

御嵩町リニア発生土置き場に関するフォーラム

(第4回 令和4年11月10日)

「盛土の構造と二重遮水シートによる封じ込め」
について、以下の順序で説明します

- 盛土の構造

盛土設計の考え方
具体的な盛土設計

- 二重遮水シートによる封じ込め

二重遮水シートによる封じ込め工法の選定理由
シートの耐久性
シートの施工方法

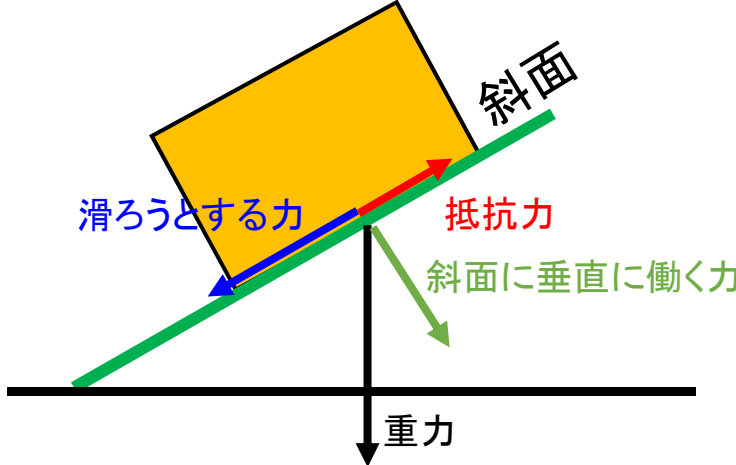
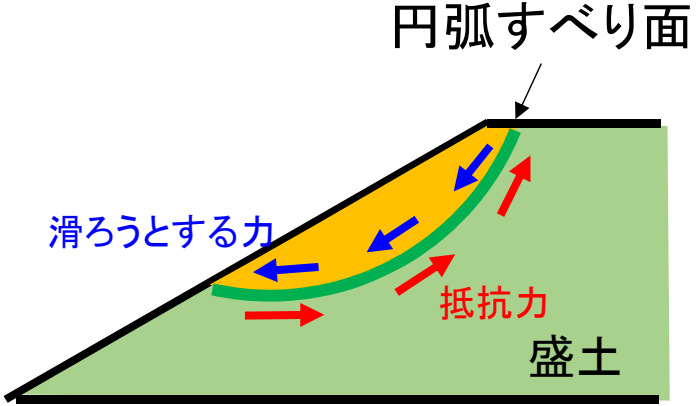
「盛土設計の考え方」
について説明します。

安全な盛土構造とするためには

斜面上の物体には斜面に沿って滑ろうとする力が働きます。

一方で斜面には、物体が滑りに抵抗する力(抵抗力)が働きます。

盛土の滑りも、物体が斜面を滑る現象と同じような仕組みです。
(斜面は、円弧状に滑ること(すべり面と言います。)が経験上分かっています。)

物体が斜面を滑る現象	盛土がすべり面を滑ろうとする現象
	

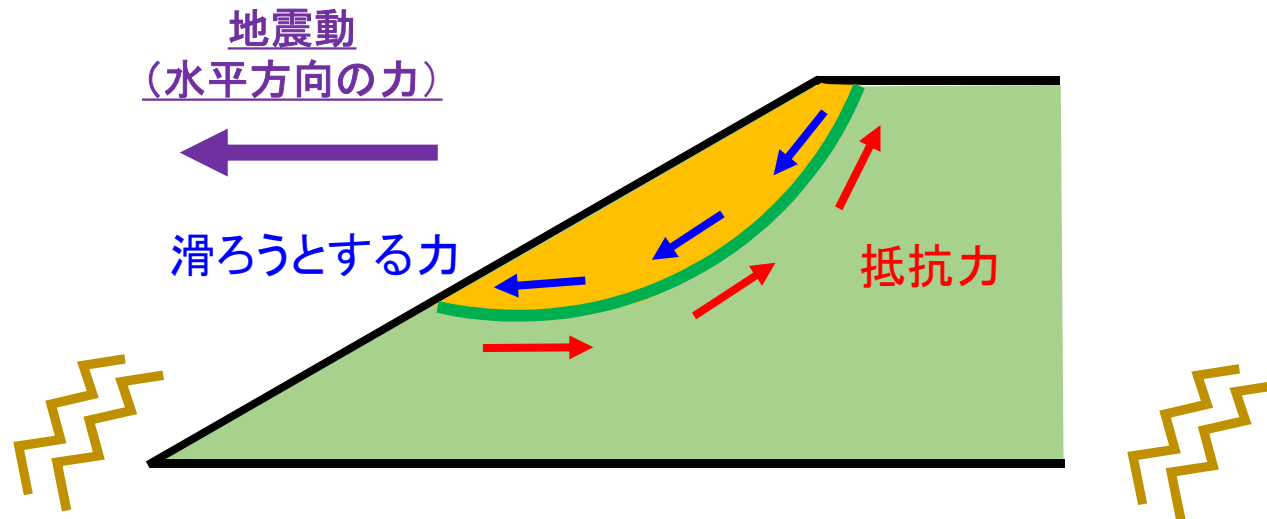
安全な盛土構造とするためには、

土が滑りに抵抗する力 > 土が滑ろうとする力

とすることが重要です。

地震動も考慮します

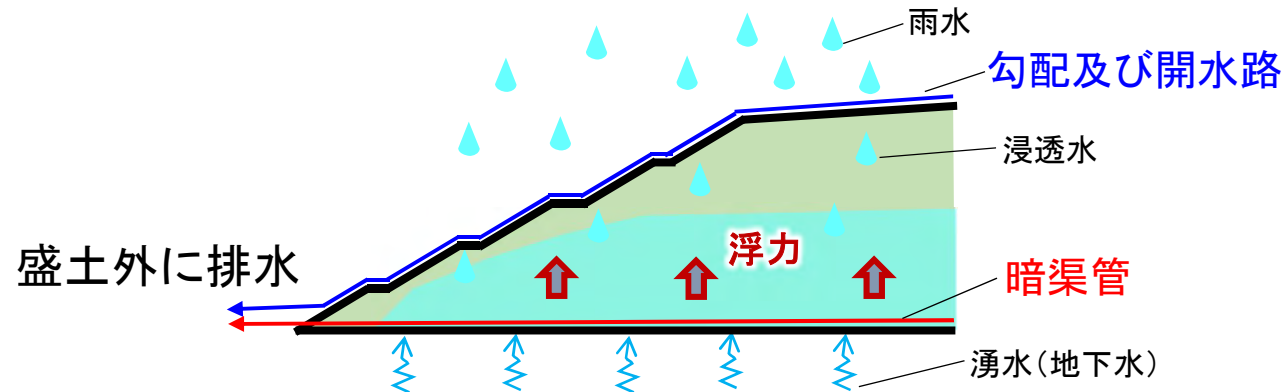
地震動による水平方向の揺れにより、盛土に水平方向の力（盛土を滑らそうとする力）が加わります。



地震時においても安全な盛土構造とするためには、
土が滑りに抵抗する力 > 地震動を考慮した土が滑ろうとする力
とすることが重要です。

地下水の影響について

雨水や盛土外からの地下水の浸透により盛土内に水が溜まる(飽和状態といいます)と、**浮力が発生し**、土が滑りに抵抗する力が小さくなり、滑りやすくなります。



○盛土に降った雨水への対応

- ・盛土内に極力浸透しないよう、盛土表面に**勾配及び開水路**を設けることにより**集水し、盛土外へ排水**します。

○盛土内に浸透した雨水や湧水(地下水)への対応

- ・盛土内に**暗渠管**を設けることにより、**速やかに盛土外に排水**します。

安全な盛土構造とするためには、

**盛土に降った雨水は集水し盛土外へ排水すること、及び
盛土内の水は速やかに排水**

することが重要です。

盛土設計の手順

(盛土設計の手順)

地質調査

⇒地表面踏査やボーリング調査などを実施し、地質の状況を確認します。

設計

⇒地質調査の結果を踏まえ、盛土や排水設備の設計を行います。

安定計算

⇒盛土の形状を踏まえ、安定計算を行い、盛土が崩れないか確認します。

修正設計

⇒安定計算の結果から、のり面の勾配や排水設備の位置などを修正します。

(代表的な設計基準)

- ・林地開発許可審査の手引き(岐阜県)
- ・開発許可事務の手引き[岐阜県宅地開発指導要領](岐阜県)
- ・宅地防災マニュアル (宅地防災研究会)
- ・設計要領 第一集 土工【建設編】(東日本高速道路株式会社等)
- ・道路土工 盛土工指針(日本道路協会)

「具体的な盛土設計」
について説明します。

地質調査①(地表踏査、ボーリング調査)

【地表踏査】

- ・空中写真判読などの結果をもとに、現地の露出している地層や湧水、表流水を観察しました。

【ボーリング調査】

- ・鉛直方向の詳細な地質を確認しました。
- ・原位置試験を行い、地盤の強さ(N値)等を確認しました。
- ・水位計を設置し、地下水位の季節変動を計測しました。



露出している地層

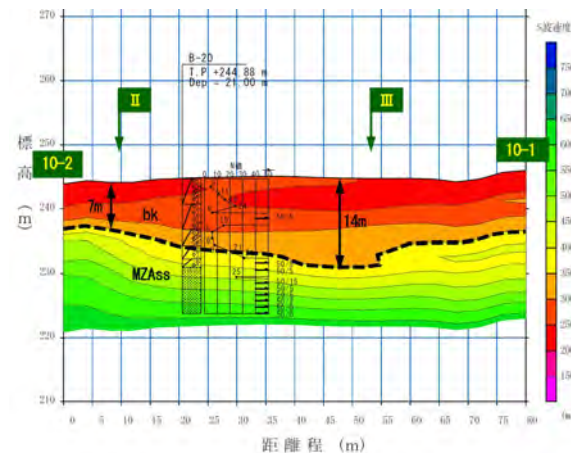


ボーリング調査の実施

地質調査②(表面波探査、室内試験)

【表面波探査】

- ・地中に伝わる振動の速さを計測し、地層の境界や厚さを確認しました。



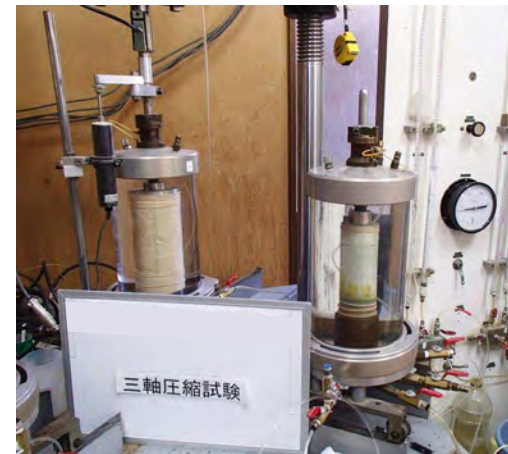
表面波探査の解析例

【室内試験】

- ・ボーリング調査により得られた試料(コア)を用いて、土の性質を確認しました。



コアのイメージ



室内試験の例

地表踏査による地表面の状況

凡例

- 既設の盛土
- 崖錐堆積物・土石流堆積物
- 地すべり土塊
- 土岐砂礫層
- 瑞浪層群(凝灰質砂岩、礫岩)
- 花崗岩類
- 美濃帯(チャート)
- 美濃帯(砂岩)、美濃帯(頁岩)

写真③ 崖錐堆積物(ため池跡地)



