

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】	15
5) オンサイト処理【ウ】	15
① 磁力選別処理	16
② 洗浄分級処理	18
6) 処分場への搬出処理【エ】	19
(2) 静岡工区における要対策土処理(案)	20
(3) 静岡工区におけるオンサイト処理計画	23
1) 処理計画	24
2) オンサイト処理施設	25
① 土砂搬入・保管～破碎・粒度調整	25
② 鉄粉混合～磁力選別	26
③ 判定試験以降	26
(4) 静岡工区における封じ込め(盛土構造)処理計画	28
1) 立地計画	28
① 後背地の検討	28
A) 地形判読図等の作成	28
B) 地形地質の評価	30
② 藤島周辺における断層の有無	31
2) 盛土構造の設計の基準	32
① 封じ込め(二重遮水シート)の概要	32
② 二重遮水シートの耐久性	35
③ 南アルプスや大井川流域の特性を考慮した追加対応	36
3) 盛土の形状及び地震時の安定性	39
4) 排水設備	44
5) 浸出水処理と排水管理	44
6) 工事中的対応・施工管理	48
① 盛土の施工ステップ	48

② 盛土の施工管理	5 1
③ 遮水シートの施工管理	5 3
④ ベントナイトシートの施工管理	5 5
⑤ 工事期間中の対応及びモニタリング	5 6
(放流前の水質の測定項目、測定頻度)	5 8
(放流先の河川における水質の確認)	5 9
(放流先の河川における動植物の確認)	6 0
(5) 要対策土の処理後の対応	6 4
1) 工事完了後の藤島の計画	6 4
2) 工事完了後のモニタリング	6 4
3) 工事完了後の水質管理	6 5
(6) リスク管理	7 0

（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	土石溶出量基準※1	土石含有量基準※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 mg/L 以下	4,000mg/kg 以下

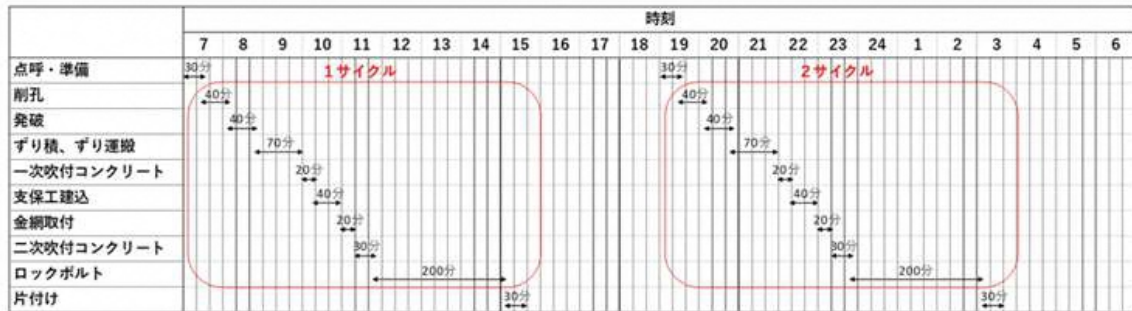
※1：「盛土環境条例」に定める「土石に水を加えた場合に溶出する物質の量に関する基準」

※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」

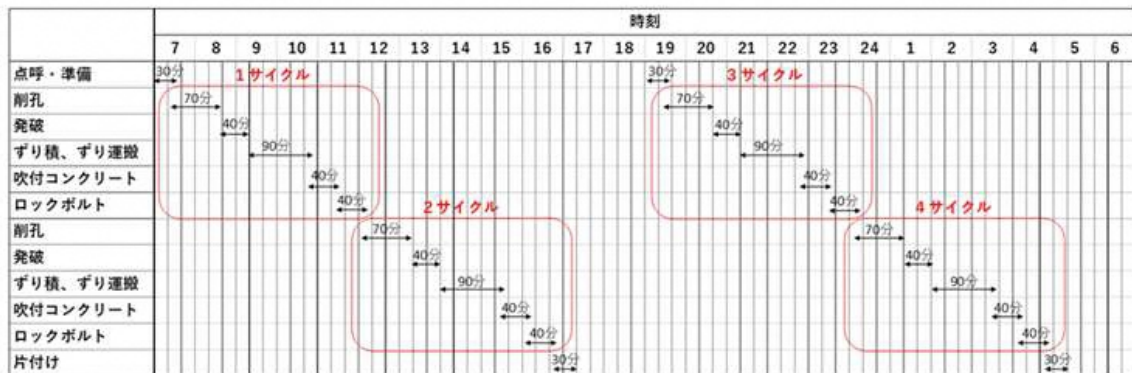
- トンネル掘削による発生土は土壤汚染対策法の対象外ですが、発生土に含まれる重金属等（カドミウム、六価クロム、水銀、セレン、鉛、ヒ素、フッ素、ホウ素）及び酸性水の可能性について、「静岡県盛土等による環境の汚染の防止に関する条例（以下、盛土環境条例）」及び「建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル（2023 年版）」（以下、国交省マニュアル）に準拠し短期溶出試験、酸性化可能性試験及び直接摂取のリスクを把握するための試験（以下、含有量試験）を実施します。なお、含有量試験については、施工中は一般の方が立ち入らないこと、完成後は覆土することにより、直接摂取のリスクを回避する計画としたうえで、盛土環境条例に基づき実施します。
- 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。

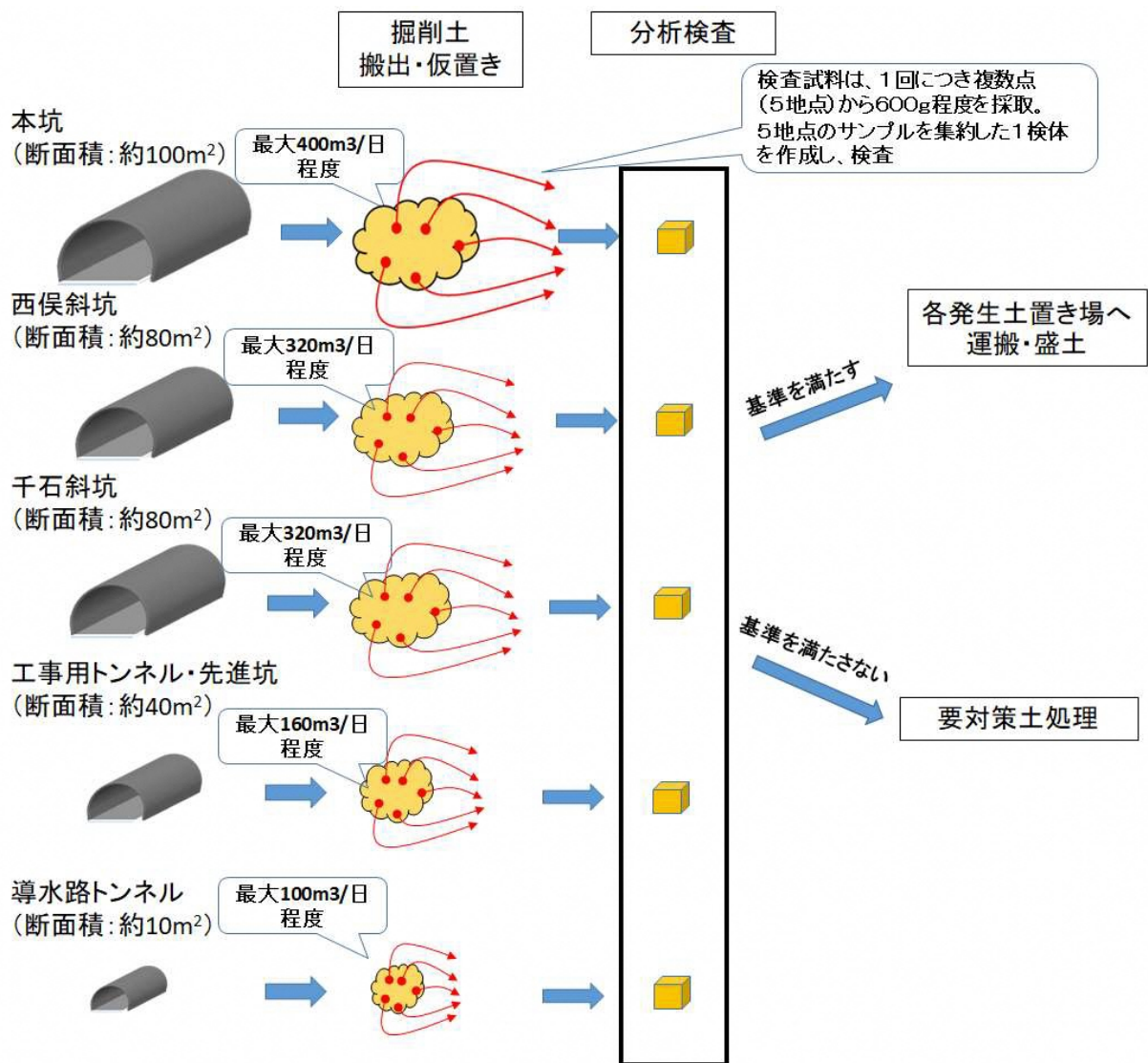


図 2 静岡工区の発生土処理工程イメージ

- ・ 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、含有量試験の結果、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。**発生土からの酸性水の発生は、植物や水生生物に影響を与えるほか、酸性水の発生に伴い重金属の溶出が促進される可能性があります。また岩石、土壌によっては硫化鉱物の酸化に時間を要するものもあり、掘削・盛土してから数か月経過後に酸性水を発生した事例もあります。**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あります。
- ・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

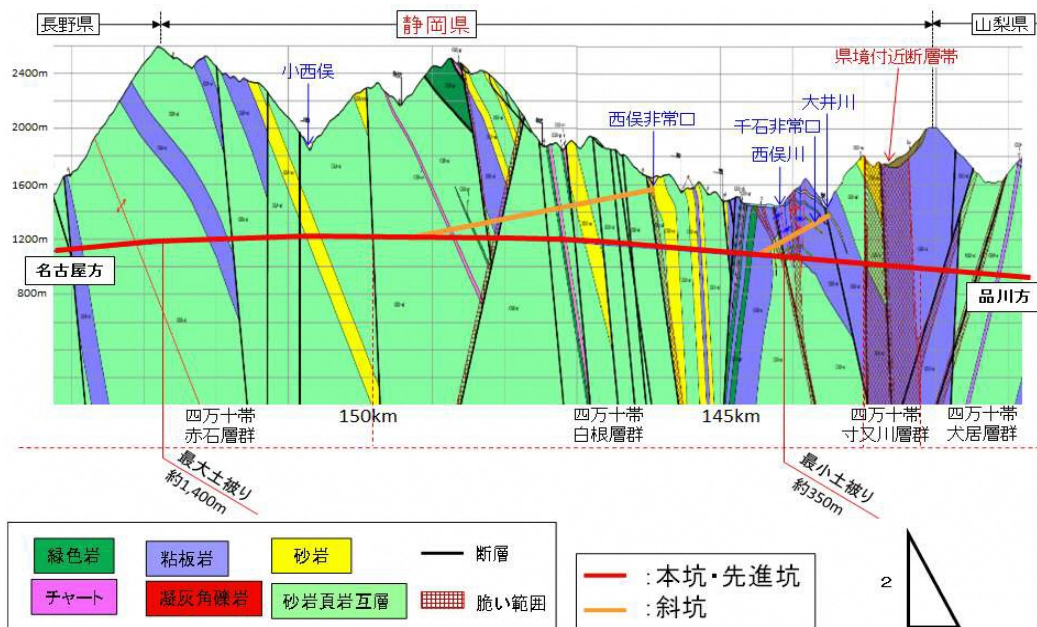


図 4 静岡工区付近の想定地質縦断面図

・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、「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
(第20回地質構造・水資源専門部会で提示)**

	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ことを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、地質等の詳細を十分に確認してまいります。**地質の確認にあたっては、高速長尺先進ボーリングやコアボーリングの結果をもとに、地質の走向や傾斜を考慮し、トンネル掘削位置での状況を想定しながら進めてまいります。**
- ・ 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。 ・一重遮水工、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1項第3号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1項第2号に基づき汚染土壌処理施設として埋立処理施設を設置し行う埋立

※3 オンサイト処理とは、工事や土砂の仮置き等を行っている現場付近に設備を設置し、要対策土の無害化（浄化）を行う工法（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工法）

