

岡山県西部衛生施設組合
新ごみ焼却施設整備地質調査業務

報 告 書

令和 4年 3月

岡山県西部衛生施設組合
株式会社アサヒ地質研究所

まえがき

本報告書は、岡山県浅口郡里庄町新庄地内に計画されている「岡山県西部衛生施設組合新ごみ焼却施設」について、設計・施工に必要となる地盤情報を得る目的で実施した地質調査結果を取りまとめた報告書である。

調査は、新ごみ焼却施設計画区域の地盤状況を把握する目的で、ボーリング調査を5箇所実施するとともに採取した試料を使って室内土質試験を実施した。また、盛土のり面のすべりに対する安定度を把握する目的で安定計算を実施した。

調査位置案内図



(国土地理院電子データを使用)

目 次

まえがき

調査位置案内図

| | ページ |
|--------------------|-----|
| 1. 業務概要 | 1 |
| 2. 業務の方法 | 3 |
| 2.1 業務の流れ | 3 |
| 2.2 業務の方法 | 4 |
| 3. 地形・地質概要 | 8 |
| 4. 調査結果 | 10 |
| 4.1 地表踏査結果 | 10 |
| 4.2 ボーリング調査結果 | 15 |
| 4.3 標準貫入試験結果 | 23 |
| 4.4 地下(孔内)水位観測結果 | 25 |
| 4.5 室内土質試験結果 | 27 |
| 5. 総合解析取りまとめ | 32 |
| 5.1 地質及び地層構成 | 32 |
| 5.2 地質断面図の作成 | 33 |
| 5.3 地盤定数の提案 | 37 |
| 5.4 盛土の安定検討 | 44 |
| 5.5 地盤の液状化判定対象層の選定 | 56 |
| 5.6 設計・施工上の留意点 | 60 |

【巻末資料】

- ・調査位置平面図
- ・地質横断面図
- ・ボーリング柱状図およびコア写真
- ・土質試験データシート
- ・安定計算結果計算書
- ・作業状況写真
- ・試験状況写真
- ・協議記録簿

【参考資料】

- ・既往調査資料(廃棄物処理施設工事に伴う地質調査(S49))

1. 業務概要

- (1) 業務名 岡山県西部衛生施設組合新ごみ焼却施設整備地質調査業務
- (2) 業務箇所 浅口郡里庄町大字新庄地内
- (3) 業務期間 自) 令和 3年 6月 25日
至) 令和 4年 3月 18日
- (4) 業務目的 本業務は、岡山県西部衛生施設組合が浅口郡里庄町新庄地内に計画している、岡山県西部衛生施設組合新ごみ焼却施設について、設計・施工に必要な地盤情報を得る目的で実施した地質調査業務である。
- (5) 業務内容
- 1) 地質調査業務 (詳細: 表-1.1 調査数量表参照)
 - 1. ボーリング調査 6箇所 (ΣL=76.0m)
 - 2. 標準貫入試験 1式
 - 3. 不攪乱試料採取(トリプルサンプリング) 2本
 - 4. 室内土質試験 1式
 - 2) 解析等調査業務
 - 1. 既存資料の収集・現地調査 1業務
 - 2. 資料整理とりまとめ 1業務
 - 3. 断面図の作成 1業務
 - 4. 地盤特性検討 1式
 - 5. 総合解析とりまとめ 1業務
 - 6. その他(報告書執筆) 1式
 - 7. 打合せ協議 1業務
- (6) 発注者 岡山県西部衛生施設組合
- (7) 請負者 株式会社 アサヒ地質研究所
〒700-0945 岡山県岡山市南区新保 1121-2
TEL. 086-223-7495 FAX. 086-223-7493
- 主任技術者 藤原 英俊 (技術士: 応用理学、地質)
照査技術者 吉田 誠 (技術士: 建設部門、土質及び基礎)
担当技術者 石合 祥尋

表-1.1 調査数量表

(1) ボーリング調査、室内土質試験

| 項目 | 内容 | | ボーリングNo.(調査対象) | | | | | 合計 | 備考 |
|------------------------|--------------------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|-------------------------------|
| | 掘削・掘削径 | 土質・岩級 | BorNo.1 (建築物基礎) | BorNo.2 (建築物基礎) | BorNo.3 (建築物基礎) | BorNo.4 (建築物基礎) | BorNo.5 (建築物基礎) | | |
| ボーリング掘削長 (m) | ノンコア φ116mm | 砂質土 | - | - | - | - | - | 0.00 | 盛土の安定検討位置を考慮して、BorNo.4地点で別孔掘削 |
| | | 礫混じり土砂 | - | - | - | 7.00 | - | 7.00 | |
| | 小計 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 7.00 | 0.00 | 7.00 | | |
| | 砂質土 | - | - | - | - | - | 0.00 | | |
| ボーリング掘削長 (m) | オールコア φ66mm | 礫混じり土砂 | 2.85 | 3.00 | 20.90 | 10.80 | 5.35 | 42.90 | |
| | | 軟岩 | 5.15 | 5.00 | 5.10 | 5.20 | 5.65 | 26.10 | |
| | 小計 | 8.00 | 8.00 | 26.00 | 16.00 | 11.00 | 69.00 | | |
| 合計 | | 8.00 | 8.00 | 26.00 | 23.00 | 11.00 | 76.00 | | |
| 標準貫入試験 (回) | | 砂質土 | - | - | - | - | - | 0 | |
| | | 礫混じり土砂 | 2 | 2 | 20 | 10 | 5 | 39 | |
| | | 軟岩 | 6 | 6 | 1 | 6 | 6 | 25 | |
| | | 小計 | 8 | 8 | 21 | 16 | 11 | 64 | |
| 不撓乱試料採取(トリプルサンプリング)(本) | | | - | - | - | 2 | - | 2 | |
| 足場(箇所) | 平地用足場 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 5 | |
| | 傾斜地足場 15~30° | - | - | - | - | - | - | 0 | |
| 現場内小運搬 | モノレール(m) | - | - | - | - | - | - | 0 | |
| | 土粒子の密度 | 1 | 1 | 6 | 5 | 2 | 15 | | |
| | 含水比 | 1 | 1 | 6 | 5 | 2 | 15 | | |
| 室内土質試験 (試料) | 粒度 | 7/11 | - | - | 1 | 1 | 2 | | |
| | 液性限界 | 7/11+沈降 | 1 | 1 | 5 | 4 | 13 | | |
| | 塑性限界 | | - | - | - | - | - | 0 | 試験試料が粗粒土であるため、液・塑性限界試験は実施せず |
| | 湿潤密度 | | - | - | - | - | - | 0 | |
| | 三軸圧縮試験(CU-B) φ50mm | | - | - | - | 2 | 2 | 2 | |

(注)当初予定していた盛土材料試験は試験の必要性が無い旨の指示により中止とした。

(2) 解析等調査業務

| 種別 | 数量 | 備考 |
|--------------|-----|-------------------------------|
| 既存資料の収集・現地調査 | 1業務 | 既往資料の収集、整理・現地踏査 |
| 資料整理とりまとめ | 1業務 | 調査・試験結果の取りまとめ |
| 断面図等の作成 | 1業務 | 地質断面図の作成 |
| 地盤特性検討 | 1断面 | 盛土の安定検討(盛土のり面と盛土全体について常時と地震時) |
| 総合解析とりまとめ | 1業務 | 地盤定数、地下水・土地利用等に関する考察 |
| 打合せ協議 | 1式 | 中間1回 |

2. 業務の方法

2.1 業務の流れ

当業務の遂行は、**図-2.1.1**に示す流れ図に従って実施した。

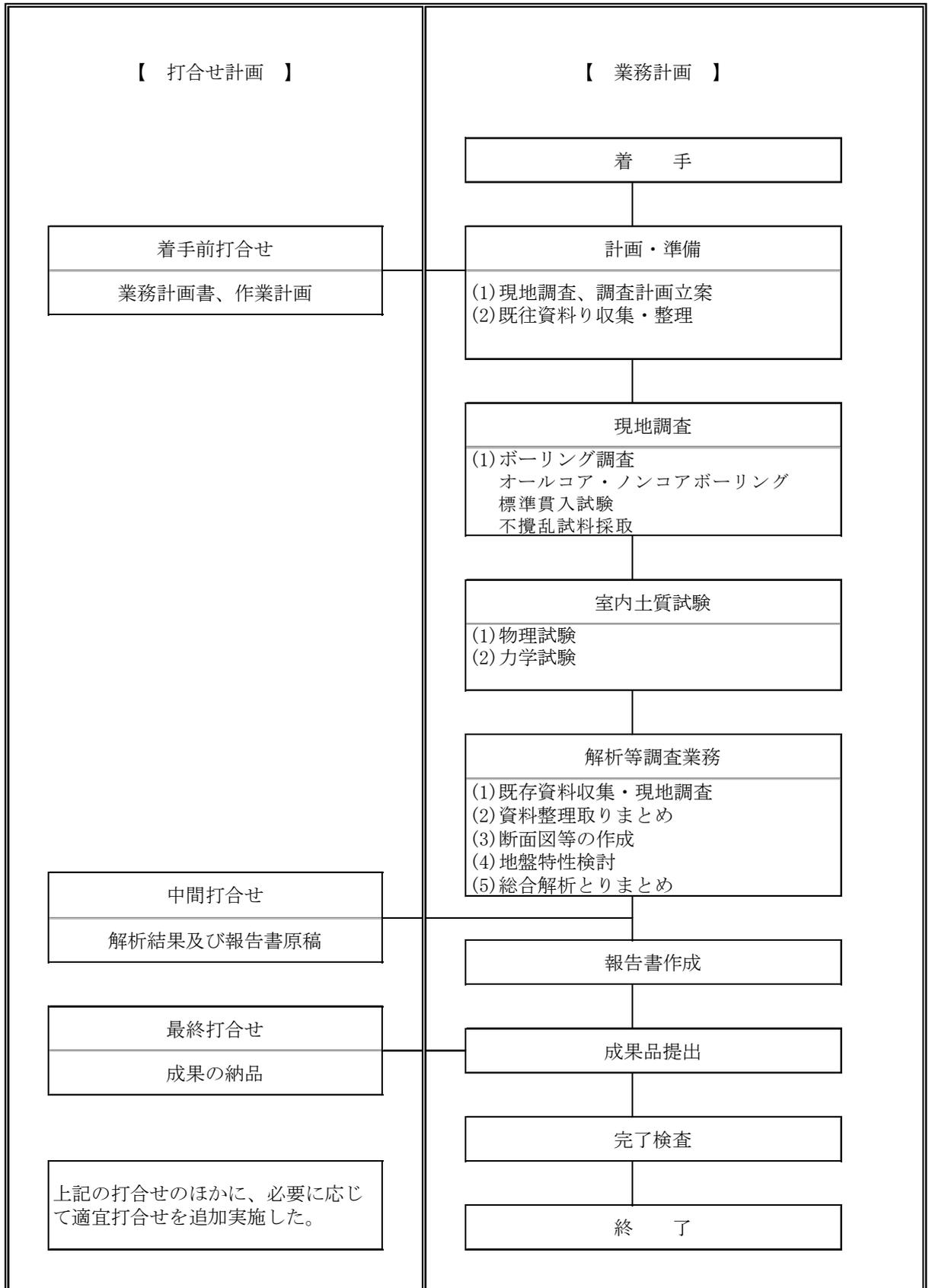


図-2.1.1 業務の流れ図

2.2 業務の方法

(1) ボーリング調査

1) 調査の目的

ボーリング調査は、以下の事項を主な目的として実施した。

- a) 地層及び成層、風化状況の把握
- b) 地下水状況の把握
- c) 各地層の相対密度（N値）の測定
- d) 支持層の確認（軟岩を5m程度確認）

2) 調査方法

- a) 掘削種別：ロータリーコアボーリング（オールコアボーリング）

図-2.2.1 ボーリング模式図を示す。

- b) 掘削孔径：φ66mmを基本とするが、不攪乱試料採取を目的としたボーリングはφ116mmで掘削した。
- c) 孔壁保護：ケーシングパイプの挿入。
- d) 検 尺：掘削完了後には、監督員の検尺立会を受け、写真に記録した。
- e) 仮 設：ボーリング足場は、平地用足場を敷設した。

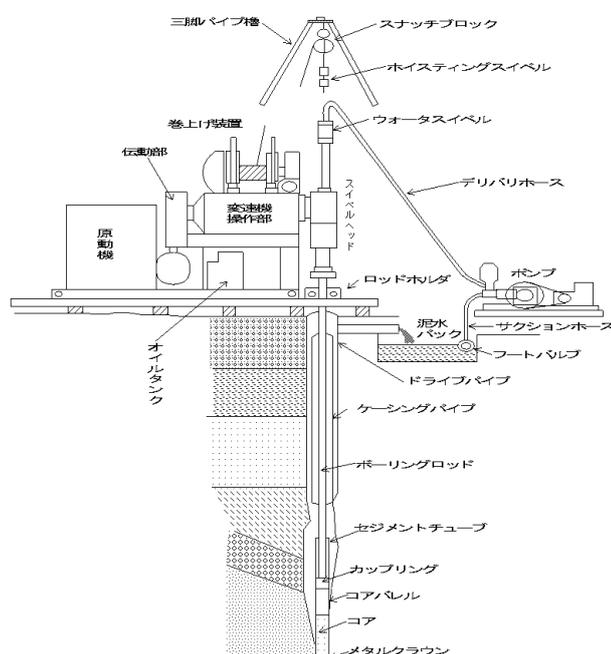


図-2.2.1 ボーリングマシン模式図

3) 標本試料

採取試料は、調査名・ボーリング名・標本番号・採取深度を明記の上、深度順にコア箱に整理し、成果の納品時に納めた。

(2) 標準貫入試験

1) 試験目的

標準貫入試験は、原位置における土の硬軟あるいは締まり具合の相対的指標であるN値の測定と土の代表試料の採取を目的とする。

2) 試験方法

試験は、ボーリング孔内で土の標準貫入試験方法（JIS A 1219）に従って、原則として1 mピッチで実施した。本打ちの打撃数は50回を限度とする。

試験装置の概略図および貫入試験器具を図-2.2.2および図-2.2.3に示す。

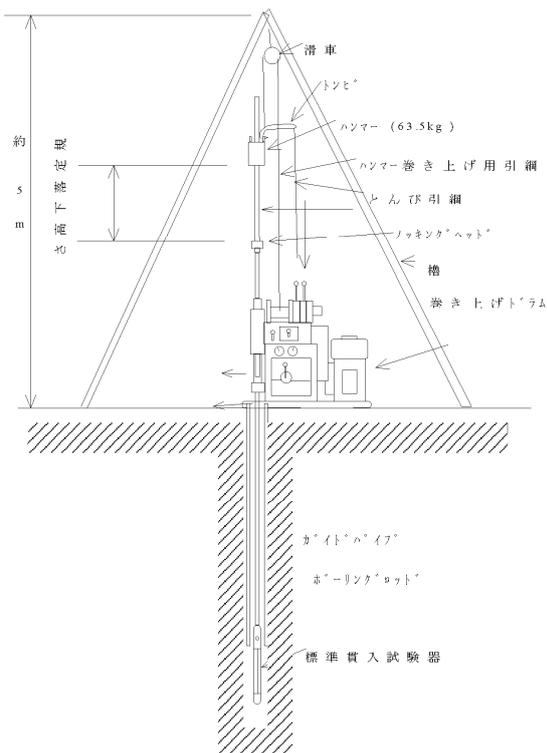


図-2.2.2 標準貫入試験概略図

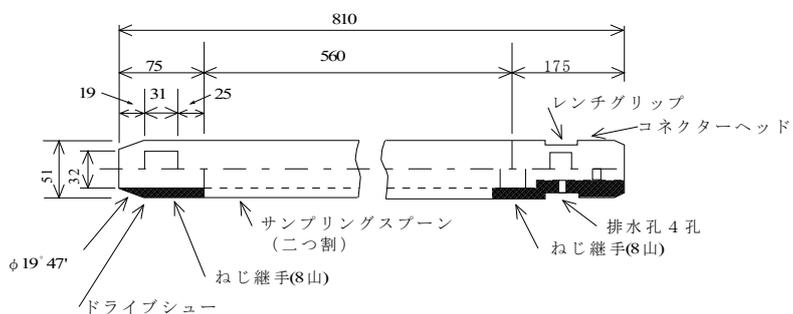


図-2.2.3 貫入試験器構造図

(3) 不攪乱試料採取

不攪乱試料採取は、現況盛土層を対象として JGS1223 規格「ロータリー式三重管サンプラーによる土試料の採取方法」に準拠して実施した。

表-2.1.1 ロータリー式三重管サンプラーの概要

| サンプラーの種類 | ボーリングで必要な掘削径 | 主な対象土質 | 備考 |
|--------------------|--------------|---------------|-------------------|
| ロータリー式 三重管サンプラー | 116mm | N値4の粘性土、砂質土など | 試料は硬質ポリ塩化ビニール管に収納 |

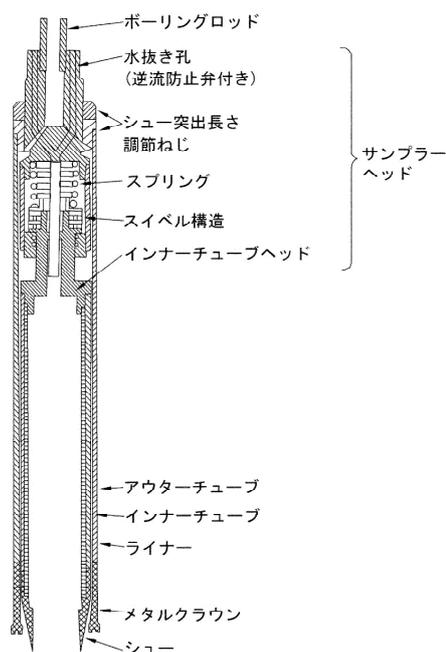


図-2.2.4 ロータリー式三重管サンプラーの例

(4) 室内土質試験

岡山県西部衛生施設組合新ごみ焼却施設計画予定地に分布する地盤及び盛土材料の土質特性（物理特性、力学特性）を把握する目的で、日本工業規格（JIS）及び地盤工学会基準（JGS）に準じて以下の室内土質試験を実施した。

- | | |
|---------------------------|-----------------|
| 1) 土粒子の密度試験 | JIS A 1202:2009 |
| 2) 土の含水比試験 | JIS A 1203:2009 |
| 3) 土の粒度試験（フルイ＋沈降） | JIS A 1204:2009 |
| 4) 土の液性限界試験 | JIS A 1205:2009 |
| 5) 土の塑性限界試験 | JIS A 1205:2009 |
| 6) 土の湿潤密度試験 | JIS A 1225:2009 |
| 7) 土の圧密非排水三軸圧縮試験 (CU-bar) | JGS 0523-2009 |

(5) 解析等調査業務

ボーリング調査及び室内土質試験結果を基に以下の検討を行ない、報告書として取りまとめた。

1) 資料整理とりまとめ

調査・試験結果のとりまとめ

2) 断面図等の作成

ボーリング調査結果及び既往資料を基に地質断面図を作成した。

3) 地盤特性検討

本調査で判明した地盤情報を基に盛土の安定検討を行う。検討は、法面部と盛土全体について通常時及び地震時について行った。

4) 総合解析とりまとめ

地盤定数の提案、地下水に関する検討、今後の設計施工上の問題点等について考察した。

3. 地形・地質概要

(1) 地形概要

岡山県の地形は、北の中国山地から南の瀬戸内海まで段階的に高度を減じ、北から「中国脊梁山地」、「吉備高原面」、「瀬戸内海沿岸山地及び丘陵地」、「瀬戸内海沿岸平野」、「瀬戸内海島嶼部」に大別される。この内、調査地区は「瀬戸内海沿岸山地及び丘陵地」に位置し、周辺の地形は標高 200m 以下の浸食基準面の連なりで特徴づけられる。

今回調査対象となった区域は、JR 里庄駅の南に位置する、標高 200m 前後の毛野無羅山～茶臼山から続く尾根の西側斜面に位置する改変地（造成地）である。この箇所は、昭和 40 年代末にごみ処理施設（現在稼働中の施設は後年、隣接地区を新に開発して建設された）の建設を目的に山間地を開発（切土、盛土）して造成された経歴がある。

図-3.1.1 に調査地周辺の地形図を示す。



図-3.1.1 調査地周辺の地形図(国土地理院デジタル地図より引用)

(2) 地質概要

調査地に分布する基盤地質は、中生代白亜紀後期の深成岩類である花崗岩が分布する。また、斜面の裾部や溪床部には未固結の崩積土(崖錐性堆積層)が分布する。なお、調査区域は、昭和40年代末に斜面を掘削、盛土して造成された人工改変地であるため、表層(場所によっては地下深部まで分布する)を盛土が被覆する。

基盤岩である花崗岩は、調査地区の全域に分布が確認される。地質は、粒径の大きい「粗粒花崗岩」に分類され、東側の切土法面や造成地に通じる道路ののり面に分布が確認される。切土法面に見られる岩盤は、軟岩級(CL~CM級主体)を主体とするが、亀裂に沿って亀裂の近傍が劣化する箇所が見受けられる。また、自然斜面部では、表土が分布するが、層厚は薄く、浅層より軟岩級の岩盤となる。風化土層は薄いか、ほとんど存在しない。

今回の調査で、BorNo.3地点で盛土層の下位に層厚が厚い「礫質土」の分布を確認した。N値が比較的大きいため、更新統(洪積層)と評価したが、詳細な年代は不明である。

図-3.1.2に調査地区周辺の地質平面図を示す。

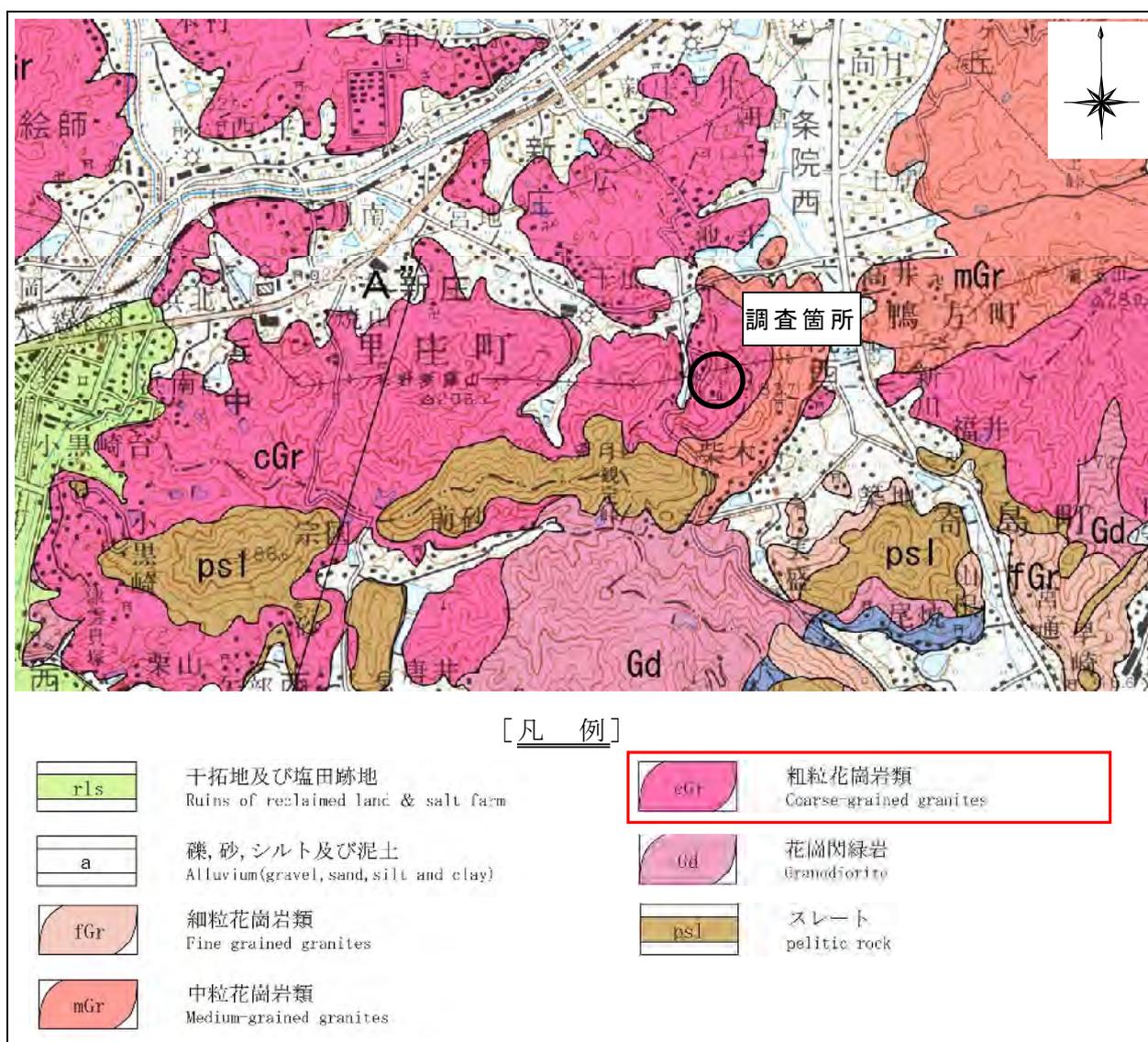


図-3.1.2 調査地周辺の地質平面図

4. 調査結果

4.1 地表踏査結果

調査区域の地形・地質状況を把握する目的で、現地踏査を行った。踏査結果は、**図-4.1.1** 及び**写真-1～3** に取りまとめ添付した。以下に、調査区域の地形・地質的特徴の概況を記述する。

