地形
	露頭(片麻岩)
	露頭(大阪層群相当層)
	崩積土
	湧水
	流水・流水跡
	湿地
	基礎調査による地すべり土塊 (『N22 地すべり区域調査』(奈良県)より)



図5-1 地表地質踏査平面図

5-1-2. 被覆層の判定

対象地は、露頭状況及びボーリング調査結果より、層厚 10m を超える角礫主体の礫層が基盤岩（片麻岩）を被覆する地層構成であることが判明し、また主要地方道「奈良名張線」や、「奈良奥山ドライブウェイ」沿いの露頭においても同様の礫層の分布が確認されている。

しかし、既往地質図等では、対象地周辺に白亜紀の領家変成岩類に相当する片麻岩が広く分布するものの、この礫層の記載はみられない。

このため、その分布や性状及び堆積時期（時代）を明確にする必要があると考え、広域の地表地質踏査を実施した。地表地質踏査平面図は前掲の図 5-1 の通りであるが、確認された現地状況等を以下に記載する。

既往文献によると、対象地周辺では以下の 2 地区において礫岩の分布が記載されている。

①岩井川左岸部（対象地の対岸）

新第三紀中新世の藤原累層に対比される砂岩・礫岩が分布しており、その特徴は以下の通りである。（写真 1）

- ・砂岩相、礫岩相が累重し、一部シルト相を挟む。
- ・礫は円～亜円礫が主体で、礫種は花崗岩、片麻岩、黒色チャート、ホルンヘルス、砂岩等である。
- ・マトリックスは半固結状である。

②対象地東方の高標高部

新第三紀中新世の地獄谷累層に対比される礫岩が分布しており、その特徴は以下の通りである。（写真 2・3）

- ・礫岩相が主体であるが、一部礫の少ない部分も認められる。礫はφ3m を超える巨大転石を混在し、全体に淘汰が悪く、亜円～亜角礫が多い。
- ・礫種は花崗岩、片麻岩、チャート等であるが、岩芯まで完全に風化したクサリ礫も多く認められる。
- ・マトリックスは半固結状である。

対象地におけるボーリング調査や隣接区間の道路沿いの露頭で確認される礫層の特徴は以下の通りである。（写真 4・5）

- ・一部亜角礫もみられるが、ほとんどが角礫からなり、礫の混入率は高い。礫間を充填するマトリックスは砂が多いが、粘土、シルトなどの細粒分も含有している。
- ・マトリックスは固結していない。
- ・全体としては、整然とした層相ではない。
- ・写真 4 に示すように、堆積構造が認められる。
- ・マトリックスの締め程度は新第三紀層と比較して緩い。

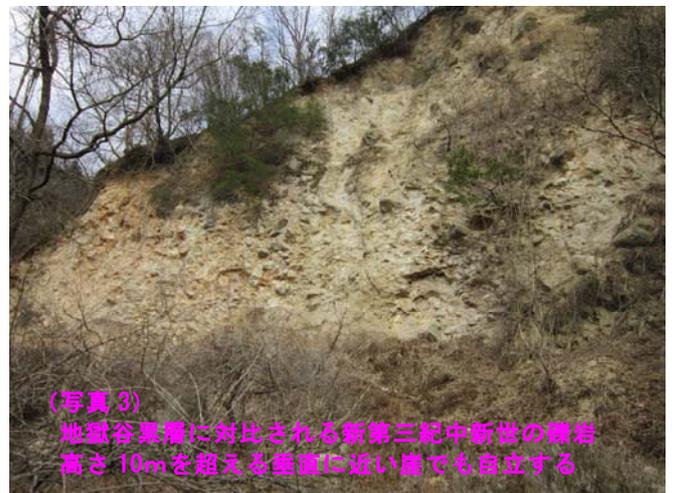


(写真1)
藤原累層に対比される新第三紀中新世の礫岩

『新斎苑整備事業土質調査業務委託 H27.9』
(明治コンサルタント株)より引用



(写真2)
地獄谷累層に対比される新第三紀中新世の礫岩



(写真3)
地獄谷累層に対比される新第三紀中新世の礫岩
高さ10mを超える垂直に近い崖でも自立する



(写真4)
岩層構造が表れる礫層



(写真5)
角礫を混在する礫層
マトリックスは細粒分が多い

岩井川左岸部や対象地東方の高標部で確認されている新第三紀層の礫岩層と対象地周辺に分布する礫層の土質的特徴を比較すると、対象地周辺の礫層は、

①円磨された礫がほとんどなく、角ばった礫が主体である。

②マトリックスの締め程度が緩い。

点等から判断して、新第三紀層より時代の新しい洪積世の礫層の可能性が高いと考えられる。

周辺地域における洪積世の堆積物としては、大阪層群あるいは高位段丘堆積物が挙げられるが、10m を超える層厚を有すること、円礫ではなく角礫が主体であること等から、本層は大阪層群に相当する礫層と考えられる。

対象地周辺では、「奈良奥山ドライブウェイ」が通過する斜面において、比較的等間隔で急勾配の等高線を形成する斜面には基盤岩の片麻岩が確認され、等高線が乱れた緩傾斜部で礫層の分布が確認されているため、この緩傾斜地形は大阪層群に対比される礫層により形成されていると考えられる。

また、この緩斜面が山地斜面の裾部に分布する他、当該地の西側谷部の比較的高標高部（標高 300m 付近）まで入り込んで分布していることから、この礫層は基盤層（基盤岩：片麻岩）の谷部（沢部）や凹地を埋めるように堆積したものと考えられる。

