

静岡工区における 要対策土の処理について

令和 7 年 1 0 月

東海旅客鉄道株式会社

目次

(1) 要対策土の処理について	1
1) 要対策土について	1
2) 要対策土の取扱いに関する基本的な考え方	5
3) 生活環境保全措置を講じた盛土【ア】	12
4) 汚染土壌処理施設としての埋立処理施設を設置し行う埋立【イ】	14
5) オンサイト処理【ウ】	14
6) 処分場への搬出処理【エ】	18
【参考】 静岡工区で封じ込めを実施する場合の検討（藤島発生土置き場） .	18
① 立地計画	18
② 盛土構造の設計の基準	19
③ 盛土の形状及び地震時の安定性	22
④ 排水設備	28
⑤ 浸出水処理と排水管理	28

今後の検討項目

○要対策土処理方針

○リスク検討（リスクマトリクス、リスクマップ）

（１） 要対策土の処理について

１） 要対策土について

- ・トンネル発生土は、地質の性質等によって一部の発生土に自然由来重金属等含有土及び酸性土（以下、要対策土）が含まれている場合があります。
- ・南アルプス大井川上流域は、付加体により構成され、その形成の過程で、力を受けて陸側に持ち上がるときに、断層や褶曲ができ複雑な地質となっています。地層の重なりとしては、下位から上位に向かって古いものから順に堆積している通常的地層とは異なり、プレート運動の影響を受け、海洋において堆積した地層が陸側に上昇して形成されています。
- ・なお、大井川沿いには畑薙山断層が北北東－南南西方向に走り、樫島付近より北では大井川の左岸側斜面、南では右岸側斜面を通ります。
- ・地層は、四万十層群と呼ばれる中生代白亜紀から新生代第三紀にかけての堆積岩からなり、砂岩・泥岩や粘板岩の互層をなし、褶曲を受け節理が発達し、標高が高く気温の較差が大きいことから風化浸食が顕著です。
- ・これらのことから、南アルプス周辺においては一般的に重金属の含有が想定される「海洋において堆積した粘土層」「断層」等に該当する地質が確認されており、こうした地質に重金属の濃集が発生している可能性が考えられます。
- ・自然由来の重金属等（以下、重金属等）とは、自然界に含まれる元素であり、ひじき等の食品や温泉水などに比較的多く含まれています。摂取量によっては人体に健康被害を及ぼすこともあるため、重金属等には土壤汚染対策法で土壤溶出量基準が定められています。なお本基準値は、70年間、1日2Lの地下水を飲用することを想定し、一生涯に亘りその地下水を飲用しても健康に対する有害な影響がないまたはリスク増分が10万分の1となるレベルとして設定されています。

表 1 盛土環境条例に定める基準（自然由来の重金属等）

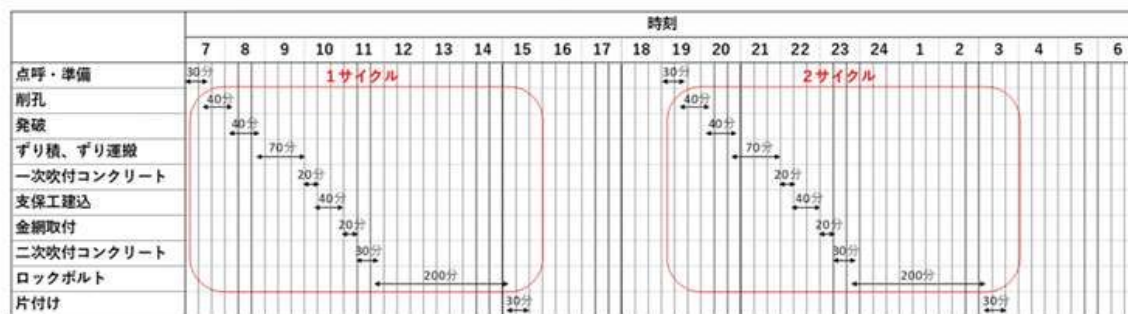
項目	土砂溶出量基準※1	土砂含有量基準※2
カドミウム	0.003 mg/L 以下	45mg/kg 以下
六価クロム	0.05 mg/L 以下	250mg/kg 以下
水銀	0.0005 mg/L 以下	15mg/kg 以下
セレン	0.01 mg/L 以下	150mg/kg 以下
鉛	0.01 mg/L 以下	150mg/kg 以下
ヒ素	0.01 mg/L 以下	150mg/kg 以下
フッ素	0.8 mg/L 以下	4,000mg/kg 以下
ホウ素	1.0 mg/L 以下	4,000mg/kg 以下

※1：「盛土環境条例」に定める「土石に水を加えた場合に溶出する物質の量に関する基準」

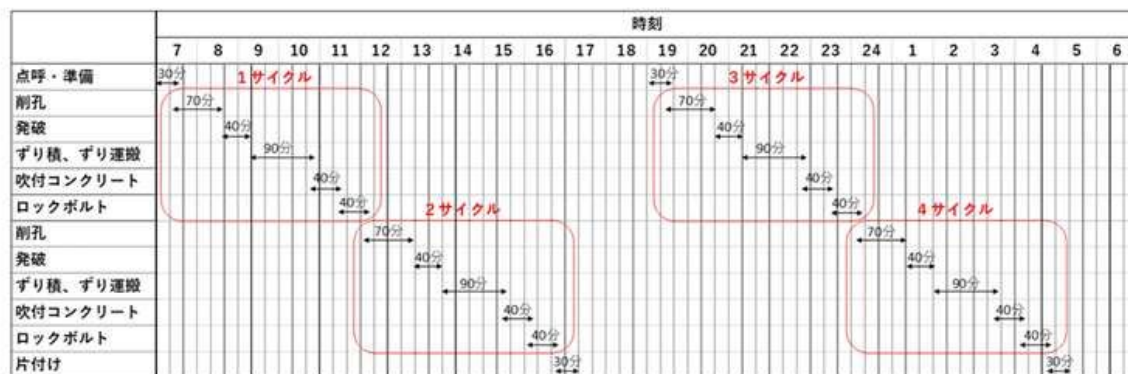
※2：「盛土環境条例」に定める「土石に含まれる物質の量に関する基準」

- ・トンネル掘削による発生土は土壤汚染対策法の対象外ですが、発生土に含まれる重金属等（カドミウム、六価クロム、水銀、セレン、鉛、ヒ素、フッ素、ホウ素）及び酸性水の可能性について、1回／日を基本に「建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル（2023 年版）」（以下、国交省マニュアル）に準拠し短期溶出試験、酸性化可能性試験を実施します。
- ・専門部会委員より、重金属は一般に偏在しているというご意見をいただいたことを踏まえ、検査試料はトンネル掘削工法や地質を考慮したうえで、盛土材料として活用することを踏まえた粒径で、1回につき複数点（5地点）から600g以上のサンプルを採取したのち混合し1検体を作成し、分析を行う計画です。これらの分析試験はトンネル切羽ごとに実施いたします。
- ・なお、静岡工区におけるトンネルの最大断面は本坑の約100m²、1サイクルあたりの掘削長は1m程度であり、静岡工区で計画している作業工程において1日最大4サイクル程度を実施することから、分析試験の実施頻度は最大断面を掘削する場合で400m³程度に1回となる予定です。静岡工区における1日あたりの掘削サイクルの想定を図1に示します。

【地山が悪い場合】（静岡工区で最も多いケース）



【地山が良い場合】



※2025年5月 第16回県専門部会（生物多様性部会）に提示したものと同一

※現時点の想定であり、今後変更の可能性があります。作業の進捗に伴い、各作業開始時刻は変動します

図 1 静岡工区において想定している作業工程（標準的なイメージ）

- ・また、図 2 に静岡工区の発生土処理工程イメージを示します。

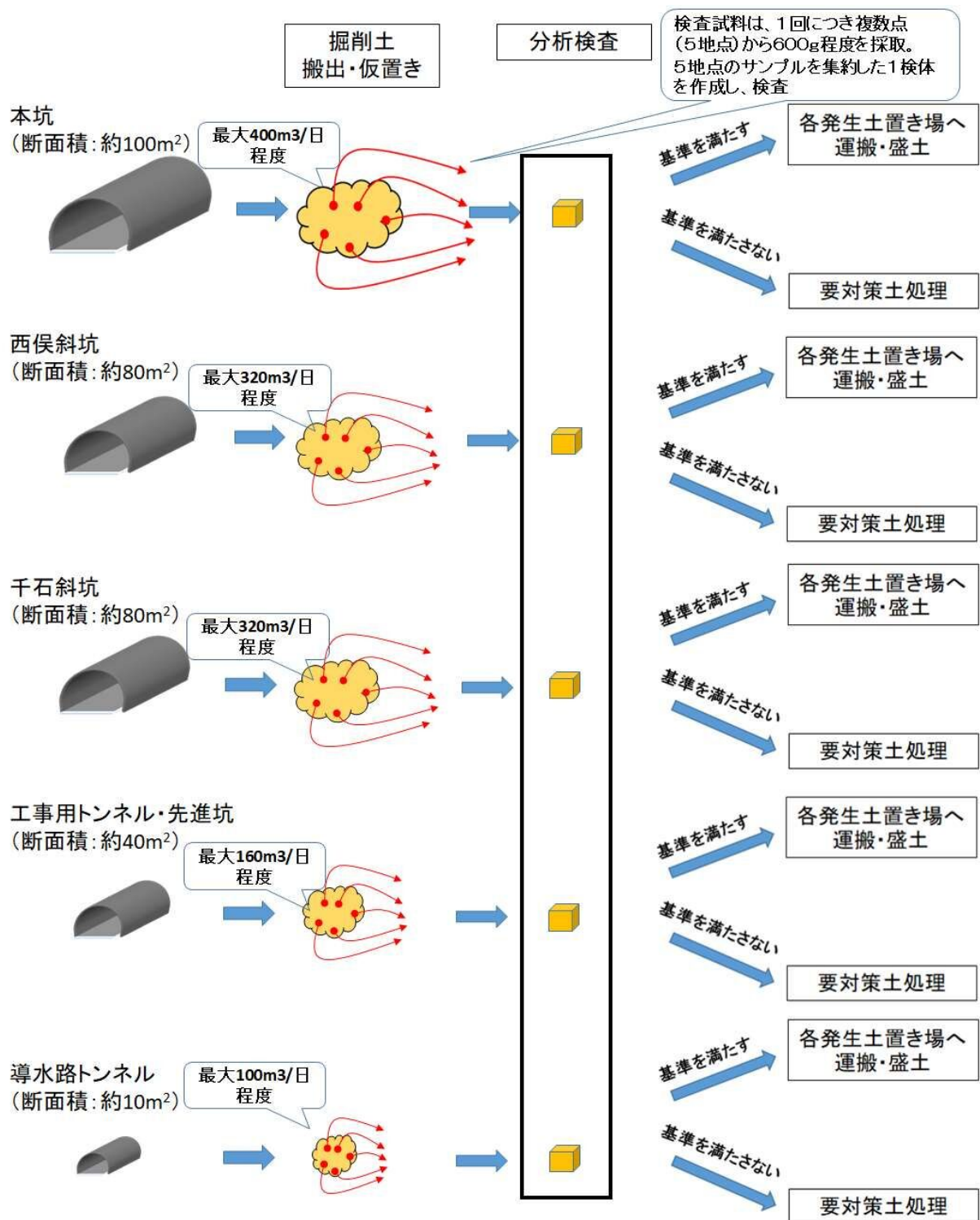


図 2 静岡工区の発生土処理工程イメージ

- ・ 検査頻度について「国交省マニュアル」に「事前調査に基づく地質的な特性、および施工内容を考慮し、通常は最低1日の掘削土量から5000m³の間で実施可能な範囲に設定する事が多い。」と記載されております。静岡工区においても、検査頻度は1日1回を基本とし、一般的なトンネル工事における試験よりも細かな頻度で