- 1) 調査区域は、かつて存在した（昭和 50 年代以降）ごみ焼却施設の跡地であり、現在は、取り壊されて更地の状態となっている（一部にごみの選別施設が新たに敷設）。
- 2) この敷地は、昭和 49 年頃より、造成工事が進められ、区域の東側の山体を切土し、西側斜面（及び谷地形）を盛土して構築されたことが既往資料よりわかっている。ただし、造成以前の詳細な資料が残存しないため、詳細は把握できていない。
- 3) 調査地区に分布する基盤岩は、中生代白亜紀の花崗岩である。花崗岩は、新鮮な場合塊状で硬質であるが、風化が進行すると厚い風化帯（真砂土）を形成する場合がある。当地区の場合、風化土は極めて薄く表層付近から軟岩（DH～CL）の岩盤となる。しかし、岩は亀裂が発達し亀裂に沿って岩の劣化が認められる。岩の露頭は調査地区の切土斜面や進入路に沿った自然斜面に確認される（P6, P9, P10～12, P16, P18 等）。
- 4) 造成地（かつてのごみ処理施設跡）は、ほぼ平坦な状態であり、地形の凹凸は小さい。また、切土法面と造成面の境界や盛土のり面頭部には表面排水工が敷設されている（P5, P7, P13, P19, P27, P28）。これらは概ね大きな変状は無く、現在も問題なく機能している。ただし、盛土と在来斜面の境界に敷設された排水路は一部に変状が確認される。
- 5) 盛土法面は、調査地区の西側の進入路に沿って法面として存在する。この盛土は、切土勾配が概ね 1 : 1.8 で施工され（P20）、表層は植物の繁茂が顕著である。法面自体に崩壊などの変状は確認されず、これまで安定を保ってきたと考えられる。

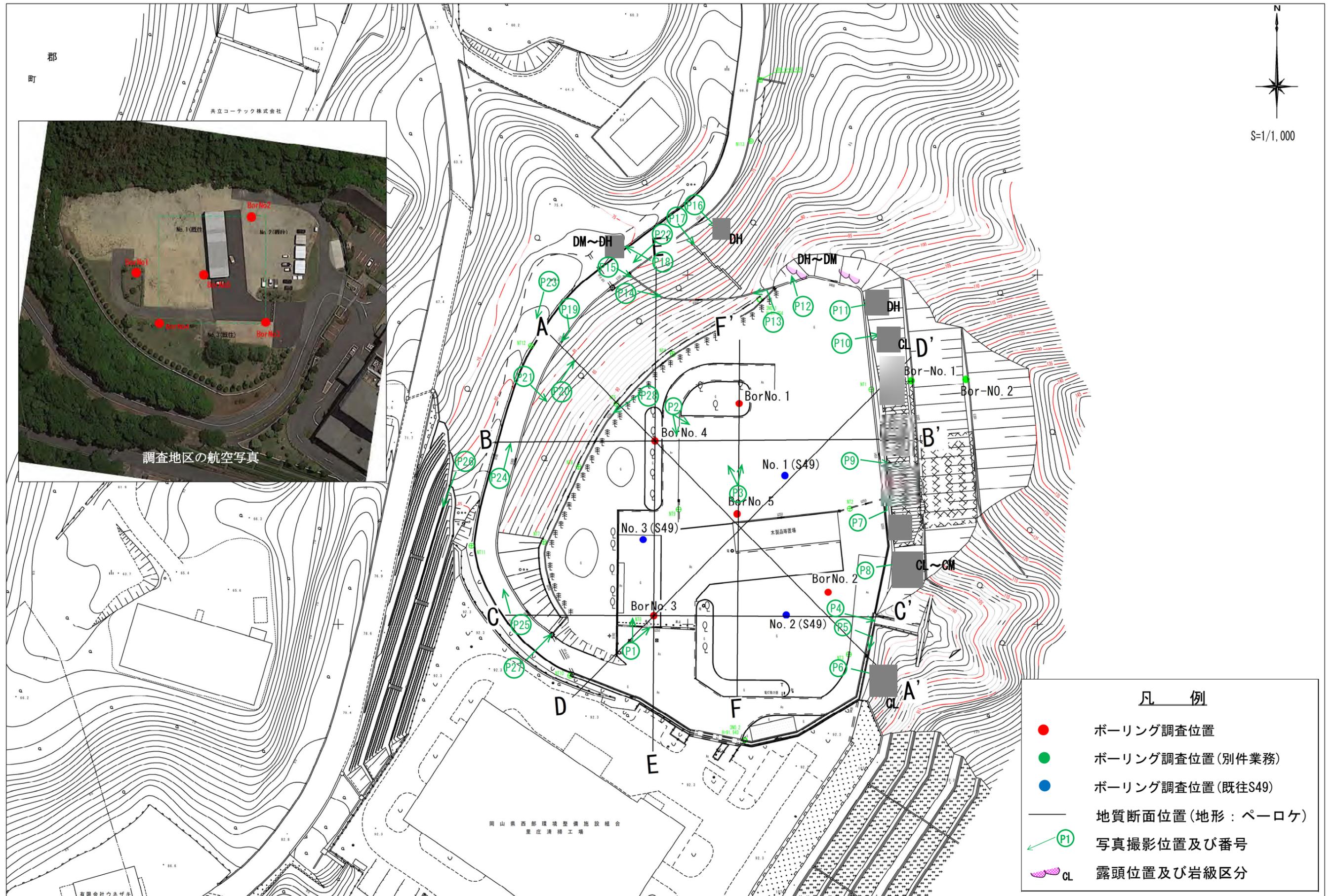


図-4.1.1 調査・写真撮影位置平面図(S=1/1,000)



P1 調査地区全景(南～北方向)



P2 調査地区全景(北～南方向)



P3 調査地区全景(南～北方向)



P4 谷止工全景



P5 谷止工から続く排水路



P6 切土斜面、岩が露頭(CL級)



P7 切土斜面下部の排水路



P7 同左の近景(幅 W=35cm)

写真-1 現地踏査写真(その1)



P8 古い切土斜面、岩が露頭(CL~CM)



P9 切土斜面の露岩(CL~CM)法面にネット敷設



P10 切土斜面の露岩(CL級)



P11 切土斜面の露岩(DH級)



P12 切土斜面の露岩(DH~(DM)級)



P13 盛土と在来地盤の境界に敷設された排水路



P14 盛土と在来地盤との境界に敷設された排水路
一部が変形して破損



P15 同左排水路の末端(進入道路の排水路と合流)



P16 自然斜面の露岩(DH級)



P17 自然斜面に敷設された縦排水路(古い)



P18 花崗岩の露頭(DM~DH級)



P19 道路側溝(W≒40cm)



P20 盛土法面の勾配(≒1:1.8)



P21 盛土法面では樹木が成長(径 30cm 以上)



P22 盛土法面はポール地点から奥の斜面



P23 盛土法面全景



P24 盛土法面及び進入道路全景



P25 盛土法面全景



P26 現在稼働中の施設の宅盤下方斜面の現況
(切土法面)



P27 盛土表面排水路の末端



P28 盛土端部に敷設された表面排水路



P28 同左(W=20cm)

4.2 ボーリング調査結果

今回調査を行った、5箇所のボーリング調査結果について、各地点の地盤状況を次項以降にボーリング柱状図、ボーリングコア写真と共に整理した。

ボーリング柱状図を整理するにあたって、岩の分類については、表-4.2.1~2の区分表、分類基準を基に岩級を分類した。ここで、「軟岩~硬岩」と「A~D」の分類の関連性については、記載されている記事・説明を勘案して両者を関連付けて併記した。

表-4.2.1 岩の分類表

| 名称 | | | 説明 | 摘要 |
|----|----------|-------------|--|-------------------------------------|
| A | B | C | | |
| 岩 | 岩塊 玉石 | 岩塊 玉石 | 岩塊, 玉石が混入して掘削しにくく, バケット等に空隙の できやすいもの。 岩塊, 玉石は粒径7.5cm維持用とし, まるみのあるものを玉 石とする。 | 玉石混じり土、岩 塊 破碎された岩 ごろごろした河床 |
| | 軟 岩 | 軟 岩 | I 第三紀の岩盤で固程度が弱いもの。 風化がはなはだしく極めて脆いもの。 指先で離しうる程度のもでクラック間の間隔は1~5cmく らいのもの及び, 第三紀の岩石で固結程度が良好なもの。 風化が相当進み多少変色を伴い軽い打撃で容易に割れる もの。離れやすいもので, 亀裂間隔は5~10cmのもの | 弾性波速度 700~2, 800m/sec |
| | | | II 凝灰質で軽く固結しているもの。風化が目にして相当 進んでいるもの。 亀裂間隔が10~30cm程度で軽い打撃により離しうる程 度。 異質の硬い互層をなすもので層理を楽に離しうるもの。 | |
| | 硬 岩 | 中 硬 岩 | 石灰岩, 多孔質安山岩のように, 特に緻密でなくても相当 な硬さを有するもの。風化の程度が進んでいないもの。 硬い岩石で間隔30~50cmの亀裂を有するもの。 | 弾性波速度 2, 000~4, 000m/sec |
| | | 硬 岩 | I 花崗岩, 結晶片岩なので全く変化していないもの。亀裂間 隔が1m内外で相当密着しているもの。 硬い良好な石材を取り得るようなもの。 | 弾性波速度 3, 000m/sec以上 |
| | | | II けい岩, 角岩などの石英質に富む岩質で最も硬いもの。 風化しておらず新鮮なる状態にあるもの。 亀裂なく, よく密着しているもの。 | |

(国土交通省土木共通仕様書、第1編共通編、第2章 表1-2-1 より抜粋)

表-4.2.2 ボーリングコア鑑定についての岩盤等級区分基準（硬質塊状岩盤）

| 岩盤等級 | 対象岩盤の一般的な目安としては、新鮮な岩盤のテストピースの自然乾燥一軸圧縮強度が800kg/cm ² 以上のもの。 新鮮岩の露頭部における岩石のハンマーの打撃によって、一般に金属音が発生する。 | |
|------|--|--|
| | 岩盤の一般的性状 | ボーリングコアの状態 |
| A | 岩質は極めて新鮮で、火成岩造岩鉱物あるいは堆積岩の構成粒子は全く風化しておらず、また節理はほとんど分布していない。岩盤としては極めて堅牢、固密である。 | コアは100cm以上の棒状をなし岩質は極めて新鮮で、コア表面は非常になめらかであり、節理は認められない。（すなわち、コア箱1mにおいては、割れ目の認められない intact rockである）コア採取率は極めてよい。 |
| B | 岩質は新鮮で、火成岩造岩鉱物あるいは堆積岩の構成粒子はほとんど風化変質していない。また節理はまだらであり、密着している。岩盤としては極めて堅牢、固密である。 | コアは40～50cm前後の長柱状が主体をなし、岩質は新鮮で、コア表面はなめらかである。節理の分布は少なく、密着している。節理面は希に汚染されていることもある。コアの採取率は極めてよい。 |
| C H | 岩質はおおむね新鮮、堅硬であるが、火成岩では造岩鉱物中、長石類および雲母、角閃石などの有色鉱物がわずかに風化変質している場合もあり、また堆積岩類では構成粒子として二次的に存在する長石類および有色鉱物がわずかに風化変質している場合もある。節理はかなり分布しており、また節理面は風化変質をうけて変色汚染されている場合が多く、ときには風化物質がうすく付着していることもあるが、一般にはおおむね密着している。岩盤としては堅固である。 | コアは10～30cm前後の柱状が主体をなし、岩質は新鮮で、コア表面はおおむねなめらかである。節理はやや発達し、節理面はしばしば淡褐色に風化変質しているが、風化変質は内部まで進んでいない。時に節理面には薄く風化物質が付着することもある。コアの採取率はよい。 |
| C M | 岩質は一般にやや風化変質している。このうち火成岩では石英を除き、長石類および有色鉱物は風化を受け、しばしば褐色あるいは赤褐色を呈している。また堆積岩類では構成粒子として二次的に存在する長石類および有色鉱物が風化変質し、火成岩の場合と同様、しばしば褐色あるいは赤褐色を呈している。節理は開口し、しばしば粘土あるいは風化物質を挟在している。このクラスの岩石中には細かな毛髪状割れ目が多量に胚胎していることが多い。その他、岩質は新鮮であっても、開口節理の分布が著しく、クラッキーは状態を示すものもこのクラスに含まれている。 | コアは10cm前後の短柱状が主体をなし、岩片状をなす場合で組み合わせると円柱状になる。岩質はやや風化変質しておりコアの表面はおおむね粗面を呈する。節理面は風化汚染され、内部まで風化進んでいる。コアバレルからコアを抜いた時新たな割れ目が生じる。コアの採取率はおおむね80%以上。岩質が新鮮でも、開口節理が発達し、コア長の短いものはこの岩級に含まれる。時に節理面には薄く風化物質が付着することもある。コアの採取率はよい。 |
| C L | 火成岩の造岩鉱物あるいは堆積岩の構成粒子は著しく風化を受けているために、岩石全体としても一般に褐色あるいは赤褐色を呈する。節理は開口し、粘土および風化物質の挟在が著しい。このクラスの岩石では細かな毛髪状の割れ目の分布が著しく、さらにこの割れ目に沿って風化が進んでいる。その他、岩質は新鮮であっても、開口亀裂の分布が著しく、石積状の産状を示すものもこのクラスに含まれる。 | コアはおおむね岩片状が主体をなし、組み合わせても円柱状にすることは難しい。岩質は風化している為、コアの表面はザラザラし、一般に褐～茶褐色を呈する。風化変質は節理付近のみならず全体に進んでいる。コアバレルからコアを抜いた時崩壊し易い。採取率はおおむね80%以下。短柱状コアと砂～粘土状コアが繰り返す場合もこの岩級に含まれる。 |
| D | 火成岩の造岩鉱物あるいは堆積岩の構成粒子は著しく風化を受けしばしば砂状および粘土状を呈する部分が見られる。このクラスの岩盤では節理の部分はむしろ不明瞭である。 | コアはおおむね砂～粘土状を呈し、一見岩盤被覆層との区別は難しいが、相対的に締り度よい。通常の清水掘りでは、ダブルコアチューブを用いてもコア採取率は著しく悪い。 |

(日本応用地質学会(1984)「岩盤分類、応用地質特別号」)

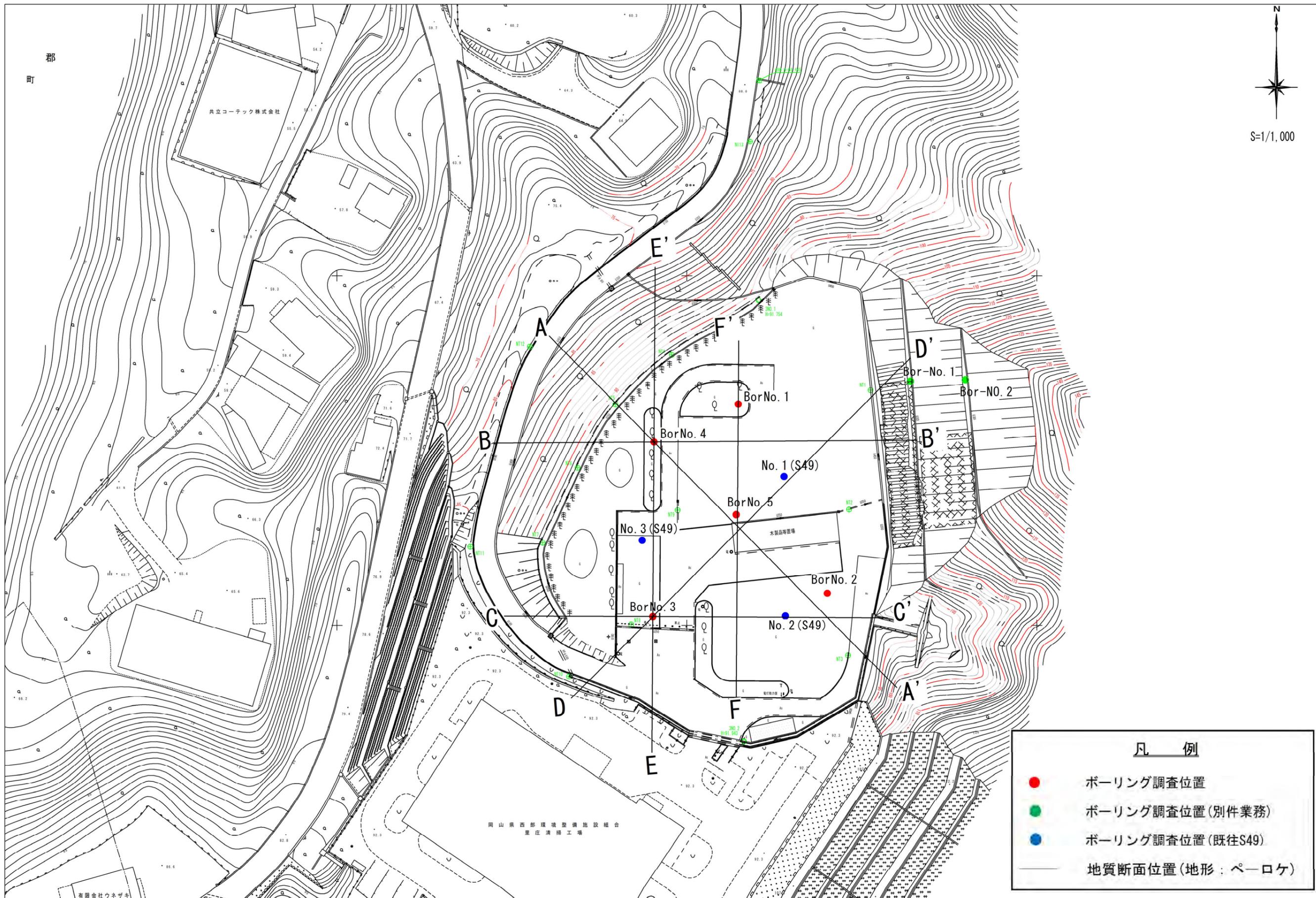
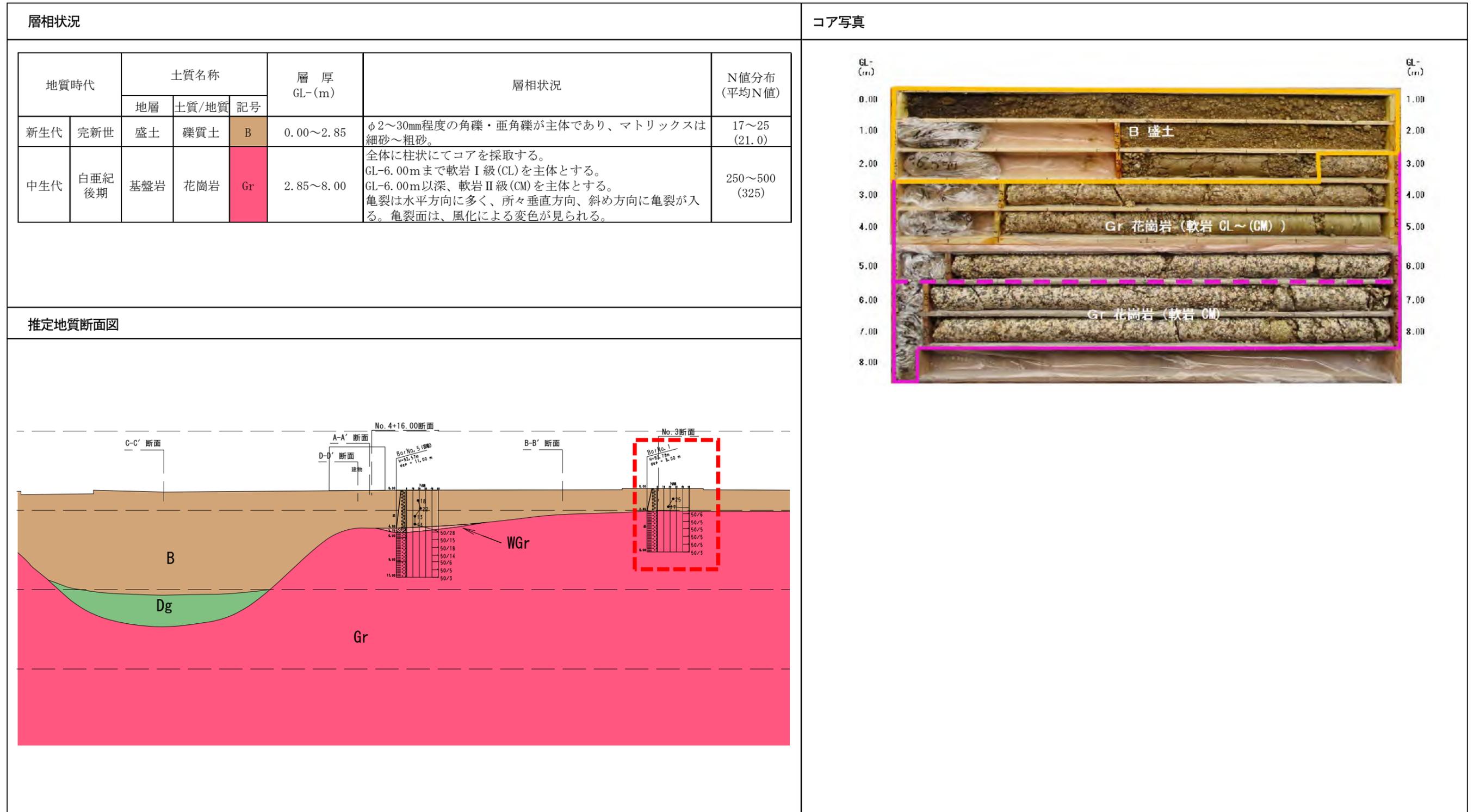


図-4.2.1 調査位置平面図 (S=1/1,000)

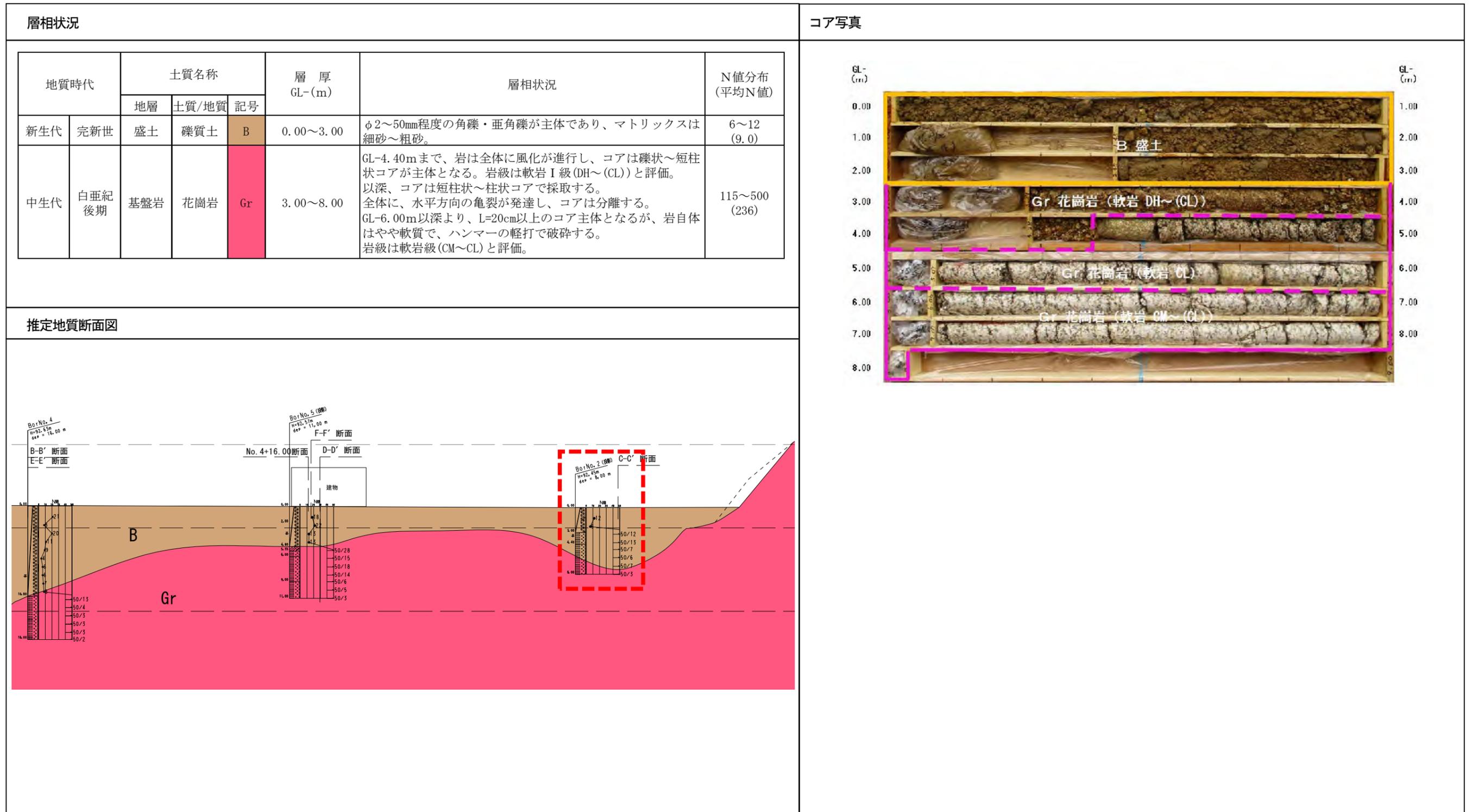
(1) BorNo. 1 地点

- 1) 孔口標高 92.78m
- 2) 調査深度 8.0m
- 3) 地層状況 地質・土質（風化）・亀裂等について以下に記載
- 4) 孔内水位 図-4.4.1 参照