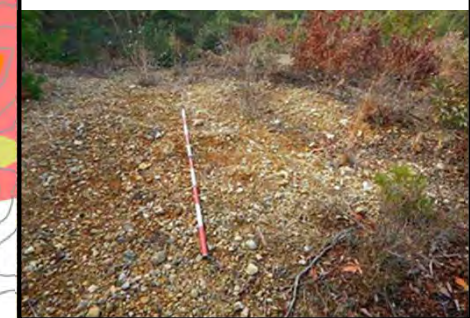
○候補地Aの特徴

- ・表層は土岐砂礫層が主体
- ・谷部の一部に既設の盛土を確認

写真① 既設の盛土



写真② 土岐砂礫層



○候補地Bの特徴

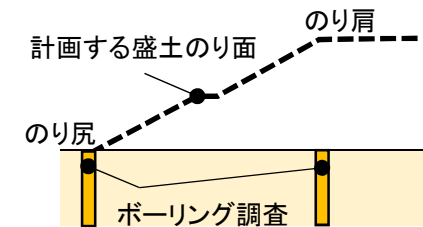
- ・表層は土岐砂礫層が主体
- ・ため池跡地は、崖錐堆積物が主体

ボーリング調査・表面波探査を実施した位置

ボーリング調査位置選定の考え方

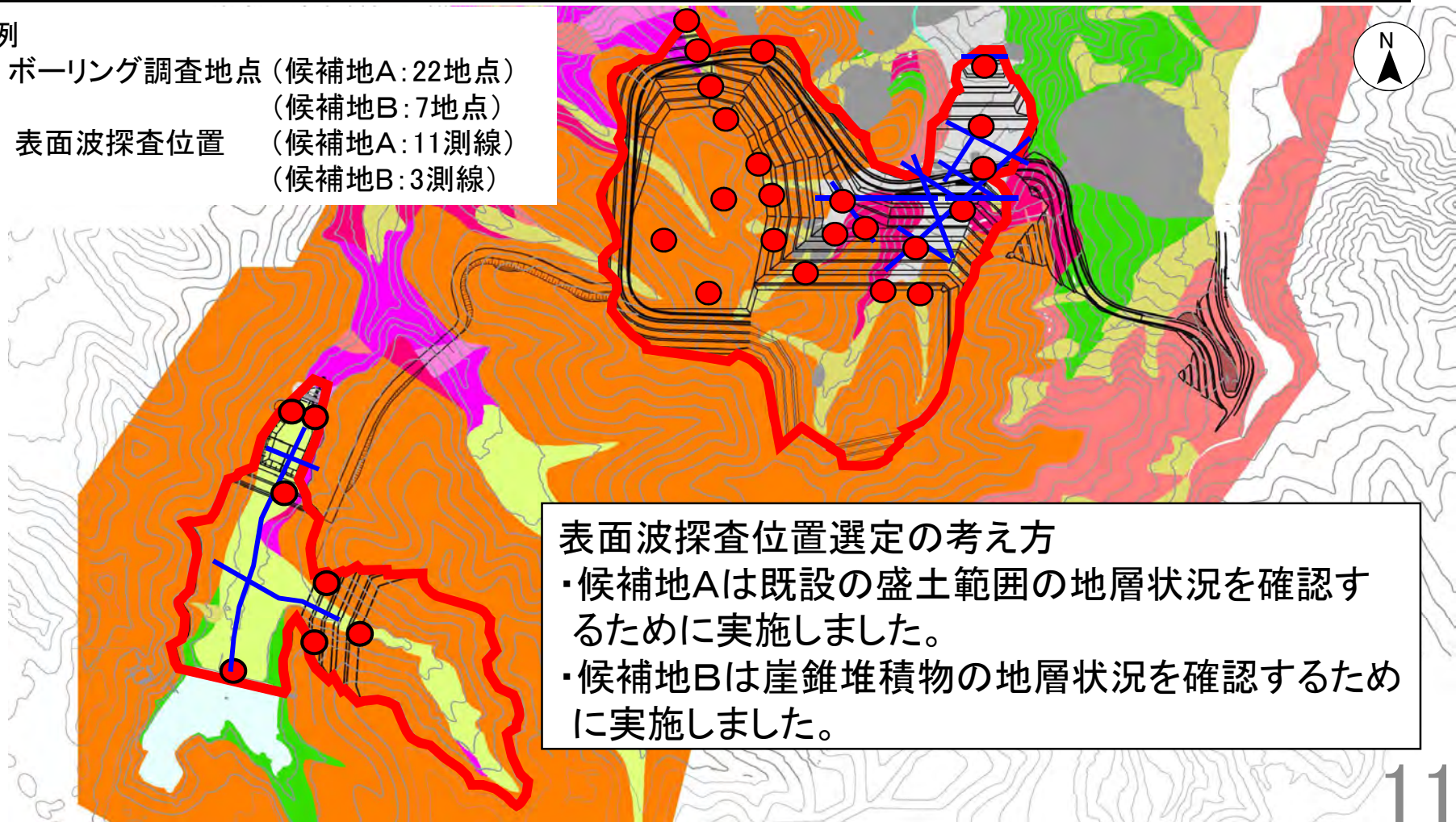
- ・計画する盛土のり面ののり尻、のり肩を基本として選定しました。
- ・候補地Aは切土した土を盛土材として活用するため、切土箇所のボーリング調査を実施しました。

ボーリング調査位置選定のイメージ



凡例

- ボーリング調査地点 (候補地A: 22地点)
(候補地B: 7地点)
- 表面波探査位置 (候補地A: 11測線)
(候補地B: 3測線)

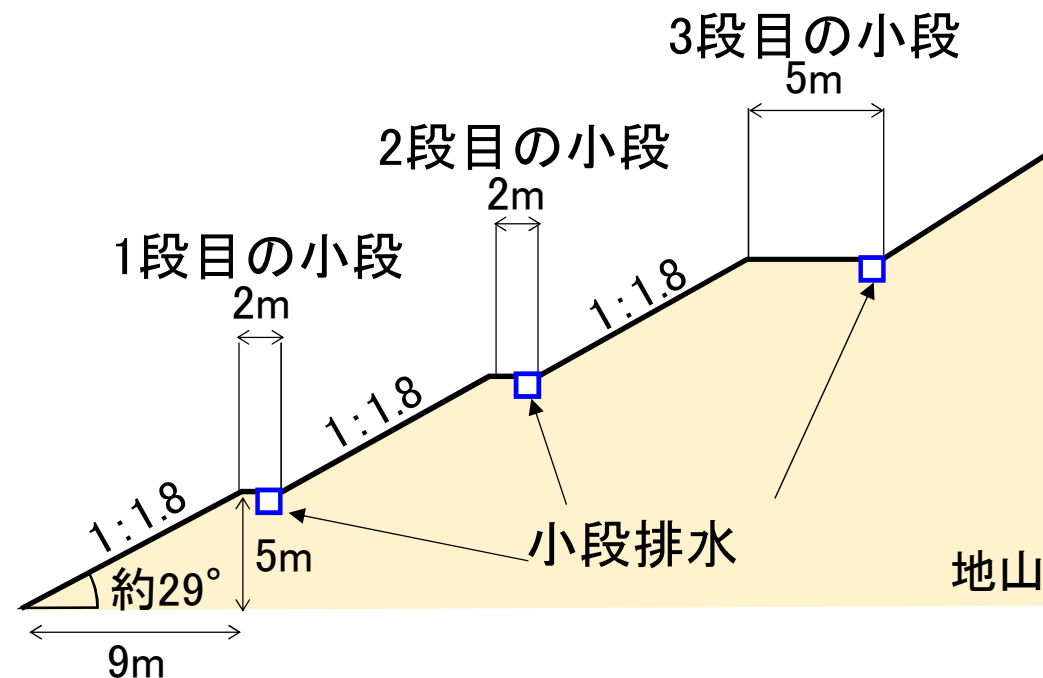


表面波探査位置選定の考え方

- ・候補地Aは既設の盛土範囲の地層状況を確認するために実施しました。
- ・候補地Bは崖錐堆積物の地層状況を確認するために実施しました。

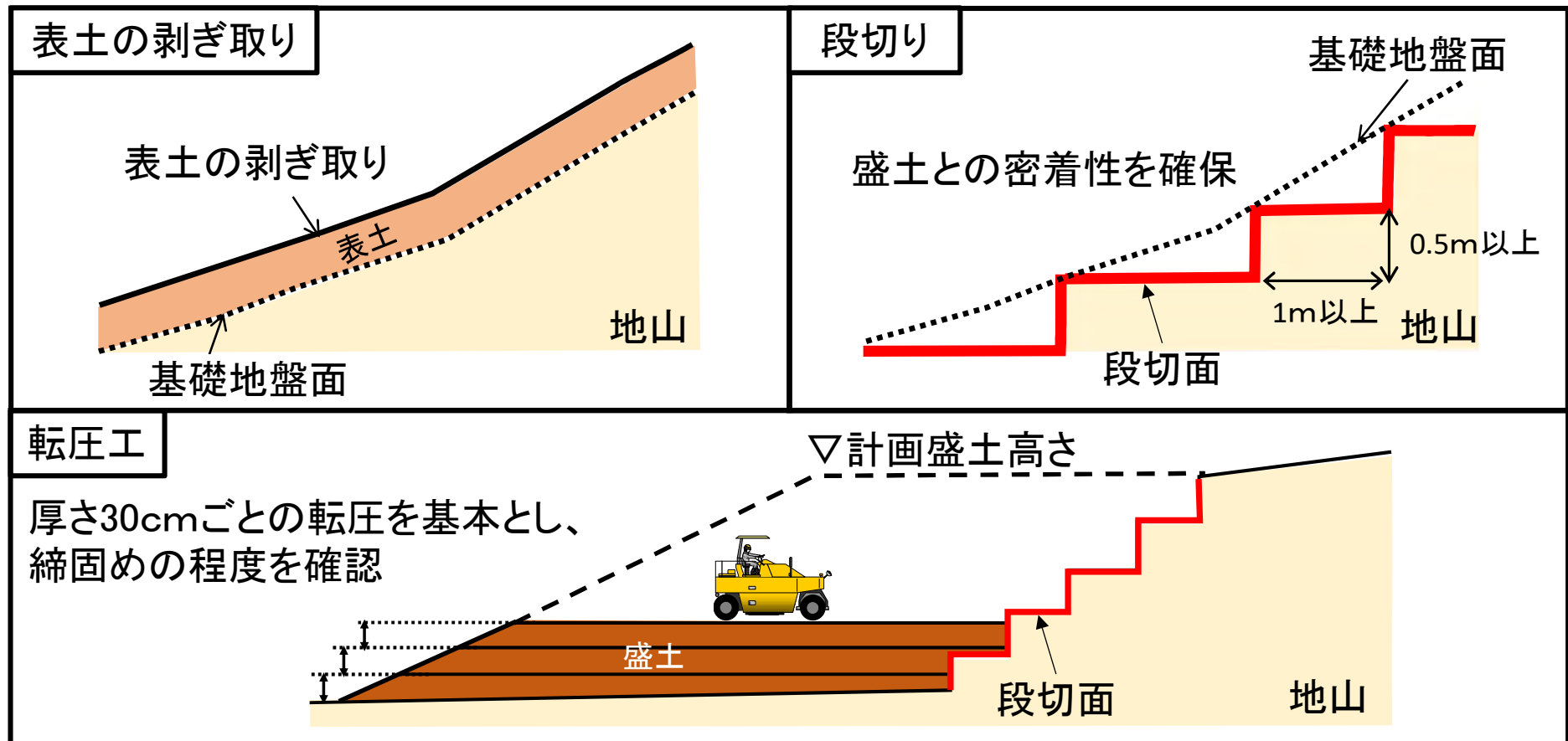
のり面勾配と小段の配置

- ・のり面の勾配は1:1.8(約29°)を基本として設計します。
- ・盛土は高さ5mごとに、小段(2m幅)を設置します。
小段が3段以上連続する場合は、3段目に小段(5m幅)を設置します。
- ・小段は盛土の安定を高め、また盛土の点検通路としても使用します。
小段には小段排水を設け、のり面の排水や侵食防止を図ります。



盛土材と基礎地盤を密着させます

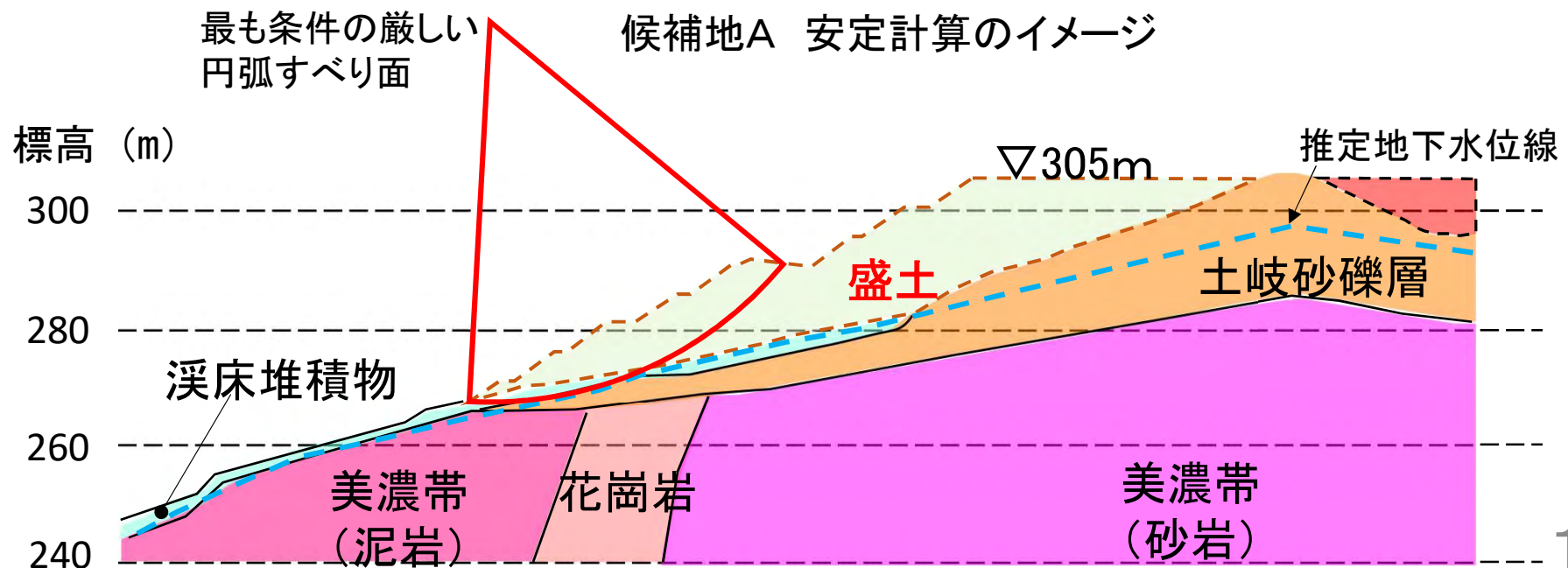
- 盛土造成箇所の伐採、表土の剥ぎ取り等を行い、基礎地盤に段切りを行うことにより、盛土材と基礎地盤を密着させます。
- 盛土箇所は、盛土材料を一定の厚さで敷き均し、転圧を行います。



