

暗渠排水流出量の算定は以下の式により算出する。

$$Q = 1/360 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$I = 5100 / (t + 25) \quad t = 10 \text{分とする (東京都環境局: 森林法に基づく林地開発許可申請の手引きより)}$$

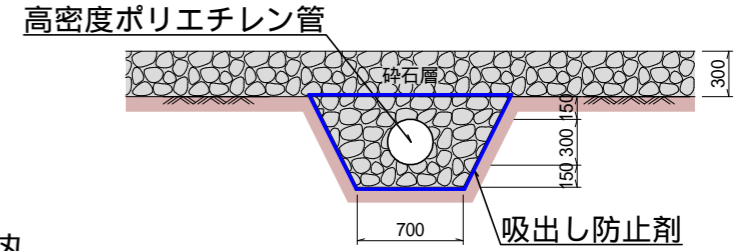
Q : 放流量 (m³/sec)

C : 流出係数 0.60 (丘陵地)

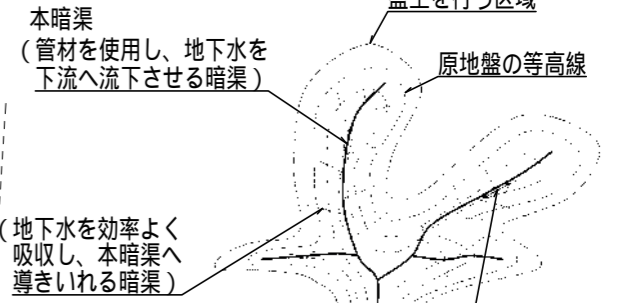
I : 降雨強度 (mm/ha)

A : 集水面積 (m²)

暗渠排水構造図



地下排水徐工
地下水位が高い場合、湧水があるような箇所等に盛土を行う場合は、地下排水徐工を設ける。



補助暗渠の間隔は、標準で40m、軟弱層がある場合は20mを目安とすること。

凡例

- 開発区域
- 宅造区域
- 本暗渠排水有孔管 300
- 本暗渠排水有孔管 500
- 補助暗渠排水有孔管 200
- 暗渠排水立抗 (1号人孔 900)

流量計算書

| 番号 | 面積 (m ²) | 累計面積 (m ²) | 流出係数 | 降雨強度 (mm/ha) | 計画流出量 (m ³ /sec) | 累計計画流出量 (m ³ /sec) | 排水工形状 (mm) | 勾配 (0/00) | 流速 (m/sec) | 流量 (m ³ /sec) | 備考 |
|----|----------------------|------------------------|----------|--------------|-----------------------------|-------------------------------|------------|-----------|------------|--------------------------|--------|
| A | A-1 | 962.00 | 0.6 | 145.71 | 0.023 | | 200 | 45 | 2.875 | 0.090 | A-3へ流入 |
| | A-2 | 3342.00 | 0.6 | 145.71 | 0.081 | | 200 | 47 | 2.938 | 0.092 | A-3へ流入 |
| | A-3 | 8308.00 | 12612.00 | 0.6 | 145.71 | 0.202 | 0.306 | 300 | 180 | 7.767 | 0.549 |
| B | B-1 | 8400.00 | 0.6 | 145.71 | 0.204 | | 300 | 52 | 4.174 | 0.295 | B-4へ流入 |
| | B-2 | 5073.00 | 0.6 | 145.71 | 0.123 | | 300 | 63 | 4.595 | 0.324 | B-4へ流入 |
| | B-3 | 2400.00 | 0.6 | 145.71 | 0.058 | | 200 | 148 | 5.216 | 0.163 | B-4へ流入 |
| | B-4 | 1130.00 | 17003.00 | 0.6 | 145.71 | 0.027 | 0.412 | 300 | 190 | 7.980 | 0.564 |
| C | C-1 | 899.00 | 0.6 | 145.71 | 0.022 | | 200 | 242 | 6.670 | 0.209 | C-3へ流入 |
| | C-2 | 1362.00 | 0.6 | 145.71 | 0.033 | | 200 | 49 | 3.0000 | 0.094 | C-3へ流入 |
| | C-3 | 7795.00 | 10056.00 | 0.6 | 145.71 | 0.189 | 0.244 | 300 | 263 | 9.3890 | 0.663 |
| D | D-1 | 1928.00 | 0.6 | 145.71 | 0.047 | | 200 | 50 | 3.031 | 0.095 | D-6へ流入 |
| | D-2 | 832.00 | 0.6 | 145.71 | 0.02 | | 200 | 50 | 3.031 | 0.095 | D-6へ流入 |
| | D-3 | 1795.00 | 0.6 | 145.71 | 0.044 | | 200 | 50 | 3.031 | 0.095 | D-6へ流入 |
| | D-4 | 4097.00 | 0.6 | 145.71 | 0.099 | | 200 | 226 | 6.445 | 0.202 | D-6へ流入 |
| | D-5 | 3205.00 | 0.6 | 145.71 | 0.078 | | 200 | 64 | 3.429 | 0.107 | D-6へ流入 |
| | D-6 | 10136.00 | 21993.00 | 0.6 | 145.71 | 0.246 | 0.953 | 500 | 176 | 11.075 | 2.174 |
| E | E | 7203.00 | 0.6 | 145.71 | 0.175 | 0.175 | 300 | 7 | 5.113 | 0.361 | D-6へ流入 |

の排水計算はクッター公式を使用

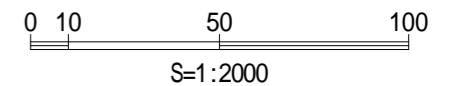


図4-1-11 暗渠排水計画平面図

(11) 切土・盛土の施工に関する留意点 (ICT 技術の活用)

1) 高盛土の安全性に配慮した事項

各種法令や基準を遵守した安全な盛土計画とする。なお安全性については都市計画法第 29 条の発行行為及び宅地造成法等の許可手続きの中で許可権者と協議している。

2) ICT を活用し安全性の高い盛土の施工管理

盛土の施工における安全管理及び品質管理で、最も重要なのが施工管理である。今回のパンダフィールドプロジェクトでは、最新の ICT (情報通信技術) 技術の導入を予定している。これにより大きなメリットとして下記の 4 つが見込まれる。

① より安全な施工

建設現場には多くの危険が潜んでいる。スマートコンストラクションでは、設計面に沿って自動制御される ICT 建機で施工するため、作業員の丁張の設置作業や、刃先位置確認作業が必要なくなり、より安全に施工を進める事ができる。

② 労働力不足の解消

施工に関わる様々な確認作業が減り、1 日当たりの施工量の増加が見込まれる。それに伴い、工期が短縮し必要となる人数の減少に繋がる。また、ICT 建機の自動制御により、経験の浅いオペレーターでも精度の高い施工が可能となり、オペレーター不足も解消できる。

③ 生産性の向上

現場で必要となる作業員や、オペレーターの人数・建設機械の稼働日数が減少する。少ない人数で効率的に現場を進める事ができる。

④ I-Construction に準拠

2016 年 4 月より国土交通省は、測量から検査に至るまで全ての建設生産プロセスで、ICT 等を活用する「i-Construction」を推進しています。これにより施工の見える化を進め、安定した品質を得ることができる。

以上のことから安全管理・施工管理の見える化を推進し、安定した品質を実現する。

3) ICT を活用した安全性の高い施工フロー例



4) ICT を活用した安全性の高い施工イメージ図

ローカライズ (緯度、経度、ジオイド高さ取得)

戴いた基準点座標の緯度経度の情報を取得する。

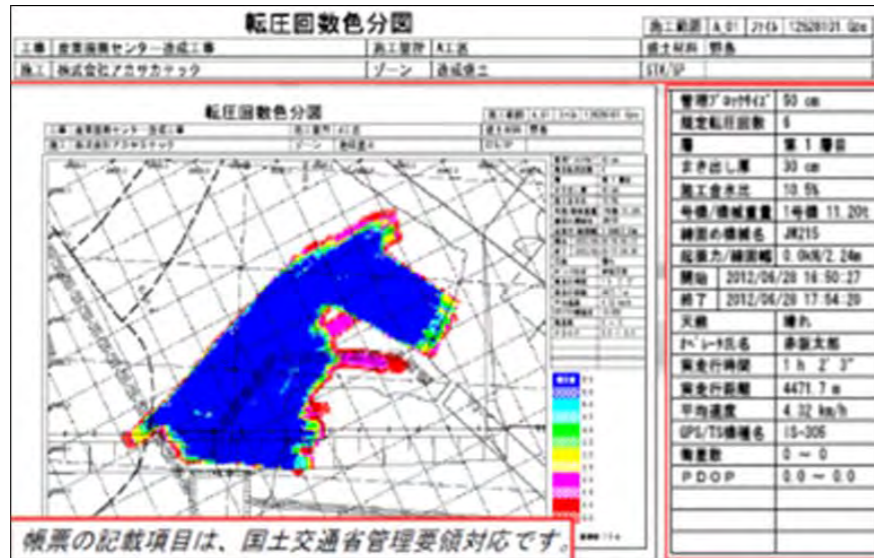
取得データを建機に転送することで自分の位置を把握することができます。

| 取得した経度、緯度、高さ | |
|--------------|-------------------|
| WGS84緯度 | N38°26'32.32077" |
| WGS84経度 | E141°16'57.18165" |
| WGS84高さ | 42.442m |

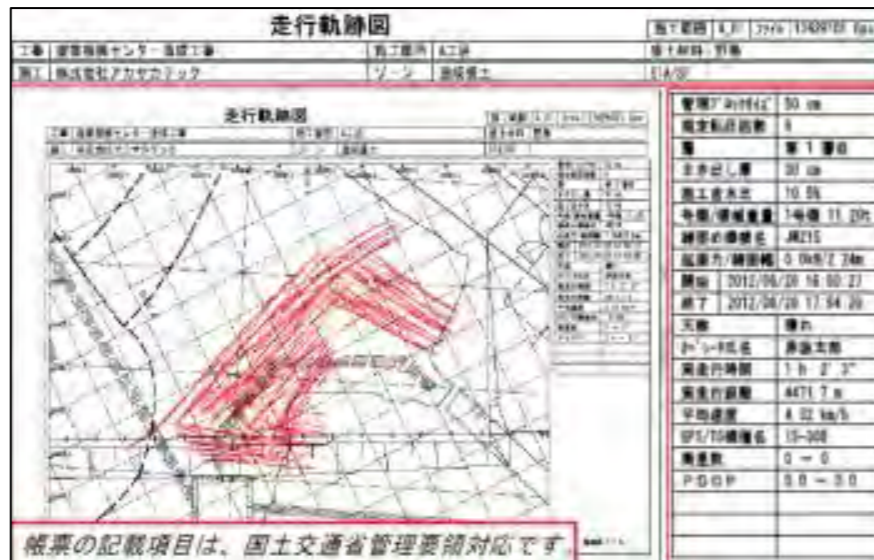
5) ICT活用による盛土転圧による品質管理

盛土の安定性には、切土盛土計画に示した通り 30 cmごとに敷均し転圧を実施する。転圧を実施することにより土砂の圧密度が変わり、雨水等の進入を防ぐことにも繋がる。そこでICT技術を活用し、転圧した場所や転圧回数を見える化することにより、重機のオペレーターの経験や感覚に頼らずに安全な盛土が施工できる。

画面の参考例（転圧回数色分図）



画面の参考例（走行軌跡図）



6) 施工者のICTへの取り組み

施工会社の巴山建設では、測量用のドローンや3DCADソフトを所有し、積極的にICT施工を取り入れている。また現在、東京都建設局発注の関戸橋改修工事（府中市・多摩市を結ぶ多摩川に架かる橋）で、建機メーカーと共同で弊社のドローンや3DCADを利用し、ICT建機を活用しながら施工を進めている。東京都建設局の公共工事で、同程度のICTを活用した工事の事例は殆ど行っていない。

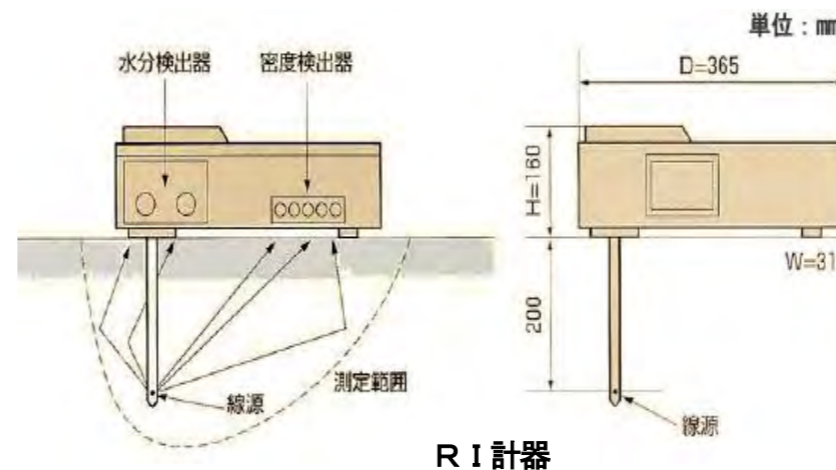
また建設機器の所有については、現在どの建機メーカーもICT建機だけの単独販売は行っておらず、ICTシステムとセットでリースすることが一般的となっている。理由としては、建機メーカーの囲い込み戦略等もあるが、これから移动通信システムが4Gから5Gに代わることや、日々ICT技術が大きく変化していて、現在の技術よりも大幅に能力が向上することが確実であり、現在のICT建機技術は、まだ試験段階で販売というよりは建機メーカーと巴山建設でデモ施工をしている段階である。

(12) 盛土の品質管理

盛土の品質管理で最も重要な工種は、盛土の締め固めです。締め固めが不十分であると盛土崩壊に最も繋がります。そこで盛土の締め固めが適切に施工されているか確認する為に、密度試験を実施し品質管理に努めます。

その密度試験の方法は、道路土工でも一般的に使用されているRI（ラジオイントロブ）計器を使用して、品質管理を実施する予定です。RIの管理方法は、下記の通りとします。

- ① 管理基準値としては、RI計器による管理は、1管理単位当たりの測定値の平均値で行う。尚、管理基準値は、1管理単位当たりの締め固め度の平均値が90%以上とする。
- ② 測定位置の間隔の目安として、国交省の指針では、0~500㎡に5か所、500~1000㎡に10か所、1000~2000㎡に15か所とある為（次項に添付）、100㎡（10m×10m）に1点の割合で、厚さ30cm毎に測定位置を決定する。
- ③ 試験結果はデータとして残し、基準値以下の値が発生した場合は、基準値まで盛土の締め固めを再施工します。またその原因を追究し再発防止に努めます。



RI計器



RI計器による試験方法

(13) 雨水排水処理 (PH 処理装置・六価クロム対策)

円弧滑り計算結果により、本事業では所定の値を得るために、盛土材を一定程度改良する必要がある。そのため工事中に、雨水排水等の PH 値がアルカリ性になる可能性がある。それを中和反応によって中性値域にして排水する対策が必要である。そこで一般的な土木工事で採用されている、PH 処理装置【環境に配慮して炭酸ガス方式(二酸化炭素)とした。】を設置し環境基準値以下の水を排水する。

なお、現況の兵衛川の PH 値は、八王子市 2020 年環境白書により PH 値 8.0 であった、改良土が風化により劣化する事は考え難いが、工事中から工事完了まで、また完了後も継続して水質調査を行い、PH 値が環境基準値以上となり、周辺に影響を起さぬよう管理監視を行う。