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。

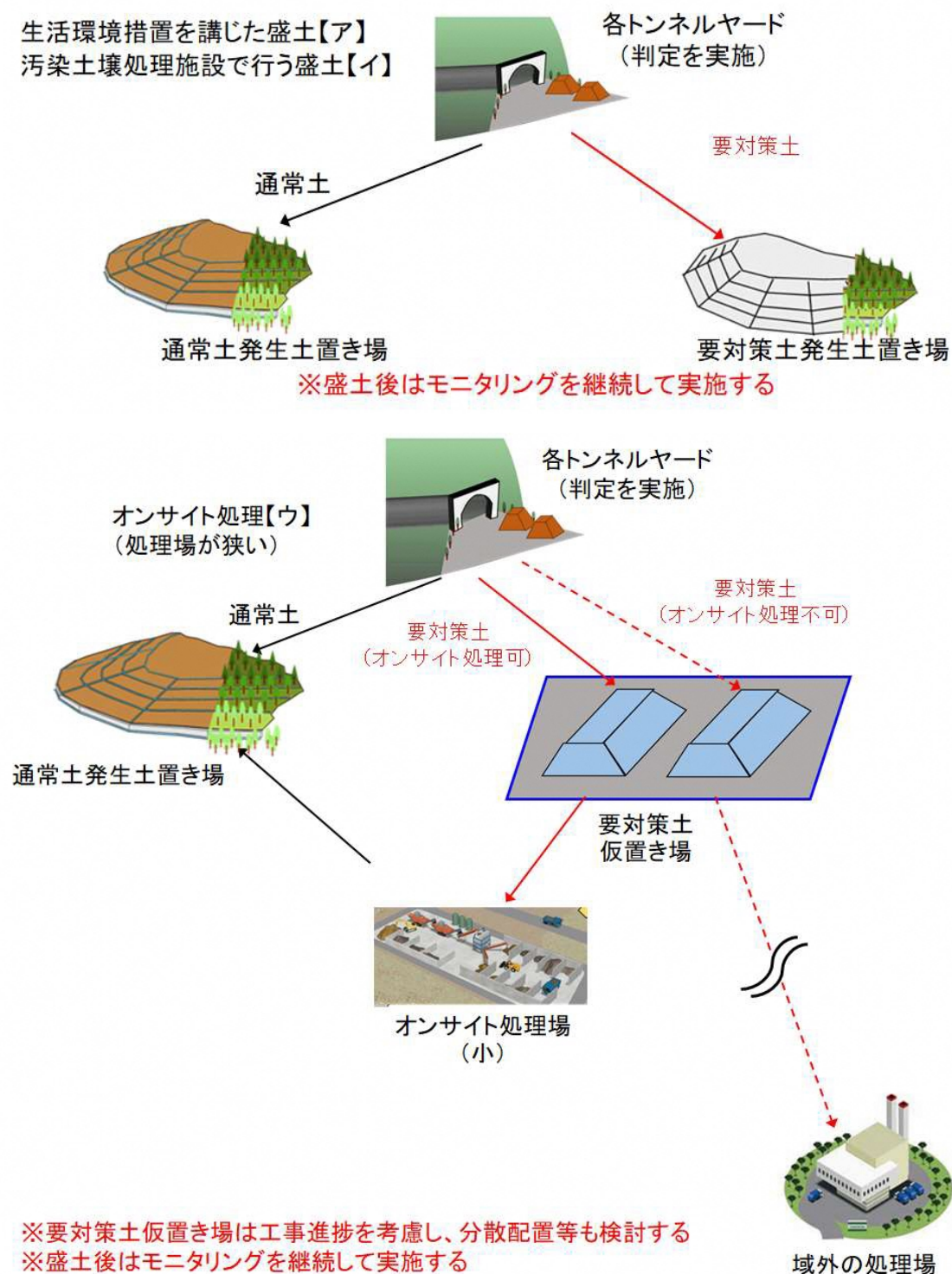


図 5 各処理方法におけるトンネル発生土の流れ①

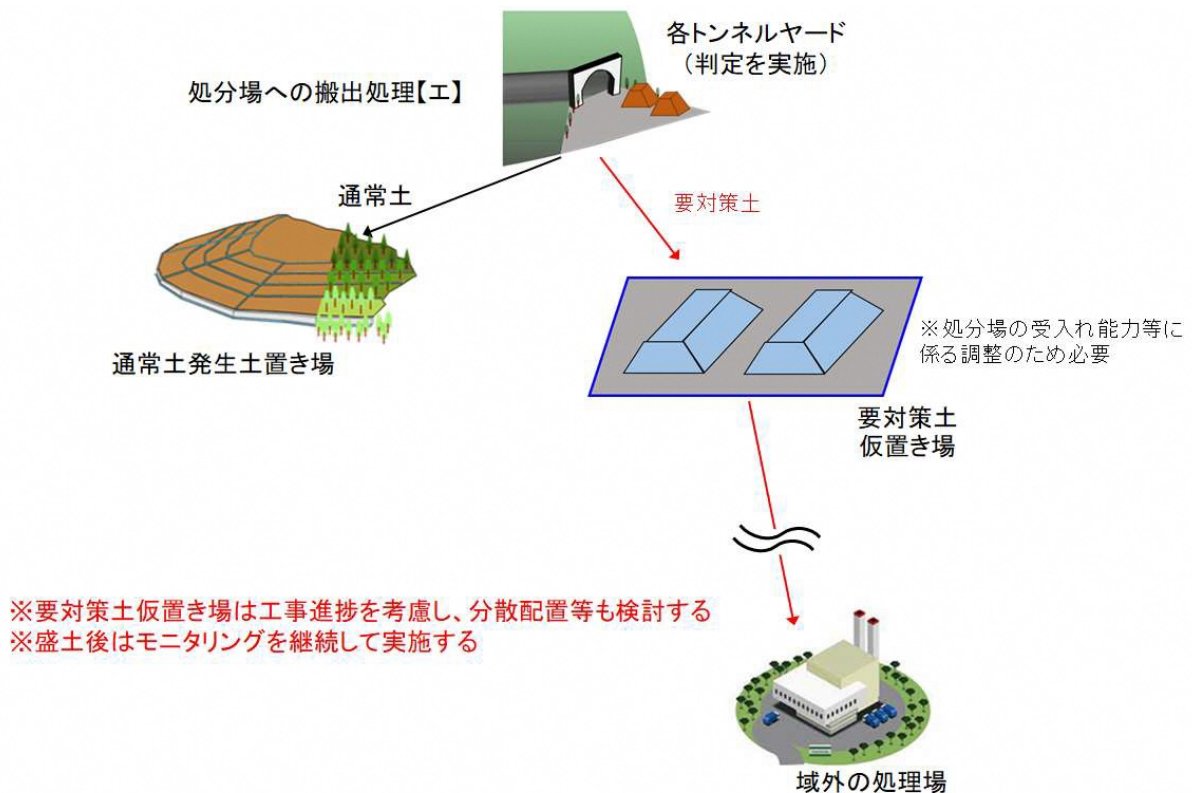
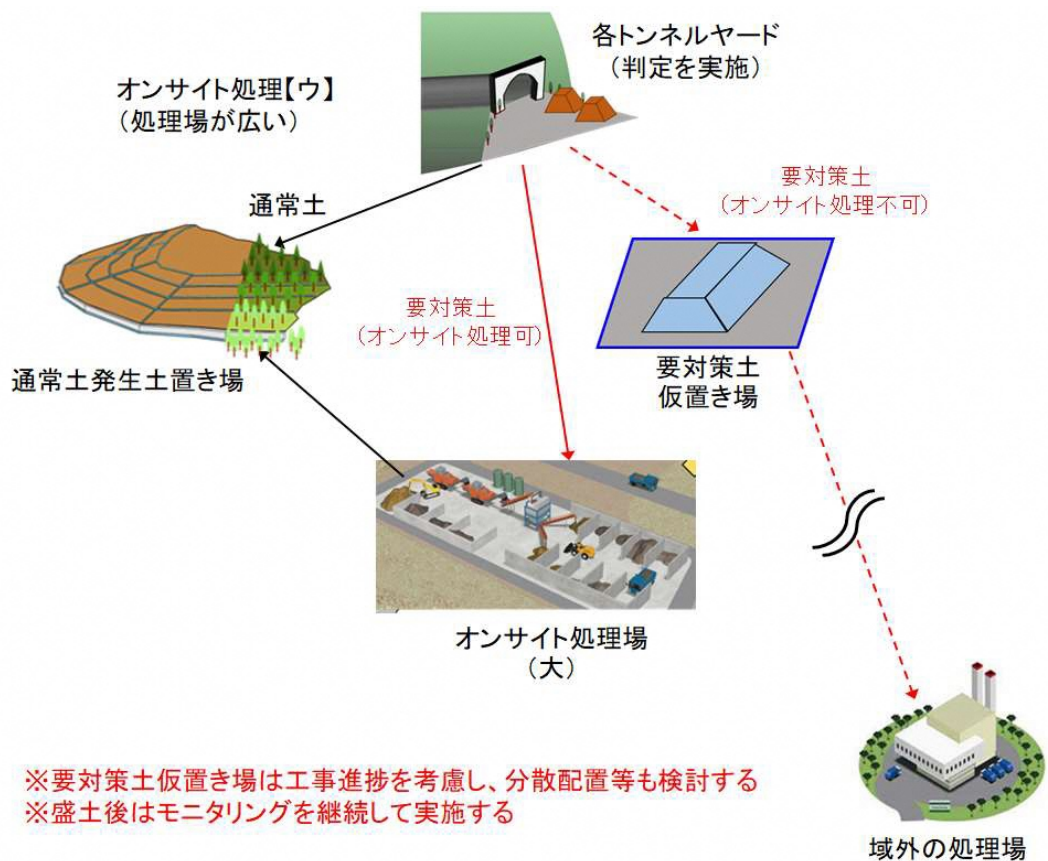
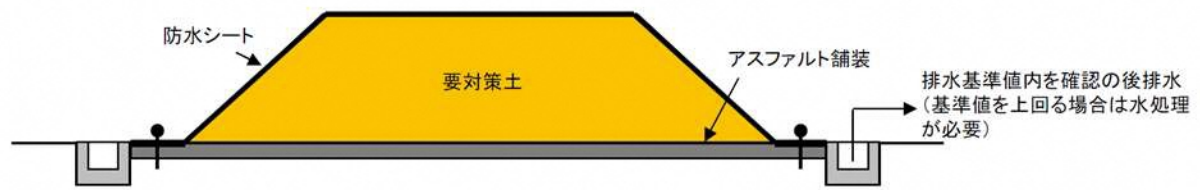


図 6 各処理方法におけるトンネル発生土の流れ②



出典：国交省マニュアルより一部抜粋

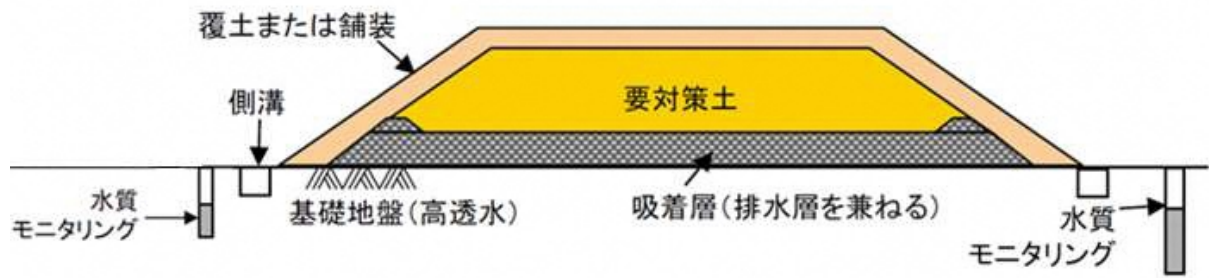
図 7 要対策土仮置き場イメージ

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おります。以下、各対策工の概要を説明いたします。

○吸着層工（図 8）

- ・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。

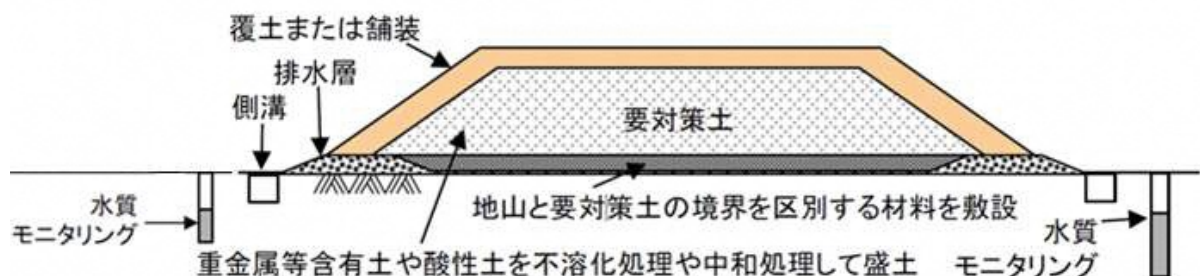


出典：国交省マニュアルに一部加筆修正

図 8 吸着層工の模式図

○不溶化处理（図 9）

- ・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、不溶化处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

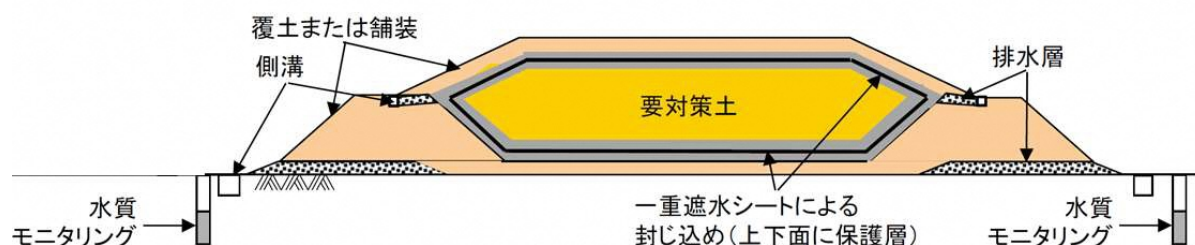
図 9 不溶化处理の模式図

○一重遮水工（図 10）

- ・一重遮水工は、雨水・地下水の浸透、および浸出水の発生を防止し、要対策土からの重金属等の溶出を防止するために、遮水シートなどにより封じ込めを行う対策です。
- ・遮水材により要対策土を封じ込めて内外を遮断するため、要対策土と水が接する事は構造上ありませんが、さらにリスクを低減するため、封じ込めを行った盛土の上面やその周辺には、降雨・表流水の浸透を防ぐ構造物を設置し、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。

- ・一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。

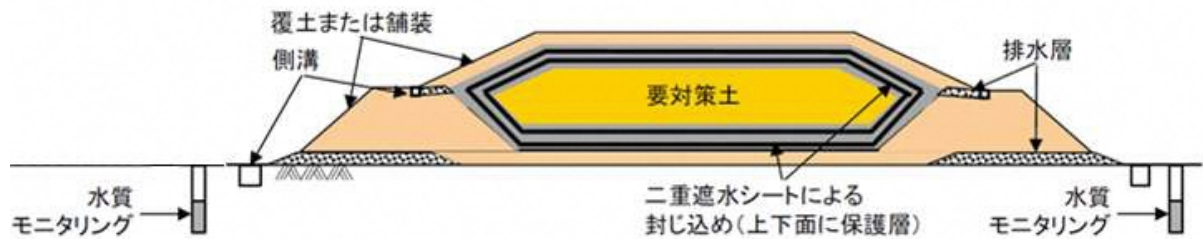


出典：国交省マニュアルに一部加筆修正

図 10 一重の遮水工による封じ込めの模式図

○二重遮水工（図 11）

- ・二重遮水工は、前述した一重遮水工で用いるシートを二重にするもので、搬入や転圧によるシートの破損等のリスクを考慮し、対策の安全性をさらに高め、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。
- ・一重遮水工と同様に、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、最も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 1 1 二重の遮水工による封じ込めの模式図

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 2）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



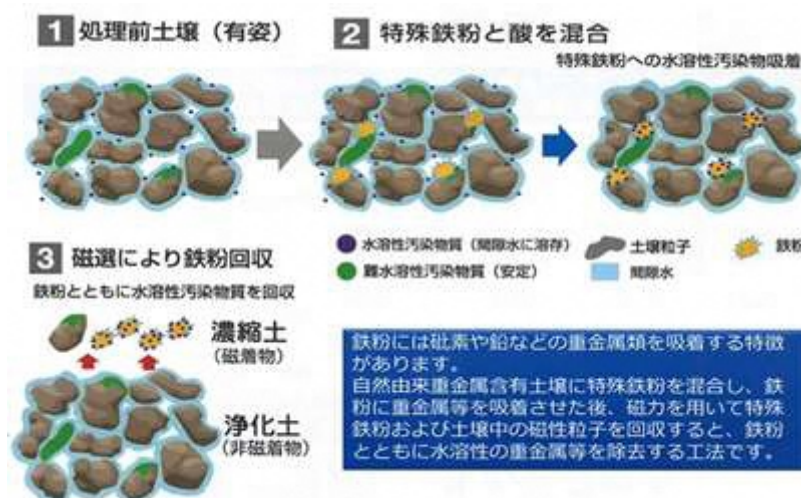
洗浄処理施設

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 2 磁力選別処理、洗浄分級処理施設の事例

① 磁力選別処理

- ・ 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 3）。



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 3 磁力選別処理の浄化方法

- また、磁力選別処理を細分化すると湿式と乾式の2つの手法があります。このうち、湿式は都市部におけるシールド工法によるトンネル工事で発生した掘削泥水など、泥水状のものからの重金属処理を行う工法です。主にダイナマイトを使用したNATMによるトンネル掘削など、有姿状態の掘削土が発生すると考えられる場合は、乾式の磁力選別処理による対応となります。湿式磁力選別処理においては、水処理のために大量の用水の確保や、設備の大型化が課題となりますが、乾式磁力選別処理においては、水の使用がないため、大規模な排水処理施設等が不要であり、一般的にはより小規模な設備で対応が可能です（図 1 4）。



出典：DOWAエコシステム株式会社資料より一部抜粋

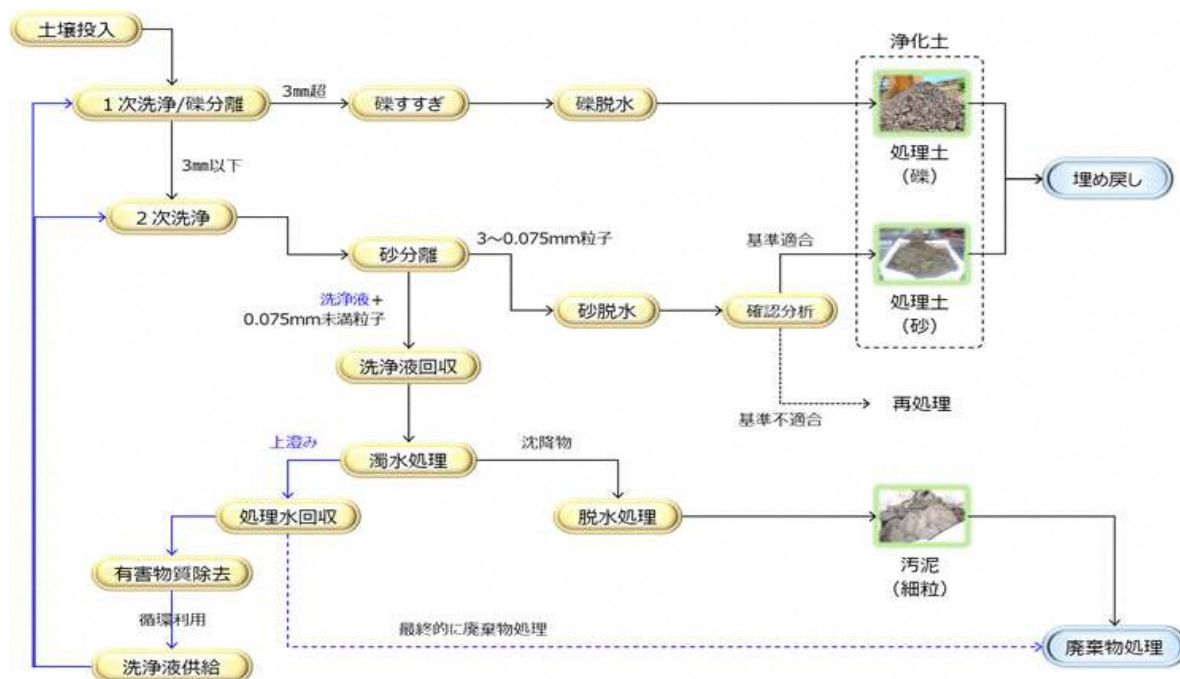
図 1 4 磁力選別処理工法の種類

- 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、磁力選別処理では主に発生が予想される重金属等のうち、ヒ素、セレンについては基準の10～20倍程度の濃度までは処理可能、フッ素についても基準値の2倍程度を含む要対策土については対応可能である一方、発生は予測されていませんが、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、酸性土は鉄粉により吸着する性質のものではないため、浄化処理ができません。
- 仮に、一日150m³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

の土の待機場所が必要となります。

② 洗浄分級処理

- ・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 15）。



出典：ミヤマ株式会社 HP より一部抜粋

図 15 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土の待機場所が必要です。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。

(2) 静岡工区における要対策土処理（案）

- これらの検討内容を踏まえ、静岡工区における要対策土処理について、現在想定している内容を図 16 に記載いたします。

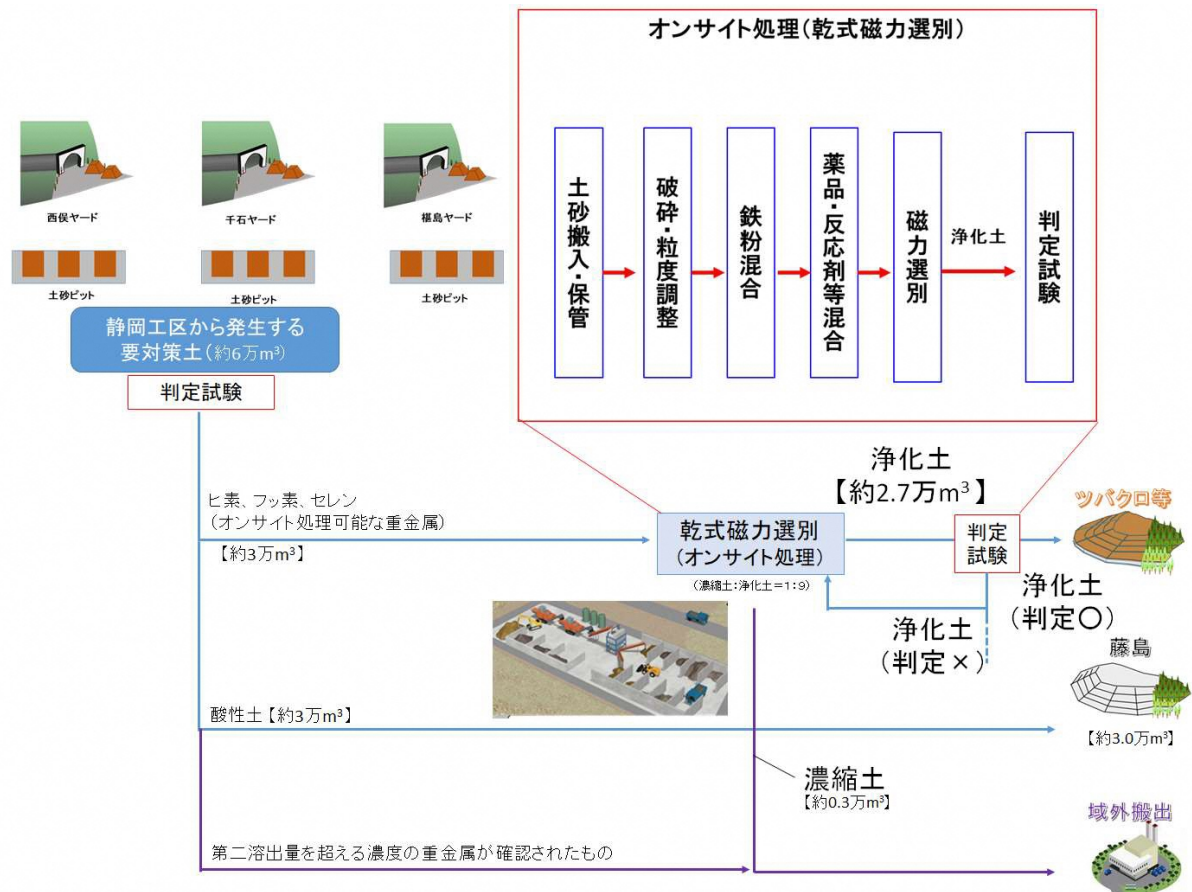


図 16 予測結果に基づく静岡工区における要対策土処理の想定フロー

- 各ヤードにおいては、トンネル坑口から取り出した掘削土を土砂ピットに仮置きし、要対策土か否かの判定試験を行います。試験方法については、P2～P5に記載のとおり、短期溶出試験、酸性化可能性試験及び含有量試験を実施する計画です。試験方法及び頻度については表 6 に示します。