確認ができると考えております。また、先行して掘削する先進坑部の調査結果が基準値に適合していた場合、必要に応じ静岡県及び専門家等とご相談のうえ、本線トンネル部の当該岩相における調査頻度を変更することを考えております。

- ・破碎質な地山等では基本的に要対策土が発生する可能性が高くなると考えられますが、そのような地質の脆い箇所では一般的に掘削のペースが落ちる傾向にあるため、結果として通常の箇所よりも検査頻度が密になることに繋がります。
- ・短期溶出試験の結果、溶出量の濃度が基準値を超える重金属等を含んでいる場合、検査対象土を全て自然由来重金属等含有土と評価します。
- ・酸性土とは、黄鉄鉱など、硫化鉱物が含まれているもので、空気と水に触れることで長期にわたり酸性水を発生させるものを指します。国交省マニュアルに記載の通り、酸性化可能性試験により、長期的な酸性化の可能性がある（酸性化可能性基準（pH が 3.5 を上回る）を満足しない）と判明した発生土、又は、短期溶出試験の検液の pH 試験により、基準不適合の酸性を示す（pH が酸性（おおむね 4.0 以下）を呈する）発生土を酸性土と評価します。
- ・検査の結果、基準を満たす土を通常土として、それぞれ計画する発生土置き場候補地へ運搬し、盛土を行います。一方、基準を満たさない土を要対策土として区分し、要対策土の処理方法等について、これまで検討した内容を本資料でお示しいたします。

2) 要対策土の取扱いに関する基本的な考え方

- ・前述の大井川上流域の地質等の特徴に加え、南アルプス地域全体としても、基盤地質は四万十層群の主に粘板岩、砂岩および砂岩粘板岩互層（混在岩を含む）から構成され、山梨県から長野県にかけて、類似の地質が継続するものと想定されます。なお、後に掲載する図 4 に示すように、四万十層群は県境付近の断層帯を境に東側が寸又川層群、西側が白根層群に区分されます。
- ・要対策土の発生は前述の地質による影響が大きいと考えられますが、南アルプストンネル静岡工区においては、土被りが非常に大きく事前のボーリング調査が難しいため、詳細な地質を事前に、連続的に把握することが困難です。さらに、要対策土は地質のみならず断層等の要因にも左右されることから、土量の予測は不確実性が高いと考えます。
- ・上記状況の中でも、可能な限り要対策土の発生に備えるために、南アルプスの地質の特徴や、これまでに得られた情報（文献調査、地表踏査、山梨工区※の実績）を

整理し、一定の仮定を置いたうえで要対策土量を予測いたしました(図 3、図 4)。
 ※本資料では、山梨工区のうち主に先進坑(広河原斜坑との交点部より静岡県側)を指す。(以降記載も同様)

1. 既往の調査結果を活用し、静岡工区における地質ごとの土量に対する割合を集計

・想定地質縦断面などを元に、静岡工区の各トンネルの地質の種類ごとに、静岡工区の全想定土量(約370万m³)に対する割合を想定

地質	特徴	土量に対する割合
砂岩	・細粒～中粒の砂岩 ・粘板岩の岩片(Φ1～5mm)を含む	約10%
粘板岩	・黒色粘板岩で厚さ1cm以下の砂質粘板岩 ・層理面に平行なへき開がみられる。	約19%
砂岩粘板岩互層	・厚さ10～20cmで砂岩と粘板岩が互層	約65%
緑色岩	・玄武岩が変質した岩石 ・もとは海洋地殻を構成していた	約2%
その他(チャート等)		約4%

2. 山梨工区(※)において、各地質における重金属・酸性土の発生状況を確認し、発生割合を想定

・静岡工区におけるボーリング調査では、基準値を超過する自然由来重金属は確認されていないため、隣接する山梨工区(※)の結果をもとに想定

※山梨工区のうち、主に先進坑(広河原斜坑との交点部より静岡県側)を指す

地質	要対策土の発生割合				備考
	ヒ素(%)	フッ素(%)	セレン(%)	酸性土(%)	
砂岩	1.2	0.0	0.0	0.8	砂岩粘板岩互層と同一と仮定 (山梨工区※に実績なし)
粘板岩	0.0	0.05	0.05	0.7	
砂岩粘板岩互層	1.2	0.0	0.0	0.8	
緑色岩	0.0	0.0	0.0	0.0	
その他(チャート等)	0.0	0.05	0.05	0.7	粘板岩と同一と仮定 (山梨工区※に実績なし)

3. 1及び2の計算結果を掛け合わせ、静岡工区の全想定土量(約370万m³)における要対策土の発生量を予測

図 3 要対策土量予測の流れ

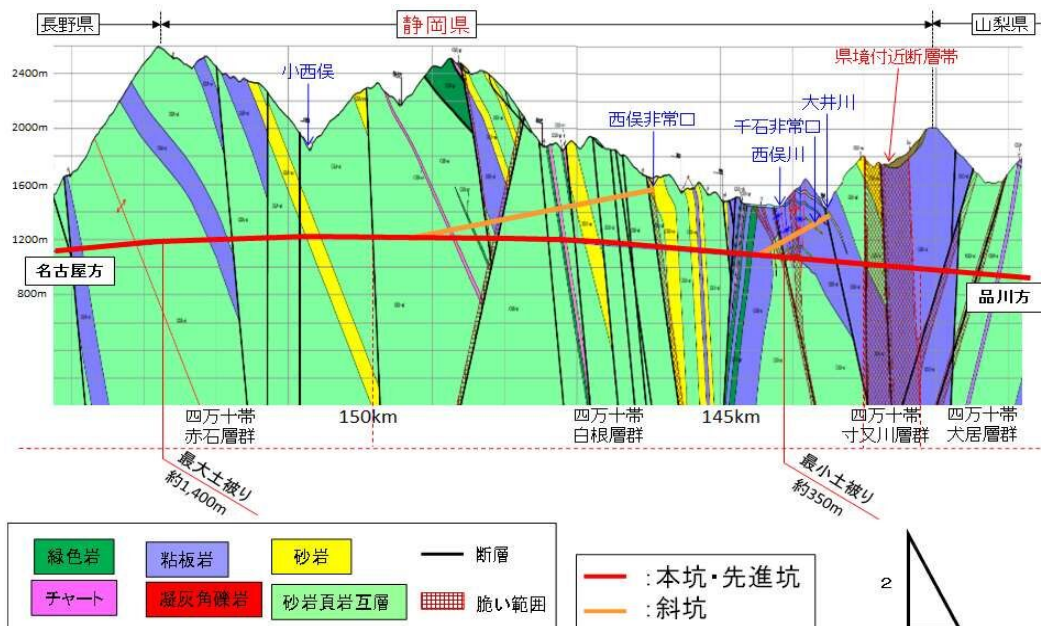


図 4 静岡工区付近の想定地質縦断面図

- ・基準値を超過する可能性のある重金属等の項目としては、山梨工区の実績からヒ素、フッ素、セレンが考えられます。また、「静岡県盛土等による環境の汚染の防止に関する条例」（以下、盛土環境条例）における基準不適合土石に該当しない、酸性土についても発生が見込まれます。
- ・ただし、一定の仮定を置いた予測であるため、実際に発生する要対策土量や重金属等の項目は予測した土量や項目と大きく異なる可能性があります。
- ・発生量等が予測を上回り、処理方法に影響が生じる恐れを考慮し、第 20 回地質構造・水資源部会専門部会（前回専門部会）時点では、地質ごとの土量が図 3 に示す割合となる場合の他、割合が変動する場合も考慮して、数ケースでの予測を行い、予測される要対策土の発生量を約 5 万～約 7 万 m³ としました。重金属等項目ごとの予測量は表 2 のとおりです。

表 2 静岡工区における要対策土の予測量（前回専門部会で提示）

	ヒ素	フッ素	セレン	酸性土
予測量	約 2 万～約 4 万 m ³	数千 m ³	数千 m ³	約 3 万 m ³

- ・その後、静岡県等との対話を行う中で、リスク管理の観点からさらに発生量が多くなるケースを念頭に要対策土の処理方法を検討するため、地質ごとの土量は図 3 に示す割合となることを前提に、
 - 1) 各地質の基準値超過割合を図 3 の通り、地質ごとに発生割合を設定した場合（標準ケース）
 - 2) 基準値超過割合について地質に関わらず、最も大きい数字を用いた場合（最大ケース）
 について予測を行った結果を、重金属等項目ごとに表 3 にお示しします。

表 3 静岡工区における要対策土の予測量（最大量精査後）

		ヒ素	フッ素	セレン	酸性土
標準ケース	予測量（m ³ ）	約 3.3 万	約千	約千	約 2.8 万
最大ケース	予測量（m ³ ）	約 4.4 万	約 2 千	約 2 千	約 3 万

- ・繰り返しになりますが、一定の仮定を置いた予測であることを踏まえ、山梨工区で

確認されていない重金属（ホウ素、鉛、六価クロム、カドミウム、水銀等）も基準値を超過する可能性があることを考慮し、要対策土の処理方法については、全ての重金属に対応可能な方法を対象に、特に工事初期の段階から検討・準備することがリスク管理の観点から重要であると考えております。

- ・ 予想される要対策土の超過項目ごとの濃度について、表 4 に示す山梨工区の実績から静岡工区についても同傾向と考えられ、土壤汚染対策法における第二溶出量基準※を下回る可能性が高いと考えられます。

※第二溶出量基準：土壤汚染対策法において、埋立処理施設で受け入れるための基準。第二溶出量基準を超過する場合は、不溶化処理等により第二溶出量基準に適合させた上で埋立処理する必要がある。

表 4 山梨工区（※）における短期溶出試験結果の最大値（単位 mg/L）

	ヒ素	フッ素	セレン
山梨工区の実績の最大値	0.190	4.10	0.013
土壤溶出量基準	0.01	0.8	0.01
第二溶出量基準	0.3	24	0.3

※上表は、山梨工区のうち、広河原工区の実績（～2024 年 3 月）より

- ・ 実際にトンネルの掘削を開始する際には、まず高速長尺先進ボーリングによる調査で、トンネル掘削箇所の地質や湧水の傾向を確認いたします。
- ・ 専門部会委員より、南アルプスの四万十帯において、重金属は断層沿いに発生する可能性が高く、断層や、ヒ素が基準値を超過する要対策土の発生が考えられる地層の手前からコアボーリングを実施すべきであるとのご意見をいただきました。ご意見を踏まえ、可能な限り要対策土量の予測の精度を高めることにより要対策土の発生総量を低減させることも念頭に、高速長尺先進ボーリング実施後、地質の脆い区間や湧水量が急激に増える区間などが確認された場合は、必要に応じ静岡県及び専門家等とご相談のうえ、コアボーリングにより地質等の詳細を確認いたします。
- ・ 上記の調査結果や、コアを用いた溶出量試験の結果等をもとに、前述のとおり、要対策土量の予測を随時見直してまいります。

- ・要対策土の取扱いについては、主に「盛土環境条例に基づく処理方法」、「その他の処理方法」が考えられ、各方法を整理すると表 5 のとおりとなります（次項にてそれぞれの検討結果を記載します）。