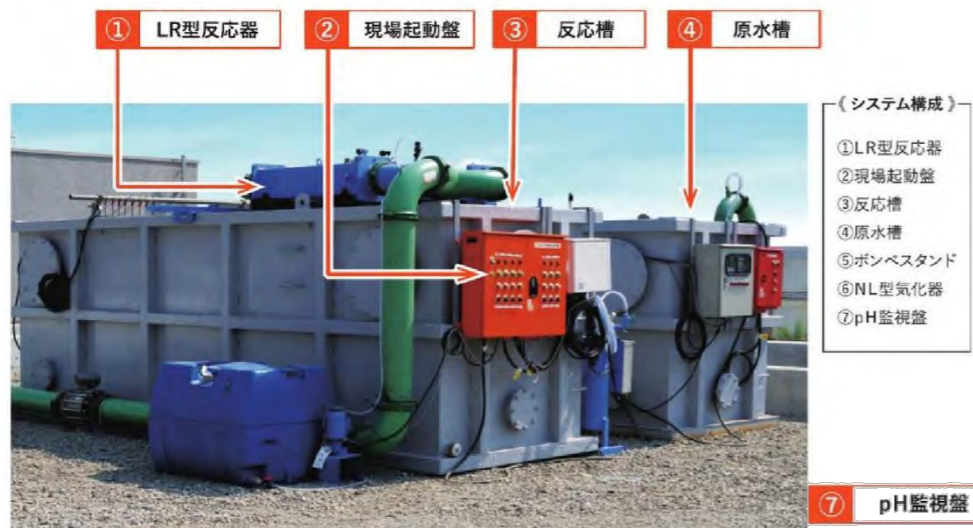
また六価クロムの溶出を土壤環境基準値以下に抑える為、固化材と土質の相性を、溶出試験を実施して確認し、六価クロム溶出量が土壤環境基準値以下となる固化材を使用する。計画では高炉セメント B 種の使用を予定している。



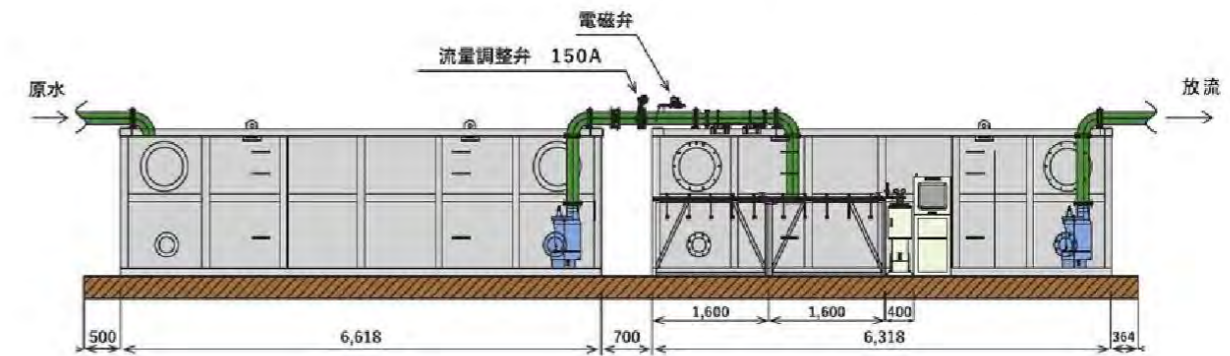
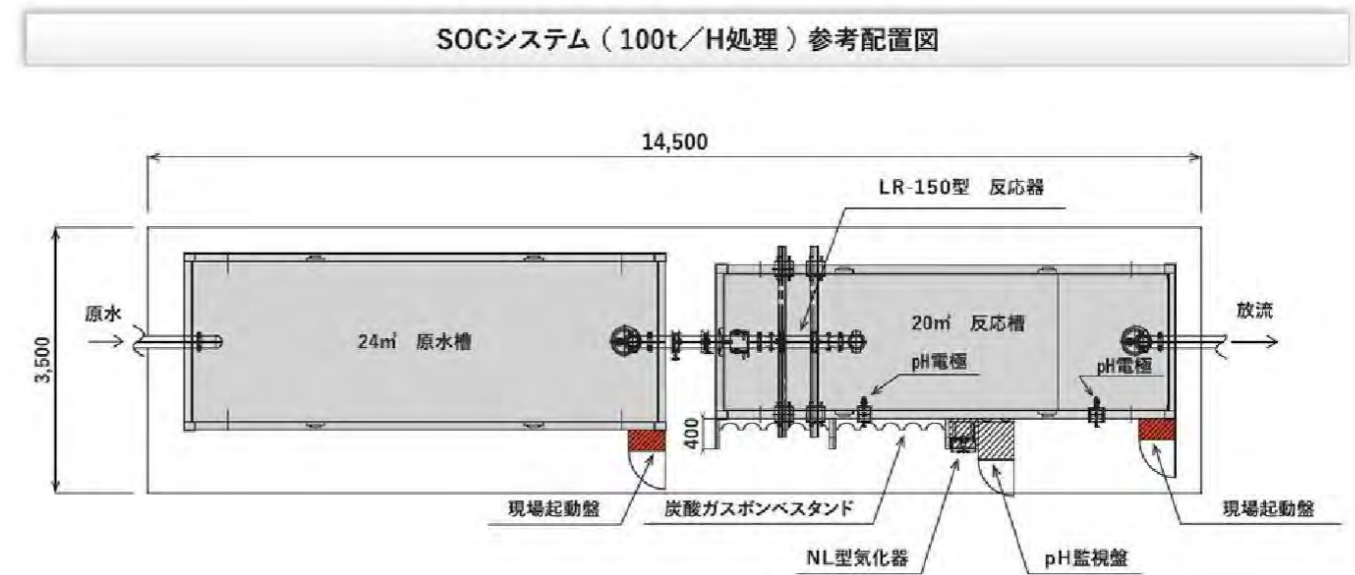
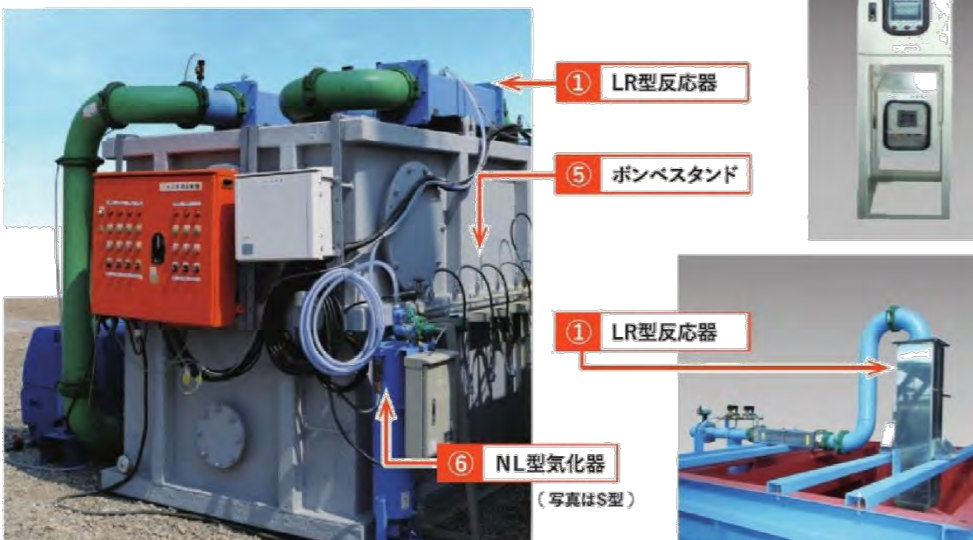
05 処理 | 大容量 pH 中和処理装置 SOC システム 炭酸ガス式

処理量
60~3000m³/h

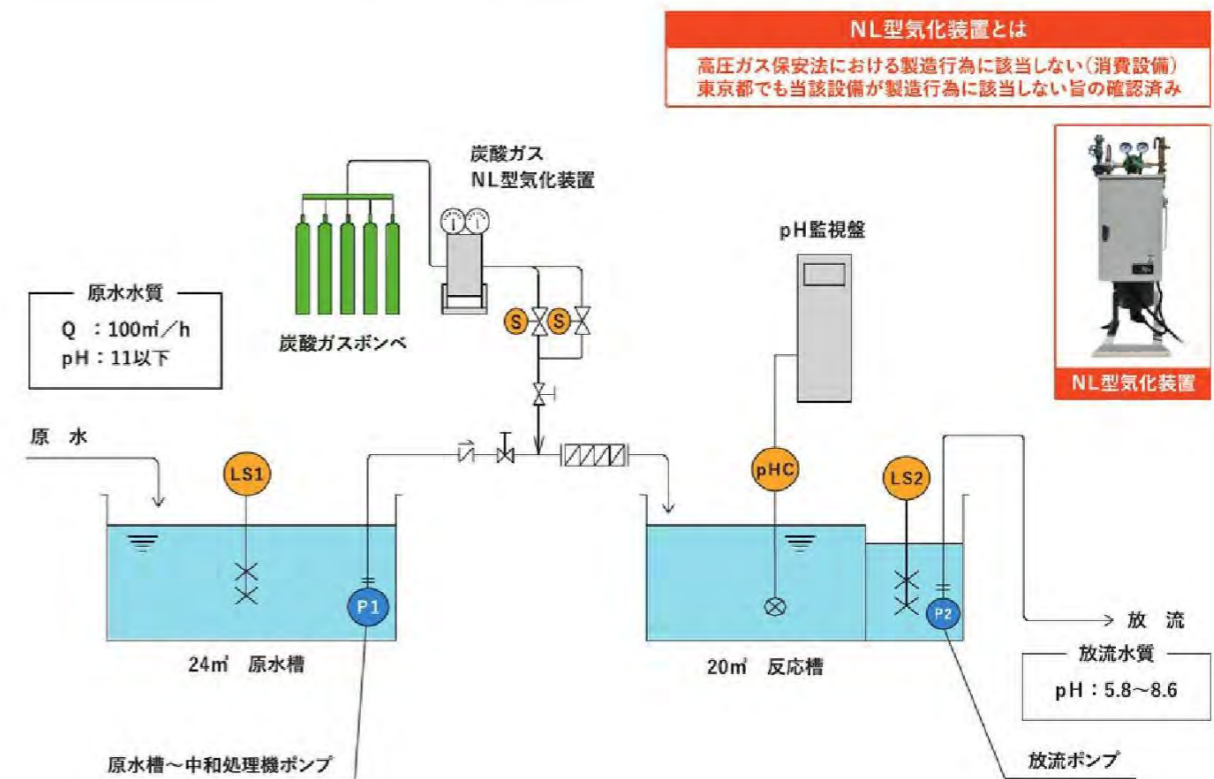
排水の処理量に合わせて、オーダーメイドで計画設計を行い最善の処理プラントをご提案させていただきます。



- (システム構成)
- ① LR型反応器
 - ② 現場起動盤
 - ③ 反応槽
 - ④ 原水槽
 - ⑤ ポンベスタンド
 - ⑥ NL型気化器
 - ⑦ pH監視盤



SOCシステム (100t/H処理) 参考フロー図



(14) 動態観測の計画

1) 観測計画の検討

高盛土や長大法面の施工では、動態観測をして施工中・施工後の挙動を把握し、施工の円滑化を図る。施工における懸念事項と観測内容を表 4-1-8 の通り整理し、設置予定位置を次項に示した。