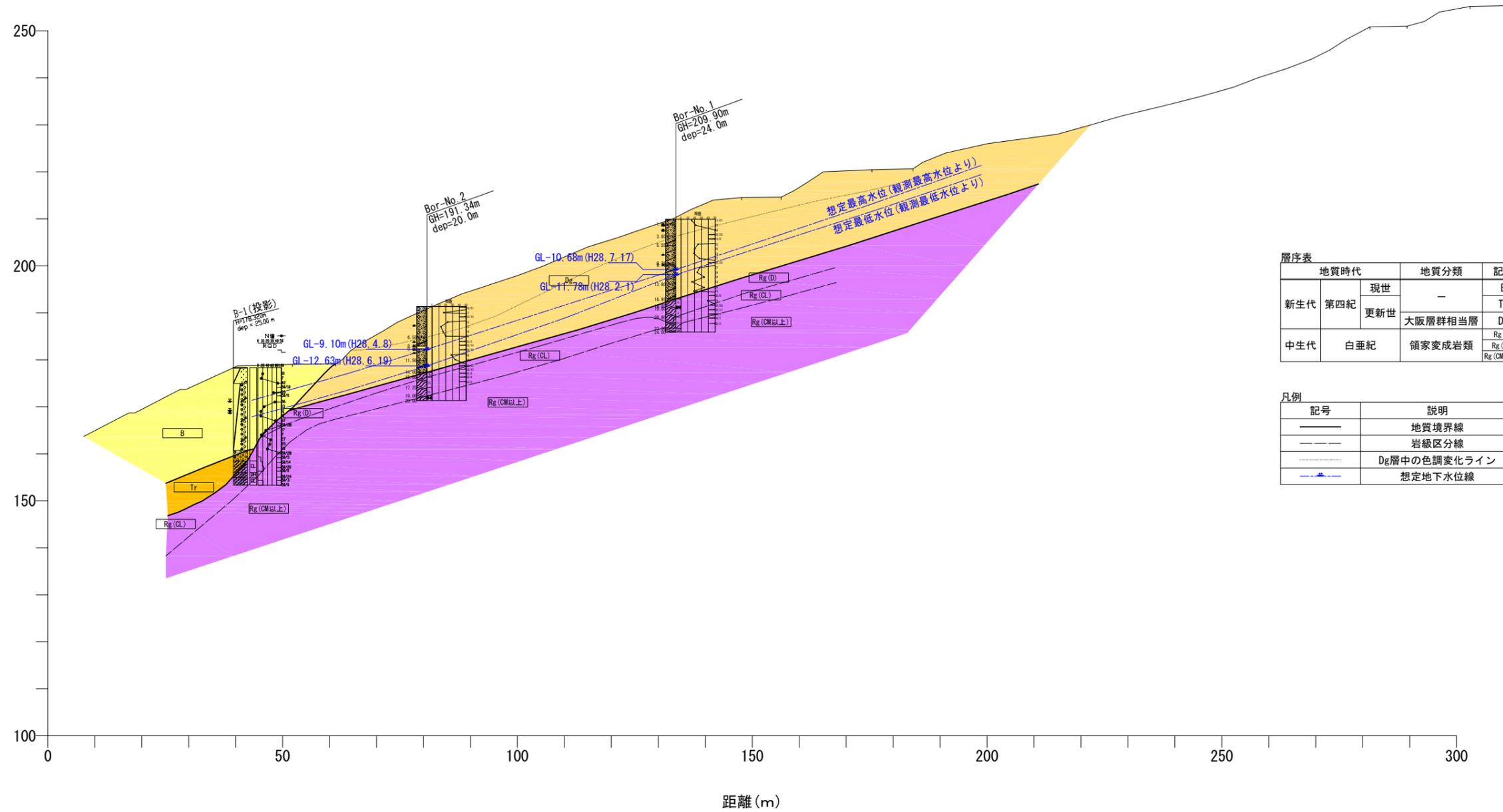
5-2. 地質断面図

調査ボーリング、地表地質踏査及び既往資料等をもとに作成した地質断面図を図 5-2 に示す。

地質断面図 S=1:1000 (A3)

測線A

(3) 副補



層序表

地質時代		地質分類	記号	地質名
新生代	第四紀	現世	—	B 盛土
		更新世	Tr	段丘堆積物
中生代	白亜紀	領家変成岩類	Dg	砂礫層
			Rg(D)	片麻岩
			Rg(GL) Rg(CM以上)	

凡例

記号	説明
—	地質境界線
---	岩級区分線
.....	Dg層中の色調変化ライン
---+---	想定地下水位線

注) 地形形状は平面図読み取りにより作図

施工年度 工事番号	平成 第 年度 号
工事名	新斎苑整備事業 斜面安定解析調査業務委託
路線河川名	
施工箇所	奈良市白毫寺町地内
図面種類	地質断面図
縮尺	S=1:1000(A3)
技師	照査設計製図
図面番号	- 葉中 - 号
奈良市 市民生活部 新斎苑建設推進課	

図5-2 地質断面図

6. 地すべり動態観測

6-1. 目的

対象地における地下水位の変動状況や地下水位上昇と関連した地すべり活動の有無を確認することを目的として、以下に記載する地すべり動態観測を行った。

- ・ 自記水位計観測：2 箇所
- ・ パイプ歪計観測：2 箇所

6-2. 観測方法

6-2-1. 観測地点

図 6-1 に示すように、ボーリング調査孔を利用し、Bor-No.1 及び No.2 にて地すべり動態観測を実施した。なお、自記水位計観測とパイプ歪計観測は同孔にて実施している。



「DM データファイル」を利用

図 6-1 地すべり動態観測地点

6-2-2. 観測方法

1) 雨量

地すべりを発生させる主たる誘因の一つとして、地下水位の上昇が挙げられる。地下水位の変動は、地形地質的条件の他、降雨や降雪といった気象条件の影響を強く受けるため、地すべり動態観測の基礎資料に資することを目的として、雨量データの整理を行った。図 6-2 に示すように、雨量観測所は、対象地直近の白毫寺観測所（奈良県管轄）を対象とした。