表 6 要対策土判定試験の試験方法及び頻度

	試験方法	頻度
短期溶出試験	参考資料 10 短期溶出試験方法 (環境省告示第 18 号に準拠した試験)	1 日 1 回を 基本とする
酸性化可能性 試験	参考資料 12 酸性化可能性試験方法 (過酸化水素水による土及び岩石の酸性化可 能性試験方法 (JGS0271) に準拠した試験)	1 日 1 回を 基本とする
含有量試験	参考資料 11 直接摂取のリスクを把握するため の試験方法 (環境省告示第 19 号に準拠した試験)	1 日 1 回を 基本とする

※「国交省マニュアル」の参考資料に記載の方法によることとする

- ・なお、第 2 1 回地質構造・水資源部会専門部会において、南アルプストンネル新設（山梨工区）早川非常口ヤードからの浸潤水流出についてご報告しました。山梨工区で発生した原因は、大雨の際に土砂ピットから水槽へ浸潤水を送付するポンプの停止操作（手作業）が出来ておらず、排水基準に適合していない可能性のある浸潤水が浸潤水水槽から溢れ出て河川へ流出したことによります。
- ・一方、静岡工区の各坑口ヤードに設置する浸潤水水槽においては、上記記事案のように手作業によりポンプの稼働や停止を行うものではなく、フロートレススイッチ（液面の高さを検知するスイッチ）を用いたポンプの自動制御を計画しており、これに加え、上記記事案を受け、流出防止対策として以下の対策を浸潤水水槽に施す計画です。（図 1 8）

①パトライトを設置してヤード内に水位異常を警告する仕組み

②（万が一フロートレススイッチが故障等した場合を想定し）浸潤水水槽から水槽外に水が溢れ出ることを物理的に阻止するため、浸潤水水槽の最上部にオーバーフロー管を設置して、オーバーフロー管の位置まで水位が上昇した際は自動的に土砂ピットへ浸潤水を返送する仕組み

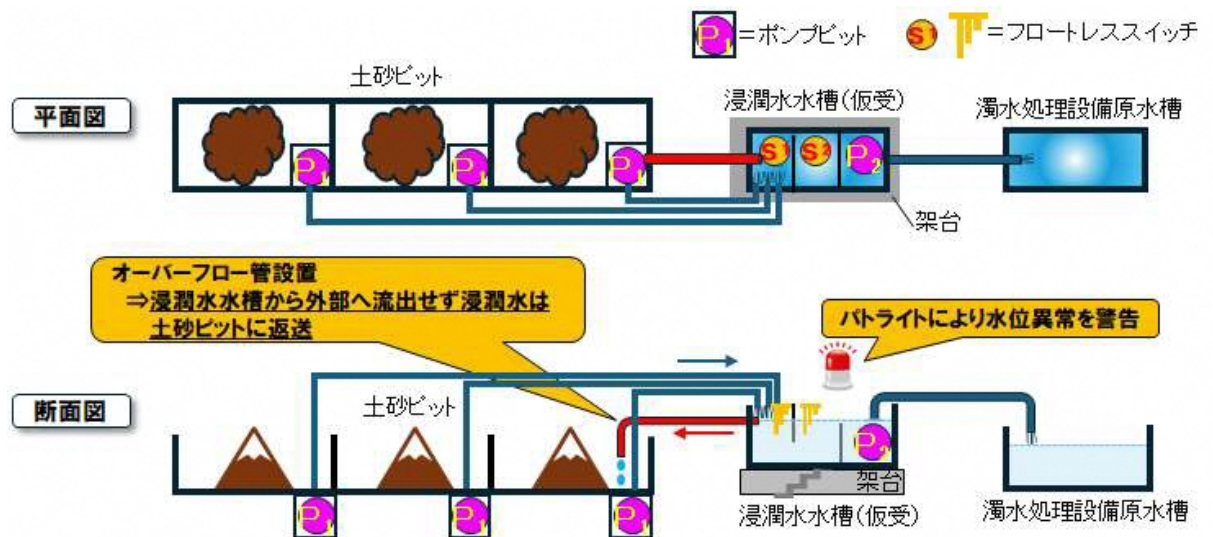


図 18 静岡工区における坑口ヤードでの浸潤水流出対策

- ・以上の対策により、早川非常口ヤードで発生した事案と同様事案の発生を防止します。
- ・磁力選別処理では主に発生が予想される重金属等のうち、ヒ素、セレンについては基準の10～20倍程度の濃度まではオンサイト処理可能であり、フッ素についても基準値の2倍程度を含む要対策土については対応可能であることから、山梨工区の実績（表 4）に基づくと、ヒ素とセレンを含んだ要対策土は問題なくオンサイト処理が可能であると考えられます。なお、実際にトンネル掘削を開始した際は、発生したトンネルずりを用いた判定試験を実施いたします。試験の結果オンサイト処理可能と判断されるものは浄化処理を行います。

(3) 静岡工区におけるオンサイト処理計画

- ・(1) 5) 「オンサイト処理【ウ】」で記載の通り、オンサイト処理には様々な工法があります。まとめると以下の表のとおりです。

表 7 オンサイト処理の種類・特徴

処理方法		予測した自然由来 重金属等への適用				特徴
		ヒ素	フッ素	セレン	酸性土	
磁力選別 処理	乾式	○	○	○	×	・基準不適合土壤に鉄粉等を混合して、除去する。 ・水を使用しないため排水処理施設が不要。 ・掘削土が乾いた山岳工法に適する。
	湿式	○	○	○	×	・基準不適合土壤に水等を加えた後、鉄粉等を混合して、除去する。 ・洗浄後の排水対策が必要。 ・一般的に掘削土が泥水状態の場合に適する。
洗浄分級処理		○	○	○	×	・基準不適合土壤を機械的に洗浄して、重金属等を除去する。 ・洗浄水の確保と排水対策が必要。

- ・(2)で静岡工区において現在想定している要対策土処理(案)をお示しました。その中のオンサイト処理に係る部分については、予測されるずりの性状等を鑑み、乾式の磁力選別による処理工法（DME 工法）を基本に処理を検討しており、現時点での計画を示します。
- ・乾式磁力選別による標準的なオンサイト処理設備を図 19 に示します。これらの設備を配置するには、磁力選別を行う場所として最低限 800 m² 程度の平場が必要であるほか、処理する土の受入・保管や判定前の土を待機させるための場所が必要となる見込みです。

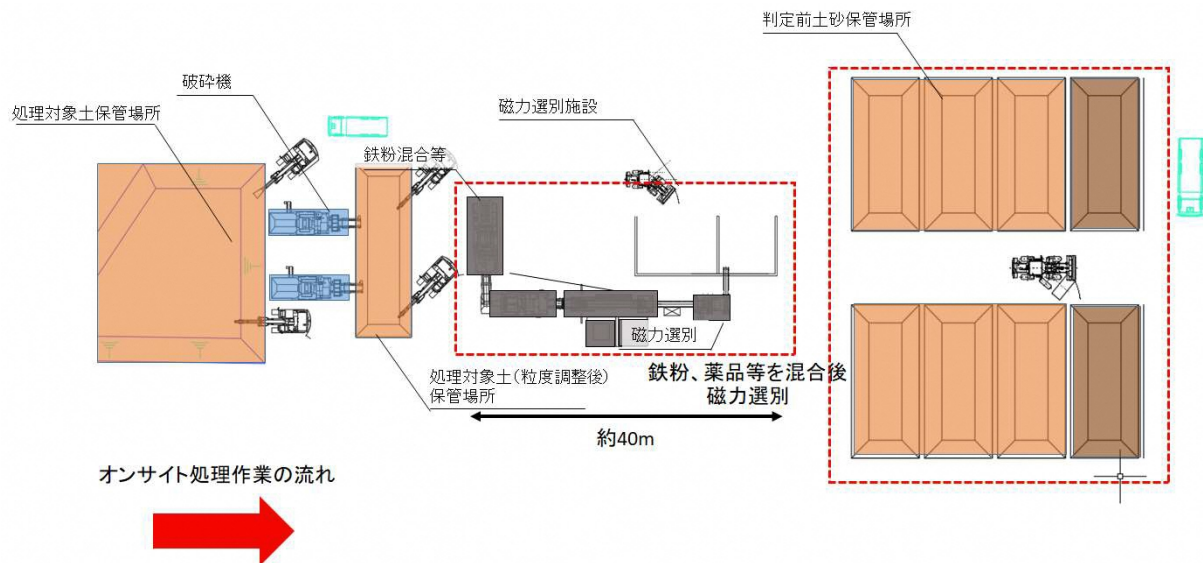


図 19 標準的なオンサイト処理施設イメージ

1) 処理計画

- ・ オンサイト処理の処理フローを下記に再掲いたします (図 20)。

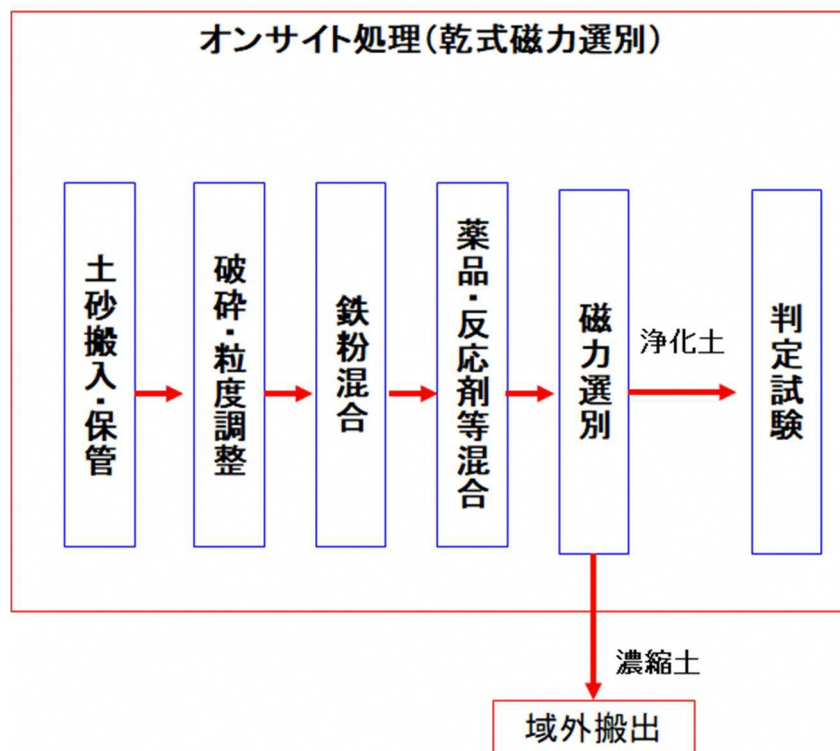


図 20 オンサイト処理イメージ (再掲)

- ・ オンサイト処理後、重金属（ヒ素等）を含んだ土砂は浄化土（9割程度）と濃縮土（1割程度）の二つに分けることができます。このうち、浄化土については、重金属の溶出量、含有量が基準値以下であることを確認のうえ、通常土と同様の

扱いとしてツバクロ発生土置き場等、通常土の盛土として計画している発生土置き場へ運搬することを考えています。

- ・一方、濃縮土については、域外へ搬出をすることを考えています。

2) オンサイト処理施設

① 土砂搬入・保管～破碎・粒度調整

- ・一般的に、要対策土は偏在しており、日々のトンネル掘削で生じる要対策土には変動が生じるため、オンサイト処理設備で処理可能な発生土の量との調整等を行う必要から、搬入した土の保管をするスペースを設ける計画です。
- ・処理前要対策土の保管場所の構造について、一例を図 2 1 に示します。

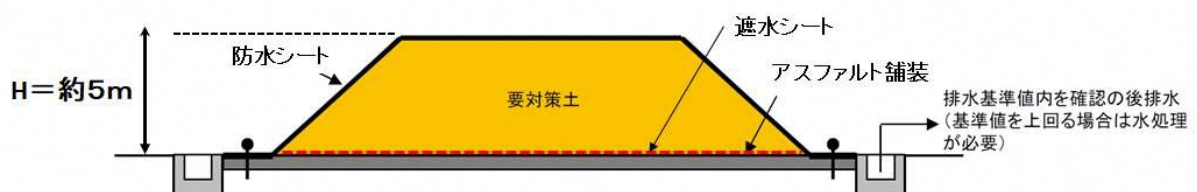


図 2 1 保管スペースイメージ図

- ・国交省マニュアルや、既存の保管場の事例等を参考とすることとしており、具体的には地盤面は舗装することに加え、遮水シートを敷設する事を考えております。また、盛土部分の上面は防水シートで被覆し、雨水の盛土への浸透を可能な限り防止します。加えて、外周部分には雨水排水工を敷設し、排水のモニタリングを実施可能な構造とします。

② 鉄粉混合～磁力選別

- ・乾式磁力選別による浄化処理の現計画の構造について、イメージを図 22 に示します。

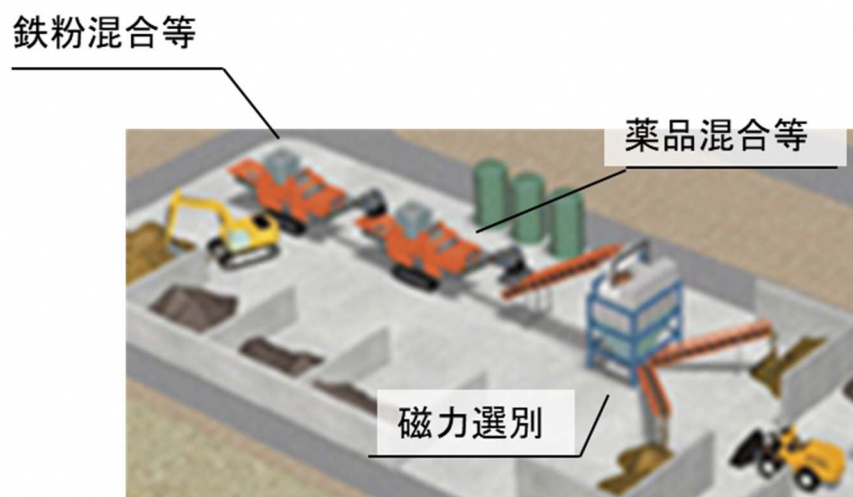


図 22 浄化処理イメージ

- ・粒度処理を行った要対策土に対し、特殊鉄粉と反応剤を混合する事で、重金属を吸着します。その後、磁力選別により鉄粉を吸着し、吸着物（濃縮土）と浄化土に分けて排出するものです。
- ・各設備同士はベルトコンベアにより接続し、一連の流れで土砂を処理する計画です。
- ・今回検討している設備を使用することにより、1日当たり約150m³の要対策土を浄化処理できる見込みです。なお、処理後に排出される濃縮土の割合は投入土砂の1割程度となります。

③ 判定試験以降

- ・オンサイト処理後の浄化土は、重金属が基準値以下まで低減されているかを確認するため、処理後に判定試験を実施いたします。
- ・試験内容は各坑口ヤードで実施する要対策土の判定試験のうち、短期溶出試験と含有量試験を考えております。なお、試験頻度は静岡県盛土環境条例に則り、100m³に1回の頻度となります。
- ・判定試験の結果、重金属が基準値を下回る事を確認出来たものについては、他の通常土と同様にツバクロ発生土置き場等、通常土の発生土置き場に運搬します。

仮に重金属の溶出量が基準値を上回った場合には、再度処理を実施しますが、最終的に浄化土の判定結果が基準値を超過するものの取扱いについては、引き続き静岡県と対話を行います。

- ・ オンサイト処理後の濃縮土については、可能な限り速やかに域外搬出とする予定です。

(4) 静岡工区における封じ込め（盛土構造）処理計画

1) 立地計画

- ・ 要対策土の封じ込めを行う藤島発生土置き場の立地計画を図 23 にお示いたします。藤島発生土置き場については、施工箇所近接する大井川流域で水利用が行われていることや、南アルプスの大井川上流部の山深い場所に位置しており、何らかの事象が発生した場合にアクセスが難しい場所であること、一方で盛土箇所は河川からの高さが十分あり（約20m）、増水による影響が小さく、かつ排水管理が十分実施できること等を念頭に、地権者の要望も考慮の上で計画しています。

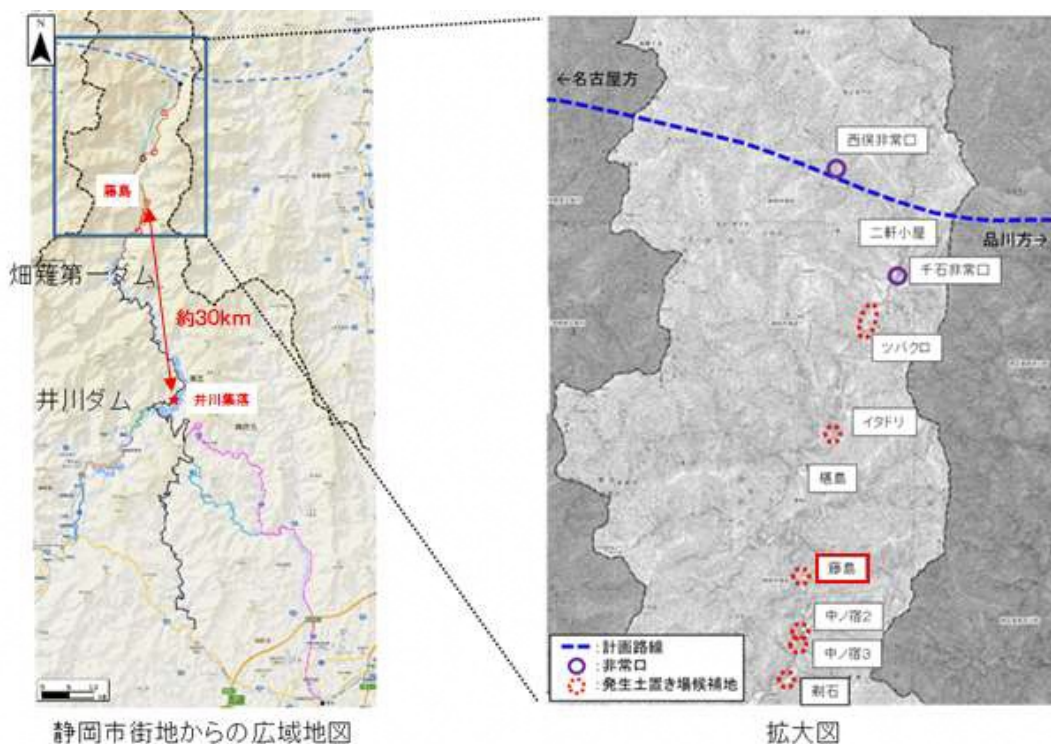


図 23 発生土置き場の位置関係

① 後背地の検討

A) 地形判読図等の作成

- ・ ツバクロ発生土置き場で検討した後背地の検討と同様に、藤島発生土置き場においても発生土置き場後背地について、不安定な地形部や深層崩壊の懸念がある箇所がないか、確認を行いました。
- ・ 確認の方法は、ツバクロ発生土置き場と同様に地形表現図（エルザマップ）を作成することで、後背地の地形をより詳細に表現しました（図 24）。