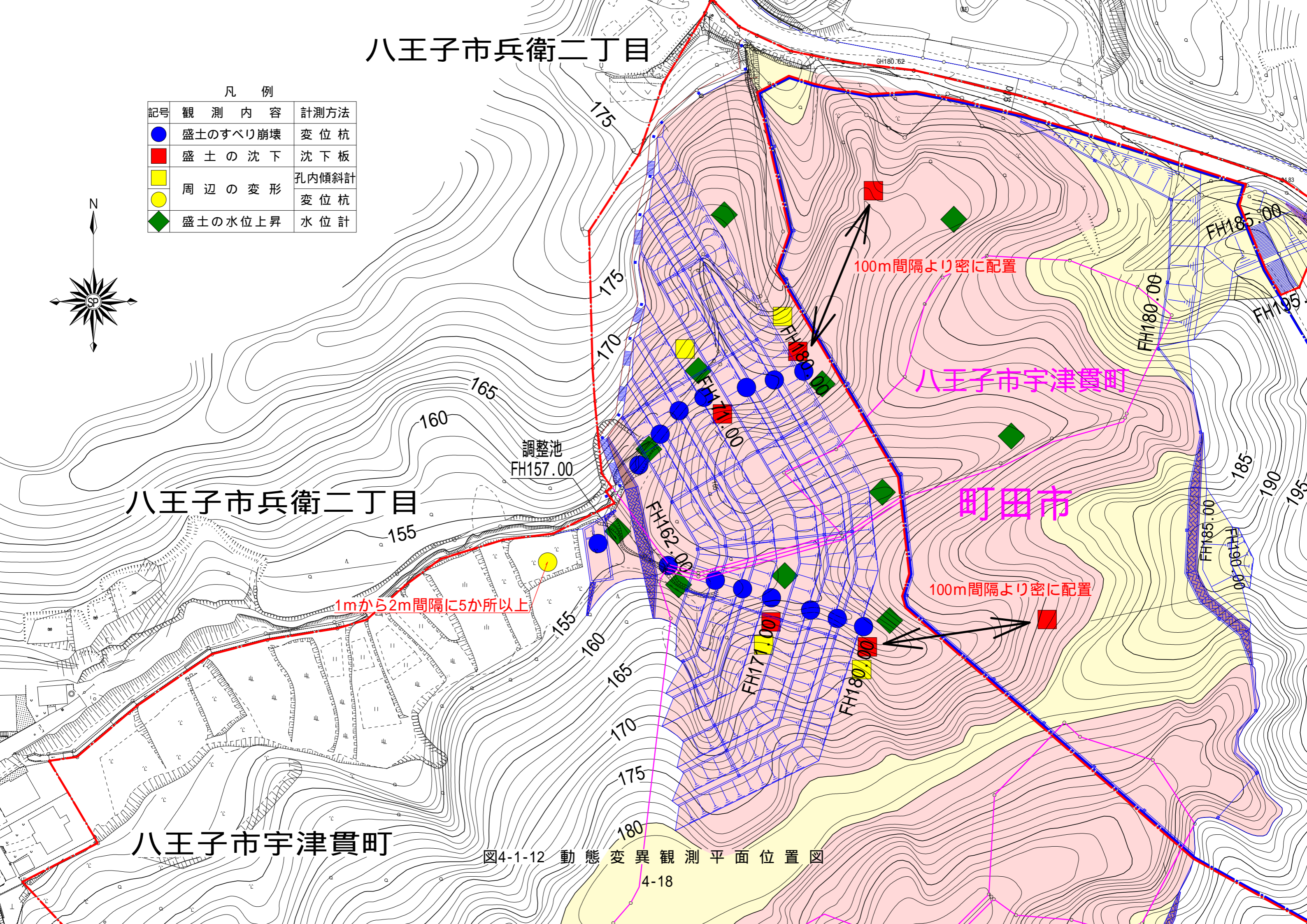
表 4-1-8

| 対象構造 | 番号 | 懸念事項 | 観測内容 | 目的 | 計測頻度 | | 計測期間 | 実施間隔 |
|------|--------|---------------|--------------------------------|------------------------|---------------|------|---|---|
| | | | | | 施工中 | 施工後 | | |
| 高盛土 | ① | 盛土のすべり破壊 | 変位杭 | 法面の変位把握 | 1回/日 | 1回/月 | 工事完了後 1年間 | <ul style="list-style-type: none"> 谷筋に1測線以上を設置する。 法面の各小段に法肩に設置する。 |
| | ② | 盛土の沈下 | 沈下板 | 基礎地盤と盛土の沈下把握 余盛量の把握 | 1回/日 | 1回/月 | 工事完了後 1年間 | <ul style="list-style-type: none"> 谷筋に1側線以上を設置する。 法肩天端に最低100m間隔よりも密に設置する。 盛土厚10m毎に設置する。 |
| | ③ | 周辺の変形 | 孔内傾斜計 | 地盤内変位の把握 | 1回/日 | 1回/月 | 工事完了後 1年間 | <ul style="list-style-type: none"> 法肩付近で谷筋に1箇所以上設置する。 |
| | | | 変位杭 | 法尻先の地表変位の把握 | | | | <ul style="list-style-type: none"> 法尻から軟弱層厚の2倍の範囲を計測対象とする。 ※周面の変形が考えられる一般的な経験による範囲。 (道路土工一般軟弱地盤対策工指針により) 1m~2mの間隔で5箇所以上を設置する。 |
| | ④ | 盛土の水位上昇 | 水位計 | 盛土内の水位把握 | 1回/時間 | | 工事完了後 1年間 | <ul style="list-style-type: none"> 谷筋、台地の淵に沿って設置する。 法肩天端に最低100m間隔よりも密に設置する。 盛土厚10m毎に10mのストレーナ区間を設けて設置する。 上記に限らず、盛土内に沢水が流入するような場所にも設置する。 |
| | ⑤ | 盛土の強度確認 | ボーリング調査 (標準貫入試験) | 盛土の強度把握 宅盤の支持力推定 | 1回/盛土 高10m | 引渡し前 | — | <ul style="list-style-type: none"> 盛土高10m完成ごとに1回実施する。 |
| ⑥ | 土砂の過不足 | ドローンによる測 量 | 地形変化の把握 工程進捗の確認 土量変化率の把握 | 計3回程度 | 計1回 | — | <ul style="list-style-type: none"> 工事範囲全体を対象とする。 工事進捗に応じて計3回程度実施する。 | |
| 切土法面 | ⑦ | 法面のすべり破壊 | 孔内傾斜計 | 切土法面の地盤内変位の把握 | 1回/日 | 1回/月 | 工事完了後 1年間 | <ul style="list-style-type: none"> 法肩付近に1箇所以上を設置する。 法面に対して3測点以上を設置する。 |
| | | | 変位杭 | 切土法面の地表変位の把握 | | | | <ul style="list-style-type: none"> 法面の各小段法肩に設置する。 法面に対して3測点以上を設置する。 |
| 全体 | ⑧ | 集中豪雨 | 雨量計 | 対象地の雨量観測 | 自動 | | 工事完了後 1年間 | <ul style="list-style-type: none"> 事務所で計測する。 |

※観測の結果異常が確認された場合は、国土交通省の「大規模盛土造成の滑動崩落対策推進ガイドライン及び同解説 平成27年5月」を参考にして、
現地確認→原因究明→有事に備えた対策工法の検討→対策工実施を速やかに行い、盛土の崩壊抑制及び抑止を行う。

八王子市兵衛二丁目

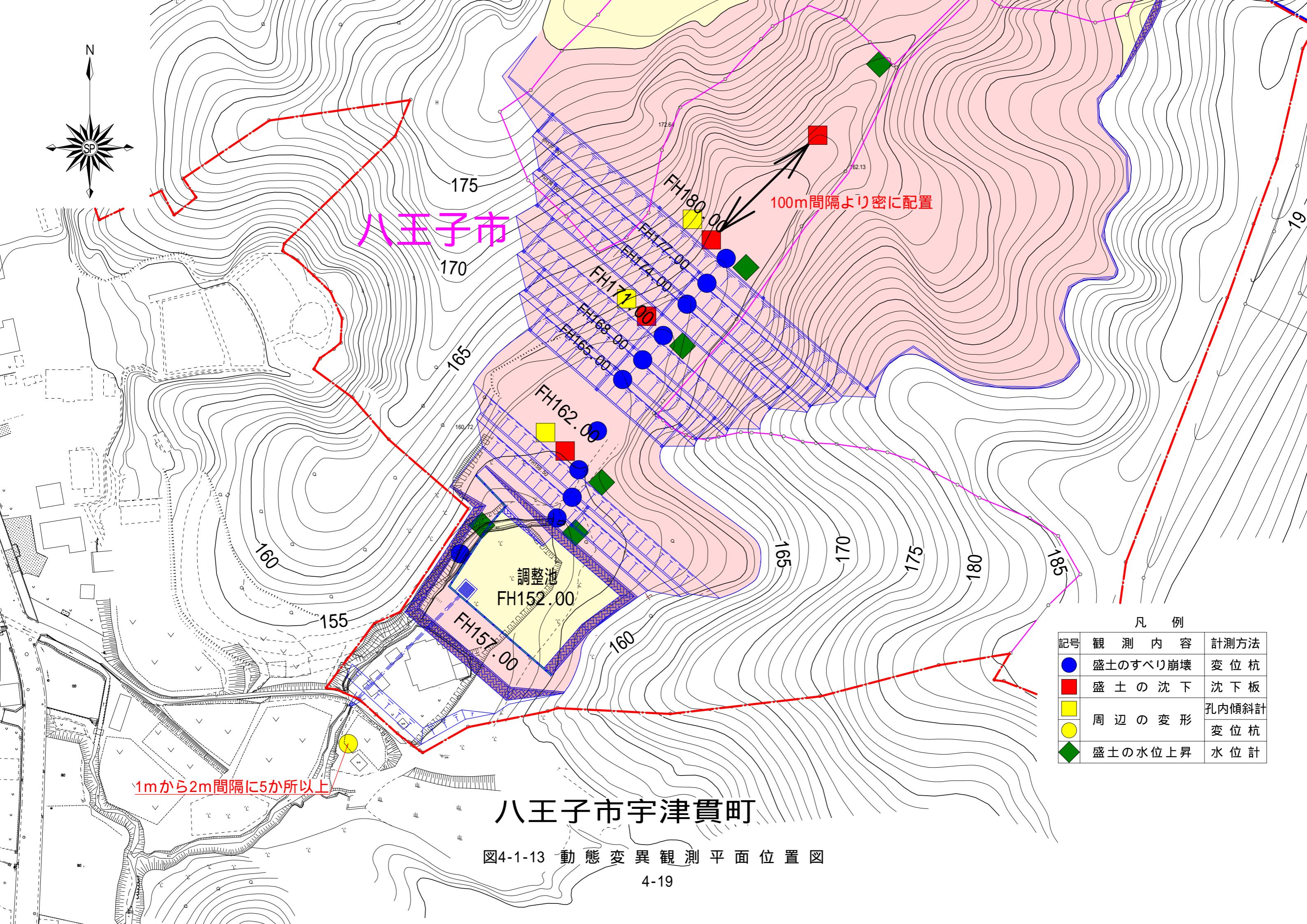
| 凡 例 | | |
|-----|----------|-------|
| 記号 | 観 測 内 容 | 計測方法 |
| ● | 盛土のすべり崩壊 | 変位杭 |
| ■ | 盛土の沈下 | 沈下板 |
| ■ | 周辺の変形 | 孔内傾斜計 |
| ● | | 変位杭 |
| ◆ | 盛土の水位上昇 | 水位計 |



八王子市兵衛二丁目

八王子市宇津貫町

図4-1-12 動態変異観測平面位置図



八王子市

調整池
FH152.00

FH157.00

FH162.00

FH165.00

FH168.00

FH174.00

FH180.00

100m間隔より密に配置

1mから2m間隔に5か所以上

凡例

| 記号 | 観測内容 | 計測方法 |
|----|----------|-------|
| ● | 盛土のすべり崩壊 | 変位杭 |
| ■ | 盛土の沈下 | 沈下板 |
| ■ | 周辺の変形 | 孔内傾斜計 |
| ● | | 変位杭 |
| ◆ | 盛土の水位上昇 | 水位計 |

八王子市宇津貫町

図4-1-13 動態変異観測平面位置図

【検討に使用した土質定数値】

| 地層名 | 記号 | 単位体積重量 kN/m ³ | 粘着力 c kN/m ² | 内部摩擦角 度 | |
|-------------|------------|-----------------------------|----------------------------|------------|----|
| 盛土層 | B | 14 | 90,50 | 20 | |
| 沖積粘性土層 | Ts | 15 | 27 | 2 | |
| 沖積砂質土層 | As | 17 | 0 | 21 | |
| ローム層 | Lm | 15 | 64 | 10 | |
| 上総層群 平山層 | 第一粘性土層 | Hrc-1 | 18 | 110 | 0 |
| | 第一砂質土層 風化部 | Hrs-1(w) | 17 | 0 | 25 |
| | 第一砂質土層 | Hrs-1 | 19 | 0 | 30 |
| | 第二粘性土層 | Hrc-2 | 18 | 500 | 0 |
| | 第一礫質土層 | Hrg-1 | 21 | 0 | 40 |
| | 第二砂質土層 風化部 | Hrs-2(w) | 17 | 0 | 25 |
| | 第二砂質土層 | Hrs-2 | 19 | 0 | 30 |
| | 第二礫質土層 | Hrg-2 | 19 | 0 | 35 |
| | 第三砂質土層 風化部 | Hrs-3(w) | 17 | 0 | 25 |
| 第三砂質土層 | Hrs-3 | 19 | 0 | 30 | |
| 第三礫質土層 | Hrg-3 | 21 | 0 | 40 | |

盛土層の粘着力cは1-1断面は90kN/m²に、A-A,B-B断面では70kN/m²に改良する。
 Ts層の粘着力cは1-1断面は90kN/m²に、A-A,B-B断面では70kN/m²に改良する。
 1-1断面に分布するAs層の粘着力cはB,Tsと同様の改良強度で検討。

凡 例

| 記号 | 観 測 内 容 | 計測方法 |
|----|----------|-------|
| ● | 盛土のすべり崩壊 | 変位杭 |
| ■ | 盛土の沈下 | 沈下板 |
| □ | 周辺の変形 | 孔内傾斜計 |
| ○ | | 変位杭 |
| ◆ | 盛土の水位上昇 | 水位計 |