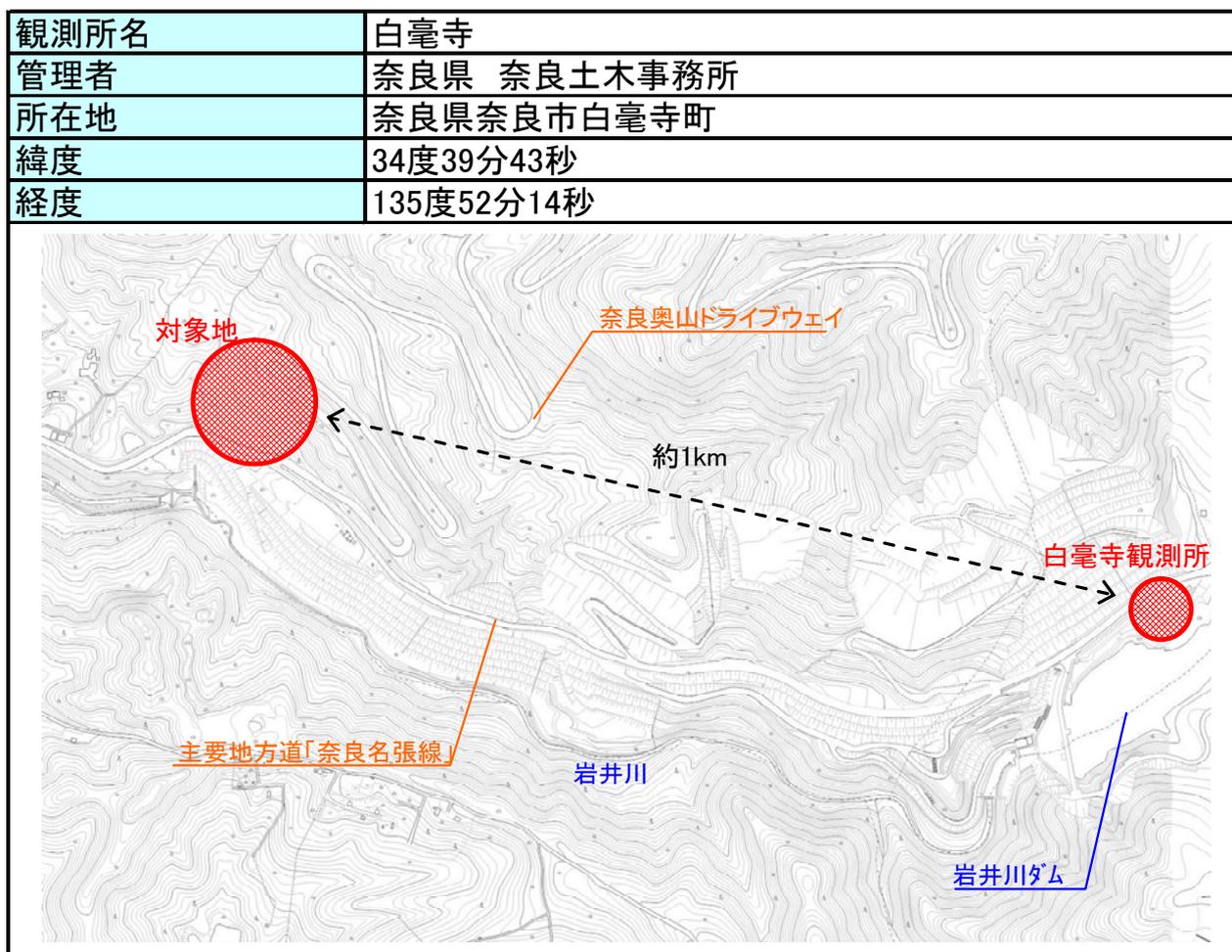


図 6-2 白毫寺雨量観測所の諸元

2) 自記水位計観測

地すべりを発生させる主たる誘因の一つである地下水位の変動状況を把握することを目的として、自記水位計観測を行った。

図 6-3 に示すように、自記水位計観測は、観測孔内に設置した水圧式水位センサーと孔外のデータロガーによる自動観測（1 回/時間）にて実施した。自動観測されたデータは、1 回/月程度を目安にデータ回収及び整理を行った。

3) パイプ歪計観測

地すべり活動の有無を確認することを目的として、パイプ歪計観測を行った。

図 6-3 に示すように、パイプ歪計観測は、不動層 5m 以深まで掘進したボーリング調査孔内に、歪ゲージ（1m 間隔・1 方向 2 ゲージ）を貼付した VP 管を挿入し、孔外のデータロガーとの組合せによる自動観測（1 回/時間）にて実施している。自動観測されたデータは、1 回/月程度を目安にデータ回収及び整理を行った。

パイプ歪計観測の原理及び特徴を以下に記載するとともに、地すべり変動があった場合の変動図例を図 6-4 に示す。

①原理

地すべり活動によって生じるパイプの撓み（曲がり）を、貼付された歪ゲージにより歪量（電気抵抗の差）として検知し、地盤の動きを捉える方法である。なお、歪量の単位は μ strain ($=1 \times 10^{-6}$ 歪) となる。

②特徴

地すべりの活動状況やすべり面深度の判定に有効な手法である。パイプ歪計観測は非常に高感度であり、僅かな地中の変動も検出できるため、変動量の小さい潜在的なすべり面を捕捉することも可能である。