表 5 要対策土の取扱いの方法

方法		内容
盛土環境条例に基づく処理方法	生活環境 ¹ 保全措置を講じた盛土【ア】※1	現地で盛土を行います。工法については以下の3つがあります。 ・二重遮水工 国交省マニュアルに基づき、二重の遮水シートなどにより封じ込めを行う工法です。 ・吸着層工 自然由来重金属等含有土の盛土基礎に重金属等吸着層を敷設することにより、重金属等が地下に浸透することを防止する工法です。 ・不溶化处理 自然由来重金属等含有土に重金属等の溶出を低減させるための材料を添加混合する方法です。
	汚染土壌処理施設としての埋立処理施設を設置し行う埋立【イ】※2	・二重遮水工 構造は【ア】に記載の二重遮水工と同様です。
その他の処理方法	オンサイト処理（無害化）【ウ】※3	・磁力選別処理、洗浄分級処理 要対策土に含まれる重金属等の成分を要対策土から分離させ、基準値以下に抑えることが可能となる方法です。事前に試験を実施し確認のうえ、これらの処理が可能な設備を現地に設置し、要対策土を無害化し、基準適合土として活用します。
	処分場への搬出処理【エ】	区域外に存在する処分場に搬出し、処理を行います。

※1 盛土環境条例第8条第3項に基づき知事が適切と認める生活環境保全措置を講じた盛土

※2 盛土環境条例第8条第2項に基づき汚染土壌処理施設としての埋立処理施設を設置し行う埋立

※3 第8回地質構造・水資源部会専門部会等でご意見いただいた方法

¹ 環境基本法の定義によると、常識的な意味に加え、「人の生活に密接な関係のある財産並びに人の生活に密接な関係のある動植物及びその生育環境」とされている

- ・また、各方法によるトンネル発生土の流れは図 5、図 6 のとおりとなります。
 なお、【ウ】、【エ】の方法で整備が必要となる要対策土仮置き場の構造イメージは、
 図 7 のとおりとなります。底面は舗装を行い地盤への重金属等の浸出を防止し、
 仮置き場の上面は防水シートで被覆することにより、雨水の浸透や土砂の飛散を防
 止いたします。

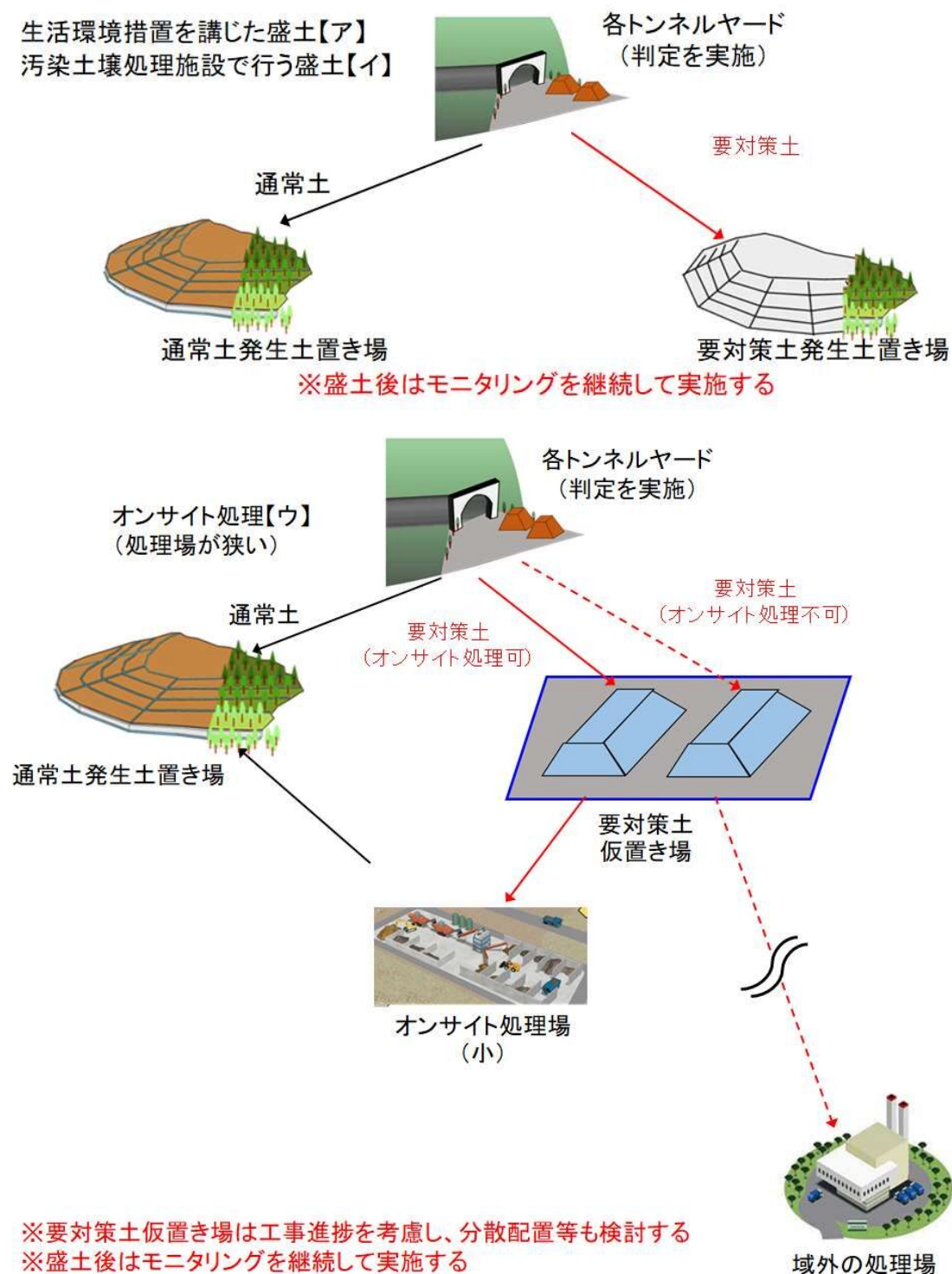


図 5 各処理方法におけるトンネル発生土の流れ①

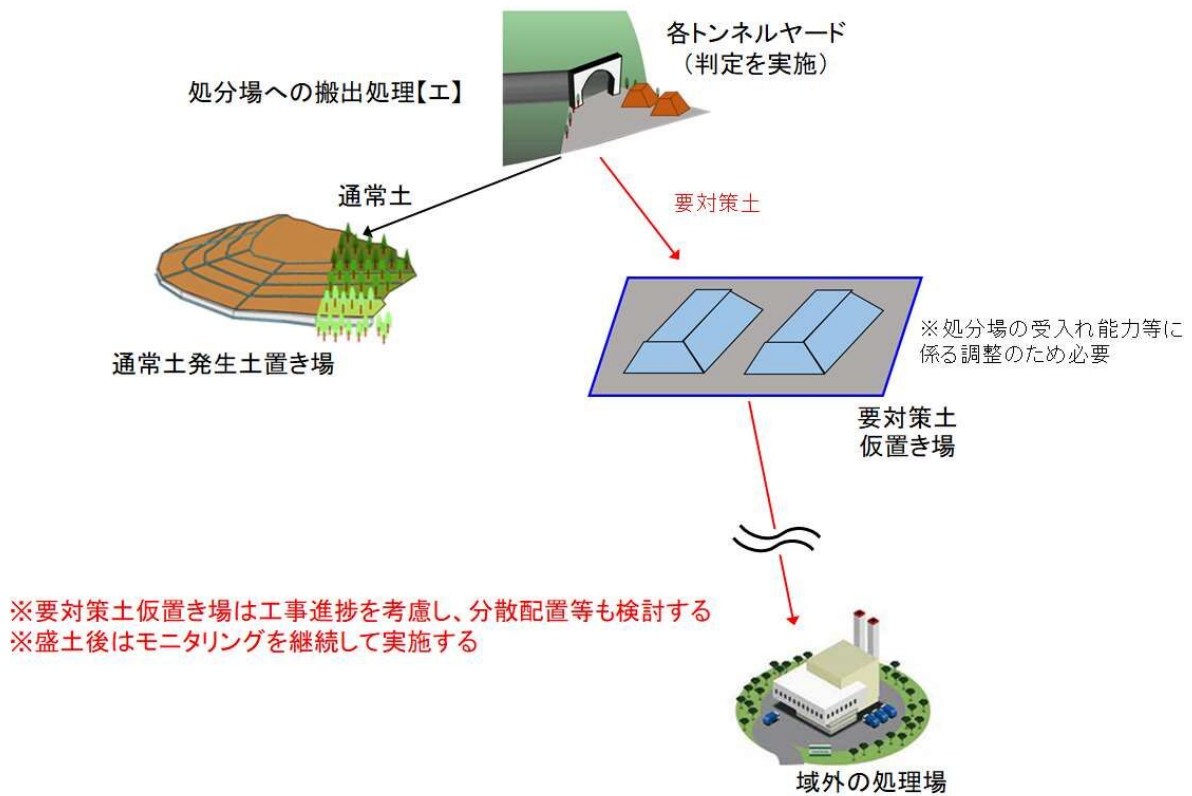
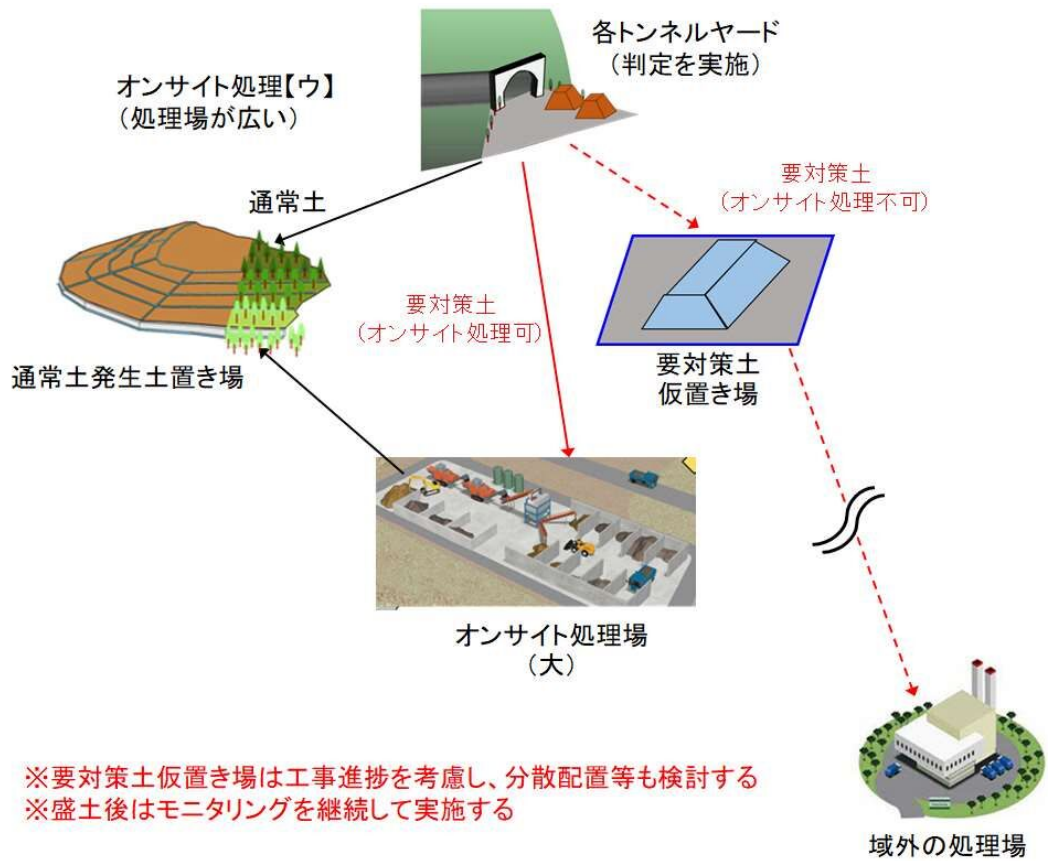
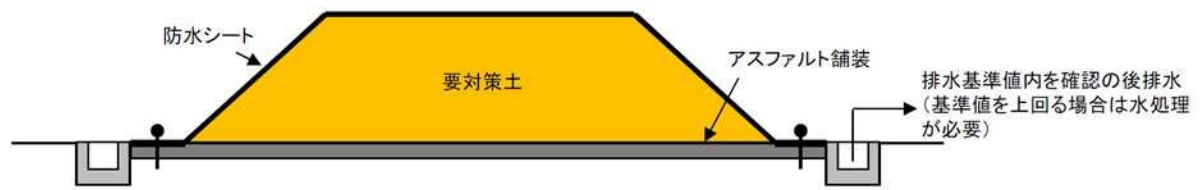