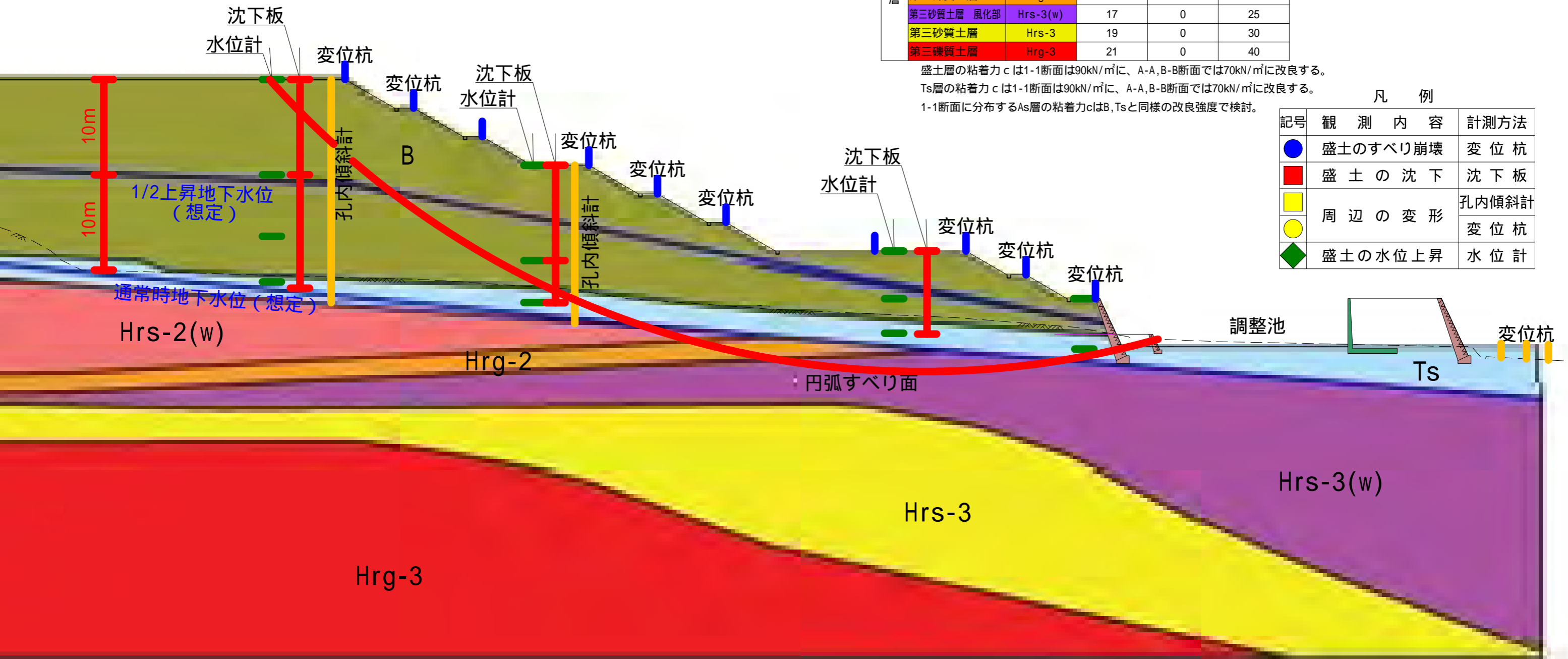


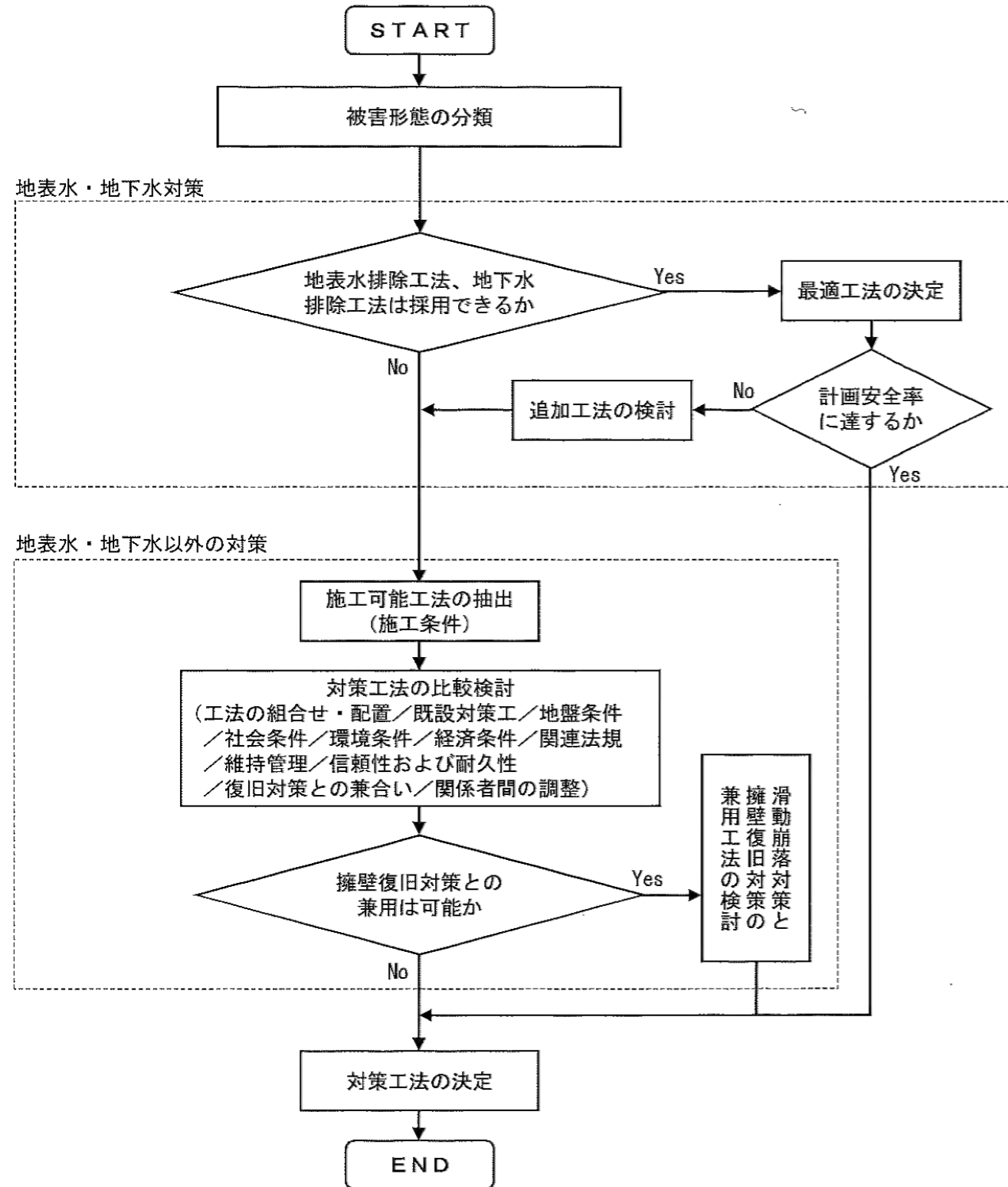
図4-1-14 動態観測計器位置概略断面図

2) 有事に備えた対策工法の検討

対策工法は以下の事項を総合的に検討し選定する。

- (1) 要求性能、(2) 被害形態、(3) 地表水・地下水対策とそれ以外の対策の組み合わせ、
- (4) 施工条件、(5) 既設対策工の評価、(6) 地盤条件、(7) 社会的条件、(8) 環境条件、
- (9) 経済条件、(10) 関連法規、(11) 維持管理、(12) 信頼性および耐久性、
- (13) 復旧対策との兼ね合い、(14) 関係者間の調整

滑動崩落対策工法の選定フローを以下に示す。



3) 対策工法の例

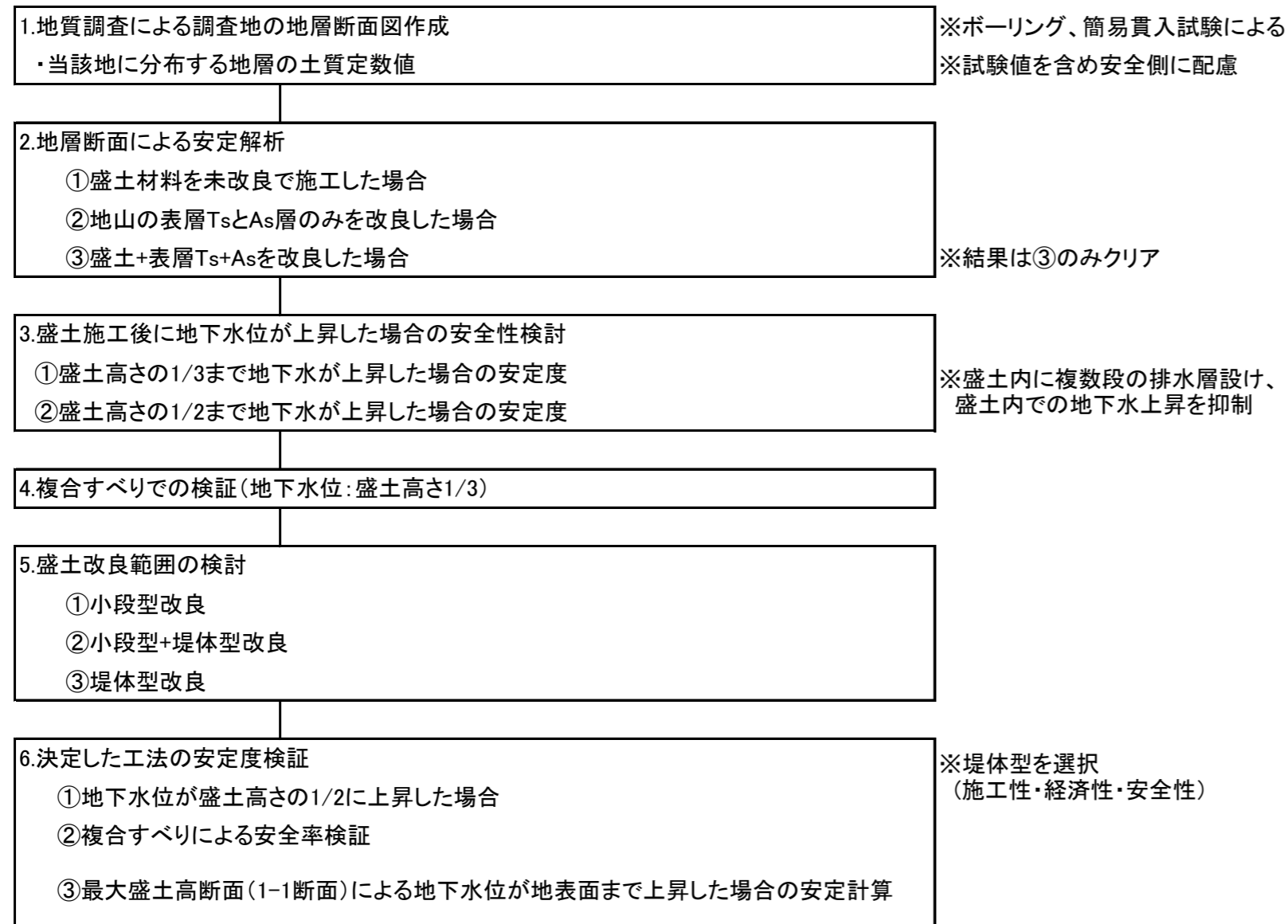
下記に観測で異常が確認され、抑止抑制が必要と判断した場合の対策工法の例を記載する。

| 観 測 | | 対 策 | |
|-------------------|--------------|-------------|-----------------------------|
| 観測内容 | 計測方法 | 対策工法の種類 | 対策工の例 |
| 盛土のすべり崩壊 周辺の変形 | 変位杭 孔内傾斜計 | 押え盛土工法 | 盛土工 |
| | | 固結工法 | 深層混合処理工 中層混合処理工 グラウト工 |
| | | 抑止杭工法 | 鋼管杭工 H鋼杭工 鉄筋コンクリート杭工 |
| | | グラウンドアンカー工法 | グラウンドアンカー工 |
| | | 地山補強土工法 | 鉄筋挿入工 |
| | | 矢板工法 | 鋼矢板工 |
| 盛土の沈下 | 沈下版 | 固結工法 | 深層混合処理工 中層混合処理工 グラウト工 |
| | | 抑止杭工法 | 鋼管杭工 H鋼杭工 鉄筋コンクリート杭工 |
| | | 矢板工法 | 鋼矢板工 |
| 盛土の水位上昇 | 水位計 | 地表水排除工法 | 水中ポンプ圧送工 |
| | | 地下水排除工法 | 横ボーリング工 |

上記の例を参考に現場の状況をよく確認して、周辺に被害を出さないよう迅速に対応する。また、東京都への報告期間は、1年間の観測とするが、その後の経過観測や有事の対応は、事業者が責任を持って行う。

盛土の安定検討

本業務における盛土安定検討フロー



【安定検討手法】

安定検討は円弧すべり(一部複合すべりで検証)によるものとした。

1.解析手法:

円弧すべり、最小安全率計算

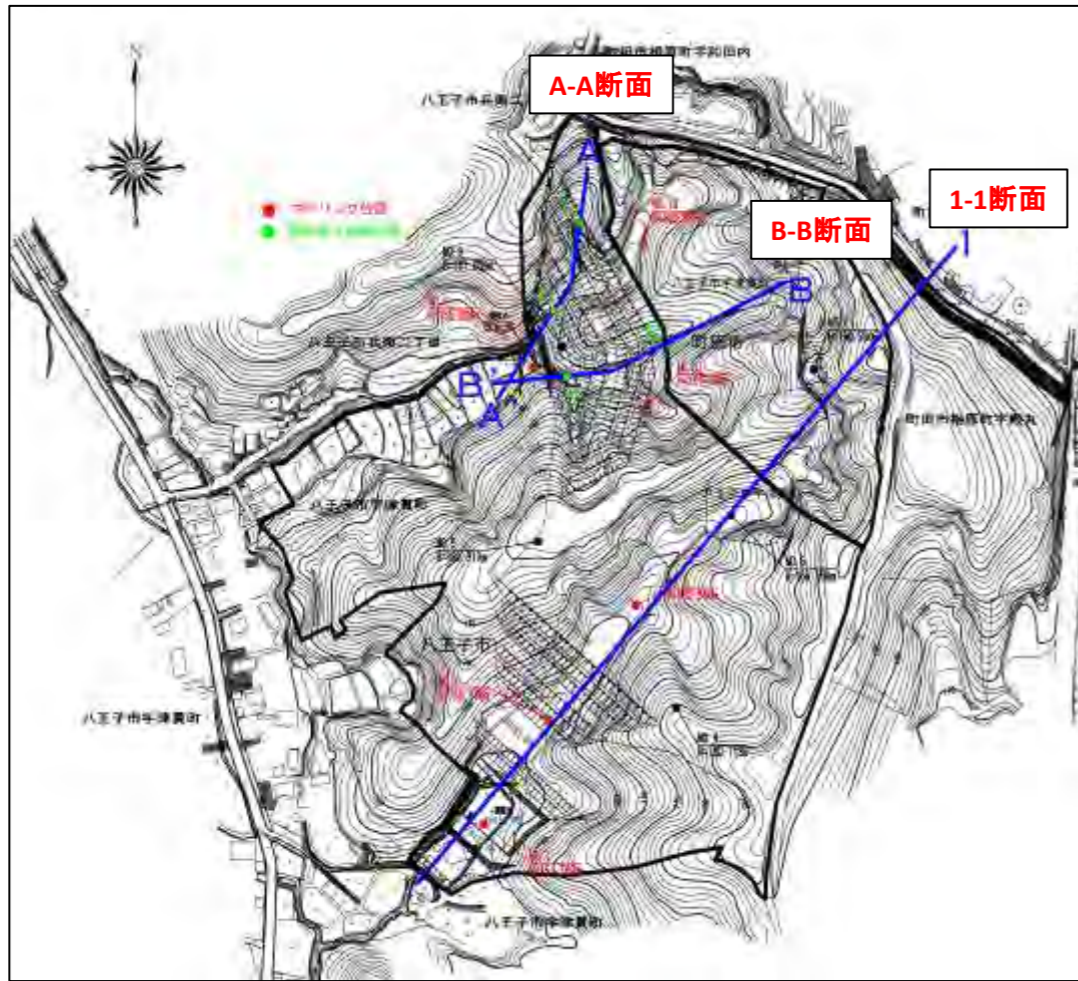
2.計算方法:

道路土工 切土工・斜面安定工指針(平成21年) 有効応力法

3.計算ソフト: 富士通エフアイピー 斜面安定計算システム「COSTANA」v

1.地質調査による調査地の地層断面図作成

盛土の安定検討 沢軸にあたり盛土高が大きい1-1断面、A-A断面、B-B断面により検討した。



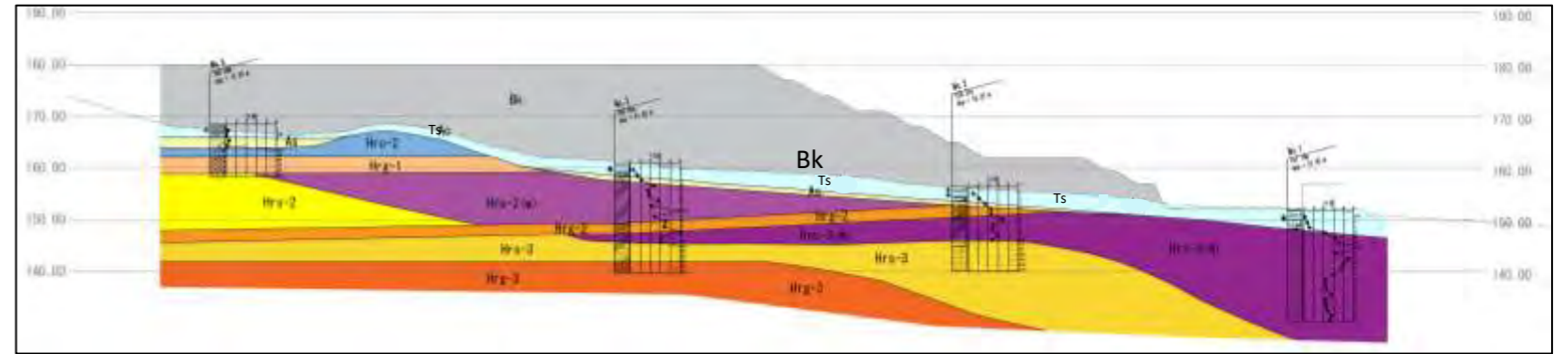
【当該地に分布する地層の土質定数値】
 ※土質定数値の設定は、土質試験の結果と土質試験を行っていないものは、代表N値を指標値として設定した。

| 地層名 | 記号 | 単位体積重量 γ kN/m ³ | 粘着力 c kN/m ² | 内部摩擦角 φ 度 | |
|-------------|------------|-------------------------------|----------------------------|--------------|----|
| 盛土層 | B | 14 | 10 | 20 | |
| 沖積粘性土層 | Ts | 15 | 27 | 2 | |
| 沖積砂質土層 | As | 17 | 0 | 21 | |
| ローム層 | Lm | 15 | 64 | 10 | |
| 上総層群 平山層 | 第一粘性土層 | Hrc-1 | 18 | 110 | 0 |
| | 第一砂質土層 風化部 | Hrs-1(w) | 17 | 0 | 25 |
| | 第一砂質土層 | Hrs-1 | 19 | 0 | 30 |
| | 第二粘性土層 | Hrc-2 | 18 | 500 | 0 |
| | 第一礫質土層 | Hrg-1 | 21 | 0 | 40 |
| | 第二砂質土層 風化部 | Hrs-2(W) | 17 | 0 | 25 |
| | 第二砂質土層 | Hrs-2 | 19 | 0 | 30 |
| | 第二礫質土層 | Hrg-2 | 19 | 0 | 35 |
| | 第三砂質土層 風化部 | Hrs-3(w) | 17 | 0 | 25 |
| | 第三砂質土層 | Hrs-3 | 19 | 0 | 30 |
| | 第三礫質土層 | Hrg-3 | 21 | 0 | 40 |