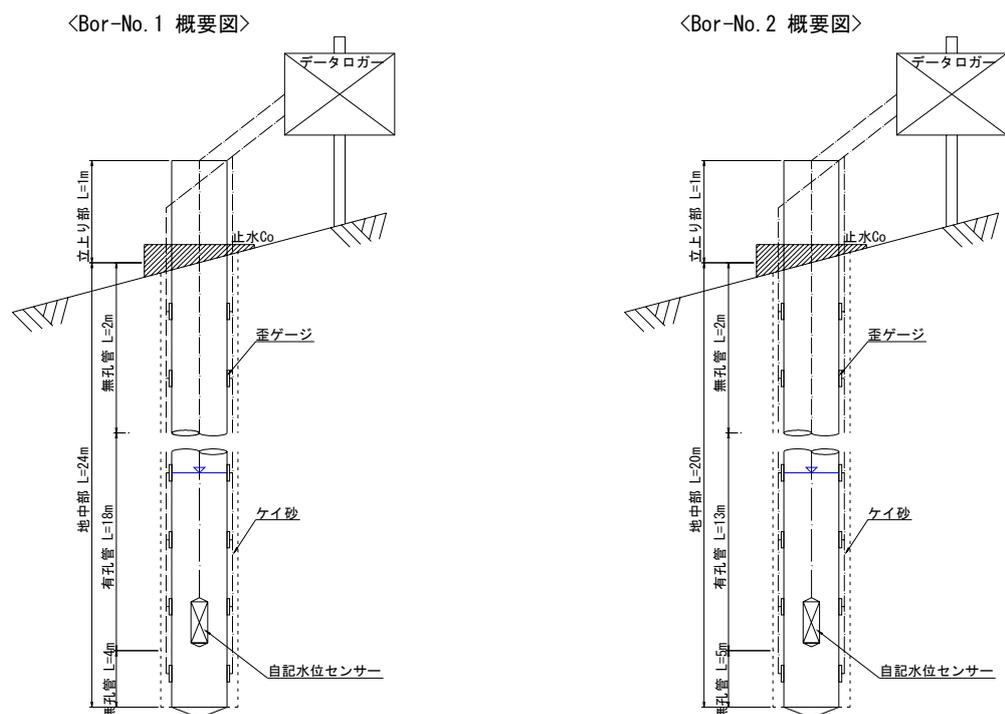
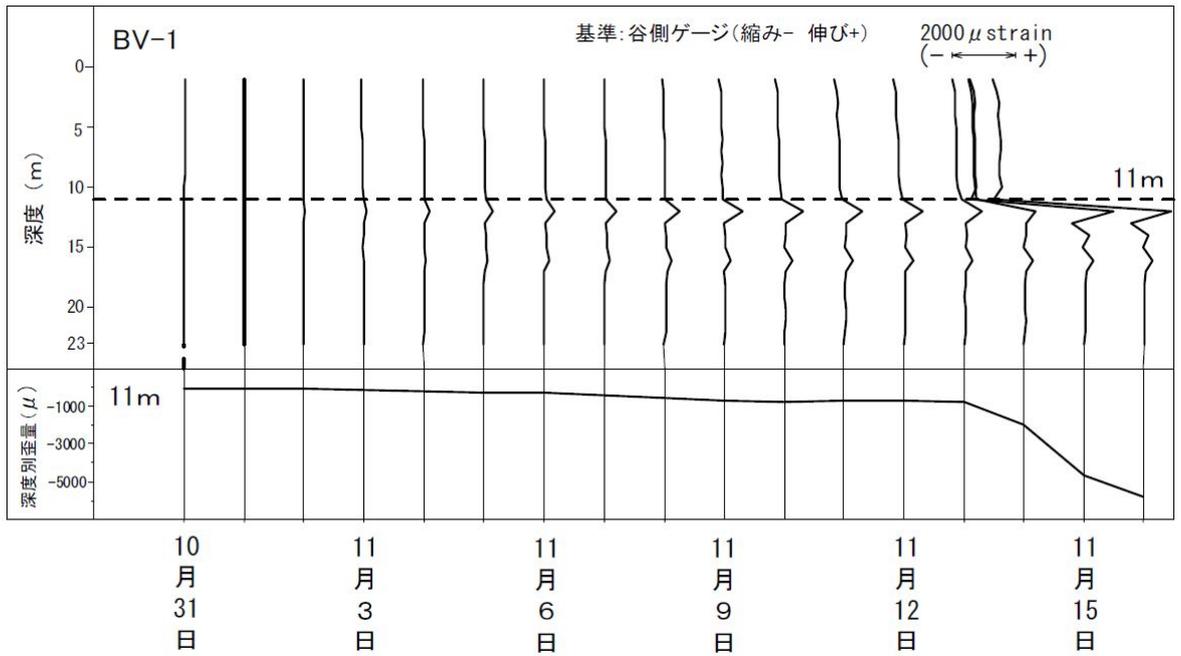


図 6-3 地すべり動態観測の概要図



『地すべり防止技術指針及び同解説（提案） H19.9』 p.20（(独)土木研究所）より引用

図 6-4 地すべり変動時のパイプ歪計変動図例

6-3. 観測結果

6-3-1. 雨量

表 6-1 及び図 6-5 に示すように、本観測期間を対象に、奈良県の一般的な雨量データといえる奈良観測所（奈良地方気象台）の30年平均月別雨量データと、白毫寺観測所（奈良県管轄）の雨量データの比較を行った。