(2) BorNo. 2 地点

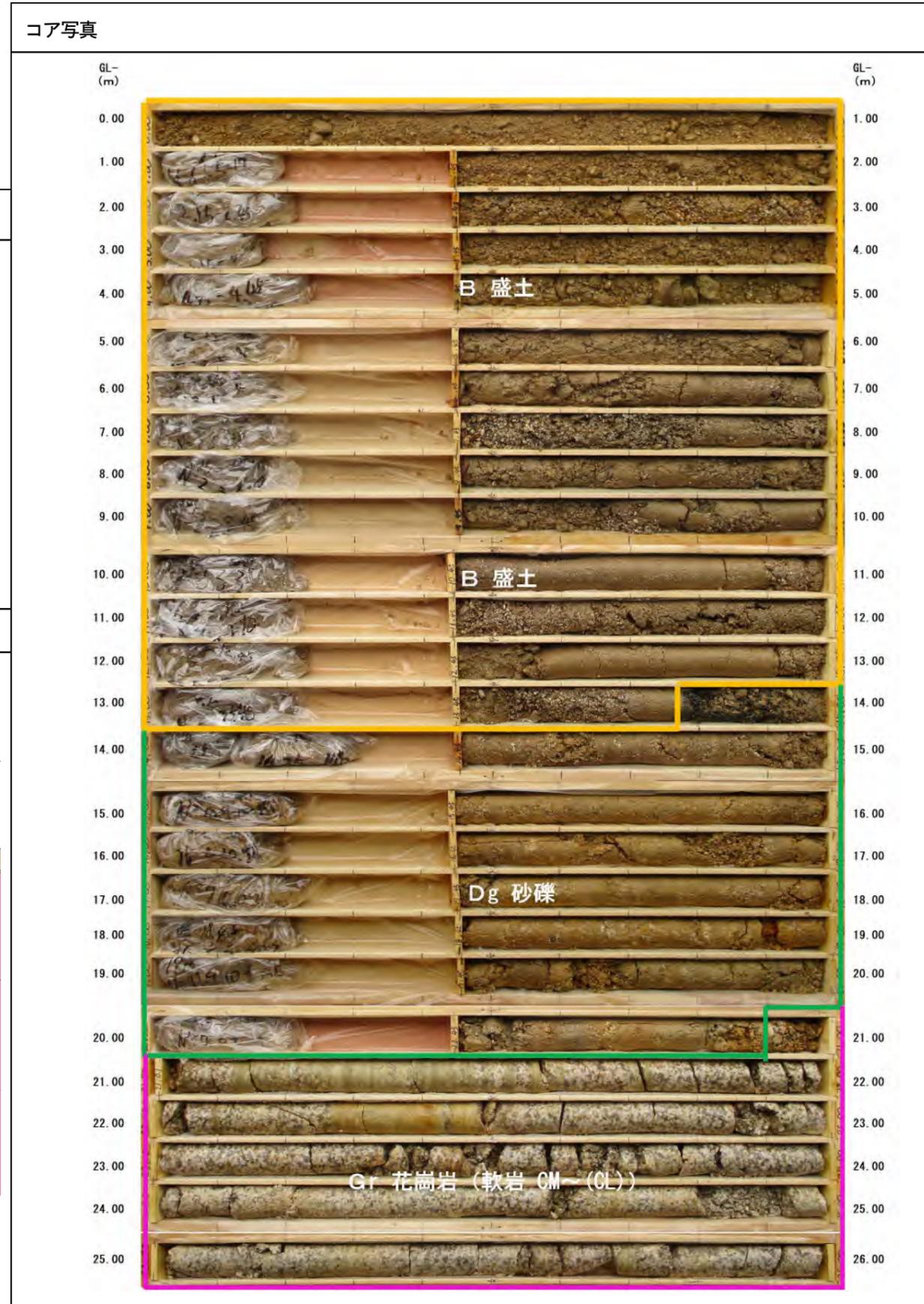
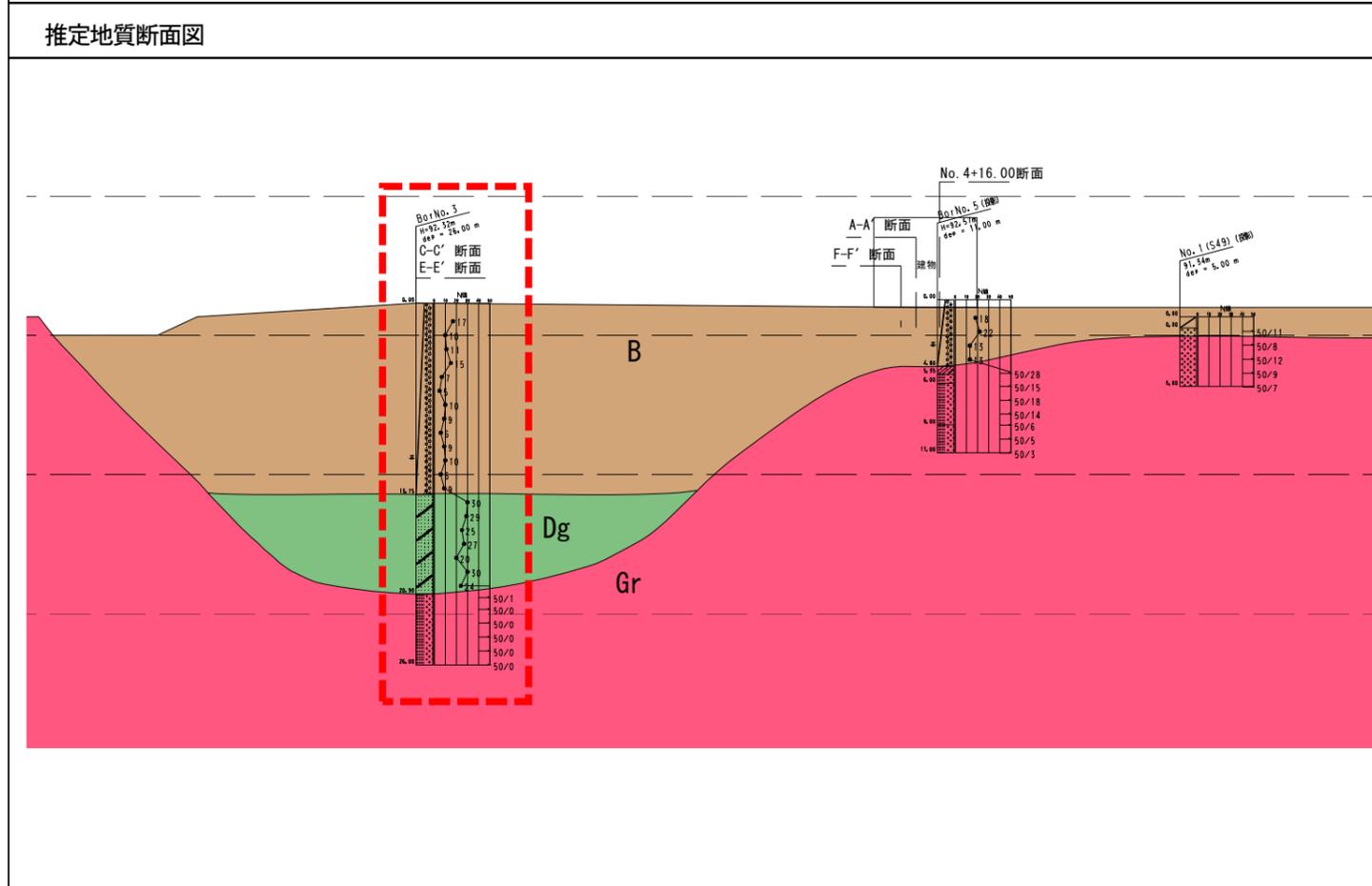
- 1) 孔口標高 92.45m
- 2) 調査深度 8.0m
- 3) 地層状況 地質・土質（風化）・亀裂等について以下に記載
- 4) 孔内水位 図-4.4.1 参照



(3) BorNo. 3 地点

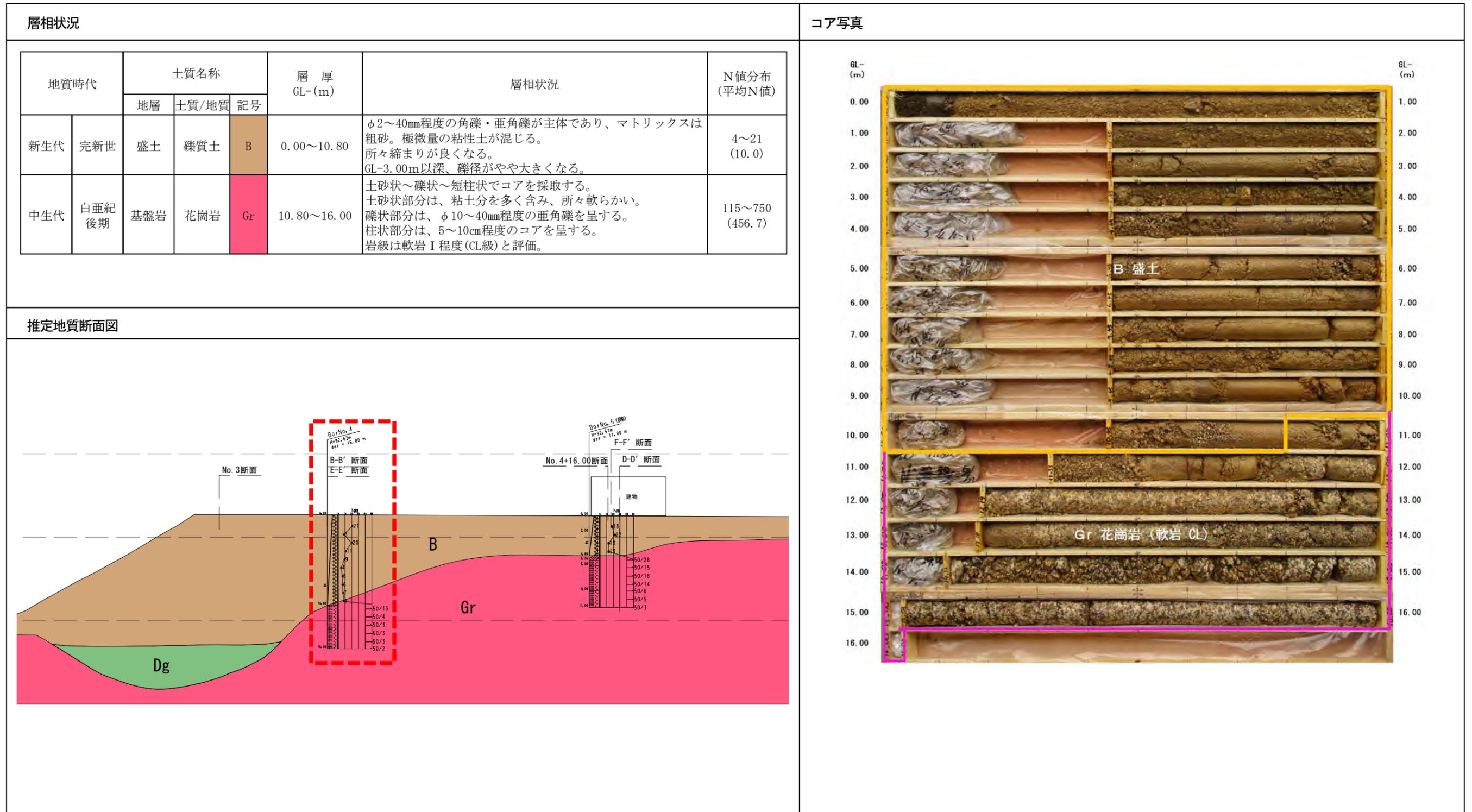
- 1) 孔口標高 92.32m
- 2) 調査深度 26.0m
- 3) 地層状況 地質・土質（風化）・亀裂等について以下に記載
- 4) 孔内水位 図-4.4.1 参照

| 層相状況 | | | | | | | |
|------|-------|------|-------|----|--------------|--|------------------|
| 地質時代 | | 土質名称 | | | 層厚 GL-(m) | 層相状況 | N値分布 (平均N値) |
| | | 地層 | 土質/地質 | 記号 | | | |
| 新生代 | 完新世 | 盛土 | 礫質土 | B | 0.00~13.75 | φ2~30mm程度の角礫・亜角礫が主体であり、マトリックスは細砂~粗砂。所々スポット状に細砂を挟む。 | 5~17 (9.5) |
| | 更新世 | 礫質土 | 礫質土 | Dg | 13.75~20.90 | φ2~10mm程度の角礫・亜角礫が主体であり、マトリックスは中砂。所々にφ50mm程度の角礫が混じる。上位の盛土層との層境界付近に、枯れ葉等を焼いたと考えられる炭化物を確認した。 | 20~30 (26.4) |
| 中生代 | 白亜紀後期 | 基盤岩 | 花崗岩 | Gr | 20.90~26.00 | 軟岩Ⅱ程度(CM~CL級)の花崗岩を主体とする。コアは10~30cm程度の柱状であり、ハンマーの打撃で壊れる。GL-20.90~21.00m間、GL-23.35~23.90m間、GL-24.80~25.00m間、軟岩Ⅰ級(CL)の岩となる。 | 1500 (1500.0) |



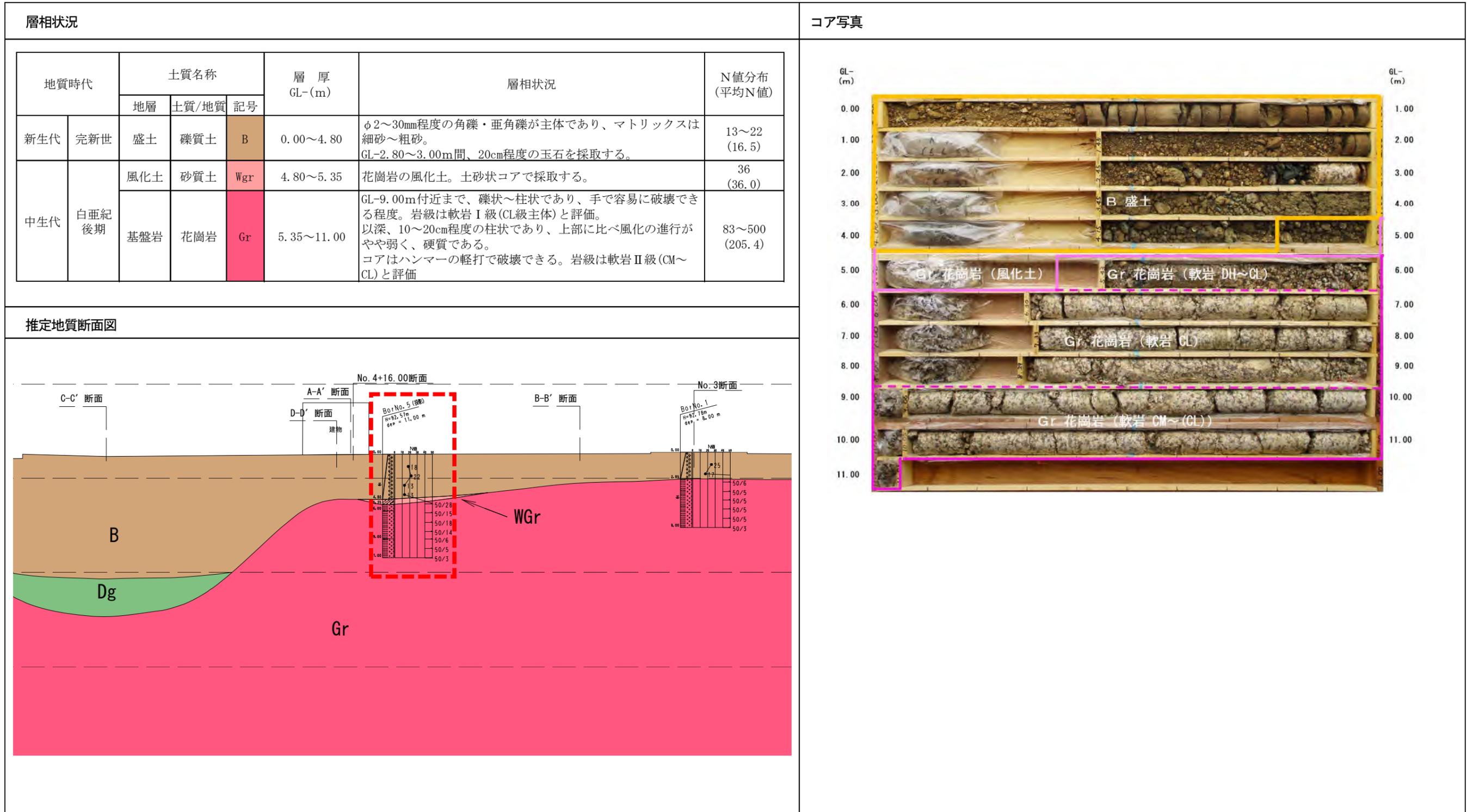
(4) BorNo. 4 地点

- 1) 孔口標高 92.63m
- 2) 調査深度 16.0m
- 3) 地層状況 地質・土質（風化）・亀裂等について以下に記載
- 4) 孔内水位 図-4.4.1 参照



(5) BorNo. 5 地点

- 1) 孔口標高 92.57m
- 2) 調査深度 11.0m
- 3) 地層状況 地質・土質（風化）・亀裂等について以下に記載
- 4) 孔内水位 図-4.4.1 参照



4.3 標準貫入試験結果

ボーリング調査に伴って実施した標準貫入試験について、地層・岩質区分毎に測定値を整理して取りまとめた。結果を表-4.3.1に示す。

表-4.3.1 標準貫入試験結果（N値）整理一覧表

| 地層 | | N 値 | | | | | | | | | | | | | | | 平均 | | | |
|-----|-----|-----------------|---------|-----|-----|------|-----|-----|------|----|----|------|-----|-----|------|-----|----|------|------|-----|
| 記号 | 名称 | 土質、岩質 | ボーリング番号 | | | | | | | | | | | | | | | 平均 | | |
| | | | No.1 | | | No.2 | | | No.3 | | | No.4 | | | No.5 | | | | | |
| B | 盛土 | 砂礫 粘土混じり砂礫 | 25 | - | 12 | 6 | - | 17 | 10 | 11 | 15 | 21 | 8 | 20 | 11 | 18 | 22 | 13 | 10.7 | |
| | | | - | - | - | - | - | 7 | 5 | 10 | 9 | 9 | 4 | 6 | 6 | 13 | - | - | | |
| | | | - | - | - | - | - | 6 | 9 | 10 | 6 | 7 | 8 | - | - | - | - | - | | - |
| | | | - | - | - | - | - | 9 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | - |
| Dg | 礫質土 | 礫混じり土砂 | - | - | - | - | - | 30 | 29 | 25 | 27 | - | - | - | - | - | - | 26.4 | | |
| | | | - | - | - | - | - | 20 | 30 | 24 | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| WGr | 花崗岩 | 風化土 (DM～DH級) | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 36 | - | - | 36.0 | | |
| | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | | |
| Gr | 花崗岩 | 軟岩級 (CL～CM級) | 250 | 300 | 300 | 125 | 115 | 214 | 1500 | 不 | 不 | 不 | 115 | 375 | 500 | 500 | 98 | 100 | 83 | |
| | | | 300 | 300 | 500 | 250 | 214 | 500 | 不 | 不 | - | - | - | 500 | 750 | - | - | 107 | 250 | 300 |
| | | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 500 | - | - |

(注1) 赤で表記した数値はN値が50を超えるもの、試験が2層に掛かるものについて30cm当りに換算した数値である。

(注2) (-)の表記は、「地層が存在しない」か、「余白の状態」を示す。

(注3) (不)の表記は、地層として存在するが、貫入できないほど硬い地盤を示す。

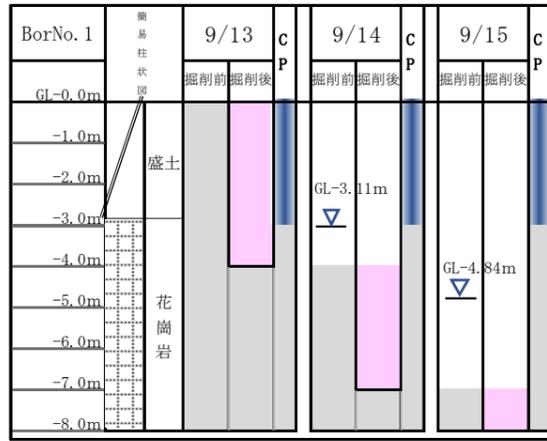
4.4 地下（孔内）水位観測結果

調査区域の地下水の分布状況を把握する目的で、調査孔ごとにボーリング調査中の孔内水位を観測した。各孔の掘削期間中の最高、最低水位を表-4.4.1に整理し、掘削（ケーシング挿入状況含む）-孔内水位の関係について、図-4.4.1に取りまとめた。

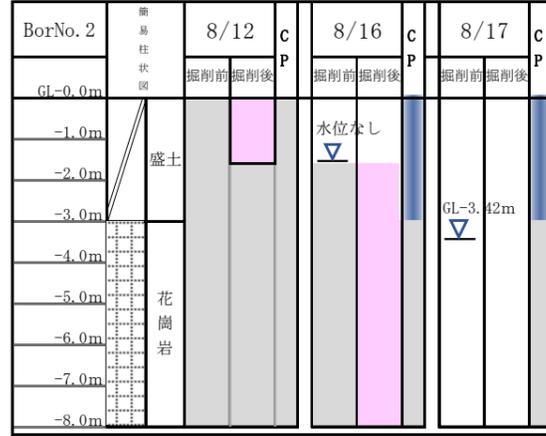
表-4.4.1 各孔掘削期間の最高・最低水位

| 調査孔No | 地下(孔内)水位 | | | |
|----------|----------|--------|---------|---|
| | 最高・最低 | GL- m | 観測日 | 備 考 |
| BorNo. 1 | 最高水位 | 3.11 | R3.9.14 | 孔内水位は岩盤内にあり、盛土内に水位は存在しないと判断される。 |
| | 最低水位 | 4.84 | R3.9.15 | |
| BorNo. 2 | 最高水位 | 3.42 | R3.8.17 | 孔内水位は岩盤内にあり、盛土内に水位は存在しないと判断される。 |
| | 最低水位 | 3.42 | R3.8.17 | |
| BorNo. 3 | 最高水位 | 8.97 | R3.9.10 | 最高、最低水位共に盛土内に存在するが、掘削と水位の関係から判断して水位は盛土の底部付近に存在すると推定される。 |
| | 最低水位 | 11.14 | R3.9.9 | |
| BorNo. 4 | 最高水位 | 8.10 | R3.9.20 | 9/20の水位から判断して、水位は盛土の底部付近に存在すると推定される。 |
| | 最低水位 | 9.00以下 | R3.9.21 | |
| BorNo. 5 | 最高水位 | 3.27 | R3.8.11 | 8/10の水位から判断して、水位は盛土と岩盤の境界以深に存在すると推定される。 |
| | 最低水位 | 4.00以下 | R3.8.10 | |