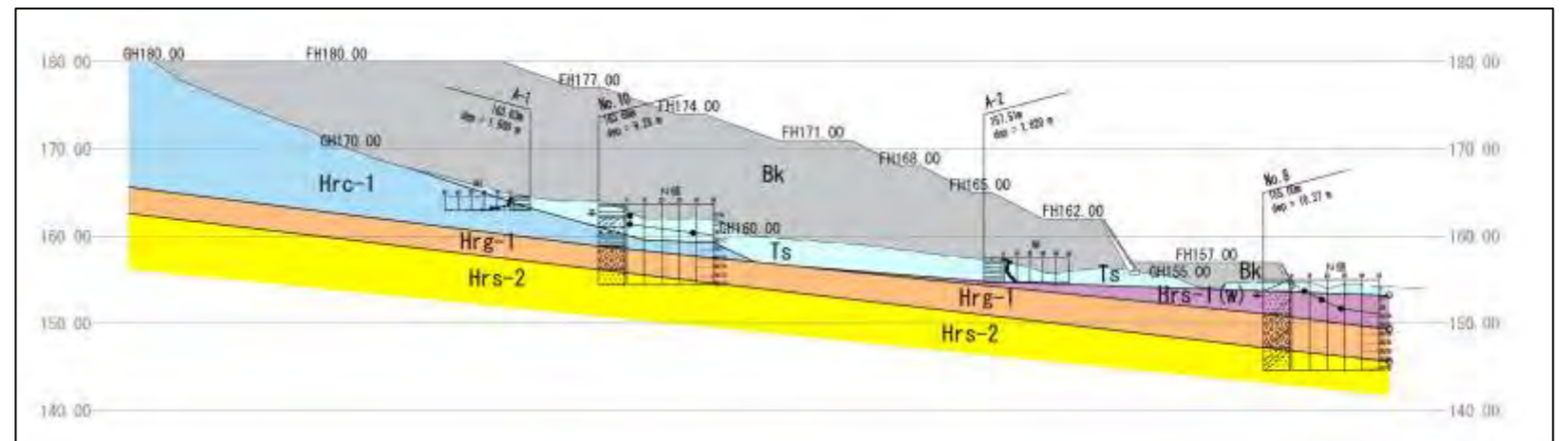
ボーリング調査・簡易貫入試験による地層断面。Bkは将来の盛土。

安定度検討に使用した地層断面は、盛土施工を行う法面下に現存する沢に沿って検討を行った。調整池A側法面は現存する沢2カ所A-A'・B-B'の2断面での安定検討とした。

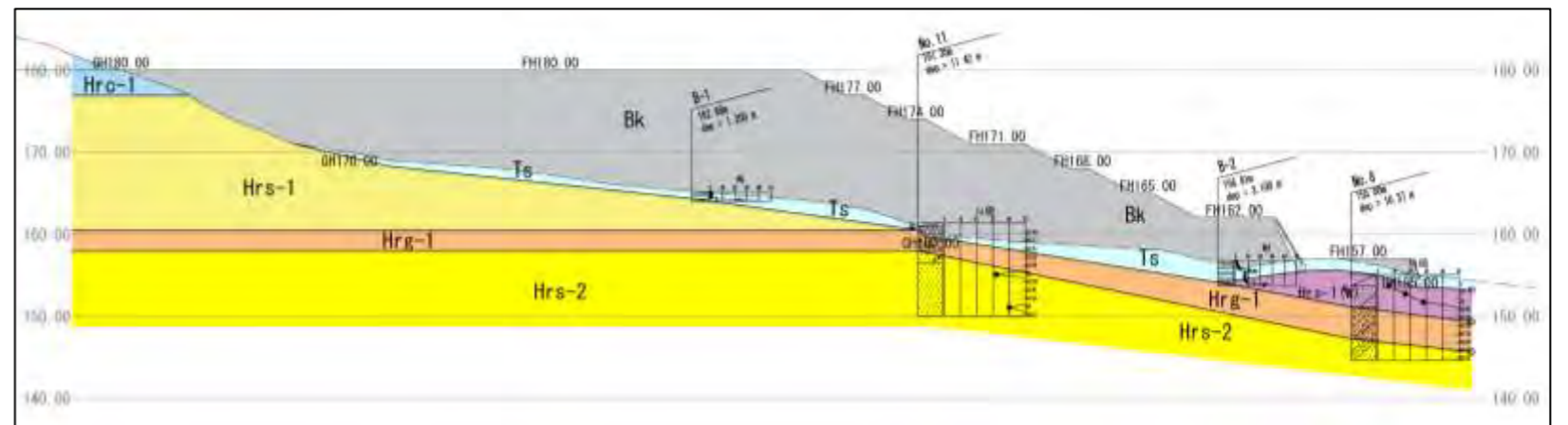
【1-1断面】



【A-A断面】



【B-B断面】



2.地層断面による安定解析

安定解析は下記の3ケース(①盛土を未改良で施工した場合、②現況のTs層、As層のみを改良した場合、③施工する盛土をすべて改良土とした場合)とした。

①盛土を未改良で施工した場合

地山部分は現在安定した斜面であるので、盛土内での安定状態を円弧すべりの検討によりすべりに対する安全率FS、および最小値となるすべり位置を確認した。安全である基準Fsは常時1.50、地震時1.0である。

検討に用いた盛土の性状はロームとし、「道路土工 盛土工指針」に示されている右表の値を用いた(単位体積重量14kN/m³、粘着力c10kN/m²、内部摩擦角20°)。

各土質の物性値「道路土工 盛土工指針」

結果は1-1断面、A-A断面、B-B断面共にでは常時、地震時共に安全率が基準値を下回る結果となった。

【安定計算結果】(検討図p1~p3)

| | 常時 | 判定 | 地震時 | 判定 |
|-------|-------|----|-------|----|
| 1-1断面 | 1.048 | × | 0.576 | × |
| A-A断面 | 1.219 | × | 0.597 | × |
| B-B断面 | 1.26 | × | 0.668 | × |

| 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 ⁽²⁾ | |
|-------|-----------|--------------------------------|---------------|-----------------------------|------------------------|----------|
| 盛土 | 礫および礫まじり砂 | 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} | |

②地山の表層Ts層(表土・沖積粘性土層・斜面堆積物)とAs層(沖積砂質土層)のみを改良した場合

盛土は改良しない材料をそのまま用い、Ts層、As層のみを粘着力c=90~100kN/m²に強度増加(改良)した場合の安全率を確認した。

結果は下表に示すようにA-A断面、B-B断面では常時の安全率はクリアしたが、他は基準値を下回る結果となった。

【安定計算結果】(検討図p4~p6)

| | 常時 | 判定 | 地震時 | 判定 |
|-------|-------|----|-------|----|
| 1-1断面 | 1.314 | × | 0.718 | × |
| A-A断面 | 1.889 | ○ | 0.929 | × |
| B-B断面 | 1.552 | ○ | 0.843 | × |

| 地層名 | 記号 | 単位体積重量 γ kN/m ³ | 粘着力 c kN/m ² | 内部摩擦角 φ 度 | |
|-------------|---------------|-------------------------------|----------------------------|--------------|----|
| 盛土層 | B | 14 | 10 90, 50 | 20 | |
| 沖積粘性土層 | Ts | 15 | 27 90, 50 | 2 | |
| 沖積砂質土層 | As | 17 | 0 90 | 21 | |
| ローム層 | Lm | 15 | 64 | 10 | |
| 上総層群 平山層 | 第一粘性土層 | Hrc-1 | 18 | 110 | 0 |
| | 第一砂質土層 | 風 Hrs-1(w) | 17 | 0 | 25 |
| | 第一砂質土層 | Hrs-1 | 19 | 0 | 30 |
| | 第二粘性土層 | Hrc-2 | 18 | 500 | 0 |
| | 第一礫質土層 | Hrg-1 | 21 | 0 | 40 |
| | 第二砂質土層 風化部 | Hrs-2(w) | 17 | 0 | 25 |
| | 第二砂質土層 | Hrs-2 | 19 | 0 | 30 |
| | 第二礫質土層 | Hrg-2 | 19 | 0 | 35 |
| | 第三砂質土層 風化部 | Hrs-3(w) | 17 | 0 | 25 |
| | 第三砂質土層 | Hrs-3 | 19 | 0 | 30 |
| 第三礫質土層 | Hrg-3 | 21 | 0 | 40 | |

③盛土+表層Ts層(表土・沖積粘性土層・斜面堆積物)+As層(沖積砂質土層)を改良した場合

・改良強度は粘着力c=90kN/m²(1-1断面)、50kN/m²(A・B断面)に強度増加(改良)した場合の安全率を確認した。

・地下水位は原地盤の通常時の地下水とした。

【安定計算結果】(検討図p7~p9)

| | 改良強度 粘着力c kN/m ² | 常時 | 判定 | 地震時 | 判定 |
|-------|--------------------------------|-------|----|-------|----|
| 1-1断面 | 90 | 2.201 | ○ | 1.071 | ○ |
| A-A断面 | 50 | 2.334 | ○ | 1.171 | ○ |
| B-B断面 | 50 | 2.275 | ○ | 1.239 | ○ |

※盛土層の粘着力cは1-1断面は90kN/m²に、A-A、B-B断面では50kN/m²に改良として検討。

※Ts層の粘着力cは1-1断面は90kN/m²に、A-A、B-B断面では50kN/m²に改良として検討。

※1-1断面に分布するAs層の粘着力cはB、Tsと同様の改良強度90kN/m²で検討。

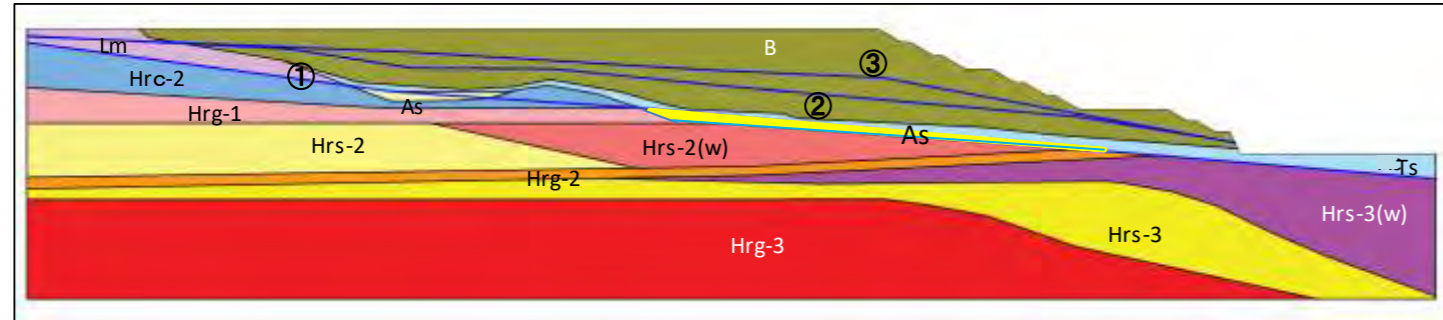
3.盛土施工後に地下水位が上昇した場合の安全性検討

施工後の地下水上昇は①の通常時に対して②盛土高さの1/3まで上昇した場合、③盛土高さの1/2まで上昇した場合の①、②の2ケースとした。

・十分な排水計画を検討している為、また、盛土材の地盤改良により地下への浸透量が少ないと考え、飽和層の天端は下流に向かって下がっていく事とした。

・1/2水位・1/3水位での検討は、八王子市大規模造成懇談会での過去の事例に倣って行っている。

【1-1断面】

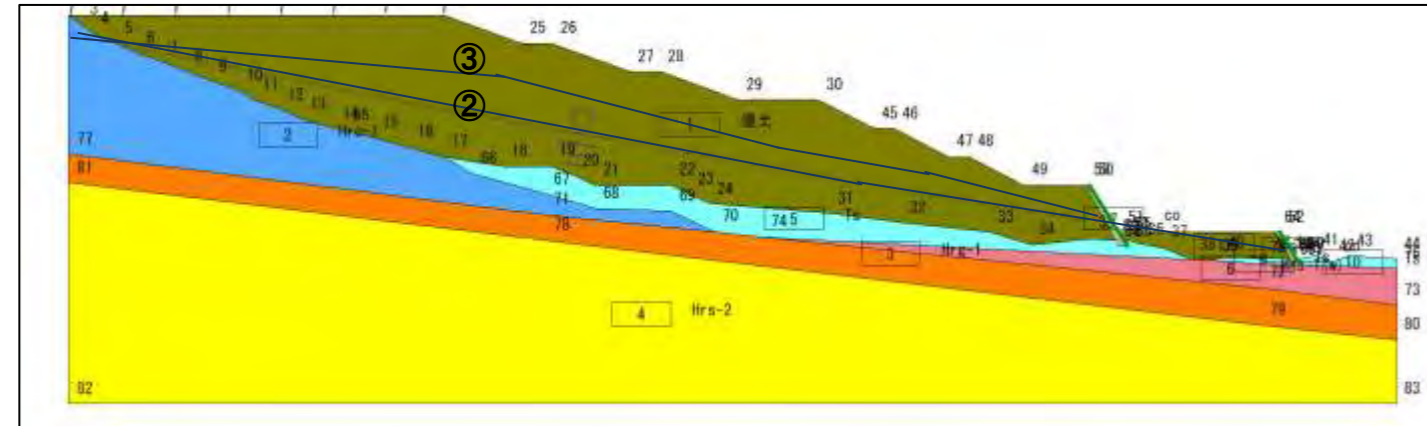


①盛土高さの1/3まで地下水が上昇した場合の安定度

【安定計算結果】

| | 改良強度 粘着力c kN/m ² | 常時 | 判定 | 地震時 | 判定 |
|-------|-----------------------------------|-------|----|-------|----|
| 1-1断面 | 90 | 2.201 | ○ | 1.071 | ○ |
| A-A断面 | 50 | 2.254 | ○ | 1.131 | ○ |
| B-B断面 | 50 | 2.183 | ○ | 1.187 | ○ |

【A-A断面】

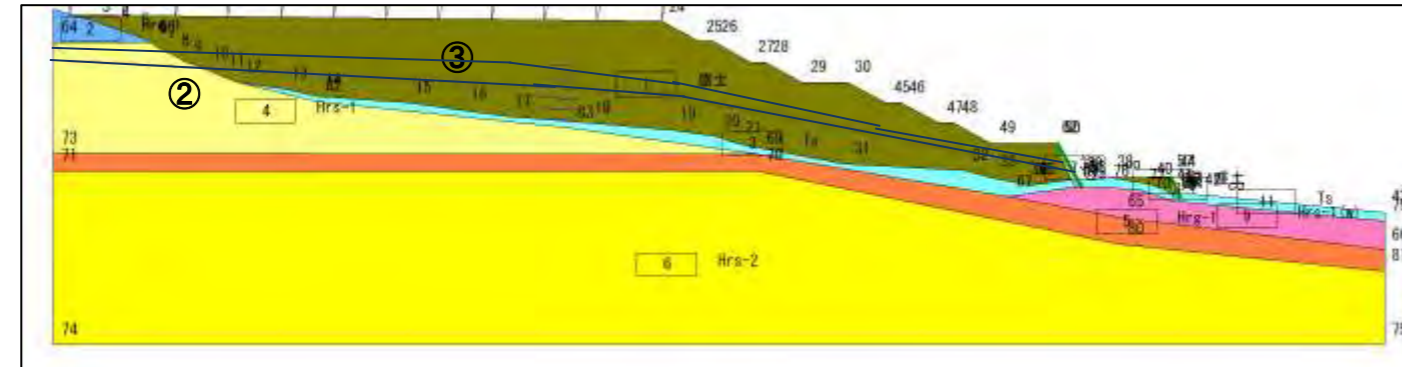


②盛土高さの1/2まで地下水が上昇した場合の安定度

【安定計算結果】

| | 改良強度 粘着力c kN/m ² | 常時 | 判定 | 地震時 | 判定 |
|-------|-----------------------------------|-------|----|-------|----|
| 1-1断面 | 90 | 2.097 | ○ | 1.004 | ○ |
| A-A断面 | 50 | 2.166 | ○ | 1.084 | ○ |
| B-B断面 | 50 | 1.990 | ○ | 1.023 | ○ |