図 6 各処理方法におけるトンネル発生土の流れ②



出典：国交省マニュアルより一部抜粋

図 7 要対策土仮置き場イメージ

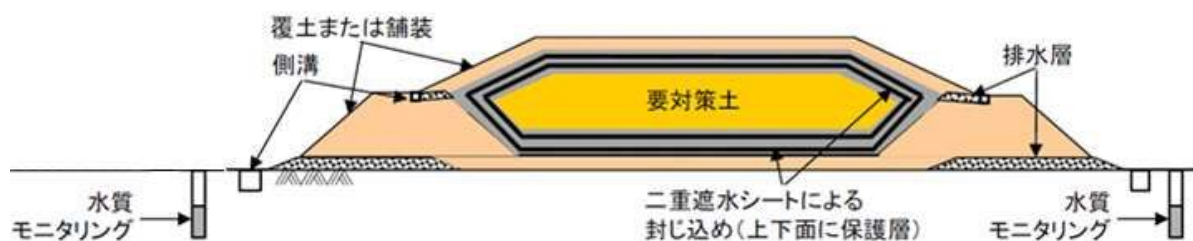
3) 生活環境保全措置を講じた盛土【ア】

- ・現地での盛土は、遮水シートを用いた遮水工や吸着層工など重金属等の溶出を防止するための対策を講じます。また、現地での盛土の立地は、直近下流部で井戸水等の利水状況がないこと、河川からの高さが十分あり、増水による影響が極めて小さく、かつ排水管理が十分実施できることを念頭に計画しています。
- ・工事現場から近い場所に盛土の場所を確保できた場合、発生土の運搬に伴う騒音・振動・大気質等への影響は小さくなります。
- ・一方で、現地での盛土により対応可能な要対策土量は、現地での盛土の設計容量に依存します。
- ・「基準不適合土砂等の盛土等の措置に関する要綱」において、生活環境の保全上の支障を防止するための措置として、「国交省マニュアル」に定める措置とされています。国交省マニュアルにおいては、下流に人の生活圏や飲用井戸等の水源が近傍に無い場所における対策工種は粘性土による一重遮水工や吸着層を設置することによる構造物下面からの重金属等の地下への浸透を防止する工法が一般的です。

○二重遮水工

- ・二重遮水工は、雨水・地下水の浸透、および浸出水の発生を防止するために、二重の遮水シートなどにより封じ込めを行う対策です。二重の遮水構造は廃棄物最終処分場の遮水構造の構造基準に基づいたものであり、汚染土壌への対策としては、二重の遮水シートや「粘性土（ベントナイト混合土など）＋遮水シート」の構造が適用されることが比較的多いです。
- ・封じ込め内部に水が浸入すると周辺に重金属等が拡散するリスクがあるため、封じ込めを行った盛土の上面やその周辺には、降雨・表流水の浸透を抑制する構造を持ち、封じ込め層の保護を兼ねた覆い（覆土や舗装など）を施工します。

- ・二重遮水工は主に発生が予想されるヒ素を含む、全ての項目の自然由来重金属等含有土、酸性土に対応することができます。
- ・国交省マニュアルでは、人家や飲用井戸まで汚染地下水が到達するリスクに対して、信頼性の高い対策工とされています。

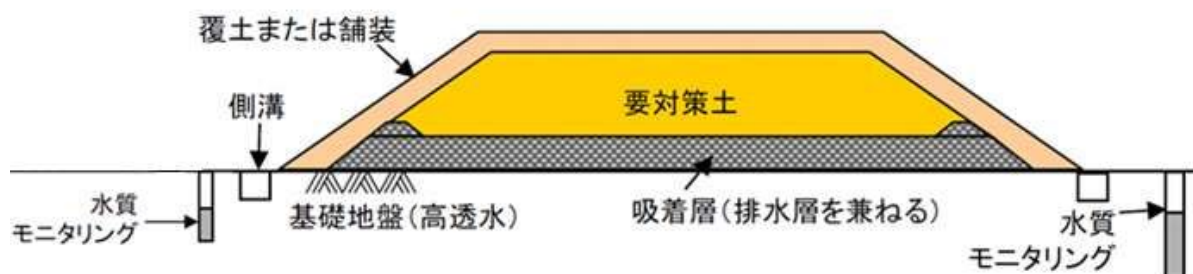


出典：国交省マニュアルに一部加筆修正

図 8 二重の遮水工による封じ込めの模式図

○吸着層工

- ・吸着層工は要対策土による盛土の底面に、砂質土などの母材に吸着資材を混合して築造する吸着層を敷設し、盛土浸出水が吸着層内を通過する際に重金属等が除去される仕組みの対策工です。そのため、降雨時も含めて常に地下水位より高い位置に築造する必要があります。
- ・吸着資材については、不溶化工と同様に様々な種類が開発されていますが、要対策土の性質との兼ね合いで十分な吸着効果が発揮できない場合もあることから、要対策土の酸性化可能性の確認のほか、実際に発生する土を用いた事前の試験によって適用性を確認する必要があります。



出典：国交省マニュアルに一部加筆修正

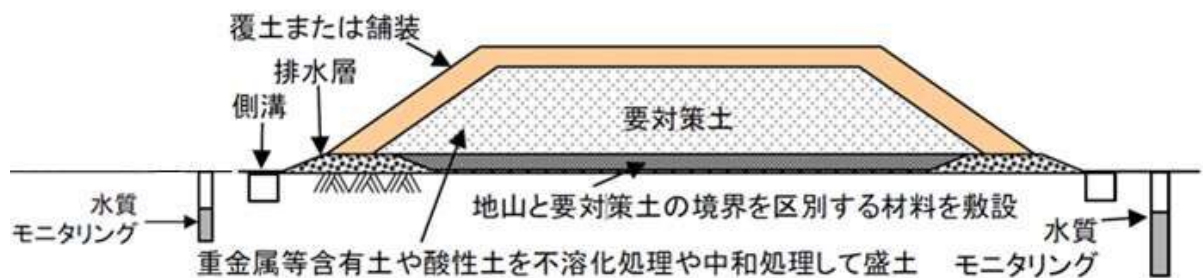
図 9 吸着層工の模式図

○不溶化处理

- ・不溶化处理は要対策土に重金属等や酸性水の溶出を低減させるための材料を混合添

加する対策です。不溶化处理した要対策土盛土に覆土または舗装を施しますが、不溶化処理工は遮水工封じ込めとは異なり、地盤変位の影響を受けにくいという特徴があります。

- ・盛土等に不溶化工を適用する場合、対策工の効果は要対策土の性質との兼ね合いや施工場所の条件に依存し、添加量や混合条件によっては十分な不溶化効果が得られずに再溶出する可能性があります。そのため、実際に発生する土を用いた事前の試験によって適用性を確認することが重要です。



出典：国交省マニュアルに一部加筆修正

図 10 不溶化処理の模式図

4) 汚染土壌処理施設としての埋立処理施設を設置し行う埋立【イ】

- ・土壌汚染対策法で定める汚染土壌処理施設としての埋立処理施設を設置し、埋立を行うためには汚染土壌処理業の許可を受ける必要があります。
- ・構造は、「3) 生活環境保全措置を講じた盛土【ア】」に記載した二重遮水工と同様です。
- ・トンネル掘削による発生土は土壌汚染対策法の対象外ですが、仮に汚染土壌処理施設としての埋立処理施設を設置し、トンネル発生土の埋立を行う場合には、土壌汚染対策法に基づく許可が必要となります。この汚染土壌処理業の許可にあたっての手続きについて、静岡市においては、産業廃棄物処理施設の手続きを準用する部分が多くあり、供用開始までに長期間を要することが見込まれます。

5) オンサイト処理【ウ】

- ・オンサイト処理の方法には、熱処理、洗浄分級処理、化学処理、生物処理、抽出処理、磁力選別処理等があります。また、不溶化処理も技術的な観点からはオンサイト処理に含まれます。
- ・発生する要対策土量や要対策土の項目が把握できている場合、オンサイト処理により効率的に処理が可能です。また、工事現場から近い場所に処理施設を確保で

きた場合、運搬に伴う騒音・振動・大気質等への影響が小さいです。

- ・一方で、オンサイト処理施設設置のための用地が確保できない場合には、新たな土地の改変が必要となります。
- ・また、オンサイト処理が適用可能かどうか、実際に発生する土を用いた事前の試験によって確認する必要があります。加えて浄化処理後も、事後の試験によって浄化処理が適切に完了しているか確認する必要があります。処理後の検査結果が確認されるまで処理施設の外への搬出ができないため、仮置きを行う必要があります、仮置きのための土地の確保、または新たな土地の改変が必要となる場合があります。

○磁力選別処理、洗浄分級処理

- ・オンサイト処理の方法のうち、要対策土に含まれる重金属等を要対策土から分離させ、基準値以下に抑えることが可能な方法は磁力選別処理、洗浄分級処理（図 1 1）であるため、それぞれの方法について検討いたしました。