締固めの管理

盛土の安定計算の考え方

- ・盛土高さが15mを超える各のり面において安定計算を行い、公的専門研究機関等による照査を実施し、盛土の安定性を確認します。
- ・安定計算では、地山や盛土材料の性質、計画するのり面の勾配等が設計条件です。盛土は、すべり面の安全率※が「常時で安全率 >1.5 」、「地震時で安全率 >1.0 」を満足する形状を検討しました。
※安全率: 土が滑ろうとする力と土が滑りに抵抗する力の比
- ・地震動は、宅地防災マニュアルを参考に、「発生確率は低いが直下型又は海溝型巨大地震に起因する地震動(設計水平震度:0.25、震度6~7程度の地震)」を想定して計算を行いました。



安定計算の位置

凡例

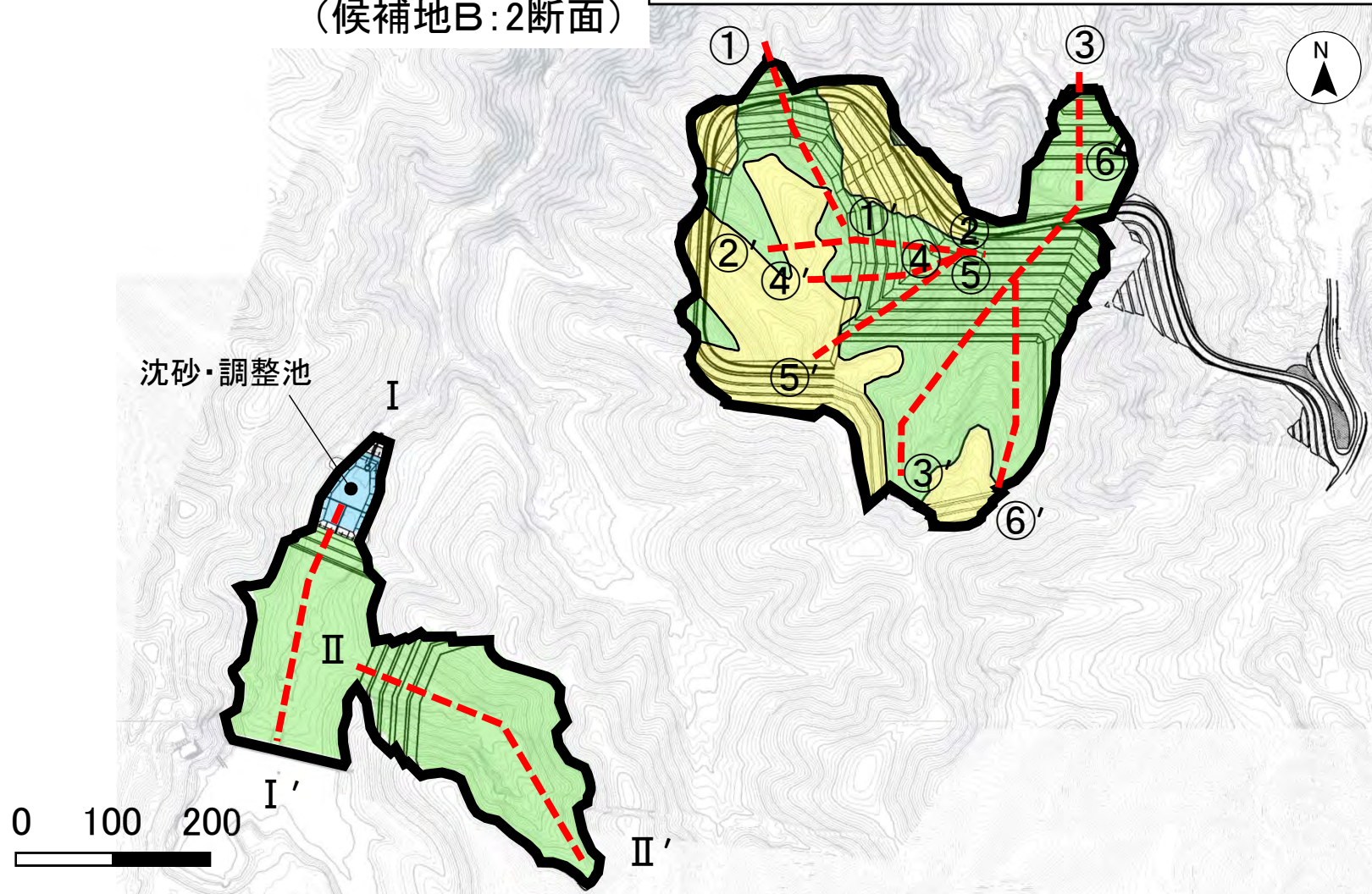
盛土

切土

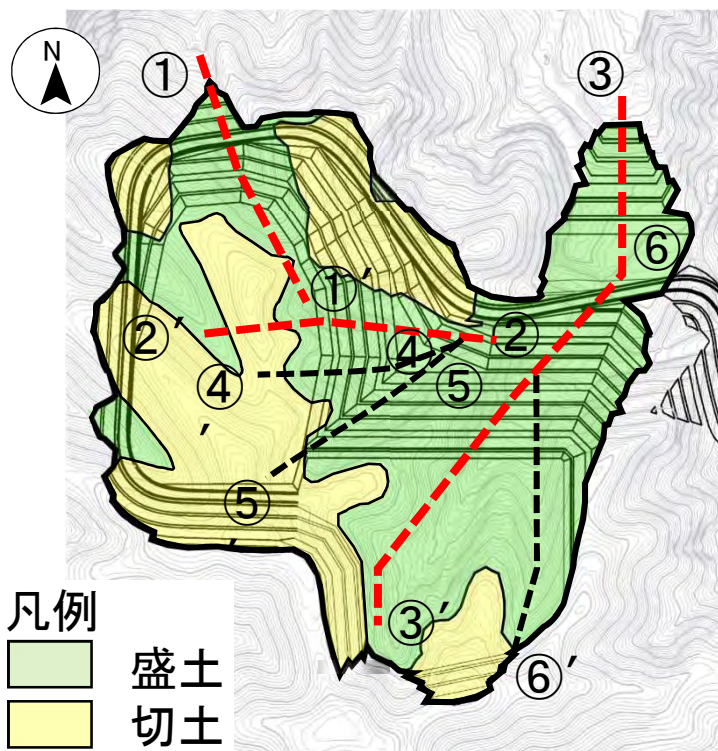
--- 安定計算断面(候補地A:6断面)
(候補地B:2断面)

盛土の安定計算

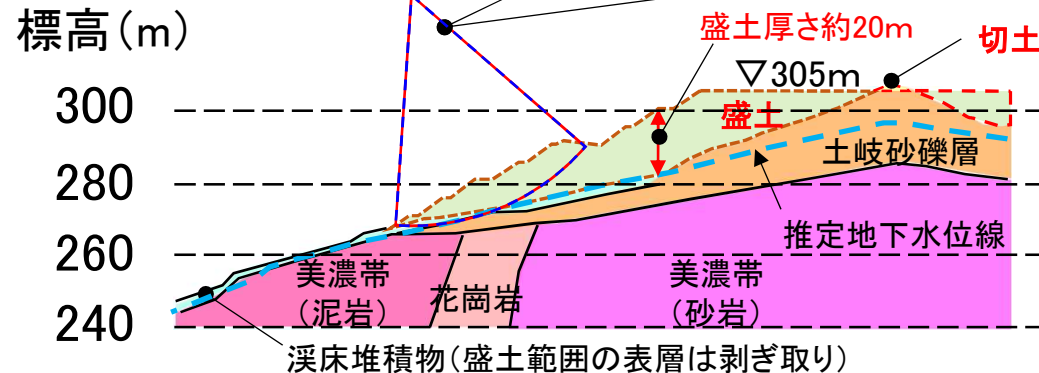
・15m以上の盛土となる箇所について、安定計算を実施しました。計算結果は公的専門機関等による照査中であり、検討結果は変更となる可能性があります。



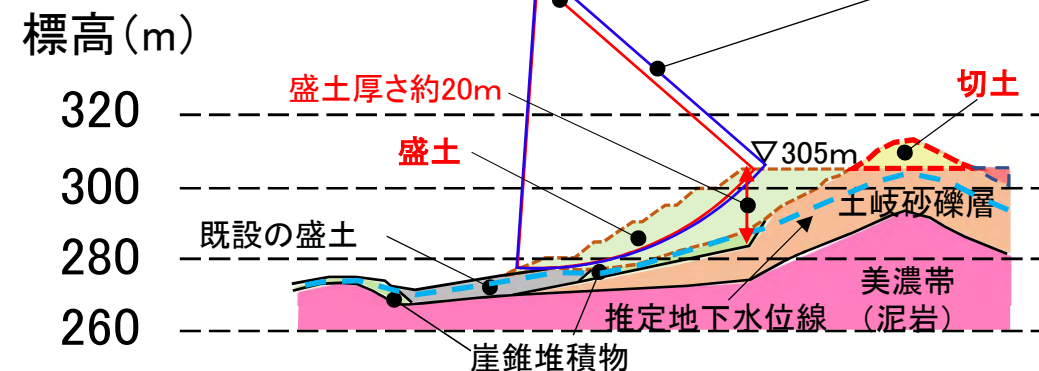
盛土形状①(候補地A)