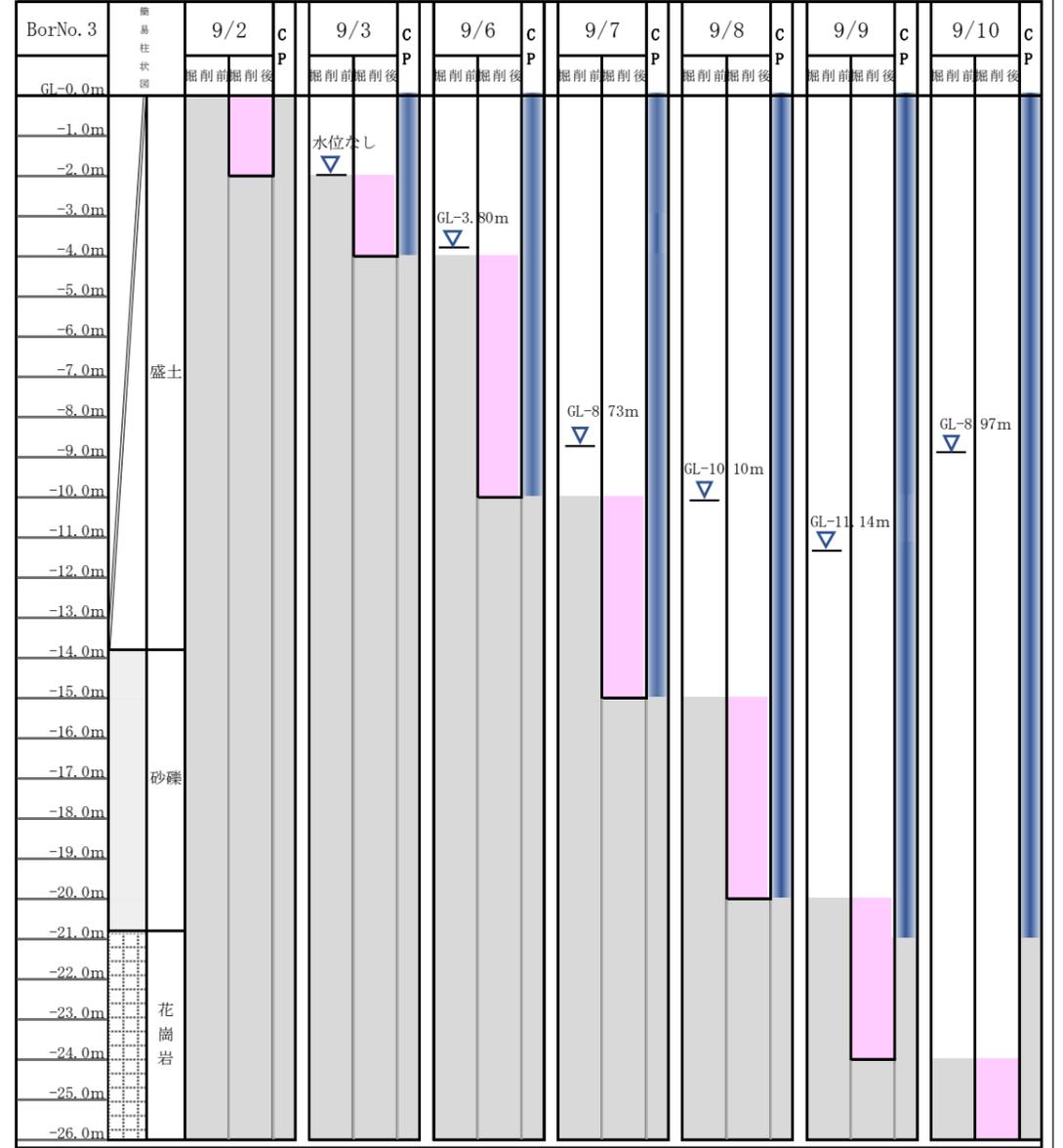
表-4.4.1 及び図-4.4.1 に示す、ボーリング調査中の孔内水位観測結果から、調査区域である造成地の地下水位は、常時（豪雨時以外）では盛土地盤と在来地盤（岩盤、砂礫層）の境界付近～境界以深に存在すると想定される。



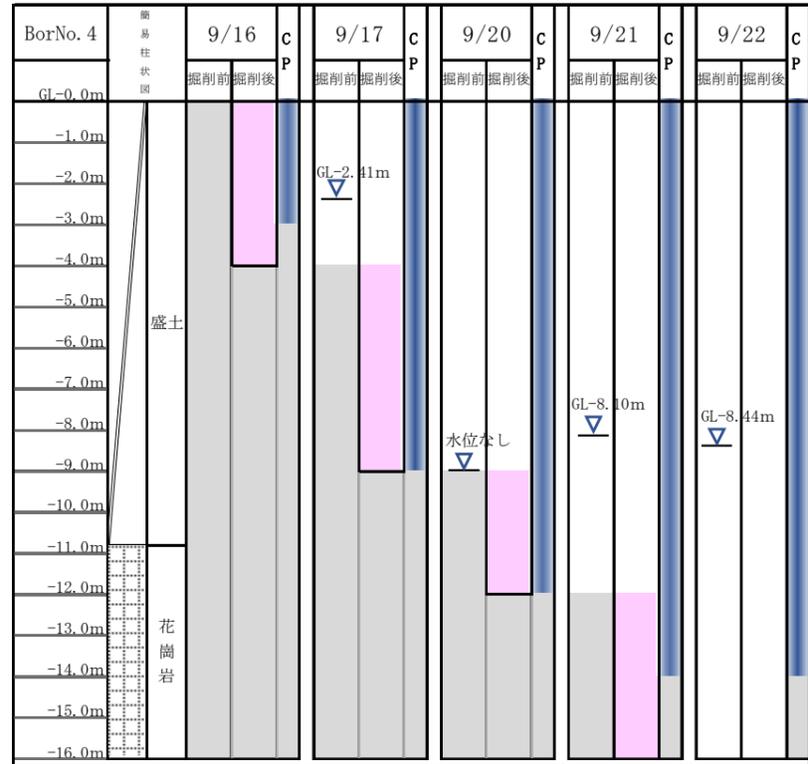
| Bor | 作業項目 | 作業年月日 | | |
|-------|-------------------|-------|------|------|
| | | R. 3 | | |
| | | 9/13 | 9/14 | 9/15 |
| No. 1 | 掘削 (GL- m) | 4.00 | 7.00 | 8.00 |
| | ケーシング挿入深度 (GL- m) | 3.00 | 3.00 | 3.00 |
| | 孔内水位：作業前 (GL- m) | — | 3.11 | 4.84 |



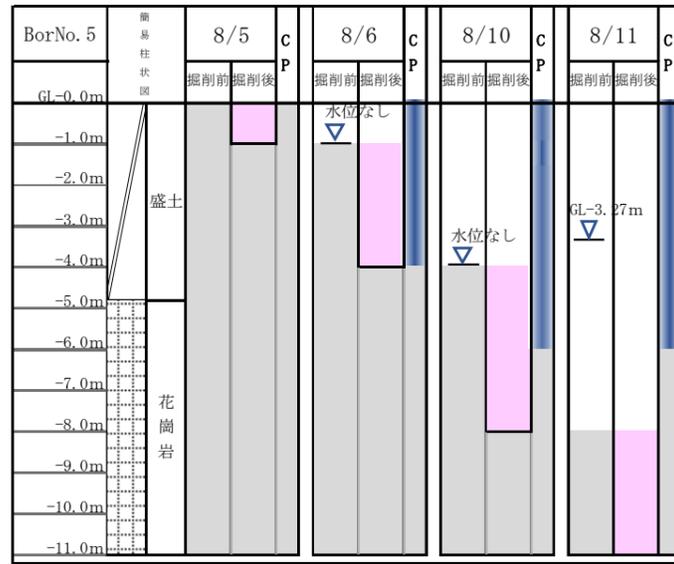
| Bor | 作業項目 | 年月日 | | |
|-------|-------------------|------|------|------|
| | | R. 3 | | |
| | | 8/12 | 8/16 | 8/17 |
| No. 2 | 掘削 (GL- m) | 1.70 | 8.00 | 8.00 |
| | ケーシング挿入深度 (GL- m) | 1.00 | 3.00 | 3.00 |
| | 孔内水位：作業前 (GL- m) | — | 水位なし | 3.42 |



| Bor | 作業項目 | 年月日 | | | | | | |
|-------|-------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | R. 3 | | | | | | |
| | | 9/2 | 9/3 | 9/6 | 9/7 | 9/8 | 9/9 | 9/10 |
| No. 3 | 掘削 (GL- m) | 2.00 | 4.00 | 10.00 | 15.00 | 20.00 | 24.00 | 26.00 |
| | ケーシング挿入深度 (GL- m) | 0.00 | 4.00 | 10.00 | 15.00 | 20.00 | 21.00 | 21.00 |
| | 孔内水位：作業前 (GL- m) | — | 水位なし | 3.80 | 8.73 | 10.10 | 11.14 | 8.97 |



| Bor | 作業項目 | 年月日 | | | | |
|-------|-------------------|------|------|-------|-------|-------|
| | | R. 3 | | | | |
| | | 9/16 | 9/17 | 9/20 | 9/21 | 9/22 |
| No. 4 | 掘削 (GL- m) | 4.00 | 9.00 | 12.00 | 16.00 | 16.00 |
| | ケーシング挿入深度 (GL- m) | 3.00 | 9.00 | 12.00 | 14.00 | 14.00 |
| | 孔内水位：作業前 (GL- m) | — | 2.41 | 水位なし | 8.10 | 8.44 |



| Bor | 作業項目 | 年月日 | | | |
|-------|-------------------|------|------|------|-------|
| | | R. 3 | | | |
| | | 8/5 | 8/6 | 8/10 | 8/11 |
| No. 5 | 掘削 (GL- m) | 1.00 | 4.00 | 8.00 | 11.00 |
| | ケーシング挿入深度 (GL- m) | 0.00 | 4.00 | 6.00 | 6.00 |
| | 孔内水位：作業前 (GL- m) | — | 水位なし | 水位なし | 3.27 |

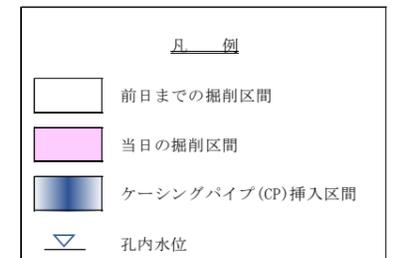


図-4.4.1 掘削深度—孔内水位観測結果一覧図

4.5 室内土質試験結果

今回実施した地質調査で確認した地質の内、「B：盛土」と「Dg：礫質土」について、土質特性と力学特性を把握する目的で室内土質試験を実施した。試験結果は表-4.5.2に整理して取りまとめた。

以下に各地層の土質特性について要点を記述する。

(1) 土粒子の密度(ρ_s)

土粒子の密度は、一般的に無機質土で $\rho_s=2.5\sim 2.8(\text{g}/\text{cm}^3)$ の範囲にあり、シラス等の多孔質な土ではこれより小さくなる。有機質土では有機物含有量の多いほど小さくなり、泥炭等の高有機質土では $1.2(\text{g}/\text{cm}^3)$ 程度を示すものもある。

調査地区で確認された地層で「B：盛土」、「Dg：礫質土」の土粒子の密度は、 $\rho_s=2.621\sim 2.675$ の範囲であり、無機質度の標準的な値を示している。表-4.5.1に主な土質と土粒子の密度の例を示す

表4.5.1 主な鉱物、土質と土粒子の密度の例

| 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 |
| カオリライト | 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 |

(地盤工学会「土質試験の方法と解説—第一回改訂版」p58)

(2) 土の含水比(W_n)

土の含水比の一般的値は粗粒土で $W_n=10\sim 30(\%)$ の範囲である。当地区に分布する、「B：盛土」、「Dg：礫質土」についても概ね一般的値の範囲にある。

ただし、「B：盛土」の一部は含水比が小さい傾向を示す。これは、土質が礫を主体とし、砂や細粒分成分が少ないことに起因すると推定される。表-4.5.3に含水比の一般値に関する資料を示す。

表-4.5.2 室内土質試験結果一覧表

土質試験結果 (B 盛土)

| BorNo. | 地層名 (記号表示) | 試料番号 | 試料採取深度 採取深度 GL(m) | N 値 | 分類 | | 物理試験結果 | | | | | | | | | | | | | | 力学試験結果(三軸圧縮強さ) | | | | | |
|--------|---------------|-------|-------------------------|-----|--------|-----------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|---------|------|------|------|-----|------|---------------|---------------|------------|------------------|----------------|--------------|-----------------------|------------------|------------------------|-------------------|
| | | | | | 日本統一分類 | | 湿潤密度 $\rho_t(g/cm^3)$ | 乾燥密度 $\rho_d(g/cm^3)$ | 土粒子の密度 $\rho_s(g/cm^3)$ | 含水比 Wn(%) | 粒度組成(%) | | | | | | 液性限界 WL(%) | 塑性限界 Wp(%) | 塑性指数 Ip | コンシステンシー指数 Ic | 10%粒径 D10 | 50%粒径 D50 | 全応力 | | 有効応力 | |
| | | | | | 記号 | 土質名 | | | | | 礫 | 砂 | 粗粒分 | シルト | 粘土 | 細粒分 | | | | | | | c(kN/m ²) | $\phi(^{\circ})$ | c'(kN/m ²) | $\phi'(^{\circ})$ |
| 1 | B | P1-2 | -2.15 ~ -2.45 | 17 | (GS-F) | 細粒分まじり砂質礫 | - | - | 2.646 | 4.9 | 43.8 | 42.4 | 86.2 | 8.5 | 5.3 | 13.8 | - | - | - | - | 0.0352 | 1.4946 | - | - | - | - |
| 2 | B | P2-2 | -2.15 ~ -2.45 | 6 | (SFG) | 細粒分質礫質砂 | - | - | 2.647 | 13.3 | 37.2 | 42.2 | 79.4 | 13.1 | 7.5 | 20.6 | - | - | - | - | 0.0107 | 1.0434 | - | - | - | - |
| 3 | B | P3-2 | -2.15 ~ -2.45 | 10 | (GS-F) | 細粒分まじり砂質礫 | - | - | 2.637 | 7.1 | 49.0 | 36.4 | 85.4 | 8.6 | 6.0 | 14.6 | - | - | - | - | 0.0253 | 1.9073 | - | - | - | - |
| 3 | B | P3-5 | -5.15 ~ -5.45 | 7 | (GS-F) | 細粒分まじり砂質礫 | - | - | 2.639 | 8.7 | 55.6 | 32.5 | 88.1 | 6.9 | 5.0 | 11.9 | - | - | - | - | 0.0491 | 2.7210 | - | - | - | - |
| 3 | B | P3-8 | -8.15 ~ -8.45 | 9 | (GS-F) | 細粒分まじり砂質礫 | - | - | 2.636 | 11.2 | 53.6 | 37.4 | 91.0 | 9.0 | 9.0 | 9.0 | - | - | - | - | 0.0925 | 2.4651 | - | - | - | - |
| 3 | B | P3-12 | -12.15 ~ -12.45 | 6 | (GFS) | 細粒分質砂質礫 | - | - | 2.621 | 3.0 | 44.2 | 36.2 | 80.4 | 12.7 | 6.9 | 19.6 | - | - | - | - | 0.0124 | 1.4495 | - | - | - | - |
| 4 | B | P4-2 | -2.15 ~ -2.45 | 8 | (GS-F) | 細粒分まじり砂質礫 | - | - | 2.632 | 8.6 | 50.9 | 37.0 | 87.9 | 7.2 | 4.9 | 12.1 | - | - | - | - | 0.0513 | 2.0916 | - | - | - | - |
| 4 | B | S4-3 | -3.00 ~ -3.80 | 20 | (GS-F) | 細粒分まじり砂質礫 | 2.047 | 1.781 | 2.663 | 14.9 | 55.9 | 33.4 | 89.3 | 6.5 | 4.2 | 10.7 | - | - | - | - | 0.0544 | 2.7095 | 67.67 | 28.7 | 13.35 | 35.0 |
| 4 | B | P4-5 | -5.15 ~ -5.45 | 9 | (GS-F) | 細粒分まじり砂質礫 | - | - | 2.633 | 11.2 | 54.8 | 35.9 | 90.7 | 9.3 | 9.3 | 9.3 | - | - | - | - | 0.0893 | 2.5008 | - | - | - | - |
| 4 | B | S4-7 | -7.00 ~ -7.80 | 6 | (GS-F) | 細粒分まじり砂質礫 | 2.087 | 1.849 | 2.652 | 12.9 | 57.6 | 31.1 | 88.7 | 7.5 | 3.8 | 11.3 | - | - | - | - | 0.0531 | 3.0132 | 60.53 | 29.3 | 8.27 | 36.4 |
| 4 | B | P4-10 | -10.15 ~ -10.45 | 8 | (GFS) | 細粒分質砂質礫 | - | - | 2.625 | 12.4 | 49.8 | 30.8 | 80.6 | 13.7 | 5.7 | 19.4 | - | - | - | - | 0.0171 | 1.9752 | - | - | - | - |
| 5 | B | P5-1 | -1.15 ~ -1.45 | 18 | (GFS) | 細粒分質砂質礫 | - | - | 2.658 | 5.0 | 47.1 | 37.6 | 84.7 | 9.1 | 6.2 | 15.3 | - | - | - | - | 0.0285 | 1.7102 | - | - | - | - |
| 5 | B | P5-3 | -3.15 ~ -3.45 | 13 | (GFS) | 細粒分質砂質礫 | - | - | 2.675 | 17.4 | 46.0 | 37.4 | 83.4 | 9.9 | 6.7 | 16.6 | - | - | - | - | 0.0215 | 1.5485 | - | - | - | - |

土質試験結果 (Dg 礫質土)

| BorNo. | 地層名 (記号表示) | 試料番号 | 試料採取深度 採取深度 GL(m) | N 値 | 分類 | | 物理試験結果 | | | | | | | | | | | | | | 力学試験結果(三軸圧縮強さ) | | | | | |
|--------|---------------|-------|-------------------------|-----|--------|---------|--------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------|---------|------|------|------|-----|------|---------------|---------------|------------|------------------|----------------|--------------|-----------------------|------------------|------------------------|-------------------|
| | | | | | 日本統一分類 | | 湿潤密度 $\rho_t(g/cm^3)$ | 乾燥密度 $\rho_d(g/cm^3)$ | 土粒子の密度 $\rho_s(g/cm^3)$ | 含水比 Wn(%) | 粒度組成(%) | | | | | | 液性限界 WL(%) | 塑性限界 Wp(%) | 塑性指数 Ip | コンシステンシー指数 Ic | 10%粒径 D10 | 50%粒径 D50 | 全応力 | | 有効応力 | |
| | | | | | 記号 | 土質名 | | | | | 礫 | 砂 | 粗粒分 | シルト | 粘土 | 細粒分 | | | | | | | c(kN/m ²) | $\phi(^{\circ})$ | c'(kN/m ²) | $\phi'(^{\circ})$ |
| 3 | Dg | P3-15 | -15.15 ~ -15.45 | 29 | (GFS) | 細粒分質砂質礫 | - | - | 2.626 | 10.0 | 42.7 | 41.9 | 84.6 | 10.3 | 5.1 | 15.4 | - | - | - | - | 0.0312 | 1.3227 | - | - | - | - |
| 3 | Dg | P3-18 | -18.15 ~ -18.45 | 20 | (SFG) | 細粒分質礫質砂 | - | - | 2.626 | 10.6 | 30.0 | 51.0 | 81.0 | 13.1 | 5.9 | 19.0 | - | - | - | - | 0.0178 | 0.7852 | - | - | - | - |

表-4.5.3 我が国における土の含水比・密度のおおよその範囲

| | 沖積層 | | 洪積層 粘性土 | 関東 ローム | 高有機 質土 |
|------------------------------------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|
| | 粘性土 | 砂質土 | | | |
| 湿潤密度 ρ_t (g/cm ³) | 1.2 ~ 1.8 | 1.6 ~ 2.0 | 1.6 ~ 2.0 | 1.2 ~ 1.5 | 0.8 ~ 1.3 |
| 乾燥密度 ρ_d (g/cm ³) | 0.5 ~ 1.4 | 1.2 ~ 1.8 | 1.1 ~ 1.6 | 0.6 ~ 0.7 | 0.1 ~ 0.6 |
| 含水比 w (%) | 30 ~ 150 | 10 ~ 30 | 20 ~ 40 | 80 ~ 180 | 80 ~ 1200 |

(地盤工学会「土質試験の方法と解説」p150)

(3) 土の粒度特性

土を構成する土粒子径の分布状態(粒度特性)は、土の工学的性質を大きく左右する。粒度試験結果から得られる土の粒径加積曲線は、**図-4.5.1**に示すように土粒子に粒径の分布する範囲と分布の特徴が一目でわかるものであり、それにより土の粒度特性が判断できる。

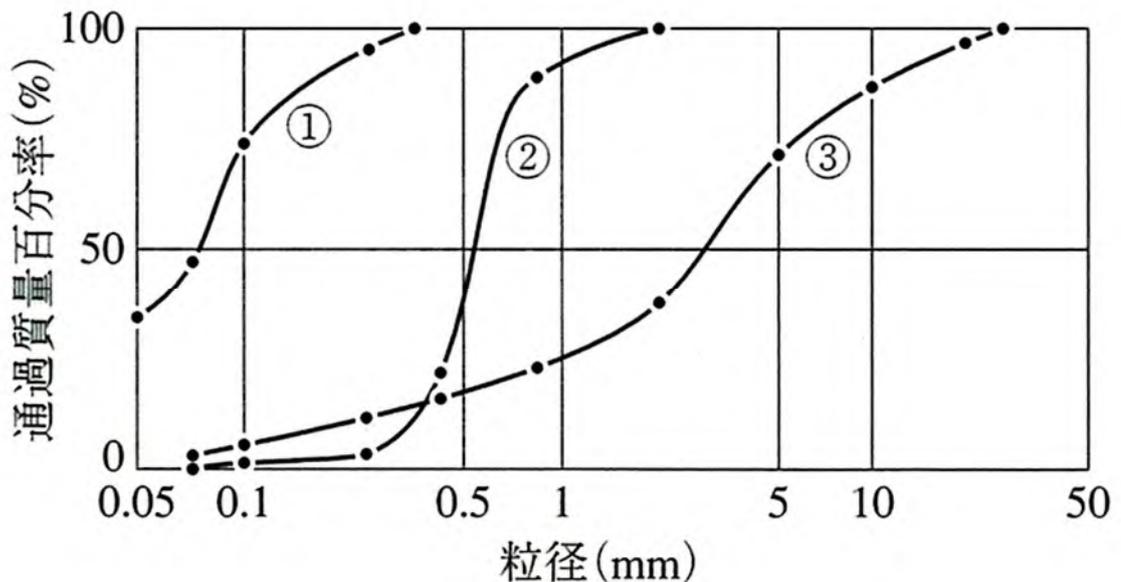


図-4.5.1 土の粒径加積曲線の例

粒度による土の一般的特徴

- ①：細粒分が多い土
- ②：粒度が狭い範囲に集中している(分級された)締固め特性の悪い土
- ③：粒径が広い範囲にわたって分布する(粒径幅の広い)締固め特性の良い土

粒度試験結果は、粒径加積曲線して**図-4.5.2**に整理した。各地層の粒度特性として以下の特徴があげられる。

1) B(盛土)

粗粒分(砂、礫)を80%以上含む粗粒土である。試験試料に粒径分布のバラつきが少なく、ほぼ均質な盛土材料と評価される。

2) Dg(礫質土)

粗粒分を80%以上含有する粗粒度であり、B(盛土)とよく似た粒径加積曲線を呈するが、B(盛土)に比べやや砂分を多く含有する。

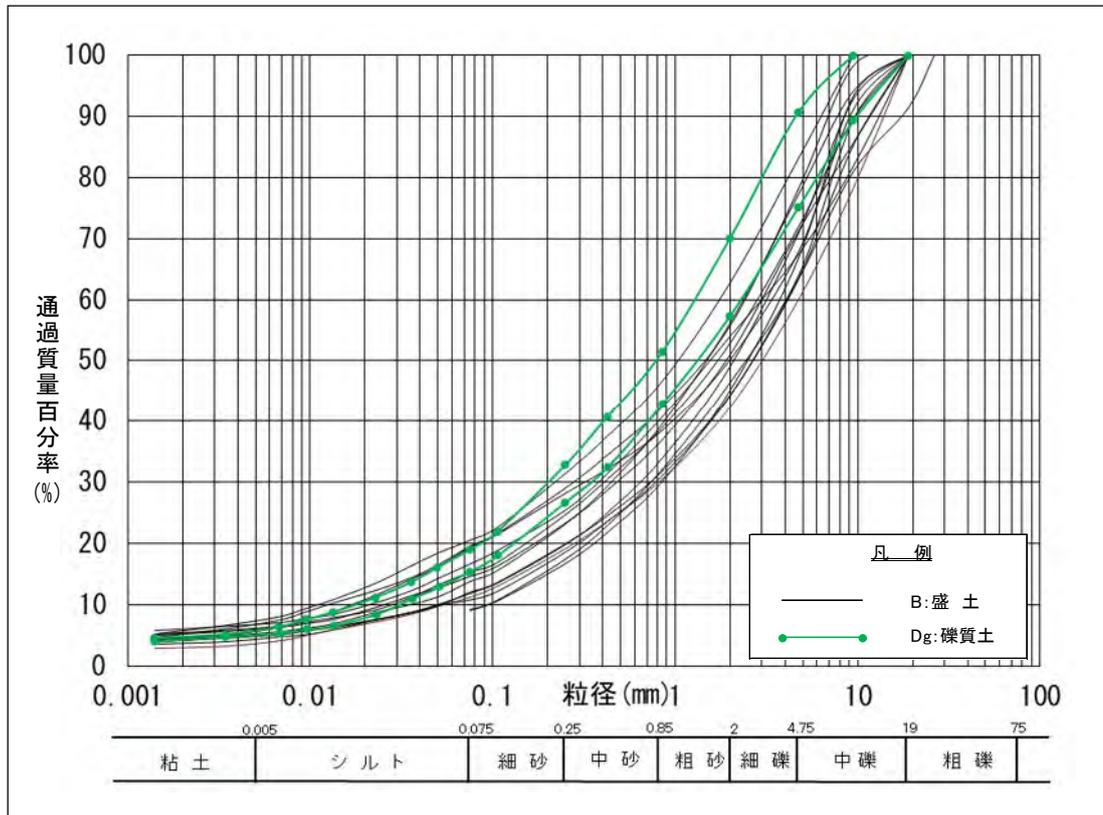


図-4.5.2 粒径加積曲線

(4) 土の湿潤密度 (ρ_t)