磁力選別処理施設

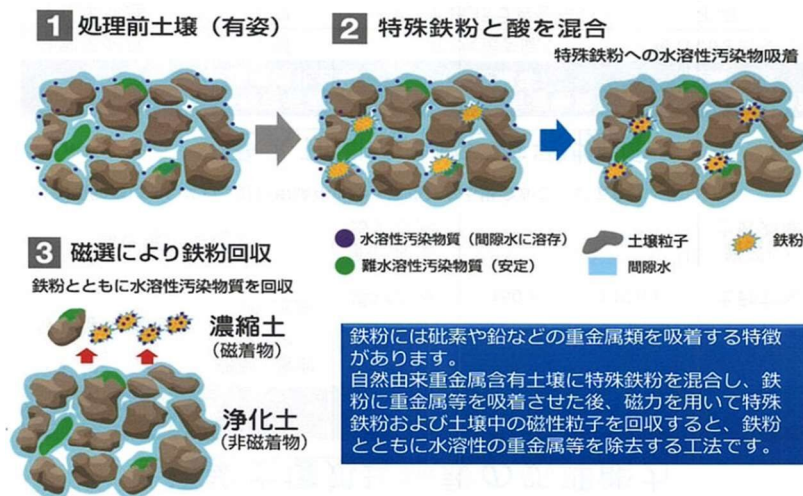


洗浄処理施設

出典：株式会社ダイセキ環境ソリューションHPより一部抜粋

図 1 1 磁力選別処理、洗浄分級処理施設の事例

- ・磁力選別処理は、要対策土に鉄粉等を混合し、重金属等を鉄粉へ吸着させた後、磁力選別し、浄化土と重金属等を含む濃縮土に分離する方法です（図 1 2）。

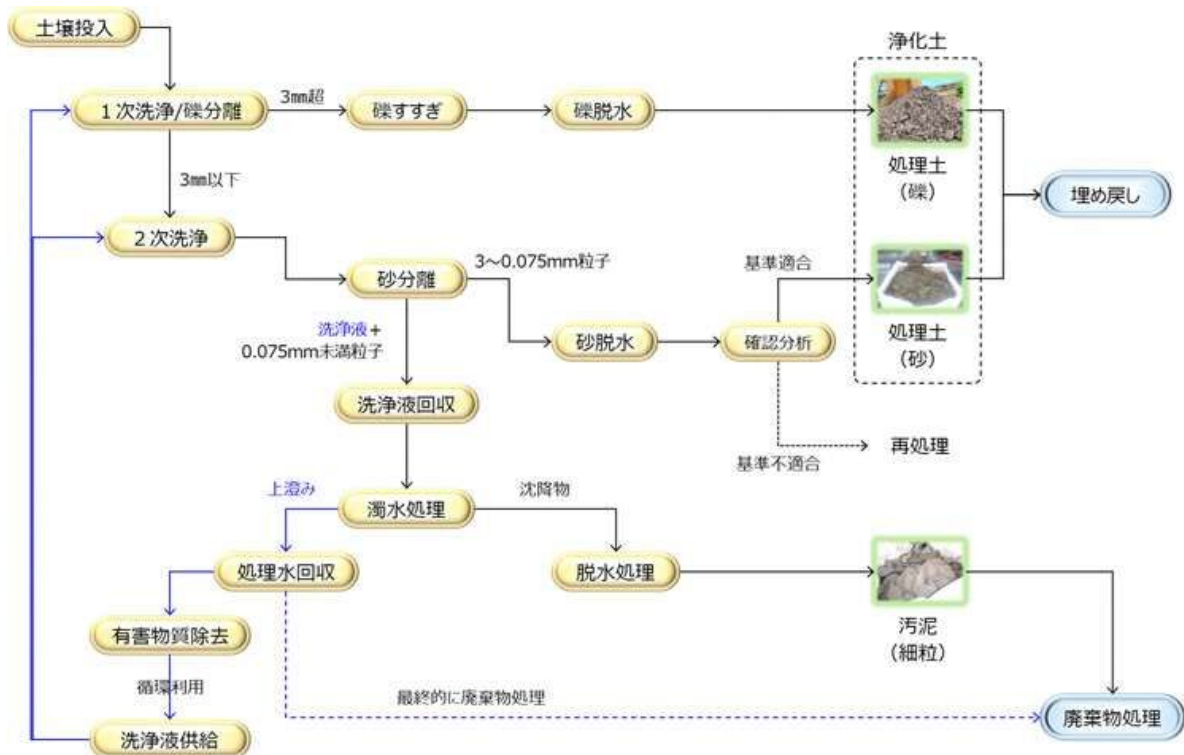


出典：株式会社ダイセキ環境ソリューションHPより一部抜粋

図 1 2 磁力選別処理の浄化方法

- ・公益財団法人日本環境協会及び複数の処理会社へのヒアリングの結果、磁力選別処理では重金属等のうち、主に発生が予想されるヒ素を含む要対策土については対応可能である一方、ホウ素と水銀は、通常環境下での選別処理が難しいことを確認いたしました。さらに、水銀においては試験にて浄化処理した実績は確認できましたが、現地で浄化処理した実績は確認できておりません。要対策土の地質性状（細粒分の割合が高い場合）や含有する重金属の濃度が高い場合は浄化処理ができないため、当工事で発生する現地要対策土で試験を行い適用の可否を確認する必要があります。また、酸性土についても浄化処理ができません。
- ・仮に、一日 400 m^3 の要対策土を処理すると想定した場合、対応可能な処理能力を持つ設備の設置に加え、オンサイト処理後の判定結果を確認するための数日分の仮置きピットが必要となります。そのため、 1.0 ha 程度の新たな土地の改変が必要になると考えられます。

- ・洗浄分級処理は、要対策土に含まれる重金属等を水洗浄により水中へ抽出し、浄化土と重金属等を含む細粒分に分離する浄化方法です（図 1 3）。



出典：ミヤマ株式会社 HP より一部抜粋

図 1 3 洗浄分級処理の浄化方法

- ・洗浄分級処理について公益財団法人日本環境協会及び複数の処理会社へヒアリングした結果、一部の処理設備は主に発生が予想されるヒ素を含む、盛土環境条例に定める8つの自然由来重金属に対しての浄化処理が可能であることを確認いたしました。一方、酸性土に対しては、現地における浄化処理の実績がないため、当工事で発生する現地要対策土で試験を行い適用の可否を確認する必要があります。
- ・また、磁力選別処理と同様に、処理設備に加えてオンサイト処理後の判定結果を確認するための数日分の仮置きピットが必要です。そのため、1.0ha程度の新たな土地の改変が必要となると考えられます。
- ・加えて、ヤードに水道が通っていないため、浄化処理に必要な十分な水量を周辺の沢などから確保する必要があります。また、浄化処理に使用した水の一部や、濁水処理の仮定で発生した汚泥（細粒分）は、廃棄物として適切に処理する必要があります。

6) 処分場への搬出処理【エ】

- ・要対策土を搬出処理する場合、静岡県内で受入可能な施設では受入条件に制約があり難しく、近県の大規模な汚染土壌処理施設へ搬出する必要があります。
- ・搬出処理は、要対策土量が少ない場合（数千 m^3 程度を想定）であれば、土量に応じて随時対応することができ、他の処理方法と併用することも可能という特徴があります。
- ・一方、要対策土量が多い場合には、処分場の確保・搬出に時間を要することになります。この場合、搬出までの仮置き場として新たな土地の確保、または新たな土地の改変が必要となる可能性がある他、処分場への搬出のための工事用車両が増加し、騒音・振動・大気質等への影響が大きくなります。前述の通り、1日あたり400 m^3 程度の土砂を運搬するには、数十～100台程度の車両が追加で必要になります。
- ・加えて、各処分場にはその時々状況に応じて受け入れ可能な容量があります。こうしたことから、5～7万 m^3 と予想する要対策土量の多くを処分場へ搬出処理することを念頭に計画することは現実的ではないと考えております。

【参考】静岡工区で封じ込めを実施する場合の検討（藤島発生土置き場）

① 立地計画

- ・藤島発生土置き場の立地計画を図14にお示しいたします。藤島発生土置き場は土壌汚染対策法で定める土壌溶出量基準を超える重金属等を含んでいる発生土に対応するための発生土置き場であることを鑑み、発生土置き場の直下下流部で井戸水等の利水状況がないこと、河川からの高さが十分あり（約20m）、増水による影響が極めて小さく、かつ排水管理が十分実施できることを念頭に計画しています。

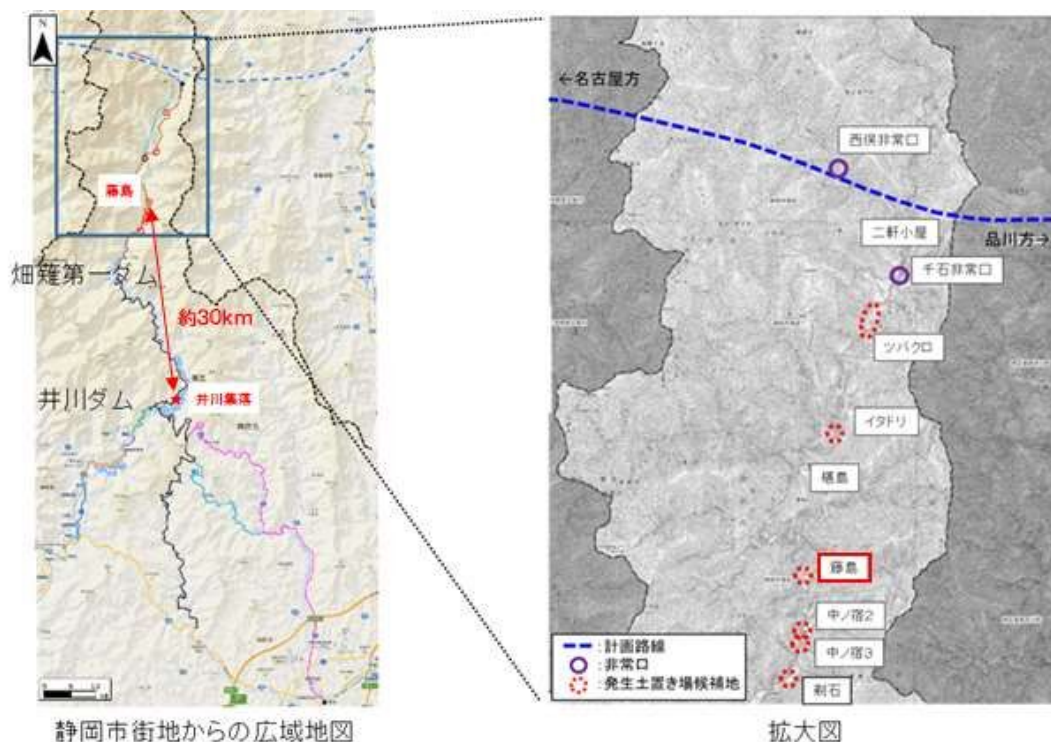


図 1 4 発生土置き場の位置関係

② 盛土構造の設計の基準

- 設計の基準は、「静岡県林地開発許可審査基準及び一般的事項」、および「基準不適合土砂等の盛土等の措置に関する要綱（令和 4 年 7 月施行）」、「盛土規制法」ならびに「盛土等防災マニュアル」を踏まえて設計しており、二重遮水シート（図 1 5）による封じ込め対策を基本として考えています。後述の通り、遮水シートは紫外線による劣化が想定されるため、シート上面を遮光性の不織布で被覆したうえで、厚さ 1 m 以上の覆土を行う計画としています。

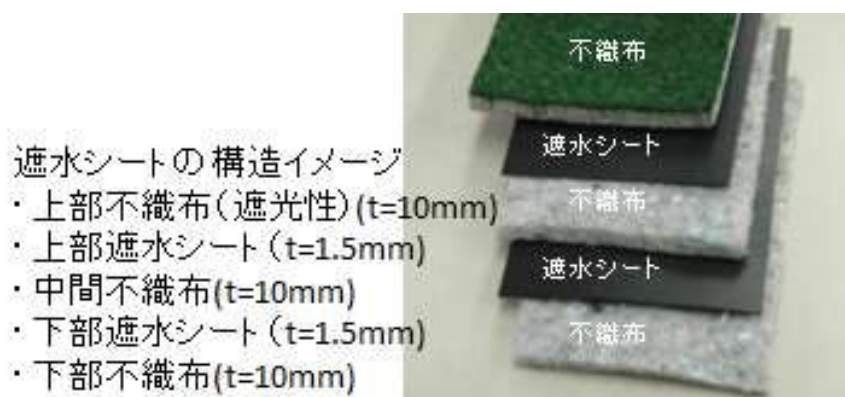


図 1 5 遮水シートイメージ

- ・ 藤島発生土置き場においては、近傍の直下下流部で井戸水等の利水はないものの、より確実な対策として、人の生活圏や飲用井戸等の水源が比較的近傍にある場合に適用が想定されると国交省マニュアルに記載されている二重遮水シートによる封じ込めを選定しています（図 16）。

表-4.3.3 対策盛土の例(1)