①-①' 断面 安全率 常時:1.759、地震時:1.025

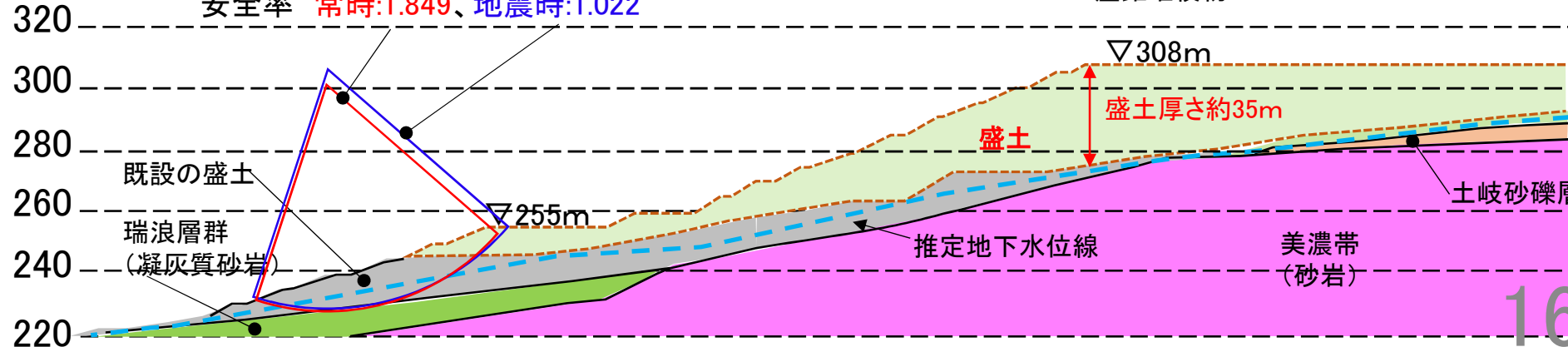


②-②' 断面 安全率 常時:1.747、地震時:1.002

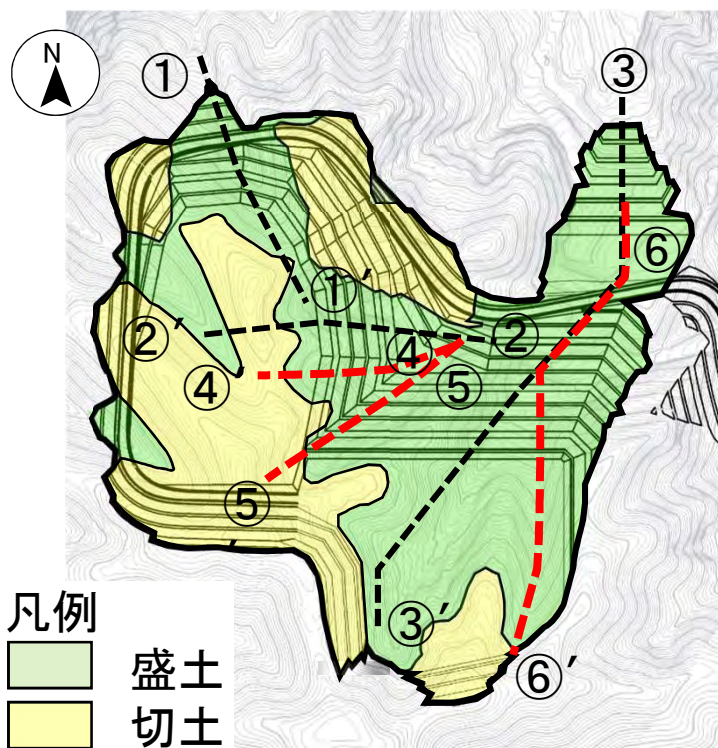


③-③' 断面

安全率 常時:1.849、地震時:1.022

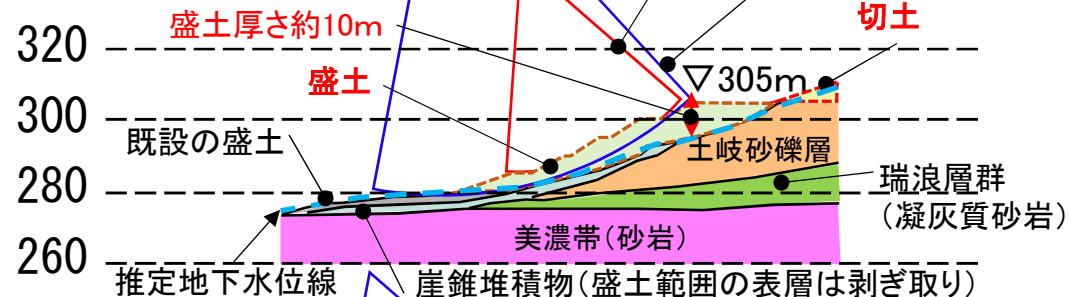


盛土形状②(候補地A)



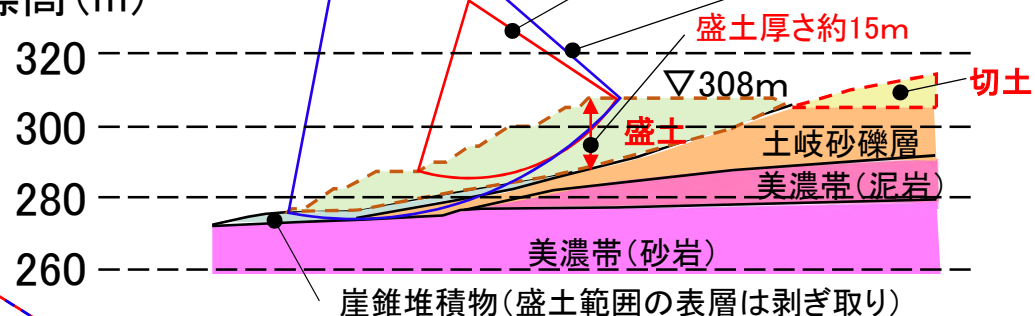
④-④' 断面

標高(m)



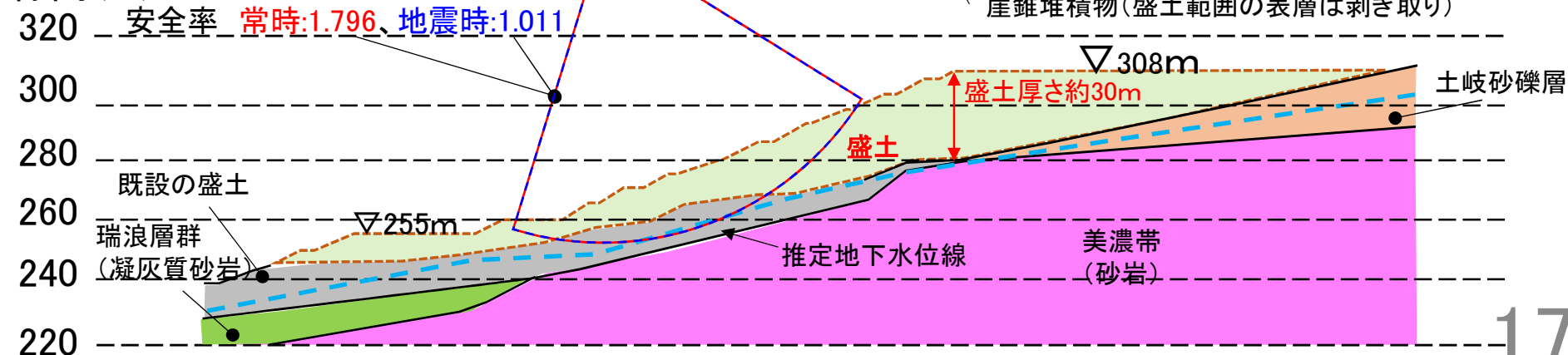
⑤-⑤' 断面

標高(m)

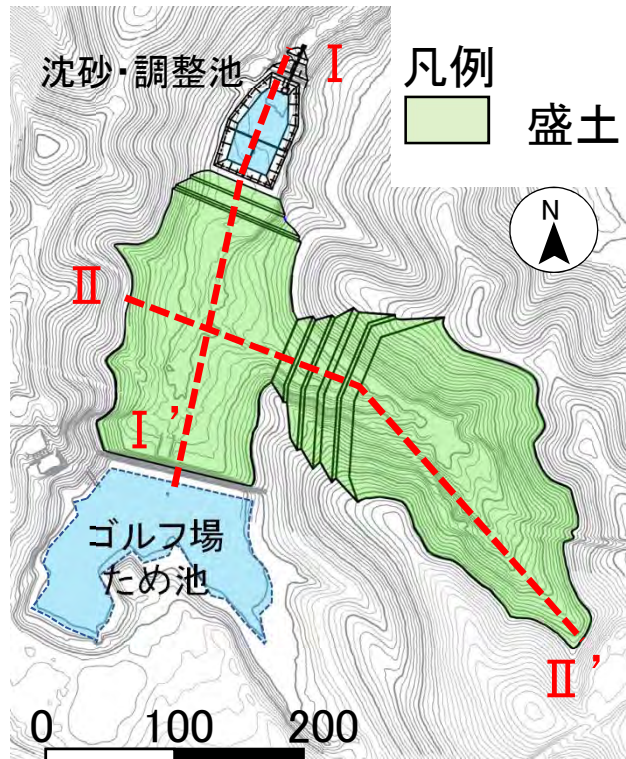


⑥-⑥' 断面

標高(m)

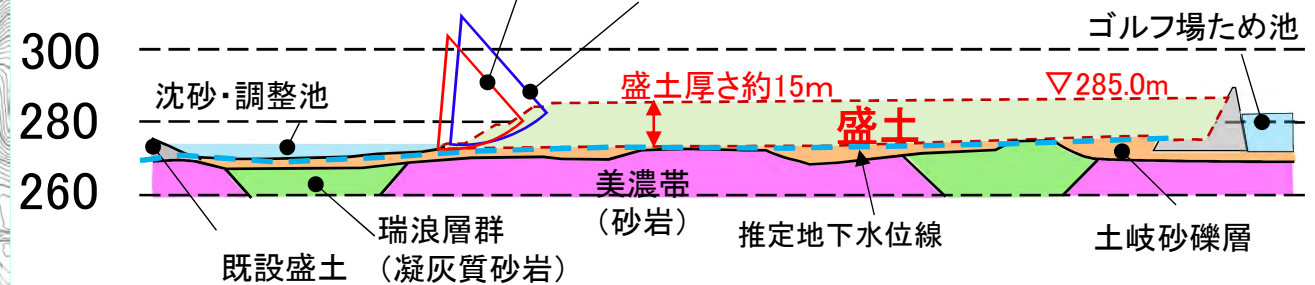


盛土形状(候補地B)



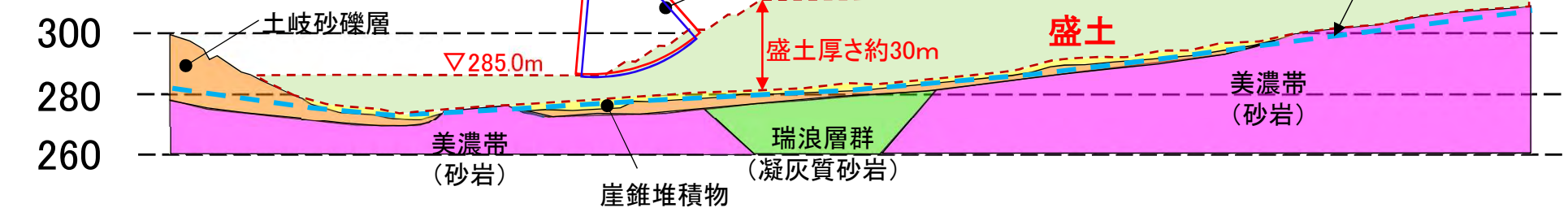
I - I' 断面

標高(m) 安全率 常時:2.341、地震時:1.097



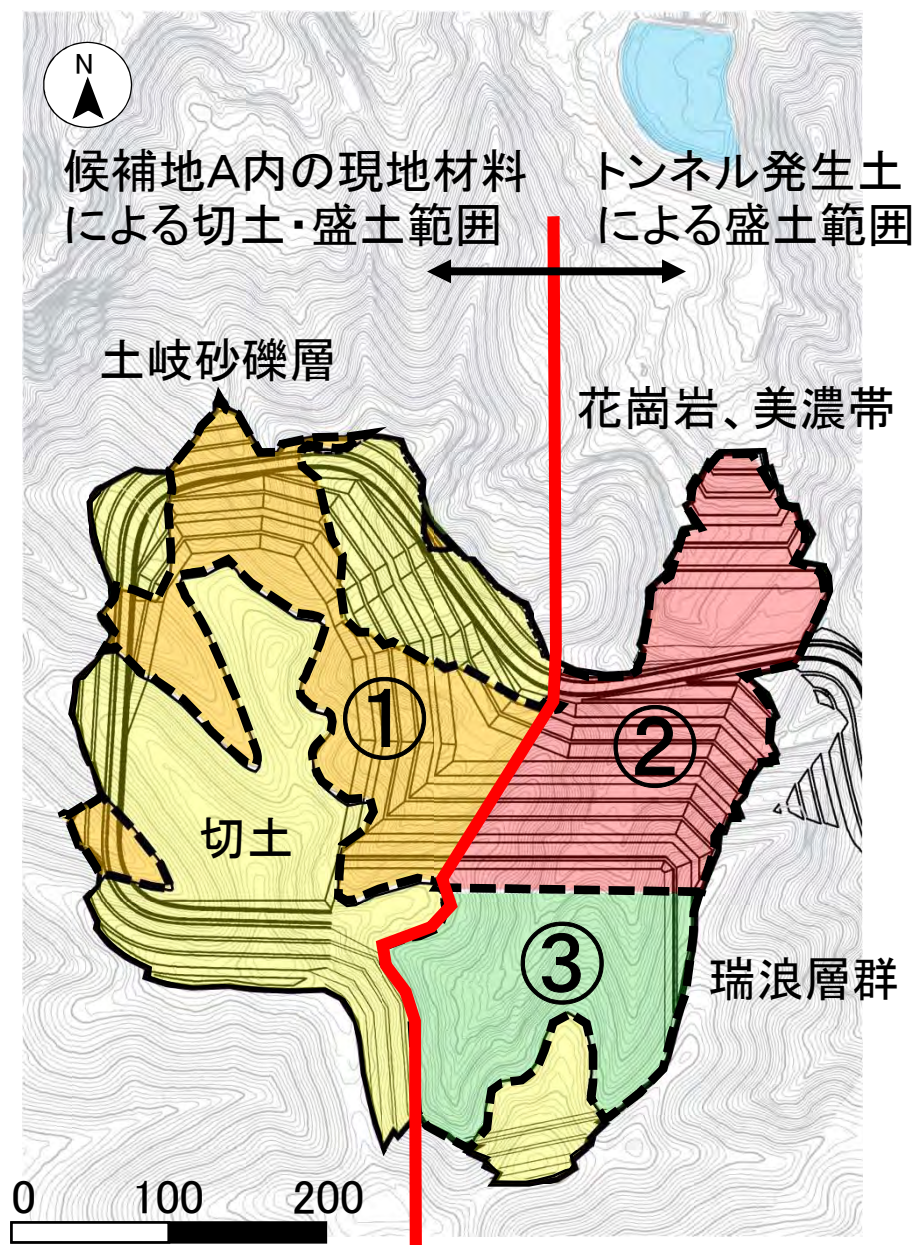
II - II' 断面

標高(m)



※現時点での計画です。

盛土材料のエリア分け(候補地A)