BorNo. 4 地点 (別孔) で採取した不攪乱試料を使って、B(盛土)の湿潤密度を測定した。不攪乱試料は2試料 (GL-3.0~3.8m、GL-7.0~7.8m) 採取しており、試験値から湿潤単位体積重量、飽和単位体積重量を算出した(表-4.5.4 参照)。

表-4.5.4 湿潤/飽和単位体積重量算出結果一覧表

| 地層 | 土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³) | 乾燥密度 ρ_d (g/cm ³) | 湿潤密度 ρ_t (g/cm ³) | 間隙比 e | 飽和密度 ρ_{sat} (g/cm ³) | 飽和重量 γ_{sat} (kN/m ³) | 湿潤重量 γ_t (kN/m ³) |
|------------|---|---------------------------------------|---------------------------------------|----------|---|---|---|
| 盛土(B:s4-3) | 2.663 | 1.781 | 2.047 | 0.495 | 2.112 | 20.71 | 20.07 |
| 盛土(B:s4-7) | 2.652 | 1.849 | 2.087 | 0.434 | 2.152 | 21.10 | 20.47 |
| 平均 | 2.658 | 1.815 | 2.067 | 0.465 | 2.132 | 20.9 | 20.3 |

(5) 三軸圧縮強度(c' , ϕ')

BorNo. 4 地点 (別孔) で採取した不攪乱試料を使って、B(盛土)の三軸圧縮試験 (CU-bar 試験) を実施した。不攪乱試料は 2 試料 (GL-3.0~3.8m、GL-7.0~7.8m) 採取しており、試験結果から得られた土のせん断強度 (c , ϕ : 全応力と有効応力別に表記) を表-4.5.5 に整理して取りまとめた。

表-4.5.5 三軸圧縮試験結果一覧表

| 地層の種類 | | 不攪乱試料採取深度 (GL- m~GL- m) | せん断強度 | | | |
|-------|-------|----------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|
| | | | 全応力 | | 有効応力 | |
| 記号 | 地層の名称 | | 粘着力 c (kN/m^2) | 内部摩擦角 ϕ ($^\circ$) | 粘着力 c' (kN/m^2) | 内部摩擦角 ϕ' ($^\circ$) |
| B | 盛土 | -3.00~-3.80 | 67.7 | 28.7 | 13.4 | 35.0 |
| B | 盛土 | -7.00~-7.80 | 60.5 | 29.3 | 8.3 | 36.4 |
| 平均 | | | 64.1 | 29.0 | 10.8 | 35.7 |

(注)安定解析には「有効応力」の強度を使用

5. 総合解析取りまとめ

5.1 地質及び地層構成

今回実施したボーリング調査で確認した地盤（地層）について、以下にその特徴を整理して取りまとめた（表-5.1.1 参照）。

表-5.1.1 地層分類（層相）一覧表

| 地質時代 | | 地層名称 | | N値 範囲 (平均) | 土質区分 岩級区分 | 層相 地層の地質・土質上の特徴 |
|------|-------|------|-----|--------------------|---------------------------|--|
| 新生代 | 第四紀 | B | 盛土 | 4~25 (10.7) | 砂礫 粘土混じり砂礫 | <ol style="list-style-type: none"> 昭和40年代末の造成に伴い敷設された盛土である。 盛土材は、敷地の東に存在した尾根部を切土しこれを転用したものである。土質は、φ2~50mm程度の礫を主体とし、φ100mm程度の転石が混じる礫質土である。 N値は、N=4~25の範囲の値となる。 調査では、約3~14mの層厚を確認した。 盛土の層厚が最も厚くなるのは、BorNo.3~No.1(既往)~BorNo.4にかけてである。これは、かつて存在した谷の位置と一致する。 |
| | | Dg | 礫質土 | 20~30 (26.4) | 礫混じり土砂 | <ol style="list-style-type: none"> 地層は、在来の未固結堆積地盤であり、盛土の下位に分布が確認された。 この地層は、BorNo.3地点で厚く堆積し、その他の地点では、既往ボーリングにおいて薄層として確認されるのみである。 土質は、中砂及びφ2~10mm程度の角礫・亜角礫を多く含む礫質土である。盛土とよく似た土性を呈するが、盛土に比べて若干砂分を多く含む特徴がある。 N値は、N=20~30の範囲の値となる。上位の盛土と比べ大きな値を示す。 |
| 中生代 | 白亜紀後期 | WGr | 風化土 | 36 (36.0) | 礫混じり粘土質砂 (DM~DH級) | <ol style="list-style-type: none"> 基盤岩（花崗岩）の風化土であり、調査では、BorNo.5地点のみで分布を確認した。 層厚は約0.55mである。 土質は、細砂~粗砂を主体とし、未風化部分を礫として多く含む。 標準貫入試験途中で層が変化しているため、標準貫入試験の内訳より換算して、N=36と評価した。 |
| | | Gr | 花崗岩 | 83~1500 (290.2) | 軟岩 (CL~CM級) (DH級含む) | <ol style="list-style-type: none"> 調査地の基盤層である。 地質は、中生代白亜紀の花崗岩であり、岩級はCL~CM級（軟岩）を主体とする。地層との境界付近にDH級（軟岩）が存在する場合がある。 ボーリングコアにおいては柱状~短柱状を主体とするが、亀裂に沿った風化や劣化が認められる。 N値は、83(50/18)~1500(50/1)、または貫入不能を示す。 |

5.2 地質断面図の作成

ボーリング調査結果（今回実施＋既往調査）を基に地質断面図を作成した。作成した地質断面図は、以下に示す8断面であり、そのうち4断面について、**図-5.2.2**～**図-5.2.3**に示す。残りの4断面については、巻末に添付した。

なお、断面図の作成に際して使用した地形断面図は、既往平面図を基にペーパーロケーション（ペーロケ）で作成したもの（A～F断面）と、今年度別発注業務で作成した実測断面図（No. 3、No. 4+16.00）の2種類を使用している。

- ・地質横断面図(A-A', B-B') (図-5.2.2 参照)
- ・地質横断面図(C-C', D-D') (図-5.2.3 参照)

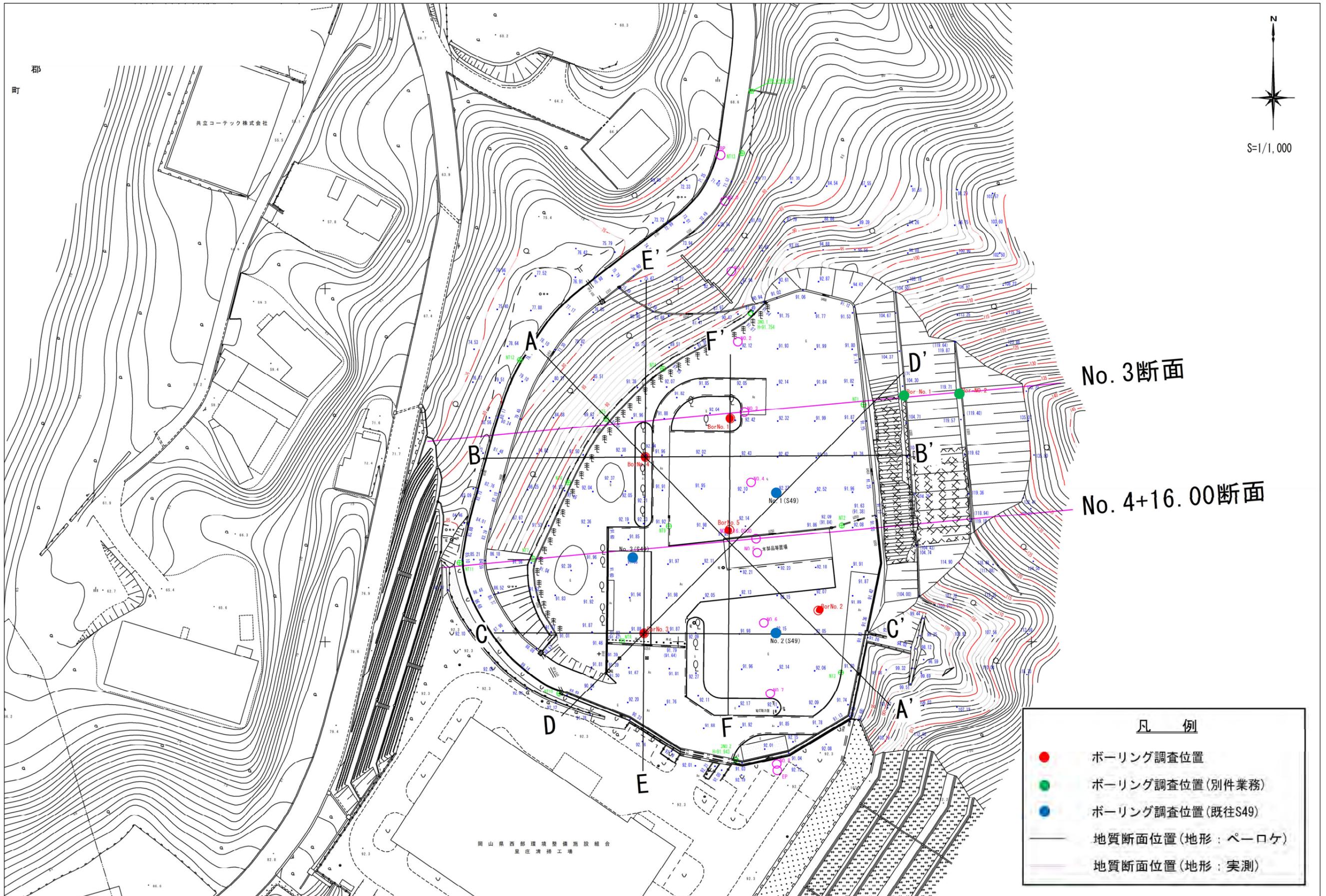
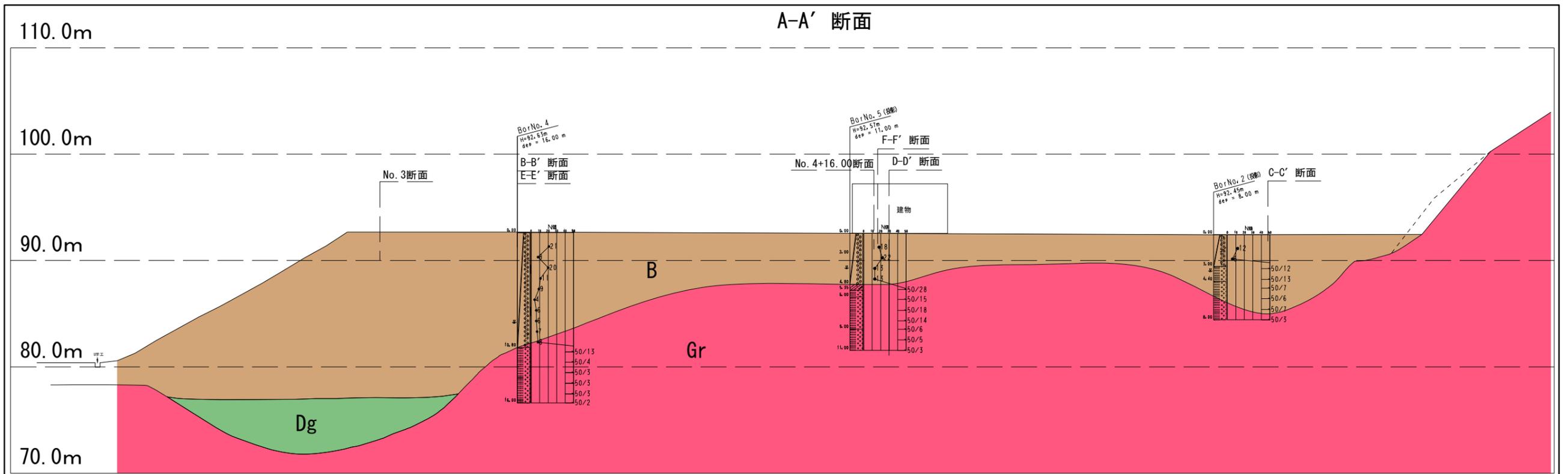
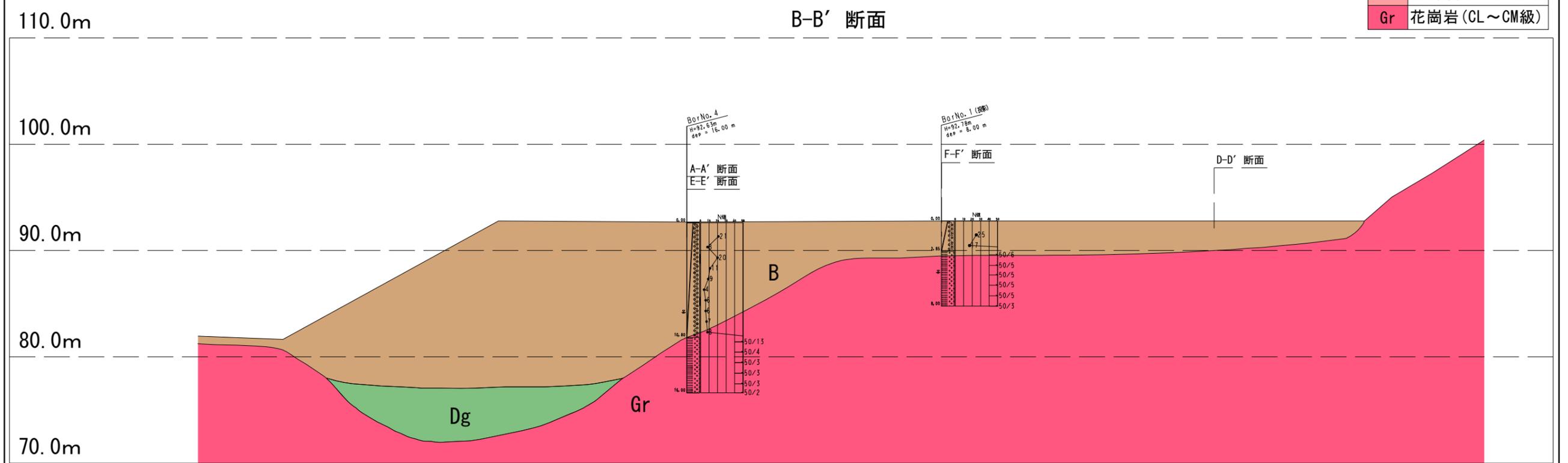


図-5.2.1 調査断面位置平面図 (S=1/1,000)



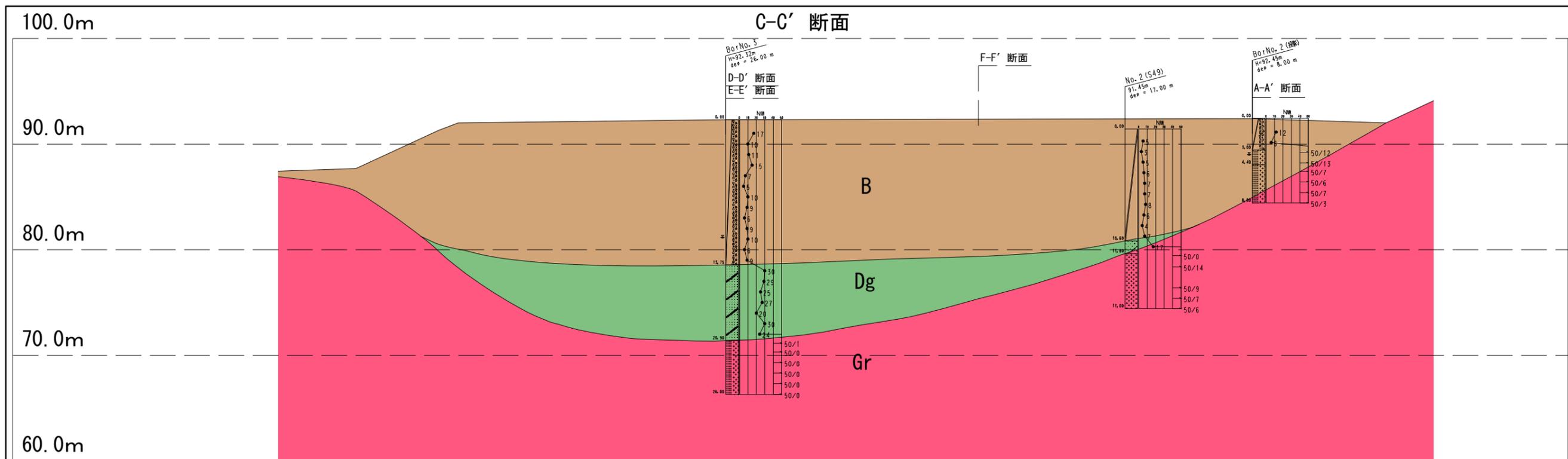
S=1:400

| | |
|-----|-------------|
| B | 盛土 |
| Dg | 礫質土 |
| WGr | 花崗岩(風化土) |
| Gr | 花崗岩(CL~CM級) |



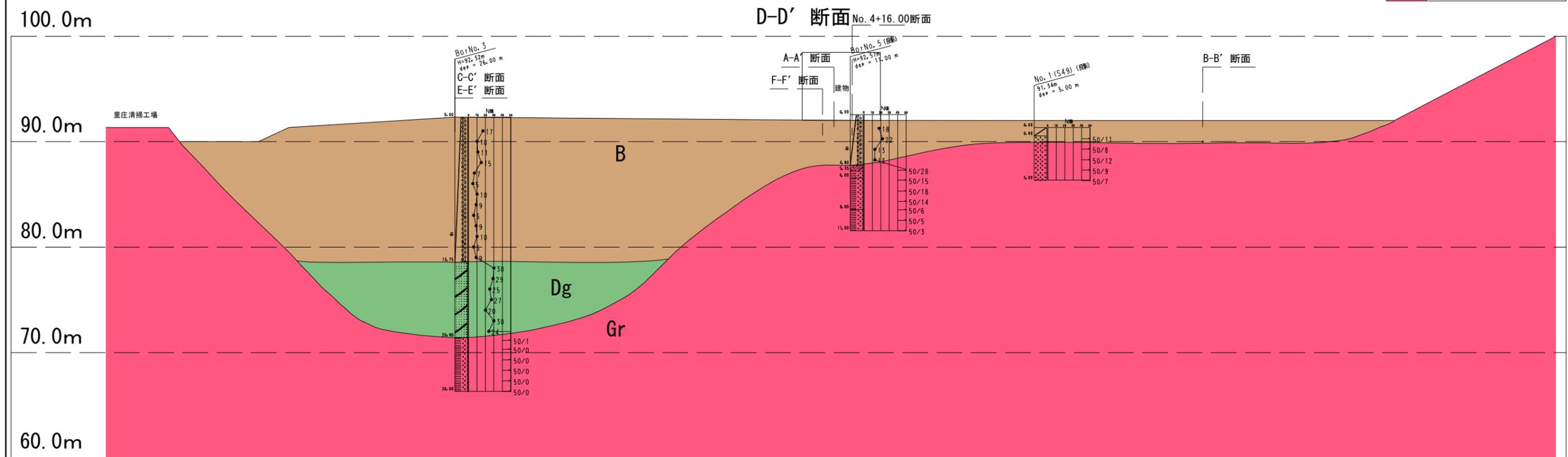
S=1:400

图-5.2.2 地質断面图(A-A', B-B')



S=1:400

| | |
|-----|-------------|
| B | 盛土 |
| Dg | 礫質土 |
| WGr | 花崗岩(風化土) |
| Gr | 花崗岩(CL~CM級) |



S=1:400

図-5.2.3 地質断面図(C-C', D-D')

5.3 地盤定数の提案

今回実施した地質調査結果を基に、調査区域に分布する各地層について設計計画に必要な地盤定数を提案した(表-5.3.1 参照)。具体的な設定手順については次項以降に記述した。

表-5.3.1 提案地盤定数一覧表

| 地 層 | | | 土質(土質試験の分類) 岩質(目視による評価) | N 値 (平均) | 地 盤 定 数 | | | | 変形係数 Ep (MN/m ²) |
|------|-----|--------------|---------------------------------|---------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---|--------------------------------|------------------------------------|
| 区 分 | 記号 | 地層の名称 | | | 単位体積重量 | | せん断強度 | | |
| | | | | | 湿潤密度 γ t (kN/m ³) | 飽和密度 γ sat (kN/m ³) | 粘着力 c [^] (kN/m ²) | 内部摩擦角 φ [^] (°) | |
| 盛土地盤 | B | 盛 土 | 細粒分質礫質砂 細粒分質砂質礫 細粒分まじり砂質礫 | 4~25 (10.7) | 20.3 | 20.9 | 10.8 | 35.7 | 7.49 |
| 自然地盤 | Dg | 礫質土 | 細粒分質砂質礫 細粒分質礫質砂 | 20~30 (26.4) | 20.0 | 20.7 | 13.4 | 35.7 | 18.48 |
| | WGr | 花崗岩 (基盤岩) | 風化土 (DM~(DH)) | 36 (36.0) | 19.6 | 19.6 | 245.2 | 32.5 | 50.00 |
| | Gr | | 軟 岩 (CL~CM) | 50/18~ 50/0 (290.2) | 21.6 | 21.6 | 392.3 | 35.0 | 200.00 |

1. 地盤定数の設定方法と資料

今回実施した調査で確認、分類した地層について地層毎に地盤定数を設定した。設定した地盤定数は、次に示す3項目であり、以下にその設定方法と参考資料を記載した。

- 1) 単位体積重量(γ_t 、 γ_{sat})
- 2) せん断強度(c' 、 ϕ')
- 3) 変形係数(E_p)

(1) 土質地盤の地盤定数設定の方法と参考資料

1) 土の単位体積重量(γ_t 、 γ_{sat})

土の単位体積重量(γ_t 、 γ_{sat})は、室内土質試験結果または対象となる地層の土性と表-5.3.2に示す資料を基に設定した。

表-5.3.2 土質定数 (kN/m³)

| 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 | 締固めたもの | 20 | 40 | 0 | {G} | |
| | 砂 | 締固めたもの | 粒径幅の広いもの | 20 | 35 | 0 | {S} |
| | | | 分級されたもの | 19 | 30 | 0 | |
| | 砂質土 | 締固めたもの | 19 | 25 | 30以下 | {SF} | |
| | 粘性土 | 締固めたもの | 18 | 15 | 50以下 | {M}、{C} | |
| 関東ローム | 締固めたもの | 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_u) | 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=8~15)、やや軟らかいもの(N=4~8)、軟らかいもの(N=2~4)

注2);地盤工学会基準の記号はおよその目安である。

2) 土のせん断強度 (c' 、 ϕ')

a) 粘性土の粘着力 (c')

不攪乱試料を使って行った、三軸圧縮試験結果 (CU-bar) を利用した。

b) 土のせん断抵抗角 (ϕ')

不攪乱試料を使って行った、三軸圧縮試験結果 (CU-bar) を利用した。

3) 土の変形係数 (E_p)

地盤反力係数の算定に必要な変形係数は、次式により算出した。

$$E_p = 700N \text{ ----- 式 5.3.1}$$

ここに、

N : 標準貫入試験から求まる N 値

E_p : 変形係数 (kN/m^2)

((社)地盤工学会 ; 地盤調査の方法と解説, 平成 25 年 3 月 . p. 309)

(2) 岩の地盤定数設定の方法と参考資料

1) 岩の単位堆積重量(γt)

岩の単位体積重量(γt)は、表-5.3.3の資料を参考に設定した。なお、 γsat (飽和単位体積重量)については、 $\gamma t \div \gamma sat$ とした。