本観測期間における白毫寺の雨量は、5月は平均値より40mm程度少なかったが、6月は70mm程度多く、その他の月に大きな差はみられない。

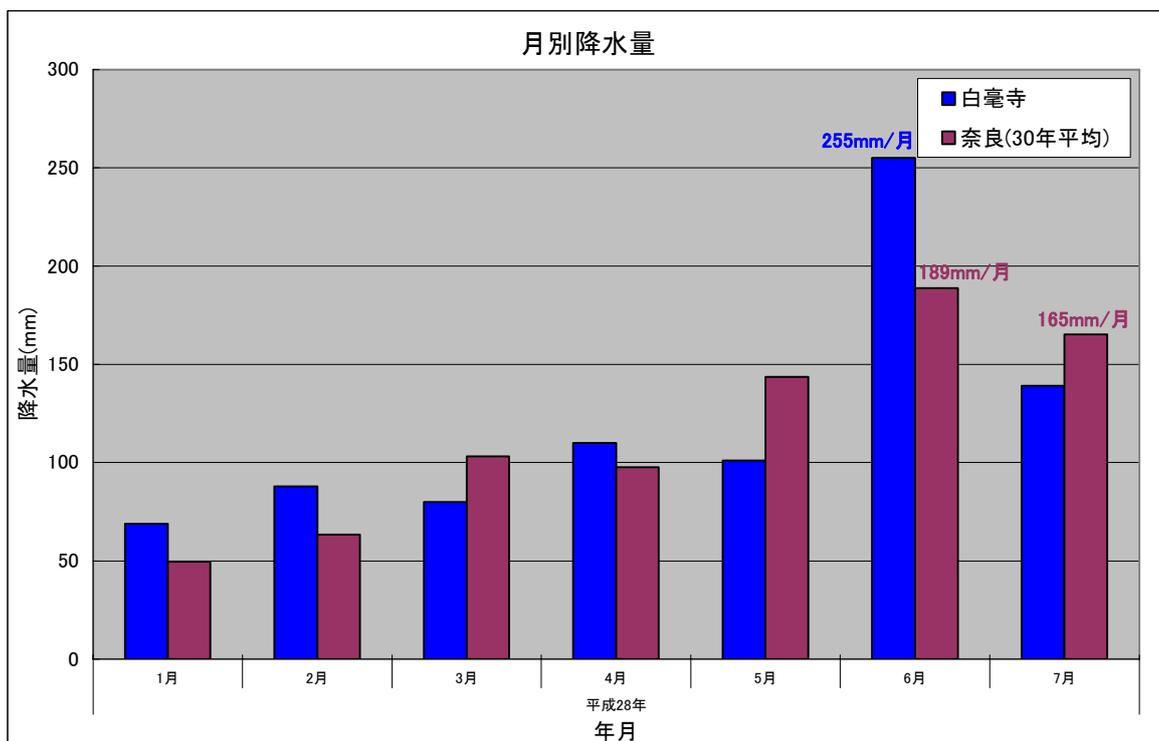
表 6-1 月別雨量データ比較表

観測所名	平成28年						
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月
白毫寺	69	88	80	110	101	255	139
奈良	49.6	63.3	103.2	97.7	143.5	188.8	165.1

単位:mm

注1)奈良(30年平均)は、『奈良県の気象 平成27年(2015年)年報』(奈良地方気象台)を引用。

注2)奈良(30年平均)は、奈良観測所の1981年～2010年の平均値である。



注1)奈良(30年平均)は、『奈良県の気象 平成27年(2015年)年報』(奈良地方気象台)を引用。

注2)奈良(30年平均)は、奈良観測所の1981年～2010年の平均値である。

図 6-5 月別雨量データ比較図

6-3-2. 自記水位計観測

自記水位計観測の結果一覧表を表 6-2 に、変動図を図 6-6 に示すとともに、孔内水位変動の特徴を以下に記載する。

①Bor-No.1 (ブロック上部)

- ・まとまった降雨後、数日掛けて 0.5m 程度緩やかに上昇した後、極めて緩やかに低下する傾向を示す。
- ・降雨応答性は小さい。

②Bor-No.2 (ブロック下部)

- ・まとまった降雨後、1 日程度で 2~3m 程度急激に上昇した後、比較的急速に低下する傾向を示す。
- ・降雨応答性は極めて大きい。

表 6-2 自記水位計観測結果一覧表

観測種別	観測孔	最高水位 (GL-m)	最低水位 (GL-m)	平均水位 (GL-m)
自記水位計 観測	Bor-No.1 (斜面上部)	10.68	11.78	11.12
		H28.7.17	H28.2.1	(H28.2.1~H28.7.31)
	Bor-No.2 (斜面下部)	9.10	12.63	11.59
		H28.4.8	H28.6.19	(H28.1.28~H28.7.31)

上記の通り、同一斜面内の観測孔 Bor-No.1 と No.2 の水位変動傾向に差異が認められるため、その原因に関する考察を以下に記載する。

- ・ Bor-No.1 の孔内水位は、概ね GL-10.5m~GL-11.5m 付近に認められるが、この深度付近は粘土混じりの砂礫層に相当する深度と一致する。
- ・ この砂礫層は、礫間を充填するマトリックスに粘土等の細粒分の含有が多く、指圧でへこむ程に軟質である。
⇒粘土分等の細粒分が多い礫層のため、透水係数が低く、孔内水位変動が緩やかになっていると想定される。
- ・ Bor-No.2 の孔内水位は、概ね GL-9.0m~GL-12.5m 付近に認められるが、この深度付近は砂礫~玉石混じりの砂礫層に相当する深度と一致する。
⇒粘土分等の細粒土がほとんど無い礫層のため、透水係数が高く、孔内水位の降雨応答性が高くなっていると想定される。