・候補地Aの盛土箇所は、箇所ごとに使用する盛土材料のエリア分けを行います。

①の範囲

・候補地A内の切土で発生する土岐砂礫層を優先して使用します。

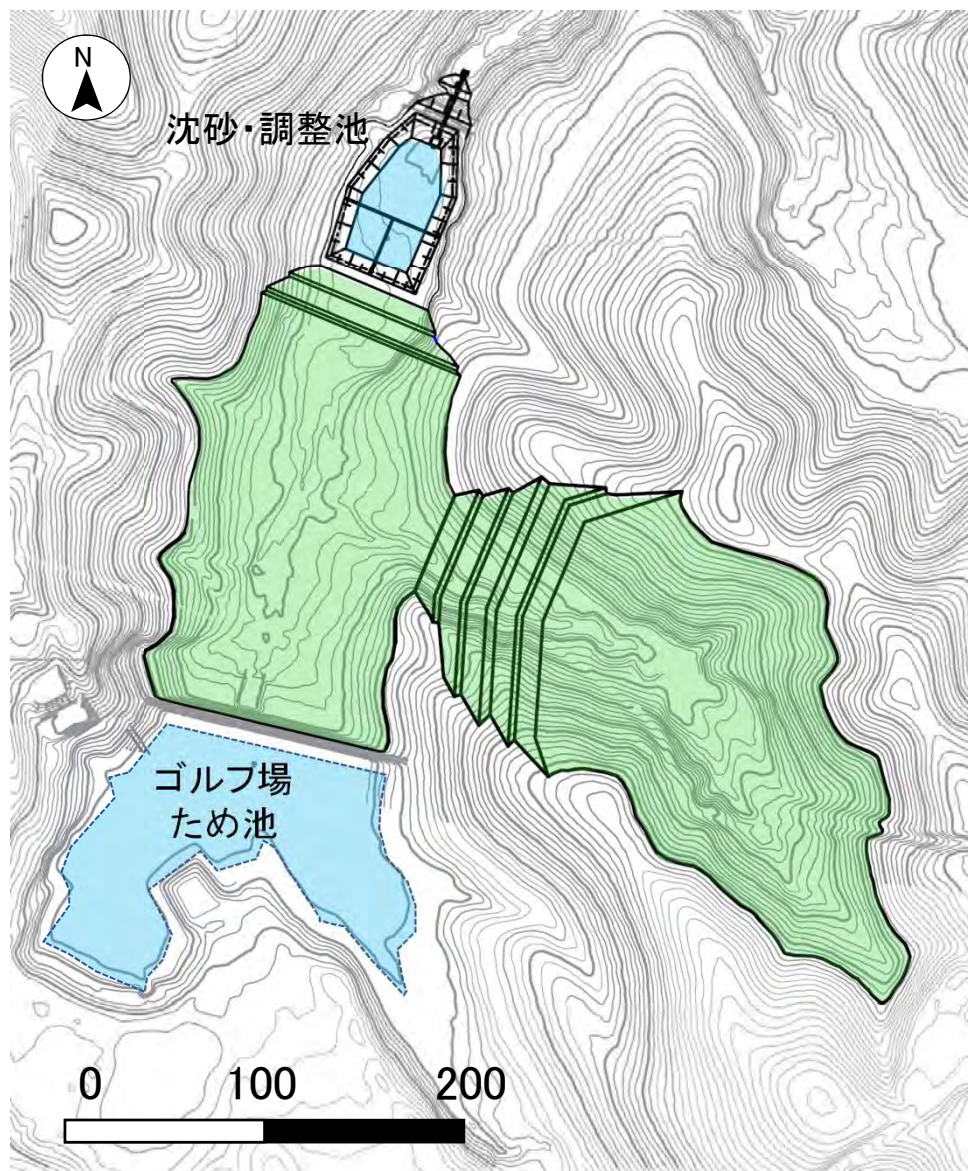
②の範囲

・のり面が連続することから、トンネル掘削により発生する硬岩(主に花崗岩・美濃帯)を優先して使用します。

③の範囲

・トンネル掘削により発生する硬岩～軟岩(主に瑞浪層群)を優先して使用します。

盛土材料のエリア分け(候補地B)

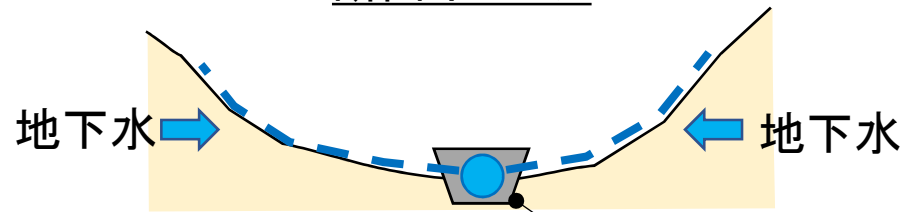


- ・候補地Bについては、盛土材料のエリア分けを行いません。
- ・盛土材料が全量瑞浪層群となった場合でも成立するように設計を行いました。

地下排水処理(候補地A)

- ・盛土箇所には、地下排水管を網目状に敷設し、地下水を速やかに排水させます。
- ・排水管の管径は道路土工盛土工指針等の基準をもとに設計します。

断面イメージ



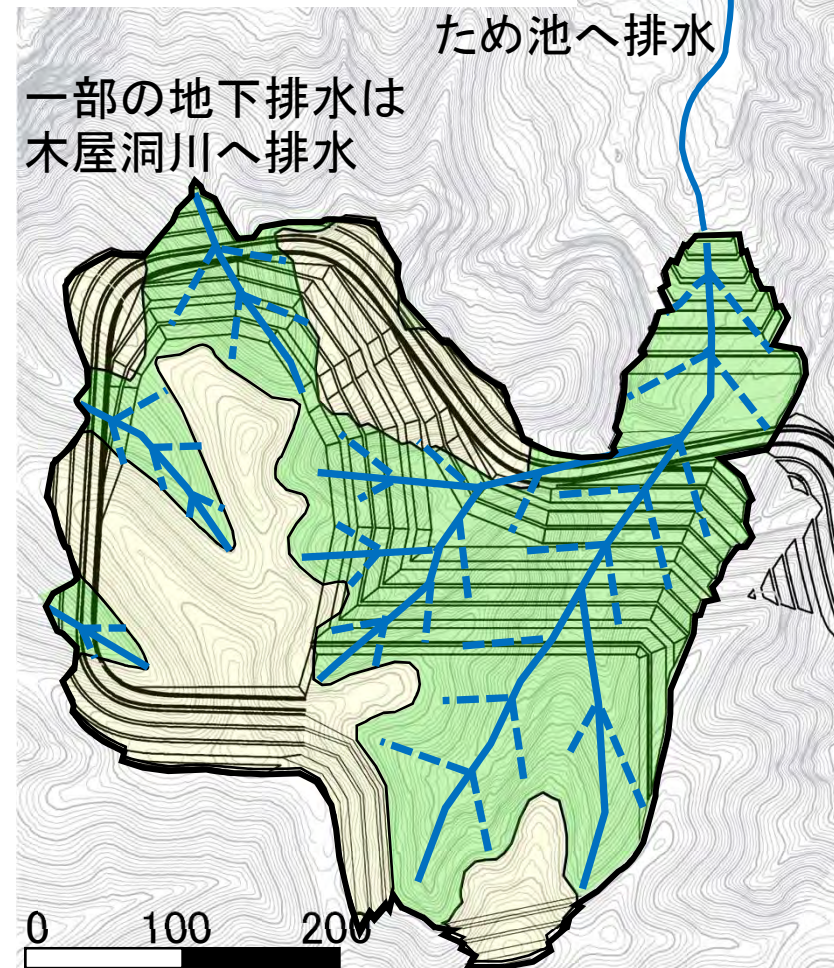
フィルター材
(碎石)

地下排水管イメージ



凡例

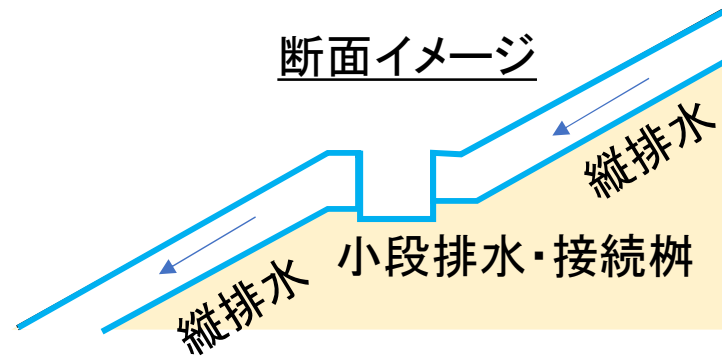
- 切土箇所
- 盛土箇所
- 地下排水管(有孔管):直径30cm
- 地下排水管(有孔管):直径15cm



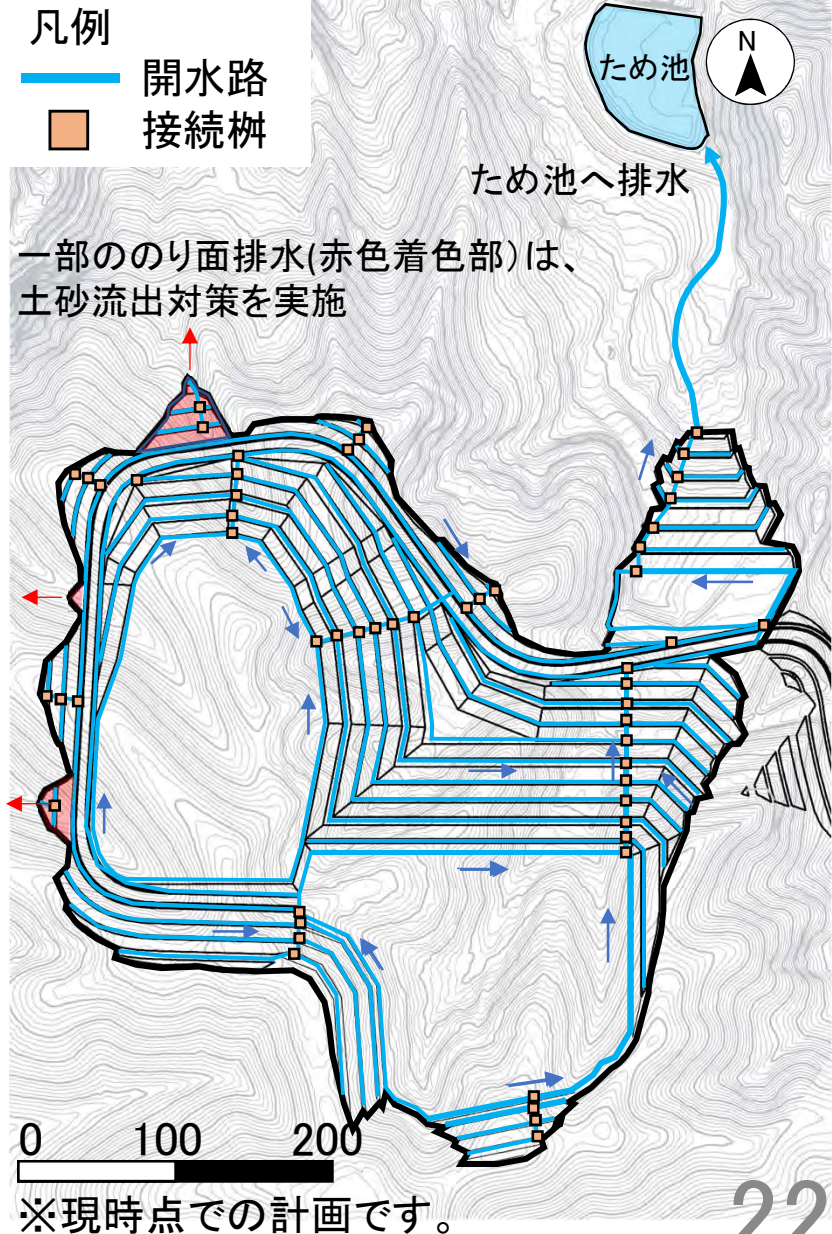
※現時点での計画です。

流入水、表流水処理(候補地A)

- ・造成範囲内の雨水と造成範囲外からの流入水は、開水路へ流し、ため池へ放流します。
- ・開水路は、林地開発許可審査の手引きに則り、10年に一度の確率で降る雨量(時雨量142mm)で設計します。