対策工種	対策のイメージ図	概要	特徴・留意点および長所・短所	想定される適用の例	事前検討項目
二重遮水工 (二重遮水シートによる封じ込め)		盛土構造物の中に、周囲を二重の遮水シートとした要対策土を封じ込め、要対策土からの浸透水や滲出水の発生を防止する。	・土壌汚染対策法の封じ込め措置として挙げられた方法と同等 ・土の搬入・積層・転圧時のシート破損やシート上面での土の滲りに留意し、シート勾配を小さくするなど、構造物として安定となる設計・施工法とする ・比較的高コスト	・造成工事の側削土による盛土 ・人の生活圏や飲用井戸等の水源が比較的近傍にある場所（近傍とは無対策の場合のリスクが大きいと想定される距離）	・要対策土の力学的特性 ・構造物に対するシートの耐久性
一重遮水工 (粘性土による封じ込め)		盛土構造物の中に、周囲を粘性土による一重の遮水構造とした要対策土を封じ込め、要対策土からの浸透水や滲出水の発生を防止する。	・封じ込め材としての粘性土は現地発生土の利用も可能 ・重金属等含有土と封じ込め粘性土による構造物の安定性確保のための補助工法等が必要	・山岳トンネルの岩ずりや造成工事の側削土による盛土 ・人の生活圏や飲用井戸等の水源が近傍にない場所	・要対策土と封じ込め粘性土の力学的特性 ・封じ込め粘性土の透水性
一重遮水工 (一重遮水シートによる封じ込め)		盛土構造物の中に、周囲を遮水シートによる一重の遮水構造とした要対策土を封じ込め、要対策土からの浸透水や滲出水の発生を防止する。	・土の搬入・積層・転圧時のシート破損やシート上面での土の滲りに留意し、シート勾配を小さくするなど、構造物として安定となる設計・施工法とする	・造成工事の側削土による盛土 ・人の生活圏や飲用井戸等の水源が近傍にない場所	・要対策土の力学的特性 ・構造物に対するシートの耐久性
上部遮水工		要対策土による盛土等構造物の上部に粘性土、シート、アスファルト舗装、コンクリート舗装等による遮水工を施す。	・浸透性の低い基礎や吸着性の高い基礎の利用により、さらなるリスク低減が可能 ・土の搬入・積層・転圧時のシート破損やシート上面での土の滲りに留意し、シート勾配を小さくするなど、構造物として安定となる設計・施工法とする ・施工法は比較的低コスト	・山岳トンネルの岩ずりや造成工事の側削土による盛土 ・人の生活圏や飲用井戸等の水源が近傍にない場所	・要対策土の力学的特性 ・遮水構造物の透水性と耐厚との関係
転圧工		要対策土による盛土等構造物を転圧し、締め固め効果により透水性を低減し、構造物内部からの重金属等や酸性水の滲出を低減する。	・既往の土工管理に基づく管理手法の適用が可能 ・施工法は比較的低コスト ・重金属等含有土の土質により転圧効果が異なる	・造成工事の側削土による盛土 ・下流に人の生活圏や飲用井戸等の水源がない場所	・要対策土の力学的特性 ・ブレンド材や土質改良材の追加を含めた締め固め効果（透水性や滲出性等）の検討

藤島発生土置き場は赤枠部「二重遮水工(二重遮水シートによる封じ込め)」に該当

図 16 対策盛土の例（国交省マニュアルより抜粋）

- ・ 遮水シートについては、日本遮水工協会による「遮水シートの耐久性について」によると、「遮水シートを構成する高分子材料は、浸出水や酸性雨、コンクリートからくるアルカリ水等に対しては、比較的安定で、微生物に対してもその化学的構造より侵されにくいと考えられている。」とされています。一方で、遮水シートの特性変化に影響を及ぼす最も大きな因子の一つとして日射量が挙げられており、「遮光マットの確実な管理をすることによって耐久性は大幅にアップすることになる。」とされています。
- ・ 一般的に、日射量に対する耐久性（耐侯安定性）については、図 17 のように室内促進暴露試験や屋外暴露試験により評価を行っております。
- ・ 日本遮水工協会によると、遮水シートは遮光マットを敷設するなど適切に管理を

した場合、100年程度は遮水機能を維持できるとされています。また、環境省によると、遮水シートは、遮光マットを敷設するなど適切に管理した場合、100年程度は遮水機能を維持できると評価されており、加えて、仮に耐用年数を過ぎてもすぐに機能が低下するわけではないとされています。

- ・日本遮水工協会の行った遮水シートの耐久性に関し、シートへの総日射量と破断時の伸び率の変化（特性変化率）をもとに実施した検討によると、遮光マットを敷設した遮水シートにおいて100年経過した遮水シートの特性変化率は0.6程度となり、「建設工事で発生する自然由来重金属等含有土対応ハンドブック」の目安とされている基準と比較し、機能を十分維持できると考えられます。加えて、藤島発生土置き場においては遮光性の不織布に加え、シート表面を覆土で覆うため、検討における条件と比較しさらに紫外線の暴露量は減少し、シートの劣化はより抑制され则认为ております。

室内促進暴露試験



※財団法人 日本ウエザリングテストセンター「促進暴露試験ハンドブック」より引用

屋外暴露試験



※九州大学大学院 工学研究院 IGS日本支部ジオンブレ技術委員会 島岡 隆行・中山裕文「ごみ埋立地の遮水シートの損傷・劣化と耐久性」より引用

図 17 遮水シートの性能評価試験状況

- ・施工時は、社団法人全国都市清掃会議による「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領」を参考に接合部の加圧検査やスパーク検査を行い、シートに穴や傷がないかを確認いたします。
- ・またツバクロ発生土置き場同様に、定期的に盛土や排水設備等の状況を確認するとともに、盛土の仕上がり厚さ確認や現地盤の段切などの施工管理を行います。地震や豪雨等が発生した場合には、盛土や排水設備等の状況を速やかに確認します。
- ・加えて、遮水シートの劣化状況を確認するため、盛土内に施工時と同じ条件となるシートの試験片を設置し、随時遮水シートの性能等を確認することを考えています。
- ・なお、二重遮水シートによる封じ込め対策を実施することから、樹木の根が遮水シートを損傷することのないよう、ツバクロ発生土置き場のような苗木による緑

化ではなく、草本類による緑化を検討しています。

- ・二重遮水シートによる封じ込めは全国各地のトンネルや道路工事で発生した要対策土に対して実施されている実績があります（図 18）。中央新幹線に係る工事においても、他工区で活用している実績があります。



図 18 二重遮水シートによる封じ込めの施工事例

- ・今回の計画では、遮水シートは不織布で挟み込むこと、さらにその上や側面に覆土を行い確実な遮光を行うことにより、性能に問題が生じることはないと考えています。確実な覆土を行うため、覆土の厚みの管理や締固めなど、適切に施工管理を行います。
- ・遮水シートは、日本遮水工協会で定める基準値を満たし、かつ現地の地形を踏まえ、最適な材質を有するものを選定します。

③ 盛土の形状及び地震時の安定性

- ・盛土の形状を、図 19～図 22 に示します。約 1.7ha の面積に約 9 万 m³ の盛土（要対策土：約 6 万 m³、覆土：約 3 万 m³）を造成する計画です。
- ・要対策土の周囲には二重遮水シートを敷設し、外部からの流水を遮断する構造

とします。二重遮水シートを敷設した前面と盛土頂部には、通常土により土堰堤として被覆し、遮水シート材の劣化防止や要対策土の流失防止を図ります。

- ・遮水シートの上部を流れる雨水などについては排水設備を経由して沈砂池等へ集水し、水質を確認のうえで河川等へ流す計画です。
- ・排水設備の設計は、ツバクロ発生土置き場と同様に100年確率の降雨強度（180mm時程度）に対し、2割程度の排水余裕を持たせて設計を進めています。

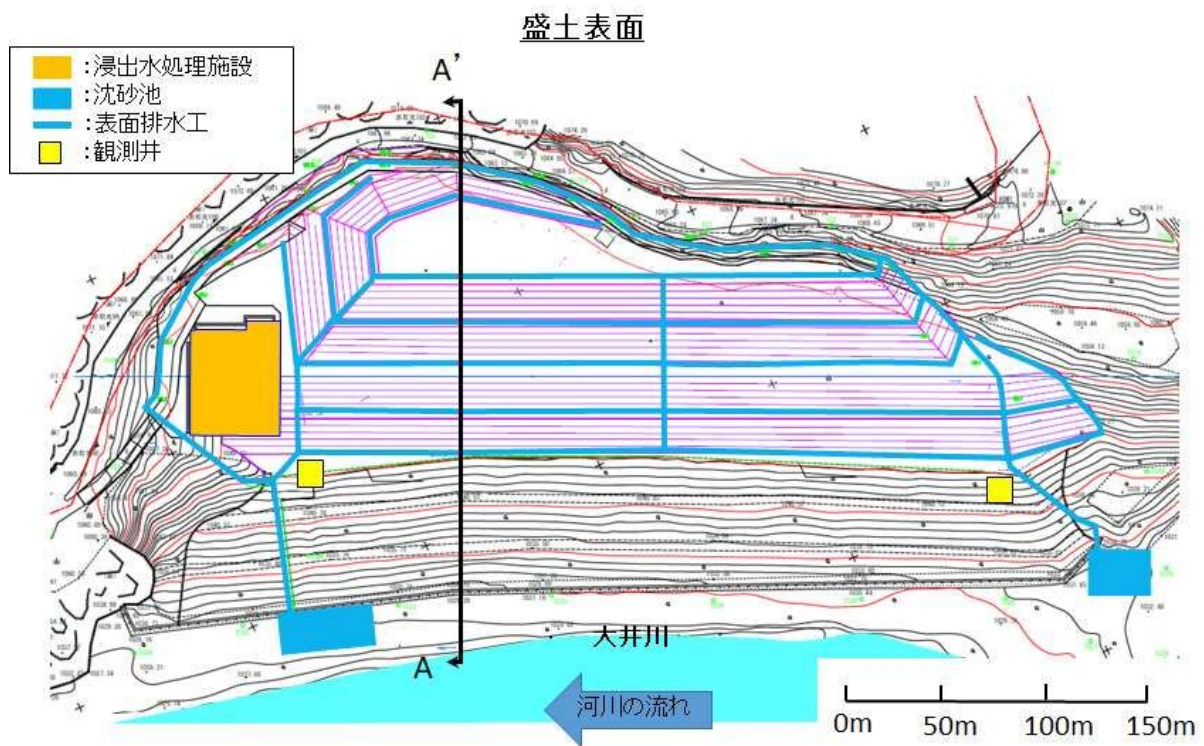


図 19 計画平面図

A-A' 断面(盛土部拡大図)

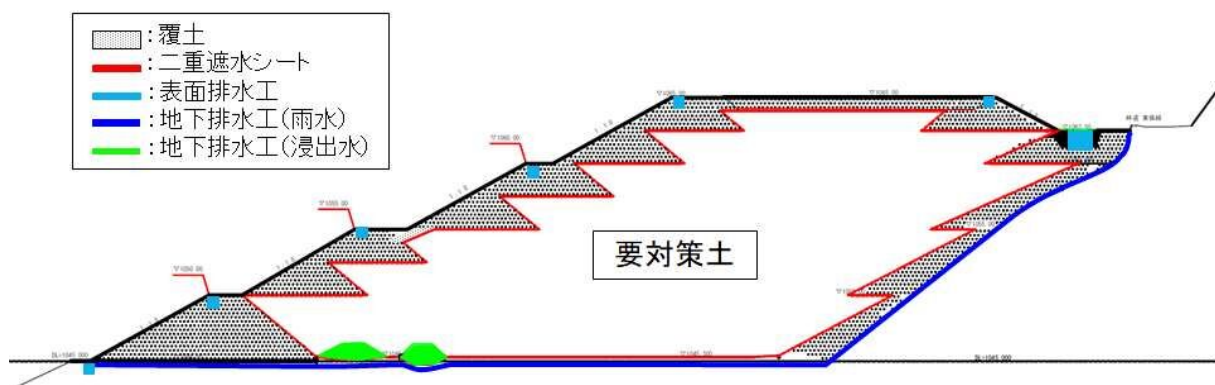


図 20 計画横断面図 (A-A' 断面のうち盛土部)