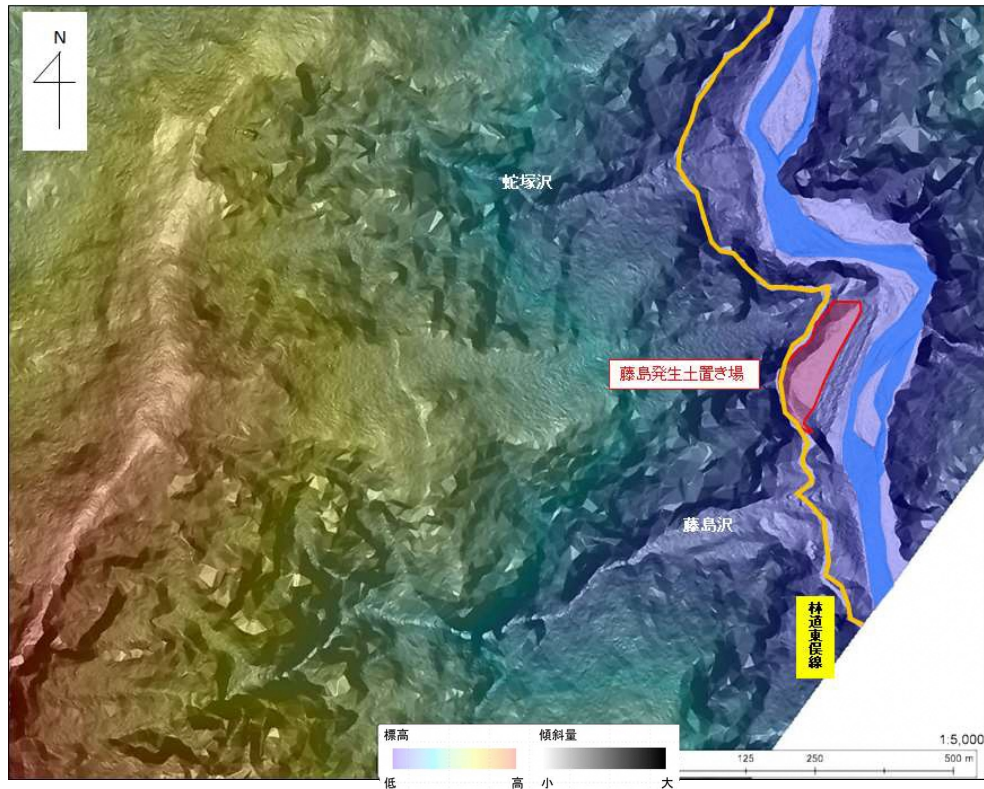


図 2 4 エルザマップ（藤島発生土置き場）

- ・作成したエルザマップを活用し、崩壊地やガリー（降雨時に出現する水が流れる形跡）、崩土堆積箇所等について、より詳細な地形判読図を作成し、確認を行いました。（図 2 5）

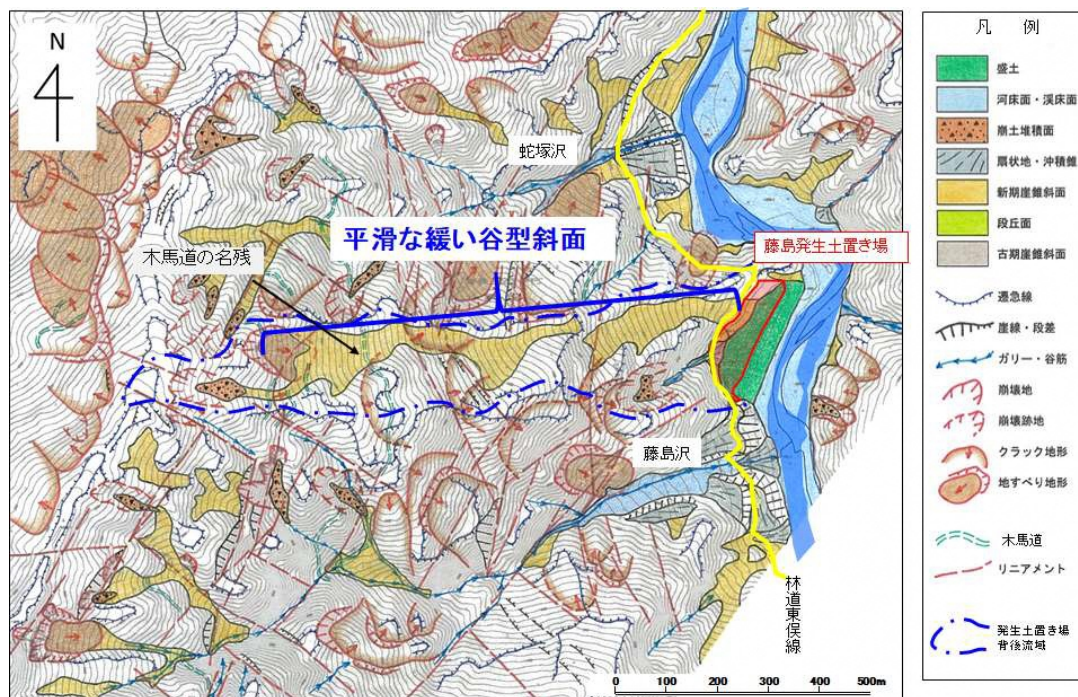


図 2 5 地形判読図（藤島発生土置き場）

B) 地形地質の評価

- ・発生土置き場計画地は、河川に対して攻撃斜面であり、過去に侵食等を経験してきたことから、安定した強固な地盤であると判断されます。
- ・発生土置き場計画地の南北に2本の沢（蛇塚沢及び藤島沢^{へびつかさわ}）があり、急峻で崩壊地や地滑り地などが多数分布しています。しかし、2本の沢は、発生土置き場に接しておらず十分に離れているため、沢からの直接的な影響を受ける可能性は低いと考えられます。
- ・発生土置き場計画地の背後には、東西方向約1,000m、南北方向約200mに渡って、平滑な緩い谷型斜面が形成されています。（図 25）
- ・末端部には、凸型の崖錐斜面をなした沖積錐状の地形がみられ、過去に土砂流出していた可能性はありますが、大規模なクラックやガリー等の地形は認められないため、古い時代に形成された後は比較的安定していると考えられます。
- ・藤島発生土置き場の中間部付近に1つ谷筋があり、谷筋上部にクラック地形と崩壊堆積面がみられます。しかし、後背地全体としては、平滑な緩い谷型斜面が形成されていることから、このクラック地形が尾根全体を大規模に崩壊させる可能性は小さいと考えます。
- ・また、斜面の中腹部で確認される傾斜量が小さい線状の部分は、クラックなどではなく1910～1920年代に作られた木馬道（きんまみち=木材搬出路）の名残と考えられます。
- ・以上より、発生土置き場計画地の背後斜面での大規模な土砂流出のリスクは低いと考えています。

② 藤島周辺における断層の有無

・地質構造・水資源専門部会委員より、「大井川の屈曲部には断層が存在する可能性があり、調査により断層の有無を確認すべき」というご意見を頂きました。ご意見を踏まえ、静岡県、地質構造・水資源専門部会委員と合同で現地踏査及びドローンを用いた調査を行い、藤島周辺の地質学的特徴として、下記の内容を確認しました。

(図 2 6)

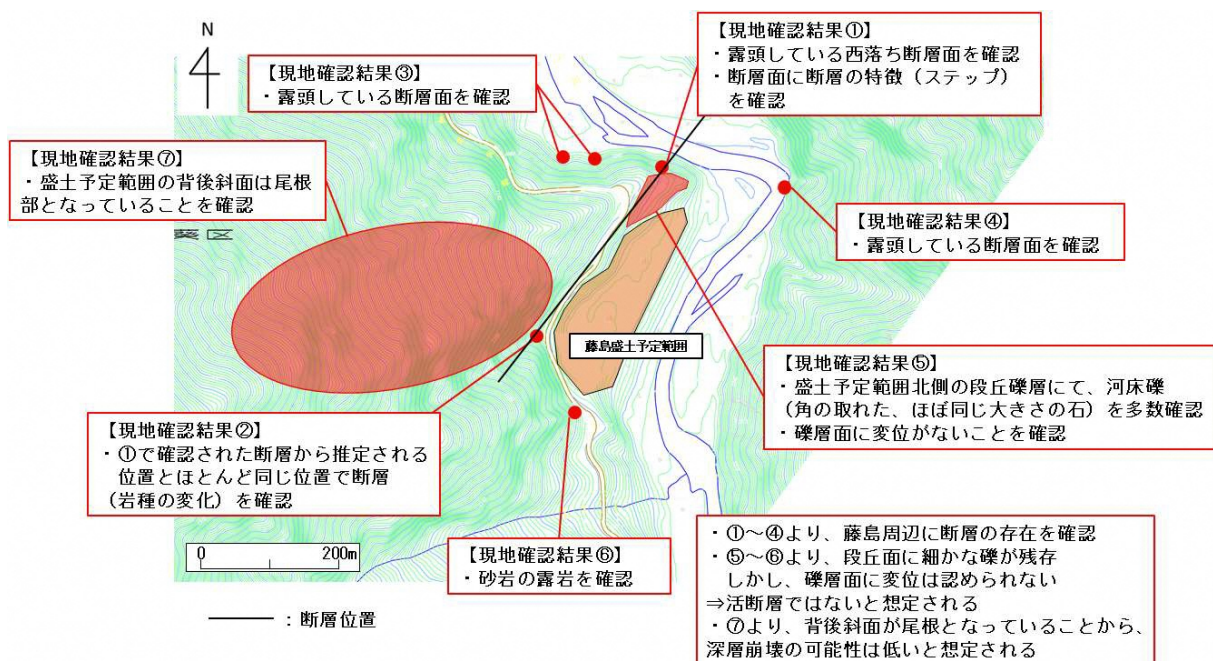


図 2 6 藤島発生土置き場周辺の調査結果

- ①：藤島発生土置き場候補地北側に、露頭している西落ち断層面（方向：N 4 0 E、傾斜W 3 0）が確認され、断層面にズレの方向を示す特徴断層の特徴（ステップ）から逆断層であると確認された。
- ②：藤島発生土置き場候補地西側に、①で確認された断層から推定される位置とほぼ同じ位置でも断層が確認され、断層位置を境に岩種の違いが確認された。
- ③、④：上記の他に、露頭している断層面がいくつか確認された。
- ⑤：藤島発生土置き場候補地北側の段丘礫層にて、河床堆積物（角の取れた、ほぼ同じ大きさの石）が多数確認された。また当該礫層面周辺に変位がないことが確認された。
- ⑥：砂岩の露岩が確認された。
- ⑦：藤島発生土置き場候補地の背後斜面は尾根部となっていることが確認された。

- ・以上より、藤島発生土置き場周辺の地形地質的な特性について、下記の3点を確認いたしました。
 - ①：藤島発生土置き場周辺に露頭している断層面が多数確認されたことから、逆断層を含むいくつかの断層が存在すること。
 - ②：藤島発生土置き場候補地北側に河床堆積物が多数確認され、当該礫層面（河岸段丘）周辺に変位がないことから、少なくとも数万年間は活動の痕跡が確認できず、藤島発生土置き場周辺に現在活発な活断層は存在しないと想定されること。
 - ③：背後斜面が尾根となっていることから、深層崩壊の可能性は低いと想定されること。
- ・藤島発生土置き場周辺の断層は現在活発な活断層ではないことから、断層があることによるリスクは低く、発生土置き場の候補地として大きな支障はないと考えています。一方で、盛土の保守管理や地震が発生した後の点検においては、藤島発生土置き場周辺の断層の存在を考慮したうえで、進めてまいります。

2) 盛土構造の設計の基準

① 封じ込め（二重遮水シート）の概要

- ・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27）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。

遮水シートの構造イメージ

- ・上部不織布(遮光性)(t=10mm)
- ・上部遮水シート(t=1.5mm)
- ・中間不織布(t=10mm)
- ・下部遮水シート(t=1.5mm)
- ・下部不織布(t=10mm)

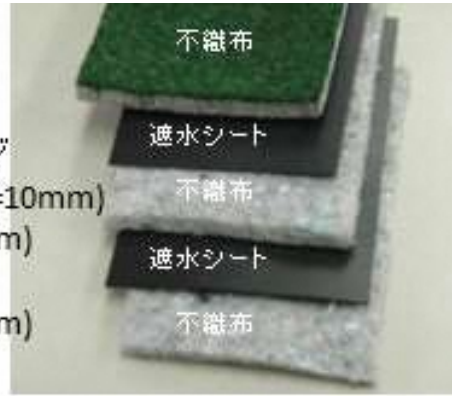


図 27 二重遮水シートイメージ

- ・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、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 28)。

表-4.3.3 対策盛土の例(1)					
対策工程	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溜りに留意し、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	・造成工事の掘削土による盛土 ・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推定される距離)	・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、周囲を粘性土とした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廃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掘削土による盛土 ・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溜りに留意し、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	・造成工事の掘削土による盛土 ・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、アスファルト等による表面被覆を施す。	・浸透性の低い基盤や吸着性の高い基盤の利用により、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溜りに留意し、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掘削土による盛土 ・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層厚との関係
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溶出を低減する。	・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	・造成工事の掘削土による盛土 ・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添加を含めた締固め効果(透水性や溶出性等)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 28 対策盛土の例(国交省マニュアルより抜粋)

- ・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最終処分場での施工実績や静岡工区で計画している工事と同様にトンネル掘削により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 29）。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事例があります。



図 29 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。

② 二重遮水シートの耐久性

- ・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 30 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ると考えております。

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日本支部ジオメンブレン技術委員会 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 30 遮水シートの性能評価試験状況

③ 南アルプスや大井川流域の特性を考慮した追加対応

- ・「 1) 立地計画」で述べた通り、藤島発生土置き場については、盛土施工箇所が下流域で水利用が行われている大井川に近接していることや、大井川上流部の山深い場所に位置しており、何らかの事象が発生した場合にアクセスが難しい場所であることといった特性を踏まえ、「自己修復機能のある遮水シートを検討すべき」と地質構造・水資源部会専門部会委員よりご意見を頂きました。
- ・加えて第21回地質構造・水資源部会専門部会において「二重遮水シートによる封じ込めというのは基本的に科学的な観点からは大丈夫、という事はあるが、やはり心理的な安全性についても考慮しなくてはならないため、徹底した形で中期的にも漏れ出さないという対応がマストだと思っている」と静岡県よりご意見を頂きました。
- ・これらのご意見を踏まえ、二重遮水シート構造による技術的な安全性に加えた追加対策として、二重遮水シートと地山部分の境界に自己修復性を持ったベントナイトシート（粘土層）を追加することを考えています。現在計画している遮水構造を図 31 に示します。

○改良案(2重遮水シート+ベントナイトシート)

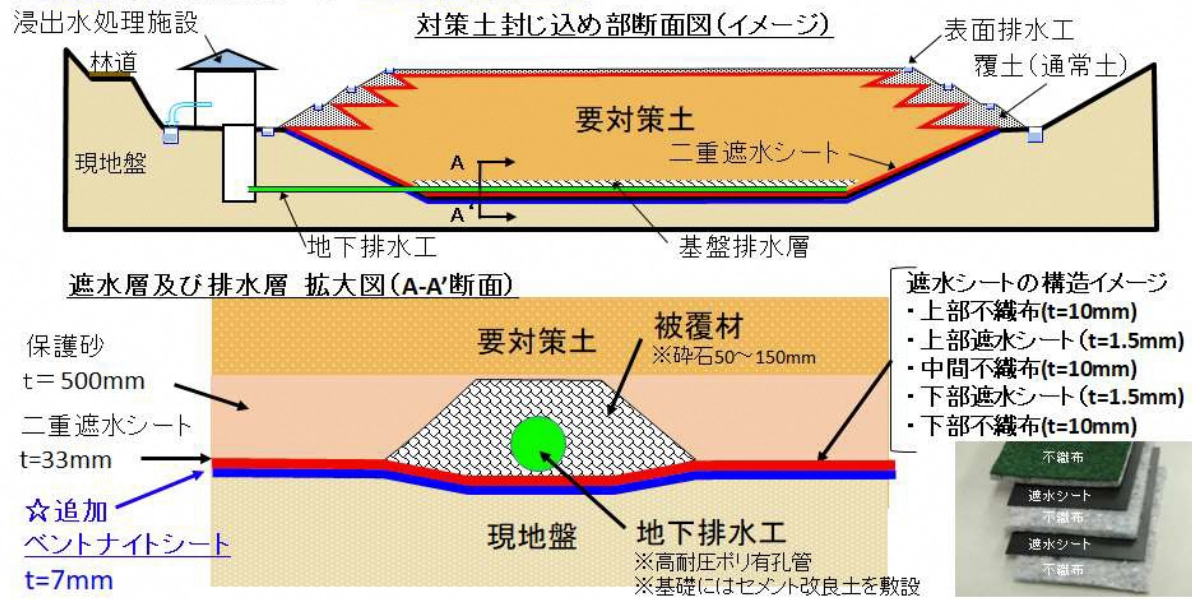


図 3 1 藤島における遮水構造計画図

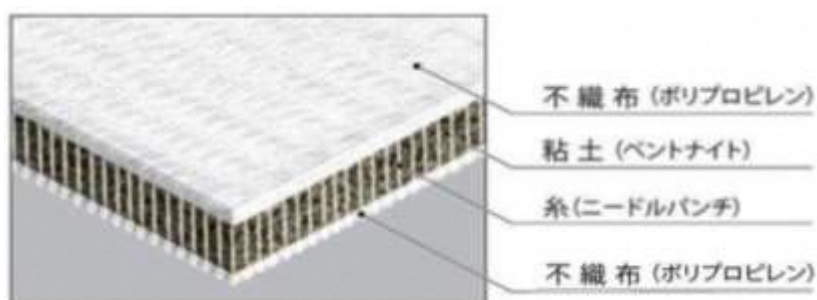
- ・ベントナイトとは、粒子が小さい天然の粘土を乾燥加工等したもので、水を吸収して膨張する性質（膨潤性）があります。一般に、吸水したベントナイトは10倍以上の体積に膨張すると言われております。(図 3 2)