孔内水位変動図

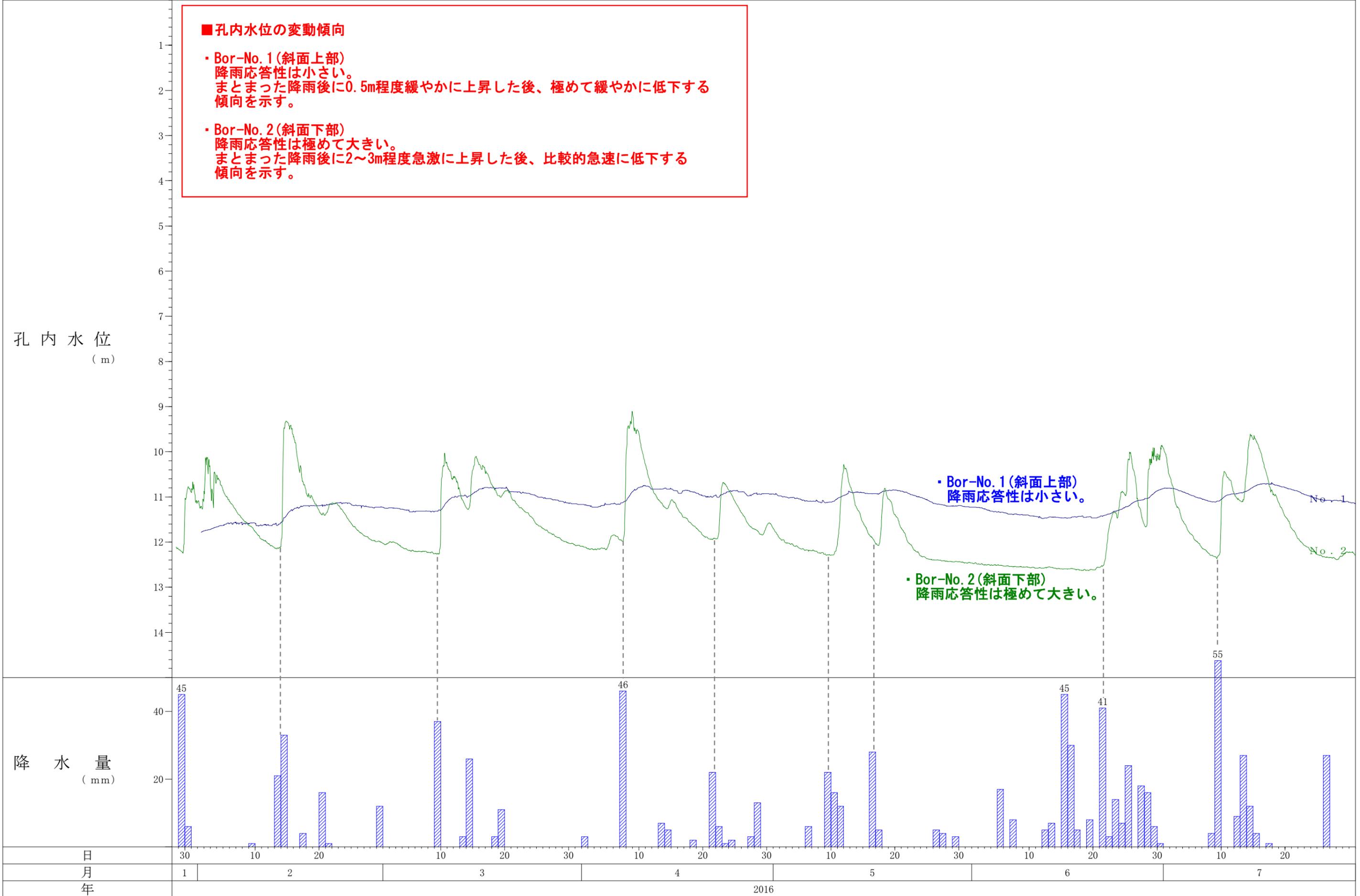


図6-6 孔内水位変動図

6-3-3. パイプ歪計観測

パイプ歪計観測の結果一覧表を表 6-3 に、変動図を図 6-7～図 6-8 に示すとともに、パイプ歪計変動の特徴を以下に記載する。

①Bor-No.1 (斜面上部)

- ・全深度において、地すべり活動を示唆するような有意な変動は認められない。

②Bor-No.2 (斜面下部)

- ・計器設置～数ヶ月間、GL-5m 付近に大きくはないものの孔内水位上昇と相関性のある変動が認められたが、4月以降は変位はみられない。ボーリングコア判定では地質境界や狭在粘土等の弱層部は認められず、且つ回帰含み※の変動であるため、地すべり活動を示唆するような有意な変位ではないと判断される。Bor-No.2 の下方数 m には表層崩壊跡が連続することから、降雨による表層崩壊部の変位（緩み）の影響や、パイプと観測孔の馴染みの影響と考えられる。
- ・その他深度においても、地すべり活動を示唆するような有意な変動は認められない。

※) 地すべりは非可逆的な一方向への運動であるため、基本的に変動は一方向に累積する。

表 6-3 パイプ歪計観測結果一覧表

観測種別	観測孔	観測深度 (GL-m)	累積変動値 (μ)	累積変動値 (μ /月)	変動傾向		すべり面存在の 地形地質的可能性	総合判定		
					累積傾向	変動状態		変動種別	すべり面種別	活動性等
パイプ歪計 観測	Bor-No.1 (斜面上部)	全深度において、変動C(100 μ strain/月)以上の変動なし			—	—	なし	—	なし	なし
	Bor-No.2 (斜面下部)	全深度において、変動C(100 μ strain/月)以上の変動なし			—	—	なし	—	なし	なし
<判定表>	地すべり活動の 兆候有り ↑ ↓ 地すべり活動の 兆候なし(異常)	変動種別	累積変動値 (μ /月)	変動形態		すべり面存在 の地形・地質 的可能性	総合判定			
				累積傾向	変動状態		すべり面種別	活動性ほか		
		変動 A	5,000 以上	顕著	累積変動	あり	確定	顕著に活動している 岩盤～崩壊土すべり		
		" B	1,000 以上	やや顕著	"	"	準確定	緩慢に活動している クリープ型地すべり		
		" C	100 以上	ややあり	累 断 攪 回	積 続 乱 帰	"	潜在	すべり面存在有無を 断定できないため、 継続観測が必要	
" D	1,000 以上 (短期間)	なし	断 攪 回	統 乱 帰	なし	異常	すべり面なし。地す べり以外の要因			