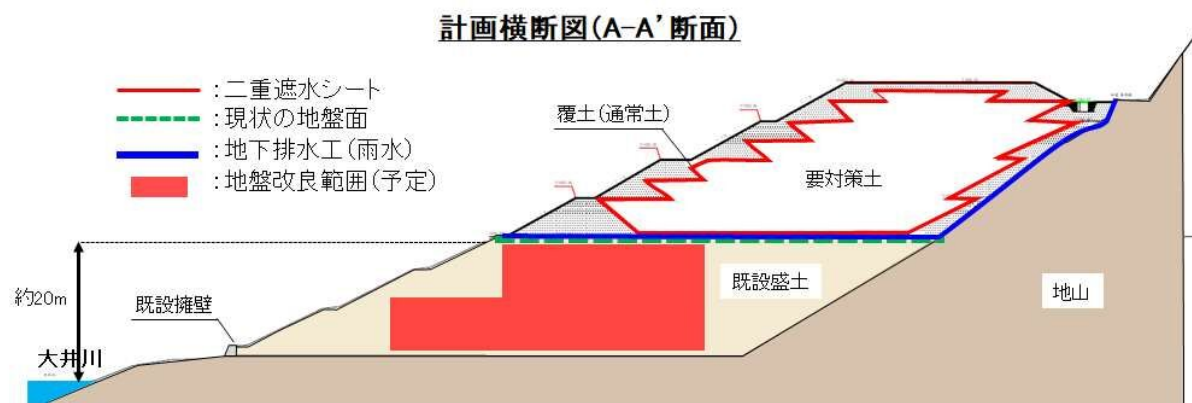


図 2 1 計画横断面図 (A-A'断面のうち盛土部～大井川)

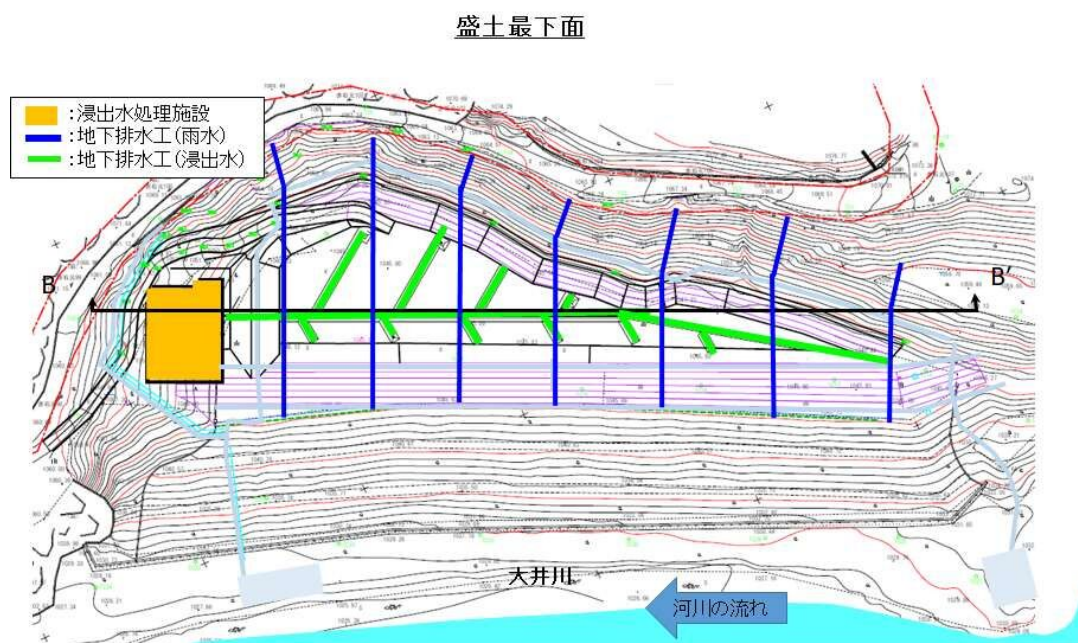


図 2 2 地下排水工等計画図 (盛土最下面)

- ・ 要対策土等は、既設の盛土の上に設置する計画としています。既設盛土の設計資料及び現地を確認し、既設盛土の施工時に整備された排水施設や護岸は現時点でも残存していることを確認しています（写真 1）。
- ・ また、現地盤について、複数のボーリングによる地質調査により、既設盛土等の性状を確認しました。その結果、一部で柔らかい層が見つかったため、当該箇所を地盤改良し、要対策土を安全かつ安定的に盛土できる設計としました。



写真 1 藤島発生土置き場現地状況

- ・ 藤島発生土置き場では、既設盛土を含む範囲をモデル化し、 $K_h = 0.25$ の設計水平震度を与え、安定性を確認しました。既設盛土及び地山は既往の地質調査結果をもとに設定し、盛土の物性値はツバクロと同様の設定としております（表 6）。その結果を図 23 に示します。

表 6 盛土材料と現地盤の物性値（藤島）

	N値	構成 モデル	γ_t (kN/m ³)	C (kN/m ²)	Φ (°)	出典
盛土材	－	GHE-S	17.0	6.0	40	鉄道標準
盛土・埋土	8.5	GHE-S	18.0	－	30	JR地質調査
崖錐・沖積錐	25	GHE-S	19.0	－	30	JR地質調査
玉石砂礫層 1	150	GHE-S	20.0	－	40	JR地質調査
玉石砂礫層 2	40.0	GHE-S	19.0	－	30.0	JR地質調査
粘板岩	－	線形弾性	22.0	4300	40	JR地質調査

γ_t ：単位体積重量

C：土の粘着力（土粒子を互いに結合させている力）

Φ ：土の内部摩擦角（土粒子間の相互の抵抗を角度で表すもの）

① 静水圧高さ1/3、過剰間隙水圧比1.0、
設計水平震度 $kh=0$ の場合の円弧すべり

最小安全率: 1.766

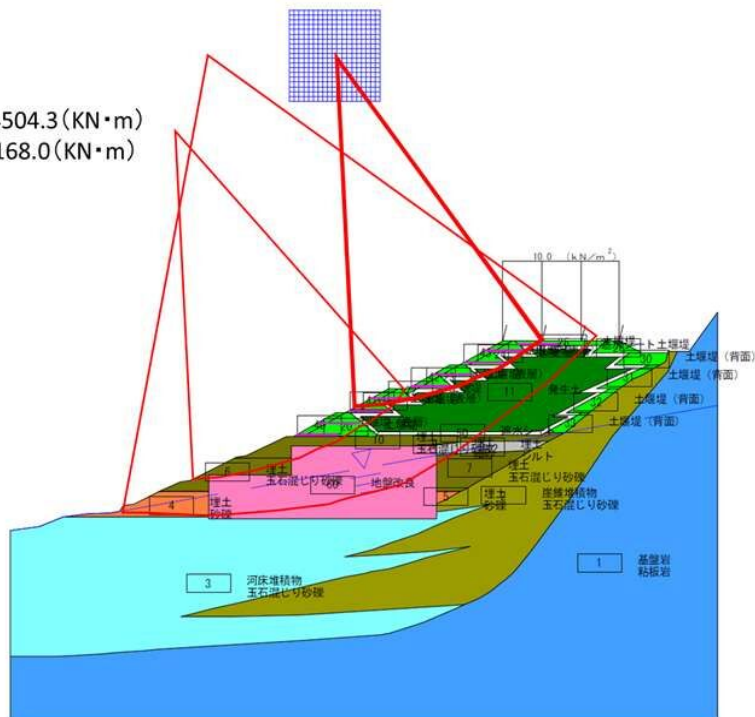
円弧の中心 $x=69.0\text{m}$

$y=1124.0\text{m}$

半径 $R=73.0\text{m}$

抵抗モーメント $M_r=104504.3(\text{KN}\cdot\text{m})$

起動モーメント $M_d=59168.0(\text{KN}\cdot\text{m})$



② 静水圧高さ1/3、過剰間隙水圧比1.0、
設計水平震度 $kh=0.25$ の場合の円弧すべり

最小安全率: 1.026

円弧の中心 $x=55.0\text{m}$

$y=1121.0\text{m}$

半径 $R=95.0\text{m}$

抵抗モーメント $M_r=1554037.9(\text{KN}\cdot\text{m})$

起動モーメント $M_d=1514323.6(\text{KN}\cdot\text{m})$

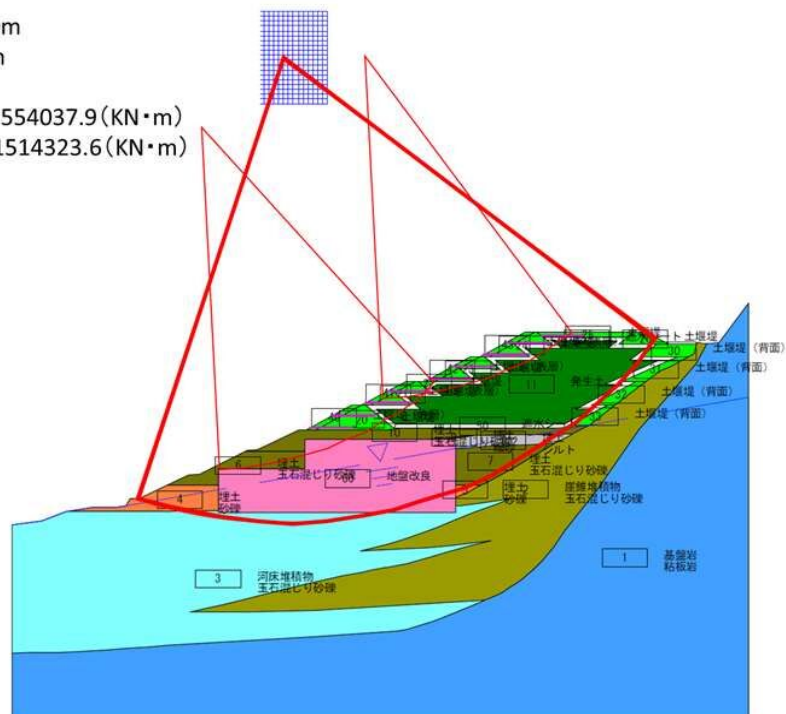


図 23 盛土円弧すべり安定検討（藤島発生土置き場）

・ 加えて、雨等による河川増水に伴う既設盛土の侵食可能性に関する検討として、

国の大井川水系河川整備基本方針に則り、100年確率の流量が大井川で流れた際の水位を確認いたしました。その結果、水位は約1.1m上昇するものの、既設盛土の擁壁（写真1参照）を超えることはありませんでした（図24）。