出典：クニミネ工業株式会社HPより一部抜粋

図 3 2 ベントナイトの膨潤性

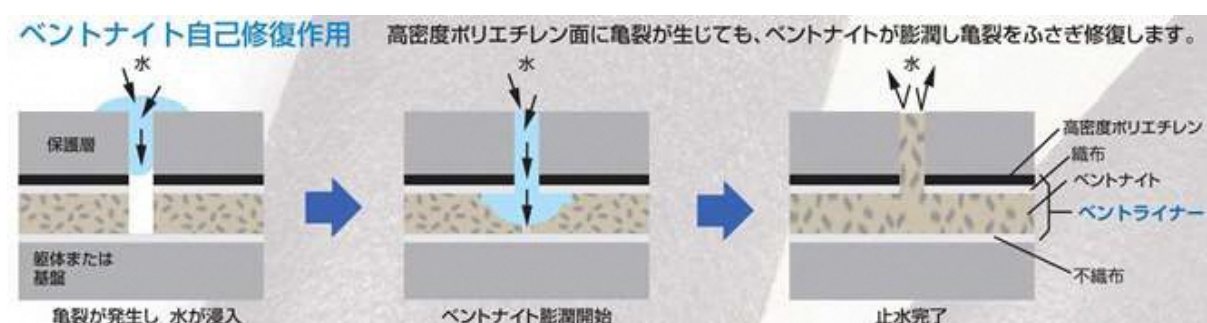
- ・ 顆粒状のベントナイトを充填させ、不織布等で挟み、一体化するよう加工し、工事現場において均一な施工を可能とした製品がベントナイトシートです（図 3 3）。



出典：前田工織株式会社HPより一部抜粋

図 3 3 ベントナイトシート構造図

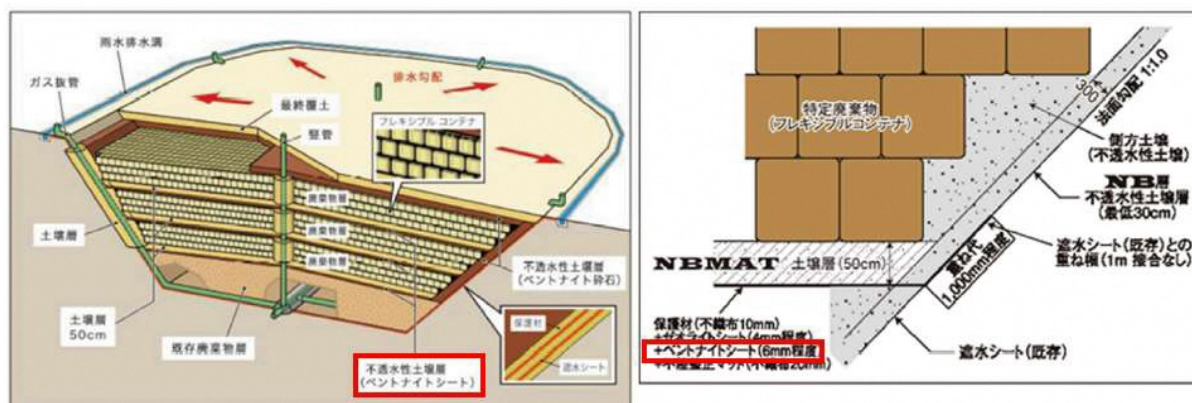
- ・ ベントナイトシートは貫通や破れに対し、ベントナイトが水で膨張する性質を利用した自己修復性を有し、かつ透水係数は $5 \times 10^{-11} \text{m/s}$ 程度となります。ベントナイトシートの厚さは約 7 mm のため、一般的な粘土層 1.5 m 分の遮水性を持つことになります。また、ベントナイトは天然素材であり、時間経過による劣化の無いことが特徴です。
- ・ 仮に現場で粘土層を構築する場合は良質な粘土を手配し、施工する必要があります。ベントナイトシートを使用する事で、均一な品質をもつ遮水層を確実に構築する事ができます（図 3 4）。



出典：株式会社ホーゲンHPより一部抜粋

図 3 4 ベントナイトシートの自己修復機能イメージ

- ・ また、国内においても、最終処分場の遮水工や福島第一原発における地下貯水槽等、様々な封じ込め処理で使用されています。（図 3 5）



出典：一般社団法人NB研究所HPに加筆修正

図 35 ベントナイトシートの施工例

3) 盛土の形状及び地震時の安定性

- ・盛土の形状を、図 36～図 39に示します。約1.7haの面積に約9万 m^3 の盛土（設計上は要対策土：約6万 m^3 、覆土：約3万 m^3 ）を造成する計画です。なお、藤島発生土置き場への要対策土の搬入量は、予測に基づくと約3万 m^3 が基本となりますが、設計上は搬入可能な最大量である約6万 m^3 の要対策土を封じ込めた場合を想定し検討をしております。仮に、要対策土の搬入量が6万 m^3 を下回った場合は、追加で通常土を盛土（図 40）し、ツバクロ発生土置き場の盛土高さを可能な限り低減させることを考えております。
- ・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。

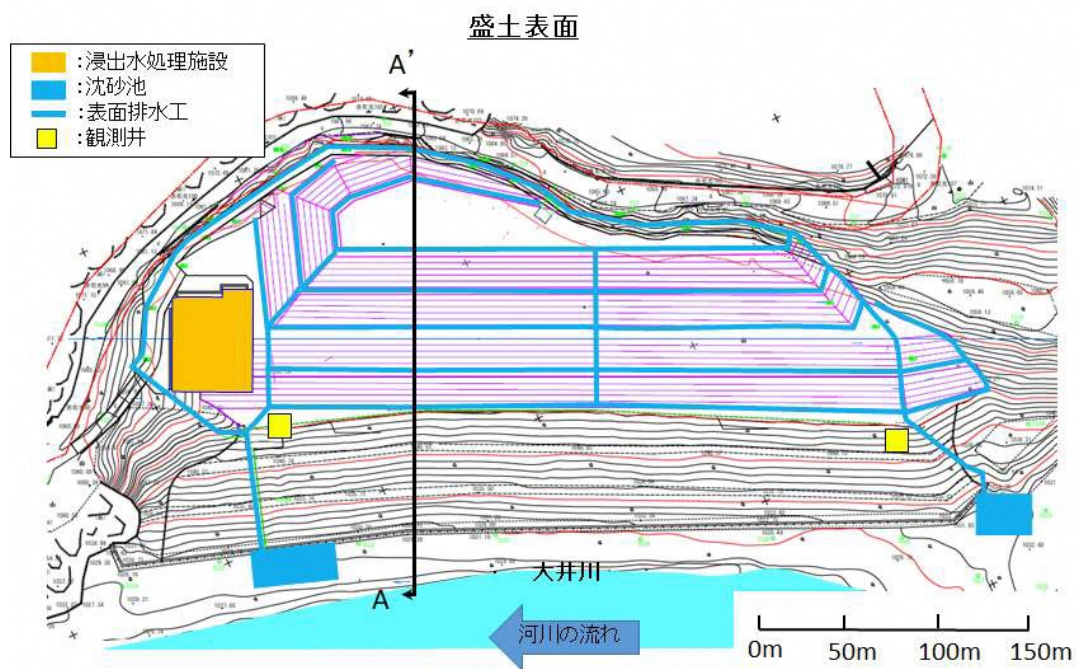


図 3 6 計画平面図

A-A' 断面(盛土部拡大図)

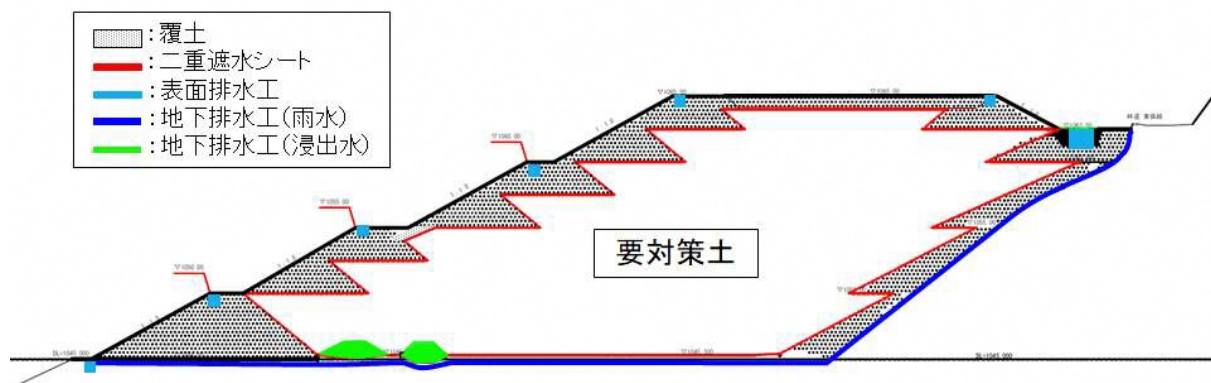


図 3 7 計画横断面図 (A-A' 断面のうち盛土部)

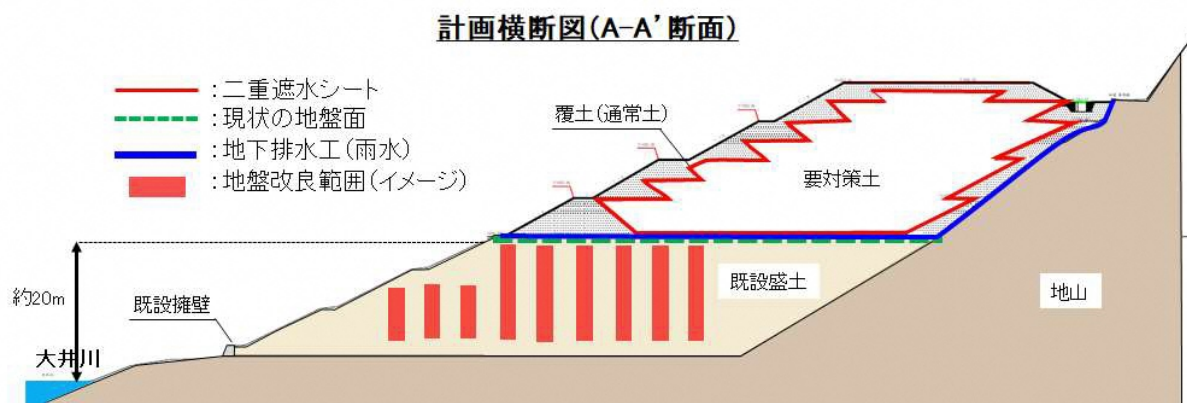


図 3 8 計画横断面図 (A-A' 断面のうち盛土部～大井川)

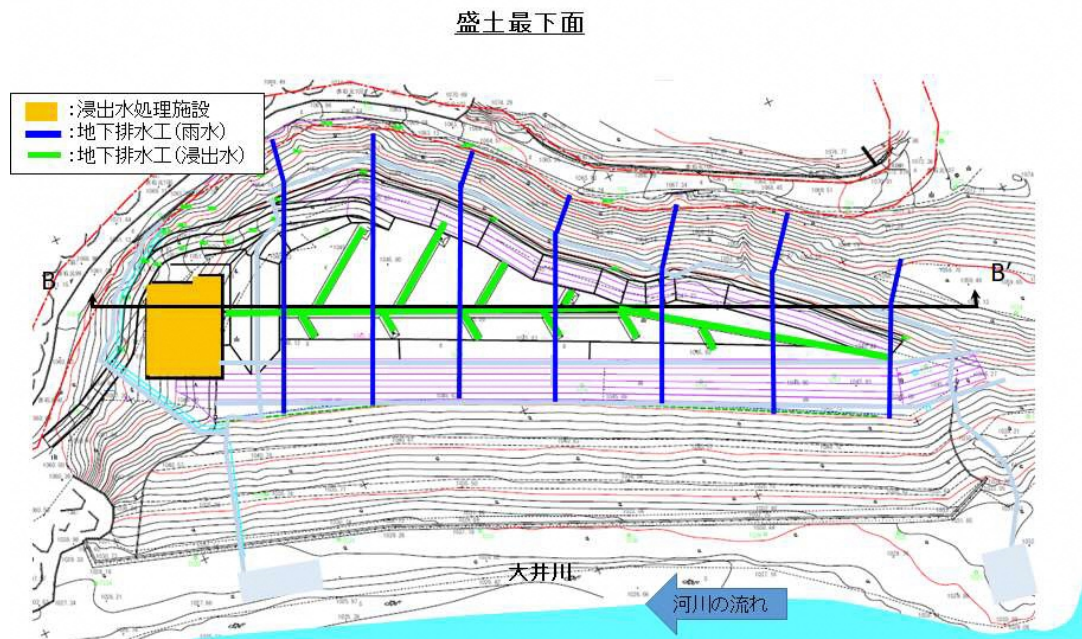


図 39 地下排水工等計画図（盛土最下面）

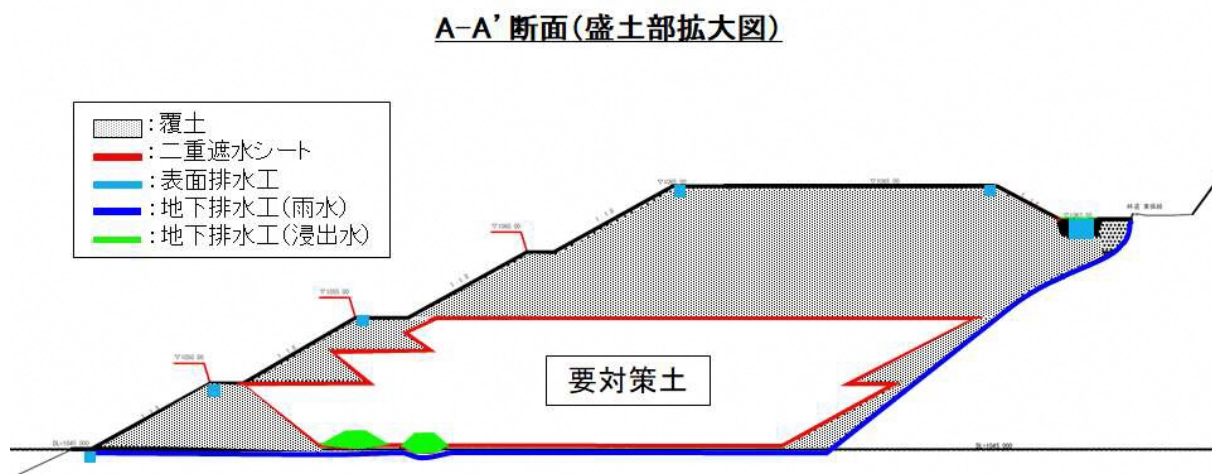


図 40 搬入要対策土量が約3万m³の場合の想定図（A-A'断面盛土部）

- ・ 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。また、二重遮水シート及びベントナイトシート敷設部は、保護砂を含めた約 50 cm の厚さを一体の弱層としてモデル化しております(表 8)。その結果を図 41 に示します。

表 8 盛土材料と現地盤の物性値 (藤島)

	構成モデル	γ_t (KN/m ³)	C(kN/m ²)	$\Phi(^{\circ})$	出典
盛土材	GHE-S	17.0	6.0	40.0	鉄道標準
既設盛土・埋土	GHE-S	18.0	—	30.0	JR地質調査
崖錐・沖積錐	GHE-S	19.0	—	30.0	JR地質調査
玉石砂礫層1	GHE-S	20.0	—	40.0	JR地質調査
玉石砂礫層2	GHE-S	19.0	—	30.0	JR地質調査
粘板岩	線形弾性	22.0	500	40.0	JR地質調査
遮水シート部	GHE-S	17.0	—	13.5	鉄道標準・既往の研究

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

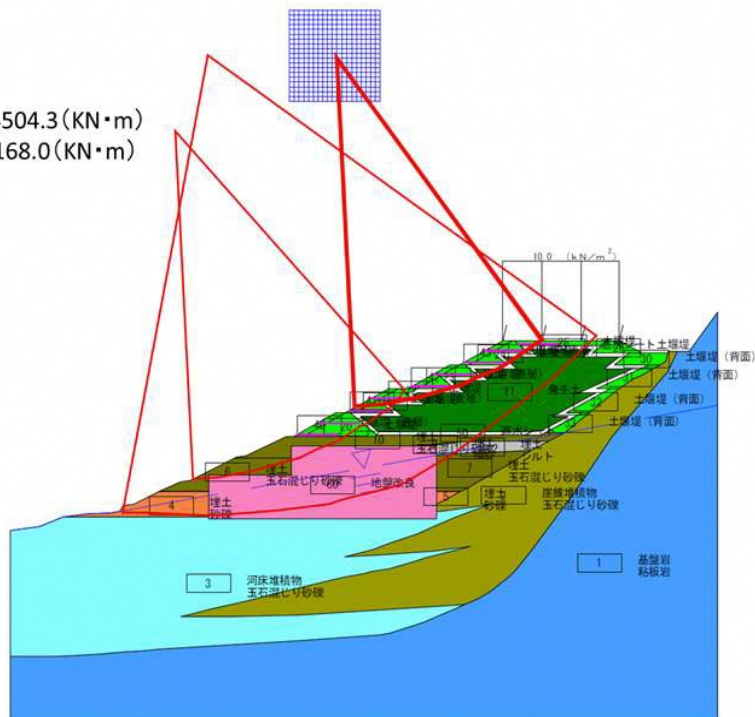
円弧の中心 $x=69.0\text{m}$

$y=1124.0\text{m}$

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 $M_d=1514323.6(\text{KN}\cdot\text{m})$