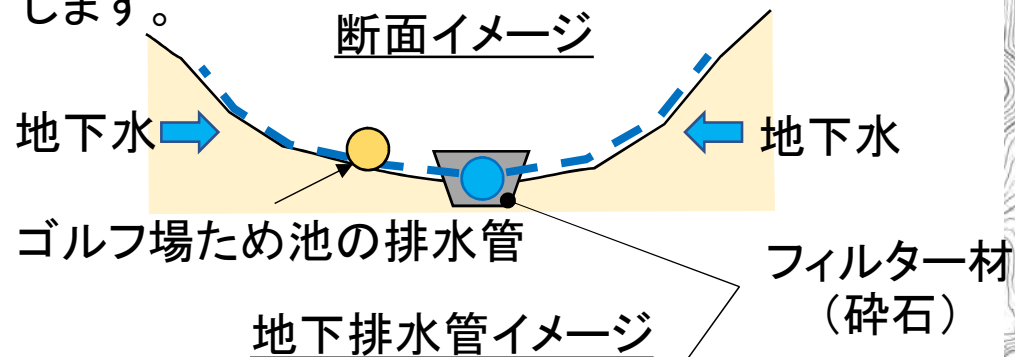


法面イメージ



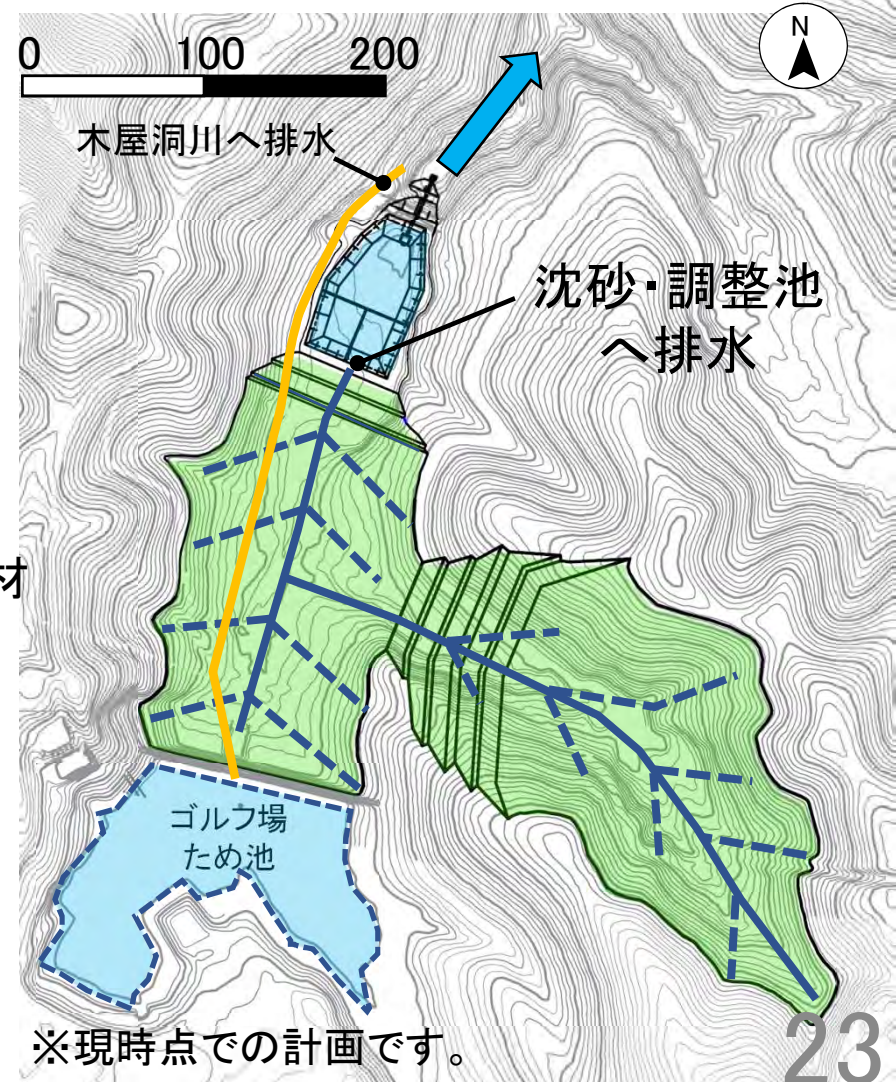
地下排水処理(候補地B)

- ・盛土箇所には、地下排水管を網目状に敷設し、地下水を速やかに排水させます。
- ・ゴルフ場のため池からの排水は、無孔管により沈砂・調整池を通さず、直接木屋洞川へ放流します。
- ・排水管の管径は道路土工盛土工指針等の基準をもとに設計します。
- ・遮水シート敷設後の排水設備については、後述します。



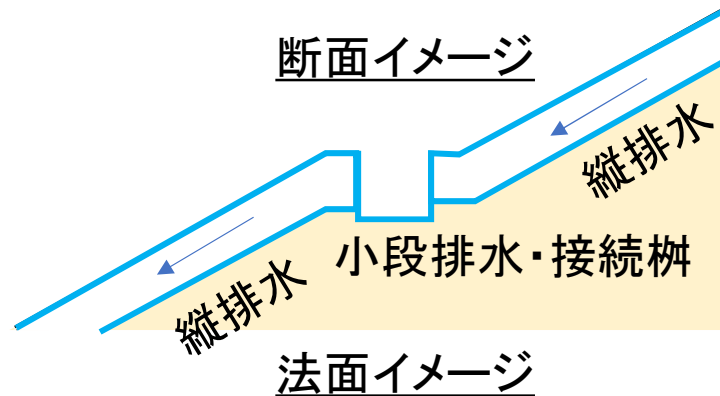
凡例

- 盛土部
- 地下排水管(有孔管): 直径30cm
- 地下排水管(有孔管): 直径15cm
- ゴルフ場ため池の排水管(無孔管): 直径60cm



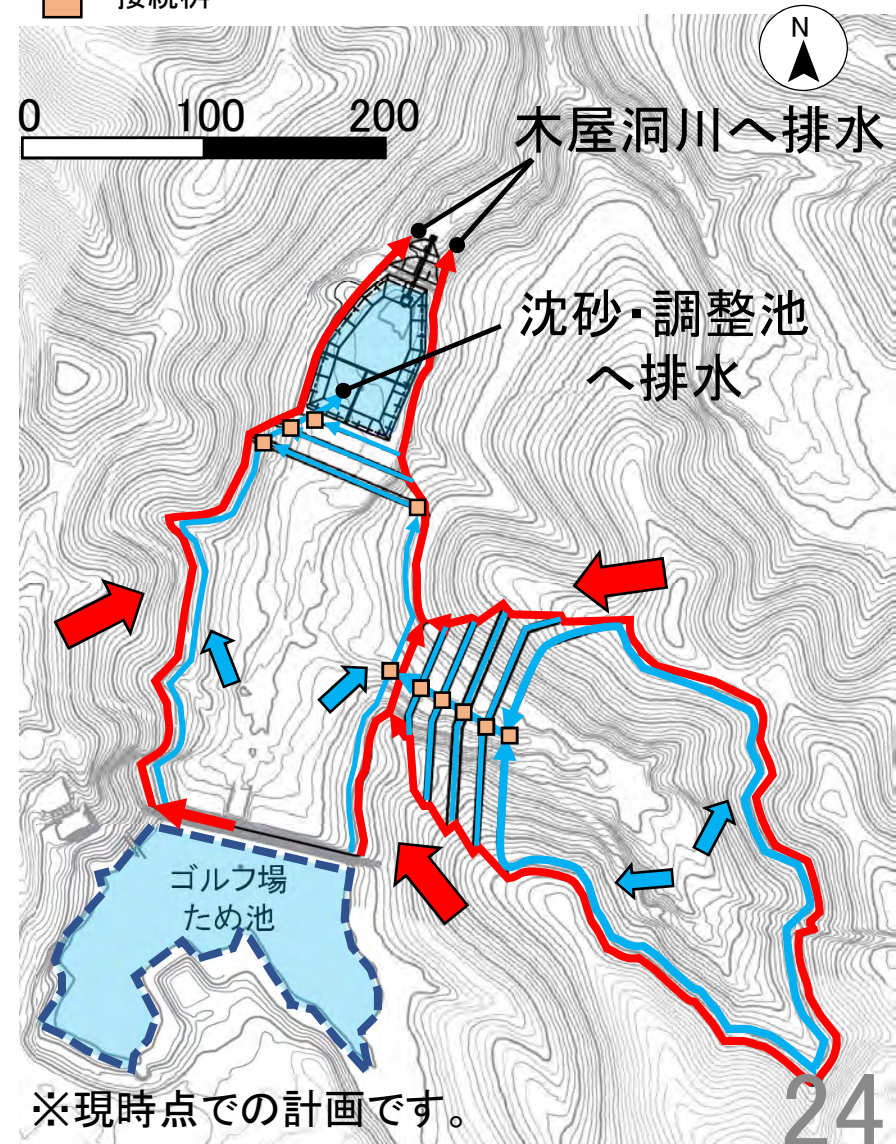
流入水、表流水処理(候補地B)

- ・造成範囲内の雨水(右図の青線)は開水路へ流し、沈砂・調整池に流します。
- ・造成範囲外からの流入水(右図の赤線)は、外周に開水路を新設し、沈砂・調整池を通さず、直接木屋洞川へ流します。
- ・開水路は、林地開発許可審査の手引きに則り、10年に一度の確率で降る雨量(時雨量142mm)で設計します。



凡例

- 開水路(造成範囲内の排水)
- 開水路(造成範囲外からの排水)
- 接続柵



安全のために点検します

- ・施工中より、盛土・排水設備の管理については、JRが行います。
- ・盛土・排水設備を点検し、開水路などは堆積物の撤去を行い、機能を維持します。
- ・施工後も、JRが定期的に盛土・排水設備の点検を行います。

想定している点検内容

- ・盛土全体 ⇒ 目視点検
- ・開水路 ⇒ 目視点検
- ・地下排水管⇒ 目視点検、カメラ等を用いた点検

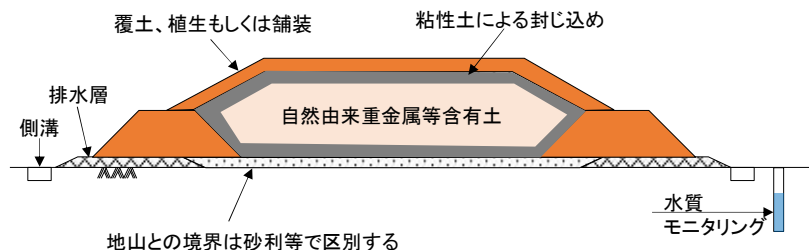
「二重遮水シートによる封じ込め」
について説明します。

要対策土の安全な管理に関する基本的な考え方

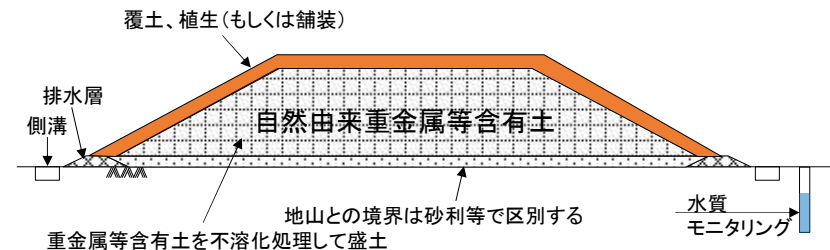
- ・対策については、(独)土木研究所の「建設工事で発生する 自然由来の重金属等含有土対応ハンドブック(以下「ハンドブック」という。)を参考に検討します。
- ・具体的な計画は、学識経験者による委員会で審議し、県環境部局と協議のうえ決定します。
- ・要対策土を搬入するため、造成範囲の土地を取得させて頂き、将来にわたり当社が責任をもって維持管理します。
- ・要対策土搬入後においても、将来にわたり継続的に水質モニタリングを実施します。
- ・水質モニタリングの結果、基準値を超えた場合、速やかに原因究明を行い、対策工の補修等に対応できる場合は補修等を実施します。それ以外の場合は要対策土の搬出も含め対策を検討し実施します。
(水質モニタリングの計画は第5回で説明します。)