『地すべり調査と解析』p.87(藤原明敏 著)より引用

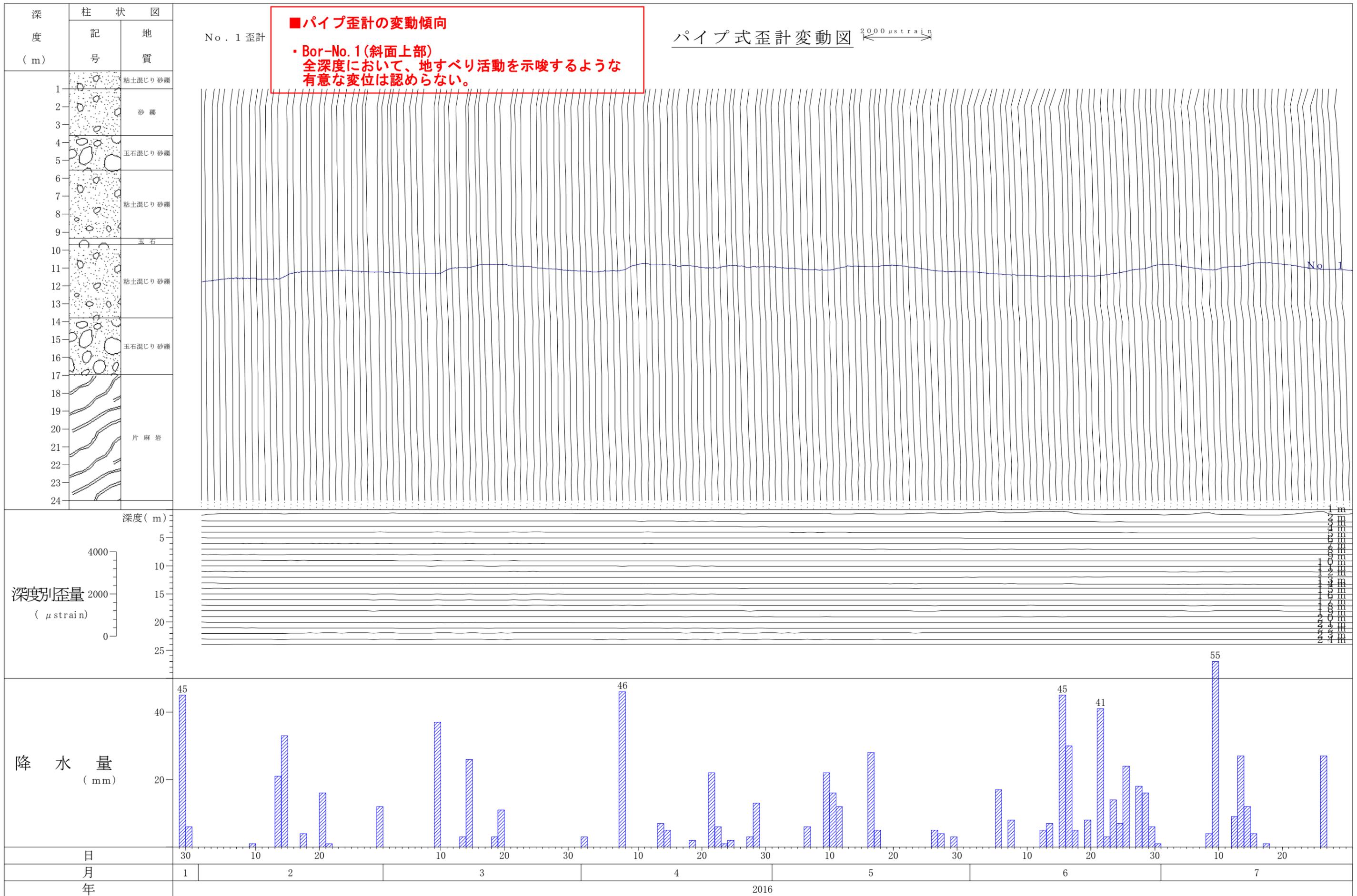


図6-7 パイプ歪計変動図 (Bor-No. 1)