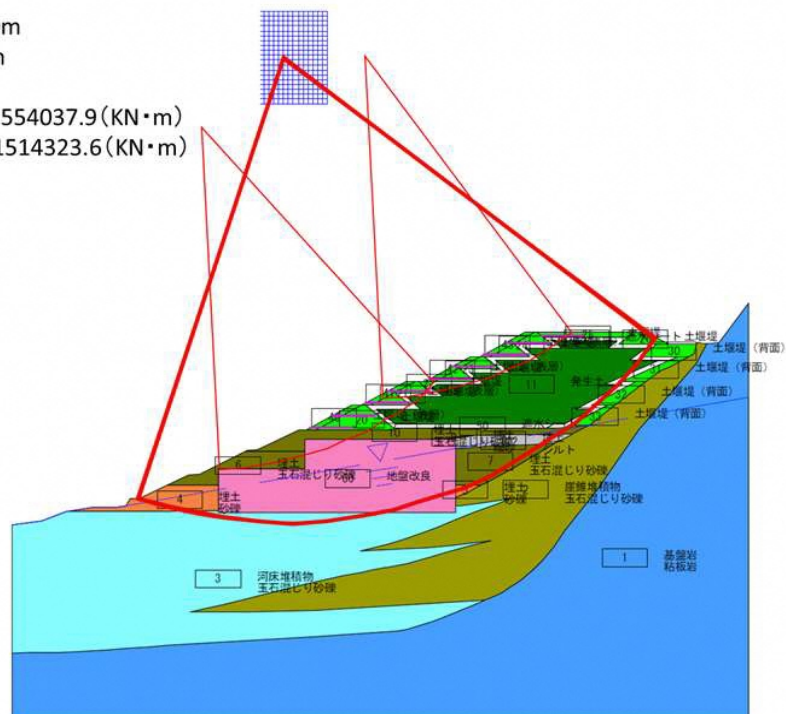


図 4 1 盛土円弧すべり安定検討（藤島発生土置き場）

・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42）。

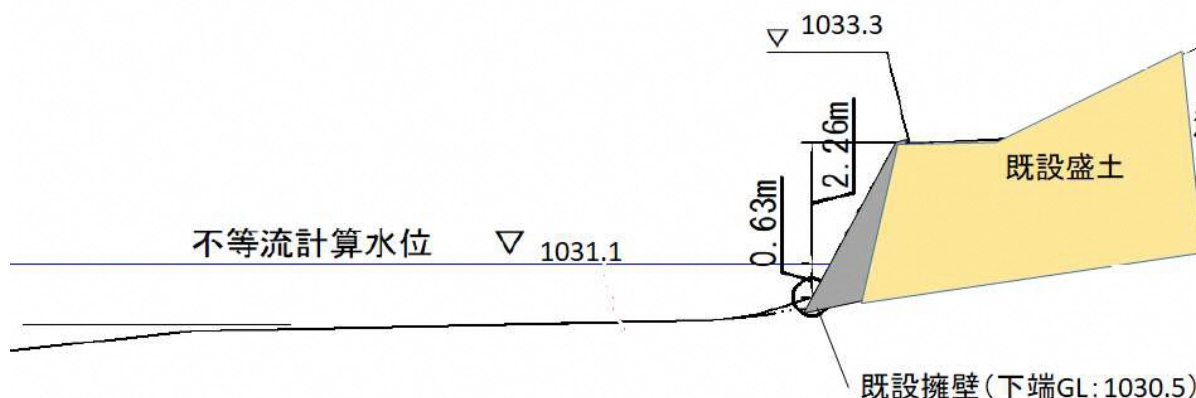


図 4 2 100年に一度の大雨時の大井川水位検討（藤島発生土置き場）

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、「**盛土環境条例**」等に基づく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**1%程度の勾配を確保した**専用の排水設備にて集水します（図43）。

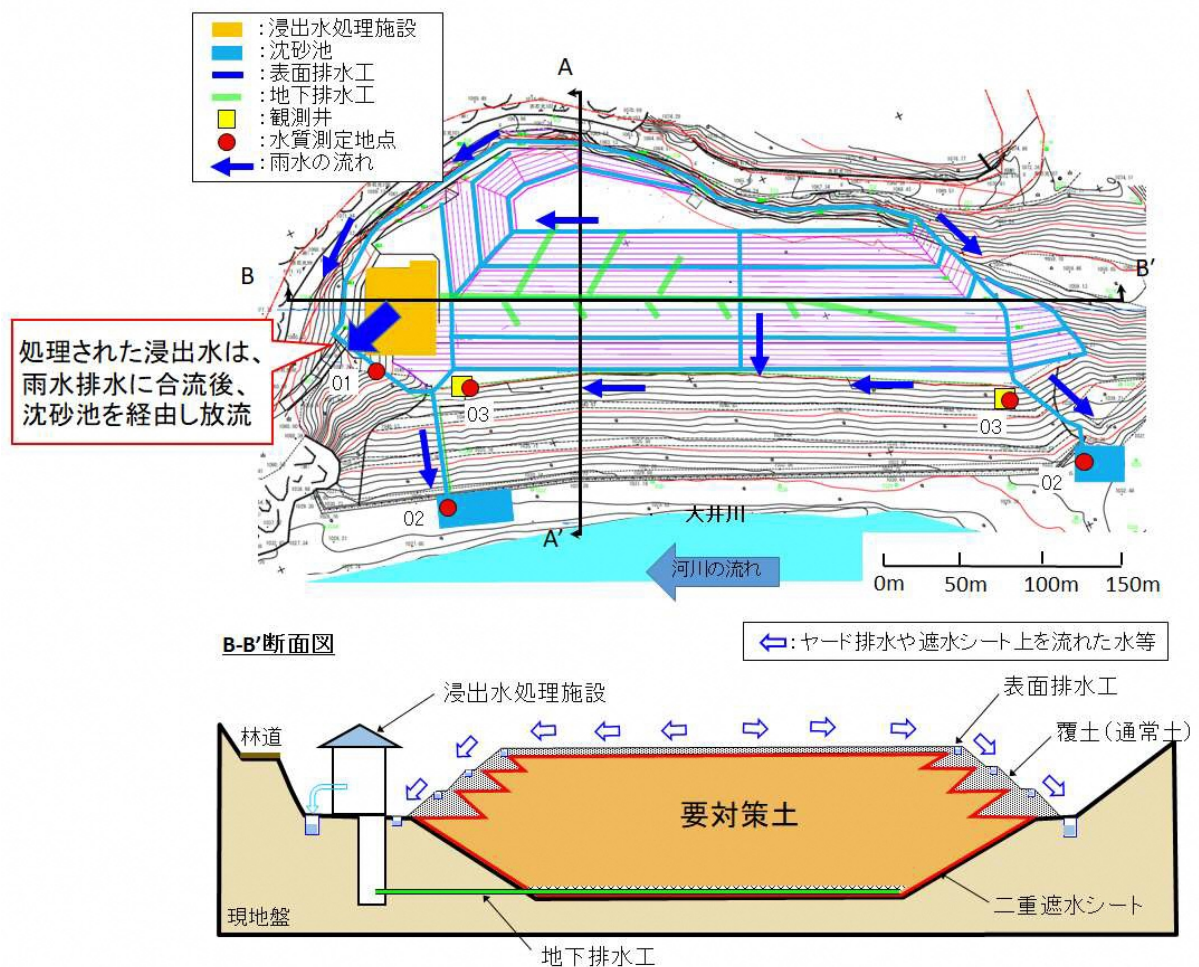


図 4 3 排水処理計画及び水質観測

- ・ 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 9）。なお、浸出水の処理フローは図 4 4 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 9 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		

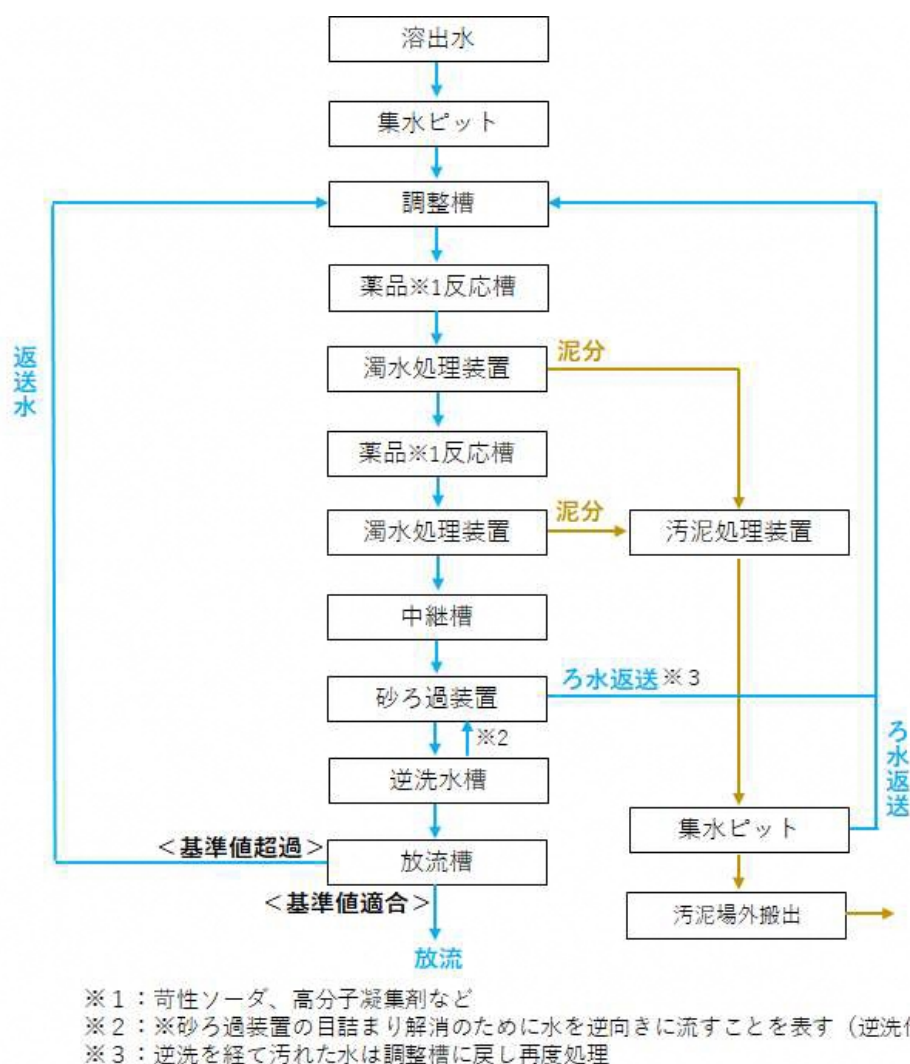


図 4 4 浸出水処理フロー

- ・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ほか、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 9 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。

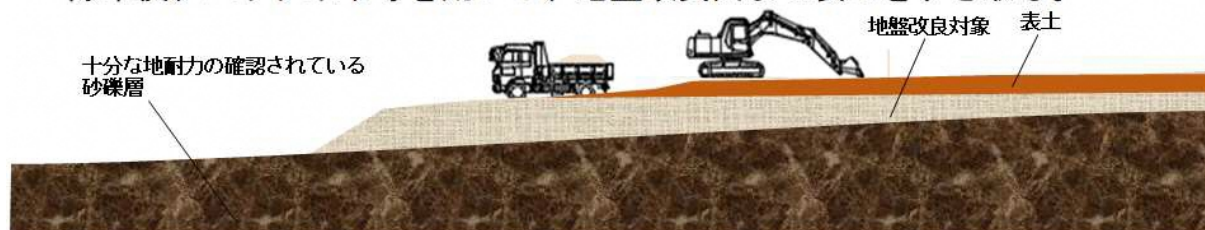
6) 工事中的対応・施工管理

① 盛土の施工ステップ

- ・現在計画している藤島発生土置き場の全体の施工ステップについて、以下図 4 5～図 4 8にお示しいたします。

STEP1 :

除草後、バックホウ等を用いて、地盤改良面まで表土をすき取る。



STEP2 :

弱層に対し、柱状に必要な地盤改良をおこなったうえ、地盤正整する。

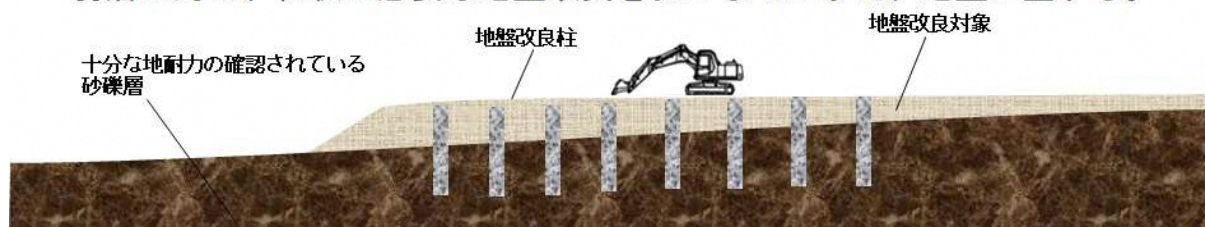
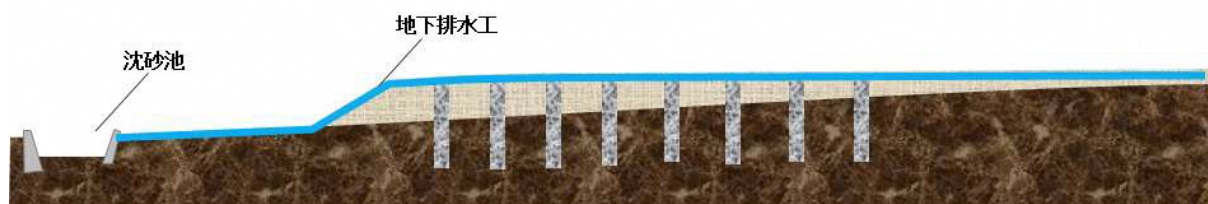


図 4 5 藤島発生土置き場施工ステップ①

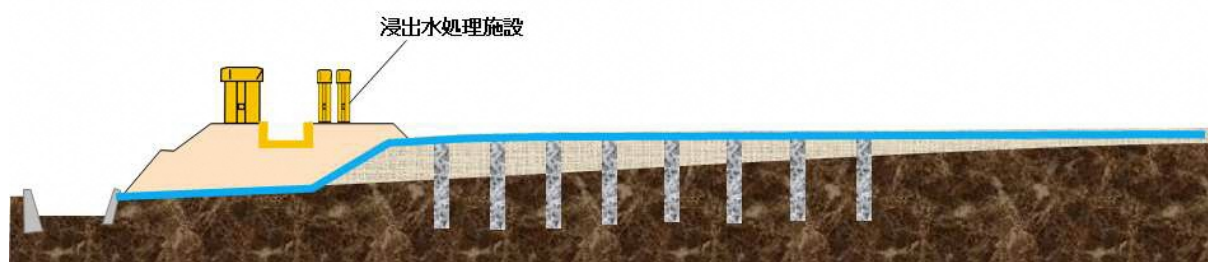
STEP3 :

雨水や地下水を排水するため、沈砂池、地下排水工を設置する。



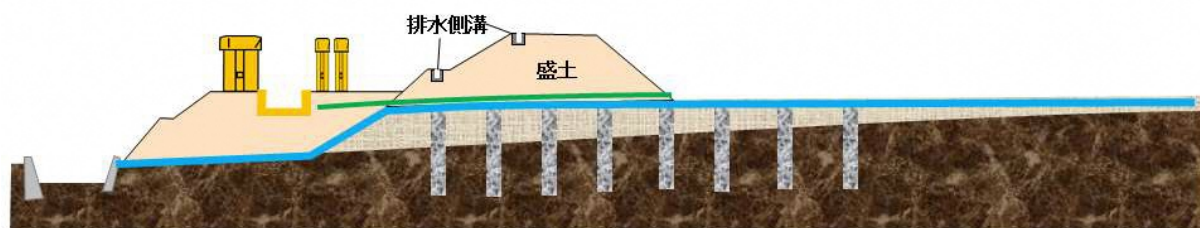
STEP4 :

要対策土を搬入しない範囲を造成し、浸出水処理施設を設置する。



STEP5 :

要対策土を含まない発生土を搬入して、1段目の盛土を造成し、のり面の小段に排水側溝を設置する。



STEP6 :

底面にベントナイトシート、二重遮水シートを設置する。

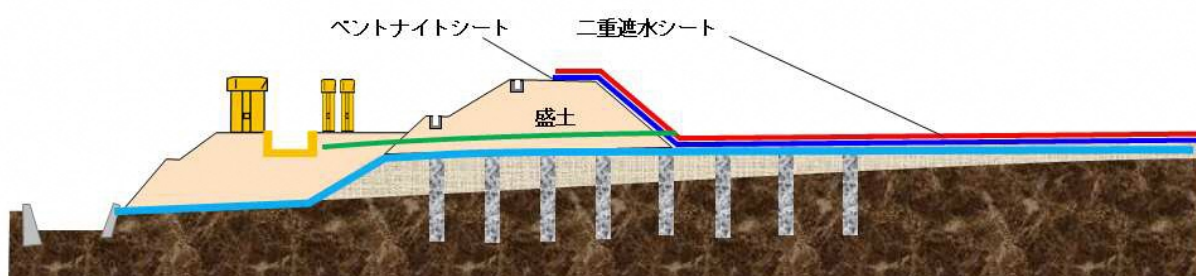
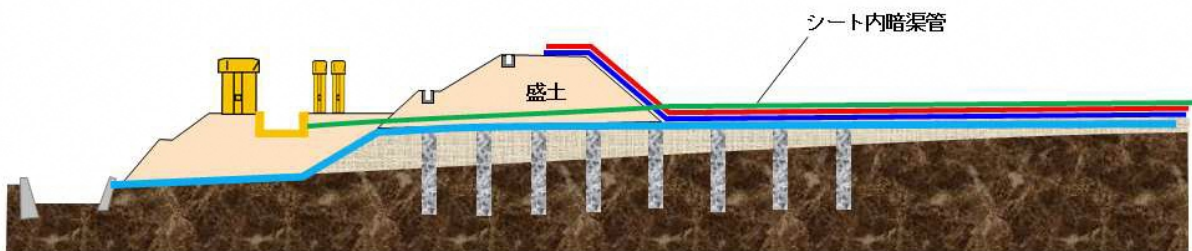


図 4 6 藤島発生土置き場施工ステップ②

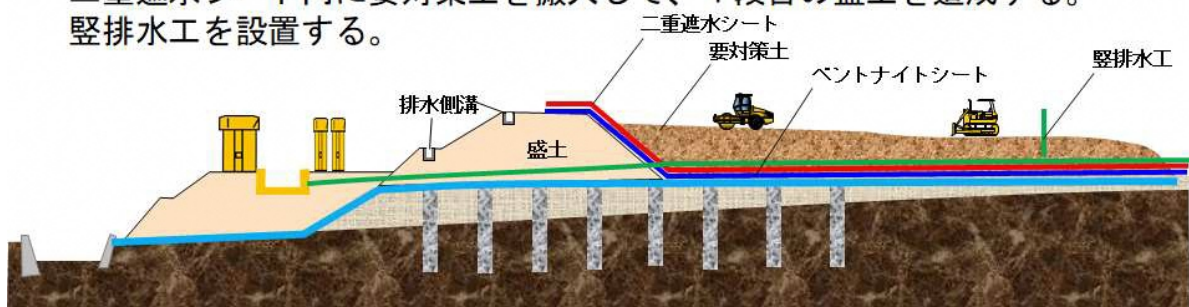
STEP7 :