表-5.3.3 岩盤の定数

| 等級 | γ (t/m ³) | せん断定数 | | 変形(弾性係数) | | 岩盤状況 | |
|----|---------------------------------|------------|-----------------------|---|---|---|--|
| | | ϕ (°) | c (t/m ²) | 常時E ₀ (kg/cm ²) | 地震時E _{0d} (kg/cm ²) | | |
| D | DL | 1.8 | 30.0 | 10 | 1,200 | 2,400 | マサ状に風化しているが岩の組織は認められる。ほとんどの割れ目は消滅している。ハンマーの先で崩すことができる。 |
| | DH | 2.0 | 32.5 | 25 | 2,500 | 5,000 | |
| CL | 2.2 | 35.0 | 40 | 5,000 | 10,000 | 割れ目は2~10cmの間隔で発達し開口しマサ化、粘土化している。岩塊内部まで風化され軟質、硬質で割れ目が密集する部分もある。 | |
| CM | 2.4 | 37.5 | 60 | 10,000 | 20,000 | 割れ目は10~30cm間隔で発達し粘土シームを挟むことがある。岩塊内部は概ね新鮮だが青色鉱物の周囲は褐色をおびる。ハンマー音は半濁音。 | |
| CH | 2.5 | 40.0 | 90 | 20,000 | 40,000 | 割れ目は15~50cm間隔で発達し割れ目沿いは若干風化変質、概ね新鮮で堅硬な岩盤。ハンマー音は金属音 | |
| B | 2.6 | 42.5 | 150 | 40,000 | 60,000 | 割れ目は50cm以上の間隔で発達しごくまれに割れ目沿に微弱な風化を受けている。全般に未風化で新鮮。ハンマー音は金属音。 | |

(応用地学会；岩分類 応用地質特別号,昭和59年8月.p.99)

2) 岩のせん断強度(c、 ϕ)

岩のせん断強度は、表-5.3.3を参考に設定した。

3) 岩の変形係数

表-5.3.4に示す一般値から設定した。

表-5.3.4 変形係数の測定例

| 岩級 | 粘板岩(ダムサイトの例) | | 花崗岩(本四連絡橋基礎の例) | |
|----------------|---------------------|------------|---------------------|----------------|
| | 範囲 | 平均 | 範囲 | 代表値 |
| B | 3,000,000以上 | *3,000,000 | 1,200,000~3,000,000 | 2,000,000 |
| C _H | 1,000,000~3,000,000 | 2,000,000 | 600,000~1,200,000 | 800,000 |
| C _M | 500,000~1,000,000 | 750,000 | 300,000~600,000 | 450,000 |
| C _L | 100,000~500,000 | 300,000 | 150,000~300,000 | 200,000 |
| D | 100,000以下 | | 5,000~150,000 | 10,000~100,000 |

*最小値を示す

(NEXCO；設計要領第二集 橋梁建設編,平成22年7月.p.4-14)

2. 各地層(地盤)の地盤定数設定手順

地質調査で区分した各地盤について、下記の手順で地盤定数を設定した。

(1) 未固結堆積層の地盤定数の算定

1) 盛土(B) 平均N値=10.7

a) 土の単位体積重量(γ_t 、 γ_{sat})

不攪乱試料2試料による土質試験結果の平均値を採用する(表-5.3.5参照)。

よって、

$$\gamma_t = 20.3 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{sat} = 20.9 \text{ kN/m}^3$$

表-5.3.5 盛土(B)の単位体積重量の算定一覧表

| 地層 | 土粒子の密度 $\rho_s (\text{g/cm}^3)$ | 湿潤密度 $\rho_t (\text{g/cm}^3)$ | 間隙比 e | 飽和密度 $\rho_{sat} (\text{g/cm}^3)$ | 飽和重量 $\gamma_{sat} (\text{kN/m}^3)$ | 湿潤重量 $\gamma_t (\text{kN/m}^3)$ |
|------------|------------------------------------|----------------------------------|----------|--------------------------------------|--|------------------------------------|
| 盛土(B:s4-3) | 2.663 | 2.047 | 0.495 | 2.112 | 20.71 | 20.07 |
| 盛土(B:s4-7) | 2.652 | 2.087 | 0.434 | 2.152 | 21.10 | 20.47 |
| 平均 | 2.658 | 2.067 | 0.465 | 2.132 | 20.9 | 20.3 |

b) 土のせん断強度(c' 、 ϕ')

・土の粘着力(c')

不攪乱試料2試料による土質試験結果の平均値を採用する。

よって、

$$c' = (13.35 + 8.27) / 2 = 10.81 \div 10.8 \text{ kN/m}^2$$

・土のせん断抵抗角(ϕ')

不攪乱試料2試料による土質試験結果の平均値を採用する。

よって、

$$\phi' = (35.0 + 36.4) / 2 = 35.7^\circ$$

c) 土の変形係数(E_p)

盛土(B)の平均N値と式5.3.1から算出する。

よって、

$$E_p = 700 \times 10.7 = 7,490 \text{ kN/m}^2 = 7.49 \text{ MN/m}^2$$

2) 礫質土 (Dg) 平均N値 = 26.4

a) 土の単位体積重量 (γ_t , γ_{sat})

表-5.3.2 で「自然地盤-礫-密実なものまたは粒径幅の広いもの」に分類される。
よって、ここでは $\gamma_t = 20 \text{ kN/m}^3$ とする。

γ_{sat} は、間隙比を盛土(B)と同等と評価し、算出した(表-5.3.6 参照)。

よって

$$\gamma_{sat} = 20.7 \text{ kN/m}^3$$

表-5.3.6 礫質土 (Dg) の単位体積重量の算定一覧表

| 地層 | 土粒子の密度 $\rho_s (\text{g/cm}^3)$ | 湿潤密度 $\rho_t (\text{g/cm}^3)$ | 間隙比 e | 飽和密度 $\rho_{sat} (\text{g/cm}^3)$ | 飽和重量 $\gamma_{sat} (\text{kN/m}^3)$ | 湿潤重量 $\gamma_t (\text{kN/m}^3)$ |
|---------------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------|--------------------------------------|--|------------------------------------|
| Dg(礫質土) (P3-18, P3-15) | 2.626 | - | 0.465 | 2.110 | 20.7 | 20.0 |

b) 土のせん断強度 (c' , ϕ')

・ 土の粘着力 (c')

土質が、盛土(B)とよく似た粒径を示すこと。N値が盛土(B)より締まっていることを考慮して、三軸圧縮試験結果の大きい値を採用する。

よって、

$$c' = 13.4 \text{ kN/m}^2$$

・ 土のせん断抵抗角 (ϕ')

土質が、盛土(B)とよく似た粒径を示すことから、盛土(B)と同等と評価する。

よって、

$$\phi' = 35.7^\circ$$

c) 土の変形係数 (E_p)

礫質土(Dg)の平均N値と式 5.3.1 から算出する。

よって、

$$E_p = 700 \times 26.4 = 18,480 \text{ kN/m}^2 = 18.48 \text{ MN/m}^2$$

(2) 基盤層の地盤定数の算定

3) 花崗岩 (WGr : D 級) 平均 N 値 = 36

a) 岩 (D 級) の単位体積重量 (γ_t)

表-5.3.3 の DH 級の代表値を採用し、

$$\gamma_t = 2.0 \text{ t/m}^3 = 2.0 \times 9.807 = 19.6 \text{ kN/m}^3 \text{ とする。}$$

b) 岩 (D 級) のせん断強度 (c' , ϕ')

・ 岩の粘着力 (c')

表-5.3.3 の DH 級の代表値を採用し、

$$c' = 25 \text{ t/m}^2 = 25 \times 9.807 = 245.17 \div 245.2 \text{ kN/m}^2 \text{ とする。}$$

・ 岩のせん断抵抗角 (ϕ')

表-5.3.3 の DH 級の代表値を採用し、 $\phi' = 32.5^\circ$ とする。

c) 岩の変形係数 (E_p)

表-5.3.4 の D 級のほぼ中間の値を採用し、

$$E_p = 50.00 \text{ MN/m}^2 \text{ とする。}$$

4) 花崗岩 (Gr : 軟岩 CL ~ CM 級) 平均 N 値 = 290.2 (一部貫入不能)

a) 岩 (CL 級) の単位体積重量 (γ_t)

表-5.3.3 の CL 級の代表値を採用し、

$$\gamma_t = 2.2 \text{ t/m}^3 = 2.2 \times 9.807 = 21.58 \div 21.6 \text{ kN/m}^3 \text{ とする。}$$

b) 岩 (CL 級) のせん断強度 (c' , ϕ')

・ 岩の粘着力 (c')

表-5.3.3 の CL 級の代表値を採用し、

$$c' = 40 \text{ t/m}^2 = 40 \times 9.807 = 392.28 \div 392.3 \text{ kN/m}^2 \text{ とする。}$$

・ 岩のせん断抵抗角 (ϕ')

表-5.3.3 の CL 級の代表値を採用し、 $\phi' = 35^\circ$ とする。

c) 岩の変形係数 (E_p)

表-5.3.4 の CL 級の代表値である $E_p = 200,000 \text{ kN/m}^2 = 200.00 \text{ MN/m}^2$ とする。

5.4 盛土の安定解析

現況盛土地盤の安定度を評価する目的で、盛土斜面の安定解析を行った。

(1) 安定解析の条件

1) 準拠する基準及び計算式

盛土斜面の安定計算及び設計震度は「〔第二次改訂版〕宅地防災マニュアルの解説（編集 宅地防災研究会）」を参考とした。ただし、任意形状の解析は「道路土工 切土工・斜面安定工指針」を準用した。以下に安定計算式を示す。

a) 盛土法面の安定計算式

すべり形状：円弧すべり

$$F_s = \frac{R \sum \{c' \cdot L + (W \cdot \cos \alpha - U \cdot b \cdot \cos \alpha - K_h \cdot W \cdot \sin \alpha) \tan \phi'\}}{\sum (R \cdot W \cdot \sin \alpha + K_h \cdot W \cdot y)}$$

ここに、

| | |
|----------|---------------------------------------|
| F_s | : 安全率 |
| R | : すべり円弧の半径 (m) |
| c' | : 粘着力 (kN/m^2) |
| L | : スライス底面の長さ (m) |
| W | : スライスの全重量 (kN/m) |
| α | : スライス底面が水平面となす角度 (度) |
| U | : スライス底面に作用する間隙水圧 (kN/m^2) |
| b | : スライスの幅 (m) |
| K_h | : 設計水平震度 |
| ϕ' | : 内部摩擦角 (度) |
| y | : スライスの重心とすべり面の中心との鉛直距離 (m) |

b) 盛土体 (盛土全体) の安定計算式

すべり形状：任意形状

$$F_s = \frac{\sum \{c' \cdot L + (W \cdot \cos \alpha - U \cdot b \cdot \cos \alpha - K_h \cdot W \cdot \sin \alpha) \tan \phi'\}}{\sum (W \cdot \sin \alpha + K_h \cdot W \cdot \cos \alpha)}$$

ここに、

| | |
|----------|---------------------------------------|
| F_s | : 安全率 |
| c' | : 粘着力 (kN/m^2) |
| L | : スライス底面の長さ (m) |
| W | : スライスの全重量 (kN/m) |
| α | : スライス底面が水平面となす角度 (度) |
| U | : スライス底面に作用する間隙水圧 (kN/m^2) |
| b | : スライスの幅 (m) |
| K_h | : 設計水平震度 |
| ϕ' | : 内部摩擦角 (度) |

2) 安定計算に使用する地盤定数、設計水平震度(地震力)及び諸条件。

a) 地盤定数

前項で提案した地盤定数を使用する(図-5.4.1 参照)。

b) 設計水平震度(Kh)

設計水平震度(Kh)は、大地震時を想定する場合、以下の式で定義される。

$$Kh=0.25 \times Z$$

ここに、 $Z = 0.9$ (岡山県)：建築基準法施行令第88条第1項に規定
よって、 $Z=0.250 \times 0.9=0.225$

3) 安定計算に用いる断面図。

盛土の厚さ、法面の向き等を考慮して、A-A'断面を採用した(図-5.4.1 参照)。

4) 安定解析を行うすべり形状

盛土の安定解析は、以下の2つの形状について実施した。

a) 盛土法面の安定解析(円弧)

b) 盛土全体(地形を考慮して任意形状を想定)

5) 許容安全率

許容安全率は、以下のとおりとする。

a) 通常時(Kh=0)： $F_s \geq 1.50$

b) 地震時(Kh=0.225)： $F_s \geq 1.00$

6) 間隙水圧の設定

間隙水圧は、盛土内の地下水位を基に設定する。一般に地下水位の設定は、長期間の水位観測を基に設定するが、今回はボーリング調査中の観測のみであり、設定が困難である。よって、ここでは(*1)に記載されていた地下水位設定事例を基に、以下の3ケースについて計算を行った。

a) 盛土厚さの概ね $1/2^{*1}$ を水位線とするケース(HWLと表記)

b) 地下水位が地表面まで上昇し、盛土全体が飽和するケース(FWLと表記)

c) 全てのすべり形状で許容安全率をクリアする地下水位のケース(HHWLと表記)

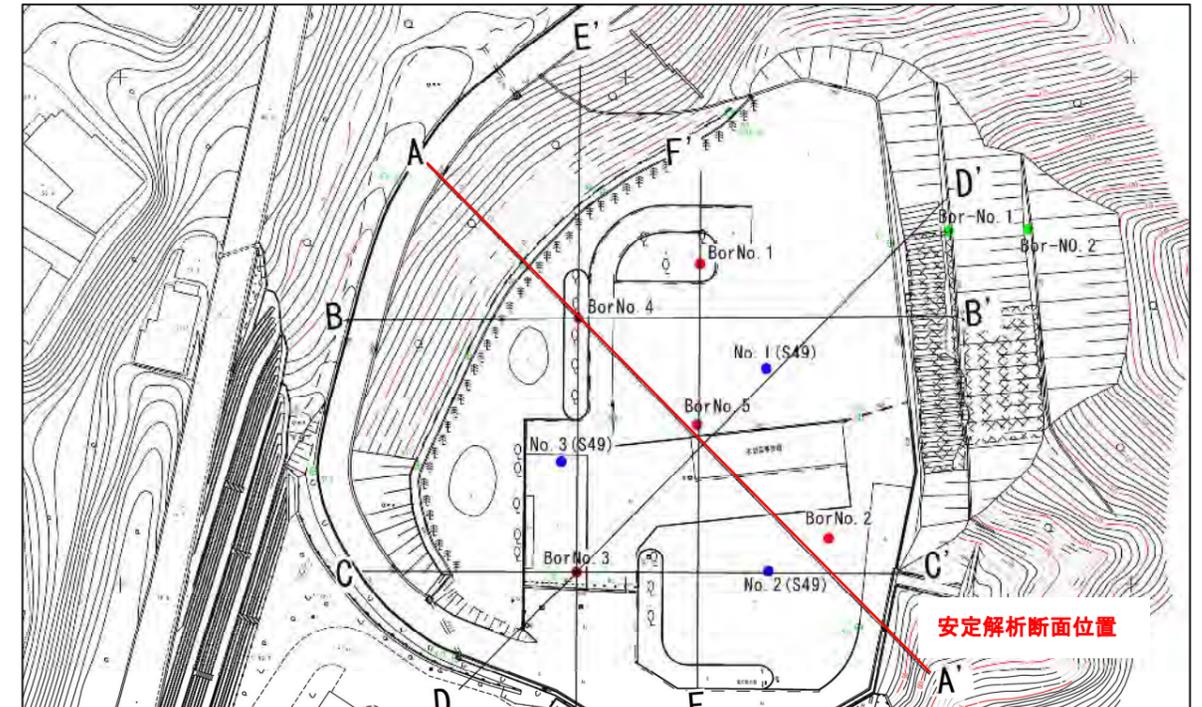
(*1) [第二次改訂版] 宅地防災マニュアルの解説 P137-138)

(1) 安定計算に使用した地盤定数

安定解析に使用した地盤定数

| 区分 | 記号 | 地層の名称 | N値 (平均) | 地盤定数 | | | | 変形係数 Ep (MN/m ²) |
|------|-----|--------------|---------------------------|--|--|----------------------------------|-------------------|------------------------------------|
| | | | | 単位体積重量 | | せん断強度 | | |
| | | | | 湿潤密度 γ _t (kN/m ³) | 飽和密度 γ _{sat} (kN/m ³) | 粘着力 c (kN/m ²) | 内部摩擦角 φ (°) | |
| 盛土地盤 | B | 盛土 | 4~25 (10.7) | 20.3 | 20.9 | 10.8 | 35.7 | 7.49 |
| 自然地盤 | Dg | 礫質土 | 20~30 (26.4) | 20.0 | 20.7 | 13.4 | 35.7 | 18.48 |
| | WGr | 花崗岩 (基盤岩) | 36 (36.0) | 19.6 | 19.6 | 245.2 | 32.5 | 50.00 |
| | Gr | | 50/18~ 50/0 (290.2) | 21.6 | 21.6 | 392.3 | 35.0 | 200.00 |

(2) 安定解析断面位置



(3) 安定解析を模式化した断面図

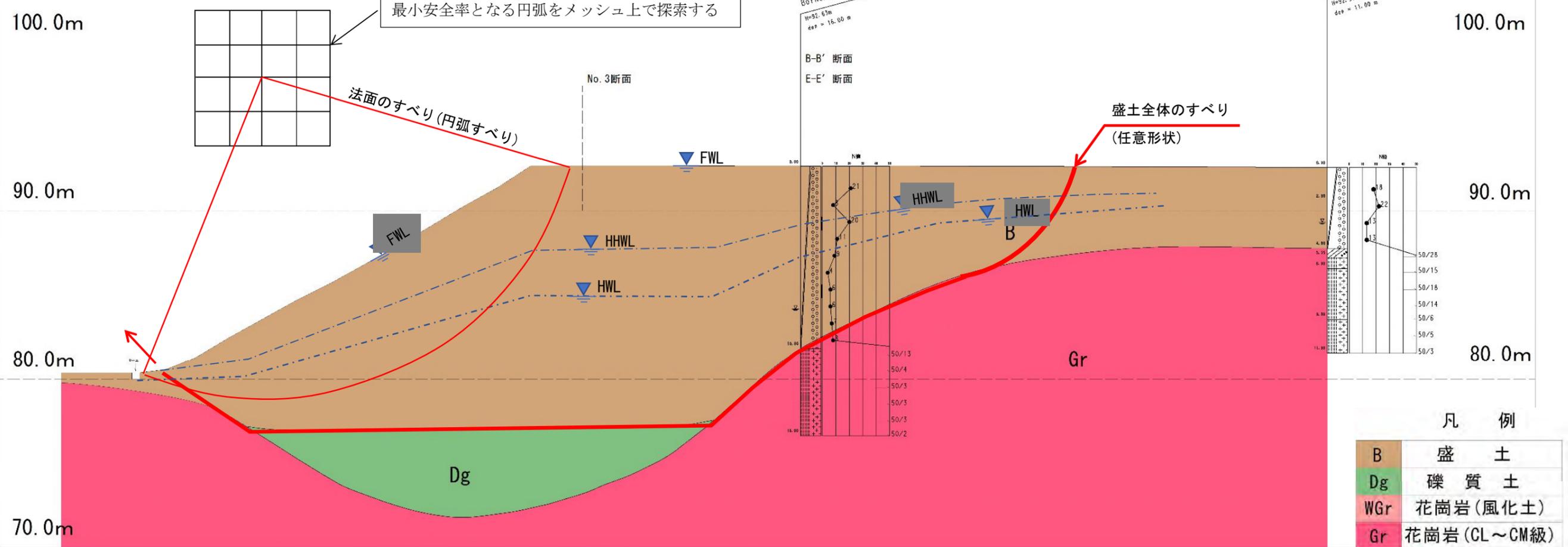


図-5.4.1 安定解析条件及び地盤条件の模式図表

(2) 安定計算結果

盛土斜面の安定計算結果を表-5.4.1、各ケースの安定計算結果断面図を図-5.4.2～図-5.4.9に示す。なお、安定計算結果の詳細は巻末に添付した。

安定計算結果から、以下の事項が明らかとなった。

- 1) 地下水位が、HWL（地下水位を盛土厚さの1/2の位置）の場合、全てのすべり形状において許容安全率を上回った。
- 2) 地下水位が、FWL（地下水位が地表面まで上昇した位置）の場合、すべり形状が複合（盛土全体）のケースでは、許容安全率を上回るが、円弧すべりについては、「通常時・地震時」のケースで許容安全率を下回った。
- 3) 解析断面で想定される全てのすべり形状で、「常時」、「地震時」に許容安全率を満足する地下水位は「HHWL時（盛土肩でH=87.66m）」であり、これより水位が上昇すると安全率は許容値を下回る。

表-5.4.1 安定計算結果一覧表

| 通常時 | | 水平震度 Kh=0 | | | |
|----------|-------|--------------|--------|----------|----------|
| すべり形状 | 地下水条件 | 許容安全率 PFs | 計算結果 | 評価 | |
| | | | 安全率 Fs | PFs ≤ Fs | PFs > Fs |
| | | | | 安定 | 不安定 |
| 複合(盛土全体) | HWL | 1.50 | 3.471 | ○ | |
| 円弧すべり | | | 1.792 | ○ | |
| 複合(盛土全体) | FWL | 1.50 | 2.500 | ○ | |
| 円弧すべり | | | 1.171 | | ○ |
| 円弧すべり | HHWL | 1.50 | 1.584 | ○ | |

| 地震時 | | 水平震度 Kh=0.225 | | | |
|----------|-------|---------------|--------|----------|----------|
| すべり形状 | 地下水条件 | 許容安全率 PFs | 計算結果 | 評価 | |
| | | | 安全率 Fs | PFs ≤ Fs | PFs > Fs |
| | | | | 安定 | 不安定 |
| 複合(盛土全体) | HWL | 1.00 | 1.446 | ○ | |
| 円弧すべり | | | 1.148 | ○ | |
| 複合(盛土全体) | FWL | 1.00 | 1.022 | ○ | |
| 円弧すべり | | | 0.710 | | ○ |
| 円弧すべり | HHWL | 1.00 | 1.001 | ○ | |

複合（盛土全体のすべり）
 地下水位 HWL
 地震時
 安全率 $F_s=1.446 \geq$ 許容安全率 (=1.00)

| スベリ面 番号 | 安全率 | 抵抗力 (kN/m) | 起動力 (kN/m) |
|------------|-------|---------------|---------------|
| 1 | 1.446 | 6210.0 | 4293.6 |

| 層番号 | 飽和重量 (kN/m ³) | 湿潤重量 (kN/m ³) | 水平震度 | 鉛直震度 | 粘着力 (kN/m ²) | 粘着力係数 | 内部摩擦角 (度) |
|-----|------------------------------|------------------------------|-------|-------|-----------------------------|-------|--------------|
| 1 | 20.90 | 20.30 | 0.225 | 0.000 | 10.80 | 0.00 | 35.70 |
| 2 | 20.90 | 20.30 | 0.225 | 0.000 | 10.80 | 0.00 | 35.70 |
| 3 | 20.90 | 20.30 | 0.225 | 0.000 | 10.80 | 0.00 | 35.70 |

水の単位体積重量 = 10.00 (kN/m³)

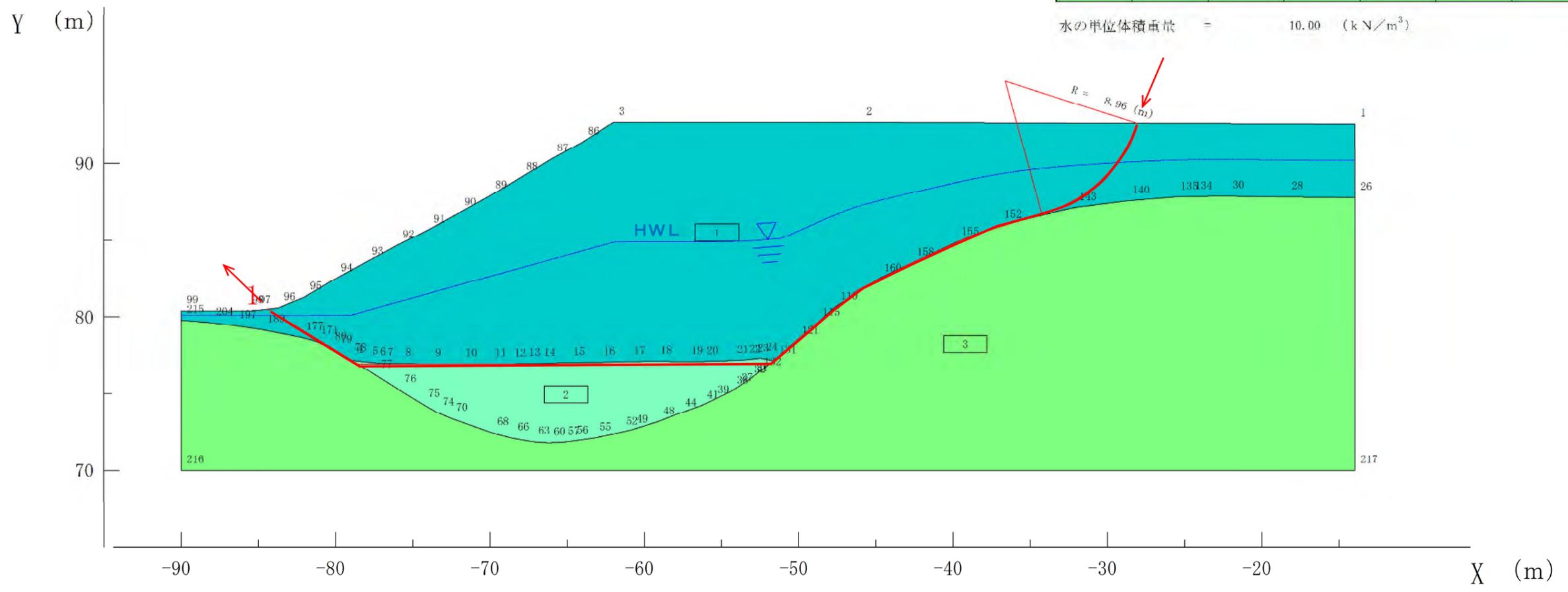


図-5.4.2 安定解析断面図（複合・HWL・地震時）S=1/300

複合（盛土全体のすべり）
 地下水位 FWL
 地震時
 安全率 $F_s=1.022 \geq$ 許容安全率（=1.00）

| スベリ面 番号 | 安全率 | 抵抗力 (kN/m) | 起動力 (kN/m) |
|------------|-------|---------------|---------------|
| 1 | 1.022 | 4454.7 | 4357.0 |

| 層番号 | 飽和重量 (kN/m ³) | 潤滑重量 (kN/m ³) | 水平震度 | 鉛直震度 | 粘着力 (kN/m ²) | 粘着力係数 | 内部摩擦角 (度) |
|-----|------------------------------|------------------------------|-------|-------|-----------------------------|-------|--------------|
| 1 | 20.90 | 20.30 | 0.225 | 0.000 | 10.80 | 0.00 | 35.70 |
| 2 | 20.90 | 20.30 | 0.225 | 0.000 | 10.80 | 0.00 | 35.70 |
| 3 | 20.90 | 20.30 | 0.225 | 0.000 | 10.80 | 0.00 | 35.70 |