【B-B断面】



【結果】

1.1-1断面：地下水位が盛土の1/3または1/2まで上昇しても安全率は確保できる。

2.A-A断面、B-B断面：共に地下水位が盛土の1/3または1/2まで上昇しても安全率は確保できる。

3.当計画は、盛土内の複数段の排水層設置により地下水が滞留することがないように構造としている。よって、今後の検討は地下水が盛土高さの1/3まで上昇した形状で行う。

4.複合すべりでの検証(地下水位:盛土高さ1/3)

自然斜面や切土による斜面では円弧と直線を組み合わせたような形状となることが多い。

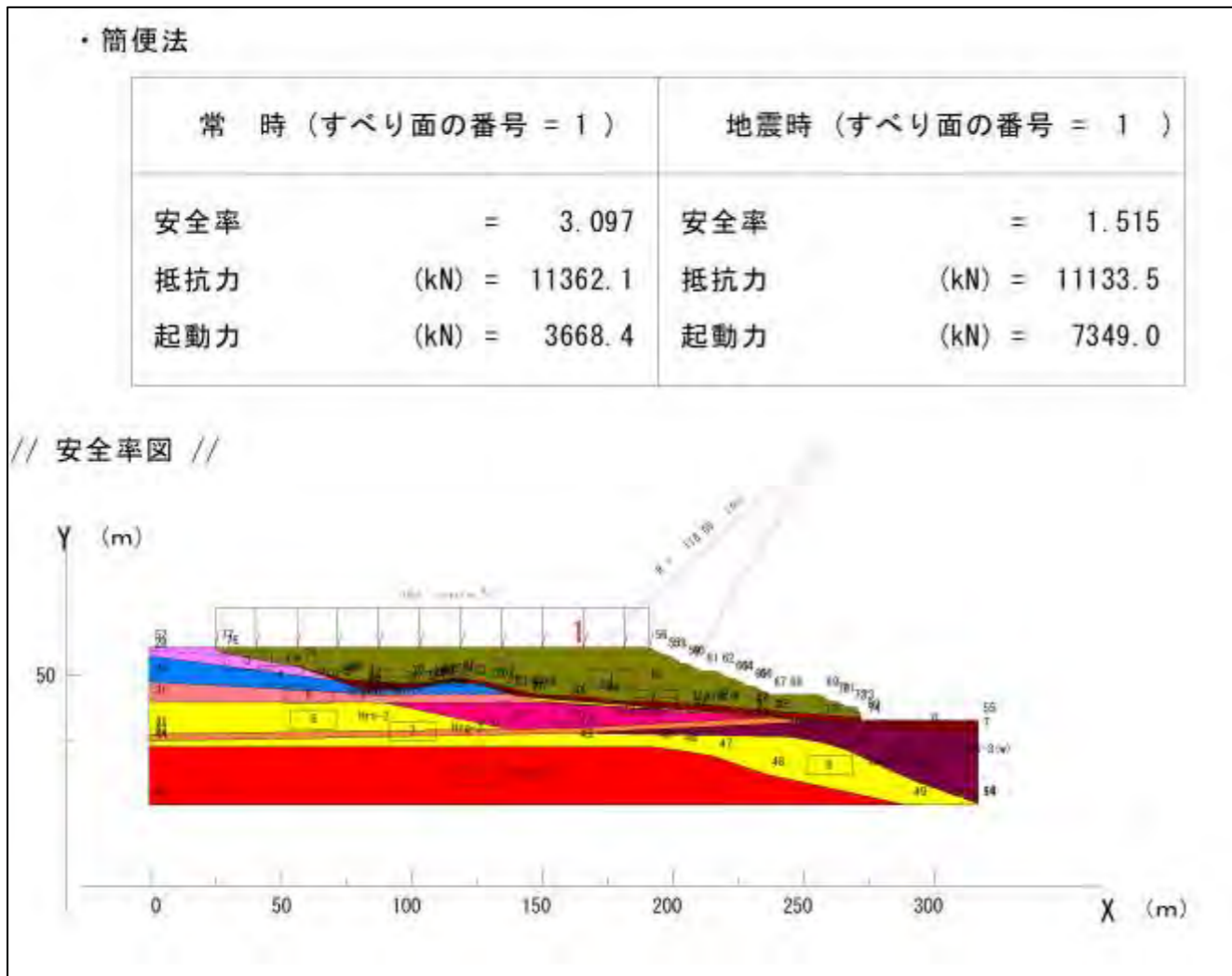
本計画では盛土内に地下水が滞留しない排水計画用いていることから、水位の上昇は盛土の1/3程度と考え、複合すべりの検討を行った結果を記載する。

なお、すべり面は円弧すべりで最小安全率を示した円弧位置、半径を使用した。

結果は1-1断面、A-A断面、B-B断面共に基準値を満足する値となった(常時1.5以上、地震時1.0以上)。

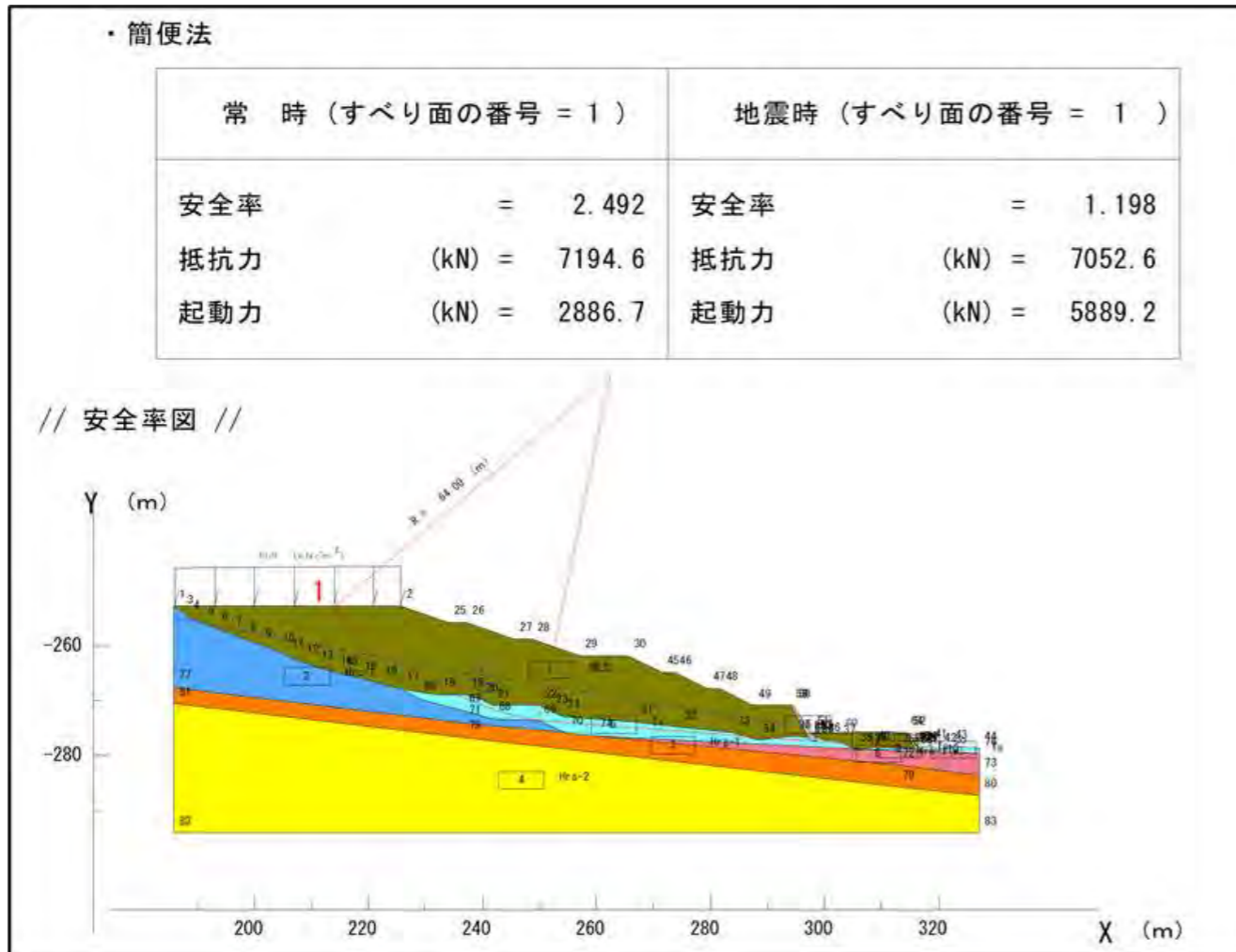
【1-1断面】

《常時・地震時》



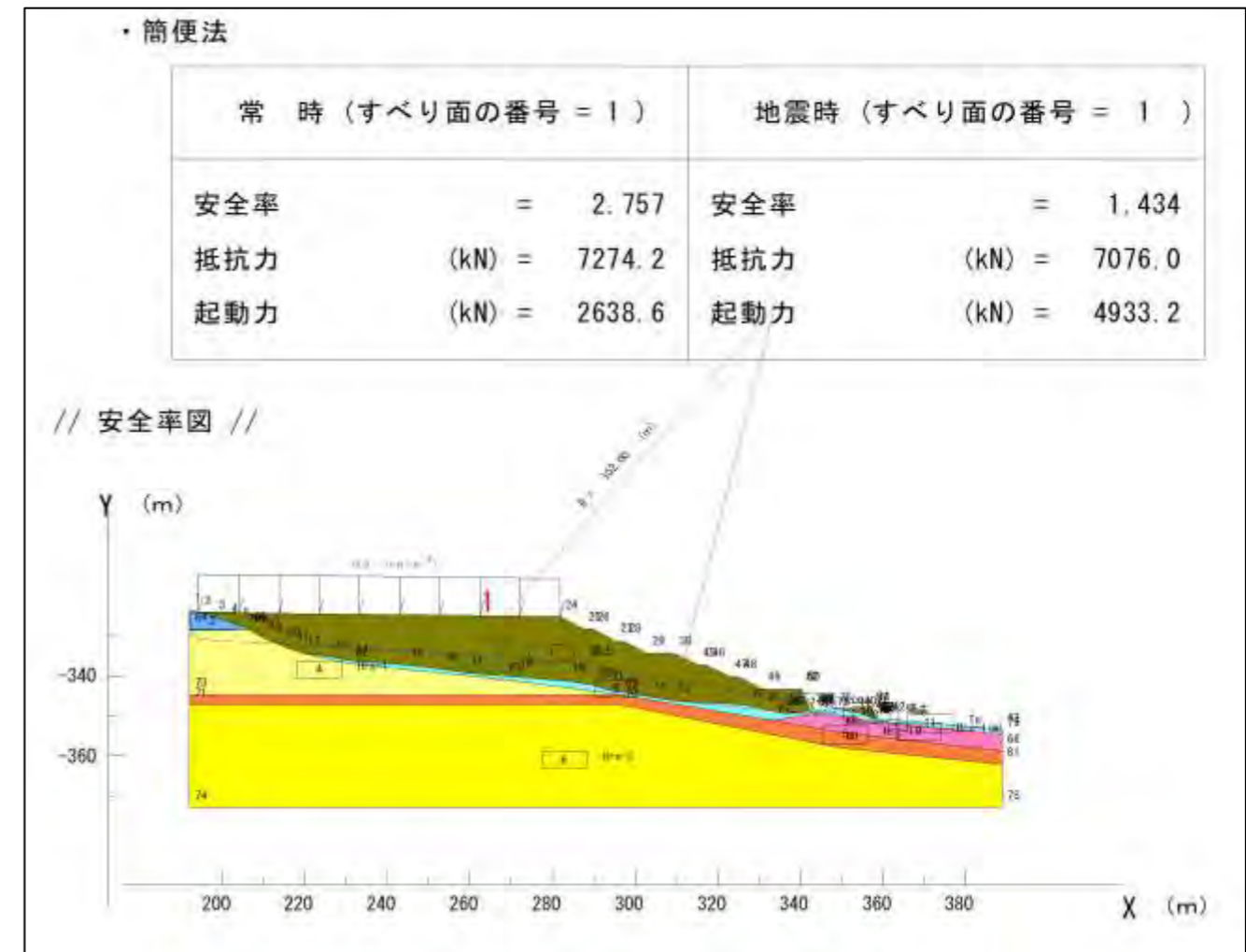
| | 設計水平震度 | Fs | 基準値 | 判定 |
|-----|--------|-------|------|----|
| 常時 | - | 3.097 | 1.5 | ○ |
| 地震時 | 0.25 | 1.515 | 1.00 | ○ |

【A-A断面】
《常時・地震時》



| | 設計水平震度 | Fs | 基準値 | 判定 |
|-----|--------|-------|------|----|
| 常時 | - | 2.492 | 1.5 | ○ |
| 地震時 | 0.25 | 1.198 | 1.00 | ○ |