ハンドブックによる工法の選定

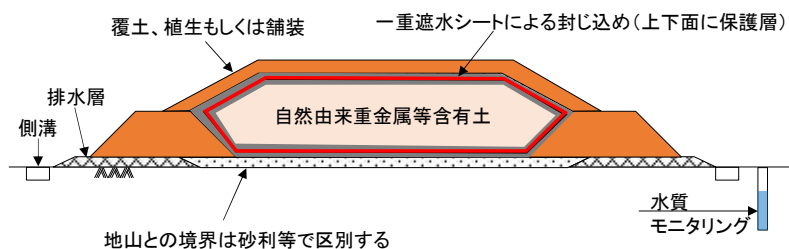
①粘性土による封じ込め



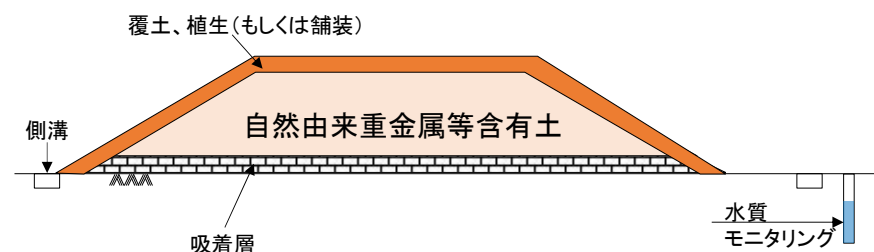
④不溶化处理による溶出低減



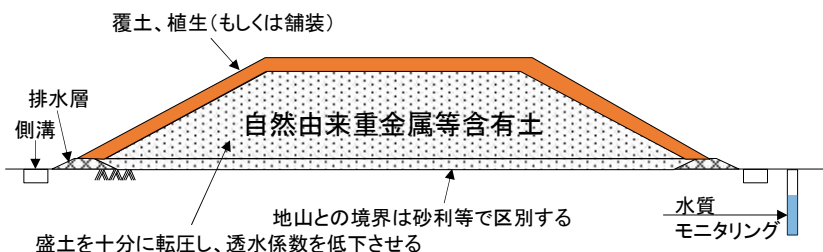
②一重遮水シートによる封じ込め



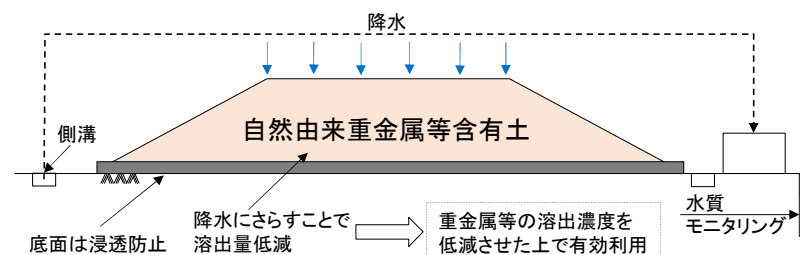
⑤吸着層の敷設による重金属等の捕捉



③転圧による雨水浸透の低減

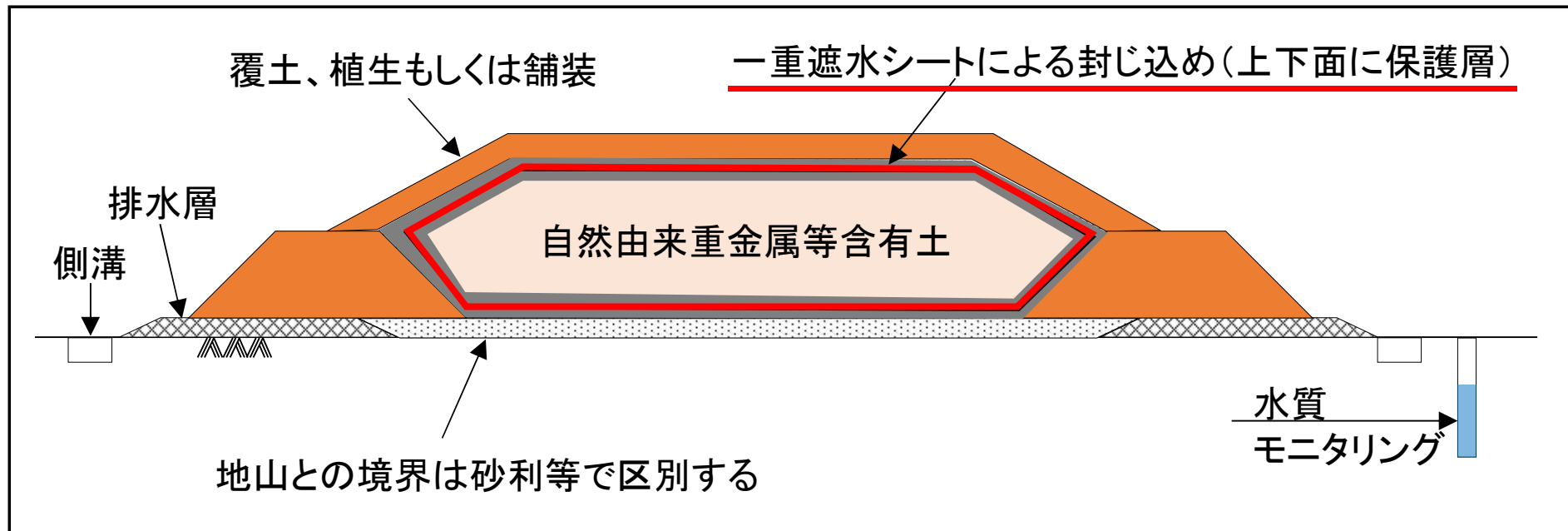


⑥滲出水処理による重金属等の回収



出典：ハンドブック

二重遮水シートによる封じ込めを選定



出典: ハンドブック

- ・当該候補地は谷地形で、周辺から水の流入の可能性があることから、「一重遮水シートによる封じ込め」が適していると考えました。



遮水構造については、安全性を高めるため、2枚の遮水シートと3枚の不織布を交互に重ねる「二重遮水シートによる封じ込め工法」を考えています。

遮水シートとは

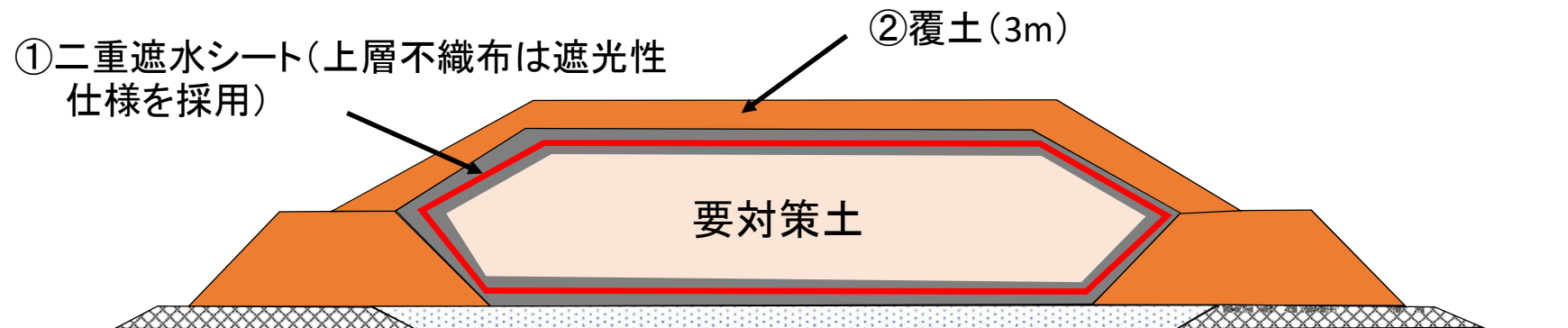
- ・遮水シートは、廃棄物の最終処分場やため池等を造成する際に用いられる資材です。
- ・遮水シートに求められる性能は次の①～⑥のとおりです。
（日本遮水工協会の資料を要約しています）
- ・美佐野工区では、①～⑥の性能を満足するポリエチレン製の遮水シートを使用する計画です。

【遮水シートに求められる性能】

- ①厚さ: 1.5mm以上
- ②遮水の効力: 十分な遮水性、表面に穴や亀裂がない
- ③強度 : 廃棄物などの荷重、埋立て作業用の車両などによる衝撃力、基礎地盤の変位、温度応力に対し、強度および伸びにて対応できる性能
- ④施工性: 敷設、接合などにおいて不具合が生じない
- ⑤耐久性: 耐候性(紫外線による劣化)、熱安定性(60 ~ 70℃、-20℃の温度変化に対する耐性)、耐酸性・耐アルカリ性(埋立て物の保有水の水質に耐える)、耐油性・化学的性質に対する耐性、その他(大気中のオゾン、品質劣化、曲げ応力への耐性)
- ⑥安全性: 有害物質が遮水シートから溶出しない

遮水シートの遮光対策

- ・遮水シートの耐久性について、耐久性低下の主要因は紫外線です。
- ・美佐野工区においては、以下の対策により、遮水シートに紫外線が当たらないような状態にします。

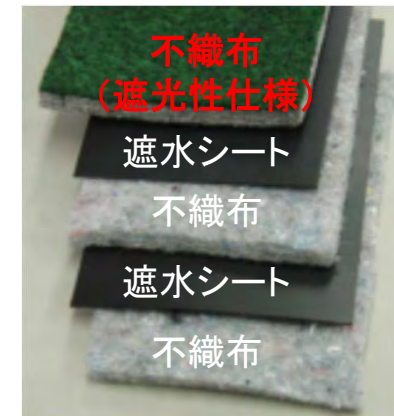


①不織布(遮光性仕様)

二重遮水シートの上層の不織布は遮光性仕様を採用。

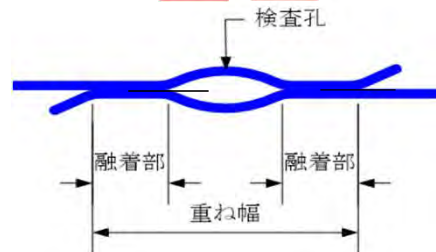
②覆土(3m)

要対策土封じ込め完了後に、二重遮水シートの上に厚さ3mの土(基準値内の土)で覆う。



遮水シートの接合方法

- ・遮水シートの接合は熱融着とし、さらに接合面を一体化することで接合の確実性を高めます。
- ・融着部の間に空気をポンプで送り込んで、空気の漏れがないことを確認し、接合部の全箇所を検査します。
- ・融着は日本遮水工協会の認定資格を所有する技術者が実施します。



熱融着した遮水シートの接合断面例



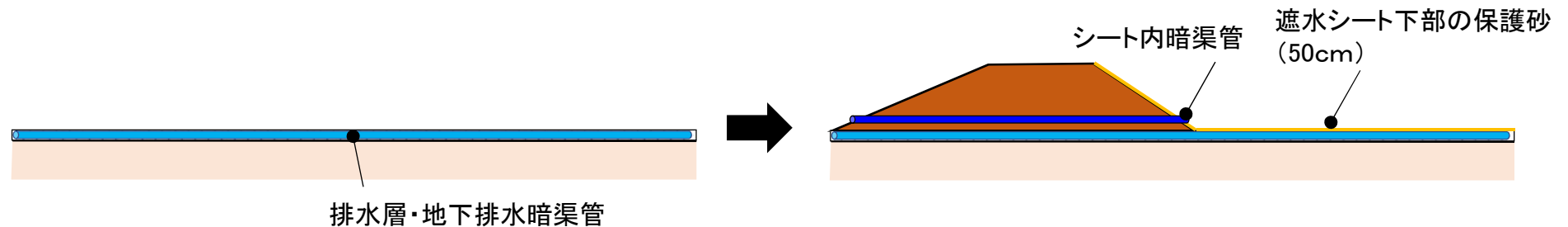
自走式融着機による融着



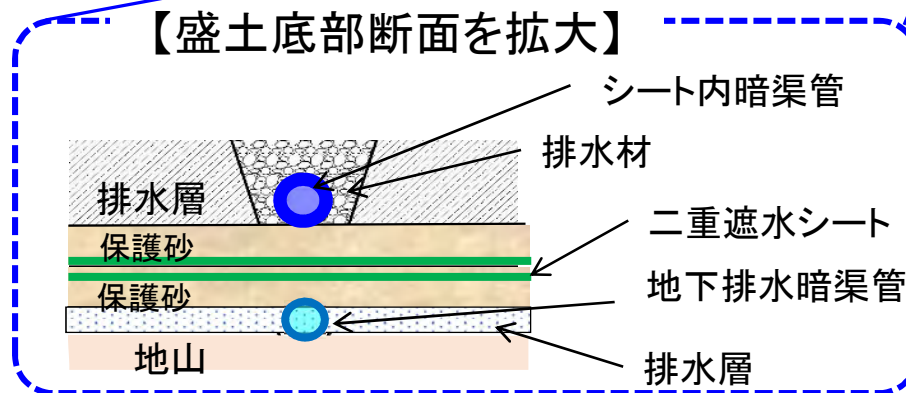
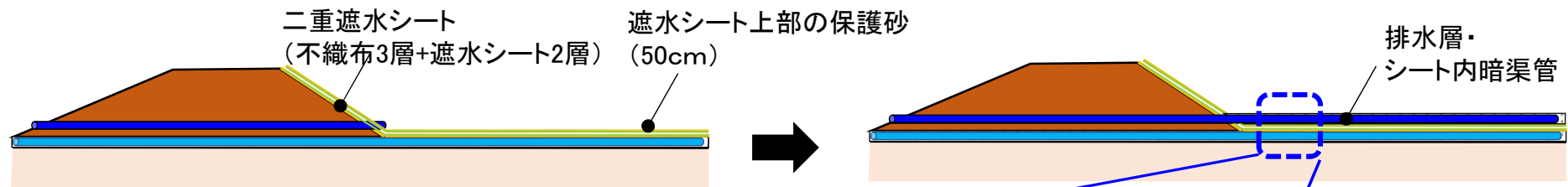
検査の様子