水の単位体積重量 = 10.00 (kN/m³)

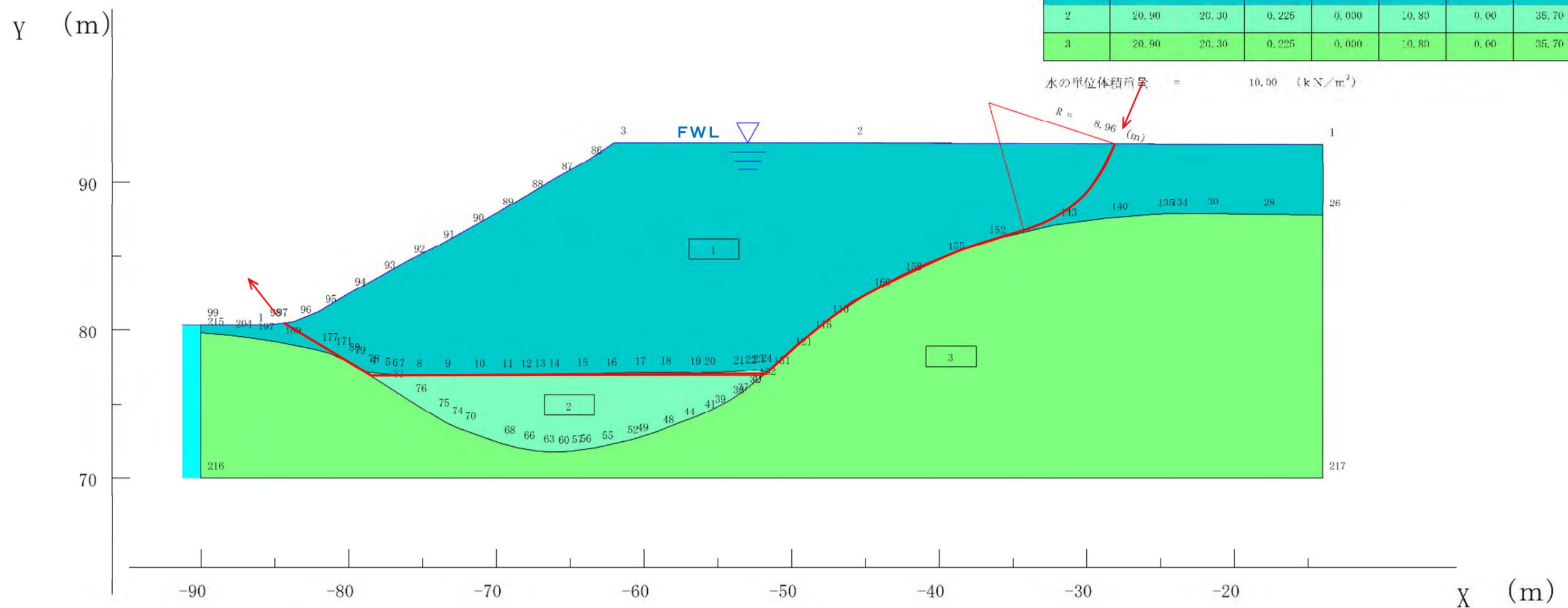


図-5.4.3 安定解析断面図（複合・FWL・地震時）S=1/300

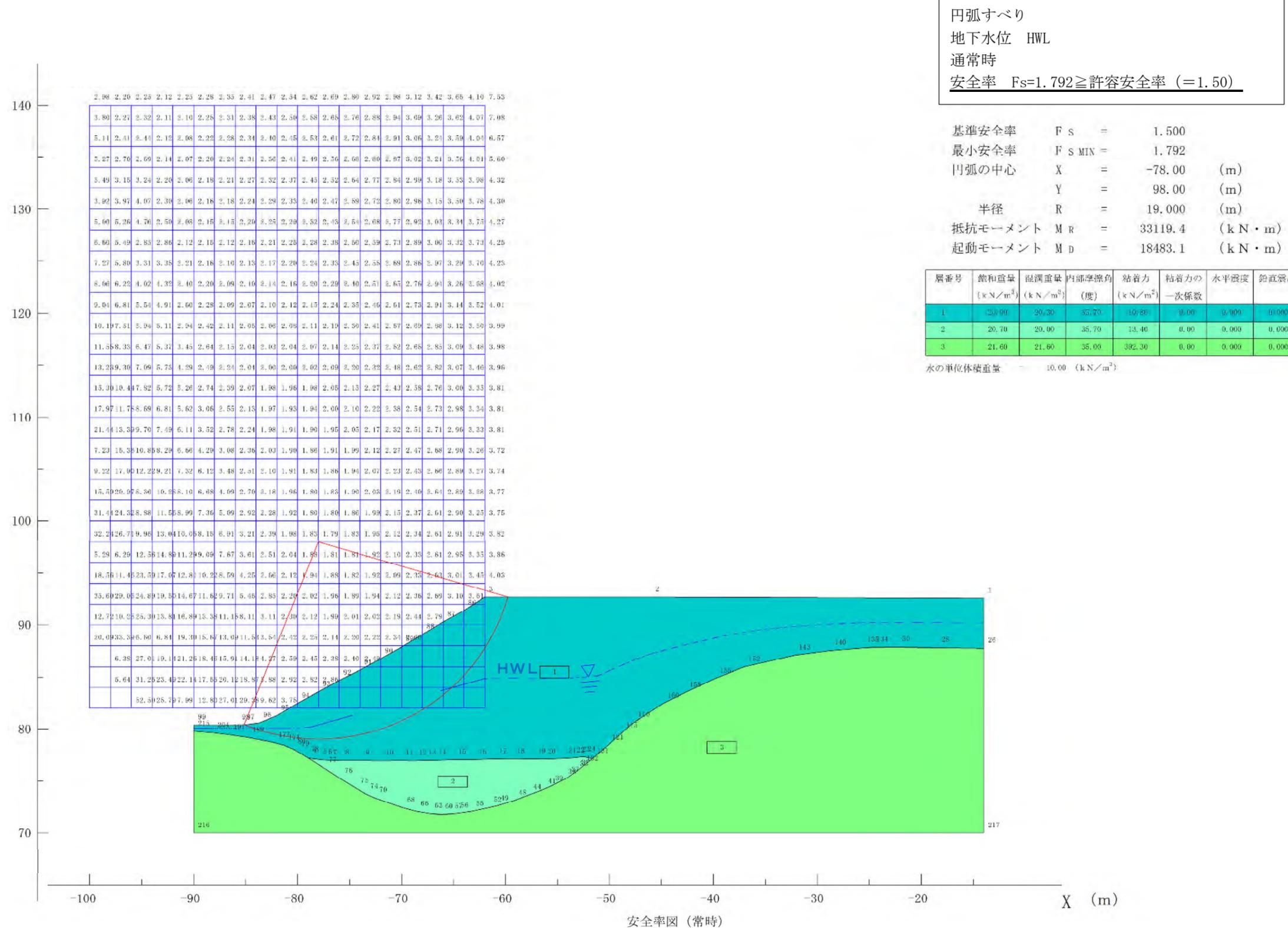


図-5.4.4 安定解析断面図 (円弧・HWL・通常時) $S=1/400$

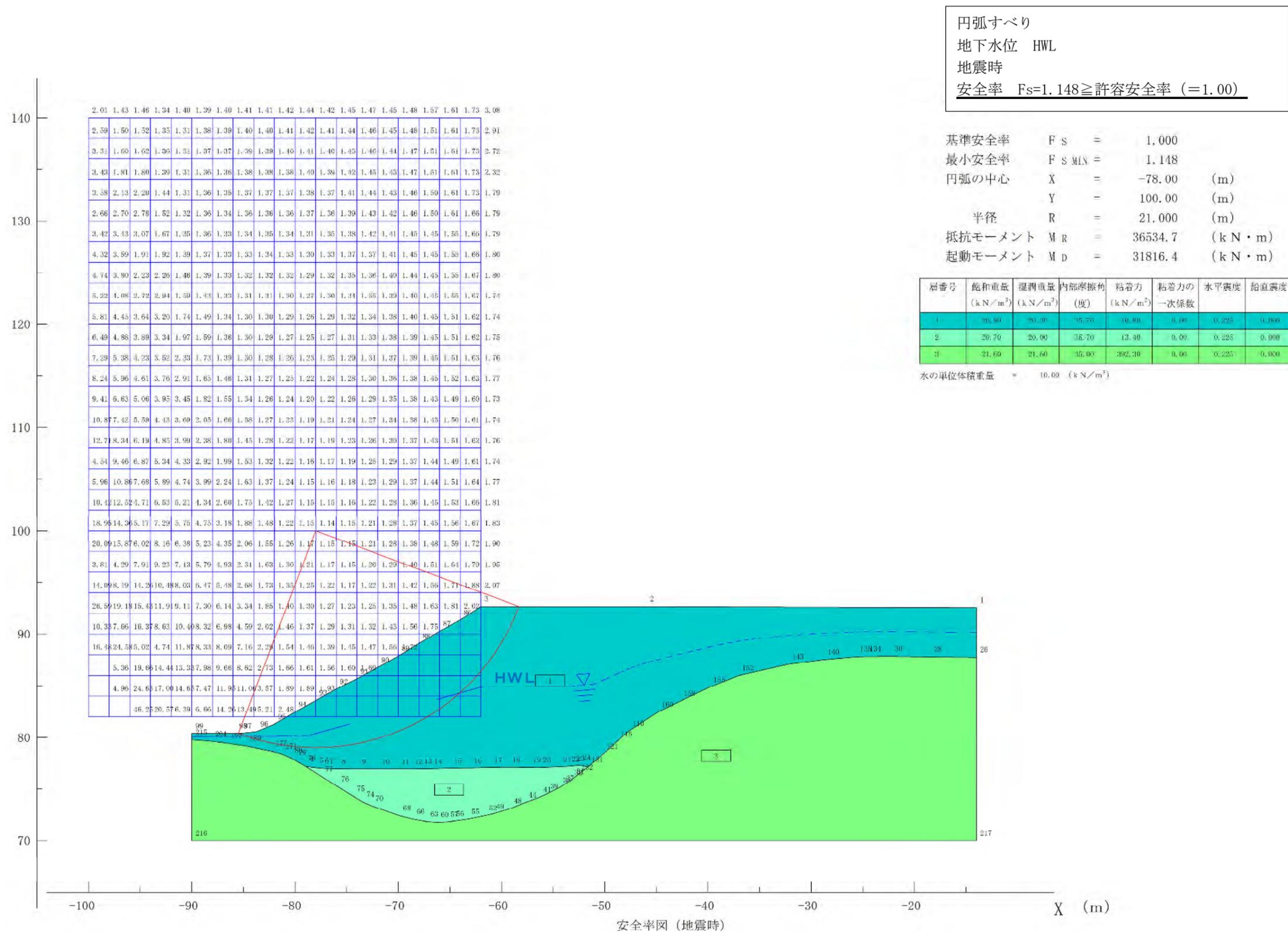


図-5.4.5 安定解析断面図 (円弧・HWL・地震時) S=1/400

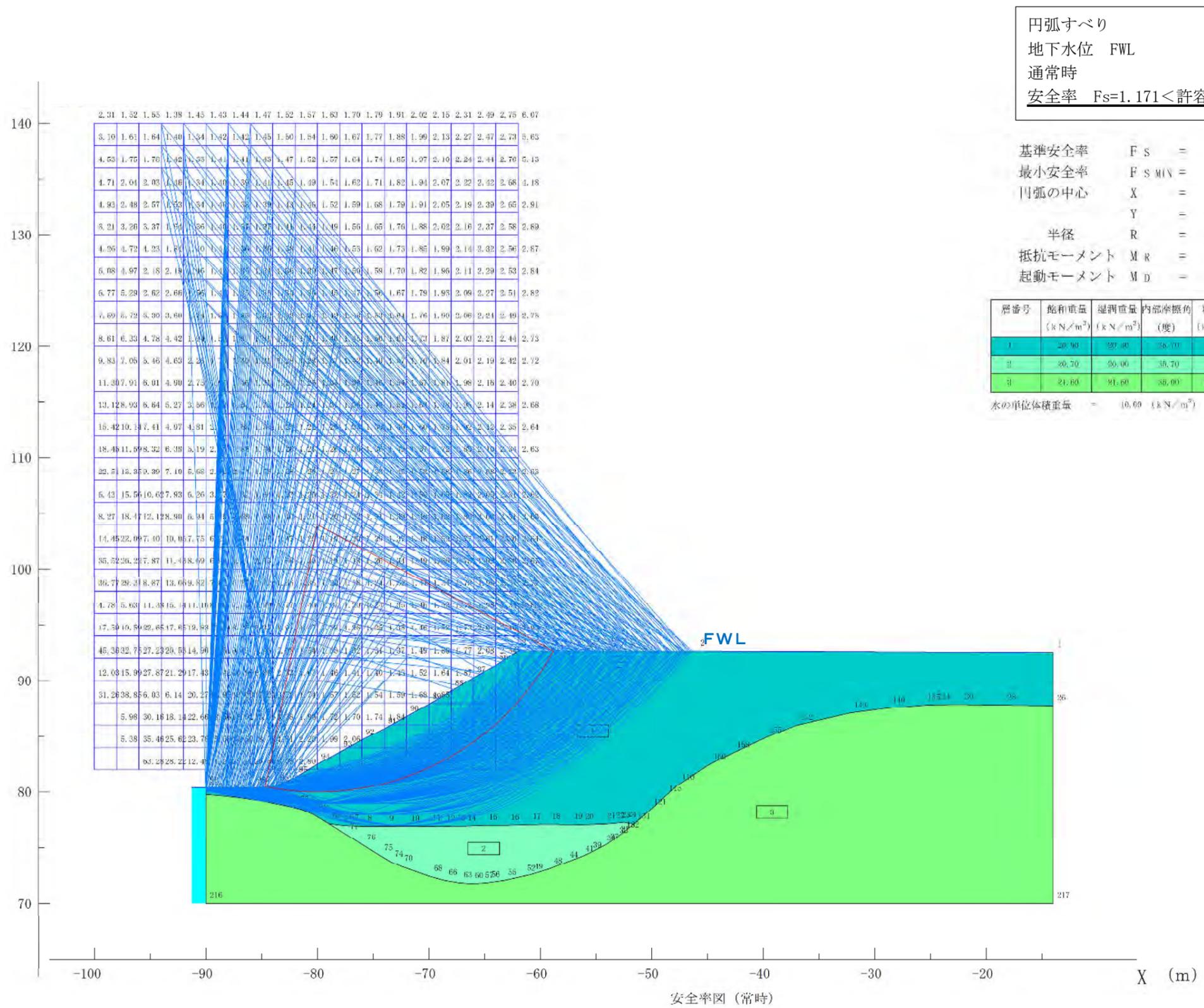


図-5.4.6 安定解析断面図 (円弧・FWL・通常時) $S=1/400$

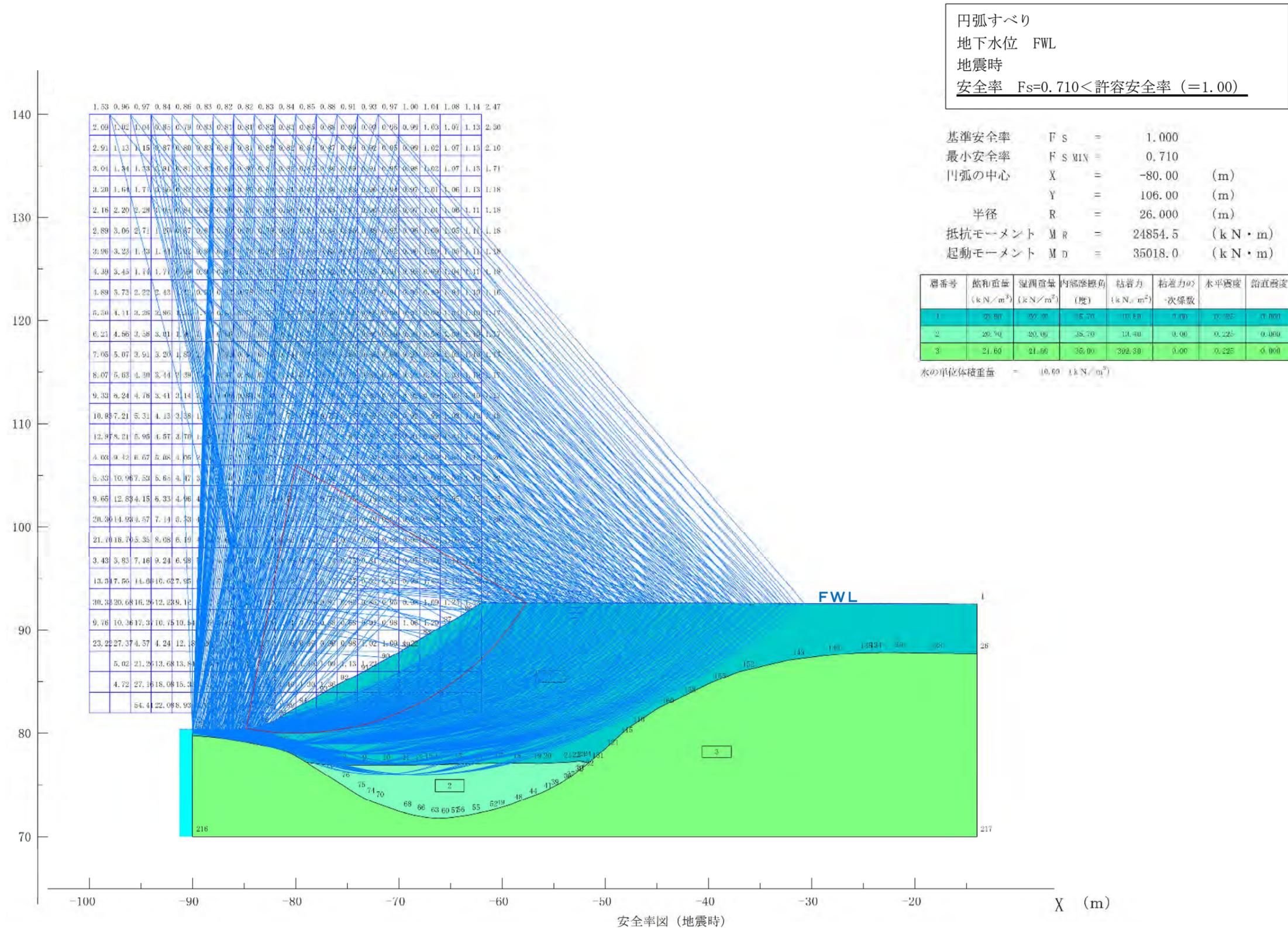


図-5.4.7 安定解析断面図 (円弧・FWL・地震時) $S=1/400$

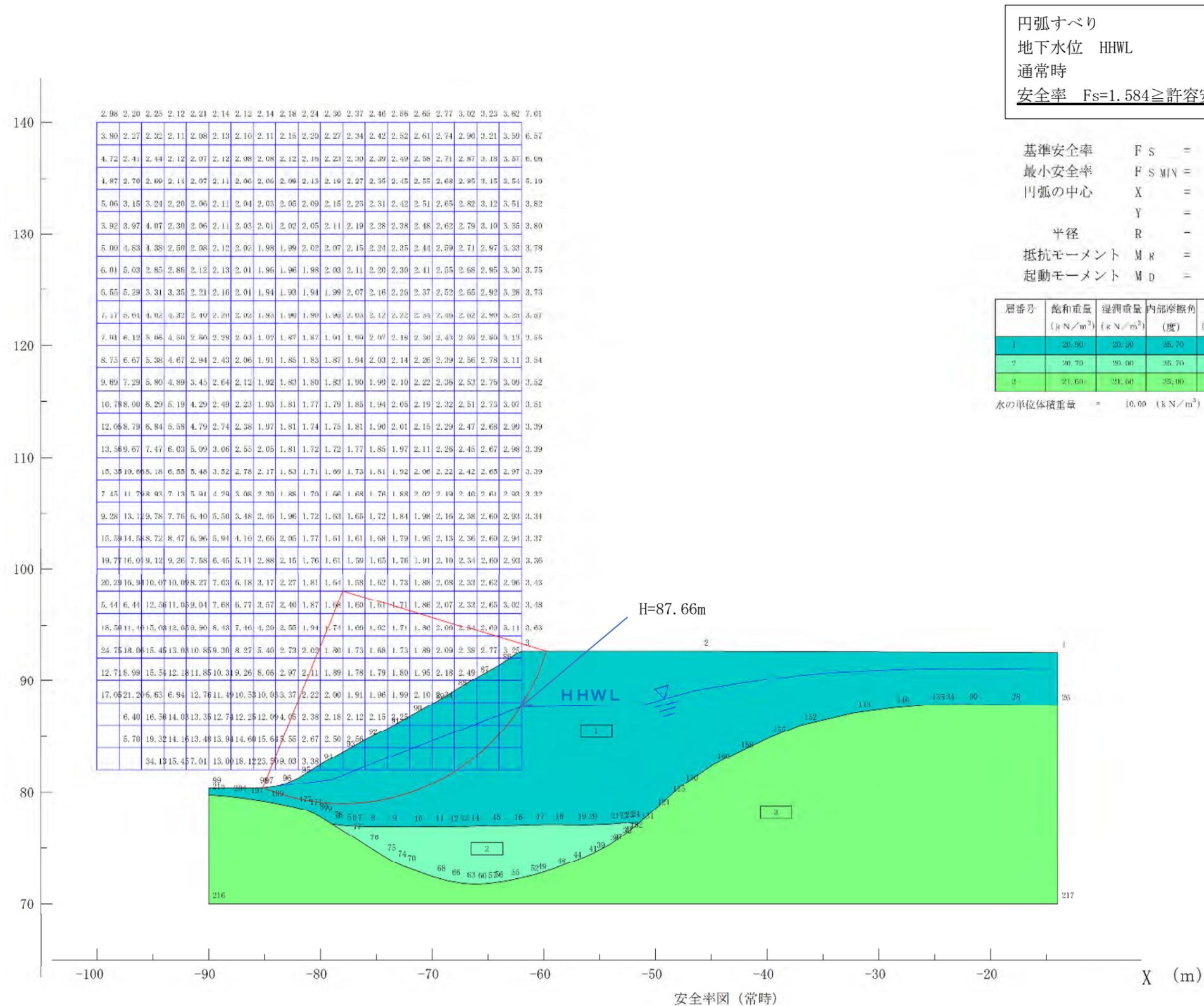


図-5.4.8 安定解析断面図 (円弧・HHWL・通常時) S=1/400

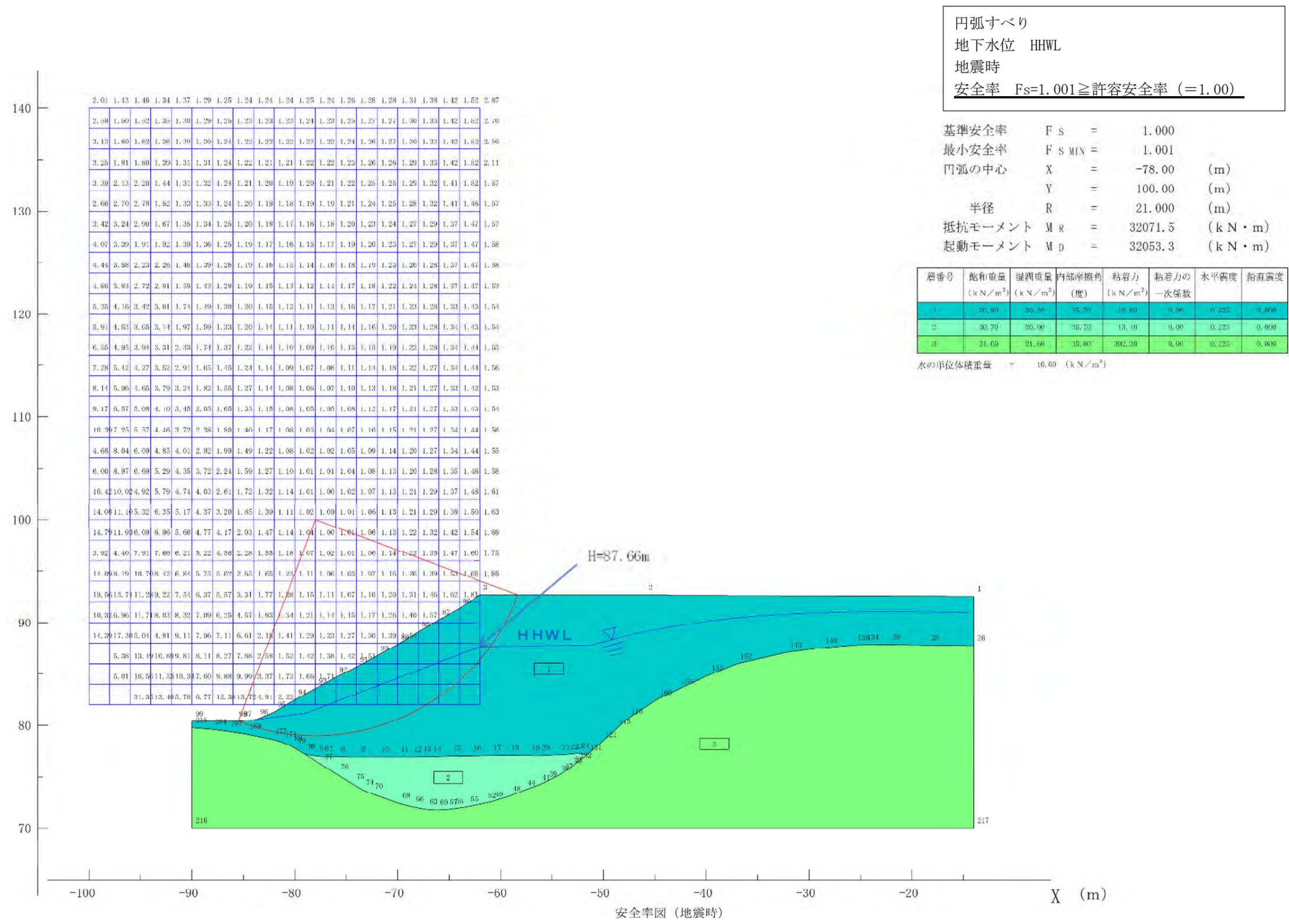


図-5.4.9 安定解析断面図 (円弧・HHWL・地震時) S=1/400

5.5 地盤の液状化判定対象層の選定

地震時の地盤の液状化については、液状化の判定を行う必要がある土層として、「建築基礎構造設計指針」(社)日本建築学会 2019年11月版)P.50に下記の条件が記されている。