【B-B断面】
《常時・地震時》

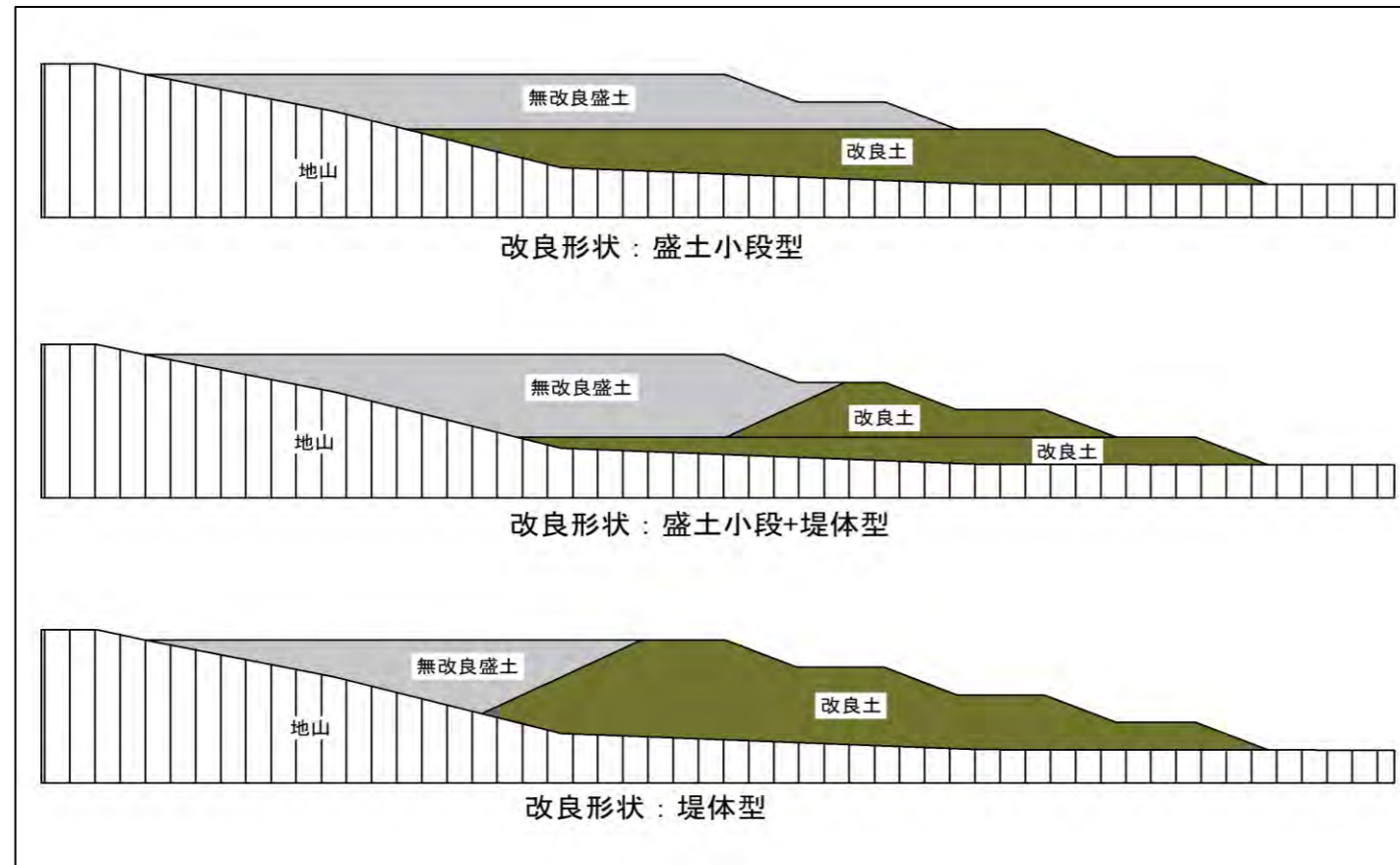


| | 設計水平震度 | Fs | 基準値 | 判定 |
|-----|--------|-------|------|----|
| 常時 | - | 2.757 | 1.5 | ○ |
| 地震時 | 0.25 | 1.434 | 1.00 | ○ |

5.盛土改良範囲の検討

盛土材は改良により強度増加を図ったものを使用することとするが、全面改良では施工性・経済性に不利となる。ここでは、1-1断面、A-A断面、B-B断面において、基準のFs値を満たす安定した斜面と判定される改良位置を検討した（Fs基準値、常時：1.5 地震時：1.0）。

【改良範囲形状：盛土小段型、盛土小段+堤体型、堤体型】



堤体型とするとき「道理土工 盛土工指針H22」より、その勾配は1：1.8とした。

解表 4-3-2 盛土材料及び盛土高に対する標準のり面勾配の目安

| 盛土材料 | 盛土高 (m) | 勾配 | 摘要 |
|---|---------|-------------|---|
| 粒度の良い砂(S)、礫及び細粒分混じり礫(G) | 5m以下 | 1:1.5~1:1.8 | 基礎地盤の支持力が十分にあり、浸水の影響がなく、5章に示す締め管理基準値を満たす盛土に適用する。 ()の統一分類は代表的なものを参考に示したものである。 標準のり面勾配の範囲外の場合は安定計算を行う。 |
| | 5~15m | 1:1.8~1:2.0 | |
| 粒度の悪い砂(SG) 岩塊(ずりを含む) | 10m以下 | 1:1.8~1:2.0 | |
| | 10~20m | 1:1.8~1:2.0 | |
| 砂質土(SF)、硬い粘質土、硬い粘土(洪積層の硬い粘質土、粘土、関東ローム等) | 5m以下 | 1:1.5~1:1.8 | |
| | 5~10m | 1:1.8~1:2.0 | |
| 火山灰質粘性土(V) | 5m以下 | 1:1.8~1:2.0 | |

【使用した土質定数】（再掲）

無改良の盛土はロームとし、「道路土工 盛土工指針」に示されている下表の値を用いた。

表1 無改良盛土の定数値

| 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) | |
|-------|-----------|-----------------------------|------------|--------------------------|------------------------|----------|
| 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} | |

各地層の定数値は地質調査で設定した値を用いた。

表2 各地層の定数値

| 地層名 | 記号 | 単位体積重量 γ kN/m ³ | 粘着力 c kN/m ² | 内部摩擦角 ϕ 度 | |
|--------|------------|-----------------------------------|---------------------------|----------------|----|
| 盛土層 | B | 14 | 10 | 20 | |
| 沖積粘性土層 | Ts | 15 | 27 | 2 | |
| 沖積砂質土層 | As | 17 | 0 | 21 | |
| ローム層 | Lm | 15 | 64 | 10 | |
| 上総層群 | 第一粘性土層 | Hrc-1 | 18 | 110 | 0 |
| | 第一砂質土層 風化部 | Hrs-1(w) | 17 | 0 | 25 |
| | 第一砂質土層 | Hrs-1 | 19 | 0 | 30 |
| 平山層 | 第二粘性土層 | Hrc-2 | 18 | 500 | 0 |
| | 第一礫質土層 | Hrg-1 | 21 | 0 | 40 |
| | 第二砂質土層 風化部 | Hrs-2(W) | 17 | 0 | 25 |
| | 第二砂質土層 | Hrs-2 | 19 | 0 | 30 |
| | 第二礫質土層 | Hrg-2 | 19 | 0 | 35 |
| | 第三砂質土層 風化部 | Hrs-3(w) | 17 | 0 | 25 |
| 平山層 | 第三砂質土層 | Hrs-3 | 19 | 0 | 30 |
| | 第三礫質土層 | Hrg-3 | 21 | 0 | 40 |

※盛土及びTs層・As層の改良土では粘着力 c を50~200kN/m²の範囲で変化

させて検討した。

この時、盛土・Ts層・As層の粘着力は同値とした。

【検討結果】

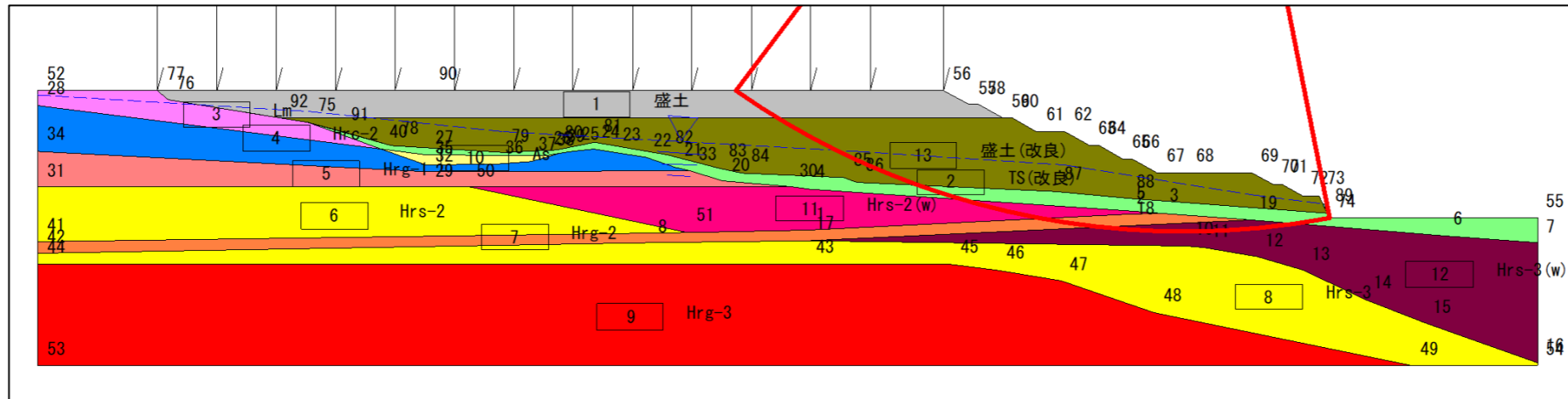
<1-1断面>

検討ケース：改良強度・改良範囲を変えて検討

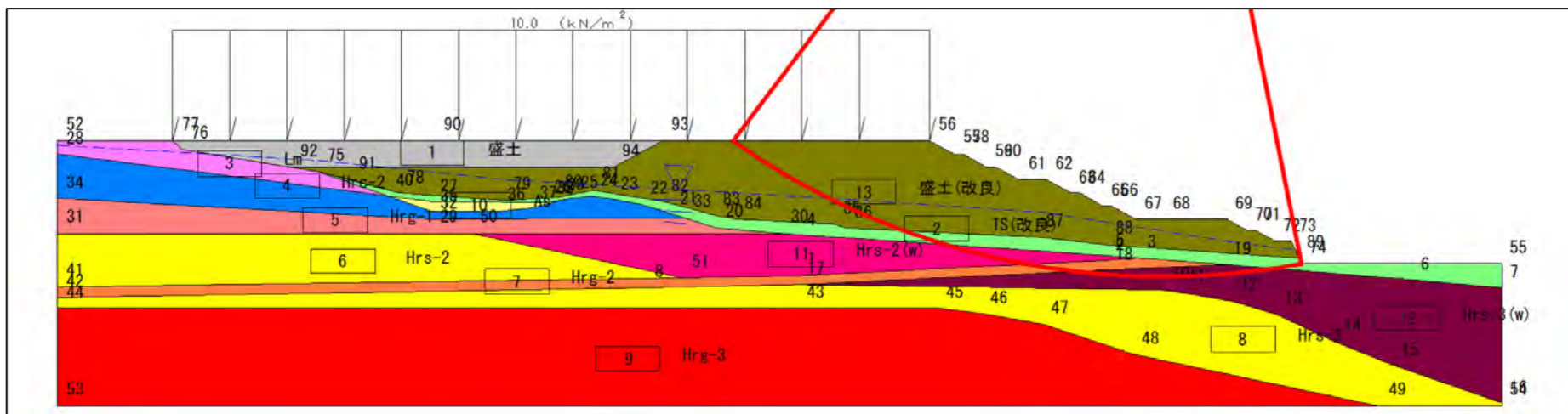
| 盛土小段型 | 盛土小段+堤体型 | 堤体型 |
|-------|----------|------|
| 9ケース | 4ケース | 1ケース |

- ・小段毎の改良では7段目までを改良土で盛土することにより安全率Fsの基準を満足することができる。
この場合、盛土強度増加は全体改良時（ $c = 90\text{kN/m}^2$ ）よりも増加させ、 $c = 110\text{kN/m}^2$ 以上にする必要がある。
- ・小段改良+堤体改良では堤体型の改良よりも改良部分が大きくなる。
- ・堤体型の改良は $c = 90\text{kN/m}^2$ において盛土全延長の1/3程度の位置で堤体型とすることで基準値をクリアする。