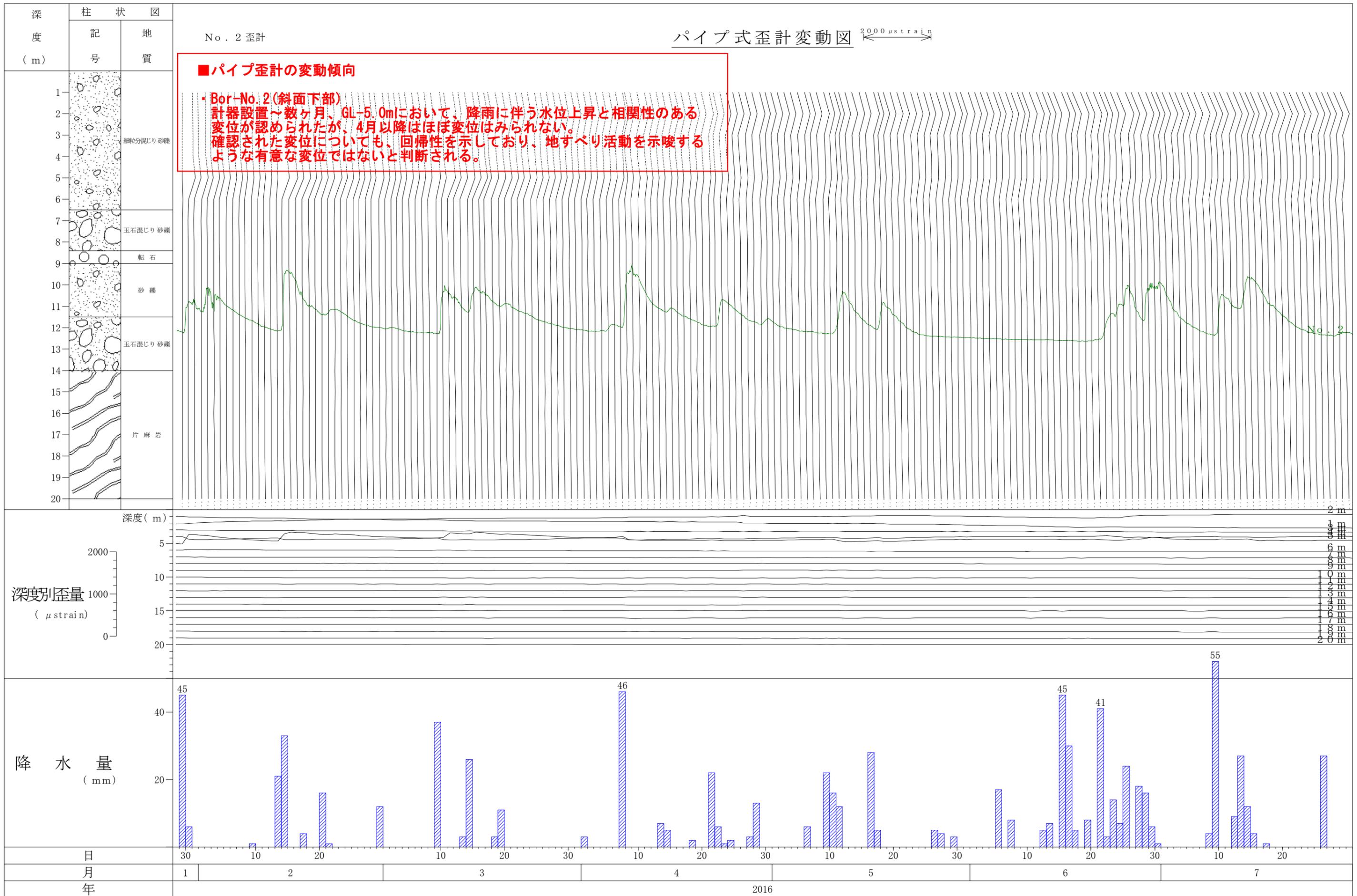


図6-8 パイプ歪計変動図 (Bor-No. 2)

7. 結論及び考察

7-1. 結論

ボーリング調査、地表地質踏査及び地すべり動態観測の結果をもとに総合的に勘案し、対象地における地すべり活動の有無等に関する結論を以下に記載する。

- ・ボーリング調査及び地表地質踏査の結果、対象地は基盤となる片麻岩とそれを被覆する礫層主体の大阪層群相当層による地層構成であり、一般的に地すべり活動や斜面崩壊の履歴堆積物と判断される緩み土塊（崖錐堆積物や崩積土）は分布しない。
- ・ボーリング調査の結果、標準貫入試験の部分にすべり面粘土が含まれている可能性は完全には否定できないが、コア判定からはすべり面を形成するような弱層部は認められない。
- ・地すべり動態観測の結果、地すべり活動を示唆するような変位は認められない。

⇒対象地は地形的には地すべり地形を呈するものの、ボーリングコアや動態観測結果に地すべり活動を示唆するような結果は認められない。よって、すべり面があったとしても現在は活動していないと判断される。

また、対象地に地すべり活動が発生した場合においても、基盤岩（片麻岩）を含めた深層崩壊のような大規模なすべりの可能性は考えられない。

7-2. 考察

上記の通り、対象地では地すべり活動は生じていない。ただし、対象地周辺域では、地形の面からみると地すべり地形を呈していることから、『土砂災害防止に関わる基礎調査』（奈良県）において、地すべり区域に設定されている。対象範囲を北側エリアまで広げた踏査結果を以下に示す。

<対象範囲北側エリアの踏査結果>

- ・主要な地すべり地形は、東北東から南西方向に延びる不明瞭な細長い谷地形に沿って認められる。
- ・谷の源頭部の多くは地すべり地形と判定されやすい円弧状や馬蹄形を示す急斜面が確認され、その前面に湿地や流水（流水跡）を伴う平坦地が形成されている。
- ・谷地形の側方部も急斜面で接することが多いが、所々で等高線のやや乱れた凹凸地形が認められる。これは、表層の層厚 1m 程度の小崩壊跡地形と考えられる。
- ・谷の源頭部あるいは側方部の地形形状は、未固結の大阪層群相当層が降水あるいは湧水等によって浸食されることにより形成されるとともに、削られた土砂が前面に崩積土として堆積することにより平坦面が形作られたと判断される。
- ・上記に示すように、北側エリアの地すべり地形は、降雨あるいは湧水に伴って発生した斜面崩壊や流水による浸食地形の可能性が高いと判断される。
- ・地すべり地形境界周辺の構造物あるいは道路面などには変状地形は認められない。

対象地には大阪層群相当層が分布し、両サイドを谷地形に挟まれ、段差地形や凹凸地形が認められるが、北側エリアと同様に浸食作用により形成された地形と判断することが妥当と考える。