下記の条件を基に作成した、本業務における液状化の判定を行う必要がある土層の選定フローを図-5.5.1に示す。

【液状化の判定を行う必要がある土層の条件】

液状化の判定を行う必要がある飽和土層は、原則的に地表面から20m程度以浅の土層で、考慮すべき土の種類は、細粒分含有率が35%以下の土とする。

ただし、埋立地盤等の造成地盤で地表面から20m程度以深まで連続している場合には、造成地盤の下端まで液状化判定を行う必要がある。

また、埋立地盤等の造成地盤では、細粒分含有率が35%以上の低塑性シルト、液性限界に近い含水比を持ったシルトなどが液状化した事例も報告されているので、粘土分(0.005mm以下の粒径を持つ土粒子)含有率が10%以下、または塑性指数が15以下の埋立地盤あるいは盛土地盤については液状化の検討を行う。

また、細粒分を含む礫や透水性の低い土層に囲まれた礫、洪積層でもN値が小さな土層では液状化の可能性が否定できないので、そのような場合にも液状化の検討を行う。

上記より、N値が大きい洪積層については液状化の検討の対象外とした。N値の大きさの基準は、表-5.5.1を参考に土質を問わずN値が大きいと判断できるN値 ≥ 30 程度とした。

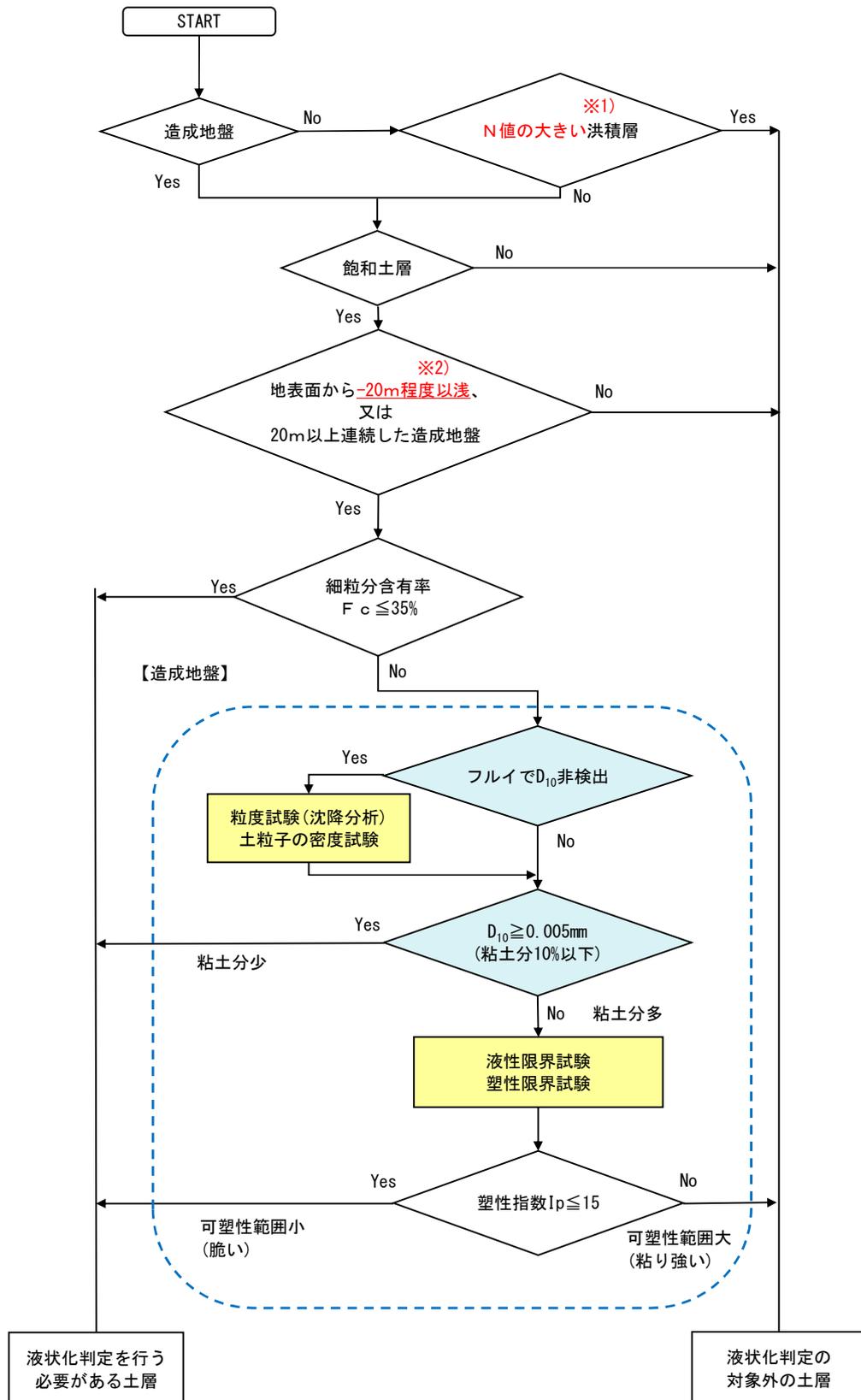
N値 < 30 程度の洪積層については、粒度試験を実施し、その結果、細粒分含有率が35%以下の場合は液状化判定の必要性があるN値の小さい洪積層と判断した。

表-5.5.1 砂の相対密度と粘土のコンシステンシー

| N値 | 相対密度 | N値 | コンシステンシー |
|-------|-------|-------|----------|
| 0~4 | 非常に緩い | 0~2 | 非常に軟らかい |
| 4~10 | 緩い | 2~4 | 軟らかい |
| 10~30 | 中位の | 4~8 | 中位の |
| 30~50 | 密な | 8~15 | 硬い |
| >50 | 非常に密な | 15~30 | 非常に硬い |
| | | 30~ | 固結した |

地盤調査の方法と解説-二分冊の1 公益社団法人 地盤工学会(平成25年3月)

P.305 および P.308 より抜粋



- ・ 細粒分を含む礫や透水性の低い土層に
 囲まれた礫も対象。
- ・ 洪積層でもN値が小さい土層は対象。
 (砂質土: N ≤ 30程度, 粘性土: N ≤ 8程度)

※1) 本業務ではN ≥ 30程度を基準とした。
 ※2) 造成地盤が地表面から20m以上連続して
 いる場合は造成地盤下端まで。

図-5.5.1 本業務における液状化の判定を行う必要がある土層の選定フロー

(建築基礎構造設計指針(2019) P.50を参考に作成。)

ここでは、盛土の層厚が厚い BorNo. 3、BorNo. 4 地点について「液状化対象層の要否」を判定した。判定は、土質試験結果と想定地下水位及びN値を用いた。なお、地下水位は前項の安定解析で使用した HHWL を使用した。

判定の結果、「盛土(B)」と「礫質土(Dg)」は液状化評価の対象地盤であることが判明した（表-5.5.2 参照）。

表-5.5.2 液状化判定の必要性の検討結果

| 調査位置 | 試料番号 | 土 質 | | 試験深度 GL-(m) | | | 地下 水位 GL-(m) ※ | 条件① | | | 条件② | | 条件③ Fc ≤ 35% | 条件④ | | 液状化 判定の 必要性 | 備 考 |
|----------|-------|-----|-----------|----------------|---|--------|-------------------------|----------|--------------|-----------|-----|------|-----------------|--------|--------|-------------------------|--------------------------|
| | | | | | | | | 造成 地盤 | GL-20m 以浅 | 飽和 土層 | N 値 | 洪積層 | | Pc (%) | Ip (%) | | |
| | | | | | | | | | | | | | Pc ≤ 10% | | | | |
| BorNo. 3 | P3-2 | B | 細粒分混じり砂質礫 | -2.15 | ~ | -2.45 | 3.15 | 造成 地盤 | | 不飽和 土層 | 10 | × | 14.6 | 6.0 | - | 無 | 不飽和土層のため、対象外。 |
| | P3-5 | B | 細粒分混じり砂質礫 | -5.15 | ~ | -5.45 | 3.15 | | | 飽和 土層 | 7 | × | 11.9 | 5.0 | - | 有 | |
| | P3-8 | B | 細粒分混じり砂質礫 | -8.15 | ~ | -8.45 | 3.15 | | | | 9 | × | 9.0 | - | - | 有 | |
| | P3-12 | B | 細粒分質砂質礫 | -12.15 | ~ | -12.45 | 3.15 | | | | 6 | × | 19.6 | 6.9 | - | 有 | |
| | P3-15 | Dg | 細粒分質砂質礫 | -15.15 | ~ | -15.45 | 3.15 | | | | 29 | ○ | 15.4 | 5.1 | - | 有 | 洪積層であるが、N ≤ 30である為、要検討。 |
| | P3-18 | Dg | 細粒分質礫質砂 | -18.15 | ~ | -18.45 | 3.15 | | | 20 | ○ | 19.0 | 5.9 | - | 有 | 洪積層であるが、N ≤ 30である為、要検討。 | |
| BorNo. 4 | P4-2 | B | 細粒分混じり砂質礫 | -2.15 | ~ | -2.45 | 3.46 | 造成 地盤 | | 不飽和 土層 | 8 | × | 12.1 | 4.9 | - | 無 | 不飽和土層のため、対象外。 |
| | S4-3 | B | 細粒分混じり砂質礫 | -3.00 | ~ | -3.80 | 3.46 | | | 飽和 土層 | 20 | × | 10.7 | 4.2 | - | 有 | GL-3.46m以深が飽和土層である為、要検討。 |
| | P4-5 | B | 細粒分混じり砂質礫 | -5.15 | ~ | -5.45 | 3.46 | | | | 9 | × | 9.3 | - | - | 有 | |
| | S4-7 | B | 細粒分混じり砂質礫 | -7.00 | ~ | -7.80 | 3.46 | | | | 6 | × | 11.3 | 3.8 | - | 有 | |
| | P4-10 | B | 細粒分質砂質礫 | -10.15 | ~ | -10.45 | 3.46 | | | | 8 | × | 19.4 | 5.7 | - | 有 | |

※ここで示した地下水位は、前項に示した盛土の安定解析時のHHWLを図面より読み取って使用。

5.6 設計・施工上の留意点

地質調査によって得られた結果を基に、今後設計・施工を計画する上で必要となる問題点や対応事項等について以下に記述した。

(1) 造成地盤の基盤（地層）変化と補足調査の必要性

当業務で対象となった調査地区は、昭和40年代末から造成された区域であり、造成完了後は、ごみ処理施設が建設された。その施設も、平成11年の新施設建設により稼働を停止し、その後取り壊され、現在はほぼ更地の状態で現在まで維持されてきた（写真-5.6.1参照）。

調査区域の地盤情報については、造成工事時に実施したボーリング調査3箇所資料と工事時の建築支持杭打設箇所を示す平面図のみで、造成前の地形情報（平面図、断面図）、などはほとんど残存していない。そこでボーリング調査位置の選定に際しては、既往資料や一般資料を使って、可能な限り調査地盤の地層分布が把握できる位置を選定した。そして、ボーリング調査を実施し、調査結果を基に地質断面図を作成した（敷地のほぼ全体の地盤状況は把握できる位置に設定）。ただし、ここで作成した地層境界線はあくまでも推定線であり、地質断面図に記載した地層境界線と実際の境界はある程度の誤差があることを考慮しておく必要がある（ボーリング調査ポイントの地盤は正確であるが、ボーリングポイント間は推定）。特に、地層変化が大きくなる区域については、誤差が大きいと推定される。よって今後、施設の配置計画（設計）や施工を行う際には、必要に応じて支持層（ここでは基盤岩となることが想定）確認のための追加地質調査を計画し、実施することが肝要である。

(2) 盛土の安定性評価と地下水位の追加調査（観測）

調査地区の地下水位は、ボーリング調査時のみの観測であり、長期間にわたって降雨-水位の変動を確認していない。このため、盛土の安定解析に使用した地下水位は下記の3つのケースを想定した。

- a) 「宅地防災マニュアルの解説 P137～138」に記載された事例「地下水位の高さを盛土高さの1/2に想定した事例」から水位を想定。「HWL」とした。
- b) 想定される全てのすべりに対して許容安全率を満足する水位を探索。「HHWL」とした。
- c) 地下水位が表層まで上昇し、地盤が飽和する水位。「FWL」とした。

盛土の安定解析では、

- ・「HWL」のケース・・・「通常時」、「地震時」とともに許容安全率を満足
- ・「HHWL」のケース・・・「通常時」、「地震時」とともに許容安全率を満足

←これは、許容安全率を満足する水位線を探索した結果なので、当然許容安全率をクリア。

- ・「FWL」のケース・・・円弧すべりは許容安全率を満足せず。盛土全体のすべり（任意形状）は許容安全率を満足。

という結果が得られた。一般的には、「HWL」時の許容安全率をクリアすれば問題ないが、この水位設定には次の条件が付加されている。

「適切な水平排水層、暗渠排水工等を設けることにより、盛土中の間げき水圧の低下を図ることを条件」。

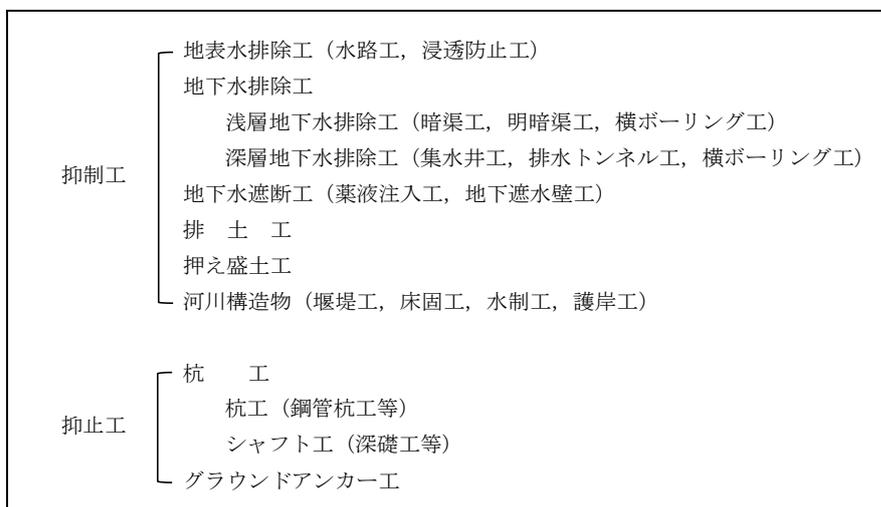
当造成盛土の場合、施工時にどのような排水対策が取られたか定かではなく、HWLという水位が妥当とは言い切れない。

今後発生が確実視される「南海地震（または東南海地震）」も懸念されており、地下水位の問題については、何等かの対応が必要と考えられる。

そこで、ここでは以下に現況として考え得る3つの対応策を提示する

- d) 特別な対策は実施せず、水位観測孔を設置し経年観測を実施する。 その際、安定計算で確定した HHWL の水位を超える場合には対策工(地下水排除工)を計画し実施する。
- e) 敷地からの浸透水（降雨による）が最少となるような対策（地表面からの浸透防止工）を実施する。 特に、調査区域は集水面積が小さく、かつ山地部に降った雨水が地下水として浸透しにくい地盤状況にあると想定される(表土・風化土が極めて薄く、雨水が伏流し難い)。このため、地下水の供給は敷地からの浸透水が大部分を占めると推定され、表層を被覆して雨水の浸透を防ぐことは効果が大きいと考えられる。
- f) 地下水の上昇を抑制する対策工を計画し施工する。 工法としては、横ボーリング工、暗渠工、表面排水工などが想定される（表-5.6.1 参照）。ここで、目標とする最高地下水位は HHWL とする。

表-5.6.1 地すべり対策工の分類



(3) 盛土・砂礫層の液状化評価

本報告書では調査地内に分布する未固結地盤について、液状化の判定が必要か否かの判定を行った。その結果、「盛土」と「礫質土」が対象となることが明らかとなった。今後は、必要に応じて液状化の有無について評価を行う必要がある。

(4) 既往基礎杭の打設位置の把握

調査地区は、かつてごみ処理施設が存在していた。現在は取り壊されて更地となっているが、地中には当時敷設された基礎杭が残存している。新たな構造物を計画する際に障害となる可能性があり、杭の位置については既往資料を基に具体的な位置を把握しておくことが必要である。

(5) 既設構造物（主に排水路）の変状と対策

調査区域には、さまざまな種類の表面排水路が敷設されている。現地を確認されるものとしては、以下の種類がある。

- ・谷止工から続く排水路(P5)
- ・切土斜面の法尻に敷設された排水路(P7)
- ・盛土法面の頂部に敷設された排水路(P27, P28)
- ・進入道路脇（盛土法尻）に敷設された排水路(P19)
- ・造成地宅盤から進入道路排水路に続く水路(P14, P15)

上記の排水路は、「造成地宅盤から進入道路排水路に続く水路」以外は、健全であり、大きな変位や変状は見られない。

「造成地宅盤から進入道路排水路に続く水路」については、一部が変状し水路にズレが発生している(P14)。変位の原因は、元々地形的に不安定な箇所に敷設された排水路が、降雨に伴い盛土の一部が不安定化し、水路を変形させたと推定される（ただし、斜面に目立った滑落崖などは認められない）。この水路については今後、補修またはルートを変更して設置する必要があると判断される。

また、その他の水路(特に盛土上)についても排水(断面)能力について再検討することが肝要である（必要とする排水能力を有した排水路の設置）。



P14 排水路の変形

(6) 盛土法面の現状（外観）から見た評価

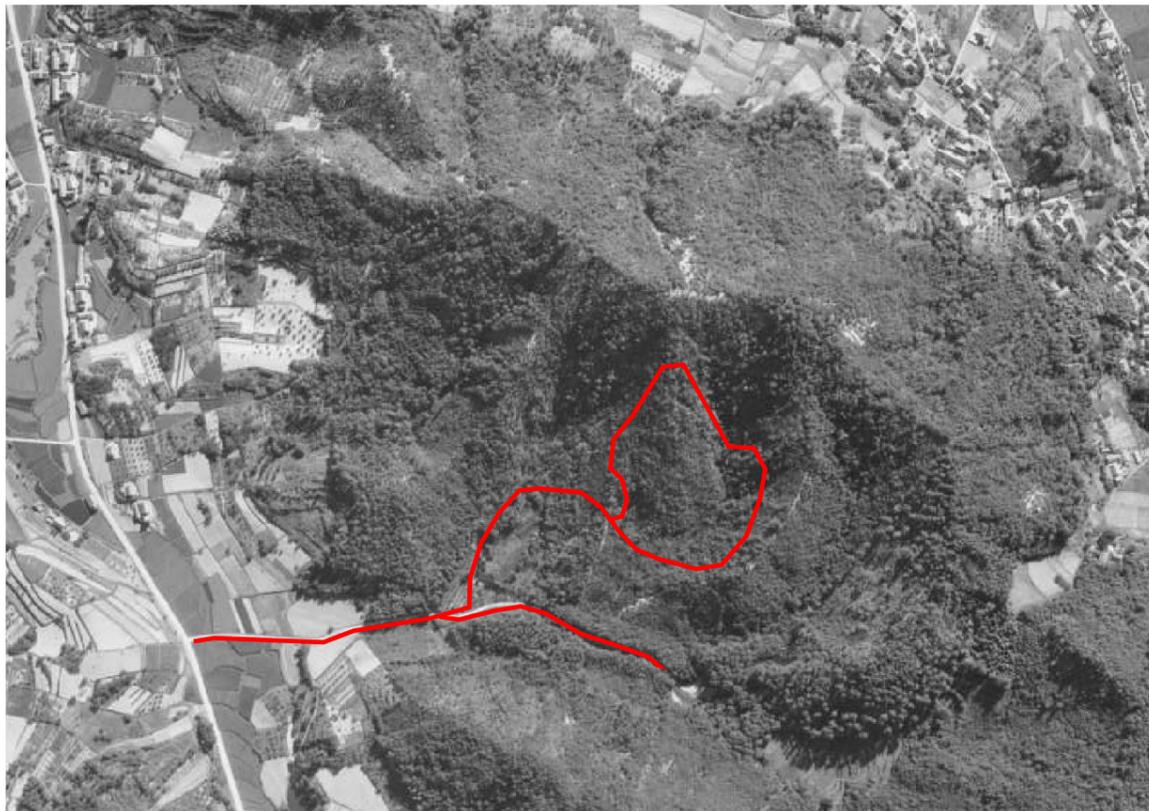
「〔第二次改訂版〕宅地防災マニュアルの解説」によれば、「盛土のり面の勾配は、のり高、盛土材料の種類等に応じて適切に設定し、原則として 30 度以下とする。」とある。また、「のり高が大きい場合には、のり高 5m ごとに幅 1~2m の小段を設けるのが一般的である。」と記述されている。

当地区の盛土は、勾配が概ね 1 : 1.8 (29°)、盛土高さが H=7~15m 程度の断面形状を呈する (P20)。のり面勾配については、基準（原則）の勾配の範囲内にあり、問題は無い（いわゆる「崖」ではない）。ただし、盛土高さが $H \geq 10\text{m}$ であるにも関わらず、小段については存在しない。この点については、今後検討する必要があると考えられる。

なお、現況の盛土のり面に目立った斜面崩壊（跡）等の変状は認められず、造成時～今日まで、安定しているものと評価される。



P20 盛土法面の勾配 (≒ 1 : 1.8)



昭和 41 年撮影 開発前 航空写真 (国土地理院)



昭和 50 年撮影 開発中 航空写真 (国土地理院)



昭和 60 年撮影 航空写真 (国土地理院)



平成 19 年撮影 航空写真 (国土地理院)

写真-5.6.1 調査区域の開発状況変遷写真