造成中の二重遮水シート内の雨水及び浸出水を排水するため、シート内暗渠管、集水槽等を設置する。



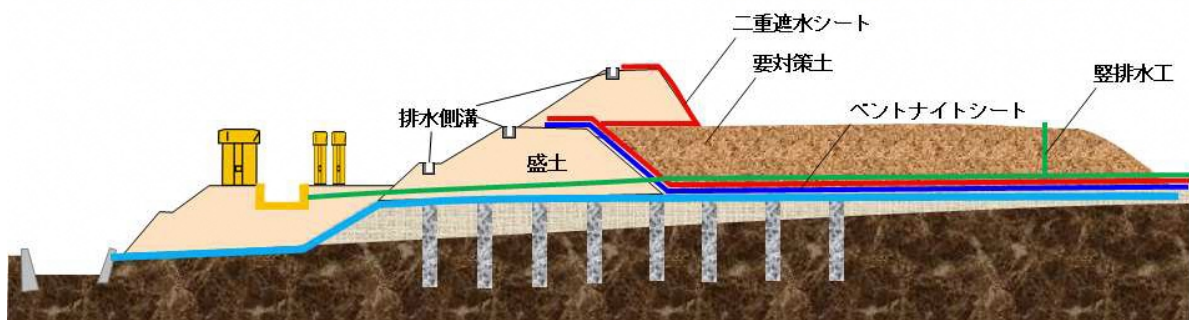
STEP8 :

二重遮水シート内に要対策土を搬入して、1段目の盛土を造成する。
 縦排水工を設置する。



STEP9 :

1 段目と同様に、要対策土を含まない発生土にて 2 段目の盛土を造成する。



STEP10 :

二重遮水シート内に要対策土を搬入して２段目の盛土を造成する。

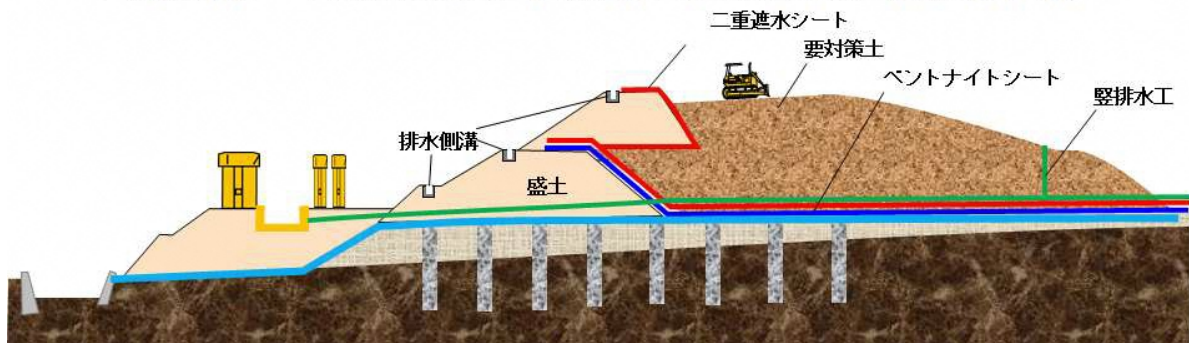


図 47 藤島発生土置き場施工ステップ③

STEP11 :

同様の手順で計画高さまで盛土を造成する。
最上面には覆土して二重遮水シートを保護する。
また、盛土のり面に草本類による植生を行う。

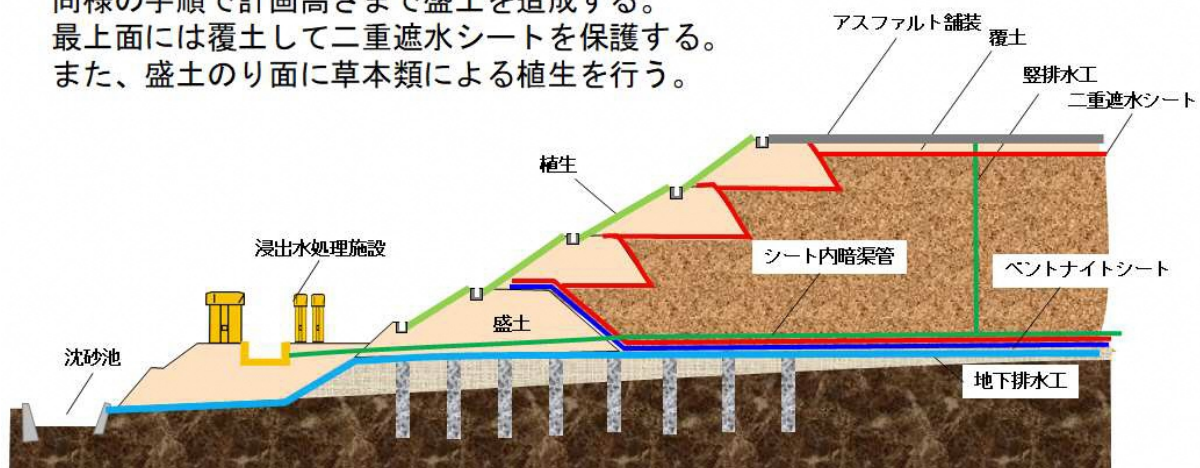


図 4 8 藤島発生土置き場施工ステップ④

② 盛土の施工管理

- ・ 主な盛土材料はトンネル掘削土（岩ずり）ですが、トンネル掘削箇所から発生土置き場への運搬や盛土の施工性を鑑み、必要により機械で粒径を調整し破碎することを考えております。
- ・ 盛土の施工に先立ち、地盤の処理・整地が完了した盛土施工範囲において試験施工を行い、施工機械の選定と組合せ、適正含水比の範囲等、施工方法の詳細を確認いたします。
- ・ 盛土の締固めは、「盛土規制法」、「盛土等防災マニュアル」等に基づき 1 層の仕上がり厚さを 30 cm 以下とするとともに、締固め度 $D_c = 90\%$ となるように転圧を行います。締固めにあたっては、併せて施工を行う排水設備により効率的に集水できるよう、勾配の調整や土側溝の整備を行います。
- ・ 試験施工により、沈下が収束して沈下増加量がほぼ 0 となる転圧回数、仕上がり厚さ等の施工方法を確認のうえで、盛土を施工します。転圧回数の管理は GNSS² 搭載ローラーを使用する予定です。また、締固め度の確認として、粒形の大きな盛土材料にも適用可能な自動走査式 RI 密度計を用いた計測管理などの導入も検討します（図 4 9）。これらの新技術により、盛土の品質低下につながるよ

² Global Navigation Satellite System（全球測位衛星システム）の略称。人工衛星を利用して地上の現在位置を計測することが可能。

うな人為的なミスを防止でき、盛土全体の性状が均質であることをより確実に担保できると考えております。



参考：大成建設株式会社 技術センター

図 4.9 締固め度自動計測システムのイメージ

- ・作業にあたっては盛土材料の含水比等が作業に適した状態であることを確認いたします。確認の結果、必要に応じ盛土材料に散水するなど、適切な含水比となるよう調整します。
- ・運搬車両等の走行路を固定すると盛土の締固めが不均一になる恐れがあるので、運搬車両の通路を適宜変更いたします。
- ・現地盤と盛土の接統部は、60cm程度の段切（現地盤を階段状に成形すること）を行い現地盤と盛土の密着を図ります。
- ・なお、今回ご説明した粒度の調整や転圧回数の管理、試験盛土による施工性能の確認等は、中央新幹線建設事業の他工区における盛土造成において、すでに実施しております（写真 2）。

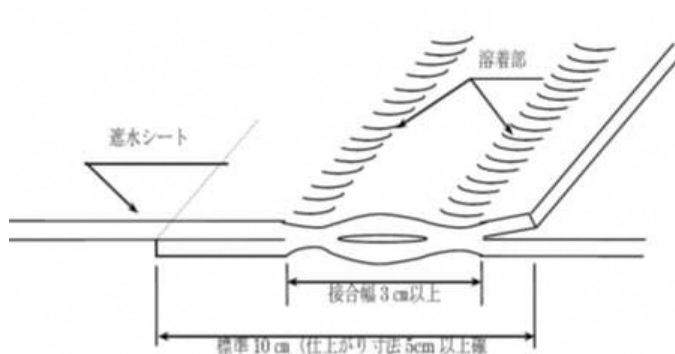


写真 2 他工区における施工状況

- ・また、工事の施工時には、色合いや材質など周辺的环境に配慮した仮設物を使用する事で工事期間中の風致景観への影響をできる限り低減いたします。使用する重機については、環境への影響をできるだけ低減したものを導入していきます。
- ・むやみな伐採等自然への影響を最小限とするよう、希少種情報の共有や環境への配慮等については作業員への教育を実施してまいります。
- ・工事中は現地に常駐する工事管理者等が施工管理を行い、盛土や排水設備等の状況を確認するとともに、地震や豪雨等が発生した場合には気象情報、地震情報を収集のうえで、盛土や排水設備等の状況を速やかに確認します。

③ 遮水シートの施工管理

- ・遮水シートは定格のロール状になっており、現場において段ごとに敷設を行います。
- ・運搬時、保管時には、シートの遮水性に影響を与えるような損傷を防止するため、シートに局所的な荷重がかかったり、突起物に引っ掛けたりしないように管理いたします。
- ・隣り合う遮水シート同士は、日本遮水工協会の発行する施工マニュアルをもとに、基本的には熱融着により接続します（図 50）。専用の機械を使用する事でラップ部分の2か所の圧着が可能であり、加圧検査にて確実に施工されていることを確認してまいります。



熱融着断面イメージ



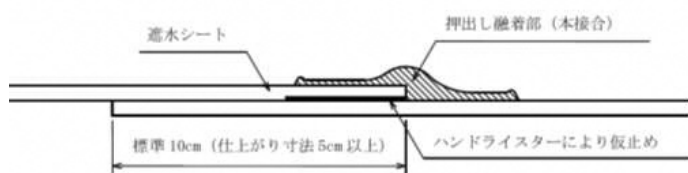
自走式熱融着機



施工状況

図 5 0 シートの熱融着断面イメージ等

- ・排水管周り等、自走式熱融着機の使用が難しいと考えられる箇所については、水密アスコンを使用し接続箇所を構築したのち、押し出し融着など、日本遮水工協会マニュアルに則った方法で溶着を行います（図 5 1）。



押し出し溶接断面イメージ



施工状況

図 5 1 シートの押し出し溶接断面イメージ等

④ ベントナイトシートの施工管理

- ・ベントナイトシートは遮水シートと同様に定格のロール状になっており、現場において段ごとに敷設を行います。
- ・運搬時、保管時には、シートの遮水性に影響を与えるような損傷を防止するため、シートに局所的な荷重がかかったり、突起物にひっかかりたりしないようにすることに加え、降雨にさらされ、シートが膨潤することを避けるためブルーシート等で覆い、雨に対する養生を行うことを考えております。

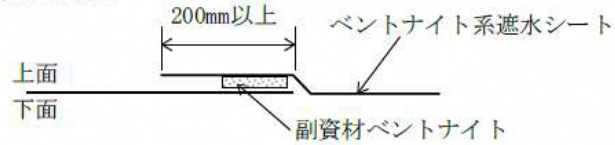


引用：ため池ベントナイトシート工法設計・施工マニュアル

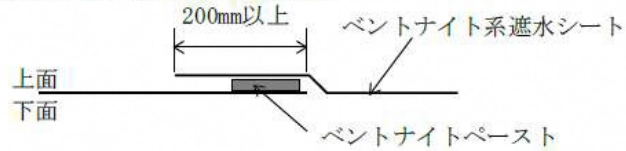
図 5 2 ブルーシートによる養生イメージ

- ・シート敷設にあたっては、接合幅 200mm 以上を確認しながら敷き詰めます。この時、接合部に石等が挟まれていないことや、シワのないことを確認いたします。
- ・隣り合う遮水シート同士は、接合部分は副資材ベントナイトをシート間の接触面に散布して重ね合わせます。斜面は副資材ベントナイトの代わりにベントナイトペーストを塗布します。なお、シート上部と下部の水平方向の接合は、斜面上で接合した場合、覆土施工時にズレが生じるおそれがあることから、段切り小段上等、水平面上で行います。

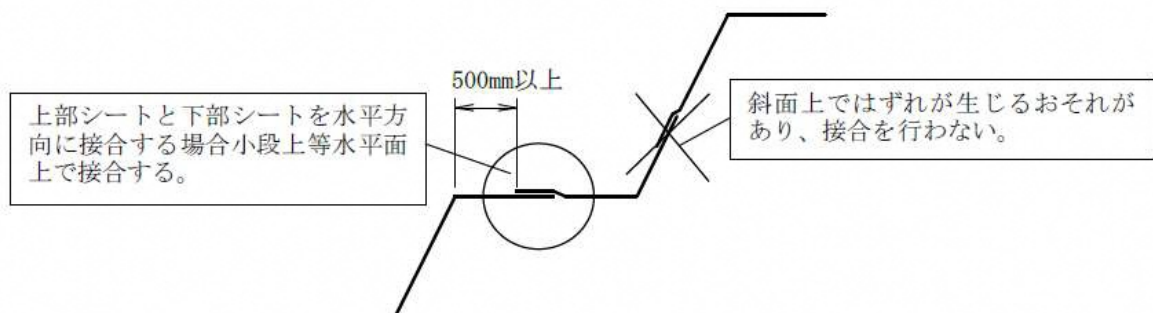
<基本的な接合部処理方法>



<基本的な接合部処理方法（1:2.0より急勾配）>



参図-3.5.2 接合部処理方法



参図-3.5.3 水平方向の接合位置

引用：ため池ベントナイトシート工法設計・施工マニュアル

図 5 3 ブルーシートによる養生イメージ

- ・シート敷設後、速やかに不織布により被覆します。困難な場合、また、覆土までの間に降雨でシートが膨潤する可能性がある場合には、ブルーシート等で覆い、膨潤させないよう養生を行う考えです。

⑤ 工事期間中の対応及びモニタリング

- ・工事中は現地に常駐する工事管理者等が施工管理を行い、盛土や排水設備等の状況を確認するとともに、地震や豪雨等が発生した場合には気象情報、地震情報を収集のうえで、盛土や排水設備等の状況を速やかに確認します。
- ・確認の具体的な内容については、今後、他工区の事例などを参考に、表 10 を基本として現場の状況に応じて柔軟に点検頻度を定めるなど、発生土置き場の管理計画を策定します。
- ・点検の結果、崩壊等の異常を確認した際には、速やかに静岡県、静岡市および利水者等に報告し、崩壊土砂の撤去、のり面保護等の安全確保に必要な応急措置を

実施します。

表 10 工事中の異常時確認の具体的な内容（中央新幹線他工区の例）

項目	実施内容
大雨 （時間雨量 30mm 以上）	・作業を中止し、巡回点検（のり面、排水箇所等）を実施する。 ・異常を発見した場合、異常時連絡系統図に従い、関係各所に連絡する。 ・安全確保に必要な措置を実施する。
地震 （震度 4 以上）	・巡回点検（のり面、構造物等）を実施する。 ・異常を発見した場合、異常時連絡系統図に従い、関係各所に連絡する。 ・安全確保に必要な措置を実施する。

- ・工事中、河川へ放流する水については、「盛土環境条例」に定める水質基準のうち、自然由来の重金属等については、表 11 に示す基準を満たしていることを確認のうえで放流します（写真 3）。
- ・なお、通常土は発生土の自然由来の重金属等の試験の結果、「盛土環境条例」に定める土石溶出量基準を満たしたものであり、この土石溶出量基準は水質基準と同値となっていることから、発生土置き場（通常土）から水質基準を超過する水が排出される可能性は小さいと考えています。

表 11 「盛土環境条例」に定める水質基準（自然由来の重金属等）

項目	水質基準	（参考） 土石溶出量基準※ ¹	（参考） 土石含有量基準※ ²
カドミウム	0.003 mg/L 以下	0.003 mg/L 以下	45mg/kg 以下
六価クロム※ ³	0.02 mg/L 以下	0.05 mg/L 以下	250mg/kg 以下
水銀	0.0005 mg/L 以下	0.0005 mg/L 以下	15mg/kg 以下
セレン	0.01 mg/L 以下	0.01 mg/L 以下	150mg/kg 以下
鉛	0.01 mg/L 以下	0.01 mg/L 以下	150mg/kg 以下
ひ素	0.01 mg/L 以下	0.01 mg/L 以下	150mg/kg 以下
ふっ素	0.8 mg/L 以下	0.8 mg/L 以下	4,000mg/kg 以下
ほう素	1 mg/L 以下	1 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」

※3：「盛土環境条例」の基準は 0.05mg/L 以下だが、公共用水域の水質汚濁に係る環境基準を踏まえ自社基準として管理する



写真 3 放流する水の水質の確認

(放流前の水質の測定項目、測定頻度)

- ・「盛土環境条例」では、盛土等区域外に排出される水の調査は、条例に定める水質基準の物質の種類について、盛土等に着手した日以降6ヶ月ごとに行うこととされています。
- ・河川へ放流する水の水質の測定地点、項目、頻度については、「盛土環境条例」の規程に基づき表 12 のとおり考えています。
- ・これに加えて、当社の自主的な取組みとして、SS、pH、電気伝導度（EC）、水量についても表 13 のとおり測定していきます。
- ・発生土置き場から河川へ放流する水の水質の具体的な管理値については、発生土置き場からの排水量なども考慮のうえ、検討を進めてまいります。SSについては、前述のとおり発生土置き場からの排水は降雨によってのみ生じると考えており、また雨天時は河川も濁る傾向であることから、工事ヤード（千石・榎島）付近で常時計測している河川濁度と比較し、沈砂池から放流される排水の濁度の変化傾向が放流先の河川の濁度の変化傾向と同等であることを確認してまいります。ECについては基準等が存在しないことから、工事の進捗に伴う変化を監視してまいります。
- ・pHが管理値を超えた場合や、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、中和処理等を実施します。
- ・その後の改善状況を確認しつつ、関係機関と協議のうえにより施設の増強を検討いたします。また、放流先河川の下流側においても同項目の測定を行うよ

うにいたします。

表 1 2 【工事中】放流前の水質の測定地点・測定項目・測定頻度
(要対策土の発生土置き場)：「盛土環境条例」に基づく対応

測定地点	測定項目	測定頻度
・浸出水処理施設内 (要対策土の浸潤水) ・沈砂池等の流末箇所 (ヤード排水や遮水シート上からの排水等)	クロロエチレン、四塩化炭素、1,2-ジクロロエタン、1,1-ジクロロエチレン、1,2-ジクロロエチレン、1,3-ジクロロプロペン、ジクロロメタン、テトラクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン、1,1,2-トリクロロエタン、トリクロロエチレン、ベンゼン、カドミウム及びその化合物、六価クロム化合物、シアン化合物、水銀及びその化合物、セレン及びその化合物、鉛及びその化合物、ひ素及びその化合物、ふっ素及びその化合物、ほう素及びその化合物、シマジン、チオベンカルブ、チウラム、ポリ塩化ビフェニル、有機りん化合物、1,4-ジオキサン、ダイオキシン類	盛土等に着手した日以降6ヶ月ごとに1回