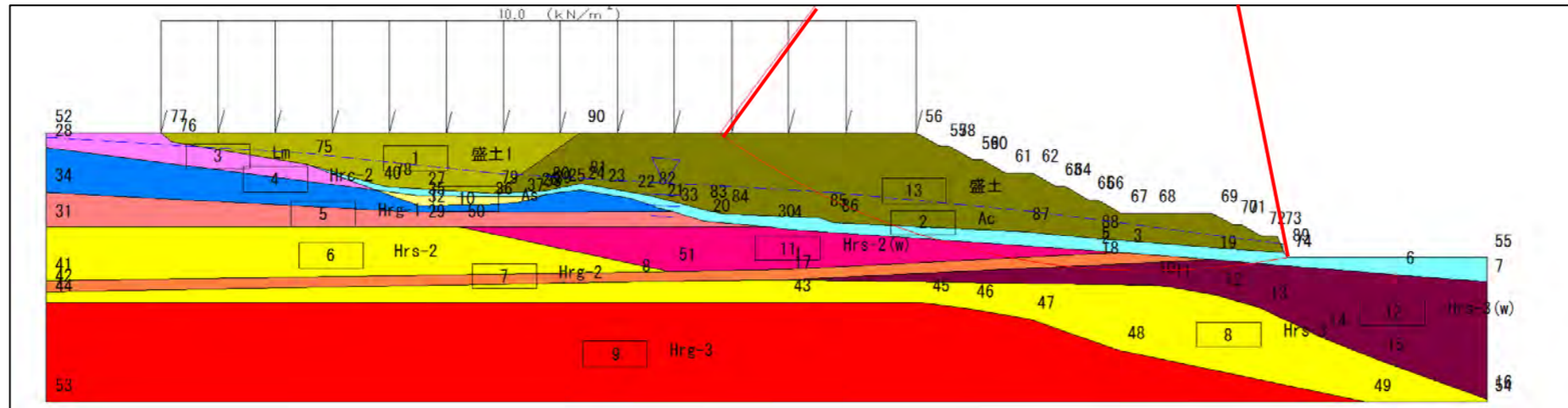
盛土小段型



盛土小段+堤体型



堤体型



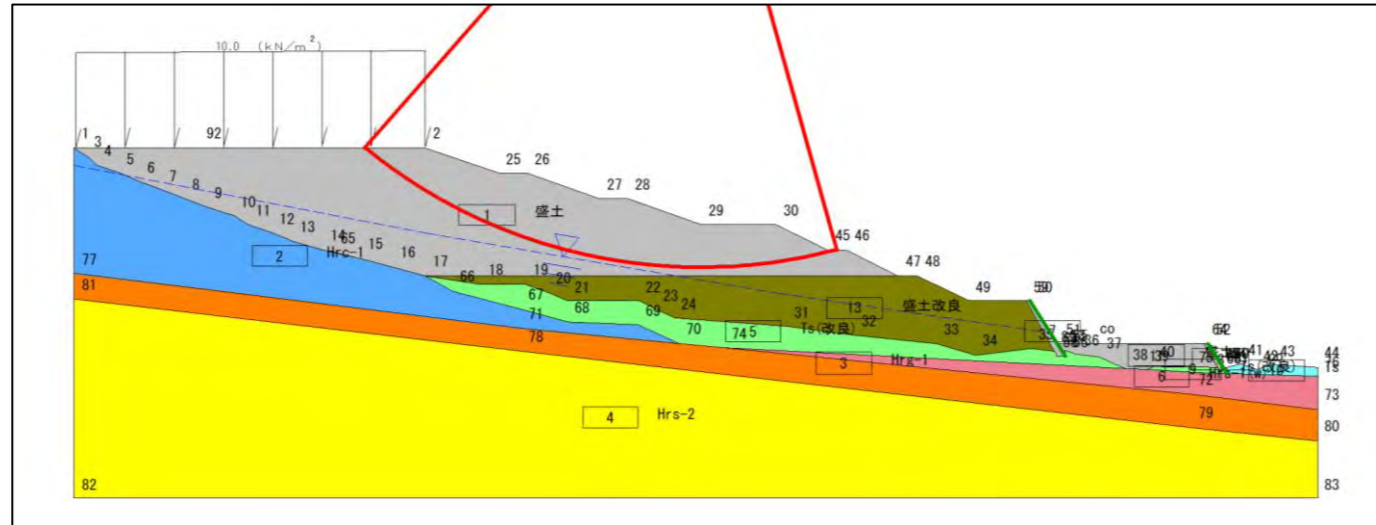
< A-A断面 >

検討ケース：改良強度・改良範囲を変えて検討

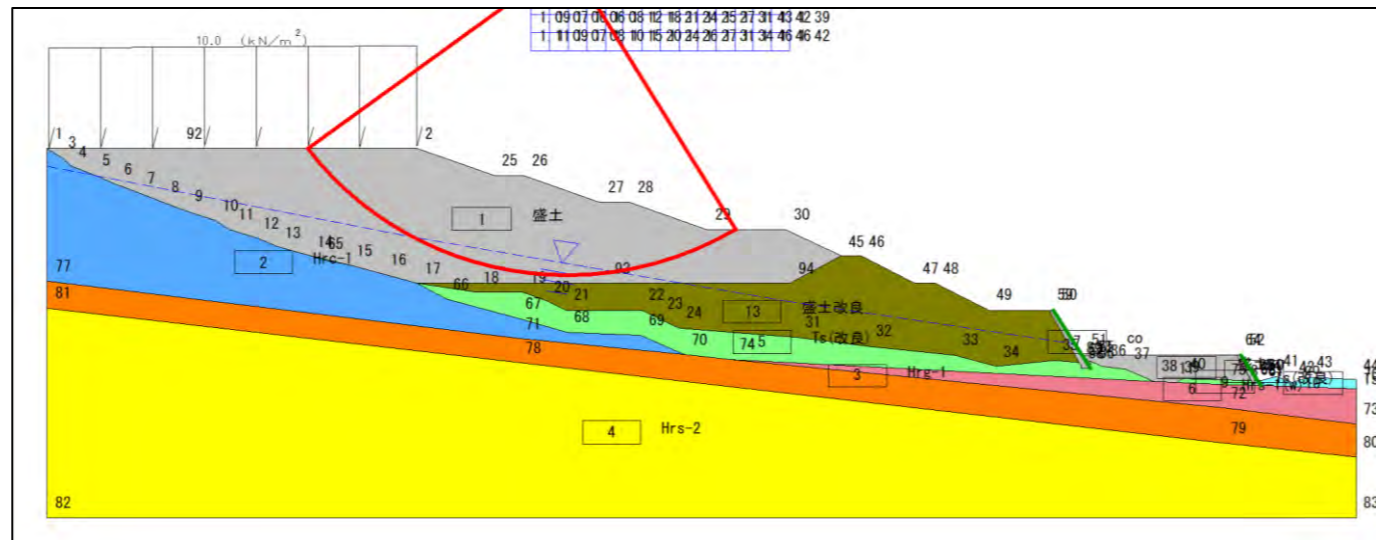
| 盛土小段型 | 盛土小段+堤体型 | 堤体型 |
|-------|----------|------|
| 9ケース | 4ケース | 3ケース |

- ・ 小段毎の改良では盛土粘着力 c を 70kN/m^2 にすることにより2段目以上の改良で基準値をクリアする。
- ・ 小段 (2段目) +堤体型改良では盛土粘着力 c を 70kN/m^2 にすることにより改良範囲が小さくなる。
- ・ 堤体型改良では盛土粘着力 c を 70kN/m^2 にすることにより改良範囲が小さくなる。

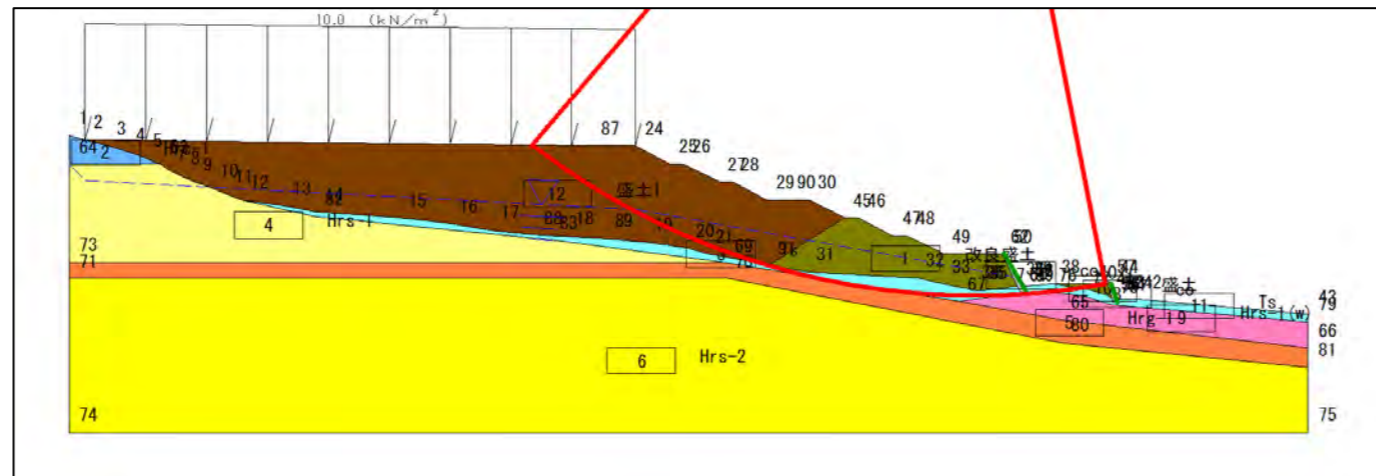
盛土小段型



盛土小段+堤体型



堤体型



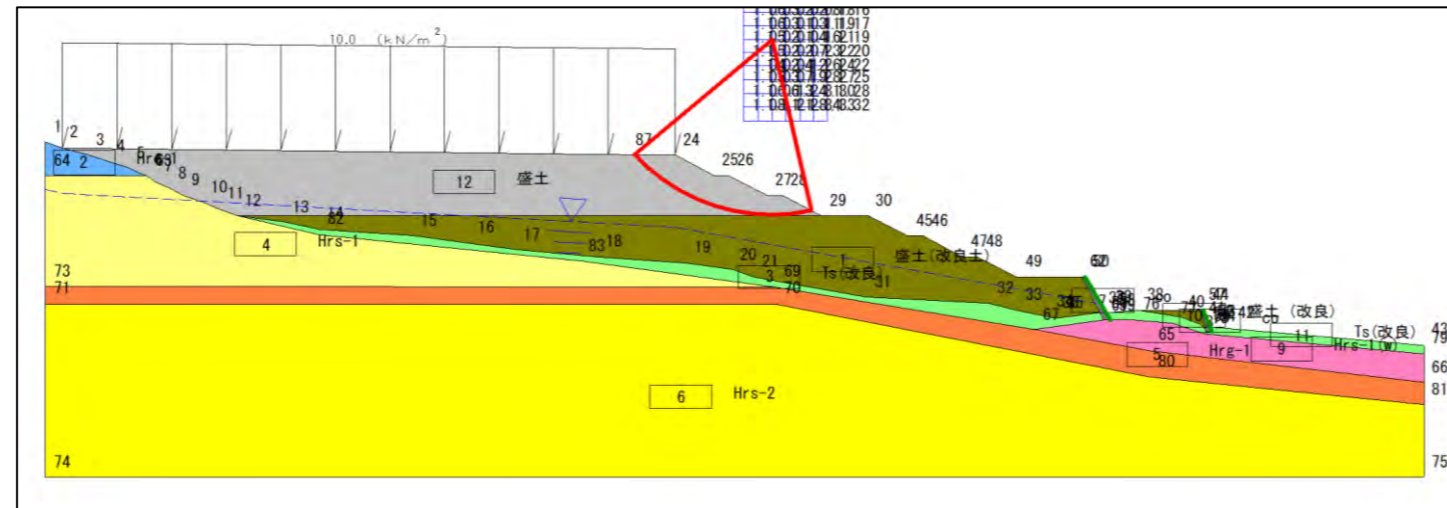
< B-B断面 >

検討ケース：改良強度・改良範囲を変えて検討

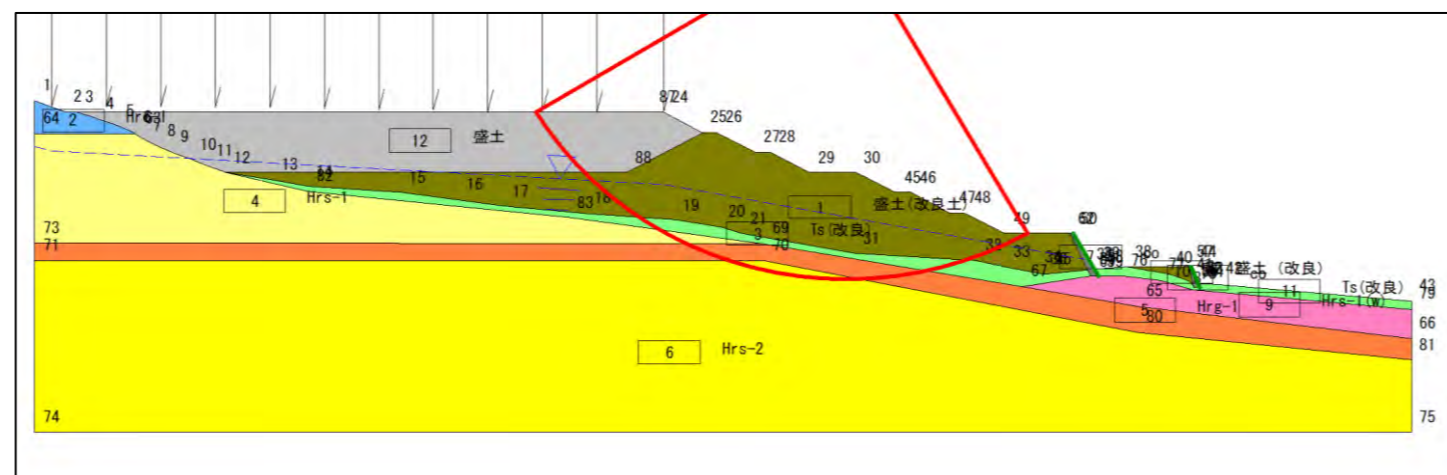
| 盛土小段型 | 盛土小段+堤体型 | 堤体型 |
|-------|----------|------|
| 9ケース | 6ケース | 3ケース |

- ・ 小段毎の改良では4段目までの改良土盛土により、改良強度 $C=50\text{kN/m}^2$ 以上で基準値をクリアする。
- ・ 小段+堤体型改良は4段目+堤体で基準値をクリアする。
- ・ 堤体型は盛土粘着力を 70kN/m^2 にすることにより改良範囲が小さくなる。
- ・ ただし、A-A断面とB-B断面は斜面下部で交わるため、改良強度はA-Aと同じ $C=70\text{kN/m}^2$ にする必要がある。

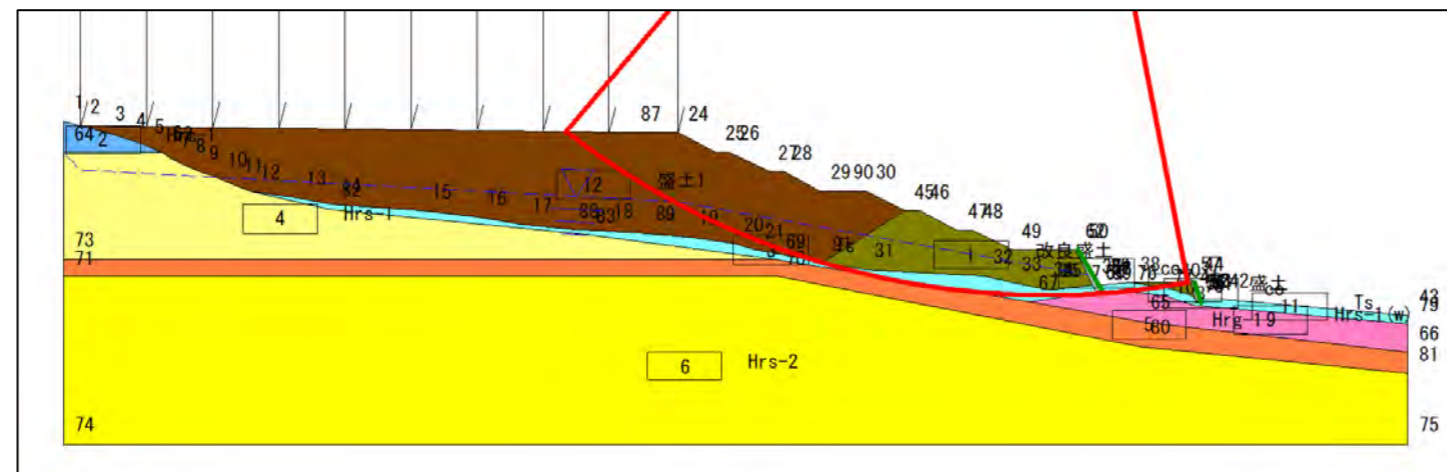
盛土小段型



盛土小段+堤体型



堤体型



6. 決定した工法の安定度検証

盛土の安全性・改良方法・改良強度・改良範囲・施工性を検討した結果

1-1断面・A-A断面・B-B断面共に堤体型で改良する事が最も有効な工法として選定した。

| 断面 | 盛土改良範囲 | 改良強度 c (kN/m ²) | 安全率 Fs | | 評価 | | 総評価 |
|-----|-----------|--------------------------------|--------|-------|------|------|-----|
| | | | 常時 | 地震時 | 改良範囲 | 改良強度 | |
| 1-1 | 堤体型 | 90 | 2.169 | 1.051 | ◎ | ◎ | ◎ |
| A-A | 堤体型(4段部分) | 70 | 2.219 | 1.113 | ◎ | ◎ | ◎ |
| B-B | 堤体型(3段部分) | 70 | 1.930 | 1.017 | ◎ | ◎ | ◎ |

決定した堤体型改良について下記の事項について検証を行った。

- (1) 地下水位が盛土高さの1/2まで上昇した場合
- (2) 各断面の複合すべりによる安定度

【計算結果】

- (1) 地下水位が盛土高さの1/2まで上昇した場合

| | 改良強度 粘着力 c kN/m ² | 常時 | 判定 | 地震時 | 判定 |
|-------|---------------------------------|-------|----|-------|----|
| 1-1断面 | 90 | 2.124 | ○ | 1.012 | ○ |
| A-A断面 | 70 | 2.167 | ○ | 1.080 | ○ |
| B-B断面 | 70 | 1.899 | ○ | 1.000 | ○ |

- (2) 各断面の複合すべりによる安定度

| | 改良強度 粘着力 c kN/m ² | 常時 | 判定 | 地震時 | 判定 |
|-------|---------------------------------|-------|----|-------|----|
| 1-1断面 | 90 | 3.097 | ○ | 1.515 | ○ |
| A-A断面 | 70 | 3.248 | ○ | 1.562 | ○ |
| B-B断面 | 70 | 3.091 | ○ | 1.614 | ○ |

【検証結果による評価】

- (1) 地下水が盛土高さの1/2まで上昇した場合

1-1' 断面、A-A' 断面、B-B' 断面共に常時、地震時とも安全率を満足する結果となった。

- (2) 複合すべり

円弧すべりに比較して大きい安全率が得られるものとなった。

決定した断面を次項に示した。