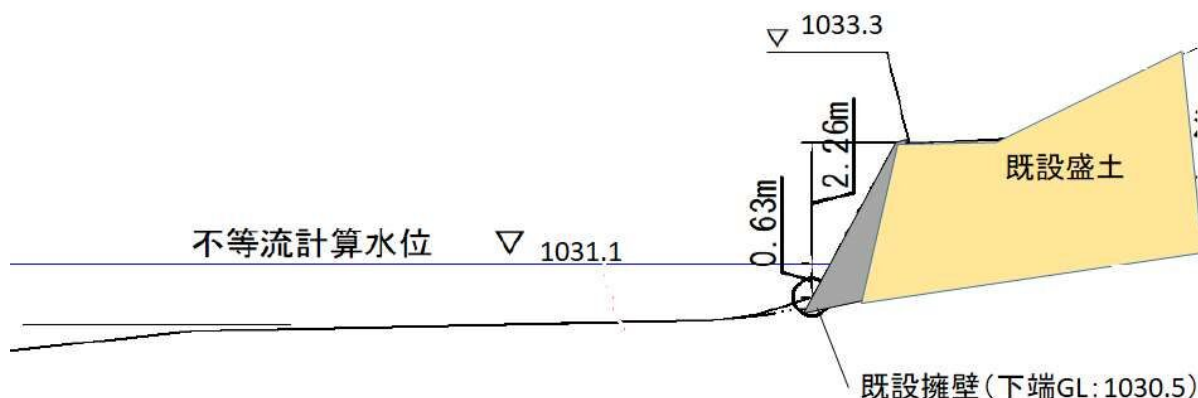


図 24 100年に一度の大雨時の大井川水位検討（藤島発生土置き場）

④ 排水設備

- ・表面排水施設の設計は、ツバクロ発生土置き場と同様に100年確率の降雨強度（180mm時程度）に対し、2割程度の排水余裕を持たせて設計を行います。また、盛土内排水設備についても、「盛土等防災マニュアル」や「NEXCO設計要領」をもとに、条件を確認し設計を行いました。
- ・発生土置き場を挟み込むように観測井を設置し、盛土から要対策土に含まれる自然由来の重金属等が漏出していないか、定期的に観測していく計画です。
- ・遮水シートの下面には地下排水工を敷設し、盛土下流側へ設置する浸出水処理施設へ排水する計画です。浸出水処理施設で集水した水は水質を調査し、必要な場合は、処理を行ったうえで、「盛土規制法」等に基づく排水基準を満たしていることを確認したうえで、河川へ排水する計画です。

⑤ 浸出水処理と排水管理

- ・発生土置き場の盛土は、要対策土を二重遮水シートで封じ込めて、それを覆土する構造となります。要対策土と覆土は排水系統が別れており、要対策土の浸出水は専用の排水設備にて集水します（図25）。

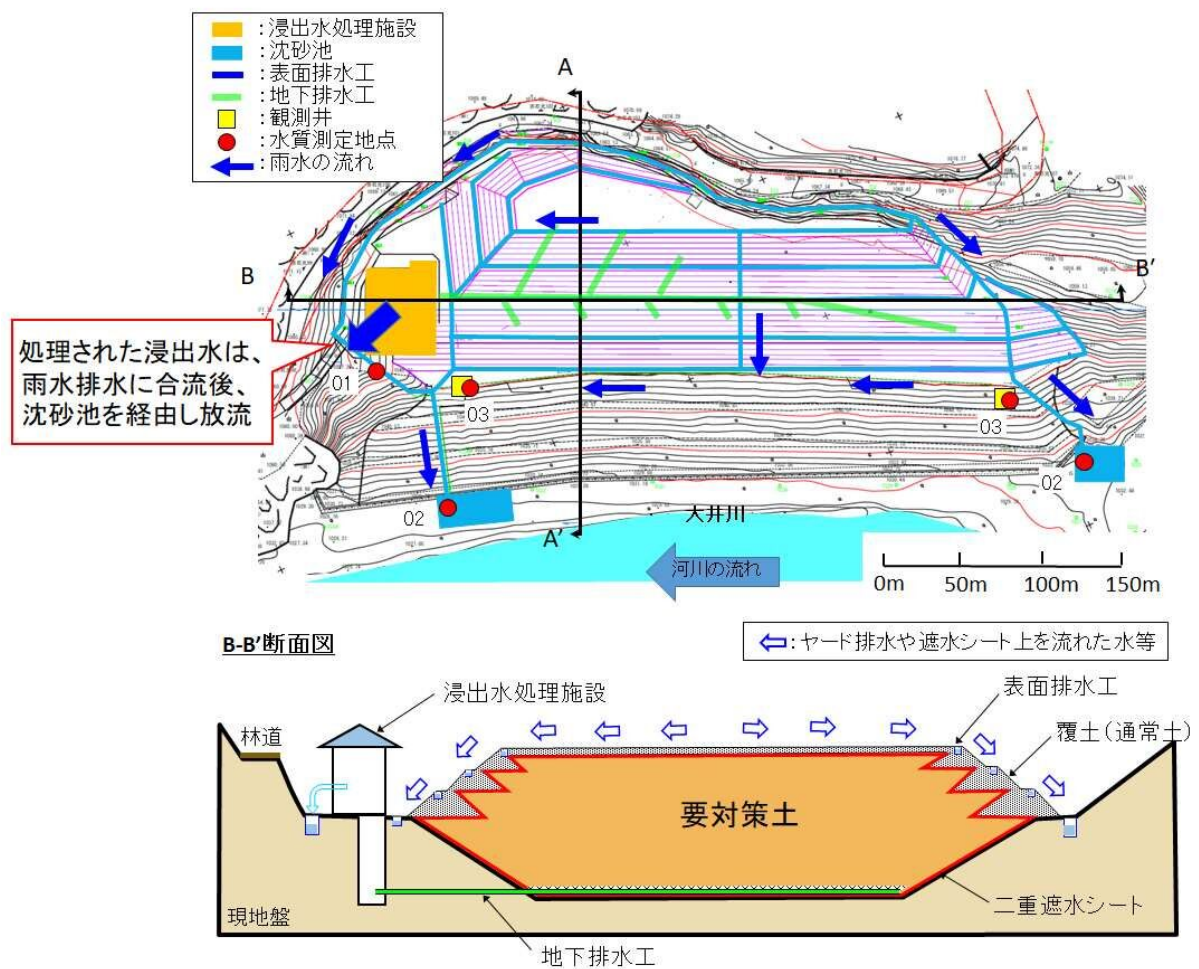


図 25 排水処理計画及び水質観測

- ・ 浸出水処理施設の処理能力は、全国都市清掃会議の「廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領」に基づき計算し、工事中を含め浸出水量を問題なく処理できるように設計を実施しました（表 7）。なお、浸出水の処理フローは図 26 のとおり計画しています。処理施設については、損傷した際に浸出水が漏出しないよう措置します。

表 7 浸出水処理施設の設計条件

設計上の流入水質の設定（放流水質の20倍を基本に設定）		
項目	流入水質	放流水質
カドミウム	0.06mg/L	0.003mg/L
鉛	0.2mg/L	0.01mg/L
六価クロム	1.0mg/L	0.02mg/L
ヒ素	0.2mg/L	0.01mg/L
水銀	0.01mg/L	0.0005mg/L
セレン	0.2mg/L	0.01mg/L
ホウ素	20mg/L	1.0mg/L
フッ素	16mg/L	0.8mg/L
pH	－	6.5以上8.5以下
SS	300mg/L	25mg/L
浸出水処理量の設定		
1日あたり720m ³		
※廃棄物最終処分場整備の計画・設計・管理要領2010改訂版の記載を踏まえ、過去15年間の井川地区の降水量をもとに設定		
処理方式		
沈殿処置・砂ろ過		

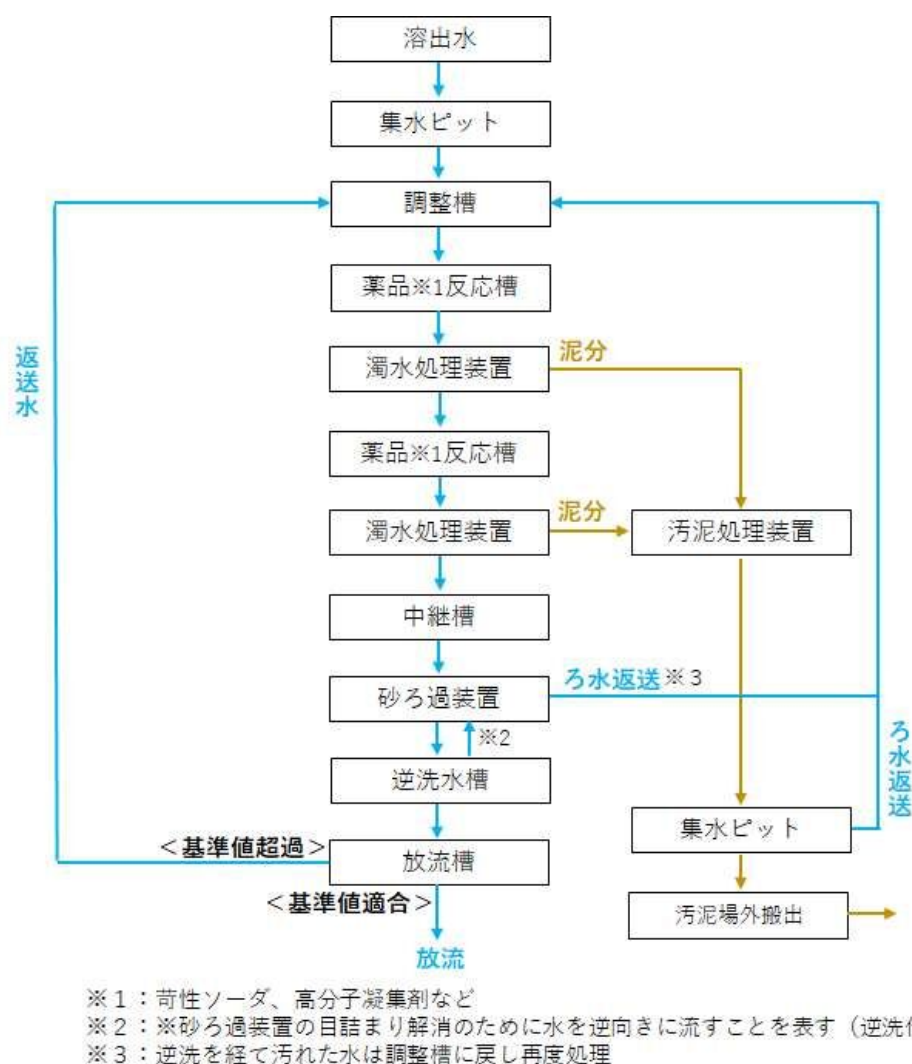


図 26 浸出水処理フロー

- ・覆土の排水設備については、高さ 5 m ごとに小段を設けて盛土していき、小段毎に小段排水工や集水枡を設置する h、小段毎に排水工や集水枡を設置のうえ、排水を沈砂池に集め、降雨時等における濁水の発生自体を抑制していきます。また、盛土内の排水設備について、現地盤に地下排水工を設置します。
- ・沈砂池や排水設備は、点検・整備を行うことで、性能を維持するとともに、降雨時等の排水時における処理状況を定期的に確認します。
- ・排水設備で集水した水は水質を調査し、必要な場合は処理を行い、「盛土環境条例」に定める水質基準を満たしていることを確認したうえで、河川等へ流す計画です。
- ・なお、浸出水処理後の放流基準のうち、SS（表 7 で施設の設計条件を 25 mg/L と設定しています）が主に問題となるのは、工事中で降雨に基づく排水の増加が見込まれる雨天時となります。雨天時は河川も濁る傾向であることから、沈砂池

から放流される排水の濁度が工事ヤード（千石・榎島）付近で常時計測している河川の濁度以下であることを確認してまいります。

- ・河川濁度が低下したにもかかわらず沈砂池からの放流水濁度が低下しない場合には、まず河川への放流を止めて沈砂池にて貯留するとともに、ろ過マットの敷設など沈砂池の濁りを改善させるための対策や浚渫等を実施します。
- ・工事中から工事完了後の将来に亘って、放流する先の河川や観測井（発生土置き場を挟み込むように設置）においても調査を行い、封じ込め対策が確実に実施されているか確認をします。特に、工事中及び工事完了直後は調査頻度を増加し、重点的に調査を行います。
- ・また、発生土置き場の排水は、定期的にモニタリングしていきます。