表 1 3 【工事中】放流前の水質の測定地点・測定項目・測定頻度
(要対策土の発生土置き場)：当社の自主的な取組

測定地点 ^{※1}	測定項目	測定頻度
01:浸出水処理施設内 (対策土の浸出水)	SS、pH、EC、自然由来の重金属等、水量	工事中:排水前にその都度
02:沈砂池等(ヤード排水や遮水シート上からの排水等)	SS、pH、EC、自然由来の重金属等、水量	工事中:月1回(降雨時等の排水時) [※]
03:観測井(地下水)	pH、EC、自然由来の重金属等、水位	・工事前:四半期に1回 ・工事中:月1回

※：発生土置き場からの排水は雨天時に限られるため、作業を開始する当初は作業実施日に毎日計測することとし、その後天候の変化に伴う排水の変化の状況を確認し、頻度を検討します。

(放流先の河川における水質の確認)

- ・当社の自主的な取組みとして、放流先河川においても、水質の計測を実施し、放流先河川の状況も継続的に確認します。
- ・放流先河川における水質の測定項目、頻度、地点については、表 1 4 および図

54のとおり計画しています。

**表 14 【工事前・工事中】放流先の河川における測定項目・測定頻度・測定地点
(要対策土の発生土置き場)：当社の自主的な取組**

測定項目	測定頻度	測定地点
SS、pH、EC、自然由来の重金属等、流量	・工事前：月1回 ・工事中：月1回	・工事前：排水放流箇所の下流地点※ ・工事中：排水放流箇所の上流・下流地点※

※：測定地点については、今後、地域の皆さまへ具体的な場所をお示しながら対話をしていきます。

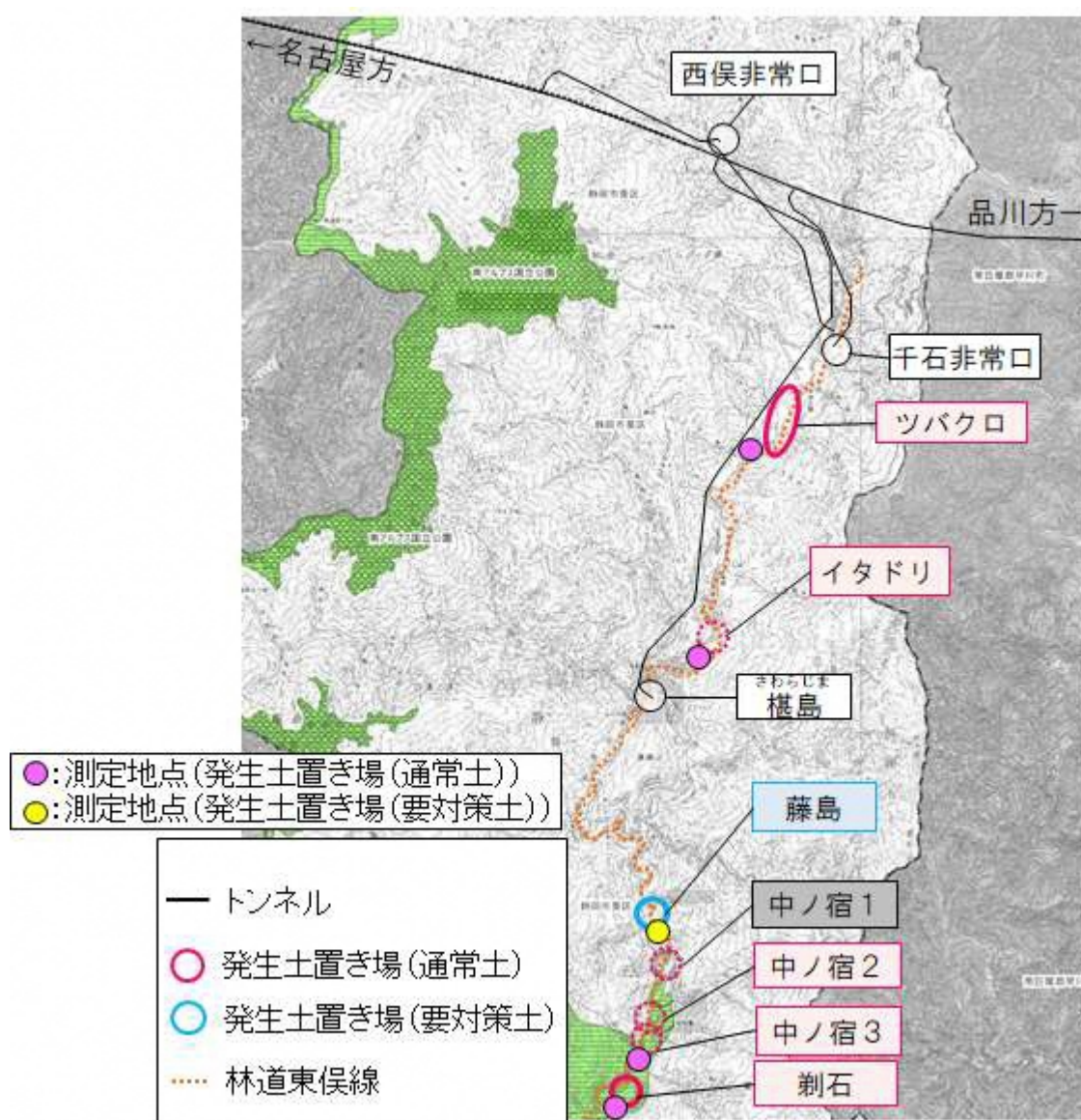


図 54 放流先河川の水質の測定地点（発生土置き場）

(放流先の河川における動植物の確認)

・工事中も表 15、図 55のとおり、継続して動植物の調査を実施します。

- ・調査の結果、動植物の状況に変化が確認される場合は速やかに静岡県および専門家に報告し、盛土工事に起因すると考えられる場合には、必要な措置を実施します。

表 15 河川の動植物調査概要（排水の放流先河川の確認）

時期		工事前
項目		水生生物詳細調査
地点		頻度
±01	ツバクロ	三季（春季、夏季、秋季）
±02	イタドリ	
±03	藤島	
±04	中ノ宿2・3	
±05	剃石	

調査項目		調査手法
魚類の生息状況		標識再捕獲法による採集（電気ショックカー、釣り、投網等）
底生動物の生息状況		定量調査（コドラート法等）
生息環境	流況（川幅、水深、流速等）、周辺植生	ドローン（UAV）写真測量など
	水温・水質（pH、DO、SS ¹⁾ ）	「水質汚濁に係る環境について」（昭和46年環境庁告示第59号）に定める測定方法に準拠

1) SSについては、排水放流箇所の下流における調査地点にて実施。



図 5 5 河川の動植物調査地点

- ・想定を超える自然災害等が発生し、発生土置き場の安定性に影響を及ぼすリスクに対しては、設備状況の確認として、1年に2回程度定期的に盛土や排水設備、沈砂池等の状況を確認するとともに、地震や豪雨等が発生した場合には、現地に常駐する工事管理者等が盛土や排水設備等の状況を速やかに確認します。点検の

結果、崩壊を確認した際には、速やかに静岡県、静岡市や利水者等に報告し、応急対策を実施します。

- ・また、発生土置き場の下流の地点で水質等の測定箇所を追加し、濁水による影響を確認します。河川の他の部分における濁りが時間とともに解消していく中で、当該地点及びその下流について濁りが解消されない場合、静岡県、静岡市や利水者等にご相談のうえで原因となる底泥の除去等を実施します。
- ・工事の際の仮設物については、材質、色合いなどに配置し、周辺環境との調和に努めます。また、設置状況についても点検を行います。
- ・ダンプトラックによる土砂の運搬にあたり、タイヤの洗浄、路面の散水などを行い、粉じんの防止を図ります。
- ・工事用車両の走行状況や環境に関わる教育指導事項の順守状況について、確認を行い、必要に応じて指導を実施します。
- ・なお、工事期間が長期となることから、工事の段階（盛土量の進捗）に応じ、定期的に点検・維持管理計画の見直しを実施することを考えております。

(5) 要対策土の処理後の対応

1) 工事完了後の藤島の計画

- ・発生土置き場の造成完了後は、土砂流出防止に有効な面緑化を実施します。緑化されるまでの期間においても沈砂池を設置することにより、濁水の発生を抑制していきます。
- ・封じ込め完了後は、要対策土の盛土中に雨水が浸透することはありません。浸出水の発生状況を一定期間確認し、新たな浸出水の発生がないことを確認したうえで、将来的に浸出水処理設備を撤去することを考えています。

2) 工事完了後のモニタリング

- ・工事完了後においても、定期的に盛土や排水設備等の状況を確認のうえ、適時適切に清掃するとともに、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。
- ・確認の具体的な内容については、今後、他工区の事例などを参考に、表 16 を基本として発生土置き場の管理計画を定めるとともに、工事中的実績を踏まえて柔軟に点検頻度を定めます。

表 16 工事完了後の点検等の具体的な内容案

項目		実施内容
点検	盛土全体	目視点検
	開水路	目視点検、堆積物の状況を確認し、必要により清掃
	地下排水管	目視点検、カメラ等を用いた点検
	調整池	目視点検、堆積物の状況を確認し、必要により清掃
	土留め擁壁	目視点検
	法面の植生 (草本類)	生育状況確認
観測	盛土内地下水位	観測井
	盛土の変形	変位を計測
	降雨量	雨量を計測

- ・工事完了後も沈砂池から水を流す河川における水質の測定について、将来に亘って、実施していきます。
- ・また、発生土置き場の排水管理は、工事中を含め、定期的にモニタリングしていきます。
- ・藤島発生土置き場については、上記の内容に加えて、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。

- ・想定を超える自然災害等が発生し、発生土置き場の安定性に影響を及ぼすリスクに対しては、設備状況の確認として、定期的に盛土や排水設備、沈砂池等の状況を確認するとともに、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。点検の結果、崩壊を確認した際には、速やかに静岡県、静岡市等に報告し、復旧を行います。復旧に向けては、周辺環境の変化による影響への対応も考慮のうえで、予め近隣へ資機材を配備する等、必要な準備を行います。

3) 工事完了後の水質管理

- ・「盛土環境条例」では、盛土等区域外に排出される水の調査は、条例に定める水質基準の物質の種類について、盛土等を完了した後遅滞なく行うこととされています。
- ・河川へ放流する水の水質の測定地点、項目、頻度については、「盛土環境条例」の規程に基づき表 17 のとおり考えています。
- ・これに加えて、当社の自主的な取組みとして、河川へ放流する水及び放流先河川の水質を継続的に実施します（表 18、表 19）。
- ・発生土置き場から河川へ放流する水の水質の具体的な管理値については、工事中と同様に、発生土置き場からの排水量なども考慮の上、検討を進めてまいります。SSについては、前述のとおり発生土置き場からの排水は降雨によってのみ生じると考えており、また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。ECについては基準等が存在しないことから、工事の進捗に伴う変化を監視してまいります。
- ・pHが管理値を超えた場合や、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、中和処理等を実施します。
- ・その後の改善状況を確認しつつ、関係機関と協議のうえで必要により施設の増強を検討いたします。また、放流先河川の下流側においても同項目の測定を行うようにいたします。
- ・将来の測定頻度や測定期間については、測定結果や地域の皆さまからのご意見

を踏まえて検討を行います。

表 17 【工事完了後】放流前の測定地点・測定項目・測定頻度
(要対策土の発生土置き場)：「盛土環境条例」に基づく対応

測定地点	測定項目	測定頻度
・浸出水処理施設内 (要対策土の浸出水) ・沈砂池等の流末箇所 (ヤード排水や遮水シート上からの排水等)	クロロエチレン、四塩化炭素、1,2-ジクロロエタン、1,1-ジクロロエチレン、1,2-ジクロロエチレン、1,3-ジクロロプロペン、ジクロロメタン、テトラクロロエチレン、1,1,1-トリクロロエタン、1,1,2-トリクロロエタン、トリクロロエチレン、ベンゼン、カドミウム及びその化合物、六価クロム化合物、シアン化合物、水銀及びその化合物、セレン及びその化合物、鉛及びその化合物、ひ素及びその化合物、ふっ素及びその化合物、ほう素及びその化合物、シマジン、チオベンカルブ、チウラム、ポリ塩化ビフェニル、有機りん化合物、1,4-ジオキサン、ダイオキシン類	1回(盛土等を完了した後遅滞なく)

表 18 【工事完了後】放流前の水質の測定地点・測定項目・測定頻度
(要対策土の発生土置き場)：当社の自主的な取組

測定地点	測定項目	測定時期・頻度
01: 浸出水処理施設内 (対策土の浸出水)	SS、pH、EC、自然由来の重金属等、水量	排水前にその都度(将来に亘って継続的に調査を実施) [※]
02: 沈砂池等(ヤード排水や遮水シート上からの排水等)	SS、pH、EC、自然由来の重金属等、水量	月1回(降雨時等の排水時) [※]
03: 観測井(地下水)	pH、EC、自然由来の重金属等、水位	水質が定常化するまでは月1回 水質定常化後も将来に亘って継続的に調査を実施 ^{※2}

※：測定は、工事に伴う影響が収まり測定値の変動が一定の周期に収まる期間まで実施することを考えています。また、変動が収束した後も、工事完了後の盛土の点検と併せて定期的な確認を実施いたします。

**表 19 【工事完了後】放流先河川における測定項目・測定頻度・
測定期間・測定地点（要対策土の発生土置き場）：当社の自主的な取組み**

測定項目	測定頻度	測定期間	測定地点
SS、pH、EC、自然由来の重金属等、流量	月1回※1	将来に亘って、継続して計測を実施※1	排水放流箇所の上流・下流地点※2

※1：将来の測定頻度や測定期間については、測定結果や地域の皆さまからのご意見を踏まえ検討を行います。

※2：測定地点については、今後、地域の皆さまへ具体的な場所をお示しながら対話をしていきます。

（放流先の河川における動植物の確認）

- ・工事完了後も、表 20、図 56 のとおり、継続して動植物の調査を実施します。
- ・将来の測定頻度や測定期間については、測定結果等を踏まえて検討します。
- ・調査の結果、動植物の状況に変化が確認される場合は速やかに静岡県および専門家に報告し、盛土工事に起因すると考えられる場合には、必要な措置を実施します。
- ・また、新たな生息環境の創出にあたり必要となるモニタリングについても、専門家の意見を伺いながら進めてまいります。

表 20 河川の動植物調査概要（排水の放流先河川の確認）

時期		工事前
項目		水生生物詳細調査
地点		頻度
土01	ツバクロ	三季（春季、夏季、秋季）
土02	イタドリ	
土03	藤島	
土04	中ノ宿2・3	
土05	剃石	

調査項目		調査手法
魚類の生息状況		標識再捕獲法による採集（電気ショックカー、釣り、投網等）
底生動物の生息状況		定量調査（コドラート法等）
生息環境	流況（川幅、水深、流速等）、周辺植生	ドローン（UAV）写真測量など
	水温・水質（pH、DO、SS ¹⁾ ）	「水質汚濁に係る環境について」（昭和46年環境庁告示第59号）に定める測定方法に準拠

1) SSについては、排水放流箇所の下流における調査地点にて実施。

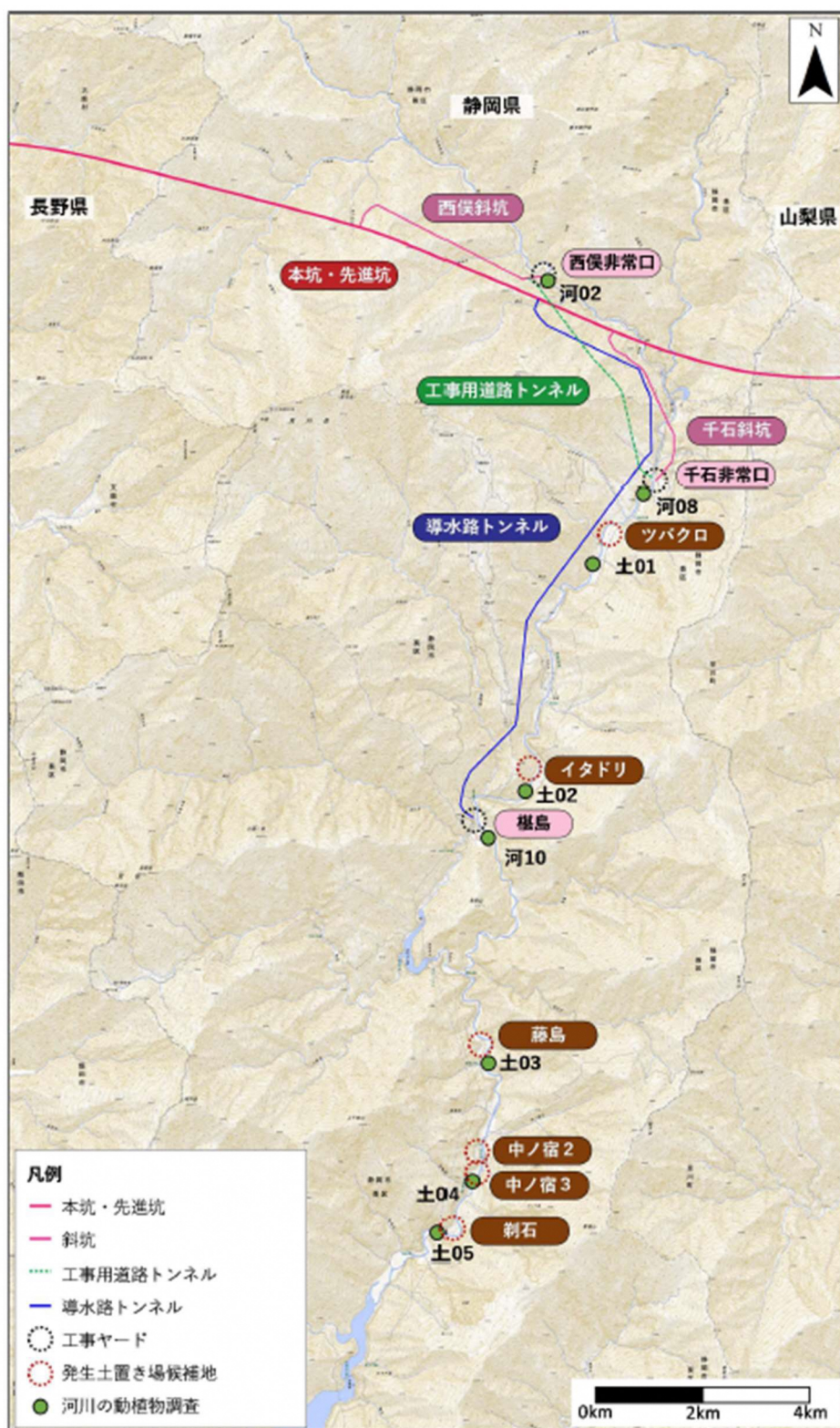


図 5 6 河川の動植物調査地点

(6) リスク管理

- ・モニタリング結果などをもとに、藤島発生土置き場において発生し得るリスクについては、今後静岡県と対話を進めてまいります。