要対策土の封じ込めの施工方法①

- ①排水層・地下排水管を敷設します。その後、発生土による盛土(基準内)とシート内暗渠管の一部を施工し、保護砂を設置します。



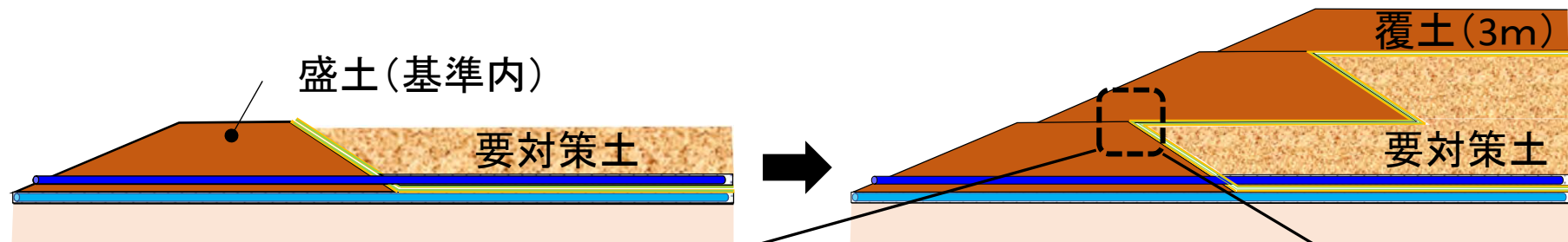
- ②二重遮水シートを敷き詰め、保護砂・シート内暗渠管・排水層を設置します。



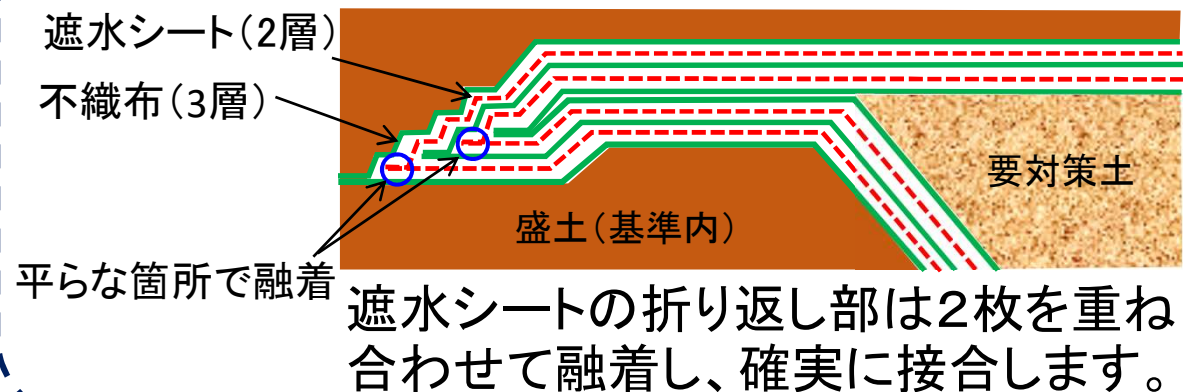
要対策土の封じ込めの施工方法②

- ③要対策土を盛土(基準内)まで盛土します。その後、2段目の盛土(基準内)・保護砂・二重遮水シートを設置し、要対策土を盛土します。要対策土の盛土を完了する際は、二重遮水シートを要対策土の上面まで敷設・融着し封じ込めます。最後に3mの覆土をします。

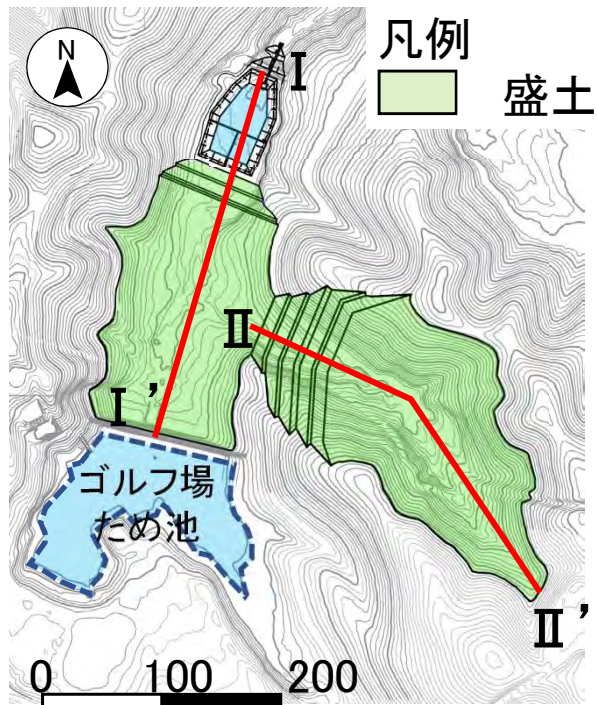
※3段目以降を盛土する場合は、上記を繰り返し施工します。



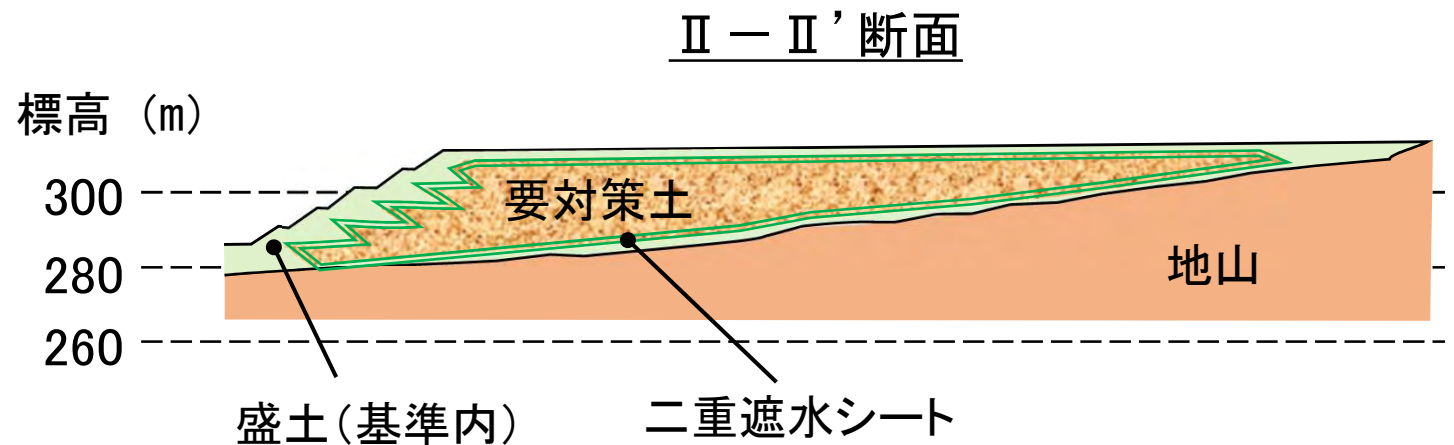
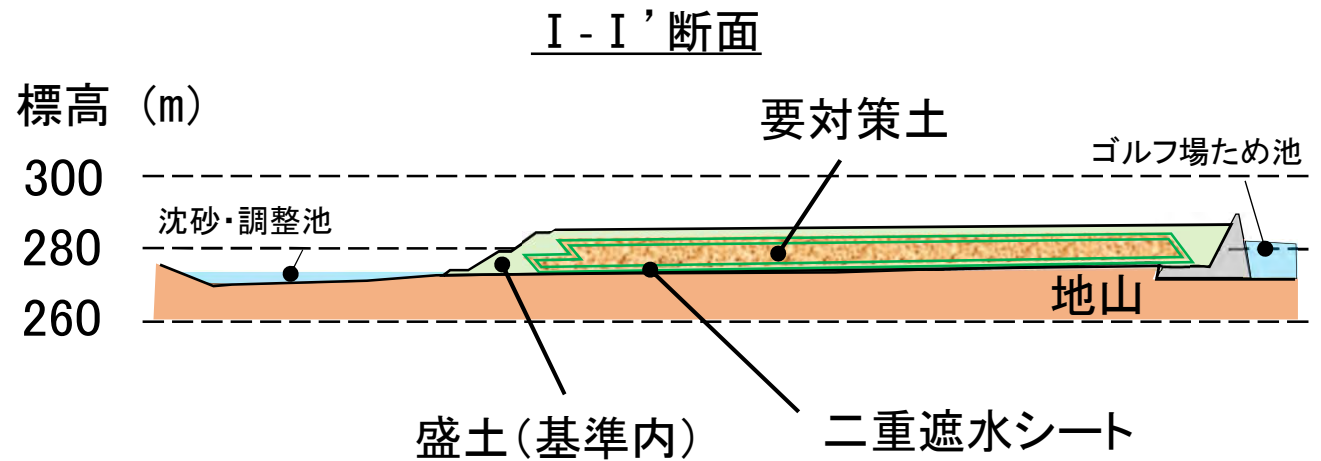
【二重遮水シートの折り返し部を拡大】



要対策土の封じ込め形状

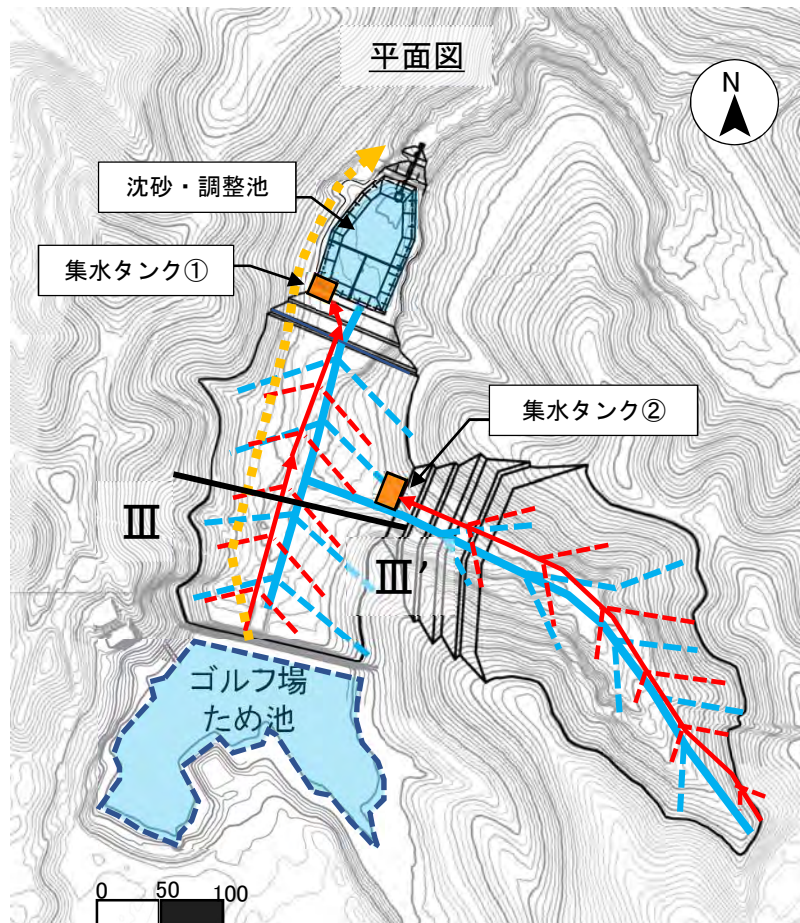


※現時点での計画です。



雨水、地下水の管理

- ①工事中、要対策土に触れた雨水は、シート内排水管(図の赤線)により集水します。
- ②遮水シートの下に地下水を集める排水管(図の青線)により集水し、沈砂・調整池に導きます。
(水質モニタリングの計画は第5回で説明)



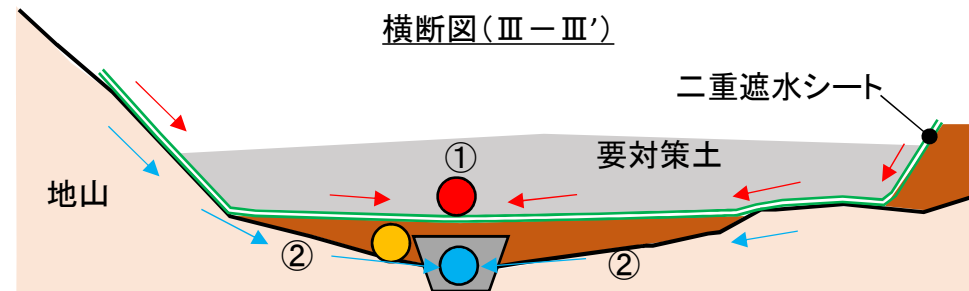
凡例

【平面図】

- 地下排水管 本管(有孔管)
- - 地下排水管 枝管(有孔管)
- シート内排水管 本管(有孔管)
- - シート内排水管 枝管(有孔管)
- ... ゴルフ場ため池の排水管(無孔管)
- ← 要対策土に触れた雨水
- ← 地下水

【断面図】

- 地下水を集める管
- 要対策土に触れた水を集める管
- ゴルフ場ため池の水を下流に直接排水するための管



集水タンクのイメージ



排水管のイメージ



※現時点での計画です。